



Veröffentlicht:

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

OPTOELEKTRONISCHES BAUELEMENT UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES OPTOELEKTRONISCHEN BAUELEMENTS

BESCHREIBUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft ein optoelektronisches Bauelement, und ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Bauelements.

- Optoelektronische Bauelemente weisen einen Halbleiterchip auf, der elektromagnetische Strahlung emittieren kann. Der Halbleiterchip kann mit einem Vergussmaterial vergossen sein, um den Halbleiterchip vor schädlichen Umwelteinflüssen, wie zum Beispiel Wasser oder Sauerstoff, zu schützen. Das Vergussmaterial kann Silikon aufweisen. Silikon ist im Allgemeinen weich. Dies ist nachteilig bei der weiteren Verarbeitung der optoelektronischen Bauelemente. So kann eine Vakuumpipette in einem Bestückautomaten ein Bauteil mit weicher Silikonoberfläche nur schlecht greifen.
- 15 Eine Aufgabe der Erfindung ist es, ein optoelektronisches Bauelement sowie ein Verfahren zur Herstellung eines solchen anzugeben, bei dem das optoelektronische Bauelement nach Außen durch eine harte lichtdurchlässige Abdeckung geschützt ist.
- 20 Diese Aufgabe wird durch ein optoelektronisches Bauelement gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 1 und durch ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 13 gelöst.

- 2 -

Weiterbildungen und vorteilhafte Ausgestaltungen des optoelektronischen Bauelements und des Verfahrens zur Herstellung des optoelektronischen Bauelements sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

5 Beispielhafte Ausführungsformen

Verschiedene Ausführungsformen weisen ein optoelektronisches Bauelement mit einem Halbleiterchip auf, der auf einem Substrat angeordnet ist. Eine lichtdurchlässige Abdeckung überdeckt zumindest die vom
10 Substrat abgewandte Fläche des Halbleiterchips. Die lichtdurchlässige Abdeckung weist eine größere Härte auf als Silikon.

Dies ist besonders vorteilhaft, da die harte lichtdurchlässige Abdeckung gewährleistet, dass das
15 optoelektronische Bauelement weitgehend vor Schadgasen oder Wasser geschützt ist, die Vakuumpipette im Bestückautomat das Bauelement gut greifen kann und das Bauelement bei der Weiterverarbeitung nicht beschädigt wird. Statt der lichtdurchlässigen harten Abdeckung einen
20 relativ weichen Silikonverguss zu verwenden ist aus folgendem Grund nachteilig. Silikon weist eine viel höhere Dehnungsgrenze als ein Bonddraht aus Gold auf, mit dem im Allgemeinen ein Halbleiterchip in einem optoelektronischen Bauelement kontaktiert wird. Ohne den
25 Schutz und die Stabilisierung der harten lichtdurchlässigen Abdeckung kann beim Bestücken der Bonddraht reißen ohne dass das Silikon beschädigt wird. Das Bauelement ist defekt ohne dass dies bei der optischen Kontrolle bemerkbar wäre.

- 3 -

Härte ist der mechanische Widerstand, den ein Werkstoff der mechanischen Eindringung eines härteren Prüfkörpers entgegensetzt. Je weniger tief der Prüfkörper in den Werkstoff eindringt, desto härter ist der Werkstoff. Die
5 obige Bedingung, dass die lichtdurchlässige Abdeckung härter als Silikon ist, bedeutet demnach, dass die lichtdurchlässige Abdeckung dem Prüfkörper einen größeren mechanischen Widerstand entgegensetzt als Silikon.

Die Härte von Elastomeren wie Silikon wird nach einer
10 anderen Skala bewertet als die Härte mineralischer Substanzen wie Glas. Bei Elastomere wird die Härte in Shore gemessen und bei mineralischen Substanzen wird die Härte in Mohs gemessen.

Silikon kann begrifflich in weiches und hartes Silikon
15 getrennt werden. Weiches Silikon weist einen Härtegrad von etwa Shore 20 bis etwa Shore 60, vorzugsweise zwischen etwa Shore 40 und etwa Shore 50, auf. Hartes Silikon kann einen Shore-Wert von über 60 aufweisen. Die Shore-Härte ist ein Werkstoffkennwert für Elastomere und
20 Kunststoffe. Diese Stoffe sind elastisch, sie werden also nicht dauerhaft deformiert. Die Skala reicht von 0 Shore bis 100 Shore. 0 Shore bedeutet minimale Härte und 100 Shore bedeutet maximale Härte.

Die lichtdurchlässige Abdeckung ist vorzugsweise
25 mineralischen Ursprungs, also aus einem weitgehend inelastischen Festkörper. Beispielsweise kommt Glas zum Einsatz. In der Mineralogie kommt die Härteprüfung nach Mohs zum Einsatz. Die Härte für Glas beträgt je nach Glasart zwischen 6 und 7. Je größer der Mohs-Wert desto

- 4 -

größer die Härte der Substanz. Talk hat den Mohs-Wert 1
Diamant hat den Mohs-Wert 10.

- Da Härteangaben in Mohs und in Shore nicht exakt
unmittelbar miteinander verglichen werden können, kann
- 5 man für den Vergleich der Härte von festen Stoffen auf
den Vergleich der Elastizitätsmodule dieser festen Stoffe
zurückgreifen. Je größer der Elastizitätsmodul einer
Substanz ist, desto größer ist im Allgemeinen die Härte
der Substanz. Der Elastizitätsmodul beschreibt den
- 10 Zusammenhang zwischen Spannung und Dehnung bei der
Verformung eines festen Körpers. Der Betrag des
Elastizitätsmoduls ist umso größer, je mehr Widerstand
ein Material seiner Verformung entgegensetzt. Ein Bauteil
aus einem Material mit hohem Elastizitätsmodul, z.B.
- 15 Glas, ist also steif, ein Bauteil aus einem Material mit
niedrigem Elastizitätsmodul, z.B. Silikon, ist
nachgiebig. Die Einheit des Elastizitätsmoduls ist Newton
pro Quadratmillimeter, N/mm^2 . Der Elastizitätsmodul von
Silikon beträgt je nach Art des Silikons zwischen 10
- 20 N/mm^2 und 100 N/mm^2 . Der Elastizitätsmodul von Glas
beträgt je nach Art des Glases zwischen 50000 N/mm^2 und
90000 N/mm^2 .

Als Substrat kann ein printed circuit board, eine
Metallkernplatine oder eine Keramik dienen.

- 25 In einer bevorzugten Ausführungsform basiert der
Halbleiterchip auf einem III-V-
Verbindungshalbleitermaterial, insbesondere auf
Galliumnitrid (GaN). Der Halbleiterchip weist mindestens
eine aktive Zone auf, die elektromagnetische Strahlung
- 30 emittiert. Die aktiven Zonen können pn-Übergänge,

Doppelheterostruktur, Mehrfach-Quantentopfstruktur (MQW), Einfach-Quantentopfstruktur (SQW) sein.

Quantentopfstruktur bedeutet: Quantentöpfe (3-dim), Quantendrähte (2-dim) und Quantenpunkte (1-dim).

- 5 In einer bevorzugten Ausführungsform kann der Halbleiterchip als Oberflächenemitter, insbesondere als sogenannter Dünnfilmchip, ausgebildet sein. Der Dünnfilmchip ist beispielsweise aus der Offenlegungsschrift WO2005081319A1 bekannt.
- 10 In einer bevorzugten Ausführungsform ist eine Kavität in der lichtdurchlässigen Abdeckung ausgebildet. Der Halbleiterchip erstreckt sich zumindest teilweise in die Kavität hinein. Dies ist besonders vorteilhaft, da dadurch der Halbleiterchip auch an den Seitenflächen, die
- 15 senkrecht auf das Substrat stehen, zumindest teilweise geschützt ist.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Kavität mit einem Gas, insbesondere einem inerten Gas, gefüllt. Es entfällt die Gefahr einer schädlichen Delamination

- 20 zwischen einem Vergussmaterial in der Kavität und dem Halbleiterchip.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Kavität mit einem Verbindungsmaterial als Klebstoff in Form einer Kavitätsdichtung auf dem Substrat befestigt. Dies ist

- 25 besonders vorteilhaft, da der Klebstoff die Kavität fest mit dem Substrat verbindet und diese dicht abschließt. Als Verbindungsmaterial eignet sich Silikon, Epoxid oder Hybride. Als Hybride können Silikon-Epoxy oder Silikon-Polyester eingesetzt werden.

- 6 -

In einer bevorzugten Ausführungsform ist zwischen der lichtdurchlässigen Abdeckung und dem Substrat ein Verbindungsmaterial als Verguss derart angeordnet, dass die vom Substrat nicht bedeckten Flächen des

- 5 Halbleiterchips vom Verbindungsmaterial umgeben sind. Bildet die lichtdurchlässige Abdeckung eine Kavität, so erhöht sich zudem die mechanische Stabilität des optoelektronischen Bauelements, da die Seitenwände der Kavität die Kavität auf dem Substrat abstützen. Weiter
- 10 wird durch die Kavität der Bereich des Verbindungsmaterials, der freiliegt, minimiert. Das optoelektronische Bauelement ist weniger anfällig für das Eindringen von Wasser oder Schadgase in das Verbindungsmaterial.

- 15 Vorzugsweise weist das Verbindungsmaterial Silikon auf. Silikon ist transparent und strahlungsstabil. Besonders bevorzugt weist das Verbindungsmaterial weiches Silikon auf. Weiches Silikon weist eine hohe Temperaturstabilität, eine hohe Strahlungsstabilität und
- 20 eine hohe Reißdehnung auf wodurch die Gefahr von Rissbildung im Silikon minimiert wird.

Ein Verguss aus hartem Silikon (Shore-Wert größer 60) ohne eine lichtdurchlässige, harte Abdeckung würde zwar auch die Verarbeitbarkeit des optoelektronischen

- 25 Bauelements erleichtern. Jedoch neigt hartes Silikon zur Rissbildung, was das optoelektronische Bauelement zerstören kann.

Auch gegenüber folgenden Bauformen ist ein optoelektronisches Bauelement mit einer harten

- 30 lichtdurchlässigen Abdeckung vorteilhaft. Silikon aus dem

- 7 -

Verguss des Halbleiterchips kann an seiner Oberfläche verglast werden. Dadurch entsteht zwar eine unklebrige Oberfläche. Jedoch ist die verglaste Schicht nur einige Nanometer dick und kann deshalb leicht brechen.

- 5 Alternativ kann der Halbleiterchip in Form eines Untervergusses vergossen werden. Es entsteht ein Meniskus mit dem Vorteil, dass kaum klebriges Silikon an der Oberfläche vorhanden ist. Jedoch haften nach wie vor Partikel, insbesondere Staubpartikel, an der
- 10 Silikonoberfläche.

Wie schon oben beschrieben kann in einer bevorzugten Ausführungsform die lichtdurchlässige Abdeckung durch eine Glasabdeckung realisiert werden. Dies ist aus mehreren Gründen vorteilhaft.

- 15 Die Glasabdeckung ist hart.

- Die Glasabdeckung ist für elektromagnetische Strahlung im sichtbaren Spektralbereich nahezu transparent. Bei einer Dicke des Glases von 100 µm wird nur ein Anteil von etwa 0,5% des vom Halbleiterchip emittierten Lichts im Glas
- 20 absorbiert. Da Glas strahlungsstabil ist, bleibt die hohe Transmissivität auch bei langem Betrieb des optoelektronischen Bauelements erhalten.

- Glas ist undurchlässig für Gase. Es kann also insbesondere kein schädlicher Sauerstoff über die vom
- 25 Glas bedeckte Fläche in die Kavität eindringen.

Glas ist chemisch inert.

Glas ist korrosions- und alterungsstabil.

Glas weist einen geringen thermischen Ausdehnungskoeffizienten auf, der vorzugsweise in der Größenordnung des Substrats, insbesondere des Keramiksubstrats, liegt. Im Falle von Geräteglas liegt
5 der thermische Ausdehnungskoeffizient bei $4,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Keramik kann einen mittleren Ausdehnungskoeffizient von etwa $6 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ aufweisen. Die Ähnlichkeit des thermischen Ausdehnungskoeffizienten der lichtdurchlässigen Abdeckung und des Substrats ist
10 vorteilhaft, da sich bei einer Temperaturänderung keine Krümmung des optoelektronischen Bauelements ergibt. Gekrümmte Flächen wären nicht mehr verarbeitbar. Insbesondere das Greifen des optoelektronischen Bauelements mit einer Vakuumpipette würde nicht mehr
15 funktionieren.

Glas haftet gut an dem Verbindungsmaterial Silikon. Dies ist besonders vorteilhaft, da dadurch die Einheit aus Kavität, Halbleiterchip und Substrat besonders stabil ausgestaltet ist.

20 Glas ist unklebrig. Dies ist vorteilhaft, da keine Verunreinigungen am Glas anhaften und benachbarte optoelektronische Bauelemente nicht aneinander kleben bleiben.

Glas kann auf einfache Weise als ebene Struktur
25 ausgebildet werde. Dies ist vorteilhaft für das Bestücken mit optoelektronischen Bauelementen.

In einer bevorzugten Ausführungsform weist die lichtdurchlässige Abdeckung eine Antireflexschicht auf. Die Antireflexschicht besteht aus einer Kombination von
30 Schichten aus SiO_2 und Al_2O_3 . Die Schichten können mittels

CVD oder PVD auf die lichtdurchlässige Abdeckung aufgedampft werden. Die Antireflexschicht kann auf einer Seite der lichtdurchlässigen Abdeckung oder auf beiden Seiten der lichtdurchlässigen Abdeckung angebracht sein.

- 5 Antireflexschichten sind besonders vorteilhaft, da sie den Anteil der in das optoelektronische Bauelement zurückreflektierten elektromagnetischen Strahlung verringern.

- In einer bevorzugten Ausführungsform kann die
10 lichtdurchlässige Abdeckung eine Dicke zwischen etwa 30 μm und etwa 100 μm aufweisen. Dies ist vorteilhaft, da dadurch die Abmessung des optoelektronischen Bauelements nur geringfügig vergrößert wird. Zudem ist die Dicke der Platte ausreichend, um die notwendige Stabilität und die
15 Dichtheit gegenüber Sauerstoff zu gewährleisten.

- In einer bevorzugten Ausführungsform kann ein abbildendes Element, insbesondere eine Linse, auf der vom Substrat abgewandten Fläche der lichtdurchlässigen Abdeckung angeordnet sein. Dies ist besonders vorteilhaft, da durch
20 die Linse das aus dem Halbleiterchip emittierte Licht gesammelt werden kann. Die Linse kann einstückig und monolithisch mit der lichtdurchlässigen Abdeckung ausgebildet sein.

- In einer bevorzugten Ausführungsform kann eine
25 Konversionsschicht unmittelbar auf die vom Substrat abgewandte Fläche des Halbleiterchips aufgebracht sein. Die Konversionsschicht kann als konvertergefülltes Silikonplättchen ausgebildet sein. Der Leuchtstoff kann in das Silikonplättchen eingebettet sein. Alternativ kann
30 das Plättchen als gesintertes Keramikplättchen

- 10 -

- ausgebildet sein, bei dem der Leuchtstoff in das Keramikplättchen eingebettet ist. Die Leuchtstoffteilchen weisen phosphoreszente Materialien auf. Die phosphoreszenten Materialien können Yttrium Aluminium
- 5 Granat oder Orthosilikate aufweisen. Der sogenannte Layertransfer ist exemplarisch in WO2010017831 beschrieben. Diese sogenannte chipnahe Konversion ist vorteilhaft, da die Konversion der elektromagnetischen Strahlung in einer Fokus-Ebene mit dem Chip erfolgt.
- 10 In einer bevorzugten Ausführungsform kann die Oberfläche der lichtdurchlässigen Abdeckung, insbesondere aus Glas, aufgeraut sein. Durch das Aufrauen wird der Anteil der an der Grenzfläche von Glas (Brechungsindex: 1,5) zu Luft (Brechungsindex: 1) total reflektierten Strahlung
- 15 reduziert. Die Folge der Aufrauung ist eine erhöhte Auskoppelleffizienz. Alternativ zum Aufrauen kann eine Pyramidenstruktur auf der Oberfläche der lichtdurchlässigen Abdeckung angeordnet sein.
- Verschiedene Ausführungsformen weisen ein Verfahren zum
- 20 Herstellen einer Vielzahl von optoelektronischen Bauelementen auf. Zunächst wird eine lichtdurchlässige Abdeckung bereitgestellt. Anschließend wird Verbindungsmaterial auf die lichtdurchlässige Abdeckung aufgebracht. Anschließend wird ein Substrat
- 25 bereitgestellt auf dem eine Vielzahl von Halbleiterchips angeordnet ist. Anschließend wird das Substrat mit der Vielzahl von Halbleiterchips mit der lichtdurchlässigen Abdeckung verbunden. Dabei weisen die Halbleiterchips zur lichtdurchlässigen Abdeckung. Anschließend wird das
- 30 Verbindungsmaterial ausgehärtet. Dieses Verfahren ist vorteilhaft, da mit obigen Prozessschritten gleichzeitig

- 11 -

eine Vielzahl von optoelektronischen Bauelementen hergestellt werden kann.

In einer bevorzugten Ausführungsform weist die lichtdurchlässige Abdeckung an ihrem äußeren Rand eine umlaufende Vergussdichtung auf. Dies ist vorteilhaft, da die Vergussdichtung ein Auslaufen des Verbindungsmaterials über den Rand der lichtdurchlässigen Abdeckung verhindert. Zudem dient die umlaufende Vergussdichtung als ein Abstandshalter für die lichtdurchlässige Abdeckung. Besonders vorteilhaft ist der Abstandshalter bei einer lichtdurchlässigen Abdeckung ohne Kavitäten. Dadurch wird gewährleistet, dass der Abstand von Substrat zu lichtdurchlässiger Abdeckung homogen ist. Zudem entfällt ohne Kavitäten das genaue Ausrichten des Substrats mit der Vielzahl an Halbleiterchips.

In einer bevorzugten Ausführungsform weist die lichtdurchlässige Abdeckung eine Vielzahl von Kavitäten mit dazwischen liegenden Stegen auf. Dies ist vorteilhaft, da die Stege auf das Substrat aufsetzen und dadurch ein definierter Abstand zwischen lichtdurchlässiger Abdeckung und Substrat erreicht wird. Zudem sind beim optionalen abschließenden Verfahrensschritt des Vereinzelns der Bauelemente die Kavitäten vorteilhaft, da die harte lichtdurchlässige Abdeckung leichter zu sägen ist als die Kombination aus weichem Verbindungsmaterial und harter Abdeckung.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das Aufbringen von Verbindungsmaterial auf die lichtdurchlässige Abdeckung das Aufbringen von

- 12 -

Verbindungsmaterial als Klebstoff auf die Stege zwischen den Kavitäten. Dies ist vorteilhaft für Anordnungen bei denen die Halbleiterchips gasdicht in den Kavitäten eingeschlossen werden sollen, ohne dass

- 5 Verbindungsmaterial in die Kavitäten eindringt. Als Klebstoff kann Silikon zum Einsatz kommen.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das Aufbringen von Verbindungsmaterial auf die lichtdurchlässige Abdeckung das Füllen der

- 10 lichtdurchlässigen Abdeckung mit Verbindungsmaterial als Vergussmaterial. Dies ist vorteilhaft, da eine hohe Stabilität der Anordnung aus Abdeckung und Substrat mit der Vielzahl von Halbleiterchips erreicht wird.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird nach dem

- 15 Verbinden des Substrats mit der lichtdurchlässigen Abdeckung und vor dem Aushärten des mit Leuchtstoffpartikeln gefüllten Verbindungsmaterials die Einheit aus Substrat und lichtdurchlässige Abdeckung um eine Achse, die in der zwischen der lichtdurchlässigen
- 20 Abdeckung und dem Substrat gebildeten Ebene liegt, um 180° gedreht. Diese Drehung ist vorteilhaft, da nach dem Drehen der Einheit und vor dem Aushärten des mit Leuchtstoffpartikeln gefüllten Verbindungsmaterials die Leuchtstoffpartikel auf die Halbleiterchips sedimentiert
- 25 werden können. Das Sedimentieren der Leuchtstoffpartikel erfolgt durch Einwirkung der Schwerkraft und/oder Zentrifugalkraft auf die Leuchtstoffpartikel. Vor allem ist es wichtig, dass das Verbindungsmaterial vor dem Härten sehr niederviskos ist. Dadurch kann erreicht
- 30 werden, dass die Leuchtstoffpartikel in dem Verbindungsmaterial rasch sedimentieren. Das

- 13 -

Sedimentieren der Leuchtstoffpartikel ist vorteilhaft, da dadurch die unerwünschte seitliche Emission von Primärlicht, insbesondere von blauem Licht, aus den Halbleiterchips reduziert wird.

- 5 In einer bevorzugten Ausführungsform wird vor dem Bereitstellen des Substrats mit einer Vielzahl von Halbleiterchips bereits eine Konversionsschicht unmittelbar auf die vom Substrat abgewandte Fläche der Halbleiterchips aufgebracht.
- 10 In einer bevorzugten Ausführungsform werden nach dem Aushärten des Verbindungsmaterials die optoelektronischen Bauelemente vereinzelt. Dies kann durch Trennschleifen, Lasertrennen, Wasserstrahlschneiden oder Ritzen und Brechen realisiert werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Verschiedene Ausführungsbeispiele werden im Folgenden anhand der Zeichnungen näher erläutert. Gleiche, gleichartige oder gleich wirkende Elemente sind in den
5 Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen. Die Figuren und die Größenverhältnisse der in den Figuren dargestellten Elemente untereinander sind nicht als maßstäblich zu betrachten. Vielmehr können einzelne Elemente zur besseren Darstellbarkeit und zum besseren
10 Verständnis übertrieben groß oder verkleinert dargestellt sein.

Figuren 1a, 1b zeigen Ausführungsbeispiele eines optoelektronischen Bauelements mit einer lichtdurchlässigen Abdeckung in Form einer
15 ebenen Platte in Schnittansicht;

Figuren 1c, 1d zeigen Ausführungsbeispiele eines optoelektronischen Bauelements mit einer lichtdurchlässigen Abdeckung und einer Linse in Schnittansicht;

20 Figuren 2a bis 2j zeigen Ausführungsbeispiele eines optoelektronischen Bauelements mit einer lichtdurchlässigen Abdeckung in Form einer Kavität in Schnittansicht;

25 Figur 3 zeigt ein Ablaufdiagramm zum gleichzeitigen Herstellen einer Vielzahl von optoelektronischen Bauelementen;

- 15 -

Figuren 4a, 5a, 6a zeigen Ausführungsbeispiele von
lichtdurchlässigen Abdeckungen in Draufsicht;

Figuren 4b, 5b, 5c, 6b zeigen Ausführungsbeispiele von
lichtdurchlässigen Abdeckungen in
5 Schnittansicht;

Figuren 7a, 7b, 8 zeigen Ausführungsbeispiele von
lichtdurchlässigen Abdeckungen mit
aufgebrachtem Verbindungsmaterial in
Schnittansicht;

10 Figuren 9a, 10a zeigen Ausführungsbeispiele eines
Substrats mit einer Vielzahl von
Halbleiterchips in Draufsicht;

Figuren 9b, 10b zeigen Ausführungsbeispiele eines
Substrats mit einer Vielzahl von
15 Halbleiterchips in Schnittansicht;

Figuren 11, 12, 13, 14 zeigen Ausführungsbeispiele der
Einheit aus Substrat mit einer Vielzahl von
Halbleiterchips und lichtdurchlässiger
Abdeckung in Schnittansicht;

20 Figur 15, 16 zeigen Ausführungsbeispiele einer Einheit
aus Substrat mit einer Vielzahl von
Halbleiterchips und lichtdurchlässiger
Abdeckung in gedrehter Position in
Schnittansicht.

AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

Figur 1a zeigt ein Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Bauelements 100 mit einer lichtdurchlässigen Abdeckung 106 in Form einer ebenen

5 Platte in Schnittansicht. Auf einem Substrat 102 ist ein Halbleiterchip 104 angeordnet. Die lichtdurchlässige Abdeckung 106 überdeckt die vom Substrat 102 abgewandte Fläche des Halbleiterchips 104. Zwischen Substrat 102 und lichtdurchlässiger Platte 106 ist ein Verbindungsmaterial

10 110 als Verguss 113 angeordnet. Das Verbindungsmaterial 110 verbindet die lichtdurchlässige Abdeckung 106 mit dem Substrat 102 und schützt den vergossenen Halbleiterchip 104. Die vom Substrat 102 nicht bedeckten Flächen des Halbleiterchips 104 sind vom Verbindungsmaterial 110

15 umgeben. Das Verbindungsmaterial 110 weist Silikon auf. Die lichtdurchlässige Abdeckung 106 weist eine größere Härte als Silikon auf. Die lichtdurchlässige Abdeckung 106 kann eine Glasabdeckung sein. Die lichtdurchlässige Abdeckung 106 kann eine Dicke zwischen etwa 30 µm und

20 etwa 100 µm aufweisen. Das Kontaktpad 132 des Halbleiterchips 104 wird über einen Bonddraht 134 mit einem Bondpad 130 auf dem Substrat 102 kontaktiert. Zudem ist der Halbleiterchip 104 über die Halbleiterchip-Kontaktschicht 136 elektrisch und mechanisch mit dem

25 Substrat verbunden. Der Halbleiterchip 104 ist als Oberflächenemitter ausgebildet. Der Halbleiterchip 104 kann ein GaN-Verbindungshalbleiter sein. Umgebungsluft 111 umgibt das optoelektronische Bauelement 100.

- 17 -

Figur 1b zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Bauelements 100 mit einer lichtdurchlässigen Abdeckung 106 in Form einer ebenen Platte in Schnittansicht. Es ist eine Flipchip-Anordnung
5 gezeig. Bei einer Flipchip-Anordnung ist die Abstrahlungsfläche des Halbleiterchips 104 kontaktfrei. Die Abstrahlungsfläche ist die Grenzfläche, die zur lichtdurchlässigen Abdeckung 106 zeigt. Beide Flipchipkontakte 138 des Halbleiterchips 104 sind auf der
10 Seite des Halbleiterchips 104 realisiert, die zum Substrat 102 weist. Deshalb werden durch die Flipchip-Technik Verluste durch Abschattung vermieden. Auf dem Substrat 102 sind für die elektrische Anbindung des Halbleiterchips 104 Flipchipkontaktschichten 140
15 vorgesehen. Die mechanische Anbindung des Halbleiterchips 104 an das Substrat 102 wird durch Flipchipkontaktmaterial 142 realisiert.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind in allen folgenden Figuren die elektrischen Kontakte und der Bonddraht
20 weggelassen.

Figur 1c zeigt ein Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Bauelements 100 mit einer lichtdurchlässigen Abdeckung 106 und einem abbildenden Element 116 in Schnittansicht. Auf der lichtdurchlässigen
25 Abdeckung 106 aus Glas ist ein abbildendes Element 116, insbesondere eine Linse aus Glas, angeordnet. Die Linse 116 ist auf der vom Substrat 102 abgewandten Fläche der lichtdurchlässigen Abdeckung 106 angeordnet. Die Linse 116 ist plankonvex, also nach außen gekrümmt. Die Linse
30 116 kann einstückig und monolithisch mit der lichtdurchlässigen Abdeckung 106 ausgebildet sein. Der

Halbleiterchip 104 ist in Verbindungsmaterial 110 eingegossen. Der Brechungsindex von Glas liegt bei etwa 1,5. Das Verbindungsmaterial 110 kann Silikon mit einem Brechungsindex zwischen 1,4 und 1,6 sein.

- 5 Elektromagnetische Strahlung, die von dem Halbleiterchip 104 emittiert wird, wird wegen des ähnlichen Brechungsindex von Silikon und Glas beim Übergang vom Verbindungsmaterial 110 Silikon zur lichtdurchlässigen Abdeckung 106 aus Glas kaum gebrochen und deshalb auch
- 10 kaum in Ihrer Richtung verändert. Erst beim Übergang der elektromagnetischen Strahlung von der gekrümmten Oberfläche der Linse 116 in die Umgebungsluft 111 mit Brechungsindex 1 erfolgt eine Brechung mit einer signifikanten Richtungsänderung. Diese Wirkung auf den
- 15 Strahlengang ist sehr vorteilhaft. Wegen der nach außen gekrümmten Oberfläche der Linse 116 muss beim Bestückungsvorgang das optoelektronische Bauelement 100 seitlich gegriffen werden.

- Figur 1d zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines
- 20 optoelektronischen Bauelements 100 mit einer lichtdurchlässigen Abdeckung 106 und einer Linse 116 in Schnittansicht. Die gezeigte Linse 116 ist plankonvex. Die gekrümmte Linsenfläche grenzt an das Verbindungsmaterial 110 aus Silikon. Wegen der
- 25 Ähnlichkeit der Brechungsindices von Silikon und Glas ist die brechende Wirkung auf die elektromagnetische Strahlung beim Übergang vom Verbindungsmaterial 110 zur Glaslinse 116 jedoch minimal. Vorteilhaft ist jedoch die plane Oberfläche beim Übergang der lichtdurchlässigen
- 30 Abdeckung 106 zur Umgebungsluft 111. Die plane Oberfläche

ermöglicht ein einfaches Greifen des optoelektronischen Bauelements 100 beim Bestücken.

Figur 2a zeigt ein Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Bauelements 100 mit einer

5 lichtdurchlässigen Abdeckung 106 in Form einer Kavität 108 in Schnittansicht. Der Halbleiterchip 104 erstreckt sich zumindest teilweise in die Kavität 108. Der Raum zwischen der lichtdurchlässigen Abdeckung 106 und dem Substrat 102 ist mit dem Verbindungsmaterial 110 Silikon

10 vergossen. Die lichtdurchlässige Abdeckung 106 sitzt auf dem Substrat 102 auf. Zwischen der Abdeckung 106 und dem Substrat 102 ist eine Kavitätsdichtung 112 aus klarem Silikon angeordnet. Die Kavitätsdichtung 112 verhindert, dass Schadgase in die Kavität eindringen. Die

15 Kavitätsdichtung 112 aus klarem Silikon weist eine Dicke zwischen 3 µm und 10 µm auf. Wegen dieses kleinen Abstandes von lichtdurchlässiger Abdeckung 106 zu Substrat 102 sind möglichst ähnliche thermische Ausdehnungskoeffizienten beider Materialien wichtig.

20 Deshalb eignen sich Glas als Abdeckung 106 und Keramik als Substrat 102 besonders gut.

Figur 2b zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Bauelements 100 mit einer lichtdurchlässigen Abdeckung 106 in Form einer Kavität

25 108 in Schnittansicht. Zusätzlich zum Ausführungsbeispiel von Figur 2a ist eine Konversionsschicht 118 unmittelbar auf die vom Substrat 102 abgewandte Fläche des Halbleiterchips 104 aufgebracht. Die Leuchtstoffpartikel in der Konversionsschicht 118 wandeln kurzwelliges

30 Primärlicht in längerwelliges Sekundärlicht. Das Verbindungsmaterial 110 ist wie schon in Figur 2a klares

Silikon. Zusätzlich zum Ausführungsbeispiel von Figur 2a ist auf der lichtdurchlässigen Abdeckung 106 eine Antireflexschicht 114 aufgebracht.

Figur 2c zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Bauelements 100 mit einer lichtdurchlässigen Abdeckung 106 in Form einer Kavität 108 in Schnittansicht. Das Verbindungsmaterial 110 als Verguss 113 weist Silikon mit darin näherungsweise homogen verteilten Leuchtstoffpartikeln 124 auf. Die Dicke der Kavitätsdichtung 112 beträgt zwischen 30 µm und 50 µm und ist durch die Größe der Leuchtstoffpartikel 124 begrenzt. Im Übrigen entspricht das Ausführungsbeispiel in Figur 2c dem Ausführungsbeispiel in Figur 2a.

Figur 2d zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Bauelements 100 mit einer lichtdurchlässigen Abdeckung 106 in Form einer Kavität 108 in Schnittansicht. Die Leuchtstoffpartikel 124 sind auf der vom Substrat 102 abgewandten Fläche des Halbleiterchips 104 sedimentiert. Dadurch kann die in den Leuchtstoffpartikeln 124 entstehende Wärme besonders gut an den Halbleiterchip 104 abgegeben werden. Die Dicke der Kavitätsdichtung 112 ist wie schon in Figur 2c durch die Größe der Leuchtstoffpartikel 124 begrenzt.

Figur 2e zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Bauelements 100 mit einer lichtdurchlässigen Abdeckung 106 in Form einer Kavität 108 in Schnittansicht. Die Kavität ist mit einem Gas 115, insbesondere einem inerten Gas, gefüllt. Die Kavitätsdichtung 112 aus Silikon schließt die Kavität 108 gasdicht ab.

- 21 -

Figur 2f zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Bauelements 100 mit einer lichtdurchlässigen Abdeckung 106 in Form einer Kavität 108 in Schnittansicht. Zusätzlich zum Ausführungsbeispiel in Figur 2e sind in Figur 2f zu beiden Seiten der lichtdurchlässigen Abdeckung 106 Antireflexschichten 114 aufgebracht. Das beidseitige Beschichten ist vorteilhaft, da dadurch die Auskoppelleffizienz gegenüber einer nur einseitigen Beschichtung erhöht wird. Vom Halbleiterchip 104 emittierte elektromagnetische Strahlung durchquert das Gas 115, die innere Antireflexschicht 114, die lichtdurchlässige Abdeckung 106 und die äußere Antireflexschicht 114. Anschließend tritt die elektromagnetische Strahlung in die Umgebungsluft 111 aus.

Figur 2g zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Bauelements 100 mit einer lichtdurchlässigen Abdeckung 106 in Form einer Kavität 108 in Schnittansicht. Die Kavität 108 ist mit dem Verbindungsmaterial 110 Silikon als Vergussmaterial 113 gefüllt. Das Verbindungsmaterial 110 dient auch als Klebstoff 112 zwischen lichtdurchlässiger Abdeckung 106 und Substrat 102. Dabei wird die Kavitätsdichtung 112 gebildet. Bestandteil der lichtdurchlässigen Abdeckung 106 ist eine nach außen gekrümmte plankonvexe Linse 116. Beim Übergang der elektromagnetischen Strahlung von der gekrümmten Oberfläche der Glaslinse 116 zur Umgebungsluft 111 wird der Lichtstrahl gebrochen. Der Strahlengang kann durch Wahl des Krümmungsradius der Linse 116 nach Wunsch beeinflusst werden.

Figur 2h zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Bauelements 100 mit einer lichtdurchlässigen Abdeckung 106 in Form einer Kavität 108 in Schnittansicht. Die Linse 116 erstreckt sich in
5 die Kavität 108. Die gekrümmte Oberfläche der plankonvexen Linse 116 trennt Verbindungsmaterial 110 Silikon vom Linsenmaterial Glas. Wegen der Ähnlichkeit der Brechungsindizes von Silikon und Glas wird der Strahlengang bei der Brechung kaum beeinflusst.
10 Vorteilhafterweise schließt das Bauelement 100 mit einer planen Oberfläche nach außen ab. Dies erleichtert das Greifen beim Bestückvorgang, z.B. durch eine Vakuumpipette.

Figur 2i zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines
15 optoelektronischen Bauelements 100 mit einer lichtdurchlässigen Abdeckung 106 in Form einer Kavität 108 in Schnittansicht. Die plankonvexe Linse 116 ist nach außen gekrümmt. Die Kavität ist mit einem inerten Gas 115 gefüllt und durch die Kavitätsdichtungen 112 nach außen
20 zur Umgebungsluft 111 gasdicht abgeschlossen. Beim Übergang der elektromagnetischen Strahlung von der Oberfläche der gekrümmten Glaslinse 116 zur Umgebungsluft 111 wird das Licht gebrochen und der Strahlengang verändert.

25 Figur 2j zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Bauelements 100 mit einer lichtdurchlässigen Abdeckung 106 in Form einer Kavität 108 in Schnittansicht. Die Linse 116 ist nach innen zur Kavität 108 gekrümmt. Ansonsten entspricht die Anordnung
30 der von Figur 2i. Besonders vorteilhaft ist, dass die elektromagnetische Strahlung beim Übergang vom Gas

(Brechungsindex 1) 115 in der Kavität in die Linse 116 aus Glas (Brechungsindex 1,5) an der gekrümmten Oberfläche der Linse 116 gebrochen wird und gleichzeitig das optoelektronische Bauelement 100 nach außen hin durch
5 eine plane Oberfläche abgeschlossen wird. Mit der Anordnung aus Figur 2j kann also sowohl der Strahlengang eingestellt werden als auch ein einfaches Handling bei der Bestückung erreicht werden.

Figur 3 zeigt ein Ablaufdiagramm zum gleichzeitigen
10 Herstellen einer Vielzahl von optoelektronischen Bauelementen.

Im Schritt S1 wird eine lichtdurchlässige Abdeckung 106 bereitgestellt. Es gibt mehrere Varianten der lichtdurchlässigen Abdeckung 106 die auch untereinander
15 kombinierbar sind.

In der Variante S1A wird eine plane lichtdurchlässige Abdeckung 106 bereitgestellt bei der an ihrem äußeren Rand eine umlaufende Vergussdichtung 120 vorgesehen ist. Figur 4a zeigt eine Draufsicht auf diese
20 lichtdurchlässige Abdeckung 106. Figur 4b zeigt eine Schnittansicht durch diese lichtdurchlässige Abdeckung 106. Die umlaufende Vergussdichtung 120 weist einen Kleberfilm aus weichem Silikon auf.

In der Variante S1B wird eine lichtdurchlässige Abdeckung
25 106 mit Kavitäten 108 und einer umlaufenden Vergussdichtung 120 bereitgestellt. Figur 5a zeigt eine Draufsicht auf diese lichtdurchlässige Abdeckung 106. Zwischen den Kavitäten 108 sind Stege 122 angeordnet. Die Kavitäten 108 können durch einen Ätzschritt an einer
30 ursprünglich planen, lichtdurchlässigen Abdeckung 106

homogener Dicke erzeugt werden. Figuren 5b und 5c zeigen Schnittansichten durch diese lichtdurchlässige Abdeckung 106. Figur 5b zeigt eine lichtdurchlässige Abdeckung 106 wobei auf einer Seite Kavitäten 108 in das Glasabdeckung 106 eingebracht sind und die andere Seite plan ist. Figur 5c zeigt eine lichtdurchlässige Abdeckung 106 wobei auf einer Seite Kavitäten 108 in die Glasabdeckung 106 eingebracht sind und auf der anderen Seite Linsen 116 über den Kavitäten 108 ausgebildet sind. Auch die Linsen 116 können durch einen Ätzschritt aus einer ursprünglich planen, lichtdurchlässigen Abdeckung 106 homogener Dicke erzeugt werden.

In der Variante S1C wird eine lichtdurchlässige Abdeckung 106 mit Kavitäten 108 bereitgestellt. Zwischen den Kavitäten 108 sind Stege 122 angeordnet. Es ist keine Vergussdichtung 120 vorgesehen. Figur 6a zeigt eine Draufsicht auf diese lichtdurchlässige Abdeckung 106. Figur 6b zeigt eine Schnittansicht durch diese lichtdurchlässige Abdeckung 106.

Im Schritt S2 wird ein Verbindungsmaterial 110 auf die lichtdurchlässige Abdeckung 106 aufgebracht. Es gibt mehrere Varianten des Aufbringens des Verbindungsmaterials 110 auf die lichtdurchlässige Abdeckung 106, die auch untereinander kombinierbar sind.

In der Variante S2A wird die lichtdurchlässigen Abdeckung 106 mit Verbindungsmaterial 110 als Vergussmaterial 113 gefüllt. Die Vergussdichtung 120 verhindert ein Auslaufen des Vergussmaterials 110 Silikon über den Rand der lichtdurchlässigen Abdeckung 106 hinaus. In der Untervariante 7a wird als Verbindungsmaterial 110 klares

- 25 -

Silikon verwendet. Figur 7a zeigt eine Schnittansicht der mit klarem Silikon gefüllten lichtdurchlässigen Abdeckung 106, die keine Kavitäten 108 aufweist. In der Untervariante 7b wird als Verbindungsmaterial 110 das Vergussmaterial 113 Silikon verwendet, das mit Leuchtstoffpartikel 124 gefüllt ist. Figur 7b zeigt eine Schnittansicht der mit Silikon gefüllten lichtdurchlässigen Abdeckung 106, die Kavitäten 108 aufweist. Im Silikon sind Leuchtstoffpartikel 124 verteilt.

In der Variante S2B wird das Verbindungsmaterial 110 als Kavitätsdichtung 112 in Form eines Klebstoffes auf die Stege 122 zwischen den Kavitäten 108 aufgebracht. Zudem wird auch Klebstoff 112 an den Rändern der lichtdurchlässigen Abdeckung 106 aufgebracht. Als Klebstoff 112 eignen sich Silikone, Epoxid oder Hybride. Als Hybride können Silikon-Epoxy oder Silikon-Polyester eingesetzt werden. Der Klebstoff 112 muss nicht strahlungsstabil sein, weshalb die Verwendung von billigem Epoxid ausreicht. Der Klebstoff 112 kann aufgerakelt werden. Figur 8 zeigt eine Schnittansicht der mit Klebstoff 112 versehenen lichtdurchlässigen Abdeckung 106.

Im Schritt S3 wird ein Substrat 102 bereitgestellt auf dem eine Vielzahl von Halbleiterchips 104 angeordnet ist. Es gibt mehrere Varianten für das Bereitstellen des Substrats 102 mit der Vielzahl von Halbleiterchips 104.

In der Variante S3A wird ein Substrat 102 bereitgestellt auf dem die Vielzahl von Halbleiterchips 104 regelmäßig angeordnet ist. Figur 9a zeigt eine Draufsicht auf das

- 26 -

Substrat 102 mit den Halbleiterchips 104. Figur 9b zeigt eine Schnittansicht des Substrats 102 mit den Halbleiterchips 104.

In der Variante S3B wird ein Substrat 102 bereitgestellt
5 auf dem die Vielzahl von Halbleiterchips 104 regelmäßig angeordnet ist. Im Gegensatz zur Variante S3A ist unmittelbar auf der vom Substrat 102 abgewandten Fläche der Halbleiterchips 104 eine Konversionsschicht 118 aufgebracht. Figur 10a zeigt eine Draufsicht auf das
10 Substrat 102 mit den Halbleiterchips 104, die jeweils von der Konversionsschicht 118 bedeckt sind. Figur 10b zeigt eine Schnittansicht des Substrats 102 mit den Halbleiterchips 104, die jeweils von der Konversionsschicht 118 bedeckt sind. Die
15 Konversionsschicht 118 kann in Form eines konvertergefüllten Plättchens oder durch Siebdrucken auf die Halbleiterchips 104 aufgebracht werden.

Im Schritt S4 wird das Substrat 102 mit der Vielzahl von Halbleiterchips 104 mit der lichtdurchlässigen Abdeckung
20 106 verbunden. Hierbei weisen die Halbleiterchips 104 zur lichtdurchlässigen Abdeckung 106. Es gibt mehrere Varianten für das Verbinden von Substrat 102 mit lichtdurchlässiger Abdeckung 106.

In der Variante S4A wird das Substrat 102 mit den
25 Halbleiterchips 104 auf die lichtdurchlässige Abdeckung 106 aufgesetzt. Die Fläche der lichtdurchlässigen Abdeckung 106, die zum Substrat 102 zeigt, ist plan, weist also insbesondere keine Kavitäten 108 auf. Dies ist vorteilhaft, da das Ausrichten des Substrats 102 mit den
30 darauf angeordneten Halbleiterchips 104 entfällt. Die

- 27 -

lichtdurchlässige Abdeckung 106 ist mit einem Verguss 113 aus klarem Silikon als Verbindungsmaterial 110 gefüllt. Eine Vergussdichtung 120 verhindert ein seitliches Auslaufen des Silikons. Die Vergussdichtung 120 dient
5 zudem als Abstandshalter, wodurch gewährleistet ist, dass die lichtdurchlässige Abdeckung 106 parallel zum Substrat 102 angeordnet wird. Figur 11 zeigt eine Schnittansicht der Einheit aus Substrat 102 mit den Halbleiterchips 104 und der lichtdurchlässigen Abdeckung 106. Die
10 Halbleiterchips 4 sind in das flüssige Verbindungsmaterial 110 als Verguss 113 eingetaucht.

In der Variante S4B wird ein Substrat 102 mit der Vielzahl an regelmäßig angeordneten Halbleiterchips 104 auf eine lichtdurchlässige Abdeckung 106 mit einer
15 Vielzahl an regelmäßig angeordneten Kavitäten 108 aufgesetzt. Die Kavitäten sind mit klarem Silikon als Vergussmaterial 113 gefüllt. Substrat 102 und lichtdurchlässige Abdeckung 106 müssen so zueinander ausgerichtet werden, dass die Halbleiterchips 104 in die
20 Kavitäten 108 ragen ohne die Seitenwände der Kavitäten 108 zu berühren. Bei einer lichtdurchlässigen Abdeckung 106 mit Kavitäten 108 kann auf die Vergussdichtung 120 aus Variante S4A verzichtet werden. Figur 12 zeigt eine Schnittansicht der Einheit aus Substrat 102 mit den
25 Halbleiterchips 104 und der lichtdurchlässigen Abdeckung 106. Die Kavitäten 108 sind durch Stege 122 von einander getrennt. Die Stege 122 dienen auch als Abstandshalter zwischen Substrat 102 und lichtdurchlässiger Abdeckung 106. Das flüssige Verbindungsmaterial 110 dient als
30 Verguss 113 und auch als Kavitätsdichtung 112.

- 28 -

In der Variante S4C wird ein Substrat 102 mit der Vielzahl an regelmäßig angeordneten Halbleiterchips 104 auf eine lichtdurchlässige Abdeckung 106 mit einer Vielzahl an regelmäßig angeordneten Kavitäten 108 aufgesetzt. Das Verbindungsmaterial 110 Silikon oder Epoxid ist als Klebstoff 112 nur auf die Stege 122 und den umlaufenden Rand der lichtdurchlässigen Abdeckung 106 aufgebracht. Die Kavitäten 108 bleiben frei von Verbindungsmaterial 110. Es bilden sich Kavitätsdichtungen 112 aus, die die Kavitäten 108 gasdicht abschließen. Das Verbinden von Substrat 102 und lichtdurchlässiger Abdeckung 106 kann unter Vakuum oder in einer Schutzgasatmosphäre erfolgen. Figur 13 zeigt eine Schnittansicht der Einheit aus Substrat 102 mit den Halbleiterchips 104 und der lichtdurchlässigen Abdeckung 106. Die Kavitäten 108 sind durch Stege 122 von einander getrennt.

In der Variante S4D wird ein Substrat 102 mit der Vielzahl an regelmäßig angeordneten Halbleiterchips 104 auf eine lichtdurchlässige Abdeckung 106 mit einer Vielzahl an regelmäßig angeordneten Kavitäten 108 aufgesetzt. Die Kavitäten 108 sind mit einem Verbindungsmaterial 110 als Vergussmaterial 113 gefüllt. Das Verbindungsmaterial 110 weist Silikon auf, das mit Leuchtstoffpartikel 124 gefüllt ist. Die Leuchtstoffpartikel 124 können homogen im Silikon verteilt sein. Figur 14 zeigt eine Schnittansicht der Einheit aus Substrat 102 mit den Halbleiterchips 104 und der lichtdurchlässigen Abdeckung 106. Die Kavitäten 108 sind durch Stege 122 von einander getrennt. Die Kavitäten 108 sind mit Silikon gefüllt, in das Leuchtstoffpartikel

124 eingebracht sind. Zudem sind Kavitätsdichtungen 112 ausgebildet.

Optional kann an Verfahrensschritt S4D ein Verfahrensschritt S5 anschließen. Im Schritt S5 wird eine

5 Schicht aus Leuchtstoffpartikel 124 auf die Flächen der Halbleiterchips 104 sedimentiert, die vom Substrat 102 weg weisen. Der Verfahrensschritt S5 gliedert sich in zwei Teilschritte S5.1 und S5.2, die unmittelbar aufeinander folgen. Im Teilschritt S5.1 wird unmittelbar

10 nach dem Verbinden von Substrat 102 und lichtdurchlässiger Abdeckung 106 die Einheit aus Substrat 102 und lichtdurchlässiger Abdeckung 106 um eine Achse, die in der zwischen der lichtdurchlässigen Abdeckung 106 und dem Substrat 102 gebildeten Ebene liegt, um 180°

15 gedreht. Figur 15 zeigt eine Schnittansicht der Einheit aus Substrat 102 mit den Halbleiterchips 104 und der lichtdurchlässigen Abdeckung 106. Die Kavitäten 108 sind vollständig mit Silikon als Vergussmaterial 113 gefüllt, in dem Leuchtstoffpartikel 124 homogen verteilt sind. Im

20 Teilschritt S5.2 werden die Leuchtstoffpartikel 124 sedimentiert. Dies kann durch den Einfluss der Schwerkraft und/oder einer Zentrifugalkraft auf die Leuchtstoffpartikel 124 im flüssigen Verbindungsmaterial 110 Silikon erfolgen. Figur 16 zeigt eine Schnittansicht

25 der Einheit aus Substrat 102 mit den Halbleiterchips 104 und der lichtdurchlässigen Abdeckung 106. Die Kavitäten 108 sind vollständig mit klarem Silikon als Vergussmaterial 113 gefüllt. In unmittelbarem Kontakt zu der Fläche der Halbleiterchips 104 die von dem Substrat

30 102 weg weist ist eine sedimentierte Schicht aus Leuchtstoffpartikel 124 angeordnet. Durch das bündige

Abschließen der sedimentierten Konversionsschicht mit dem Halbleiterchip kann die unerwünschte seitliche Emission von Primärlicht, insbesondere blauem Licht, aus dem optoelektronischen Bauelement verhindert werden.

- 5 An den Schritt S4 bzw. an den Schritt S5 schließt ein Schritt S6 an. Im Schritt S6 wird das flüssige Verbindungsmaterial 110 ausgehärtet. Das Aushärten erfolgt im Falle von Silikon als Verbindungsmaterial 110 bei etwa 150°C während einer Dauer von etwa 1 h. Durch
10 das Aushärten wird erreicht, dass Substrat 102 und lichtdurchlässige Abdeckung 106 fest miteinander verbunden werden.

- In einem optionalen Schritt S7 werden die optoelektronischen Bauelemente 100 vereinzelt. Das
15 Vereinzeln kann durch Trennschleifen, Lasertrennen, Wasserstrahlschneiden oder Ritzen und Brechen erfolgen. Bei lichtdurchlässigen Abdeckungen 106 mit Kavitäten 108 wird die ausgehärtete Einheit aus Substrat 102 und lichtdurchlässiger Abdeckung 106 mittig durch die Stege
20 122 zersägt. Dadurch entstehen optoelektronische Bauelemente 100 die eine Kavität 108 aufweisen, deren Seitenwände senkrecht auf das Substrat 102 stehen. Ausführungsbeispiele für die dabei entstandenen optoelektronischen Bauelemente 100 sind in den Figuren 2a
25 bis 2j dargestellt.

- Bei lichtdurchlässigen Abdeckungen 106 ohne Kavitäten 108 sind geringere Anforderungen an die Genauigkeit des Vereinzeln gestellt. Es muss nur gewährleistet sein, dass die Halbleiterchips 104 beim Vereinzeln nicht
30 beschädigt werden. Ausführungsbeispiele für die dabei

- 31 -

entstandenen optoelektronischen Bauelemente 100 sind in den Figuren 1a bis 1d dargestellt.

Bezugszeichenliste

	100	optoelektronisches Bauelement
	102	Substrat
	104	Halbleiterchip
5	106	lichtdurchlässige Abdeckung
	108	Kavität
	110	Verbindungsmaterial
	111	Umgebungsluft
10	112	Kavitätsdichtung / Klebstoff aus Verbindungsmaterial 110
	113	Verguss aus Verbindungsmaterial 110
	114	Antireflexschicht
	115	Gas in der Kavität
	116	abbildendes Element, insbesondere Linse
15	118	Konversionsschicht
	120	Vergussdichtung
	122	Stege
	124	Leuchtstoffpartikel
	130	Bondpad (auf Substrat)
20	132	Kontaktpad (auf Halbleiterchip)
	134	Bonddraht

- 33 -

136	Halbleiterchip-Kontaktschicht
138	Flipchipkontakte
140	Flipchipkontaktschichten
142	Flipchipkontaktmaterial

PATENTANSPRÜCHE

1. Optoelektronisches Bauelement (100) mit:
- einem Substrat (102),
 - einem auf dem Substrat (102) angeordneten
- 5 Halbleiterchip (104) und
- einer lichtdurchlässigen Abdeckung (106),
- wobei die lichtdurchlässige Abdeckung (106) zumindest die vom Substrat (102) abgewandte Fläche des Halbleiterchips (104) überdeckt und
- 10 wobei die lichtdurchlässige Abdeckung (106) eine größere Härte als Silikon aufweist.
2. Optoelektronisches Bauelement gemäß Anspruch 1, wobei eine Kavität (108) in der lichtdurchlässigen Abdeckung (106) ausgebildet ist.
- 15 3. Optoelektronisches Bauelement gemäß Anspruch 2, wobei sich der Halbleiterchip (104) zumindest teilweise in die Kavität (108) erstreckt.
4. Optoelektronisches Bauelement gemäß Anspruch 2 oder 3, wobei die Kavität (108) mit einem Gas (115),
- 20 insbesondere Luft, gefüllt ist.
5. Optoelektronisches Bauelement gemäß einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei die Kavität (108) mit einem Verbindungsmaterial (110) als Klebstoff in Form einer Kavitätsdichtung (112) auf dem Substrat (102)
- 25 befestigt ist.
6. Optoelektronisches Bauelement gemäß einem der vorigen Ansprüche, wobei zwischen der

- 35 -

lichtdurchlässigen Abdeckung (106) und dem Substrat (102) ein Verbindungsmaterial (110) als Verguss (113) derart angeordnet ist, dass die vom Substrat (102) nicht bedeckten Flächen des Halbleiterchips (104) vom
5 Verbindungsmaterial (110; 113) umgeben sind.

7. Optoelektronisches Bauelement gemäß einem der vorigen Ansprüche, wobei das Verbindungsmaterial (110; 112; 113) Silikon aufweist.

8. Optoelektronisches Bauelement gemäß einem der
10 vorigen Ansprüche, wobei die lichtdurchlässige Abdeckung (106) eine Glasabdeckung ist.

9. Optoelektronisches Bauelement gemäß einem der vorigen Ansprüche, wobei die lichtdurchlässige Abdeckung (106) eine Antireflexschicht (114) aufweist.

10. Optoelektronisches Bauelement gemäß einem der vorigen Ansprüche, wobei die lichtdurchlässige Abdeckung (106) eine Dicke zwischen etwa 30 µm und etwa 100 µm aufweist.

11. Optoelektronisches Bauelement gemäß einem der
20 vorigen Ansprüche, wobei ein abbildendes Element (116), insbesondere eine Linse, auf der vom Substrat (102) abgewandten Fläche der lichtdurchlässigen Abdeckung (106) angeordnet ist.

12. Optoelektronisches Bauelement gemäß einem der
25 vorigen Ansprüche, wobei eine Konversionsschicht (118) unmittelbar auf die vom Substrat (102) abgewandte Fläche des Halbleiterchips (104) aufgebracht ist.

- 36 -

13. Verfahren zum Herstellen eines optoelektronischen Bauelements (100) mit den folgenden Schritten:

- 5 - Bereitstellen einer lichtdurchlässigen Abdeckung (106);
- Aufbringen von Verbindungsmaterial (110; 112; 113) auf die lichtdurchlässige Abdeckung (106);
- Bereitstellen eines Substrats (102) auf dem eine Vielzahl von Halbleiterchips (104) angeordnet sind;
- 10 - Verbinden des Substrats (102) mit der Vielzahl von Halbleiterchips (104) mit der lichtdurchlässigen Abdeckung (106), wobei die Halbleiterchips (104) zur lichtdurchlässigen Abdeckung (106) weisen;
- Aushärten des Verbindungsmaterials (110; 112; 113).

15 14. Verfahren gemäß Patentanspruch 13, wobei die lichtdurchlässige Abdeckung (106) an ihrem äußeren Rand eine umlaufende Vergussdichtung (120) aufweist.

20 15. Verfahren gemäß einem der Patentansprüche 13 oder 14, wobei die lichtdurchlässige Abdeckung (106) eine Vielzahl von Kavitäten (108) mit dazwischen liegenden Stegen (122) aufweist.

25 16. Verfahren gemäß einem der Patentansprüche 13 bis 15, wobei das Aufbringen von Verbindungsmaterial (110; 112) auf die lichtdurchlässige Abdeckung (106) das Aufbringen von Verbindungsmaterial (110; 112) als Klebstoff (112) auf die Stege (122) zwischen den Kavitäten (108) umfasst.

30 17. Verfahren gemäß einem der Patentansprüche 13 bis 16, wobei das Aufbringen von Verbindungsmaterial (110; 113) auf die lichtdurchlässige Abdeckung (106)

- 37 -

das Füllen der lichtdurchlässigen Abdeckung (106) mit Verbindungsmaterial (110; 113) als Verguss (133) umfasst.

18. Verfahren gemäß einem der Patentansprüche 13
5 bis 17, wobei nach dem Verbinden des Substrats (102) mit der lichtdurchlässigen Abdeckung (106) und vor dem Aushärten des mit Leuchtstoffpartikeln (124) gefüllten Verbindungsmaterials (110; 113) als Verguss (113) die Einheit aus Substrat (102) und lichtdurchlässige
10 Abdeckung (106) um eine Achse, die in der zwischen der lichtdurchlässigen Abdeckung (106) und dem Substrat (102) gebildeten Ebene liegt, um 180° gedreht wird.

19. Verfahren gemäß Patentanspruch 18, wobei nach dem Drehen der Einheit aus Substrat (102) und
15 lichtdurchlässiger Abdeckung (106) und vor dem Aushärten des mit Leuchtstoffpartikeln (124) gefüllten Verbindungsmaterials (110; 113) als Verguss (113) die Leuchtstoffpartikel (122) sedimentiert werden.

20. Verfahren gemäß einem der Patentansprüche 13
20 bis 19, wobei beim Bereitstellen des Substrats (102) mit einer Vielzahl von Halbleiterchips (104) bereits eine Konversionsschicht (118) unmittelbar auf die vom Substrat (102) abgewandte Fläche der Halbleiterchips (104) aufgebracht wird.

21. Verfahren gemäß einem der Patentansprüche 13
25 bis 20, wobei nach dem Aushärten des Verbindungsmaterials (110; 112; 113) die optoelektronischen Bauelemente (100) vereinzelt werden.

1/21

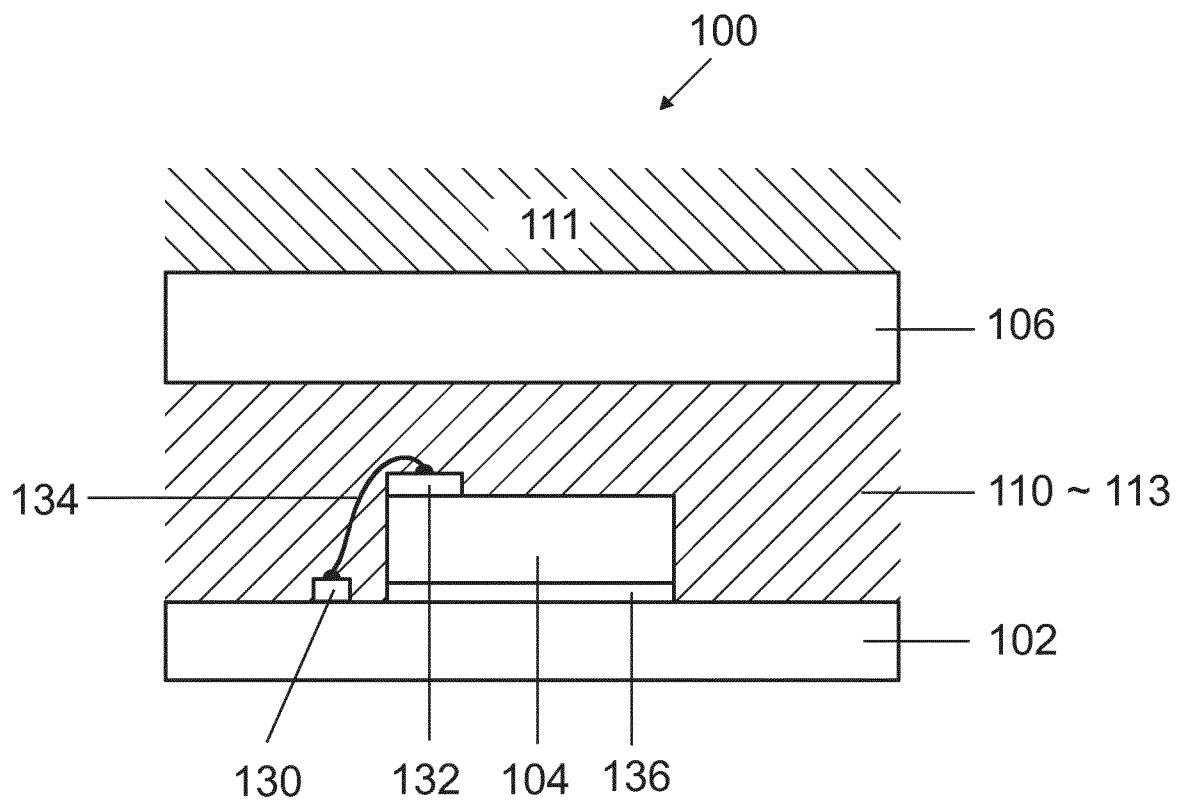


FIG 1a

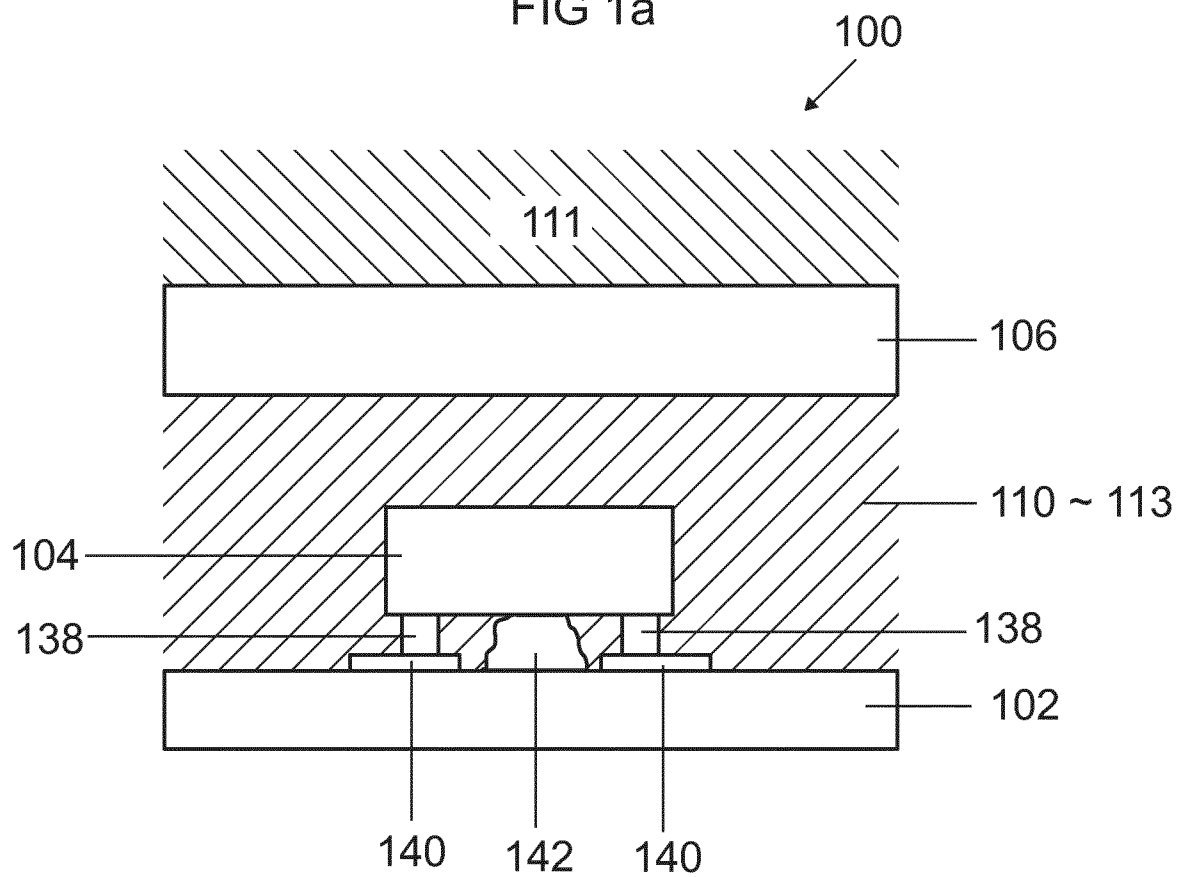


FIG 1b

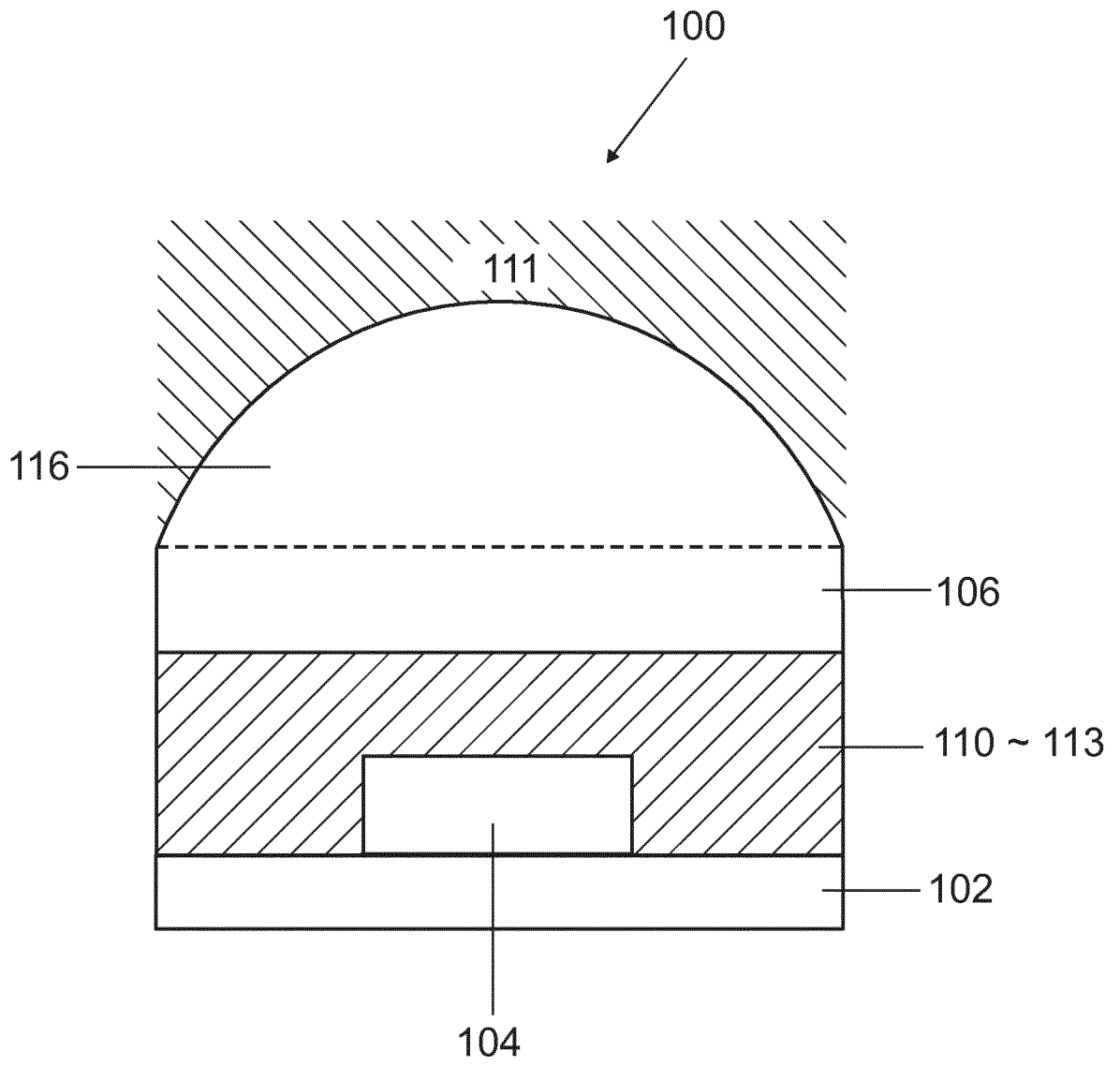


FIG 1c

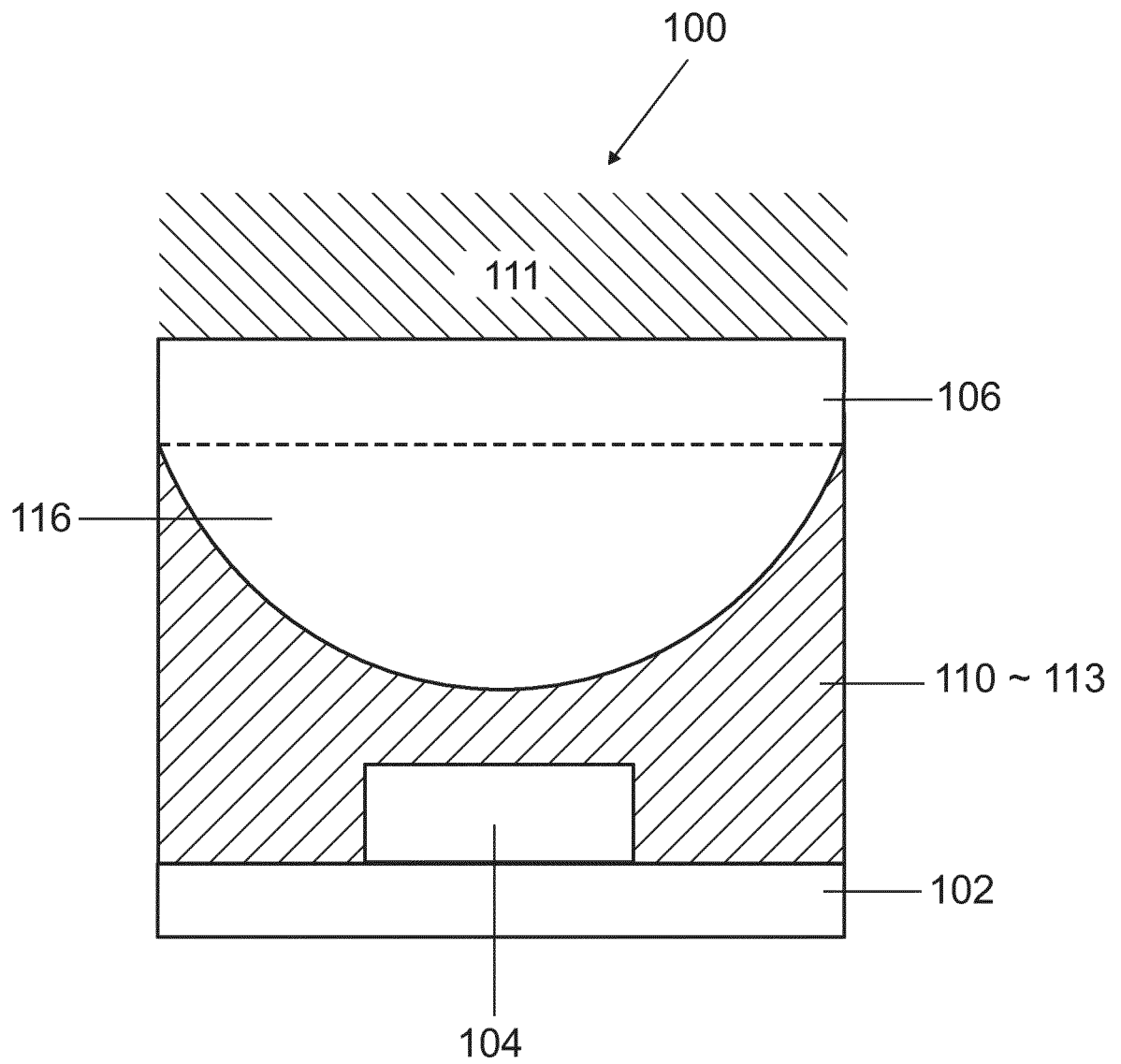


FIG 1d

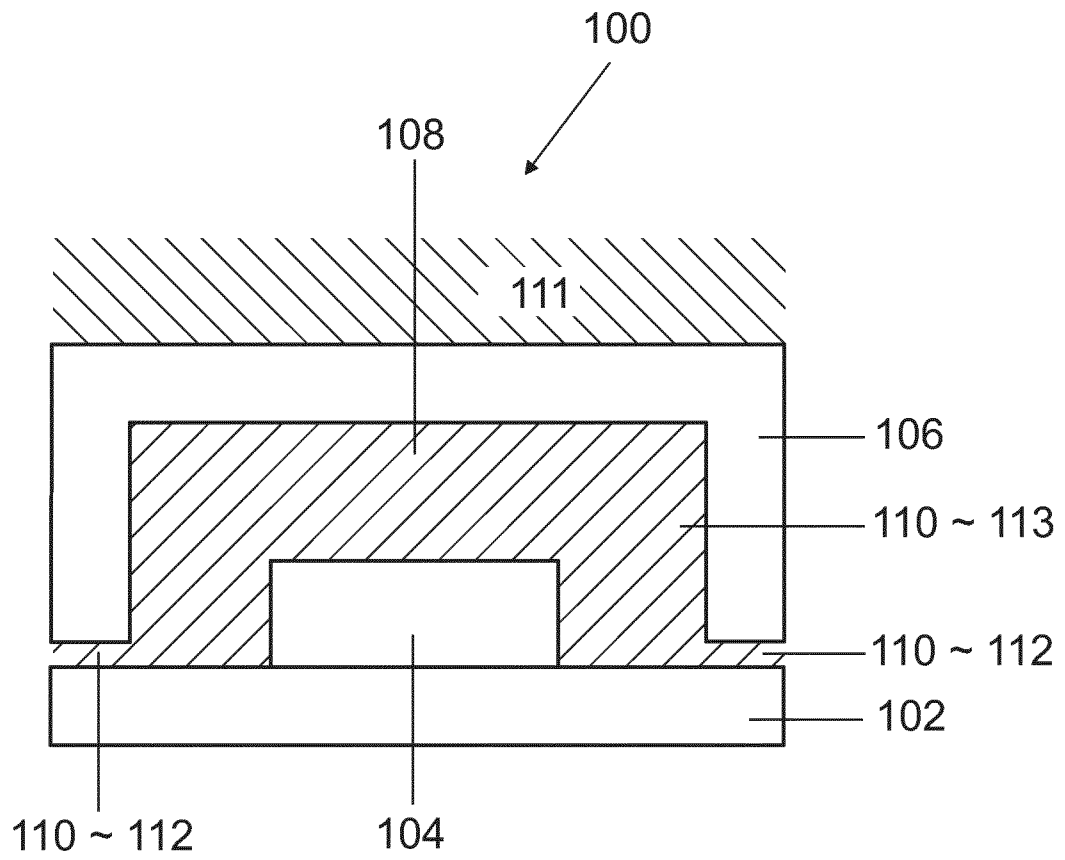


FIG 2a

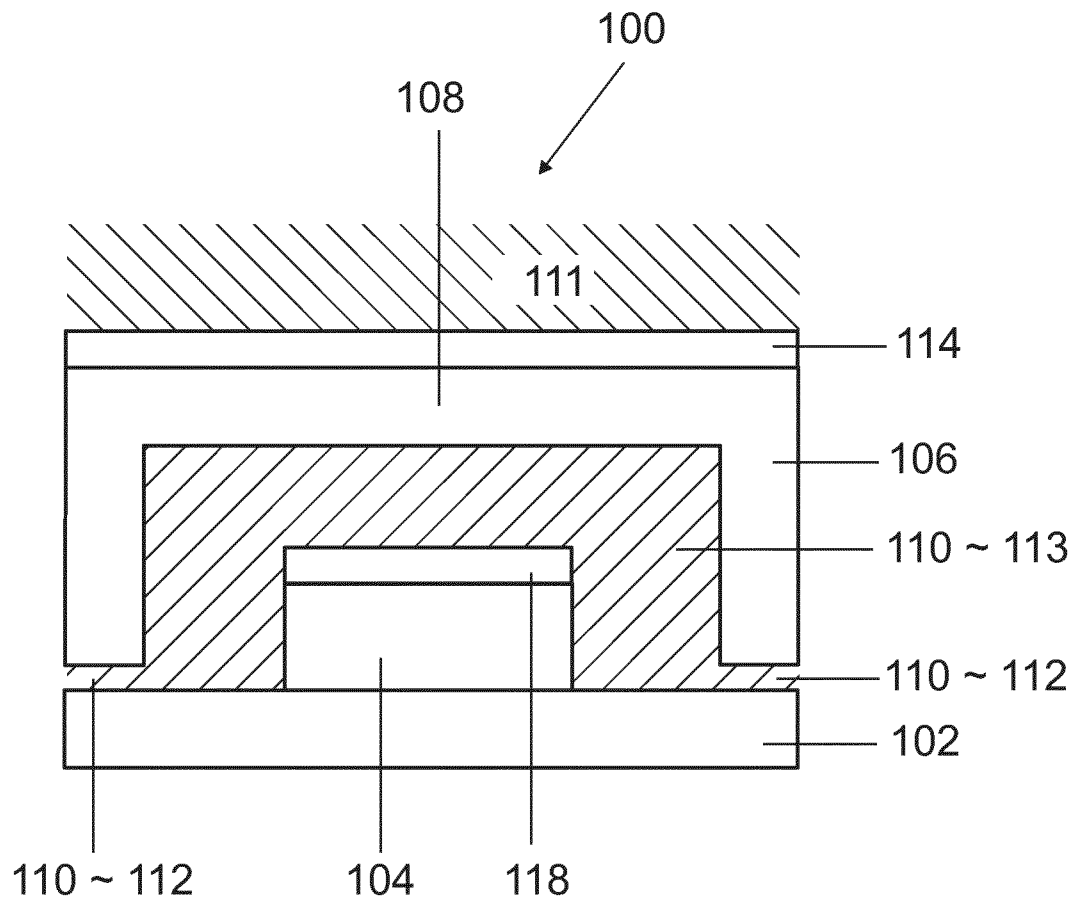


FIG 2b

6/21

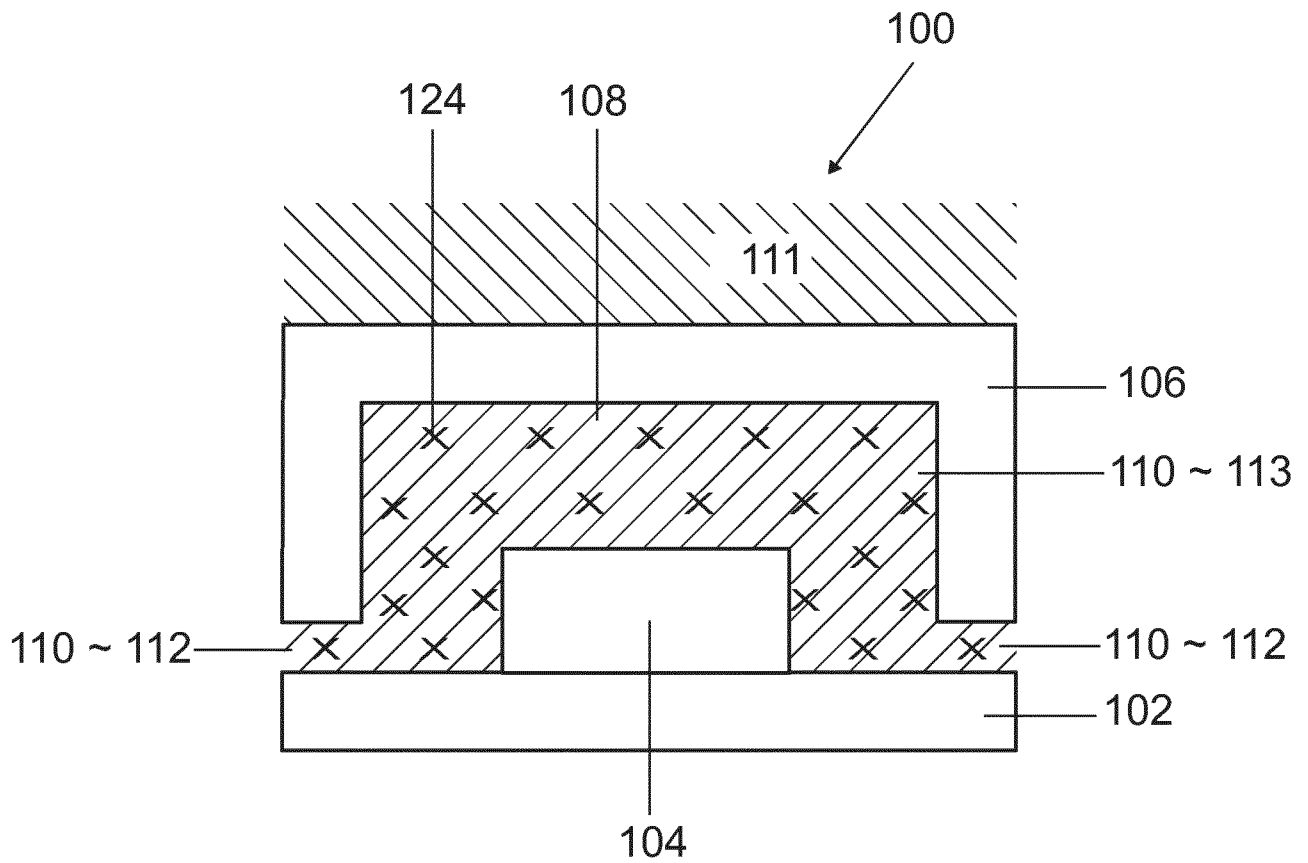


FIG 2c

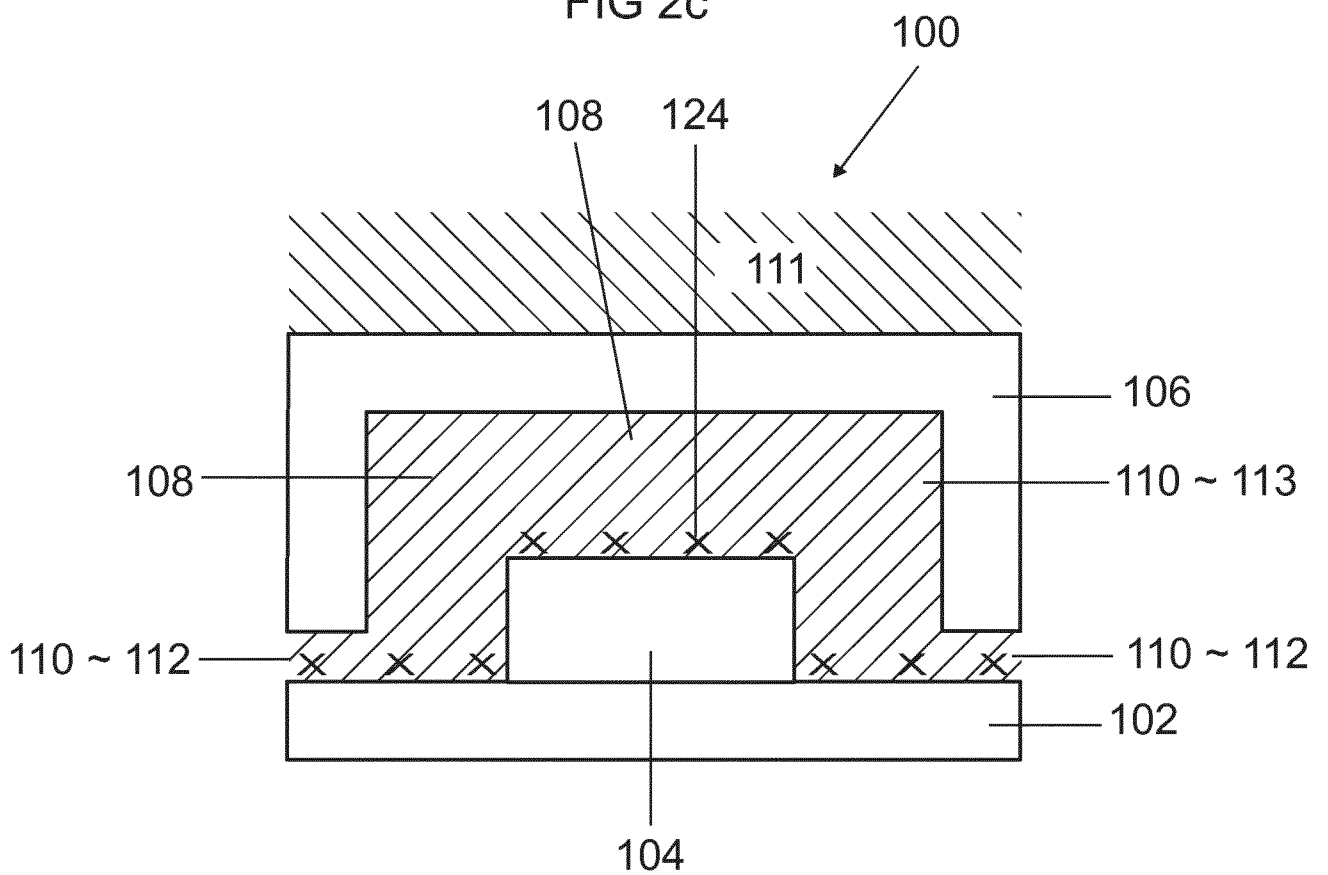


FIG 2d

7/21

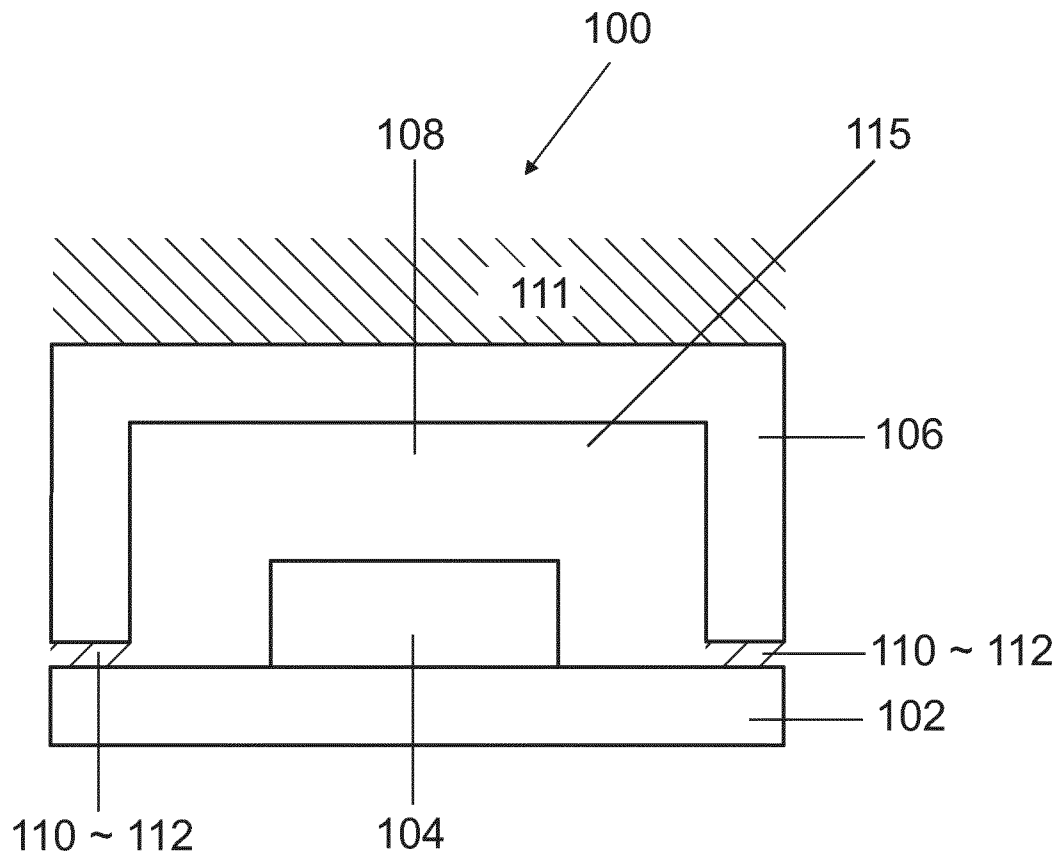


FIG 2e

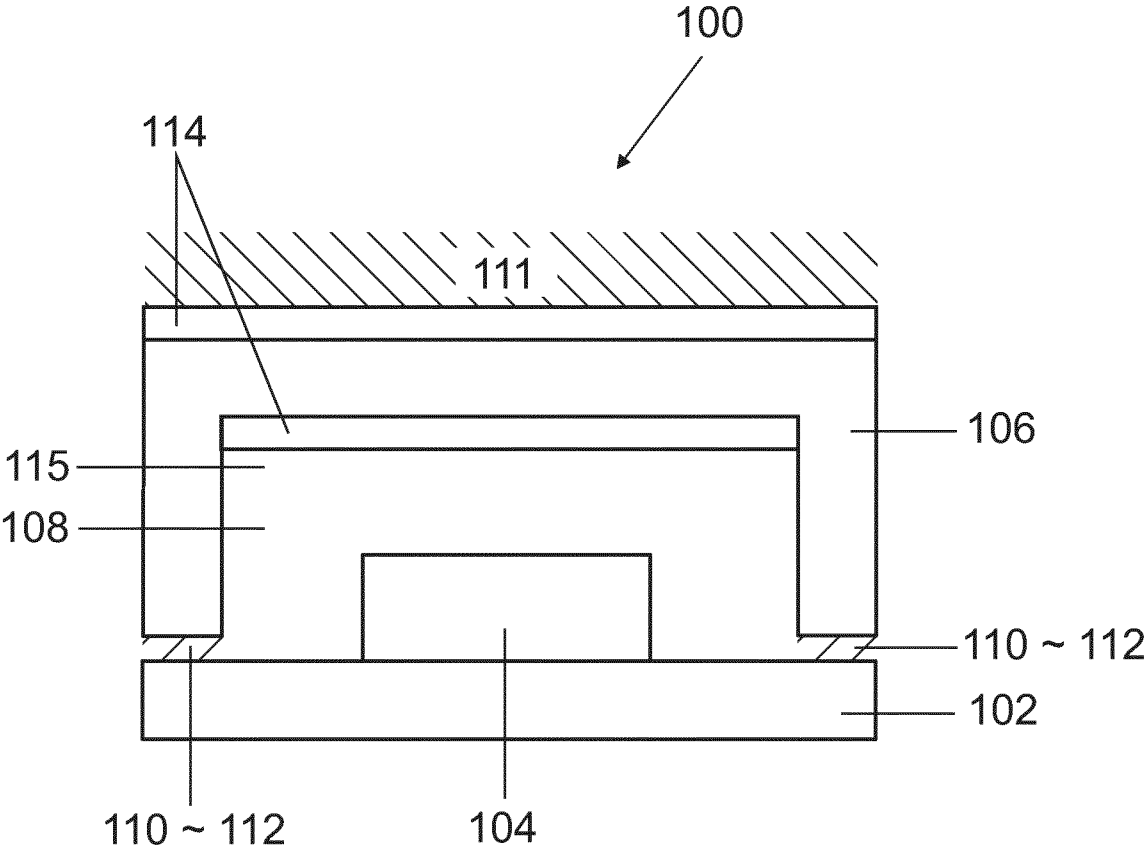


FIG 2f

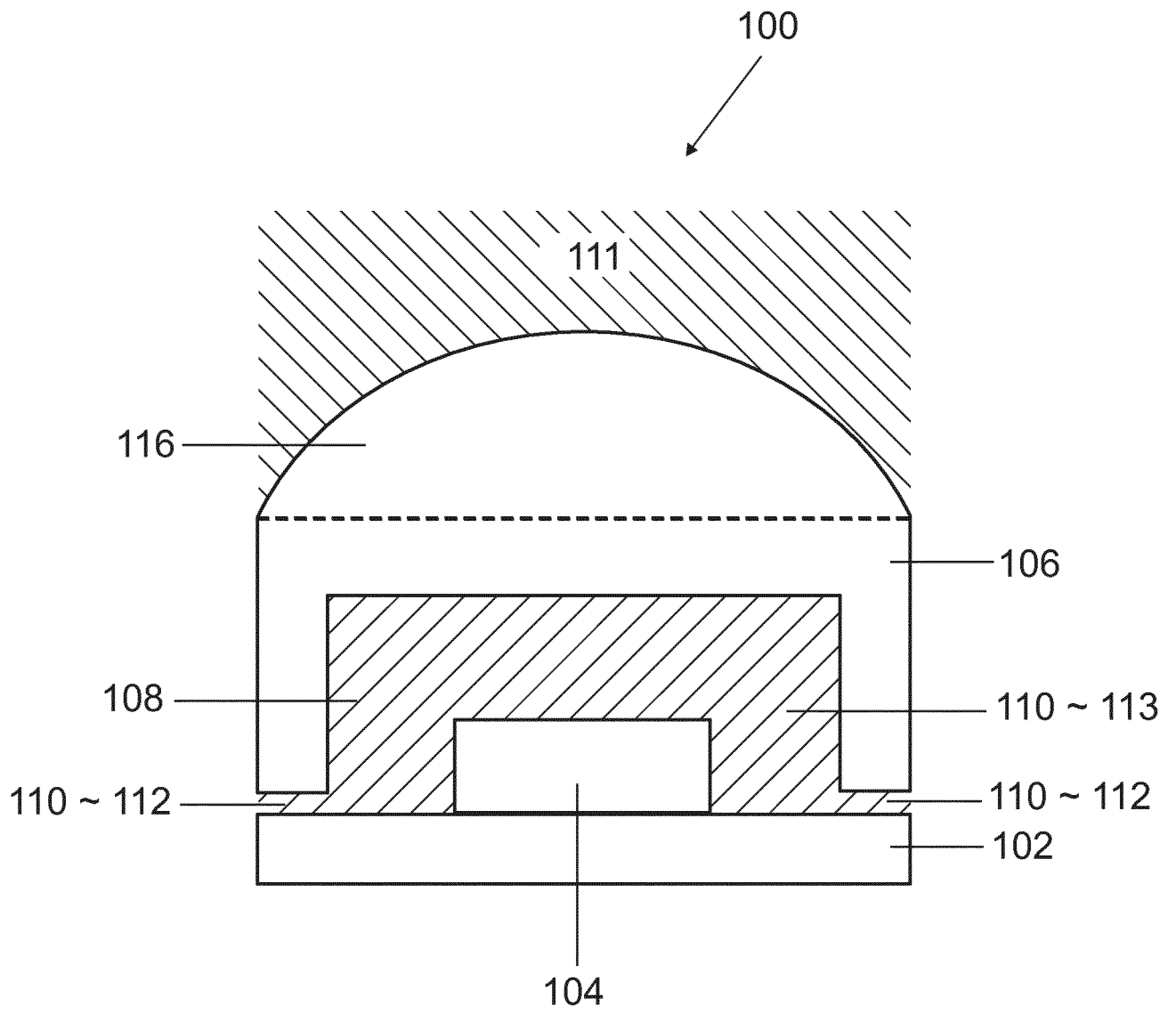


FIG 2g

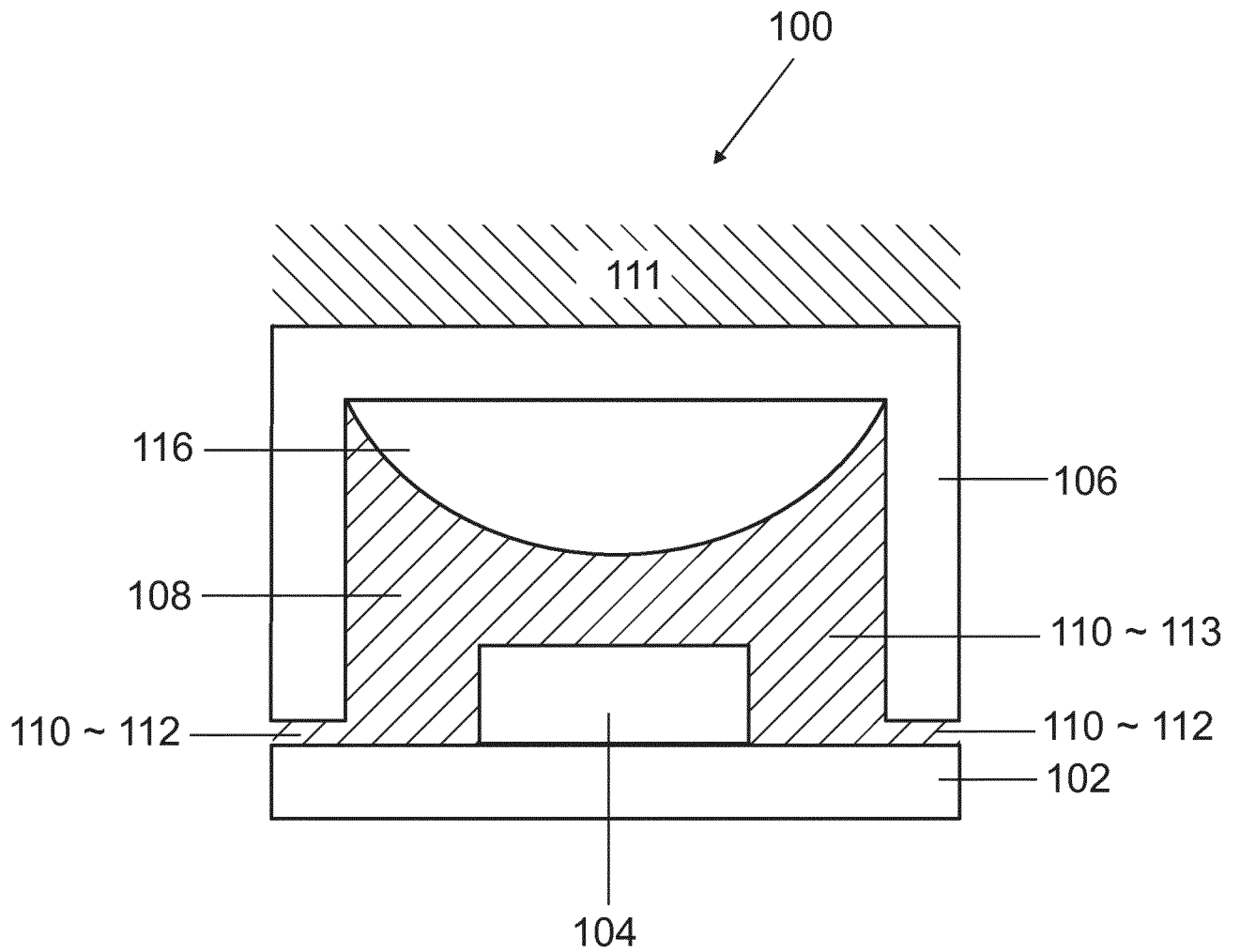


FIG 2h

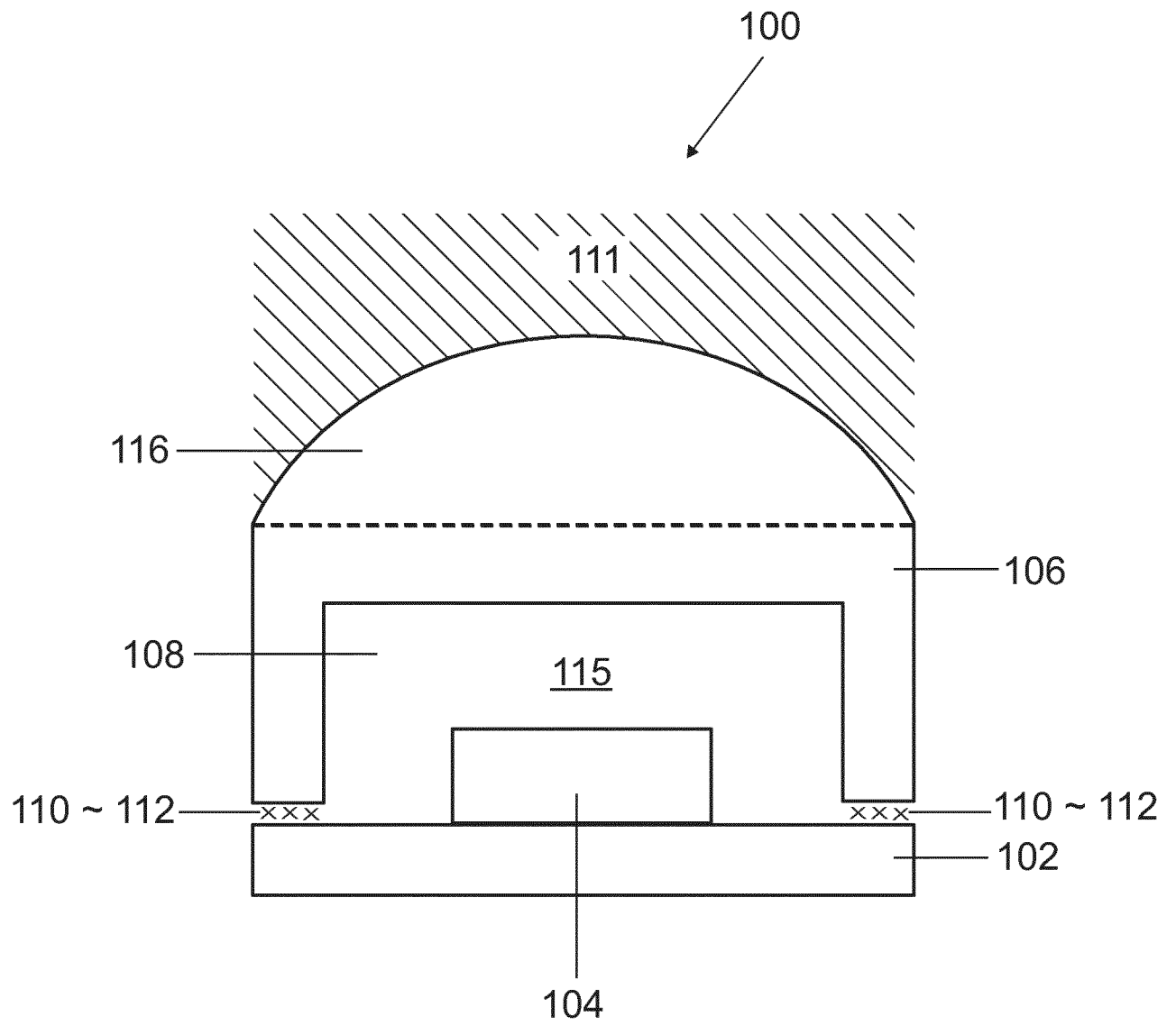


FIG 2i

12/21

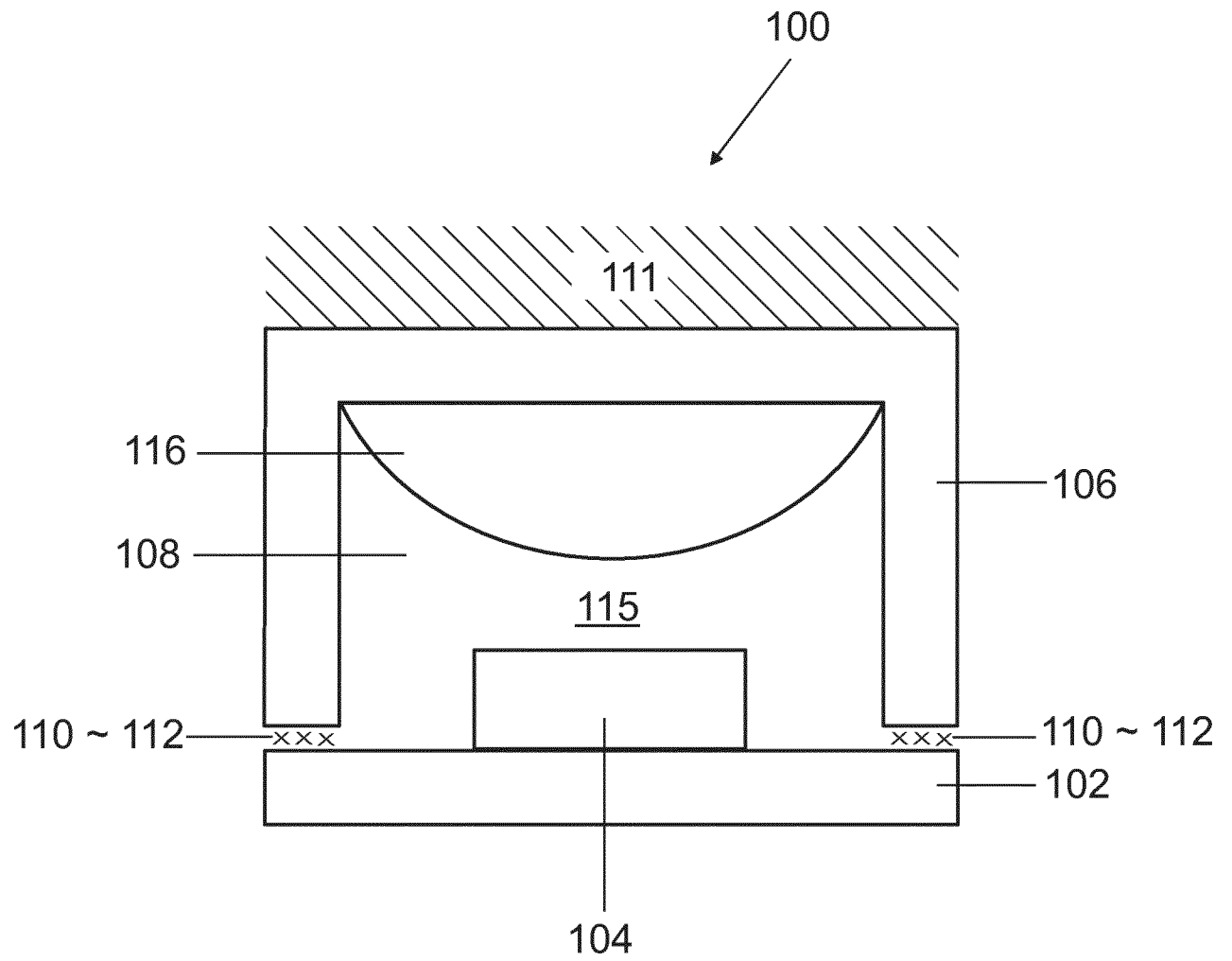


FIG 2j

13/21

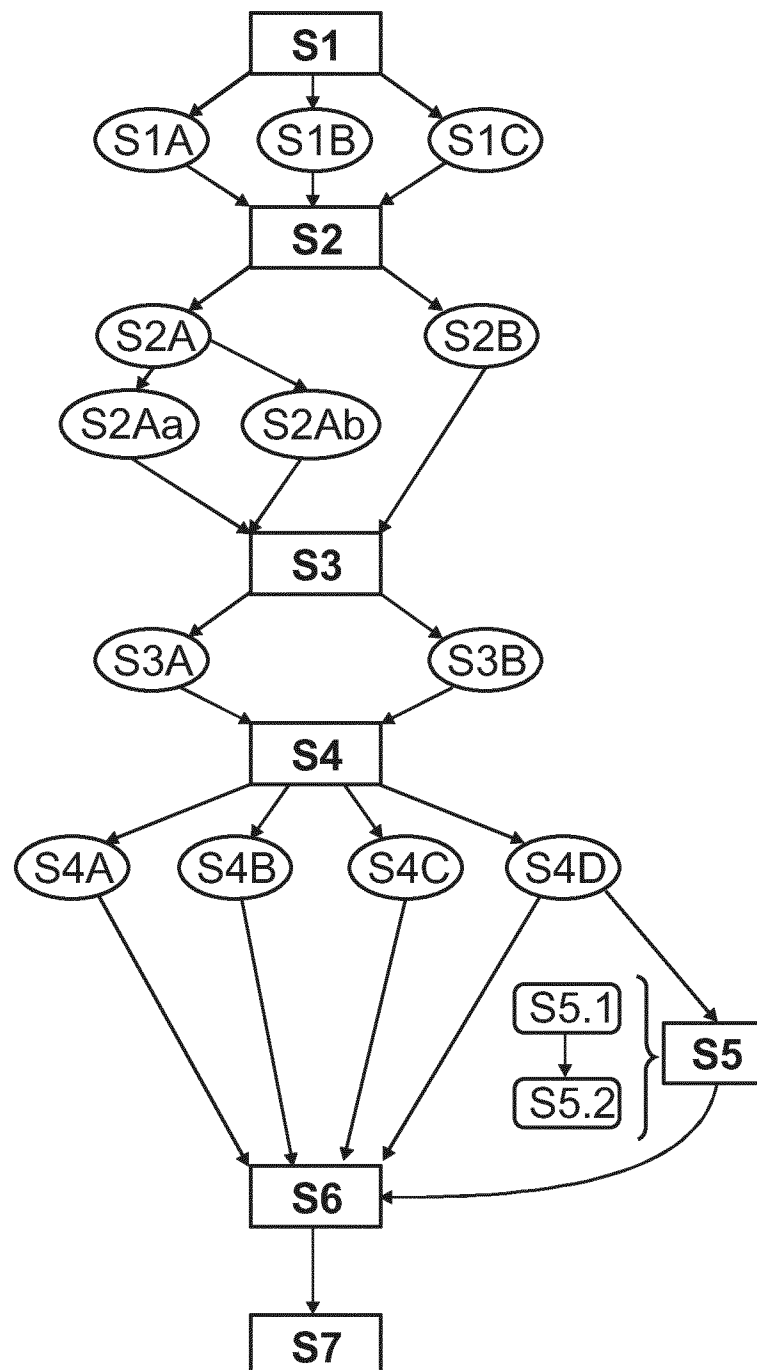


FIG 3

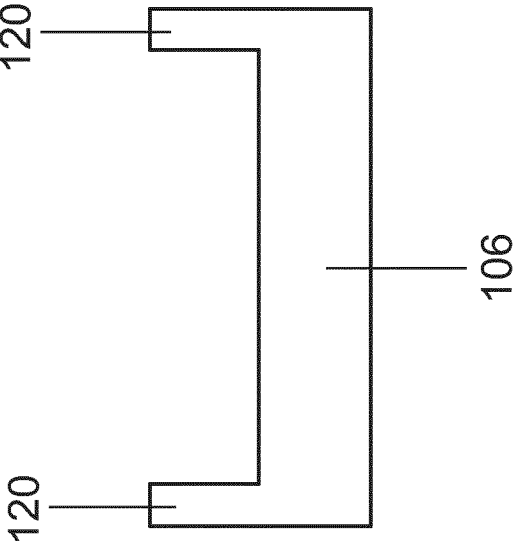


FIG 4b

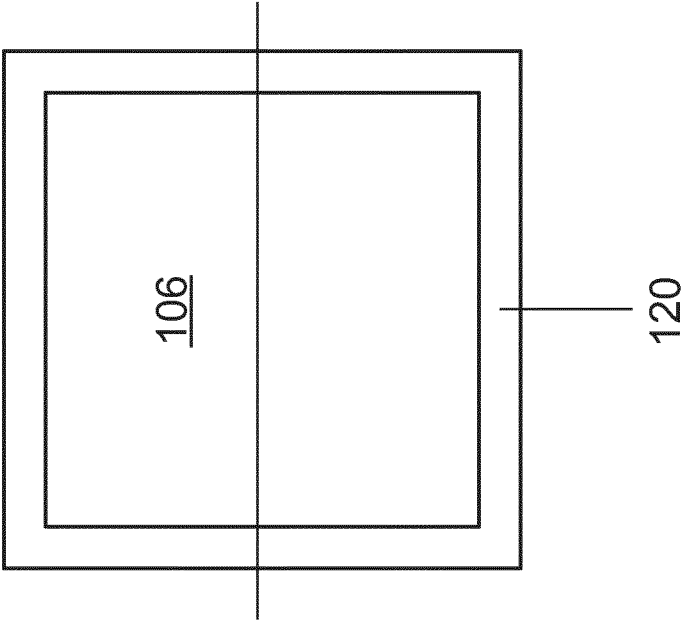


FIG 4a

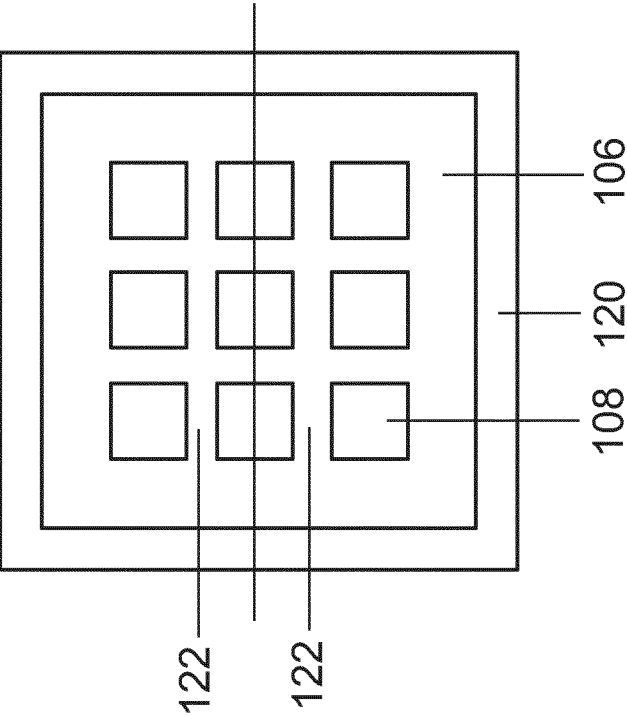


FIG 5a

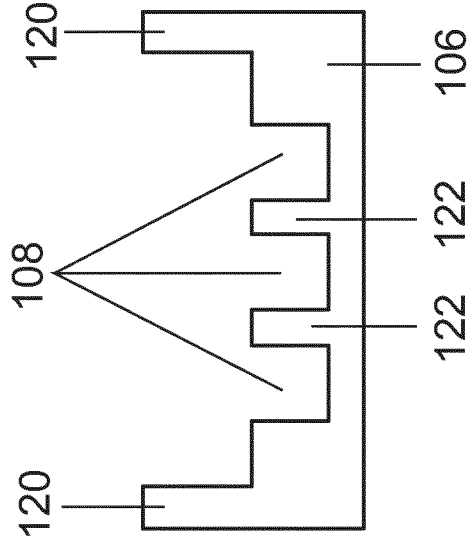


FIG 5b

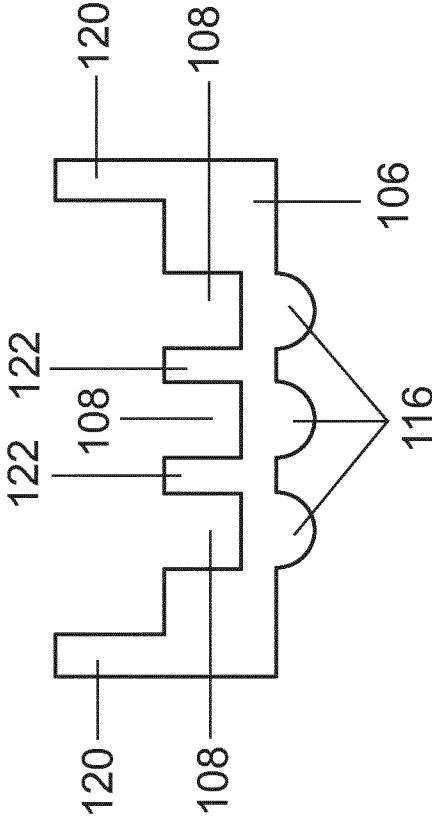


FIG 5c

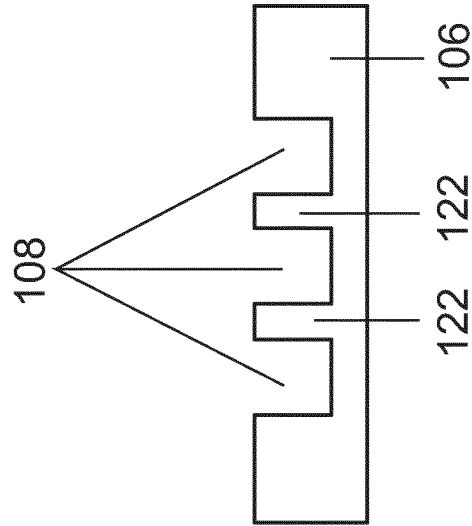


FIG 6a

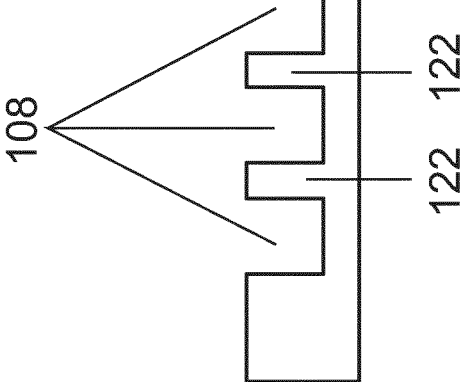


FIG 6b

17/21

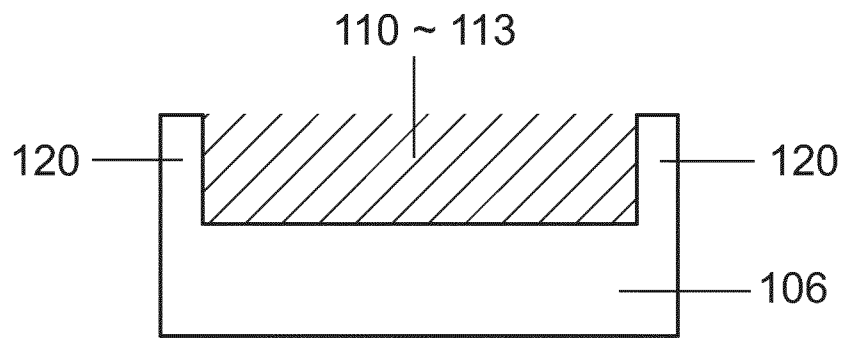


FIG 7a

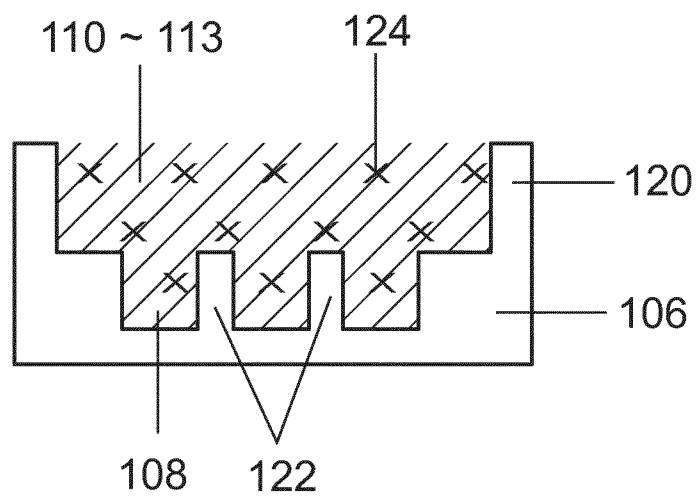


FIG 7b

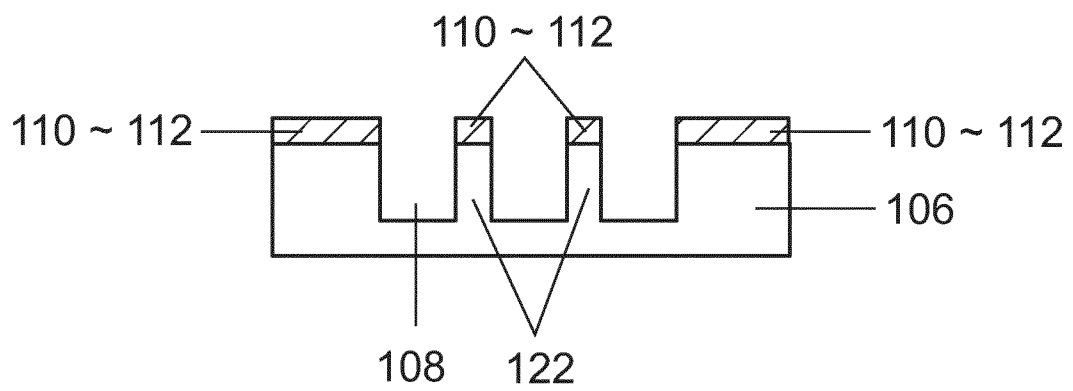


FIG 8

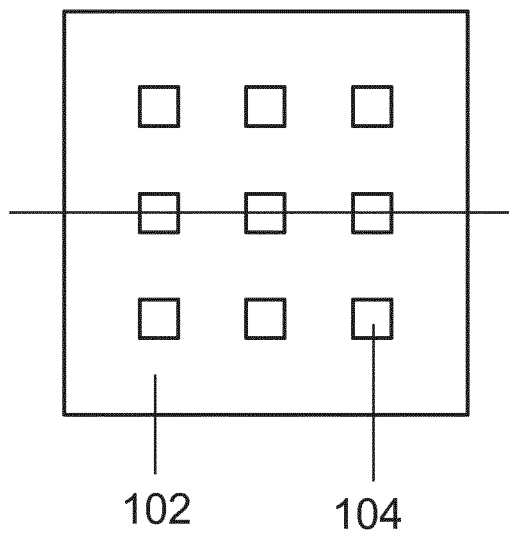


FIG 9a

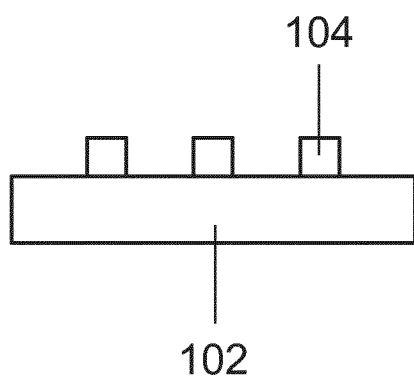


FIG 9b

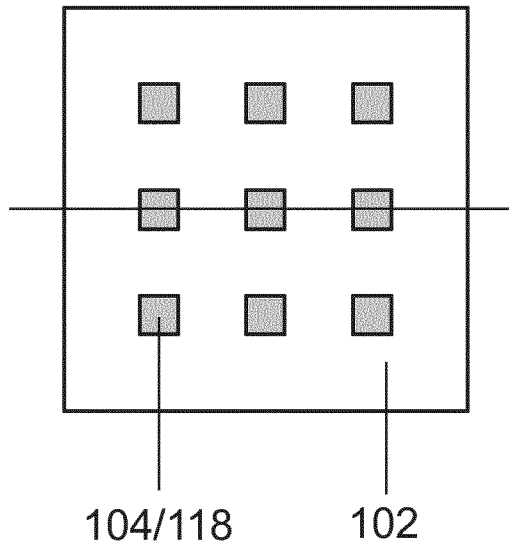


FIG 10a

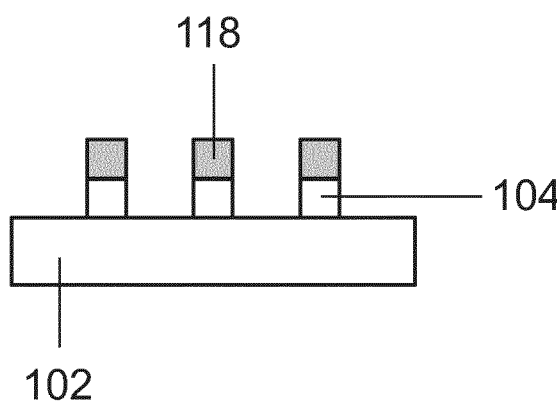


FIG 10b

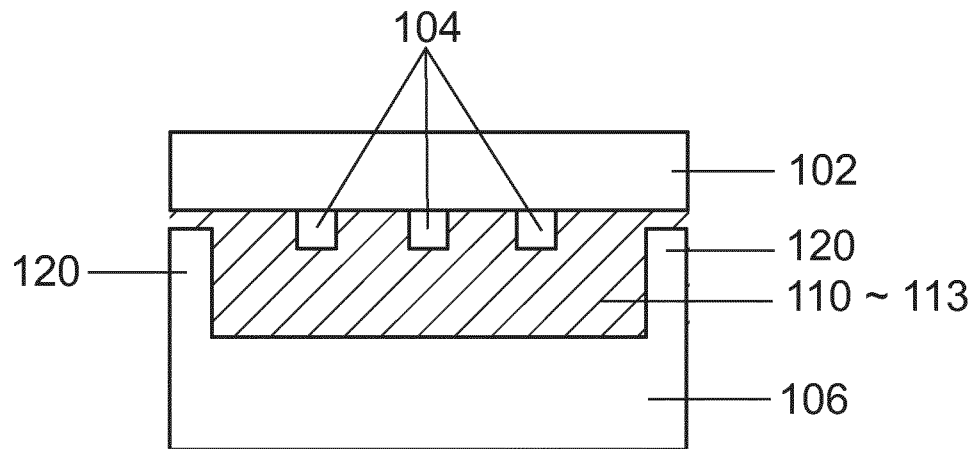


FIG 11

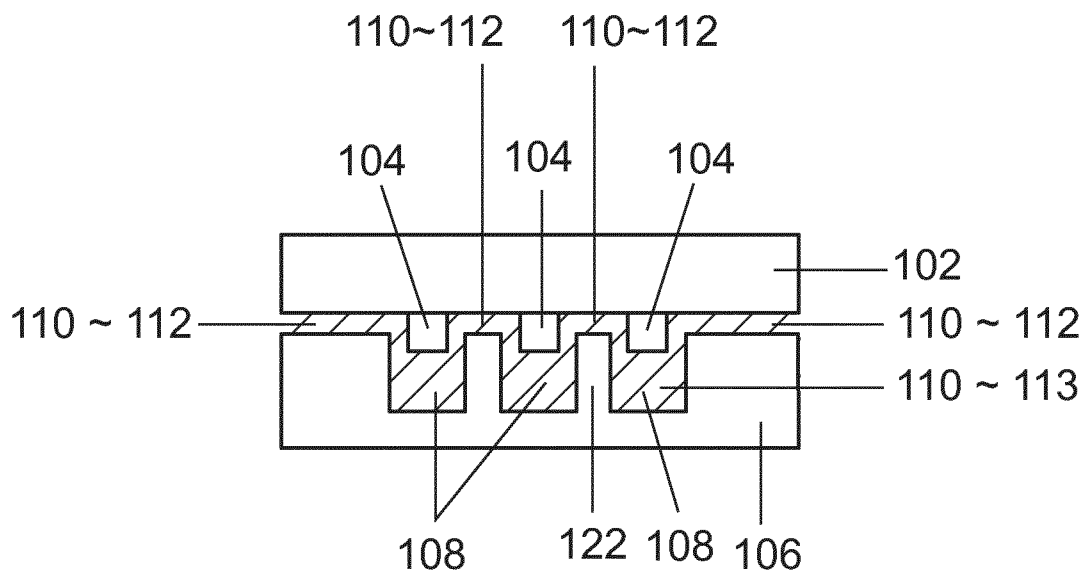


FIG 12

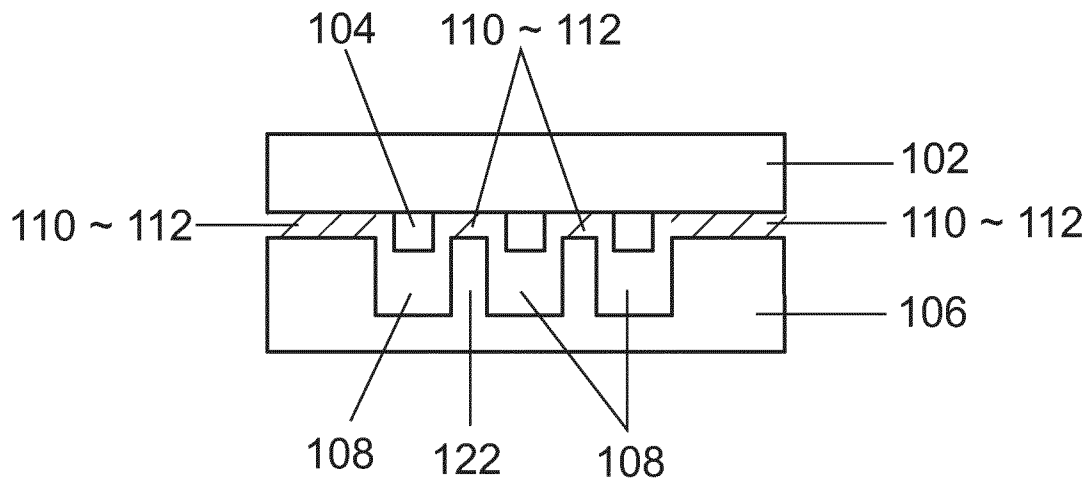


FIG 13

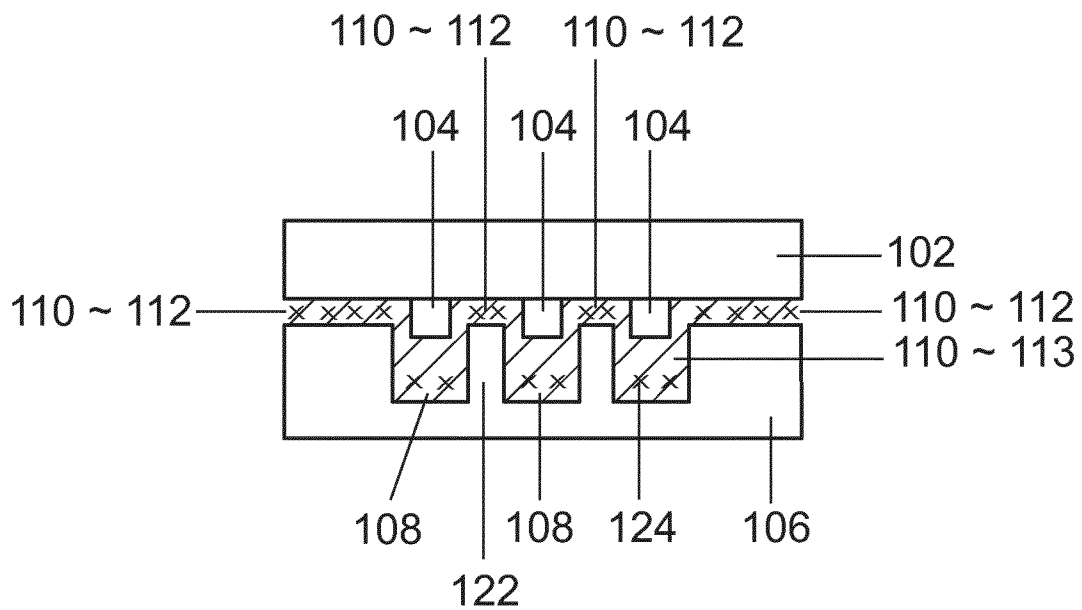


FIG 14

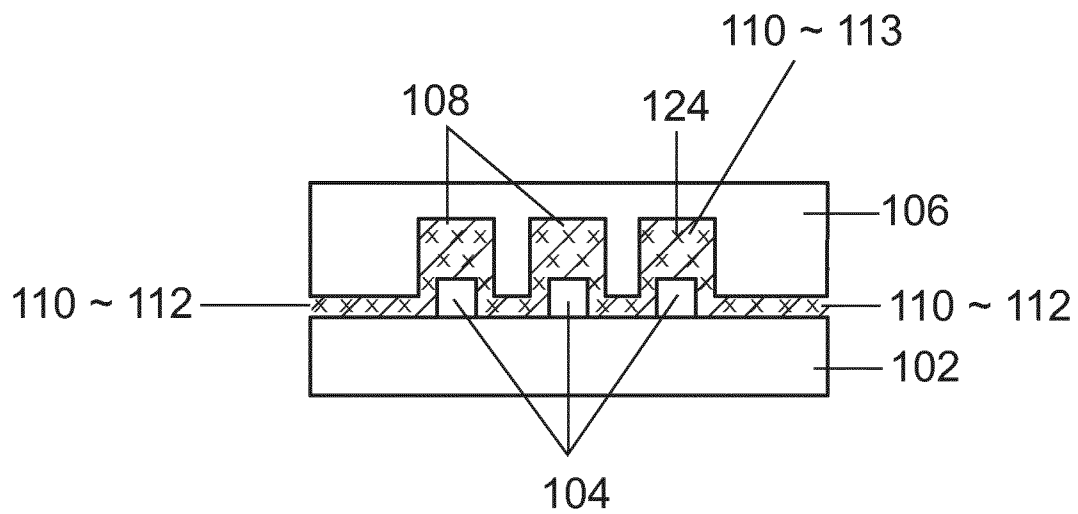


FIG 15

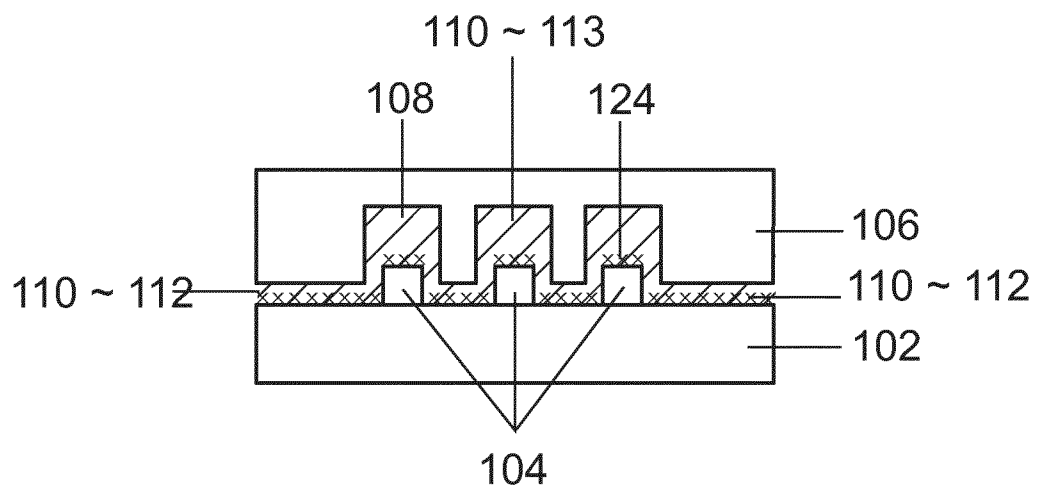


FIG 16