



(10) **DE 11 2014 002 320 B4** 2022.01.20

(12)

## Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2014 002 320.5**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/EP2014/059231**  
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2014/180842**  
(86) PCT-Anmeldetag: **06.05.2014**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **13.11.2014**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **20.01.2022**

(51) Int Cl.: **H01L 33/50** (2010.01)  
**H01L 33/54** (2010.01)  
**F21K 9/64** (2016.01)

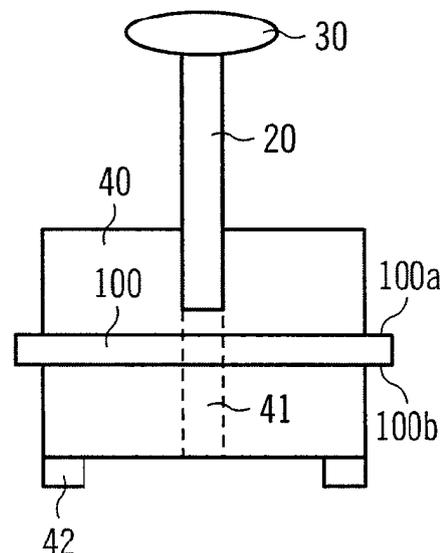
Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz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

(66) Innere Priorität <b>10 2013 104 776.9 08.05.2013</b>	(72) Erfinder: <b>Göötz, Britta, Dr., 93051 Regensburg, DE; Brandl, Martin, 93309 Kelheim, DE; Burger, Markus, 93051 Regensburg, DE; von Malm, Norwin, Dr., 93152 Nittendorf, DE</b>									
(73) Patentinhaber: <b>OSRAM Opto Semiconductors Gesellschaft mit beschränkter Haftung, 93055 Regensburg, DE</b>	(56) Ermittelte Stand der Technik: <table><tr><td>DE</td><td>10 2005 034 793</td><td>B3</td></tr><tr><td>DE</td><td>10 2007 053 286</td><td>A1</td></tr><tr><td>WO</td><td>2012/ 022 576</td><td>A1</td></tr></table>	DE	10 2005 034 793	B3	DE	10 2007 053 286	A1	WO	2012/ 022 576	A1
DE	10 2005 034 793	B3								
DE	10 2007 053 286	A1								
WO	2012/ 022 576	A1								
(74) Vertreter: <b>Epping Hermann Fischer Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80639 München, DE</b>										

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung eines Wellenlängenkonversionselements, Wellenlängenkonversionselement und Bauelement aufweisend das Wellenlängenkonversionselement**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Herstellung eines Wellenlängenkonversionselements (10) mit den Verfahrensschritten:

A) Bereitstellen einer Wellenlängenkonversionsschicht (100) mit einer ersten Oberfläche (100a) und einer der ersten Oberfläche (100a) gegenüberliegenden zweiten Oberfläche (100b), die auf einer Trägerschicht (200) angeordnet ist,  
B) Behandeln der ersten Oberfläche (100a) mit einem Plasma (50),  
C) Stanzen zumindest der Wellenlängenkonversionsschicht (100), wobei mindestens ein Wellenlängenkonversionselement (10) mit einer ersten Oberfläche (10a) und einer gegenüberliegenden zweiten Oberfläche (10b) erhalten wird.



**Beschreibung**

**[0001]** Wellenlängenkonversionselements, Wellenlängenkonversionselement und Bauelement aufweisend das Wellenlängenkonversionselement

**[0002]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Wellenlängenkonversionselements, ein Wellenlängenkonversionselement und ein Bauelement, das das Wellenlängenkonversionselement enthält.

**[0003]** Lichtemittierende Dioden (LED) erzeugen Licht in einem schmalen Wellenlängenbereich, durch den üblicherweise ein einfarbiger Leuchteindruck entsteht. Um einen mehr- oder mischfarbigen Leuchteindruck zu erhalten, werden einer LED üblicherweise Farbstoffe nachgeordnet, die das von der LED abgestrahlte Licht teilweise in Licht mit einer anderen Wellenlänge konvertieren. Durch die Überlagerung des konvertierten Lichts mit dem primär von der LED abgestrahlten Licht kann somit ein breiteres Wellenlängenspektrum erhalten werden, das den mehr- oder mischfarbigen Leuchteindruck erwecken kann.

**[0004]** Die Wellenlängen konvertierenden Farbstoffe sind dabei in der Regel in Wellenlängenkonversionsschichten eingebettet, welche zu Wellenlängenkonversionselementen vereinzelt werden müssen, um in dem optoelektronischen Bauelement eingesetzt werden zu können. Die Vereinzelnung kann bisher nicht mit zufriedenstellender Qualität erfolgen. Vereinzelnung mit Hilfe von Lasern kann zu Schwärzungen des Elements und damit zu Helligkeitsverlusten der LED führen, Sägen bietet keine Möglichkeit, Aussparungen in dem Element zu realisieren, und Wasserstrahlschneiden führt zu einer minderen Kantenqualität des Wellenlängenkonversionselements.

**[0005]** Aus der DE 10 2005 034 793 B3 ist eine lichtemittierende Halbleiterdiode bekannt sowie ein Verfahren zu ihrer Herstellung.

**[0006]** Die DE 10 2007 053 286 A1 betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements.

**[0007]** In der WO 2012/ 022 576 A1 wird ein Verfahren zur Herstellung eines Schichtverbunds aus einer Lumineszenzkonversionsschicht und einer Streuschicht beschrieben.

**[0008]** Aufgabe mindestens einer Ausführungsform der Erfindung ist es, ein verbessertes Verfahren zur Herstellung eines Wellenlängenkonversionselements anzugeben. Weitere Aufgaben sind die Bereitstellung eines Wellenlängenkonversionselements mit verbesserten Eigenschaften und die Bereitstel-

lung eines Bauelements, das ein solches Wellenlängenkonversionselement umfasst.

**[0009]** Es wird ein Verfahren zur Herstellung eines Wellenlängenkonversionselements angegeben, das folgende Verfahrensschritte umfasst:

A) Bereitstellen einer Wellenlängenkonversionsschicht mit einer ersten Oberfläche und einer der ersten Oberfläche gegenüberliegenden zweiten Oberfläche, die auf einer Trägerschicht angeordnet ist,

B) Behandeln der ersten Oberfläche mit einem Plasma,

C) Stanzen zumindest der Wellenlängenkonversionsschicht, wobei mindestens ein Wellenlängenkonversionselement mit einer ersten Oberfläche und einer gegenüberliegenden zweiten Oberfläche erhalten wird.

**[0010]** Im Verfahrensschritt A) wird zunächst eine Wellenlängenkonversionsschicht hergestellt, was beispielsweise durch Formpressen (compression molding), Spritzguss oder Spritzpressen durchgeführt werden kann.

**[0011]** Mit „gegenüberliegend“ in Bezug auf die ersten und zweiten Oberflächen der Wellenlängenkonversionsschicht und des Wellenlängenkonversionselements ist jeweils eine weitgehend zueinander parallele Anordnung der Oberflächen gemeint.

**[0012]** Das Wellenlängenkonversionselement kann eine Haupterstreckungsebene aufweisen, in der es sich in lateralen Richtungen erstreckt. Senkrecht zur Haupterstreckungsebene, in der vertikalen Richtung, kann das Wellenlängenkonversionselement eine Dicke aufweisen. Die Dicke des Wellenlängenkonversionselements ist bevorzugt klein gegen die maximale Erstreckung des Wellenlängenkonversionselements in einer lateralen Richtung. Eine Hauptebene des Wellenlängenkonversionselements bildet die erste Oberfläche des Wellenlängenkonversionselements.

**[0013]** Die folgenden Ausführungen bezüglich Eigenschaften, Zusammensetzungen, Materialien und Füllgraden der Wellenlängenkonversionsschicht gelten gleichermaßen für das Wellenlängenkonversionselement, welches aus der Wellenlängenkonversionsschicht vereinzelt wird. Die Vereinzelnung findet dabei ohne physikalische oder chemische Veränderung der Wellenlängenkonversionsschicht oder nur unter Veränderung der ersten und/oder zweiten Oberfläche der Wellenlängenkonversionsschicht statt.

**[0014]** Die Wellenlängenkonversionsschicht umfasst zumindest einen Wellenlängenkonversionstoff, welcher ganzflächig in einem Matrixmaterial

eingebettet ist. Der Wellenlängenkonversionsstoff kann insbesondere geeignet sein, primär von einem Halbleiterchip erzeugtes Licht (Primärstrahlung) zumindest teilweise zu absorbieren und als Sekundärstrahlung mit einem zumindest teilweise von der Primärstrahlung verschiedenen Wellenlängenbereich zu emittieren. Die Primärstrahlung und die Sekundärstrahlung können eine oder mehrere Wellenlängen und/oder Wellenlängenbereiche in einem infraroten bis ultravioletten Wellenlängenbereich umfassen, insbesondere in einem sichtbaren Wellenlängenbereich. Dabei können das Spektrum der Primärstrahlung und/oder das Spektrum der Sekundärstrahlung schmalbandig sein, das heißt, dass die Primärstrahlung und/oder die Sekundärstrahlung einen einfarbigen oder annähernd einfarbigen Wellenlängenbereich aufweisen können. Das Spektrum der Primärstrahlung und/oder das Spektrum der Sekundärstrahlung kann alternativ auch breitbandig sein, das heißt, dass die Primärstrahlung und/oder die Sekundärstrahlung einen mischfarbigen Wellenlängenbereich aufweisen kann, wobei der mischfarbige Wellenlängenbereich ein kontinuierliches Spektrum oder mehrere diskrete spektrale Komponenten mit verschiedenen Wellenlängen aufweisen kann. Die Primärstrahlung und die Sekundärstrahlung können überlagert einen weißfarbigen Leuchteindruck erwecken. Alternativ kann das Wellenlängenkonversionselement die Primärstrahlung vollständig in Sekundärstrahlung umwandeln, wobei man in diesem Fall auch von einer so genannten Vollkonversion sprechen kann.

**[0015]** Der Wellenlängenkonversionsstoff kann dabei einen oder mehrere der folgenden Materialien aufweisen: Granate der seltenen Erden und der Erdalkalimetalle, beispielsweise YAG:Ce<sup>3+</sup>, Nitride, Nitridosilikate, Sione, Sialone, Aluminate, Oxide, Halophosphate, Orthosilikate, Sulfide, Vanadate und Chlorosilikate. Weiterhin kann der Wellenlängenkonversionsstoff zusätzlich oder alternativ ein organisches Material aufweisen, das aus einer Gruppe ausgewählt sein kann, die Perylene, Benzopyrene, Coumarine oder Rhodamine und Azofarbstoffe umfasst.

**[0016]** Die Wellenlängenkonversionsschicht kann als im Matrixmaterial eingebetteten Wellenlängenkonversionsstoff geeignete Mischungen und/oder Kombinationen der genannten Wellenlängenkonversionsstoffe aufweisen. Das Matrixmaterial kann den Wellenlängenkonversionsstoff umgeben oder enthalten oder an den Wellenlängenkonversionsstoff chemisch gebunden sein. Der Wellenlängenkonversionsstoff kann dabei homogen im Matrixmaterial verteilt sein. Der Wellenlängenkonversionsstoff kann beispielsweise in Form von Partikeln ausgeformt sein, die eine Größe von kleiner oder gleich 100 µm und insbesondere zwischen 2 µm und 30 µm aufweisen können.

**[0017]** Weiterhin kann die Wellenlängenkonversionsschicht als Matrixmaterial ein transparentes Matrixmaterial umfassen, in das der Wellenlängenkonversionsstoff eingebettet ist. Das transparente Matrixmaterial kann aus einer Gruppe ausgewählt sein, die Glas, Siloxane, Epoxide, Acrylate, Methylmetacrylate, Imide, Carbonate, Urethane oder Derivate davon in Form von Monomeren, Oligomeren oder Polymeren und weiterhin auch Mischungen, Copolymere oder Verbindungen davon aufweisen. Beispielsweise kann das Matrixmaterial ein Epoxidharz, Polymethylmetacrylat (PMMA), Polycarbonat, Polyacrylat, Polyurethan oder ein Silikonharz wie etwa Polysiloxan oder Mischungen daraus umfassen oder sein.

**[0018]** Insbesondere kann das Matrixmaterial ein Silikonharz umfassen oder Silikon sein. Silikon kann aufgrund seiner thermoplastischen Eigenschaften zum einen gut verarbeitbar sein und zum anderen eine für ein Wellenlängenkonversionselement erforderliche Strahlungsstabilität sowie erforderliche optische Eigenschaften wie beispielsweise eine Transparenz aufweisen.

**[0019]** Ferner kann auch die Wellenlängenkonversionsschicht ein Silikon umfassen. Im Fall eines Silikons können mittels des Plasmas Si-O-Gruppen und/oder Si-OH-Gruppen an der mit dem Plasma behandelten Oberfläche der Wellenlängenkonversionsschicht erzeugt werden. Es ist ferner möglich, dass die Wellenlängenkonversionsschicht eine hydrolysierbare chemische Gruppe umfasst.

**[0020]** Der Wellenlängenkonversionsstoff kann in dem Matrixmaterial mit einem Füllgrad vorhanden sein, der beispielsweise  $\geq 15\%$  und  $\leq 80\%$  ist. Die Wellenlängenkonversionsschicht umfasst eine erste Oberfläche und eine der ersten Oberfläche gegenüberliegende zweite Oberfläche, welche auch als Oberseite und Unterseite der Wellenlängenkonversionsschicht bezeichnet werden können. Die zweite Oberfläche beziehungsweise die Unterseite ist dabei auf einer Trägerschicht angeordnet.

**[0021]** Das Plasma, mit welchem die erste Oberfläche im Verfahrensschritt B) behandelt wird, kann ein oxidatives Plasma, beispielsweise ein Sauerstoff- und/oder Ozonplasma sein. „Behandeln“ ist in diesem Zusammenhang so zu verstehen, dass die erste Oberfläche dem Plasma so lange ausgesetzt wird, bis eine Veränderung der Oberfläche eintritt. Die Veränderung kann beispielsweise durch eine chemische Reaktion herbeigeführt sein, indem das Plasma mit an der ersten Oberfläche angeordneten Molekülen oder Substituenten von Molekülen des Matrixmaterials in der Wellenlängenkonversionsschicht reagiert. Dabei können im Falle eines Silikonhaltigen Matrixmaterials beispielsweise C<sub>m</sub>H<sub>n</sub>-Gruppen oxidiert werden, so dass SiO<sub>2</sub> an

der Oberfläche verbleibt. Die Veränderung kann auch durch eine Reorganisation von an der ersten Oberfläche angeordneten Polymeren des Matrixmaterials herbeigeführt sein. Durch die Veränderung wird die Klebrigkeit der ersten Oberfläche herabgesetzt beziehungsweise die Oberflächenhaftung der ersten Oberfläche, beispielsweise des Silikons, reduziert. Es kann auch von einer Verglasung durch einen Veraschungsprozess durch die Plasmabehandlung gesprochen werden. Somit können auch sehr klebrige oder elastische Matrixmaterialien, die in der Wellenlängenkonversionsschicht vorhanden sind, im Verfahrensschritt C) gestanzt werden.

**[0022]** Bei der Verglasung durch die Plasmabehandlung wird in das klebrige Material der Wellenlängenkonversionsschicht mittels des Sauerstoff- und/oder Ozon-Plasmas Sauerstoff eingebaut. Dies führt dazu, dass das klebrige Material der Wellenlängenkonversionsschicht an der verglasten Oberfläche der Wellenlängenkonversionsschicht in ein weniger klebriges Glasmaterial geändert wird. Die verglaste Oberfläche kann hierbei die erste Oberfläche und/oder die zweite Oberfläche sein. Die Wellenlängenkonversionsschicht enthält dann also ein klebriges Material und ein Glasmaterial, wobei das Glasmaterial aus dem klebrigen Material durch Zufuhr von Sauerstoff und/oder OH-Gruppen hervorgegangen ist.

**[0023]** Es ist ferner möglich, durch die Verglasung die Adhäsion von verunreinigenden Stoffen auf der verglasten Oberfläche der Wellenlängenkonversionsschicht zu verringern. Der Verlauf der Reduktion der Klebrigkeit kann hierbei durch den Verlauf der Reduktion der Adhäsion bestimmt sein. Mit anderen Worten, je weniger klebrig das Material ist, desto geringer kann die Adhäsion von Verunreinigungen sein. Zudem kann von einer geringeren Adhäsion nach der Verglasung auf eine reduzierte Oberflächenrauigkeit im Vergleich zu der Oberflächenrauigkeit der verglasten Oberfläche vor der Verglasung geschlossen werden.

**[0024]** Die Verglasung kann insbesondere eine bestimmte Eindringtiefe aufweisen. Mit anderen Worten, die Wellenlängenkonversionsschicht kann nach der Verglasung mit der Plasma-Behandlung in der vertikalen Richtung, das heißt senkrecht zu der verglasten Oberfläche, bis zu einer Eindringtiefe, die beispielsweise höchstens 2 %, bevorzugt höchstens 1 %, der Dicke der Wellenlängenkonversionsschicht entsprechen kann, verglast sein, also ein Glas aufweisen. Beispielsweise beträgt die Eindringtiefe wenigstens 30 nm und höchstens 600 nm. Die Wellenlängenkonversionsschicht kann also entlang einer Richtung, die im Rahmen der Herstellungstoleranzen senkrecht zur ersten Oberfläche verläuft, von der verglasten Oberfläche bis hin zu einer Eindringtiefe Glas aufweisen. Nach der Eindringtiefe weist die

Wellenlängenkonversionsschicht eine Mischung aus dem verglasten und dem nicht verglasten Material der Wellenlängenkonversionsschicht auf.

**[0025]** Im Verfahrensschritt C) wird zumindest die Wellenlängenkonversionsschicht gestanzt, wobei mindestens ein Wellenlängenkonversionselement erhalten wird. Ob ein oder mehrere Wellenlängenkonversionselemente in einem Verfahrensschritt C) erhalten werden, hängt davon ab, ob das verwendete Stanzwerkzeug nur ein Wellenlängenkonversionselement oder mehrere Wellenlängenkonversionselemente gleichzeitig stanzen kann. Dies gilt auch für die folgenden Ausführungen zu dem Verfahren, auch wenn nicht explizit „mindestens ein“ oder „zumindest ein“ in Bezug auf das hergestellte Wellenlängenkonversionselement angegeben wird.

**[0026]** Der Verfahrensschritt C) kann mehrmals wiederholt werden, so dass aus einer im Verfahrensschritt A) bereitgestellten und im Verfahrensschritt B) mit einem Plasma behandelten Wellenlängenkonversionsschicht mehrere Wellenlängenkonversionselemente vereinzelt werden, wobei die Bereitstellung und die Plasmabehandlung der Wellenlängenkonversionsschicht nur einmal, vor der Durchführung des ersten Verfahrensschritts C), erfolgen.

**[0027]** Das Wellenlängenkonversionselement umfasst eine erste Oberfläche und eine gegenüberliegende zweite Oberfläche, welche Bereichen der ersten und zweiten, gegebenenfalls plasmabehandelten Oberflächen der Wellenlängenkonversionsschicht entsprechen. Weiterhin umfasst das Wellenlängenkonversionselement Seitenränder, die zusammen mit der ersten Oberfläche beziehungsweise mit der zweiten Oberfläche Kanten bilden.

**[0028]** Bei dem Verfahrensschritt C) handelt es sich somit um eine Vereinzelung des Wellenlängenkonversionselements aus der Wellenlängenkonversionsschicht.

**[0029]** In dem Verfahren kann die Trägerschicht nach dem Verfahrensschritt B) entfernt werden. Somit kann die Plasmabehandlung der ersten Oberfläche stattfinden, solange die Trägerschicht noch auf der zweiten Oberfläche der Wellenlängenkonversionsschicht angeordnet ist. Das kann gegebenenfalls komplizierte Halterungen für die Wellenlängenkonversionsschicht während der Plasmabehandlung überflüssig machen.

**[0030]** Alternativ kann die Trägerschicht auch vor dem Verfahrensschritt B), also vor der Plasmabehandlung der ersten Oberfläche der Wellenlängenkonversionsschicht entfernt werden. In diesem Fall können die erste Oberfläche und gleichzeitig die zweite Oberfläche der Wellenlängenkonversionsschicht mit einem Plasma behandelt werden.

**[0031]** Weiterhin kann in dem Verfahren in einem auf dem Verfahrensschritt B) folgenden Verfahrensschritt B1) die zweite Oberfläche der Wellenlängenkonversionsschicht mit einem Plasma behandelt werden. Dies kann insbesondere erfolgen, wenn die Trägerschicht nach dem Verfahrensschritt B) entfernt wird. In diesem Fall werden erste und zweite Oberfläche der Wellenlängenkonversionsschicht nicht gleichzeitig sondern nacheinander mit einem Plasma behandelt. Für die Behandlung der zweiten Oberfläche der Wellenlängenkonversionsschicht mit einem Plasma gelten die Ausführungen zur Plasmabehandlung der ersten Oberfläche der Wellenlängenkonversionsschicht analog.

**[0032]** Weiterhin kann im Verfahrensschritt C) die Wellenlängenkonversionsschicht gestanzt werden und das Wellenlängenkonversionselement in einem Behälter aufgefangen werden. Damit wird das Wellenlängenkonversionselement, das auf der ersten und zweiten Oberfläche mit einem Plasma behandelt wurde, ohne Träger in einen Behälter erhalten. Dieser Behälter kann dazu verwendet werden, das Wellenlängenkonversionselement zu transportieren und in weiteren Verfahrensschritten maschinell zu sortieren und auf seine Eigenschaften hin zu testen. Schließlich kann das Wellenlängenkonversionselement auf einer Hilfsschicht aufgebracht werden und nachfolgend zu einem Halbleiterchip, auf den es aufgebracht werden soll, transferiert werden. Bei einer Hilfsschicht kann es sich um eine wiederablösbare Folie handeln, beispielsweise eine Thermo-Releasefolie oder eine UV-Releasefolie.

**[0033]** Der Verfahrensschritt C) kann dabei mehrmals wiederholt werden, so dass mehrere Wellenlängenkonversionselemente in dem Behälter aufgefangen werden und, wie für das eine Wellenlängenkonversionselement ausgeführt, weiter verarbeitet werden können.

**[0034]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann vor oder nach dem Verfahrensschritt B) die Trägerschicht entfernt werden und im Verfahrensschritt C) die Wellenlängenkonversionsschicht gestanzt werden, wobei das Wellenlängenkonversionselement mit der zweiten Oberfläche auf einer Hilfsschicht angeordnet wird. Bei der Hilfsschicht kann es sich um eine wiederablösbare Folie handeln, beispielsweise eine Thermo-Releasefolie oder eine UV-Releasefolie. In dieser Ausführungsform wird somit die zweite Oberfläche des Wellenlängenkonversionselements im Verfahrensschritt C) auf eine Hilfsschicht aufgestanzt. Der Verfahrensschritt C) kann mehrmals wiederholt werden, so dass mehrere Wellenlängenkonversionselemente gemeinsam auf der Hilfsschicht angeordnet beziehungsweise aufgestanzt werden. Dabei wird nach jeder Durchführung des Verfahrensschritts C) das Stanzwerkzeug relativ zu der Hilfsschicht parallel bewegt, so dass das im

nächsten Verfahrensschritt C) hergestellte Wellenlängenkonversionselement auf einen Bereich der Hilfsschicht gestanzt wird, auf dem sich noch kein Wellenlängenkonversionselement befindet.

**[0035]** Das oder die auf der Hilfsschicht angeordneten Wellenlängenkonversionselemente können getestet, sortiert und transportiert werden. Gegebenenfalls können das oder die Wellenlängenkonversionselemente mit ihrer ersten Oberfläche auf einer neuen Hilfsschicht für den nachfolgenden Transfer aufgebracht werden, wobei die Hilfsschicht auf der Seite der zweiten Oberfläche der Wellenlängenkonversionselemente entfernt wird. In dieser Ausführungsform ist Plasmabehandlung von nur einer Seite, der ersten Oberfläche der Wellenlängenkonversionsschicht, notwendig.

**[0036]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann die Wellenlängenkonversionsschicht auf der Trägerschicht angeordnet sein und im Verfahrensschritt C) die Wellenlängenkonversionsschicht und die Trägerschicht gemeinsam gestanzt werden. Dabei wird das Wellenlängenkonversionselement auf der gestanzten Trägerschicht angeordnet erhalten. In dieser Ausführungsform wird nur die erste Oberfläche der Wellenlängenkonversionsschicht mit Plasma behandelt. Die Seitenränder der gestanzten Trägerschicht und des darauf angeordneten Wellenlängenkonversionselements können dabei deckungsgleich übereinander angeordnet sein.

**[0037]** Weiterhin kann im Verfahrensschritt C) die gestanzte Trägerschicht mit der von dem Wellenlängenkonversionselement abgewandten Seite auf einer Klebeschicht angeordnet werden. Somit wird das Wellenlängenkonversionselement, das auf der gestanzten Trägerschicht angeordnet ist, die wiederum auf einer Klebeschicht angeordnet ist, erhalten.

**[0038]** Der Verfahrensschritt C) kann mehrmals wiederholt werden, so dass mehrere Wellenlängenkonversionselemente, die jeweils auf einer gestanzten Trägerschicht angeordnet sind, erhalten werden. Weiterhin können die mehreren Wellenlängenkonversionselemente, die auf gestanzten Trägerschichten angeordnet sind, im Verfahrensschritt C) gemeinsam auf einer Klebeschicht angeordnet werden. Dazu wird nach jedem durchgeführten Verfahrensschritt C) die Klebeschicht relativ zu dem Stanzwerkzeug parallel bewegt, so dass das im nächsten Verfahrensschritt C) erhaltene Wellenlängenkonversionselement, das auf einer gestanzten Trägerschicht angeordnet ist, auf einem Bereich der Klebeschicht angeordnet wird, der frei von gestanzten Trägerschichten und Wellenlängenkonversionselementen ist.

**[0039]** Weiterhin kann in einem auf dem Verfahrensschritt C) folgenden Verfahrensschritt C1) eine Hilfs-

schicht auf der ersten Oberfläche des Wellenlängenkonversionselements angeordnet und die Klebeschicht entfernt werden. Als Hilfsschicht kann eine wiederablösbare Folie wie beispielsweise eine Thermo-Releasefolie oder eine UV-Releasefolie verwendet werden. Sobald diese auf der ersten Oberfläche des Wellenlängenkonversionselements aufgebracht ist, wird die Klebefolie zusammen mit der gestanzten Trägerschicht von dem Wellenlängenkonversionselement abgezogen. Alternativ kann auch erst die Klebeschicht und dann in einem separaten Vorgang die gestanzte Trägerschicht entfernt werden. Somit wird das Wellenlängenkonversionselement, das mit der ersten Oberfläche auf der Hilfsschicht angeordnet ist, erhalten. Es kann im Folgenden auf seine Eigenschaften hin getestet werden und sortiert werden und gegebenenfalls auf eine neue Hilfsschicht aufgebracht werden, um nachfolgend transportiert zu werden.

**[0040]** Wenn der Verfahrensschritt C) mehrmals wiederholt wurde, kann die Hilfsschicht auf alle auf der Klebeschicht angeordneten Wellenlängenkonversionselemente aufgebracht werden und die Klebeschicht und die gestanzte Trägerschichten von allen Wellenlängenkonversionselementen entfernt werden.

**[0041]** Es können somit sehr klebrige oder elastische Matrixmaterialien in der Wellenlängenkonversionsschicht gestanzt werden, wobei sich durch den Stanzvorgang eventuell abgerundete Kanten der Wellenlängenkonversionselemente kontrolliert auf einer Seite, beispielsweise auf der Unterseite beziehungsweise auf der zweiten Oberfläche des Wellenlängenkonversionselements befinden und scharfe Kanten kontrolliert auf der anderen Seite, beispielsweise auf der ersten Oberfläche des Wellenlängenkonversionselements..

**[0042]** Scharfe Kanten sollen hier und im Folgenden so verstanden werden, dass sie annähernd einen 90°-Winkel umfassen, der von der ersten und/oder zweiten Oberfläche des Wellenlängenkonversionselements und dem Seitenrand gebildet wird. Eine scharfe Kante ist insbesondere von Vorteil, wenn das Wellenlängenkonversionselement von einem Verguss, der mit einer der Oberflächen des Wellenlängenkonversionselements bündig abschließen soll, umgeben wird.

**[0043]** Weiterhin kann im Verfahrensschritt C) des Verfahrens ein Stanzwerkzeug verwendet werden, das eine Innenform aufweist, die ausgewählt ist aus viereckig oder annähernd viereckig, rund, viereckig oder annähernd viereckig mit mindestens einer Aussparung und rund mit mindestens einer Aussparung. Andere Formen, beispielsweise vieleckig, oval oder unsymmetrische Formen jeweils mit oder ohne Aussparungen sind ebenso denkbar. Unter „Ausspa-

rung“ soll hier und im Folgenden verstanden werden, dass am Rand, insbesondere am umlaufenden Rand, des Wellenlängenkonversionselements eine Einbuchtung vorhanden ist, welche durch die Innenform des Stanzwerkzeugs erzeugt wird. Weiterhin kann eine Aussparung auch innerhalb der Fläche des Wellenlängenkonversionselements vorhanden sein. Beispielsweise können zwei Aussparungen am Rand eines Wellenlängenkonversionselements vorhanden sein. Die zwei Aussparungen können beispielsweise nebeneinander oder sich gegenüber liegend angeordnet sein.

**[0044]** Aussparungen können dazu verwendet werden, durch das Wellenlängenkonversionselement hindurch einen Zugang zu einem darunterliegenden Halbleiterchip in einem optoelektronischen Bauelement zu ermöglichen und diesen Zugang beispielsweise zur Kontaktierung des Halbleiterchips zu verwenden.

**[0045]** Mit dem oben geschilderten Verfahren kann also eine Wellenlängenkonversionsschicht gestanzt werden und damit Wellenlängenkonversionselemente vereinzelt werden, ohne den darin enthaltenen Wellenlängenkonversionsstoff oder das Matrixmaterial zu schädigen. Weiterhin handelt es sich dabei um eine kostengünstige Herstellungsmethode von Wellenlängenkonversionselementen mit scharfen Kanten für einen späteren Verguss, der mit einer Oberfläche des Wellenlängenkonversionselements abschließen soll. Der Herstellungsprozess des Wellenlängenkonversionselements ist weiterhin auch günstiger als die Herstellung von Keramikplättchen, die als Wellenlängenkonversionsplättchen eingesetzt werden. Durch den Stanzprozess werden bessere Oberflächen und eine bessere Kantenqualität erhalten als dies beispielsweise mittels eines Siebdruckverfahrens möglich ist.

**[0046]** Es wird weiterhin ein Wellenlängenkonversionselement angegeben, das mit dem oben genannten Verfahren hergestellt ist. Das Wellenlängenkonversionselement kann auf der Seite der ersten und/oder zweiten Oberfläche scharfe Kanten aufweisen. Somit kann beispielsweise die zweite Oberfläche des Wellenlängenkonversionselements mit den Seitenrändern des Wellenlängenkonversionselement annähernd einen 90°-Winkel bilden.

**[0047]** Das Wellenlängenkonversionselement kann eine Dicke aufweisen, die aus dem Bereich 30 µm bis 300 µm ausgewählt ist. Die Dicke kann hierbei entlang einer Richtung, die im Rahmen der Herstellungstoleranzen senkrecht zur ersten Oberfläche der Wellenlängenkonversionsschicht verläuft, angegeben sein. Mit dem oben genannten Verfahren können je nach Anwendungsbereich des Wellenlängenkonversionselements verschieden dicke Wellenlängenkonversionselemente hergestellt werden. Weiterhin

kann das Wellenlängenkonversionselement eine Fläche aufweisen, der aus dem Bereich 0,1 mm<sup>2</sup> bis 20 mm<sup>2</sup>, insbesondere aus dem Bereich 0,1 mm<sup>2</sup> bis 10 mm<sup>2</sup>, bevorzugt aus dem Bereich 0,25 mm<sup>2</sup> bis 5 mm<sup>2</sup> und beispielsweise aus dem Bereich 0,5 mm<sup>2</sup> bis 2 mm<sup>2</sup> ausgewählt ist.

**[0048]** Es wird weiterhin ein optoelektronisches Bauelement angegeben, das einen strahlungsemitierenden Halbleiterchip und ein Wellenlängenkonversionselement gemäß den obigen Ausführungen aufweist, welches mit der ersten Oberfläche oder der zweiten Oberfläche auf dem Halbleiterchip im Strahlengang des Halbleiterchips angeordnet ist. Das Wellenlängenkonversionselement ist somit auf dem Halbleiterchip angeordnet, wobei zwischen der Oberseite des Halbleiterchips und dem Wellenlängenkonversionselement eine Verbindungsschicht angeordnet sein kann, die zur Befestigung des Wellenlängenkonversionselements auf dem Halbleiterchip dient. Der lichtemittierende Halbleiterchip kann beispielsweise als lichtemittierende Diode mit einer auf einem Arsenid-, Phosphid- und/oder Nitrid-Verbindungshalbleitermaterialsystem basierenden Halbleiterschichtenfolge mit einem aktiven, Licht erzeugenden Bereich ausgeführt sein. Derartige Halbleiterchips sind dem Fachmann bekannt und werden hier nicht weiter ausgeführt.

**[0049]** Das optoelektronische Bauelement mit dem Halbleiterchip und dem Wellenlängenkonversionselement kann weiterhin beispielsweise auf einem Träger und/oder in einem Gehäuse angeordnet sein und mittels elektrischen Anschlüssen, beispielsweise über einen so genannten Leiterraum, elektrisch kontaktierbar sein.

**[0050]** Weiterhin kann das Wellenlängenkonversionselement zumindest eine wie oben beschriebene Aussparung aufweisen, die über der Oberseite des Halbleiterchips angeordnet sein kann, und in der ein Kontaktbereich des Halbleiterchips angeordnet ist. Mit anderen Worten kann durch die Aussparung ein Kontaktbereich des Halbleiterchips beispielsweise auf der Oberfläche des Halbleiterchips durch das Wellenlängenkonversionselement hindurch zugänglich sein, sodass der Halbleiterchip durch das Wellenlängenkonversionselement hindurch für eine Drahtkontaktierung, beispielsweise einen Bondkontakt, zugänglich sein kann. Das optoelektronische Bauelement kann weiterhin einen Bonddraht aufweisen, der durch die Aussparung hindurch mit dem Kontaktbereich des Halbleiterchips verbunden ist. Der Kontaktbereich kann dabei in einem Randbereich der Oberseite oder auch in einem vom Rand entfernten Mittelbereich der Oberseite des Halbleiterchips angeordnet sein, wobei dementsprechend auch die Aussparung des Wellenlängenkonversionselements am Rand, also insbesondere im Bereich

des umlaufenden Randes, oder in einem Mittelbereich angeordnet sein.

**[0051]** Weiterhin kann das Bauelement einen den Halbleiterchip umgebenden Verguss aufweisen, der mit der zweiten Oberfläche oder der ersten Oberfläche des Wellenlängenkonversionselements bündig abschließt. Das mit dem oben beschriebenen Verfahren hergestellte Wellenlängenkonversionselement weist an der Seite der zweiten Oberfläche und/oder der ersten Oberfläche scharfe Kanten auf. Der Verguss umgibt somit den Halbleiterchip sowie das Wellenlängenkonversionselement. Der Verguss kann beispielsweise TiO<sub>2</sub> und Silikon enthalten und somit undurchlässig oder zumindest wenig durchlässig für die Strahlung sein. Alternative Materialien für einen Verguss können ausgewählt sein aus SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und BaSO<sub>4</sub>, die jeweils mit Silikon vermischt sein können. Anhand der folgenden Figuren und Ausführungsbeispielen sollen Aspekte der Erfindung näher erläutert werden:

**Fig. 1a** zeigt die schematische Seitenansicht eines optoelektronischen Bauelements,

**Fig. 1b** zeigt die schematische Draufsicht auf ein optoelektronisches Bauelement,

**Fig. 2a** bis **Fig. 2c** zeigen schematisch Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß einer ersten Ausführungsform,

**Fig. 3a** bis **Fig. 3c** zeigen schematisch Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß einer zweiten Ausführungsform,

**Fig. 4a** bis **Fig. 4c** zeigen schematisch Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß einer dritten Ausführungsform,

**Fig. 5a** bis **Fig. 5d** zeigen mikroskopische Aufnahmen eines Wellenlängenkonversionselements, das gemäß einer ersten Ausführungsform des Verfahrens hergestellt ist,

**Fig. 6a** bis **Fig. 6g** zeigen elektronenmikroskopische Aufnahmen eines Wellenlängenkonversionselements, welches gemäß einer ersten Ausführungsform des Verfahrens hergestellt ist,

**Fig. 7a** bis **Fig. 7e** zeigen mikroskopische Aufnahmen eines Wellenlängenkonversionselements, welches gemäß einer zweiten Ausführungsform des Verfahrens hergestellt ist,

**Fig. 8a** bis **Fig. 8f** zeigen elektronenmikroskopische Aufnahmen eines Wellenlängenkonversionselements, welches gemäß einer zweiten Ausführungsform des Verfahrens hergestellt ist.

**[0052]** In den Ausführungsbeispielen und Figuren können gleiche oder gleich wirkende Bestandteile jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen sein. Die dargestellten Elemente und deren Größenverhältnisse untereinander sind grundsätzlich nicht

als maßstabsgerecht anzusehen, vielmehr können einzelne Elemente, wie beispielsweise Schichten, Bauteile, Bauelemente und Bereiche, zur besseren Darstellbarkeit und/oder zum besseren Verständnis übertrieben dick oder groß dimensioniert dargestellt sein.

**[0053]** Fig. 1a zeigt die schematische Seitenansicht eines optoelektronischen Bauelements mit einem Halbleiterchip 2 und einem Wellenlängenkonversionselement 10. Das Wellenlängenkonversionselement 10 ist mit der ersten Oberfläche 10a auf dem Halbleiterchip angeordnet, welcher wiederum auf einem Träger 1 angeordnet ist. Halbleiterchip 2 und Wellenlängenkonversionselement 10 sind von einem Verguss 5 umgeben, der bündig mit der zweiten Oberfläche 10b des Wellenlängenkonversionselements abschließt. Das Wellenlängenkonversionselement 10 weist eine Aussparung 11 auf, durch die eine Kontaktierung 4 zu dem Halbleiterchip 2 führt. Eine zweite Kontaktierung 3 führt durch den Träger 1 zu dem Halbleiterchip 2.

**[0054]** Hier nicht gezeigt ist eine weitere Ausführungsform gemäß der das Wellenlängenkonversionselement 10 eine zweite Aussparung 11 aufweist, durch die die Kontaktierung 3 zu dem Halbleiterchip führt. Weiterhin alternativ könnten beide Kontaktierungen 3 und 4 durch den Träger 1 hindurch zu dem Halbleiterchip 2 führen. In diesem Fall würde das Wellenlängenkonversionselement 10 keine Aussparungen aufweisen.

**[0055]** Der Verguss 5 kann beispielsweise ein undurchsichtiger oder wenig durchsichtiger, bevorzugt stark reflektierender  $\text{TiO}_2$ -enthaltender Verguss sein. Das Wellenlängenkonversionselement 10 kann eines oder mehrere der oben genannten Matrixmaterialien und darin verteilte Wellenlängenkonversionsstoffe enthalten. Von dem Halbleiterchip 2 emittierte Primärstrahlung trifft somit auf das Wellenlängenkonversionselement 10, welches die von dem Halbleiterchip emittierte Primärstrahlung zumindest teilweise in eine Sekundärstrahlung umwandelt.

**[0056]** Fig. 1b zeigt die schematische Draufsicht des optoelektronischen Bauelements mit dem Verguss 5 und der zweiten Oberfläche 10b des Wellenlängenkonversionselements. Hier ist die Aussparung 11 in dem Wellenlängenkonversionselement 10 zu sehen, durch die die Kontaktierung 4 hindurchgeführt ist.

**[0057]** Die Fig. 2a bis Fig. 2c zeigen eine erste Ausführungsform des Verfahrens zur Herstellung eines Wellenlängenkonversionselements 10.

**[0058]** In Fig. 2a ist eine Wellenlängenkonversionsschicht 100 gezeigt, welche beidseitig mit einem Plasma 50 (schematisch durch einen gestrichelten

Pfeil angedeutet), beispielsweise einem Sauerstoffplasma, behandelt wird. Dies ist eine vereinfachte Darstellung des Verfahrens. Es wäre auch möglich, dass die Wellenlängenkonversionsschicht 100 auf einem Träger 200 angeordnet ist (hier nicht gezeigt) und zunächst nur die erste Oberfläche 100a der Wellenlängenkonversionsschicht mit einem Plasma 50 behandelt wird, dann der Träger 200 entfernt wird und schließlich die zweite Oberfläche 100b, beziehungsweise Unterseite, mit dem Plasma 50 behandelt wird.

**[0059]** Fig. 2b zeigt die Wellenlängenkonversionsschicht 100, die in einem Stanzwerkzeug 40 mit Füßen 42 und einem Hohlraum 41, befestigt ist. Das Stanzwerkzeug selbst umfasst den Stempel 20 und den Griff 30, welche durch den Hohlraum 41 hindurch durch das Stanzwerkzeug 40 hindurchgeführt werden.

**[0060]** Fig. 2c zeigt den Stempel 20, der durch das Stanzwerkzeug 40 hindurchgeführt ist, und der dabei das Wellenlängenkonversionselement 10 ausgestanzt hat. Das Wellenlängenkonversionselement 10 wird in dem Behälter 60 aufgefangen und kann von dort aus in dem Behälter oder auf einer Transportschicht angeordnet weiter transportiert und/oder verarbeitet werden. Das in Fig. 2c dargestellte Stanzen kann mehrmals wiederholt werden, wobei nach jeder Durchführung die Wellenlängenkonversionsschicht 100 so verschoben wird, dass ein weiteres Wellenlängenkonversionselement 10 ausgestanzt werden kann. Die erhaltenen Wellenlängenkonversionselemente 10 können gemeinsam in dem Behälter 60 aufgefangen werden.

**[0061]** In Fig. 3a wird die Wellenlängenkonversionsschicht 100 gezeigt, die auf der ersten Oberfläche 100a mit einem Plasma 50 behandelt wird. Hierbei handelt es sich wieder um eine vereinfachte Darstellung, da die Wellenlängenkonversionsschicht 100 auf einem Träger 200 angeordnet sein kann, wobei der Träger 200 nach der Plasmabehandlung entfernt werden kann.

**[0062]** Fig. 3b zeigt wiederum das Stanzwerkzeug 40, in dem die Wellenlängenkonversionsschicht 100 angeordnet ist. Im Unterschied zur Fig. 2b ist hier das Stanzwerkzeug 40 mit den Füßen 42 auf einer Hilfsschicht 70, beispielsweise einer Thermoreleasefolie, angeordnet.

**[0063]** Während des Stanzvorgangs, welcher in Fig. 3c schematisch dargestellt ist, wird das Wellenlängenkonversionselement 10 mit seiner zweiten Oberfläche 10b direkt auf der Hilfsschicht 70 angeordnet. Die erste Oberfläche 10a des Wellenlängenkonversionselements ist auf der von der Hilfsschicht 70 abgewandten Seite des Wellenlängenkonversionselements. Auf dieser Hilfsschicht 70 kann das

Wellenlängenkonversionselement 10 getestet werden, gegebenenfalls sortiert und auf einer neuen Hilfsschicht 70 angeordnet werden. Der in **Fig. 3b** gezeigte Stanzvorgang kann mehrmals wiederholt werden, wobei nach jeder Durchführung die Wellenlängenkonversionsschicht 100 verschoben wird, um ein neues Wellenlängenkonversionselement 10 zu erhalten, und die Hilfsschicht 70 ebenfalls verschoben wird, um das neue Wellenlängenkonversionselement 10 auf einem Bereich der Hilfsschicht 70 anzuordnen, der frei von Wellenlängenkonversionselementen 10 ist (hier nicht gezeigt).

**[0064]** **Fig. 4a** zeigt eine dritte Ausführungsform des Verfahrens. Hier ist die Wellenlängenkonversionsschicht 100 auf einem Träger 200 angeordnet. Die erste Oberfläche 100a der Wellenlängenkonversionsschicht wird einseitig von einem Plasma 50 behandelt.

**[0065]** In **Fig. 4b** ist gezeigt, dass sowohl die Trägerschicht 200 als auch die plasmabehandelte Wellenlängenkonversionsschicht 100 in dem Stanzwerkzeug 40 angeordnet sind. Das Stanzwerkzeug 40 ist mit den Füßen 42 auf einer Klebeschicht 80 angeordnet. Nach dem Stanzvorgang sind die gestanzte Trägerschicht 220 und das Wellenlängenkonversionselement 10 auf der Klebeschicht 80 angeordnet, wobei das Wellenlängenkonversionselement 10 mit seiner zweiten Oberfläche 10b auf der gestanzten Trägerschicht 220 angeordnet ist.

**[0066]** **Fig. 4c** zeigt, dass auf der von der gestanzten Trägerschicht 220 abgewandten, ersten Oberfläche 10a des Wellenlängenkonversionselements 10 eine Hilfsschicht 70 angeordnet ist, und die Klebeschicht 80 zusammen mit der gestanzten Trägerschicht 220 von dem Wellenlängenkonversionselement abgezogen wird. In **Fig. 4c** sind bereits mehrere Wellenlängenkonversionselemente 10 und gestanzte Trägerschichten 220 gezeigt, die nach dementsprechend mehreren Stanzvorgängen auf der Klebeschicht 80 erhalten werden.

**[0067]** In den **Fig. 1a** bis **Fig. 4c** sind jeweils Stanzwerkzeuge gezeigt, die mit einem Stanzvorgang nur ein Wellenlängenkonversionselement erzeugen. Alternativ kann das Stanzwerkzeug auch so ausgeformt sein, dass mit einem Stanzvorgang gleichzeitig mehrere Wellenlängenkonversionselemente erhalten werden. Dies ist der Übersichtlichkeit halber hier nicht gezeigt.

**[0068]** Im Folgenden werden Wellenlängenkonversionselemente gezeigt, die mittels Ausführungsformen des Verfahrens hergestellt wurden. In den in den **Fig. 5** und **Fig. 6** gezeigten Beispielen wird ein Wellenlängenkonversionselement mit einer Fläche von 1 mm<sup>2</sup> gezeigt, welches beidseitig mittels eines Sauerstoffplasmas verglast wurde und nach dem

Stanzvorgang, also nach der Vereinzelung, in einem Behälter aufgefangen wurde. Das Wellenlängenkonversionselement enthält als Matrixmaterial zum Beispiel Silikon und die Farbstoffe I (einen gelbgrünen Leuchtstoff) und II (einen roten Leuchtstoff). Beispielhafte Leuchtstoffe sind Oxide oder Nitride, Oxinitride, Sialone und Orthosilikate. Die Dicke des Wellenlängenkonversionselements beträgt zirka 110 µm.

**[0069]** Die **Fig. 7** und **Fig. 8** zeigen ein Wellenlängenkonversionselement, welches eine Fläche von 2 mm<sup>2</sup> aufweist, nur auf einer Seite mit einem Sauerstoffplasma behandelt wurde, und bei der Vereinzelung auf eine Thermoreleasefolie als Hilfsschicht aufgestanzt wurde. Die Dicke und die Materialien sind dieselben wie in den Beispielen der **Fig. 5** und **Fig. 6**.

**[0070]** Vor dem Verfahren zur Vereinzelung war die Wellenlängenkonversionsschicht jeweils auf einer Trägerschicht angeordnet.

**[0071]** Die **Fig. 5a** bis **Fig. 5d** zeigen mikroskopische Aufnahmen des Wellenlängenkonversionselements. Dabei zeigt **Fig. 5a** die erste Oberfläche 10a beziehungsweise Oberseite des Wellenlängenkonversionselements, die **Fig. 5b** zeigt die zweite Oberfläche 10b beziehungsweise Unterseite des Wellenlängenkonversionselements. **Fig. 5c** und **Fig. 5d** zeigen jeweils vergrößerte Ausschnitte mit den Seitenrändern des Wellenlängenkonversionselements. Wie den Figuren zu entnehmen ist, handelt es sich um ein viereckiges Wellenlängenkonversionselement, welches eine Aussparung 11 an einer Ecke aufweist.

**[0072]** Die **Fig. 6a** bis **Fig. 6g** zeigen jeweils elektronenmikroskopische Aufnahmen dieses Wellenlängenkonversionselements. Die **Fig. 6a** bis **Fig. 6d** zeigen dabei die erste Oberfläche 10a, die **Fig. 6e** bis **Fig. 6g** die zweite Oberfläche 10b des Wellenlängenkonversionselements. Insbesondere in den **Fig. 6b** und **Fig. 6d** sind dabei die scharfen Kanten zwischen der ersten Oberfläche 10a und den Seitenrändern des Wellenlängenkonversionselements gut zu erkennen. Ferner ist ersichtlich, dass die Verglasung der ersten Oberfläche 10a nur eine geringe Eindringtiefe, die etwa 1 % der Dicke des Wellenlängenkonversionselements entspricht, aufweist. Die **Fig. 6c** zeigt vergrößert die Aussparung 11 an der Ecke des Wellenlängenkonversionselements.

**[0073]** Die **Fig. 7a** bis **Fig. 7e** zeigen mikroskopische Aufnahmen eines Wellenlängenkonversionselements, das wie oben beschrieben hergestellt ist. Hier wurden zwei Aussparungen 11 an gegenüberliegenden Seiten des Wellenlängenkonversionselements vorgenommen, wie in den **Fig. 7a** bis **Fig. 7e** zu sehen ist. In **Fig. 7a** ist die erste Oberfläche 10a des Wellenlängenkonversionselements zu sehen,

**Fig. 7c** zeigt die zweite Oberfläche 10b des Wellenlängenkonversionselements. Die **Fig. 7d** zeigt vergrößert eine Seitenansicht des Wellenlängenkonversionselements, wobei oben die zweite Oberfläche beziehungsweise Unterseite und unten die erste Oberfläche beziehungsweise Oberseite zu sehen sind. **Fig. 7e** zeigt eine vergrößerte Seitenansicht des Wellenlängenkonversionselements, wobei oben die erste Oberfläche oder Oberseite und unten die zweite Oberfläche oder Unterseite angeordnet sind.

**[0074]** **Fig. 8a** bis **Fig. 8f** zeigen elektronenmikroskopische Aufnahmen dieses Wellenlängenkonversionselements. **Fig. 8a** bis **Fig. 8c** zeigen die erste Oberfläche 10a, **Fig. 8d** bis **Fig. 8f** zeigen die zweite Oberfläche 10b. Insbesondere in **Fig. 8b** und **Fig. 8c** sind wiederum die scharfen Kanten zwischen der ersten Oberfläche 10a und den Seitenrändern des Wellenlängenkonversionselements erkennbar.

**[0075]** Die scharfen Kanten, welche bei den Beispielen des Wellenlängenkonversionselements zu erkennen sind, zeigen, dass das Verfahren gut geeignet ist, Wellenlängenkonversionselemente herzustellen, welche in einem optoelektronischen Bauelement eingesetzt werden können und dort bündig mit einem das Wellenlängenkonversionselement umgebenden Verguss abschließen können.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Wellenlängenkonversionselements (10) mit den Verfahrensschritten:

- A) Bereitstellen einer Wellenlängenkonversionsschicht (100) mit einer ersten Oberfläche (100a) und einer der ersten Oberfläche (100a) gegenüberliegenden zweiten Oberfläche (100b), die auf einer Trägerschicht (200) angeordnet ist,
- B) Behandeln der ersten Oberfläche (100a) mit einem Plasma (50),
- C) Stanzen zumindest der Wellenlängenkonversionsschicht (100), wobei mindestens ein Wellenlängenkonversionselement (10) mit einer ersten Oberfläche (10a) und einer gegenüberliegenden zweiten Oberfläche (10b) erhalten wird.

2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Trägerschicht (200) nach dem Verfahrensschritt B) entfernt wird.

3. Verfahren nach dem vorherigen Anspruch, wobei in einem auf den Verfahrensschritt B) folgenden Verfahrensschritt B1) die zweite Oberfläche (100b) der Wellenlängenkonversionsschicht (100) mit einem Plasma (50) behandelt wird.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei im Verfahrensschritt C) die Wellenlängenkonversionsschicht (100) gestanzt wird und das

Wellenlängenkonversionselement (10) in einem Behälter (60) aufgefangen wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei im Verfahrensschritt C) die Wellenlängenkonversionsschicht (100) gestanzt wird und das Wellenlängenkonversionselement (10) mit der zweiten Oberfläche (10b) auf einer Hilfsschicht (70) angeordnet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei im Verfahrensschritt C) die Wellenlängenkonversionsschicht (100) und die Trägerschicht (200) gestanzt werden und das Wellenlängenkonversionselement (10) auf der gestanzten Trägerschicht (220) angeordnet erhalten wird.

7. Verfahren nach dem vorherigen Anspruch, wobei im Verfahrensschritt C) die gestanzte Trägerschicht (220) mit der von dem Wellenlängenkonversionselement (10) abgewandten Seite auf einer Klebeschicht (80) angeordnet wird.

8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei in einem auf den Verfahrensschritt C) folgenden Verfahrensschritt C1) eine Hilfsschicht (70) auf der ersten Oberfläche (10a) des Wellenlängenkonversionselements (10) angeordnet und die Klebeschicht (80) entfernt wird.

9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei im Verfahrensschritt C) ein Stanzwerkzeug (40) verwendet wird, das eine Innenform aufweist, die ausgewählt ist aus viereckig, rund, viereckig mit mindestens einer Aussparung (11) und rund mit mindestens einer Aussparung (11) .

10. Wellenlängenkonversionselement (10) das mit einem Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche hergestellt ist.

11. Wellenlängenkonversionselement (10) aufweisend eine erste Oberfläche (10a) und eine der ersten Oberfläche (10a) gegenüberliegende zweite Oberfläche (10b), wobei das Wellenlängenkonversionselement (10) ausgehend von der ersten Oberfläche (10a) und/oder von der zweiten Oberfläche (10b) in einer vertikalen Richtung bis hin zu einer Eindringtiefe ein Glas aufweist und ab der Eindringtiefe ein Material aufweist, das klebriger als das Glasmaterial ist.

12. Wellenlängenkonversionselement (10) nach dem vorherigen Anspruch, das auf der Seite der ersten und/oder zweiten Oberfläche (10a) scharfe Kanten aufweist.

13. Wellenlängenkonversionselement (10) nach einem der Ansprüche 11 und 12, das eine Dicke

aufweist, die aus dem Bereich 30  $\mu\text{m}$  bis 300  $\mu\text{m}$  ausgewählt ist.

14. Wellenlängenkonversionselement (10) nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei die Eindringtiefe höchstens 2 % der Dicke des Wellenlängenkonversionselements (10) entspricht.

15. Wellenlängenkonversionselement (10) nach einem der Ansprüche 11 bis 14, das eine Fläche aufweist, die aus dem Bereich 0,1  $\text{mm}^2$  bis 20  $\text{mm}^2$  ausgewählt ist.

16. Optoelektronisches Bauelement aufweisend einen Strahlung emittierenden Halbleiterchip (2) und ein Wellenlängenkonversionselement (10) gemäß einem der Ansprüche 11 bis 15, das mit der ersten Oberfläche (10a) oder der zweiten Oberfläche (10b) auf dem Halbleiterchip (2) im Strahlengang des Halbleiterchips (2) angeordnet ist.

17. Optoelektronisches Bauelement nach dem vorhergehenden Anspruch, weiterhin aufweisend einen den Halbleiterchip (2) umgebenden Verguss (5), der mit der zweiten Oberfläche (10b) oder der ersten Oberfläche (10a) des Wellenlängenkonversionselements (10) bündig abschließt.

Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1a

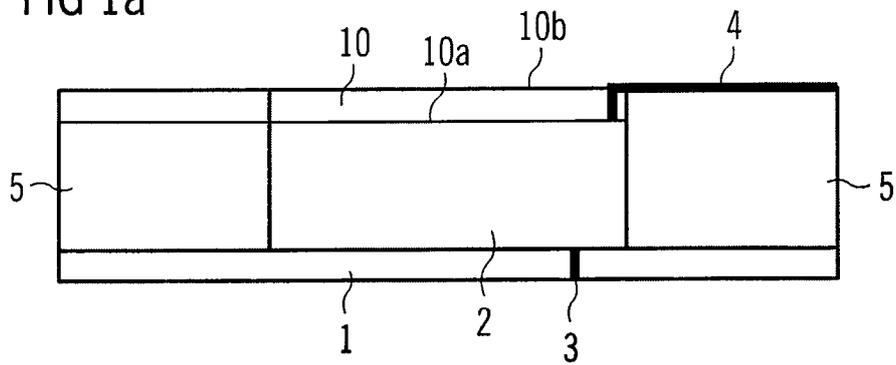


FIG 1b

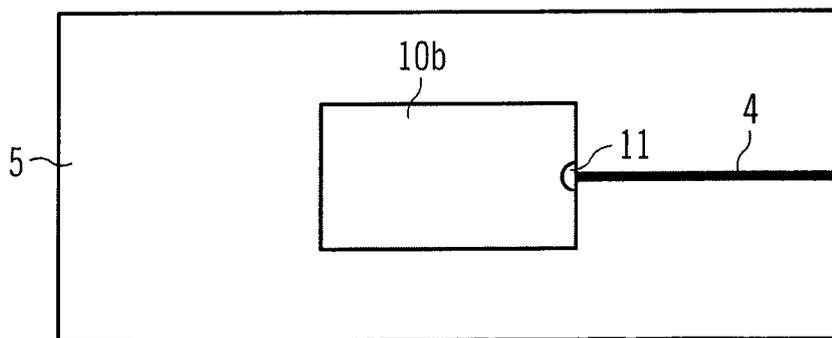


FIG 2a

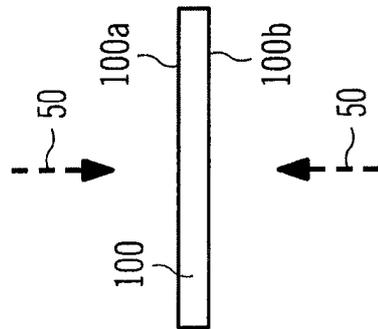


FIG 2b

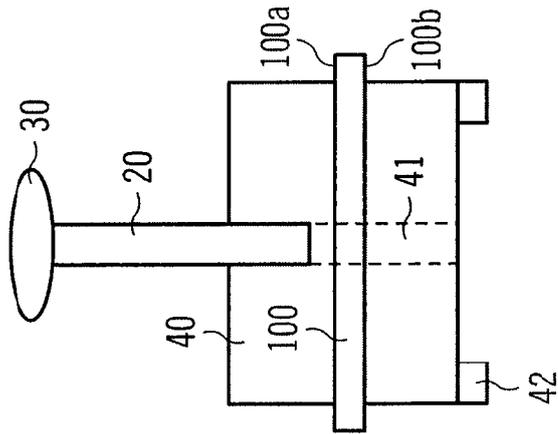


FIG 2c

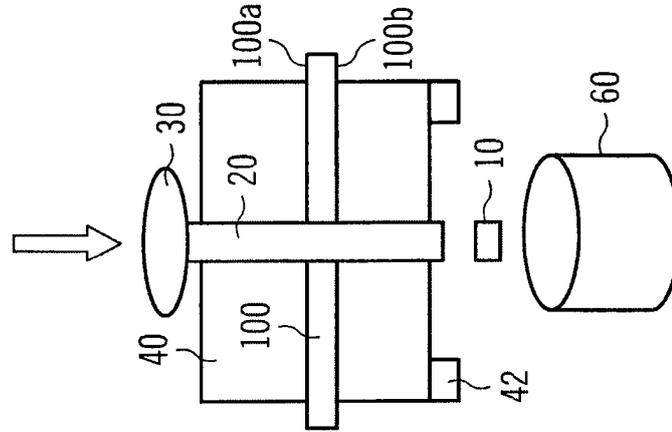


FIG 3a

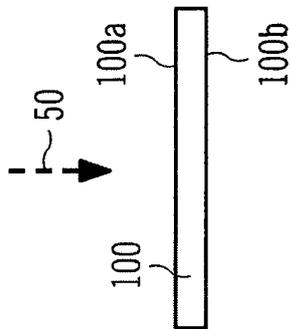


FIG 3b

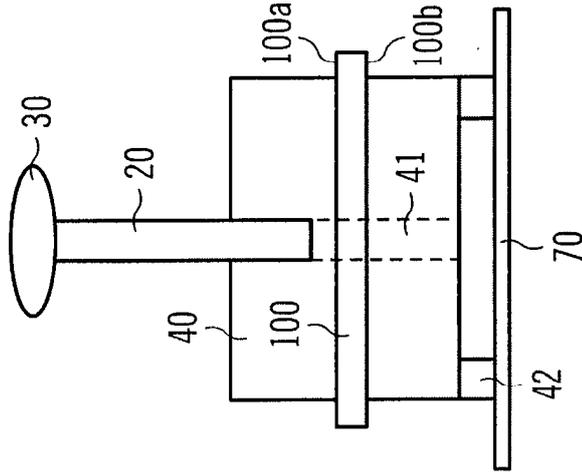


FIG 3c

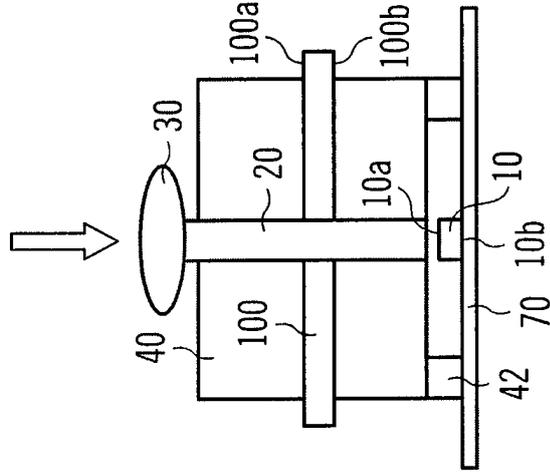


FIG 4a

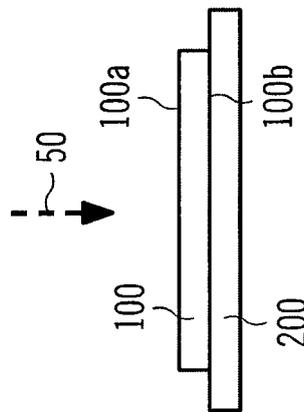


FIG 4b

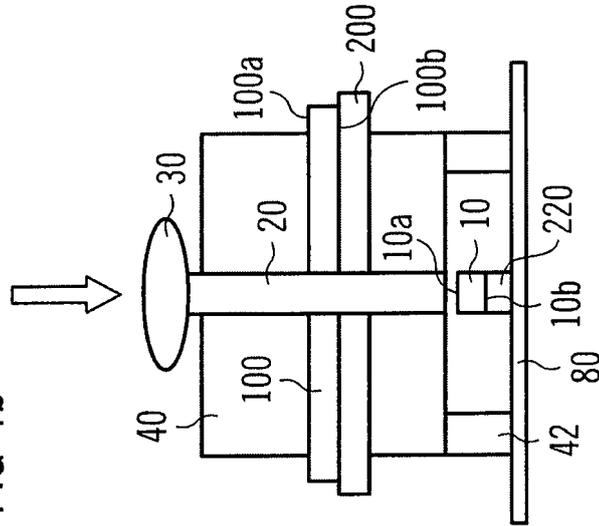


FIG 4c

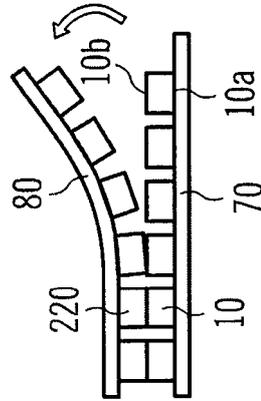


FIG 5b

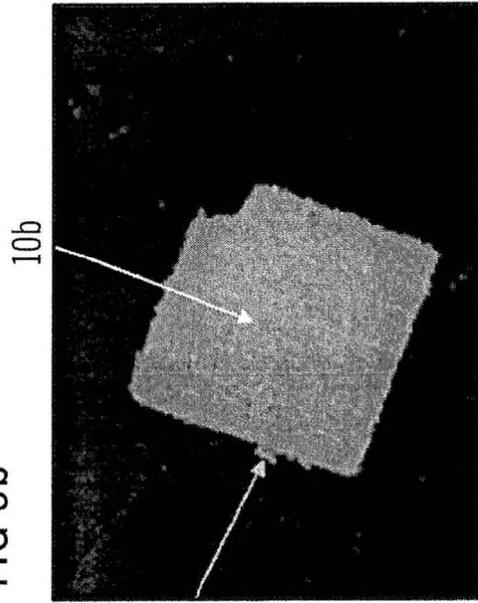


FIG 5a

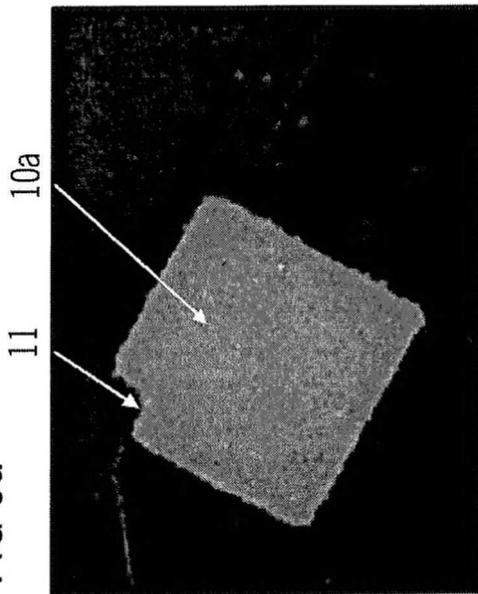


FIG 5d

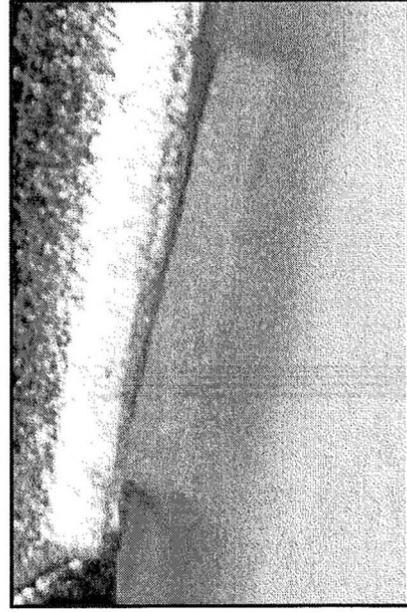


FIG 5c

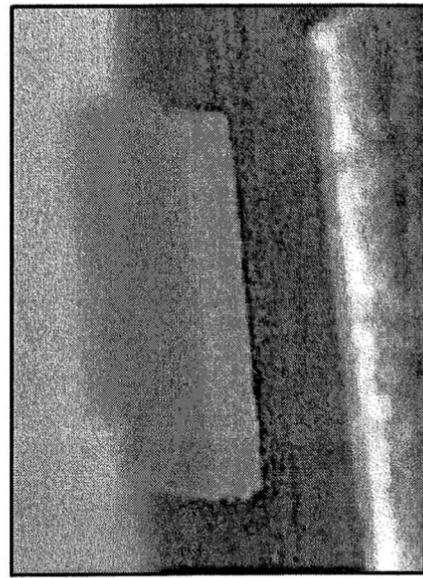


FIG 6a

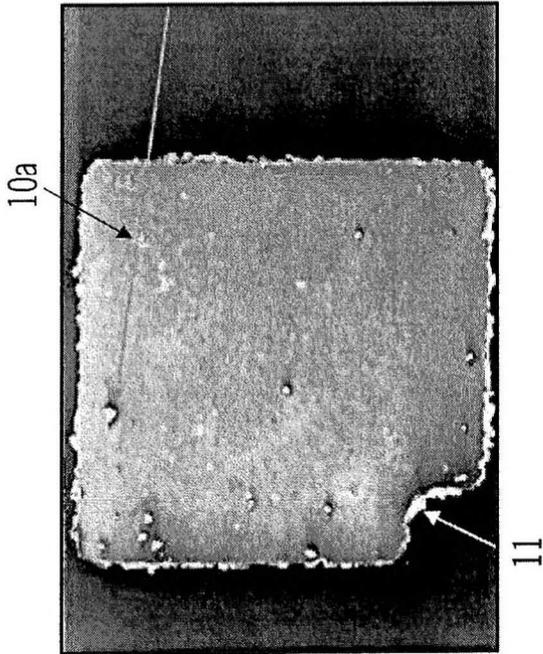


FIG 6b

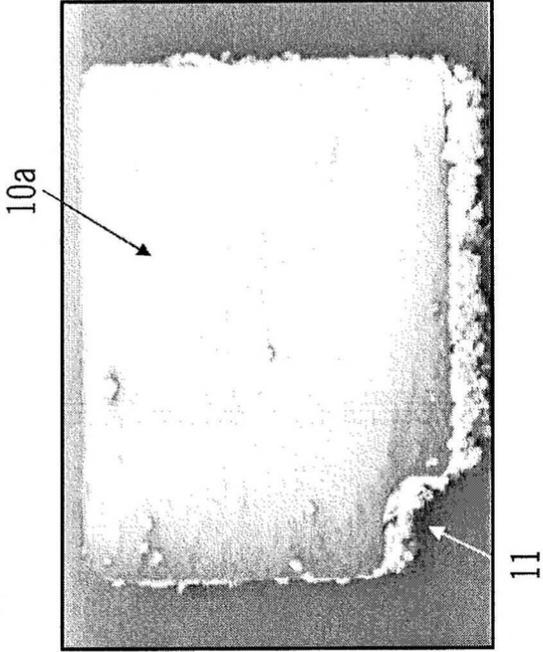


FIG 6c

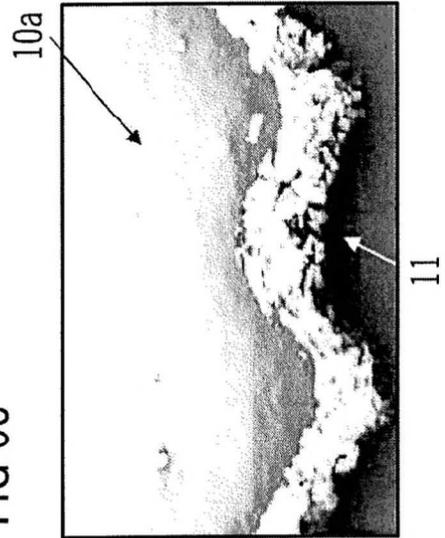


FIG 6d

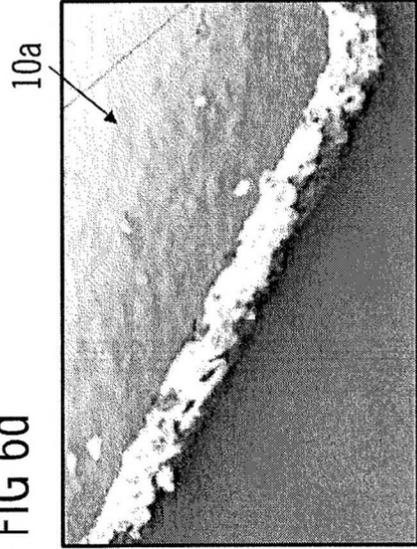


FIG 6f

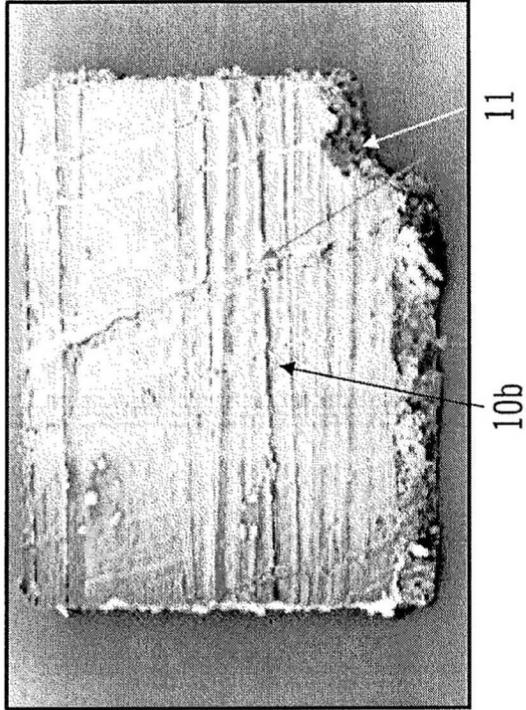


FIG 6e

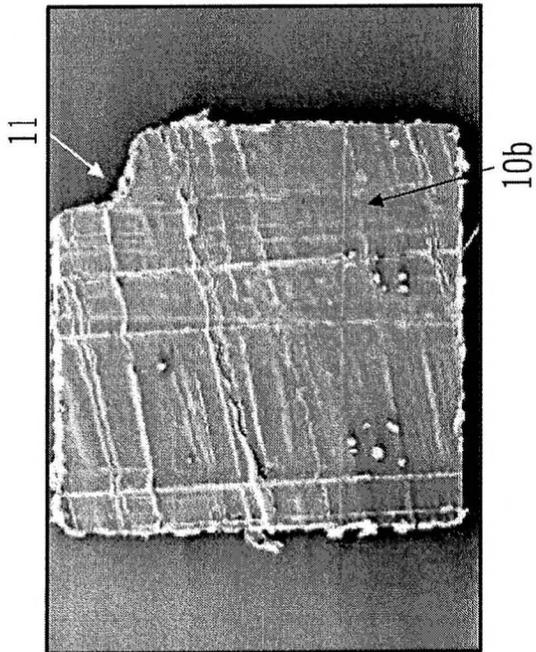


FIG 6g

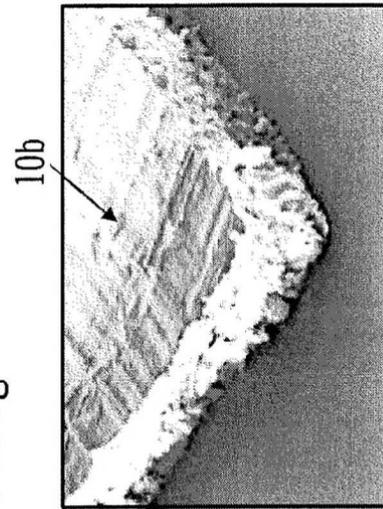


FIG 7b

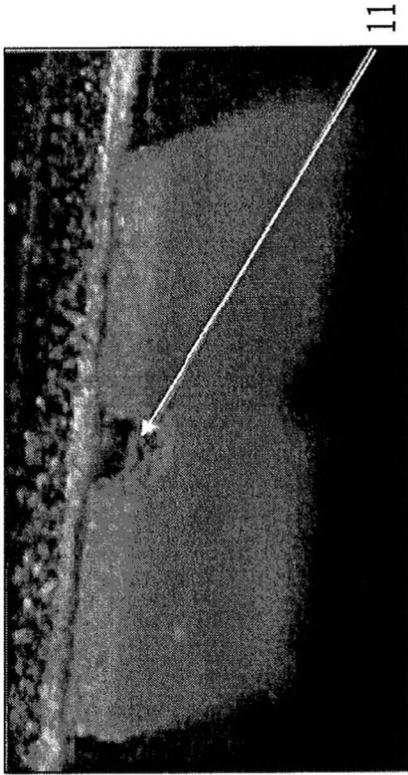


FIG 7d

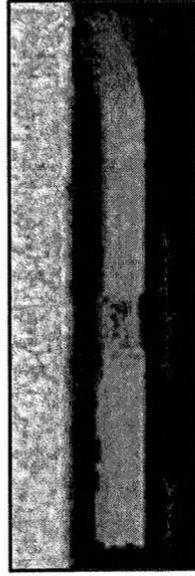


FIG 7e



FIG 7a

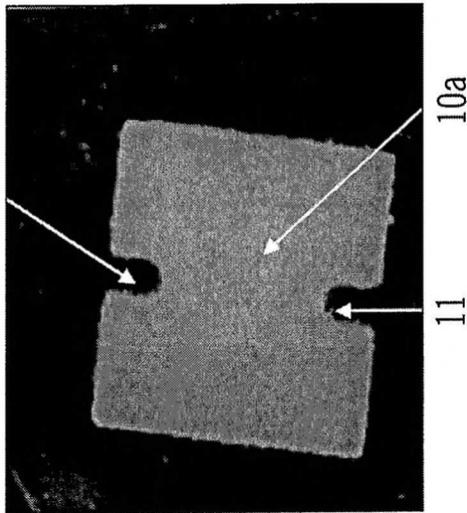


FIG 7c

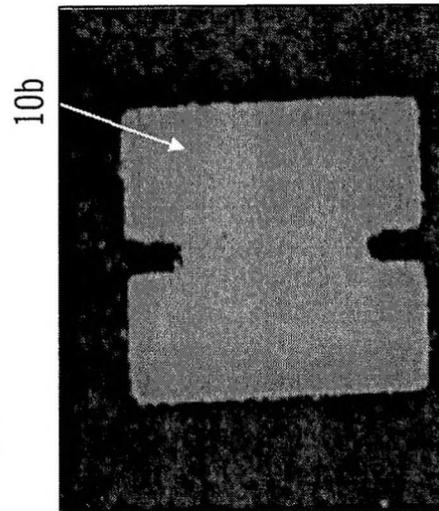


FIG 8b

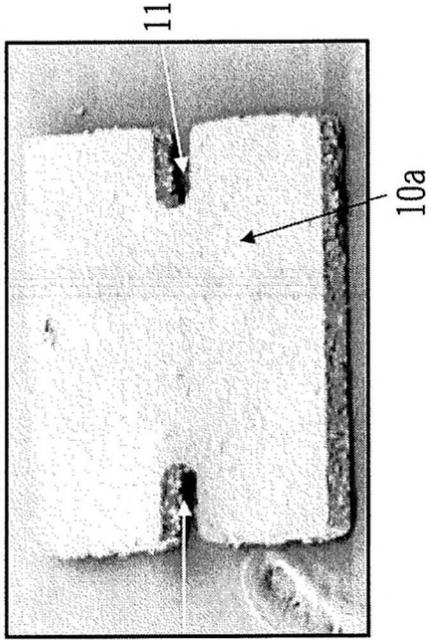


FIG 8a

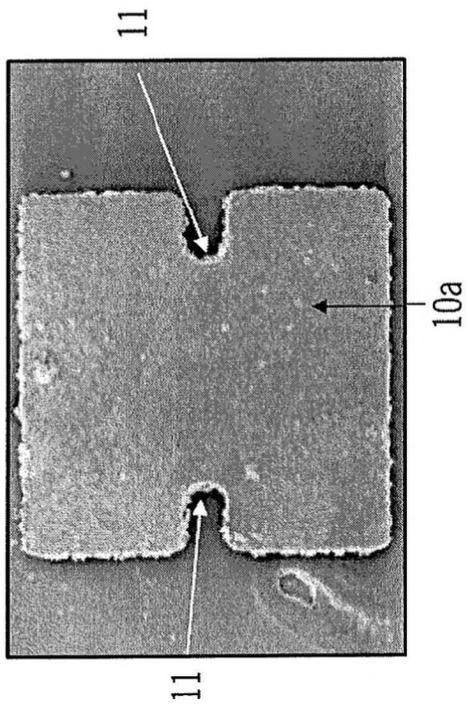


FIG 8c

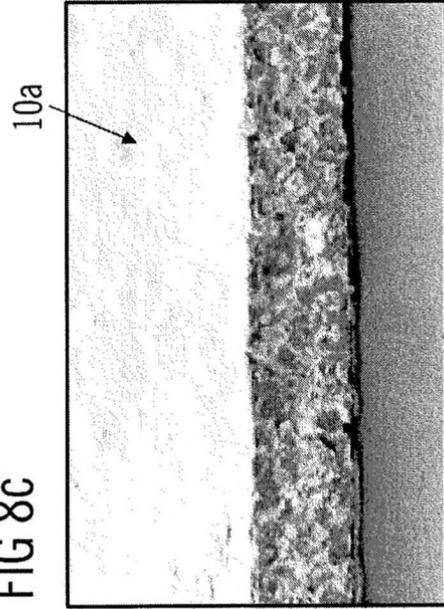


FIG 8e

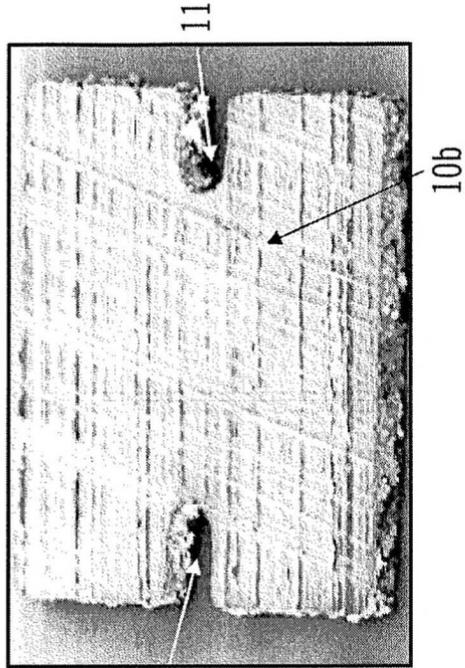


FIG 8d

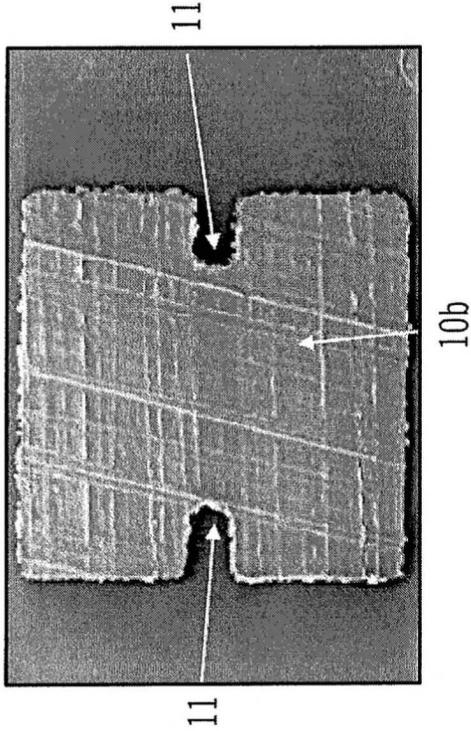


FIG 8f

