

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7638540号  
(P7638540)

(45)発行日 令和7年3月4日(2025.3.4)

(24)登録日 令和7年2月21日(2025.2.21)

(51)国際特許分類 F I  
 H 1 0 H 20/851 (2025.01) H 1 0 H 20/851  
 H 1 0 H 20/813 (2025.01) H 1 0 H 20/813

請求項の数 12 (全26頁)

(21)出願番号	特願2022-520351(P2022-520351)	(73)特許権者	515113307 アルディア
(86)(22)出願日	令和2年10月1日(2020.10.1)		フランス 3 8 1 3 0 エシロル パルク ダント レプリセ サド ギャラクシ ルー デ メリディアン 1 0
(65)公表番号	特表2022-551080(P2022-551080 A)	(74)代理人	100114557 弁理士 河野 英仁
(43)公表日	令和4年12月7日(2022.12.7)	(74)代理人	100078868 弁理士 河野 登夫
(86)国際出願番号	PCT/EP2020/077472	(72)発明者	ボワタール, マクシム フランス共和国 3 8 1 0 0 グルノーブ ル, アヴニュー ラアン エ ダニューブ 1 6
(87)国際公開番号	WO2021/069288	(72)発明者	ジベール, フィリップ フランス共和国 3 8 9 6 0 サン テテ イエヌ ド クロセ, ル ベラン, シュ 最終頁に続く
(87)国際公開日	令和3年4月15日(2021.4.15)		
審査請求日	令和5年9月8日(2023.9.8)		
(31)優先権主張番号	1911133		
(32)優先日	令和1年10月8日(2019.10.8)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	フランス(FR)		

(54)【発明の名称】 光電子デバイスを製造するための方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の集合体及び第2の集合体を含む発光ダイオードの集合体と、前記第1の集合体の内の1つを夫々覆う、第1の光輝性材料で形成される第1のブロックとを備える光電子デバイスを製造する方法であって、

前記第1の集合体及び前記第2の集合体を覆って可視光線を通す層を形成し、

前記層に第1の開口部を画定して前記第1の集合体を露出させ、

前記第1の開口部に前記第1の光輝性材料を充填し、

化学機械研磨を行って、前記第1のブロックを画定し、

前記第1の光輝性材料は、前記第1の集合体の発光ダイオードによって放射される放射光の波長とは異なる第1の波長で放射光を放射することができる材料である、方法。

10

【請求項 2】

前記光電子デバイスは、前記第1の光輝性材料とは異なる第2の光輝性材料で形成されて、前記第2の集合体の内の1つを夫々覆う第2のブロックを更に備え、

前記層に第2の開口部を画定して前記第2の集合体を露出させ、

前記第2の開口部に前記第2の光輝性材料を充填し、

化学機械研磨を行って、前記第2のブロックを画定し、

前記第2の光輝性材料は、前記第2の集合体の発光ダイオードによって放射される放射光の波長とは異なる第2の波長で放射光を放射することができる材料である、請求項1に記載の方法。

20

## 【請求項 3】

前記光電子デバイスは、発光ダイオードの第3の集合体と、前記第1の光輝性材料及び前記第2の光輝性材料とは異なる第3の光輝性材料で形成されて、前記第3の集合体の内の1つを夫々覆う第3のブロックとを更に備え、

前記層に第3の開口部を画定して前記第3の集合体を露出させ、

前記第3の開口部に前記第3の光輝性材料を充填し、

化学機械研磨を行って、前記第3のブロックを画定し、

前記第3の光輝性材料は、前記第3の集合体の発光ダイオードによって放射される放射光の波長とは異なる第3の波長で放射光を放射することができる材料である、請求項2に記載の方法。

10

## 【請求項 4】

前記光電子デバイスは発光ダイオードの第4の集合体を更に備え、

前記発光ダイオードの第4の集合体を夫々覆う第4のブロックを前記層に画定する、請求項1～3のいずれか1つに記載の方法。

## 【請求項 5】

前記層は、前記発光ダイオードの第4の集合体の発光ダイオードによって放射される放射光を少なくとも部分的に通す、請求項4に記載の方法。

## 【請求項 6】

前記集合体間の前記層に第4の開口部を画定し、

反射性の側部を有する壁を前記第4の開口部に形成する、請求項1～5のいずれか1つに記載の方法。

20

## 【請求項 7】

前記第4の開口部に反射被覆体を成膜し、

前記第4の開口部の残り部分に、前記壁のコアを形成する第5の材料を充填する、請求項6に記載の方法。

## 【請求項 8】

前記第1のブロックの後に前記壁を形成する、請求項6に記載の方法。

## 【請求項 9】

前記壁を形成する前に、前記第4の開口部に延びて前記第1のブロックを覆う障壁層を形成し、

30

前記障壁層は、前記第1のブロックを保護する機能を果たす絶縁層である、請求項8に記載の方法。

## 【請求項 10】

前記第1のブロック及び前記第2のブロックの後に、前記壁を形成する、請求項2を引用する請求項7に記載の方法。

## 【請求項 11】

前記第1のブロック及び前記第2のブロックの前に、前記壁を形成する、請求項2を引用する請求項6に記載の方法。

## 【請求項 12】

前記第1のブロック、前記第2のブロック及び前記第3のブロック間にある前記層をエッチングし、

40

前記壁を形成する前に、前記第4の開口部に延びて前記第1のブロック、前記第2のブロック及び前記第3のブロックを覆う障壁層を形成し、

前記第1のブロック、前記第2のブロック及び前記第3のブロック間にある空間に前記壁を形成し、

前記障壁層は、前記第1のブロック、前記第2のブロック及び前記第3のブロックを保護する機能を果たす絶縁層である、請求項3を引用する請求項6に記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

50

本発明は一般に、発光ダイオードを形成する、ナノメートルサイズ又はマイクロメートルサイズの半導体素子、特にマイクロワイヤ又はナノワイヤ、又は角錐形状の構造体と、発光ダイオードを覆う光輝性ブロックとを備えた光電子デバイスに関する。

【背景技術】

【0002】

「光電子デバイス」という用語は、電気信号を電磁放射線に又はその逆に変換することができるデバイス、特に電磁放射線の検出、測定又は放射のためのデバイスを表すべく使用されている。三次元半導体素子を備えた電子デバイスは、光輝性ブロックで覆われた発光ダイオードを備えてもよい。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

このような光電子デバイスを製造する方法では、発光ダイオードを基板上に形成して、発光ダイオードを覆う光輝性ブロックを形成する。光輝性ブロックは、発光ダイオードの集合体上に光輝性層を堆積させて、光輝性層をエッチングして光輝性ブロックを画定することにより形成されてもよい。

【0004】

光輝性ブロックを光輝性層に画定する際に、光輝性層を覆う樹脂層を堆積させて、光輝性ブロックの所望の位置にフォトリソグラフィ法によって光輝性層の一部を画定してもよい。フォトリソグラフィ法では一般に、基板上の可視の位置合わせマークの検出を使用し

て、発光ダイオードに対して樹脂層の露出に使用されるマスクを正確に配置する。

【0005】

このような方法の不利点は、光輝性層が可視光線を部分的に通さない場合があるため、位置合わせマークの検出を使用したリソグラフィ法の実行が困難な場合があるということである。

【0006】

従って、実施形態の目的は、発光ダイオード及び光輝性ブロックを備えた光電子デバイスを製造するための前述した方法の不利点を少なくとも部分的に克服することである。

【0007】

実施形態の別の目的は、光輝性ブロックを形成する材料が、フォトリソグラフィ工程での使用に適合された感光性材料でなくてもよいということである。

【0008】

実施形態の別の目的は、光輝性ブロックの高さ対幅の比を大きくし得ることである。

【0009】

実施形態の別の目的は、光電子デバイスを工業規模且つ低コストで形成し得ることである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

実施形態は、第1の集合体及び第2の集合体を含む発光ダイオードの集合体と、前記第1の集合体を夫々覆う、第1の光輝性材料で形成される第1のブロックとを備える光電子デバイスを製造する方法を提供する。前記方法では、前記第1の集合体及び前記第2の集合体を覆う層を形成し、前記層に第1の開口部を画定して前記第1の集合体を露出させ、前記第1の開口部に前記第1の光輝性材料を充填し、化学機械研磨を行って、前記第1のブロックを画定する。

【0011】

実施形態によれば、前記光電子デバイスは、前記第1の光輝性材料とは異なる第2の光輝性材料で形成されて、前記第2の集合体の内の1つを夫々覆う第2のブロックを更に備え、前記方法では、前記層に第2の開口部を画定して前記第2の集合体を露出させ、前記第2の開口部に前記第2の光輝性材料を充填し、化学機械研磨を行って、前記第2のブロックを画定する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 2 】

実施形態によれば、前記光電子デバイスは、発光ダイオードの第3の集合体と、前記第1の光輝性材料及び前記第2の光輝性材料とは異なる第3の光輝性材料で形成されて、前記第3の集合体の内の1つを夫々覆う第3のブロックとを更に備え、前記方法では、前記層に第3の開口部を画定して前記第3の集合体を露出させ、前記第3の開口部に前記第3の光輝性材料を充填し、化学機械研磨を行って、前記第3のブロックを画定する。

## 【 0 0 1 3 】

実施形態によれば、前記光電子デバイスは発光ダイオードの第4の集合体を更に備え、前記方法では、前記発光ダイオードの第4の集合体の内の1つを夫々覆う第4のブロックを前記層に画定する。

10

## 【 0 0 1 4 】

実施形態によれば、前記層は、前記発光ダイオードの第4の集合体の発光ダイオードによって放射される放射光を少なくとも部分的に通す。

## 【 0 0 1 5 】

実施形態によれば、前記方法では、前記集合体間の前記層に第4の開口部を画定し、反射性の側部を有する壁を前記第4の開口部に形成する。

## 【 0 0 1 6 】

実施形態によれば、前記方法では、前記第4の開口部に反射被覆体を成膜し、前記第4の開口部の残り部分に第5の材料を充填する。

## 【 0 0 1 7 】

実施形態によれば、前記第1のブロックの後に前記壁を形成する。

20

## 【 0 0 1 8 】

実施形態によれば、前記方法では、前記壁を形成する前に、前記第4の開口部に延びて前記第1のブロックを覆う障壁層を形成する。

## 【 0 0 1 9 】

実施形態によれば、前記第1のブロック及び前記第2のブロックの後に、前記壁を形成する。

## 【 0 0 2 0 】

実施形態によれば、前記第1のブロック及び前記第2のブロックの前に、前記壁を形成する。

30

## 【 0 0 2 1 】

実施形態によれば、前記方法では、前記第1のブロック、前記第2のブロック及び前記第3のブロック間にある前記層をエッチングし、前記壁を形成する前に、前記第4の開口部に延びて前記第1のブロック、前記第2のブロック及び前記第3のブロックを覆う障壁層を形成し、前記第1のブロック、前記第2のブロック及び前記第3のブロック間にある空間に前記壁を形成する。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 2 2 】

前述及び他の特徴及び利点は、添付図面を参照して本発明を限定するものではない実例として与えられる以下の特定の実施形態に詳細に記載されている。

40

## 【 0 0 2 3 】

【 図 1 】 発光ダイオード及び光輝性ブロックを備えた光電子デバイスの実施形態を示す部分的な断面略図である。

【 図 2 】 発光ダイオードの実施形態を示す部分的な断面略図である。

【 図 3 】 図 1 の光電子デバイスを製造する方法の実施形態の工程で得られた構造を示す断面図である。

【 図 4 】 この方法の別の工程で得られた構造を示す断面図である。

【 図 5 】 この方法の別の工程で得られた構造を示す断面図である。

【 図 6 】 この方法の別の工程で得られた構造を示す断面図である。

【 図 7 】 この方法の別の工程で得られた構造を示す断面図である。

50



## 【0024】

同様の特徴が、様々な図で同様の参照符号によって示されている。特に、様々な実施形態に共通する構造的特徴及び/又は機能的特徴は同一の参照符号を有してもよく、同一の構造特性、寸法特性及び材料特性を有してもよい。明瞭化のために、本明細書に記載されている実施形態の理解に有用な工程及び要素のみが示されて詳細に記載されている。

## 【0025】

以下の記載では、「前」、「後ろ」、「最上部」、「底部」、「左」、「右」などの絶対位置、若しくは「上方」、「下方」、「上側」、「下側」などの相対位置を限定する用語、又は「水平方向」、「垂直方向」などの方向を限定する用語を参照するとき、この用語は図面の向き又は通常の使用位置にある光電子デバイスを指す。特に指定されていない場合、「約」、「略」、「実質的に」及び「程度」という表現は、該当する値の10%の範囲内、好ましくは5%の範囲内を表す。「約」、「略」、「実質的に」及び「程度」という表現を方向に関連して使用するとき、これらの表現は、該当する値の10%の範囲内、好ましくは5%の範囲内を意味する。更に本明細書では、「絶縁」及び「導電」という用語は「電気絶縁」及び「電気伝導」を夫々意味するとみなされる。

10

## 【0026】

層の透過率は、出力面から層を出る放射光の強度対出力面と反対側の入力面から層に入る放射光の強度の比に相当する。以下の記載では、層又は膜を通る放射光の透過率が10%未満である場合、その層又はその膜は放射光を通さないとされる。以下の記載では、層又は膜を通る放射光の透過率が10%を超える場合、その層又はその膜は放射光を通すとされる。以下の記載では、「可視光線」は、400 nm~700 nmの範囲内の波長を有する電磁放射線を表す。

20

## 【0027】

以下の記載では、40 での酸素に対する膜又は層の透過率が $1.10^{-1} \text{cm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm})$ より低いとき、その膜又はその層は酸素気密性を有するとする。酸素に対する透過率を、「Standard Test Method for Oxygen Gas Transmission Rate Through Plastic Film and Sheeting Using a Coulometric Sensor」というASTM D3985法に従って測定してもよい。以下の記載では、40 での水に対する膜又は層の透過率が $1.10^{-1} \text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{day})$ より低いとき、その膜又はその層は水密性を有するとする。水に対する透過率を、「Standard Test Method for Water Vapor Transmission Rate Through Plastic Film and Sheeting Using a Modulated Infrared Sensor」というASTM F1249法に従って測定してもよい。

30

## 【0028】

本発明は、ナノメートルサイズ又はマイクロメートルサイズの三次元素子、特にマイクロワイヤ、ナノワイヤ又は角錐に基づき形成された発光ダイオードを備えた光電子デバイスの製造に関する。

## 【0029】

「マイクロワイヤ」又は「ナノワイヤ」という用語は、所望の方向に細長い形状を有する三次元構造を表し、三次元構造は、5 nm~5  $\mu\text{m}$ の範囲、好ましくは100 nm~2  $\mu\text{m}$ の範囲、より好ましくは200 nm~1.5  $\mu\text{m}$ の範囲の小寸法と称される少なくとも2つの寸法と、小寸法の内での最大値以上であり、好ましくは最大値の3倍以上であり、より好ましくは最大値の5倍以上である大寸法又は高さとして称される第3の寸法とを有する。ある実施形態では、各マイクロワイヤ又はナノワイヤの高さは500 nm以上であってもよく、好ましくは1  $\mu\text{m}$ ~50  $\mu\text{m}$ の範囲内であってもよい。以下の記載では、「ワイヤ」という用語は「マイクロワイヤ」又は「ナノワイヤ」を意味すべく使用されている。

40

## 【0030】

ワイヤの断面形状は異なってもよく、例えば楕円形、円形又は多角形、特に三角形、矩形、正方形若しくは六角形であってもよい。ワイヤの断面に関連して使用される「平均直径」という用語は、例えばワイヤの断面と同一の表面積を有する円盤の直径に相当する、この断面におけるワイヤの表面積に関連付けられる量を表す。

50

## 【0031】

以下の記載では、角錐という用語は、その一部が角錐形状又は細長い錐形状を有する三次元構造を表す。角錐形構造は、先端が切り取られた形状であってもよく、すなわち、錐体の先端がなく、平坦な領域と取り替えられている。角錐の底面は、辺寸法が100 nm ~ 10 μmであり、好ましくは0.2 μm ~ 2 μmである正方形内に内接している。角錐の底面を形成する多角形は六角形であってもよい。角錐の底面と頂点又は頂部の平坦部との間の角錐の高さは100 nm ~ 20 μmの範囲内、好ましくは200 nm ~ 2 μmの範囲内である。

## 【0032】

以下の記載では、マイクロワイヤ又はナノワイヤを有する発光ダイオードを備えた光電子デバイスの場合の実施形態について説明する。しかしながら、これらの実施形態は、マイクロメートルサイズ又はナノメートルサイズの角錐を含む発光ダイオードを備えた光電子デバイスに関してもよいことは明らかなはずである。

## 【0033】

ワイヤは、好ましくは60重量%以上、より好ましくは80重量%以上の少なくとも1つの半導体材料を主に含んでいる。半導体材料は、シリコン、ゲルマニウム、炭化シリコン、III-V族化合物、II-VI族化合物、又はこれらの化合物の少なくとも2つの組み合わせであってもよい。

## 【0034】

III族元素の例として、ガリウム(Ga)、インジウム(In)又はアルミニウム(Al)がある。II-V族化合物の例として、GaN、AlN、InN、InGaN、AlGaN又はAlInGaNがある。他のV族元素、例えばリン又はヒ素を更に使用してもよい。一般に、III-V族化合物内の元素は異なるモル分率で組み合わせられてもよい。II族元素の例として、IIA族元素、特にベリリウム(Be)及びマグネシウム(Mg)、並びにIIB族元素、特に亜鉛(Zn)、カドミウム(Cd)及び水銀(Hg)がある。VI族元素の例として、VIA族元素、特に酸素(O)及びテルル(Te)がある。II-VI族化合物の例として、ZnO、ZnMgO、CdZnO、CdZnMgO、CdHgTe、CdTe又はHgTeがある。一般に、II-VI族化合物内の元素は異なるモル分率で組み合わせられてもよい。ワイヤの半導体材料は、ドーパント、例えばIII-N化合物のN型ドーピングを保証するシリコン、又はIII-N化合物のP型ドーピングを保証するマグネシウムを含んでもよい。

## 【0035】

図1は、マイクロワイヤ又はナノワイヤを備えた光電子デバイス5の実施形態を示す部分的な断面略図である。光電子デバイス5は、図1の下から上に、

- 対向する表面12(上面12は、少なくとも発光ダイオードのレベルで好ましくは平坦である)及び表面14を有する基板10と、
- ワイヤの成長を促す材料で形成されて表面12に配置されているシード層16と、
- シード層16を覆ってシード層16の一部を露出させる開口部20を有する絶縁層18と、
- 開口部20の1つを通してシード層16と夫々接している発光ダイオードLED(6個の発光ダイオードが図示されている)と、
- 発光ダイオードの下方部分の側面に延びて、発光ダイオードLED間の絶縁層18上に延びている絶縁層24と、
- 各発光ダイオードLEDを覆う電極を形成して、発光ダイオードLED間の絶縁層24上に更に延びている電極層26と、
- 発光ダイオードLED間の電極層26上に延びている反射する導電層28(導電層28は、変形例として電極層26と発光ダイオードLED間の絶縁層24との間に配置されてもよい)と、
- 電極層26及び導電層28上に延びている誘電性の保護層30と、
- 発光ダイオードの特定の集合体を覆う光輝性ブロック32、33と、
- 発光ダイオードによって放射される放射光を通して、発光ダイオードの他の集合体を覆うブロック34(透明なブロック34は省略されてもよい)と、
- 各ブロック32、33、34の上面又はブロック32、33、34の一部のみの上面を覆う絶

10

20

30

40

50

縁層36（絶縁層36は省略されてもよい）と、

- 絶縁層36、ブロック32, 33, 34の側面、及びブロック32, 34間の電極層26を覆う保護層37と、

- 反射被覆体42で囲まれたコア40を夫々有する、ブロック32, 33, 34間の壁38と、  
- 光輝性ブロック32, 33の少なくとも一部を覆う1つ、2つ又は3つのカラーフィルタ44、例えば、1つの黄色フィルタ、2つのフィルタ（第1のフィルタは黄色フィルタであり、第2のフィルタは赤色フィルタである）、3つのフィルタ（第1のフィルタは赤色フィルタであり、第2のフィルタは緑色フィルタであり、第3のフィルタは青色フィルタである）（2つのブロックを覆う1つのフィルタ44が例として図示されている）と、

- 構造全体を覆う透明な保護層46とを備えている。

#### 【0036】

図2は、発光ダイオードLEDの実施形態を示す。実施形態によれば、各発光ダイオードLEDは、開口部20の内の1つを通してシード層16と接するワイヤ21と、ワイヤ21の側壁及び頂部を覆う半導体層の積層体を含むシェル22とを有している。各ワイヤ21及び関連付けられたシェル22によって形成された集合体が発光ダイオードLEDを形成する。

#### 【0037】

シェル22は、アクティブ層23及び接合層25を特に含む複数の層の積層体を含んでもよい。アクティブ層23は、発光ダイオードLEDによる放射光の大部分が放射される層である。例によれば、アクティブ層23は多重量子井戸などの閉込め手段を有してもよい。接合層25は、ワイヤ21と同一のIII-V族材料であるが、ワイヤ21の導電型と反対の導電型の半導体層の積層体を含んでもよい。

#### 【0038】

基板10はモノブロック構造に相当してもよく、又は別の材料で形成された支持体を覆う層に相当してもよい。基板10は、半導体基板、例えば、シリコン、ゲルマニウム、炭化シリコン、GaN若しくはGaAsなどのIII-V族化合物で形成された基板、又はZnO基板であることが好ましい。基板10は単結晶シリコン基板であることが好ましい。基板は、マイクロエレクトロニクスで実施される製造方法と適合する半導体基板であることが好ましい。基板10は、SOIとも称されるシリコン・オン・インシュレータタイプの多層構造に相当してもよい。

#### 【0039】

開口部20の断面は、ワイヤ21の所望の断面に相当してもよく、又は得られるワイヤの断面とは異なってもよい。ワイヤ21の平均直径は開口部20の平均直径以上であってもよい。

#### 【0040】

シード層16は、ワイヤの成長を有利にする材料で形成されている。例として、シード層16を形成する材料は、元素の周期表のIV列、V列又はVI列の遷移金属の窒化物、炭化物又はホウ化物、或いはこれらの化合物の組合せであってもよい。例として、シード層16は、窒化アルミニウム(AlN)、ホウ素(B)、窒化ホウ素(BN)、チタン(Ti)、窒化チタン(TiN)、タンタル(Ta)、窒化タンタル(TaN)、ハフニウム(Hf)、窒化ハフニウム(HfN)、ニオブ(Nb)、窒化ニオブ(NbN)、ジルコニウム(Zr)、ホウ化ジルコニウム(ZrB<sub>2</sub>)、窒化ジルコニウム(ZrN)、炭化シリコン(SiC)、炭窒化タンタル(TaCN)、Mg<sub>x</sub>N<sub>y</sub>の形態の窒化マグネシウム（ここでxは約3であり、yは約2であり、例えばMg<sub>3</sub>N<sub>2</sub>の形態の窒化マグネシウム）、窒化マグネシウムガリウム(MgGaN)、タングステン(W)、窒化タングステン(WN)、又はこれらの組合せで形成されてもよい。シード層16は単層構造を有してもよく、又は、例えば前述した材料の1つで夫々形成された少なくとも2つの層の積層体に相当してもよい。

#### 【0041】

実施形態によれば、シード層16は設けられなくてもよい。別の実施形態によれば、シード層16は、例えば開口部20の底部に形成されたシードパッドと取り替えられてもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 2 】

各絶縁層18, 24, 30, 36, 37, 46及び充填材料40は、誘電体材料、例えば酸化シリコン( $\text{SiO}_2$ )、窒化シリコン( $\text{Si}_x\text{N}_y$ 、ここで $x$ は約3であり、 $y$ は約4であり、例えば $\text{Si}_3\text{N}_4$ )、(特に一般的な式 $\text{SiO}_x\text{N}_y$ の)酸窒化シリコン(例えば $\text{Si}_2\text{ON}_2$ )、酸化アルミニウム( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )、酸化ハフニウム( $\text{HfO}_2$ )、二酸化チタン( $\text{TiO}_2$ )又はダイヤモンドで形成されてもよい。絶縁層18, 24, 30, 36, 37, 46は単層構造を有してもよく、又は2若しくは3以上の層の積層体に相当してもよい。絶縁層18が少なくとも2つの層の積層体に相当する場合、積層体の上層は絶縁性を有し、例えば誘電体材料で形成されている。

## 【 0 0 4 3 】

導電層28又は被覆体42は、例えばアルミニウム、銀、銅、金又は亜鉛の金属層に相当することが好ましい。導電層28又は被覆体42の厚さは $0.01 \mu\text{m} \sim 1,000 \mu\text{m}$ の範囲内であってもよい。変形例として、被覆体42は設けられなくてもよい。この場合、充填材料40は金属材料、例えばアルミニウム、銀、銅又は亜鉛であってもよい。

10

## 【 0 0 4 4 】

電極層26は、発光ダイオードによって放射される電磁放射線を通すことができる。電極層26を形成する材料は、酸化インジウムスズ(ITO)、酸化アルミニウム亜鉛、酸化ガリウム亜鉛又はグラフェンなどの透明な導電性材料であってもよい。電極層26の厚さは $0.01 \mu\text{m} \sim 10 \mu\text{m}$ の範囲内であってもよい。

## 【 0 0 4 5 】

実施形態によれば、各光輝性ブロック32, 33は発光ダイオードの内の1つ又は発光ダイオードの集合体と対向して配置されている。各光輝性ブロック32, 33は発光団を有しており、発光団は、関連付けられた発光ダイオードLEDによって放射される光により励起されると、関連付けられた発光ダイオードLEDによって放射される光の波長とは異なる波長で光を放射することができる。実施形態によれば、光電子デバイス5は、少なくとも2つのタイプの光輝性ブロック32, 33を備えている。第1のタイプの各光輝性ブロック32は、発光ダイオードによる放射光を第1の波長の第1の放射光に変換することができ、第2のタイプの各光輝性ブロック33は、第2のタイプの各光輝性ブロック33が覆う発光ダイオードによる放射光を第2の波長の第2の放射光に変換することができる。実施形態によれば、光電子デバイス5は、少なくとも3つのタイプの光輝性ブロック32, 33を備えており、第3のタイプの各光輝性ブロックは、発光ダイオードLEDによる放射光を第3の波長の第3の放射光に変換することができる。第1、第2及び第3の波長は異なってもよい。

20

30

## 【 0 0 4 6 】

実施形態によれば、発光ダイオードは青色の光、つまり波長が $430 \text{ nm}$ から $480 \text{ nm}$ の範囲内の放射光を放射することができる。実施形態によれば、第1の波長は青色の光に対応し、 $510 \text{ nm} \sim 570 \text{ nm}$ の範囲内にある。実施形態によれば、第2の波長は赤色の光に対応し、 $600 \text{ nm} \sim 720 \text{ nm}$ の範囲内にある。

## 【 0 0 4 7 】

別の実施形態によれば、発光ダイオードLEDは、例えば紫外線を放射することができる。実施形態によれば、第1の波長は青色の光に対応し、 $430 \text{ nm} \sim 480 \text{ nm}$ の範囲内にある。実施形態によれば、第2の波長は緑色の光に対応し、 $510 \text{ nm} \sim 570 \text{ nm}$ の範囲内にある。実施形態によれば、第3の波長は赤色の光に対応し、 $600 \text{ nm} \sim 720 \text{ nm}$ の範囲内にある。

40

## 【 0 0 4 8 】

ブロック32, 33のアスペクト比、すなわち、ブロックの高さ対最大幅の比は $0.01 \sim 10$ の範囲内であってもよく、好ましくは $0.05 \sim 2$ の範囲内であってもよい。

## 【 0 0 4 9 】

実施形態によれば、各光輝性ブロック32, 33は、例えば透明なマトリクス内に少なくとも1つの光輝性材料の粒子を含んでいる。光輝性材料の例として、YAG:Ce又はYAG:Ce<sup>3+</sup>とも称される3価セリウムイオンによって活性化されるイットリウムアルミニウムガーネット(YAG)がある。従来の光輝性材料の粒子の平均サイズは一般に $5 \mu\text{m}$ より大きい。

50

## 【0050】

実施形態によれば、各光輝性ブロック32, 33は、以下半導体ナノ結晶又はナノ発光団粒子とも称される半導体材料のナノメートルサイズの単結晶粒子が分散しているマトリクスを含んでいる。光輝性材料の内部量子効率 $QY_{int}$ は、放射光子の数と光輝性物質に吸収される光子の数との比に等しい。半導体ナノ結晶の内部量子効率 $QY_{int}$ は5%より大きく、好ましくは10%より大きく、より好ましくは20%より大きい。

## 【0051】

実施形態によれば、半導体ナノ結晶の平均サイズは0.5 nm~1,000 nm、好ましくは0.5 nm~500 nm、より好ましくは1 nm~100 nm、特に2 nm~30 nmの範囲内である。50 nmより小さい大きさでは、半導体ナノ結晶の光変換特性は基本的に量子閉込め現象に依りて決められる。そのため、半導体ナノ結晶は量子ドットに相当する。

10

## 【0052】

実施形態によれば、半導体結晶の半導体材料は、セレン化カドミウム(CdSe)、リン化インジウム(InP)、硫化カドミウム(CdS)、硫化亜鉛(ZnS)、セレン化亜鉛(ZnSe)、テルル化カドミウム(CdTe)、テルル化亜鉛(ZnTe)、酸化カドミウム(CdO)、酸化亜鉛カドミウム(ZnCdO)、硫化カドミウム亜鉛(CdZnS)、セレン化カドミウム亜鉛(CdZnSe)、硫化銀インジウム(AgInS<sub>2</sub>)、PbScX<sub>3</sub> (ここでXがハロゲン原子、特にヨウ素(I)、臭素(Br)又は塩素(Cl)である)タイプのペロブスカイト及びこれらの化合物の少なくとも2つの混合物を含む群から選択されている。実施形態によれば、半導体ナノ結晶の半導体材料は、Le Blevenc 等著のPhysica Status Solidi (RRL) - Rapid Research Letters Volume 8, No. 4, p. 349-352, 2014年4月の刊行物に記載されている材料から選択されている。

20

## 【0053】

実施形態によれば、半導体ナノ結晶の大きさは、半導体ナノ結晶によって放射される放射光の所望の波長に応じて選択されている。例として、平均サイズが3.6 nm程度であるCdSeナノ結晶は青色の光を赤色の光に変換することができ、平均サイズが1.3 nm程度であるCdSeナノ結晶は青色の光を緑色の光に変換することができる。別の実施形態によれば、半導体ナノ結晶の組成は、半導体ナノ結晶によって放射される放射光の所望の波長に応じて選択されている。

## 【0054】

マトリクスは、光輝性粒子及び/又は発光ダイオードLEDによって放射される放射光を少なくとも部分的に、好ましくは80%より多く通す。マトリクスは、例えばシリカで形成されている。マトリクスは、例えば任意の少なくとも部分的に透明なポリマー、特にシリコン、エポキシ樹脂、ポリメタクリル酸メチル(PMMA)タイプのアクリル樹脂、又はポリ乳酸(PLA)で形成されている。マトリクスは、三次元プリンタと共に使用される少なくとも部分的に透明なポリマーで特に形成されてもよい。マトリクスは、遠心分離によって堆積した感光性又は非感光性のガラス(SOG、スピンオンガラス)に相当してもよい。実施形態によれば、マトリクスは2~90重量%、好ましくは10~60重量%のナノ結晶、例えば約30重量%のナノ結晶を含んでいる。

30

## 【0055】

光輝性ブロック32, 33の厚さはナノ結晶の濃度及び使用されるナノ結晶のタイプに応じて決められている。光輝性ブロック32, 33の高さは、好ましくはワイヤ21の高さより高く、壁38の高さ以下である。平面視で、各光輝性ブロック32, 33は、辺長が1 μm~100 μm、好ましくは3 μm~15 μmの正方形の面積と等しくてもよい面積を有する正方形、矩形、「L」字形状の多角形などに相当してもよい。

40

## 【0056】

壁38は、少なくとも1つの反射材料で少なくとも部分的に形成されている。反射材料は金属材料、特に鉄、銅、アルミニウム、タングステン、銀、チタン、ハフニウム、ジルコニウム、又はこれらの化合物の少なくとも2つの組み合わせであってもよい。壁38は、マイクロエレクトロニクスで実施される製造方法と適合する材料で形成されていることが好ましい。壁38はアルミニウム又は銀で形成されていることが好ましい。

50

## 【 0 0 5 7 】

表面12と直交する方向に測定された壁38の高さは300 nm～200 μmの範囲内であり、好ましくは3 μm～15 μmの範囲内である。表面12と平行な方向に測定された壁38の厚さは100 nm～50 μmの範囲内であり、好ましくは0.5 μm～10 μmの範囲内である。

## 【 0 0 5 8 】

実施形態によれば、壁38は、反射材料で形成されてもよく、又は光輝性ブロック32, 33及び/又は発光ダイオードによって放射される放射光の波長で反射する被覆体で覆われてもよい。

## 【 0 0 5 9 】

壁38は光輝性ブロック32, 33を囲んでいることが好ましい。そのため、壁38は、隣り合う光輝性ブロック32, 33間のクロストークを減少させる。

10

## 【 0 0 6 0 】

封止層46は、光輝性粒子及び/又は発光ダイオードLEDによって放射される放射光を少なくとも部分的に通す。封止層は、光輝性粒子及び/又は発光ダイオードLEDによって放射される放射光を少なくとも部分的に通す無機材料で形成されてもよい。例として、無機材料は、 $\text{SiO}_x$  (ここでxは1～2の間の実数である)タイプの酸化シリコン又は $\text{SiO}_y\text{N}_z$  (ここでy及びzは0～1の間の実数である)、酸化チタン、酸化アルミニウム、例えば $\text{Al}_2\text{O}_3$ 及びこれらの化合物の混合物を含む群から選択されている。封止層は、少なくとも部分的に透明な有機材料で形成されてもよい。例として、封止層はシリコンポリマー、エポキシドポリマー、アクリルポリマー又はポリカーボネートである。封止層46は、単層構造又は多層構造を有してもよく、例えば有機層及び/又は無機層の積層体を含んでもよい。

20

## 【 0 0 6 1 】

図3～14は、図1に示されている光電子デバイス5を製造する方法の実施形態の連続的な工程で得られた構造を示す。

## 【 0 0 6 2 】

図3は、基板10の表面12にシード層16を形成して、シード層16上に絶縁層18を形成して、絶縁層18に開口部20をエッチングし、発光ダイオードLEDを形成して、つまり、例えば有機金属化学蒸着法(MOCVD)又はあらゆる他の適宜の方法によって開口部20内にワイヤを成長させ、ワイヤを覆うシェルを形成し、各発光ダイオードLEDの足部に絶縁層24を形成して、電極層26を形成し、導電層28を形成して、誘電体層30を形成し、可視光線を通す材料、特に誘電体材料の層50を堆積させてワイヤ21間の空間を充填し、誘電体層30の上側に実質的に平坦な上面52を形成した後得られた構造を示す。層50を、可視域で透明な鉱物材料、 $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SiN}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ で形成してもよい。層50を樹脂、特にレジストで形成してもよい。層50を、スピンコーティング、スロットダイコーティング、ブレードコーティング、フレキシソ印刷又はシルクスクリーンによって堆積させてもよい。

30

## 【 0 0 6 3 】

図4は、エッチングマスクとして使用される層54を透明層50上に堆積させて、第1のタイプの光輝性ブロック32の夫々の所望の位置で層54に開口部56をエッチングして、透明層50の厚さ全体に亘って透明層50に、開口部56と繋がる開口部58をエッチングした後得られた構造を示す。層54は、絶縁層18, 24, 30, 36, 37, 46について前述した材料の内の1つで形成されてもよい。絶縁層54のエッチングは、例えばイオンプラズマ型のドライエッチングであってもよく、又は透明層50の材料に対して好ましくは選択的なウェットエッチングであってもよい。層50が $\text{SiO}_2$ で形成されている場合、層54はレジストであってもよく、開口部58の形成後に除去されてもよい。透明層50のエッチングは、例えば、保護層30に対して好ましくは選択的なイオンプラズマ型のドライエッチングであってもよい。

40

## 【 0 0 6 4 】

図5は、第1のタイプの光輝性ブロック32を形成する材料を開口部56, 58に完全に充填した後得られた構造を示す。充填法は、スピンコーティング又はスロットダイコーテ

50

イングであってもよい。充填工程により、光輝性ブロック32を形成する材料の層60を絶縁層54上に形成する。

【0065】

図6は、透明層50の上面52を露出させるためにエッチング、特にCMPとも称される化学機械研磨を行って層60及び絶縁層54を除去する工程後に得られた構造を示す。化学機械研磨工程は、機械研磨工程及び化学エッチング工程を同時的又は連続的に有してもよい。実施形態によれば、層60をCMPによって除去してもよく、そのため、層54はエッチング停止層として使用される。その後、層54を、例えばドライエッチング、特にプラズマエッチング又はウェットエッチングによって除去してもよい。このようにして、光輝性ブロック32が画定される。変形例として、層54を除去しなくてもよい。

10

【0066】

図7は、エッチングマスクとして使用される層62を透明層50上に堆積させて、第2のタイプの光輝性ブロック33の夫々の所望の位置で層62に開口部64をエッチングして、透明層50の厚さ全体に亘って透明層50に、開口部64と繋がる開口部66をエッチングした後得られた構造を示す。層62は、絶縁層18, 24, 30, 36, 37, 46, 56について前述した材料の内の1つで形成されてもよい。

【0067】

図8は、第2のタイプの光輝性ブロック33を形成する材料を開口部64, 66に完全に充填した後に得られた構造を示す。充填法は、スピンコーティング又はスロットダイコーティングであってもよい。充填工程により、光輝性ブロック33を形成する材料の層67を透明層50の上に形成する。

20

【0068】

図9は、透明層50の上面52を露出させるためにCMP工程を行って層67及び絶縁層62を除去した後に得られた構造を示す。このようにして、光輝性ブロック33が画定される。変形例として、層67をCMPによって除去してもよく、そのため、層62はエッチング停止層として使用される。その後、層62を、例えばドライエッチング、特にプラズマエッチング、又はウェットエッチングによって除去してもよい。変形例として、層62を除去しなくてもよい。

【0069】

図10は、透明層50及び光輝性ブロック32, 33にエッチングマスクとして使用される層68を堆積させて、壁38の夫々の所望の位置で層68に開口部70をエッチングした後得られた構造を示す。

30

【0070】

図11は、透明層50の厚さ全体に亘って透明層50に開口部70と繋がる開口部72を開口部70毎にエッチングした後得られた構造を示す。層68は保持されても保持されなくてもよい。透明層50の残存している部分は透明なブロック34を形成する。層50がSiO<sub>2</sub>で形成されている場合、層68はレジスト層であってもよく、開口部72の形成後に除去されてもよい。

【0071】

図12は、図11に示されている構造全体に亘って絶縁層37を堆積させた後に得られた構造を示す。絶縁層37を、コンフォーマル堆積法、特に原子層堆積(ALD)法によって堆積させてもよい。絶縁層37は、特に湿気及び/又は空気に対して緊密な層であってもよく、光輝性ブロック32, 33のための保護層の機能を果たしてもよい。光輝性ブロック32, 33の形成直後に絶縁層37を堆積させることが有利である。

40

【0072】

図13は、図12に示されている構造全体に亘って、壁38の被覆体42を形成する材料の層76を成膜して、壁38のコア40を形成する材料を開口部72に充填して、ブロック32, 33, 34の上に充填材料の層78を形成した後得られた構造を示す。

【0073】

図14は、エッチング工程を行って、開口部72の外側にある充填材料の層78の部分及

50

び層76の部分を除去して、絶縁層68の一部を覆う絶縁層37の部分を露出させることにより、壁38、特にコア40及び被覆体42を画定した後に得られた構造を示す。例として、開口部72の外側にある層78の部分をドライエッチングによって除去してもよく、開口部72の外側にある層76の部分をウェットエッチング又はドライエッチングによって除去してもよい。

【0074】

この方法は、カラーフィルタ44及び保護層46を形成する追加の工程を有する。

【0075】

図15～27は、光電子デバイス5を製造する方法の別の実施形態の連続的な工程で得られた構造を示す。

10

【0076】

図15は、CMP工程で絶縁層54を除去しない点を除いて、図3、図4、図5及び図6に関連して前述した工程と同一の工程後に得られた構造を示す。

【0077】

図16は、エッチングマスクとして使用される層62を構造全体に亘って堆積させて、第2のタイプの光輝性ブロック33の夫々の所望の位置で層62に開口部64をエッチングして、開口部64と繋がる開口部79を層54にエッチングして、透明層50の厚さ全体に亘って透明層50に、開口部64と繋がる開口部66をエッチングした後に得られた構造を示す。

【0078】

図17は、図8に関連して前述した工程と同様の工程後、すなわち、第2のタイプの光輝性ブロック33を形成する材料を開口部64、79、66に完全に充填した後に得られた構造を示す。充填法はスピニングであってもよい。充填工程により、光輝性ブロック33を形成する材料の層67を絶縁層62上に形成する。

20

【0079】

図18は、除去しない絶縁層62に達するために、CMP工程を行って層67を除去した後に得られた構造を示す。このようにして、光輝性ブロック33が画定される。

【0080】

図19及び図20は、図10及び図11に関連して前述した工程と同様の工程を示し、エッチングマスクとして使用される層68を構造全体に亘って堆積させて、壁38の夫々の所望の位置で開口部70を層68にエッチングして、場合によっては開口部70と繋がる開口部80を層62にエッチングして、開口部70と繋がる開口部81を層54にエッチングして、透明層50の厚さ全体に亘って透明層50に、開口部70と繋がる開口部72をエッチングした後に得られた構造を示す。

30

【0081】

図21は、CMP工程を行って絶縁層54、62、68を除去した後に得られた構造を示す。この工程を省略してもよい。

【0082】

図22は、図13に関連して前述した工程と同様の工程であって、図21に示されている構造全体に亘って、壁38の被覆体42を形成する材料の絶縁層76を堆積させて、壁38のコア40を形成する材料を開口部72に充填して、ブロック32、33、34の上に充填材料の層78を形成する工程後に得られた構造を示す。

40

【0083】

図23は、CMP又はドライエッチングの工程を行って、開口部72の外側にある充填材料の層78及び層76の部分を除去して、絶縁層36を覆う絶縁層37の部分を露出させることにより、壁38を画定した後に得られた構造を示す。

【0084】

図24は、エッチングマスクとして使用される層82を構造全体に亘って堆積させて、第3のタイプの光輝性ブロックの夫々の所望の位置で層82に開口部83をエッチングした後に得られた構造を示す。

【0085】

50

図25は、透明層50の厚さ全体に亘って透明層50に開口部83と繋がる開口部84をエッチングして層82を除去した後に得られた構造を示す。

【0086】

図26は、第3のタイプの光輝性ブロックを形成する材料を開口部84に完全に充填した後に得られた構造を示す。充填法はスピコーティングであってもよい。充填工程により、光輝性ブロックを形成する材料の層88を、開口部84の外側の構造の残り部分の上に形成する。

【0087】

図27は、CMP工程を行って層88を除去した後に得られた構造を示す。このようにして、第3のタイプの光輝性ブロック90が画定される。前述したように、発光ダイオードLEDを覆う透明なブロック34がない場合、製造方法の終わりに、発光ダイオードを覆う層50の更なる部分がないので、透過性が高い材料で層50を形成する必要がない。

10

【0088】

この方法は、カラーフィルタ44及び保護層46を形成する追加の工程を有する。

【0089】

図28～31は、光電子デバイス5を製造する方法の別の実施形態の連続的な工程で得られた構造を示す。

【0090】

この方法の最初の工程は、図3～図18に関連して前述した全ての工程を有する。

【0091】

20

図28は、エッチングマスクとして使用される層82を構造全体に亘って堆積させて、第3のタイプの光輝性ブロック90の夫々の所望の位置で開口部83を層82にエッチングして、開口部83と繋がる開口部92を層62にエッチングして、開口部83と繋がる開口部94を層54にエッチングして、透明層50の厚さ全体に亘って透明層50に、開口部83と繋がる開口部84をエッチングした後に得られた構造を示す。

【0092】

図29は、第3のタイプの光輝性ブロック90を形成する材料を開口部84に完全に充填した後に得られた構造を示す。充填法はスピコーティングであってもよい。充填工程により、光輝性ブロック90を形成する材料の層88を、開口部84の外側の構造の残り部分の上に形成する。

30

【0093】

図30は、CMP工程を行って層88を除去した後に得られた構造を示す。このようにして、第3のタイプの光輝性ブロック90が画定される。

【0094】

前述した実施形態では、開口部58, 66, 84を層50に形成する工程にはエッチングマスクの使用が含まれる。別の実施形態によれば、層50をレジストで形成する場合、層50に開口部をエッチングする工程をフォトリソグラフィ工程によって直接行ってもよい。

【0095】

図31は、選択エッチングの工程を行って、マスク層54, 62, 82を除去して、光輝性ブロック32, 33, 90間に残存している透明層50の部分除去した後に得られた構造を示す。

40

【0096】

そのため、この方法は、特に光輝性ブロック32, 33, 90間にある開口部に壁38を形成するために、図13及び図14に関連して前述した工程を有してもよい。

【0097】

図32～39は、光電子デバイス5を製造する方法の別の実施形態の連続的な工程で得られた構造を示す。

【0098】

この方法の最初の工程は、図3に関連して前述した全ての工程を有する。

【0099】

図32は、エッチングマスクとして使用される層68を透明層50上に堆積させて、壁38

50

の夫々の所望の位置で層68に開口部70をエッチングした後に得られた構造を示す。

【0100】

図33は、透明層50の厚さ全体に亘って透明層50に、各開口部70と繋がる開口部72をエッチングした後に得られた構造を示す。

【0101】

図34は、図13に関連して前述した工程と同様の工程であって、図33に示されている構造全体に亘って、壁38の被覆体42を形成する材料の絶縁層76を成膜して、壁38のコア40を形成する材料を開口部72に充填して、充填材料の層78を透明層50の上に形成する工程後に得られた構造を示す。

【0102】

図35は、エッチング工程を行って、開口部72の外側にある充填材料の層78及び層76の部分を除去することにより、壁38を画定した後に得られた構造を示す。前述したように、開口部72の外側の層78の部分をドライエッチング又はCMPによって除去してもよく、開口部72の外側の層76の部分をウェットエッチング又はドライエッチングによって除去してもよい。

【0103】

図36～39は、図24～図27に関連して夫々前述されている工程で得られた構造を示し、第1のタイプの光輝性ブロック32の形成を示す。これらの工程を、第2のタイプの光輝性ブロック33を形成するために一度繰り返し、場合によっては第3のタイプの光輝性ブロック90を形成するために一度繰り返す。

【0104】

図40～52は、光電子デバイス5を製造する方法の別の実施形態の連続的な工程で得られた構造を示す。

【0105】

この方法の最初の工程は、図3に関連して前述した全ての工程を有する。

【0106】

図40は、エッチングマスクとして使用されて透明層50を覆う層100と、層100を覆うレジスト層102とを堆積させた後に得られた構造を示す。層100を、絶縁層18, 24, 30, 36, 37, 46について前述した材料の内の1つで形成してもよい。

【0107】

図41は、第1のタイプの光輝性ブロック32の夫々の所望の位置で層102に開口部104をエッチングして、開口部104と繋がる開口部106を層100にエッチングした後に得られた構造を示す。

【0108】

図42は、レジスト層102を除去して、構造全体に亘って絶縁層106を堆積させた後に得られた構造を示す。絶縁層106を、絶縁層18, 24, 30, 36, 37, 46について前述した材料の内の1つで形成してもよい。

【0109】

図43は、絶縁層106をエッチングして、スペーサと称される絶縁層106の一部108を各開口部104の側部に形成して、他方では絶縁層106を除去した後に得られた構造を示す。エッチングはドライエッチングであってもよい。

【0110】

図44は、透明層50の厚さ全体に亘って透明層50に開口部110をエッチングした後に得られた構造を示し、開口部110は、層100及びスペーサ108によって形成されたマスクによって画定される。

【0111】

図45は、第1のタイプの光輝性ブロック32を形成する材料を開口部110に完全に充填した後に得られた構造を示す。充填法はスピニングであってもよい。充填工程により、光輝性ブロック32を形成する材料の層88を、開口部110の外側の構造の残り部分の上に形成する。

10

20

30

40

50

## 【0112】

図46は、CMP工程を行って層88を除去した後に得られた構造を示す。このようにして、第1のタイプの光輝性ブロック32が画定される。

## 【0113】

図47は、第2のタイプの光輝性ブロック33を画定するために、図40～図45に関連して前述した工程を繰り返した後に得られた構造を示す。

## 【0114】

図48は、例えば、光輝性ブロック32, 33を形成する材料、透明層50を形成する材料、及び絶縁層100を形成する材料に対して選択的なエッチングによって、スペーサ108を除去した後に得られた構造を示す。エッチングはドライエッチングであってもよく、又はウェットエッチングであってもよい。

10

## 【0115】

図49は、透明層50の厚さ全体に亘って、スペーサ108の除去により形成された開口部と一列に透明層50に開口部112をエッチングした後に得られた構造を示す。

## 【0116】

図50は、図50に示されている構造全体に亘って絶縁層37を堆積させた後に得られた構造を示す。

## 【0117】

図51は、壁38のコア40を形成する材料を開口部112に充填して、充填材料の層78をブロック32, 33, 34の上に形成した後に得られた構造を示す。

20

## 【0118】

図52は、CMP工程を行って、開口部112の外側にある充填材料の層78及び層76の部分を除去して、ブロック32, 33, 34の上面を覆う絶縁層37の部分を露出させることにより、壁38を画定した後に得られた構造を示す。

## 【0119】

様々な実施形態及び変形例が記載されている。当業者は、これらの様々な実施形態及び変形例のある特徴を組み合わせることができると理解し、他の変形例が当業者に想起される。特に、光電子デバイスの製造方法は、記載されていない追加の工程を有してもよく、例えば、構造体をハンドルとも称される中間支持体に移して、構造体の取扱を可能にする工程を有してもよい。最後に、本明細書に記載されている実施形態及び変形例の実際の実施は、上述されている機能的な表示に基づく当業者の技能の範囲内である。

30

## 【0120】

本特許出願は、参照によって本明細書に組み込まれている仏国特許出願第19/11133号明細書の優先権を主張している。

40

50

【図面】

【図 1】

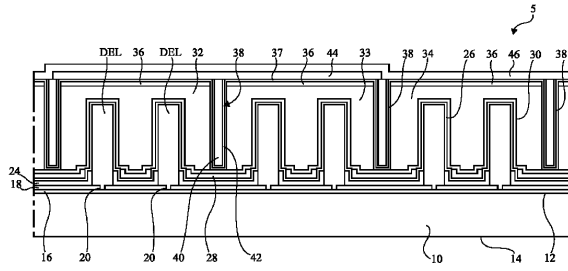


Fig 1

【図 2】

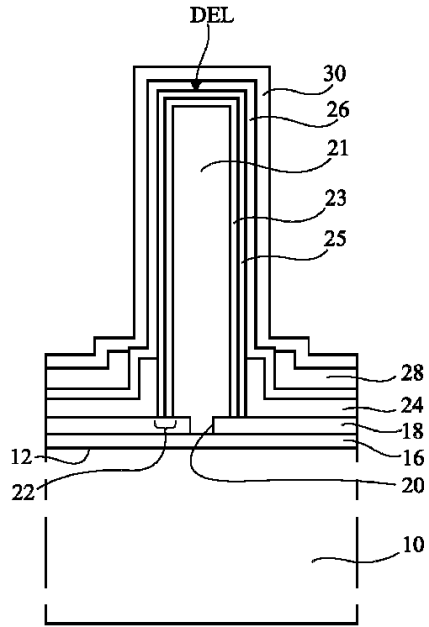


Fig 2

【図 3】

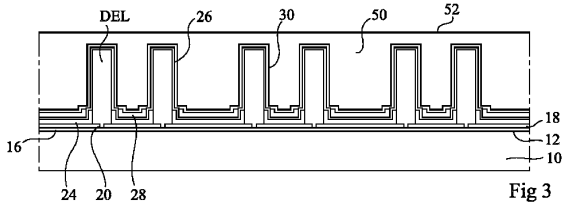


Fig 3

【図 4】

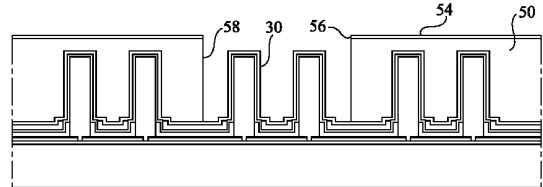


Fig 4

10

20

30

40

50

【図 5】

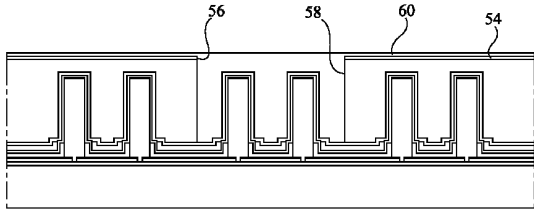


Fig 5

【図 6】

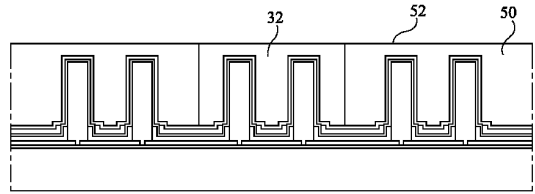


Fig 6

【図 7】

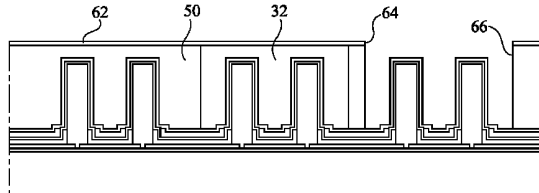


Fig 7

【図 8】

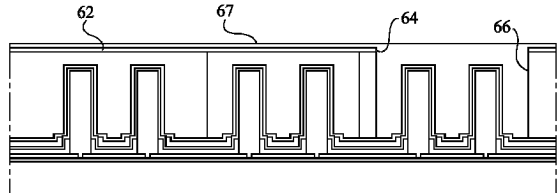


Fig 8

【図 9】

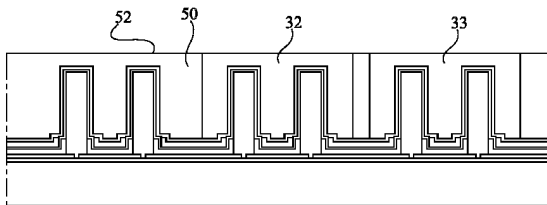


Fig 9

【図 10】

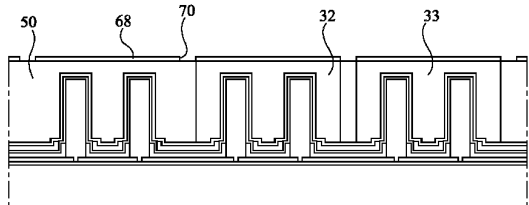


Fig 10

10

20

30

40

50

【図 1 1】

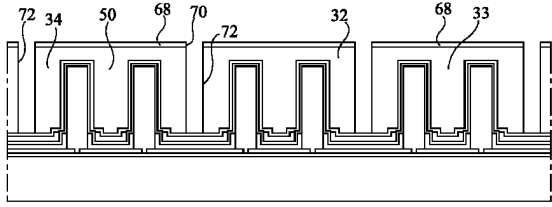


Fig 11

【図 1 2】

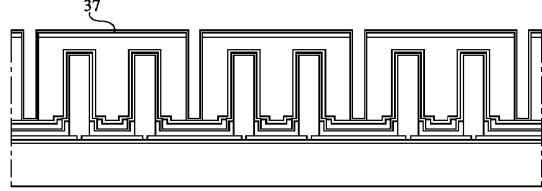


Fig 12

【図 1 3】

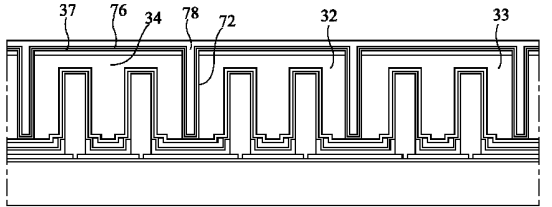


Fig 13

【図 1 4】

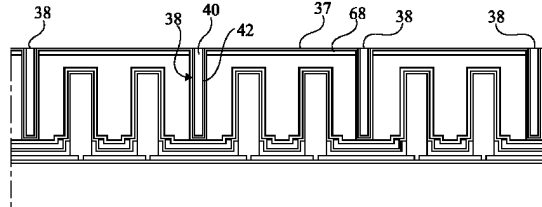


Fig 14

【図 1 5】

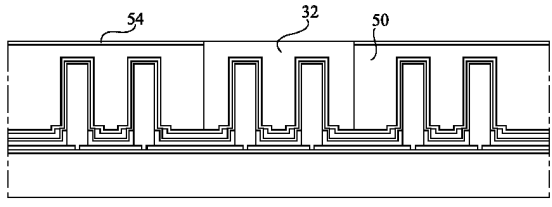


Fig 15

【図 1 6】

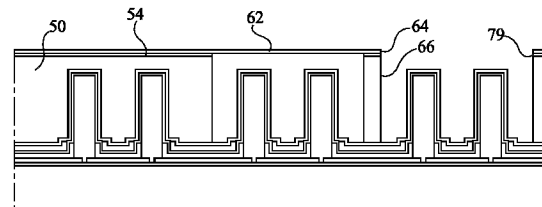


Fig 16

10

20

30

40

50

【 17 】

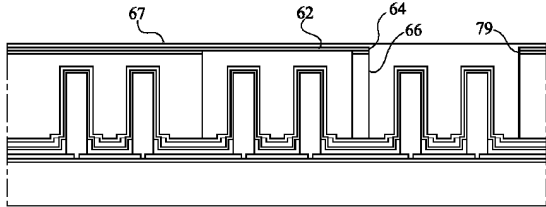


Fig 17

【 18 】

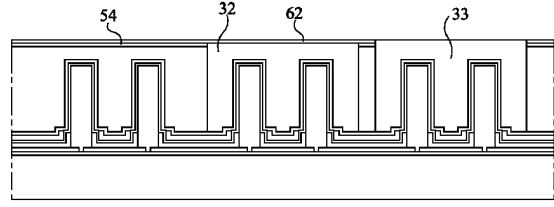


Fig 18

【 19 】

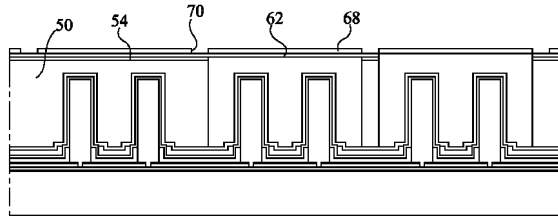


Fig 19

【 20 】

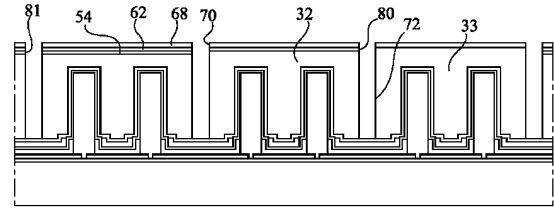


Fig 20

【 21 】

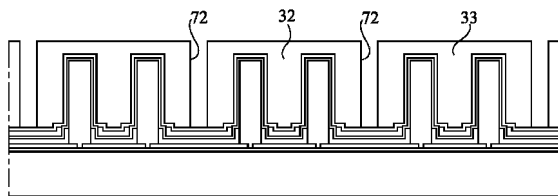


Fig 21

【 22 】

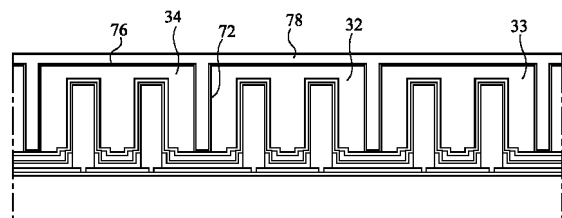


Fig 22

10

20

30

40

50

【 2 3 】

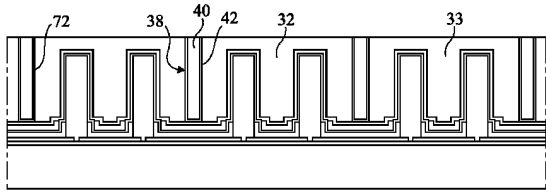


Fig 23

【 2 4 】

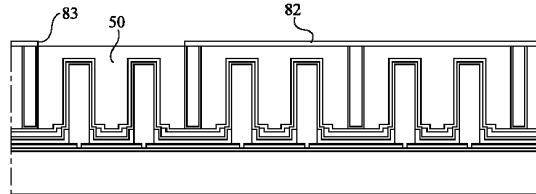


Fig 24

【 2 5 】

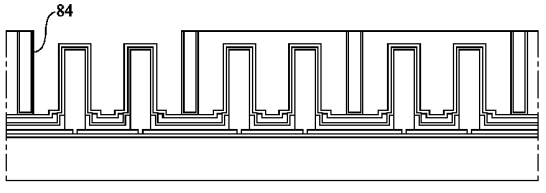


Fig 25

【 2 6 】

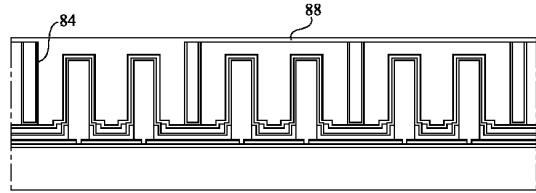


Fig 26

【 2 7 】

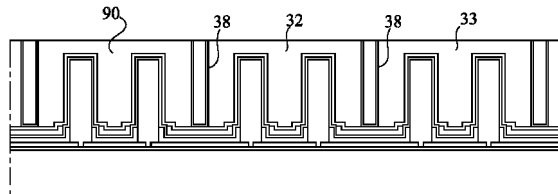


Fig 27

【 2 8 】

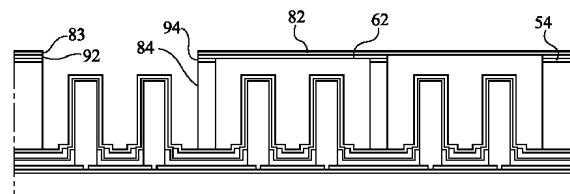


Fig 28

10

20

30

40

50

【 29 】

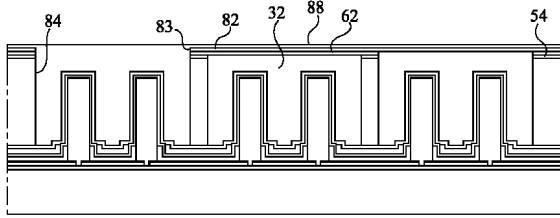


Fig 29

【 30 】

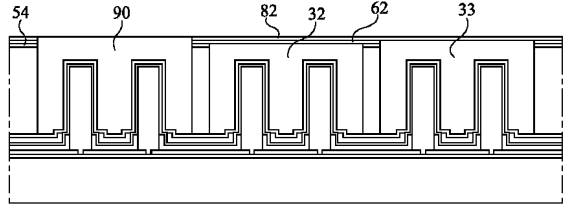


Fig 30

【 31 】

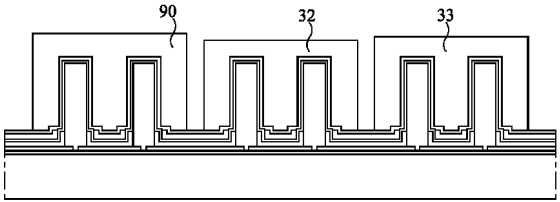


Fig 31

【 32 】

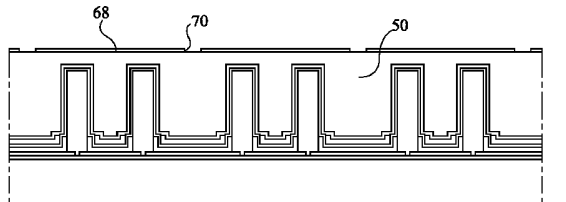


Fig 32

【 33 】

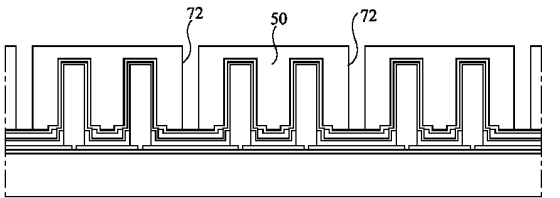


Fig 33

【 34 】

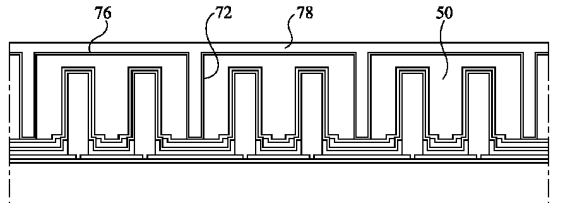


Fig 34

10

20

30

40

50

【 3 5 】

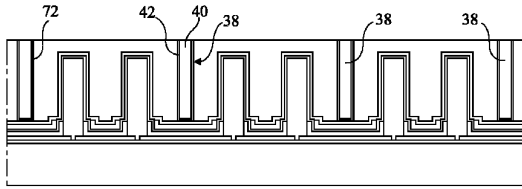


Fig 35

【 3 6 】

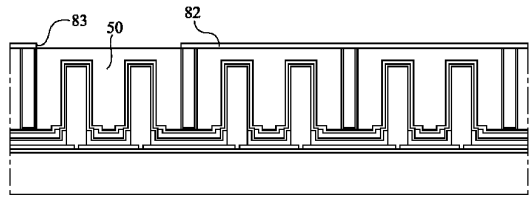


Fig 36

【 3 7 】

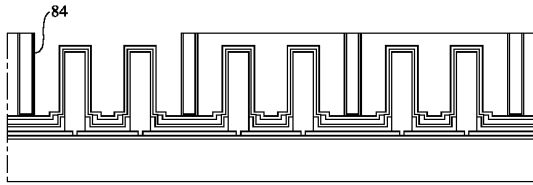


Fig 37

【 3 8 】

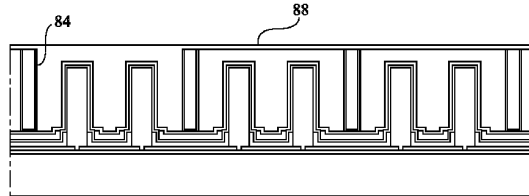


Fig 38

【 3 9 】

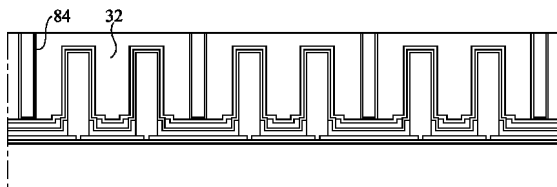


Fig 39

【 4 0 】

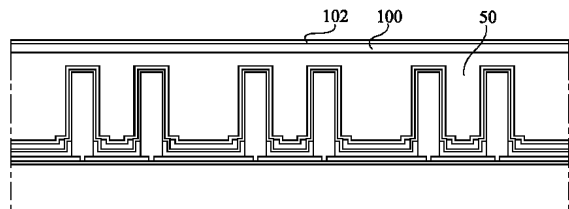


Fig 40

10

20

30

40

50

【 4 1 】

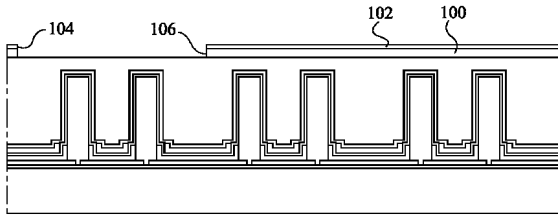


Fig 41

【 4 2 】

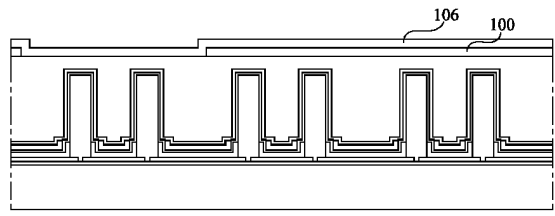


Fig 42

【 4 3 】

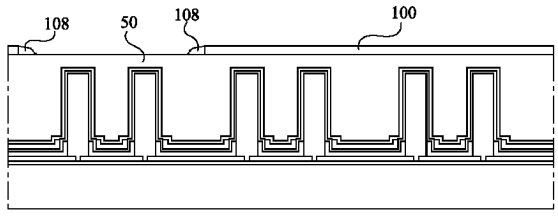


Fig 43

【 4 4 】

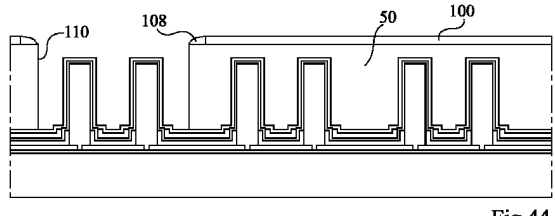


Fig 44

【 4 5 】

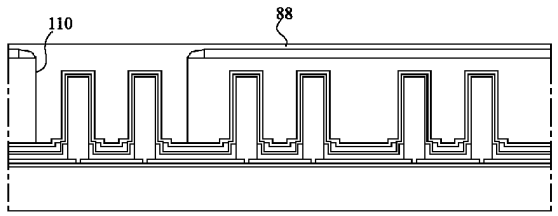


Fig 45

【 4 6 】

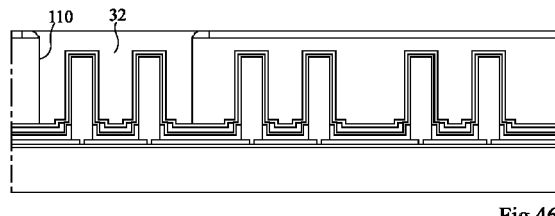


Fig 46

10

20

30

40

50

【 47 】

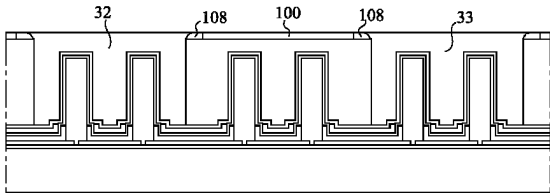


Fig 47

【 48 】

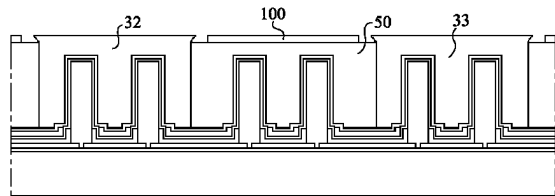


Fig 48

【 49 】

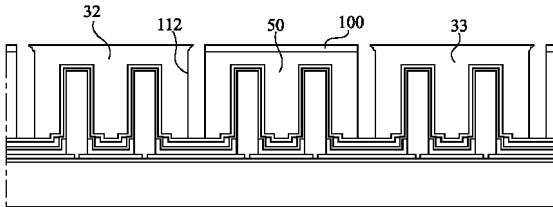


Fig 49

【 50 】

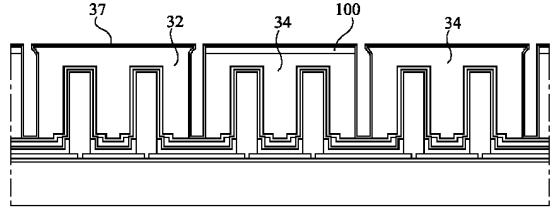


Fig 50

【 51 】

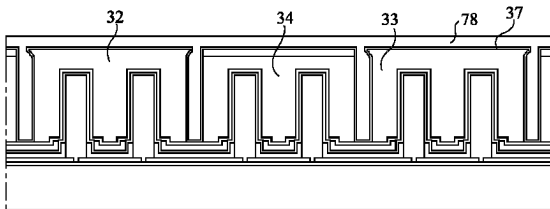


Fig 51

【 52 】

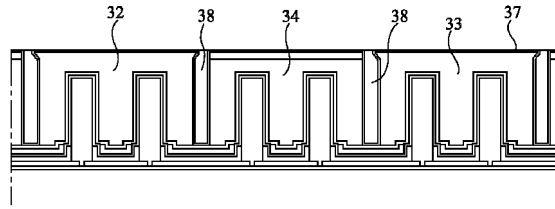


Fig 52

10

20

30

40

50

## フロントページの続き

- マン ド ベルラン 4 5  
(72)発明者 マイヤー, フレデリック  
フランス共和国 3 8 5 0 0 ボアロン, アヴニユ ジャン ジョレス 2 5
- (72)発明者 ブルキエ, エリック  
フランス共和国 3 8 0 0 0 グルノーブル, リュ デュ ヴェルコール 3 5
- (72)発明者 スカリンジェッタ, シルビア  
フランス共和国 3 8 3 3 0 モンボノ サン マルタン, シュマン ド サヴァルダン 6 5
- (72)発明者 タレット, クレマンス  
フランス共和国 3 8 1 2 0 サン テグレーヴ, ヴィラ 1 6, リュ デ ムトネ 7 1
- 審査官 高椋 健司
- (56)参考文献 特表2019-526925(JP, A)  
国際公開第2018/122520(WO, A1)  
米国特許出願公開第2018/0047880(US, A1)  
米国特許出願公開第2019/0181181(US, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
H10H 20/00  
H10H 20/01 - 20/841  
H10H 20/85 - 20/858