

(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
03. Mai 2018 (03.05.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/077957 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01L 33/50 (2010.01) H01L 27/15 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/077326

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. Oktober 2017 (25.10.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 220 915.9
25. Oktober 2016 (25.10.2016) DE

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

(72) Erfinder: OTTO, Isabel; Furtmayrstr. 8 c, 93053 Re-
gensburg (DE). PFEUFFER, Alexander F.; Moosweg 9,

93055 Regensburg (DE). GÖÖTZ, Britta; Sandra-Paret-
ti-Weg 12, 93051 Regensburg (DE). VON MALM, Nor-
win; Stockloher Str. 8, 93152 Nittendorf (DE).

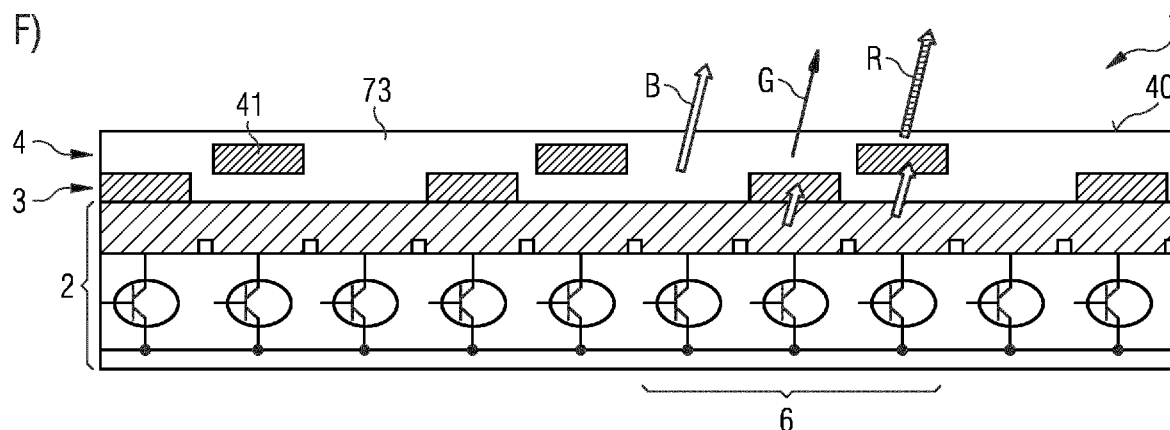
(74) Anwalt: EPPING HERMANN FISCHER PATENTAN-
WALTSGESELLSCHAFT MBH; Schlossschmidstr. 5,
80639 München (DE).

(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,

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING OPTOELECTRONIC SEMICONDUCTOR COMPONENTS, AND OPTOELECTRONIC
SEMICONDUCTOR COMPONENT

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON OPTOELEKTRONISCHEN HALBLEITERBAUTEILEN UND
OPTOELEKTRONISCHES HALBLEITERBAUTEIL

FIG 1



(57) Abstract: In one embodiment, the method is configured for producing optoelectronic semiconductor components (1) and comprises the following steps: providing a primary light source (2) having a substrate (21) and a semi-conductor layer sequence (22) applied thereon for generating primary light (B), wherein the semiconductor layer sequence (22) is structured in a plurality of pixels (24) that can be controlled electrically independently from one another and the substrate (21) has a plurality of control units (23) for controlling the pixels (24); providing a conversion unit (3, 4) which is configured to convert the primary light (B) into secondary light (G, R), wherein the conversion unit (3, 4) is grown as a continuum from a semiconductor material (31, 41); structuring the conversion unit (3, 4), wherein sub-areas of the semiconductor material (31, 41) are removed according to the pixels (24); and applying the conversion unit (3, 4) to the semiconductor layer sequence (22) such that the remaining semiconductor material (31, 41) is clearly assigned to a portion of the pixels (24).

(57) Zusammenfassung: In einer Ausführungsform ist das Verfahren zur Herstellung von optoelektronischen Halbleiterbauteilen (1) eingerichtet und umfasst die folgenden Schritte: - Bereitstellen einer Primärlichtquelle (2) mit einem Träger (21) und einer darauf angebrachten Halbleiterschichtenfolge (22) zur Erzeugung von Primärlicht (B), wobei die Halbleiterschichtenfolge (22) in eine Vielzahl von elektrisch unabhängig voneinander ansteuerbaren Bildpunkten (24) strukturiert wird und der Träger (21) eine Vielzahl von AnS-

SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(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)

teuereinheiten (23) zur Ansteuerung der Bildpunkte (24) umfasst, - Bereitstellen einer Konversionseinheit (3, 4), die dazu eingerichtet ist, das Primärlicht (B) in Sekundärlicht (G, R) umzuwandeln, wobei die Konversionseinheit (3, 4) zusammenhängend aus einem Halbleitermaterial (31, 41) gewachsen wird, - Strukturieren der Konversionseinheit (3, 4), wobei Teilgebiete des Halbleitermaterials (31, 41) entsprechend den Bildpunkten (24) entfernt werden, und - Aufbringen der Konversionseinheit (3, 4) auf die Halbleiterschichtenfolge (22), sodass das verbleibende Halbleitermaterial (31, 41) einem Teil der Bildpunkte (24) eindeutig zugeordnet wird.

Beschreibung

VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON OPTOELEKTRONISCHEN
HALBLEITERBAUTEILEN UND OPTOELEKTRONISCHES HALBLEITERBAUTEIL

5

Es wird ein Verfahren zur Herstellung von optoelektronischen Halbleiterbauteilen angegeben. Darüber hinaus wird ein optoelektronisches Halbleiterbauteil angegeben.

10 Eine zu lösende Aufgabe besteht darin, ein optoelektronisches Halbleiterbauteil mit vielen Bildpunkten anzugeben, das einstellbar Licht in unterschiedlichen Farben emittiert, und das effizient herstellbar ist.

15 Diese Aufgabe wird unter anderem durch ein Verfahren und durch ein Halbleiterbauteil mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

20 Gemäß zumindest einer Ausführungsform dient das Verfahren zur Herstellung von optoelektronischen Halbleiterbauteilen. Dabei können mehrere der Halbleiterbauteile gemeinsam in einem Wafer-Verbund hergestellt werden. Die optoelektronischen Halbleiterbauteile sind zur Erzeugung von farblich

25 abstimmbarem Licht eingerichtet. Die hergestellten Halbleiterbauteile dienen beispielsweise als Anzeigeeinrichtungen, als Displays oder in Scheinwerfern mit abstimmbarer Emissionscharakteristik, beispielsweise in Kraftfahrzeugen.

30

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das Verfahren den Schritt des Bereitstellens einer Primärlichtquelle. Die Primärlichtquelle erzeugt über Elektrolumineszenz eine

elektromagnetische Strahlung, insbesondere Primärlicht. Bei dem Primärlicht handelt es sich bevorzugt um blaues Licht, beispielsweise mit einer Wellenlänge maximaler Intensität bei mindestens 420 nm oder 435 nm und/oder bei höchstens 480 nm
5 oder 460 nm.

Die Primärlichtquelle kann alternativ oder zusätzlich elektromagnetische Strahlung in anderen Wellenlängenbereichen erzeugen. Die Primärlichtquelle kann zum Beispiel alternativ
10 oder zusätzlich zum blauen Licht ultraviolette Strahlung erzeugen, beispielsweise mit einer Wellenlänge maximaler Intensität bei mindestens 365 nm und/oder bei höchstens 420 nm. Die Primärlichtquelle kann zum Beispiel alternativ oder zusätzlich zum blauen Licht grünes Licht erzeugen,
15 beispielsweise mit einer Wellenlänge maximaler Intensität bei mindestens 485 nm und/oder bei höchstens 575 nm.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst die Primärlichtquelle einen Träger. Der Träger beinhaltet eine
20 Vielzahl von Ansteuereinheiten. Insbesondere handelt es sich bei dem Träger um einen Halbleiterträger auf Basis von Silizium, der Transistoren und/oder Schalteinheiten und/oder Steuereinheiten aufweist. Die Ansteuereinheiten können in CMOS-Technologie erzeugt sein. Der Träger basiert bevorzugt
25 auf einem Halbleitermaterial wie Silizium oder Germanium.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist auf dem Träger eine Halbleiterschichtenfolge angebracht. Die Halbleiterschichtenfolge ist zur Erzeugung der
30 Primärstrahlung eingerichtet. Hierzu umfasst die Halbleiterschichtenfolge zumindest eine aktive Zone. Die Halbleiterschichtenfolge basiert bevorzugt auf einem III-V-Verbindungshalbleitermaterial. Bei dem Halbleitermaterial

handelt es sich zum Beispiel um ein Nitrid-
Verbindungshalbleitermaterial wie $\text{Al}_n\text{In}_{1-n-m}\text{Ga}_m\text{N}$ oder um ein
Phosphid-Verbindungshalbleitermaterial wie
 $\text{Al}_n\text{In}_{1-n-m}\text{Ga}_m\text{P}$ oder auch um ein Arsenid-

- 5 Verbindungshalbleitermaterial wie $\text{Al}_n\text{In}_{1-n-m}\text{Ga}_m\text{As}$ oder wie
 $\text{Al}_n\text{Ga}_m\text{In}_{1-n-m}\text{As}_k\text{P}_{1-k}$, wobei jeweils $0 \leq n \leq 1$, $0 \leq m \leq 1$ und
 $n + m \leq 1$ sowie $0 \leq k < 1$ ist. Bevorzugt gilt dabei für
zumindest eine Schicht oder für alle Schichten der
Halbleiterschichtenfolge $0 < n \leq 0,8$, $0,4 \leq m < 1$ und $n + m \leq$
10 $0,95$ sowie $0 < k \leq 0,5$. Dabei kann die
Halbleiterschichtenfolge Dotierstoffe sowie zusätzliche
Bestandteile aufweisen. Der Einfachheit halber sind jedoch
nur die wesentlichen Bestandteile des Kristallgitters der
Halbleiterschichtenfolge, also Al, As, Ga, In, N oder P,
15 angegeben, auch wenn diese teilweise durch geringe Mengen
weiterer Stoffe ersetzt und/oder ergänzt sein können.

- Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens wird die
Halbleiterschichtenfolge in Draufsicht gesehen in eine
20 Vielzahl von elektrisch unabhängig voneinander ansteuerbaren
Bildpunkten strukturiert. Diese Strukturierung erfolgt
insbesondere durch eine Wegnahme von Material eines Teils der
Halbleiterschichtenfolge. Mit anderen Worten wird die
Halbleiterschichtenfolge etwa durch Ätzen strukturiert.
25 Bevorzugt erfolgt eine Materialwegnahme aus der
Halbleiterschichtenfolge heraus zwischen benachbarten
Bildpunkten.

- Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind die Bildpunkte
30 elektrisch unabhängig voneinander elektrisch kontaktiert und
unabhängig voneinander ansteuerbar. Das voneinander
unabhängige Ansteuern erfolgt über die Ansteuereinheiten in

dem Träger. Bevorzugt ist jedem der Bildpunkte genau eine der Ansteuereinheiten des Trägers zugeordnet und umgekehrt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das Verfahren
5 den Schritt des Bereitstellens einer oder mehrerer
Konversionseinheiten. Die mindestens eine Konversionseinheit
ist dazu eingerichtet, das Primärlicht teilweise oder
vollständig zu absorbieren und in zumindest ein Sekundärlicht
umzuwandeln. Die Erzeugung des Sekundärlichts erfolgt über
10 Fotolumineszenz aus dem Primärlicht.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird die
Konversionseinheit oder werden alle Konversionseinheiten
jeweils zusammenhängend aus zumindest einem
15 Halbleitermaterial gewachsen. Insbesondere wird jede
Konversionseinheit epitaktisch gewachsen. Die
Konversionseinheiten können auf denselben
Halbleitermaterialien basieren, wie die
Halbleiterschichtenfolge der Primärlichtquelle, oder auf
20 hiervon verschiedenen Halbleitermaterialien.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfassen die
Konversionseinheiten zur Erzeugung des Sekundärlichts jeweils
eine Einfach-Quantentopfstruktur oder, bevorzugt, eine
25 Mehrfach-Quantentopfstruktur. Das heißt, die
Konversionseinheiten können aus einer Abfolge von mehreren
Halbleiterschichten zusammengesetzt sein. In einer lateralen
Richtung, insbesondere parallel zu einer
Hauptausdehnungsrichtung des Trägers, ändert sich eine
30 Zusammensetzung der Konversionseinheiten bevorzugt nicht oder
nicht signifikant. Mit anderen Worten setzen sich die
Halbleiterschichten der Konversionseinheiten über die gesamte
jeweilige Konversionseinheit hinweg fort, bevorzugt in im

Rahmen der Herstellungstoleranzen ungeänderter
Zusammensetzung.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform werden die

5 Konversionseinheiten strukturiert. Beim Strukturieren wird in
Teilgebieten das Halbleitermaterial, aus dem die
Konversionseinheiten sind, entfernt. Bevorzugt wird in den
Teilgebieten das Halbleitermaterial vollständig entfernt,
sodass in Draufsicht gesehen Ausnehmungen und/oder Löcher in
10 den Konversionseinheiten entstehen. Weiter ist es möglich,
dass nur Inseln des Halbleitermaterials der
Konversionseinheiten stehen bleiben, die untereinander nicht
durch Halbleitermaterial der jeweiligen Konversionseinheit
verbunden sind.

15

Gemäß zumindest einer Ausführungsform erfolgt das
Strukturieren der zumindest einen Konversionseinheit
entsprechend den Bildpunkten der Halbleiterschichtenfolge.
Beispielsweise wird dasselbe Raster beim Strukturieren des
20 Halbleitermaterials verwendet, mit dem die
Halbleiterschichtenfolge in die Bildpunkte strukturiert ist.
Somit ist es möglich, zumindest einen Teil der Bildpunkte je
einem Bereich des Halbleitermaterials der Konversionseinheit
zuzuordnen, sodass der entsprechende Bildpunkt im Betrieb das
25 Sekundärlicht erzeugt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird die strukturierte
Konversionseinheit auf die Halbleiterschichtenfolge
aufgebracht. Hierdurch erfolgt eine Zuordnung des nach dem
30 Strukturieren verbleibenden Halbleitermaterials der
Konversionsschichten zu einem Teil der Bildpunkte. Diese
Zuordnung ist bevorzugt uneindeutig.

In mindestens einer Ausführungsform ist das Verfahren zur Herstellung von optoelektronischen Halbleiterbauteilen eingerichtet und umfasst die folgenden Schritte, beispielsweise in der angegebenen Reihenfolge:

- 5 - Bereitstellen einer Primärlichtquelle mit einem Träger und einer darauf angebrachten Halbleiterschichtenfolge zur Erzeugung von Primärlicht, wobei die Halbleiterschichtenfolge in Draufsicht gesehen in eine Vielzahl von elektrisch unabhängig voneinander ansteuerbaren Bildpunkten strukturiert
- 10 wird und der Träger eine Vielzahl von Ansteuereinheiten zur Ansteuerung der Bildpunkte umfasst,
 - Bereitstellen zumindest einer Konversionseinheit, die dazu eingerichtet ist, das Primärlicht in zumindest ein Sekundärlicht umzuwandeln, wobei die Konversionseinheit
 - 15 zusammenhängend aus wenigstens einem Halbleitermaterial gewachsen wird,
 - Strukturieren der Konversionseinheit, wobei Teilgebiete des Halbleitermaterials entsprechend den Bildpunkten entfernt werden, und
- 20 - Aufbringen der Konversionseinheit auf die Halbleiterschichtenfolge, sodass das verbleibende Halbleitermaterial einem Teil der Bildpunkte eindeutig zugeordnet wird.
- 25 Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die Primärlichtquelle aufgebaut, wie in der Druckschrift DE 10 2014 101 896 A1 oder DE 10 2014 105 999 A1 angegeben. Der Offenbarungsgehalt dieser Druckschriften hinsichtlich der Primärlichtquelle wird durch Rückbezug aufgenommen. Solche
- 30 Primärlichtquellen, die einen Träger mit Ansteuereinheiten und eine in Bildpunkte strukturierte Halbleiterschichtenfolge umfassen, werden auch als Mikroleuchtdioden, kurz Mikro-LED, bezeichnet.

Mikro-LEDs sind meist monochromatisch emittierende Bauteile. Um mit drei monochromatisch emittierenden Mikro-LEDs, also einer Mikro-LED für rotes Licht, einer für grünes Licht und einer für blaues Licht, ein farbiges Bild erzeugen zu können, kann das von den Mikro-LEDs emittierte Licht über ein Prisma
5 zusammengemischt und überlagert werden. Weiterhin ist es möglich, ein farbiges Bild direkt aus der Emission einzelner Pixel zu erzeugen, wobei verschiedenfarbig emittierende, einzelne Bildpunkte aus einem Halbleitermaterial entweder
10 seitlich nebeneinander gesetzt oder vertikal übereinander gestapelt angeordnet werden können. Solche Anordnungen sind jedoch entweder nur sehr aufwendig herzustellen, dadurch bedingt, dass einzelne Bildpunkte einzeln platziert werden müssen, oder weisen zusätzliche optische Komponenten auf.

15 Mit dem hier beschriebenen Verfahren hingegen lässt sich ein Halbleiterbauteil in Form einer Mikro-LED effizient herstellen, wobei die einzelnen Bildpunkte aus einer einzigen Halbleiterschichtenfolge resultieren. Durch das Aufbringen
20 der zumindest einen Konversionseinheit lassen sich in kompakter und effizient herstellbarer Bauweise Bildpunkte erzeugen, die in unterschiedlichen Farben emittieren. Dies wird insbesondere durch die Strukturierung der Konversionseinheiten gemäß der Aufteilung der
25 Halbleiterschichtenfolge in die Bildpunkte erreicht. Dabei sind sowohl die Konversionseinheiten als auch die Halbleiterschichtenfolge auf Wafer-Ebene herstellbar.

Durch die Erzeugung von verschiedenen Farben über
30 Fotolumineszenz in den Konversionseinheiten ist es möglich, eine monochromatisch emittierende Primärlichtquelle in Form einer Mikro-LED zu verwenden. Etwa eine Ausgestaltung von elektrischen Kontakten und Passivierungsschichten ist dabei

vergleichsweise einfach und effizient, gegenüber anderen Lösungen. Die Verwendung von epitaktisch gewachsenen Halbleiterschichten für die Konversionseinheiten ermöglicht die Erzeugung eines Schichtenstapels, welcher mehrere
5 Schichten beinhaltet, die in unterschiedlichen Wellenlängen emittieren. Außerdem ist es mit solchen Halbleiterschichten für die Konversionseinheiten möglich, einen hohen Absorptionsgrad insbesondere für blaues Licht einzustellen, so dass eine lokale Vollkonversion des Primärlichts erzielt
10 werden kann. Ferner sind spektral schmalbandige Spektren der jeweiligen Fotolumineszenzstrahlung erzielbar, was zum Beispiel bei Displayanwendungen einen großen Gamut-Bereich erschließt. Da an einem bestimmten Ort oberhalb der Halbleiterschichtenfolge besonders bevorzugt nur eine einzige
15 Konversionseinheit vorhanden ist, sind unerwünschte Absorptionsverluste vermeidbar. Durch die Verwendung von Planarisierungsprozessen zum Erfüllen von Zwischenräumen zwischen Halbleitermaterialbereichen der Konversionseinheiten ist eine mechanische Stabilisierung ermöglicht. Außerdem
20 können die Konversionseinheiten über Direktbonden auf die Primärlichtquelle aufgebracht werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform erfolgt beim Strukturieren der Halbleiterschichtenfolge zu den Bildpunkten
25 keine Veränderung einer Lage von verbleibenden Gebieten der Halbleiterschichtenfolge relativ zueinander. Mit anderen Worten werden die Bereiche für die einzelnen Bildpunkte nicht erst etwa durch ein nachträgliches Platzierungsverfahren nebeneinandergesetzt, sondern die Bildpunkte entstehen direkt
30 aus der Halbleiterschichtenfolge heraus, ohne ein nachfolgendes Umordnen oder Umplatzieren. Bevorzugt gilt dies auch für die Strukturierung der Konversionseinheiten. Das heißt, auch die verbleibenden Teilgebiete des

Halbleitermaterials der Konversionseinheiten werden hinsichtlich ihrer Position und Lage nach dem oder beim Strukturieren relativ zueinander nicht verändert.

5 Gemäß zumindest einer Ausführungsform werden auf die Halbleiterschichtenfolge mehrere Konversionseinheiten aufgebracht. Bevorzugt werden genau zwei Konversionseinheiten angebracht. Dabei dient eine erste Konversionseinheit zur
10 Umwandlung von blauem Licht in grünes Licht, und eine zweite Konversionseinheit zur Umwandlung von blauem Licht in rotes Licht. Emittiert die Primärlichtquelle ultraviolette Strahlung und kein oder kaum blaues Licht, so ist bevorzugt eine dritte Konversionseinheit zur Erzeugung von blauem Licht vorhanden.

15 Gemäß zumindest einer Ausführungsform werden die Halbleiterschichten der Konversionseinheiten übereinander auf einem gemeinsamen Wachstumssubstrat aufgewachsen. Mit anderen Worten können die Konversionseinheiten eine gemeinsame,
20 zusammenhängend gewachsene Halbleiterschichtenabfolge darstellen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird eine oder werden mehrere der Konversionseinheiten noch auf dem gemeinsamen
25 Wachstumssubstrat strukturiert. Die Strukturierung erfolgt beispielsweise photolithografisch und über Ätzen. Bevorzugt werden die Konversionseinheiten zeitlich nacheinander strukturiert.

30 Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens wird nur eine der Konversionseinheiten auf dem gemeinsamen Wachstumssubstrat strukturiert. Nach dem Strukturieren dieser Konversionseinheit wird der Verbund aus den

Konversionseinheiten und dem gemeinsamen Wachstumssubstrat an der Halbleiterschichtenfolge befestigt, bevorzugt mittels Waferbonden. Anschließend erfolgt ein Ablösen des Wachstumssubstrats, beispielsweise mittels Laser-Behandlung, Ätzen und/oder mechanischen Methoden wie Schleifen.

Schließlich wird zumindest eine weitere Konversionseinheit strukturiert, wobei dieses Strukturieren an der Halbleiterschichtenfolge der Primärlichtquelle erfolgt.

- 10 Gemäß zumindest einer Ausführungsform werden mehrere Konversionseinheiten auf der Halbleiterschichtenfolge der Primärlichtquelle aufgebracht. Dabei wird jede der Konversionseinheiten auf einem eigenen Wachstumssubstrat gewachsen. Die Konversionseinheiten stellen also je eine
- 15 separat hergestellte, eigene Halbleiterschichtenabfolge dar.

- Gemäß zumindest einer Ausführungsform erfolgt das Strukturieren der Konversionseinheiten auf dem je zugehörigen Wachstumssubstrat. Damit ist eine Strukturierung der
- 20 Konversionseinheiten direkt an der Halbleiterschichtenfolge vermeidbar.

- Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird nach dem Strukturieren der entsprechenden Konversionseinheit eine oder
- 25 mehrere Planarisierungsschichten aufgebracht. Die Planarisierungsschicht ist aus einem strahlungsdurchlässigen Material gebildet und besteht bevorzugt aus anorganischen Materialien, beispielsweise aus einem Oxid wie Siliziumoxid oder Aluminiumoxid oder einem Nitrid wie Siliziumnitrid oder
- 30 Aluminiumnitrid.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform werden durch die Planarisierungsschicht einzelne inselförmige Bereiche der

Konversionseinheiten, die aus dem Strukturieren des Halbleitermaterials resultieren, mechanisch fest miteinander verbunden. Dabei kann sich ein Material für die Planarisierungsschicht direkt an dem Halbleitermaterial der Konversionseinheiten befinden. Alternativ ist es möglich, dass zwischen dem Material der Planarisierungsschicht und dem Halbleitermaterial der Konversionseinheiten eine Beschichtung, insbesondere eine optisch funktionalisierte Beschichtung wie eine optische Isolierung oder ein Spiegel, befindet.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform überdeckt die Planarisierungsschicht eine dem zugehörigen Wachstumssubstrat abgewandte Seite der betreffenden Konversionseinheit teilweise oder vollständig. Dabei kann die Planarisierungsschicht diese Seite dauerhaft oder nur zeitweise während bestimmter Herstellungsschritte bedecken.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform werden die Konversionseinheiten je auf separaten Wachstumssubstraten gewachsen. Nachfolgend werden die Konversionseinheiten noch vor dem Ablösen der Wachstumssubstrate aneinander befestigt, insbesondere durch Direktbonden mit oder ohne Zwischenschicht. Hierdurch entsteht eine Schichtenfolge aus den Konversionseinheiten.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird die Schichtenfolge aus den Konversionseinheiten strukturiert, wobei insbesondere nur eine der Konversionseinheiten strukturiert wird. Nachfolgend wird diese Schichtenfolge an der Halbleiterschichtenfolge der Primärlichtquelle befestigt. Hierauf kann das verbleibende Wachstumssubstrat entfernt

werden. Danach kann die zuvor noch nicht strukturierte Konversionseinheit strukturiert werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform werden die

5 Konversionseinheiten untereinander oder die Konversionseinheiten an der Halbleiterschichtenfolge mittels Waferbonden befestigt. Dabei kann es sich um Waferbonden ohne Zwischenschicht handeln, insbesondere um sogenanntes direktes Bonden oder anodisches Bonden. Alternativ kann eine
10 insbesondere oxidische oder nitridische Zwischenschicht verwendet werden und bei dem Waferbonden handelt es sich etwa um ein eutektisches Bonden, ein Glasbonden oder ein adhäsives Bonden.

15 Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist ein Lichtweg zwischen dem Träger und einer dem Träger abgewandten Lichtaustrittsseite der Konversionseinheiten frei von organischem Material. Mit anderen Worten durchläuft Licht innerhalb des Halbleiterbauteils lediglich anorganische
20 Materialien. Hierdurch ist eine lange Lebensdauer erreichbar und hohe Leistungsdichten insbesondere von blauem Licht sind erzielbar.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird einigen der

25 Bildpunkte keine der Konversionseinheiten zugeordnet. Von diesen Bildpunkten wird das Primärlicht emittiert, ohne dass eine Wellenlängenumwandlung erfolgt. Weiterhin wird den übrigen Bildpunkten je genau eine der Konversionseinheiten zugeordnet. Somit liegen keine übereinandergestapelten
30 Konversionseinheiten bei den Bildpunkten vor. Beispielsweise sind Bildpunkte, die das Primärlicht emittieren, ohne, dass eine Wellenlängenumwandlung erfolgt, vorhanden, die blaues Licht emittieren. Zusätzlich können Bildpunkte vorhanden

sein, die das Primärlicht emittieren, ohne, dass eine Wellenlängenumwandlung erfolgt, die grünes Licht emittieren. In diesem Fall ist es zum Beispiel möglich, dass blaues und grünes Licht über einen elektrisch gepumpten Schichtstapel erzeugt werden und rotes Licht über eine optische gepumpte Halbleiterschicht.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform werden mehrere, insbesondere genau drei, verschiedenfarbig emittierende Bildpunkte zu einem Anzeigebereich zusammengefasst. Solche Anzeigebereiche werden auch als farbige Pixel bezeichnet. Die Anzeigebereiche können einstellbar verschiedenfarbig Licht emittieren. Durch die Anordnung der Bildpunkte in Anzeigebereichen ist es möglich, mit dem Halbleiterbauteil Bilder oder Filme oder variierende Leuchtmuster darzustellen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind benachbarte Bildpunkte und/oder benachbarte Anzeigebereiche mittels einer Zwischenwand optisch voneinander isoliert. Die Zwischenwand kann aus einem oder mehreren lichtundurchlässigen Materialien zusammengesetzt sein. Die Zwischenwand kann absorbierend oder reflektierend für die erzeugte Strahlung sein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform erstreckt sich die Zwischenwand vollständig durch die Konversionseinheit. Dabei ist es möglich, dass die Zwischenwand bündig zur Halbleiterschichtenfolge hin abschließt oder auch die Halbleiterschichtenfolge teilweise oder vollständig durchdringt. Ragt die Zwischenwand in die Halbleiterschichtenfolge hinein, so ist die Zwischenwand beispielsweise aus einem elektrisch isolierenden Material gestaltet oder hin zur Halbleiterschichtenfolge elektrisch isolierend ausgeführt. Alternativ ist es möglich, dass

beispielsweise eine n-leitende Seite der Halbleiterschichtenfolge über die Zwischenwände elektrisch kontaktiert ist, es kann durch die Zwischenwand somit ein gemeinsamer elektrischer Kontakt über die Bildpunkte hinweg
5 realisiert sein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform erstreckt sich die Halbleiterschichtenfolge durchgehend und zusammenhängend und bevorzugt auch lückenlos über alle Bildpunkte hinweg.
10 Alternativ ist die Halbleiterschichtenfolge in Bereichen zwischen benachbarten Bildpunkten und/oder Anzeigebereichen vollständig entfernt, sodass die Bildpunkte oder Anzeigebereiche durch Inseln aus der Halbleiterschichtenfolge heraus realisiert sind.

15
Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist an einer der Halbleiterschichtenfolge zugewandten Seite der Konversionseinheiten wenigstens eine Spiegelschicht aufgebracht. Die eine oder die mehreren Spiegelschichten sind
20 für das in der zugeordneten Konversionseinheit erzeugte Sekundärlicht undurchlässig oder weitgehend undurchlässig. Bevorzugt sind die Spiegelschichten zur Reflexion dieses Sekundärlichts eingerichtet. Insbesondere sind die Spiegelschichten für das Primärlicht durchlässig und etwa
25 durch dichroitische Spiegel realisiert.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform befindet sich an einer dem Träger abgewandten Seite der Konversionseinheiten wenigstens eine Filterschicht. Die Filterschicht ist für das
30 Primärlicht undurchlässig und für das Sekundärlicht durchlässig. Dabei kann die Filterschicht absorbierend oder reflektierend für das Primärlicht wirken. Optional ist es

möglich, dass die Filterschicht als Antireflexionsschicht für das Sekundärlicht gestaltet ist.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform bedeckt die

- 5 Filterschicht und/oder die Spiegelschicht die zugehörige Konversionseinheit vollständig. Alternativ ist die zugehörige Konversionseinheit von der Filterschicht und/oder der Spiegelschicht nur zum Teil bedeckt.

- 10 Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist zumindest eine der Konversionseinheiten oder weisen alle Konversionseinheiten und/oder weist die Halbleiterschichtenfolge eine Dicke von mindestens 1 μm oder 2 μm und/oder von höchstens 15 μm oder 10 μm oder 6 μm auf.

- 15 Mit anderen Worten sind die Konversionseinheiten und die Halbleiterschichtenfolge dünn.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weisen die Bildpunkte in Draufsicht gesehen einen mittleren Durchmesser von

- 20 mindestens 2 μm oder 3 μm oder 10 μm auf. Alternativ oder zusätzlich liegt der mittlere Durchmesser bei höchstens 300 μm oder 200 μm oder 80 μm . Insbesondere gelten diese Werte nicht nur für den mittleren Durchmesser, sondern auch für eine mittlere Kantenlänge der Bildpunkte, falls diese, in
- 25 Draufsicht gesehen, quadratisch oder rechteckig geformt sind.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform liegt ein Abstand

- zwischen benachbarten Bildpunkten bei mindestens 0,3 μm oder 0,5 μm oder 1 μm und/oder bei höchstens 10 μm oder 6 μm oder
- 30 3 μm . Der Abstand zwischen den Bildpunkten beträgt bevorzugt höchstens 25 % oder 10 % oder 3 % des mittleren Durchmessers der Bildpunkte.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das fertige Halbleiterbauteil mindestens 10 oder 100 oder 1000 der Bildpunkte. Alternativ oder zusätzlich liegt die Zahl der Bildpunkte bei höchstens 10^8 oder 10^7 oder 10^6 oder 10^5 .

5 Gleiches kann für die Anzahl der Anzeigebereiche gelten.

Darüber hinaus wird ein optoelektronisches Halbleiterbauteil angegeben. Das Halbleiterbauteil ist bevorzugt mit einem Verfahren hergestellt, wie in Verbindung mit einer oder
10 mehrerer der oben genannten Ausführungsformen angegeben. Merkmale für das Verfahren sind daher auch für das Halbleiterbauteil offenbart und umgekehrt.

In mindestens einer Ausführungsform umfasst das
15 optoelektronische Halbleiterbauteil eine Primärlichtquelle, die einen Träger und eine darauf angebrachte Halbleiterschichtenfolge zur Erzeugung von Primärlicht beinhaltet. Weiterhin umfasst das Halbleiterbauteil zumindest eine Konversionseinheit aus wenigstens einem
20 Halbleitermaterial, wobei die Konversionseinheit dazu eingerichtet ist, das Primärlicht über Fotolumineszenz in zumindest ein Sekundärlicht umzuwandeln. Die Halbleiterschichtenfolge und die Konversionseinheit sind separat voneinander hergestellt und nicht zusammenhängend
25 gewachsen. Die Halbleiterschichtenfolge ist, in Draufsicht gesehen, in eine Vielzahl elektrisch unabhängig voneinander ansteuerbaren Bildpunkten strukturiert. Der Träger weist eine Vielzahl von Ansteuereinheiten zur Ansteuerung der Bildpunkte auf, die bevorzugt in einer 1:1-Zuordnung zu den Bildpunkten
30 vorliegen. Einigen der Bildpunkte ist keine Konversionseinheit zugeordnet, sodass diese Bildpunkte das Primärlicht emittieren und wobei den verbleibenden Bildpunkten je genau eine Konversionseinheit zugeordnet ist.

Mehrere verschiedenfarbig emittierende Bildpunkte sind zu einem Anzeigebereich zusammengefasst, der dazu eingerichtet ist, bezüglich der Farbe einstellbares Licht zu emittieren. Ferner ist ein Lichtweg zwischen dem Träger und einer dem
5 Träger abgewandten Lichtaustrittsseite der Konversionseinheit frei von organischen Materialien.

Nachfolgend werden ein hier beschriebenes Verfahren und ein hier beschriebenes Halbleiterbauteil unter Bezugnahme auf die
10 Zeichnung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Gleiche Bezugszeichen geben dabei gleiche Elemente in den einzelnen Figuren an. Es sind dabei jedoch keine maßstäblichen Bezüge dargestellt, vielmehr können einzelne Elemente zum besseren Verständnis übertrieben groß
15 dargestellt sein.

Es zeigen:

Figuren 1 bis 3 und 6 schematische Schnittdarstellungen von
20 Verfahrensschritten von Ausführungsbeispielen von hier beschriebenen Verfahren zur Herstellung von hier beschriebenen optoelektronischen Halbleiterbauteilen, und

Figuren 4, 5 und 7 schematische Schnittdarstellungen von
25 Ausführungsbeispielen von hier beschriebenen optoelektronischen Halbleiterbauteilen.

In Figur 1 ist schematisch ein Verfahren zur Herstellung von optoelektronischen Halbleiterbauteilen 1 illustriert. Gemäß
30 Figur 1A wird ein Wachstumssubstrat 5 bereitgestellt. Das Wachstumssubstrat 5 ist beispielsweise ein GaAs-Substrat. Auf das Wachstumssubstrat 5 werden zwei Halbleitermaterialien 31, 41 für zwei Konversionseinheiten 3, 4 aufgewachsen. Dabei

wird zuerst ein zweites Halbleitermaterial 41 zur Erzeugung von rotem Licht und daraufhin ein erstes Halbleitermaterial 31 zur Erzeugung von grünem Licht aufgewachsen.

- 5 Die beiden Halbleitermaterialien 31, 41 basieren etwa auf InGaAlP. Das zweite Halbleitermaterial 41 zur Erzeugung von rotem Licht basiert bevorzugt auf InGaAlP. Alternativ zu InGaAlP kann das erste Halbleitermaterial 31 auch auf InGaN basieren, gewachsen beispielsweise auf einem Saphirsubstrat.
- 10 Ein solches, lichtdurchlässiges Saphirsubstrat kann abweichend von der Darstellung in Figur 1 auch noch an dem Halbleitermaterial 31 angebracht verbleiben. Es sind die Halbleitermaterialien 31, 41 je aus mehreren Schichten aufgebaut und umfassen bevorzugt eine
- 15 Multiquantentopfstruktur, mit der über Fotolumineszenz grünes oder rotes Sekundärlicht erzeugbar ist.

Eine Multiquantentopfstruktur kann zum Beispiel zehn oder mehr Quantentopfstrukturen umfassen. Die

- 20 Multiquantentopfstruktur im ersten Halbleitermaterial 31 kann zum Beispiel zwanzig oder mehr Quantentopfstrukturen umfassen. Ferner kann die die Multiquantentopfstruktur im ersten Halbleitermaterial 31 zum Beispiel einhundert oder weniger Quantentopfstrukturen umfassen. Die
- 25 Multiquantentopfstruktur im zweiten Halbleitermaterial 41 kann zum Beispiel zwanzig oder mehr Quantentopfstrukturen umfassen. Ferner kann die die Multiquantentopfstruktur im zweiten Halbleitermaterial 41 zum Beispiel einhundert oder weniger Quantentopfstrukturen umfassen. Gemäß einer
- 30 Ausführungsform liegt die Anzahl der Quantentopfstrukturen im ersten und/oder zweiten Halbleitermaterial zwischen zwanzig und fünfzig Quantentopfstrukturen. Die Anzahl der Quantentopfstrukturen im ersten Halbleitermaterial 31 und die

Anzahl der Quantentopfstrukturen im zweiten Halbleitermaterial 41 können unterschiedlich sein. Ferner kann die Anzahl der Quantentopfstrukturen im ersten und/oder zweiten Halbleitermaterial 31,41 größer sein, als die Anzahl der Quantentopfstrukturen in der Halbleiterschichtenfolge 22 der Primärlichtquelle 2.

Im Verfahrensschritt der Figur 1B ist gezeigt, dass das erste Halbleitermaterial 31 strukturiert wird. Dabei wird, insbesondere über Ätzen, das erste Halbleitermaterial 31 stellenweise vollständig entfernt, sodass bereichsweise das zweite Halbleitermaterial 41 freigelegt wird. Von dieser Strukturierung bleibt das zweite Halbleitermaterial 41 ansonsten unbeeinflusst.

Die Strukturierung des ersten Halbleitermaterials 31 erfolgt beispielsweise über nasschemisches oder trockenchemisches Ätzen. Die einzelnen, verbleibenden inselförmigen Bereiche des ersten Halbleitermaterials 31 entsprechen dabei der Größe von Bildpunkten 24 des Halbleiterbauteils 1. Die inselförmigen Bereiche weisen beispielsweise eine Kantenlänge von mindestens 3 µm und/oder von höchstens 200 µm auf. In Draufsicht gesehen sind diese Bereiche beispielsweise quadratisch, rechteckig, rund oder sechseckig. Diese Bereiche können kartesisch in einem rechteckigen Muster oder auch hexagonal angeordnet sein. Entsprechendes gilt auch für das zweite Halbleitermaterial 41 und auch hinsichtlich aller anderen Ausführungsbeispiele.

Im Verfahrensschritt der Figur C1 wird flächig eine Planarisierungsschicht 73 abgeschieden. Die Planarisierungsschicht 73 ist bevorzugt aus einem elektrisch isolierenden, dielektrischem Material hergestellt,

beispielsweise aus Siliziumdioxid. Durch die Planarisierungsschicht 73 sind Zwischenräume zwischen den inselförmigen, verbliebenen Bereichen des ersten Halbleitermaterials 31 aufgefüllt, sodass insgesamt eine Schicht mit einer gleichbleibenden, konstanten Dicke entsteht. Weiterhin sind durch die Planarisierungsschicht 73 die inselförmigen Bereiche des ersten Halbleitermaterials 31 fest miteinander verbunden. Die Planarisierungsschicht 73 zusammen mit dem ersten Halbleitermaterial 31 bilden die erste Konversionseinheit 3.

Gemäß Figur C1 weist die Planarisierungsschicht 73 dieselbe Dicke auf wie das erste Halbleitermaterial 31, sodass das erste Halbleitermaterial 31 und die Planarisierungsschicht 73 in Richtung weg von dem Wachstumssubstrat 5 bündig miteinander abschließen. Demgegenüber ist in Figur C2 illustriert, dass eine Dicke der Planarisierungsschicht 73 größer ist als eine Dicke des ersten Halbleitermaterials 31. An einer dem Wachstumssubstrat 5 abgewandten Seite ist das erste Halbleitermaterial 31 vollständig von der Planarisierungsschicht 73 bedeckt. Die Planarisierungsschicht 73 zusammen mit dem ersten Halbleitermaterial 31 weist wiederum eine gleichbleibende, konstante Dicke auf. Diese Dicke liegt beispielsweise bei mindestens 5 μm und/oder bei höchstens 12 μm , wobei die Planarisierungsschicht 73 das erste Halbleitermaterial 31 bevorzugt um höchstens 5 μm oder 2 μm oder 1 μm überragt. Dies gilt bevorzugt auch in allen anderen Ausführungsbeispielen.

Die Varianten hinsichtlich der Planarisierungsschicht 73, wie in den Figuren C1 und C2 illustriert, können entsprechend auch in allen anderen Ausführungsbeispielen vorliegen. Zur

Vereinfachung der Darstellung ist nachfolgend je nur noch eine dieser Varianten illustriert.

In Figur 1D ist gezeigt, dass der Verbund aus Figur C1, oder
5 alternativ aus Figur C2, an einer Primärlichtquelle 2
angebracht wird. Dieses Anbringen erfolgt bevorzugt über
Direktbonden. Dabei kann der Verbund aus Figur C1 unmittelbar
mit einer Halbleiterschichtenfolge 22 der Primärlichtquelle 2
in Verbindung gebracht werden, wie in Figur 1D gezeigt.
10 Alternativ ist es möglich, dass eine nicht dargestellte
Zwischenschicht, etwa aus Siliziumdioxid, zur Haftvermittlung
zwischen der Primärlichtquelle 2 und dem Verbund aus Figur C1
aufgebracht wird. Alternativ kann zu einer Haftvermittlung
die Planarisierungsschicht 73 aus Figur C2 herangezogen
15 werden.

Die Primärlichtquelle 2 weist zudem einen Träger 21 auf. In
dem Träger 21 befindet sich eine Vielzahl von
Ansteuereinheiten 23. Der Träger 21 basiert bevorzugt auf
20 Silizium, und die Ansteuereinheiten 23 sind in CMOS-
Technologie in dem Träger 21 erzeugt. Die
Halbleiterschichtenfolge 22 basiert auf AlInGaN und ist zur
Erzeugung von blauem Licht eingerichtet. Dabei ist die
Halbleiterschichtenfolge 22 in eine Vielzahl von Bildpunkten
25 24 unterteilt. Jeder der Bildpunkte 24 ist bevorzugt genau
einer der Ansteuereinheiten 23 zugeordnet und umgekehrt.

Zwischen benachbarten Bildpunkten 24 befinden sich optional
Trennbereiche 26. Über die Trennbereiche 26 ist eine
30 elektrische und/oder optische Isolierung der einzelnen
Bildpunkte 24 voneinander erzielbar. Die
Halbleiterschichtenfolge 22 ist von den Trennbereichen 26,
beispielsweise durch ungefüllte oder gefüllte Gräben

realisiert, nur teilweise durchbrochen und erstreckt sich als zusammenhängende Schicht über den gesamten Träger 21 hinweg. In Draufsicht gesehen sind die Bildpunkte 24 beispielsweise rechteckig, quadratisch, rund oder hexagonal gestaltet.

5

Beim Verfahrensschritt der Figur 1E ist das Wachstumssubstrat 5 aus Figur 1D entfernt. Das Ablösen des Wachstumssubstrats 5 erfolgt beispielsweise durch Schleifen, Polieren, Nassätzen oder Trockenätzen, durch Laserabhebeverfahren oder

10 Kombinationen hieraus.

Nachfolgend, siehe Figur 1F, wird das zweite

Halbleitermaterial 41 in gleicher Weise strukturiert wie zuvor das erste Halbleitermaterial 31, wobei das

15 Strukturieren an der Halbleiterschichtenfolge 22 durchgeführt wird. Die Halbleiterschichtenfolge 22 ist von diesem Strukturieren nicht betroffen. Ebenso erfolgt das Aufbringen einer weiteren Planarisierungsschicht 73. Die weitere Planarisierungsschicht 73 zusammen mit dem zweiten

20 Halbleitermaterial 41 bilden die zweite Konversionseinheit 4.

Die inselförmigen, verbliebenen Bereiche der beiden Halbleitermaterialien 31, 41 weisen dieselbe Größe auf wie die Bereiche der Halbleiterschichtenfolge 22 für die

25 Bildpunkte 24. Zum Beispiel ist ein Drittel der Bildpunkte 24 etwa im Falle einer RGB-Einheit oder ein Viertel der Bildpunkte 24 etwa bei einer RGGB-Einheit frei von den Konversionseinheiten 3, 4, sodass aus diesen Bildpunkten 24 unmittelbar ein Primärlicht B, bevorzugt blaues Licht,

30 emittiert wird. Den verbleibenden Bildpunkten 24 ist je nur genau eine der Konversionseinheiten 3, 4 zugeordnet. Über die Konversionseinheiten 3, 4 wird erstes Sekundärlicht G und zweites Sekundärlicht R erzeugt, wobei es sich bevorzugt um

grünes und rotes Licht handelt. In den Konversionseinheiten 3, 4 wird das Primärlicht B vollständig oder nahezu vollständig absorbiert.

- 5 Drei verschiedenfarbig emittierende Bildpunkte 24 sind zu einem Anzeigebereich 6, auch als Pixel bezeichnet, zusammengefasst. Die Pixel sind dazu eingerichtet, einstellbar verschiedenfarbig Licht zu emittieren, das aus dem Primärlicht B und aus dem Sekundärlicht G, R
10 zusammengesetzt ist.

In Figur 1 weisen die einzelnen Anzeigebereiche 6 je genau einen Bereich für rotes, grünes und blaues Licht auf, bilden also eine RGB-Einheit. Ebenso können zwei Bereiche für grünes
15 Licht vorhanden sein, sodass eine RGGB-Einheit mit vier Bildpunkten 26 gebildet wird, oder auch eine zusätzliche Einheit für gelbes Licht für eine RGBY-Einheit. Weiterhin ist es möglich, dass zusätzlich eine Einheit mit einem Leuchtstoff zur Erzeugung von weißem Licht vorhanden ist,
20 sodass eine RGBW-Einheit resultiert. Die Erzeugung von weißem oder gelbem Licht erfolgt in einer nicht dargestellten, dritten Konversionseinheit, die über den ersten und zweiten Konversionseinheiten 3, 4 gestapelt angeordnet ist. Die Anzeigebereiche 6 umfassen bevorzugt je genau drei oder vier
25 der Bildpunkte 26. Ebenso kann als Primärquelle 2 eine ultraviolett emittierende Halbleiterschichtenfolge vorhanden sein, die mit drei Leuchtstoffen für rot, blau und grün und optional für gelb oder weiß versehen ist, wobei die einzelnen Leuchtstoffbereiche bevorzugt unabhängig voneinander anregbar
30 sind.

Da die Konversionseinheiten 3, 4 an der Halbleiterschichtenfolge 22 nicht überlappen, können die

Konversionseinheiten 3, 4 in beliebiger Reihenfolge aufgebracht werden.

Neben den Planarisierungsschichten 73 der Figur 1F können
5 auch nicht gezeichnete weitere, insbesondere transparente
dünne Schichten als zusätzliche oder alternative Passivierung
und/oder Verkapselung zum Einsatz kommen. Die
Planarisierungsschichten 73, die optionale Zwischenschicht
sowie die Passivierung und/oder Verkapselung können neben
10 Siliziumdioxid auch aus Siliziumnitrid, Aluminiumoxid,
Tantalnitrid, transparenten Oxiden oder Nitriden von Zn, Sn,
Ta, Ga, Ni, Zr, Hf, Ti oder Metalle der Seltenen Erden
hergestellt sein. Dabei können die beiden
Planarisierungsschichten 73 aus demselben Material oder auch
15 aus voneinander verschiedenen Materialien hergestellt sein.

Um eine aufwändige Justage zwischen den Bildpunkten 24 der
Halbleiterschichtenfolge 22 und den strukturierten
Konversionseinheiten 3, 4 zu vermeiden, kann die Emission der
20 Primärstrahlung aus der Halbleiterschichtenfolge 22 heraus
von bestimmten, aktiv betriebenen Bildpunkten 24 genutzt
werden, um Fotolacke lokal auszuhärten oder löslich zu
machen. Dies erfolgt beispielsweise bei der Strukturierung
der Konversionseinheiten 3, 4 direkt an der
25 Halbleiterschichtenfolge 22, vergleiche etwa Figur 1F.

Zu einer verbesserten Lichtauskopplung können die
Konversionseinheiten 3, 4 oder die Halbleiterschichtenfolge
22 an einer dem Träger 21 abgewandten Seite jeweils eine
30 Aufrauung aufweisen. Eventuell können hierzu zusätzliche
Schutzschichten an einer solchen Aufrauung aufgebracht
werden, die optional planarisiert sein können. Weiterhin
können auch optional die Planarisierungsschichten 73 oder

zumindest eine dem Träger 21 entfernt liegende Planarisierungsschicht 73 mit einer Aufrauung versehen werden.

5 Beim Verfahren der Figur 2 werden, siehe Figur 2A, die Halbleitermaterialien 31, 41 auf zwei verschiedenen Wachstumssubstraten 5 aufgewachsen. Nachfolgend, siehe Figur 2B, werden die Halbleitermaterialien 31, 41 aneinander gebondet und eines der Wachstumssubstrate 5 wird entfernt.

10

Die weiteren Verfahrensschritte können analog zu den Figuren 1A bis 1F erfolgen.

Beim Verfahren, wie in Figur 3 illustriert, werden die
15 Halbleitermaterialien 31, 41 jeweils auf den separaten Wachstumssubstraten 5 gewachsen und auch auf den Wachstumssubstraten 5 strukturiert, siehe Figur 3A. Daraufhin erfolgt das Aufbringen der Planarisierungsschichten 73, siehe Figur 3B.

20

Nachfolgend werden entweder die beiden Konversionseinheiten 3, 4 erst miteinander verbunden und anschließend an der Halbleiterschichtenfolge 22 angebracht oder es erfolgt ein sequentielles Anbringen der Konversionseinheiten 3, 4
25 nacheinander auf der Halbleiterschichtenfolge 22, siehe Figur 3C.

Beim Ausführungsbeispiel des Halbleiterbauteils 1, wie in Figur 4 dargestellt, sind zwischen benachbarten Bildpunkten
30 24 lichtundurchlässige Zwischenwände 25a, 25b vorhanden. Über diese Zwischenwände 25a, 25b ist eine optische Isolation zwischen den Bildpunkten 24, oder alternativ nur zwischen benachbarten Anzeigebereichen 6, erreichbar und ein optisches

Übersprechen wird reduziert oder verhindert. Somit sind gesättigtere Farben darstellbar und ein größerer Gamut-Bereich ist erzielbar.

- 5 Die Zwischenwände 25a, 25b können mit der Strukturierung der Konversionseinheiten 3, 4 entstehen, zum Beispiel durch metallisches oder dielektrisches Verspiegeln von geätzten Flanken der Halbleitermaterialien 31, 32 vor dem Erzeugen der zugehörigen Planarisierungsschicht 73. Ebenso können die
- 10 Zwischenwände 25a, 25b nach dem Erzeugen der Planarisierungsschicht 73 beispielsweise durch Ätzen von Gräben und nachfolgendem Auffüllen mit reflektierendem oder absorbierendem Material hergestellt werden.
- 15 Die Zwischenwände 25a können auf die Konversionseinheiten 3, 4 beschränkt bleiben. Die Zwischenwände 25a reichen nur bis an die Halbleiterschichtenfolge 22 heran, jedoch nicht in die Halbleiterschichtenfolge 22 hinein. Demgegenüber können bei nachträglich, nach dem Strukturieren der Konversionseinheiten
- 20 3, 4 erzeugte Zwischenwände 25b bis in die Halbleiterschichtenfolge 22 hineinreichen und die Halbleiterschichtenfolge 22, optional zusammen mit den optional vorhandenen Trennbereichen 26, vollständig durchdringen.
- 25 Die Zwischenwände 25a, 25b sind beispielsweise aus einem Metall hergestellt. Sind die Zwischenwände 25b aus einem elektrisch leitfähigen Material, so reichen die Zwischenwände 25b besonders bevorzugt nicht bis an eine nicht gezeichnete
- 30 Metallisierung zwischen den Bildpunkten 24 heran, um elektrische Kurzschlüsse zu vermeiden. Alternativ kann über die Zwischenwände 25a, 25b eine elektrische Kontaktierung der Halbleiterschichtenfolge 22 an einer dem Träger 21

abgewandten Seite erzielt sein. Bei den Zwischenwänden 25a, 25b kann es sich ferner um Metallspacer oder durch Fototechnik erzeugte optische Trennungen handeln.

5 Es ist möglich, dass einzelne Bildpunkte 24 p-seitig, also insbesondere an einer dem Träger 21 zugewandten Seite, strukturiert sind. Für einen n-Kontakt, insbesondere an einer dem Träger 21 abgewandten Seite, kann die Halbleiterschichtenfolge 22 zwischen benachbarten Bildpunkten
10 24 teilweise entfernt werden. Zur besseren optischen Isolation der Bildpunkte 24 voneinander kann dann von der n-Seite her, insbesondere bevor die Konversionseinheiten 3, 4 aufgebracht werden, das n-leitende GaN bis zu diesem n-Kontakt entfernt werden. Ebenso können zunächst alle
15 Konversionseinheiten 3, 4 aufgebracht werden, strukturiert und planarisiert werden, und erst anschließend wird ein Graben oder werden Ausnehmungen zwischen den einzelnen Bildpunkten 24 strukturiert, insbesondere lithografisch. Diese mit einem reflektierenden oder absorbierenden Material
20 verfüllten Gräben oder Ausnehmungen können bis in das n-GaN hineinragen.

Solche Zwischenwände 25a, 25b können auch in allen anderen Ausführungsbeispielen vorhanden sein. Bevorzugt sind in dem
25 Halbleiterbauteil 1 nur durchgehend die Zwischenwände 25a der linken Bildhälfte in Figur 4 oder nur die Zwischenwände 25b der rechten Bildhälfte vorhanden.

Beim Ausführungsbeispiel der Figur 5 sind zusätzlich
30 Spiegelschichten 71 und/oder Filterschichten 72 vorhanden. Die Spiegelschichten 71, beispielsweise dichroitische und/oder dielektrische Spiegel, befinden sich je an einer der Primärlichtquelle 2 zugewandten Seite der zugehörigen

Konversionseinheit 3, 4. Insbesondere sind die Spiegelschichten 71 unmittelbar an dem Halbleitermaterial 31, 41 angebracht. Durch die Spiegelschichten 71 wird erreicht, dass das aus dem Primärlicht erzeugte Sekundärlicht nicht zurück in die Halbleiterschichtenfolge 22 gelangt. Anders als in Figur 5 dargestellt ist es möglich, dass die Spiegelschicht 71 durchgehend direkt an der Halbleiterschichtenfolge 22 erzeugt ist und nicht an dem ersten oder zweiten Halbleitermaterial 31, 41.

Alternativ oder zusätzlich zu den Spiegelschichten 71 sind Filterschichten 72 vorhanden. Über die Filterschichten 72 wird verhindert, dass nicht konvertiertes, insbesondere blaues Primärlicht aus den einzelnen Bildpunkten 24 herausgelangt. Die Filterschicht 72 kann durchgehend über mehrere der Bildpunkte 24 aufgebracht sein oder auf einzelne Bildpunkte 24 beschränkt sein.

In Figur 6 ist ein Verfahren zur Erzeugung der Zwischenwände 25a illustriert. Gemäß Figur 6A wird auf das strukturierte Halbleitermaterial 31 eine Rohmaterialschiicht 27 durchgehend und konform mit konstanter Dicke aufgebracht. Beispielsweise handelt es sich bei der Rohmaterialschiicht 27 um eine Metallschicht. Die Rohmaterialschiicht 27 wird beispielsweise über chemische Gasphasenabscheidung, physikalische Gasphasenabscheidung, Atomlagenabscheidung oder Sputtern aufgebracht.

Nachfolgend, siehe Figur 6B, erfolgt ein anisotropes Ätzen wie Trockenätzen, sodass die Rohmaterialschiicht 27 nur an Flanken des Halbleitermaterials 31 verbleibt und so die Zwischenwände 25a bildet.

Die Verfahrensschritte der Figur 6 können beispielsweise in den Verfahrensschritten der Figuren 1B oder 3A oder 1F zusätzlich erfolgen.

- 5 In Verbindung mit der Figur 7 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel beschrieben, bei dem Bildpunkte 24 vorhanden sind, die ein erste Primärlicht B1 emittieren, ohne, dass eine Wellenlängenumwandlung erfolgt. Zusätzlich sind Bildpunkte 24 vorhanden sein, die ein zweites
- 10 Primärlicht G2 emittieren, ohne, dass eine Wellenlängenumwandlung erfolgt. Bei dem ersten Primärlicht B1 handelt es sich um blaues Licht, bei dem zweiten Primärlicht G2 handelt es sich um grünes Licht. Blaues und grünes Licht werden dabei durch elektrisches Pumpen erzeugt. Es sind
- 15 ferner Bildpunkte 24 vorhanden, die Sekundärlicht R1, zum Beispiel rotes Licht, emittieren. Das rote Licht wird durch die zweiten Konversionseinheiten 4 erzeugt.

- Die Halbleiterschichtenfolge 22 weist dazu eine erste
- 20 Halbleiterschichtenfolge 22a zur Erzeugung des zweiten Primärlichts G2 und eine zweite Halbleiterschichtenfolge 22b zur Erzeugung des ersten Primärlichts B1 auf. Die Schichtenabfolge vom Träger 21 weg gerichtet in der Halbleiterschichtenfolge 22 ist beispielsweise wie folgt:
- 25 erste Halbleiterschichtenfolge 22a umfassend eine p-dotierte Schicht, zum Beispiel p-GaN, eine aktive Schicht zur Erzeugung von grünem Licht, eine n-dotierte Schicht, zum Beispiel n-GaN, Tunnelkontakt, zweite
- Halbleiterschichtenfolge 22b umfassend eine p-dotierte
- 30 Schicht, zum Beispiel p-GaN, eine aktive Schicht zur Erzeugung von blauem Licht, eine n-dotierte Schicht, zum Beispiel n-GaN.

Für blaue Bildpunkte 24 werden die p-dotierte Schicht und die aktive Schicht zur Erzeugung von grünem Licht der ersten Halbleiterschichtenfolge 22a entfernt. Der n-Kontakt schließt an die obere n-dotierte Schicht der zweiten

5 Halbleiterschichtenfolge 22b an.

Für grüne Bildpunkte 24 schließt der n-Kontakt an die untere n-dotierte Schicht der ersten Halbleiterschichtenfolge 22a an. Der nicht gezeigte n-Kontakt ist seitlich heraus geführt.

10

Für rote Bildpunkte 24 kann die p-dotierte Schicht und die aktive Schicht zur Erzeugung von grünem Licht der ersten Halbleiterschichtenfolge 22a entfernt werden. Der n-Kontakt schließt an die obere n-dotierte Schicht der zweiten

15 Halbleiterschichtenfolge 22b an. Alternativ kann die p-dotierte Schicht und die aktive Schicht zur Erzeugung von grünem Licht belassen werden und zur Anregung einer Konversionseinheit 4 genutzt werden. Der n-Kontakt schließt für diesen Fall an die untere n-dotierte Schicht der ersten
20 Halbleiterschichtenfolge 22a an.

Die hier beschriebene Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele beschränkt.

Vielmehr umfasst die Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede
25 Kombination von Merkmalen, was insbesondere hier die Kombination von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen und Ausführungsbeispielen angegeben ist.

30

Es wird die Priorität der deutschen Patentanmeldung DE 102016220915.9 beansprucht, die hiermit durch Rückbezug aufgenommen ist.

Bezugszeichenliste

	1	optoelektronisches Halbleiterbauteil
	2	Primärlichtquelle
5	21	Träger
	22	Halbleiterschichtenfolge
	22a	erste Halbleiterschichtenfolge
	22b	zweite Halbleiterschichtenfolge
	23	Ansteuereinheit
10	24	Bildpunkt
	25	lichtundurchlässige Zwischenwand
	26	Trennbereich
	27	Rohmaterialschiicht
	3	erste Konversionseinheit
15	31	Halbleitermaterial
	4	zweite Konversionseinheit
	40	Lichtaustrittsseite
	41	Halbleitermaterial
	5	Wachstumssubstrat
20	6	Anzeigebereich (Pixel)
	71	Spiegelschicht
	72	Filterschicht
	73	Planarisierungsschicht
25	B	Primärlicht
	B1	erstes Primärlicht
	G	erstes Sekundärlicht
	G2	zweite Primärlicht
	R	zweites Sekundärlicht
30	R1	Sekundärlicht

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von optoelektronischen Halbleiterbauteilen (1) mit den Schritten:

- 5 - Bereitstellen einer Primärlichtquelle (2) mit einem Träger (21) und einer darauf angebrachten Halbleiterschichtenfolge (22) zur Erzeugung von Primärlicht (B), wobei die Halbleiterschichtenfolge (22) in Draufsicht gesehen in eine Vielzahl von elektrisch unabhängig voneinander ansteuerbaren
- 10 Bildpunkten (24) strukturiert wird und der Träger (21) eine Vielzahl von Ansteuereinheiten (23) zur Ansteuerung der Bildpunkte (24) umfasst,
- Bereitstellen zumindest einer Konversionseinheit (3, 4), die dazu eingerichtet ist, das Primärlicht (B) in zumindest
- 15 ein Sekundärlicht (G, R) umzuwandeln, wobei die Konversionseinheit (3, 4) zusammenhängend aus wenigstens einem Halbleitermaterial (31, 41) gewachsen wird,
- Strukturieren der Konversionseinheit (3, 4), wobei Teilgebiete des Halbleitermaterials (31, 41) entsprechend den
- 20 Bildpunkten (24) entfernt werden, und
- Aufbringen der Konversionseinheit (3, 4) auf die Halbleiterschichtenfolge (22), sodass das verbleibende Halbleitermaterial (31, 41) einem Teil der Bildpunkte (24) eindeutig zugeordnet wird.
- 25 2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem weder beim Strukturieren der Halbleiterschichtenfolge (22) zu den Bildpunkten noch beim Strukturieren des Halbleitermaterials (31, 41) eine Lage von verbleibenden Gebieten der Halbleiterschichtenfolge (22) oder des
- 30 Halbleitermaterials (31, 41) relativ zueinander verändert wird,
- wobei die Halbleiterschichtenfolge (22) auf AlInGa_N, das

Halbleitermaterial (31, 41) auf AlInGa_N, AlInGaP oder AlInGaAs und der Träger (21) auf Si oder Ge basiert.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem mindestens zwei Konversionseinheiten (3, 4) übereinander auf einem gemeinsamen Wachstumssubstrat (5) aufgewachsen werden, wobei mindestens eine der Konversionseinheiten (3, 4) noch auf dem gemeinsamen Wachstumssubstrat (5) strukturiert wird.

4. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem nur eine der Konversionseinheiten (3) auf dem gemeinsamen Wachstumssubstrat (5) strukturiert wird, wobei nach dem Strukturieren dieser Konversionseinheit (3) ein Befestigen an die Halbleiterschichtenfolge (22) und daraufhin ein Ablösen des Wachstumssubstrats (5) erfolgt und erst danach die mindestens eine weitere Konversionseinheit (3) strukturiert wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, bei dem mehrere der Konversionseinheiten (3, 4) je auf einem eigenen Wachstumssubstrat (5) gewachsen werden.

6. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem die Konversionseinheiten (3, 4) je auf dem zugehörigen Wachstumssubstrat (5) strukturiert werden, wobei jeweils nach dem Strukturieren eine Planarisierungsschicht (73) aus einem strahlungsdurchlässigen Material aufgebracht wird und die Planarisierungsschicht (73) die Konversionseinheiten (3, 4) an einer dem zugehörigen Wachstumssubstrat (5) abgewandten Seite mindestens zeitweise vollständig bedeckt.

7. Verfahren nach Anspruch 5,
bei dem die Konversionseinheiten (3, 4) vor dem Ablösen der
Wachstumssubstrate (5) aneinander befestigt werden,
wobei nachfolgend eine der Konversionseinheiten (3)

5 strukturiert wird, daraufhin ein Befestigen an die
Halbleiterschichtenfolge (22) erfolgt, nachfolgend ein
Ablösen des verbliebenen Wachstumssubstrats (5) durchgeführt
wird und erst danach die mindestens eine weitere
Konversionseinheit (3) strukturiert wird.

10 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem die mindestens eine Konversionseinheit (3, 4) mittels
Waferbonden an der Halbleiterschichtenfolge (22) angebracht
wird,
wobei ein Lichtweg zwischen dem Träger (21) und einer dem
15 Träger (21) abgewandten Lichtaustrittsseite (40) der
Konversionseinheit (3, 4) frei von organischen Materialien
ist.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem einigen der Bildpunkte (24) keine Konversionseinheit
20 (3) zugeordnet wird, sodass diese Bildpunkte das Primärlicht
(B) emittieren,

wobei den verbleibenden Bildpunkten (24) je genau eine
Konversionseinheit (3, 4) zugeordnet wird, sodass keine
übereinander gestapelten Konversionseinheiten (3) vorliegen,
25 und

wobei drei verschiedenfarbig emittierende Bildpunkte (24) zu
einem Anzeigebereich (6) zusammengefasst sind, der
einstellbar verschiedenfarbiges Licht emittieren kann.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
30 bei dem benachbarte Bildpunkte (24) mittels einer
lichtundurchlässigen Zwischenwand (25) optisch voneinander

isoliert sind, wobei die Zwischenwand (25) die mindestens eine Konversionseinheit (3, 4) vollständig und die Halbleiterschichtenfolge (22) zumindest zum Teil durchdringt.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
5 bei dem sich die Halbleiterschichtenfolge (22) durchgehend und zusammenhängend über alle Bildpunkte (24) hinweg erstreckt.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem an einer der Halbleiterschichtenfolge (22)
10 zugewandten Seite der Konversionseinheiten (3, 4) wenigstens eine Spiegelschicht (71) aufgebracht wird und die Spiegelschicht (71) für das in der zugeordneten Konversionseinheit (3, 4) erzeugte Sekundärlicht (G, R) undurchlässig und für das Primärlicht (B) durchlässig ist.

15 13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem an einer dem Träger (21) abgewandten Seite der Konversionseinheiten (3, 4) wenigstens eine Filterschicht (72) aufgebracht wird und die Filterschicht (72) für das Primärlicht (B) undurchlässig ist,
20 wobei die Filterschicht (72) die Konversionseinheiten (3, 4) vollständig bedeckt.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem die Konversionseinheit (3, 4) oder jede der Konversionseinheiten (3, 4) und/oder die
25 Halbleiterschichtenfolge (22) eine Dicke zwischen einschließlich 1 μm und 10 μm aufweisen,
wobei die Bildpunkte (24) in Draufsicht einen mittleren Durchmesser zwischen einschließlich 3 μm und 200 μm haben,
wobei ein Abstand zwischen benachbarten Bildpunkten (24)
30 zwischen einschließlich 0,3 μm und 6 μm liegt, und

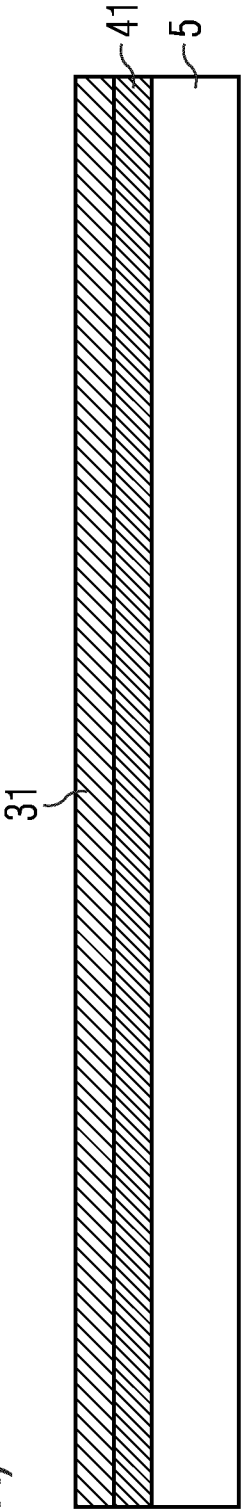
wobei das fertige Halbleiterbauteil (1) zwischen einschließlich 100 und 10^7 der Bildpunkte (24) beinhaltet.

15. Optoelektronisches Halbleiterbauteil (1) mit

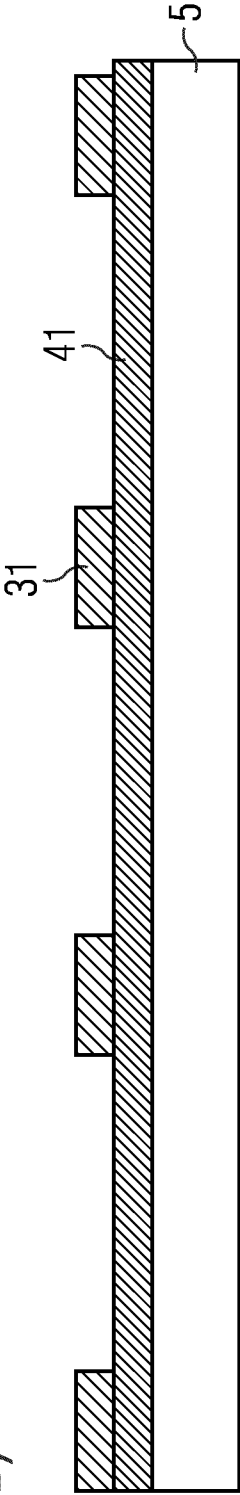
- einer Primärlichtquelle (2), die einen Träger (21) und eine
5 darauf angebrachte Halbleiterschichtenfolge (22) zur Erzeugung von Primärlicht (B), und
- zumindest einer Konversionseinheit (3, 4) aus wenigstens einem Halbleitermaterial (31, 41), die dazu eingerichtet ist, das Primärlicht (B) in zumindest ein Sekundärlicht (G, R)
10 umzuwandeln, wobei
- die Halbleiterschichtenfolge (22) und die Konversionseinheit (3, 4) separat voneinander hergestellt und nicht zusammenhängend gewachsen sind,
- 15 - die Halbleiterschichtenfolge (22) in Draufsicht gesehen in eine Vielzahl von elektrisch unabhängig voneinander ansteuerbaren Bildpunkten (24) strukturiert ist,
- der Träger (21) eine Vielzahl von Ansteuereinheiten (23) zur Ansteuerung der Bildpunkte (24) umfasst,
- 20 - einigen der Bildpunkte (24) keine Konversionseinheit (3) zugeordnet ist, sodass diese Bildpunkte das Primärlicht (B) emittieren, und den verbleibenden Bildpunkten (24) je genau eine Konversionseinheit (3, 4) zugeordnet ist,
- mehrere verschiedenfarbig emittierende Bildpunkte (24) zu
25 einem Anzeigebereich (6) zusammengefasst sind, der dazu eingerichtet ist, einstellbar verschiedenfarbiges Licht zu emittieren, und
- ein Lichtweg zwischen dem Träger (21) und einer dem Träger (21) abgewandten Lichtaustrittsseite (40) der
30 Konversionseinheit (3, 4) frei von organischen Materialien ist.

FIG 1

A)



B)



C1)

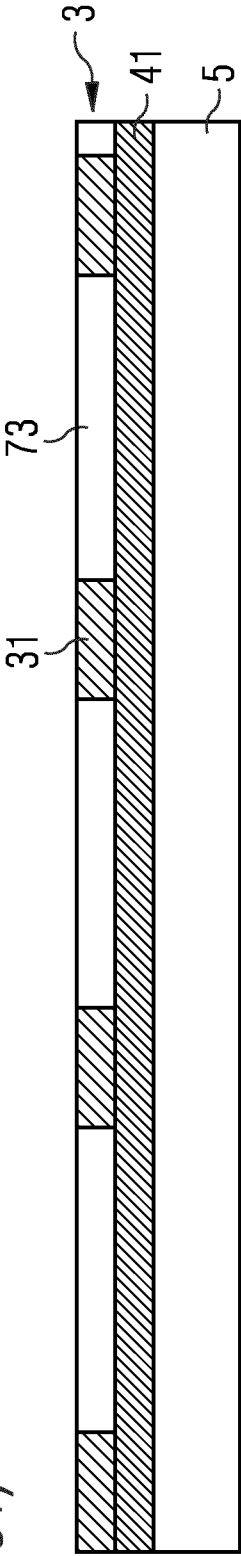
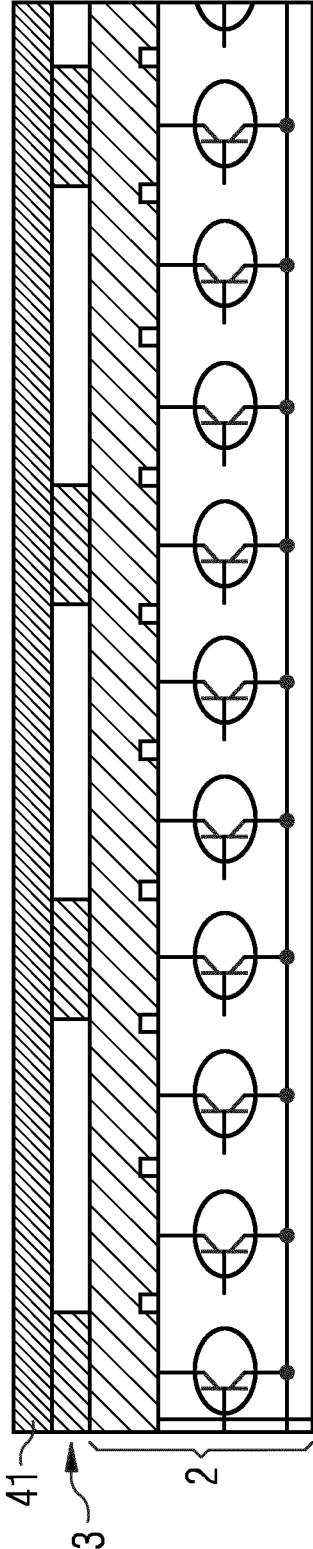


FIG 1

E)



F)

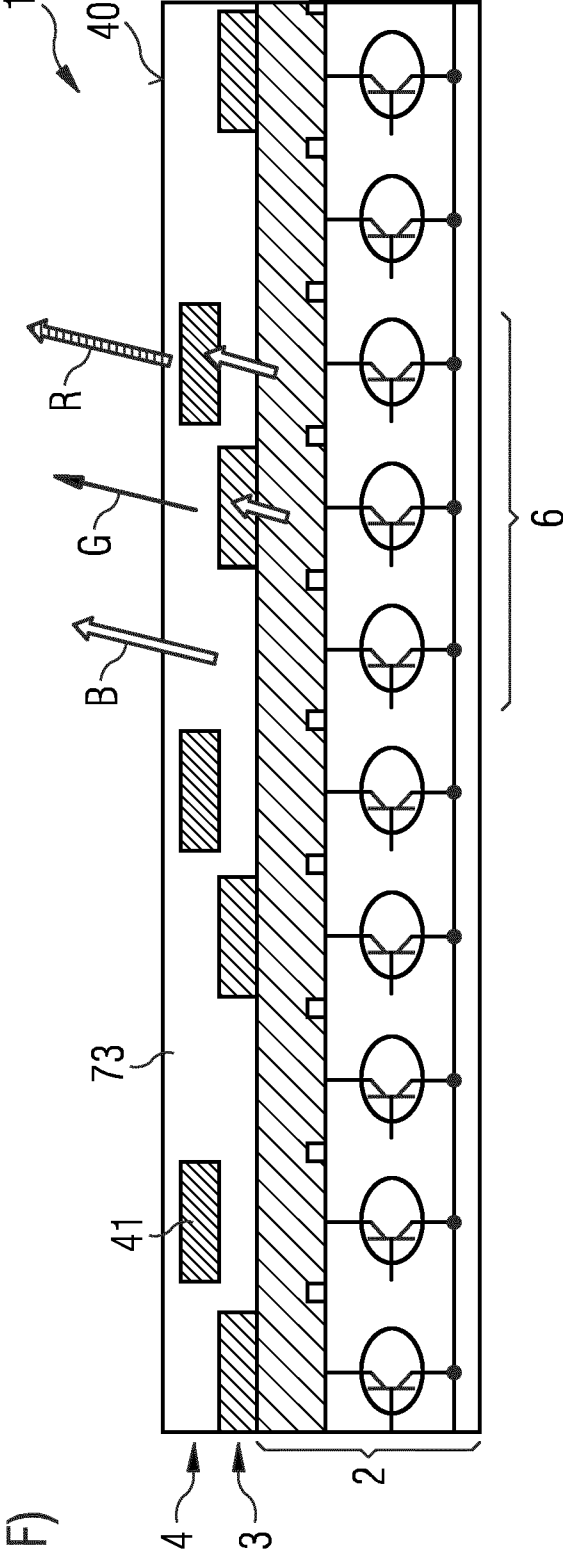
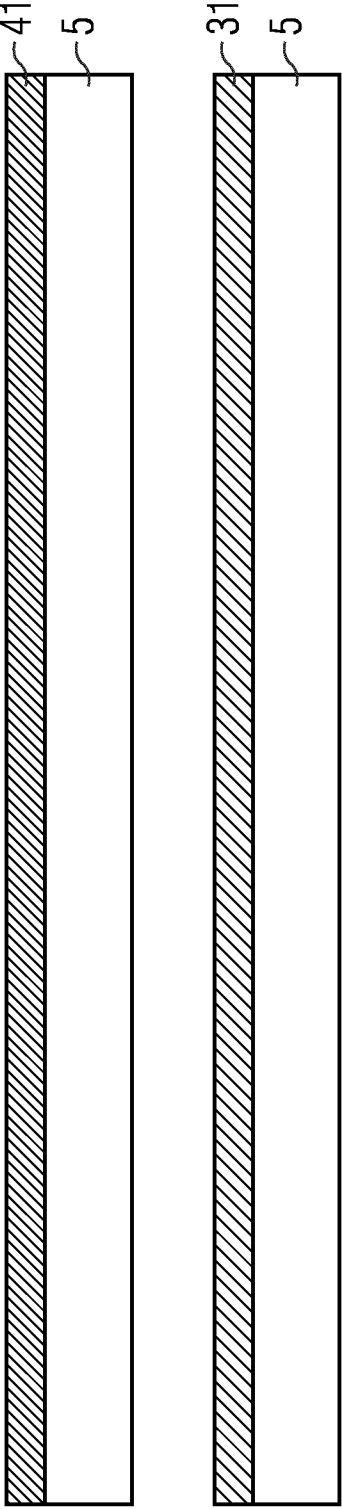


FIG 2

A)



B)

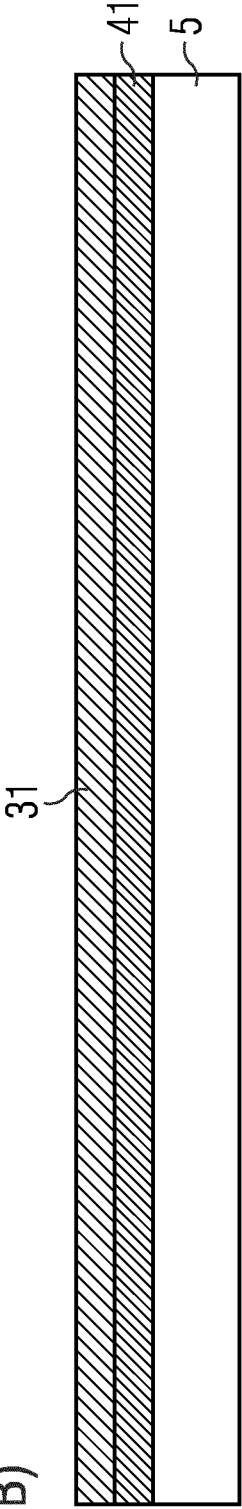


FIG 3

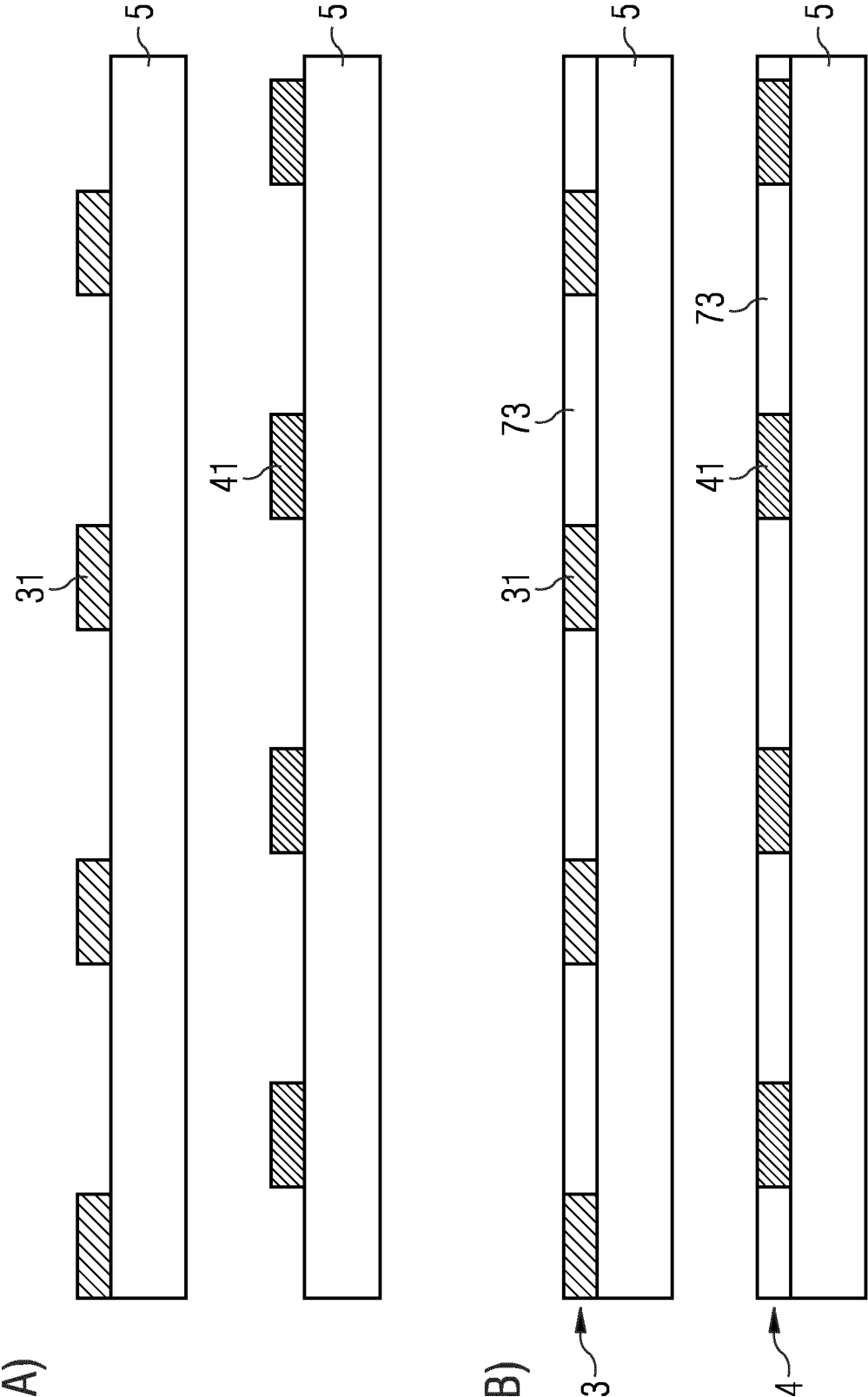


FIG 3

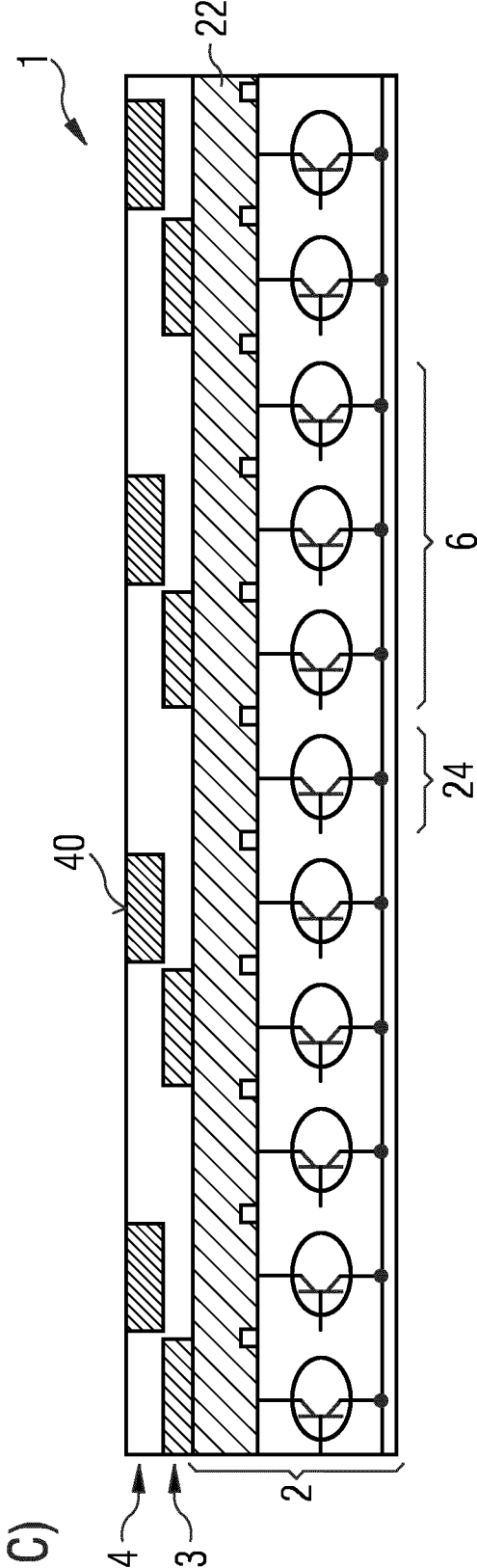
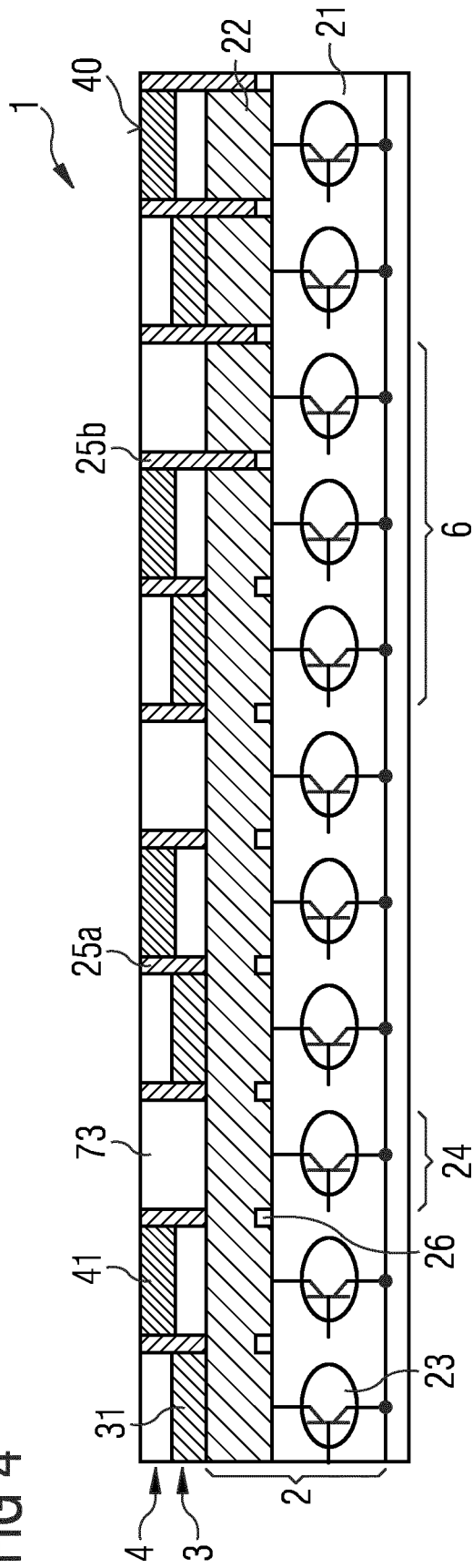


FIG 4



555

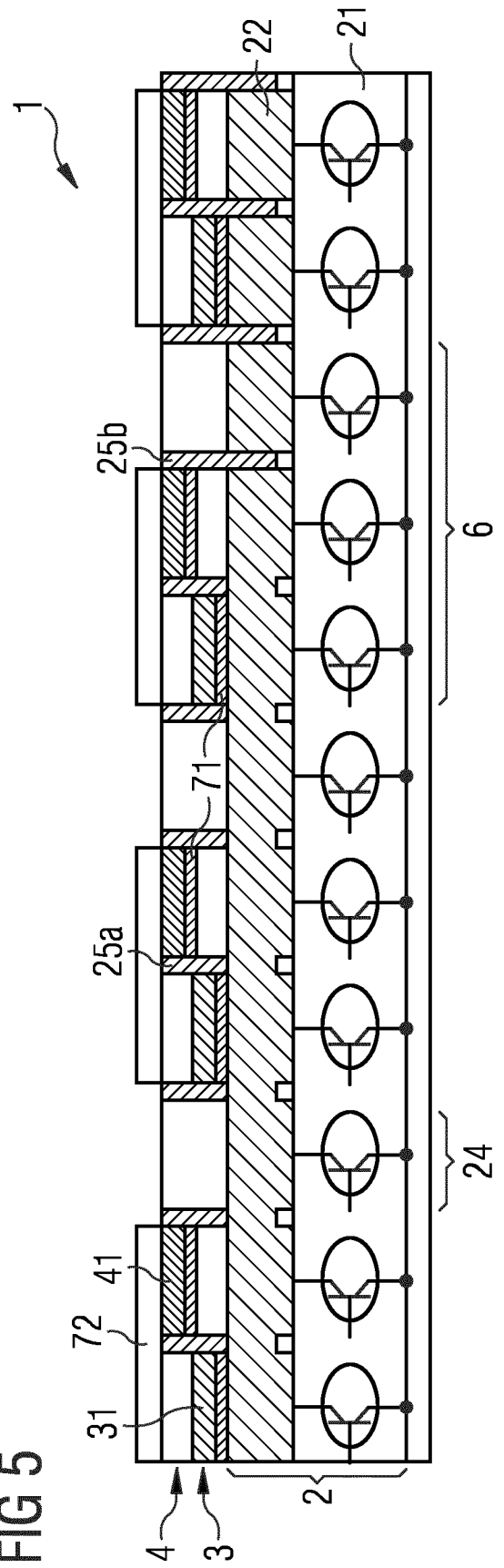
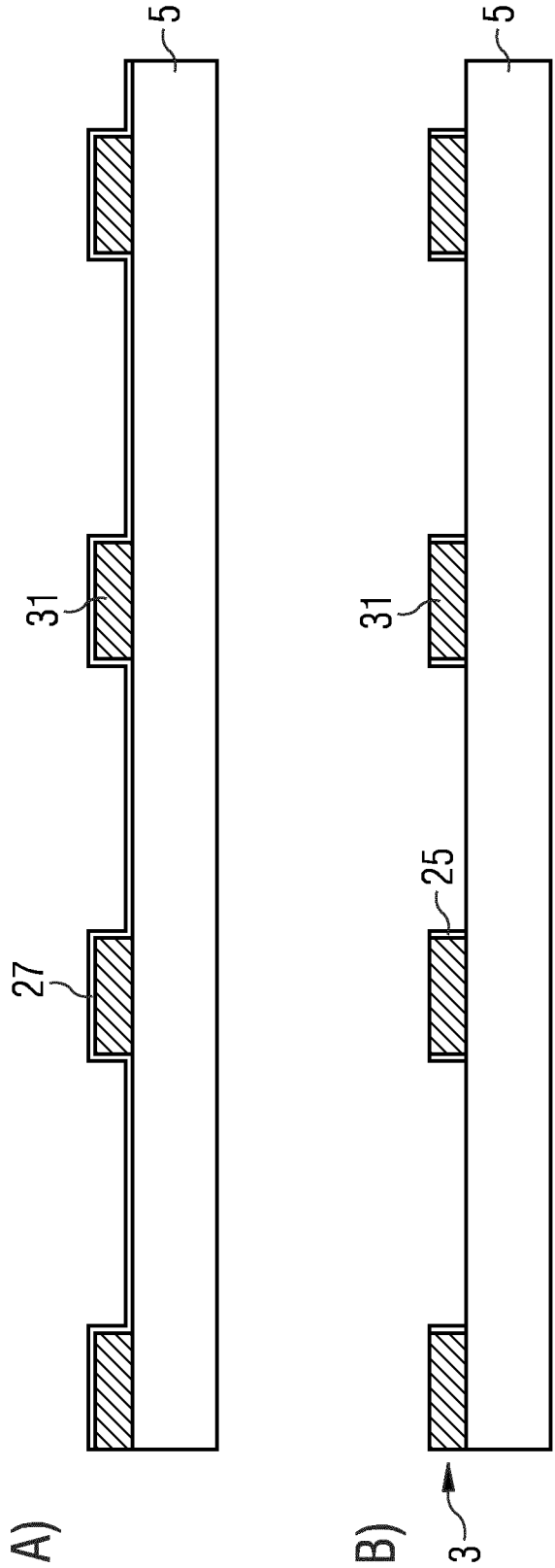
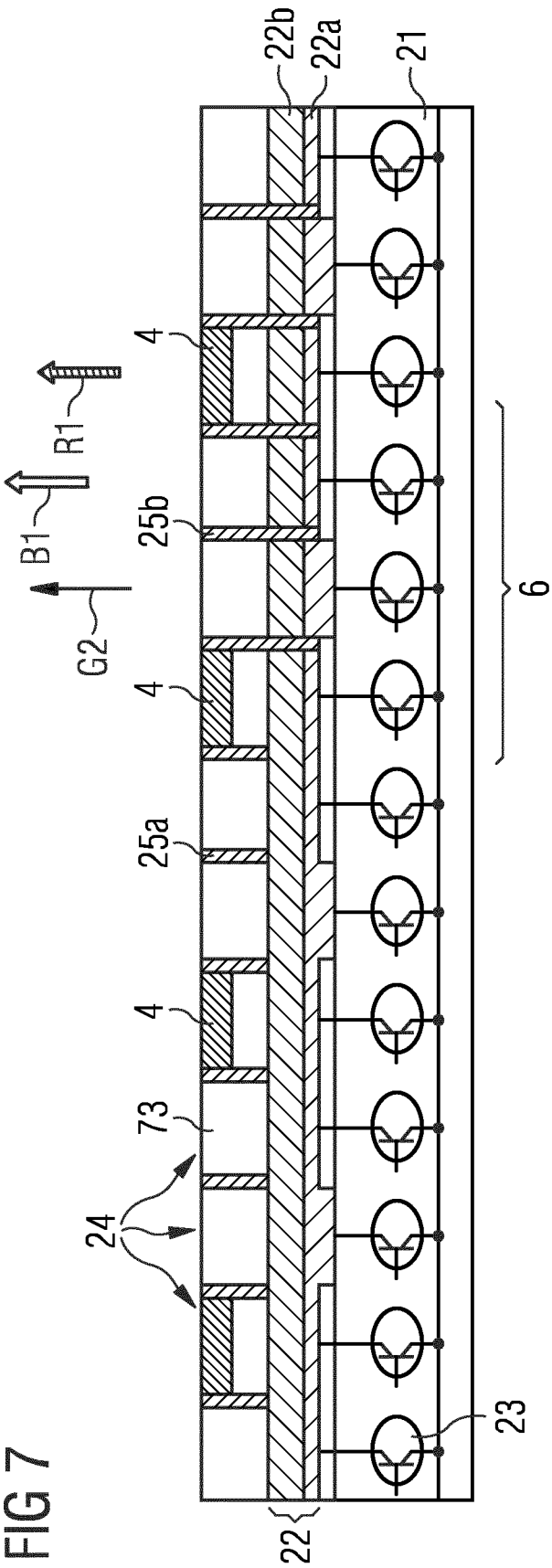


FIG 6





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2017/077326

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01L33/50 H01L27/15
ADD.

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	DE 10 2011 056888 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 27 June 2013 (2013-06-27) claims 1-15; figures 1-7D paragraph [0023] paragraph [0028] paragraph [0079] -----	1-15
A	DE 10 2014 112750 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 10 March 2016 (2016-03-10) claims 1-17 paragraph [0004] - paragraph [0005] -----	1-15
A	DE 10 2012 109460 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 10 April 2014 (2014-04-10) the whole document ----- -/-	1-15



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

29 November 2017

Date of mailing of the international search report

07/12/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

But, Gabriela-Ileana

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2017/077326

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2014 105999 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 29 October 2015 (2015-10-29) claims 1-16 -----	1,15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/077326

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102011056888 A1	27-06-2013	CN 104011864 A	27-08-2014
		DE 102011056888 A1	27-06-2013
		DE 112012005357 A5	28-08-2014
		JP 6072824 B2	01-02-2017
		JP 2015501085 A	08-01-2015
		JP 2017098568 A	01-06-2017
		KR 20140116382 A	02-10-2014
		US 2015014716 A1	15-01-2015
		US 2016247855 A1	25-08-2016
		WO 2013092304 A1	27-06-2013

DE 102014112750 A1	10-03-2016	DE 102014112750 A1	10-03-2016
		DE 112015004073 A5	14-06-2017
		US 2017186911 A1	29-06-2017
		WO 2016034640 A1	10-03-2016

DE 102012109460 A1	10-04-2014	CN 104704634 A	10-06-2015
		DE 102012109460 A1	10-04-2014
		JP 2016502123 A	21-01-2016
		US 2015279902 A1	01-10-2015
		WO 2014053445 A1	10-04-2014

DE 102014105999 A1	29-10-2015	DE 102014105999 A1	29-10-2015
		DE 112015002045 A5	02-03-2017
		US 2017179091 A1	22-06-2017
		WO 2015166001 A1	05-11-2015

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01L33/50 H01L27/15
 ADD.

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	DE 10 2011 056888 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 27. Juni 2013 (2013-06-27) Ansprüche 1-15; Abbildungen 1-7D Absatz [0023] Absatz [0028] Absatz [0079] -----	1-15
A	DE 10 2014 112750 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 10. März 2016 (2016-03-10) Ansprüche 1-17 Absatz [0004] - Absatz [0005] -----	1-15
A	DE 10 2012 109460 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 10. April 2014 (2014-04-10) das ganze Dokument -----	1-15
	-/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



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

29. November 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

07/12/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

But, Gabriela-Ileana

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2014 105999 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 29. Oktober 2015 (2015-10-29) Ansprüche 1-16 -----	1,15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/077326

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102011056888 A1	27-06-2013	CN 104011864 A	27-08-2014
		DE 102011056888 A1	27-06-2013
		DE 112012005357 A5	28-08-2014
		JP 6072824 B2	01-02-2017
		JP 2015501085 A	08-01-2015
		JP 2017098568 A	01-06-2017
		KR 20140116382 A	02-10-2014
		US 2015014716 A1	15-01-2015
		US 2016247855 A1	25-08-2016
		WO 2013092304 A1	27-06-2013

DE 102014112750 A1	10-03-2016	DE 102014112750 A1	10-03-2016
		DE 112015004073 A5	14-06-2017
		US 2017186911 A1	29-06-2017
		WO 2016034640 A1	10-03-2016

DE 102012109460 A1	10-04-2014	CN 104704634 A	10-06-2015
		DE 102012109460 A1	10-04-2014
		JP 2016502123 A	21-01-2016
		US 2015279902 A1	01-10-2015
		WO 2014053445 A1	10-04-2014

DE 102014105999 A1	29-10-2015	DE 102014105999 A1	29-10-2015
		DE 112015002045 A5	02-03-2017
		US 2017179091 A1	22-06-2017
		WO 2015166001 A1	05-11-2015
