



(10) **DE 11 2015 005 762 B4** 2021.03.18

(12) **Patentschrift**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2015 005 762.5**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2015/005377**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2016/103547**
(86) PCT-Anmeldetag: **27.10.2015**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **30.06.2016**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **05.10.2017**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **18.03.2021**

(51) Int Cl.: **H01L 33/48 (2010.01)**
H01L 33/36 (2010.01)
H01L 33/62 (2010.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
2014-264522 **26.12.2014** **JP**

(73) Patentinhaber:
**Panasonic Intellectual Property Management Co.,
Ltd., Osaka, JP**

(74) Vertreter:
**Müller-Boré & Partner Patentanwälte PartG mbB,
80639 München, DE**

(72) Erfinder:
**Ueda, Mitsuhiko, Kadoma-shi, Osaka-fu, JP;
Sanagawa, Yoshiharu, Kadoma-shi, Osaka-fu, JP;
Aketa, Takanori, Kadoma-shi, Osaka-fu, JP**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

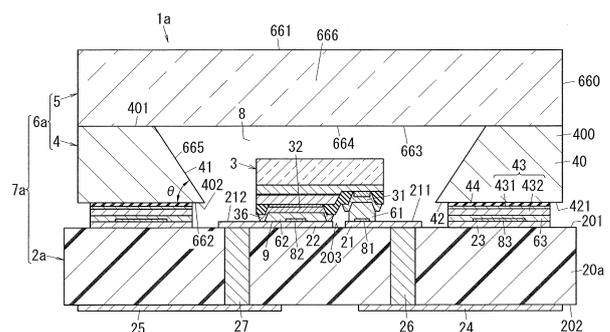
| | | |
|-----------|-------------------------|-----------|
| DE | 10 2009 004 724 | A1 |
| US | 7 608 485 | B2 |
| US | 2009 / 0 101 897 | A1 |
| US | 2012 / 0 286 319 | A1 |
| JP | 2009- 177 098 | A |

MORITA, Daisuke, et al. Watt-class high-output-power 365 nm ultraviolet light-emitting diodes. Japanese journal of applied physics, 2004, 43. Jg., Nr. 9R, S. 5945.

(54) Bezeichnung: **Lichtemittierende Vorrichtung und Verfahren zu deren Herstellung**

(57) Hauptanspruch: Lichtemittierende Vorrichtung (1a; 1b; 1c; 1d; 1e; 1f; 1g; 1h; 1i; 1j), die ein Montagesubstrat (2a; 2b; 2d), ein Ultraviolettlicht-emittierendes Element (3), das auf dem Montagesubstrat (2a; 2b; 2d) montiert ist, und einen Deckel (6a; 6c; 6e; 6g; 6h) umfasst, der auf dem Montagesubstrat (2a; 2b; 2d) angeordnet ist und eine Aussparung (663) zum Aufnehmen des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements (3) umfasst, wobei das Montagesubstrat (2a; 2b; 2d) einen Träger (20a; 20d) und einen ersten Leiter (21), einen zweiten Leiter (22) und eine erste Verbindungsmetallschicht (23) umfasst, die auf dem Träger (20a; 20d) gestützt sind, wobei der erste Leiter (21) und der zweite Leiter (22) so angeordnet sind, dass sie auf eine Vorderfläche (201) des Trägers (20a; 20d) gerichtet sind, so dass sie auf eine Unterseite (664) der Aussparung (663) des Deckels (6a; 6c; 6e; 6g; 6h) gerichtet sind, wobei der Deckel (6a; 6c; 6e; 6g; 6h) einen Deckelkörper (660), der eine Vorderfläche (661) und eine Rückfläche (662) aufweist und mit der Aussparung (663) in der Rück-

fläche (662) versehen ist, und eine zweite Verbindungsmetallschicht (43) umfasst, die so auf der Rückfläche (662) des Deckelkörpers (660) an einem Randbereich der Aussparung (663) angeordnet ist, dass sie auf die erste Verbindungsmetallschicht (23) gerichtet ist, wobei der Deckel (6a; 6c; 6e; 6g; 6h) ferner einen Ultraviolettlicht-durchlässigen Teil zwischen der Vorderfläche (661) des Deckelkörpers (660) und der ...



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft lichtemittierende Vorrichtungen und Verfahren zu deren Herstellung.

Stand der Technik

[0002] US 2012/0 286 319 A1 offenbart ein lichtemittierendes Gerätepaket. Das Lichtemissionsvorrichtungspaket umfasst einen Körper, ein Wärmediffusionselement, eine Leuchtdiode (LED) und eine Pufferschicht. Im Körper bildet sich ein Hohlraum mit einer geöffneten Oberseite. Das Wärmeableitungselement ist zwischen einer Bodenfläche des Hohlraums und einer Unterseite des Körpers angeordnet.

[0003] US 2009/0 101 897 A1 offenbart ein LED-Modul mit hoher Helligkeit, das ein Substrat mit einer Aussparung, in der ein lichtemittierendes Element montiert ist, enthält. Die Aussparung wird durch Seitenwände und eine relativ dünne Membran definiert. In der Membran sind mindestens zwei Durchkontaktierungen vorgesehen, die leitfähiges Material enthalten, das durch die Membran verläuft.

[0004] DE 10 2009 004 724 A1 offenbart ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauteils, welches die folgenden Schritte umfasst: - Bereitstellen eines Trägers, - Aufbringen mindestens einer ersten Metallschicht auf dem Träger, - Bereitstellen zumindest einer optischen Komponente, - Aufbringen mindestens einer zweiten Metallschicht auf der zumindest einen optischen Komponente, und - mechanisches Verbinden des Trägers mit der zumindest einen optischen Komponente über die mindestens eine erste und die mindestens eine zweite Metallschicht.

[0005] JP 2009 - 177 098 A offenbart eine Ultraviolett-Leuchtdiodenvorrichtung mit einem Ultraviolett-Leuchtdioden (LED) -Chip zur Emission von Ultraviolettlicht und einem Gehäuse zur Aufnahme des Ultraviolett-LED-Chips. Das Gehäuse ist mit einem Lichtempfangselement zum Erfassen von ultraviolettem Licht ausgestattet, das vom ultravioletten LED-Chip emittiert wird. Eine Packung besteht aus einem anorganischen Material und der ultraviolette LED-Chip ist in einem Dichtungsteil versiegelt.

[0006] US 7 608 485 B2 offenbart ein Verfahren zum Befestigen von Schaltchips, ein Verfahren zum Herstellen eines Schaltchips, einen Schaltchip, einen derartigen Chip enthaltenden Schaltbaustein und ein einen derartigen Chip enthaltendes Leistungsmodul.

[0007] Morita, Daisuke, et al. Watt-Class High-Output-Power 365 nm Ultraviolet Light-Emitting Diodes,

Japanese Journal of Applied Physics, Volume 43, Part 1, Number 9A offenbart Epilayer, welche mit ultravioletten Leuchtdioden auf GaN-Schablonen mit geringer Versetzungsdichte mit Saphirsubstraten gezüchtet wurden. Anschließend wurden die GaN-Schablonen und Saphir-Substrate mit Hilfe von laserinduzierten Lift-off- und Polierverfahren entfernt.

[0008] In der Vergangenheit wurde als dünne lichtemittierende Vorrichtung mit einem hervorragenden Wärmeabstrahlungsvermögen z.B. ein LED-Gehäuse mit einem Montagebasissubstrat („Submount“-Substrat), einem LED-Element, das auf dem Montagebasissubstrat montiert ist, einem Abstandshalter, der einen Hohlraum aufweist, und einem optischen Element (Dokument 1 [JP 2006-270046 A]) vorgeschlagen.

[0009] Das optische Element ist z.B. aus einer Glasplatte ausgebildet.

[0010] In dem LED-Gehäuse ist das LED-Element mittels Lötkontakthügeln, die auf Elektroden des LED-Elements ausgebildet sind, durch Flip-Chip-Bonden mit strukturierten Elektroden gebunden.

[0011] Der Abstandshalter ist aus einem Siliziumsubstrat ausgebildet und ist z.B. mit einer Haftmittellage mit dem Montagebasissubstrat verbunden. Das optische Element ist z.B. aus einer Glasplatte ausgebildet und ist mit einer Haftmittellage mit einer oberen Fläche des Abstandshalters verbunden.

[0012] Ferner ist ein Verfahren zur Herstellung einer lichtemittierenden Vorrichtung bekannt, welches das Montieren eines LED-Elements auf einem Substrat aus einem anorganischen Material mittels Flip-Chip-Bonden und danach das Durchführen eines Schritts des Bedeckens mit einer Wellenlängenumwandlungsschicht und danach das Durchführen eines Schritts des Verbindens des Substrats aus einem anorganischen Material mit einer Glasabdeckung umfasst (Dokument 2 [JP 2011-40577 A]).

[0013] Das Substrat aus einem anorganischen Material ist mit AuSn-Elektroden zum Montieren des LED-Elements durch Flip-Chip-Bonden und einer Au-Schicht versehen, die als Haftbasisschicht zum Verbinden mit der Glasabdeckung dient.

[0014] In den Bereichen von lichtemittierenden Vorrichtungen besteht ein Bedarf zur Verbesserung der Zuverlässigkeit und zur Senkung der Herstellungskosten.

Zusammenfassung der Erfindung

[0015] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung einer lichtemittierenden Vorrichtung, welche die Zuverlässigkeit verbessert und die

Herstellungskosten senkt, sowie eines Verfahrens zur Herstellung derselben.

[0016] Die lichtemittierende Vorrichtung eines Aspekts gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst: ein Montagesubstrat, ein Ultraviolettlicht-emittierendes Element, das auf dem Montagesubstrat montiert ist, und einen Deckel, der auf dem Montagesubstrat angeordnet ist und eine Aussparung zum Aufnehmen des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements umfasst. Das Montagesubstrat umfasst einen Träger und einen ersten Leiter, einen zweiten Leiter und eine erste Verbindungsmetallschicht, die auf dem Träger aufgebracht ist. Der erste Leiter und der zweite Leiter sind so angeordnet, dass sie auf eine Vorderfläche des Trägers gerichtet sind, so dass sie auf eine Unterseite der Aussparung des Deckels gerichtet sind. Der Deckel umfasst einen Deckelkörper, der eine Vorderfläche und eine Rückfläche aufweist und mit der Aussparung in der Rückfläche versehen ist, und eine zweite Verbindungsmetallschicht, die so auf der Rückfläche des Deckelkörpers an einem Randbereich der Aussparung angeordnet ist, dass sie auf die erste Verbindungsmetallschicht gerichtet ist. Der Deckel umfasst ferner einen Ultraviolettlicht-durchlässigen Teil zwischen der Vorderfläche des Deckelkörpers und der Unterseite der Aussparung. Mindestens der Ultraviolettlicht-durchlässige Teil ist aus einem Glas zum Durchlassen von Ultraviolettlicht hergestellt, das von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element emittiert wird. Das Ultraviolettlicht-emittierende Element umfasst eine erste Elektrode und eine zweite Elektrode und die erste Elektrode und die zweite Elektrode sind so angeordnet, dass sie auf eine Oberfläche in der Dickenrichtung des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements gerichtet sind. Der erste Leiter, der zweite Leiter und die erste Verbindungsmetallschicht sind aus dem gleichen laminierten Film ausgebildet, der auf die Vorderfläche des Trägers gerichtet ist. Jeder des ersten Leiters, des zweiten Leiters und der ersten Verbindungsmetallschicht umfasst eine oberste Schicht, die am weitesten von dem Träger entfernt ist und aus Au hergestellt ist. In der lichtemittierenden Vorrichtung sind die erste Elektrode und der erste Leiter mit einer ersten Verbindung verbunden, die aus AuSn hergestellt ist, und die zweite Elektrode und der zweite Leiter sind mit einer zweiten Verbindung verbunden, die aus AuSn hergestellt ist. In der lichtemittierenden Vorrichtung sind die erste Verbindungsmetallschicht und die zweite Verbindungsmetallschicht mit einer dritten Verbindung verbunden, die aus AuSn hergestellt ist.

[0017] Das Verfahren zur Herstellung einer lichtemittierenden Vorrichtung eines Aspekts gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung einer lichtemittierenden Vorrichtung mit dem folgenden Aufbau.

[0018] Die lichtemittierende Vorrichtung umfasst: ein Montagesubstrat, ein Ultraviolettlicht-emittierendes Element, das auf dem Montagesubstrat montiert ist, und einen Deckel, der auf dem Montagesubstrat angeordnet ist und eine Aussparung zum Aufnehmen des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements umfasst. Das Montagesubstrat umfasst einen Träger und einen ersten Leiter, einen zweiten Leiter und eine erste Verbindungsmetallschicht, die auf dem Träger aufgebracht ist. Der erste Leiter und der zweite Leiter sind so angeordnet, dass sie auf eine Vorderfläche des Trägers gerichtet sind, so dass sie auf eine Unterseite der Aussparung des Deckels gerichtet sind. Der Deckel umfasst einen Deckelkörper, der eine Vorderfläche und eine Rückfläche aufweist und mit der Aussparung in der Rückfläche versehen ist, und eine zweite Verbindungsmetallschicht, die so auf der Rückfläche des Deckelkörpers an einem Randbereich der Aussparung angeordnet ist, dass sie auf die erste Verbindungsmetallschicht gerichtet ist. Der Deckel umfasst ferner einen Ultraviolettlicht-durchlässigen Teil zwischen der Vorderfläche des Deckelkörpers und der Unterseite der Aussparung und mindestens der Ultraviolettlicht-durchlässige Teil ist aus einem Glas zum Durchlassen von Ultraviolettlicht hergestellt, das von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element emittiert wird. Das Ultraviolettlicht-emittierende Element umfasst eine erste Elektrode und eine zweite Elektrode und die erste Elektrode und die zweite Elektrode sind so angeordnet, dass sie auf eine Oberfläche in der Dickenrichtung des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements gerichtet sind.

[0019] Das Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung umfasst die Bildung des Deckels. Das Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung umfasst anschließend das Verbinden der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements und der zweiten Verbindungsmetallschicht des Deckels mit dem ersten Leiter, dem zweiten Leiter und der ersten Verbindungsmetallschicht des Montagesubstrats mit einer ersten AuSn-Schicht, einer zweiten AuSn-Schicht bzw. einer dritten AuSn-Schicht. Die erste AuSn-Schicht, die zweite AuSn-Schicht und die dritte AuSn-Schicht werden durch den gleichen Prozess zusammen auf/über dem Montagesubstrat gebildet.

Figurenliste

Fig. 1 ist ein schematischer Querschnitt der lichtemittierenden Vorrichtung der Ausführungsform 1.

Fig. 2 ist eine schematische Draufsicht der lichtemittierenden Vorrichtung der Ausführungsform 1.

Fig. 3 ist eine schematische Seitenansicht der lichtemittierenden Vorrichtung der Ausführungsform 1.

Fig. 4 ist eine schematische Ansicht der lichtemittierenden Vorrichtung der Ausführungsform 1 von unten.

Fig. 5 ist eine schematische Seitenansicht der Struktur, bei der die lichtemittierende Vorrichtung der Ausführungsform 1 auf einem Verdrahtungssubstrat montiert ist.

Fig. 6 ist ein schematischer Querschnitt des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements der lichtemittierenden Vorrichtung der Ausführungsform 1.

Fig. 7A ist eine Draufsicht zur Veranschaulichung des Verfahrens zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung der Ausführungsform 1. **Fig. 7B** ist eine Draufsicht zur Veranschaulichung des Verfahrens zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung der Ausführungsform 1. **Fig. 7C** ist eine Draufsicht zur Veranschaulichung des Verfahrens zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung der Ausführungsform 1. **Fig. 7D** ist eine Draufsicht zur Veranschaulichung des Verfahrens zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung der Ausführungsform 1. **Fig. 7E** ist eine Draufsicht zur Veranschaulichung des Verfahrens zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung der Ausführungsform 1.

Fig. 8 ist ein Querschnitt zur Veranschaulichung des Verfahrens zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung der Ausführungsform 1.

Fig. 9 zeigt die Sterilisationseffektcurve.

Fig. 10 ist eine schematische Darstellung einer Modifizierung der lichtemittierenden Vorrichtung der Ausführungsform 1.

Fig. 11A ist ein Diagramm zur Veranschaulichung einer Beziehung zwischen Wellenlängen und Reflexionswerten für Lichtstrahlen, die auf eine Bewertungsprobe, die ein Si-Substrat umfasst, bei einem Einfallswinkel von 5° auftreffen. **Fig. 11B** ist ein Diagramm zur Veranschaulichung einer Beziehung zwischen Wellenlängen und Reflexionswerten für Lichtstrahlen, die auf eine Bewertungsprobe, die ein Si-Substrat umfasst, bei einem Einfallswinkel von 15° auftreffen. **Fig. 11C** ist ein Diagramm zur Veranschaulichung einer Beziehung zwischen Wellenlängen und Reflexionswerten für Lichtstrahlen, die auf eine Bewertungsprobe, die ein Si-Substrat umfasst, bei einem Einfallswinkel von 25° auftreffen. **Fig. 11D** ist ein Diagramm zur Veranschaulichung einer Beziehung zwischen Wellenlängen und Reflexionswerten für Lichtstrahlen, die auf eine Bewertungsprobe, die ein Si-Substrat umfasst, bei einem Einfallswinkel von 35° auftreffen. **Fig. 11E** ist ein Diagramm zur Veranschaulichung einer Beziehung zwischen Wellenlängen und Reflexionswerten für Lichtstrahlen, die auf

eine Bewertungsprobe, die ein Si-Substrat umfasst, bei einem Einfallswinkel von 45° auftreffen. **Fig. 11F** ist ein Diagramm zur Veranschaulichung einer Beziehung zwischen Wellenlängen und Reflexionswerten für Lichtstrahlen, die auf eine Bewertungsprobe, die ein Si-Substrat umfasst, bei einem Einfallswinkel von 55° auftreffen.

Fig. 12A ist ein Diagramm zur Veranschaulichung einer Beziehung zwischen Wellenlängen und Reflexionswerten für Lichtstrahlen, die auf ein Al-Substrat bei einem Einfallswinkel von 15° auftreffen. **Fig. 12B** ist ein Diagramm zur Veranschaulichung einer Beziehung zwischen Wellenlängen und Reflexionswerten für Lichtstrahlen, die auf ein Al-Substrat bei einem Einfallswinkel von 25° auftreffen. **Fig. 12C** ist ein Diagramm zur Veranschaulichung einer Beziehung zwischen Wellenlängen und Reflexionswerten für Lichtstrahlen, die auf ein Al-Substrat bei einem Einfallswinkel von 35° auftreffen. **Fig. 12D** ist ein Diagramm zur Veranschaulichung einer Beziehung zwischen Wellenlängen und Reflexionswerten für Lichtstrahlen, die auf ein Al-Substrat bei einem Einfallswinkel von 45° auftreffen. **Fig. 12E** ist ein Diagramm zur Veranschaulichung einer Beziehung zwischen Wellenlängen und Reflexionswerten für Lichtstrahlen, die auf ein Al-Substrat bei einem Einfallswinkel von 55° auftreffen.

Fig. 13 ist ein schematischer Querschnitt der lichtemittierenden Vorrichtung der Ausführungsform 2.

Fig. 14 ist ein Querschnitt zur Veranschaulichung des Verfahrens zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung der Ausführungsform 2.

Fig. 15 ist ein schematischer Querschnitt der lichtemittierenden Vorrichtung der Ausführungsform 3.

Fig. 16 ist eine schematische Draufsicht der lichtemittierenden Vorrichtung der Ausführungsform 3.

Fig. 17 ist ein Querschnitt zur Veranschaulichung des Verfahrens zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung der Ausführungsform 3.

Fig. 18 ist eine schematische Seitenansicht der Struktur, bei der die lichtemittierende Vorrichtung der Ausführungsform 3 auf einem Verdrahtungssubstrat montiert ist.

Fig. 19 ist ein schematischer Querschnitt der lichtemittierenden Vorrichtung der Ausführungsform 4.

Fig. 20 ist ein Querschnitt zur Veranschaulichung des Verfahrens zur Herstellung der lich-

temittierenden Vorrichtung der Ausführungsform 4.

Fig. 21 ist ein schematischer Querschnitt der ersten Modifizierung des Deckels der Ausführungsform 4.

Fig. 22 ist ein schematischer Querschnitt der zweiten Modifizierung des Deckels der Ausführungsform 4.

Fig. 23 ist ein schematischer Querschnitt der dritten Modifizierung des Deckels der Ausführungsform 4.

Fig. 24 ist ein schematischer Querschnitt der vierten Modifizierung des Deckels der Ausführungsform 4.

Fig. 25 ist ein schematischer Querschnitt der lichtemittierenden Vorrichtung der Ausführungsform 5.

Fig. 26 ist ein Querschnitt zur Veranschaulichung des Verfahrens zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung der Ausführungsform 5.

Fig. 27 ist ein schematischer Querschnitt der lichtemittierenden Vorrichtung der Ausführungsform 6.

Fig. 28 ist ein Querschnitt zur Veranschaulichung des Verfahrens zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung der Ausführungsform 6.

Fig. 29 ist ein erläuterndes Diagramm des Ergebnisses einer Querschnittsuntersuchung des Deckels mittels SEM (Rasterelektronenmikroskop) und des Ergebnisses einer Zusammensetzungsanalyse des Deckels mittels EDX (energiedispersive Röntgenspektroskopie).

Fig. 30 ist ein schematischer Querschnitt der lichtemittierenden Vorrichtung des ersten Beispiels.

Fig. 31 ist ein Querschnitt zur Veranschaulichung des Verfahrens zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung des ersten Beispiels.

Fig. 32 ist ein schematischer Querschnitt der lichtemittierenden Vorrichtung des zweiten Beispiels.

Fig. 33 ist ein Querschnitt zur Veranschaulichung des Verfahrens zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung des zweiten Beispiels.

Fig. 34 ist ein schematischer Querschnitt der lichtemittierenden Vorrichtung der Ausführungsform 7.

Fig. 35A ist ein Querschnitt zur Veranschaulichung des Verfahrens zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung der Ausführungsform

7. **Fig. 35B** ist ein Querschnitt zur Veranschaulichung des Verfahrens zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung der Ausführungsform 7.

Beschreibung von Ausführungsformen

[0020] Die Figuren, die in der folgenden Erläuterung der Ausführungsformen 1 bis 7 genannt sind, sind schematisch und daher müssen Verhältnisse von Größen oder Dicken von gezeigten Komponenten nicht immer tatsächliche Größenverhältnisse wiedergeben.

(Ausführungsform 1)

[0021] Nachstehend wird die lichtemittierende Vorrichtung **1a** der vorliegenden Ausführungsform unter Bezugnahme auf die **Fig. 1** bis **Fig. 8** beschrieben. Es sollte beachtet werden, dass die **Fig. 1** ein schematischer Querschnitt entlang der X-X-Linie in der **Fig. 2** ist.

[0022] Die lichtemittierende Vorrichtung **1a** umfasst ein Montagesubstrat **2a**, ein Ultraviolettlicht-emittierendes Element **3**, das auf dem Montagesubstrat **2a** montiert ist, einen Abstandshalter **4**, der auf dem Montagesubstrat **2a** angeordnet ist und ein Durchgangsloch **41** umfasst, so dass das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** freiliegt, und eine Abdeckung **5**, die auf dem Abstandshalter **4** zum Abdecken des Durchgangslochs **41** des Abstandshalters **4** angeordnet ist. Das Montagesubstrat **2a** umfasst einen Träger **20a** und umfasst ferner einen ersten Leiter **21**, einen zweiten Leiter **22** und eine erste Verbindungsmetallschicht **23**, die auf dem Träger **20a** gestützt sind. Der erste Leiter **21** und der zweite Leiter **22** sind so angeordnet, dass sie derart auf die Vorderfläche **201** des Trägers **20a** gerichtet sind, dass sie mittels des Durchgangslochs **41** freiliegen. Der Abstandshalter **4** umfasst einen Abstandshalterkörper **40**, der aus Si hergestellt ist, und eine zweite Verbindungsmetallschicht **43**, die so angeordnet ist, dass sie auf eine Stirnfläche **42** des Abstandshalterkörpers **40** gerichtet ist, die derart auf das Montagesubstrat **2a** gerichtet ist, dass sie auf die erste Verbindungsmetallschicht **23** gerichtet ist. Die Abdeckung **5** ist aus Glas zum Durchlassen von Ultraviolettlicht hergestellt, das von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** emittiert wird. In der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** sind der Abstandshalter **4** und die Abdeckung **5** miteinander verbunden. Das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** umfasst eine erste Elektrode **31** und eine zweite Elektrode **32** und die erste Elektrode **31** und die zweite Elektrode **32** sind so angeordnet, dass sie auf eine Oberfläche in einer Dickenrichtung des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** gerichtet sind. In der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** sind die erste Elektrode **31** und der erste Leiter **21** mit einer ersten Verbindung **61**, die aus

AuSn hergestellt ist, miteinander verbunden, und die zweite Elektrode **32** und der zweite Leiter **22** sind mit einer zweiten Verbindung **62**, die aus AuSn hergestellt ist, miteinander verbunden. In der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** sind die zweite Verbindungsmetallschicht **43** des Abstandshalters **4** und die erste Verbindungsmetallschicht **23** des Montagesubstrats **2a** mit einer aus AuSn hergestellten dritten Verbindung **63** verbunden. Die lichtemittierende Vorrichtung **1a** mit dem vorstehend beschriebenen Aufbau kann vorteilhafte Effekte des Verbesserns der Zuverlässigkeit und der Verminderung der Herstellungskosten bereitstellen. In der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** ist zwischen der ersten Elektrode **31** und dem ersten Leiter **21** die erste Verbindung **61** angeordnet, die aus AuSn hergestellt ist und die erste Elektrode **31** und den ersten Leiter **21** miteinander verbindet, und zwischen der zweiten Elektrode **32** und dem zweiten Leiter **22** ist die zweite Verbindung **62** angeordnet, die aus AuSn hergestellt ist und die zweite Elektrode **32** und den zweiten Leiter **22** miteinander verbindet. Zusätzlich ist in der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** zwischen der zweiten Verbindungsmetallschicht **43** und der ersten Verbindungsmetallschicht **23** die dritte Verbindung **63** angeordnet, die aus AuSn hergestellt ist und die zweite Verbindungsmetallschicht **43** und die erste Verbindungsmetallschicht **23** miteinander verbindet.

[0023] In der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** bilden der Abstandshalter **4** und die Abdeckung **5** einen Deckel **6a** zum Abdecken des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3**. Der Deckel **6a** umfasst eine Aussparung **663** zum Aufnehmen des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3**. In einer anderen Hinsicht umfasst die lichtemittierende Vorrichtung **1a** die folgenden Komponenten.

[0024] Die lichtemittierende Vorrichtung **1a** umfasst das Montagesubstrat **2a**, das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3**, das auf dem Montagesubstrat **2a** montiert ist, und den Deckel **6a**, der auf dem Montagesubstrat **2a** angeordnet ist und die Aussparung **663** zum Aufnehmen des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** umfasst. Das Montagesubstrat **2a** umfasst den Träger **20a** und den ersten Leiter **21**, den zweiten Leiter **22** und die erste Verbindungsmetallschicht **23**, die auf dem Träger **20a** gestützt sind. Der erste Leiter **21** und der zweite Leiter **22** sind so angeordnet, dass sie derart auf die Vorderfläche **201** des Trägers **20a** gerichtet sind, dass sie auf eine Unterseite **664** der Aussparung **663** des Deckels **6a** gerichtet sind. Der Deckel **6a** umfasst einen Deckelkörper **660**, der eine Vorderfläche **661** und eine Rückfläche **662** aufweist und der mit der Aussparung **663** in der Rückfläche **662** versehen ist, und die zweite Verbindungsmetallschicht **43**, die derart auf der Rückfläche **662** des Deckelkörpers **660** an einem Randbereich der Aussparung **663** angeordnet ist, dass sie auf die erste Verbindungsmetallschicht **23** gerichtet

ist. Der Deckel **6a** umfasst ferner einen Ultraviolettlicht-durchlässigen Teil **666** zwischen der Vorderfläche **661** des Deckelkörpers **660** und der Unterseite **664** der Aussparung **663** und mindestens der Ultraviolettlicht-durchlässige Teil **666** ist aus Glas zum Durchlassen von Ultraviolettlicht hergestellt, das von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** emittiert wird. Das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** umfasst die erste Elektrode **31** und die zweite Elektrode **32** und die erste Elektrode **31** und die zweite Elektrode **32** sind so angeordnet, dass sie auf die Oberfläche in der Dickenrichtung des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** gerichtet sind. Der erste Leiter **21**, der zweite Leiter **22** und die erste Verbindungsmetallschicht **23** sind laminierte Filme, die auf die Vorderfläche **201** des Trägers **20a** gerichtet sind und aus dem gleichen Material hergestellt sind und die gleiche Dicke aufweisen. Mit anderen Worten, der erste Leiter **21**, der zweite Leiter **22** und die erste Verbindungsmetallschicht **23** sind aus dem gleichen laminierten Film hergestellt, der auf die Vorderfläche **201** des Trägers **20a** gerichtet ist. Jeder des ersten Leiters **21**, des zweiten Leiters **22** und der ersten Verbindungsmetallschicht **23** umfasst eine oberste Schicht, die am weitesten von dem Träger **20a** entfernt ist und aus Au hergestellt ist. In der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** sind die erste Elektrode **31** und der erste Leiter **21** mit der ersten Verbindung **61** verbunden, die aus AuSn hergestellt ist, und die zweite Elektrode **32** und der zweite Leiter **22** sind mit der zweiten Verbindung **62** verbunden, die aus AuSn hergestellt ist. In der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** sind die erste Verbindungsmetallschicht **23** und die zweite Verbindungsmetallschicht **43** mit der dritten Verbindung **63** verbunden, die aus AuSn hergestellt ist. Die lichtemittierende Vorrichtung **1a** mit dem vorstehend beschriebenen Aufbau kann vorteilhafte Effekte des Verbesserns der Zuverlässigkeit und der Senkung der Herstellungskosten bereitstellen.

[0025] Der Deckel **6a** umfasst den Abstandshalter **4**, der auf dem Montagesubstrat **2a** angeordnet ist und das Durchgangsloch **41**, durch welches das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** freiliegt, und die Abdeckung **5**, die auf dem Abstandshalter **4** zum Abdecken des Durchgangslochs **41** des Abstandshalters **4** angeordnet ist und mit dem Abstandshalter **4** verbunden ist. In dem Deckel **6a** ist die Unterseite **664** der Aussparung **663** ein Teil einer Oberfläche der Abdeckung **5**, die mittels des Durchgangslochs **41** freiliegt. Die Abdeckung **5** ist aus einem Glas hergestellt, das für Ultraviolettlicht durchlässig ist, das von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** emittiert wird. Der Abstandshalter **4** umfasst den Abstandshalterkörper **40**, der aus Si hergestellt ist, und die zweite Verbindungsmetallschicht **43**, die so angeordnet ist, dass sie auf die Stirnfläche **42** des Abstandshalterkörpers **40** gerichtet ist, die derart auf das Montagesubstrat **2a** gerichtet ist, dass sie auf die erste Verbindungsmetallschicht **23** gerichtet ist. Demgemäß lässt

in der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** die Abdeckung **5** Ultraviolettlicht, das von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** emittiert worden ist, leicht zu der Unterseite **664** der Aussparung **663** durch und der Abstandshalter **4** reflektiert leicht Ultraviolettlicht, das von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** in die Richtung einer Innenseitenoberfläche **665** der Aussparung **663** emittiert worden ist. Somit ermöglicht die lichtemittierende Vorrichtung **1a** Ultraviolettlicht, das von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** emittiert worden ist, mittels der Vorderfläche **661** des Deckels **6a** effizient nach außen auszutreten. Zusätzlich ist der Deckel **6a** in der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** aus einem anorganischen Material hergestellt.

[0026] In der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** kann sich die dritte Verbindung **63** (vgl. die **Fig. 1** und die **Fig. 3**) vorzugsweise über die gesamte Länge eines äußeren Randbereichs **421** der Stirnfläche **42** des Abstandshalterkörpers **40** erstrecken, die auf das Montagesubstrat **2a** gerichtet ist. Mit anderen Worten, die dritte Verbindung **63** (vgl. die **Fig. 1** und die **Fig. 3**) kann sich vorzugsweise über die gesamte Länge eines äußeren Randbereichs der Rückfläche **662** des Deckelkörpers **660** erstrecken. Folglich kann die lichtemittierende Vorrichtung **1a** verhindern, dass Außenluft, Feuchtigkeit und dergleichen das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3**, den ersten Leiter **21** und den zweiten Leiter **22** erreichen. Somit kann die Zuverlässigkeit verbessert werden.

[0027] Ferner bilden in der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** das Montagesubstrat **2a**, der Abstandshalter **4** und die Abdeckung **5** ein Gehäuse **7a** zum Aufnehmen des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3**. In der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** kann sich die dritte Verbindung **63** (vgl. die **Fig. 1** und die **Fig. 3**) vorzugsweise über die gesamte Länge eines äußeren Randbereichs **421** der Stirnfläche **42** des Abstandshalterkörpers **40** erstrecken, die auf das Montagesubstrat **2a** gerichtet ist, wie es vorstehend beschrieben worden ist, und daher kann das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** hermetisch umschlossen werden.

[0028] Die folgende detaillierte Beschreibung betrifft Komponenten der lichtemittierenden Vorrichtung **1a**.

[0029] Das Montagesubstrat **2a** dient als Substrat, auf dem das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** montiert ist. Der Ausdruck „das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** ist auf dem Substrat montiert“ bedeutet, dass das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** auf dem Substrat angeordnet ist und mechanisch und elektrisch mit dem Substrat verbunden ist.

[0030] Beispielsweise ist das Montagesubstrat **2a** so gestaltet, dass es das Montieren eines Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** darauf ermöglicht.

[0031] Das Montagesubstrat **2a** ist größer als das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** in einer Draufsicht.

[0032] Der Träger **20a** trägt den ersten Leiter **21**, den zweiten Leiter **22** und die erste Verbindungsmetallschicht **23**. Ferner isoliert der Träger **20a** den ersten Leiter **21**, den zweiten Leiter **22** und die erste Verbindungsmetallschicht **23** elektrisch voneinander. Ferner kann der Träger **20a** vorzugsweise als Kühlkörper zum effizienten Übertragen von Wärme, die in dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** erzeugt worden ist, nach außen dienen.

[0033] In dem Montagesubstrat **2a** ist der Träger **20a** so ausgebildet, dass er eine flache Plattenform aufweist und der erste Leiter **21**, der zweite Leiter **22** und die erste Verbindungsmetallschicht **23** sind auf der Vorderfläche **201** senkrecht zu der Dickenrichtung des Trägers **20a** ausgebildet.

[0034] Der Träger **20a** weist eine Außenform auf, die eine viereckige Form ist (eine quadratische oder rechteckige Form). Die Außenform des Trägers **20a** ist nicht auf eine viereckige Form beschränkt, sondern Beispiele dafür können polygonale Formen und Kreisformen zusätzlich zu viereckigen Formen umfassen.

[0035] Der erste Leiter **21** ist eine elektrisch leitende Schicht, die elektrisch mit der ersten Elektrode **31** des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** verbunden ist. Der zweite Leiter **22** ist eine elektrisch leitende Schicht, die elektrisch mit der zweiten Elektrode **32** des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** verbunden ist.

[0036] Jeder des ersten Leiters **21**, des zweiten Leiters **22** und der ersten Verbindungsmetallschicht **23** kann aus einem laminierten Film aus z.B. einem Ti-Film, einem Pt-Film und einem Au-Film ausgebildet sein. Jeder des ersten Leiters **21**, des zweiten Leiters **22** und der ersten Verbindungsmetallschicht **23** kann aus einem laminierten Film, wie z.B. aus einem laminierten Film aus einem Al-Film, einem Ni-Film, einem Pd-Film und einem Au-Film, einem laminierten Film aus einem Ni-Film und einem Au-Film, und einem laminierten Film aus einem Cu-Film, einem Ni-Film und einem Au-Film, ausgebildet sein. In einem Fall, bei dem jeder des ersten Leiters **21**, des zweiten Leiters **22** und der ersten Verbindungsmetallschicht **23** aus einem laminierten Film ausgebildet ist, kann eine oberste Schicht, die in dem laminierten Film am weitesten von dem Träger **20a** entfernt ist, vorzugsweise aus Au hergestellt sein, und eine unterste Schicht, die in dem laminierten Film am nächsten zu dem Träger **20a** vorliegt, kann aus einem Material mit einer starken Haftung an dem Träger **20a** hergestellt sein. Der erste Leiter **21**, der zweite Leiter **22** und die erste Verbindungsmetallschicht **23** müssen nicht aus einem la-

minierten Film hergestellt sein, sondern sie können aus einem Einschichtfilm hergestellt sein.

[0037] Bezüglich des Montagesubstrats **2a** sind der erste Leiter **21**, der zweite Leiter **22** und die erste Verbindungsmetallschicht **23** so angeordnet, dass der erste Leiter **21**, der zweite Leiter **22** und die erste Verbindungsmetallschicht **23** räumlich voneinander getrennt sind. Das Montagesubstrat **2a** umfasst eine Rille **203**, die zwischen dem ersten Leiter **21** und dem zweiten Leiter **22** ausgebildet ist. Eine Innenoberfläche der Rille **203** umfasst einen Teil der Vorderfläche **201** des Trägers **20a** und Oberflächen des ersten Leiters **21** und des zweiten Leiters **22** sind aufeinander gerichtet. In dem Montagesubstrat **2a** sind der erste Leiter **21**, der zweite Leiter **22** und die erste Verbindungsmetallschicht **23** auf der Vorderfläche **201** des Trägers **20a** ausgebildet und weisen die gleiche Dicke auf. Somit sind in dem Montagesubstrat **2a** eine Vorderfläche **211** des ersten Leiters **21**, eine Vorderfläche **212** des zweiten Leiters **22** und eine Vorderfläche **231** (vgl. die **Fig. 8**) der ersten Verbindungsmetallschicht **23** miteinander bündig.

[0038] Das Montagesubstrat **2a** umfasst eine erste äußere Verbindungselektrode **24** und eine zweite äußere Verbindungselektrode **25** und umfasst ferner einen ersten hindurchtretenden Draht **26** und einen zweiten hindurchtretenden Draht **27**, die so ausgebildet sind, dass sie durch den Träger **20a** in der Dickenrichtung desselben hindurchtreten. Die erste äußere Verbindungselektrode **24** und die zweite äußere Verbindungselektrode **25** sind auf der Rückfläche **202** des Trägers **20a** ausgebildet. Die erste äußere Verbindungselektrode **24** ist durch den ersten hindurchtretenden Draht **26** elektrisch mit dem ersten Leiter **21** verbunden. Die zweite äußere Verbindungselektrode **25** ist durch den zweiten hindurchtretenden Draht **27** elektrisch mit dem zweiten Leiter **22** verbunden. Daher kann, wie es in der **Fig. 5** gezeigt ist, die lichtemittierende Vorrichtung **1a** z.B. durch eine Oberflächenmontage auf einem Verdrahtungssubstrat **10a** montiert werden.

[0039] Das Verdrahtungssubstrat **10a** dient als Basis substrat. Das Verdrahtungssubstrat **10a** kann z.B. aus einer Leiterplatte auf Metallbasis ausgebildet sein. In diesem Fall kann das Verdrahtungssubstrat **10a** vorzugsweise z.B. eine Metallplatte **111**, eine Au-Schicht **112**, die auf der Metallplatte **111** ausgebildet ist, und eine isolierende Harzschicht **113**, die auf der Au-Schicht **112** ausgebildet ist, umfassen, und es umfasst ferner einen ersten Verdrahtungsteil **114** und einen zweiten Verdrahtungsteil **115**, die auf der isolierenden Harzschicht **113** ausgebildet sind. Die Metallplatte **111** kann aus einer Cu-Platte ausgebildet sein, jedoch kann sie z.B. aus einer Al-Platte ausgebildet sein. In dem Ultraviolett-LED-Modul, das die lichtemittierende Vorrichtung **1a** und das Verdrahtungssubstrat **10a** umfasst, ist die erste äü-

re Verbindungselektrode **24** mit dem ersten Verdrahtungsteil **114** mit einer fünften Verbindung **104** verbunden, die aus einem Lot hergestellt ist, so dass sie elektrisch mit demselben verbunden ist. Zusätzlich ist in dem Ultraviolett-LED-Modul die zweite äußere Verbindungselektrode **25** mit dem zweiten Verdrahtungsteil **115** mit einer sechsten Verbindung **105** verbunden, die aus einem Lot hergestellt ist, so dass sie elektrisch mit demselben verbunden ist. Zusammenfassend ist in dem Ultraviolett-LED-Modul die lichtemittierende Vorrichtung **1a** sekundär auf dem Verdrahtungssubstrat **10a** montiert. Da die erste Verbindung **61**, die zweite Verbindung **62** und die dritte Verbindung **63** jeweils aus AuSn hergestellt sind, kann die lichtemittierende Vorrichtung **1a** eine Wärmebeständigkeit aufweisen, die im Gegensatz zu einem Fall verbessert ist, bei dem sie jeweils aus SnCuAg hergestellt sind, bei dem es sich um eine Art eines bleifreien Lots handelt, das von AuSn verschieden ist. Demgemäß kann ein erneutes Schmelzen der ersten Verbindung **61**, der zweiten Verbindung **62** und der dritten Verbindung **63** z.B. bei einem sekundären Montieren der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** auf dem Verdrahtungssubstrat **10a** unterdrückt werden. In dem Ultraviolett-LED-Modul kann das Verdrahtungssubstrat **10a** vorzugsweise größer sein als die lichtemittierende Vorrichtung **1a** in einer Draufsicht. Dadurch kann das Ultraviolett-LED-Modul ein verbessertes Wärmeabstrahlungsvermögen aufweisen.

[0040] Das Verdrahtungssubstrat **10a** kann vorzugsweise eine Photolackschicht **116** zum Bedecken von Bereichen des ersten Verdrahtungsteils **114** und des zweiten Verdrahtungsteils **115** umfassen, die nicht mit der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** überlappen. Beispiele für ein Material der Photolackschicht **116** können einen weißen Photolack umfassen. Beispiele für den weißen Photolack können ein Harz umfassen, das ein weißes Farbmittel enthält. Beispiele für das weiße Farbmittel können Bariumsulfat (BaSO_4) und Titandioxid (TiO_2) umfassen. Beispiele für das Harz können Silikon umfassen. Als weißer Photolack kann z.B. „ASA COLOR (Marke) RESIST INK“, bei dem es sich um ein weißes Photolackmaterial aus Silikon handelt, das von ASAHI RUBBER INC. erhältlich ist, verwendet werden. Die Photolackschicht **116** kann z.B. durch Beschichten hergestellt werden.

[0041] Jede der ersten äußeren Verbindungselektrode **24** und der zweiten äußeren Verbindungselektrode **25** kann z.B. aus einem laminierten Film aus einem Ti-Film, einem Pt-Film und einem Au-Film ausgebildet sein. Beispiele für laminierte Filme für den ersten Leiter **21** und den zweiten Leiter **22** können einen laminierten Film aus einem Al-Film, einem Ni-Film, einem Pd-Film und einem Au-Film, einen laminierten Film aus einem Ni-Film und einem Au-Film und einen laminierten Film aus einem Cu-Film, einem Ni-Film und einem Au-Film umfassen. In einem Fall,

bei dem jeder des ersten Leiters **21** und des zweiten Leiters **22** aus einem laminierten Film ausgebildet ist, kann eine oberste Schicht, die in dem laminierten Film am weitesten von dem Träger **20a** entfernt ist, vorzugsweise aus Au hergestellt sein, und eine unterste Schicht, die in dem laminierten Film am nächsten zu dem Träger **20a** vorliegt, kann aus einem Material mit einer starken Haftung an dem Träger **20a** hergestellt sein. Die erste äußere Verbindungselektrode **24** und die zweite äußere Verbindungselektrode **25** müssen nicht aus einem laminierten Film hergestellt sein, sondern sie können aus einem Einschichtfilm hergestellt sein.

[0042] Der erste hindurchtretende Draht **26** und der zweite hindurchtretende Draht **27** können z.B. aus W, Cu oder dergleichen hergestellt sein. Der erste hindurchtretende Draht **26** und der zweite hindurchtretende Draht **27** können vorzugsweise so angeordnet sein, dass sie das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** in der Dickenrichtung des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** nicht überlappen.

[0043] Der Träger **20a** kann vorzugsweise aus einer AlN-Keramik hergestellt sein. In diesem Fall kann die lichtemittierende Vorrichtung **1a** Wärme, die in dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** erzeugt worden ist, durch den Träger **20a** effizient ableiten, und zwar verglichen mit einem Fall, bei dem der Träger **20a** aus einem Harzsubstrat ausgebildet ist. Demgemäß kann die lichtemittierende Vorrichtung **1a** ein verbessertes Wärmeabstrahlungsvermögen aufweisen. Eine AlN-Keramik weist elektrische Isolationseigenschaften auf und sie weist auch eine relativ hohe Wärmeleitfähigkeit auf. Beispielsweise weist eine AlN-Keramik eine höhere Wärmeleitfähigkeit auf als Si.

[0044] Das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** ist ein Ultraviolett-LED-Chip. Das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** weist eine Chipgröße von $400\ \mu\text{m}^2$ ($400\ \mu\text{m} \times 400\ \mu\text{m}$) auf, jedoch ist dies lediglich ein Beispiel. Das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** kann eine Chipgröße in einem geeigneten Bereich von z.B. etwa $200\ \mu\text{m}^2$ ($200\ \mu\text{m} \times 200\ \mu\text{m}$) bis $1\ \text{mm}^2$ ($1\ \text{mm} \times 1\ \text{mm}$) aufweisen. Zusätzlich ist eine ebene Form des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** nicht auf eine quadratische Form beschränkt, sondern Beispiele für die ebene Form können eine rechteckige Form umfassen.

[0045] Das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** wird auf dem Montagesubstrat **2a** mittels einer Flip-Chip-Montage montiert.

[0046] Wie es in der Fig. 6 gezeigt ist, umfasst das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** das Substrat **30** und eine Halbleiterschicht eines ersten Leitungstyps **33** und eine Halbleiterschicht eines zweiten Leitungstyps **35** sind so gestapelt, dass sie auf eine erste

Oberfläche **301** des Substrats **30** gerichtet sind und in dieser Reihenfolge ausgehend von der ersten Oberfläche **301** angeordnet sind. Zusammenfassend umfasst das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** einen mehrschichtigen Halbleiterfilm **39**, der die Halbleiterschicht eines ersten Leitungstyps **33** und die Halbleiterschicht eines zweiten Leitungstyps **35** umfasst. In dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** ist die Halbleiterschicht eines ersten Leitungstyps **33** aus einer Halbleiterschicht des n-Typs ausgebildet und die Halbleiterschicht eines zweiten Leitungstyps **35** ist aus einer Halbleiterschicht des p-Typs ausgebildet. In dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** kann die Halbleiterschicht eines ersten Leitungstyps **33** aus einer Halbleiterschicht des p-Typs ausgebildet sein und die Halbleiterschicht eines zweiten Leitungstyps **35** kann aus einer Halbleiterschicht des n-Typs ausgebildet sein.

[0047] Das Substrat **30** trägt den mehrschichtigen Halbleiterfilm **39**. Der mehrschichtige Halbleiterfilm **39** kann z.B. durch epitaxiales Wachstum hergestellt werden. Das epitaxiale Wachstum kann ein Kristallwachstum, wie z.B. MOVPE (metallorganische Gasphasenepitaxie), HVPE (Hydridgasphasenepitaxie) und MBE (Molekularstrahlepitaxie) sein. Es sollte beachtet werden, dass der mehrschichtige Halbleiterfilm **39** Verunreinigungen, wie z.B. Wasserstoff, Kohlenstoff, Sauerstoff, Silizium und Eisen, enthalten kann, die bei der Bildung des mehrschichtigen Halbleiterfilms **39** unvermeidbar enthalten sein können. Das Substrat **30** kann aus einem Kristallwachstums-substrat ausgebildet sein, das zur Bildung des mehrschichtigen Halbleiterfilms **39** verwendet wird.

[0048] In einem Fall, bei dem das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** ein AlGaIn-Ultraviolett-LED-Chip ist, kann das Substrat **30** vorzugsweise aus einem Saphirsubstrat ausgebildet sein. Das Substrat **30** kann ein Substrat sein, das aus einem Material hergestellt ist, das Ultraviolettlicht, das von dem mehrschichtigen Halbleiterfilm **39** emittiert wird, effizient durchlassen kann. Beispiele für dieses Substrat können ein einkristallines AlN-Substrat zusätzlich zu einem Saphirsubstrat umfassen. Das Substrat **30** kann vorzugsweise für Ultraviolettlicht transparent sein, das von dem mehrschichtigen Halbleiterfilm **39** emittiert wird. In dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** kann eine zweite Oberfläche **302**, die eine Oberfläche des Substrats **30** ist, die der ersten Oberfläche **301** gegenüberliegt, vorzugsweise als eine Lichtaustrittsoberfläche dienen. In dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** kann der mehrschichtige Halbleiterfilm **39** vorzugsweise eine Pufferschicht zwischen dem Substrat **30** und der Halbleiterschicht eines ersten Leitungstyps **33** umfassen. Die Pufferschicht kann vorzugsweise z.B. aus einer AlN-Schicht ausgebildet sein.

[0049] Der mehrschichtige Halbleiterfilm **39** kann vorzugsweise eine lichtemittierende Schicht **34** zwischen der Halbleiterschicht eines ersten Leitungstyps **33** und der Halbleiterschicht eines zweiten Leitungstyps **35** umfassen. In diesem Fall ist das Ultraviolettlicht, das von dem mehrschichtigen Halbleiterfilm **39** emittiert wird, mit dem Ultraviolettlicht identisch, das von der lichtemittierenden Schicht **34** emittiert wird, und dessen Emissionspeakwellenlänge kann von dem Material der lichtemittierenden Schicht **34** abhängen. In dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** kann die lichtemittierende Schicht **34** z.B. eine Einzelquantenmuldenstruktur oder eine Mehrfachquantenmuldenstruktur aufweisen, muss jedoch nicht auf eine solche Struktur beschränkt sein. Beispielsweise können in dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** die Halbleiterschicht eines ersten Leitungstyps **33**, die lichtemittierende Schicht **34** und die Halbleiterschicht eines zweiten Leitungstyps **35** eine doppelte Heterostruktur bilden.

[0050] Die Halbleiterschicht eines ersten Leitungstyps **33** kann z.B. aus einer AlGaIn-Schicht des n-Typs ausgebildet sein. Die Halbleiterschicht eines ersten Leitungstyps **33** kann eine Einschichtstruktur oder eine Mehrschichtstruktur aufweisen.

[0051] Die Halbleiterschicht eines zweiten Leitungstyps **35** kann eine Einschichtstruktur oder eine Mehrschichtstruktur aufweisen. Die Halbleiterschicht eines zweiten Leitungstyps **35** kann eine Mehrschichtstruktur aufweisen, die z.B. aus einer p-Typ-Elektronenblockierschicht, einer p-Typ-Halbleiterschicht und einer p-Typ-Kontaktschicht aufgebaut ist. In diesem Fall dient die p-Typ-Halbleiterschicht als eine Schicht zum Transportieren von Löchern zu der lichtemittierenden Schicht **34**. Die p-Typ-Elektronenblockierschicht dient als Schicht zum Unterdrücken des Austretens (Überlaufens) von Elektronen, die nicht mit Löchern innerhalb der lichtemittierenden Schicht **34** rekombiniert haben, zu der p-Typ-Halbleiterschicht. Die p-Typ-Elektronenblockierschicht kann vorzugsweise eine höhere Bandlückenenergie aufweisen als die p-Typ-Halbleiterschicht und die lichtemittierende Schicht **34**. Die p-Typ-Kontaktschicht dient als Schicht zum Erreichen eines guten Ohm'schen Kontakts mit der zweiten Elektrode **32** durch Vermindern des Kontaktwiderstands mit der zweiten Elektrode **32**. Die p-Typ-Elektronenblockierschicht und die p-Typ-Halbleiterschicht können z.B. aus AlGaIn-Schichten mit verschiedenen Zusammensetzungen ausgebildet sein. Zusätzlich kann die p-Typ-Kontaktschicht z.B. aus einer p-Typ-GaN-Schicht ausgebildet sein.

[0052] In dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** wird der mehrschichtige Halbleiterfilm **39** durch Ätzen desselben von einer Oberfläche **391** des mehrschichtigen Halbleiterfilms **39** teilweise entfernt, bis nahezu die Mitte der Halbleiterschicht eines ers-

ten Leitungstyps **33** erreicht worden ist. Zusammenfassend weist das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** eine Mesastruktur **37** auf, die durch partielles Ätzen des mehrschichtigen Halbleiterfilms **39** gebildet wird. Somit weist das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** einen Niveauunterschied zwischen einer Vorderfläche **351** der Halbleiterschicht eines zweiten Leitungstyps **35** und einer Vorderfläche **331** der Halbleiterschicht eines ersten Leitungstyps **33** auf. In dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** ist die erste Elektrode **31** auf der freiliegenden Vorderfläche **331** der Halbleiterschicht eines ersten Leitungstyps **33** ausgebildet und die zweite Elektrode **32** ist auf der Vorderfläche **351** der Halbleiterschicht eines zweiten Leitungstyps **35** ausgebildet. Wenn in dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** der Leitungstyp (erster Leitungstyp) der Halbleiterschicht eines ersten Leitungstyps **33** ein n-Typ ist und der Leitungstyp (zweiter Leitungstyp) der Halbleiterschicht eines zweiten Leitungstyps **35** ein p-Typ ist, dienen die erste Elektrode **31** und die zweite Elektrode **32** als negative Elektrode bzw. positive Elektrode. Alternativ dienen, wenn in dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** der erste Leitungstyp der Halbleiterschicht eines ersten Leitungstyps **33** ein p-Typ ist und der zweite Leitungstyp der Halbleiterschicht eines zweiten Leitungstyps **35** ein n-Typ ist, die erste Elektrode **31** und die zweite Elektrode **32** als positive Elektrode bzw. negative Elektrode.

[0053] In dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** kann die Vorderfläche **351** der Halbleiterschicht eines zweiten Leitungstyps **35** vorzugsweise eine Fläche aufweisen, die größer ist als eine Fläche der freiliegenden Vorderfläche **331** der Halbleiterschicht eines ersten Leitungstyps **33**. Demgemäß kann in dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** eine Überlappung zwischen der Halbleiterschicht eines zweiten Leitungstyps **35** und der Halbleiterschicht eines ersten Leitungstyps **33** in der Dickenrichtung vergrößert werden und folglich kann die Lichtemissionseffizienz verbessert werden.

[0054] In der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** kann das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** vorzugsweise eine Vorwölbungsstruktur **36** umfassen. Die Vorwölbungsstruktur **36** kann vorzugsweise von der Vorderfläche **351** der Halbleiterschicht eines zweiten Leitungstyps **35** des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** derart in die Richtung der Vorderfläche **212** des zweiten Halbleiters **22** vorragen, dass sie mit der Vorderfläche **212** des zweiten Halbleiters **22** in Kontakt ist. Ferner kann sich die Vorwölbungsstruktur **36** vorzugsweise entlang des äußeren Randbereichs der zweiten Elektrode **32** erstrecken. Wie es in der **Fig. 1** gezeigt ist, kann die zweite Verbindung **62** vorzugsweise zum Füllen eines Raums **9** (vgl. die **Fig. 1**) ausgebildet sein, der durch die zweite Elektrode **32**, die Vorwölbungsstruktur **36** und den zweiten Halbleiter **22** umgeben ist. Die Form der Vorwöl-

bungsstruktur **36** in einer Draufsicht ist so ausgebildet, dass sich die Vorwölbungsstruktur **36** derart entlang des äußeren Randbereichs der zweiten Elektrode **32** erstreckt, dass sie die zweite Verbindung **62** umgibt. Eine Überlappung zwischen dem Montagesubstrat **2a** und der Vorwölbungsstruktur **36** in einer Draufsicht kann vorzugsweise die gleiche Höhe aufweisen oder niedriger sein als ein Teil des zweiten Leiters **22**, der mit der zweiten Verbindung **62** verbunden werden soll. Folglich können in der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** die erste Verbindung **61** und die zweite Verbindung **62** jeweils dünner ausgebildet werden und eine Verbindungsfläche zwischen der ersten Verbindung **61** und dem ersten Leiter **21** und eine Verbindungsfläche zwischen der zweiten Verbindung **62** und dem zweiten Leiter **22** können vergrößert werden. Demgemäß kann bei der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** der Wärmewiderstand zwischen dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** und dem Montagesubstrat **2a** vermindert werden. Zusätzlich kann in der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** die Dicke der zweiten Verbindung **62** durch die Verwendung der Vorwölbungsstruktur **36** eingestellt werden. Die Genauigkeit der Dicke und der Größe der zweiten Verbindung **62** können verbessert werden und dies kann zu einer Verminderung des Wärmewiderstands und von individuellen Unterschieden bei dem Wärmewiderstand führen. Der Ausdruck „die Dicke der zweiten Verbindung **62** kann durch die Verwendung der Vorwölbungsstruktur **36** eingestellt werden“ bedeutet, dass die Dicke der zweiten Verbindung **62** auf der Basis des Vorwölbungsmaßes **H1** (vgl. die Fig. 6) der Vorwölbungsstruktur **36** in der Dickenrichtung des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** eingestellt werden kann. Daher können gemäß der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** Unterschiede zwischen den Wärmewiderständen von individuellen Produkten vermindert werden. Folglich können das Wärmeabstrahlungsvermögen und die Zuverlässigkeit der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** verbessert werden. Der Ausdruck „die Form der Vorwölbungsstruktur **36** in einer Draufsicht“ steht für die Form der Vorwölbungsstruktur **36**, wenn diese in der Dickenrichtung der Vorwölbungsstruktur **36** betrachtet wird, die sich entlang der Dickenrichtung des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** erstreckt.

[0055] In dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** erstreckt sich die Vorwölbungsstruktur **36** entlang des äußeren Randbereichs der zweiten Elektrode **32** und ragt von der Vorderfläche **351** der Halbleiterschicht eines zweiten Leitungstyps **35** vor.

[0056] In dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** kann die zweite Elektrode **32** vorzugsweise größer sein als die erste Elektrode **31** und die Vorwölbungsstruktur **36** kann sich vorzugsweise über die gesamte Länge des äußeren Randbereichs der zweiten Elektrode **32** erstrecken. Dadurch kann die Bildung eines Kurzschlusses zwischen der zweiten

Elektrode **32** und der ersten Elektrode **31** aufgrund des AuSn zur Bildung der zweiten Verbindung **62** bei der Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** stärker unterdrückt werden. Zusätzlich kann gemäß der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** die Reproduzierbarkeit der Form der zweiten Verbindung **62** beim Montieren des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** an das Montagesubstrat **2a** verbessert werden und dadurch können individuelle Unterschiede beim Wärmewiderstand vermindert werden. Ferner kann gemäß der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** die Dicke der zweiten Verbindung **62** durch die Verwendung der Vorwölbungsstruktur **36** ungeachtet der Dicke der ersten Verbindung **61** eingestellt werden. Somit kann bei der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** die Genauigkeit der Dicke und der Größe der zweiten Verbindung **62**, welche die zweite Elektrode **32** und den zweiten Leiter **22** verbindet, verbessert werden, was große Wärmeabstrahlungsflächen ergibt. Folglich können bei der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** der Wärmewiderstand und individuelle Unterschiede bei dem Wärmewiderstand vermindert werden.

[0057] Die Vorwölbungsstruktur **36** kann vorzugsweise so ausgebildet werden, dass sie sich entlang des äußeren Randbereichs der zweiten Elektrode **32** erstreckt und eine konstante Breite **W1** aufweist (vgl. die Fig. 6). Dadurch kann in der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** die Kontaktfläche zwischen der zweiten Elektrode **32** und der Halbleiterschicht eines zweiten Leitungstyps **35** vergrößert werden und die Bildung eines Kurzschlusses zwischen der zweiten Elektrode **32** und der ersten Elektrode **31** aufgrund eines Lots kann unterdrückt werden. Die Breite **W1** der Vorwölbungsstruktur **36** kann vorzugsweise in einem Bereich von z.B. etwa 5 µm bis 10 µm liegen.

[0058] Bei dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** kann die zweite Elektrode **32** vorzugsweise so ausgebildet sein, dass sie nahezu die gesamte Vorderfläche **351** der Halbleiterschicht eines zweiten Leitungstyps **35** bedeckt. Der Ausdruck „nahezu die gesamte Vorderfläche **351** der Halbleiterschicht eines zweiten Leitungstyps **35**“ muss nicht immer für die gesamte Vorderfläche **351** stehen. Beispielsweise kann in einem angenommenen Fall, bei dem das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** einen nachstehend beschriebenen isolierenden Film **38** umfasst und ein äußerer Randteil der Vorderfläche **351** der Halbleiterschicht eines zweiten Leitungstyps **35** mit dem isolierenden Film **38** bedeckt ist, der Ausdruck „nahezu die gesamte Vorderfläche **351** der Halbleiterschicht eines zweiten Leitungstyps **35**“ für einen Teil der Vorderfläche **351** der Halbleiterschicht eines zweiten Leitungstyps **35** stehen, der nicht mit dem isolierenden Film **38** bedeckt ist. Zusammenfassend kann bei dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** die zweite Elektrode **32** vorzugsweise so ausgebildet sein, dass sie die gesamte Vorderfläche **351** der

Halbleiterschicht eines zweiten Leitungstyps **35** in einer planaren Weise bedeckt. Dadurch kann die lichtemittierende Vorrichtung **1a** ein verbessertes Wärmeabstrahlungsvermögen aufweisen.

[0059] In dem Montagesubstrat **2a** können der erste Leiter **21** und der zweite Leiter **22** vorzugsweise Dicken aufweisen, die größer sind als ein Abstand zwischen der zweiten Elektrode **32** und dem zweiten Leiter **22**. Der Ausdruck „Abstand zwischen der zweiten Elektrode **32** und dem zweiten Leiter **22**“ kann für einen Abstand zwischen der Mitte der Vorderfläche **321** (vgl. die **Fig. 6**) der zweiten Elektrode **32** und der Vorderfläche **212** des zweiten Leiters **22** stehen. Der Abstand zwischen der zweiten Elektrode **32** und dem zweiten Leiter **22** kann auf der Basis des Vorwölbungsmaßes **H1** der Vorwölbungsstruktur **36** festgelegt werden. Mit anderen Worten, der Abstand zwischen der zweiten Elektrode **32** und dem zweiten Leiter **22** ist etwa mit dem Vorwölbungsmaß **H1** (vgl. die **Fig. 6**) der Vorwölbungsstruktur **36** identisch.

[0060] Gemäß der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** kann dann, wenn ein Teil des geschmolzenen AuSn bei der Herstellung von dem Raum **9** vorragt, die Fließgeschwindigkeit eines solchen vorragenden AuSn durch die Rille **203** vermindert werden. Zusätzlich kann in der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** eine Seitenfläche des zweiten Leiters **22** als eine Lotführung wirken, die vorragendes AuSn bei der Herstellung in die Richtung der Vorderfläche **201** des Trägers **20a** führt. Folglich kann bei der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** die Bildung eines Kurzschlusses zwischen der zweiten Elektrode **32** und der ersten Elektrode **31** aufgrund von vorragendem AuSn von dem Raum **9** unterdrückt werden. Es sollte beachtet werden, dass die Vorderfläche **201** des Trägers **20a** vorzugsweise ein besseres Lötvermögen aufweist als die Seitenflächen des ersten Leiters **21** und des zweiten Leiters **22**.

[0061] Das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** kann vorzugsweise den isolierenden Film **38** umfassen. Der isolierende Film **38** kann vorzugsweise derart auf der Vorderfläche **351** der Halbleiterschicht eines zweiten Leitungstyps **35** ausgebildet sein, dass er einen Kontaktbereich der zweiten Elektrode **32** mit der Halbleiterschicht eines zweiten Leitungstyps **35** umgibt. Zusätzlich kann in dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** die zweite Elektrode **32** vorzugsweise so ausgebildet sein, dass sie sich über die Vorderfläche **351** der Halbleiterschicht eines zweiten Leitungstyps **35** und eine Vorderfläche des isolierenden Films **38** erstreckt, und ein äußerer Randteil der zweiten Elektrode **32**, der von der Halbleiterschicht eines zweiten Leitungstyps **35** stärker wegragt als ein zentraler Teil davon, kann vorzugsweise als die Vorwölbungsstruktur **36** wirken. Demgemäß kann die lichtemittierende Vorrichtung **1a** einen vergrößerten Verbindungsbereich zwischen der zweiten Elektrode **32**

und dem zweiten Leiter **22** und dadurch ein verbessertes Wärmeabstrahlungsvermögen und einen verminderten Kontaktwiderstand aufweisen.

[0062] Das Material des isolierenden Films **38** ist SiO_2 . Daher ist der isolierende Film **38** ein Siliziumoxidfilm. Es ist ausreichend, dass der isolierende Film **38** ein elektrisch isolierender Film ist. Aus diesem Grund ist es ausreichend, dass das Material des isolierenden Films **38** aus Materialien mit elektrisch isolierenden Eigenschaften ausgewählt ist. Folglich können Beispiele des Materials des isolierenden Films **38** zusätzlich zu SiO_2 , Si_3N_4 , Al_2O_3 , TiO_2 , Ta_2O_5 , ZrO_2 , Y_2O_3 , CeO_2 und Nb_2O_5 umfassen. Der isolierende Film **38** kann vorzugsweise als Passivierungsfilm zum Schützen der Funktionalität des mehrschichtigen Halbleiterfilms **39** dienen. In diesem Fall kann der isolierende Film **38** vorzugsweise aus SiO_2 und Si_3N_4 hergestellt sein. Folglich kann die lichtemittierende Vorrichtung **1a** eine verbesserte Zuverlässigkeit aufweisen. Beispielsweise kann der isolierende Film **38** eine Dicke von $1 \mu\text{m}$ aufweisen. Der isolierende Film **38** kann z.B. mittels CVD (chemische Gasphasenabscheidung), Aufdampfen und Sputtern hergestellt werden. Der isolierende Film **38** kann ein Einschichtfilm oder ein Mehrschichtfilm sein. Der Mehrschichtfilm, der als isolierender Film **38** dient, kann ein dielektrischer Mehrschichtfilm zum Reflektieren von Licht sein, das durch den mehrschichtigen Halbleiterfilm **39** erzeugt worden ist.

[0063] Der isolierende Film **38** kann vorzugsweise so ausgebildet sein, dass er sich über die Vorderfläche **371** der Mesastruktur **37**, die Seitenfläche **372** der Mesastruktur **37** und die Vorderfläche **331** der Halbleiterschicht eines ersten Leitungstyps **33** erstreckt. Die Vorderfläche **371** der Mesastruktur **37** ist aus der Vorderfläche **351** der Halbleiterschicht eines zweiten Leitungstyps **35** ausgebildet. Ein Teil des isolierenden Films **38**, der auf der Vorderfläche **331** der Halbleiterschicht eines ersten Leitungstyps **33** ausgebildet ist, kann vorzugsweise so ausgebildet sein, dass er den Kontaktbereich der ersten Elektrode **31** mit der Halbleiterschicht eines ersten Leitungstyps **33** umgibt.

[0064] Die erste Elektrode **31** kann vorzugsweise eine erste Ohm'sche Elektrodenschicht **31A** und eine erste Kontakt- bzw. Lötstützpunktelektrodenschicht **31B** umfassen.

[0065] Die erste Ohm'sche Elektrodenschicht **31A** ist zum Erhalten eines Ohm'schen Kontakts mit der Halbleiterschicht eines ersten Leitungstyps **33** auf der Vorderfläche **331** der Halbleiterschicht eines ersten Leitungstyps **33** ausgebildet. Die erste Kontaktelektrodenschicht **31B** ist so ausgebildet, dass sie die erste Ohm'sche Elektrodenschicht **31A** bedeckt, die durch die erste Verbindung **61** mit dem Montagesubstrat **2a** verbunden werden soll. Die erste Ohm'sche

Elektrodenschicht **31A** kann z.B. durch Bilden eines ersten laminierten Films aus einem ersten Al-Film, einem ersten Ni-Film, einem zweiten Al-Film, einem zweiten Ni-Film und einem Au-Film auf der Vorderfläche **331** der Halbleiterschicht eines ersten Leitungstyps **33** und anschließend Erwärmen und langsam Abkühlen desselben gebildet werden. Dadurch weist die erste Ohm'sche Elektrodenschicht **31A** eine Erstarrungsstruktur auf, die Ni und Al als deren Hauptkomponenten enthält. Die Erstarrungsstruktur steht für eine kristalline Struktur, die durch eine Umwandlung aus dem geschmolzenen Metall resultiert. Die Erstarrungsstruktur, die Ni und Al als deren Hauptkomponenten enthält, kann z.B. Au und N als Verunreinigungen enthalten. In einem Beispiel des laminierten Films weist jeder des ersten Al-Films, des ersten Ni-Films, des zweiten Al-Films, des zweiten Ni-Films und des Au-Films eine Dicke im Bereich von 10 bis 200 nm auf. Die erste Ohm'sche Elektrodenschicht **31A** muss nicht Ni und Al als deren Hauptkomponenten enthalten, sondern sie kann z.B. aus einem anderen Material hergestellt sein, das Ti und/oder dergleichen enthält.

[0066] Beispielsweise kann die erste Kontaktelektrodenschicht **31B** aus einem laminierten Film aus einem Ti-Film und einem Au-Film ausgebildet sein. Die erste Kontaktelektrodenschicht **31B** kann aus einem anderen laminierten Film ausgebildet sein, mit der Maßgabe, dass ein Au-Film auf der Seite der obersten Oberfläche vorliegt. Mit anderen Worten, die erste Elektrode **31** kann vorzugsweise die erste Kontaktelektrodenschicht **31B** umfassen, bei der die oberste Oberfläche die Oberfläche eines Au-Films ist. Die erste Kontaktelektrodenschicht **31B** kann z.B. durch Aufdampfen hergestellt werden. Die erste Kontaktelektrodenschicht **31B** kann z.B. eine Einschichtstruktur aus einem Au-Film oder einen laminierten Film aus einem Ti-Film und einem Au-Film aufweisen. Alternativ kann in dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** z.B. die erste Elektrode **31** vollständig durch die erste Ohm'sche Elektrodenschicht **31A** eingenommen sein oder die erste Elektrode **31** kann zusätzlich eine oder mehr Elektrodenschicht(en) zwischen der ersten Ohm'schen Elektrodenschicht **31A** und der ersten Kontaktelektrodenschicht **31B** umfassen.

[0067] Die zweite Elektrode **32** kann vorzugsweise eine zweite Ohm'sche Elektrodenschicht **32A** und eine zweite Kontaktelektrodenschicht **32B** umfassen.

[0068] Die zweite Ohm'sche Elektrodenschicht **32A** ist auf der Vorderfläche **351** der Halbleiterschicht eines zweiten Leitungstyps **35** ausgebildet, so dass ein Ohm'scher Kontakt mit der Halbleiterschicht eines zweiten Leitungstyps **35** erreicht wird. Die zweite Kontaktelektrodenschicht **32B** ist so ausgebildet, dass sie die zweite Ohm'sche Elektrodenschicht **32A** derart bedeckt, dass sie mit der zweiten Verbindung

62 mit dem Montagesubstrat **2a** verbunden wird. Die zweite Ohm'sche Elektrodenschicht **32A** kann z.B. durch Bilden eines zweiten laminierten Films aus einem Ni-Film und einem Au-Film auf der Vorderfläche **351** der Halbleiterschicht eines zweiten Leitungstyps **35** und anschließend Erwärmen desselben gebildet werden.

[0069] Beispielsweise kann die zweite Kontaktelektrodenschicht **32B** aus einem laminierten Film aus einem Ti-Film und einem Au-Film gebildet werden. Die zweite Kontaktelektrodenschicht **32B** kann aus einem anderen laminierten Film gebildet werden, mit der Maßgabe, dass ein Au-Film auf der Seite einer obersten Oberfläche vorliegt. Mit anderen Worten, die zweite Elektrode **32** kann vorzugsweise die zweite Kontaktelektrodenschicht **32B** umfassen, die eine oberste Oberfläche aufweist, bei der es sich um eine Oberfläche eines Au-Films handelt. Die zweite Kontaktelektrodenschicht **32B** kann z.B. durch Aufdampfen hergestellt werden. Die zweite Kontaktelektrodenschicht **32B** kann z.B. eine Einschichtstruktur aus einem Au-Film oder einen laminierten Film aus einem Ti-Film und einem Au-Film aufweisen. Alternativ kann in dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** z.B. die zweite Elektrode **32** vollständig durch die zweite Ohm'sche Elektrodenschicht **32A** eingenommen sein oder die zweite Elektrode **32** kann zusätzlich eine oder mehr Elektrodenschicht(en) zwischen der zweiten Ohm'schen Elektrodenschicht **32A** und der zweiten Kontaktelektrodenschicht **32B** umfassen.

[0070] Die zweite Kontaktelektrodenschicht **32B** kann vorzugsweise so ausgebildet sein, dass sie sich über die Vorderfläche der zweiten Ohm'schen Elektrodenschicht **32A** und die Vorderfläche des isolierenden Films **38** erstreckt. Zusätzlich kann in der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** der äußere Randteil der zweiten Elektrode **32**, der von der Halbleiterschicht eines zweiten Leitungstyps **35** mehr wegragt als deren zentraler Teil, vorzugsweise als die Vorwölbungsstruktur **36** wirken. Demgemäß kann die lichtemittierende Vorrichtung **1a** einen vergrößerten Verbindungsbereich zwischen dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** und dem Montagesubstrat **2a** aufweisen und dadurch wird der Wärmewiderstand vermindert und die Wärme, die in dem mehrschichtigen Halbleiterfilm **39** des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** erzeugt wird, kann durch die Vorwölbungsstruktur **36** einfach auf das Montagesubstrat **2a** übertragen werden. Folglich kann die lichtemittierende Vorrichtung **1a** ein verbessertes Wärmeabstrahlungsvermögen aufweisen.

[0071] Wenn die lichtemittierende Vorrichtung **1a** in Anwendungsbereichen einer Sterilisierung, eines medizinischen Verfahrens, einer Hochgeschwindigkeitsverarbeitung von umweltverschmutzenden Substanzen und dergleichen eingesetzt wird, weist das

Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** vorzugsweise eine Emissionspeakwellenlänge in einem Wellenlängenbereich von 210 nm bis 280 nm auf. Zusammenfassend kann das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** vorzugsweise so ausgebildet sein, dass es Ultraviolettlicht mit einer Emissionspeakwellenlänge innerhalb eines Wellenlängenbereichs von UV-C emittiert. Dadurch kann die lichtemittierende Vorrichtung **1a** z.B. für eine Sterilisierung geeignet sein. Der Ausdruck „Wellenlängenbereich von UV-C“ steht z.B. für einen Bereich von 100 nm bis 280 nm gemäß der Klassifizierung der Wellenlänge von Ultraviolettlicht, die von der „International Commission on Illumination (CIE)“ vergeben wird. In einem Fall, bei dem die lichtemittierende Vorrichtung **1a** in den Bereichen der Sterilisierung angewandt wird, kann das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** vorzugsweise eine Emissionspeakwellenlänge in einem Wellenlängenbereich von 240 nm bis 280 nm aufweisen. Gemäß JIS Z8811-1968 ist der Ausdruck „Ultraviolettstrahlen zur Sterilisierung“ als Ultraviolettlicht innerhalb eines Wellenlängenbereichs definiert, der durch eine Sterilisierungseffektcurve angegeben ist, die einen maximalen Sterilisierungseffekt in der Nähe einer Wellenlänge von 260 nm zeigt. Die **Fig. 9** ist ein Diagramm einer Umarbeitung der vorstehend genannten Sterilisierungseffektcurve. Die **Fig. 9** zeigt eine horizontale Achse, die eine Wellenlänge angibt, und eine vertikale Achse, die einen relativen Wert des Sterilisierungseffekts angibt. Die „Sterilisierungseffektcurve“ ist eine Kurve auf der Basis von Daten, die in dem Referenzdokument **1** (M. Luckiesh: Applications of Germicidal, Erythematous, and Infrared Energy (1946), Seite **115**) angegeben sind. Unter Bezugnahme auf die Sterilisierungseffektcurve wird davon ausgegangen, dass dann, wenn die Wellenlänge von Ultraviolettlicht, das von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** emittiert wird, innerhalb eines Bereichs von 240 nm bis 280 nm liegt, der relative Wert des Sterilisierungseffekts gleich 60 % oder höher ist und folglich ein relativ starker Sterilisierungseffekt erhalten werden kann. In einem Beispiel des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** ist die Emissionspeakwellenlänge auf 265 nm eingestellt.

[0072] Der Abstandshalter **4** weist eine Höhe auf, die größer ist als die Dicke des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3**. Daher kann die lichtemittierende Vorrichtung **1a** das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** an einem Kontakt mit der Abdeckung **5** hindern. Der Abstandshalter **4** kann in einer Draufsicht vorzugsweise eine rechteckige oder quadratische Außenform aufweisen. Der Abstandshalter **4** kann in einer Draufsicht vorzugsweise kleiner sein als das Montagesubstrat **2a**. Insbesondere kann die Außenform des Abstandshalters **4** in einer Draufsicht vorzugsweise kleiner sein als die Außenform des Montagesubstrats **2a** in einer Draufsicht. Zusätzlich kann die äußere Begrenzung des Abstandshalters **4**

in einer Draufsicht vorzugsweise stärker einwärts von einer äußeren Begrenzung des Montagesubstrats **2a** in einer Draufsicht vorliegen. Dadurch kann bei der Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** der Abstandshalter **4** an einem Herausragen von dem Montagesubstrat **2a** gehindert werden.

[0073] Das Durchgangsloch **41** ist in dem Abstandshalterkörper **40** ausgebildet. Das Durchgangsloch **41** kann vorzugsweise eine Öffnungsfläche aufweisen, die mit zunehmendem Abstand von dem Montagesubstrat **2a** nach und nach zunimmt. Zusammenfassend nimmt die Öffnungsfläche des Durchgangslochs **41** des Abstandshalters **4** mit zunehmendem Abstand von dem Montagesubstrat **2a** in der Dickenrichtung des Montagesubstrats **2a** nach und nach zu. Folglich kann der Abstandshalter **4** in der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** als Reflektor zum Reflektieren eines Teils des Ultraviolettlichts, das seitlich von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** emittiert wird, in die Richtung der Abdeckung **5** dienen. Wie es vorstehend beschrieben worden ist, ist der Abstandshalterkörper **40** aus Si hergestellt. In einem Fall eines Einfallswinkels von 5° bis 55° weist ein Si-Substrat eine Reflexion von mehr als 70 % für Ultraviolettlicht mit einer Wellenlänge im Bereich von 260 bis 280 nm auf. Somit kann der Abstandshalter **4** als Reflektor mit einer relativ hohen Reflexion wirken, ohne dass reflektierende Filme wie z.B. Al-Filme auf einer Innenseitenoberfläche des Durchgangslochs **41** (der Innenseitenoberfläche **665** der Aussparung **663**) ausgebildet sind. Aus diesem Grund können die Herstellungskosten der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** gesenkt werden und deren Lichtabgabe kann erhöht werden.

[0074] Das Durchgangsloch **41** des Abstandshalters **4** kann vorzugsweise ein konisches Loch in der Form eines Pyramidenstumpfs sein. Insbesondere kann der Abstandshalterkörper **40** vorzugsweise aus einem einkristallinen Si-Substrat **400** mit einer Vorderfläche **401** ausgebildet sein, die eine (100)-Ebene ist. In einem bevorzugten Aspekt des Abstandshalters **4** ist die Innenseitenoberfläche des Durchgangslochs **41** eine Oberfläche parallel zu einer {111}-Ebene. Zusammenfassend ist in einem bevorzugten Aspekt des Abstandshalters **4** eine Kristallebene, die als die Innenseitenoberfläche des Durchgangslochs **41** dient, eine {111}-Ebene. In diesem Fall kann bei der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** ein Winkel **0** zwischen einer Rückfläche **402** des einkristallinen Si-Substrats **400** und der Innenseitenoberfläche des Durchgangslochs **41** auf etwa 55° (theoretisch 54,7°) eingestellt werden. Das vorstehend genannte Durchgangsloch **41** kann einfach durch Ätzen mit einer alkalischen Lösung gebildet werden. Zusammenfassend kann das Durchgangsloch **41** durch kristallines anisotropes Ätzen gebildet werden. Beispiele für die alkalische Lösung können eine wässrige TMAH (Tetramethylammoniumhydroxid)-Lösung umfassen. Beispiele für die

alkalische Lösung können zusätzlich zu einer wässrigen TMAH-Lösung eine TMAH-Lösung, die auf etwa 85 °C erwärmt ist, eine wässrige KOH-Lösung und Ethylendiamin-Brenzkatechin umfassen. Das Ätzen zur Bildung des Durchgangslochs **41** kann in zwei Stufen durchgeführt werden. Beispielsweise kann bei der Bildung des Durchgangslochs **41** das Ätzen mit einer wässrigen KOH-Lösung von der Vorderfläche **401** des einkristallinen Si-Substrats **400** durchgeführt werden, bis nahezu die Mitte des einkristallinen Si-Substrats **400** in der Dickenrichtung erreicht ist, und dann kann das Ätzen mit einer wässrigen TMAH-Lösung durchgeführt werden, bis die Rückfläche **402** des einkristallinen Si-Substrats **400** erreicht wird. Die Stirnfläche **42** des Abstandshalterkörpers **40**, die auf das Montagesubstrat **2a** gerichtet ist, ist aus der Rückfläche **402** des einkristallinen Si-Substrats **400** ausgebildet. Der Abstandshalterkörper **40** umfasst einen Siliziumoxidfilm **44** zwischen der Stirnfläche **42** des Abstandshalterkörpers **40**, die auf das Montagesubstrat **2a** gerichtet ist, und der zweiten Verbindungsmetallschicht **43**. Die zweite Verbindungsmetallschicht **43** kann z.B. vorzugsweise aus einem laminierten Film eines Basisfilms **431** und eines Au-Films **432** ausgebildet sein. Beispiele für ein Material des Basisfilms **431** können Al umfassen.

[0075] In dem Abstandshalter **4** kann die Innenseitenoberfläche des Durchgangslochs **41** aus einer Oberfläche eines Siliziumoxidfilms ausgebildet sein, die parallel zu der {111}-Ebene ist. In diesem Fall ist in der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** die {111}-Ebene, die eine Kristallebene ist, welche die Innenseitenoberfläche des Durchgangslochs **41** bildet, mit dem Siliziumoxidfilm bedeckt und daher kann das Herstellungsausbeuteverhältnis erhöht werden und eine Veränderung der Ultraviolettlichtabgabe aufgrund einer Zersetzung kann unterdrückt werden. Der Siliziumoxidfilm kann z.B. aus einem nativen Oxid oder einem thermischen Oxid ausgebildet sein.

[0076] In einem bevorzugten Aspekt der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** enthält das Glas, das die Abdeckung **5** bildet, eine alkalische Komponente und der Abstandshalter **4** und die Abdeckung **5** sind direkt miteinander verbunden. In der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** können dann, wenn das Glas, das die Abdeckung **5** bildet, eine alkalische Komponente enthält, die Abdeckung **5** und der Abstandshalter **4** durch anodisches Verbinden direkt miteinander verbunden werden. Dies kann zu einer Senkung der Herstellungskosten führen. Beispiele für die alkalische Komponente können Na, K, Na₂O und K₂O umfassen. Der Ausdruck „die Abdeckung **5** und der Abstandshalter **4** sind direkt miteinander verbunden“ bedeutet, dass die Abdeckung **5** und der Abstandshalter **4** ohne die Verwendung eines Verbindungsmaterials oder dergleichen miteinander verbunden sind.

[0077] Das Glas zur Bildung der Abdeckung **5** kann vorzugsweise eine Durchlässigkeit für Ultraviolettlicht, das von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** emittiert wird, von gleich oder mehr als 70 % aufweisen und mehr bevorzugt eine Durchlässigkeit von gleich oder mehr als 80 % dafür aufweisen. In einem Fall, bei dem das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** Ultraviolettlicht mit einer Emissionsspektrallänge in einem Wellenlängenbereich von UV-C emittiert, können Beispiele für das Glas zur Bildung der Abdeckung **5** ein Borosilikatglas umfassen. Ein solches Borosilikatglas enthält eine alkalische Komponente. Beispiele für ein solches Borosilikatglas können ein Produkt mit der Bezeichnung „8347“, das von SCHOTT AG erhältlich ist, und ein Produkt mit der Bezeichnung „8337B“ sein, das von SCHOTT AG erhältlich ist, die für Ultraviolettlicht mit einer Wellenlänge von 265 nm eine Durchlässigkeit von gleich oder mehr als 80 % erreichen können.

[0078] Bei der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** ist eine Differenz zwischen den linearen Wärmeausdehnungskoeffizienten der Abdeckung **5** und des Abstandshalterkörpers **40** im Hinblick auf eine Verminderung der Beanspruchung der Abdeckung **5** oder dergleichen durch eine solche Differenz zwischen den linearen Wärmeausdehnungskoeffizienten der Abdeckung **5** und des Abstandshalterkörpers **40** vorzugsweise so klein wie möglich.

[0079] Die Abdeckung **5** kann vorzugsweise kleiner sein als das Montagesubstrat **2a** in einer Draufsicht. Insbesondere kann die Abdeckung **5** vorzugsweise die gleiche Größe wie der Abstandshalter **4** in einer Draufsicht aufweisen. Zusammenfassend kann die Außenform der Abdeckung **5** in einer Draufsicht mit der Außenform des Abstandshalters **4** in einer Draufsicht identisch sein. Aus diesem Grund kann die Außenform der Abdeckung **5** in einer Draufsicht rechteckig oder quadratisch sein. In diesem Fall kann in dem Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** die Bildung des Deckels **6a** z.B. das Verbinden eines ersten Wafers, der mit einer Mehrzahl von Abstandshaltern **4** ausgestattet ist, und eines zweiten Wafers, der als Basis für eine Mehrzahl von Abdeckungen **5** dient, auf dem Waferniveau und das Zerteilen derselben in eine Mehrzahl von Deckeln **6a** umfassen. Der Deckel **6a** kann vorzugsweise kleiner sein als das Montagesubstrat **2a** in einer Draufsicht. In diesem Fall ist es bei der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** selbst dann möglich, zu verhindern, dass der Deckel **6a** von dem Montagesubstrat **2a** nach außen vorragt, wenn bei der Herstellung eine Verschiebung des Deckels **6a** auftritt.

[0080] Die Abdeckung **5** kann auf eine flache Plattenform beschränkt sein, jedoch kann sie z.B. eine Form aufweisen, die mit einer Linse integriert ist. Zusammenfassend kann bei der lichtemittierenden Vor-

richtung **1a** ein Teil der gesamten Abdeckung **5** als Linse dienen.

[0081] Bei der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** kann ein Raum **8**, der durch das Montagesubstrat **2a**, den Abstandshalter **4** und die Abdeckung **5** umgeben ist, vorzugsweise mit einer inaktiven Gasatmosphäre gefüllt sein. Mit anderen Worten, bei der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** kann ein Raum, der durch das Montagesubstrat **2a** und den Deckel **6a** umgeben ist, vorzugsweise mit einer inaktiven Gasatmosphäre gefüllt sein. Folglich kann bei der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** eine Oxidation des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3**, des ersten Leiters **21** und des zweiten Leiters **22** unterdrückt werden und dadurch kann die Zuverlässigkeit stärker verbessert werden.

[0082] Die inaktive Gasatmosphäre kann vorzugsweise eine N₂-Gasatmosphäre sein. Die Reinheit des inaktiven Gases der inaktiven Gasatmosphäre kann vorzugsweise so hoch wie möglich sein, muss jedoch nicht 100 % betragen. Wenn das inaktive Gas beispielsweise N₂-Gas ist, kann die inaktive Gasatmosphäre unvermeidbar etwa 100 bis 200 ppm O₂ enthalten. Beispiele für das inaktive Gas können zusätzlich zu N₂-Gas Ar-Gas und ein Mischgas aus N₂-Gas und Ar-Gas umfassen.

[0083] Die lichtemittierende Vorrichtung **1a** kann vorzugsweise eine erste Barrierschicht **81**, die zwischen dem ersten Leiter **21** und der ersten Verbindung **61** ausgebildet ist, eine zweite Barrierschicht **82**, die zwischen dem zweiten Leiter **22** und der zweiten Verbindung **62** ausgebildet ist, und eine dritte Barrierschicht **83**, die zwischen der ersten Verbindungsmetallschicht **23** und der dritten Verbindung **63** ausgebildet ist, umfassen. Die erste Barrierschicht **81**, die zweite Barrierschicht **82** und die dritte Barrierschicht **83** können vorzugsweise aus dem gleichen Material hergestellt werden und die gleiche Dicke aufweisen. Folglich kann bei der Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** eine Diffusion von Metall zwischen dem ersten Leiter **21** und der ersten Verbindung **61**, zwischen dem zweiten Leiter **22** und der zweiten Verbindung **62** und zwischen der ersten Verbindungsmetallschicht **23** und der dritten Verbindung **63** unterdrückt werden. Ferner können bei der Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** die erste Barrierschicht **81**, die zweite Barrierschicht **82** und die dritte Barrierschicht **83** im Wesentlichen die gleichen Barriereigenschaften aufweisen. Daher kann bei der Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** das Verbindungsvermögen des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** und des Deckels **6a** mit dem Montagesubstrat **2a** verbessert werden.

[0084] Bei der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** kann die erste Elektrode **31** vorzugsweise die erste Kontaktelektrodenschicht **31B** umfassen, die einen Au-Film umfasst, der eine Oberfläche aufweist,

die als oberste Oberfläche der ersten Kontaktelektrodenschicht **31B** dient, und die zweite Elektrode **32** kann vorzugsweise die zweite Kontaktelektrodenschicht **32B** umfassen, die einen Au-Film umfasst, der eine Oberfläche aufweist, die als oberste Oberfläche der zweiten Kontaktelektrodenschicht **32B** dient, und die zweite Verbindungsmetallschicht **43** kann vorzugsweise ein laminiertes Film aus einem Basisfilm und einem Au-Film sein. Daher kann bei der Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** das Verbindungsvermögen des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** und des Deckels **6a** mit dem Montagesubstrat **2a** verbessert werden.

[0085] Die folgende Beschreibung, die sich auf die Fig. 7A bis Fig. 7E und die Fig. 8 bezieht, betrifft das Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a**.

[0086] Das Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** kann z.B. den folgenden ersten Prozess, zweiten Prozess, dritten Prozess und vierten Prozess umfassen, die nacheinander durchgeführt werden.

[0087] Der erste Prozess umfasst das Bilden des Abstandshalters **4** durch Bilden einer laminierten Struktur aus dem Siliziumoxidfilm **44** und der zweiten Verbindungsmetallschicht **43** auf der Rückfläche **402** des einkristallinen Si-Substrats **400** und anschließend das Bilden des Durchgangslochs **41** durch Ätzen eines Bereichs des einkristallinen Si-Substrats **400**, der dem Durchgangsloch **41** vorbehalten ist (vgl. die Fig. 7A). Der Siliziumoxidfilm **44** kann durch Dünnschichtbildungstechniken, Photolithographietechniken oder Ätztechniken gebildet werden. Ferner kann die zweite Verbindungsmetallschicht **43** durch Dünnschichtbildungstechniken, Photolithographietechniken und Ätztechniken gebildet werden. Das Bilden des Durchgangslochs **41** kann das Bilden von geeigneten Ätzmasken, die einzeln auf die Vorderfläche **401** und die Rückfläche **402** des einkristallinen Si-Substrats **400** gerichtet sind, und anschließend das Ätzen des einkristallinen Si-Substrats **400** von der Vorderfläche **401** mit einer wässrigen TMAH-Lösung umfassen.

[0088] Der zweite Prozess umfasst das Bilden des Deckels **6a** durch miteinander Verbinden des Abstandshalters **4** und der Abdeckung **5** (Fig. 7B). Insbesondere wird der Deckel **6a** durch direktes Verbinden des Abstandshalters **4** und der Abdeckung **5** durch anodisches Verbinden gebildet. Beim anodischen Verbinden sind z.B. unter einer Vakuumatmosphäre ein Randbereich des Durchgangslochs **41** in dem Abstandshalterkörper **40** und ein Randbereich der Abdeckung **5** in einem direkten Kontakt miteinander und eine vorgegebene Gleichspannung wird an ein Laminat aus dem Abstandshalter **4** und der Abdeckung **5** angelegt, so dass der Abstandshalter **4**

ein höheres Potenzial aufweist und die Abdeckung **5** ein niedrigeres Potenzial aufweist. Die vorgegebene Gleichspannung kann z.B. 600 V betragen. Das anodische Verbinden kann z.B. das Erwärmen des Laminats aus dem Abstandshalter **4** und der Abdeckung **5** bei einer vorgegebenen Verbindungstemperatur und das Anlegen der vorgegebenen Gleichspannung an das Laminat für einen vorgegebenen Zeitraum, während dieses erwärmt wird, und das Vermindern der Temperatur des Laminats umfassen. Die Verbindungstemperatur kann z.B. 400 °C umfassen.

[0089] Der erste Prozess und der zweite Prozess, die vorstehend genannt worden sind, werden vorzugsweise auf dem Waferniveau durchgeführt. Insbesondere ist es in dem ersten Prozess bevorzugt, dass eine Mehrzahl von Abstandshaltern **4**, die auf einem ersten Wafer ausgebildet sind, als Basis für das einkristalline Si-Substrat **400** dient. In dem zweiten Prozess kann das Bilden des Deckels **6a** z.B. das Verbinden des ersten Wafers, der mit der Mehrzahl von Abstandshaltern **4** ausgestattet ist, mit einem zweiten Wafer, der als Basis für eine Mehrzahl von Abdeckungen **5** dient, auf dem Waferniveau und das Aufteilen derselben in eine Mehrzahl von Deckeln **6a** umfassen.

[0090] Der dritte Prozess umfasst das Bilden einer ersten AuSn-Schicht **71**, einer zweiten AuSn-Schicht **72** und einer dritten AuSn-Schicht **73**, die als Basen für die erste Verbindung **61**, die zweite Verbindung **62** bzw. die dritte Verbindung **63** dienen, auf dem Montagesubstrat **2a** (**Fig. 7C**). Insbesondere umfasst der dritte Prozess das Bilden der ersten AuSn-Schicht **71**, der zweiten AuSn-Schicht **72** und der dritten AuSn-Schicht **73**, so dass sie auf die Vorderfläche **211** des ersten Leiters **21**, die Vorderfläche **212** des zweiten Leiters **22** bzw. die Vorderfläche **231** der ersten Verbindungsmetallschicht **23** des Montagesubstrats **2a** gerichtet sind. Die erste AuSn-Schicht **71**, die zweite AuSn-Schicht **72** und die dritte AuSn-Schicht **73** können z.B. durch Aufdampfen, Plattieren oder dergleichen hergestellt werden.

[0091] In dem dritten Prozess werden die erste AuSn-Schicht **71**, die zweite AuSn-Schicht **72** und die dritte AuSn-Schicht **73** so eingestellt, dass sie die gleiche Dicke aufweisen. Die Fläche einer Vorderfläche der ersten AuSn-Schicht **71** wird so eingestellt, dass sie kleiner ist als die Fläche einer Vorderfläche **311** (vgl. die **Fig. 6**) der ersten Elektrode **31**. Ferner wird die Fläche einer Vorderfläche der zweiten AuSn-Schicht **72** so eingestellt, dass sie kleiner ist als die Fläche der Vorderfläche **321** (vgl. die **Fig. 6**) der zweiten Elektrode **32**. Ferner wird die Fläche einer Vorderfläche der dritten AuSn-Schicht **73** so eingestellt, dass sie kleiner ist als die Fläche der Vorderfläche **231** (vgl. die **Fig. 7C** und die **Fig. 8**) der ersten Verbindungsmetallschicht **23**.

[0092] Die Dicken der ersten AuSn-Schicht **71** und der zweiten AuSn-Schicht **72** werden um eine vorgegebene Dicke (α) größer eingestellt als die Summe ($H1 + H2$) des Vorwölbungsmaßes **H1** (vgl. die **Fig. 6**) der Vorwölbungsstruktur **36** des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** und eines Werts **H2** (vgl. die **Fig. 6**) des Niveauunterschieds zwischen der zweiten Elektrode **32** und der ersten Elektrode **31** in der Dickenrichtung des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3**. Insbesondere sind die Dicken der ersten AuSn-Schicht **71** und der zweiten AuSn-Schicht **72** gleich $H1 + H2 + \alpha$. Wenn beispielsweise $H1$ 1 μm beträgt und $H2$ 1 μm beträgt, werden die Dicken der ersten AuSn-Schicht **71** und der zweiten AuSn-Schicht **72** auf etwa 3 μm eingestellt. In diesem Fall beträgt „ α “ 1 μm . Diese Zahlenwerte sind lediglich Beispiele und können folglich auf der Basis der Struktur und dergleichen des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** in einer geeigneten Weise verändert werden. Die erste AuSn-Schicht **71** und die zweite AuSn-Schicht **72** können vorzugsweise derart auf Zentren von Bereichen des Montagesubstrats **2a** ausgebildet werden, dass sie auf die erste Elektrode **31** bzw. die zweite Elektrode **32** gerichtet sind. Die zweite AuSn-Schicht **72** wird so auf der Vorderfläche **212** des zweiten Leiters **22** angeordnet, dass sie innerhalb eines vertikalen Vorwölbungsbereichs der Vorwölbungsstruktur **36** vorliegt und von einer äußeren Begrenzung des vertikalen Vorwölbungsbereichs getrennt ist. Der vertikale Vorwölbungsbereich der Vorwölbungsstruktur **36** steht für einen Vorwölbungsbereich in der Dickenrichtung der Vorwölbungsstruktur **36**. Mit anderen Worten, der vertikale Vorwölbungsbereich der Vorwölbungsstruktur **36** steht für einen vertikalen Vorwölbungsbereich der Vorwölbungsstruktur **36** auf einer Ebene senkrecht zur Dickenrichtung der Vorwölbungsstruktur **36**.

[0093] Das AuSn zur Bildung der ersten AuSn-Schicht **71** und der zweiten AuSn-Schicht **72** kann vorzugsweise ein Zusammensetzungsverhältnis von Au aufweisen, das kleiner ist als dasjenige der eutektischen Zusammensetzung (70 Atom-% Au, 30 Atom-% Sn), und es kann z.B. eine Zusammensetzung aufweisen (z.B. 60 Atom-% Au, 40 Atom-% Sn), die ein Schmelzen bei einer Temperatur ermöglicht, die gleich oder höher als 300 °C und niedriger als 400 °C ist.

[0094] Der dritte Prozess kann vorzugsweise das Bilden der ersten Barrierschicht **81**, der zweiten Barrierschicht **82** und der dritten Barrierschicht **83** zwischen dem ersten Leiter **21**, dem zweiten Leiter **22** und der ersten Verbindungsmetallschicht **23** und der ersten AuSn-Schicht **71**, der zweiten AuSn-Schicht **72** bzw. der dritten AuSn-Schicht **73** umfassen. Die erste Barrierschicht **81**, die zweite Barrierschicht **82** und die dritte Barrierschicht **83** dienen als Diffusionsbarrierschichten für Variationen der Zusammensetzung von AuSn aufgrund einer Dif-

fusion von Metall (z.B. Sn) zwischen der ersten AuSn-Schicht **71**, der zweiten AuSn-Schicht **72** und der dritten AuSn-Schicht **73** und dem ersten Leiter **21**, dem zweiten Leiter **22** bzw. der ersten Verbindungsmetallschicht **23**. Beispiele für Materialien der ersten Barrierschicht **81**, der zweiten Barrierschicht **82** und der dritten Barrierschicht **83** können Pt sowie Pd umfassen. In dem dritten Prozess sind die erste Barrierschicht **81**, die zweite Barrierschicht **82** und die dritte Barrierschicht **83** so eingestellt, dass sie die gleiche Dicke aufweisen. Die Dicken der ersten Barrierschicht **81**, der zweiten Barrierschicht **82** und der dritten Barrierschicht **83** können vorzugsweise etwa 0,2 µm betragen. Die erste Barrierschicht **81**, die zweite Barrierschicht **82** und die dritte Barrierschicht **83** können z.B. durch Aufdampfen, Plattieren oder dergleichen hergestellt werden.

[0095] Der dritte Prozess kann ferner vorzugsweise das Bilden einer ersten Au-Schicht **91**, einer zweiten Au-Schicht **92** und der dritten Au-Schicht **93** auf der ersten AuSn-Schicht **71**, der zweiten AuSn-Schicht **72** bzw. der dritten AuSn-Schicht **73** umfassen. Die erste Au-Schicht **91**, die zweite Au-Schicht **92** und die dritte Au-Schicht **93** sind zum Unterdrücken einer Oxidation von Sn in der ersten AuSn-Schicht **71**, der zweiten AuSn-Schicht **72** bzw. der dritten AuSn-Schicht **73** bereitgestellt. Die Dicken der ersten Au-Schicht **91**, der zweiten Au-Schicht **92** und der dritten Au-Schicht **93** können vorzugsweise ausreichend geringer sein als die Dicken der ersten AuSn-Schicht **71**, der zweiten AuSn-Schicht **72** und der dritten AuSn-Schicht **73** und können vorzugsweise gleich oder kleiner als z.B. 0,15 µm sein. Die Dicken der ersten Au-Schicht **91**, der zweiten Au-Schicht **92** und der dritten Au-Schicht **93** müssen ein Verbinden des ersten Leiters **21**, des zweiten Leiters **22** und der ersten Verbindungsmetallschicht **23** mit der ersten Elektrode **31**, der zweiten Elektrode **32** bzw. der zweiten Verbindungsmetallschicht **43** aufgrund einer Wärmediffusion von Au in die erste AuSn-Schicht **71**, die zweite AuSn-Schicht **72** und die dritte AuSn-Schicht **73** ermöglichen, wenn die erste AuSn-Schicht **71**, die zweite AuSn-Schicht **72** und die dritte AuSn-Schicht **73** geschmolzen werden. Die Dicken der ersten Au-Schicht **91**, der zweiten Au-Schicht **92** und der dritten Au-Schicht **93** können vorzugsweise in einem Bereich von z.B. etwa 0,05 µm bis 0,15 µm liegen. Die erste Au-Schicht **91**, die zweite Au-Schicht **92** und die dritte Au-Schicht **93** können z.B. durch Aufdampfen, Plattieren oder dergleichen hergestellt werden. Nachstehend wird ein laminiertes Film aus der ersten Barrierschicht **81**, der ersten AuSn-Schicht **71** und der ersten Au-Schicht **91** als erste Verbindungsschicht **101** bezeichnet und ein laminiertes Film aus der zweiten Barrierschicht **82**, der zweiten AuSn-Schicht **72** und der zweiten Au-Schicht **92** wird als zweite Verbindungsschicht **102** bezeichnet. Ferner wird nachstehend ein laminiertes Film aus der dritten Barrierschicht **83**, der dritten AuSn-Schicht **73** und der

dritten Au-Schicht **93** als dritte Verbindungsschicht **103** bezeichnet. Die erste Verbindungsschicht **101** muss mindestens die erste AuSn-Schicht **71** umfassen und es kann daher ein laminiertes Film oder ein Einschichtfilm sein. Die zweite Verbindungsschicht **102** muss mindestens die zweite AuSn-Schicht **72** umfassen und es kann daher ein laminiertes Film oder ein Einschichtfilm sein. Die dritte Verbindungsschicht **103** muss mindestens die dritte AuSn-Schicht **73** umfassen und es kann daher ein laminiertes Film oder ein Einschichtfilm sein.

[0096] Der vierte Prozess umfasst einen ersten und zweiten Schritt zum Montieren des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** auf dem Montagesubstrat **2a** (Fig. **7D**) und anschließend einen dritten und vierten Schritt zum Verbinden des Deckels **6a** mit dem Montagesubstrat **2a** (Fig. **7E**). Dadurch kann in dem Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** die lichtemittierende Vorrichtung **1a** erhalten werden. In dem vierten Prozess wird eine Verbindungsvorrichtung verwendet. Insbesondere werden in dem vierten Prozess der erste Schritt, der zweite Schritt, der dritte Schritt und der vierte Schritt nacheinander mit einer einzelnen Verbindungsvorrichtung durchgeführt. Wenn der Deckel **6a** als ein Chip betrachtet wird, der eine von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** verschiedene Größe aufweist, kann die Verbindungsvorrichtung als Chipbondvorrichtung oder als Flip-Chip-Bondvorrichtung betrachtet werden.

[0097] Die Verbindungsvorrichtung umfasst z.B. einen ersten Ansaughalter, einen zweiten Ansaughalter, einen Tisch, eine erste Heizeinrichtung, eine zweite Heizeinrichtung und einen Verbindungsraum. Der erste Ansaughalter ist eine erste Aufnahme zum Halten des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** durch Ansaugen. Der zweite Ansaughalter ist eine zweite Aufnahme zum Halten des Deckels **6a** durch Ansaugen. Der Tisch hält das Montagesubstrat **2a**. Die erste Heizeinrichtung ist für den Tisch zum Erwärmen des Montagesubstrats **2a** bereitgestellt. Die zweite Heizeinrichtung ist an einem Halter zum Halten von einem, ausgewählt aus dem ersten Ansaughalter und dem zweiten Ansaughalter, zum Erwärmen eines Chips montiert. In der Verbindungsvorrichtung kann anstelle des Halters, der die zweite Heizeinrichtung nicht umfasst, jede der ersten Aufnahme und der zweiten Aufnahme die zweite Heizeinrichtung umfassen. Der vorstehend genannte Chip steht für das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3**, das von dem ersten Ansaughalter durch Ansaugen gehalten wird, oder den Deckel **6a**, der durch den zweiten Ansaughalter durch Ansaugen gehalten wird. Der Verbindungsraum nimmt den Tisch auf und dient als Behandlungsraum zum Durchführen eines Verbindens des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** und des Deckels **6a** mit dem Montagesubstrat **2a** auf dem Tisch. Die Atmosphäre innerhalb des Ver-

bindungsraums kann gemäß einer vorgegebenen Atmosphäre innerhalb des Gehäuses **7a** in einer geeigneten Weise eingestellt werden. In dem Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** der vorliegenden Ausführungsform kann die Atmosphäre innerhalb des Verbindungsraums z.B. eine N₂-Gasatmosphäre sein. In der Verbindungsvorrichtung weist der Verbindungsraum einen offenen Zugang auf und Gegenstände, wie z.B. das Montagesubstrat **2a**, der erste Ansaughalter und der zweite Ansaughalter, werden durch den Zugang in den Verbindungsraum eingebracht oder aus diesem entnommen, während N₂-Gas von außen durch den Zugang in den Verbindungsraum zugeführt wird. Somit kann diese Verbindungsvorrichtung verglichen mit einem Aufbau, bei dem ein Verbinden innerhalb einer Vakuumkammer durchgeführt wird, gesenkte Herstellungskosten aufweisen.

[0098] Wie es in der **Fig. 8** gezeigt ist, umfasst der erste Schritt das Anordnen des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** und des Montagesubstrats **2a** derart, dass sie aufeinander zu gerichtet sind. Der Ausdruck „Anordnen des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** und des Montagesubstrats **2a** derart, dass sie aufeinander zu gerichtet sind“ steht für das Anordnen des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** und des Montagesubstrats **2a** derart, dass sie so aufeinander zu gerichtet sind, dass die erste Elektrode **31** und die zweite Elektrode **32** des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** auf den ersten Leiter **21** bzw. den zweiten Leiter **22** des Montagesubstrats **2a** gerichtet sind.

[0099] In dem ersten Schritt werden die erste Elektrode **31** und die zweite Elektrode **32** des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3**, das durch den ersten Ansaughalter durch Ansaugen gehalten wird, auf den ersten Leiter **21** bzw. den zweiten Leiter **22** des Montagesubstrats **2a** gerichtet. Insbesondere wird in dem ersten Schritt die erste Elektrode **31** auf die erste AuSn-Schicht **71** auf der Vorderfläche **211** des ersten Leiters **21** gerichtet und die zweite Elektrode **32** wird auf die zweite AuSn-Schicht **72** auf der Vorderfläche **212** des zweiten Leiters **22** gerichtet.

[0100] Der zweite Schritt umfasst das Verbinden der ersten Elektrode **31** und der zweiten Elektrode **32** des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** mit dem ersten Leiter **21** und dem zweiten Leiter **22** des Montagesubstrats **2a** mit der ersten AuSn-Schicht **71** bzw. der zweiten AuSn-Schicht **72**. Die erste Verbindung **61** ist nicht auf eine Verbindung beschränkt, die nur aus AuSn hergestellt ist. Die erste Verbindung **61** kann einen aus AuSn hergestellten Teil sowie die erste Barrierschicht **81** umfassen. Die zweite Verbindung **62** ist nicht auf eine Verbindung beschränkt, die nur aus AuSn hergestellt ist. Die zweite Verbindung **62** kann einen aus AuSn hergestellten Teil sowie die zweite Barrierschicht **82** umfassen.

[0101] Der vorstehend genannte zweite Schritt umfasst das Schmelzen der ersten AuSn-Schicht **71** und der zweiten AuSn-Schicht **72**, während ein geeignetes Erwärmen und Pressen bei einer Bedingung durchgeführt wird, bei der die erste Elektrode **31** und die zweite Elektrode **32** des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** auf der ersten Verbindungsschicht **101** und der zweiten Verbindungsschicht **102** des Montagesubstrats **2a** so angeordnet sind, dass sie jeweils damit in Kontakt sind. Wenn die erste AuSn-Schicht **71** geschmolzen wird, diffundiert Au in geschmolzenem AuSn von der ersten Au-Schicht **91** und dies kann zu einer Zunahme des Au-Zusammensetzungsverhältnisses des geschmolzenen AuSn führen. Ferner diffundiert dann, wenn die zweite AuSn-Schicht **72** geschmolzen wird, Au in geschmolzenem AuSn von der zweiten Au-Schicht **92** und dies kann zu einer Zunahme des Au-Zusammensetzungsverhältnisses des geschmolzenen AuSn führen.

[0102] In dem zweiten Schritt wird das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** so gepresst, dass die Vorwölbungsstruktur **36** mit dem zweiten Leiter **22** in Kontakt kommt, nachdem die erste AuSn-Schicht **71** und die zweite AuSn-Schicht **72** geschmolzen sind. Dadurch wird geschmolzenes AuSn nach unten gedrückt, so dass es sich seitlich ausbreitet, und folglich wird der Raum **9** mit dem geschmolzenen AuSn gefüllt. Danach erstarrt das geschmolzene AuSn durch Abkühlen.

[0103] Der zweite Schritt kann das Erwärmen des Montagesubstrats **2a** nur mit der ersten Heizeinrichtung umfassen, kann jedoch zusätzlich das Erwärmen des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** mit der zweiten Heizeinrichtung umfassen. Unter Berücksichtigung des Verbindungsvermögens zwischen dem Montagesubstrat **2a** und dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** kann der zweite Schritt vorzugsweise das Erwärmen mit der ersten Heizeinrichtung und der zweiten Heizeinrichtung umfassen. Ferner umfasst der zweite Schritt das Durchführen eines Pressens durch Ausüben eines geeigneten Drucks. Der Druck kann z.B. vorzugsweise in einem Bereich von 0,1 bis 1 kg/cm² pro einem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** eingestellt werden. Die Zeitdauer des Ausübens von Druck kann z.B. vorzugsweise in einem Bereich von 0,1 bis 1 Sekunde (n) eingestellt werden. Der zweite Schritt kann vorzugsweise unter einer N₂-Gasatmosphäre durchgeführt werden.

[0104] Die erste AuSn-Schicht **71** und die zweite AuSn-Schicht **72** können vorzugsweise Schmelztemperaturen aufweisen, die niedriger sind als die Wärmebeständigkeitstemperatur des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3**. Die erste AuSn-Schicht **71** und die zweite AuSn-Schicht **72** können vorzugsweise z.B. aus AuSn mit einem Au-Zusam-

mensetzungsverhältnis hergestellt sein, das kleiner ist als dasjenige der eutektischen Zusammensetzung (70 Atom-% Au, 30 Atom-% Sn), und das eine Zusammensetzung (z.B. 60 Atom-% Au, 40 Atom-% Sn) aufweist, die bei einer Temperatur schmilzt, die gleich oder höher als 300 °C und niedriger als 400 °C ist.

[0105] Es sollte beachtet werden, dass das Volumen der zweiten Verbindungsschicht **102**, die durch den dritten Prozess gebildet worden ist, vorzugsweise auf das Volumen des Raums **9** eingestellt wird, so dass verhindert wird, dass AuSn zur Bildung der zweiten Verbindung **62** von dem Raum **9** nach außen vorragt.

[0106] In dem zweiten Schritt des vierten Prozesses werden unter einer Bedingung, bei der die erste AuSn-Schicht **71** und die zweite AuSn-Schicht **72** geschmolzen werden, das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** und das Montagesubstrat **2a** durch nach unten Drücken von geschmolzenem AuSn, so dass die Vorwölbungsstruktur **36** des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** mit der Vorderfläche **212** des zweiten Leiters **22** in Kontakt gebracht wird, miteinander verbunden. Folglich kann in dem zweiten Schritt des vierten Prozesses ein unvollständiges Verbinden zwischen der ersten Elektrode **31** und dem ersten Leiter **21** unterdrückt werden.

[0107] Gemäß dem zweiten Schritt des vierten Prozesses ist die Vorwölbungsstruktur **36** mit dem zweiten Leiter **22** in Kontakt, die erste Elektrode **31** und der erste Leiter **21** werden mit der aus AuSn hergestellten ersten Verbindung **61** verbunden und die zweite Elektrode **32** und der zweite Leiter **22** werden mit der aus AuSn hergestellten ersten Verbindung **62** verbunden. Daher ist in dem Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** die zweite Verbindung **62** zum Auffüllen des Raums **9** ausgebildet, der durch die zweite Elektrode **32**, die Vorwölbungsstruktur **36** und den zweiten Leiter **22** umgeben ist. Daher ist es in dem Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** möglich, die Bildung eines Kurzschlusses zwischen der ersten Elektrode **31** und der zweiten Elektrode **32** aufgrund von AuSn zu unterdrücken. Zusätzlich kann das Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** die lichtemittierende Vorrichtung **1a** erzeugen, bei welcher der Wärmewiderstand zwischen dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** und dem Montagesubstrat **2a** vermindert ist und individuelle Unterschiede bei dem Wärmewiderstand vermindert sind.

[0108] Es sollte beachtet werden, dass in dem zweiten Schritt des vierten Prozesses der Druck vorzugsweise so ausgeübt werden kann, dass die gesamte oberste Oberfläche der Vorwölbungsstruktur **36** mit der Vorderfläche **212** des zweiten Leiters **22** in Kontakt ist. In dem zweiten Schritt des vierten Prozesses kann es jedoch manchmal aufgrund einer Differenz

zwischen der Ebenheit der obersten Oberfläche der Vorwölbungsstruktur **36** und der Ebenheit der Vorderfläche **212** des zweiten Leiters **22** schwierig sein, die gesamte oberste Oberfläche der Vorwölbungsstruktur **36** mit der Vorderfläche **212** des zweiten Leiters **22** in Kontakt zu bringen. In diesen Fällen ist ein Teil der obersten Oberfläche der Vorwölbungsstruktur **36** mit der Vorderfläche **212** des zweiten Leiters **22** in Kontakt und es kann eine dünne AuSn-Schicht, die aus AuSn hergestellt ist, vorliegen, die bei der Herstellung in einen Spalt zwischen dem verbleibenden Teil der obersten Oberfläche der Vorwölbungsstruktur **36** und der Vorderfläche **212** des zweiten Leiters **22** eindringt. Zusammenfassend kann in der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** die Vorwölbungsstruktur **36** teilweise mit der Vorderfläche **212** des zweiten Leiters **22** in Kontakt sein, mit der Maßgabe, dass die Parallelität des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** zu dem Montagesubstrat **2a** innerhalb eines gewünschten Bereichs liegt. In dem zweiten Schritt des vierten Prozesses kann das Erhöhen des ausgeübten Drucks Einflüsse aufgrund eines Unterschieds zwischen der Ebenheit der obersten Oberfläche der Vorwölbungsstruktur **36** und der Ebenheit der Vorderfläche **212** des zweiten Leiters **22** vermindern, wodurch die Kontaktfläche zwischen der Vorwölbungsstruktur **36** und dem zweiten Leiter **22** erhöht wird. Ferner kann in dem zweiten Schritt des vierten Prozesses, wenn die Vorwölbungsstruktur **36** z.B. aus Metall hergestellt ist, das Erhöhen des ausgeübten Drucks die Form der Vorwölbungsstruktur **36** verändern, wie wenn die Vorwölbungsstruktur **36** zusammengedrückt wird, wodurch die Kontaktfläche zwischen der Vorwölbungsstruktur **36** und dem zweiten Leiter **22** erhöht wird.

[0109] In dem Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** kann der vorstehend genannte dritte Prozess vorzugsweise das Bilden der ersten Au-Schicht **91** und der zweiten Au-Schicht **92** auf der ersten AuSn-Schicht **71** bzw. der zweiten AuSn-Schicht **72** umfassen. Dadurch kann in dem Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** eine Oxidation von Sn in der ersten AuSn-Schicht **71** und der zweiten AuSn-Schicht **72** vor dem vierten Prozess unterdrückt werden und dadurch kann das Verbindungsvermögen zwischen dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** und dem Montagesubstrat **2a** verbessert werden. Das Verbindungsvermögen kann z.B. durch die Chipscherkraft bewertet werden. Die Chipscherkraft wird als Kraft gemessen, die zum Ablösen des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3**, das mit dem Montagesubstrat **2a** verbunden ist, durch Drücken desselben in einer Richtung parallel zu einer Verbindungsebene dazwischen erforderlich ist. Die Chipscherkraft kann z.B. mit einer Vorrichtung wie einem Chipscherprüfgerät gemessen werden.

[0110] Der dritte Schritt des vierten Prozesses umfasst das Anordnen der zweiten Verbindungsmetallschicht **43** des Deckels **6a**, der durch den zweiten Ansaughalter durch Ansaugen gehalten wird, so dass sie auf die erste Verbindungsmetallschicht **23** des Montagesubstrats **2a** gerichtet ist. Insbesondere ist in dem dritten Schritt die zweite Verbindungsmetallschicht **43** auf die dritte AuSn-Schicht **73** auf der Vorderfläche **231** der ersten Verbindungsmetallschicht **23** gerichtet.

[0111] Der vierte Schritt umfasst ferner das Verbinden der zweiten Verbindungsmetallschicht **43** des Deckels **6a** mit der ersten Verbindungsmetallschicht **23** des Montagesubstrats **2a** mit der dritten AuSn-Schicht **73**. Die dritte Verbindung **63** ist nicht darauf beschränkt, dass sie nur aus AuSn hergestellt ist. Die dritte Verbindung **63** kann einen Teil, der aus AuSn hergestellt ist, sowie die dritte Barrierschicht **83** umfassen.

[0112] Der vorstehend genannte vierte Schritt umfasst das Schmelzen der dritten AuSn-Schicht **73**, während ein geeignetes Erwärmen und Pressen unter einer Bedingung durchgeführt wird, bei der die zweite Verbindungsmetallschicht **43** des Deckels **6a** auf der dritten Verbindungsschicht **103** des Montagesubstrats **2a** angeordnet ist, so dass sie damit in Kontakt ist. Wenn die dritte AuSn-Schicht **73** geschmolzen wird, diffundiert Au von der dritten Au-Schicht **93** in geschmolzenes AuSn und dies kann zu einer Erhöhung des Au-Zusammensetzungsverhältnisses des geschmolzenen AuSn führen. In dem vierten Schritt wird der Deckel **6a** gepresst, nachdem die dritte AuSn-Schicht **73** geschmolzen ist. Dadurch wird geschmolzenes AuSn nach unten gedrückt, so dass es sich seitlich ausbreitet, und danach erstarrt es durch Abkühlen.

[0113] Der vierte Schritt kann das Erwärmen des Montagesubstrats **2a** nur mit der ersten Heizeinrichtung umfassen, kann jedoch zusätzlich das Erwärmen des Deckels **6a** mit der zweiten Heizeinrichtung umfassen. Unter Berücksichtigung des Verbindungsvermögens zwischen dem Montagesubstrat **2a** und dem Deckel **6a** kann der vierte Schritt vorzugsweise das Erwärmen mit der ersten Heizeinrichtung und der zweiten Heizeinrichtung umfassen. Ferner umfasst der vierte Schritt das Durchführen eines Pressens durch Ausüben eines geeigneten Drucks. Der Druck kann z.B. vorzugsweise in einem Bereich von 0,1 bis 1 kg/cm² pro einem Deckel **6a** eingestellt werden. Die Zeitdauer des Ausübens von Druck kann z.B. vorzugsweise in einem Bereich von 0,1 bis 1 Sekunde(n) eingestellt werden. Der vierte Schritt kann vorzugsweise unter einer N₂-Gasatmosphäre durchgeführt werden.

[0114] In dem Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** kann bei dem dritten Pro-

zess die dritte Verbindungsschicht **103** vorzugsweise auf dem Montagesubstrat **2a** ausgebildet werden. Daher kann das Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** im Gegensatz zu einem Fall erleichtert werden, bei dem die dritte Verbindungsschicht **103** auf dem Deckel **6a** ausgebildet wird.

[0115] Das vorstehend beschriebene Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** der vorliegenden Ausführungsform umfasst das Bilden des Deckels **6a** durch Verbinden des Abstandshalters **4** und der Abdeckung **5** miteinander und anschließend das Verbinden der ersten Elektrode **31** und der zweiten Elektrode **32** des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** und der zweiten Verbindungsmetallschicht **43** des Deckels **6a** mit dem ersten Leiter **21**, dem zweiten Leiter **22** und der ersten Verbindungsmetallschicht **23** des Montagesubstrats **2a** mit der ersten AuSn-Schicht **71**, der zweiten AuSn-Schicht **72** bzw. der dritten AuSn-Schicht **73**. Daher kann das Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** der vorliegenden Ausführungsform vorteilhafte Effekte des Verbesserns der Zuverlässigkeit und des Senkens der Herstellungskosten bereitstellen.

[0116] Das Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** ist als Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** definiert, welche die folgenden Komponenten aufweist.

[0117] Die lichtemittierende Vorrichtung **1a** umfasst: Das Montagesubstrat **2a**, das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3**, das auf dem Montagesubstrat **2a** montiert ist, und den Deckel **6a**, der auf dem Montagesubstrat **2a** angeordnet ist und die Aussparung **663** zum Aufnehmen des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** umfasst. Das Montagesubstrat **2a** umfasst den Träger **20a** und umfasst ferner den ersten Leiter **21**, den zweiten Leiter **22** und die erste Verbindungsmetallschicht **23**, die auf dem Träger **20a** gestützt sind. Der erste Leiter **21** und der zweite Leiter **22** sind so angeordnet, dass sie derart auf die Vorderfläche **201** des Trägers **20a** gerichtet sind, dass sie auf die Unterseite **664** der Aussparung **663** des Deckels **6a** gerichtet sind. Der Deckel **6a** umfasst den Deckelkörper **660**, der die Vorderfläche **661** und die Rückfläche **662** aufweist und der mit der Aussparung **663** in der Rückfläche **662** versehen ist, und die zweite Verbindungsmetallschicht **43**, die derart auf der Rückfläche **662** des Deckelkörpers **660** an dem Randbereich der Aussparung **663** angeordnet ist, dass sie auf die erste Verbindungsmetallschicht **23** gerichtet ist. Der Deckel **6a** umfasst ferner den Ultraviolettlicht-durchlässigen Teil **666** zwischen der Vorderfläche **661** des Deckelkörpers **660** und der Unterseite **664** der Aussparung **663** und mindestens der Ultraviolettlicht-durchlässige Teil **666** ist aus Glas zum Durchlassen von Ultraviolett-

licht hergestellt, das von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** emittiert wird. Das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** umfasst die erste Elektrode **31** und die zweite Elektrode **32**, und die erste Elektrode **31** und die zweite Elektrode **32** sind so angeordnet, dass sie auf die Oberfläche in der Dickenrichtung des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** gerichtet sind.

[0118] Das Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** umfasst die Schritte: Bilden des Deckels **6a** und anschließend Verbinden der ersten Elektrode **31** und der zweiten Elektrode **32** des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** und der zweiten Verbindungsmetallschicht **43** des Deckels **6a** mit dem ersten Leiter **21**, dem zweiten Leiter **22** und der ersten Verbindungsmetallschicht **23** des Montagesubstrats **2a** mit der ersten AuSn-Schicht **71**, der zweiten AuSn-Schicht **72** bzw. der dritten AuSn-Schicht **73**. Die erste AuSn-Schicht **71**, die zweite AuSn-Schicht **72** und die dritte AuSn-Schicht **73** werden zusammen mit dem gleichen Prozess auf/über dem Montagesubstrat **2a** gebildet. Daher kann das Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** vorteilhafte Effekte des Verbesserns der Zuverlässigkeit und des Senkens der Herstellungskosten bereitstellen. In dem Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** können die erste AuSn-Schicht **71**, die zweite AuSn-Schicht **72** sowie die dritte AuSn-Schicht **73** zusammen direkt oder indirekt auf dem Montagesubstrat **2a** durch den gleichen Prozess gebildet werden und dies kann zu einer Senkung der Herstellungskosten führen.

[0119] In dem Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** wird ein erster Verbindungsprozess zum Verbinden der ersten Elektrode **31** und der zweiten Elektrode **32** des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** mit dem ersten Leiter **21** und dem zweiten Leiter **22** des Montagesubstrats **2a** mit der ersten AuSn-Schicht **71** bzw. der zweiten AuSn-Schicht **72** durchgeführt. In dem Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** wird ein zweiter Verbindungsprozess nach dem ersten Verbindungsprozess zum Verbinden der zweiten Verbindungsmetallschicht **43** des Deckels **6a** mit der ersten Verbindungsmetallschicht **23** des Montagesubstrats **2a** mit der dritten AuSn-Schicht **73** durchgeführt. In dem Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** können der erste Verbindungsprozess und der zweite Verbindungsprozess vorzugsweise nacheinander in einem Verbindungsraum einer einzelnen Verbindungsvorrichtung durchgeführt werden. Daher kann das Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** vorteilhafte Effekte des Senkens der Herstellungskosten bereitstellen.

[0120] Es sollte beachtet werden, dass die lichtemittierende Vorrichtung **1a** vorzugsweise eine Zener-

Diode umfassen kann, die antiparallel mit dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** verbunden ist. In diesem Fall kann die Beständigkeit der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** gegen statische Elektrizität verbessert werden. Zusammenfassend kann die lichtemittierende Vorrichtung **1a** einen Isolationszusammenbruch des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** aufgrund von statischer Elektrizität unterdrücken. Die Zener-Diode kann z.B. vorzugsweise so auf dem Montagesubstrat **2a** montiert sein, dass sie sich innerhalb des Gehäuses **7a** befindet. Die Zener-Diode kann vorzugsweise eine Chipgröße aufweisen, die geringer ist als eine Chipgröße des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3**. Die Zener-Diode kann vorzugsweise auf dem Montagesubstrat **2a** durch eine Flip-Chip-Montage mit AuSn in einer entsprechenden Weise wie das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** montiert werden. In diesem Fall wird in dem Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** ein Montagesubstrat, das mit einem dritten Leiter und einem vierten Leiter zur Montage der Zener-Diode versehen ist, als Montagesubstrat **2a** hergestellt. Der dritte Prozess umfasst ferner das Bilden einer vierten Verbindungsschicht, die eine vierte AuSn-Schicht umfasst, und einer fünften Verbindungsschicht, die eine fünfte AuSn-Schicht umfasst, auf einer Vorderfläche des dritten Leiters bzw. einer Vorderfläche des vierten Leiters. Der vierte Prozess kann ferner zwischen dem zweiten Schritt und dem dritten Schritt oder vor dem ersten Schritt das Montieren der Zener-Diode auf dem Montagesubstrat **2a** durch eine Flip-Chip-Montage mit der vorstehend genannten Verbindungsvorrichtung umfassen.

[0121] Die Fig. 10 ist eine schematische Draufsicht einer lichtemittierenden Vorrichtung **1b** der ersten Modifizierung. Die lichtemittierende Vorrichtung **1b** der ersten Modifizierung unterscheidet sich dadurch, dass sie ein Montagesubstrat **2b**, auf dem eine Mehrzahl von Ultraviolettlicht-emittierenden Elementen **3** montiert ist, anstatt des Montagesubstrats **2a** umfasst. Es sollte beachtet werden, dass Komponenten, die der lichtemittierenden Vorrichtung **1b** und der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** gemeinsam sind, mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet werden, so dass überflüssige Erläuterungen vermieden werden.

[0122] In der lichtemittierenden Vorrichtung **1b** ist die Mehrzahl von Ultraviolettlicht-emittierenden Elementen **3** auf dem Montagesubstrat **2b** montiert. Die Mehrzahl von Ultraviolettlicht-emittierenden Elementen **3** kann vorzugsweise auf einem gedachten Kreis in regelmäßigen Abständen angeordnet sein. Die lichtemittierende Vorrichtung **1b** kann vorzugsweise eine Zener-Diode ZD zur Verbesserung der Beständigkeit gegen statische Elektrizität umfassen. Die Zener-Diode ZD kann vorzugsweise in der Mitte des vorstehend genannten gedachten Kreises angeordnet sein.

[0123] Die lichtemittierende Vorrichtung **1b** umfasst anstatt des Gehäuses **7a** der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** ein Gehäuse **7b**, das durch das Montagesubstrat **2b** und den Deckel **6a** ausgebildet ist.

[0124] In der lichtemittierenden Vorrichtung **1b** ist die Mehrzahl von Ultraviolettlicht-emittierenden Elementen **3** parallel miteinander verbunden. Alternativ kann die Mehrzahl von Ultraviolettlicht-emittierenden Elementen **3** in Reihe oder in Reihe-parallel miteinander verbunden sein.

[0125] Es sollte beachtet werden, dass das Dokument **1** offenbart, dass der Abstandshalter aus einem Siliziumsubstrat oder einem elektrisch isolierenden Harz hergestellt sein kann. Ferner offenbart das Dokument **1**, dass reflektierende Metallfilme aus Ag oder Al vorzugsweise auf Seitenoberflächen des Hohlraums ausgebildet sein können, so dass ausreichende Effekte der Reflexion von Licht durch die Seitenoberflächen des Hohlraums erreicht werden.

[0126] Zusätzlich wurde als lichtemittierende Vorrichtungen ein optoelektronisches Element vorgeschlagen, das einen Träger, einen optoelektronischen Halbleiterchip, bei dem es sich um eine lichtemittierende Diode bzw. Leuchtdiode handelt, die auf einer Hauptoberfläche des Trägers montiert ist, und ein optisches Bauteil umfasst, das auf dem Träger montiert ist (Dokument **3** [JP 2012-515441 A]). Der Träger ist ein Leiterplattensubstrat oder ein Keramiksubstrat. Das optische Bauteil umfasst einen Rahmen und eine Glasplatte. Der Rahmen ist aus Silizium hergestellt. Die Glasplatte lässt Strahlung durch, die von dem optoelektronischen Halbleiterchip emittiert wird.

[0127] In den Bereichen von lichtemittierenden Vorrichtungen zum Emittieren von Ultraviolettlicht kann es einen Bedarf zur Erhöhung der Abgabe von Ultraviolettlicht geben.

[0128] In einer anderen Hinsicht umfasst die vorstehend genannte lichtemittierende Vorrichtung **1a** die folgenden Komponenten.

[0129] Die lichtemittierende Vorrichtung **1a** umfasst das Montagesubstrat **2a**, das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3**, das auf dem Montagesubstrat **2a** montiert ist, den Abstandshalter **4**, der auf dem Montagesubstrat **2a** angeordnet ist und das Durchgangsloch **41** umfasst, so dass das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** freiliegt, und die Abdeckung **5**, die auf dem Abstandshalter **4** zum Abdecken des Durchgangslochs **41** des Abstandshalters **4** angeordnet ist. Das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** ist so ausgebildet, dass es Ultraviolettlicht mit einer Emissionspeakwellenlänge innerhalb eines Ultraviolettwellenlängenbereichs emittiert. Der Abstandshalter **4** umfasst den Abstandshalterkörper **40**, der

aus Si hergestellt ist. Das Durchgangsloch **41** ist in dem Abstandshalterkörper **40** ausgebildet. Das Durchgangsloch **41** weist eine Öffnungsfläche auf, die mit zunehmendem Abstand von dem Montagesubstrat **2a** nach und nach größer wird. Die Abdeckung **5** ist aus Glas hergestellt, das für Ultraviolettlicht durchlässig ist, das von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** emittiert wird. In der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** sind der Abstandshalter **4** und die Abdeckung **5** miteinander verbunden. Die lichtemittierende Vorrichtung **1a** mit einem solchen Aufbau kann vorteilhafte Effekte des Erhöehens der Abgabe von Ultraviolettlicht bereitstellen.

[0130] Das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** kann eine Emissionspeakwellenlänge in einem Ultraviolettwellenlängenbereich aufweisen. Die Emissionspeakwellenlänge muss nicht auf eine Wellenlänge beschränkt sein, die innerhalb des Wellenlängenbereichs von UV-C liegt, sondern sie kann in den Wellenlängenbereich von UV-B oder den Wellenlängenbereich von UV-A fallen. Der „Wellenlängenbereich von UV-B“ liegt z.B. im Bereich von 280 nm bis 315 nm auf der Basis der Klassifizierung der Wellenlänge von Ultraviolettlicht gemäß der Angaben durch die International Commission on Illumination (CIE). Der „Wellenlängenbereich von UV-A“ liegt z.B. im Bereich von 315 nm bis 400 nm auf der Basis der Klassifizierung der Wellenlänge von Ultraviolettlicht gemäß der Angaben durch die International Commission on Illumination.

[0131] Die vorliegenden Erfinder haben Experimente zur Messung der Reflexion einer Bewertungsprobe, die ein Si-Substrat umfasst, und zur Messung der Reflexion eines Al-Substrats durchgeführt. Die Bewertungsprobe ist eine Probe, die durch Bilden eines nativen Oxids mit einer Dicke von etwa 1 nm auf einer Oberfläche des Si-Substrats gemäß den gleichen Spezifikationen wie das einkristalline Si-Substrat **400** hergestellt worden ist. Die Reflexion wurde mit einem Spektrophotometer gemessen. Insbesondere wurde bezüglich der Reflexion der Bewertungsprobe Licht, das aufgrund von Ultraviolettlicht, das auf die Oberfläche der Bewertungsprobe (die Oberfläche des nativen Oxids) bei einem vorgegebenen Einfallswinkel auftrifft, von der Bewertungsprobe reflektiert wird, mit dem Spektrophotometer spektroskopisch gemessen. Bezüglich der Reflexion des Al-Substrats wurde Licht, das aufgrund von Ultraviolettlicht, das auf die Oberfläche des Al-Substrats bei einem vorgegebenen Einfallswinkel auftrifft, von dem Al-Substrat reflektiert wird, mit dem Spektrophotometer spektroskopisch gemessen.

[0132] Fig. 11A, Fig. 11B, Fig. 11C, Fig. 11D, Fig. 11E und Fig. 11F zeigen die Reflexion der Bewertungsprobe für Einfallswinkel von 5°, 15°, 25°, 35°, 45° und 55°. Ferner zeigen die Fig. 12A, Fig. 12B, Fig. 12C, Fig. 12D und Fig. 12E die Refle-

xion des Al-Substrats für Einfallswinkel von 15°, 25°, 35°, 45° und 55°.

[0133] Es wird bestätigt, dass die Bewertungsprobe eine Reflexion von 50 % oder mehr für Ultraviolettlicht mit einer Wellenlänge im Bereich von 220 nm bis 390 nm ungeachtet der Werte der Einfallswinkel aufweist und eine Reflexion von etwa 50 % für Ultraviolettlicht mit einer Wellenlänge von 400 nm aufweist. Es sollte beachtet werden, dass dann, wenn das Al-Substrat oxidiert wird, dessen Reflexion für Ultraviolettlicht im Wellenlängenbereich von UV-C zu einer Abnahme neigt. Dies kann darauf zurückzuführen sein, dass Aluminiumoxid eine Reflexion aufweist, die in dem Wellenlängenbereich von UV-C stark abnimmt und ein Aluminiumoxidfilm, der auf dem Al-Substrat ausgebildet ist, eine Verminderung der Reflexion als Ganzes (des Al-Substrats mit dem Aluminiumoxidfilm) verursacht. Umgekehrt kann die Entwicklung einer Oberflächenoxidation des Al-Substrats eine Verminderung der Reflexion für Ultraviolettlicht in dem Wellenlängenbereich von UV-C verursachen. Eine oxidative Korrosion des Al-Substrats entwickelt sich schneller als die Oxidation der Oberfläche des Si-Substrats. Somit kann empfohlen werden, bei der Anwendung von Al-Substraten und Al-Filmen auf die Reflexion von Ultraviolettlicht im Wellenlängenbereich von UV-C zu achten.

[0134] In der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** umfasst der Abstandshalter **4** den Abstandshalterkörper **40**, der aus Si hergestellt ist, und das Durchgangsloch **41**, das in dem Abstandshalterkörper **40** ausgebildet ist, weist die Öffnungsfläche auf, die mit zunehmendem Abstand von dem Montagesubstrat **2a** nach und nach größer wird. In der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** dient die Innenseitenoberfläche des Durchgangslochs **41** des Abstandshalterkörpers **40** als reflektierende Oberfläche zum Reflektieren von Ultraviolettlicht und folglich kann die Lichtextraktionseffizienz verbessert werden und die Abgabe des Ultraviolettlichts kann erhöht werden. Zusätzlich kann bei der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** verglichen mit einem Vergleichsbeispiel, das den gleichen Aufbau wie die lichtemittierende Vorrichtung **1a** aufweist, jedoch einen Al-Film, der als reflektierender Film dient, auf der Innenseitenoberfläche des Durchgangslochs **41** umfasst, eine Variation der Abgabe vermindert werden und eine Verschlechterung der Reflexion kann unterdrückt werden. Folglich können bei der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** die Herstellungskosten gesenkt werden und dennoch die Abgabe von Ultraviolettlicht erhöht werden sowie die Zuverlässigkeit verbessert werden.

(Ausführungsform 2)

[0135] Nachstehend wird eine lichtemittierende Vorrichtung **1c** der vorliegenden Ausführungsform unter Bezugnahme auf die **Fig. 13** und **Fig. 14** beschrie-

ben. Die lichtemittierende Vorrichtung **1c** unterscheidet sich von der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** der Ausführungsform **1** dahingehend, dass der Abstandshalter **4** und die Abdeckung **5** mit einem anorganischen Verbindungsmaterial verbunden sind. Es sollte beachtet werden, dass Komponenten, die der lichtemittierenden Vorrichtung **1c** und der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** gemeinsam sind, mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet werden, so dass überflüssige Erläuterungen vermieden werden.

[0136] In der lichtemittierenden Vorrichtung **1c** sind der Abstandshalter **4** und die Abdeckung **5** mit einer vierten Verbindung **64** verbunden, die aus einem Glas mit niedrigem Schmelzpunkt mit einem Wärmeausdehnungskoeffizienten zwischen dem Wärmeausdehnungskoeffizienten des Abstandshalterkörpers **40** und dem Wärmeausdehnungskoeffizienten der Abdeckung **5** hergestellt ist. Daher können in der lichtemittierenden Vorrichtung **1c** Beispiele für das Material der Abdeckung **5** Quarzglas zusätzlich zu Glas, das eine alkalische Komponente enthält, umfassen.

[0137] In der vorliegenden Beschreibung kann das Glas mit niedrigem Schmelzpunkt ein Glas mit einem Erweichungspunkt von 600 °C oder niedriger sein, und vorzugsweise kann es ein Glas mit einem Erweichungspunkt von 500 °C oder niedriger sein und mehr bevorzugt kann es ein Glas mit einem Erweichungspunkt von 400 °C oder niedriger sein. Beispiele für das Glas mit niedrigem Schmelzpunkt können ein Glas umfassen, das als Hauptkomponenten Bleioxid (PbO) und Bortrioxid (B₂O₃) enthält.

[0138] Die lichtemittierende Vorrichtung **1c** umfasst einen Deckel **6c**, der aus dem Abstandshalter **4**, der vierten Verbindung **64** und der Abdeckung **5** ausgebildet ist, anstatt des Deckels **6a** der lichtemittierenden Vorrichtung **1a**. Der Deckel **6c** ist aus einem anorganischen Material hergestellt. Der Deckel **6c** umfasst den Deckelkörper **660**, der die Vorderfläche **661** und die Rückfläche **662** aufweist und die Aussparung **663** in der Rückfläche **662** umfasst, und die zweite Verbindungsmetallschicht **43**, die derart auf der Rückfläche **662** des Deckelkörpers **660** an dem Randbereich der Aussparung **663** angeordnet ist, dass sie auf die erste Verbindungsmetallschicht **23** gerichtet ist. Zusätzlich umfasst die lichtemittierende Vorrichtung **1c** ein Gehäuse **7c**, das durch den Deckel **6c** und das Montagesubstrat **2a** ausgebildet ist, anstatt des Gehäuses **7a** der lichtemittierenden Vorrichtung **1a**.

[0139] Das Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1c** der vorliegenden Ausführungsform ist mit dem Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** nahezu identisch, unterscheidet sich jedoch bezüglich des Verbindens des Abstandshalters **4** und der Abdeckung **5** in dem

zweiten Prozess. In dem Fall des Verfahrens zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1b** umfasst der zweite Prozess das Bilden des Deckels **6c** durch Verbinden des Abstandshalters **4** und der Abdeckung **5** miteinander. Insbesondere werden in dem Fall des Verfahrens zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1c** in dem zweiten Prozess der Abstandshalter **4** und die Abdeckung **5** mit einem Glas mit einem niedrigen Schmelzpunkt verbunden. In dem zweiten Prozess ist ein Pellet bzw. Kügelchen aus einem Glas mit niedrigem Schmelzpunkt oder eine Paste aus einem Glas mit niedrigem Schmelzpunkt verfügbar.

[0140] Das Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1c** der vorliegenden Ausführungsform umfasst: Bilden des Deckels **6c** durch Verbinden des Abstandshalters **4** und der Abdeckung **5** miteinander und anschließend Verbinden der ersten Elektrode **31** und der zweiten Elektrode **32** des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** und der zweiten Verbindungsmetallschicht **43** des Deckels **6c** mit dem ersten Leiter **21**, dem zweiten Leiter **22** und der ersten Verbindungsmetallschicht **23** des Montagesubstrats **2a** mit der ersten AuSn-Schicht **71**, der zweiten AuSn-Schicht **72** bzw. der dritten AuSn-Schicht **73**. Daher kann das Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1b** der vorliegenden Ausführungsform vorteilhafte Effekte des Verbesserns der Zuverlässigkeit und der Senkung der Herstellungskosten bereitstellen.

(Ausführungsform 3)

[0141] Nachstehend wird eine lichtemittierende Vorrichtung **1d** der vorliegenden Ausführungsform unter Bezugnahme auf die **Fig. 15** bis **Fig. 18** beschrieben. Die lichtemittierende Vorrichtung **1d** unterscheidet sich von der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** der Ausführungsform **1** dahingehend, dass sie ein Montagesubstrat **2d** anstatt des Montagesubstrats **2a** der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** umfasst. Es sollte beachtet werden, dass Komponenten, die der lichtemittierenden Vorrichtung **1d** und der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** gemeinsam sind, mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet werden, so dass überflüssige Erläuterungen vermieden werden.

[0142] Die lichtemittierende Vorrichtung **1d** umfasst ein Gehäuse **7d**, das durch den Deckel **6a** und das Montagesubstrat **2d** anstatt des Gehäuses **7a** der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** ausgebildet ist.

[0143] Das Montagesubstrat **2d** ist ein mehrschichtiges Substrat. Das Montagesubstrat **2d** umfasst die erste äußere Verbindungselektrode **24** und die zweite äußere Verbindungselektrode **25** und umfasst ferner eine erste Verdrahtungsschicht **28**, eine zweite Verdrahtungsschicht **29** und eine elektrisch isolierende Schicht **253**. Die erste Verdrahtungsschicht

28 und die zweite Verdrahtungsschicht **29** sind so angeordnet, dass sie auf die Vorderfläche **201** des Trägers **20d** gerichtet sind. Der erste Leiter **21** und die erste äußere Verbindungselektrode **24** sind auf der ersten Verdrahtungsschicht **28** angeordnet und elektrisch mit der ersten Verdrahtungsschicht **28** verbunden. Der zweite Leiter **22** und die zweite äußere Verbindungselektrode **25** sind auf der zweiten Verdrahtungsschicht **29** angeordnet und elektrisch mit der zweiten Verdrahtungsschicht **29** verbunden. Die elektrisch isolierende Schicht **253** ist so angeordnet, dass sie auf die Vorderfläche **201** des Trägers **20d** gerichtet ist, so dass sie die erste Verdrahtungsschicht **28** und die zweite Verdrahtungsschicht **29** bedeckt. Die erste Verbindungsmetallschicht **23** ist auf der elektrisch isolierenden Schicht **253** angeordnet. Somit kann beispielsweise, wie es in der **Fig. 18** gezeigt ist, die lichtemittierende Vorrichtung **1d** durch die Verwendung der ersten äußeren Verbindungselektrode **24** und der zweiten äußeren Verbindungselektrode **25**, die auf die Vorderfläche des Montagesubstrats **2d** gerichtet sind, auf einem Verdrahtungssubstrat **600** montiert werden.

[0144] Das Montagesubstrat **2d** umfasst eine zweite elektrisch isolierende Schicht **251**, die von einer ersten elektrisch isolierenden Schicht verschieden ist, welche die elektrisch isolierende Schicht **253** ist. Der Träger **20d** ist aus Si hergestellt. Die zweite elektrisch isolierende Schicht **251** ist auf der Vorderfläche **201** des Trägers **20d** angeordnet. Die erste Verdrahtungsschicht **28** und die zweite Verdrahtungsschicht **29** sind auf der zweiten elektrisch isolierenden Schicht **251** angeordnet. Daher kann die lichtemittierende Vorrichtung **1d** ein verbessertes Wärmeabstrahlungsvermögen aufweisen.

[0145] Das Montagesubstrat **2d** kann vorzugsweise eine erste Basisschicht **254** zwischen der ersten Verbindungsmetallschicht **23** und der elektrisch isolierenden Schicht **253** aufweisen.

[0146] Das Montagesubstrat **2d** umfasst eine vierte elektrisch isolierende Schicht **252**, die auf der Rückfläche **202** des Trägers **20d** ausgebildet ist. Ferner umfasst das Montagesubstrat **2d** eine zweite Basisschicht **255** und eine leitende Schicht **256**, so dass die leitende Schicht **256** auf der vierten elektrisch isolierenden Schicht **252** mit der zweiten Basisschicht **255** dazwischen ausgebildet ist.

[0147] Jede der ersten elektrisch isolierenden Schicht, der zweiten elektrisch isolierenden Schicht **251**, der dritten elektrisch isolierenden Schicht und der vierten elektrisch isolierenden Schicht **252** kann z.B. aus einem Siliziumoxidfilm ausgebildet sein.

[0148] Jede der ersten Basisschicht **254** und der zweiten Basisschicht **255** kann z.B. aus einem Al-Film oder dergleichen ausgebildet sein. Die erste Ba-

sissschicht **254** und die zweite Basisschicht **255** sind aus dem gleichen Material hergestellt, können jedoch aus verschiedenen Materialien hergestellt sein.

[0149] Die leitende Schicht **256** kann z.B. aus einem laminierten Film aus einem Ni-Film, einem Pd-Film und einem Au-Film ausgebildet sein.

[0150] Das Verdrahtungssubstrat **600** dient als Basissubstrat. Das Verdrahtungssubstrat **600** kann z.B. aus einer Leiterplatte auf Metallbasis ausgebildet sein. In diesem Fall kann das Verdrahtungssubstrat **600** vorzugsweise z.B. eine Metallplatte **601** und eine isolierende Harzschicht **602** umfassen, die auf der Metallplatte **601** ausgebildet ist, und es umfasst ferner einen ersten Verdrahtungsteil **604** und einen zweiten Verdrahtungsteil **605**, die auf der isolierenden Harzschicht **602** ausgebildet sind. Die Metallplatte **601** kann aus einer Cu-Platte ausgebildet sein, kann jedoch z.B. aus einer Al-Platte ausgebildet sein. Das Verdrahtungssubstrat **600** weist einen Vorwölbungsbereich der lichtemittierenden Vorrichtung **1d** auf, der auf der Vorderfläche **611** der Metallplatte **601** freiliegt.

[0151] In dem Ultraviolett-LED-Modul, das die lichtemittierende Vorrichtung **1d** und das Verdrahtungssubstrat **600** umfasst, ist die leitende Schicht **256** auf der Rückflächenseite der lichtemittierenden Vorrichtung **1d** mit einer Verbindungsschicht **310** mit der Metallplatte **601** verbunden. Die Verbindungsschicht **310** kann aus einem Lot hergestellt sein, jedoch kann sie aus gesintertem Silber hergestellt sein. Das gesinterte Silber ist ein gesintertes Material, in dem Silberpartikel durch Sintern verbunden worden sind. Das gesinterte Silber ist ein poröses Silber. In dem Fall, bei dem die Verbindungsschicht **310** aus gesintertem Silber ausgebildet ist, kann eine Paste, die Silberpartikel und ein flüchtiges Bindemittel enthält, auf der Vorderfläche **611** der Metallplatte **601** ausgebildet werden und danach kann die lichtemittierende Vorrichtung **1d** auf der Metallplatte **601** mit der Paste dazwischen angeordnet werden und dann kann die Paste zur Bildung von gesintertem Silber erwärmt werden.

[0152] Ferner ist in dem Ultraviolett-LED-Modul die erste äußere Verbindungselektrode **24** mittels eines ersten Drahts **294** elektrisch mit dem ersten Verdrahtungsteil **604** verbunden. Ferner ist in dem Ultraviolett-LED-Modul die zweite äußere Verbindungselektrode **25** mittels eines zweiten Drahts **295** elektrisch mit dem zweiten Verdrahtungsteil **605** verbunden. Jeder des ersten Drahts **294** und des zweiten Drahts **295** kann vorzugsweise ein Au-Draht sein. In dem Ultraviolett-LED-Modul ist die lichtemittierende Vorrichtung **1d** sekundär auf dem Verdrahtungssubstrat **600** montiert. In dem Ultraviolett-LED-Modul kann das Verdrahtungssubstrat **600** vorzugsweise größer sein als die lichtemittierende Vorrichtung **1a** in einer

Draufsicht. Folglich kann das Ultraviolett-LED-Modul ein verbessertes Wärmeabstrahlungsvermögen aufweisen.

[0153] Das Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1d** der vorliegenden Ausführungsform ist im Wesentlichen mit dem Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** identisch. Das Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1d** der vorliegenden Ausführungsform umfasst: Bilden des Deckels **6a** durch Verbinden des Abstandshalters **4** und der Abdeckung **5** miteinander und anschließend Verbinden der ersten Elektrode **31** und der zweiten Elektrode **32** des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** und der zweiten Verbindungsmetallschicht **43** des Deckels **6a** mit dem ersten Leiter **21**, dem zweiten Leiter **22** und der ersten Verbindungsmetallschicht **23** des Montagesubstrats **2a** mit der ersten AuSn-Schicht **71**, der zweiten AuSn-Schicht **72** bzw. der dritten AuSn-Schicht **73**. Daher kann das Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1d** der vorliegenden Ausführungsform vorteilhafte Effekte des Verbesserns der Zuverlässigkeit und der Senkung der Herstellungskosten bereitstellen.

[0154] Die lichtemittierende Vorrichtung **1d** kann anstatt des Deckels **6a** den Deckel **6c** der lichtemittierenden Vorrichtung **1c** der Ausführungsform **2** umfassen.

(Ausführungsform **4**)

[0155] Nachstehend wird eine lichtemittierende Vorrichtung **1e** der vorliegenden Ausführungsform unter Bezugnahme auf die **Fig. 19** und **Fig. 20** beschrieben. Die lichtemittierende Vorrichtung **1e** unterscheidet sich von der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** der Ausführungsform **1** dahingehend, dass sie einen Deckel **6e** anstatt des Deckels **6a** der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** der Ausführungsform **1** umfasst. Es sollte beachtet werden, dass Komponenten, die der lichtemittierenden Vorrichtung **1e** und der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** gemeinsam sind, mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet werden, so dass überflüssige Erläuterungen vermieden werden.

[0156] Die lichtemittierende Vorrichtung **1e** umfasst ein Gehäuse **7e**, das durch den Deckel **6e** und das Montagesubstrat **2a** anstatt des Gehäuses **7a** der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** ausgebildet ist.

[0157] Bei dem Deckel **6e** ist die Gesamtheit des Deckelkörpers **660** aus einem Glas hergestellt, das für Ultraviolettlicht durchlässig ist, das von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** emittiert wird. Folglich kann die lichtemittierende Vorrichtung **1e** der vorliegenden Ausführungsform verglichen mit der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** der Ausführungsform **1** vorteilhafte Effekte des Verbesserns der Zuverlässig-

keit und des Senkens der Herstellungskosten bereitstellen.

[0158] Ein Verfahren zur Bildung des Deckels **6e** umfasst einen ersten Schritt des Bildens der zweiten Verbindungsmetallschicht **43** in einer flachen Glasplatte, die als Basis für den Deckelkörper **660** dient. Das Verfahren zur Bildung des Deckels **6e** umfasst einen zweiten Schritt des Bildens eines Lochs, das der Aussparung **663** in der Glasplatte entspricht, durch Bohren. Das Verfahren zur Bildung des Deckels **6e** kann vorzugsweise einen zusätzlichen Glättungsschritt des Glättens einer Innenoberfläche des Lochs mit einem Ätzmittel (z.B. Fluorwasserstoffsäure) umfassen.

[0159] Bei der Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1e** wird das vorstehend genannte Verfahren zur Bildung des Deckels **6e** eingesetzt. Daher kann in der lichtemittierenden Vorrichtung **1e** die Aussparung **663** in der Rückfläche **662** des Deckelkörpers **660** eine Öffnungsfläche aufweisen, die etwa gleich der Fläche der Unterseite **664** der Aussparung **663** ist. Die Aussparung **663** weist eine Tiefe von z.B. 300 µm auf.

[0160] Die zweite Verbindungsmetallschicht **43** kann vorzugsweise z.B. aus einem laminierten Film aus dem Basisfilm **431** und dem Au-Film **432** ausgebildet sein. Der Basisfilm **431** kann z.B. aus einem laminierten Film aus einem Cr-Film, der auf der Rückfläche **662** des Deckelkörpers **660** ausgebildet ist, und einem Pt-Film, der auf dem Cr-Film ausgebildet ist, ausgebildet sein. In der lichtemittierenden Vorrichtung **1e** kann die Haftung zwischen dem Deckelkörper **660**, der aus Glas hergestellt ist, und der zweiten Verbindungsmetallschicht **43** verbessert werden, mit der Maßgabe, dass der Basisfilm **431** der zweiten Verbindungsmetallschicht **43** den Cr-Film umfasst. Die zweite Verbindungsmetallschicht **43** kann z.B. durch Dünnschichtbildungstechniken (wie z.B. Aufdampfen, Sputtern und Plattieren), Photolithographietechniken und Ätztechniken hergestellt werden.

[0161] Das Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1e** der vorliegenden Ausführungsform ist mit dem Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** der Ausführungsform **1** nahezu identisch. Demgemäß umfasst das Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1e** der vorliegenden Ausführungsform: Bilden des Deckels **6e** und anschließend Verbinden der ersten Elektrode **31** und der zweiten Elektrode **32** des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** und der zweiten Verbindungsmetallschicht **43** des Deckels **6e** mit dem ersten Leiter **21**, dem zweiten Leiter **22** und der ersten Verbindungsmetallschicht **23** des Montagesubstrats **2a** mit der ersten AuSn-Schicht **71**, der zweiten AuSn-Schicht **72** bzw. der dritten AuSn-Schicht **73**. Die erste AuSn-Schicht **71**, die zweite

AuSn-Schicht **72** und die dritte AuSn-Schicht **73** werden mit dem gleichen Prozess zusammen auf/über dem Montagesubstrat **2a** gebildet. Der Ausdruck „die erste AuSn-Schicht **71**, die zweite AuSn-Schicht **72** und die dritte AuSn-Schicht **73** werden mit dem gleichen Prozess zusammen gebildet“ bedeutet, dass die erste AuSn-Schicht **71**, die zweite AuSn-Schicht **72** und die dritte AuSn-Schicht **73** gleichzeitig unter Verwendung des gleichen Prozesses gebildet werden. Daher kann das Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1e** vorteilhafte Effekte des Verbesserns der Zuverlässigkeit und der Senkung der Herstellungskosten bereitstellen. In dem Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1e** können die erste AuSn-Schicht **71** und die zweite AuSn-Schicht **72** sowie die dritte AuSn-Schicht **73** mit dem gleichen Prozess zusammen auf/über dem Montagesubstrat **2a** gebildet werden und daher können die Herstellungskosten gesenkt werden. Die einzelnen Au-Filme der ersten Elektrode **31** und der zweiten Elektrode **32** des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** können vorzugsweise eine Dicke aufweisen, die relativ nahe an der Dicke des Au-Films **432** der zweiten Verbindungsmetallschicht **43** liegt oder identisch mit dieser ist. Demgemäß kann ein nachfolgender Prozess des Montierens des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** an dem Montagesubstrat **2a** und des Montierens des Deckels **6e** an dem Montagesubstrat **2a** erleichtert werden. Die individuellen Au-Filme der ersten Elektrode **31** und der zweiten Elektrode **32** des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** weisen z.B. eine Dicke von 1,3 µm auf. Ferner weist der Au-Film **432** der zweiten Verbindungsmetallschicht **43** z.B. eine Dicke von 1,0 µm auf.

[0162] Die Fig. 21 ist ein schematischer Querschnitt der ersten Modifizierung des Deckels **6e** der Ausführungsform **4**. Der Deckel **6e** der ersten Modifizierung unterscheidet sich dahingehend von dem Deckel **6e** der Ausführungsform **4**, dass die Aussparung **663** des Deckelkörpers **660** durch Strahlen gebildet wird. Beispiele für das Strahlen können Sandstrahlen umfassen. In dem Deckel **6e** der ersten Modifizierung ist die Unterseite **664** der Aussparung **663** wie die Oberfläche eines matten Glases. Mit anderen Worten, die Unterseite **664** der Aussparung **663** weist eine feine, unebene Struktur auf. Ferner weist in dem Deckel **6e** der ersten Modifizierung die Aussparung **663** eine Öffnungsfläche auf, die mit abnehmendem Abstand zu dem tiefsten Teil der Aussparung **663** nach und nach abnimmt. Ein Verfahren zur Bildung des Deckels **6e** der ersten Modifizierung umfasst einen ersten Schritt des Bildens der zweiten Verbindungsmetallschicht **43** in einer flachen Glasplatte, die als Basis für den Deckelkörper **660** dient. Das Verfahren zur Bildung des Deckels **6e** der ersten Modifizierung umfasst einen zweiten Schritt des Bildens des Deckelkörpers **660** durch Bilden der Aussparung **663** in der Glasplatte durch Strahlen.

[0163] Die **Fig. 22** ist ein schematischer Querschnitt der zweiten Modifizierung des Deckels **6e** der Ausführungsform **4**. Der Deckel **6e** der zweiten Modifizierung unterscheidet sich dahingehend von dem Deckel **6e** der Ausführungsform **4**, dass die Aussparung **663** des Deckelkörpers **660** durch Nassätzen gebildet wird. Beispiele für das Nassätzen können ein isotropes Ätzen mit Fluorwasserstoffsäure umfassen. Folglich ist die Innenseitenoberfläche **665** der Aussparung **663** wie eine Oberfläche, die sich in einer gerundeten Weise einwärts krümmt. Ein Verfahren zur Bildung des Deckels **6e** der zweiten Modifizierung umfasst einen ersten Schritt des Bildens des Deckelkörpers **660** durch Bilden der Aussparung **663** in einer flachen Glasplatte, die als Basis für den Deckelkörper **660** dient, durch Nassätzen. Das Verfahren zur Bildung des Deckels **6e** der zweiten Modifizierung umfasst einen zweiten Schritt des Bildens der zweiten Verbindungsmetallschicht **43** auf dem Deckelkörper **660**.

[0164] Die **Fig. 23** ist ein schematischer Querschnitt der dritten Modifizierung des Deckels **6e** der Ausführungsform **4**. Bei dem Deckel **6e** der dritten Modifizierung wird der Deckelkörper **660** durch Formpressen gebildet. Mit anderen Worten, bei diesem Deckel **6e** wird die Aussparung **663** beim Formpressen des Deckelkörpers **660** gebildet. Demgemäß ist in dem Deckel **6e** der dritten Modifizierung unter Berücksichtigung des Erleichterns eines Formwerkzeugtrennens die Öffnungsfläche der Aussparung **663** in der Rückfläche **662** des Deckelkörpers **660** größer als die Fläche der Unterseite **664** der Aussparung **663**. Mit anderen Worten, bei dem Deckel **6e** der dritten Modifizierung weist die Aussparung **663** eine konische Form auf, bei der die Öffnungsfläche mit abnehmendem Abstand zu dem tiefsten Teil der Aussparung **663** nach und nach abnimmt. Bezüglich der Aussparung **663** des Deckels **6e** der dritten Modifizierung können Beispiele für die konische Form die Form eines Pyramidenstumpfs umfassen. Ein Verfahren zur Bildung des Deckels **6e** der dritten Modifizierung umfasst einen ersten Schritt des Bildens des Deckelkörpers **660** durch Formpressen. Das Verfahren zur Bildung des Deckels **6e** der dritten Modifizierung umfasst einen zweiten Schritt des Bildens der zweiten Verbindungsmetallschicht **43** auf dem Deckelkörper **660**.

[0165] Die **Fig. 24** ist ein schematischer Querschnitt der vierten Modifizierung des Deckels **6e** der Ausführungsform **4**. Der Deckel **6e** der vierten Modifizierung wird durch Verbinden der aus Glas hergestellten Abdeckung **5** mit dem aus Glas hergestellten Abstandshalter **4** gebildet. Demgemäß kann die Oberfläche der Unterseite **664** der Aussparung **663** in dem Deckel **6e** der vierten Modifizierung glatter sein als in der ersten Modifizierung, der zweiten Modifizierung und der dritten Modifizierung. Bei dem Deckel **6e** der vierten Modifizierung kann der gesamte Deckel **6e** aus

einem Glas hergestellt sein, das für Ultraviolettlicht durchlässig ist, das von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** emittiert wird, oder nur die Abdeckung **5** kann aus einem Glas hergestellt sein, das für Ultraviolettlicht durchlässig ist, das von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** emittiert wird

(Ausführungsform **5**)

[0166] Nachstehend wird eine lichtemittierende Vorrichtung **1f** der vorliegenden Ausführungsform unter Bezugnahme auf die **Fig. 25** und **Fig. 26** beschrieben. Die lichtemittierende Vorrichtung **1f** unterscheidet sich von der lichtemittierenden Vorrichtung **1e** der Ausführungsform **4** dahingehend, dass sie das Montagesubstrat **2d** anstatt des Montagesubstrats **2a** der lichtemittierenden Vorrichtung **1e** umfasst. Es sollte beachtet werden, dass Komponenten, die der lichtemittierenden Vorrichtung **1f** und der lichtemittierenden Vorrichtung **1e** gemeinsam sind, mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet werden, so dass überflüssige Erläuterungen vermieden werden.

[0167] Die lichtemittierende Vorrichtung **1f** umfasst ein Gehäuse **7f**, das durch den Deckel **6e** und das Montagesubstrat **2d** anstatt des Gehäuses **7e** der lichtemittierenden Vorrichtung **1e** ausgebildet ist.

[0168] Das Montagesubstrat **2d** ist ein mehrschichtiges Substrat. Das Montagesubstrat **2d** umfasst die erste äußere Verbindungselektrode **24** und die zweite äußere Verbindungselektrode **25** und umfasst ferner die erste Verdrahtungsschicht **28**, die zweite Verdrahtungsschicht **29** und die elektrisch isolierende Schicht **253**. Die erste Verdrahtungsschicht **28** und die zweite Verdrahtungsschicht **29** werden so angeordnet, dass sie auf die Vorderfläche **201** des Trägers **20d** gerichtet sind. Der erste Leiter **21** und die erste äußere Verbindungselektrode **24** werden auf der ersten Verdrahtungsschicht **28** angeordnet und elektrisch mit der ersten Verdrahtungsschicht **28** verbunden. Der zweite Leiter **22** und die zweite äußere Verbindungselektrode **25** werden auf der zweiten Verdrahtungsschicht **29** angeordnet und elektrisch mit der zweiten Verdrahtungsschicht **29** verbunden. Die elektrisch isolierende Schicht **253** wird so angeordnet, dass sie auf die Vorderfläche des Trägers **20d** gerichtet ist, so dass sie die erste Verdrahtungsschicht **28** und die zweite Verdrahtungsschicht **29** bedeckt. Die erste Verbindungsmetallschicht **23** wird auf der elektrisch isolierenden Schicht **253** angeordnet. Somit kann beispielsweise die lichtemittierende Vorrichtung **1f** durch die Verwendung der ersten äußeren Verbindungselektrode **24** und der zweiten äußeren Verbindungselektrode **25**, die auf die Vorderfläche des Montagesubstrats **2d** gerichtet sind, auf dem Verdrahtungssubstrat **600** (vgl. die **Fig. 18**) montiert werden.

[0169] Das Montagesubstrat **2d** umfasst die zweite elektrisch isolierende Schicht **251**, die von der ersten elektrisch isolierenden Schicht, welche die elektrisch isolierende Schicht **253** ist, verschieden ist. Der Träger **20d** ist aus Si hergestellt. Die zweite elektrisch isolierende Schicht **251** wird auf der Vorderfläche **201** des Trägers **20d** angeordnet. Die erste Verdrahtungsschicht **28** und die zweite Verdrahtungsschicht **29** werden auf der zweiten elektrisch isolierenden Schicht **251** angeordnet. Daher kann die lichtemittierende Vorrichtung **1f** ein verbessertes Wärmeabstrahlungsvermögen aufweisen.

[0170] Das Montagesubstrat **2d** kann vorzugsweise die erste Basisschicht **254** zwischen der ersten Verbindungsmetallschicht **23** und der elektrisch isolierenden Schicht **253** umfassen.

[0171] Das Montagesubstrat **2d** umfasst die vierte elektrisch isolierende Schicht **252**, die auf der Rückfläche **202** des Trägers **20d** ausgebildet ist. Ferner umfasst das Montagesubstrat **2d** die zweite Basisschicht **255** und die leitende Schicht **256**, so dass die leitende Schicht **256** auf der vierten elektrisch isolierenden Schicht **252** mit der zweiten Basisschicht **255** dazwischen ausgebildet ist.

[0172] Jede der ersten elektrisch isolierenden Schicht, der zweiten elektrisch isolierenden Schicht **251**, der dritten elektrisch isolierenden Schicht und der vierten elektrisch isolierenden Schicht **252** kann z.B. aus einem Siliziumoxidfilm ausgebildet sein.

[0173] Jede der ersten Basisschicht **254** und der zweiten Basisschicht **255** kann z.B. aus einem Al-Film oder dergleichen ausgebildet sein. Die erste Basisschicht **254** und die zweite Basisschicht **255** sind aus dem gleichen Material hergestellt, können jedoch aus verschiedenen Materialien hergestellt sein.

[0174] Die leitende Schicht **256** kann z.B. aus einem laminierten Film aus einem Ni-Film, einem Pd-Film und einem Au-Film ausgebildet sein.

(Ausführungsform **6**)

[0175] Wie es vorstehend beschrieben ist, gibt es in den Bereichen von lichtemittierenden Vorrichtungen zum Emittieren von Ultraviolettlicht einen Bedarf zum Erhöhen der Abgabe von Ultraviolettlicht.

[0176] Wie in dem Fall der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** der Ausführungsform **1** ist es dann, wenn das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** so ausgebildet ist, dass es Ultraviolettlicht mit einer Emissionswellenlänge in einem Wellenlängenbereich von UV-C emittiert, im Hinblick auf die Verbesserung der Durchlässigkeit für Ultraviolettlicht bevorzugt, das Produkt, das als „8337B“ bezeichnet wird und von SCHOTT AG erhältlich ist, anstatt des Produkts, das

als „8347“ bezeichnet wird und von SCHOTT AG erhältlich ist, zu verwenden. Das Produkt, das als „8337B“ bezeichnet wird und von SCHOTT AG erhältlich ist, weist einen Wärmeausdehnungskoeffizienten auf, der größer ist als der Wärmeausdehnungskoeffizient von Si. Eine Differenz zwischen dem Wärmeausdehnungskoeffizienten des Produkts, das als „8337B“ bezeichnet wird und von SCHOTT AG erhältlich ist, und dem Wärmeausdehnungskoeffizienten von Si ist größer als die Differenz zwischen dem Wärmeausdehnungskoeffizienten des Produkts, das als „8347“ bezeichnet wird und von SCHOTT AG erhältlich ist, und dem Wärmeausdehnungskoeffizienten von Si.

[0177] In dem Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** kann das Verfahren zur Bildung des Deckels **6a** z.B. das Durchführen eines Verbindungsprozesses des Bildens eines verbundenen Elements auf dem Waferniveau durch Verbinden des ersten Wafers, der mit der Mehrzahl von Abstandshaltern **4** versehen ist, mit dem zweiten Wafer, der als Basis für die Mehrzahl von Abdeckungen **5** dient, auf dem Waferniveau und anschließend das Durchführen eines Zerteilungsprozesses des Aufteilens des auf dem Waferniveau verbundenen Elements in die Mehrzahl von Deckeln **6a** durch Schneiden des auf dem Waferniveau verbundenen Elements mit einer Zerteilungssäge umfassen. In diesem Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** kann jedoch das Herstellungsausbeuteverhältnis in dem Fall der Verwendung des Produkts, das als „8337B“ bezeichnet wird und von SCHOTT AG erhältlich ist, als Borosilikatglas zur Bildung des zweiten Wafers niedriger sein als in dem Fall der Verwendung des Produkts, das als „8347“ bezeichnet wird und von SCHOTT AG erhältlich ist, als Borosilikatglas zur Bildung des zweiten Wafers. Insbesondere scheinen in diesem Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** der erste Wafer und der zweite Wafer des auf dem Waferniveau verbundenen Elements miteinander verbunden zu sein. Bei dem Zerteilungsprozess ist es jedoch wahrscheinlich, dass sich der Abstandshalter **4** und die Abdeckung **5** voneinander trennen. Zusammenfassend kann in dem Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a**, wenn das Produkt, das als „8337B“ bezeichnet wird und von SCHOTT AG erhältlich ist, als Borosilikatglas zur Bildung des zweiten Wafers verwendet wird, ein unvollständiges Verbinden zwischen dem Abstandshalter **4** und der Abdeckung **5** stattfinden.

[0178] Die Fig. **27** zeigt eine lichtemittierende Vorrichtung **1g** der vorliegenden Ausführungsform, die sich von der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** dahingehend unterscheidet, dass der Abstandshalter **4** einen Siliziumoxidfilm **46** umfasst, der auf einer Stirnfläche **45** des Abstandshalterkörpers **40** ausgebildet ist, die auf die Abdeckung **5** gerichtet ist, und dass

der Abstandshalter **4** und die Abdeckung **5** direkt miteinander verbunden sind. Der Abstandshalterkörper **40** weist eine Dicke von etwa 0,3 mm auf. Die Abdeckung **5** weist eine Dicke von etwa 0,3 mm auf. Der Siliziumoxidfilm **46** weist eine Dicke von etwa 50 nm auf. Der Siliziumoxidfilm **46** ist aus einem thermischen Oxid ausgebildet. In der lichtemittierenden Vorrichtung **1g** enthält das Glas, das die Abdeckung **5** bildet, eine alkalische Komponente, und der Abstandshalter **4** und die Abdeckung **5** sind direkt verbunden. Es sollte beachtet werden, dass Komponenten, die der lichtemittierenden Vorrichtung **1g** und der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** gemeinsam sind, mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet werden, so dass überflüssige Erläuterungen vermieden werden.

[0179] In der lichtemittierenden Vorrichtung **1g** der vorliegenden Ausführungsform bilden der Abstandshalter **4** und die Abdeckung **5** einen Deckel **6g** zum Bedecken des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3**. Ferner bilden in der lichtemittierenden Vorrichtung **1g** das Montagesubstrat **2a** und der Deckel **6g** ein Gehäuse **7g** zum Aufnehmen des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3**.

[0180] Die lichtemittierende Vorrichtung **1g** der vorliegenden Ausführungsform umfasst: Das Montagesubstrat **2a**, das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3**, das auf dem Montagesubstrat **2a** montiert ist, und den Deckel **6g**, der auf dem Montagesubstrat **2a** angeordnet ist und die Aussparung **663** zum Aufnehmen des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** umfasst. Der Deckel **6g** umfasst: Den Abstandshalter **4**, der auf dem Montagesubstrat **2a** angeordnet ist und das Durchgangsloch **41** umfasst, so dass das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** freiliegt, und die Abdeckung **5**, die auf dem Abstandshalter **4** zum Bedecken des Durchgangslochs **41** des Abstandshalters **4** angeordnet ist und mit dem Abstandshalter **4** verbunden ist. Die Abdeckung **5** ist aus einem Borosilikatglas hergestellt, das für Ultraviolettlicht durchlässig ist, das von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** emittiert wird. Der Abstandshalter **4** umfasst den aus Si hergestellten Abstandshalterkörper **40** und den Siliziumoxidfilm **46**, der auf der Stirnfläche **45** des Abstandshalterkörpers **40** ausgebildet ist, die auf die Abdeckung **5** gerichtet ist. Der Abstandshalter **4** und die Abdeckung **5** sind direkt verbunden. Bei der lichtemittierenden Vorrichtung **1g** mit dem vorstehend genannten Aufbau kann die Abdeckung **5** aus Borosilikatglas mit einer höheren Durchlässigkeit für Ultraviolettlicht, das von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** emittiert wird, hergestellt sein, und daher kann die Abgabe von Ultraviolettlicht erhöht werden.

[0181] Die zweite Verbindungsmetallschicht **43** kann vorzugsweise z.B. aus einem laminierten Film aus dem Basisfilm **431** und einer Verbindungsschicht **433**

ausgebildet sein. Der Basisfilm **431** kann z.B. aus einem Al-Film ausgebildet sein. Die Verbindungsschicht **433** kann z.B. aus einem laminierten Film aus einem Ni-Film und einem Au-Film ausgebildet sein.

[0182] Das Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1g** der vorliegenden Ausführungsform ist mit dem Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a**, das bezüglich der Ausführungsform **1** beschrieben worden ist, nahezu identisch, unterscheidet sich jedoch nur darin, dass der Prozess des Bildens des Abstandshalters **4** das Bilden des Siliziumoxidfilms **46** auf der Stirnfläche **45** des Abstandshalters **4**, die auf die Abdeckung **5** gerichtet ist, und anschließend das direkte Verbinden des Abstandshalters **4** und der Abdeckung **5** umfasst. In dem Verfahren des Verbindens des Abstandshalters **4** mit der Abdeckung **5** durch anodisches Verbinden, z.B. wie es in der **Fig. 28** gezeigt ist, werden ein erster Wafer **4001**, der mit der Mehrzahl von Abstandshaltern **4** versehen ist, und der zweite Wafer **5000** zum Bilden der Mehrzahl von Abdeckungen **5** gestapelt und anschließend wird eine Elektrode **4010** auf einem freiliegenden Teil der Vorderfläche des Siliziumoxidfilms **46** angeordnet und eine Elektrode **5010** wird auf dem zweiten Wafer **5000** angeordnet. Danach wird bei einer Bedingung, bei welcher der erste Wafer **4001** und der zweite Wafer **5000** bei einer vorgegebenen Temperatur (z.B. 305 °C) erwärmt werden, eine Gleichspannung mit einem vorgegebenen Spannungswert (z.B. 600 V) zwischen der Elektrode **4010** und der Elektrode **5010** von einer Gleichstromversorgung E für eine vorgegebene Zeitdauer (z.B. 30 Minuten) angelegt, wobei die Elektrode **4010** als Anode verwendet wird. Es sollte beachtet werden, dass in der **Fig. 28** eine Grenze zwischen benachbarten Abstandshaltern **4** schematisch durch eine Strich-Punkt-Linie gezeigt ist. Ferner ist in der **Fig. 28** eine Grenze zwischen benachbarten Abdeckungen **5** ebenfalls schematisch durch eine Strich-Punkt-Linie gezeigt. Der erste Wafer **4001** ist ein Wafer, der durch Bilden des Siliziumoxidfilms **46**, des Siliziumoxidfilms **44**, des Basisfilms **431** und des Durchgangslochs **41** auf/über einem Si-Wafer **400**, der als Basis für das einkristalline Si-Substrat **400** dient, hergestellt worden ist. Der zweite Wafer **5000** ist aus Borosilikatglas hergestellt. Der zweite Wafer **5000** weist einen Durchmesser auf, der gleich dem Durchmesser des Si-Wafers **4000** ist. Eine flache Oberfläche **5003**, die für einen Teil einer Seitenoberfläche des zweiten Wafers **5000** bereitgestellt ist, weist eine Breite (Abmessung in einer Richtung senkrecht zum Blatt von **Fig. 28**) auf, die größer ist als die Breite einer flachen Oberfläche (flache Ausrichtung) **4003**, die für einen Teil einer Seitenoberfläche des Si-Wafers **4000** bereitgestellt ist. Somit liegt dann, wenn der erste Wafer **4001** und der zweite Wafer **5000** gestapelt sind, der erste Wafer **4001** teilweise frei, wenn er von der Seite des zweiten Wafers **5000** her betrachtet wird.

[0183] Das Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1g** ist als Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1g** definiert, welche die folgenden Komponenten umfasst.

[0184] Die lichtemittierende Vorrichtung **1g** umfasst: Das Montagesubstrat **2a**, das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3**, das auf dem Montagesubstrat **2a** montiert ist, und den Deckel **6g**, der auf dem Montagesubstrat **2a** angeordnet ist und die Aussparung **663** zum Aufnehmen des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** umfasst. Der Deckel **6g** umfasst: Den Abstandshalter **4**, der auf dem Montagesubstrat **2a** angeordnet ist und das Durchgangsloch **41** umfasst, so dass das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** freiliegt, und die Abdeckung **5**, die auf dem Abstandshalter **4** zum Bedecken des Durchgangslochs **41** des Abstandshalters **4** angeordnet ist und mit dem Abstandshalter **4** verbunden ist. Die Abdeckung **5** ist aus einem Borosilikatglas hergestellt, das für Ultraviolettlicht durchlässig ist, das von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** emittiert wird. Der Abstandshalter **4** umfasst den aus Si hergestellten Abstandshalterkörper **40** und den Siliziumoxidfilm **46**, der auf der Stirnfläche **45** des Abstandshalterkörpers **40** ausgebildet ist, die auf die Abdeckung **5** gerichtet ist. Der Abstandshalter **4** und die Abdeckung **5** sind direkt verbunden.

[0185] Das Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1g** umfasst: Bilden des auf dem Waferniveau verbundenen Elements durch direktes Verbinden des ersten Wafers **4001**, der mit einer Mehrzahl von Abstandshaltern **4** versehen ist, mit dem zweiten Wafer **5000**, der die Bildung einer Mehrzahl der Abdeckungen **5** ermöglicht, durch anodisches Verbinden, anschließend Bilden des Deckels **6g** durch Zerteilen des auf dem Waferniveau verbundenen Elements, und anschließend Verbinden des Deckels **6g** mit dem Montagesubstrat **2a**, auf dem das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** montiert ist. Daher kann das Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1g** vorteilhafte Effekte zum Erleichtern der Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1g** bereitstellen, welche die Abgabe von Ultraviolettlicht erhöhen können. Ferner kann das Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1g** vorteilhafte Effekte zum Verbessern des Herstellungsausbeuteverhältnisses und zum Senken der Herstellungskosten bereitstellen. Es sollte beachtet werden, dass in dem Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1g** die Verbindungsschicht **433** nicht vor der Bildung des auf dem Waferniveau verbundenen Elements auf dem Basisfilm **431** des Abstandshalters **4** gebildet wird. Ferner wird in dem Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1g** der Basisfilm **431** nach der Bildung des auf dem Waferniveau verbundenen Elements, jedoch vor dem Zerteilen des auf dem Waferniveau verbundenen Elements einer Zin-

katbehandlung unterzogen, und anschließend wird die Verbindungsschicht **433**, die aus einem laminierten Film aus einem Ni-Film und einem Au-Film ausgebildet ist, durch stromloses Plattieren auf dem Basisfilm **431** gebildet.

[0186] Die vorliegenden Erfinder haben das auf dem Waferniveau verbundene Element durch Verbinden des ersten Wafers mit dem zweiten Wafer, der aus dem Produkt, das als „8337B“ bezeichnet wird und von SCHOTT AG erhältlich ist, ausgebildet ist, durch anodisches Verbinden gemäß dem Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** der Ausführungsform **1** gebildet und haben eine Grenzfläche zwischen dem ersten Wafer und dem zweiten Wafer von der Vorderflächenseite des zweiten Wafers her mit einem Lichtmikroskop untersucht. Als Ergebnis wurden Hohlräume mit Größen, die Probleme verursachen, nicht festgestellt, und der erste Wafer und der zweite Wafer schienen miteinander verbunden zu sein. Es sollte beachtet werden, dass der Si-Wafer, der als Basis für den ersten Wafer dient, eine Dicke von 0,3 mm aufweist. Ferner weist der zweite Wafer eine Dicke in einem Bereich von 0,3 bis 0,5 mm auf.

[0187] Wenn dieses auf dem Waferniveau verbundene Element jedoch mit einer Zerteilungssäge zerteilt wird, ist es wahrscheinlich, dass sich der Abstandshalter **4** und die Abdeckung **5** voneinander trennen.

[0188] Im Gegensatz dazu trennen sich gemäß dem Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1g** der Abstandshalter **4** und die Abdeckung **5** selbst dann nicht voneinander, wenn das auf dem Waferniveau verbundene Element mit einer Zerteilungssäge zerteilt wird.

[0189] Die **Fig. 29** ist ein Diagramm, das die Gesamtergebnisse einer Zusammensetzungsanalyse auf der Basis von Rasterelektronenmikroskop (SEM)-Bildern und EDX zeigt. In der Zusammensetzungsanalyse auf der Basis von EDX wurde eine Tiefenverteilung für jedes von C, O, Na, Al, Si, K und Ba untersucht. Diesbezüglich steht der Begriff „Tiefenverteilung“ für eine Tiefenverteilung eines Elements (C, O, Na, Al, Si, K und Ba) auf der Basis einer Bezugsposition, bei der es sich um eine Position in der Abdeckung **5** bei einem Abstand von etwa 4,73 µm von der Grenzfläche zwischen dem Abstandshalterkörper **40** und dem Siliziumoxidfilm **46** handelt. Die Tiefenrichtung ist als eine Richtung von der Bezugsposition in die Richtung des Abstandshalterkörpers **40** definiert. Gemäß den Ergebnissen der Untersuchung auf der Basis des SEM und der Analyse auf der Basis von EDX haben die vorliegenden Erfinder bestätigt, dass die Bewegung von K in der Nähe der Vorderfläche des Siliziumoxidfilms **46** stattfand und dass eine Reaktionsschicht mit einer Dicke von etwa 350 nm an

einem Teil der Abdeckung **5** näher an dem Siliziumoxidfilm **46** gebildet worden ist. Die vorliegenden Erfinder haben in Betracht gezogen, dass der Abstandshalter **4** und die Abdeckung **5** miteinander verbunden waren, da der Siliziumoxidfilm **46** als Haftschrift zwischen dem Si-Wafer **4000** und dem zweiten Wafer **5000** diente.

[0190] Die vorliegenden Erfinder haben eine Mehrzahl von auf dem Waferniveau verbundenen Elementen, die den Siliziumoxidfilm **46** mit verschiedenen Dicken umfassten, hergestellt und haben Verbindungszustände der Mehrzahl von auf dem Waferniveau verbundenen Elementen mit einem Lichtmikroskop, einem SEM und dergleichen untersucht. Diesbezüglich betrug die unterschiedlichen Dicken der Siliziumoxidfilme **46** 0 nm, 25 nm, 40 nm, 50 nm, 80 nm, 100 nm und 300 nm. Die unterschiedlichen Dicken der Siliziumoxidfilme **46** wurden mit einem Ellipsometer gemessen.

[0191] Als Ergebnis des Experiments haben die vorliegenden Erfinder gefunden, dass sich die Abdeckung **5** und der Abstandshalter **4** beim Zerteilen des auf dem Waferniveau verbundenen Elements mit den Siliziumoxidfilmen **46** mit den Dicken 0 nm, 25 nm und 40 nm voneinander trennten. Ferner haben die vorliegenden Erfinder als Ergebnis des Experiments gefunden, dass sich die Abdeckung **5** und der Abstandshalter **4** beim Zerteilen des auf dem Waferniveau verbundenen Elements mit den Siliziumoxidfilmen **46** mit den Dicken 50 nm, 80 nm, 100 nm und 300 nm nicht voneinander trennten. Somit wurden die Verbindungszustände der auf dem Waferniveau verbundenen Elemente durch Untersuchen der Abschnitte der auf dem Waferniveau verbundenen Elemente durch ein SEM bewertet. Als Ergebnis der Untersuchung mittels SEM haben die vorliegenden Erfinder festgestellt, dass der Verbindungszustand des auf dem Waferniveau verbundenen Elements gut war, wenn in der Grenzfläche zwischen dem Siliziumoxidfilm **46** und der Abdeckung **5** kein Hohlraum festgestellt wurde, jedoch die Reaktionsschicht festgestellt wurde.

[0192] Ferner haben die vorliegenden Erfinder einen Wärmezyklustest zum Untersuchen der Wärmeschockbeständigkeit der auf dem Waferniveau verbundenen Elemente durchgeführt, die den Siliziumoxidfilm **46** mit Dicken von 50 nm oder mehr aufwiesen. In dem Wärmezyklustest betrug die Temperatur für einen Zeitraum mit niedrigerer Temperatur $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ und die Temperatur für einen Zeitraum mit höherer Temperatur betrug $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ und die Anzahl der Zyklen des Wärmezyklus betrug 100.

[0193] Gemäß den Ergebnissen der vorstehend genannten Experimente haben die vorliegenden Erfinder gefunden, dass jedes des Verbindungszustands des auf dem Waferniveau verbundenen Elements, der Beständigkeit gegen ein Zerteilen und der Wär-

meschockbeständigkeit gut war, wenn der Siliziumoxidfilm **46** eine Dicke von 50 nm oder mehr aufwies.

[0194] In der lichtemittierenden Vorrichtung **1g** kann der Siliziumoxidfilm **46** vorzugsweise aus einem thermischen Oxid ausgebildet sein. In diesem Fall kann die Zuverlässigkeit der lichtemittierenden Vorrichtung **1g** stärker verbessert werden als in einem Fall, bei dem der Siliziumoxidfilm **46** ein mittels CVD hergestellter Siliziumoxidfilm ist.

[0195] In der lichtemittierenden Vorrichtung **1g** kann der Siliziumoxidfilm **46** vorzugsweise eine Dicke von 50 nm oder mehr aufweisen. In diesem Fall kann die lichtemittierende Vorrichtung **1g** vorteilhafte Effekte des Verbesserns des Herstellungsausbeuteverhältnisses bereitstellen, wodurch die Herstellungskosten gesenkt werden. Unter Berücksichtigung des Herstellungsausbeuteverhältnisses der lichtemittierenden Vorrichtung **1g** kann der Siliziumoxidfilm **46** vorzugsweise eine Dicke von 80 μm oder mehr aufweisen. Es sollte beachtet werden, dass der Spannungswert der beim anodischen Verbinden angelegten Gleichspannung mit zunehmender Dicke des Siliziumoxidfilms **46** erhöht werden muss, und daher kann die Dicke des Siliziumoxidfilms **46** vorzugsweise gleich oder kleiner als 1 μm und mehr bevorzugt gleich oder kleiner als 300 nm sein.

[0196] Der Deckel **6g** der lichtemittierenden Vorrichtung **1g** der vorliegenden Ausführungsform kann als Alternative zu dem Deckel **6a** der anderen lichtemittierenden Vorrichtungen **1b**, **1d** oder dergleichen verwendet werden.

(Erstes Beispiel)

[0197] Nachstehend wird eine lichtemittierende Vorrichtung **1h** des ersten Beispiels unter Bezugnahme auf die **Fig. 30** und die **Fig. 31** beschrieben. Die lichtemittierende Vorrichtung **1h** unterscheidet sich von der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** der Ausführungsform **1** dahingehend, dass die erste Elektrode **31** und die zweite Elektrode **32** des Ultraviolettlichtemittierenden Elements **3** mit dem ersten Leiter **21** und dem zweiten Leiter **22** des Montagesubstrats **2a** mit einer aus einem Au-Lötkontakthügel ausgebildeten Verbindung **161** bzw. einer aus einem Au-Lötkontakthügel ausgebildeten Verbindung **162** verbunden sind. Zusätzlich unterscheidet sich die lichtemittierende Vorrichtung **1h** von der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** dahingehend, dass die dritte Barrierschicht **83** zwischen der zweiten Verbindungsmetallschicht **43** und der dritten Verbindung **63** des Abstandshalters **4** vorliegt. Es sollte beachtet werden, dass Komponenten, die der lichtemittierenden Vorrichtung **1h** und der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** gemeinsam sind, mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet werden, so dass überflüssige Erläuterungen vermieden werden.

[0198] Der Au-Lötkontakthügel kann vorzugsweise ein Drahtkontakthügel („stud bump“) sein, der durch eine Drahtkontakthügelbildung („stud bumping“) (auch als Kugelkontakthügelbildung („ball bumping“ bezeichnet)) auf/über dem Montagesubstrat **2a** gebildet wird. In der lichtemittierenden Vorrichtung **1h** weist die erste Elektrode **31** eine ebene Größe auf, die größer ist als eine ebene Größe der zweiten Elektrode **32** und daher ist es bevorzugt, eine Mehrzahl von Verbindungen **162** für die zweite Elektrode **32** bereitzustellen. Dies kann zu einer Verbesserung des Wärmeabstrahlungsvermögens der lichtemittierenden Vorrichtung **1h** verglichen mit einem Fall führen, bei dem eine Verbindung **162** bereitgestellt ist.

[0199] Die zweite Verbindungsmetallschicht **43** kann vorzugsweise z.B. aus einem laminierten Film des Basisfilms **431** und der Verbindungsschicht **433** gebildet werden. Der Basisfilm **431** kann z.B. aus einem Al-Film ausgebildet sein. Die Verbindungsschicht **433** kann z.B. aus einem laminierten Film aus einem Ni-Film, einem Pd-Film und einem Au-Film ausgebildet sein.

[0200] In der lichtemittierenden Vorrichtung **1h** bilden der Abstandshalter **4** und die Abdeckung **5** einen Deckel **6h** zum Bedecken des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3**. Ferner bilden in der lichtemittierenden Vorrichtung **1h** das Montagesubstrat **2a** und der Deckel **6h** ein Gehäuse **7h** zum Aufnehmen des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3**.

[0201] Es sollte beachtet werden, dass das Dokument **1** offenbart, dass der Abstandshalter aus einem Siliziumsubstrat oder einem elektrisch isolierenden Harz hergestellt sein kann. Ferner offenbart das Dokument **1**, dass reflektierende Metallfilme aus Ag oder Al vorzugsweise auf Seitenoberflächen des Hohlraums ausgebildet sein können, so dass ausreichende Effekte der Reflexion von Licht durch die Seitenoberflächen des Hohlraums erreicht werden.

[0202] Zusätzlich offenbart das Dokument **3**, dass als lichtemittierende Vorrichtungen ein optoelektronisches Element vorgeschlagen wurde, das einen Träger, einen optoelektronischen Halbleiterchip, bei dem es sich um eine lichtemittierende Diode bzw. Leuchtdiode handelt, die auf einer Hauptoberfläche des Trägers montiert ist, und ein optisches Bauteil umfasst, das auf dem Träger montiert ist. Der Träger ist ein Leiterplattensubstrat oder ein Keramiksubstrat. Das optische Bauteil umfasst einen Rahmen und eine Glasplatte. Der Rahmen ist aus Silizium hergestellt. Die Glasplatte lässt Strahlung durch, die von dem optoelektronischen Halbleiterchip emittiert wird.

[0203] In den Bereichen von lichtemittierenden Vorrichtungen zum Emittieren von Ultraviolettlicht kann

es einen Bedarf zum Erhöhen der Abgabe von Ultraviolettlicht geben.

[0204] Die lichtemittierende Vorrichtung **1h** umfasst das Montagesubstrat **2a**, das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3**, das auf dem Montagesubstrat **2a** montiert ist, den Abstandshalter **4**, der auf dem Montagesubstrat **2a** angeordnet ist und das Durchgangsloch **41** umfasst, so dass das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** freiliegt, und die Abdeckung **5**, die auf dem Abstandshalter **4** zum Bedecken des Durchgangslochs **41** des Abstandshalters **4** angeordnet ist. Das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** ist so ausgebildet, dass es Ultraviolettlicht mit einer Emissionspeakwellenlänge innerhalb eines Ultraviolett-Wellenlängenbereichs emittiert. Der Abstandshalter **4** umfasst den aus Si hergestellten Abstandshalterkörper **40**. Das Durchgangsloch **41** ist in dem Abstandshalterkörper **40** ausgebildet. Das Durchgangsloch **41** weist eine Öffnungsfläche auf, die mit zunehmendem Abstand von dem Montagesubstrat **2a** nach und nach zunimmt. Die Abdeckung **5** ist aus einem Glas hergestellt, das für Ultraviolettlicht durchlässig ist, das von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** emittiert wird. In der lichtemittierenden Vorrichtung **1h** sind der Abstandshalter **4** und die Abdeckung **5** miteinander verbunden. Die lichtemittierende Vorrichtung **1h** mit einem solchen Aufbau kann vorteilhafte Effekte des Erhöehens der Abgabe von Ultraviolettlicht bereitstellen.

[0205] Nachstehend wird das Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1h** kurz beschrieben. Es sollte beachtet werden, dass das Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1h** entsprechende Prozesse wie das Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** umfasst und solche entsprechenden Prozesse zur Vermeidung überflüssiger Erläuterungen weggelassen sind.

[0206] Das Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1h** kann z.B. den folgenden ersten Prozess, zweiten Prozess, dritten Prozess und vierten Prozess umfassen, die nacheinander durchgeführt werden.

[0207] Der erste Prozess umfasst das Bilden des Basisfilms **431** aus einem Al-Film auf dem Siliziumoxidfilm **44** des Abstandshalters **4** und anschließend das Bilden eines Deckels **6h** durch direktes Verbinden der Abdeckung **5** und des Abstandshalters **4** durch anodisches Verbinden.

[0208] Der zweite Prozess umfasst das Zinkatbehandeln des Basisfilms **431** des Deckels **6e** und anschließend das Bilden der Verbindungsschicht **433** aus einem laminierten Film aus einem Ni-Film, einem Pd-Film und einem Au-Film auf dem Basisfilm **431** durch stromloses Plattieren. Der zweite Prozess um-

fasst das Bilden der dritten Barrierschicht **83**, wie z.B. aus einem Pt-Film, auf der Verbindungsschicht **433** anschließend an das Bilden der Verbindungsschicht **433** und danach das Bilden der dritten AuSn-Schicht **73** auf der dritten Barrierschicht **83** durch stromloses Plattieren und anschließend das Bilden der dritten Au-Schicht **93** auf der dritten AuSn-Schicht **73** durch stromloses Plattieren. Die dritte Barrierschicht **83**, die dritte AuSn-Schicht **73** und die dritte Au-Schicht **93** bilden die dritte Verbindungsschicht **103**.

[0209] Der erste Prozess und der zweite Prozess, die vorstehend genannt worden sind, können vorzugsweise auf dem Waferniveau durchgeführt werden. In dem zweiten Prozess kann nach der Bildung der dritten Au-Schicht **93** eine Struktur, die durch Verbinden eines ersten Wafers, der mit der Mehrzahl von Abstandshaltern **4** versehen ist, mit einem zweiten Wafer, der als Basis für die Mehrzahl von Abdeckungen **5** dient, hergestellt worden ist, vorzugsweise in eine Mehrzahl von Deckeln **6h** aufgeteilt werden.

[0210] Der dritte Prozess umfasst das Verbinden der ersten Elektrode **31** und der zweiten Elektrode **32** des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** mit dem ersten Leiter **21** und dem zweiten Leiter **22** des Montagesubstrats **2a** mit der Verbindung **161**, die aus einem Au-Lötkontakthügel ausgebildet ist, bzw. der Verbindung **162**, die aus einem Au-Lötkontakthügel ausgebildet ist. In dem dritten Prozess wird eine Flip-Chip-Montage zum Montieren des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** auf dem Montagesubstrat **2a** durch die Verwendung von Ultraschallwellen durchgeführt.

[0211] Der vierte Prozess umfasst das Verbinden des Deckels **6h** mit dem Montagesubstrat **2a** durch nacheinander Durchführen des ersten Schritts und des zweiten Schritts. In dem ersten Schritt des vierten Prozesses wird die zweite Verbindungsmetallschicht **43** des Deckels **6h**, der durch den zweiten Ansaughalter durch Ansaugen gehalten wird, auf die erste Verbindungsmetallschicht **23** des Montagesubstrats **2d** gerichtet. Insbesondere wird in dem ersten Schritt die dritte Verbindungsschicht **103** auf der zweiten Verbindungsmetallschicht **43** auf die erste Verbindungsmetallschicht **23** gerichtet. In dem zweiten Schritt des vierten Prozesses werden die zweite Verbindungsmetallschicht **43** des Deckels **6h** und die erste Verbindungsmetallschicht **23** des Montagesubstrats **2a** mit der dritten AuSn-Schicht **73** miteinander verbunden. In dem zweiten Schritt wird der Deckel **6h** derart auf dem Montagesubstrat **2a** angeordnet, dass die dritte Verbindungsschicht **103** mit der ersten Verbindungsmetallschicht **23** bei einer Bedingung in Kontakt ist, bei der das Montagesubstrat **2a** mit der ersten Heizeinrichtung auf eine Temperatur gleich oder höher als der Schmelzpunkt der dritten AuSn-Schicht **73** erwärmt wird und der Deckel **6h** so

gehalten wird, dass er eine Temperatur aufweist, die niedriger ist als der Schmelzpunkt der dritten AuSn-Schicht **73**. Ferner wird in dem zweiten Schritt die dritte AuSn-Schicht **73** geschmolzen, während der Deckel **6h** gepresst wird, und danach wird die dritte AuSn-Schicht **73** zur Bildung der dritten Verbindung **63** erstarren gelassen. Der zweite Schritt kann vorzugsweise unter einer N₂-Gasatmosphäre durchgeführt werden.

[0212] Gemäß dem Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1h** werden der erste Prozess, der zweite Prozess, der dritte Prozess und der vierte Prozess nacheinander durchgeführt und dadurch kann die lichtemittierende Vorrichtung **1h** erhalten werden.

(Zweites Beispiel)

[0213] Nachstehend wird eine lichtemittierende Vorrichtung **1i** der vorliegenden Ausführungsform unter Bezugnahme auf die **Fig. 32** und die **Fig. 33** beschrieben. Die lichtemittierende Vorrichtung **1i** unterscheidet sich von der lichtemittierenden Vorrichtung **1d** der Ausführungsform **3** dahingehend, dass die erste Elektrode **31** und die zweite Elektrode **32** des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3** mit dem ersten Leiter **21** und dem zweiten Leiter **22** des Montagesubstrats **2d** mit der aus einem Au-Lötkontakthügel ausgebildeten Verbindung **161** bzw. der aus einem Au-Lötkontakthügel ausgebildeten Verbindung **162** verbunden sind. Zusätzlich unterscheidet sich die lichtemittierende Vorrichtung **1i** von der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** dahingehend, dass die dritte Barrierschicht **83** zwischen der zweiten Verbindungsmetallschicht **43** und der dritten Verbindung **63** des Abstandshalters **4** vorliegt. Es sollte beachtet werden, dass Komponenten, die der lichtemittierenden Vorrichtung **1i** und der lichtemittierenden Vorrichtung **1d** gemeinsam sind, mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet werden, so dass überflüssige Erläuterungen vermieden werden.

[0214] Der Au-Lötkontakthügel kann vorzugsweise ein Drahtkontakthügel („stud bump“) sein, der durch eine Drahtkontakthügelbildung („stud bumping“) gebildet wird. In der lichtemittierenden Vorrichtung **1i** weist die erste Elektrode **31** eine ebene Größe auf, die größer ist als eine ebene Größe der zweiten Elektrode **32** und daher ist es bevorzugt, eine Mehrzahl von Verbindungen **162** für die zweite Elektrode **32** bereitzustellen. Dies kann zu einer Verbesserung des Wärmeabstrahlungsvermögens der lichtemittierenden Vorrichtung **1i** verglichen mit einem Fall führen, bei dem eine Verbindung **162** bereitgestellt ist.

[0215] In der lichtemittierenden Vorrichtung **1i** bilden der Abstandshalter **4** und die Abdeckung **5** den Deckel **6h** zum Bedecken des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3**. Ferner bilden in der lichtemittie-

renden Vorrichtung **1i** das Montagesubstrat **2d** und der Deckel **6h** ein Gehäuse **7i** zum Aufnehmen des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements **3**.

[0216] Das Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1i** ist mit dem Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1h** nahezu identisch und daher werden entsprechende Erläuterungen weggelassen.

(Ausführungsform 7)

[0217] Nachstehend wird eine lichtemittierende Vorrichtung **1j** der vorliegenden Ausführungsform unter Bezugnahme auf die **Fig. 34** und die **Fig. 35A** und **Fig. 35B** beschrieben. Die lichtemittierende Vorrichtung **1j** unterscheidet sich von der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** der Ausführungsform **1** dahingehend, dass sie ein Einkapselungselement **80** umfasst, das innerhalb des Raums **8** angeordnet ist, der durch das Montagesubstrat **2a**, den Abstandshalter **4** und die Abdeckung **5** umgeben ist, so dass das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** umschlossen ist. Es sollte beachtet werden, dass Komponenten, die der lichtemittierenden Vorrichtung **1j** und der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** gemeinsam sind, mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet werden, so dass überflüssige Erläuterungen vermieden werden.

[0218] Das Einkapselungselement **80** ist aus einem Einkapselungsmaterial mit elektrisch isolierenden Eigenschaften hergestellt. Zusätzlich weist das Einkapselungsmaterial zum Bilden des Einkapselungselements **80** eine Ultraviolettlichtbeständigkeit gegen Ultraviolettlicht auf, das von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** emittiert wird, und ist für Ultraviolettlicht durchlässig, das von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** emittiert wird. Der Ausdruck „Material, das eine Ultraviolettlichtbeständigkeit gegen Ultraviolettlicht aufweist, das von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element **3** emittiert wird“ bedeutet, dass das Material ein Abnahmeverhältnis von Durchlässigkeiten nachdem und bevor ein Nennstrom kontinuierlich durch das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** für 2000 Stunden fließen gelassen worden ist bzw. wird, von 30 % oder weniger aufweist. Das Einkapselungselement **80** weist einen Brechungsindex auf, der höher ist als der Brechungsindex eines inaktiven Gases.

[0219] Beispiele für das Einkapselungsmaterial können ein Silikonharz, das ein Grundgerüst von Si-O-Bindungen und eine Durchlässigkeit von 90 % oder mehr für Ultraviolettlicht aufweist, und ein Harz auf Fluorbasis (z.B. ein amorphes Fluorpolymer) umfassen, das ein Grundgerüst von C-F-Bindungen und eine Durchlässigkeit von 90 % oder mehr für Ultraviolettlicht aufweist.

[0220] Die Abdeckung **5** weist einen Brechungsindex von etwa 1,5 für Ultraviolettlicht mit einer Wellenlänge von 265 nm auf. Ferner weist das Substrat **30** einen Brechungsindex von etwa 1,8 für Ultraviolettlicht mit einer Wellenlänge von 265 nm auf. Ferner weist das Einkapselungselement **80** einen Brechungsindex in einem Bereich von z.B. etwa 1,3 bis 1,5 für Ultraviolettlicht mit einer Wellenlänge von 265 nm auf.

[0221] Die lichtemittierende Vorrichtung **1j** umfasst das Einkapselungselement **80**, das innerhalb des Raums **8** angeordnet ist, der durch das Montagesubstrat **2a**, den Abstandshalter **4** und die Abdeckung **5** angeordnet ist, so dass sie das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** umschließt, wodurch die Lichtextraktionseffizienz verbessert und die Abgabe erhöht wird.

[0222] Das Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1j** der vorliegenden Ausführungsform ist mit dem Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung **1a** nahezu identisch, unterscheidet sich jedoch bezüglich des Füllens eines Raums, der durch die Abdeckung **5** und den Abstandshalter **4** des Deckels **6a** umgeben ist, mit einem Einkapselungsharz **800**, das als Basis für das Einkapselungselement **80** dient (**Fig. 35A**), und dahingehend, dass danach der Deckel **6a** auf das Montagesubstrat **2a** gerichtet wird (**Fig. 35B**) und dann der Deckel **6a** mit dem Montagesubstrat **2a** verbunden wird und anschließend das Einkapselungsharz **800** zur Bildung des Einkapselungselements **80** wärmeausgehärtet wird. Die Verfahrensbedingungen zum Wärmehärten des Einkapselungsharzes **800** umfassen z.B. eine Erwärmungstemperatur von 150 °C und eine Zeitdauer des Erwärmens von 2 Stunden.

[0223] Materialien, Werte und dergleichen, die in den Erläuterungen der Ausführungsformen **1** bis **7** angegeben sind, sind vorzugsweise Beispiele und sie sollen den Umfang der Erfindung nicht beschränken. Ferner können die Ausführungsformen, die Aspekte der vorliegenden Erfindung angeben, in einer geeigneten Weise modifiziert werden, ohne von dem Umfang des technischen Konzepts der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

[0224] Beispielsweise ist in den lichtemittierenden Vorrichtungen **1a**, **1b**, **1c**, **1d**, **1e**, **1f**, **1g**, **1h** und **1j** das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** ein Ultraviolett-LED-Chip. Beispiele für das Ultraviolettlicht-emittierende Element **3** können jedoch zusätzlich dazu einen Ultraviolett-LD (Laserdioden)-Chip umfassen.

[0225] Ferner ist in den lichtemittierenden Vorrichtungen **1a**, **1b**, **1c**, **1d** und **1j** der Abstandshalterkörper **40** aus Si hergestellt. Der Abstandshalterkörper **40** kann jedoch aus Al hergestellt sein.

(Aspekte gemäß der vorliegenden Erfindung)

[0226] Wie es aus den vorstehend genannten Ausführungsformen **1** bis **7** ersichtlich ist, umfasst die lichtemittierende Vorrichtung (**1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f, 1g, 1j**) des ersten Aspekts gemäß der vorliegenden Erfindung: ein Montagesubstrat (**2a, 2b, 2d**), ein Ultraviolettlicht-emittierendes Element (**3**), das auf dem Montagesubstrat (**2a, 2b, 2d**) montiert ist, und einen Deckel (**6a, 6c, 6e, 6g**), der auf dem Montagesubstrat (**2a, 2b, 2d**) angeordnet ist und eine Aussparung (**663**) zum Aufnehmen des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements (**3**) umfasst. Das Montagesubstrat (**2a, 2b, 2d**) umfasst einen Träger (**20a, 20d**) und einen ersten Leiter (**21**), einen zweiten Leiter (**22**) und eine erste Verbindungsmetallschicht (**23**), die auf dem Träger (**20a, 20d**) gestützt sind. Der erste Leiter (**21**) und der zweite Leiter (**22**) sind so angeordnet, dass sie auf eine Vorderfläche (**201**) des Trägers (**20a, 20d**) gerichtet sind, so dass sie auf eine Unterseite (**664**) der Aussparung (**663**) des Deckels (**6a, 6c, 6e, 6g**) gerichtet sind. Der Deckel (**6a, 6c, 6e, 6g**) umfasst einen Deckelkörper (**660**), der eine Vorderfläche (**661**) und eine Rückfläche (**662**) aufweist und mit der Aussparung (**663**) in der Rückfläche (**662**) versehen ist, und eine zweite Verbindungsmetallschicht (**43**), die so auf der Rückfläche (**662**) des Deckelkörpers (**660**) an einem Randbereich der Aussparung (**663**) angeordnet ist, dass sie auf die erste Verbindungsmetallschicht (**23**) gerichtet ist. Der Deckel (**6a, 6c, 6e, 6g**) umfasst ferner einen Ultraviolettlicht-durchlässigen Teil (**666**) zwischen der Vorderfläche (**661**) des Deckelkörpers (**660**) und der Unterseite (**664**) der Aussparung (**663**) und mindestens der Ultraviolettlicht-durchlässige Teil (**666**) ist aus einem Glas zum Durchlassen von Ultraviolettlicht hergestellt, das von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element (**3**) emittiert wird. Das Ultraviolettlicht-emittierende Element (**3**) umfasst eine erste Elektrode (**31**) und eine zweite Elektrode (**32**) und die erste Elektrode (**31**) und die zweite Elektrode (**32**) sind so angeordnet, dass sie auf eine Oberfläche in der Dickenrichtung des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements (**3**) gerichtet sind. Der erste Leiter (**21**), der zweite Leiter (**22**) und die erste Verbindungsmetallschicht (**23**) sind aus dem gleichen laminierten Film ausgebildet, der auf die Vorderfläche (**201**) des Trägers (**20a, 20d**) gerichtet ist. Jeder des ersten Leiters (**21**), des zweiten Leiters (**22**) und der ersten Verbindungsmetallschicht (**23**) umfasst eine oberste Schicht, die am weitesten von dem Träger (**20a, 20d**) entfernt ist und aus Au hergestellt ist. Die erste Elektrode (**31**) und der erste Leiter (**21**) sind mit einer ersten Verbindung (**61**) verbunden, die aus AuSn hergestellt ist. Die zweite Elektrode (**32**) und der zweite Leiter (**22**) sind mit einer zweiten Verbindung (**62**) verbunden, die aus AuSn hergestellt ist. Die erste Verbindungsmetallschicht (**23**) und die zweite Verbindungsmetallschicht (**43**) sind mit einer dritten Verbindung (**63**) verbunden, die aus AuSn hergestellt ist.

[0227] Die lichtemittierende Vorrichtung (**1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f, 1g, 1j**) des zweiten Aspekts gemäß der vorliegenden Erfindung, der in einer Kombination mit dem ersten Aspekt realisiert werden kann, umfasst ferner: eine erste Barrierschicht (**81**) zwischen dem ersten Leiter (**21**) und der ersten Verbindung (**61**), eine zweite Barrierschicht (**82**) zwischen dem zweiten Leiter (**22**) und der zweiten Verbindung (**62**) und eine dritte Barrierschicht (**83**) zwischen der ersten Verbindungsmetallschicht (**23**) und der dritten Verbindung (**63**). Die erste Barrierschicht (**81**), die zweite Barrierschicht (**82**) und die dritte Barrierschicht (**83**) sind aus dem gleichen Material hergestellt und weisen die gleiche Dicke auf.

[0228] In der lichtemittierenden Vorrichtung (**1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f, 1g, 1j**) des dritten Aspekts gemäß der vorliegenden Erfindung, der in einer Kombination mit dem ersten oder zweiten Aspekt realisiert werden kann, umfasst die erste Elektrode (**31**) eine erste Kontaktelektrodenschicht (**31B**), die einen Au-Film mit einer Oberfläche umfasst, die als oberste Oberfläche der ersten Kontaktelektrodenschicht (**31B**) dient. Die zweite Elektrode (**32**) umfasst eine zweite Kontaktelektrodenschicht (**32B**), die einen Au-Film mit einer Oberfläche umfasst, die als oberste Oberfläche der zweiten Kontaktelektrodenschicht (**32B**) dient. Die zweite Verbindungsmetallschicht (**43**) ist ein laminiertes Film aus einem Basisfilm (**431**) und einem Au-Film (**432**).

[0229] In der lichtemittierenden Vorrichtung (**1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f, 1g, 1j**) des vierten Aspekts gemäß der vorliegenden Erfindung, der in einer Kombination mit einem des ersten bis dritten Aspekts realisiert werden kann, erstreckt sich die dritte Verbindung (**63**) über die gesamte Länge eines äußeren Randbereichs der Rückfläche (**662**) des Deckelkörpers (**660**).

[0230] In der lichtemittierenden Vorrichtung (**1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f, 1g**) des fünften Aspekts gemäß der vorliegenden Erfindung, der in einer Kombination mit dem vierten Aspekt realisiert werden kann, ist ein Raum, der durch das Montagesubstrat (**2a, 2b, 2d**) und den Deckel (**6a, 6c, 6e, 6g**) umgeben ist, mit einer inaktiven Gasatmosphäre gefüllt.

[0231] In der lichtemittierenden Vorrichtung (**1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f, 1g, 1j**) des sechsten Aspekts gemäß der vorliegenden Erfindung, der in einer Kombination mit einem des ersten bis fünften Aspekts realisiert werden kann, ist der Deckel (**6a, 6c, 6e, 6g**) kleiner als das Montagesubstrat (**2a, 2b, 2d**) in einer Draufsicht.

[0232] In der lichtemittierenden Vorrichtung (**1a, 1b, 1c, 1e, 1g, 1j**) des siebten Aspekts gemäß der vorliegenden Erfindung, der in einer Kombination mit einem des ersten bis sechsten Aspekts realisiert werden kann, umfasst das Montagesubstrat (**2a, 2b**) ei-

ne erste äußere Verbindungselektrode (24) und eine zweite äußere Verbindungselektrode (25) und umfasst ferner einen ersten hindurchtretenden Draht (26) und einen zweiten hindurchtretenden Draht (27), die durch den Träger (20a) in der Dickenrichtung desselben hindurchtreten. Die erste äußere Verbindungselektrode (24) und die zweite äußere Verbindungselektrode (25) sind auf einer Rückfläche (202) des Trägers (20a) ausgebildet. Die erste äußere Verbindungselektrode (24) ist durch den ersten hindurchtretenden Draht (26) elektrisch mit dem ersten Leiter (21) verbunden. Die zweite äußere Verbindungselektrode (25) ist durch den zweiten hindurchtretenden Draht (27) elektrisch mit dem zweiten Leiter (22) verbunden.

[0233] In der lichtemittierenden Vorrichtung (1a, 1b, 1c, 1e, 1g, 1j) des achten Aspekts gemäß der vorliegenden Erfindung, der in einer Kombination mit dem siebten Aspekt realisiert werden kann, ist der Träger (20a) aus einer AlN-Keramik hergestellt.

[0234] In der lichtemittierenden Vorrichtung (1d, 1f) des neunten Aspekts gemäß der vorliegenden Erfindung, der in einer Kombination mit einem des ersten bis sechsten Aspekts realisiert werden kann, ist das Montagesubstrat (2d) ein mehrschichtiges Substrat. Das Montagesubstrat (2d) umfasst eine erste äußere Verbindungselektrode (24) und eine zweite äußere Verbindungselektrode (25) und umfasst ferner eine erste Verdrahtungsschicht (28), eine zweite Verdrahtungsschicht (29) und eine elektrisch isolierende Schicht (253). Die erste Verdrahtungsschicht (28) und die zweite Verdrahtungsschicht (29) werden so angeordnet, dass sie auf die Vorderfläche (201) des Trägers (20d) gerichtet sind. Der erste Leiter (21) und die erste äußere Verbindungselektrode (24) werden zum elektrischen Verbinden mit der ersten Verdrahtungsschicht (28) auf der ersten Verdrahtungsschicht (28) angeordnet. Der zweite Leiter (22) und die zweite äußere Verbindungselektrode (25) werden zum elektrischen Verbinden mit der zweiten Verdrahtungsschicht (29) auf der zweiten Verdrahtungsschicht (29) angeordnet. Die elektrisch isolierende Schicht (253) wird so angeordnet, dass sie auf die Vorderfläche (201) des Trägers (20d) gerichtet ist, so dass sie die erste Verdrahtungsschicht (28) und die zweite Verdrahtungsschicht (29) bedeckt. Die erste Verbindungsmetallschicht (23) wird auf der elektrisch isolierenden Schicht (253) angeordnet.

[0235] In der lichtemittierenden Vorrichtung (1d, 1f) des zehnten Aspekts gemäß der vorliegenden Erfindung, der in einer Kombination mit dem neunten Aspekt realisiert werden kann, umfasst das Montagesubstrat (2d) eine zweite elektrisch isolierende Schicht (251), die von einer ersten elektrisch isolierenden Schicht (253) verschieden ist, welche die elektrisch isolierende Schicht (253) ist. Der Träger (20d) ist aus Si hergestellt. Die zweite elektrisch

isolierende Schicht (251) ist auf der Vorderfläche (201) des Trägers (20d) angeordnet. Die erste Verdrahtungsschicht (28) und die zweite Verdrahtungsschicht (29) sind auf der zweiten elektrisch isolierenden Schicht (251) angeordnet.

[0236] In der lichtemittierenden Vorrichtung (1a, 1b, 1c, 1d, 1g, 1j) des elften Aspekts gemäß der vorliegenden Erfindung, der in einer Kombination mit einem des ersten bis zehnten Aspekts realisiert werden kann, umfasst der Deckel (6a, 6c, 6g) einen Abstandshalter (4,) der auf dem Montagesubstrat (2a, 2b, 2d) angeordnet ist und ein Durchgangsloch (41) umfasst, durch welches das Ultraviolettlicht-emittierende Element (3) freiliegt, und eine Abdeckung (5), die auf dem Abstandshalter (4) zum Abdecken des Durchgangslochs (41) des Abstandshalters (4) angeordnet ist und mit dem Abstandshalter (4) verbunden ist. Die Unterseite (664) der Aussparung (663) ist ein Teil einer Oberfläche der Abdeckung (5), die mittels des Durchgangslochs (41) freiliegt. Die Abdeckung (5) ist aus einem Glas hergestellt, das für Ultraviolettlicht durchlässig ist, das von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element (3) emittiert wird. Der Abstandshalter (4) umfasst einen Abstandshalterkörper (40), der aus Si hergestellt ist, und die zweite Verbindungsmetallschicht (43), die so angeordnet ist, dass sie auf eine Stirnfläche (42) des Abstandshalterkörpers (40) gerichtet ist, die derart auf das Montagesubstrat (2a, 2b, 2d) gerichtet ist, dass sie auf die erste Verbindungsmetallschicht (23) gerichtet ist.

[0237] In der lichtemittierenden Vorrichtung (1a, 1b, 1c, 1d, 1g, 1j) des zwölften Aspekts gemäß der vorliegenden Erfindung, der in einer Kombination mit dem elften Aspekt realisiert werden kann, ist das Durchgangsloch (41) in dem Abstandshalterkörper (40) ausgebildet. Das Durchgangsloch (41) weist eine Öffnungsfläche auf, die mit zunehmendem Abstand von dem Montagesubstrat (2a, 2b, 2d) nach und nach zunimmt.

[0238] In der lichtemittierenden Vorrichtung (1a, 1b, 1c, 1d, 1g, 1j) des dreizehnten Aspekts gemäß der vorliegenden Erfindung, der in einer Kombination mit dem zwölften Aspekt realisiert werden kann, ist der Abstandshalterkörper (40) aus einem einkristallinen Si-Substrat (400) mit einer (100)-Ebene als Oberfläche (401) davon ausgebildet und eine Innenseitenoberfläche des Durchgangslochs (41) ist parallel zu einer {111}-Ebene.

[0239] In der lichtemittierenden Vorrichtung (1a, 1b, 1c, 1d, 1g, 1j) des vierzehnten Aspekts gemäß der vorliegenden Erfindung, der in einer Kombination mit dem dreizehnten Aspekt realisiert werden kann, ist die Innenseitenoberfläche des Durchgangslochs (41) in dem Abstandshalter (4) aus einer Oberfläche eines Siliziumoxidfilms ausgebildet, die parallel zu der {111}-Ebene ist.

[0240] In der lichtemittierenden Vorrichtung (**1a, 1b, 1c, 1d, 1g, 1j**) des fünfzehnten Aspekts gemäß der vorliegenden Erfindung, der in einer Kombination mit einem des elften bis vierzehnten Aspekts realisiert werden kann, ist das Ultraviolettlicht-emittierende Element (**3**) zum Emittieren von Ultraviolettlicht mit einer Emissionswellenlänge in einem Wellenlängenbereich von UV-C ausgebildet.

[0241] In der lichtemittierenden Vorrichtung (**1a, 1b, 1d, 1g, 1j**) des sechzehnten Aspekts gemäß der vorliegenden Erfindung, der in einer Kombination mit einem des elften bis fünfzehnten Aspekts realisiert werden kann, enthält das Glas, das die Abdeckung (**5**) bildet, eine alkalische Komponente. Der Abstandshalter (**4**) und die Abdeckung (**5**) sind direkt verbunden.

[0242] In der lichtemittierenden Vorrichtung (**1c**) des siebzehnten Aspekts gemäß der vorliegenden Erfindung, der in einer Kombination mit einem des elften bis fünfzehnten Aspekts realisiert werden kann, sind der Abstandshalter (**4**) und die Abdeckung (**5**) mit einer vierten Verbindung (**64**) verbunden, die aus einem Glas mit niedrigem Schmelzpunkt mit einem Wärmeausdehnungskoeffizienten zwischen dem Wärmeausdehnungskoeffizienten des Abstandshalterkörpers (**40**) und dem Wärmeausdehnungskoeffizienten der Abdeckung (**5**) hergestellt ist.

[0243] In der lichtemittierenden Vorrichtung (**1g**) des achtzehnten Aspekts gemäß der vorliegenden Erfindung, der in einer Kombination mit dem sechzehnten Aspekt realisiert werden kann, umfasst der Abstandshalter (**4**) einen Siliziumoxidfilm (**46**), der auf einer Stirnfläche (**45**) des Abstandshalterkörpers (**40**) ausgebildet ist, die auf die Abdeckung (**5**) gerichtet ist.

[0244] In der lichtemittierenden Vorrichtung (**1e, 1f**) des neunzehnten Aspekts gemäß der vorliegenden Erfindung, der in einer Kombination mit einem des ersten bis zehnten Aspekts realisiert werden kann, ist der gesamte Deckelkörper (**660**) aus einem Glas hergestellt, das für Ultraviolettlicht durchlässig ist, das von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element (**3**) emittiert wird.

[0245] Das Verfahren des zwanzigsten Aspekts gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung (**1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f, 1g, 1j**). Die lichtemittierende Vorrichtung (**1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f, 1g, 1j**) umfasst: ein Montagesubstrat (**2a, 2b, 2d**), ein Ultraviolettlicht-emittierendes Element (**3**), das auf dem Montagesubstrat (**2a, 2b, 2d**) montiert ist, und einen Deckel (**6a, 6c, 6e, 6g**), der auf dem Montagesubstrat (**2a, 2b, 2d**) angeordnet ist und eine Aussparung (**663**) zum Aufnehmen des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements (**3**) umfasst. Das Montagesubstrat (**2a, 2b, 2d**) umfasst einen Träger (**20a, 20d**) und einen ersten Lei-

ter (**21**), einen zweiten Leiter (**22**) und eine erste Verbindungsmetallschicht (**23**), die auf dem Träger (**20a, 20d**) gestützt sind. Der erste Leiter (**21**) und der zweite Leiter (**22**) sind so angeordnet, dass sie auf eine Vorderfläche (**201**) des Trägers (**20a, 20d**) gerichtet sind, so dass sie auf eine Unterseite (**664**) der Aussparung (**663**) des Deckels (**6a, 6c, 6e, 6g**) gerichtet sind. Der Deckel (**6a, 6c, 6e, 6g**) umfasst einen Deckelkörper (**660**), der eine Vorderfläche (**661**) und eine Rückfläche (**662**) aufweist und mit der Aussparung (**663**) in der Rückfläche (**662**) versehen ist, und eine zweite Verbindungsmetallschicht (**43**), die so auf der Rückfläche (**662**) des Deckelkörpers (**660**) an einem Randbereich der Aussparung (**663**) angeordnet ist, dass sie auf die erste Verbindungsmetallschicht (**23**) gerichtet ist. Der Deckel (**6a, 6c, 6e, 6g**) umfasst ferner einen Ultraviolettlicht-durchlässigen Teil (**666**) zwischen der Vorderfläche (**661**) des Deckelkörpers (**660**) und der Unterseite (**664**) der Aussparung (**663**) und mindestens der Ultraviolettlicht-durchlässige Teil (**666**) ist aus einem Glas zum Durchlassen von Ultraviolettlicht hergestellt, das von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element (**3**) emittiert wird. Das Ultraviolettlicht-emittierende Element (**3**) umfasst eine erste Elektrode (**31**) und eine zweite Elektrode (**32**) und die erste Elektrode (**31**) und die zweite Elektrode (**32**) sind so angeordnet, dass sie auf eine Oberfläche in der Dickenrichtung des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements (**3**) gerichtet sind. Das Verfahren umfasst: Bilden des Deckels (**6a, 6c, 6e, 6g**) und anschließend Verbinden der ersten Elektrode (**31**) und der zweiten Elektrode (**32**) des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements (**3**) und der zweiten Verbindungsmetallschicht (**43**) des Deckels (**6a, 6c, 6e, 6g**) mit dem ersten Leiter (**21**), dem zweiten Leiter (**22**) und der ersten Verbindungsmetallschicht (**23**) des Montagesubstrats (**2a, 2b, 2d**) mit einer ersten AuSn-Schicht (**71**), einer zweiten AuSn-Schicht (**72**) bzw. einer dritten AuSn-Schicht (**73**). Die erste AuSn-Schicht (**71**), die zweite AuSn-Schicht (**72**) und die dritte AuSn-Schicht (**73**) werden zusammen auf/über dem Montagesubstrat (**2a, 2b, 2d**) mit dem gleichen Prozess gebildet.

[0246] In dem Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung (**1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f, 1g, 1j**) des einundzwanzigsten Aspekts gemäß der vorliegenden Erfindung, der in einer Kombination mit dem zwanzigsten Aspekt realisiert werden kann, wird ein erster Verbindungsprozess zum Verbinden der ersten Elektrode (**31**) und der zweiten Elektrode (**32**) des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements (**3**) mit dem ersten Leiter (**21**) und dem zweiten Leiter (**22**) des Montagesubstrats (**2a, 2b, 2d**) mit der ersten AuSn-Schicht (**71**) bzw. der zweiten AuSn-Schicht (**72**) durchgeführt. Ein zweiter Verbindungsprozess anschließend an den ersten Verbindungsprozess wird zum Verbinden der zweiten Verbindungsmetallschicht (**43**) des Deckels (**6a, 6c, 6e, 6g**) mit der ersten Verbindungsmetallschicht (**23**) des Montagesubstrats (**2a, 2b, 2d**) mit der dritten AuSn-

Schicht (73) durchgeführt. Der erste Verbindungsprozess und der zweite Verbindungsprozess werden nacheinander in einem Verbindungsraum einer einzelnen Verbindungsvorrichtung durchgeführt.

[0247] Die lichtemittierende Vorrichtung (1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f, 1g, 1h, 1i, 1j) des zweiundzwanzigsten Aspekts gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst: ein Montagesubstrat (2a, 2b, 2d), ein Ultraviolettlicht-emittierendes Element (3), das auf dem Montagesubstrat (2a, 2b, 2d) montiert ist, einen Abstandshalter (4), der auf dem Montagesubstrat (2a, 2b, 2d) angeordnet ist und ein Durchgangsloch (41) umfasst, so dass das Ultraviolettlicht-emittierende Element (3) freiliegt, und eine Abdeckung (5), die auf dem Abstandshalter (4) zum Abdecken des Durchgangslochs (41) des Abstandshalters (4) angeordnet ist und mit dem Abstandshalter (4) verbunden ist. Das Ultraviolettlicht-emittierende Element (3) ist zum Emittieren von Ultraviolettlicht mit einer Emissionsspeakwellenlänge mit einem Wellenlängenbereich von Ultraviolettlicht ausgebildet. Der Abstandshalter (4) umfasst einen aus Si hergestellten Abstandshalterkörper (40). Das Durchgangsloch (41) ist in dem Abstandshalterkörper (40) ausgebildet. Das Durchgangsloch (41) weist eine Öffnungsfläche auf, die mit zunehmendem Abstand von dem Montagesubstrat (2a, 2b, 2d) nach und nach zunimmt. Die Abdeckung (5) ist aus einem Glas hergestellt, das für Ultraviolettlicht durchlässig ist, das von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element (3) emittiert wird. Der Abstandshalter (4) und die Abdeckung (5) sind miteinander verbunden.

[0248] In der lichtemittierenden Vorrichtung (1a, 1b, 1c, 1d, 1f, 1g, 1h, 1i, 1j) des dreiundzwanzigsten Aspekts gemäß der vorliegenden Erfindung, der in einer Kombination mit dem zweiundzwanzigsten Aspekt realisiert werden kann, ist das Ultraviolettlicht-emittierende Element (3) zum Emittieren von Ultraviolettlicht mit einer Emissionsspeakwellenlänge in einem Wellenlängenbereich von UV-C ausgebildet.

[0249] In der lichtemittierenden Vorrichtung (1a, 1b, 1c, 1d, 1f, 1g, 1h, 1i, 1j) des vierundzwanzigsten Aspekts gemäß der vorliegenden Erfindung, der in einer Kombination mit dem zweiundzwanzigsten oder dreiundzwanzigsten Aspekt realisiert werden kann, ist der Abstandshalterkörper (40) aus einem einkristallinen Si-Substrat (400) mit einer (100)-Ebene als Oberfläche (401) davon ausgebildet und eine Innenseitenoberfläche des Durchgangslochs (41) ist parallel zu einer {111}-Ebene.

[0250] In der lichtemittierenden Vorrichtung (1a, 1b, 1c, 1d, 1f, 1g, 1h, 1i, 1j) des fünfundzwanzigsten Aspekts gemäß der vorliegenden Erfindung, der in einer Kombination mit dem vierundzwanzigsten Aspekt realisiert werden kann, ist die Innenseitenoberfläche des Durchgangslochs (41) in dem Abstandshalter (4)

aus einer Oberfläche eines Siliziumoxidfilms ausgebildet, die parallel zu der {111}-Ebene ist.

[0251] Die lichtemittierende Vorrichtung (1j) des sechsundzwanzigsten Aspekts gemäß der vorliegenden Erfindung, der in einer Kombination mit einem des zweiundzwanzigsten bis fünfundzwanzigsten Aspekt realisiert werden kann, umfasst ferner ein Einkapselungselement (80), das innerhalb eines Raums (8) angeordnet ist, der durch das Montagesubstrat (2a, 2b, 2d), den Abstandshalter (4) und die Abdeckung (5) umgeben ist, so dass das Ultraviolettlicht-emittierende Element (3) umschlossen ist.

[0252] Die lichtemittierende Vorrichtung (1g) des siebenundzwanzigsten Aspekts gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst: ein Montagesubstrat (2a, 2b, 2d), ein Ultraviolettlicht-emittierendes Element (3), das auf dem Montagesubstrat (2a, 2b, 2d) montiert ist, und einen Deckel (6g), der auf dem Montagesubstrat (2a, 2b, 2d) angeordnet ist und eine Aussparung (663) zum Aufnehmen des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements (3) umfasst. Der Deckel (6g) umfasst: einen Abstandshalter (4), der auf dem Montagesubstrat (2a, 2b, 2d) angeordnet ist und ein Durchgangsloch (41) umfasst, so dass das Ultraviolettlicht-emittierende Element (3) freiliegt, und eine Abdeckung (5), die auf dem Abstandshalter (4) zum Bedecken des Durchgangslochs (41) des Abstandshalters (4) angeordnet ist und mit dem Abstandshalter (4) verbunden ist. Die Abdeckung (5) ist aus einem Borosilikatglas hergestellt, das für Ultraviolettlicht durchlässig ist, das von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element (3) emittiert wird. Der Abstandshalter (4) umfasst einen aus Si hergestellten Abstandshalterkörper (40) und einen Siliziumoxidfilm (46), der auf einer Stirnfläche (45) des Abstandshalterkörpers (40) ausgebildet ist, die auf die Abdeckung (5) gerichtet ist. Der Abstandshalter (4) und die Abdeckung (5) sind direkt verbunden.

[0253] In der lichtemittierenden Vorrichtung (1g) des achtundzwanzigsten Aspekts gemäß der vorliegenden Erfindung, der in einer Kombination mit dem siebenundzwanzigsten Aspekt realisiert werden kann, ist der Siliziumoxidfilm (46) aus einem thermischen Oxid ausgebildet.

[0254] In der lichtemittierenden Vorrichtung (1g) des neunundzwanzigsten Aspekts gemäß der vorliegenden Erfindung, der in einer Kombination mit dem siebenundzwanzigsten oder achtundzwanzigsten Aspekt realisiert werden kann, weist der Siliziumoxidfilm (46) eine Dicke von 50 nm oder mehr auf.

[0255] Das Verfahren des dreißigsten Aspekts gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung der lichtemittierenden Vorrichtung (1g). Die lichtemittierende Vorrichtung (1g) umfasst: ein Montagesubstrat (2a, 2b, 2d), ein Ultraviolettlicht-

emittierendes Element (3), das auf dem Montage-substrat (2a, 2b, 2d) montiert ist, und einen Deckel (6g), der auf dem Montagesubstrat (2a, 2b, 2d) angeordnet ist und eine Aussparung (663) zum Aufnehmen des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements (3) umfasst. Der Deckel (6g) umfasst: einen Abstandshalter (4), der auf dem Montagesubstrat (2a, 2b, 2d) angeordnet ist und ein Durchgangsloch (41) umfasst, so dass das Ultraviolettlicht-emittierende Element (3) freiliegt, und eine Abdeckung (5), die auf dem Abstandshalter (4) zum Bedecken des Durchgangslochs (41) des Abstandshalters (4) angeordnet ist und mit dem Abstandshalter (4) verbunden ist. Die Abdeckung (5) ist aus einem Borosilikatglas hergestellt, das für Ultraviolettlicht durchlässig ist, das von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element (3) emittiert wird. Der Abstandshalter (4) umfasst einen aus Si hergestellten Abstandshalterkörper (40) und einen Siliziumoxidfilm (46), der auf einer Stirnfläche (45) des Abstandshalterkörpers (40) ausgebildet ist, die auf die Abdeckung (5) gerichtet ist. Der Abstandshalter (4) und die Abdeckung (5) sind direkt verbunden. Das Verfahren umfasst: Bilden eines auf dem Waferniveau verbundenen Elements durch direktes Verbinden eines ersten Wafers (4001), der mit einer Mehrzahl der Abstandshalter (4) versehen ist, mit einem zweiten Wafer (5000), der die Bildung einer Mehrzahl der Abdeckungen (5) ermöglicht, durch anodisches Verbinden, anschließend Bilden des Deckels (6g) durch Zerteilen des auf dem Waferniveau verbundenen Elements und anschließend Verbinden des Deckels (6g) mit dem Montagesubstrat (2a, 2b, 2d), auf dem das Ultraviolettlicht-emittierende Element 3 montiert ist.

Patentansprüche

1. Lichtemittierende Vorrichtung (1a; 1b; 1c; 1d; 1e; 1f; 1g; 1h; 1i; 1j), die ein Montagesubstrat (2a; 2b; 2d), ein Ultraviolettlicht-emittierendes Element (3), das auf dem Montagesubstrat (2a; 2b; 2d) montiert ist, und einen Deckel (6a; 6c; 6e; 6g; 6h) umfasst, der auf dem Montagesubstrat (2a; 2b; 2d) angeordnet ist und eine Aussparung (663) zum Aufnehmen des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements (3) umfasst, wobei das Montagesubstrat (2a; 2b; 2d) einen Träger (20a; 20d) und einen ersten Leiter (21), einen zweiten Leiter (22) und eine erste Verbindungsmetallschicht (23) umfasst, die auf dem Träger (20a; 20d) gestützt sind, wobei der erste Leiter (21) und der zweite Leiter (22) so angeordnet sind, dass sie auf eine Vorderfläche (201) des Trägers (20a; 20d) gerichtet sind, so dass sie auf eine Unterseite (664) der Aussparung (663) des Deckels (6a; 6c; 6e; 6g; 6h) gerichtet sind, wobei der Deckel (6a; 6c; 6e; 6g; 6h) einen Deckelkörper (660), der eine Vorderfläche (661) und eine Rückfläche (662) aufweist und mit der Aussparung

(663) in der Rückfläche (662) versehen ist, und eine zweite Verbindungsmetallschicht (43) umfasst, die so auf der Rückfläche (662) des Deckelkörpers (660) an einem Randbereich der Aussparung (663) angeordnet ist, dass sie auf die erste Verbindungsmetallschicht (23) gerichtet ist, wobei der Deckel (6a; 6c; 6e; 6g; 6h) ferner einen Ultraviolettlicht-durchlässigen Teil zwischen der Vorderfläche (661) des Deckelkörpers (660) und der Unterseite (664) der Aussparung (663) umfasst, wobei mindestens der Ultraviolettlicht-durchlässige Teil aus einem Glas zum Durchlassen von Ultraviolettlicht hergestellt ist, das von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element (3) emittiert wird,

wobei das Ultraviolettlicht-emittierende Element (3) eine erste Elektrode (31) und eine zweite Elektrode (32) umfasst, wobei die erste Elektrode (31) und die zweite Elektrode (32) so angeordnet sind, dass sie auf eine Oberfläche in der Dickenrichtung des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements (3) gerichtet sind, wobei der erste Leiter (21), der zweite Leiter (22) und die erste Verbindungsmetallschicht (23) aus dem gleichen laminierten Film ausgebildet sind, der auf die Vorderfläche (201) des Trägers (20a; 20d) gerichtet ist,

wobei jeder des ersten Leiters (21), des zweiten Leiters (22) und der ersten Verbindungsmetallschicht (23) eine oberste Schicht umfasst, die am weitesten von dem Träger (20a; 20d) entfernt ist und aus Au hergestellt ist,

wobei die erste Elektrode (31) und der erste Leiter (21) mit einer ersten Verbindung (61) verbunden sind, die aus AuSn hergestellt ist,

wobei die zweite Elektrode (32) und der zweite Leiter (22) mit einer zweiten Verbindung (62) verbunden sind, die aus AuSn hergestellt ist, und

wobei die erste Verbindungsmetallschicht (23) und die zweite Verbindungsmetallschicht (43) mit einer dritten Verbindung (63) verbunden sind, die aus AuSn hergestellt ist.

2. Lichtemittierende Vorrichtung (1a; 1b; 1c; 1d; 1e; 1f; 1g; 1h; 1i; 1j) nach Anspruch 1, die ferner eine erste Barrierschicht (81) zwischen dem ersten Leiter (21) und der ersten Verbindung (61), eine zweite Barrierschicht (82) zwischen dem zweiten Leiter (22) und der zweiten Verbindung (62) und eine dritte Barrierschicht (83) zwischen der ersten Verbindungsmetallschicht (23) und der dritten Verbindung (63) umfasst, wobei die erste Barrierschicht (81), die zweite Barrierschicht (82) und die dritte Barrierschicht (83) aus dem gleichen Material hergestellt sind und die gleiche Dicke aufweisen.

3. Lichtemittierende Vorrichtung (1a; 1b; 1c; 1d; 1e; 1f; 1g; 1h; 1i; 1j) nach Anspruch 1 oder 2, bei der die erste Elektrode (31) eine erste Kontaktelektroden-schicht (31B) umfasst, die einen Au-Film mit einer

Oberfläche umfasst, die als oberste Oberfläche der ersten Kontaktelektrodenschicht (31B) dient, die zweite Elektrode (32) eine zweite Kontaktelektrodenschicht (32B) umfasst, die einen Au-Film mit einer Oberfläche umfasst, die als oberste Oberfläche der zweiten Kontaktelektrodenschicht (32B) dient und die zweite Verbindungsmetallschicht (43) ein laminiertes Film aus einem Basisfilm und einem Au-Film ist.

4. Lichtemittierende Vorrichtung (1a; 1b; 1c; 1d; 1e; 1f; 1g; 1h; 1i; 1j) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der sich die dritte Verbindung (63) über die gesamte Länge eines äußeren Randbereichs der Rückfläche (662) des Deckelkörpers (660) erstreckt.

5. Lichtemittierende Vorrichtung (1a; 1b; 1c; 1d; 1e; 1f; 1g; 1h; 1i; 1j) nach Anspruch 4, bei der ein Raum (8), der durch das Montagesubstrat (2a; 2b; 2d) und den Deckel (6a; 6c; 6e; 6g; 6h) umgeben ist, mit einer inaktiven Gasatmosphäre gefüllt ist.

6. Lichtemittierende Vorrichtung (1a; 1b; 1c; 1d; 1e; 1f; 1g; 1h; 1i; 1j) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei welcher der Deckel (6a; 6c; 6e; 6g; 6h) kleiner ist als das Montagesubstrat (2a; 2b; 2d) in einer Draufsicht.

7. Lichtemittierende Vorrichtung (1a; 1b; 1c; 1d; 1e; 1f; 1g; 1h; 1i; 1j) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei der das Montagesubstrat (2a; 2b; 2d) eine erste äußere Verbindungselektrode und eine zweite äußere Verbindungselektrode umfasst und ferner einen ersten hindurchtretenden Draht und einen zweiten hindurchtretenden Draht umfasst, die durch den Träger (20a; 20d) in der Dickenrichtung desselben hindurchtreten, die erste äußere Verbindungselektrode und die zweite äußere Verbindungselektrode auf einer Rückfläche des Trägers (20a; 20d) ausgebildet sind, die erste äußere Verbindungselektrode durch den ersten hindurchtretenden Draht elektrisch mit dem ersten Leiter (21) verbunden ist und die zweite äußere Verbindungselektrode durch den zweiten hindurchtretenden Draht elektrisch mit dem zweiten Leiter (22) verbunden ist.

8. Lichtemittierende Vorrichtung (1a; 1b; 1c; 1d; 1e; 1f; 1g; 1h; 1i; 1j) nach Anspruch 7, bei welcher der Träger (20a; 20d) aus einer AlN-Keramik hergestellt ist.

9. Lichtemittierende Vorrichtung (1a; 1b; 1c; 1d; 1e; 1f; 1g; 1h; 1i; 1j) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei der das Montagesubstrat (2a; 2b; 2d) ein mehrschichtiges Substrat ist, das Montagesubstrat eine erste äußere Verbindungselektrode und eine zweite äußere Verbindungselektrode umfasst und ferner eine erste Ver-

drahtungsschicht, eine zweite Verdrahtungsschicht und eine elektrisch isolierende Schicht umfasst, die erste Verdrahtungsschicht und die zweite Verdrahtungsschicht so angeordnet sind, dass sie auf die Vorderfläche (201) des Trägers (20a; 20d) gerichtet sind,

der erste Leiter (21) und die erste äußere Verbindungselektrode zum elektrischen Verbinden mit der ersten Verdrahtungsschicht auf der ersten Verdrahtungsschicht angeordnet sind,

der zweite Leiter (22) und die zweite äußere Verbindungselektrode zum elektrischen Verbinden mit der zweiten Verdrahtungsschicht auf der zweiten Verdrahtungsschicht angeordnet sind,

die elektrisch isolierende Schicht so angeordnet ist, dass sie auf die Vorderfläche (201) des Trägers (20a; 20d) gerichtet ist, so dass sie die erste Verdrahtungsschicht und die zweite Verdrahtungsschicht bedeckt, die erste Verbindungsmetallschicht (23) auf der elektrisch isolierenden Schicht angeordnet ist.

10. Lichtemittierende Vorrichtung (1a; 1b; 1c; 1d; 1e; 1f; 1g; 1h; 1i; 1j) nach Anspruch 9, bei der das Montagesubstrat (2a; 2b; 2d) eine zweite elektrisch isolierende Schicht umfasst, die von einer ersten elektrisch isolierenden Schicht verschieden ist, welche die elektrisch isolierende Schicht ist, der Träger (20a; 20d) aus Si hergestellt ist, die zweite elektrisch isolierende Schicht auf der Vorderfläche (201) des Trägers (20a; 20d) angeordnet ist und

die erste Verdrahtungsschicht und die zweite Verdrahtungsschicht auf der zweiten elektrisch isolierenden Schicht angeordnet sind.

11. Lichtemittierende Vorrichtung (1a; 1b; 1c; 1d; 1e; 1f; 1g; 1h; 1i; 1j) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei welcher

der Deckel (6a; 6c; 6e; 6g; 6h) einen Abstandshalter (4), der auf dem Montagesubstrat (2a; 2b; 2d) angeordnet ist und ein Durchgangsloch (41) umfasst, durch welches das Ultraviolettlicht-emittierende Element (3) freiliegt, und eine Abdeckung (5) umfasst, die auf dem Abstandshalter (4) zum Abdecken des Durchgangslochs (41) des Abstandshalters (4) angeordnet ist und mit dem Abstandshalter (4) verbunden ist, wobei die Unterseite (664) der Aussparung (663) ein Teil einer Oberfläche der Abdeckung (5) ist, die mittels des Durchgangslochs (41) freiliegt, die Abdeckung (5) aus einem Glas hergestellt ist, das für Ultraviolettlicht durchlässig ist, das von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element (3) emittiert wird, und

der Abstandshalter (4) einen Abstandshalterkörper (40) umfasst, der aus Si hergestellt ist, und die zweite Verbindungsmetallschicht (43) so angeordnet ist, dass sie auf eine Stirnfläche (45) des Abstandshalterkörpers (40) gerichtet ist, die derart auf das Montagesubstrat (2a; 2b; 2d) gerichtet ist, dass sie auf die erste Verbindungsmetallschicht (23) gerichtet ist.

12. Lichtemittierende Vorrichtung (1a; 1b; 1c; 1d; 1e; 1f; 1g; 1h; 1i; 1j) nach Anspruch 11, bei der das Durchgangsloch (41) in dem Abstandshalterkörper (40) ausgebildet ist und das Durchgangsloch (41) eine Öffnungsfläche aufweist, die mit zunehmendem Abstand von dem Montagesubstrat (2a; 2b; 2d) nach und nach zunimmt.

13. Lichtemittierende Vorrichtung (1a; 1b; 1c; 1d; 1e; 1f; 1g; 1h; 1i; 1j) nach Anspruch 12, bei welcher der Abstandshalterkörper (40) aus einem einkristallinen Si-Substrat mit einer (100)-Ebene als Oberfläche davon ausgebildet ist und eine Innenseitenoberfläche des Durchgangslochs (41) parallel zu einer {111}-Ebene ist.

14. Lichtemittierende Vorrichtung (1a; 1b; 1c; 1d; 1e; 1f; 1g; 1h; 1i; 1j) nach Anspruch 13, bei der die Innenseitenoberfläche des Durchgangslochs (41) in dem Abstandshalter (4) aus einer Oberfläche eines Siliziumoxidfilms ausgebildet ist, die parallel zu der {111}-Ebene ist.

15. Lichtemittierende Vorrichtung (1a; 1b; 1c; 1d; 1e; 1f; 1g; 1h; 1i; 1j) nach einem der Ansprüche 11 bis 14, bei der das Ultraviolettlicht-emittierende Element (3) zum Emittieren von Ultraviolettlicht mit einer Emissionswellenlänge in einem Wellenlängenbereich von UV-C ausgebildet ist.

16. Lichtemittierende Vorrichtung (1a; 1b; 1c; 1d; 1e; 1f; 1g; 1h; 1i; 1j) nach einem der Ansprüche 11 bis 15, bei der das Glas, das die Abdeckung (5) bildet, eine alkalische Komponente enthält, und der Abstandshalter (4) und die Abdeckung (5) direkt verbunden sind.

17. Lichtemittierende Vorrichtung (1a; 1b; 1c; 1d; 1e; 1f; 1g; 1h; 1i; 1j) nach einem der Ansprüche 11 bis 15, bei welcher der Abstandshalter (4) und die Abdeckung (5) mit einer vierten Verbindung (64) verbunden sind, die aus einem Glas mit niedrigem Schmelzpunkt mit einem Wärmeausdehnungskoeffizienten zwischen dem Wärmeausdehnungskoeffizienten des Abstandshalterkörpers (40) und dem Wärmeausdehnungskoeffizienten der Abdeckung (5) hergestellt ist.

18. Lichtemittierende Vorrichtung (1a; 1b; 1c; 1d; 1e; 1f; 1g; 1h; 1i; 1j) nach Anspruch 16, bei welcher der Abstandshalter (4) einen Siliziumoxidfilm umfasst, der auf einer Stirnfläche (45) des Abstandshalterkörpers (40) ausgebildet ist, die auf die Abdeckung (5) gerichtet ist.

19. Lichtemittierende Vorrichtung (1a; 1b; 1c; 1d; 1e; 1f; 1g; 1h; 1i; 1j) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei welcher der gesamte Deckelkörper (660) aus einem Glas hergestellt ist, das für Ultraviolettlicht

durchlässig ist, das von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element (3) emittiert wird.

20. Verfahren zur Herstellung einer lichtemittierenden Vorrichtung (1a; 1b; 1c; 1d; 1e; 1f; 1g; 1h; 1i; 1j), wobei die lichtemittierende Vorrichtung ein Montagesubstrat (2a; 2b; 2d), ein Ultraviolettlicht-emittierendes Element (3), das auf dem Montagesubstrat (2a; 2b; 2d) montiert ist, und

einen Deckel (6a; 6c; 6e; 6g; 6h) umfasst, der auf dem Montagesubstrat (2a; 2b; 2d) angeordnet ist und eine Aussparung (663) zum Aufnehmen des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements (3) umfasst, wobei das Montagesubstrat (2a; 2b; 2d) einen Träger (20a; 20d) und einen ersten Leiter (21), einen zweiten Leiter (22) und eine erste Verbindungsmetallschicht (23) umfasst, die auf dem Träger (20a; 20d) gestützt sind,

wobei der erste Leiter (21) und der zweite Leiter (22) so angeordnet sind, dass sie auf eine Vorderfläche (201) des Trägers (20a; 20d) gerichtet sind, so dass sie auf eine Unterseite (664) der Aussparung (663) des Deckels (6a; 6c; 6e; 6g; 6h) gerichtet sind,

wobei der Deckel (6a; 6c; 6e; 6g; 6h) einen Deckelkörper (660), der eine Vorderfläche (661) und eine Rückfläche (662) aufweist und mit der Aussparung (663) in der Rückfläche (662) versehen ist, und eine zweite Verbindungsmetallschicht (43) umfasst, die so auf der Rückfläche (662) des Deckelkörpers (660) an einem Randbereich der Aussparung (663) angeordnet ist, dass sie auf die erste Verbindungsmetallschicht (23) gerichtet ist, wobei der Deckel (6a; 6c; 6e; 6g; 6h) ferner einen Ultraviolettlicht-durchlässigen Teil zwischen der Vorderfläche (661) des Deckelkörpers (660) und der Unterseite (664) der Aussparung (663) umfasst, wobei mindestens der Ultraviolettlicht-durchlässige Teil aus einem Glas zum Durchlassen von Ultraviolettlicht hergestellt ist, das von dem Ultraviolettlicht-emittierenden Element (3) emittiert wird,

wobei das Ultraviolettlicht-emittierende Element (3) eine erste Elektrode (31) und eine zweite Elektrode (32) umfasst, wobei die erste Elektrode (31) und die zweite Elektrode (32) so angeordnet sind, dass sie auf eine Oberfläche in der Dickenrichtung des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements (3) gerichtet sind, wobei das Verfahren

das Bilden des Deckels (6a; 6c; 6e; 6g; 6h) und anschließend das Verbinden der ersten Elektrode (31) und der zweiten Elektrode (32) des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements (3) und der zweiten Verbindungsmetallschicht (43) des Deckels (6a; 6c; 6e; 6g; 6h) mit dem ersten Leiter (21), dem zweiten Leiter (22) und der ersten Verbindungsmetallschicht (23) des Montagesubstrats (2a; 2b; 2d) mit einer ersten AuSn-Schicht, einer zweiten AuSn-Schicht bzw. einer dritten AuSn-Schicht umfasst, wobei die erste AuSn-Schicht, die zweite AuSn-Schicht und die dritte AuSn-Schicht zusammen auf/

über dem Montagesubstrat (2a; 2b; 2d) mit dem gleichen Prozess gebildet werden.

21. Verfahren nach Anspruch 20, bei dem ein erster Verbindungsprozess zum Verbinden der ersten Elektrode (31) und der zweiten Elektrode (32) des Ultraviolettlicht-emittierenden Elements (3) mit dem ersten Leiter (21) und dem zweiten Leiter (22) des Montagesubstrats (2a; 2b; 2d) mit der ersten AuSn-Schicht bzw. der zweiten AuSn-Schicht durchgeführt wird, ein zweiter Verbindungsprozess anschließend an den ersten Verbindungsprozess zum Verbinden der zweiten Verbindungsmetallschicht (43) des Deckels (6a; 6c; 6e; 6g; 6h) mit der ersten Verbindungsmetallschicht (23) des Montagesubstrats (2a; 2b; 2d) mit der dritten AuSn-Schicht durchgeführt wird und der erste Verbindungsprozess und der zweite Verbindungsprozess nacheinander in einem Verbindungsraum einer einzelnen Verbindungsvorrichtung durchgeführt werden.

Es folgen 35 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

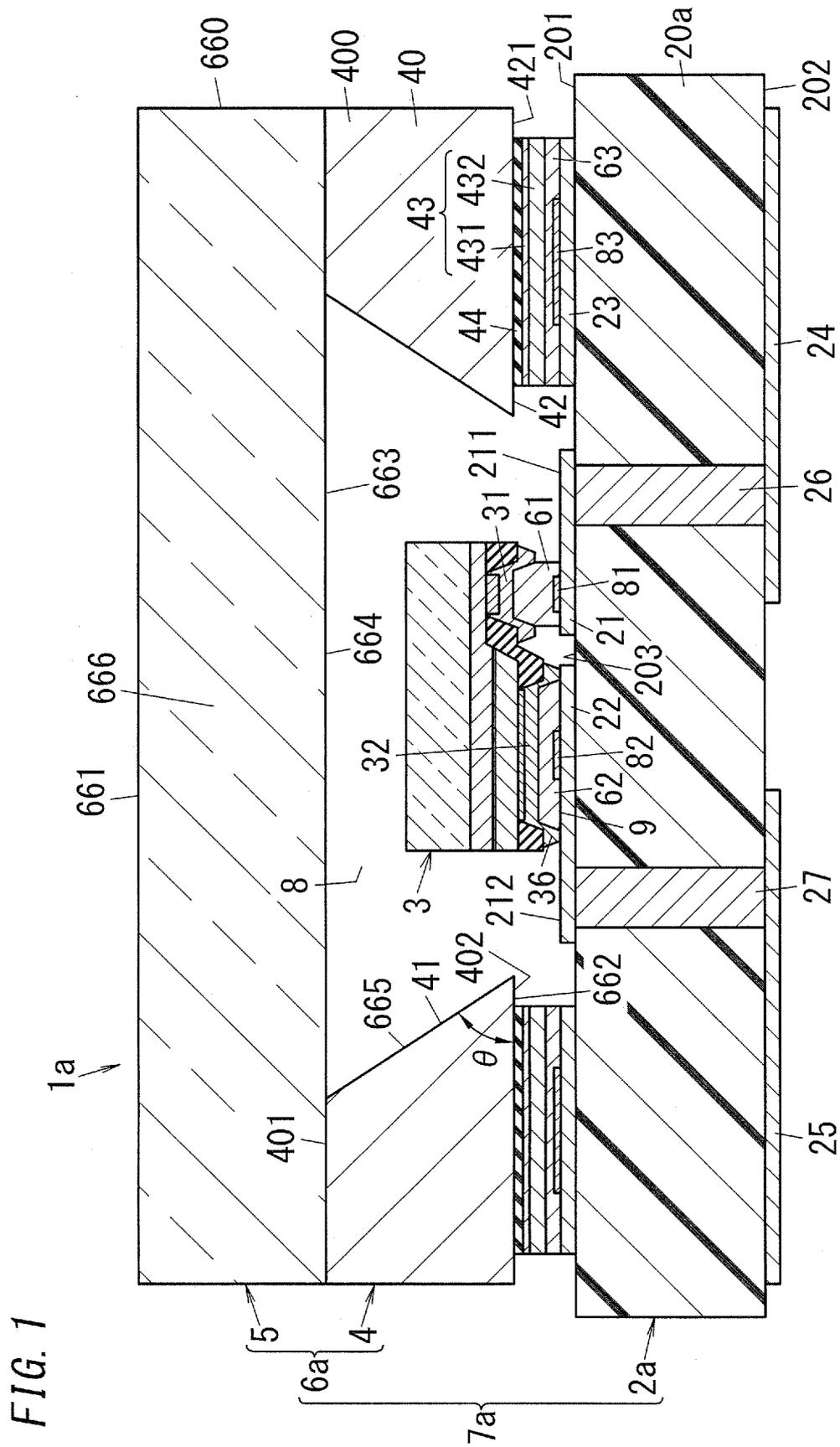


FIG. 2

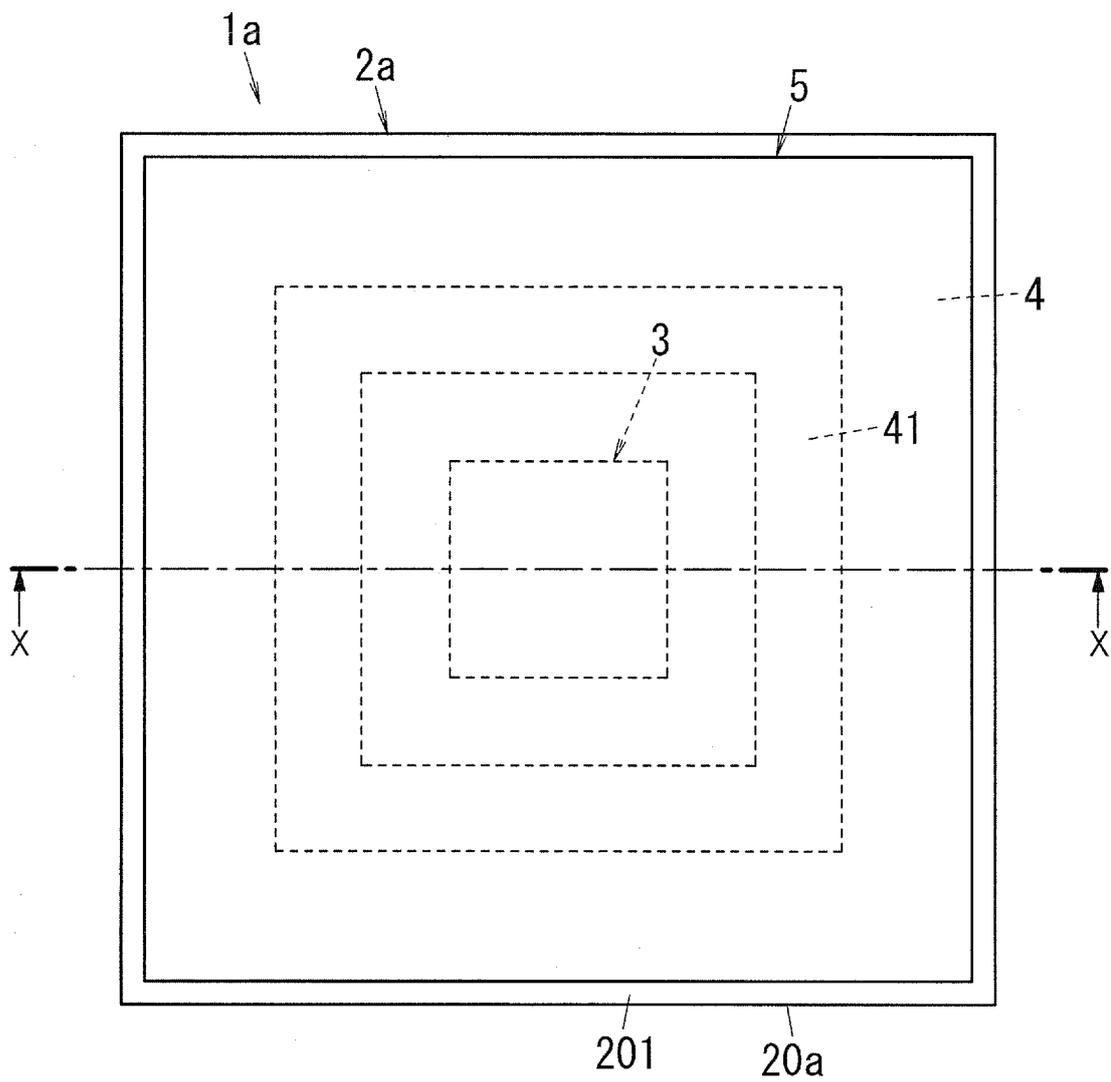


FIG. 3

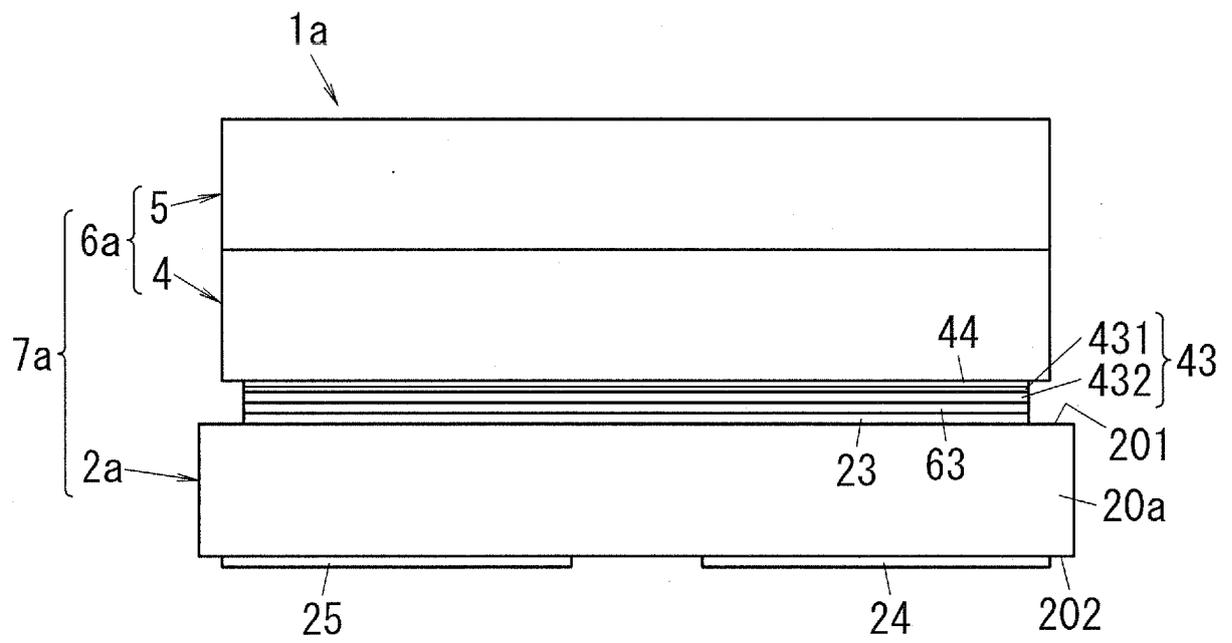


FIG. 4

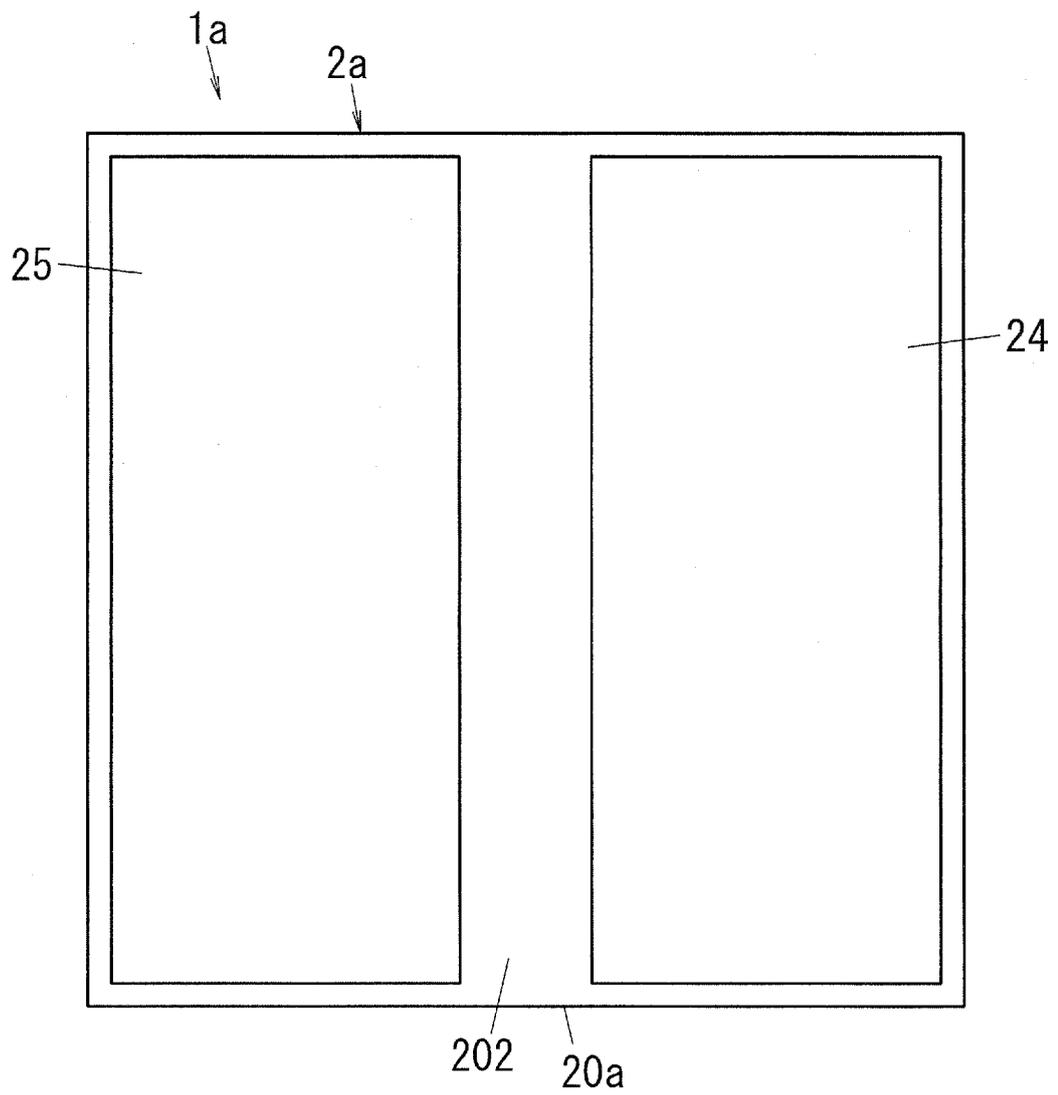


FIG. 5

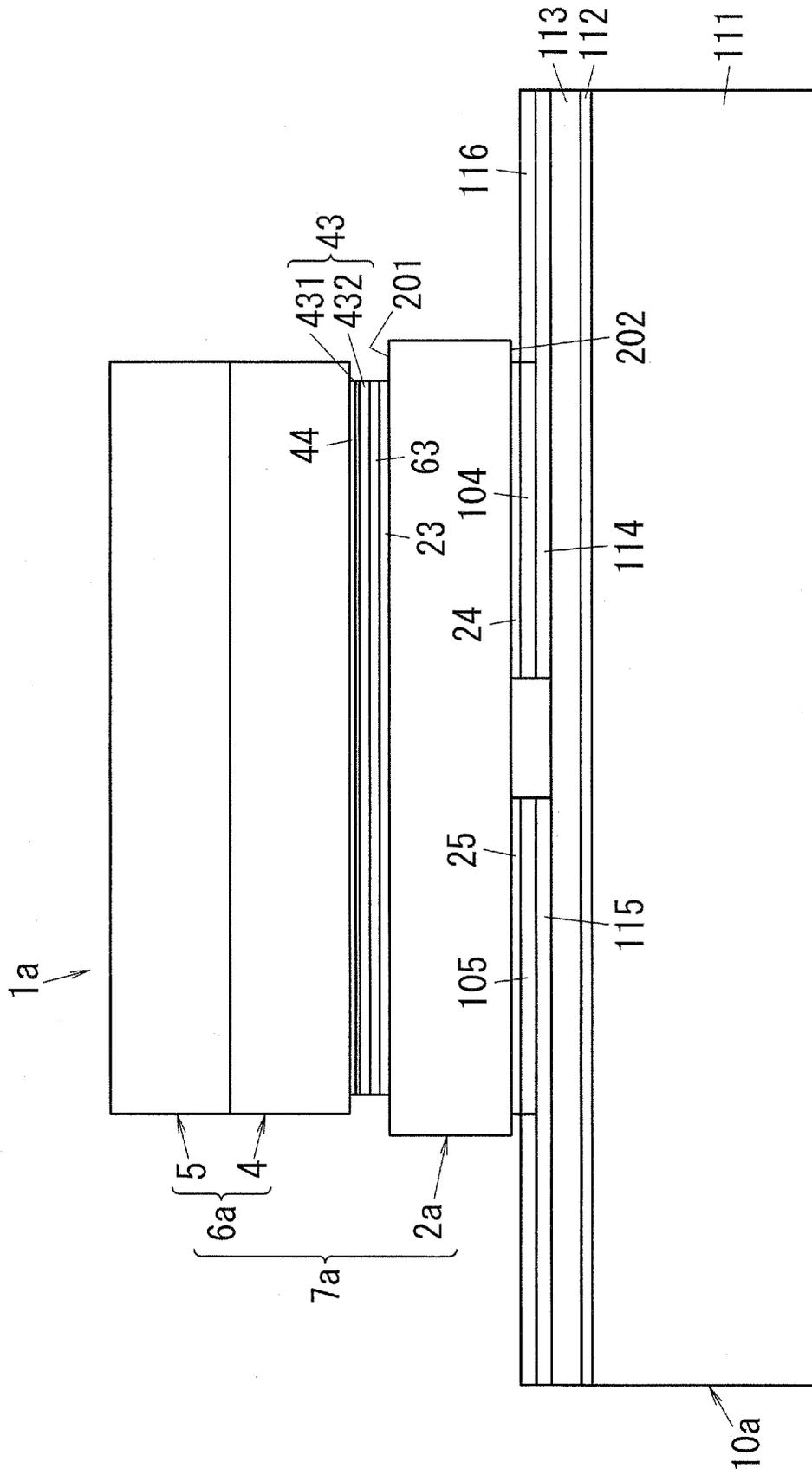


FIG. 6

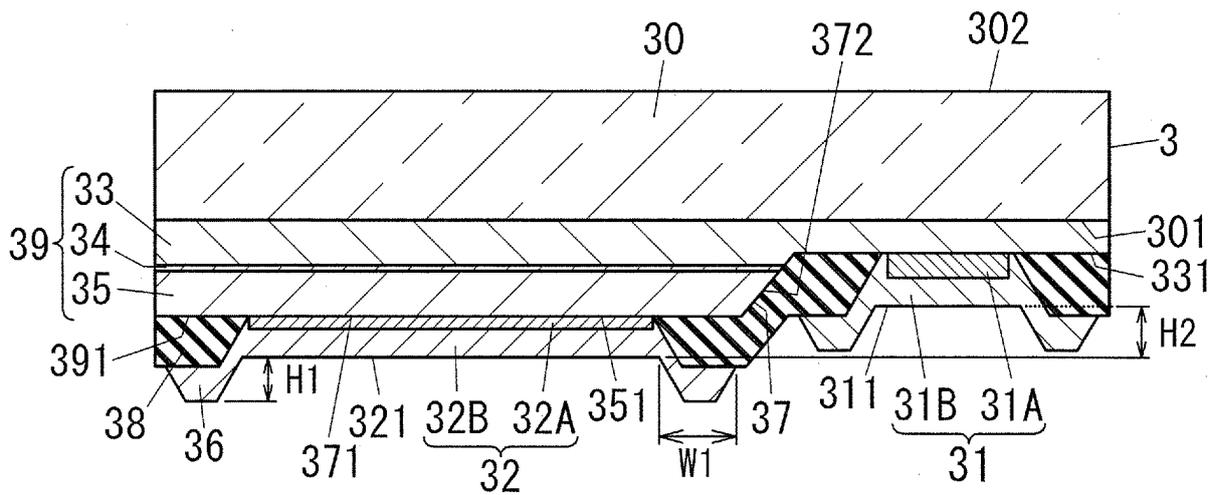


FIG. 7A

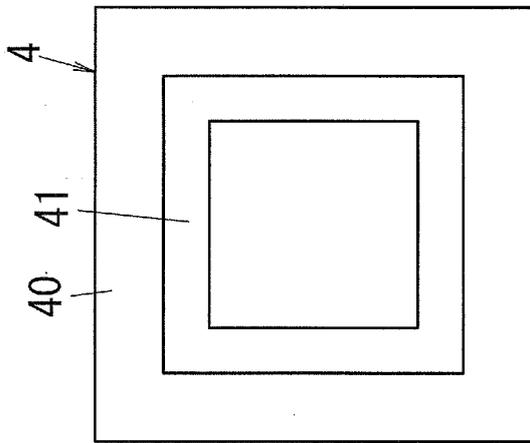


FIG. 7B

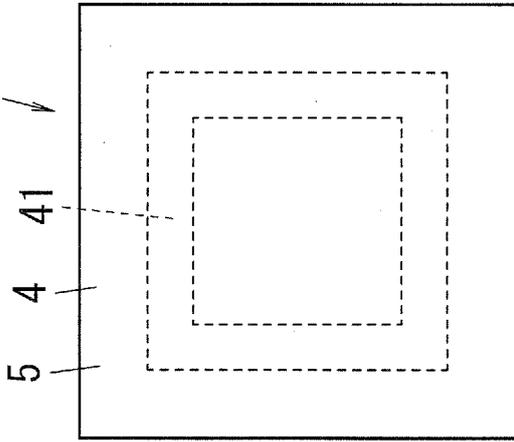


FIG. 7C

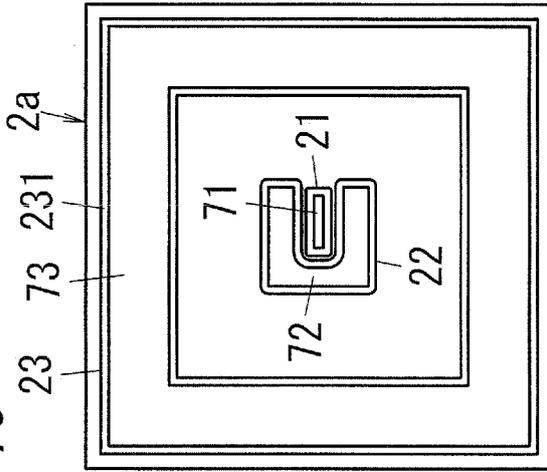


FIG. 7D

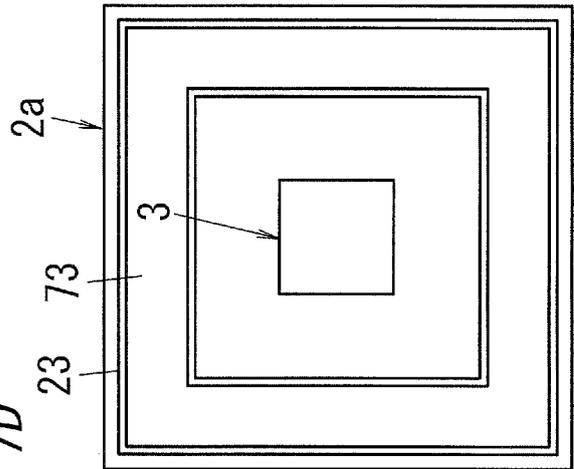


FIG. 7E 1a

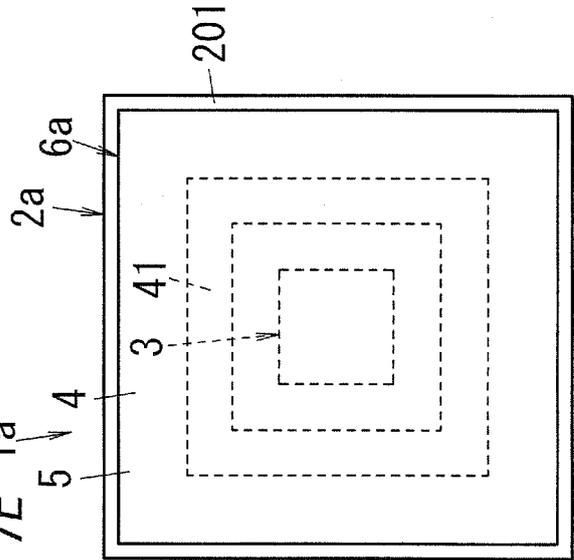


FIG. 8

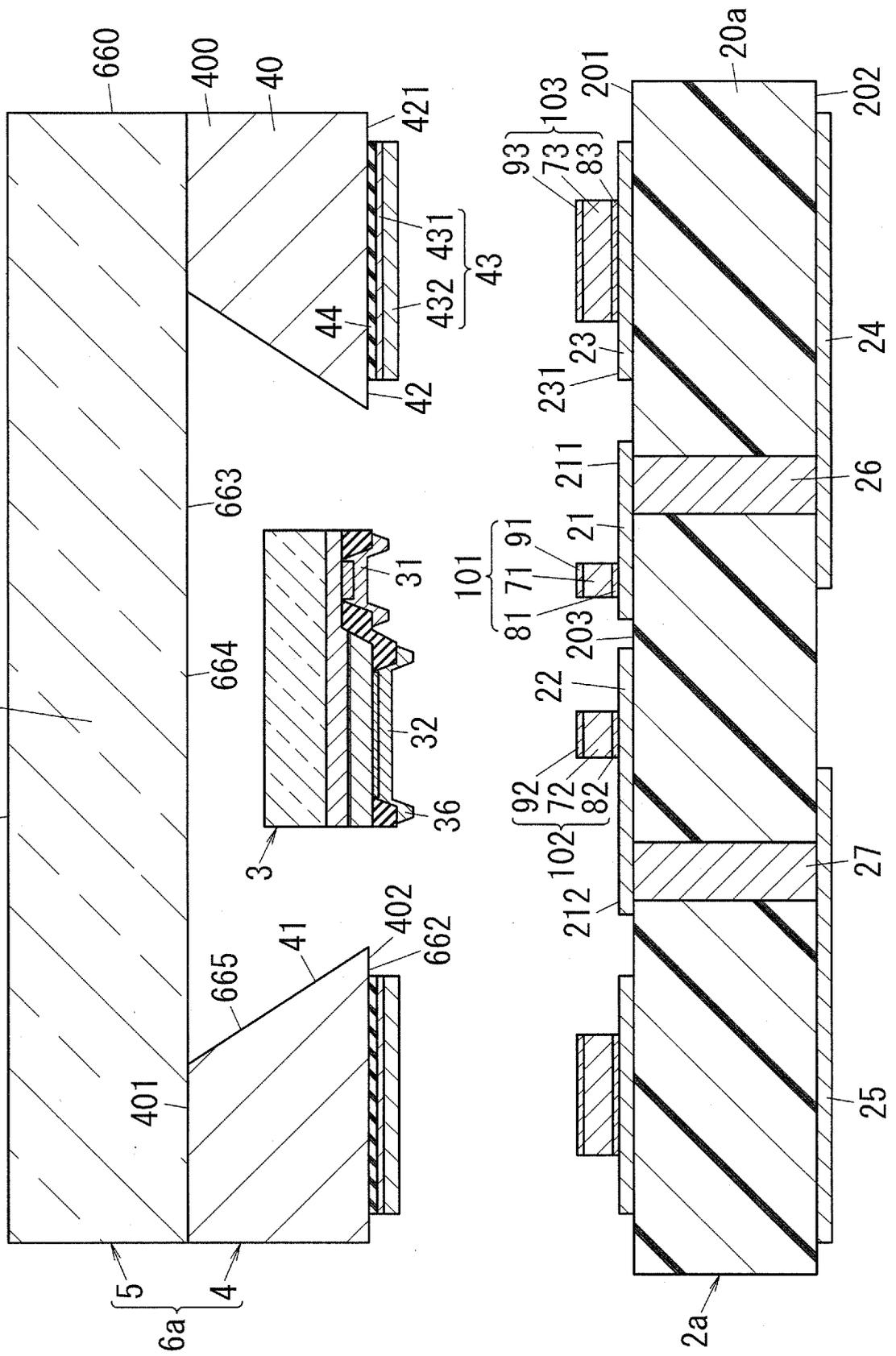


FIG. 9

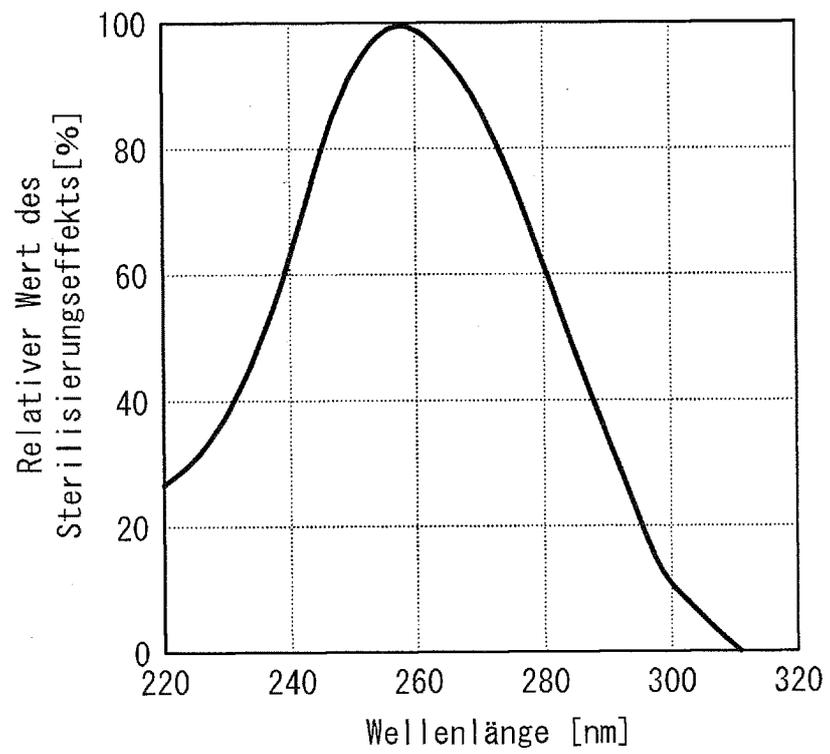


FIG. 10

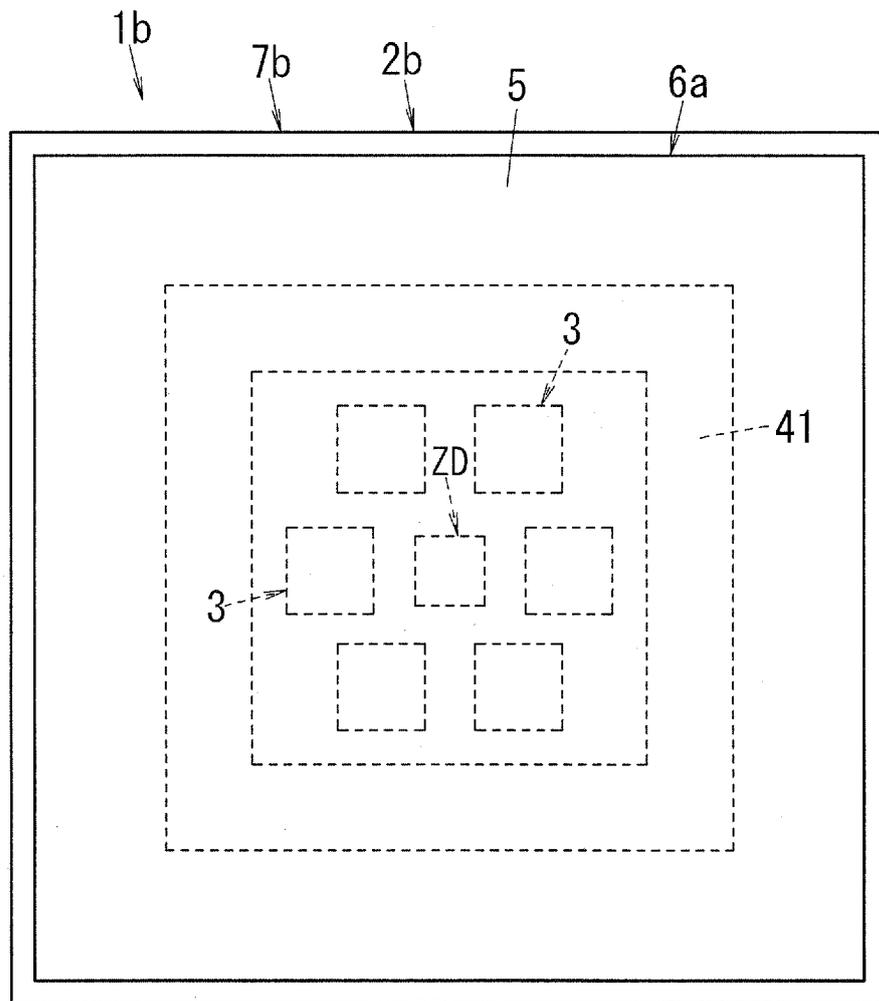


FIG. 11A

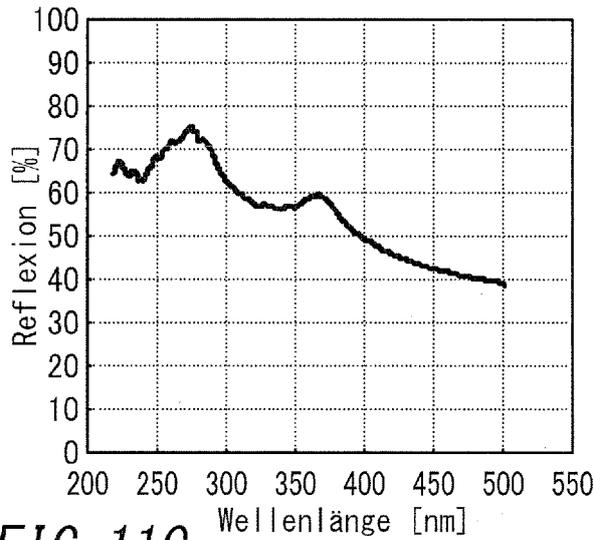


FIG. 11B

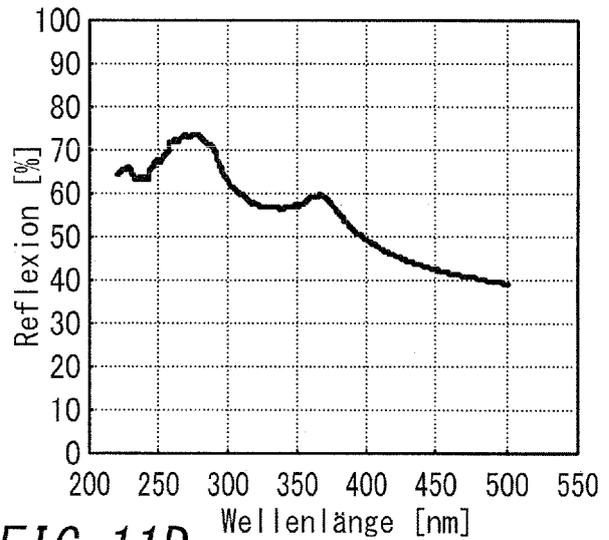


FIG. 11C

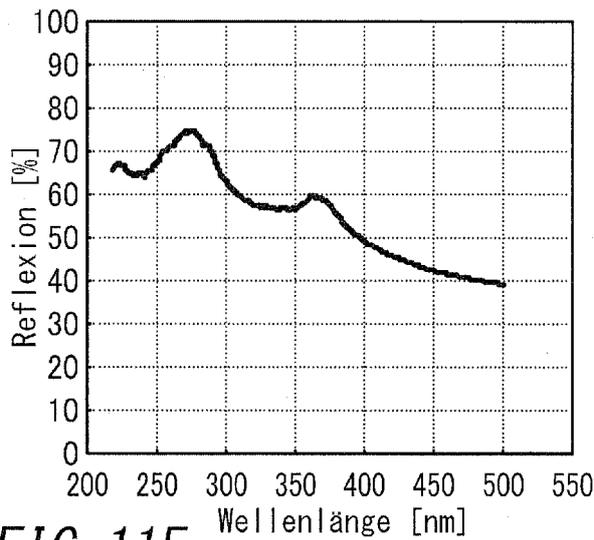


FIG. 11D

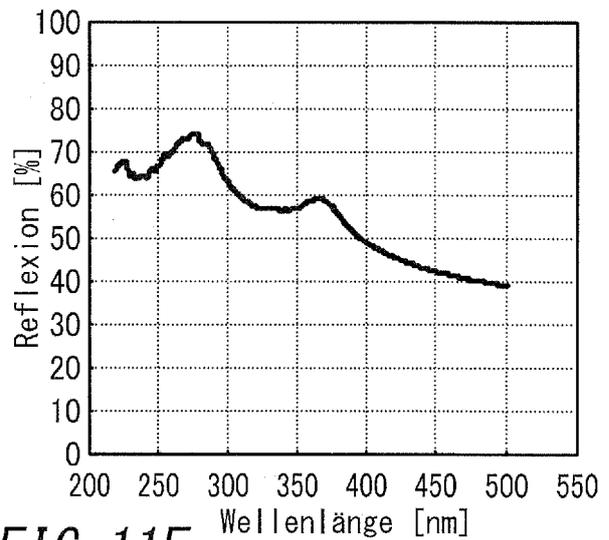


FIG. 11E

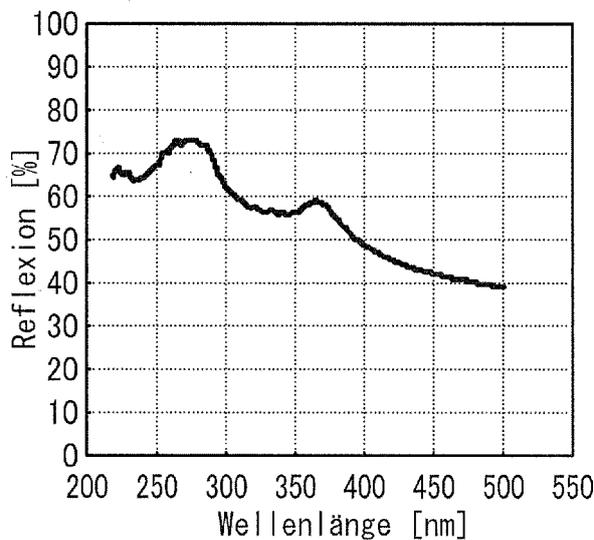


FIG. 11F

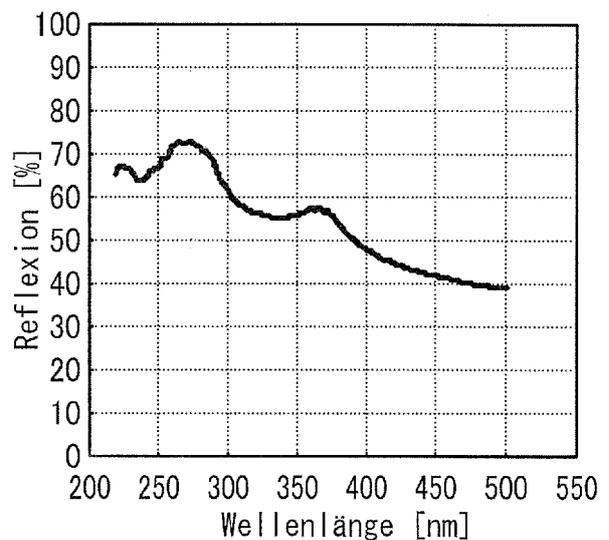


FIG. 12A

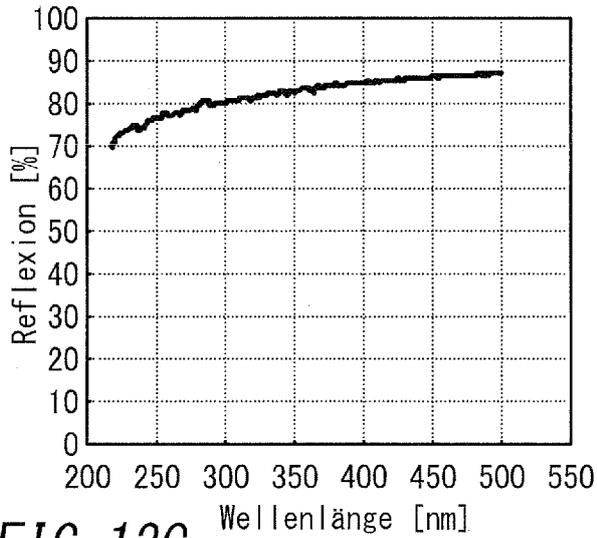


FIG. 12B

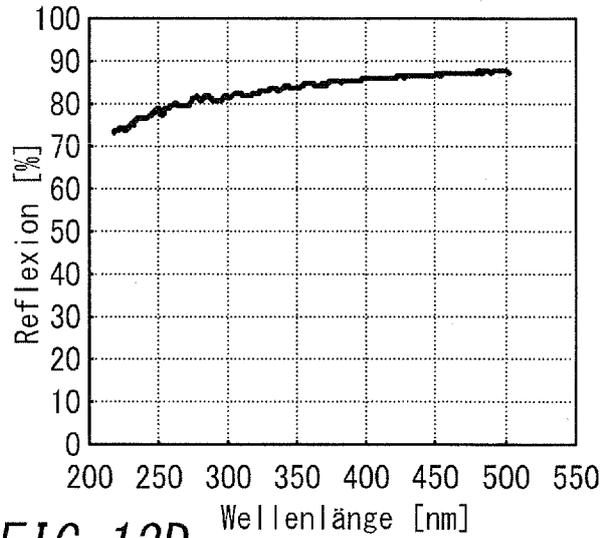


FIG. 12C

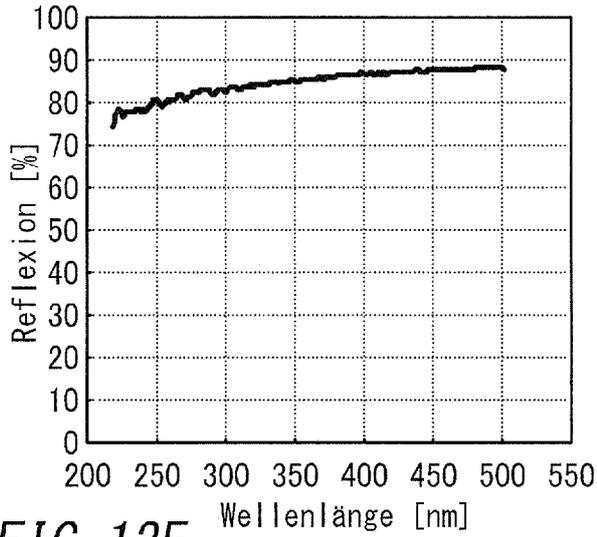


FIG. 12D

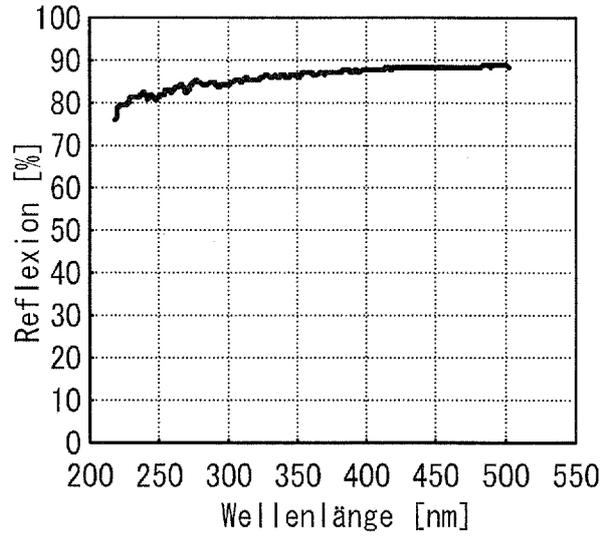
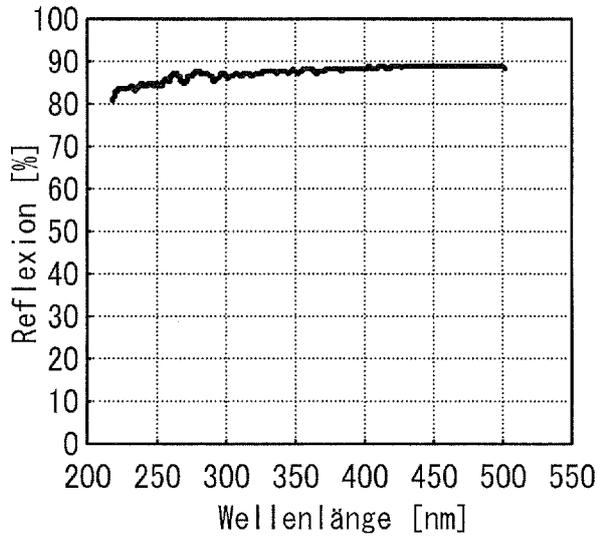


FIG. 12E



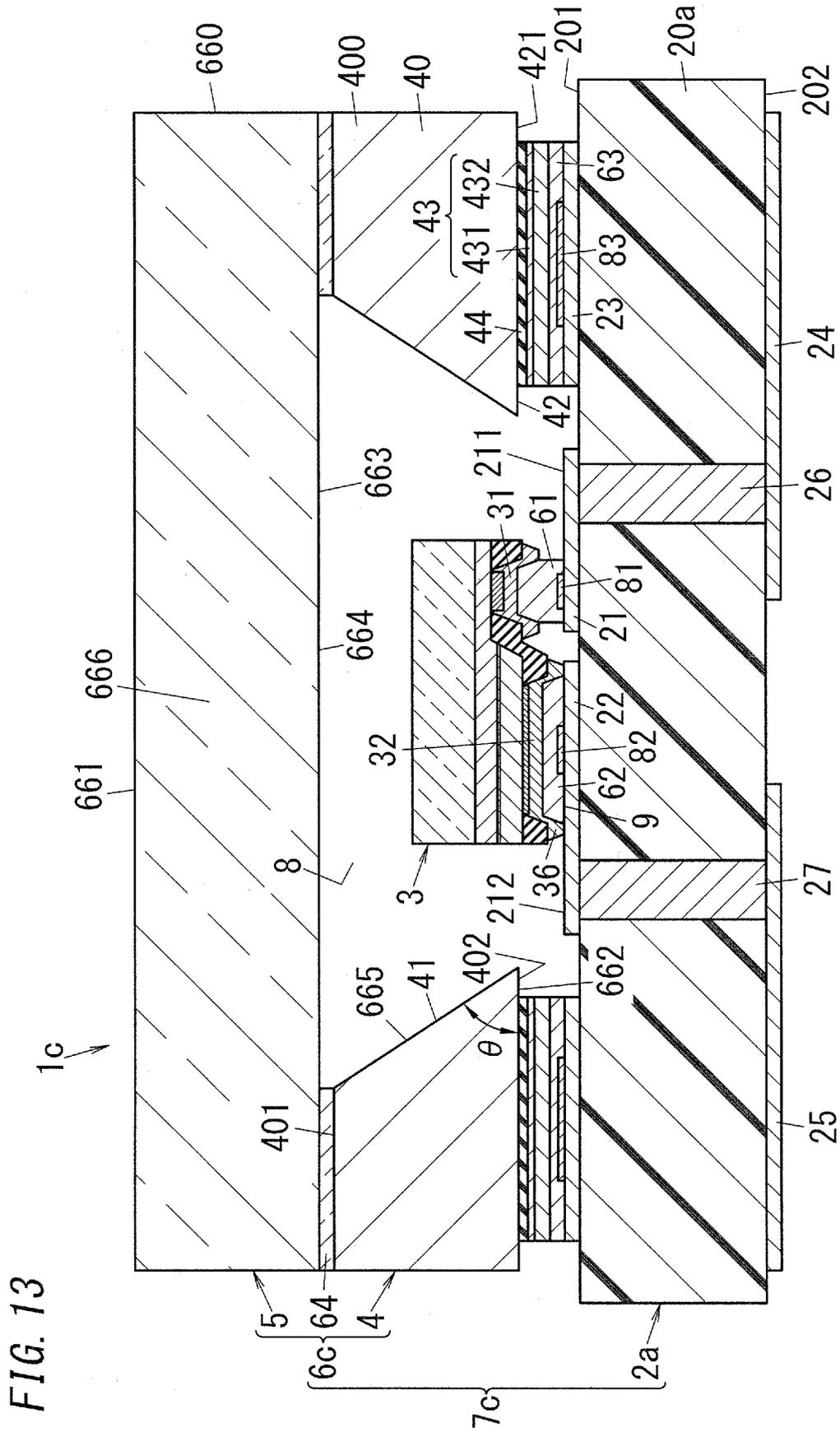


FIG. 14

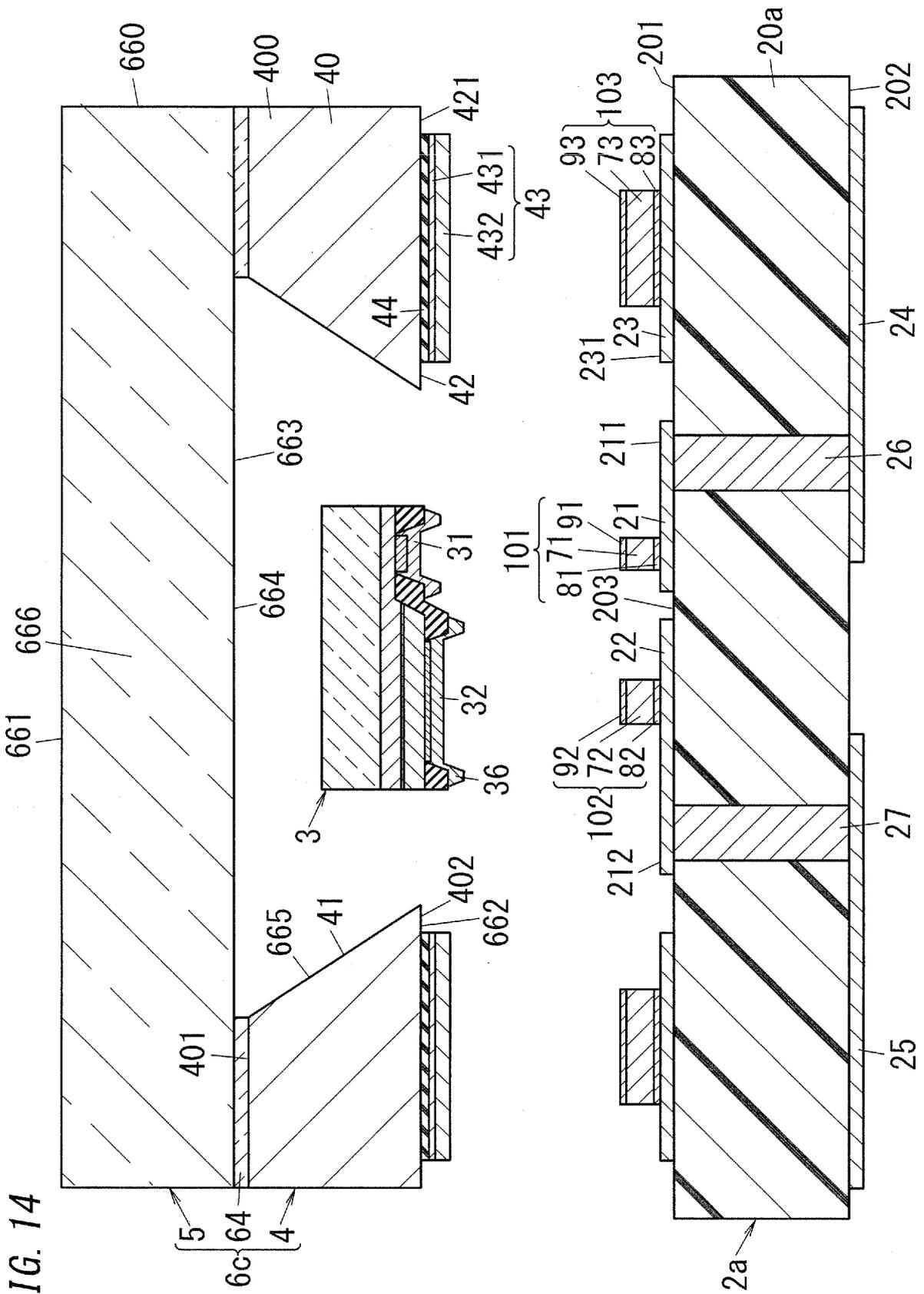
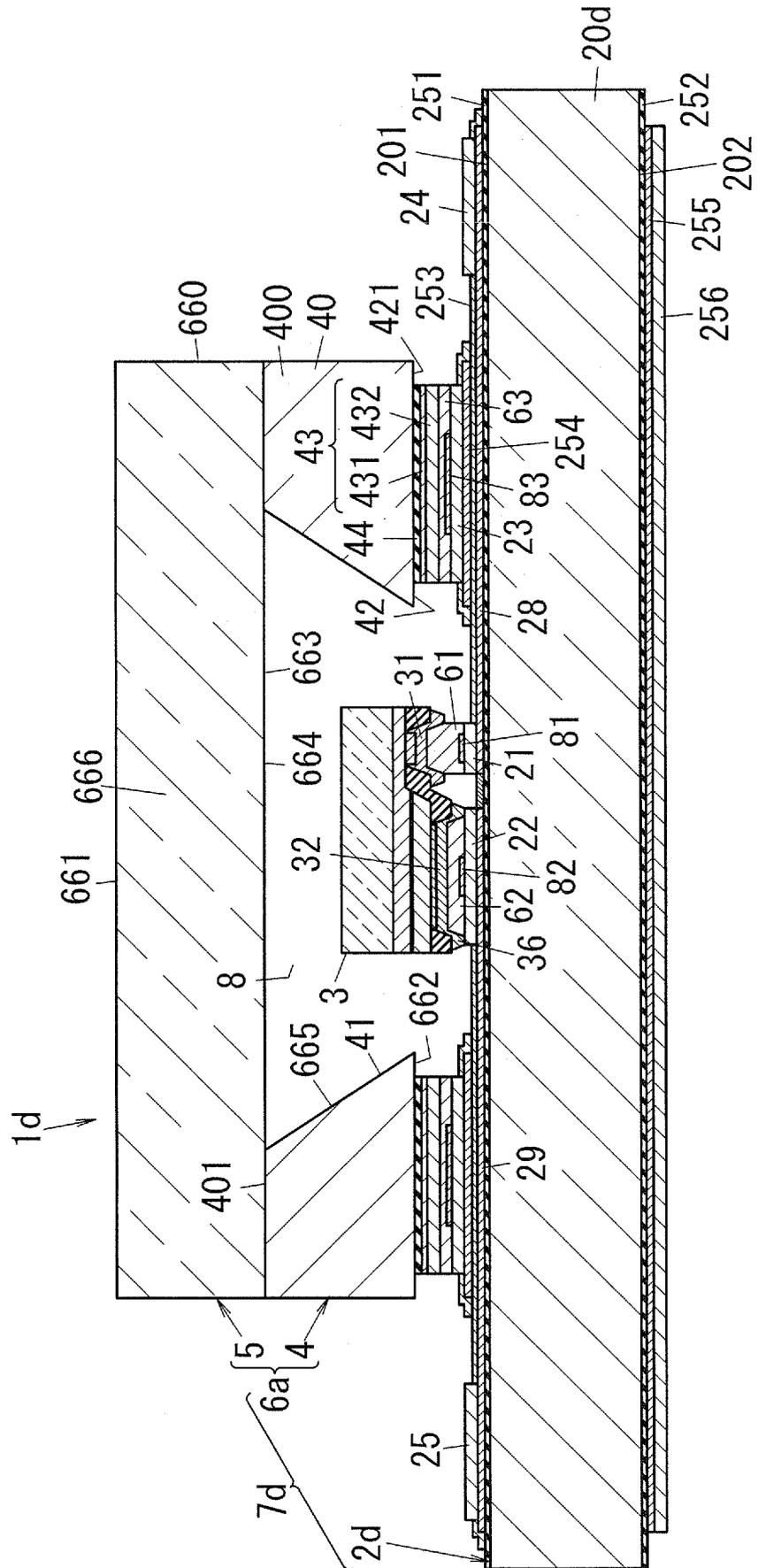


FIG. 15



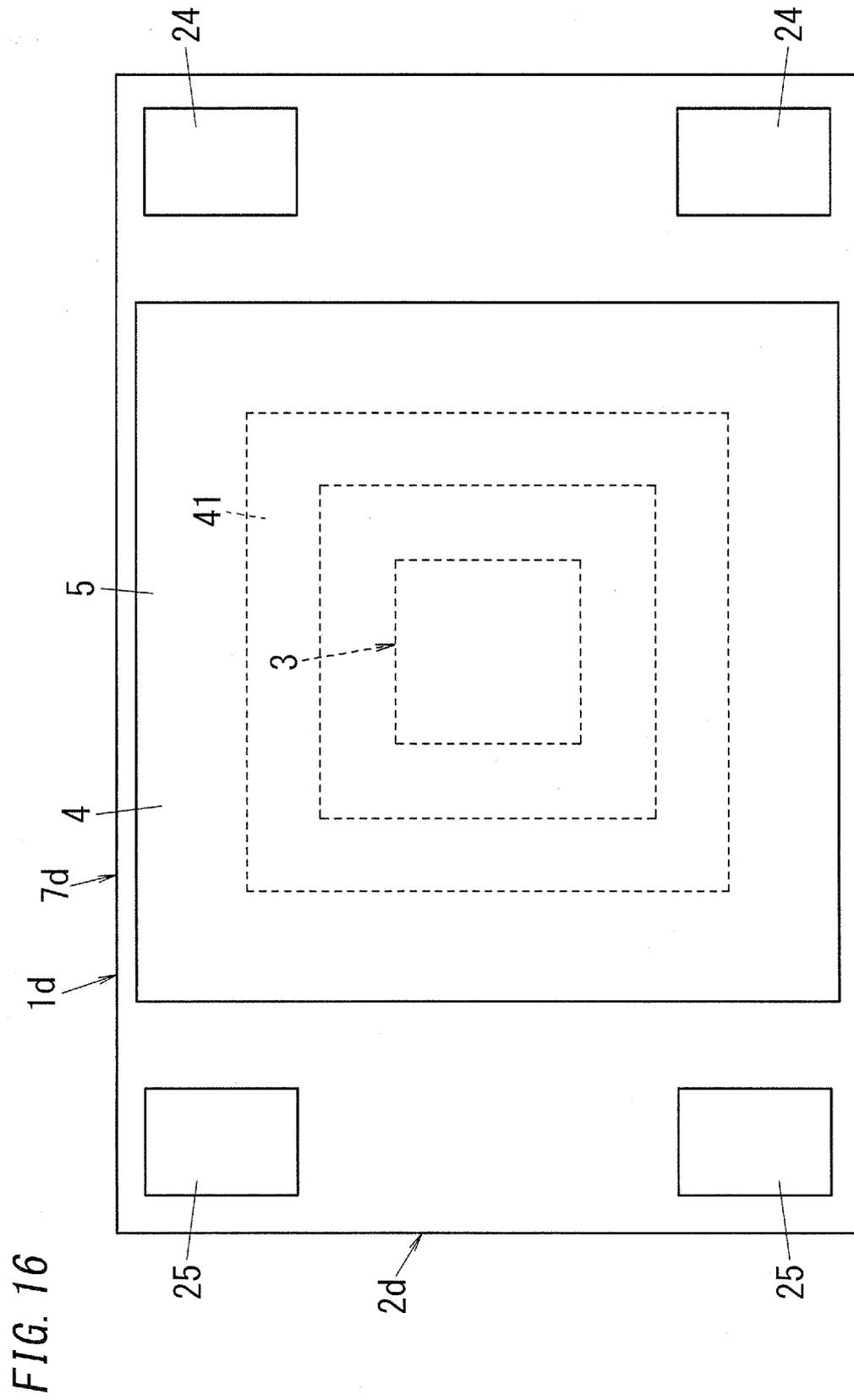


FIG. 19

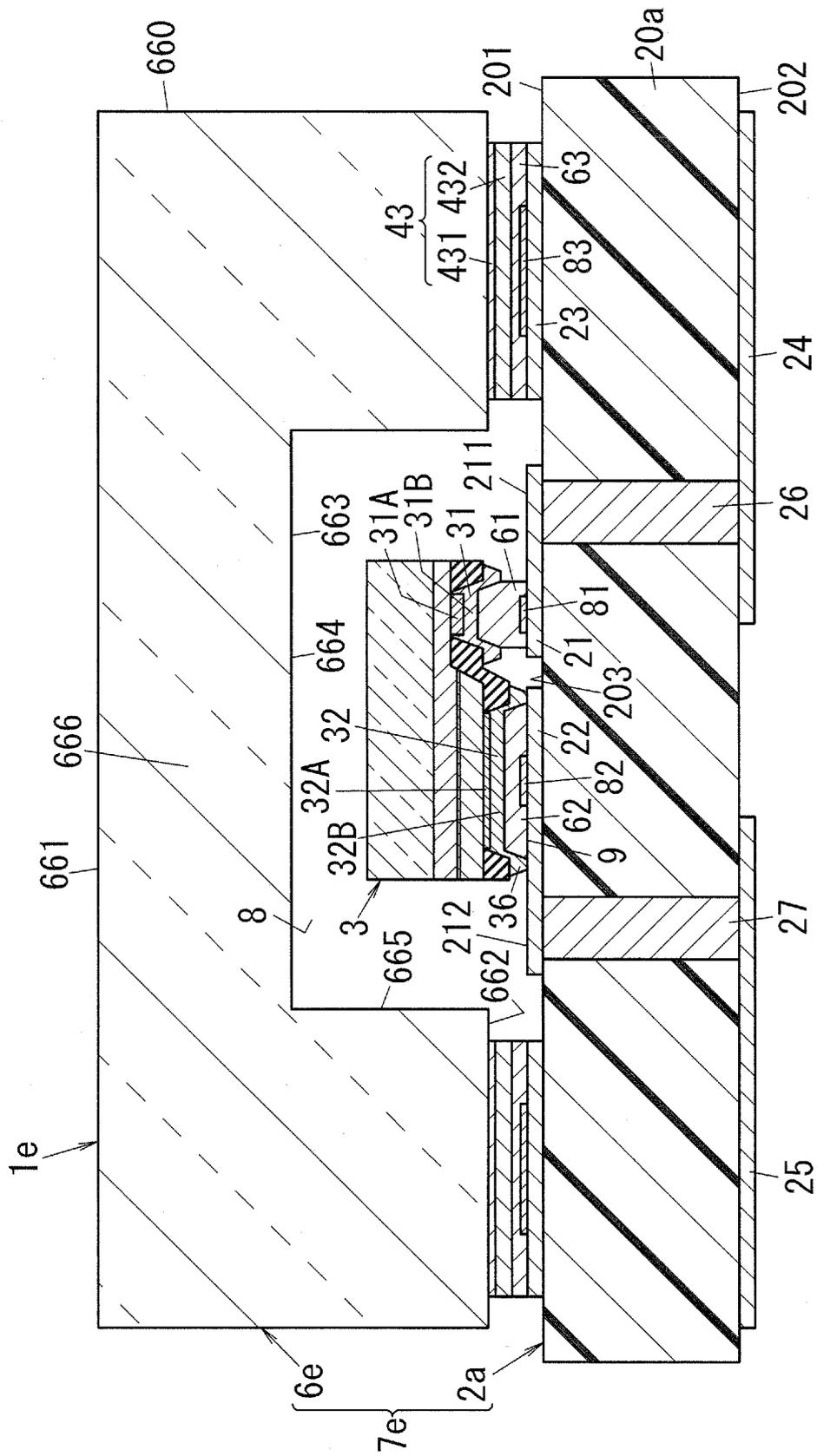


FIG. 21

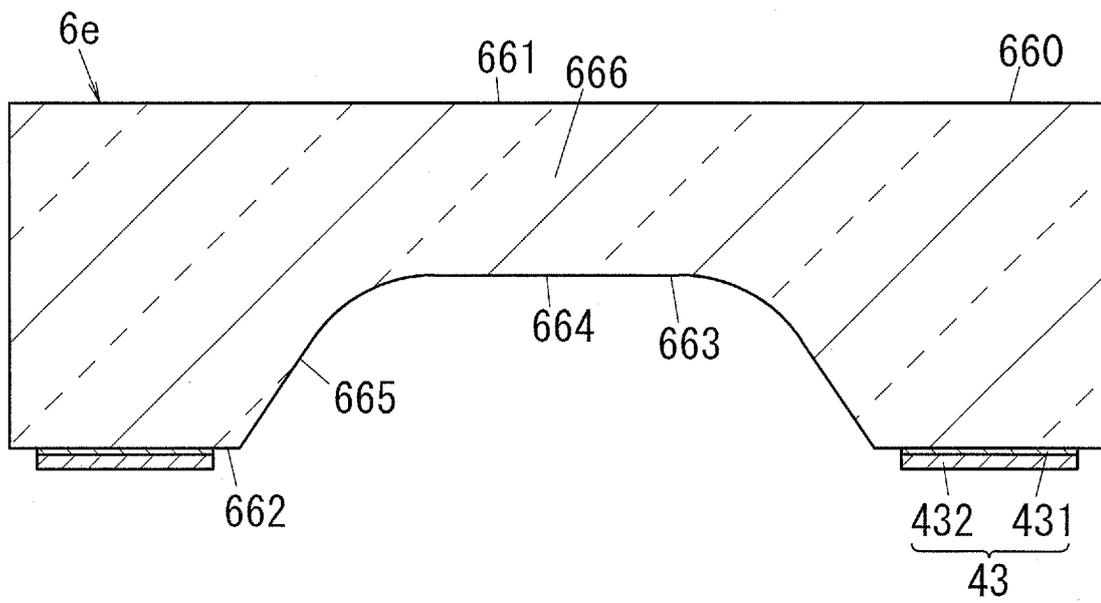


FIG. 22

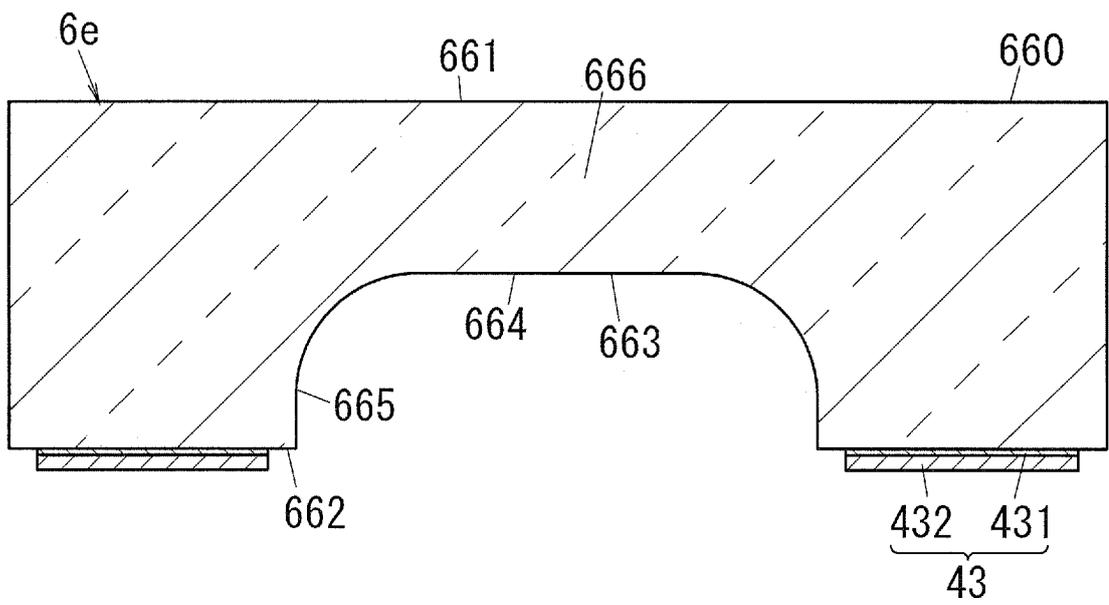


FIG. 23

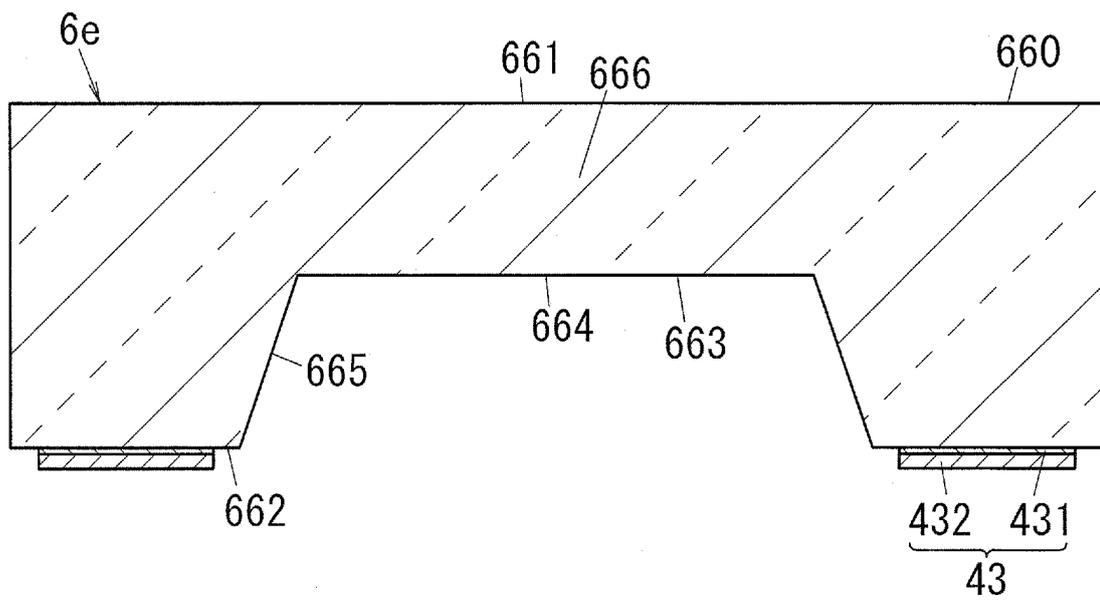


FIG. 24

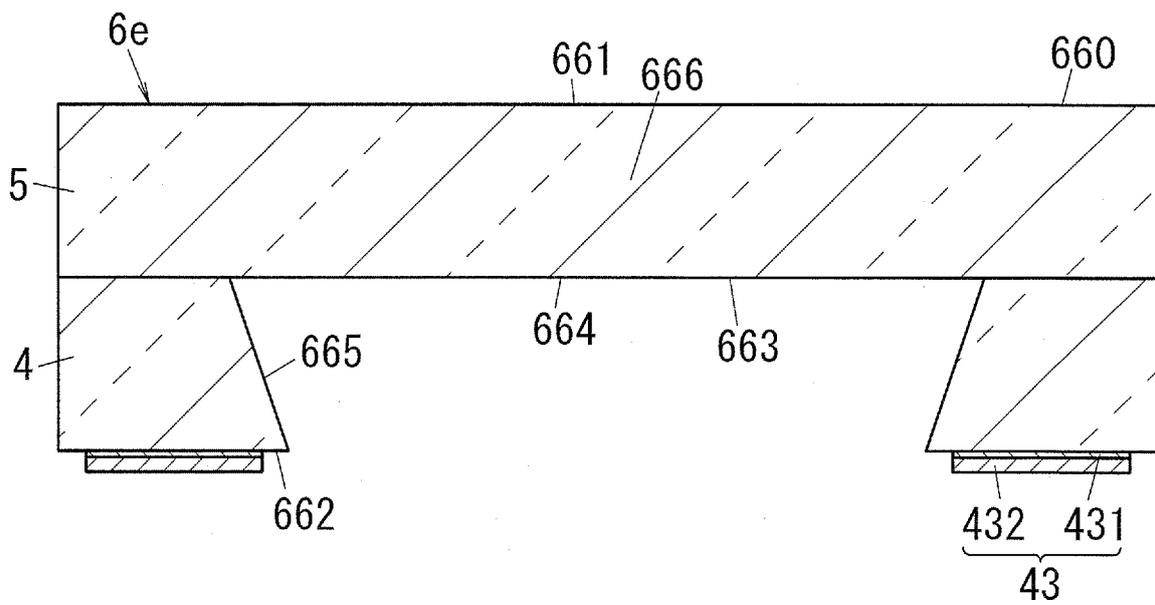


FIG. 25

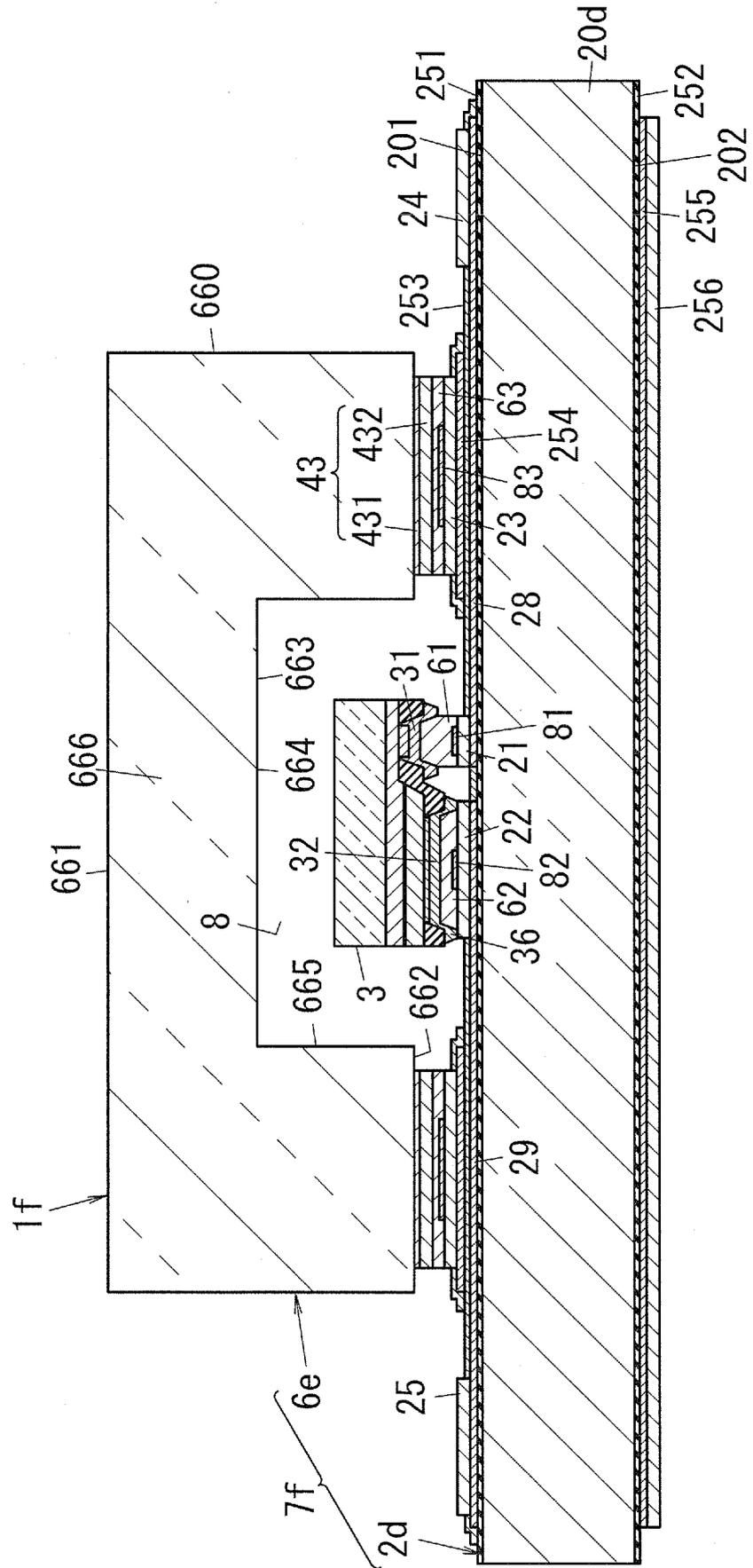


FIG. 26

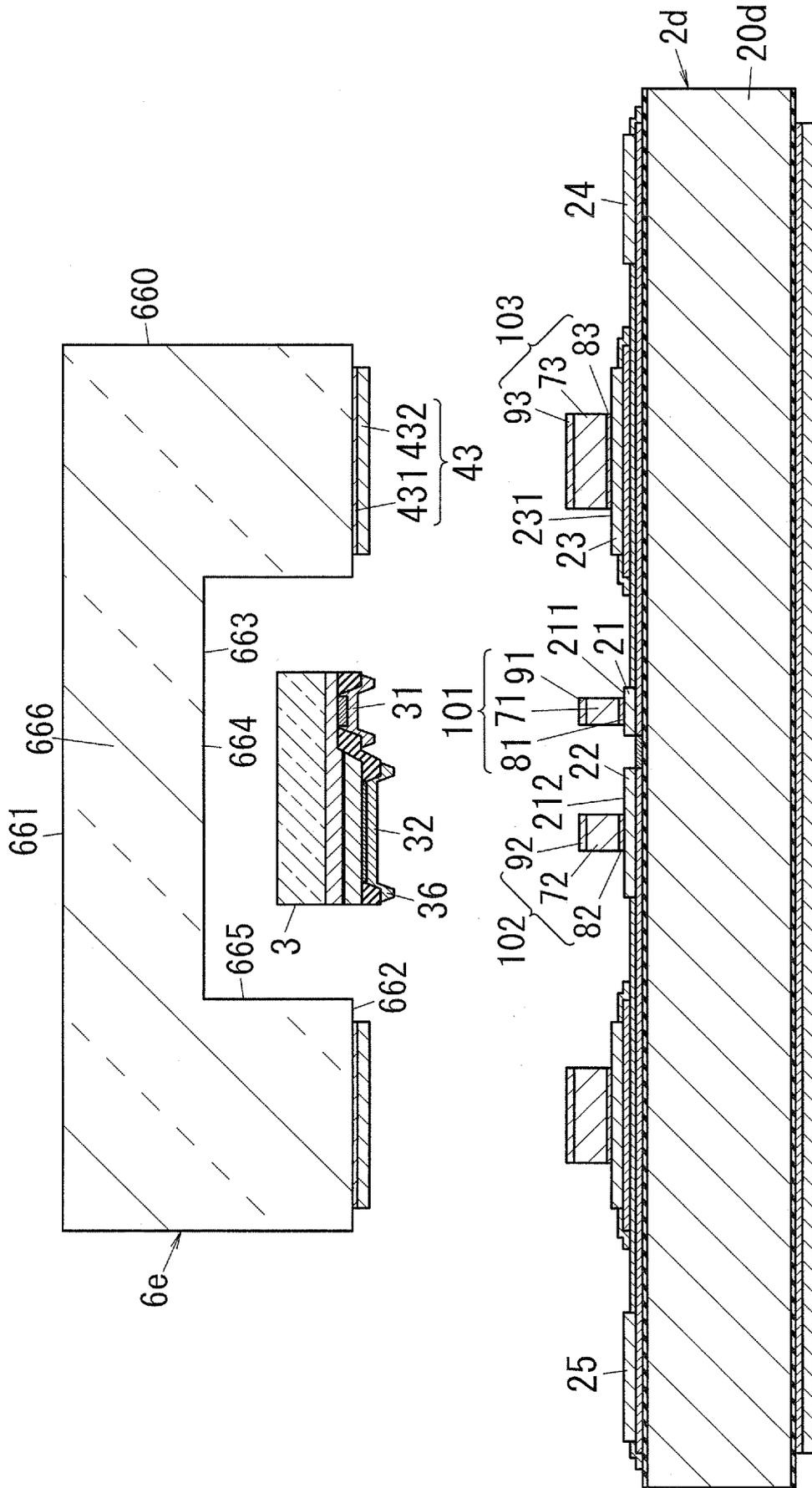


FIG. 27

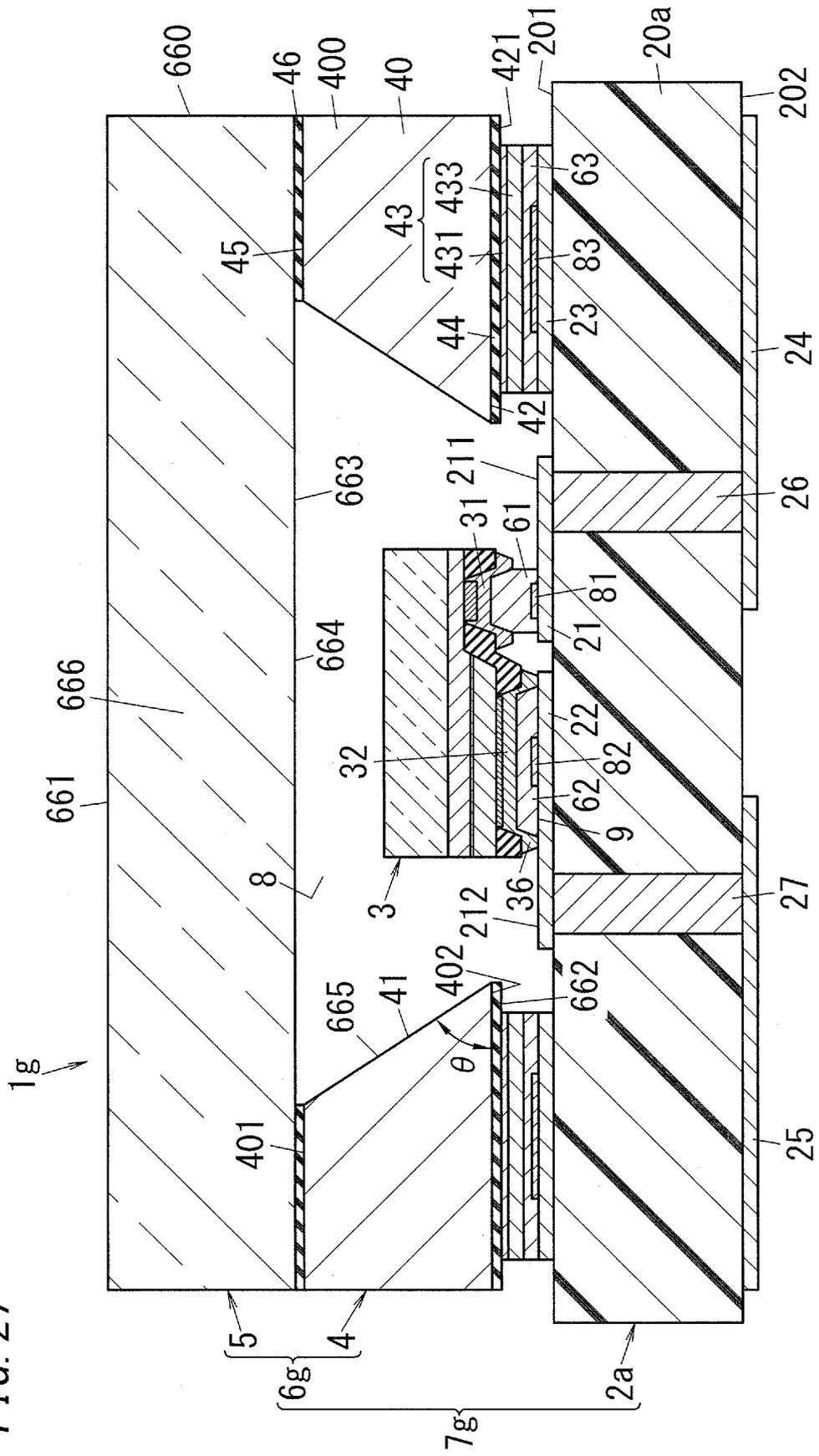


FIG. 28

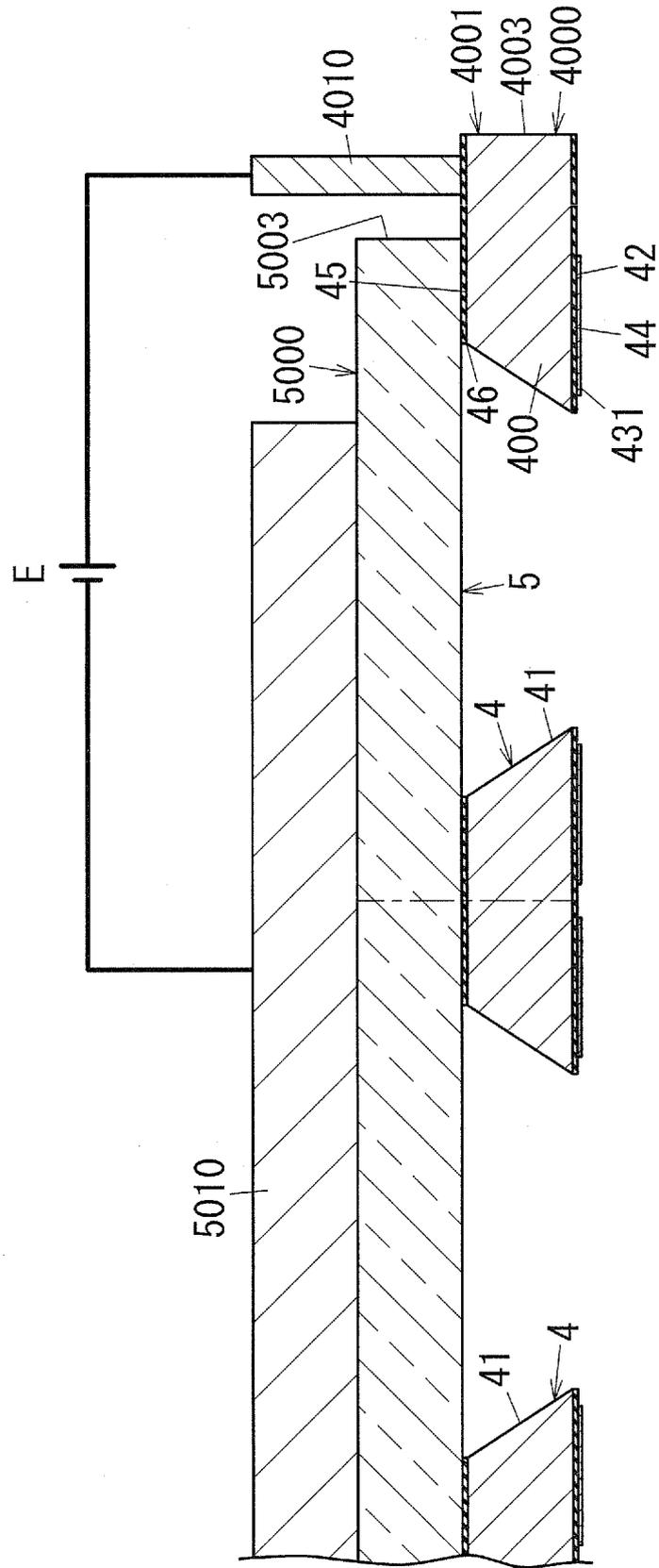


FIG. 29

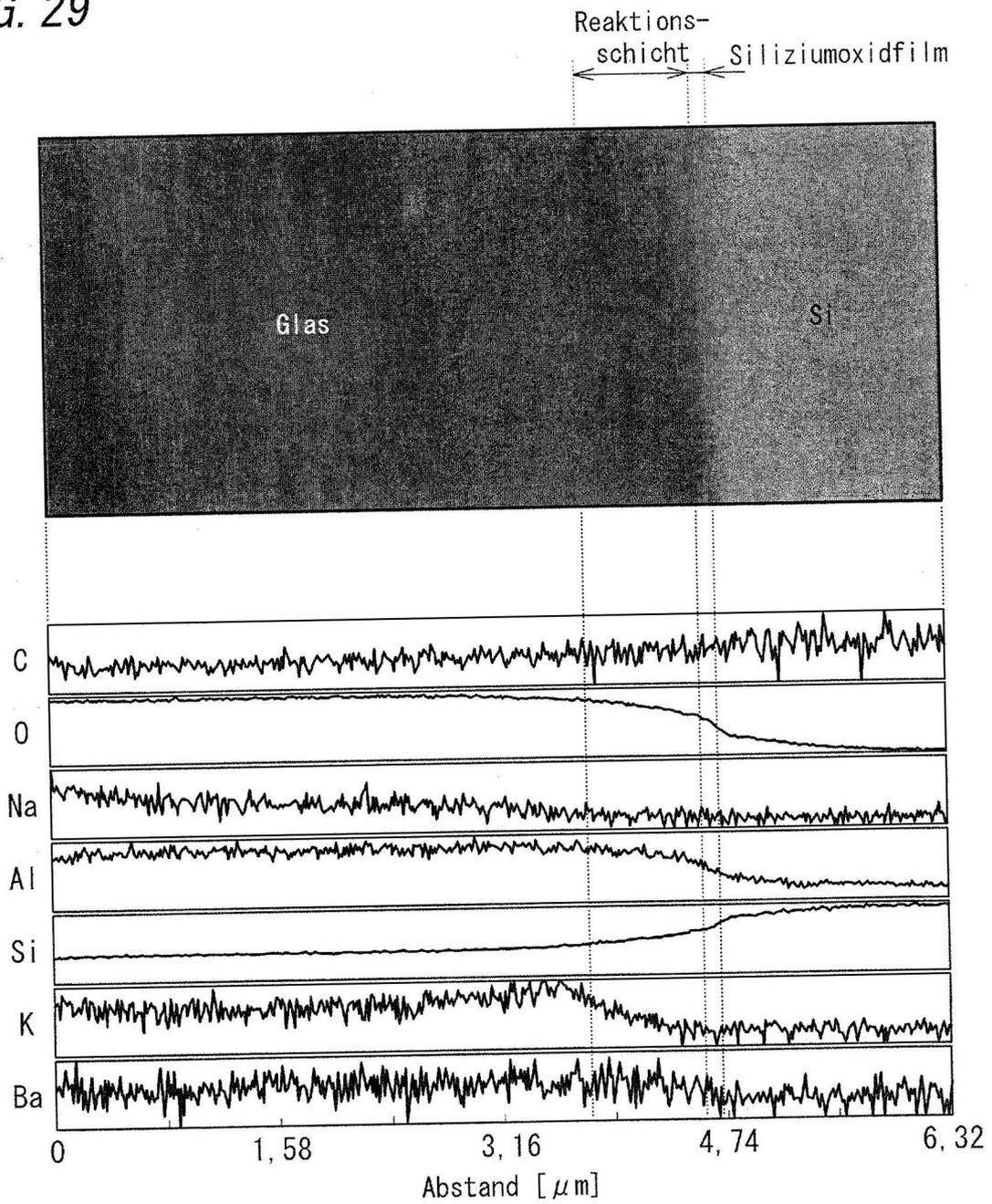


FIG. 30

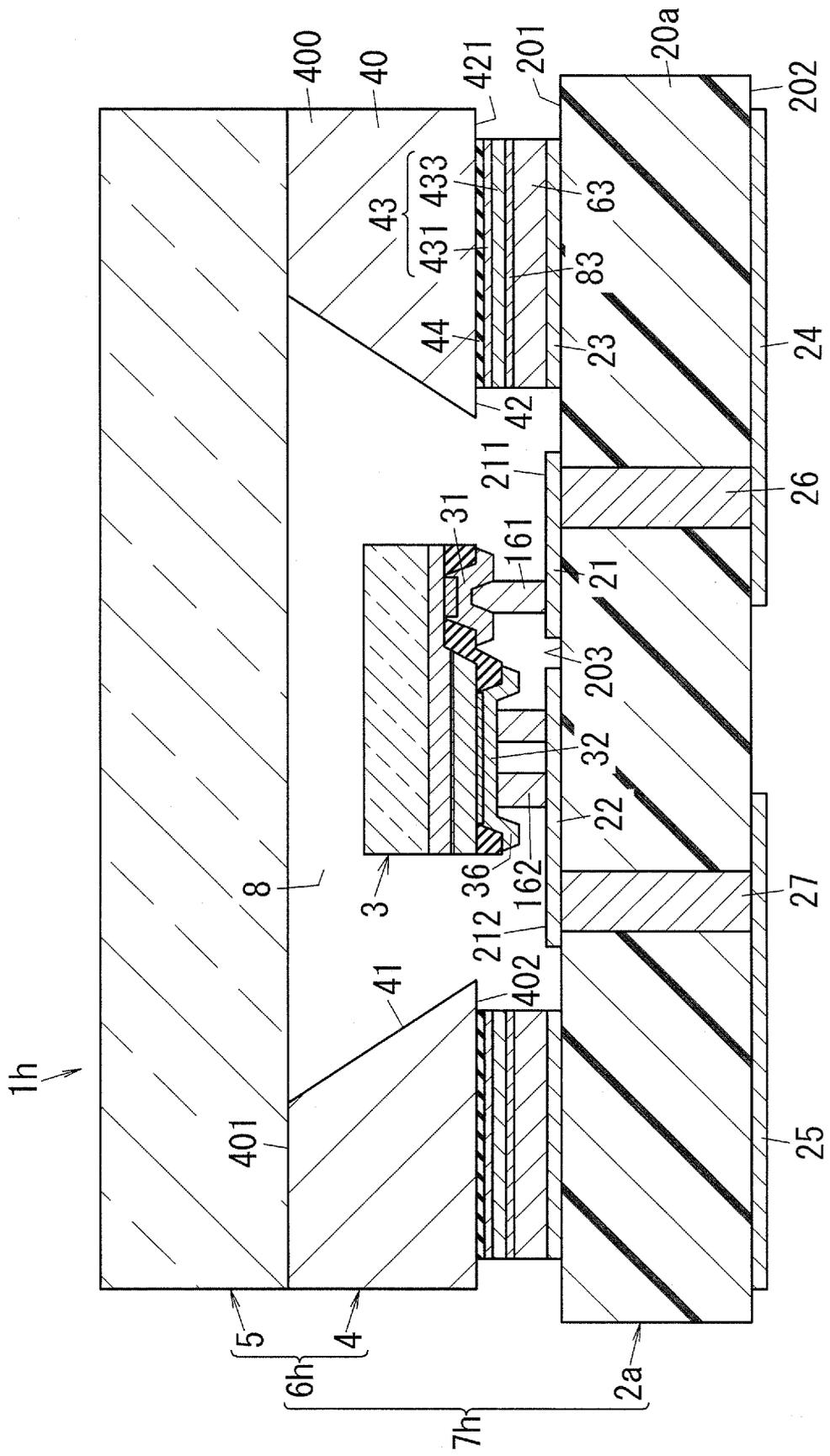


FIG. 31

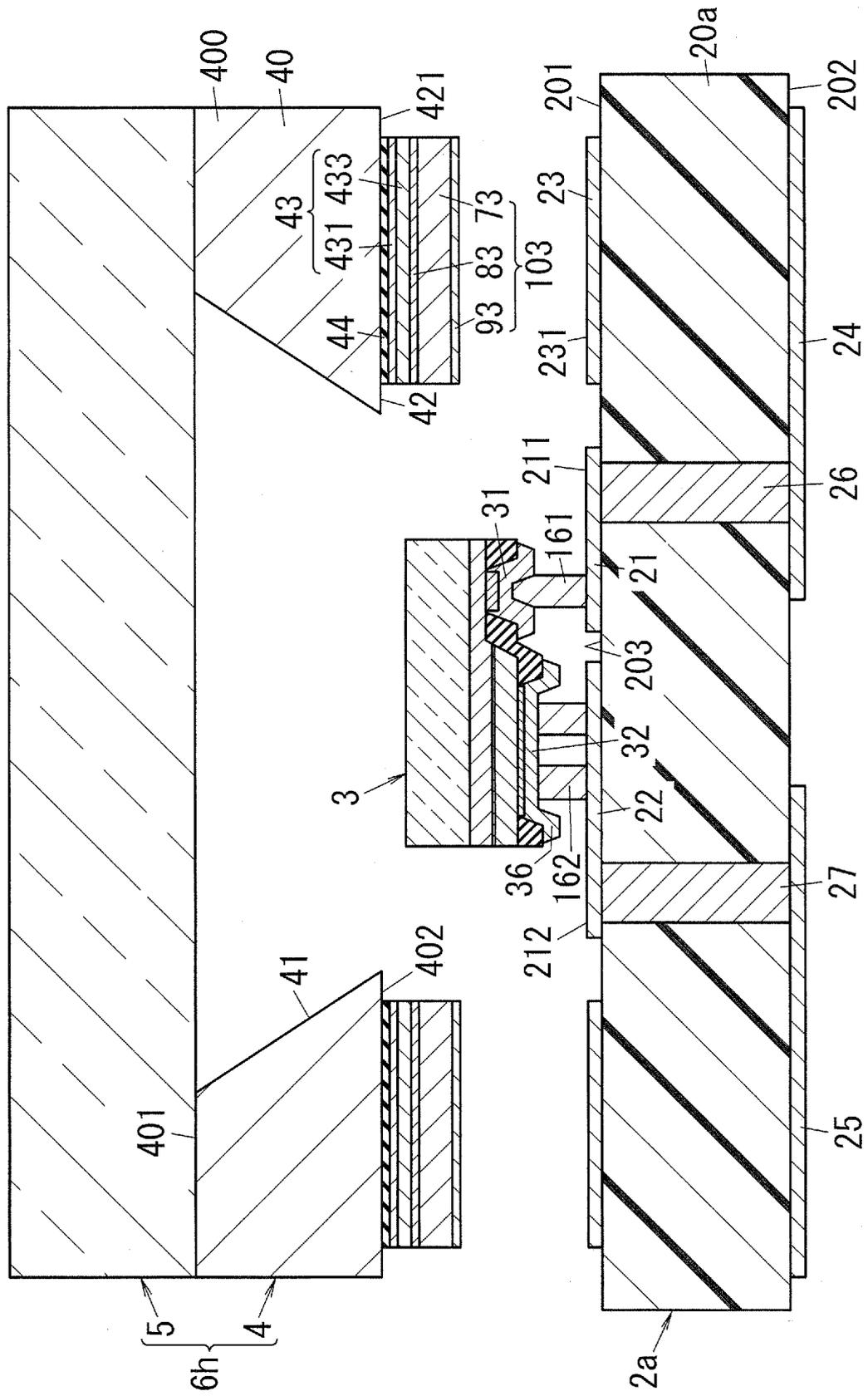


FIG. 32

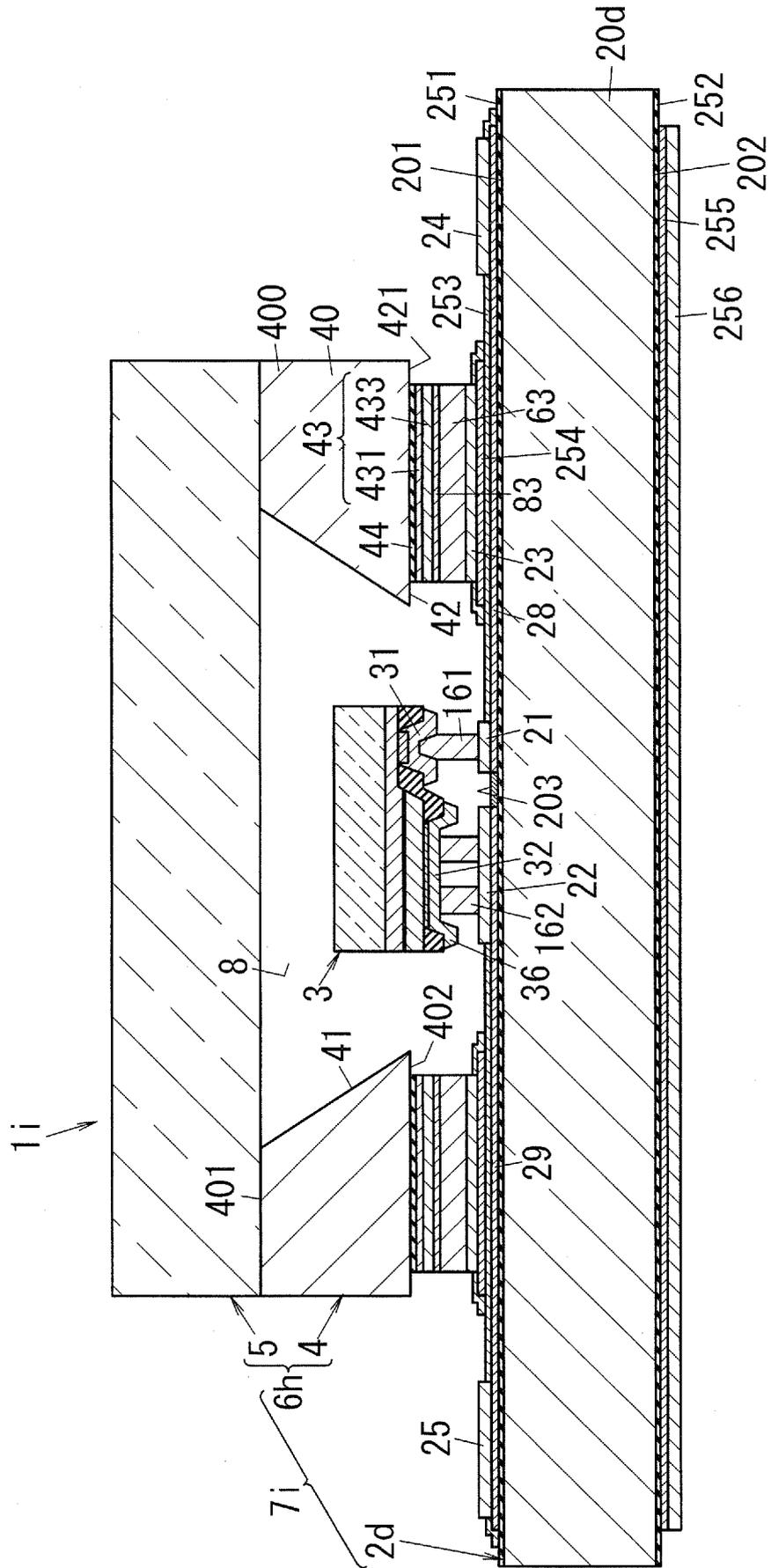


FIG. 33

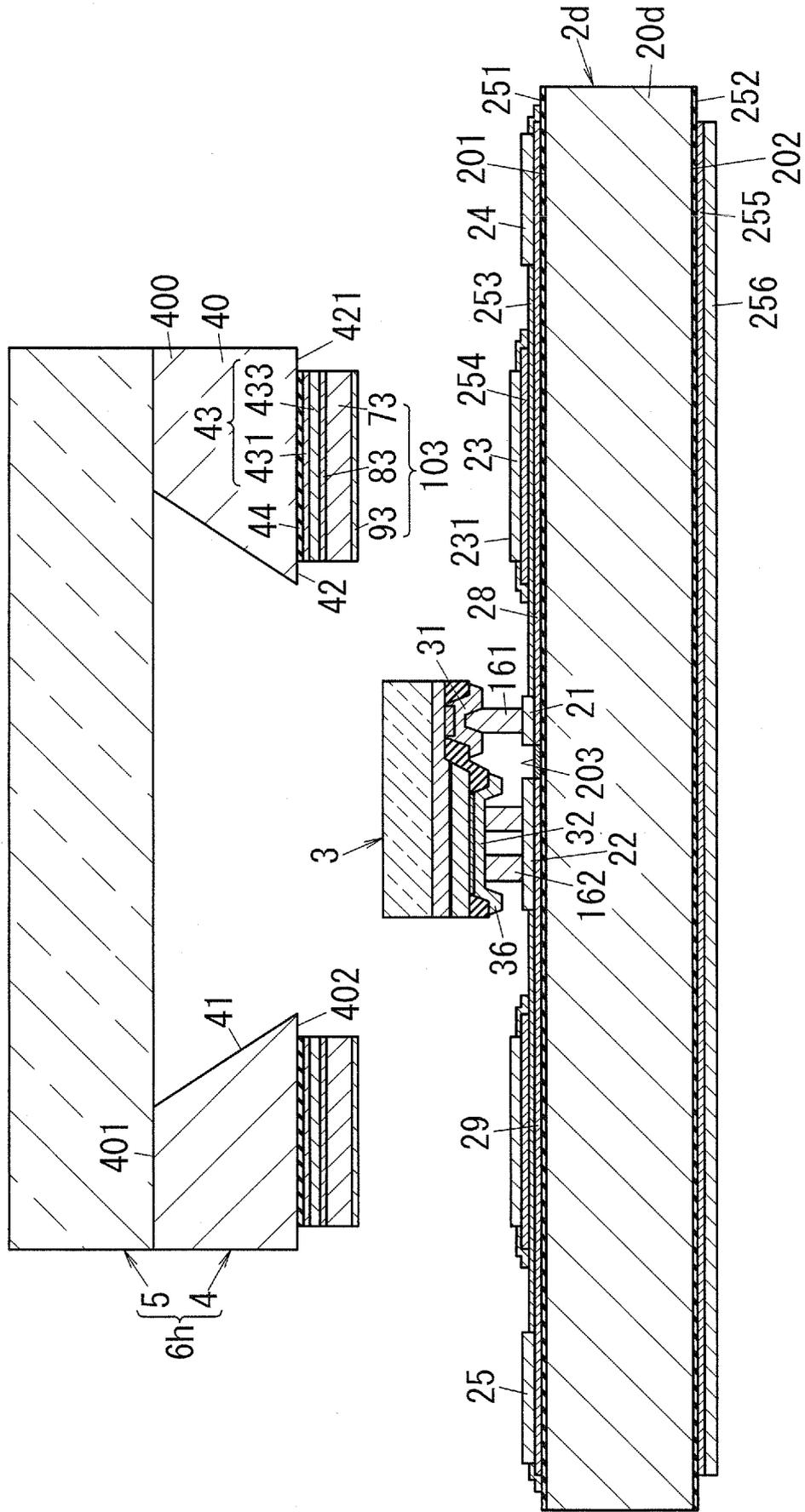


FIG. 34

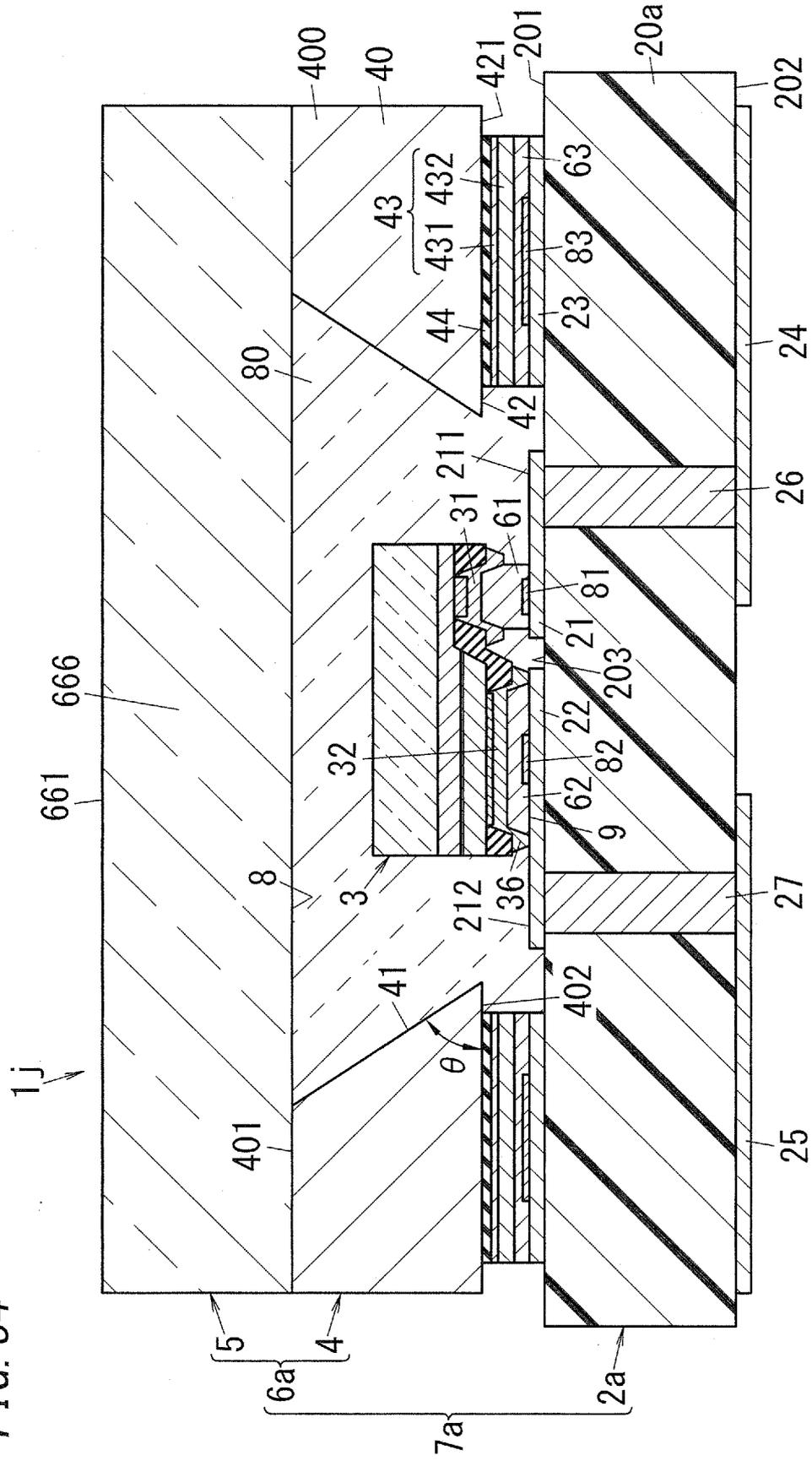


FIG. 35A

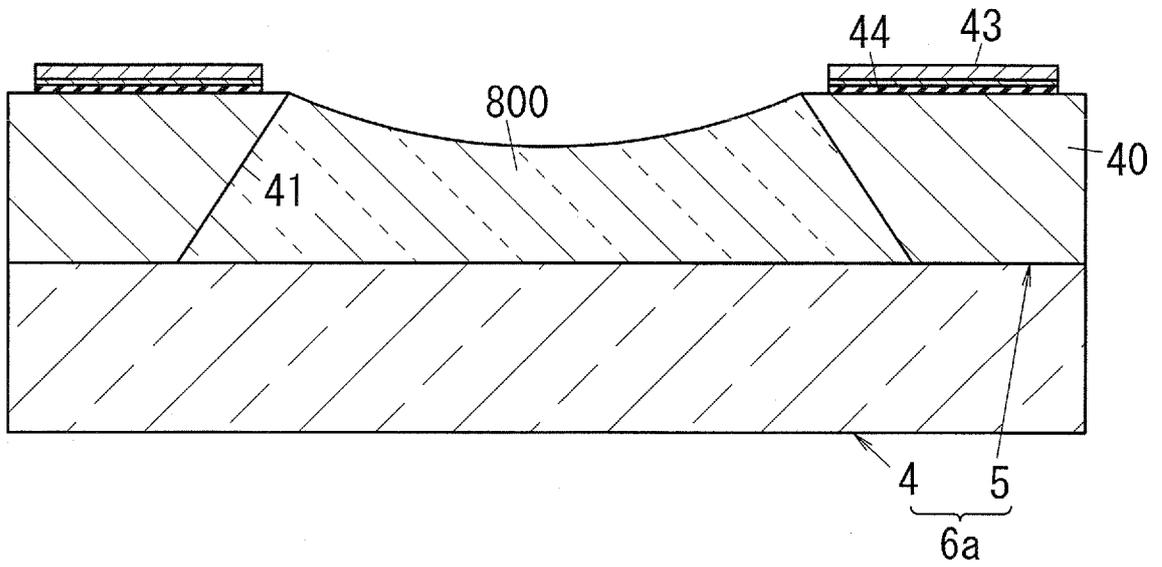


FIG. 35B

