(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
19. November 2020 (19.11.2020)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/229607 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 33/14 (2010.01) *H01L 33/24* (2010.01)
H01L 33/00 (2010.01) *H01L 33/38* (2010.01)
H01L 33/58 (2010.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/063480

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. Mai 2020 (14.05.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 112 762.9
15. Mai 2019 (15.05.2019) DE

(71) Anmelder: **OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH** [DE/DE]; Leibnizstr. 4, 93055 Regensburg (DE).

(72) Erfinder: **HERRMANN, Siegfried**; Hauptstr. 24, 94362 Neukirchen (DE).

(74) Anwalt: **EPPING HERMANN FISCHER PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH**; Schloßschmidstr. 5, 80639 München (DE).

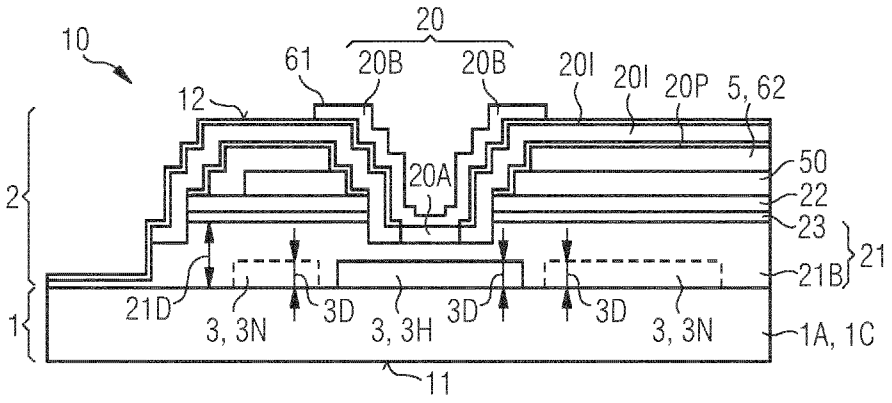
(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

WO 2020/229607 A1

(54) **Title:** COMPONENT WITH BURIED DOPED REGIONS, AND METHOD FOR PRODUCING A COMPONENT

(54) **Bezeichnung:** BAUELEMENT MIT VERGRABENEN DOTIERTEN BEREICHEN UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES BAUELEMENTS

FIG 4A



(57) **Abstract:** The invention relates to a component (10) with a support (1, 1A, 1C) and a main part (2) arranged on the support. The main part has a first semiconductor layer (21) of a first charge carrier type, a second semiconductor layer (22) of a second charge carrier type, and an optically active zone (23) lying between the semiconductor layers. The first semiconductor layer has a continuous main layer (21B) and local regions (3, 3H, 3N), which are buried in the main layer at least in some areas and are laterally enclosed by the main layer. Furthermore, the local regions are designed to be doped and are thus designed to adjust local electric and local optical properties of the first semiconductor layer, wherein the local regions have a lower vertical layer thickness (3D) in comparison to the first semiconductor layer. The invention additionally relates to a method for producing such a component.

(57) **Zusammenfassung:** Es wird ein Bauelement (10) mit einem Träger (1, 1A, 1C) und einem auf dem Träger angeordneten Hauptkörper (2) angegeben, bei dem der Hauptkörper eine erste Halbleiterschicht (21) eines ersten Ladungsträgertyps, eine zweite Halbleiterschicht (22) eines zweiten Ladungsträgertyps und eine dazwischenliegende optisch aktive Zone (23) aufweist. Die erste Halbleiterschicht weist eine zusammenhängende Hauptschicht (21B) und lokale Bereiche (3, 3H, 3N) auf, die zumindest stellenweise in der Hauptschicht vergraben zumindest stellenweise in der Hauptschicht vergraben und von der Hauptschicht lateral umschlossen sind. Außerdem sind die lokalen Bereiche dotiert ausgeführt und somit zur Einstellung lokaler elektrischer und lokaler optischer Eigenschaften der ersten Halbleiterschicht eingerichtet, wobei die lokalen Bereiche im Vergleich zu der ersten Halbleiterschicht eine geringere

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

vertikale Schichtdicke (3D) aufweisen. Des Weiteren wird ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Bauelements angegeben.

Beschreibung

BAUELEMENT MIT VERGRABENEN DOTIERTEN BEREICHEN UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES BAUELEMENTS

Es wird ein Bauelement, insbesondere ein Bauelement mit vergrabenen dotierten Bereichen angegeben. Des Weiteren wird ein Verfahren zur Herstellung eines Bauelements angegeben.

Im Grenzbereich betriebene LED-Halbleiterchips, insbesondere Hochstrom-LED-Halbleiterchips leiden oft unter der Inhomogenität bezüglich der Stromverteilung innerhalb der Halbleiterschichten, die dazu führt, dass die Leuchtdichte nicht homogen verteilt wird. Werden die Halbleiterschichten jedoch hoch dotiert, um die elektrische Leitfähigkeit zu erhöhen, nimmt die Effizienz bezüglich der Lichtauskopplung ab, da die Lichtabsorption der Halbleiterschichten mit zunehmender Dotierkonzentration entsprechend zunimmt.

Eine Aufgabe ist es, ein Bauelement mit verbesserten elektrischen Eigenschaften und verbesserten optischen Eigenschaften anzugeben. Eine weitere Aufgabe besteht darin, ein Bauelement mit erhöhter Effizienz mittels eines vereinfachten und kosteneffizienten Verfahrens herzustellen.

Diese Aufgaben werden durch das Bauelement und durch das Verfahren zur Herstellung eines Bauelements gemäß den unabhängigen Ansprüchen gelöst. Weitere Ausgestaltungen und Weiterbildungen des Verfahrens oder des Bauelements sind Gegenstand der weiteren Ansprüche.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform eines Bauelements, weist dieses einen Träger und einen auf dem Träger

angeordneten Hauptkörper auf. Der Träger kann ein Aufwachssubstrat sein, auf dem der Hauptkörper oder ein Halbleiterkörper des Hauptkörpers epitaktisch aufgewachsen ist. Zum Beispiel basiert der Halbleiterkörper oder der Hauptkörper auf einem Verbindungshalbleitermaterial, etwa auf einem III-V- oder II-VI-Verbindungshalbleitermaterial. Der Träger kann Saphirsubstrat oder ein Halbleitersubstrat sein. Abweichend davon ist es möglich, dass der Träger verschieden von einem Aufwachssubstrat ist. Zum Beispiel ist der Träger zur elektrischen Kontaktierung des Hauptkörpers eingerichtet. Insbesondere kann der Träger metallische Schichten oder metallische Leiterbahnen aufweisen, die mit dem Hauptkörper elektrisch leitend verbunden sind. Beispielsweise kann der Träger eine Leiterplatte sein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements weist der Hauptkörper eine erste Halbleiterschicht eines ersten Ladungsträgertyps und eine zweite Halbleiterschicht eines von dem ersten Ladungsträgertyp verschiedenen zweiten Ladungsträgertyps auf. Zum Beispiel sind die erste Halbleiterschicht und die zweite Halbleiterschicht n-leitend beziehungsweise p-leitend ausgeführt, oder umgekehrt. Insbesondere weist der Hauptkörper eine optisch aktive Zone auf, die zwischen der ersten Halbleiterschicht und der zweiten Halbleiterschicht angeordnet. Zum Beispiel ist die optisch aktive Zone eine pn-Übergangszone oder eine Zone mit einer Mehrfachquantentopfstruktur. Im Betrieb des Bauelements ist die optisch aktive Zone insbesondere dazu eingerichtet, elektromagnetische Strahlung im sichtbaren, ultravioletten oder im infraroten Spektralbereich zu emittieren oder zu detektieren. Das Bauelement oder der Hauptkörper des Bauelements weist insbesondere eine Diodenstruktur auf. Zum

Beispiel ist das Bauelement eine lichtemittierende Diode, etwa eine sogenannte Mikro-LED.

Die erste Halbleiterschicht und die zweite Halbleiterschicht können jeweils eine Mehrzahl von Teilschichten aufweisen, die entlang einer vertikalen Richtung übereinander angeordnet sind. Zum Beispiel basieren die Teilschichten der ersten Halbleiterschicht und/oder die Teilschichten der zweiten Halbleiterschicht oder alle Halbleiterschichten des Hauptkörpers auf demselben Verbindungshalbleitermaterial.

Mehrere Schichten oder Teilschichten basieren auf demselben III-V-Verbindungshalbleitermaterial, wenn diese ein gleiches Element aus der dritten Hauptgruppe und ein gleiches Element aus der fünften Hauptgruppe des Periodensystems der Elemente aufweisen. Analog basieren die Schichten auf demselben II-VI-Verbindungshalbleitermaterial, wenn diese ein gleiches Element aus der zweiten Hauptgruppe und ein gleiches Element aus der sechsten Hauptgruppe des Periodensystems der Elemente aufweisen. Das Verbindungshalbleitermaterial selbst kann aus einer Gruppe der binären, ternären oder quaternären Verbindungen sein und kann Dotierstoffe sowie zusätzliche Bestandteile aufweisen. Zum Beispiel basieren die erste Halbleiterschicht und die zweite Halbleiterschicht jeweils auf GaN. In diesem Fall können die Teilschichten der ersten und/oder zweiten Halbleiterschichten aus intrinsischen oder n-dotierten oder p-dotierten GaN-, GaAlN-, InGaAlN-Schichten gebildet sein.

Unter einer vertikalen Richtung wird allgemein eine Richtung verstanden, die senkrecht zu einer Haupterstreckungsfläche des Trägers oder des Hauptkörpers gerichtet ist. Unter einer lateralen Richtung wird dagegen eine Richtung verstanden, die

insbesondere parallel zu der Haupterstreckungsfläche des Trägers oder des Hauptkörpers verläuft. Die vertikale Richtung und die laterale Richtung sind quer, etwa orthogonal zueinander.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements weist die erste Halbleiterschicht eine Mehrzahl von lokalen Bereichen auf, die dotiert ausgeführt sind. Die lokalen dotierten Bereiche sind insbesondere einzelne Regionen der ersten Halbleiterschicht, die in lateralen Richtungen voneinander räumlich beabstandet sind. Zwischen den lateral beabstandeten dotierten Bereichen befinden sich insbesondere weitere Bereiche der ersten Halbleiterschicht, die zum Beispiel nicht dotiert sind oder im Vergleich zu den lokalen dotierten Bereichen eine andere Dotierkonzentration aufweisen. Im Rahmen der Herstellungstoleranzen ist ein einzelner, lokaler und dotierter Bereich der ersten Halbleiterschicht insbesondere eine abgeschlossene Region der Halbleiterschicht mit gleicher Dotierkonzentration.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements weist die erste Halbleiterschicht eine Hauptschicht auf. Die Hauptschicht ist insbesondere zusammenhängend ausgebildet und grenzt etwa unmittelbar an die lokalen Bereiche, zum Beispiel an alle lokalen Bereiche der ersten Halbleiterschicht an. Die Hauptschicht ist zumindest bereichsweise in der vertikalen Richtung zwischen der optisch aktiven Zone und den lokalen Bereichen der ersten Halbleiterschicht angeordnet. Die Hauptschicht kann durch eine einzelne Schicht, eine Schichtenfolge oder durch eine Mehrzahl von Teilschichten gebildet sein.

Insbesondere sind die lokalen Bereiche zumindest teilweise oder vollständig in der Hauptschicht vergraben. In den lateralen Richtungen können die lokalen Bereiche von der Hauptschicht umschlossen, insbesondere vollständig umschlossen sein. In Draufsicht auf den Träger können die lokalen Bereiche von der Hauptschicht vollständig bedeckt sein. Insbesondere weisen die lokalen Bereiche Seitenflächen und der aktiven Zone zugewandte Oberflächen auf, die von der Hauptschicht teilweise oder vollständig bedeckt sind. Insbesondere sind die lokalen Bereiche durch das Material der Hauptschicht miteinander mechanisch verbunden. Es ist möglich, dass die lokalen Bereiche der aktiven Zone abgewandte Oberflächen aufweisen, die frei von einer Bedeckung durch das Material der Hauptschicht sind. Entlang einer vertikalen Richtung können die lokalen Bereiche und die Hauptschicht bündig abschließen. Sind die lokalen Bereiche in der Hauptschicht jedoch vollständig vergraben oder eingebettet, weisen die lokalen Bereiche keine Stellen auf, die nicht durch die Hauptschicht bedeckt sind.

Insbesondere unterscheiden sich die lokalen Bereiche von der Hauptschicht zumindest dadurch, dass die lokalen Bereiche und die Hauptschicht unterschiedlich dotiert sind, also unterschiedliche Dotierstoffen aufweisen, und/oder unterschiedliche Dotierkonzentrationen aufweisen. Die lokalen Bereiche und die Hauptschicht können jedoch auf demselben Verbindungshalbleitermaterial zum Beispiel auf GaN, GaP oder GaAs basieren. Insbesondere aufgrund der unterschiedlichen Dotierungen und/oder Dotierkonzentrationen können die Hauptschicht und die lokalen Bereiche der ersten Halbleiterschicht unterschiedliche elektrische und optische Eigenschaften aufweisen. Durch gezielte Ausgestaltungen der lokalen Bereiche der ersten Halbleiterschicht können die

Stromverteilung, die Lichteinkopplung und/oder die Lichtauskopplung des Bauelements verbessert werden. Zum Beispiel können diejenigen lokalen Bereiche, die vorrangig für die Stromverteilung innerhalb der ersten Halbleiterschicht eingerichtet sind, im Vergleich zu ihrer Umgebung höher dotiert sein. Diese lokalen Bereiche bilden insbesondere Stromverteilungsstege mit einem verringerten elektrischen Widerstand innerhalb der ersten Halbleiterschicht. Diejenigen lokalen Bereiche, die für die Erzeugung und Transmission von elektromagnetischer Strahlung, zum Beispiel für die Auskopplung von elektromagnetischer Strahlung, eingerichtet sind, können im Vergleich zu ihrer Umgebung niedriger dotiert sein. Im Vergleich zu ihrer Umgebung weisen diese lokalen Bereiche einen geringeren Absorptionsgrad auf und bilden somit optisch begünstigte Fenster der ersten Halbleiterschicht, durch die elektromagnetische Strahlung ohne wesentliche Verluste hindurch transmittiert werden kann.

Je nach Anwendung ist es denkbar, dass die erste Halbleiterschicht neben der Hauptschicht entweder lokale hoch dotierte Bereiche oder lokale niedrig dotierte Bereiche aufweist. Weist die Hauptschicht zum Beispiel eine höhere Dotierkonzentration auf als die lokalen Bereiche, kann die Hauptschicht ein System aus Stromverteilungsstegen, insbesondere aus zusammenhängenden Stromverteilungsstegen bilden, wobei die lokalen Bereiche als optisch begünstigte Fenster der ersten Halbleiterschicht dienen. Weist die Hauptschicht umgekehrt eine niedrigere Dotierkonzentration auf als die lokalen Bereiche, kann die Hauptschicht als optisch begünstigtes Fenster der ersten Halbleiterschicht dienen, wobei die lokalen dotierten Bereiche die Stromverteilungsstege innerhalb der ersten Halbleiterschicht

bilden. Auch ist es möglich, dass die Halbleiterschicht neben der Hauptschicht sowohl lokale hoch dotierte Bereiche als auch lokale niedrig dotierte Bereiche aufweisen. Die Hauptschicht kann dotiert oder intrinsisch ausgeführt sein.

In mindestens einer Ausführungsform des Bauelements weist dieses einen Träger und einen auf dem Träger angeordneten Hauptkörper auf. Der Hauptkörper weist eine erste Halbleiterschicht eines ersten Ladungsträgertyps, eine zweite Halbleiterschicht eines zweiten Ladungsträgertyps und eine dazwischenliegende optisch aktive Zone auf. Die erste Halbleiterschicht weist eine zusammenhängende Hauptschicht und lokale Bereiche auf, wobei die lokalen Bereiche zumindest stellenweise in der Hauptschicht vergraben und von der Hauptschicht lateral umschlossen sind. Die lokalen Bereiche sind bevorzugt dotiert ausgeführt und somit zur Einstellung lokaler elektrischer und lokaler optischer Eigenschaften der ersten Halbleiterschicht eingerichtet. Insbesondere weisen die lokalen Bereiche im Vergleich zu der ersten Halbleiterschicht eine geringere vertikale Schichtdicke auf. Die lokalen Bereiche sind somit zumindest teilweise insbesondere in der ersten Halbleiterschicht vergraben.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements sind die lokalen Bereiche einzelne voneinander lateral beabstandete Bereiche der ersten Halbleiterschicht. Die Hauptschicht ist in der vertikalen Richtung zumindest teilweise zwischen der aktiven Zone und den lokalen Bereichen angeordnet. Die lokalen Bereiche können dieselbe Materialzusammensetzung aufweisen. Im Rahmen der Herstellungstoleranzen können die lokalen Bereiche gleiche oder unterschiedliche Dotierkonzentrationen aufweisen. Die lokalen Bereiche, insbesondere alle lokalen Bereiche können

eine höhere oder eine niedrigere Dotierkonzentration aufweisen als die Hauptschicht. Es ist jedoch möglich, dass einige der lokalen Bereiche eine höhere Dotierkonzentration aufweisen als die Hauptschicht, während andere lokale Bereiche eine niedrigere Dotierkonzentration aufweisen als die Hauptschicht.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements basieren die lokalen Bereiche und die Hauptschicht auf demselben Halbleitermaterial. Insbesondere weist die Hauptschicht eine größere maximale vertikale Schichtdicke auf als die lokalen Bereiche. Mit anderen Worten weisen die lokalen Bereiche eine maximale vertikale Schichtdicke auf, die kleiner ist als die maximale vertikale Schichtdicke der Hauptschicht. Zum Beispiel sind die lokalen Bereiche in lateralen Richtungen durch Zwischenbereiche voneinander räumlich beabstandet, wobei die Zwischenbereiche durch Material der Hauptschicht aufgefüllt, insbesondere vollständig aufgefüllt sind. In Draufsicht bedeckt die Hauptschicht die lokalen Bereiche insbesondere vollständig. Die lokalen Bereiche weisen somit insbesondere eine geringere maximale und insbesondere auch eine geringere mittlere vertikale Schichtdicke auf als die Hauptschicht.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements weist die Hauptschicht der ersten Halbleiterschicht eine erste Dotierkonzentration auf. Bevorzugt weisen die lokale Bereiche eine Dotierkonzentration aufweist, die sich um mindestens 5 %, 10 %, 50 %, 100 % oder um 1000 % von der ersten Dotierkonzentration der Hauptschicht unterscheidet.
Im Zweifel wird unter einer Dotierkonzentration einer Schicht oder eines Bereiches die mittlere Dotierkonzentration dieser Schicht oder dieses Bereiches verstanden.

Ist die Hauptschicht niedrig dotiert oder weist die Hauptschicht lediglich Spuren von Dotierstoffen auf, kann ein Verhältnis der Dotierkonzentration der lokalen Bereiche zu der Dotierkonzentration der Hauptschicht mindestens 10, 10^2, 10^3, 10^4, 10^5 oder mindestens 10^6 betragen. Ist die Hauptschicht dagegen hoch dotiert und die lokalen Bereiche niedrig dotiert, kann ein Verhältnis der Dotierkonzentration der Hauptschicht zu der Dotierkonzentration der lokalen Bereiche mindestens 10, 10^2, 10^3, 10^4, 10^5 oder mindestens 10^6 betragen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements ist die erste Halbleiterschicht n-leitend ausgeführt ist. Die Hauptschicht kann eine maximale Dotierkonzentration oder eine tatsächliche Dotierkonzentration zwischen einschließlich 4.10^{18} cm^{-3} und 4.10^{19} cm^{-3} aufweisen.

Die n-dotierten lokalen Bereiche sind bereichsweise bevorzugt als Stromverteilungsstege ausgeführt, die einen geringeren elektrischen Widerstand aufweisen als die Hauptschicht. Dies kann dadurch erzielt werden, dass eine Dotierkonzentration der Stromverteilungsstege um mindestens 5 %, 10 %, 50 %, 100 % oder um mindestens 1000 % größer ist als die Dotierkonzentration der Hauptschicht. Die Hauptschicht und die lokalen Bereiche können dieselben Dotierstoffe aufweisen.

Alternativ oder ergänzend ist es möglich, dass die lokalen n-dotierten Bereiche bereichsweise als optisch begünstigte Fenster ausgeführt sind, die für eine im Betrieb des Bauelements von der optisch aktiven Zone emittierte Strahlung einen größeren Transmissionsgrad aufweisen als die Hauptschicht. Dies kann erzielt werden, indem die optisch begünstigten Fenster eine Dotierkonzentration aufweisen, die

um mindestens 5 %, 10 %, 50 %, 100 % oder um mindestens 1000 % kleiner ist als die Dotierkonzentration der Hauptschicht.

Es ist möglich, dass die lokalen Bereiche unterschiedliche Dotierkonzentrationen aufweisen. Zum Beispiel können einige der lokalen Bereiche als Stromverteilungsstege ausgeführt sein. Andere lokale Bereiche können als optisch begünstigte Fenster der ersten Halbleiterschicht ausgeführt sein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements ist die Dotierkonzentration der Hauptschicht, insbesondere die mittlere Dotierkonzentration oder die tatsächliche Dotierkonzentration der Hauptschicht, zwischen einschließlich 1.10^{17} cm^{-3} und 4.10^{19} cm^{-3} oder zwischen einschließlich 4.10^{18} cm^{-3} und 4.10^{19} cm^{-3}. Abweichend davon ist es möglich, dass die Hauptschicht eine geringere Dotierkonzentration oder lediglich Spuren von Dotierstoffen aufweist, die zum Beispiel aus den lokalen dotierten Bereichen in die Hauptschicht eindiffundiert sind.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements ist die erste Halbleiterschicht p-leitend ausgeführt. Die Hauptschicht kann eine maximale Dotierkonzentration oder eine tatsächliche Dotierkonzentration zwischen einschließlich 1.10^{17} cm^{-3} und 3.10^{18} cm^{-3} aufweisen.

Die p-dotierten lokalen Bereiche sind bereichsweise bevorzugt als Stromverteilungsstege ausgeführt, die einen geringeren elektrischen Widerstand aufweisen als die Hauptschicht. Dies kann erzielt werden, indem eine Dotierkonzentration der Stromverteilungsstege um mindestens 5 %, 10 %, 50 %, 100 % oder um mindestens 1000 % größer ist als die

Dotierkonzentration der Hauptschicht. Die Hauptschicht und die lokalen Bereiche können dieselben Dotierstoffe aufweisen.

Alternativ oder ergänzend ist es möglich, dass die p-dotierten lokalen Bereiche sind bereichsweise als optisch begünstigte Fenster ausgeführt, die für eine im Betrieb des Bauelements von der optisch aktiven Zone emittierte Strahlung einen größeren Transmissionsgrad aufweisen als die Hauptschicht. Dies kann erzielt werden, indem die optisch begünstigten Fenster eine Dotierkonzentration aufweisen, die um mindestens 5 %, 10 %, 50 %, 100 % oder um mindestens 1000 % kleiner ist als die Dotierkonzentration der Hauptschicht.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements weist die zweite Halbleiterschicht eine zusammenhängende Hauptschicht und lokale Bereiche auf, wobei die lokalen Bereiche zumindest stellenweise in der Hauptschicht der zweiten Halbleiterschicht vergraben und von der Hauptschicht der zweiten Halbleiterschicht lateral umschlossen sind. Die lokalen Bereiche sind bevorzugt dotiert ausgeführt und somit zur Einstellung lokaler elektrischer und lokaler optischer Eigenschaften der zweiten Halbleiterschicht eingerichtet. Insbesondere weisen die lokalen Bereiche im Vergleich zu der zweiten Halbleiterschicht eine geringere vertikale Schichtdicke auf.

Analog zu der ersten Halbleiterschicht ist es möglich, dass die zweite Halbleiterschicht ebenfalls lokale Bereiche mit unterschiedlichen Dotierkonzentrationen aufweisen, wobei die lokalen Bereiche der zweiten Halbleiterschicht als Stromverteilungsstege oder als optisch begünstigte Fenster der zweiten Halbleiterschicht ausgeführt sind. Es ist ebenfalls möglich, dass einige der lokalen Bereiche als

Stromverteilungsstege ausgeführt und andere lokale Bereiche als optisch begünstigte Fenster der zweiten Halbleiterschicht ausgeführt sind.

Die zweite Halbleiterschicht kann bezüglich der Hauptschicht und der lokalen dotierten Bereiche analog zu der ersten Halbleiterschicht ausgebildet sein. Die im Zusammenhang mit der ersten Halbleiterschicht offenbarten Merkmale insbesondere bezüglich der Hauptschicht, der lokalen Bereiche, der unterschiedlichen Dotierungen und/oder Dotierkonzentrationen in der Hauptschicht und in den lokalen Bereichen können daher für die zweite Halbleiterschicht herangezogen werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements sind die lokalen Bereiche der ersten und/oder der zweiten Halbleiterschicht bereichsweise als Stromverteilungsstege und bereichsweise als optisch begünstigte Fenster ausgeführt, wobei die Stromverteilungsstege eine höhere Dotierkonzentration aufweisen als die optisch begünstigten Fenster. Zum Beispiel weisen die Stromverteilungsstege eine Dotierkonzentration auf, die sich um mindestens 5 %, 10 %, 50 %, 100 % oder um 1000 % von der Dotierkonzentration der optisch begünstigten Fenster unterscheidet. Es ist möglich, dass einige der lokalen Bereiche, die als Stromverteilungsstege ausgeführt sind, hoch dotiert sind, während andere lokale Bereiche, als optisch begünstigte Fenster ausgeführt sind, niedrig dotiert sind, sodass ein Verhältnis der Dotierkonzentration der hoch dotierten Bereiche zu der Dotierkonzentration der niedrig dotierten Bereiche auch mindestens 10, 10^2, 10^3, 10^4, 10^5 oder mindestens 10^6 sein kann, zum Beispiel zwischen einschließlich 10 und 10^{16}.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements weist dieses mehrere lateral beabstandete Durchkontaktierungen auf, wobei sich die Durchkontaktierungen zur elektrischen Kontaktierung der ersten Halbleiterschicht durch die zweite Halbleiterschicht und die aktive Zone hindurch in die erste Halbleiterschicht hinein erstrecken. In Draufsicht auf den Träger können zumindest einige der Durchkontaktierungen mit den lokalen als Stromverteilungsstege ausgeführten Bereichen überlappen. In Draufsicht können die Stromerweiterungsstege derart ausgebildet sein, dass diese von der zugehörigen Durchkontaktierung oder von den Durchkontaktierungen lateral wegführen. Auch ist es möglich, dass mehrere Stromerweiterungsstege an einer Durchkontaktierung zusammentreffen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements sind die Durchkontaktierungen und die lokalen als optisch begünstigte Fenster ausgeführten Bereiche in Draufsicht auf den Träger frei von Überlappungen. Es ist möglich, dass mehrere Durchkontaktierungen und/oder mehrere lokale als Stromverteilungsstege ausgeführte Bereiche derart um einen lokalen als optisch begünstigtes Fenster ausgeführten Bereich angeordnet sind, dass dieser in lateralen Richtungen von den Durchkontaktierungen und/oder von den Stromverteilungsstegen umgeben sind.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements sind die vergrabenen Bereiche epitaktisch gebildete Halbleiterbereiche. Die vergrabenen Bereiche der ersten Halbleiterschicht oder der zweiten Halbleiterschicht können aus dem gleichen Material gebildet sein. Es ist jedoch möglich, dass verschiedene lokale vergrabene Bereiche

unterschiedliche Dotierkonzentrationen und/oder unterschiedliche Dotierstoffe aufweisen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements weist dieses eine Kontaktstelle zur externen elektrischen Kontaktierung des Bauelements auf. Die lokalen Bereiche sind bereichsweise als Stromverteilungsstege ausgeführt. Bevorzugt weisen die Stromverteilungsstege bezüglich ihrer Dotierkonzentration einen Gradienten auf, sodass die Stromverteilungsstege mit einem ersten lateralen Abstand zur Kontaktstelle eine höhere Dotierkonzentration aufweisen als die Stromverteilungsstege mit einem zweiten lateralen Abstand zur Kontaktstelle, wobei der erste Abstand kleiner ist als der zweite Abstand. Durch eine solche Ausgestaltung der Dotierkonzentrationen weist die erste oder die zweite Halbleiterschicht mit zunehmender Nähe zu der Kontaktstelle Regionen mit verringertem elektrischem Widerstand auf, sodass elektrische Ladungsträger besser von der Kontaktstelle abgeführt und somit gleichmäßig in der ersten oder zweiten Halbleiterschicht verteilt werden können.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements weist die optisch aktive Zone eine innere vertikale Stufe im Hauptkörper auf. Insbesondere weisen die erste Halbleiterschicht und die zweite Halbleiterschicht an der Stufe der aktiven Zone jeweils einen entsprechenden vertikalen Sprung auf. Die aktive Zone kann zumindest zwei Teilregionen aufweisen, die zwar mechanisch miteinander verbunden jedoch vertikal versetzt zueinander angeordnet sind. Die vertikale Versetzung innerhalb der aktiven Zone kann zu einem sogenannten Purcell-Effekt führen, bei dem die Wahrscheinlichkeit spontaner Emission und somit die Emissionsrate erhöht werden kann.

Der vertikale Sprung kann eine abrupte oder durch eine allmähliche Änderung in der Schichtstruktur des Halbleiterkörpers oder des Hauptkörpers sein. Der vertikale Sprung oder die vertikale Stufe kann einen Übergangsbereich zum Beispiel in Form einer horizontalen kontinuierlichen Abflachung aufweisen. Es ist möglich, dass der vertikale Sprung oder die vertikale Stufe der aktiven Zone kontinuierlich in darüber oder darunter liegende insbesondere ebene Schichten übergeht, sodass vertikale Sprung oder die vertikale Stufe in den weiteren Halbleiterschichten flacher ausgestaltet ist. Insbesondere können die Kanten der Stufe abgeflacht oder abgerundet ausgeführt sein. Es ist jedoch möglich, dass die Stufe oder der vertikale Sprung nicht nur im Bereich der aktiven Zone sondern auch in weiteren Schichten des Halbleiterkörpers gebildet ist. Zum Beispiel kann sich die Stufe oder der vertikale Sprung auch im Aufbau der Quantentopfstruktur wiederfinden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements weist dieses Auskoppelstrukturen zur Erhöhung der Auskoppeleffizienz elektromagnetischer Strahlung auf, wobei sich die Auskoppelstrukturen bereichsweise auf dem Hauptkörper und/oder innerhalb des Hauptkörpers befinden. Die äußeren Auskoppelstrukturen können durch Strukturierung einer äußeren Halbleiterschicht gebildet werden. Die inneren Auskoppelstrukturen können durch die Anwendung eines strukturierten Aufwachssubstrats erzeugt werden. Ein strukturiertes Aufwachssubstrat weist insbesondere eine freiliegende Wachstumsfläche auf, auf die Halbleitermaterial zur Ausbildung des Hauptkörpers direkt aufgebracht werden kann. Ein solches Aufwachssubstrat kann ein strukturiertes Saphirsubstrat sein.

In einer Ausführungsform einer Lichtquelle weist diese ein Bauelement, insbesondere ein hier beschriebenes Bauelement auf, wobei die optisch aktive Zone im Betrieb des Bauelements zur Erzeugung elektromagnetischer Strahlung im sichtbaren, infraroten oder im ultravioletten Spektralbereich eingerichtet ist. Die Lichtquelle kann in der Allgemeinbeleuchtung oder in einem Scheinwerfer eines Kraftfahrzeugs eingesetzt werden. Auch ist es denkbar, dass die Lichtquelle oder das Bauelement in elektronischen Geräten, Handys, Touchpads, Laserdrucker, Kameras, Erkennungskameras, Displays oder in Systemen aus LEDs, Sensoren, Laserdioden und/oder Detektoren Anwendung finden. Das Bauelement kann ein Hochstrombetrieb-LED sein. Auch ist es möglich, dass das Bauelement ein Niedrigstrombetrieb-LED, insbesondere ein Saphir-LED, etwa in Form eines Flipchips. Außerdem kann das Bauelement ein Festkörper-Bauelement sein, etwa ein Festkörper-LED oder ein Festkörperlaser.

In mindestens einer Ausführungsform eines Verfahrens zur Herstellung eines Bauelements wird eine Mehrzahl von lateral beabstandeten und dotierten Bereichen aus einem Halbleitermaterial auf einem Aufwachssubstrat ausgebildet. Der Hauptkörper des herzustellenden Bauelements weist eine erste Halbleiterschicht eines ersten Ladungsträgertyps, eine zweite Halbleiterschicht eines zweiten Ladungsträgertyps und eine dazwischenliegende optisch aktive Zone auf. Nach dem Ausbilden der dotierten Bereiche auf dem Aufwachssubstrat werden diese mit Halbleitermaterialien zur Formung des Hauptkörpers insbesondere derart überwachsen, dass die dotierten Bereiche als integrale Teilbereiche der ersten Halbleiterschicht gebildet sind. Die erste Halbleiterschicht weist außerdem eine zusammenhängende Hauptschicht auf, wobei die dotierten Bereiche zumindest stellenweise in der

Hauptschicht vergraben und von der Hauptschicht lateral umschlossen sind. Die dotierten Bereiche sind insbesondere zur Einstellung lokaler elektrischer und lokaler optischer Eigenschaften der ersten Halbleiterschicht eingerichtet. Die lokalen Bereiche weisen dabei im Vergleich zu der ersten Halbleiterschicht eine geringere vertikale Schichtdicke auf.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens zur Herstellung eines Bauelements werden mehrere lateral beabstandete Durchkontaktierungen zur elektrischen Kontaktierung der ersten Halbleiterschicht derart gebildet, dass sich die Durchkontaktierungen durch die zweite Halbleiterschicht und die aktive Zone hindurch in die erste Halbleiterschicht hinein erstrecken. Das Ausbilden der Durchkontaktierungen erfolgt bevorzugt justiert zu den lokalen vergrabenen dotierten Bereichen. Die Positionen der Durchkontaktierungen können durch die Positionen der lokalen dotierten Bereiche vorgegeben sein. Zum Beispiel weisen die Durchkontaktierungen in Draufsicht Überlappungen mit den höher dotierten Bereichen und keine Überlappungen mit den niedriger dotierten Bereichen der ersten und/oder der zweiten Halbleiterschicht auf.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens wird der Hauptkörper zunächst als Teil eines Hauptkörperverbunds gebildet, wobei der Hauptkörper derart aus dem Hauptkörperverbund vereinzelt wird, dass der Hauptkörper an die Form eines lokalen dotierten Bereichs oder an die Form oder die Anordnung mehrerer lokaler dotierter Bereiche angepasst ist. Zum Beispiel können der Hauptkörper und zumindest ein lokaler dotierter Bereich der ersten oder zweiten Halbleiterschicht die gleiche Geometrie aufweisen. In diesem Sinne kann der Hauptkörper kongruent zu dem lokalen

dotierten Bereich gebildet werden. Eine solche kongruente Geometrie des Hauptkörpers und des lokalen dotierten Bereichs oder eine Anpassung des Hauptkörpers an die Geometrie oder an die Anordnung der lokalen dotierten Bereiche kann am fertiggestellten Bauelement festgestellt werden. Die dotierten Bereiche sind insbesondere epitaktisch in dem Hauptkörper integriert. Die dotierten Bereiche sind insbesondere mit den Strukturen des Bauelements, insbesondere mit den Chipstrukturen geometrisch korreliert.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens werden zur Bildung der lokalen dotierten Bereiche zunächst homogene insbesondere zusammenhängende Schichten aufgewachsen. Anschließend kann eine Maskenstruktur, zum Beispiel eine SiN-Maske, auf diese Schichten aufgebracht werden. Mit Hilfe der Maskenstruktur kann eine regionale Diffusion von Dotierstoffen insbesondere im Epitaxie-Reaktor zur Erhöhung der lokalen n- oder p-Dotierkonzentration durchgeführt werden. Die Maskenstruktur kann entfernt werden, bevor weitere Halbleiterschichten insbesondere mit der aktiven Zone, auf die lokalen dotierten Bereiche aufgebracht werden. Als eine Alternative zur lokalen Diffusion von Dotierstoffen ist es möglich, die lokalen dotierten Bereiche mit erhöhter lokaler n- oder p-Dotierkonzentration durch regionales Wachsen von geometrischen Schichtstrukturen insbesondere im Epitaxie-Reaktor zu erzeugen. Hierfür kann ebenfalls eine Maskenstruktur Anwendung finden, die vor dem Aufbringen weiterer Halbleiterschichten insbesondere mit der aktiven Zone auf die lokalen dotierten Bereiche entfernt wird.

Weitere bevorzugte Ausführungsformen des Bauelements sowie des Verfahrens ergeben sich aus den im Folgenden in

Verbindung mit den Figuren 1A bis 10 erläuterten Ausführungsbeispielen. Es zeigen:

Figuren 1A, 1B und 1C schematische Darstellungen verschiedener Vergleichsbeispiele eines Bauelements,

Figuren 2A, 2B, 2C, 2D und 2E schematische Darstellungen eines Ausführungsbeispiels eines Bauelements,

Figuren 3A, 3B, 4A und 4B schematische Darstellungen eines weiteren Ausführungsbeispiels eines Bauelements,

Figuren 5A, 5B und 5C schematische Darstellungen zur Erläuterung des Grundprinzips eines hier beschriebenen Bauelements,

Figuren 6A, 6B, 6C, 7A und 7B schematische Darstellungen einiger Verfahrensschritte eines Ausführungsbeispiels zur Herstellung eines Bauelements,

Figuren 8A und 8B schematische Darstellungen einiger Kurven bezüglich der Dotierkonzentration oder abhängig von den verschiedenen Dotierkonzentrationen, und

Figuren 9A, 9B, 9C und 10 schematische Darstellungen weiterer Ausführungsbeispiele eines Bauelements.

Gleiche, gleichartige oder gleich wirkende Elemente sind in den Figuren mit gleichen Bezugszeichen versehen. Die Figuren sind jeweils schematische Darstellungen und daher nicht unbedingt maßstabsgetreu. Vielmehr können vergleichsweise kleine Elemente und insbesondere Schichtdicken zur Verdeutlichung übertrieben groß dargestellt werden.

In Figur ein 1A ist Vergleichsbeispiel für ein Bauelement 10 schematisch dargestellt, das einen Träger 1 und einen auf dem Träger 1 angeordneten Hauptkörper 2 aufweist. Der Hauptkörper 2 kann ein Halbleiterkörper 2 sein. Insbesondere ist der Träger 1 ein Aufwachssubstrat 1A, auf dem der Halbleiterkörper 2 epitaktisch aufgewachsen ist. Es ist möglich, dass der Träger 1 strahlungsdurchlässig ausgebildet ist. Der Träger 1 kann ein Saphirsubstrat 1A oder ein Halbleitersubstrat 1A sein. Das Bauelement 10 weist eine Vorderseite 11 und eine der Vorderseite 11 abgewandte Rückseite 12 auf. Zum Beispiel ist die Vorderseite 11 als Strahlungsaustrittsseite oder Strahlungseintrittsseite des Bauelements 10 ausgebildet. Es ist möglich, dass das Bauelement 10 über die Rückseite 12, insbesondere ausschließlich über die Rückseite 12, extern elektrisch kontaktierbar ist.

Der Hauptkörper 2 weist eine erste Halbleiterschicht 21, eine zweite Halbleiterschicht 22 und eine zwischen der ersten Halbleiterschicht 21 und der zweiten Halbleiterschicht 22 angeordnete optisch aktive Zone 23 auf. Im Betrieb des Bauelements 10 ist die aktive Zone 23 insbesondere zur Erzeugung oder zur Detektion elektromagnetischer Strahlung eingerichtet. Bevorzugt ist die erste Halbleiterschicht 21 n-leitend ausgeführt. Die zweite Halbleiterschicht 22 ist in diesem Fall p-leitend ausgeführt. Es ist jedoch auch möglich, dass die erste Halbleiterschicht 21 p-leitend und die erste Halbleiterschicht 22 n-leitend ausgeführt sind.

Zur elektrischen Kontaktierung des Hauptkörpers 2 oder des Bauelements 10 weist das Bauelement 10 eine Mehrzahl von Durchkontaktierungen 20 auf. Die Durchkontaktierung 20 erstreckt sich entlang der vertikalen Richtung insbesondere

durch die zweite Halbleiterschicht 22 und die optisch aktive Zone 23 hindurch in die erste Halbleiterschicht 21 hinein. Die Durchkontaktierung 20 ist in lateralen Richtungen durch eine Isolierungsstruktur 20I umschlossen. Die Isolierungsstruktur 20I verhindert einen direkten elektrischen Kontakt zwischen der Durchkontaktierung 20 und der zweiten Halbleiterschicht 22 sowie zwischen der Durchkontaktierung 20 und der optisch aktiven Zone 23. Die Isolierungsstruktur 20I erstreckt sich entlang der vertikalen Richtung analog zu der Durchkontaktierung 20 durch die zweite Halbleiterschicht 22 und die optisch aktive Zone 23 hindurch in die erste Halbleiterschicht 21 hinein. Insbesondere steht die Durchkontaktierung 20 im direkten elektrischen Kontakt mit der ersten Halbleiterschicht 21. Zur elektrischen Kontaktierung der zweiten Halbleiterschicht 22 kann das Bauelement 10 eine elektrische Kontaktstelle auf der zweiten Halbleiterschicht 22 aufweisen, die in der Figur 1A nicht dargestellt ist.

Das in der Figur 1B dargestellte Ausführungsbeispiel eines Bauelements 10 entspricht im Wesentlichen dem in der Figur 1A dargestellten Bauelement 10. Im Unterschied hierzu weist das Bauelement 10 einen Träger 1 auf, der verschieden von einem Aufwachssubstrat ist. Zum Beispiel weist der Träger 1 einen Grundkörper 1C aus Metall, Keramik oder aus Kunststoff auf. Des Weiteren weist der Träger 1 zur elektrischen Kontaktierung der Durchkontaktierungen 20 eine erste Anschlussschicht 60 und eine erste Kontaktschicht 61 auf.

Die Durchkontaktierungen 20, etwa alle Durchkontaktierungen 20, können über die erste Anschlussschicht 60 miteinander elektrisch leitend verbunden sein. Zum Beispiel ist die erste Anschlussschicht 60 über die Kontaktschicht 61 extern

elektrisch kontaktierbar. Die erste Kontaktschicht 61 kann seitlich der Anschlussschicht 60 angeordnet sein und die Form einer Kontaktfläche oder eines Kontaktpads aufweisen, oder - wie in der Figur 1B schematisch dargestellt - auf der Rückseite 12 des Bauelements 10 angeordnet sein. Der Grundkörper 1C des Trägers 1 kann elektrisch leitfähig ausgeführt sein. Alternativ ist es möglich, dass der Grundkörper 1C des Trägers 1 elektrisch isolierend ausgebildet ist, wobei Durchkontakte durch den Grundkörper 1C hindurch zur Herstellung einer elektrischen Verbindung zwischen der Anschlussschicht 60 und der ersten Kontaktschicht 61 gebildet sind.

Zur elektrischen Kontaktierung der zweiten Halbleiterschicht 22 weist das Bauelement 10 eine zweite Anschlussschicht 50 auf, die in der vertikalen Richtung zwischen der zweiten Halbleiterschicht 22 und der ersten Anschlussschicht 60 angeordnet ist. Gemäß Figur 1B sind die erste Anschlussschicht 60 und die zweite Anschlussschicht 50 auf derselben Seite des Hauptkörpers 2 angeordnet, wobei sich die Durchkontaktierungen 20 durch die zweite Anschlussschicht 50 hindurch erstrecken.

Durch die Isolierungsstruktur 20I, die bereichsweise zwischen der ersten Anschlussschicht 60 und der zweiten Anschlussschicht 50 angeordnet ist, ist die zweite Anschlussschicht 50 von der ersten Anschlussschicht 60 und von den Durchkontaktierungen 20 elektrisch isoliert. Es ist möglich, dass die zweite Anschlussschicht 50 unmittelbar an die zweite Halbleiterschicht 22 angrenzt. Zur externen elektrischen Kontaktierung der zweiten Anschlussschicht 50 weist das Bauelement 10 eine zweite Kontaktschicht 62 auf. Die zweite Kontaktschicht 62 kann seitlich des

Halbleiterkörpers 2 angeordnet sein und insbesondere die Form einer Kontaktfläche oder eines Kontaktpads aufweisen.

Als weiterer Unterschied zu dem in der Figur 1A dargestellten Bauelement 10 ist das Bauelement 10 gemäß Figur 1B frei von einem Aufwachssubstrat 1A. Insbesondere wird das Aufwachssubstrat 1A entfernt, wodurch die erste Halbleiterschicht 21 freigelegt wird. Zum Beispiel bildet die freigelegte Oberfläche der ersten Halbleiterschicht 21 die Vorderseite 11 des Bauelements 10.

In Figur 1C ist das Bauelement 10 in Draufsicht auf die Vorderseite 11 schematisch dargestellt. Im Betrieb des Bauelements 10 ist die optisch aktive Zone 23 insbesondere zur Erzeugung elektromagnetischer Strahlung eingerichtet, wobei die Vorderseite 11 als Strahlungsaustrittsfläche des Bauelements 10 dient.

Wie in der Figur 1C schematisch dargestellt kann eine Inhomogenität in der Leuchtdichteverteilung auf der Vorderseite 11 des Bauelements 10 auftreten. Die Vorderseite 11 kann eine erhöhte Leuchtdichte in unmittelbarer Umgebung der Durchkontaktierung/en 20 aufweisen. Mit zunehmendem lateralem Abstand von der Durchkontaktierung 20 nimmt die Leuchtdichte allmählich ab. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die erste Halbleiterschicht 21 in der Regel eine geringe elektrische Querleitfähigkeit aufweist und sich die Ladungsträger daher verstärkt in der unmittelbaren Umgebung der Durchkontaktierungen 20 befinden. Um die elektrische Leitfähigkeit der ersten Halbleiterschicht 21 zu erhöhen, kann die erste Halbleiterschicht 21 hoch dotiert ausgeführt sein. Die hohe Dotierkonzentration in der ersten Halbleiterschicht 21 führt jedoch zu einer erhöhten

Absorption der in der optisch aktiven Zone 23 erzeugten elektromagnetischen Strahlung.

Das in der Figur 2A dargestellte Ausführungsbeispiel entspricht im Wesentlichen dem in der Figur 1A dargestellten Ausführungsbeispiel eines Bauelements 10. Im Unterschied hierzu sind die Schichten des Bauelements 10 etwas detaillierter dargestellt. Der Träger 1 kann ein Aufwachssubstrat 1A sein oder einen von dem Aufwachssubstrat 1A verschiedenen Grundkörper 1C aufweisen. Als weiterer Unterschied zur Figur 1A weist die erste Halbleiterschicht 21 gemäß Figur 2A eine Hauptschicht 21B und zumindest einen lokalen dotierten Bereich 3 auf. Bezüglich der Dotierkonzentration unterscheidet sich der lokale dotierte Bereich 3 beispielsweise um mindestens 5 %, 10 %, 50 %, 100 % oder 1000 % von der Hauptschicht 21B. Dabei kann der lokale dotierte Bereich 3 eine höhere oder eine niedrigere Dotierkonzentration als die Hauptschicht 21 B aufweisen.

Insbesondere ist der lokale dotierte Bereich 3 zumindest teilweise in der Hauptschicht 21B vergraben. Der dotierte Bereich 3 weist eine vertikale Schichtdicke 3D auf, die kleiner ist als eine vertikale Schichtdicke 21D der Hauptschicht 21B oder eine vertikale Schichtdicke 21D der gesamten ersten Halbleiterschicht 21. Zum Beispiel ist ein Verhältnis der vertikalen Schichtdicke 21D zu der vertikalen Schichtdicke 3D zwischen 1 und einschließlich 10 oder zwischen 1 und einschließlich 5 oder zwischen 1 und einschließlich 3. Die vertikale Schichtdicke 21D kann mindestens 1,5-mal, zweimal, dreimal oder mindestens fünfmal so groß sein wie die vertikale Schichtdicke 3D. In Draufsicht auf den Träger 1 können eine der aktiven Zone 23 zugewandte Oberfläche sowie alle Seitenflächen des dotierten Bereichs 3

von der Hauptschicht 21B bedeckt, insbesondere vollständig bedeckt sein. Es ist möglich, dass eine der aktiven Zone 23 abgewandte Oberfläche des dotierten Bereichs 3 frei von einer Bedeckung durch die Hauptschicht 21B ist. An dieser Oberfläche kann der dotierte Bereich 3 mit der Hauptschicht 21B bündig abschließen. Die erste Halbleiterschicht 21 weist insbesondere eine Mehrzahl von solchen lokalen dotierten Bereichen 3 auf.

In Figur 2A ist schematisch dargestellt, dass der lokale Bereich 3 als hoch dotierter bzw. als höher-dotierter Bereich 3H ausgeführt ist, der insbesondere eine höhere Konzentration an Dotierstoffen aufweist als die Hauptschicht 21B. In Draufsicht kann die Durchkontaktierung 20 mit dem ihr zugehörigen lokalen höher-dotierten Bereich 3H überlappen. Die Durchkontaktierung 20 kann eine Anschlussschicht 20A und eine Hauptschicht 20B aufweisen, wobei die Anschlussschicht 20A insbesondere unmittelbar an die erste Halbleiterschicht 21 angrenzt. Die Hauptschicht 20B der Durchkontaktierung 20 kann eine Öffnung des Hauptkörpers 2 teilweise oder vollständig bedecken und steht insbesondere im direkten elektrischen Kontakt mit der Anschlussschicht 20A. Entlang der lateralen Richtung kann der dotierte Bereiche 3H über die Durchkontaktierung 20 oder zumindest über die Anschlussschicht 20A der Durchkontaktierung 20 hinausragen.

Zur elektrischen Kontaktierung der zweiten Halbleiterschicht 22 weist das Bauelement 10 zum Beispiel weitere Anschlussschichten 5 und 50 oder zumindest eine Kontaktschicht 62 auf, wobei eine zweite Anschlussschicht 50 insbesondere im direkten elektrischen Kontakt mit der zweiten Halbleiterschicht 22 steht. Die zweite Anschlussschicht 50 oder die Kontaktschicht 62 kann als Spiegelschicht

ausgebildet sein. Zur elektrischen Isolierung der Durchkontaktierung 20 von der aktiven Zone 23, der zweiten Halbleiterschicht 22 und von den Anschlussschichten 5 und 50 sowie von der Kontaktschicht 62 weist das Bauelement 10 eine Isolierungsstruktur 20I und/oder eine Passivierungsschicht 20P auf. Die Isolierungsstruktur 20I kann einschichtig oder mehrschichtig ausgeführt sein. Die Anschlussschicht 20A der Durchkontaktierung 20 kann in lateralen Richtungen von der Isolierungsstruktur 20I vollständig umgeben sein.

Die Isolierungsstruktur 20I kann eine Seitenfläche des Hauptkörpers 2 bedecken, insbesondere vollständig bedecken. An der Seitenfläche des Hauptkörpers 2 bildet die Isolierungsstruktur 20I insbesondere eine Diffusionsbarriere, die mögliche Leckströme über den Chiprand während der Chip-Prozessierung sowie im Betrieb des Bauelements 10 verhindert.

Insbesondere ist der lokale höher-dotierte Bereich 3H als Stromverteilungssteg ausgeführt. In Figur 2B ist eine Mehrzahl von solchen Stromverteilungsstegen schematisch dargestellt. Die Stromverteilungsstege oder die höher-dotierten Bereiche 3H können sternförmig um die jeweiligen Durchkontaktierung 20 angeordnet sein. Mit anderen Worten können die Stromverteilungsstege in Draufsicht von einer Durchkontaktierung 20 starten und entlang der lateralen Richtungen von dieser Durchkontaktierung 20 weggeführt sein. Insbesondere erstreckt sich der Stromverteilungssteg entlang der lateralen Richtung von einer Durchkontaktierung 20 zu einer anderen Durchkontaktierung 20 hin. Zum Beispiel sind die Stromverteilungsstege derart angeordnet, dass benachbarte Durchkontaktierungen 20 über die Stromverteilungsstege miteinander verbunden sind. In Draufsicht können die Stromverteilungsstege ein Netzwerk bilden, das eine

gleichmäßige Stromdichteverteilung innerhalb der ersten Halbleiterschicht 21 fördert. Das Netzwerk kann eine Mehrzahl von Reihen und Spalten von Stromverteilungsstegen aufweisen.

Das in der Figur 2C dargestellte Ausführungsbeispiel entspricht im Wesentlichen dem in der Figur 2B dargestellten Ausführungsbeispiel eines Bauelements 10. Von jeder der Durchkontaktierung 20 erstrecken sich die Stromverteilungsstege in vier verschiedene laterale Richtungen. Im Unterschied zu Figur 2B berühren sich die Stromverteilungsstege, die von verschiedenen Durchkontaktierungen 20 starten, einander nicht.

In Draufsicht können die höher-dotierten Bereiche 3H, die insbesondere als Stromverteilungsstege ausgeführt sind, einen Anteil der Oberfläche der ersten Halbleiterschicht 21 etwa zwischen einschließlich 3 % und 40 %, zwischen einschließlich 3 % und 30 %, zwischen einschließlich 3 % und 20 % oder zwischen einschließlich 3 % und 10 % bedecken.

In den Figuren 2D und 2E sind die als Stromverteilungsstege ausgebildeten höher-dotierten Bereiche 3H sowie ihre Einflüsse im Hinblick auf die Erhöhung der Querleitfähigkeit innerhalb der ersten Halbleiterschicht 21 schematisch dargestellt.

Das in der Figur 3A dargestellte Ausführungsbeispiel entspricht im Wesentlichen dem in der Figur 2A dargestellten Ausführungsbeispiel eines Bauelements 10. Im Unterschied hierzu sind die lokalen dotierten Bereiche 3 insbesondere als niedrig dotierte bzw. als niedriger-dotierte Bereiche 3N ausgebildet. Die lokalen dotierten Bereiche 3N sind insbesondere als optisch begünstigte Fenster der ersten

Halbleiterschicht 21 ausgeführt. Bevorzugt weisen die lokalen dotierten Bereiche 3N eine geringere Konzentration an Dotierstoffen und somit einen geringeren Absorptionsgrad auf als die Hauptschicht 21B. In Draufsicht weisen die niedriger-dotierten Bereiche 3N insbesondere keine oder kaum Überlappungen mit den zugehörigen Durchkontaktierungen 20 oder mit den Anschlussschichten 20A der Durchkontaktierungen 20 auf.

In Draufsicht können die niedriger-dotierten Bereiche 3N einen Anteil der Oberfläche der ersten Halbleiterschicht 21 etwa zwischen einschließlich 20 % und 90 %, zwischen einschließlich 30 % und 80 %, zwischen einschließlich 40 % und 70 % oder zwischen einschließlich 30 % und 60 % bedecken.

In Figur 3B sind die niedriger-dotierten Bereiche 3N, die insbesondere als optisch begünstigte Fenster des Bauelements 10 ausgeführt sind, schematisch dargestellt. In Draufsicht sind die niedriger-dotierten Bereiche 3N in lateralen Richtungen insbesondere zwischen den Durchkontaktierungen 20 angeordnet. Je nach Anwendung kann das Bauelement 10 in kleinere Bauelemente 10 zerteilt werden. Zum Beispiel ist in der Figur 3B ein Teilbereich markiert, der ein einzelnes Bauelement 10 bilden kann. Das einzelne markierte Bauelement 10 weist ein optisch begünstigtes Fenster 3N auf, das an der Geometrie dieses Bauelements 10 angepasst ist. In diesem Sinne können kongruente, an der Geometrie des Bauelements 10 angepasste Epitaxie-Strukturen oder dotierte Bereiche 3 erzeugt werden.

Das in der Figur 4A dargestellte Ausführungsbeispiel entspricht im Wesentlichen den in den Figuren 2A und 3A dargestellten Ausführungsbeispielen eines Bauelements 10. Im

Unterschied hierzu weist das Bauelement 10 sowohl niedriger-dotierte Bereiche 3N als auch höher-dotierte Bereiche 3H auf. Die im Zusammenhang mit den Figuren 2A und 3A beschriebenen Merkmale können daher auch für das in der Figur 4A dargestellte Ausführungsbeispiel herangezogen werden. Die Bereiche 3H weisen eine höhere Dotierkonzentration auf als die Bereiche 3N und/oder als die Hauptschicht 21B.

In Figur 4B ist eine mögliche Anordnung der lokalen dotierten Bereiche 3 schematisch dargestellt. Die als Stromverteilungsstege ausgeführten höher-dotierten Bereiche 3H können jeweils streifenförmig ausgeführt sein. Die als optisch begünstigte Fenster ausgeführten niedriger-dotierten Bereiche 3N können als einzelne Regionen ausgeführt sein, die in lateralen Richtungen von den höher-dotierten Bereichen 3H umgeben sind.

In Figur 5A sind innere Stromkreise in einem Bauelement 10 ohne die lokalen dotierten Bereiche 3 und in einem Bauelement 10 mit den lokalen dotierten Bereichen 3 schematisch dargestellt. Das Bauelement 10 weist eine seitliche erste Kontaktstelle 61 auf der ersten Halbleiterschicht 21 und eine zweite Kontaktstelle 62 auf der zweiten Halbleiterschicht 22 auf. Das Bauelement 10 kann Durchkontaktierungen 20 aufweisen oder frei von Durchkontaktierungen 20 sein. Ein solches Bauelement 10 ohne die lokalen dotierten Bereiche 3 kann Inhomogenitäten in der Stromdichteverteilung und somit insbesondere in der Leuchtdichteverteilung aufweisen, die zum Beispiel in den Figuren 5B und 5C jeweils auf der linken Seite schematisch dargestellt sind.

Durch den Einsatz der lokalen dotierten Bereiche 3, die insbesondere als Stromverteilungsstege 3H oder als optisch

begünstigte Fenster 3N innerhalb der ersten Halbleiterschicht 21 ausgeführt sind, kann eine gleichmäßige Stromdichteverteilung oder eine gleichmäßige Leuchtdichteverteilung erzielt werden, die zum Beispiel in den Figuren 5B und 5C jeweils auf der rechten Seite schematisch dargestellt ist. Höhere Betriebsströme sind möglich, da die Stromdichte homogen über die Chipoberfläche verteilt ist. Insbesondere können lokale Brennpunkte (Englisch: hot spots) in unmittelbarer Umgebung der Durchkontaktierungen 20 vermieden werden können. Weist das Bauelement 10 eine seitlich angeordnete Kontaktstelle 61 auf, können die dotierten Bereiche 3, insbesondere die höher-dotierten Bereiche 3H, derart ausgeführt sein, dass sie einen Gradienten bezüglich der Dotierkonzentration aufweisen, sodass die Dotierkonzentration insbesondere mit zunehmendem lateralem Abstand von der seitlich angeordneten Kontaktstelle 61 abnimmt (Figur 5C).

In der Figur 5A ist schematisch dargestellt, dass die zweite Halbleiterschicht 22 ganz analog zu der ersten Halbleiterschicht 21 lokale dotierte Bereiche 4 aufweisen kann. Die lokalen dotierten Bereiche 4 können als höher-dotierte Bereiche 4H und/oder als niedriger-dotierte Bereiche 4N ausgeführt sein. Die lokalen Bereiche 4 der zweiten Halbleiterschicht 22 können ganz analog zu den lokalen Bereichen 3 der ersten Halbleiterschicht 21 ausgeführt sein. Die im Zusammenhang mit den lokalen Bereichen 3 beschriebenen Merkmale etwa bezüglich der Position, der Ausgestaltung, der Schichtdicke und/oder der Dotierung können daher sinngemäß analog auch für die lokalen Bereiche 4 der zweiten Halbleiterschicht 22 herangezogen werden.

In den Figuren 6A, 6B und 6C sind einige Verfahrensschritte zur Herstellung eines insbesondere hier beschriebenen Bauelements 10 schematisch dargestellt. Die im Zusammenhang mit dem Bauelement 10 beschriebenen Merkmale können daher auch für das Verfahren herangezogen werden, und umgekehrt. Gemäß Figur 6A wird ein Aufwachssubstrat 1A bereitgestellt. Eine Mehrzahl von lateral beabstandeten und dotierten Bereichen 3 wird auf dem Aufwachssubstrat 1A gebildet. In der Figur 6A ist dargestellt, dass die dotierten Bereiche 3 höher-dotierte Bereiche 3H und niedriger-dotierte Bereiche 3N aufweist. Es ist jedoch möglich, dass die dotierten Bereiche 3 ausschließlich höher-dotierte Bereiche 3H oder ausschließlich niedriger-dotierte Bereiche 3N sind.

Zur Erzeugung der dotierten Bereiche 3 können Regionen auf dem Aufwachssubstrat 1A fotolithographisch strukturiert werden. Zum Beispiel kann eine Maske gebildet werden, die insbesondere aus einem fotostrukturierbaren Material gebildet ist. In den strukturierten Regionen werden epitaktische Halbleiterschichten gewachsen, die die lateral beabstandeten und dotierten Bereiche 3 bilden. Alternativ ist es möglich, dass die Halbleiterschichten großflächig epitaktisch aufgewachsen werden, bevor diese Schichten in die lateral beabstandete Bereiche 3 strukturiert werden. Auch ist es möglich, dass die Bereiche 3 während der Epitaxie strukturiert werden. Wird die Strukturierung nach der Epitaxie durchgeführt, können die Bereiche 3 lokal bei Raumtemperatur definiert werden, wodurch Ausdehnungseffekte bezüglich der Temperaturänderung kompensiert werden können. Die lokale Belichtung der photostrukturierbaren Maske kann ebenfalls bei Raumtemperatur durchgeführt werden.

Je nach der Dotierkonzentration weisen die dotierten Bereiche 3 vorgegebene optische Eigenschaften und vorgegebene elektrischen Eigenschaften auf. Anhand der Dotierkonzentration kann zum Beispiel ein Brechungsindex der dotierten Bereiche 3 eingestellt werden. Um den elektrischen Widerstand zu reduzieren können die Bereiche 3 hoch dotiert ausgeführt sein. Um die optischen Eigenschaften, insbesondere bezüglich der Transmission von Licht bestimmter Wellenlänge, können die Bereiche 3 niedrig dotiert ausgeführt sein.

Nach der Bildung der Bereiche 3 kann die fotolithographische Maske entfernt werden. Das Aufwachssubstrat 1A kann dabei bereichsweise freigelegt sein. Gemäß Figur 6B kann zunächst eine Hauptschicht 21B der ersten Halbleiterschicht 21 derart auf das Aufwachssubstrat 1A aufgebracht werden, dass die Hauptschicht 21B die Teilbereiche der 3 vollständig bedeckt und diese in lateralen Richtungen vollständig umgibt. Die lateralen Zwischenräume zwischen den Bereichen 3, die etwa in der Figur 6A dargestellt sind, werden durch die Hauptschicht 21B der ersten Halbleiterschicht 21 vollständig aufgefüllt. An einer Oberfläche des Aufwachssubstrats 1A können die Bereiche 3 mit der Hauptschicht 21B bündig abschließen. Weitere Halbleiterschichten des Hauptkörpers 2, etwa die optisch aktive Zone 23 und die zweite Halbleiterschicht 22, können in einem nachfolgenden Verfahrensschritt auf die erste Halbleiterschicht 21 epitaktisch aufgebracht werden. Der Hauptkörper 2 ist insbesondere Teil eines Hauptkörperverbunds 2V, die in einem späteren Verfahrensschritt in eine Mehrzahl von Hauptkörpern 2 vereinzelt werden kann.

Der nachfolgende Verfahrensschritt erfolgt insbesondere justiert zu den vorhergehenden Epitaxie-Strukturen, nämlich zu den im Hauptkörperverbund 2V vergrabenen dotierten

Bereichen 3. Der Hauptkörperverbund 2V kann Justage-Marken aufweisen, die zum Beispiel die Positionen der dotierten Bereiche 3 oder der Hauptkörper 2 der herzustellenden Bauelemente 10 markieren.

Gemäß Figur 6C können zum Beispiel Durchkontaktierungen 20 justiert zu den dotierten Bereichen 3 erzeugt werden. Insbesondere können die Durchkontaktierungen 20 derart angeordnet sein, dass diese in Draufsicht mit den höher-dotierten Bereichen 3H Überlappungen aufweisen und insbesondere frei von einer Überlappung mit den niedriger-dotierten Bereichen 3N sind. Wie in den Figur 6C schematisch dargestellt, enden die Durchkontaktierungen 20 vor den dotierten Bereichen 3, insbesondere vor den höher-dotierten Bereichen 3H. Abweichend davon ist es möglich, dass sich die Durchkontaktierungen 20 entlang der vertikalen Richtung bis zu den höher-dotierten Bereichen 3H oder gar in die dotierten höher-dotierten Bereiche 3 hinein erstrecken. Die elektrischen Anschlüsse lassen sich auf die Epitaxie-Strukturen, insbesondere auf die dotierten Bereiche 3, abbilden. Der elektrische Widerstand innerhalb der ersten Halbleiterschicht 21 kann an räumlich bevorzugten Stellen abgesenkt oder erhöht werden. Damit können elektrisch hochleitende Bereiche 3H und optisch optimierte Bereiche 3N gezielt erzeugt werden.

Aufgrund der Anwesenheit der höher-dotierten Bereiche 3H kann außerdem die Stromverteilung um die Durchkontaktierungen 20 insbesondere zur Vermeidung von so genannten Current-Crowding-Effekten verbessert werden. Die räumliche Trennung der optisch optimierten Bereichen 3N von den optisch absorbierenden und Strom injizierenden Bereichen 3H erlaubt zudem die Realisierung einer ersten Halbleiterschicht 21 mit

räumlich variablem Brechungsindex. Mit anderen Worten ist die Variation vom lokal definierten Brechungsindex möglich. Es ist auch möglich, dass Farbzentren zur Konversion der Wellenlänge durch die Anordnung der dotierten Bereiche 3 gezielt erzeugt werden können. Zum Beispiel werden Farbzentren gezielt in vorgegebenen Stellen des Hauptkörpers 2, die insbesondere justiert zu den dotierten Bereichen 3 angeordnet sind, eingebettet. Auch das lokale Einbetten von geometrischen Strukturen kann justiert zu den dotierten Bereichen 3 erfolgen.

Im fertiggestellten Bauelement kann eine Korrelation zwischen den dotierten Bereichen 3 und der Geometrie des Bauelements 3 nachgewiesen werden. Auch korrelierte Abweichungen des Dotierungsprofils oder der elektrischen Leitfähigkeit in den Schichtbereichen können festgestellt werden. Insbesondere ist die räumliche Anordnung der optischen Eigenschaften in Bezug auf die Chipstruktur nachweisbar. Im Betrieb des Bauelements sind die Strompfade insbesondere geometrisch definierbar.

In einem nachfolgenden Verfahrensschritt kann ein Hilfsträger auf dem Hauptkörperverbund 2V befestigt werden, sodass der Hauptkörperverbund 2V in vertikaler Richtung zwischen dem Aufwachssubstrat 1A und dem Hilfsträger angeordnet ist. Das Aufwachssubstrat 1A kann nachträglich entfernt werden. Der Hilfsträger dient insbesondere als Träger 1 des Hauptkörperverbunds 2V oder des Bauelements 10.

Gemäß Figuren 7A und 7B kann der Träger 1 mit dem darauf angeordneten Hauptkörperverbund 2V in eine Mehrzahl von Bauelementen 10 vereinzelt werden. Das vereinzelte Bauelement 10 kann einen Hauptkörper 2 mit den darin vergrabenen dotierten Bereichen 3, 3H und 3N aufweisen, wobei die

dotierten Bereiche 3, 3H und/oder 3N an der Geometrie des Hauptkörpers 2 oder an der Geometrie des Bauelements 2 angepasst sind.

In Figur 8A ist die Dotierkonzentration einer p-dotierten, insbesondere mit Mg dotierten GaN-Schicht schematisch dargestellt. Die Dotierkonzentration kann von der Aktivierungsenergie bzw. von der Temperatur T abhängig sein. In Figur 8B sind zwei Kurven K1 und K2 dargestellt, die den Verlauf der Spannung U in Abhängigkeit von der Stromstärke I zeigen. Die Kurve K1 zeigt die Spannung U und die Stromstärke I in einer GaN:Si-Schicht mit einer Dotierkonzentration von zirka $1,7.10^{18}$ cm^{-3}. Die Kurve K2 zeigt die Spannung U und die Stromstärke I in einer GaN:Si-Schicht mit einer Dotierkonzentration von zirka 5.10^{18} cm^{-3}. An Stelle von Si kann auch Germanium als Dotierstoff benutzt werden. Die Dotierkonzentration von Si oder Ge kann bis zu $3\text{-}4.10^{19}$ cm^{-3} sein. Anhand der Kurven K1 und K2 kann ein Verlauf des elektrischen Widerstands hergeleitet werden.

Figuren 9A, 9B und 9C zeigen weitere mögliche Ausführungsformen eines hier beschriebenen Bauelements 10. In den Figuren 8A und 8B wird schematisch dargestellt, dass die erste Halbleiterschicht 21 und die zweite Halbleiterschicht 22 jeweils als Schichtenfolge ausgeführt sind. Zum Beispiel kann die erste Halbleiterschicht 21 eine Pufferschicht etwa aus AlN, eine Anpassungsschicht mit einer Schichtdicke von zirka 3000 nm, eine mit Si dotierte GaN-Kontaktschicht, eine n-leitende mit Si dotierte Stromaufweitungsschicht und Übergangsschichten aufweisen. Die zweite Halbleiterschicht 22 kann Übergangsschichten, eine p-leitende mit Mg dotierte Stromaufweitungsschicht und Kontaktschichten aufweisen.

Wie in den Figuren 9A, 9B und 9C schematisch dargestellt, kann die aktive Zone 23 zumindest zwei Teilregionen oder mehrere Teilregionen aufweisen, die zwar mechanisch miteinander verbunden jedoch vertikal versetzt zueinander angeordnet sind. Das in der Figur 9B dargestellte Bauelement 10 unterscheidet sich von dem in der Figur 9A dargestellten Bauelement 10 insbesondere darin, dass das Aufwachssubstrat 1A nach dem Ausbilden des Trägers 1 oder 1C entfernt ist. Zur Planarisierung einer dem Träger 1 zugewandten Oberfläche kann der Hauptkörper eine Anpassungsschicht 2Z aufweisen, die insbesondere zwischen der zweite Halbleiterschicht 22 und dem Träger 1 angeordnet ist.

Figur 10 zeigt weitere mögliche Ausführungsformen eines hier beschriebenen Bauelements 10. Insbesondere kann das Bauelement 10 innere Auskoppelstrukturen 71 und äußere Auskoppelstrukturen 72 aufweisen. Die inneren Auskoppelstrukturen 71 sind Strukturen innerhalb der ersten Halbleiterschicht 21, die etwa durch Verwendung eines strukturierten Aufwachssubstrats 1A gebildet sind. Die äußeren Auskoppelstrukturen 72 sind insbesondere Strukturen, die etwa durch Strukturierung der zweiten Halbleiterschicht 22 gebildet sind.

In der Figur 10 wird außerdem schematisch dargestellt, dass die lokal dotierten Bereiche 3 und 4 sowohl in der ersten Halbleiterschicht 21 als auch in der zweiten Halbleiterschicht 22 gebildet sein können. Analog zu den lokal dotierten Bereichen 3 in der ersten Halbleiterschicht 21 können die dotierten Bereichen 4 in der zweiten Halbleiterschicht 22, insbesondere in einer Hauptschicht 22B der zweiten Halbleiterschicht 22 zumindest teilweise vergraben sein. Die Bereiche 4 können höher-dotiert oder

niedriger-dotiert als die Hauptschicht 22B sein. Die Bereiche 4 weisen außerdem eine vertikale Schichtdicke 4D auf, die kleiner ist als eine vertikale Schichtdicke 22D der zweiten Halbleiterschicht 22.

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung 10 2019 112 762.9 beansprucht, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung der Erfindung anhand der Ausführungsbeispiele auf diese beschränkt. Die Erfindung umfasst vielmehr jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von Merkmalen, was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Ansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Ansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

Bezugszeichenliste

10 Bauelement
11 Vorderseite des Bauelements
12 Rückseite des Bauelements

1 Träger des Bauelements
1A Aufwachssubstrat des Bauelements
1C von einem Aufwachssubstrat verschiedener Hauptkörper des Trägers des Bauelements

2 Hauptkörper/ Halbleiterkörper
2V Hauptkörperverbund
2Z Anpassungsschicht
20 Durchkontaktierung
20A Anschlussschicht der Durchkontaktierung
20B Hauptschicht der Durchkontaktierung
20I Isolierungsstruktur
20P Passivierungsschicht

21 erste Halbleiterschicht
21B Hauptschicht der ersten Halbleiterschicht
21D vertikale Schichtdicke der ersten Halbleiterschicht
22 zweite Halbleiterschicht
22B Hauptschicht der zweiten Halbleiterschicht
22D vertikale Schichtdicke der zweiten Halbleiterschicht
23 optisch aktive Zone

3 lokaler dotierter Bereich der ersten Halbleiterschicht
3D vertikale Schichtdicke des lokalen Bereichs 3
3H höher-dotierter Bereich oder Stromverteilungssteg der ersten Halbleiterschicht
3N niedriger-dotierter Bereich oder optisch begünstigtes Fenster der ersten Halbleiterschicht

4 lokaler dotierter Bereich der zweiten Halbleiterschicht
4D vertikale Schichtdicke des lokalen Bereichs 4
4H höher-dotierter Bereich oder Stromverteilungssteg der zweiten Halbleiterschicht
4N niedriger-dotierter Bereich oder optisch begünstigtes Fenster der zweiten Halbleiterschicht

5 Anschlussschicht/ Spiegelschicht
50 Anschlussschicht/ Spiegelschicht

60 Anschlussschicht
61 erste Kontaktschicht/ erste Kontaktstelle/ Kontaktpad
62 zweite Kontaktschicht/ zweite Kontaktstelle/ Kontaktpad

71 innere Auskoppelstruktur
72 äußere Auskoppelstruktur

K1 erste Kurve mit erster Dotierkonzentration
K2 zweite Kurve mit zweiter Dotierkonzentration

Patentansprüche

1. Bauelement (10) mit einem Träger (1, 1A, 1C) und einem auf dem Träger angeordneten Hauptkörper (2), bei dem

- der Hauptkörper eine erste Halbleiterschicht (21) eines ersten Ladungsträgertyps, eine zweite Halbleiterschicht (22) eines zweiten Ladungsträgertyps und eine dazwischenliegende optisch aktive Zone (23) aufweist,
- die erste Halbleiterschicht eine zusammenhängende Hauptschicht (21B) und lokale Bereiche (3, 3H, 3N) aufweist, die zumindest stellenweise in der Hauptschicht vergraben und von der Hauptschicht lateral umschlossen sind, und
- die lokalen Bereiche dotiert ausgeführt und somit zur Einstellung lokaler elektrischer und lokaler optischer Eigenschaften der ersten Halbleiterschicht eingerichtet sind, wobei die lokalen Bereiche im Vergleich zu der ersten Halbleiterschicht eine geringere vertikale Schichtdicke (3D) aufweisen.

2. Bauelement (10) nach Anspruch 1,
bei dem die lokalen Bereiche (3, 3H, 3N) einzelne voneinander lateral beabstandete Bereiche der ersten Halbleiterschicht (21) sind, und die Hauptschicht (21B) in der vertikalen Richtung zumindest teilweise zwischen der aktiven Zone (23) und den lokalen Bereichen angeordnet ist.

3. Bauelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die lokalen Bereiche (3, 3H, 3N) und die Hauptschicht (21B) auf demselben Halbleitermaterial basieren, wobei die Hauptschicht eine größere maximale vertikale Schichtdicke (21D) aufweist als die lokalen Bereiche.

4. Bauelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Hauptschicht (21B) der ersten Halbleiterschicht (21) eine erste Dotierkonzentration (n1) aufweist und die lokale Bereiche (3, 3H, 3N) eine Dotierkonzentration aufweisen, die sich um mindestens 5 % von der ersten Dotierkonzentration unterscheidet.

5. Bauelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die erste Halbleiterschicht (21) n-leitend ausgeführt ist, wobei

- die Hauptschicht (21B) eine maximale Dotierkonzentration zwischen einschließlich 4.10^{18} cm^{-3} und 4.10^{19} cm^{-3} aufweist, und
- die lokalen Bereiche (3, 3H, 3N) bereichsweise als Stromverteilungsstege (3H) ausgeführt sind, die einen geringeren elektrischen Widerstand aufweisen als die Hauptschicht, indem eine Dotierkonzentration der Stromverteilungsstege um mindestens 5 % größer ist als die Dotierkonzentration (n1) der Hauptschicht.

6. Bauelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die erste Halbleiterschicht (21) n-leitend ausgeführt ist, wobei

- die Hauptschicht (21B) eine maximale Dotierkonzentration zwischen einschließlich 4.10^{18} cm^{-3} und 4.10^{19} cm^{-3} aufweist, und
- die lokalen Bereiche (3, 3H, 3N) bereichsweise als optisch begünstigte Fenster (3N) ausgeführt sind, die für eine im Betrieb des Bauelements von der optisch aktiven Zone emittierte Strahlung einen größeren Transmissionsgrad aufweisen als die Hauptschicht, indem die optisch begünstigten Fenster eine Dotierkonzentration (nN)

aufweisen, die um mindestens 5 % kleiner ist als die Dotierkonzentration der Hauptschicht.

7. Bauelement (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die erste Halbleiterschicht (21) p-leitend ausgeführt ist, wobei

- die Hauptschicht (21B) eine maximale Dotierkonzentration zwischen einschließlich 1.10^{17} cm^{-3} und 3.10^{18} cm^{-3} aufweist, und
- die lokalen Bereiche (3, 3H, 3N) bereichsweise als Stromverteilungsstege (3H) ausgeführt sind, die einen geringeren elektrischen Widerstand aufweisen als die Hauptschicht, indem eine Dotierkonzentration der Stromverteilungsstege um mindestens 5 % größer ist als die Dotierkonzentration der Hauptschicht.

8. Bauelement (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die erste Halbleiterschicht (21) p-leitend ausgeführt ist, wobei

- die Hauptschicht (21B) eine maximale Dotierkonzentration zwischen einschließlich 1.10^{17} cm^{-3} und 3.10^{18} cm^{-3} aufweist, und
- die lokalen Bereiche (3, 3H, 3N) bereichsweise als optisch begünstigte Fenster (3N) ausgeführt sind, die für eine im Betrieb des Bauelements von der optisch aktiven Zone emittierte Strahlung einen größeren Transmissionsgrad aufweisen als die Hauptschicht, indem die optisch begünstigten Fenster eine Dotierkonzentration (nN) aufweisen, die um mindestens 5 % kleiner ist als die Dotierkonzentration der Hauptschicht.

9. Bauelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

bei dem die lokalen Bereiche (3, 3H, 3N) bereichsweise als Stromverteilungsstege (3H) und bereichsweise als optisch begünstigte Fenster (3N) ausgeführt sind, wobei die Stromverteilungsstege eine höhere Dotierkonzentration aufweisen als die optisch begünstigten Fenster.

10. Bauelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die zweite Halbleiterschicht (22) eine zusammenhängende Hauptschicht (22B) und lokale Bereiche (4, 4H, 4N) aufweist, wobei

- die lokalen Bereiche (4, 4H, 4N) zumindest stellenweise in der Hauptschicht der zweiten Halbleiterschicht vergraben und von der Hauptschicht der zweiten Halbleiterschicht lateral umschlossen sind,
- die lokalen Bereiche dotiert ausgeführt und somit zur Einstellung lokaler elektrischer und lokaler optischer Eigenschaften der zweiten Halbleiterschicht eingerichtet sind, und
- die lokalen Bereiche im Vergleich zu der zweiten Halbleiterschicht eine geringere vertikale Schichtdicke (4D) aufweisen.

11. Bauelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, das mehrere lateral beabstandete Durchkontaktierungen (20) aufweist, wobei

- sich die Durchkontaktierungen zur elektrischen Kontaktierung der ersten Halbleiterschicht (21) durch die zweite Halbleiterschicht (22) und die aktive Zone (23) hindurch in die erste Halbleiterschicht hinein erstrecken, und
- in Draufsicht auf den Träger (1, 1A, 1C) zumindest einige der Durchkontaktierungen mit den lokalen als

Stromverteilungsstege ausgeführten Bereichen (3, 3H) überlappen.

12. Bauelement (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, das mehrere lateral beabstandete Durchkontaktierungen (20) aufweist, wobei

- sich die Durchkontaktierungen zur elektrischen Kontaktierung der ersten Halbleiterschicht (21) durch die zweite Halbleiterschicht (22) und die aktive Zone (23) hindurch in die erste Halbleiterschicht hinein erstrecken, und
- in Draufsicht auf den Träger (1, 1A, 1C) die Durchkontaktierungen und die lokalen als optisch begünstigte Fenster ausgeführten Bereiche (3, 3N) frei von Überlappungen sind.

13. Bauelement (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, das eine Kontaktstelle (61) zur externen elektrischen Kontaktierung des Bauelements aufweist, wobei

- die lokalen Bereiche (3, 3H, 3N) bereichsweise als Stromverteilungsstege (3H) ausgeführt sind, und
- die Stromverteilungsstege bezüglich ihrer Dotierkonzentration einen Gradienten aufweisen, sodass die Stromverteilungsstege mit einem ersten lateralen Abstand zur Kontaktstelle eine höhere Dotierkonzentration aufweisen als die Stromverteilungsstege mit einem zweiten lateralen Abstand zur Kontaktstelle, wobei der erste Abstand kleiner ist als der zweite Abstand.

14. Bauelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die optisch aktive Zone (23) eine innere vertikale Stufe (S) im Hauptkörper (2) aufweist, wobei die erste Halbleiterschicht (21) und die zweite Halbleiterschicht (22)

an der Stufe der aktiven Zone jeweils einen entsprechenden vertikalen Sprung aufweisen.

15. Bauelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, das Auskoppelstrukturen (71, 72) zur Erhöhung der Auskoppeleffizienz elektromagnetischer Strahlung aufweist, wobei sich die Auskoppelstrukturen bereichsweise auf dem Hauptkörper (2) und/oder innerhalb des Hauptkörpers (2) befinden.

16. Lichtquelle mit einem Bauelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die optisch aktive Zone (23) im Betrieb des Bauelements zur Erzeugung elektromagnetischer Strahlung im sichtbaren, infraroten oder im ultravioletten Spektralbereich eingerichtet ist.

17. Verfahren zur Herstellung eines Bauelements (10) mit einem Hauptkörper (2), der eine erste Halbleiterschicht (21) eines ersten Ladungsträgertyps, eine zweite Halbleiterschicht (22) eines zweiten Ladungsträgertyps und eine dazwischenliegende optisch aktive Zone (23) aufweist, mit folgenden Schritten:

A) Ausbilden einer Mehrzahl von lateral beabstandeten und dotierten Bereichen (3, 3H, 3N) aus einem Halbleitermaterial auf einem Aufwachssubstrat (1A); und

B) Überwachsen der dotierten Bereiche mit Halbleitermaterialien zur Formung des Hauptkörpers derart, dass

- die dotierten Bereiche als integrale Teilbereiche der ersten Halbleiterschicht gebildet sind, wobei die erste Halbleiterschicht eine zusammenhängende Hauptschicht (21B) aufweist, und wobei die dotierten Bereiche

zumindest stellenweise in der Hauptschicht vergraben und von der Hauptschicht lateral umschlossen sind,

- die dotierten Bereiche zur Einstellung lokaler elektrischer und lokaler optischer Eigenschaften der ersten Halbleiterschicht eingerichtet sind, und
- die lokalen Bereiche im Vergleich zu der ersten Halbleiterschicht eine geringere vertikale Schichtdicke (3D) aufweisen.

18. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem mehrere lateral beabstandete Durchkontaktierungen (20) zur elektrischen Kontaktierung der ersten Halbleiterschicht (21) derart gebildet werden, dass

- sich die Durchkontaktierungen durch die zweite Halbleiterschicht (22) und die aktive Zone (23) hindurch in die erste Halbleiterschicht hinein erstrecken, und
- das Ausbilden der Durchkontaktierungen justiert zu den lokalen vergrabenen dotierten Bereichen (3, 3H, 3N) erfolgt.

FIG 1A

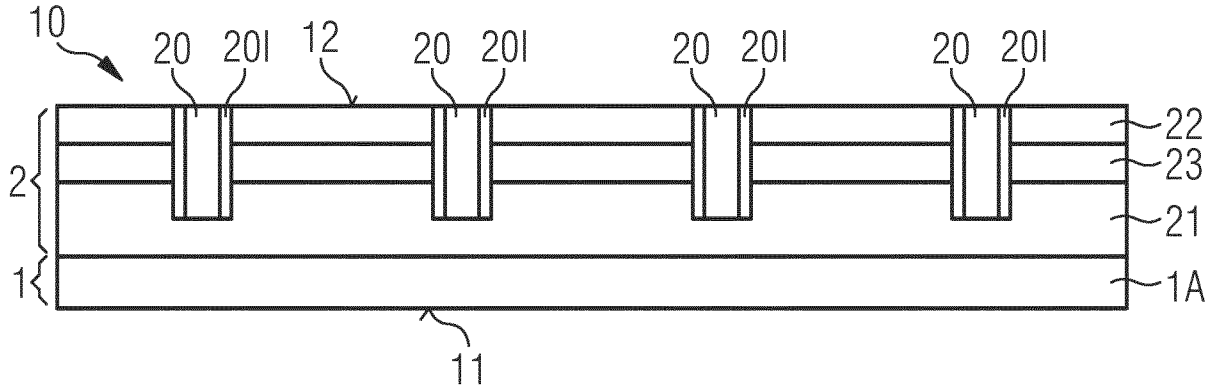


FIG 1B

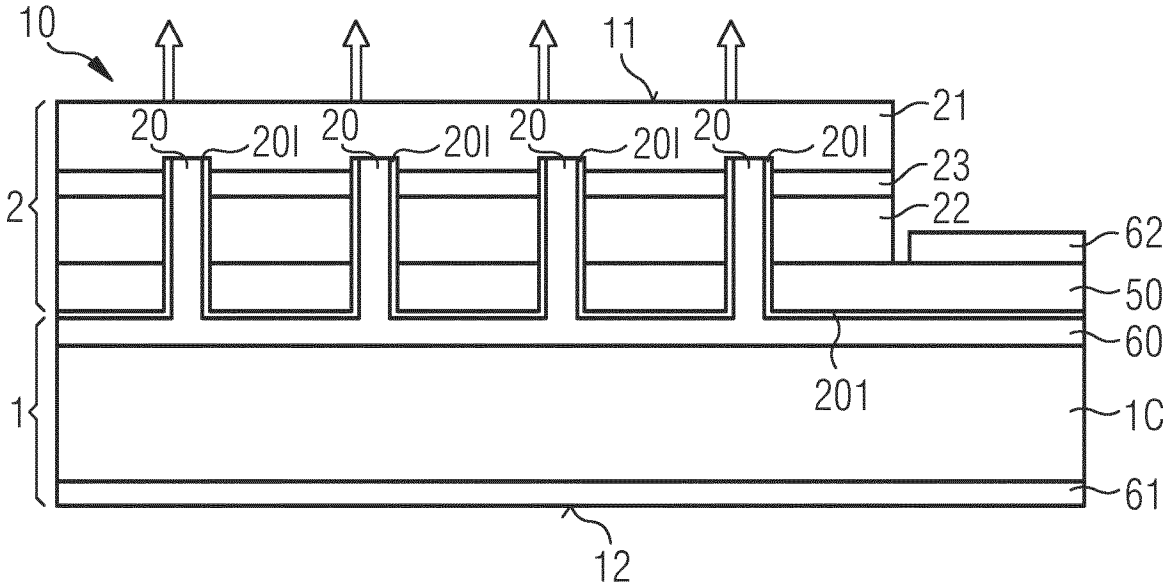


FIG 1C

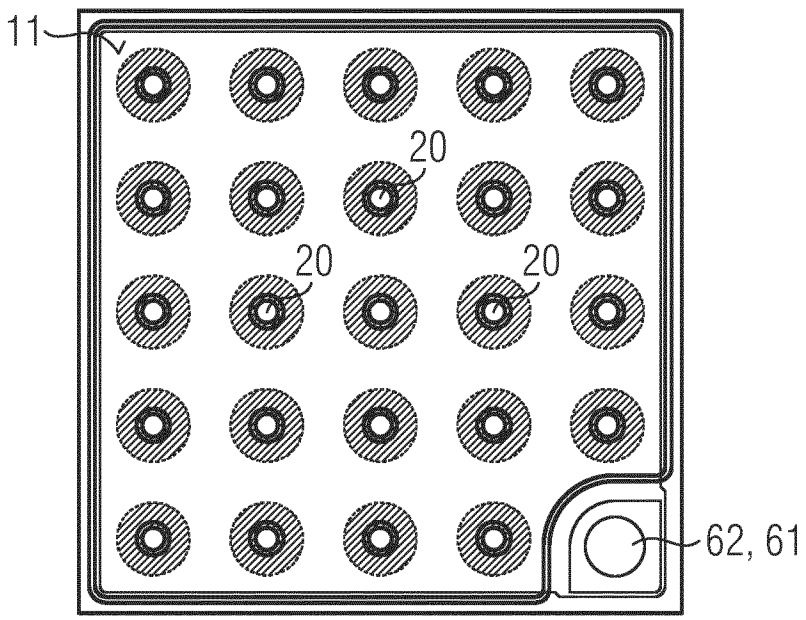


FIG 2A

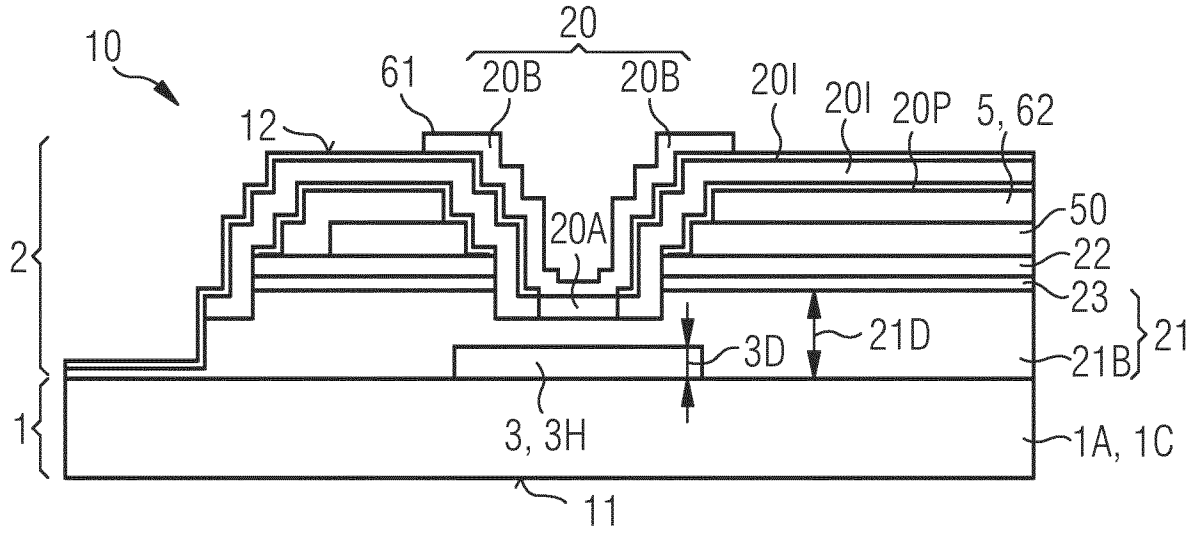


FIG 2B

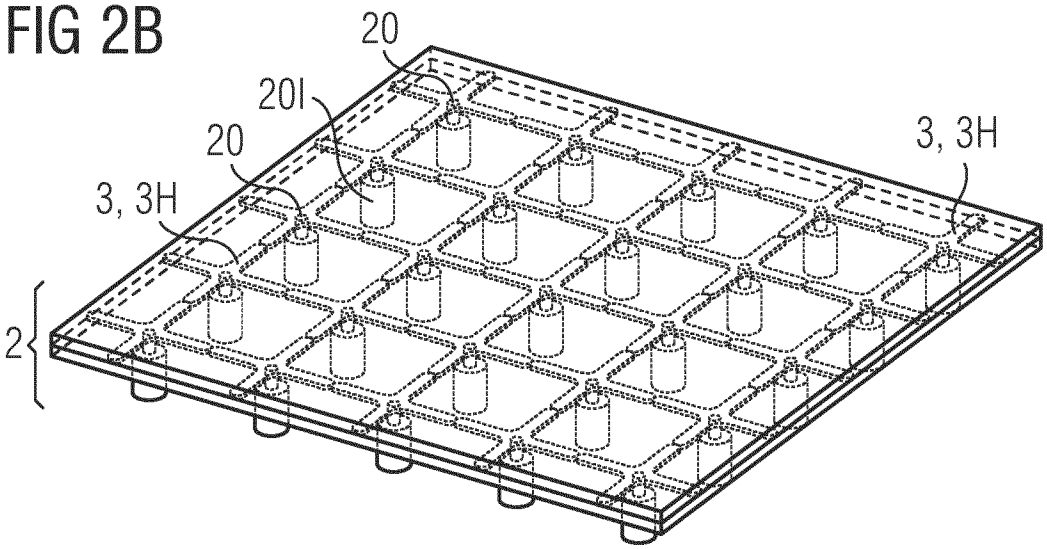


FIG 2C

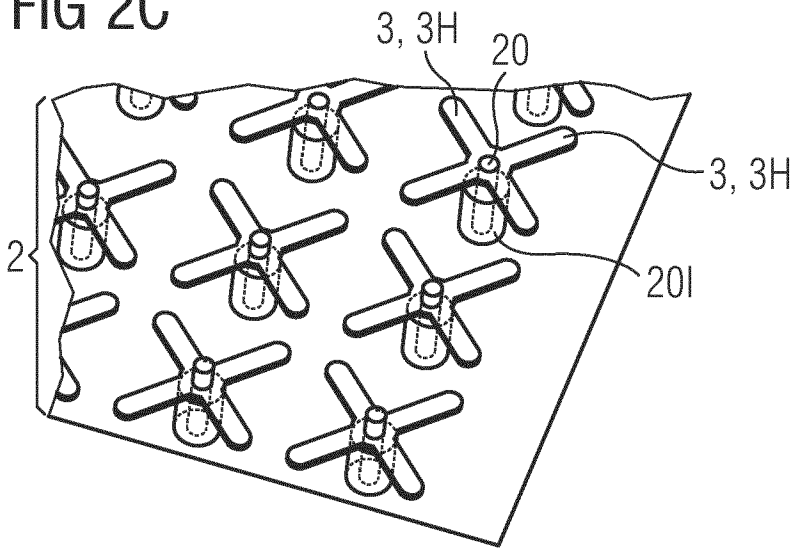


FIG 2D

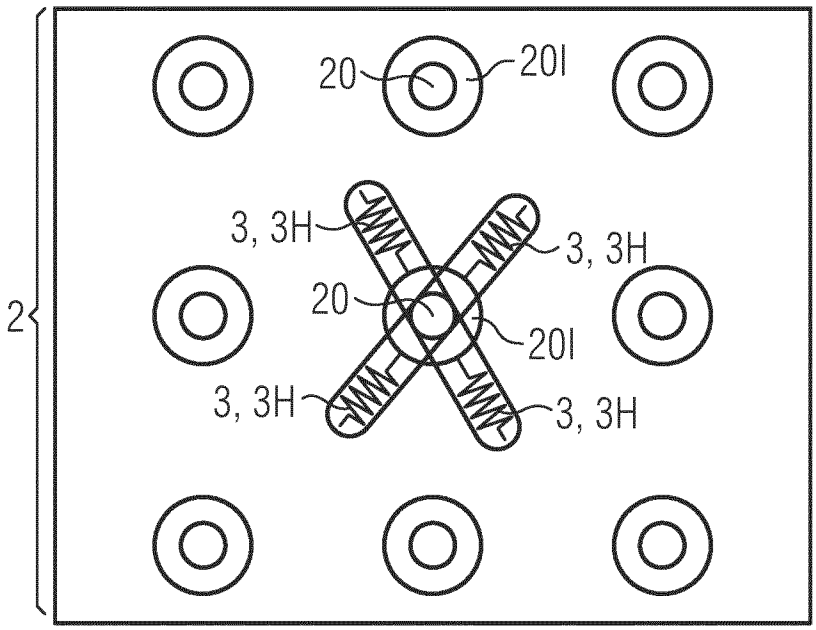


FIG 2E

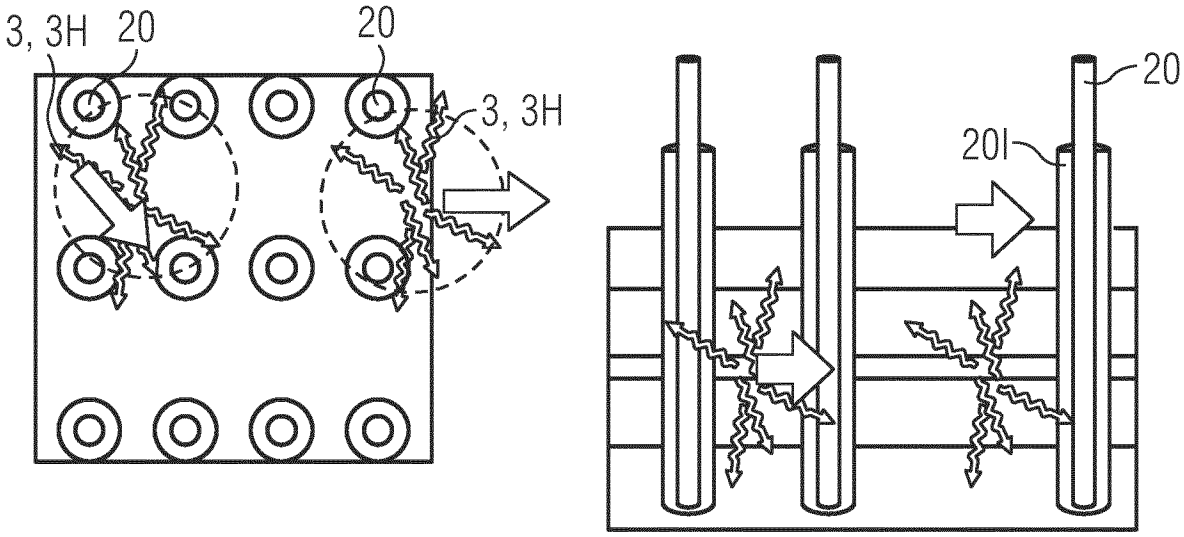


FIG 3A

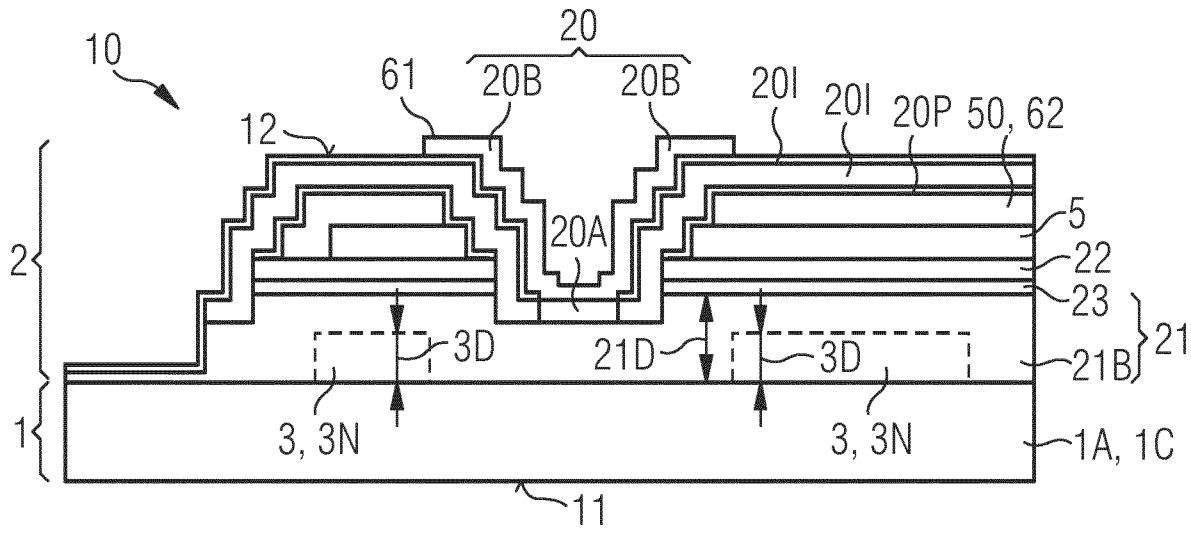

10
20
61
20B
20B
20I
20I
20P
50, 62
12
5
20A
22
23
2
21
3D
21D
3D
21B
1
3, 3N
3, 3N
1A, 1C
11

FIG 3B

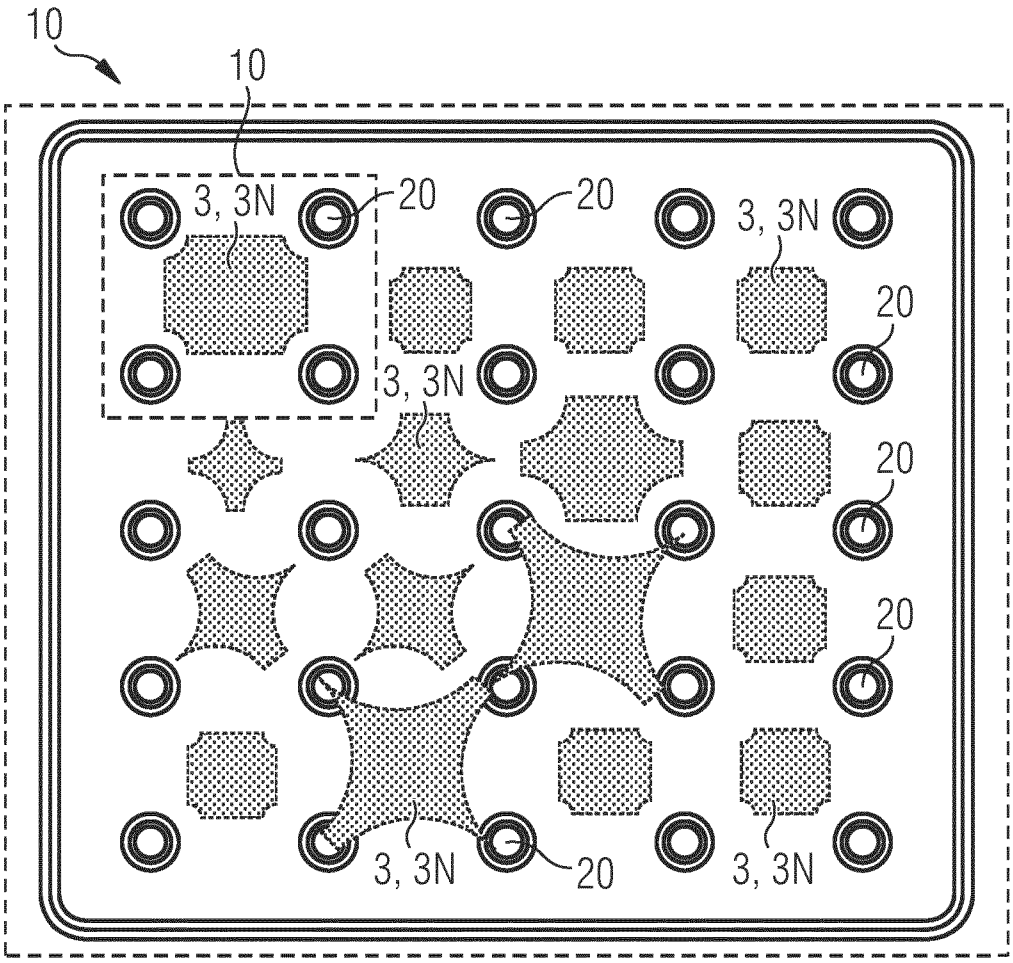

10
10
3, 3N
20
20
3, 3N
20
3, 3N
20
20
3, 3N
20
3, 3N

FIG 4A

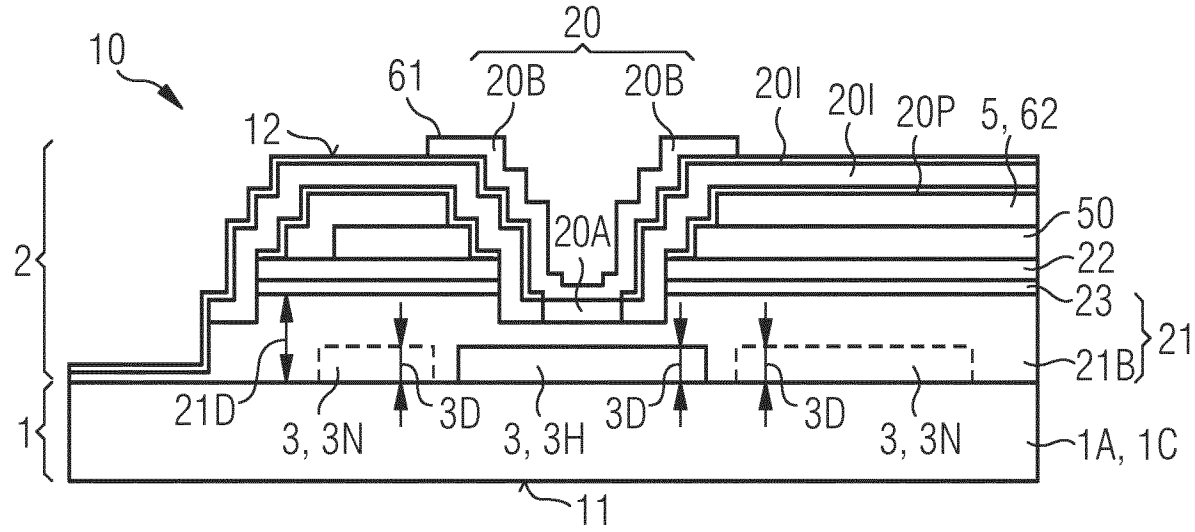
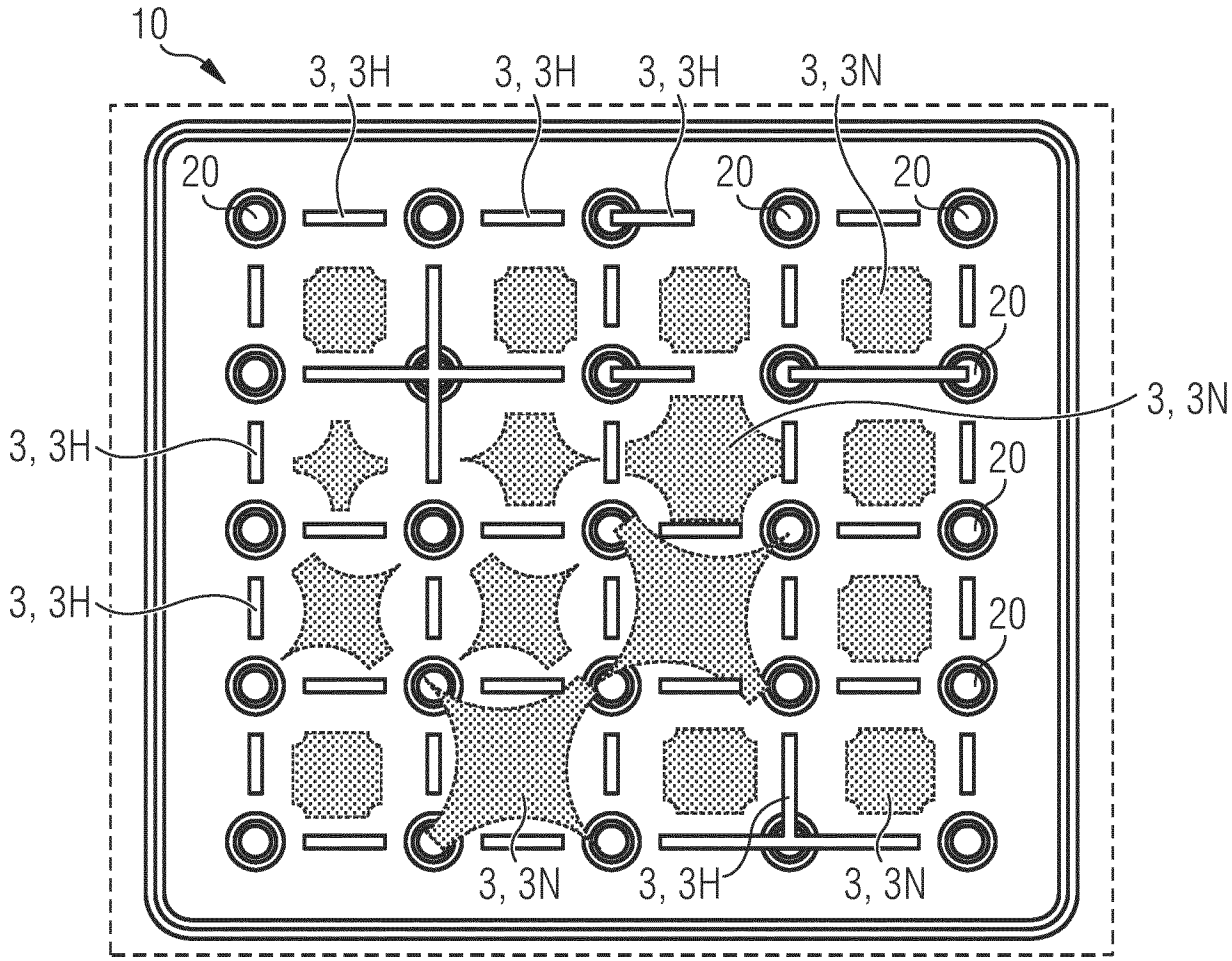

10
20
61
20B
20B
20I
20I
20P
5, 62
12
50
20A
22
23
2
21
21B
21D
3D
3D
3D
1
3, 3N
3, 3H
3, 3N
1A, 1C
11

FIG 4B


10
3, 3H
3, 3H
3, 3H
3, 3N
20
20
20
20
20
3, 3N
3, 3H
20
3, 3H
20
3, 3N
3, 3H
3, 3N

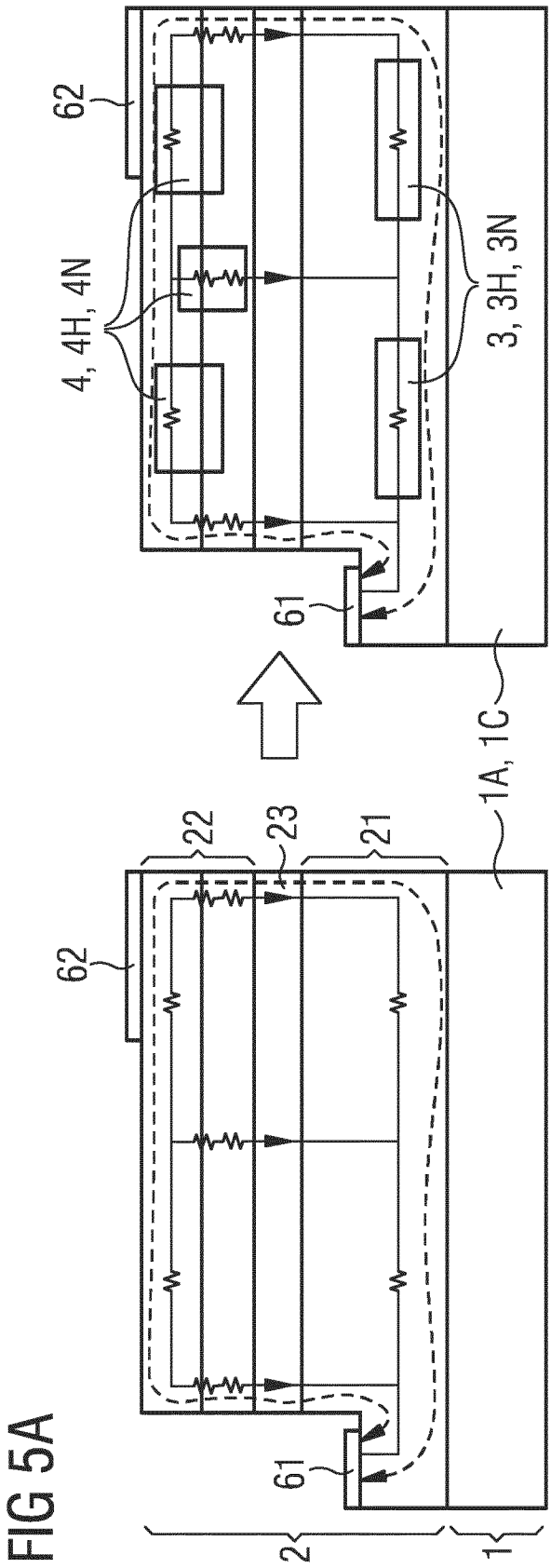


FIG 5A

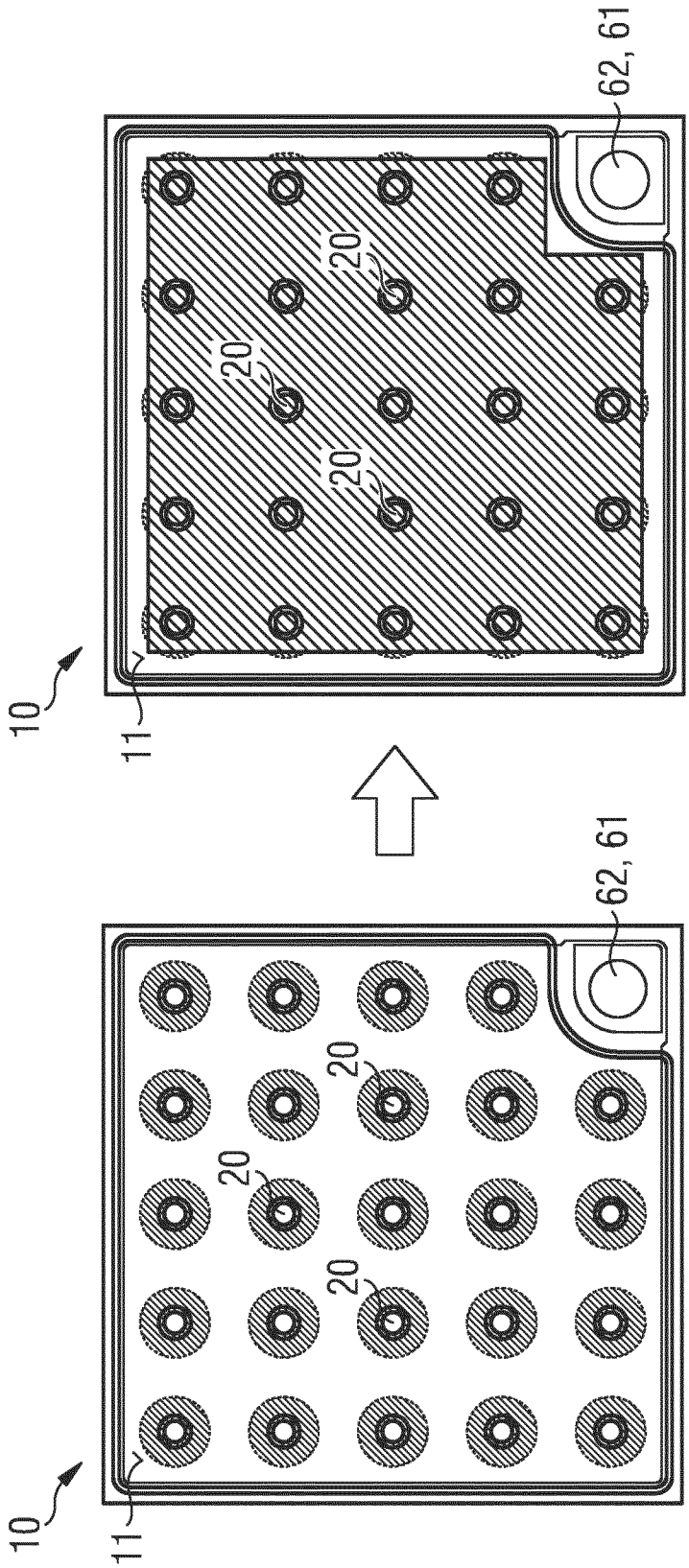


FIG 5B

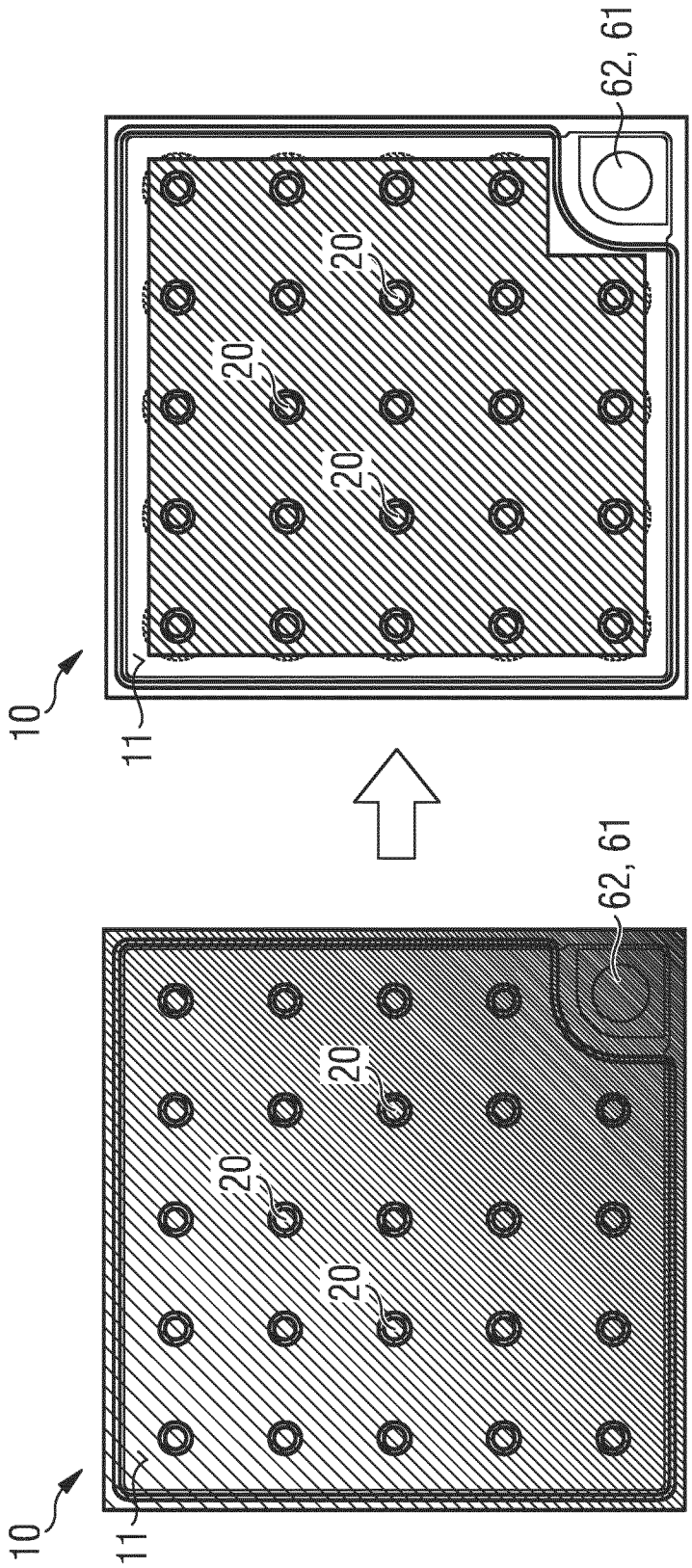


FIG 5C

FIG 6A

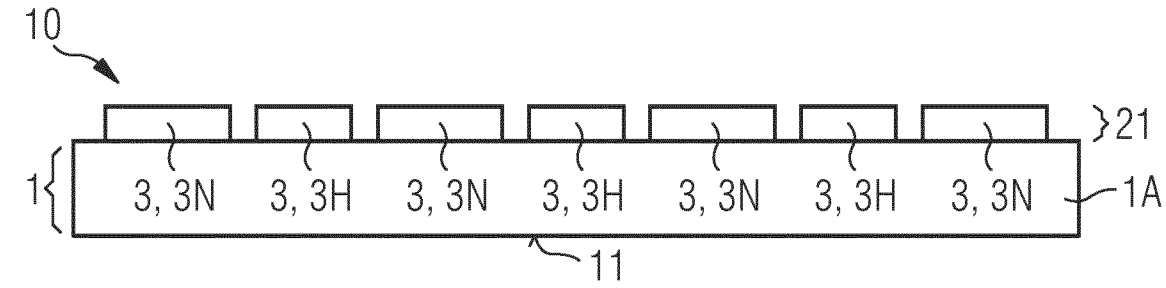


FIG 6B

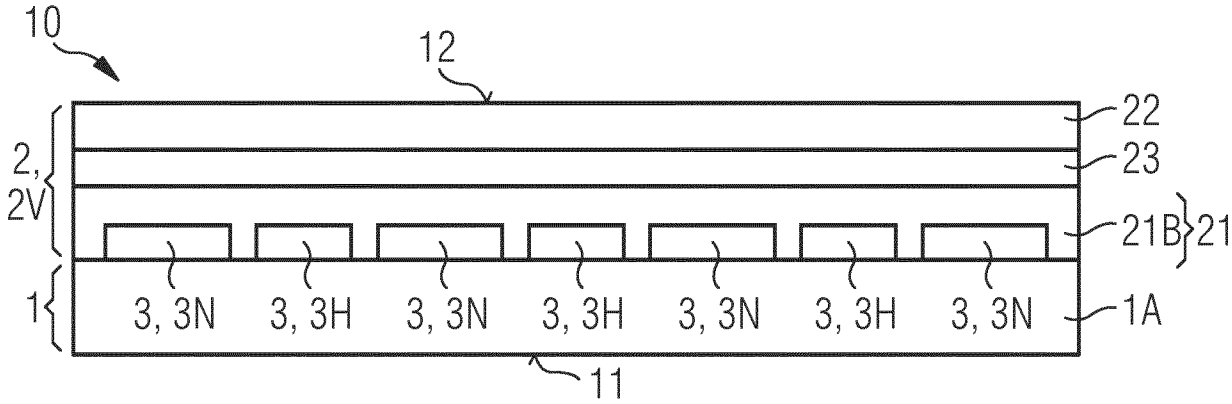


FIG 6C

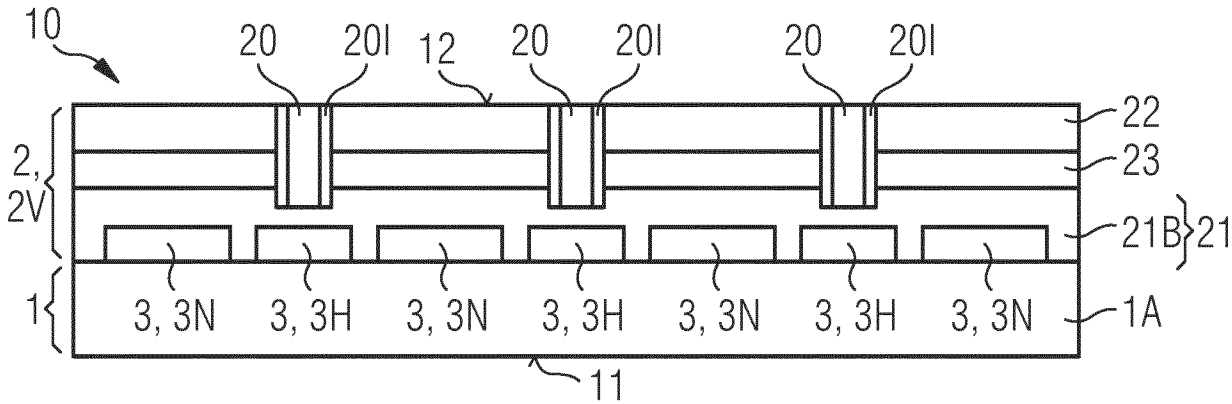


FIG 7A

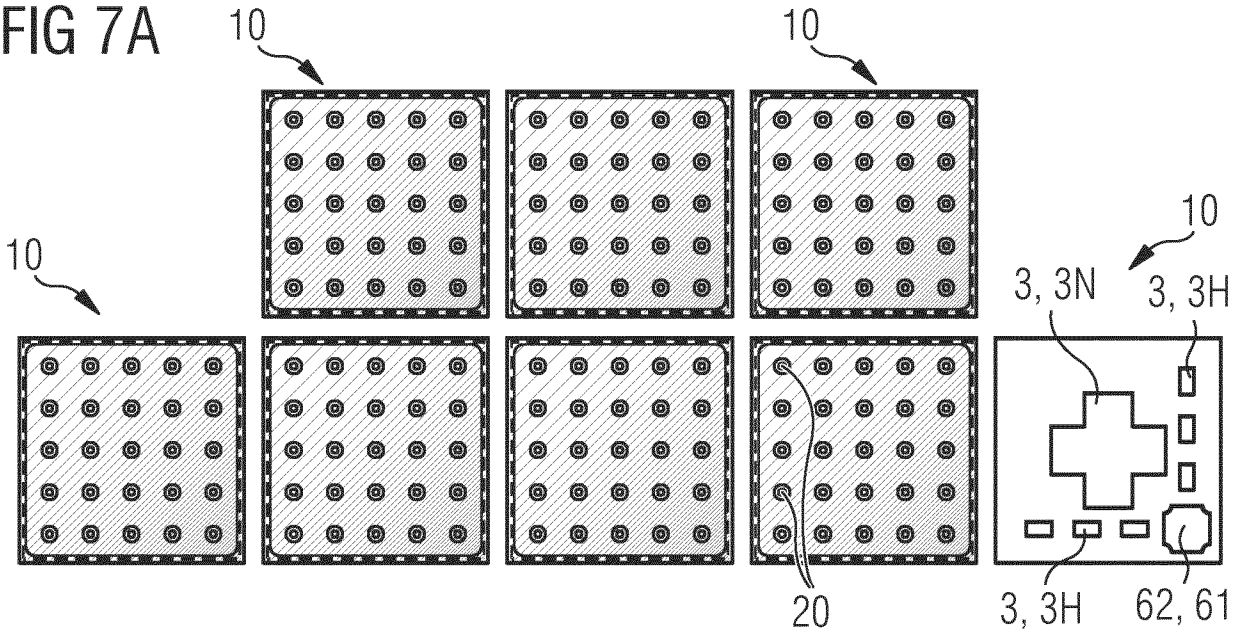

10
10
10
10
3, 3N
3, 3H
20
3, 3H
62, 61

FIG 7B

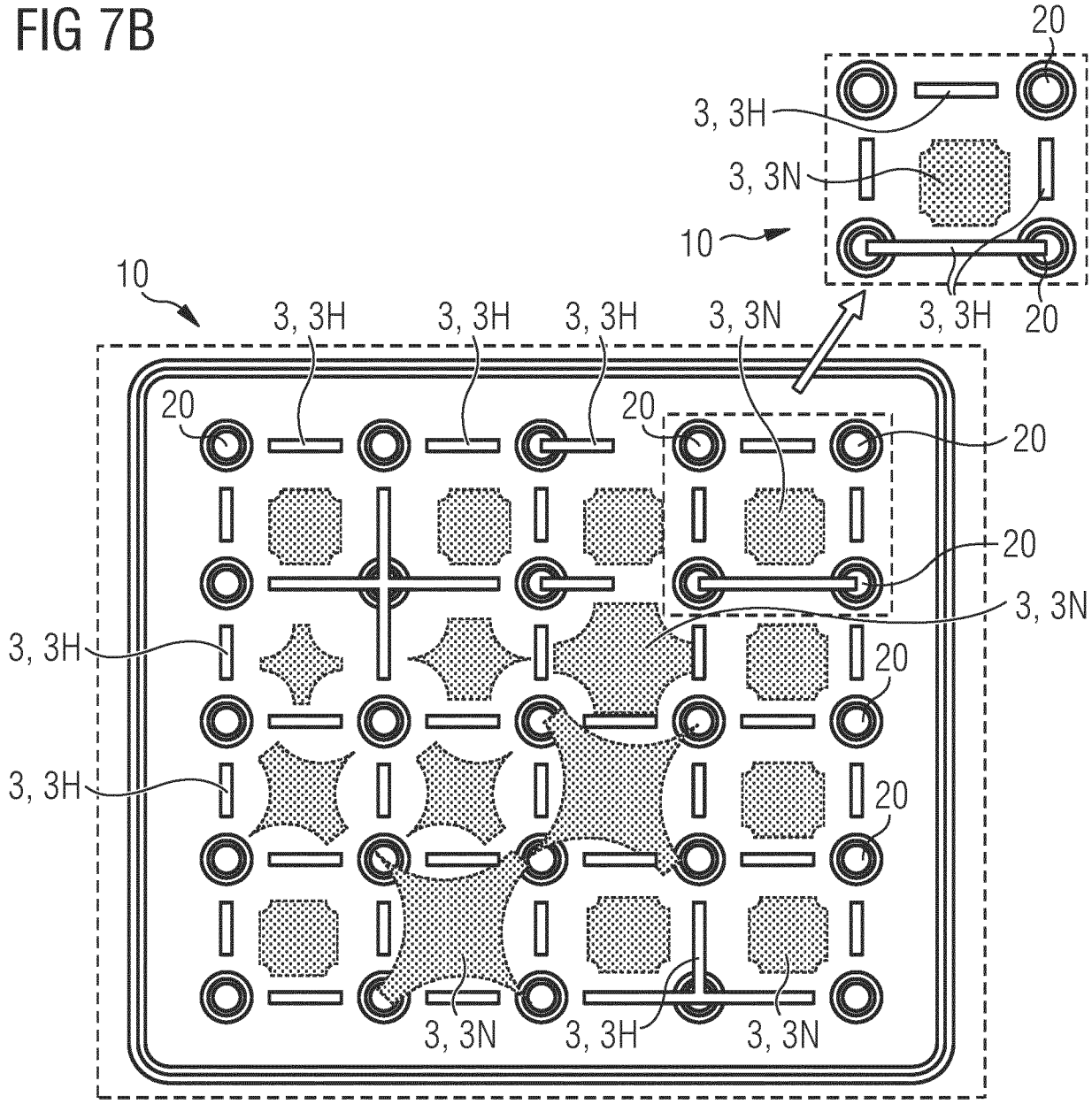

20
3, 3H
3, 3N
10
10
3, 3H
3, 3H
3, 3H
3, 3N
3, 3H
20
20
20
20
20
3, 3N
3, 3H
20
3, 3H
20
3, 3N
3, 3H
3, 3N

FIG 8A

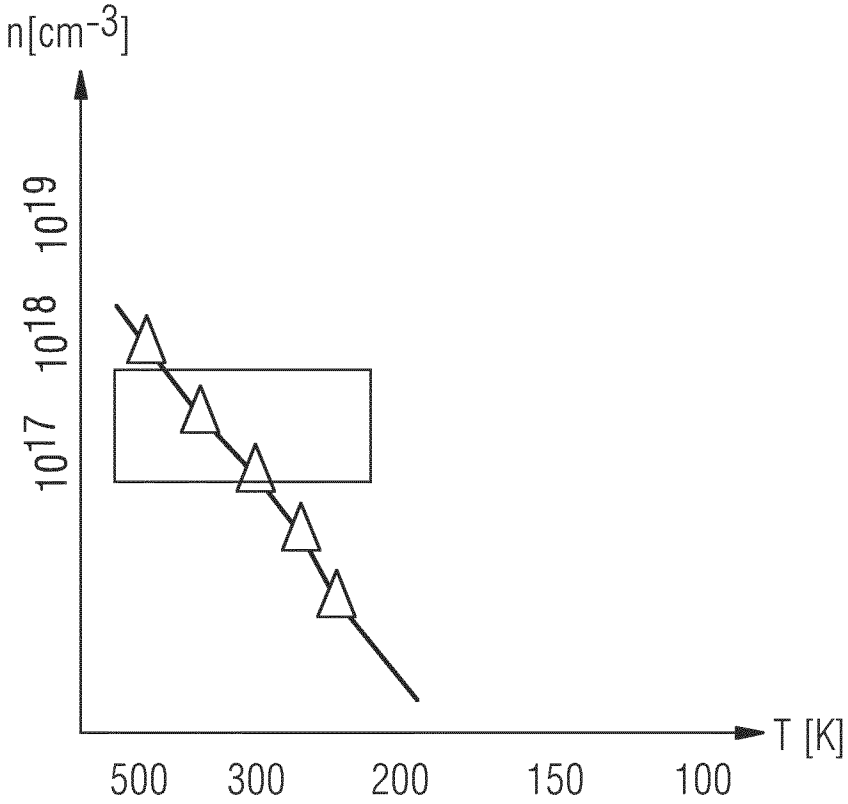

n[cm-3]
10^19
10^18
10^17
T [K]
500
300
200
150
100

FIG 8B

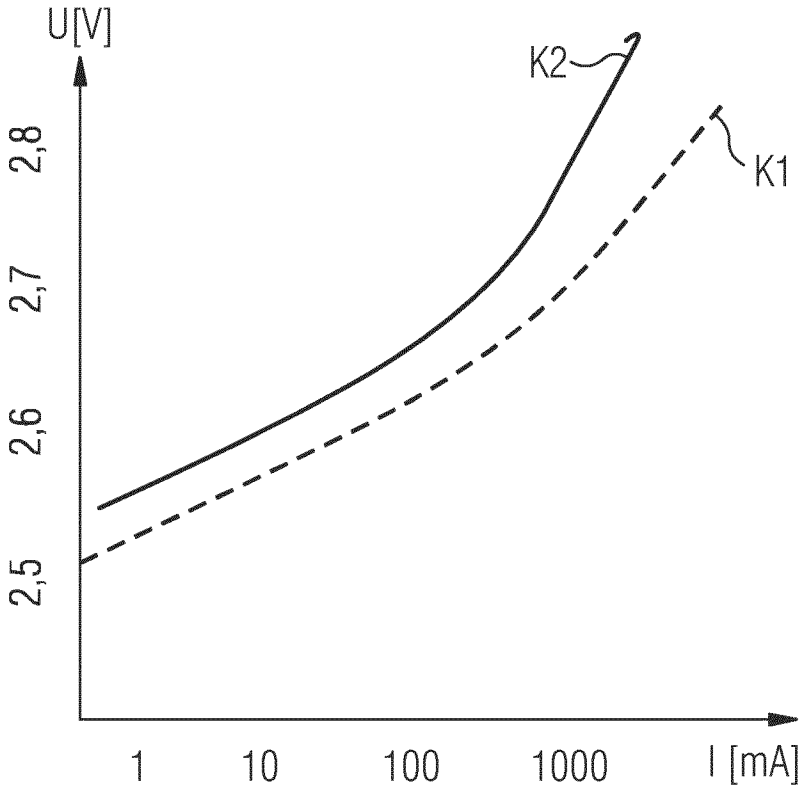

U[V]
2,8
2,7
2,6
2,5
K2
K1
1
10
100
1000
I [mA]

FIG 9A

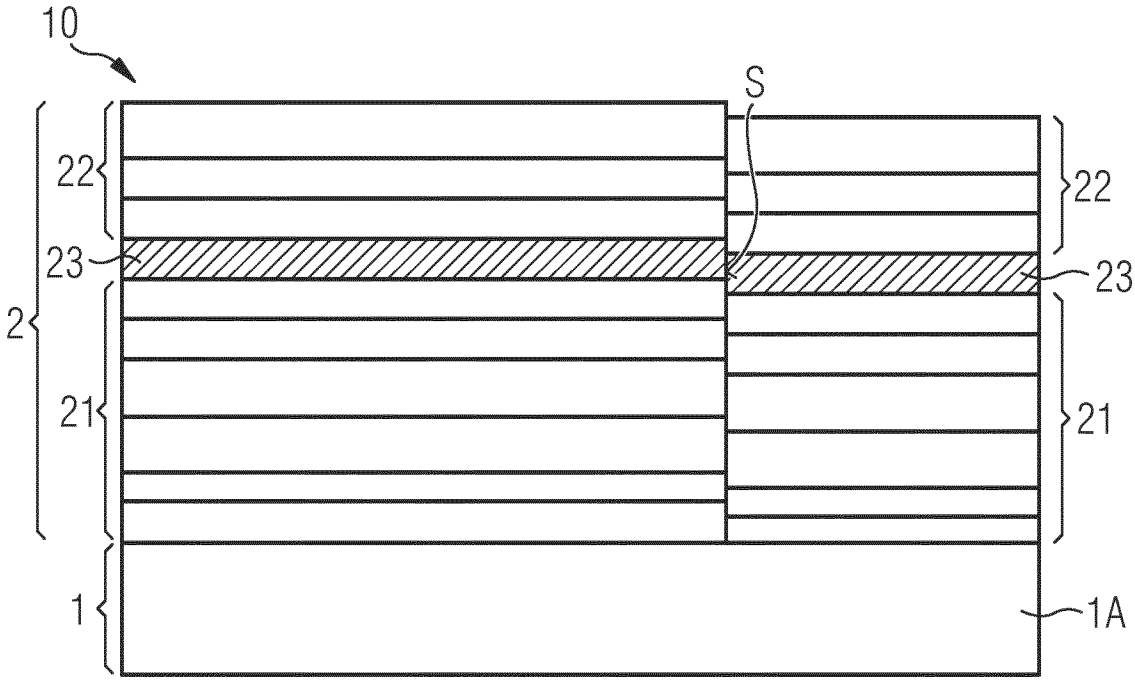


FIG 9B

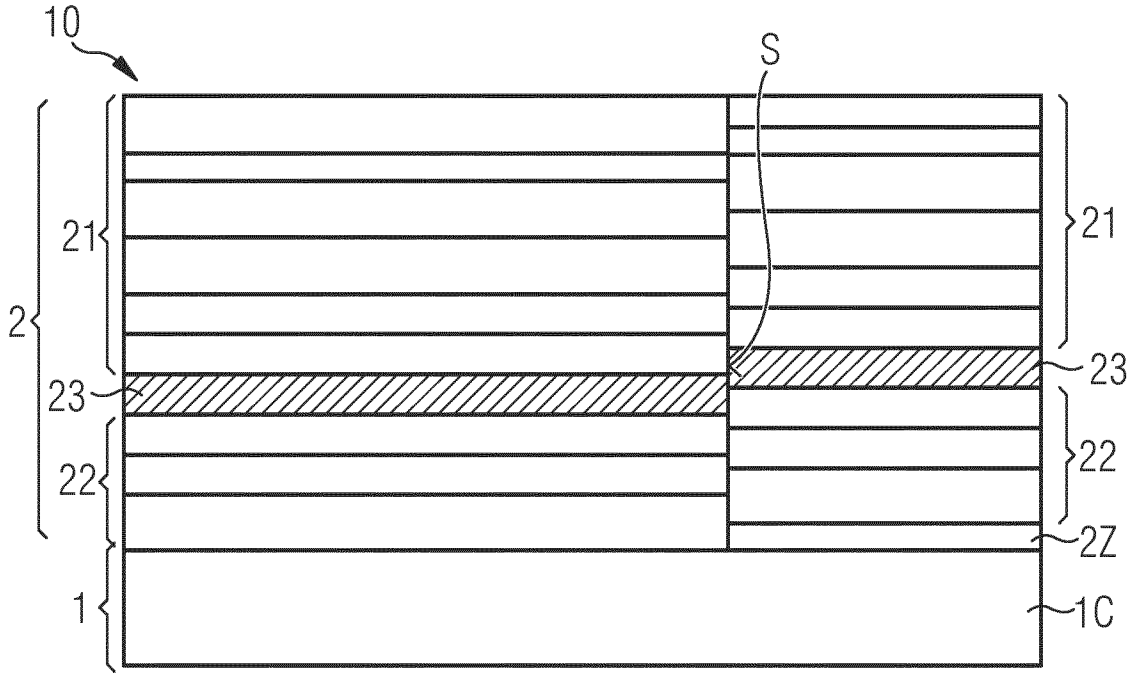


FIG 9C

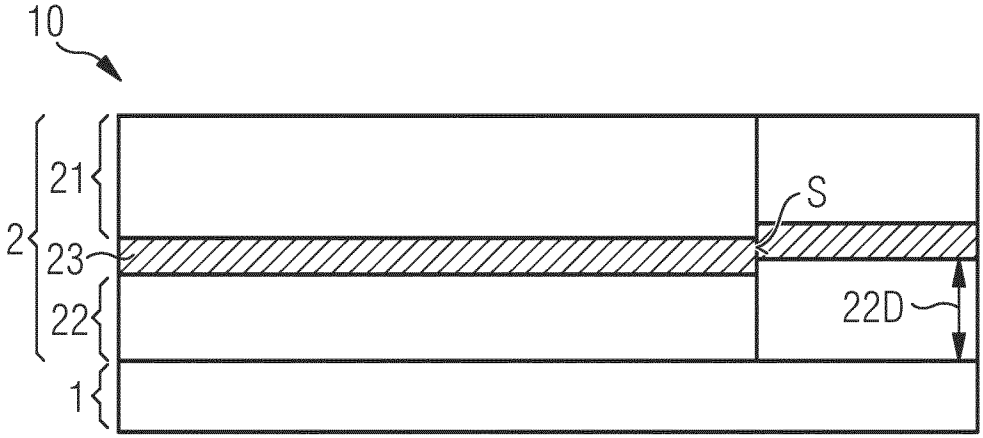
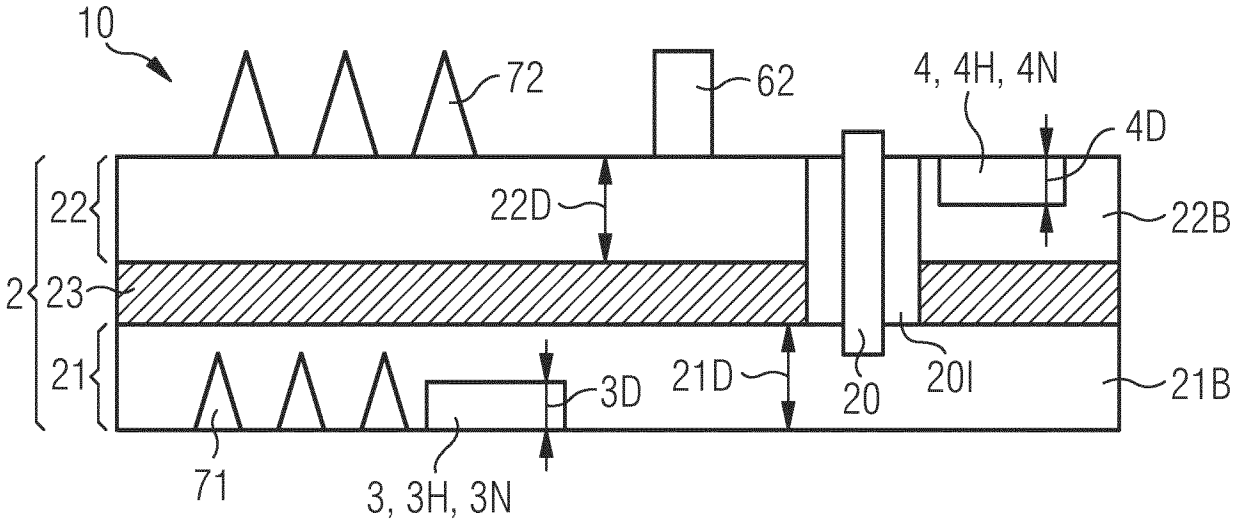

10
21
2
23
22
1
S
22D

FIG 10


10
72
62
4, 4H, 4N
4D
22
22D
22B
2
23
21
3D
21D
20
20I
21B
71
3, 3H, 3N

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2020/063480

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 33/14(2010.01)i; ***H01L 33/00***(2010.01)i; *H01L 33/58*(2010.01)n; *H01L 33/24*(2010.01)n; *H01L 33/38*(2010.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2860774 A1 (LG INNOTEK CO LTD [KR]) 15 April 2015 (2015-04-15)	1-10,13-16
Y	paragraphs [0015] - [0098]; figures 1-9	17
A		11,12,18
X	WO 2014166724 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 16 October 2014 (2014-10-16)	1-10,13-16
A	page 16, line 31 - page 20, line 2; figure 1	11,12,17,18
Y	WO 0141225 A2 (CREE LIGHTING CO [US]) 07 June 2001 (2001-06-07)	17
A	page 10, line 14 - page 21, line 23; figures 1-15	1,15,18
X	WO 2019012084 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 17 January 2019 (2019-01-17)	1-16
A	page 14, line 23 - page 20, line 16; figures 1A-4B	17,18
A	DE 102017113383 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 20 December 2018 (2018-12-20)	1,14
	paragraphs [0039] - [0066]; figures 1A-3D	

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
15 July 2020	**28 July 2020**

Name and mailing address of the ISA/EP	Authorized officer
European Patent Office **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands**	**Albrecht, Claus**
Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2020/063480

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
EP 2860774 A1	15 April 2015	CN 104350616 A	11 February 2015
		EP 2860774 A1	15 April 2015
		KR 20130137815 A	18 December 2013
		US 2015137159 A1	21 May 2015
		US 2016163929 A1	09 June 2016
		WO 2013183878 A1	12 December 2013
WO 2014166724 A1	16 October 2014	CN 105122454 A	02 December 2015
		DE 102013103601 A1	16 October 2014
		DE 112014001948 A5	31 December 2015
		JP 6100967 B2	22 March 2017
		JP 2016518711 A	23 June 2016
		US 2016049543 A1	18 February 2016
		WO 2014166724 A1	16 October 2014
WO 0141225 A2	07 June 2001	AU 4139101 A	12 June 2001
		CA 2393081 A1	07 June 2001
		CN 1423842 A	11 June 2003
		EP 1234344 A2	28 August 2002
		EP 2270883 A2	05 January 2011
		JP 5965095 B2	10 August 2016
		JP 6150998 B2	21 June 2017
		JP 2004511080 A	08 April 2004
		JP 2013012781 A	17 January 2013
		KR 20030017462 A	03 March 2003
		TW 465130 B	21 November 2001
		TW 535300 B	01 June 2003
		US 6657236 B1	02 December 2003
		US 2004041164 A1	04 March 2004
		WO 0141225 A2	07 June 2001
WO 2019012084 A1	17 January 2019	CN 110998877 A	10 April 2020
		DE 102017115794 A1	17 January 2019
		US 2020168766 A1	28 May 2020
		WO 2019012084 A1	17 January 2019
DE 102017113383 A1	20 December 2018	CN 110915003 A	24 March 2020
		DE 102017113383 A1	20 December 2018
		US 2020168764 A1	28 May 2020
		WO 2018233950 A1	27 December 2018

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2020/063480

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01L33/14 H01L33/00
ADD. H01L33/58 H01L33/24 H01L33/38

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01L

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X Y A	EP 2 860 774 A1 (LG INNOTEK CO LTD [KR]) 15. April 2015 (2015-04-15) Absätze [0015] - [0098]; Abbildungen 1-9	1-10, 13-16 17 11,12,18

X A	WO 2014/166724 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 16. Oktober 2014 (2014-10-16) Seite 16, Zeile 31 - Seite 20, Zeile 2; Abbildung 1	1-10, 13-16 11,12, 17,18

Y A	WO 01/41225 A2 (CREE LIGHTING CO [US]) 7. Juni 2001 (2001-06-07) Seite 10, Zeile 14 - Seite 21, Zeile 23; Abbildungen 1-15	17 1,15,18

	-/--	

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
15. Juli 2020	28/07/2020

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Albrecht, Claus

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2020/063480

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2019/012084 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 17. Januar 2019 (2019-01-17)	1-16
A	Seite 14, Zeile 23 - Seite 20, Zeile 16; Abbildungen 1A-4B	17,18

A	DE 10 2017 113383 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 20. Dezember 2018 (2018-12-20) Absätze [0039] - [0066]; Abbildungen 1A-3D	1,14

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2020/063480

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2860774 A1	15-04-2015	CN 104350616 A	11-02-2015
		EP 2860774 A1	15-04-2015
		KR 20130137815 A	18-12-2013
		US 2015137159 A1	21-05-2015
		US 2016163929 A1	09-06-2016
		WO 2013183878 A1	12-12-2013
WO 2014166724 A1	16-10-2014	CN 105122454 A	02-12-2015
		DE 102013103601 A1	16-10-2014
		DE 112014001948 A5	31-12-2015
		JP 6100967 B2	22-03-2017
		JP 2016518711 A	23-06-2016
		US 2016049543 A1	18-02-2016
		WO 2014166724 A1	16-10-2014
WO 0141225 A2	07-06-2001	AU 4139101 A	12-06-2001
		CA 2393081 A1	07-06-2001
		CN 1423842 A	11-06-2003
		EP 1234344 A2	28-08-2002
		EP 2270883 A2	05-01-2011
		JP 5965095 B2	10-08-2016
		JP 6150998 B2	21-06-2017
		JP 2004511080 A	08-04-2004
		JP 2013012781 A	17-01-2013
		KR 20030017462 A	03-03-2003
		TW 465130 B	21-11-2001
		TW 535300 B	01-06-2003
		US 6657236 B1	02-12-2003
		US 2004041164 A1	04-03-2004
		WO 0141225 A2	07-06-2001
WO 2019012084 A1	17-01-2019	CN 110998877 A	10-04-2020
		DE 102017115794 A1	17-01-2019
		US 2020168766 A1	28-05-2020
		WO 2019012084 A1	17-01-2019
DE 102017113383 A1	20-12-2018	CN 110915003 A	24-03-2020
		DE 102017113383 A1	20-12-2018
		US 2020168764 A1	28-05-2020
		WO 2018233950 A1	27-12-2018