(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
24. September 2020 (24.09.2020)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/187533 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 25/075 (2006.01) *H01L 33/00* (2010.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/054893

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. Februar 2020 (25.02.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 107 143.7
20. März 2019 (20.03.2019) DE

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

(72) Erfinder: **MEYER, Tobias**; Margaretenstr. 1, 93309 Kelheim (DE). **PERZLMAIER, Korbinian**; Barbara-Blomberg-Str. 42, 93055 Regensburg (DE).

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

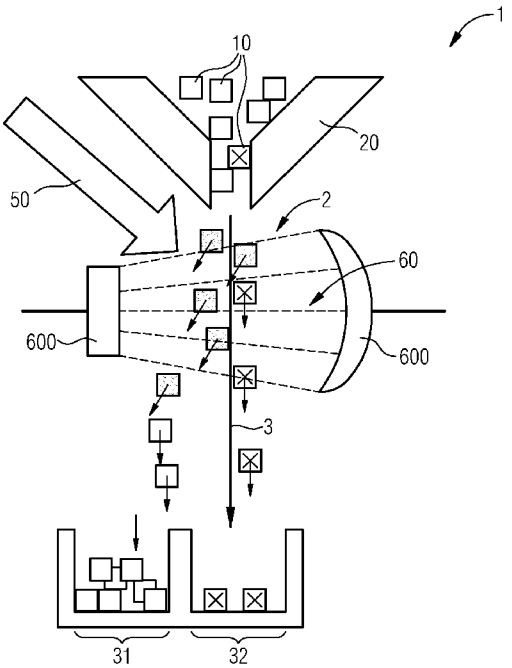
(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, 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,

WO 2020/187533 A1

(54) **Title:** METHOD FOR SORTING OPTOELECTRONIC SEMICONDUCTOR COMPONENTS, AND DEVICE FOR SORTING OPTOELECTRONIC SEMICONDUCTOR COMPONENTS

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUM SORTIEREN VON OPTOELEKTRONISCHEN HALBLEITERBAUELEMENTEN UND VORRICHTUNG ZUM SORTIEREN VON OPTOELEKTRONISCHEN HALBLEITERBAUELEMENTEN

FIG 1A



(57) **Abstract:** The invention relates to a method for sorting optoelectronic semiconductor components (10). Each of the semiconductor components (10) has an active region (100) for emitting or detecting electromagnetic radiation. The method has the following steps: - introducing the semiconductor components (10) into a sorting region (2) on a specified path (3), - irradiating the optoelectronic semiconductor components (10) with electromagnetic radiation (50) of a first wavelength range in order to generate dipole moments by means of a charge separation in the active regions (100) of the optoelectronic semiconductor components (10), and - deflecting the

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

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.

(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)*

optoelectronic semiconductor components (10) from the specified path (3) on the basis of the dipole moment of the semiconductor components by means of a non-homogeneous electromagnetic field (60). The invention additionally relates to a device for sorting optoelectronic semiconductor components (10).

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen (10) angegeben. Die Halbleiterbauelement (10) weisen jeweils einen aktiven Bereich (100) zur Emission oder Detektion von elektromagnetischer Strahlung auf. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte: - Einbringen der Halbleiterbauelemente (10) in einen Sortierbereich (2) auf einer vorgegebenen Bahn (3), - Bestrahlung der optoelektronischen Halbleiterbauelemente (10) mit elektromagnetischer Strahlung (50) eines ersten Wellenlängenbereichs zur Erzeugung von Dipolmomenten durch Ladungstrennung in den aktiven Bereichen (100) der optoelektronischen Halbleiterbauelemente (10), und - Ablenkung der optoelektronischen Halbleiterbauelemente (10) von der vorgegebenen Bahn (3) in Abhängigkeit ihres Dipolmoments mittels eines inhomogenen elektromagnetischen Feldes (60). Es wird weiterhin eine Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen (10) angegeben.

Beschreibung

VERFAHREN ZUM SORTIEREN VON OPTOELEKTRONISCHEN HALBLEITERBAUELEMENTEN UND VORRICHTUNG ZUM SORTIEREN VON OPTOELEKTRONISCHEN HALBLEITERBAUELEMENTEN

Es wird ein Verfahren zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen und eine Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen angegeben. Ein optoelektronisches Halbleiterbauelement ist insbesondere zur Erzeugung und/oder Detektion von elektromagnetischer Strahlung, insbesondere von für das menschliche Auge wahrnehmbarem Licht, eingerichtet.

Eine zu lösende Aufgabe besteht darin, ein Verfahren zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen anzugeben, das eine effiziente Sortierung von Halbleiterbauelementen ermöglicht.

Eine weitere zu lösende Aufgabe besteht darin, eine Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen anzugeben, die eine effiziente Sortierung von Halbleiterbauelementen ermöglicht.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen, weisen die Halbleiterbauelemente jeweils einen aktiven Bereich zur Emission oder Detektion von elektromagnetischer Strahlung auf. Der aktive Bereich umfasst bevorzugt einen pn-Übergang, eine Doppelheterostruktur, eine Einfachquantentopfstruktur (SQW, single quantum well) oder eine Mehrfachquantentopfstruktur (MQW, multi quantum well) zur Strahlungserzeugung oder -detektion. Bei den

Halbleiterbauelementen kann es sich um Leucht- oder Photodioden handeln.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen, erfolgt ein Einbringen der Halbleiterbauelemente in einen Sortierbereich auf einer vorgegebenen Bahn. Der Sortierbereich ist beispielsweise der Bereich, in dem die Sortierung der Halbleiterbauelemente entsprechend einer oder mehrerer ihrer Eigenschaften erfolgt. Das Einbringen von Halbleiterbauelemente in den Sortierbereich erfolgt auf einer vorgegebenen Bahn. Beispielsweise erfolgt das Einbringen mittels Druckluft, mithilfe der Schwerkraft oder eines Flüssigkeitsstrahls.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen erfolgt eine Bestrahlung der optoelektronischen Halbleiterbauelemente mit elektromagnetischer Strahlung eines ersten Wellenlängenbereichs zur Erzeugung von Dipolmomenten durch Ladungstrennung in den aktiven Bereichen der optoelektronischen Halbleiterbauelemente. Durch den Einfall von elektromagnetischer Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs in den aktiven Bereich eines optoelektronischen Halbleiterbauelements kann in dem aktiven Bereich ein Elektron-Loch-Paar erzeugt werden, das ein Dipolmoment in dem Halbleiterbauelement hervorruft. Der erste Wellenlängenbereich kann für eine Leucht- oder Photodiode im Bereich der Emissions- oder Detektionswellenlänge dieser Leucht- oder Photodiode liegen. Weitergehend kann die erste Wellenlänge auch kleiner sein als die Emissions- beziehungsweise Detektionswellenlänge und beispielsweise 10 nm bis 200 nm kleiner sein als Emissions- beziehungsweise

Detektionswellenlänge. Das erzeugte Dipolmoment ist zweckmäßigerweise so klein, dass ein Schaden an den Halbleiterbauelementen durch elektrostatische Entladungen vermieden wird.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen erfolgt eine Ablenkung der optoelektronischen Halbleiterbauelemente in Abhängigkeit ihres Dipolmomentes von der vorgegebenen Bahn mittels eines inhomogenen elektromagnetischen Feldes. Ein inhomogenes elektromagnetisches Feld bewirkt eine ablenkende Kraft auf einen sich durch das Feld bewegenden Dipol. Beispielsweise erfahren optoelektronische Halbleiterbauelemente, in denen sich ein großes Dipolmoment ausgebildet hat, eine größere Ablenkung als optoelektronische Halbleiterbauelemente, die ein geringeres oder kein Dipolmoment aufweisen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen, die jeweils einen aktiven Bereich zur Emission oder Detektion von elektromagnetischer Strahlung aufweisen, umfasst das Verfahren die folgenden Schritte:

- Einbringen der Halbleiterbauelemente in einen Sortierbereich auf einer vorgegebenen Bahn,
- Bestrahlung der optoelektronischen Halbleiterbauelemente mit elektromagnetischer Strahlung eines ersten Wellenlängenbereichs zur Erzeugung von Dipolmomenten durch Ladungstrennung in den aktiven Bereichen der optoelektronischen Halbleiterbauelementen, und
- Ablenkung der optoelektronischen Halbleiterbauelemente von der vorgegebenen Bahn in Abhängigkeit ihres Dipolmoments mittels eines inhomogenen elektromagnetischen Feldes.

Einem hier beschriebenen Verfahren zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen liegen unter anderem die folgenden Überlegungen zugrunde: Zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen wird herkömmlicherweise ein sogenanntes Pick-and-Place Verfahren angewandt, bei dem die Halbleiterbauelemente von einem Wafer oder einer Trägerfolie abgenommen und wieder neu platziert werden. Beispielsweise können so alle Bauelemente, die einen bestimmten Sortierparameter nicht aufweisen, von dem Wafer oder der Folie entfernt werden. Mit zunehmender Anzahl von Halbleiterbauelementen erhöht sich jedoch auch die Anzahl von benötigten Pick-and-Place Vorgängen, wodurch die Sortierzeiten ansteigen. Weiterhin kann ein Pick-and-Place Verfahren durch eine kleine Kantenlänge der Halbleiterbauelemente beeinträchtigt werden, da diese ein sicheres Greifen einzelner Halbleiterbauelemente erschwert.

Das hier beschriebene Verfahren zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen macht unter anderem von der Idee Gebrauch, eine Sortierung von optoelektronischen Halbleiterbauelementen in Abhängigkeit von einem in diesen Halbleiterbauelementen erzeugten Dipolmoment zu realisieren. Die Halbleiterbauelemente werden auf einer vorgegebenen Bahn in einen Sortierbereich eingeführt. In dem Sortierbereich werden die optoelektronischen Halbleiterbauelemente mit einer elektromagnetischen Strahlung eines ersten Wellenlängenbereichs bestrahlt, wodurch sich ein Dipolmoment in den Halbleiterbauelementen ausbilden kann. Die Größe dieses Dipolmomentes hängt unter anderem davon ab, ob ein Halbleiterbauelement einen Kurzschluss oder elektrischen Nebenschluss aufweist. Weitergehend hängt das erzeugte Dipolmoment von der Emissions- oder Detektionswellenlänge,

für die das Halbleiterbauelement vorgesehen ist, in Bezug auf den ersten Wellenlängenbereich ab. Die Halbleiterbauelemente erfahren dann mittels eines inhomogenen elektromagnetischen Feldes eine Ablenkung aus der vorgegebenen Bahn in Abhängigkeit der Größe ihres Dipolmomentes. Somit kann ein Sortierprozess eine hohe Anzahl von optoelektronischen Halbleiterbauelementen nach der Größe ihres Dipolmomentes sortieren. Ein Aufnehmen und einzelnes Platzieren von Bauelementen kann vorteilhaft vermieden werden. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass so auch Halbleiterbauelemente mit einer Kantenlänge von höchstens 100 µm, bevorzugt von höchstens 10 µm und besonders bevorzugt von höchstens 1 µm sortiert werden können.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen sind unterschiedliche Gruppen von optoelektronischen Halbleiterbauelementen zur Emission oder Detektion von elektromagnetischer Strahlung innerhalb unterschiedlicher Wellenlängenbereiche eingerichtet. Die unterschiedlichen Wellenlängenbereiche unterscheiden sich in ihren Peak- oder Dominantwellenlängen. Die unterschiedlichen Wellenlängenbereiche können sich überlappen. Unterschiedliche Wellenlängenbereiche können unterschiedliche spektrale Bandbreiten aufweisen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen weist die elektromagnetische Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs eine so große Bandbreite auf, dass alle Gruppen von optoelektronischen Halbleiterbauelementen angeregt werden. Bevorzugt umfasst der erste Wellenlängenbereich in seiner spektralen Bandbreite die Peak-

oder Dominantwellenlängen von allen Gruppen von optoelektronischen Halbleiterbauelementen. Damit können alle optoelektronischen Halbleiterbauelemente gleichzeitig angeregt werden. Vorteilhaft kann so eine Sortierung von Halbleiterbauelementen unterschiedlicher Emissions- oder Detektionswellenlängen entsprechend dem Vorhandensein eines Kurzschlusses oder eines elektrischen Nebenschlusses erfolgen. Optoelektronische Halbleiterbauelemente, die keinen Kurzschluss oder elektrischen Nebenschluss aufweisen, bilden beispielsweise ein Dipolmoment aus und erfahren so eine Ablenkung aus der vorgegebenen Bahn. Optoelektronische Halbleiterbauelemente, die hingegen einen Kurzschluss oder elektrischen Nebenschluss aufweisen, bilden beispielsweise kein oder nur ein verringertes Dipolmoment aus und erfahren so nur eine geringe oder keine Ablenkung aus der vorgegebenen Bahn.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen weist die elektromagnetische Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs eine so kleine Bandbreite auf, dass nur jeweils eine der Gruppen von unterschiedlichen optoelektronischen Halbleiterbauelementen selektiv angeregt wird. Beispielsweise kann der erste Wellenlängenbereich eine monochromatische elektromagnetische Strahlung aufweisen, deren Wellenlänge mit der Peak- oder Dominantwellenlänge einer der Gruppen identisch ist, oder der erste Wellenlängenbereich kann einen bestimmten Wellenlängen-Abstand zu der Peak- oder Dominantwellenlänge haben, wodurch beispielsweise ein eventuell vorhandener Stokes-Shift berücksichtigt werden kann. So kann beispielsweise eine Gruppe, die zur Emission von rotem Licht von einer Gruppe, die zur Emission von blauem Licht eingerichtet ist, getrennt

werden. Ein Dipolmoment wird dabei nur in den Halbleiterbauelementen induziert, deren Emission- oder Detektionswellenlänge sich innerhalb des ersten Wellenlängenbereichs befindet. Umfasst der erste Wellenlängenbereich beispielsweise nur eine elektromagnetische Strahlung in einem roten Wellenlängenbereich, so wird auch nur ein optoelektronisches Halbleiterbauelement, das zur Emission- oder Detektion einer im roten Wellenlängenbereich liegenden elektromagnetischen Strahlung vorgesehen ist, von seiner vorgegebenen Bahn abgelenkt. Ein zur Emission- oder Detektion einer im blauen Wellenlängenbereich liegenden elektromagnetischen Strahlung vorgesehenes Bauelement erfährt jedoch nur eine geringe oder keine Ablenkung aus seiner vorgegebenen Bahn. Vorteilhaft kann so eine Sortierung entsprechend der Emissions- oder Detektionswellenlängen von unterschiedlichen Halbleiterbauelementen erfolgen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen ist die vorgegebene Bahn eine Fallachse, entlang der sich die Halbleiterbauelemente nach dem Einbringen in den Sortierbereich (unter Vernachlässigung von Luftreibung) im Wesentlichen im freien Fall bewegen. Mittels des inhomogenen elektromagnetischen Feldes erfolgt eine Ablenkung der Halbleiterbauelemente in Abhängigkeit des erzeugten Dipolmoments quer zur Fallachse.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen wird die Intensität der elektromagnetischen Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs zeitlich moduliert und/oder es wird die Intensität und/oder Polarisation des inhomogenen

elektromagnetischen Feldes zeitlich moduliert. Die zeitlich modulierte Intensität der elektromagnetischen Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs kann einen zeitlich variierenden Stromfluss in den optoelektronischen Halbleiterbauelementen hervorrufen. Der induzierte Stromfluss in dem Halbleiterbauelement ist vorteilhaft klein genug, um einen Schaden an den Halbleiterbauelementen zu vermeiden.

Ein Halbleiterbauelement, in dem ein zeitlich variierender Stromfluss erzeugt wird, kann in einem elektromagnetischen Feld eine ablenkende Kraft erfahren, die zu einer Ablenkung von seiner vorgegebenen Bahn führen kann.
Der hervorgerufene Stromfluss in einem Halbleiterbauelement mit einem Kurzschluss oder einem elektrischen Nebenschluss kann sich von dem hervorgerufenen Stromfluss in einem intakten Halbleiterbauelement unterschieden. Dadurch kann die Höhe der ablenkenden Kraft unterschiedlich groß sein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen werden die Intensität und/oder die Polarisation des inhomogenen elektromagnetischen Feldes synchron zur Intensität der elektromagnetischen Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs moduliert. Die synchrone Modulation des inhomogenen elektromagnetischen Feldes und der elektromagnetischen Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs kann, muss aber nicht phasengleich erfolgen. Durch diese Synchronisation kann erreicht werden, dass unabhängig von der Richtung des Stromflusses eine Ablenkung in gleicher Richtung erfolgt und somit die Ablenkung gleichsam resonant verstärkt wird. Dies ist insbesondere bei einem oszillierenden Stromfluss von Vorteil, bei dem sich ansonsten Ablenkungen in entgegengesetzte Richtungen kompensieren könnten.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen durchlaufen die Halbleiterbauelemente vor dem inhomogenen elektromagnetischen Feld ein homogenes elektromagnetisches Hilfsfeld. Das homogene elektromagnetische Hilfsfeld kann auf ein ein Dipolmoment aufweisendes optoelektronisches Halbleiterbauelement ein Drehmoment ausüben. Das Drehmoment variiert in Abhängigkeit der Orientierung des optoelektronischen Halbleiterbauelements und bewirkt somit eine Ausrichtung des optoelektronischen Halbleiterbauelements. Die Ausrichtung des Halbleiterbauelements kann parallel zu den Feldlinien des Hilfsfeldes erfolgen. Bevorzugt sind die Feldlinien des Hilfsfeldes quer, insbesondere orthogonal zur vorgegebenen Bahn ausgerichtet. Eine einheitliche Ausrichtung der optoelektronischen Halbleiterbauelemente vor dem Durchlaufen des inhomogenen Feldes kann beispielsweise eine gleichmäßige Ablenkung beim Durchlaufen des inhomogenen elektromagnetischen Feldes erleichtern. Insbesondere können zwei oder mehrere Hilfsfelder zu einer Ausrichtung der Halbleiterbauelemente verwendet werden. Beispielsweise sind dazu zwei Hilfsfelder quer, bevorzugt orthogonal zueinander in einer Ebene quer, insbesondere orthogonal zur vorgegebenen Bahn angeordnet.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen werden die Halbleiterbauelemente vor dem Einbringen in den Sortierbereich zumindest teilweise vereinzelt. Eine Vereinzelung von Halbleiterbauelementen erleichtert vorteilhaft das Sortieren, da somit jedes einzelne optoelektronische Halbleiterbauelement entsprechend der Größe

seines Dipolmoments aus der vorgegebenen Bahn abgelenkt werden kann. Zumindest teilweise vereinzelt heißt, dass die Halbleiterbauelemente zwar einzeln sind, aber nicht zwingendermaßen streng nacheinander in den Sortierbereich eintreten müssen. Beispielsweise erfolgt ein einzelnes Ablösen von Halbleiterbauelementen von einem Träger oder eine vereinzelte Abgabe aus einem Reservoir.

Des Weiteren wird eine Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen angegeben. Mit der Vorrichtung kann insbesondere ein hier beschriebenes Verfahren zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen ausgeführt werden. Das heißt, sämtliche für das Verfahren zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen offenbarten Merkmale sind auch für die Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen offenbart und umgekehrt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen, weisen die optoelektronischen Halbleiterbauelemente jeweils einen aktiven Bereich zur Emission oder Detektion von elektromagnetischer Strahlung auf. Die Halbleiterbauelemente sind zur Emission einer Strahlung in einem Emissionswellenlängenbereich und/oder zur Detektion einer elektromagnetischen Strahlung in einem Detektionswellenlängenbereich eingerichtet.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen, umfasst die Vorrichtung einen Sortierbereich. Innerhalb des Sortierbereichs können die optoelektronischen

Halbleiterbauelemente entsprechend einer gewünschten Eigenschaft sortiert werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen umfasst die Vorrichtung eine Lichtquelle zur Erzeugung elektromagnetischer Strahlung eines ersten Wellenlängenbereichs. Die Lichtquelle kann beispielsweise eine oder mehrere Halbleiterleuchtdioden oder Halbleiterlaserdioden umfassen. Die Lichtquelle kann zur Emission von kohärenter und/oder inkohärenter elektromagnetischer Strahlung eingerichtet sein. Insbesondere ist die Lichtquelle eine spektral abstimmbare Lichtquelle, deren Peak- oder Dominantwellenlänge und/oder deren spektrale Bandbreite veränderbar ist.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen umfasst die Vorrichtung eine erste Quelle für ein inhomogenes elektromagnetisches Feld. Ein inhomogenes elektromagnetisches Feld übt auf einen Körper, der ein Dipolmoment aufweist, eine Kraft aus. Der Körper kann dadurch aus einer vorgegebenen Bahn abgelenkt werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen bewegen sich die Halbleiterbauelemente auf einer vorgegebenen Bahn in dem Sortierbereich. Beispielsweise werden die Halbleiterbauelemente unter Verwendung eines Luftstroms auf der vorgegebenen Bahn bewegt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen

emittiert die Lichtquelle elektromagnetische Strahlung eines ersten Wellenlängenbereichs, die dazu geeignet ist, die optoelektronischen Halbleiterbauelemente anzuregen und so ein Dipolmoment in den Halbleiterbauelementen zu erzeugen. Die Wellenlänge der elektromagnetischen Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs kann vorteilhaft im Emissions- oder Detektionswellenlängenbereich der optoelektronischen Halbleiterbauelemente oder 10 nm bis 200 nm darunter liegen. So ist eine effiziente Anregung der Halbleiterbauelemente möglich. Unter einer Anregung ist insbesondere die Erzeugung eines Elektron-Loch-Paares und folglich die Erzeugung eines Dipolmomentes in einem Halbleiterbauelement zu verstehen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen werden die optoelektronischen Halbleiterbauelemente in Abhängigkeit ihres Dipolmomentes von der vorgegebenen Bahn mittels des inhomogenen elektromagnetischen Feldes abgelenkt. Entsprechend der Ablenkung kann so eine Sortierung der Halbleiterbauelemente in Abhängigkeit ihres Dipolmomentes erfolgen. Beispielsweise bildet sich in Halbleiterbauelementen, die einen Kurzschluss oder elektrischen Nebenschluss aufweisen, ein geringeres oder kein Dipolmoment aus.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen umfasst der Sortierbereich ein Reservoir, das eine Mehrzahl von Halbleiterbauelementen aufnimmt und sie zumindest teilweise vereinzelt in der vorgegebenen Bahn abgibt. Das Reservoir kann beispielsweise einen Trichter umfassen, der eine einzelne Abgabe von optoelektronischen Halbleiterbauelementen ermöglicht. Die Vereinzelung kann

beispielsweise mittels einer vibrierenden Bewegung oder der Einbettung von einzelnen Halbleiterbauelementen in Tröpfchen einer Flüssigkeit erfolgen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen ist die vorgegebene Bahn eine Fallachse, entlang der sich die Halbleiterbauelemente zumindest zeitweise frei bewegen. Mit anderen Worten, die Halbleiterbauelemente befinden sich in einem im Wesentlichen freien Fall entlang einer Fallachse und können von ihrer Fallachse abgelenkt werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen erfolgt die Bewegung der optoelektronischen Halbleiterbauelemente entlang der vorgegebenen Bahn in einer Kammer mit vermindertem Luft- oder Gasdruck oder in einer mit einer Flüssigkeit gefüllten Kammer. Ein verminderter Luft- oder Gasdruck kann insbesondere ein teilweises Vakuum sein. Beispielsweise vermindert oder vermeidet ein verminderter Luft- der Gasdruck eine unerwünschte Ablenkung von frei fallenden optoelektronischen Halbleiterbauelementen entlang ihrer Fallachse durch turbulente Luftströmungen oder weitere unerwünschte aerodynamische Effekte. Eine viskose Flüssigkeit kann den Reibungswiderstand der Halbleiterbauelemente in einer Fallbewegung erhöhen und dadurch ihre Fallgeschwindigkeit vermindern. Eine verminderte Fallgeschwindigkeit kann vorteilhaft eine längere Verweildauer in dem inhomogenen elektromagnetischen Feld zur Folge haben und so zu einer größeren Ablenkung aus der Fallachse beitragen. Die dabei verwendete Flüssigkeit ist zweckmäßigerweise für die elektromagnetische Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs durchlässig.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen sind unterschiedliche Gruppen von optoelektronischen Halbleiterbauelementen zur Emission und/oder Detektion von elektromagnetischer Strahlung innerhalb unterschiedlicher Wellenlängenbereiche eingerichtet und die Lichtquelle kann eine derart breitbandige spektrale Emissionscharakteristik aufweisen, dass alle Gruppen von optoelektronischen Halbleiterbauelementen angeregt werden. Durch die Anregung von optoelektronischen Halbleiterbauelementen aller Gruppen kann vorteilhaft einfach eine Sortierung nach funktionierenden Halbleiterbauelementen und defekten Halbleiterbauelementen, beispielsweise aufgrund eines Kurzschlusses oder eines elektrischen Nebenschlusses, erfolgen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen sind unterschiedliche Gruppen von optoelektronischen Halbleiterbauelementen zur Emission und/oder Detektion von elektromagnetischer Strahlung unterschiedlicher Wellenlängen eingerichtet, wobei die Lichtquelle eine derart schmale spektrale Emissionscharakteristik aufweist, dass nur jeweils eine der Gruppen von unterschiedlichen optoelektronischen Halbleiterbauelementen selektiv angeregt wird. Beispielsweise umfasst die Lichtquelle eine monochromatische Strahlung, deren Wellenlänge der Peak- oder Dominantwellenlänge des Emissions- oder Detektionswellenlängenbereich von optoelektronischen Halbleiterbauelementen einer der Gruppen entspricht. Damit kann vorteilhaft einfach eine Sortierung nach dem Emissions- oder Detektionswellenlängenbereich einer ausgewählten Gruppe erfolgen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen ist die erste Quelle entlang der vorgegebenen Bahn einer zweiten Quelle eines elektromagnetischen Feldes, die zur Erzeugung eines homogenen elektromagnetischen Hilfsfeldes eingerichtet ist, nachgeordnet. Die Feldlinien des Hilfsfeldes verlaufen vorteilhaft quer, insbesondere orthogonal zur vorgegebenen Bahn der Halbleiterbauelemente. Das homogene Hilfsfeld kann ein Drehmoment auf einen Dipol und somit eine Ausrichtung des Dipols entlang der Feldlinien des homogenen Hilfsfeldes hervorrufen. Eine gleichmäßige Ausrichtung der optoelektronischen Halbleiterbauelemente kann vorteilhaft eine vereinfachte Ablenkung der optoelektronischen Halbleiterbauelemente in nur eine Richtung bewirken.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen ist das erste und/oder zweite elektromagnetische Feld ein elektrisches Feld.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen ist das erste und/oder zweite elektromagnetische Feld ein magnetisches Feld. Ein magnetisches Feld kann mittels eines stromdurchflossenen Leiters, etwa einer Spule, oder einem Permanentmagneten erzeugt werden.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des Verfahrens zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen ergeben sich aus den folgenden, im Zusammenhang mit den in den Figuren dargestellten, Ausführungsbeispielen.

Es zeigen:

Figur 1A eine schematische Darstellung einer hier beschriebenen Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel,

Figur 1B eine schematische Darstellung eines ersten und zweiten Auffangbehälters einer hier beschriebenen Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel in einer Draufsicht,

Figur 2 eine schematische Darstellung eines hier beschriebenen Halbleiterbauelements gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel,

Figur 3 eine schematische Darstellung eines hier beschriebenen Halbleiterbauelements gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel,

Figur 4 eine schematische Darstellung einer hier beschriebenen Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel,

Figur 5 den zeitlichen Verlauf der Intensität einer elektromagnetischen Strahlung und eines elektromagnetischen Feldes gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel, und

Figur 6 den zeitlichen Verlauf der Intensität einer elektromagnetischen Strahlung und eines elektromagnetischen Feldes gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel.

Gleiche, gleichartige oder gleichwirkende Elemente sind in den Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die Figuren und die Größenverhältnisse der in den Figuren dargestellten Elemente untereinander sind nicht als maßstäblich zu betrachten. Vielmehr können einzelne Elemente zur besseren Darstellbarkeit und/oder für eine bessere Verständlichkeit übertrieben groß dargestellt sein.

Figur 1A zeigt eine schematische Darstellung einer hier beschriebenen Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen 1 gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel. Die Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen 1 umfasst ein trichterförmiges Reservoir 20, in dem sich eine Mehrzahl von optoelektronischen Halbleiterbauelementen 10 befindet. Die mit einem X gekennzeichneten optoelektronischen Halbleiterbauelemente 10 weisen beispielsweise einen internen Kurzschluss oder einen elektrischen Nebenschluss auf und sind somit defekt. Die übrigen Halbleiterbauelemente 10 sind intakt. Das Reservoir 20 verfügt an seiner Unterseite über eine Öffnung, über die die optoelektronischen Halbleiterbauelemente 10 entlang einer vorgegebenen Bahn 3 vereinzelt abgegeben werden können. Die optoelektronischen Halbleiterbauelemente 10 bewegen sich, bedingt durch die auf sie wirkende Schwerkraft, auf einer vorgegebenen Bahn 3. Die vorgegebene Bahn 3 ist senkrecht ausgerichtet und entspricht somit einer Fallachse. Die Ausrichtung der Feldlinien des inhomogenen elektromagnetischen Feldes 60 ist vorteilhaft

quer zu der vorgegebenen Bahn 3.

Entlang der vorgegebenen Bahn 3 treten die optoelektronischen Halbleiterbauelemente 10 in den Sortierbereich 2 ein. In dem Sortierbereich 2 erfolgt eine Sortierung der Halbleiterbauelemente 10 entsprechend einer vorbestimmten Eigenschaft, wie beispielsweise das Vorhandensein eines Kurzschlusses oder eines elektrischen Nebenschlusses in einem Halbleiterbauelement 10 oder der vorgesehenen Emissions- oder Detektionswellenlänge eins Halbleiterbauelements 10. Die Sortierung erfolgt mittels einer selektiven Ablenkung der Halbleiterbauelemente 10. Um eine selektive Ablenkung der optoelektronischen Halbleiterbauelemente 10 hervorzurufen, werden sie zunächst mittels einer elektromagnetischen Strahlung 50 eines ersten Wellenlängenbereichs angeregt. Bedingt durch die Anregung können Elektron-Loch-Paare in den aktiven Bereichen 100 der Halbleiterbauelemente 10 generiert werden, die ein Dipolmoment innerhalb eines Halbleiterbauelements 10 hervorrufen. Ein defektes Halbleiterbauelement 10, das einen Kurzschluss oder einen elektrischen Nebenschluss über seinen pn-Übergang aufweist kann nur ein geringes oder kein Dipolmoment ausbilden.

Eine selektive Ablenkung der optoelektronischen Halbleiterbauelemente 10 von der vorgegebenen Bahn 3 in Abhängigkeit ihres Dipolmomentes erfolgt anschließend mittels eines inhomogenen elektromagnetischen Feldes 60, welches von einer ersten Quelle 600 bereitgestellt wird. Die mit einem X gekennzeichneten defekten optoelektronischen Halbleiterbauelemente 10, die kein oder nur ein geringes Dipolmoment aufweisen, werden aus der vorgegebenen Bahn 3 wenig oder nicht abgelenkt und fallen somit in den dafür vorgesehenen zweiten Auffangbehälter 32. Die intakten

optoelektronischen Halbleiterbauelemente 10, die aufgrund ihres Dipolmomentes durch das inhomogene elektromagnetische Feld 60 aus der vorgegebenen Bahn 3 abgelenkt wurden, fallen in den dafür vorgesehenen ersten Auffangbehälter 31. Es erfolgt somit eine Trennung von defekten Halbleiterbauelementen 10 von intakten Halbleiterbauelementen 10.

Beispielsweise können der erste und zweite Auffangbehälter 31, 32 zumindest teilweise mit einer Flüssigkeit gefüllt sein, um den Aufprall der optoelektronischen Halbleiterbauelemente 10 zu dämpfen.

Figur 1B zeigt eine schematische Darstellung eines ersten und zweiten Auffangbehälters 31, 32 einer hier beschriebenen Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen 1 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel in einer Draufsicht. Die hier gezeigten Auffangbehälter 31, 32 weisen eine konzentrische Form auf. Der zweite Auffangbehälter 32 befindet sich konzentrisch innerhalb des ersten Auffangbehälters 31. In den Auffangbehältern 31, 32 befinden sich mehrere optoelektronische Halbleiterbauelemente 10. Der Mittelpunkt des zweiten Auffangbehälters 32 befindet sich vorteilhaft am unteren Endpunkt der vorgegebenen Bahn 3.

Diejenigen optoelektronischen Halbleiterbauelemente 10, die keine Ablenkung oder nur eine geringe Ablenkung durch das inhomogene elektromagnetische Feld 60 erfahren, befinden sich somit innerhalb des zweiten Auffangbehälters 32. Diejenigen optoelektronischen Halbleiterbauelemente 10, die ein großes Dipolmoment aufweisen befinden sich in dem dafür vorgesehenen ersten Auffangbehälter 31. Die konzentrische Anordnung der beiden Auffangbehälter 31, 32 ermöglicht vorteilhaft das

Aufsammeln von optoelektronischen Halbleiterbauelementen 10 unabhängig von ihrer, durch ihre unterschiedliche Orientierung bedingte, unterschiedlichen Ablenkungsrichtung.

Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung eines hier beschriebenen Halbleiterbauelements 10 gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel. Das optoelektronische Halbleiterbauelement 10 umfasst einen aktiven Bereich 100, der einen pn-Übergang aufweist. Mittels einer Anregung durch eine elektromagnetische Strahlung eines ersten Wellenlängenbereichs 50, die von einer Lichtquelle 500 ausgesandt wird, kann das optoelektronische Halbleiterbauelement 10 in der aktiven Zone 100 Elektron-Loch-Paare ausbilden. Die Elektron-Loch-Paare erzeugen in dem optoelektronischen Halbleiterbauelement 10 ein Dipolmoment. Da sich das optoelektronische Halbleiterbauelement 10 innerhalb einer ersten Quelle 600 für ein inhomogenes elektromagnetisches Feld 60 befindet, wirkt nun aufgrund des Dipolmomentes eine Kraft auf das optoelektronische Halbleiterbauelement 10. Die Kraft, die auf das optoelektronische Halbleiterbauelement 10 wirkt, ist durch einen Pfeil mit dem Buchstaben F gekennzeichnet.

Figur 3 zeigt eine schematische Darstellung eines hier beschriebenen optoelektronischen Halbleiterbauelements 10 gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel. Das zweite Ausführungsbeispiel entspricht im Wesentlichen dem ersten Ausführungsbeispiel, zeigt abweichend davon jedoch ein defektes optoelektronisches Halbleiterbauelement 10, das einen Kurzschluss oder einen elektrischen Nebenschluss aufweist. Die aktive Zone 100 kann eine Ladungstrennung ausführen, bedingt durch ihren Kurzschluss oder elektrischen Nebenschluss wird das Dipolmoment jedoch sogleich wieder

abgebaut. Es bildet sich somit ein kleines oder kein Dipolmoment in dem optoelektronischen Halbleiterbauelement 10 aus. Das hier dargestellte optoelektronische Halbleiterbauelement 10 erfährt somit keine oder nur eine geringe Kraft, obwohl es sich in einem inhomogenen elektromagnetischen Feld 60 befindet. In einer Bewegung entlang einer vorgegebenen Bahn 3 würde sich für dieses optoelektronische Halbleiterbauelement 10 keine Ablenkung durch das inhomogene elektromagnetische Feld 60 ergeben.

Figur 4 zeigt eine schematische Darstellung einer hier beschriebenen Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen 1 gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel. Eine Mehrzahl von unterschiedlichen optoelektronischen Halbleiterbauelementen 10 befindet sich in einem Reservoir 20, das die optoelektronischen Halbleiterbauelemente 10 über eine Öffnung vereinzelt, in einer vorgegebenen Bahn 3 abgibt. Die optoelektronischen Halbleiterbauelemente 10 werden mittels einer Lichtquelle 500 entlang der vorgegebenen Bahn 3 mit elektromagnetischer Strahlung 50 eines ersten Wellenlängenbereichs angeregt. In den angeregten Halbleiterbauelementen 10 bildet sich ein Dipolmoment aus.

Die vereinzelten optoelektronischen Halbleiterbauelemente 10 treten zunächst in ein homogenes elektromagnetisches Hilfsfeld 70 ein, das von einer zweiten Quelle 700 erzeugt wird. Das homogene Hilfsfeld 70 erzeugt ein Drehmoment auf die Halbleiterbauelemente 10 in Abhängigkeit ihres Dipolmomentes und ihrer Orientierung zu den Feldlinien des Hilfsfeldes 70. Dadurch ergibt sich eine Ausrichtung der Halbleiterbauelemente 10.

Die ausgerichteten optoelektronischen Halbleiterbauelemente 10 bewegen sich weiter entlang der vorgegebenen Bahn 3 in den Sortierbereich 2. Der Sortierbereich 2 umfasst eine erste Quelle 600 für ein inhomogenes elektromagnetisches Feld 60. Das inhomogene elektromagnetische Feld 60 bewirkt eine Kraft quer zur vorgegebenen Bahn 3 in Abhängigkeit des Dipolmomentes des optoelektronischen Halbleiterbauelementes 10.

Defekte, beispielsweise kurzgeschlossene, Halbleiterbauelemente 10 die kein oder nur ein geringes Dipolmoment aufweisen, erfahren somit nur eine geringe oder keine Ablenkung aus der vorgegebenen Bahn 3. Ohne eine ablenkende Kraft folgen die defekten Halbleiterbauelemente 10 der vorgegebenen Bahn 3 bis zu dem zweiten Auffangbehälter 32. Die optoelektronischen Halbleiterbauelemente 10, die aufgrund ihres Dipolmomentes eine Ablenkung erfahren, verlassen die vorgegebene Bahn 3 und bewegen sich zu dem dafür vorgesehenen ersten Auffangbehälter 31.

Zur Realisierung eines mehrstufigen Sortiersystems können auch mehrere Vorrichtungen zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen 10 hintereinander gestaffelt angeordnet sein oder es können mehrere Anregungen mit elektromagnetischer Strahlung 50 unterschiedlicher Wellenlängenbereiche und mehreren hintereinander angeordneten Sortierbereichen 2 erfolgen. Beispielsweise könnten so innerhalb einer Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen 1 in einem ersten Sortierschritt defekte Halbleiterbauelemente 10 aussortiert werden und anschließend könnten die intakten Halbleiterbauelemente 10 nach ihrer Emissions- oder Detektionswellenlänge sortiert werden.

Figur 5 zeigt den zeitlichen Verlauf der Intensität einer elektromagnetischen Strahlung I_1 und eines elektromagnetischen Feldes I_2 gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel. Auf der mit I_1 beschrifteten y-Achse ist die Intensität der elektromagnetischen Strahlung in Abhängigkeit der Zeit t aufgetragen. Auf der mit I_2 beschrifteten y-Achse ist die Intensität des elektromagnetischen Feldes in Abhängigkeit der Zeit t aufgetragen. Die Modulation der Intensität der elektromagnetischen Strahlung I_1 erfolgt synchron zur Modulation der Intensität des elektromagnetischen Feldes I_2, wobei die Intensität der elektromagnetischen Strahlung I_1 eine Phasenverschiebung zu der Intensität des elektromagnetischen Feldes I_2 aufweist. Die elektromagnetische Strahlung kann einen Stromfluss in einem bestrahlten optoelektronischen Halbleiterbauelement 1 auslösen. Das elektromagnetische Feld kann folglich eine Kraft auf das Halbleiterbauelement 1 ausüben. Um eine Ablenkung in eine einzige Richtung zu erzielen ist es vorteilhaft, wenn das elektromagnetische Feld lediglich während des Einschaltvorgangs der elektromagnetischen Strahlung vorhanden ist.

Figur 6 zeigt den zeitlichen Verlauf der Intensität einer elektromagnetischen Strahlung und eines elektromagnetischen Feldes gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel. Die Achsenbeschriftung der in Figur 6 dargestellten Diagramme entspricht der in Figur 5 gezeigten Achsenbeschriftung. Bei dem hier gezeigten zweiten Ausführungsbeispiel erfolgt eine Umkehr der Polarisation des elektromagnetischen Feldes I_2. Die Polarisation des elektromagnetischen Feldes I_2 wechselt jeweils zwischen dem Einschaltvorgang und dem

Ausschaltvorgang der elektromagnetischen Strahlung I_1. Da sich die Richtung eines induzierten Stroms in einem bestrahlten optoelektronischen Halbleiterbauelement 1 bei einem Einschaltvorgang der elektromagnetischen Strahlung von der Richtung bei einem Ausschaltvorgang der elektromagnetischen Strahlung unterscheidet, wechselt die ablenkende Kraft bei einer konstanten Polarisation des elektromagnetischen Feldes I_2 ihre Richtung. Durch eine Umkehr der Polarisation des elektromagnetischen Feldes I_2 kann jedoch vorteilhaft eine Ablenkung des optoelektronischen Halbleiterbauelements 1 in eine einzige Richtung erfolgen.

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

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung 102019107143.7, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Bezugszeichenliste

1	Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen
2	Sortierbereich
3	vorgegebene Bahn
10	optoelektronisches Halbleiterbauelement
20	Reservoir
31	erster Auffangbehälter
32	zweiter Auffangbehälter
50	elektromagnetische Strahlung eines ersten Wellenlängenbereichs
60	inhomogenes elektromagnetisches Feld
70	homogenes elektromagnetisches Hilfsfeld
100	aktiver Bereich
500	Lichtquelle
600	erste Quelle
700	zweite Quelle
I_1	Intensität einer elektromagnetischen Strahlung
I_2	Intensität eines elektromagnetischen Feldes
t	Zeit

Patentansprüche

1. Verfahren zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen (10), die jeweils einen aktiven Bereich (100) zur Emission oder Detektion von elektromagnetischer Strahlung aufweisen, umfassend die folgenden Schritte:
- Einbringen der Halbleiterbauelemente (10) in einen Sortierbereich (2) auf einer vorgegebenen Bahn (3),
- Bestrahlung der optoelektronischen Halbleiterbauelemente (10) mit elektromagnetischer Strahlung (50) eines ersten Wellenlängenbereichs zur Erzeugung von Dipolmomenten durch Ladungstrennung in den aktiven Bereichen (100) der optoelektronischen Halbleiterbauelemente (10), und
- Ablenkung der optoelektronischen Halbleiterbauelemente (10) von der vorgegebenen Bahn (3) in Abhängigkeit ihres Dipolmoments mittels eines inhomogenen elektromagnetischen Feldes (60).

2. Verfahren zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen (10) gemäß dem vorhergehenden Anspruch, wobei unterschiedliche Gruppen von optoelektronischen Halbleiterbauelementen (10) zur Emission oder Detektion von elektromagnetischer Strahlung innerhalb unterschiedlicher Wellenlängenbereiche eingerichtet sind.

3. Verfahren zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen (10) gemäß dem vorhergehenden Anspruch, wobei die elektromagnetische Strahlung (50) des ersten Wellenlängenbereichs eine so große Bandbreite aufweist, dass alle Gruppen von optoelektronischen Halbleiterbauelementen (10) angeregt werden.

4. Verfahren zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen (10) gemäß Anspruch 2, wobei die elektromagnetische Strahlung (50) des ersten Wellenlängenbereichs eine so kleine Bandbreite aufweist, dass nur jeweils eine der Gruppen von unterschiedlichen optoelektronischen Halbleiterbauelementen (10) selektiv angeregt wird.

5. Verfahren zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die vorgegebene Bahn (3) eine Fallachse ist, entlang der sich die Halbleiterbauelemente (10) nach dem Einbringen in den Sortierbereich (2) bewegen.

6. Verfahren zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Intensität der elektromagnetischen Strahlung (50) des ersten Wellenlängenbereichs zeitlich moduliert wird und/oder die Intensität und/oder Polarisation des inhomogenen elektromagnetischen Feldes (60) zeitlich moduliert wird.

7. Verfahren zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen (10) gemäß dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Intensität und/oder die Polarisation des inhomogenen elektromagnetischen Feldes (60) synchron zur Intensität der elektromagnetischen Strahlung (50) des ersten Wellenlängenbereichs moduliert wird.

8. Verfahren zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Halbleiterbauelemente (10) vor dem

inhomogenen elektromagnetischen Feld (60) ein homogenes elektromagnetisches Hilfsfeld (70) durchlaufen.

9. Verfahren zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Halbleiterbauelemente (10) vor dem Einbringen in den Sortierbereich (2) zumindest teilweise vereinzelt werden.

10. Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen (1), die jeweils einen aktiven Bereich (100) zur Emission oder Detektion von elektromagnetischer Strahlung aufweisen, umfassend einen Sortierbereich (2) mit einer Lichtquelle (500) und einer ersten Quelle (600) für ein inhomogenes elektromagnetisches Feld (60), wobei
- sich die Halbleiterbauelemente (10) auf einer vorgegebenen Bahn (3) in dem Sortierbereich (2) bewegen,
- die Lichtquelle (500) elektromagnetische Strahlung (50) eines ersten Wellenlängenbereichs emittiert, die dazu geeignet ist, die optoelektronischen Halbleiterbauelemente (10) anzuregen und so ein Dipolmoment in den Halbleiterbauelementen (10) zu erzeugen, und
- die optoelektronischen Halbleiterbauelemente (10)in Abhängigkeit ihres Dipolmomentes von der vorgegebenen Bahn (3) mittels des inhomogenen elektromagnetischen Feldes (60) abgelenkt werden.

11. Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen (1) gemäß dem vorhergehenden Anspruch, bei der der Sortierbereich (2) ein Reservoir (20) umfasst, das eine Mehrzahl von Halbleiterbauelementen (10) aufnimmt und sie zumindest teilweise vereinzelt in der vorgegebenen Bahn (3) abgibt.

12. Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die vorgegebene Bahn (3) eine Fallachse ist, und sich die Halbleiterbauelemente (10) zumindest zeitweise frei entlang der Fallachse bewegen.

13. Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen (1) gemäß dem vorhergehenden Anspruch, bei der die Bewegung der optoelektronischen Halbleiterbauelemente (10) entlang der vorgegebenen Bahn (3) in einer Kammer mit vermindertem Luft- oder Gasdruck oder in einer mit einer Flüssigkeit gefüllten Kammer erfolgt.

14. Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der
- unterschiedliche Gruppen von optoelektronischen Halbleiterbauelementen (10) zur Emission und/oder Detektion von elektromagnetischer Strahlung innerhalb unterschiedlicher Wellenlängenbereiche eingerichtet sind, und
- die Lichtquelle (500) eine derart breitbandige spektrale Emissionscharakteristik aufweist, dass alle Gruppen von optoelektronischen Halbleiterbauelementen (10) angeregt werden können.

15. Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der
- unterschiedliche Gruppen von optoelektronischen Halbleiterbauelementen (10) zur Emission von elektromagnetischer Strahlung innerhalb unterschiedlicher Wellenlängenbereiche eingerichtet sind, und

- die Lichtquelle (500) eine derart schmale spektrale Emissionscharakteristik aufweist, dass nur jeweils eine der Gruppen von optoelektronischen Halbleiterbauelementen (10) selektiv angeregt werden können.

16. Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die erste Quelle (600) entlang der vorgegebenen Bahn (3) einer zweiten Quelle (700) eines elektromagnetischen Feldes nachgeordnet ist, die zur Erzeugung eines homogenen elektromagnetischen Hilfsfeldes (70) eingerichtet ist.

17. Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der das erste und/oder zweite elektromagnetische Feld (60, 70) ein elektrisches Feld ist.

18. Vorrichtung zum Sortieren von optoelektronischen Halbleiterbauelementen (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der das erste und/oder zweite elektromagnetische Feld (60, 70) ein magnetisches Feld ist.

FIG 1A

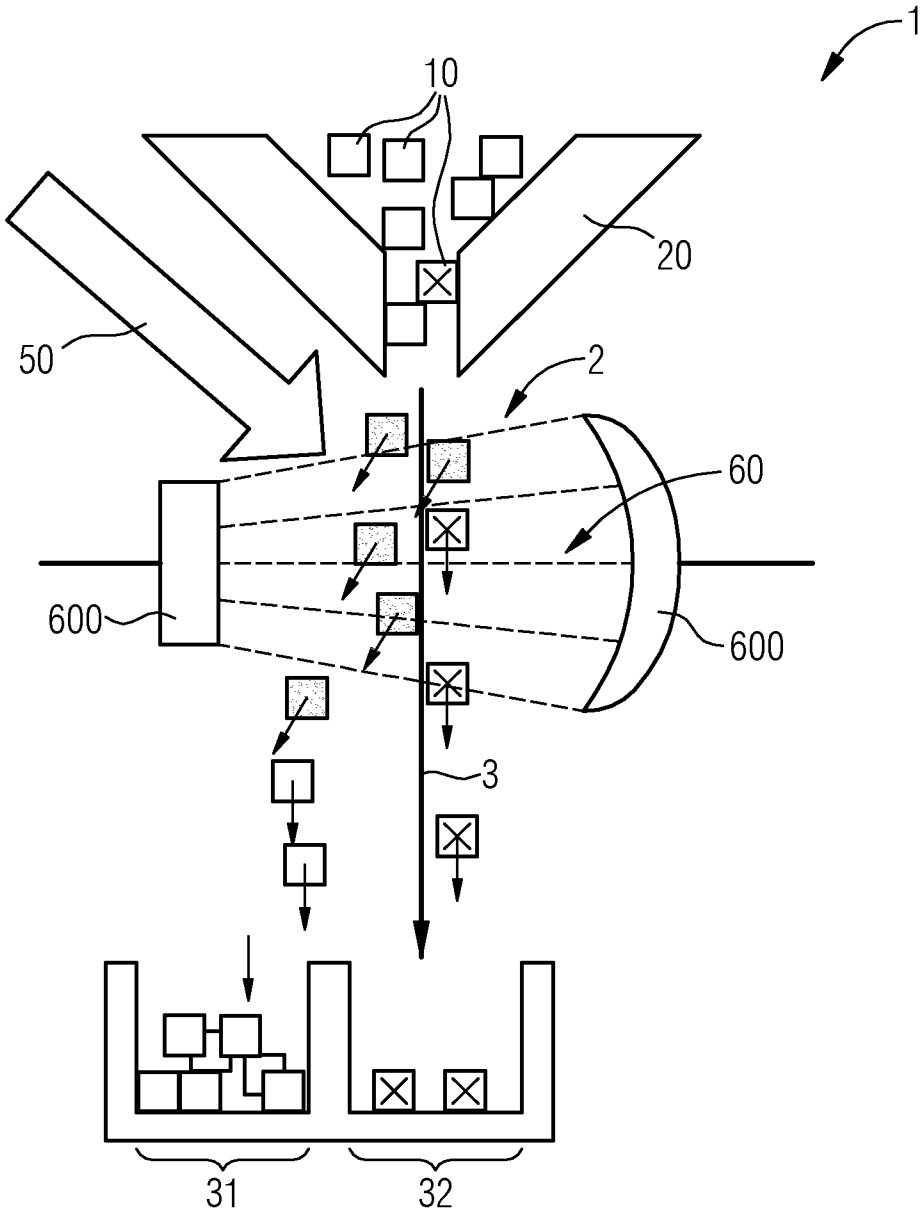


FIG 1B

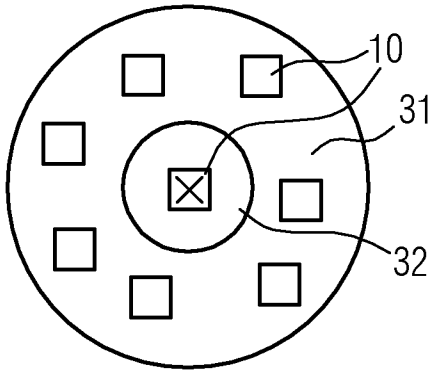


FIG 2

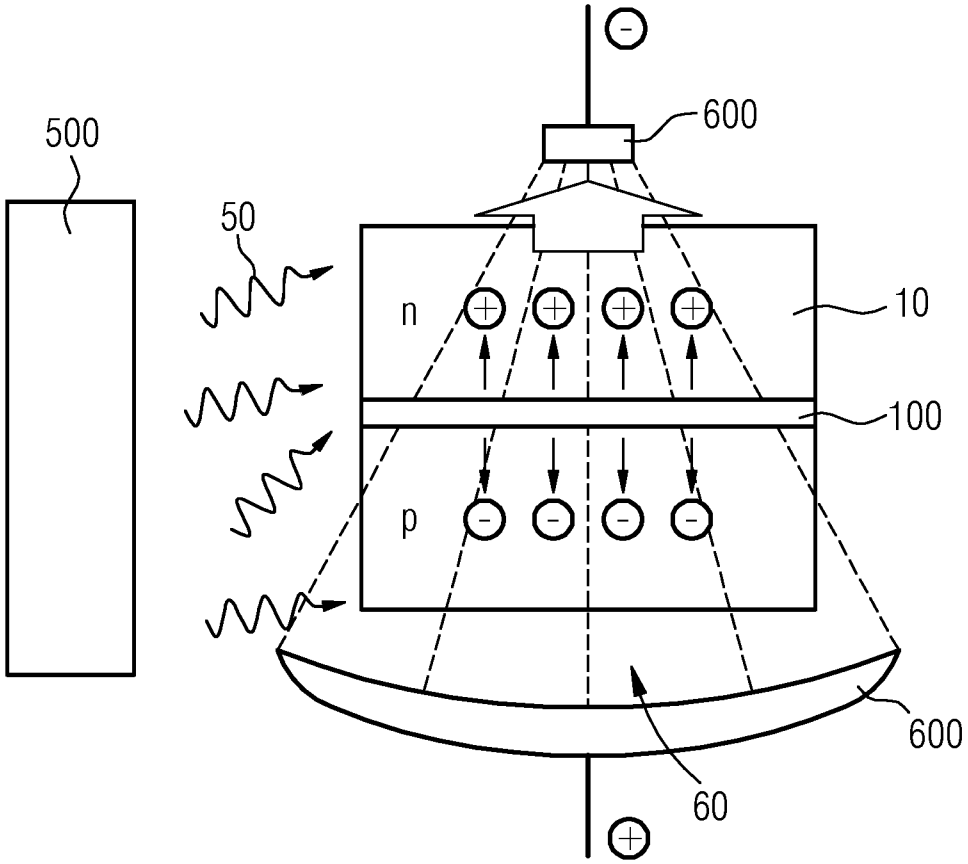


FIG 3

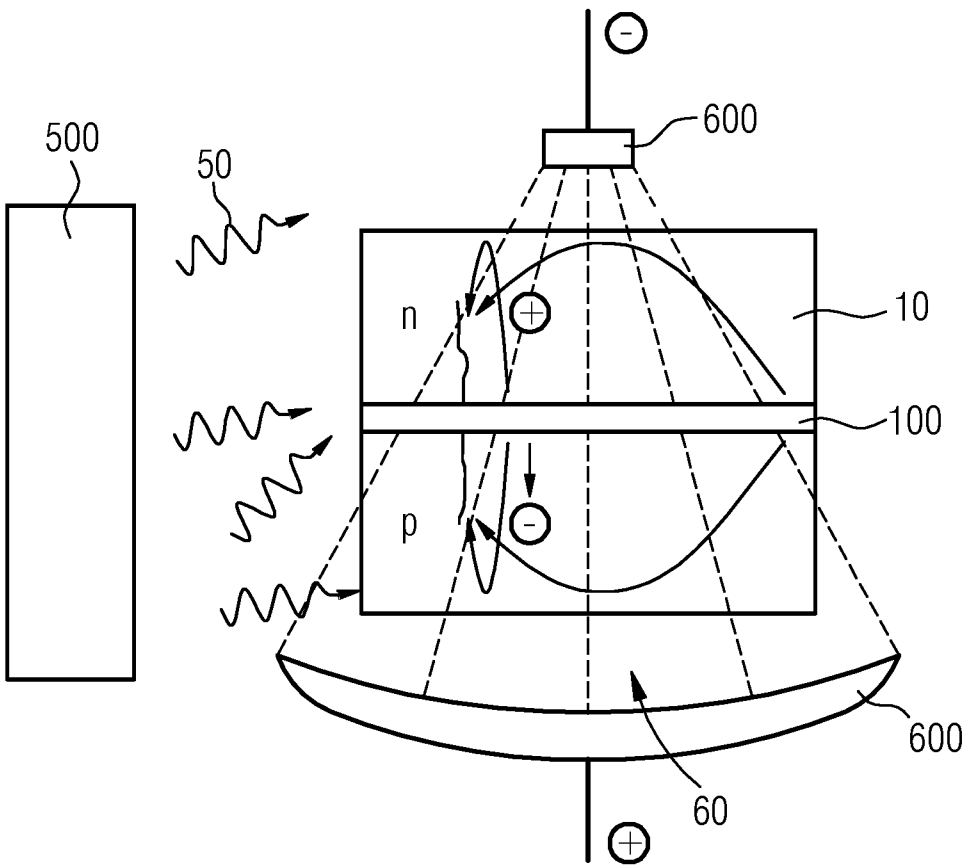


FIG 4

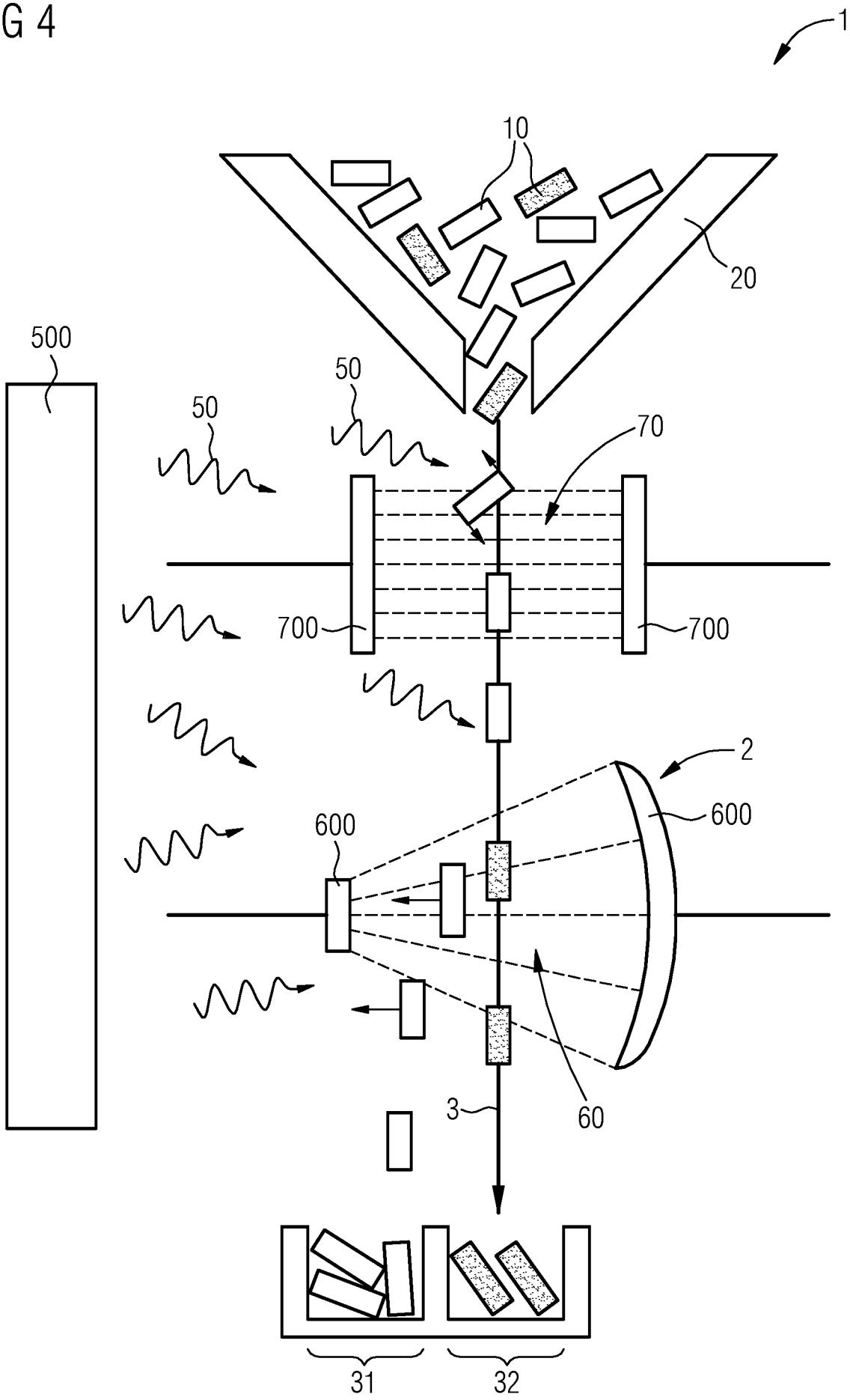


FIG 5

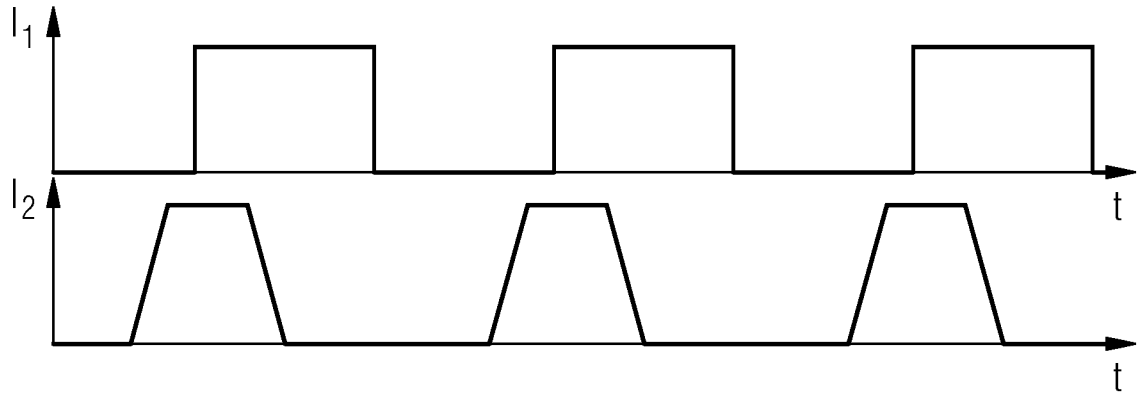
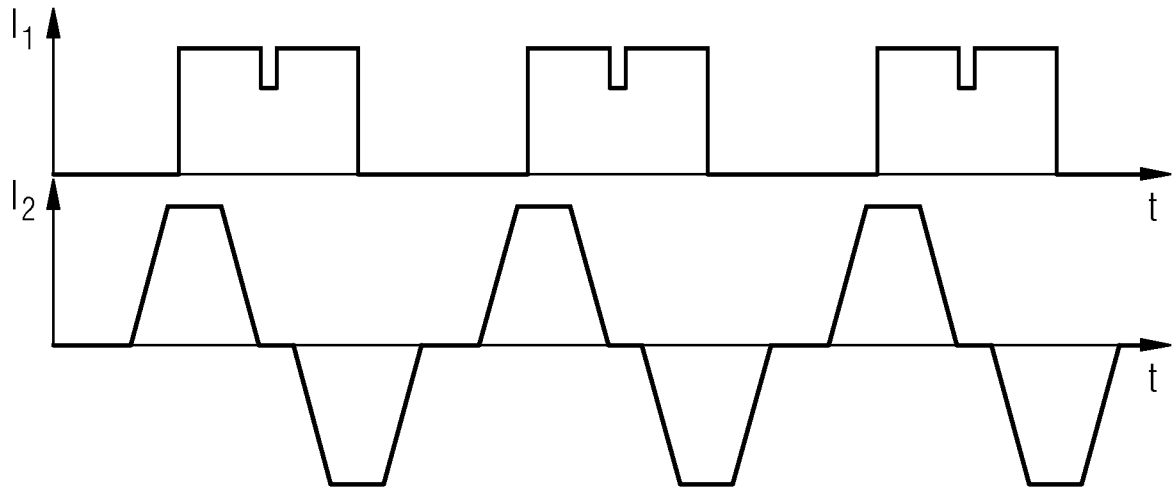


FIG 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2020/054893

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 25/075(2006.01)i; ***H01L 33/00***(2010.01)i

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; G01R

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.
A	DE 102013102322 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 11 September 2014 (2014-09-11) paragraph [0003] claims 1-15	1-18
A	DE 102016111059 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 21 December 2017 (2017-12-21) paragraph [0008] claims 1-16	1-18
A	DE 102015101671 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 11 August 2016 (2016-08-11) paragraph [0032] claims 1-20	1-18

☐ 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 May 2020	**23 June 2020**
Name and mailing address of the ISA/EP **European Patent Office** **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands** Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	Authorized officer **But, Gabriela-Ileana** Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2020/054893

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
DE 102013102322 A1	11 September 2014	CN 105026941 A	04 November 2015
		DE 102013102322 A1	11 September 2014
		JP 6283696 B2	21 February 2018
		JP 2016510874 A	11 April 2016
		KR 20150127124 A	16 November 2015
		US 2016003890 A1	07 January 2016
		WO 2014135644 A1	12 September 2014
DE 102016111059 A1	21 December 2017	DE 102016111059 A1	21 December 2017
		US 2019172972 A1	06 June 2019
		WO 2017215895 A1	21 December 2017
DE 102015101671 A1	11 August 2016	DE 102015101671 A1	11 August 2016
		DE 112016000626 A5	02 November 2017
		TW 201637108 A	16 October 2016
		US 2018024185 A1	25 January 2018
		WO 2016124367 A1	11 August 2016

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2020/054893

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01L25/075 H01L33/00
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01L G01R

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.
A	DE 10 2013 102322 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 11. September 2014 (2014-09-11) Absatz [0003] Ansprüche 1-15	1-18
A	DE 10 2016 111059 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 21. Dezember 2017 (2017-12-21) Absatz [0008] Ansprüche 1-16	1-18
A	DE 10 2015 101671 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 11. August 2016 (2016-08-11) Absatz [0032] Ansprüche 1-20	1-18

☐ 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
15. Mai 2020	23/06/2020

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	But, Gabriela-Ileana

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2020/054893

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102013102322 A1	11-09-2014	CN 105026941 A	04-11-2015
		DE 102013102322 A1	11-09-2014
		JP 6283696 B2	21-02-2018
		JP 2016510874 A	11-04-2016
		KR 20150127124 A	16-11-2015
		US 2016003890 A1	07-01-2016
		WO 2014135644 A1	12-09-2014
DE 102016111059 A1	21-12-2017	DE 102016111059 A1	21-12-2017
		US 2019172972 A1	06-06-2019
		WO 2017215895 A1	21-12-2017
DE 102015101671 A1	11-08-2016	DE 102015101671 A1	11-08-2016
		DE 112016000626 A5	02-11-2017
		TW 201637108 A	16-10-2016
		US 2018024185 A1	25-01-2018
		WO 2016124367 A1	11-08-2016