



(10) **DE 10 2018 214 803 B4** 2021.09.02

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 214 803.1**
(22) Anmeldetag: **31.08.2018**
(43) Offenlegungstag: **05.03.2020**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **02.09.2021**

(51) Int Cl.: **H01S 5/022 (2021.01)**
H01S 5/183 (2006.01)
G02B 6/12 (2006.01)

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).

(73) Patentinhaber:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

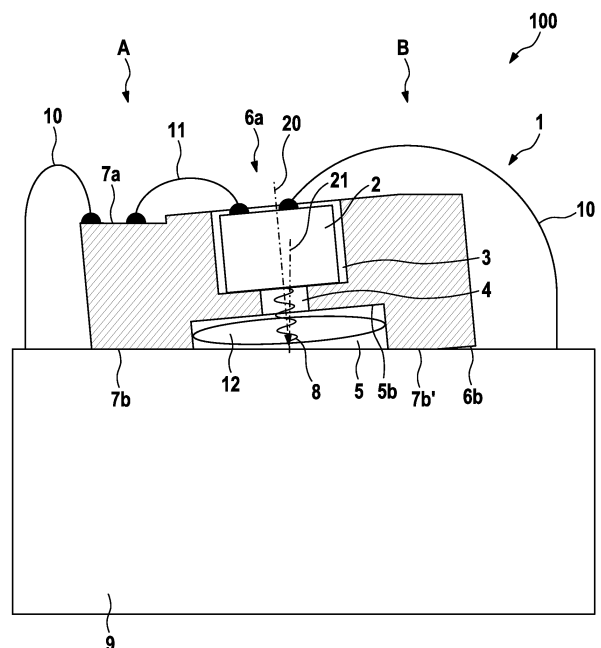
(72) Erfinder:
Amberger, Maximilian, 76189 Karlsruhe, DE;
Scholz, Ulrike, 70195 Stuttgart, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	2014 / 0 169 746	A1
US	2016 / 0 356 971	A1
US	6 069 905	A
EP	2 061 122	A1

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zum Einkoppeln elektromagnetischer Wellen in einen Chip**

(57) Hauptanspruch: Chip (100) umfassend einen photonisch integrierten Schaltkreis (9), wobei auf dem photonisch integrierten Schaltkreis (9) eine Vorrichtung (1) zum Einkoppeln elektromagnetischer Wellen in den Chip (100) angeordnet ist, und wobei die Vorrichtung (1) eine Kavität (3) zur Aufnahme einer Lichtquelle (2), eine Öffnung (4) zum Durchtritt von Licht (8) der mit der Kavität (3) verbunden ist, aufweist, wobei die Vorrichtung (1) erste Oberfläche (6a, 7a) eine und eine der ersten Oberfläche (6a, 7a) gegenüberliegende zweite Oberfläche (6b, 7b) aufweist, wobei zumindest eine der beiden Oberflächen (6a, 7a, 6b, 7b) zumindest zwei erste Oberflächenabschnitte (6a, 7a, 6b, 7b) aufweist, welche unter einem Neigungswinkel (67a, 67b) geneigt zueinander angeordnet sind und wobei auf unterschiedlichen Seiten (A, B) der Kavität (3) und/oder der Öffnung (4) die Entfernung (41, 42) zwischen erster Oberfläche (6a, 7a) und zweiter Oberfläche (6b, 7b) unterschiedlich ist und wobei auf unterschiedlichen Seiten (A, B) der Kavität (3) und/oder Öffnung (4) jeweils hierzu benachbarte Oberflächenbereiche den gleichen Neigungswinkel (67a, 67b) aufweisen; und wobei eine Achse (21) des auf den photonisch integrierten Schaltkreis (9) einstrahlenden Lichts (8) gegenüber einer optischen Achse (20) der Kavität (3) und der Öffnung (4) geneigt angeordnet ist.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Einkoppeln elektromagnetischer Wellen in einen Chip oder dergleichen.

[0002] Die Erfindung betrifft weiter ein Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung zum Einkoppeln elektromagnetischer Wellen in einen Chip oder dergleichen.

Stand der Technik

[0003] Es ist bekannt geworden, Licht über Lichtwellenleiter in einen Chip einzukoppeln, wobei hier entweder ein sogenanntes edge coupling, also ein Einkoppeln von Licht an der Chipkante oder ein sogenanntes grating coupling, also ein Einkoppeln auf Gitterkopplern von oben auf die Chipfläche, eingesetzt werden können. Beim edge coupling muss eine hohe Positioniergenauigkeit eingehalten werden, um die maximale Lichtleistung in einen photonischen integrierten Schaltkreis, kurz PIC für photonic integrated circuit, zu übertragen. Beim grating coupling muss zusätzlich zur lateralen Positionierung der Lichtwellenleiter, diese in einem bestimmten Winkel zur Chipfläche, beispielsweise 8° aus der Normalen, auf den Chip ausgerichtet werden, wobei hier ein aktives Ausrichtungsverfahren eingesetzt wird.

[0004] Als Lichtquellen für das Licht können in bekannter Weise Kantenemitter oder Vertikalemitter, VCSEL, verwendet werden.

[0005] Für das Einkoppeln von Licht in Gitterkoppler ist bekannt geworden, eine sogenannte optische Bank einzusetzen. Diese besteht aus einem Silizium-Zwischenelement, auf dem ein Kantenemitter, eine Linse und eine Kugellinse zum Ablenken des Strahlengangs des Lichts angeordnet sind. Diese optische Bank kann auf dem PIC so positioniert und mittels Drahtbonden kontaktiert werden, dass das Licht auf den Gitterkoppler gerichtet ist und dort in den PIC Einkoppelt. Bei einem edge coupling wird ein Kantenemitter verwendet, der zusammen mit mindestens einer Linse präzise zur Chipkante des PIC angeordnet wird.

[0006] Aus der EP 2 061 122 A1 ist ein Hochleistungs-Laserdiodenarray mit mindestens einer Hochleistungs-Laserdiode (**40a** -c) mit mehreren Laserlichtemittern (**2**) zum Emittieren von Ausgangslaserstrahlen, die jeweils eine Richtung senkrecht zu einer definierten Ausbreitungsrichtung (z ; z') eines Ausgangslaserstrahls definieren, einer schnellen Achse (y ; y') und einer langsamen Achse (x ; x'); Schnellachsenstrahlkollimierungsmittel (**32**) zum Kollimieren der Ausgangslaserstrahlen in Richtung schneller Ach-

sen (y ; y'), um kollimierte Ausgangslaserstrahlen schneller Achsen bereitzustellen; und Langsamachsenstrahlformungsmittel (**41**; **37**; **42**, **43**) zum Kollimieren oder Fokussieren der Ausgangslaserstrahlen in Langsamachsenrichtung (y ; y'); wobei die Laserlichtemitter (**2**) in Richtung der schnellen Achse und / oder Richtung der langsamen Achse jeweils um äquidistante Abstände relativ zueinander versetzt sind; und mit einer Verschachtelungseinrichtung (**41**; **42**, **43**) um die Ausgangslaserstrahlen derart zu verschachteln, dass die Ausgangslaserstrahlen, die von der schnellen Achsenkollimierungseinrichtung und der langsamen Achsenstrahlformungseinrichtung geformt werden, zusammen ein Ausgangslaserstrahlprofil (**50**) im Fernfeld aller Laserlichtemitter bilden, die aus einer Vielzahl von kollimierten oder fokussierten Laserstrahlen (**36a-36c**; **51**) mit schneller und langsamer Achse bestehen, und welches nahtlos in einer Dimension oder in zwei Dimensionen mit einem optischen Füllfaktor von 100% oder nahezu 100% verschachtelt ist.

[0007] Aus der US 6 069 905 A ist ein oberflächenemittierender Laser mit vertikalem Resonator, der eine Intensitätssteuerung zum Aufrechterhalten einer konstanten proportionalen Ausgabe unter variierenden Bedingungen des Lasers aufweist, bekannt. Ein gekipptes Fenster befindet sich über dem Laserausgang, um einen Teil des Lichts zu einem Fotodetektorbereich zu reflektieren. Signale, die das Licht auf dem Fotodetektor darstellen, gehen zu einer Rückkopplungsschaltung, die die Ausgangsleistung des Lasers steuert. Das gekippte Fenster hat eine Metallbeschichtung zur teilweisen Reflexion und zur Minimierung von Polarisierungseffekten auf reflektiertes und durchgelassenes Licht. Der Photodetektor verfügt über eine Antireflexionsbeschichtung, um die Polarisierungseffekte des detektierten Lichts ebenfalls zu minimieren. Der VCSEL und der Fotodetektor befinden sich auf demselben Substrat.

[0008] Aus der US 2014 / 0 169 746 A1 ist ein optischer Verbinder bekannt, umfassend eine Leiterplatte (PCB), ein optisch-elektrisches Kopplungselement und eine Brücke, die abnehmbar an dem optisch-elektrischen Kopplungselement angebracht ist. Das optisch-elektrische Kopplungselement ist auf der Leiterplatte positioniert. Das optisch-elektrische Kopplungselement umfasst mindestens zwei erste Kopplungslinsen und eine geneigte Oberfläche. Das optisch-elektrische Kopplungselement definiert in seiner Seitenwand einen abgestuften Aufnahmehohlraum. Eine Bodenfläche des abgestuften Aufnahmehohlraums bildet mindestens zwei zweite Kopplungslinsen. Die Brücke ist lösbar in den abgestuften Aufnahmehohlraum eingesetzt, und die Brücke weist mindestens zwei Aufnahmelocher auf, die mindestens zwei optische Fasern aufnehmen. Jede optische Faser ist optisch mit einer jeweiligen zweiten Kopplungslinse ausgerichtet. Jede zweite Kopplungslinse

ist über die geneigte Oberfläche mit einer jeweiligen ersten Kopplungslinse optisch ausgerichtet.

[0009] Aus der US 2016 / 0 356 971 A1 ist ein Verfahren zum Bilden einer Faserkopplungsvorrichtung bekannt, die ein Substrat umfasst, wobei das Substrat eine Substratoberfläche und mindestens ein optoelektronisches und / oder photonisches Element aufweist und ferner mindestens eine Faserkopplungsausrichtungsstruktur umfasst, die optisch durchlässig ist. Ein Verfahren umfasst a) Aufbringen eines polymerisierbaren Materials auf die Substratoberfläche, b) selektives Polymerisieren eines Bereichs des polymerisierbaren Materials unter Verwendung eines Verfahrens der 3D-Lithographie, um den Bereich des polymerisierbaren Materials in ein Polymermaterial umzuwandeln, wodurch mindestens eine Faserkopplungsausrichtungsstruktur gebildet wird und c) Reinigen des Substrats und des Polymermaterials von verbleibendem nicht polymerisiertem polymerisierbarem Material, wodurch die mindestens eine Faserkopplungsausrichtungsstruktur der Faserkopplungsvorrichtung freigelegt wird.

Offenbarung der Erfindung

[0010] In einer Ausführungsform stellt die Erfindung eine Vorrichtung zum Einkoppeln elektromagnetischer Wellen in einen Chip oder dergleichen bereit, umfassend eine Kavität zur Aufnahme einer Lichtquelle, eine Öffnung zum Durchtritt von Licht der Lichtquelle, die mit der Kavität verbunden ist, wobei die Vorrichtung eine erste und eine zweite der ersten Oberfläche gegenüberliegende zweite Oberfläche aufweist, wobei zumindest eine der beiden Oberflächen zumindest zwei erste Oberflächenabschnitte aufweist, welche unter einem Neigungswinkel geneigt zueinander angeordnet sind und wobei auf unterschiedlichen Seiten der Kavität und/oder der Öffnung die Entfernung zwischen erster Oberfläche und zweiter Oberfläche unterschiedlich ist und wobei auf unterschiedlichen Seiten der Kavität und/oder Öffnung jeweils hierzu benachbarte Oberflächenbereiche den gleichen Neigungswinkel aufweisen.

[0011] In einer weiteren Ausführungsform stellt die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung zum Einkoppeln elektromagnetischer Wellen in einen Chip bereit, umfassend die Schritte

- Herstellen einer Kavität in der Vorrichtung zur Aufnahme einer Lichtquelle,
- Herstellen einer Öffnung zum Durchtritt von Licht, die mit der Kavität verbunden ist,
- Herstellen einer ersten und einer der ersten Oberfläche gegenüberliegenden zweiten Oberfläche mit zumindest zwei ersten Oberflächenabschnitten, welche unter einem Neigungswinkel geneigt zueinander angeordnet werden und mit einer unterschiedlichen Entfernung zwischen

erster Oberfläche und zweiter Oberfläche auf unterschiedlichen Seiten der Kavität und/oder der Öffnung und wobei auf unterschiedlichen Seiten der Kavität und/oder Öffnung jeweils hierzu benachbarte Oberflächenbereiche mit gleichen Neigungswinkeln hergestellt werden.

[0012] In einer weiteren Ausführungsform stellt die Erfindung einen Chip mit einer Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1-8 bereit.

[0013] Einer der damit erzielten Vorteile ist, dass eine kompakte und kostengünstige Einkoppelvorrichtung zur Verfügung gestellt werden kann, welche ein effizientes Einkoppeln des Lichts in einen photonischen integrierten Schaltkreis ermöglicht. Ein weiterer Vorteil ist, dass eine hohe Durchsatzgeschwindigkeit bei der Herstellung der Vorrichtung erzielt werden kann. Darüber hinaus ist ein Vorteil, dass eine einfache Montage und insbesondere eine serientaugliche Herstellung ermöglicht werden.

[0014] Mit anderen Worten wird eine im Wesentlichen keilförmige Vorrichtung mit zwei Ebenen zur Verfügung gestellt, die unter einem gut definierten Winkel zueinander angeordnet sind. Hierbei kann die erste Ebene zum Handling der Vorrichtung und zur Montage der Lichtquelle dienen. Die zweite Ebene kann dazu verwendet werden, den erforderlichen Winkel des Lichteinfalls auf einem Chip in der Montage zu gewährleisten.

[0015] Weitere Merkmale, Vorteile und weitere Ausführungsformen der Erfindung sind im Folgenden beschrieben oder werden dadurch offenbar.

[0016] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung bilden die beiden benachbarten Oberflächenbereiche eine gemeinsame Ebene. Auf diese Weise ist es möglich, eine ebene Auflagefläche auf beiden Seiten der Kavität und/oder der Öffnung bereitzustellen.

[0017] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung ist die Vorrichtung aus Keramik, aus einem Glaswerkstoff, aus Silizium und/oder einem Polymer hergestellt. Dies ermöglicht in besonders flexibler Weise eine einfache Herstellung, die an die gewünschte Genauigkeit der Einkopplung von Licht und der Festlegung der Vorrichtung auf dem jeweiligen Chip oder dergleichen angepasst werden kann.

[0018] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung umfasst die Vorrichtung zumindest eine elektrische Kontaktierung zur elektrischen Kontaktierung der Lichtquelle. Auf diese Weise kann eine in der Kavität angeordnete Lichtquelle auf einfache Weise elektrisch kontaktiert werden.

[0019] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung umfasst die Vorrichtung ein Strahlformungs-

element. Auf diese Weise kann mittels der Vorrichtung ein Lichtstrahl einer in der Kavität angeordneten Lichtquelle auf besonders effektive Weise in einen photonischen integrierten Schaltkreis eingekoppelt werden.

[0020] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung ist das Strahlformungselement in einer Vertiefung angeordnet. Damit ist eine einfache Anordnung des Strahlformungselements in der Vorrichtung möglich.

[0021] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung ist die Vertiefung mit der Öffnung verbunden. Auf diese Weise kann ein Lichtstrahl auf direkte Weise von der Kavität über die Öffnung in die Vertiefung eintreten, in der beispielsweise ein Strahlformungselement zur Beeinflussung der Form des Lichtstrahls einer in der Kavität angeordneten Lichtquelle angeordnet ist.

[0022] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung ist das Strahlformungselement als Linse ausgebildet. Dies ermöglicht ein einfaches und kostengünstiges Strahlformungselement.

[0023] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung des Verfahrens wird die Vorrichtung mittels eines Abformverfahrens und/oder eines schreibenden Verfahrens, insbesondere Photonenlithografie, hergestellt. Dies ermöglicht eine flexible und gleichzeitig kostengünstige Herstellung der Vorrichtung.

[0024] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung des Verfahrens wird eine Vertiefung hergestellt, welche mit der Öffnung verbunden wird und wobei in der Vertiefung ein Strahlformungselement mittels Kleben oder einem Bauteilformverfahren, insbesondere mittels Abtragen, Spritzgießen, Drucken und/oder Lithographie, angeordnet wird. Damit kann auf flexible Weise je nach vorgebbaren Bedingungen und auf einfache und gleichzeitig kostengünstige Weise ein Strahlformungselement bereitgestellt werden.

[0025] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen, und aus dazugehöriger Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

[0026] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0027] Bevorzugte Ausführungen und Ausführungsformen der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszei-

chen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Bauteile oder Elemente beziehen.

Figurenliste

[0028] Dabei zeigen in schematischer Form und im Querschnitt

Fig. 1 eine Vorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 einen Chip mit einer Vorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

Fig. 3 Schritte eines Verfahrens gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Ausführungsformen der Erfindung

[0029] **Fig. 1** zeigt eine Vorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in schematischer Form und im Querschnitt.

[0030] Im Detail ist in **Fig. 1** eine Vorrichtung **1** zum Einkoppeln von elektromagnetischen Wellen in einen Chip gezeigt. Die Vorrichtung **1** ist im Wesentlichen rechteckförmig im Querschnitt ausgebildet und umfasst eine in einer Kavität **3** angeordnete Lichtquelle **2**, die über eine Öffnung **4** Licht **8** in eine Vertiefung **5** einstrahlen kann. Die Kavität **3** ist hierbei im oberen Bereich, die Vertiefung **5** im unteren Bereich der Vorrichtung **1** angeordnet. Vertiefung **5**, Öffnung **4** sowie Kavität **3** sind im Wesentlichen im Querschnitt rechteckförmig ausgebildet, können jedoch auch wie hier nicht dargestellt, kreisförmig oder dergleichen ausgebildet werden. Die obere Oberfläche der Vorrichtung **1** weist dabei von links nach rechts folgenden Verlauf auf: Auf der linken Seite **A** der Kavität **3** ist ein von links nach rechts abfallender Oberflächenbereich **7a** angeordnet, der durch einen vertikalen Versatz nach oben in einen horizontalen Bereich **6a** übergeht. In diesem Bereich **6a** ist die Kavität **3** angeordnet. Deren optische Achse **20** ist dabei senkrecht zu diesem Oberflächenbereich **6a** angeordnet. Auf der rechten Seite **B** der Kavität **3** verläuft der Oberflächenbereich **6a** weiter von links nach rechts und geht dann in einen von links nach rechts unter einem Winkel **67a** abfallenden in einen zum ersten Oberflächenbereich **7a** parallelen zweiten Oberflächenbereich **7a'** über.

[0031] Die Unterseite der Vorrichtung **1** weist eine Oberfläche auf, deren Verlauf von links nach rechts in **Fig. 1** wie folgt ist: Auf der linken Seite **A** der Kavität **3** beziehungsweise der Vertiefung **5** verläuft ein von links nach rechts und in einem Teilbereich parallel zum ersten Oberflächenbereich **7a** ausgebildeter Oberflächenbereich **7b**, dessen Verlauf im Bereich der Öffnung **4** unterhalb der Kavität **3** durch die im wesentlichen rechteckförmige Vertiefung **5** unterbrochen ist. Die Vertiefung **5** ist im Wesentlichen im Querschnitt U-förmig ausgebildet und weist links und

rechts zwei vertikale Randbereiche **5a** auf, deren Verlauf parallel zu den vertikalen Randbereichen von Kavität **3** und Öffnung **4** verläuft. Eine Fläche **5b** der Vertiefung **5** ist dabei parallel zu der Ebene **6a**, **6b** ausgerichtet. Hierbei ist es ebenso möglich, dass ein oder mehrere Abstufungen in der Vertiefung **5** ausgebildet sind oder diese trichterförmig ausgebildet ist.

[0032] Auf der rechten Seite **B** der Kavität **3** beziehungsweise der Öffnung **4** ist ein Bereich **7b'** angeordnet, der im Wesentlichen eine Verlängerung des Bereichs **7b** über die Vertiefung **5** hinaus darstellt. Dieser wird dann unter einem Winkel **67b** gekippt und geht in ein Oberflächenbereich **6b** über, der parallel zum Oberflächenbereich **6a** auf der Oberseite der Vorrichtung **1** verlaufend angeordnet ist. Die beiden Bereiche **7b**, **7b'** bilden also im Wesentlichen eine Ebene. Hierbei ist die vertikale Erstreckung auf der linken Seite **A** der Vorrichtung **1** zwischen den beiden Bereichen **7a**, **7b**, bezeichnet mit Bezugszeichen **41**, kleiner als die vertikale Erstreckung auf der rechten Seite **B** der Vorrichtung **1**, bezeichnet Bezugszeichen **42**. Die Lichtquelle **2** ist weiter als Vertikal-Emitter VCSEL ausgebildet. Nach Montage der Vorrichtung **1** ist die Achse **21** des auf einen photonischen integrierten Schaltkreis **9** einstrahlenden Lichts **8** gegenüber der optischen Achse **20** der Kavität **3** und der Öffnung **4** geneigt angeordnet.

[0033] Fig. 2 zeigt einen Chip mit einer Vorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0034] Im Detail ist in Fig. 2 ein Chip **100** gezeigt. Dieser umfasst einen photonischen integrierten Schaltkreis **9**, auf dem die Vorrichtung **1** gemäß Fig. 1 angeordnet ist. Weiter ist im Unterschied zur Vorrichtung **1** gemäß Fig. 1 bei der Vorrichtung **1** gemäß Fig. 2 eine Linse **12** in der Vertiefung **5** angeordnet. Die Vorrichtung **1** ist dabei mit den beiden Bereichen **7b**, **7b'** jeweils auf der linken beziehungsweise rechten Seite **A**, **B** der Vorrichtung **1** auf der oberen Oberfläche des photonischen integrierten Schaltkreises **9** angeordnet. Die Vorrichtung **1**, genauer die Lichtquelle **2** ist weiter zur elektrischen Kontaktierung über elektrische Kontakte **10** mit dem photonischen integrierten Schaltkreis **9** verbunden und gegebenenfalls über weitere elektrische Kontaktierungen **11** auf der Oberfläche der Vorrichtung **1** kontaktiert.

[0035] Die Vorrichtung **1** ist dabei aus einem freiformbaren Werkstoff hergestellt, zum Beispiel ist die Vorrichtung **1** aus Keramik oder aus einem Glaswerkstoff, das in einem Abformverfahren oder in einem schreibenden Verfahren im Nutzenverbund hergestellt wird, hergestellt.

[0036] Als Alternative kann die Vorrichtung **1** beispielsweise mittels Lasermaterialbearbeitung auch

aus Silizium hergestellt werden, oder auch aus einem abgeformten Polymer.

[0037] Eine Ebene oder zu dieser parallele Ebenen stellen die Möglichkeit eines Handlings von Chips und der vereinzeltten Vorrichtung **1** wie in der bisher bekannten Chipmontage zur Verfügung, das heißt stellen die Randbedingungen für serientaugliche Standard-Montageprozesse dar. Die andere, zu der ersten Ebene unter einem bestimmten Winkel geneigte Ebene **7b 7b'**, die insbesondere gegenüberliegend angeordnet ist, stellt den exakten Winkel für das Einkoppeln des Lichts **8** ein.

[0038] Weiterhin ist es denkbar, eine oder mehrere metallische Strukturen anzuordnen, um die Lichtquelle **2**, insbesondere in Form eines Laserchips, auch elektrisch zu kontaktieren. Diese können im Druckverfahren oder in schreibenden Verfahren aufgebracht werden.

[0039] Ferner kann - wie in Fig. 2 gezeigt - in der Vertiefung **5** auch eine Linse **12** zur Formung des Strahlengangs der Lichtquelle **2** angeordnet werden. Die Linse **12** kann bei Herstellung der Vorrichtung **1** aus Keramik oder Silizium eingeklebt werden, bei Herstellung der Vorrichtung **1** aus Glas oder Kunststoff kann die Linse **12** auch direkt mit dem Bauteilformverfahren, insbesondere Abtragen, Spritzgießen, Molden, Drucken oder dergleichen erzeugt werden oder nachträglich geklebt werden. Die Vorrichtung **1** kommt beispielsweise bei der Montage von Laserchip zu Wafer oder Laserchip zu PIC **9** zum Einsatz.

[0040] Wie bereits ausgeführt, dient die Ebene **7b**, **7b'** als Ablagefläche, Montagefläche beziehungsweise Auflagefläche für das Handling der Vorrichtung **1**. Zunächst liegen die Vorrichtungen im Nutzenverbund vor und liegen in Ausrichtung der Ebene, **6a**, **6b**, auf dem Werkstückträger auf, beispielsweise zum Bestücken der VCSELs. Eine Fläche **5b** der Vertiefung **5** ist dabei parallel zu der Ebene **6a**, **6b** ausgerichtet.

[0041] Nach der Montage der VCSELs **2** werden die Vorrichtungen **1** vereinzelt, beispielsweise mittels Sägen oder mittels eines Lasertrennverfahrens. Nach dem Vereinzeln erfolgt die Handhabung der Vorrichtung **1** an dem zweiten Ebenenpaar **7a**, **7a'**, **7b**, **7b'** welche die korrekte Winkeleinstellung des Lichtstrahls **8** auf den PIC **9** gewährleistet.

[0042] Die Vorrichtung **1** kann auf den PIC **9** geklebt oder gelötet werden. Anschließend werden elektrischen Kontakte **10**, **11** drahtgebondet, wobei Gold-Draht im Thermosonic-Verfahren entweder direkt vom VCSEL **2** auf den PIC **9** gebondet wird, das heißt die Vorrichtung **1** weist keine elektrischen Strukturen auf, oder es können Gold-Drahtbonds **11** vom VCSEL **2** auf die Vorrichtung **1** und von der Vorrichtung **1** auf den PIC **9** gebondet werden. Alternativ

kann vom VCSEL 2 auch direkt auf einen Lasertreiber beispielsweise in Form eines CMOS-Chips gebondet werden. Vorteilhafterweise wird das Thermosonic-Gold- oder Kupfer-Drahtbonden eingesetzt, da das Bonden des Ball-Bonds gegenüber Schrägstellungen robust ist.

[0043] Fig. 3 zeigt Schritte eines Verfahrens gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0044] Im Detail zeigt Fig. 3 ein zur Herstellung einer Vorrichtung zum Einkoppeln elektromagnetischer Wellen in einen Chip.

[0045] Dabei erfolgt in einem ersten Schritt S1 ein Herstellen einer Kavität in der Vorrichtung zur Aufnahme einer Lichtquelle.

[0046] Weiter erfolgt in einem zweiten Schritt S2 ein Herstellen einer Öffnung zum Durchtritt von Licht, die mit der Kavität verbunden ist.

[0047] Weiter erfolgt in einem dritten Schritt S3 ein Herstellen einer ersten und einer der ersten Oberfläche gegenüberliegenden zweiten Oberfläche wobei zumindest eine der beiden Oberflächen mit zumindest zwei ersten Oberflächenabschnitten hergestellt wird, welche unter einem Neigungswinkel geneigt zueinander angeordnet werden und mit einer unterschiedlichen Entfernung zwischen erster Oberfläche und zweiter Oberfläche auf unterschiedlichen Seiten der Kavität und/oder der Öffnung und wobei auf unterschiedlichen Seiten der Kavität und/oder der Öffnung jeweils hierzu benachbarte Oberflächenbereiche mit gleichen Neigungswinkeln hergestellt werden.

[0048] Zusammenfassend weist zumindest eine der Ausführungsformen der Erfindung zumindest einen der folgenden Vorteile auf:

- Einfache Herstellung.
- Kostengünstige Herstellung.
- Einfaches Handling der Vorrichtung.
- Effizientes Einkoppeln von Licht möglich.
- Serientaugliche Herstellung.

[0049] Obwohl die vorliegende Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele beschrieben wurde, ist sie nicht darauf beschränkt, sondern auf vielfältige Weise modifizierbar.

Patentansprüche

1. Chip (100) umfassend einen photonisch integrierten Schaltkreis (9), wobei auf dem photonisch integrierten Schaltkreis (9) eine Vorrichtung (1) zum Einkoppeln elektromagnetischer Wellen in den Chip (100) angeordnet ist, und wobei die Vorrichtung (1)

eine Kavität (3) zur Aufnahme einer Lichtquelle (2), eine Öffnung (4) zum Durchtritt von Licht (8) der mit der Kavität (3) verbunden ist, aufweist, wobei die Vorrichtung (1) erste Oberfläche (6a, 7a) eine und eine der ersten Oberfläche (6a, 7a) gegenüberliegende zweite Oberfläche (6b, 7b) aufweist, wobei zumindest eine der beiden Oberflächen (6a, 7a, 6b, 7b) zumindest zwei erste Oberflächenabschnitte (6a, 7a, 6b, 7b) aufweist, welche unter einem Neigungswinkel (67a, 67b) geneigt zueinander angeordnet sind und wobei auf unterschiedlichen Seiten (A, B) der Kavität (3) und/oder der Öffnung (4) die Entfernung (41, 42) zwischen erster Oberfläche (6a, 7a) und zweiter Oberfläche (6b, 7b) unterschiedlich ist und wobei auf unterschiedlichen Seiten (A, B) der Kavität (3) und/oder Öffnung (4) jeweils hierzu benachbarte Oberflächenbereiche den gleichen Neigungswinkel (67a, 67b) aufweisen; und wobei eine Achse (21) des auf den photonisch integrierten Schaltkreis (9) einstrahlenden Lichts (8) gegenüber einer optischen Achse (20) der Kavität (3) und der Öffnung (4) geneigt angeordnet ist.

2. Chip (100) gemäß Anspruch 1, wobei die beiden benachbarten Oberflächenbereiche (7b, 7b') eine gemeinsame Ebene bilden.

3. Chip (100) gemäß einem der Ansprüche 1-2, wobei die Vorrichtung (1) aus Keramik, aus einem Glaswerkstoff, aus Silizium und/oder einem Polymer hergestellt ist.

4. Chip (100) gemäß einem der Ansprüche 1-3, wobei die Vorrichtung (1) zumindest eine elektrische Kontaktierung (10, 11) zur elektrischen Kontaktierung der Lichtquelle (2) umfasst.

5. Chip (100) gemäß einem der Ansprüche 1-4, wobei die Vorrichtung (1) ein Strahlformungselement (12) umfasst.

6. Chip (100) gemäß Anspruch 5, wobei das Strahlformungselement (12) in einer Vertiefung (5) angeordnet ist.

7. Chip (100) gemäß Anspruch 6, wobei die Vertiefung (5) mit der Öffnung (4) verbunden ist.

8. Chip (100) gemäß einem der Ansprüche 5-7, wobei das Strahlformungselement (12) als Linse ausgebildet ist.

9. Verfahren zur Herstellung eines Chips (100) umfassend einen photonisch integrierten Schaltkreis (9) und eine Vorrichtung (1) zum Einkoppeln elektromagnetischer Wellen in den Chip (100), umfassend die Schritte

- Herstellen (S1) einer Kavität (3) in der Vorrichtung (1) zur Aufnahme einer Lichtquelle (2),

- Herstellen (S2) einer Öffnung (4) zum Durchtritt von Licht, die mit der Kavität (3) verbunden ist,
- Herstellen (S3) einer ersten und einer der ersten Oberfläche (6a, 7a) gegenüberliegenden zweiten Oberfläche (6b, 7b) wobei zumindest eine der beiden Oberflächen (6a, 7a, 6b, 7b) mit zumindest zwei ersten Oberflächenabschnitten (6a, 7a, 6b, 7b) hergestellt wird, welche unter einem Neigungswinkel (67a, 67b) geneigt zueinander angeordnet werden und mit einer unterschiedlichen Entfernung (41, 42) zwischen erster Oberfläche (6a, 7a) und zweiter Oberfläche (6b, 7b) auf unterschiedlichen Seiten (A, B) der Kavität (3) und/oder der Öffnung (4) und wobei auf unterschiedlichen Seiten (A, B) der Kavität (3) und/oder der Öffnung (4) jeweils hierzu benachbarte Oberflächenbereiche (7b, 7b') mit gleichen Neigungswinkeln (67a, 67b) hergestellt werden,
- Bereitstellen des photonisch integrierten Schaltkreises (9); und
- Anordnen der Vorrichtung (1) auf dem photonisch integrierten Schaltkreis (9); und wobei eine Achse (21) von auf den photonisch integrierten Schaltkreis (9) einstrahlendem Licht (8) gegenüber einer optischen Achse (20) der Kavität (3) und der Öffnung (4) geneigt angeordnet ist.

10. Verfahren gemäß Anspruch 9, wobei die Vorrichtung (1) mittels eines Abformverfahrens und/oder eines schreibenden Verfahrens, insbesondere Photonolithografie hergestellt wird.

11. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 9 oder 10, wobei eine Vertiefung (5) hergestellt wird, welche mit der Öffnung (4) verbunden wird, und wobei in der Vertiefung (5) ein Strahlformungselement (12) mittels Kleben oder einem Bauteilformverfahren, insbesondere mittels Abtragen, Spritzgießen, Drucken und/oder Lithographie, angeordnet wird.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

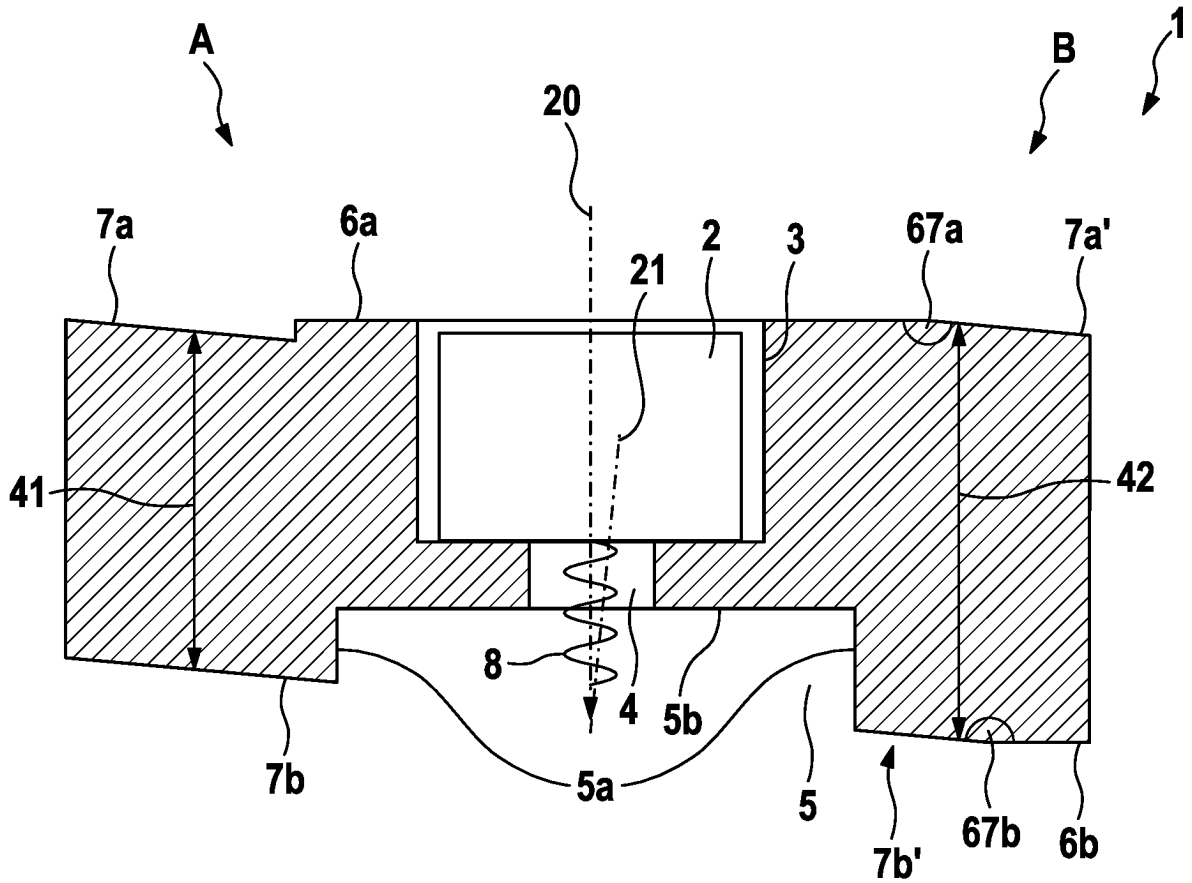


FIG. 1

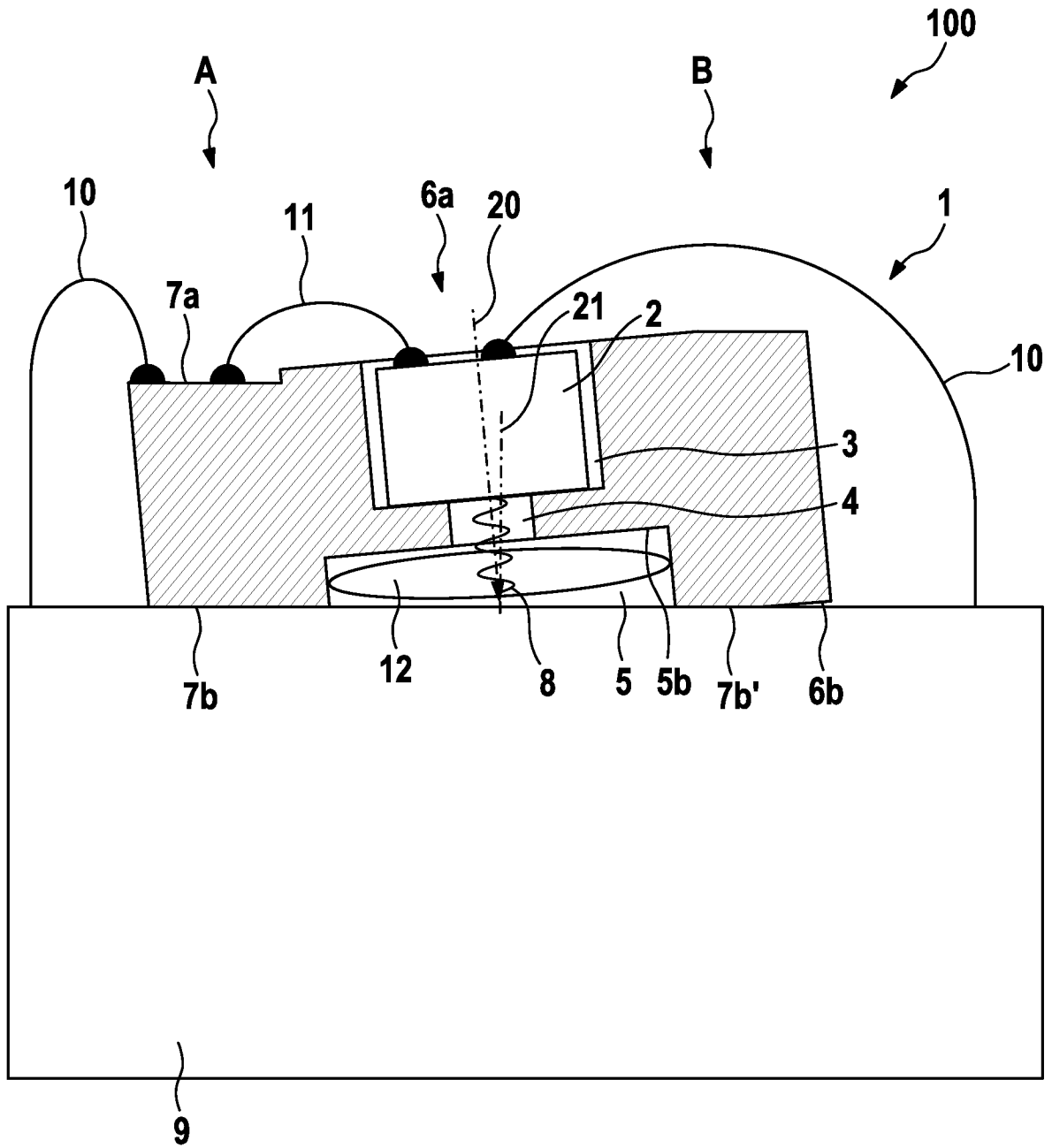


FIG. 2

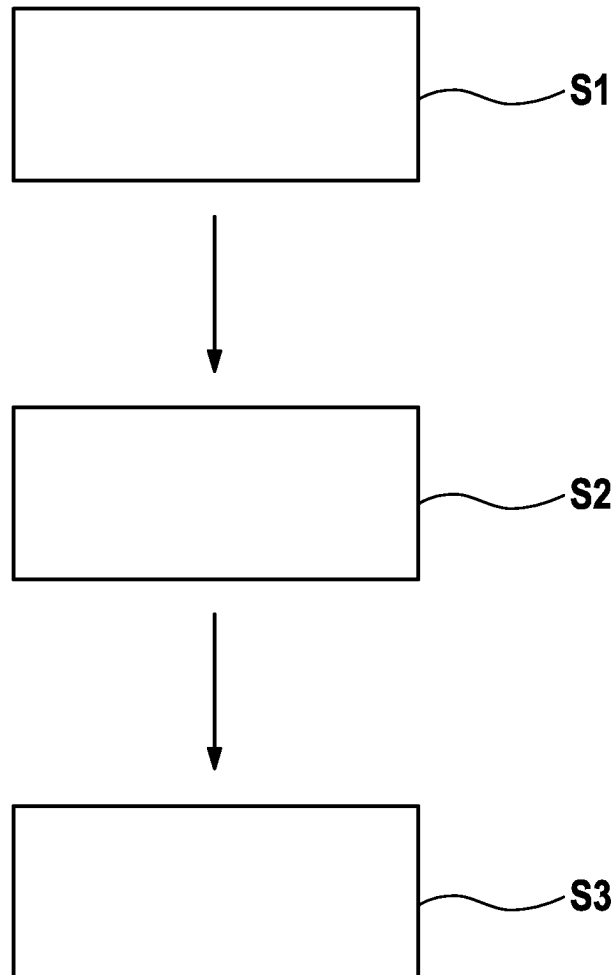


FIG. 3