

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2025年1月9日(09.01.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/009461 A1

- (51) 国際特許分類:
H01S 5/183 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/023328
- (22) 国際出願日: 2024年6月27日(27.06.2024)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2023-111662 2023年7月6日(06.07.2023) JP
- (71) 出願人: スタンレー電気株式会社 (STANLEY ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1538636 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 田澤 耕明(TAZAWA Komei); 〒1538636 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号 スタンレー電気株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 弁理士法人レクスト国際特許事務所 (LEXT, P.C.); 〒1620801 東京都新宿区山吹町3-3-3 江戸川橋アクセス4階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ,

(54) Title: VERTICAL RESONATOR-TYPE LIGHT-EMITTING ELEMENT AND LIGHT-EMITTING DEVICE

(54) 発明の名称: 垂直共振器型発光素子及び発光装置

[図 3]

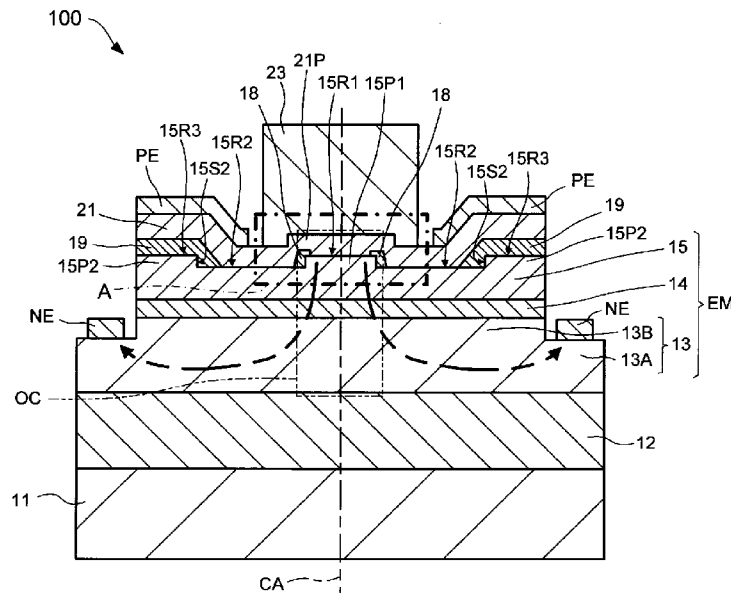


Fig.3

(57) Abstract: The present invention includes: a substrate; a first multilayer film reflector formed on the substrate; a semiconductor structure layer including a first semiconductor layer of a first conductivity type formed on the first multilayer film reflector, a light-emitting layer formed on the first semiconductor layer, and a second semiconductor layer that is of a second conductivity type opposite to the first conductivity type, is formed on the light-emitting layer, has a protruding section protruding upward from the center of an upper surface, and has insulating properties in a part along

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, 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).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))
- 補正された請求の範囲及び説明書 (条約第19条(1))

a region outside of the protruding section on the upper surface; a first insulating layer that has insulating properties and is formed across the side surface of the protruding section of the second semiconductor layer; a conductive film that has light-transmitting properties, is formed so as to cover the upper surface of the second semiconductor layer from the upper surface of the protruding section to the peripheral edge thereof, and is electrically connected to the second semiconductor layer; and a second multilayer film reflector that is formed so as to cover the protruding section on the semiconductor structure layer and constitutes a resonator in the interval between said second multilayer film reflector and the first multilayer film reflector.

(57) 要約: 基板と、基板上に形成された第1の多層膜反射鏡と、第1の多層膜反射鏡上に形成された第1の導電性を有する第1の半導体層、第1の半導体層上に形成された発光層、及び発光層上に形成され、上面の中央から上方に突出している突出部を有しかつ上面の突出部よりも外側の領域に沿った部分が絶縁性を有する第1の導電性と反対の第2の導電性を有する第2の半導体層を含む半導体構造層と、第2の半導体層の突出部の側面に亘って形成された絶縁性を有する第1の絶縁層と、第2の半導体層の上面を突出部の上面からその周縁部に亘って覆うように形成され、第2の半導体層に電氣的に接続されている透光性を有する導電膜と、半導体構造層上において突出部を覆って形成され、第1の多層膜反射鏡との間で共振器を構成する第2の多層膜反射鏡と、を有する。

明 細 書

発明の名称：垂直共振器型発光素子及び発光装置

技術分野

[0001] 本発明は、垂直共振器型発光素子及び発光装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体レーザの１つとして垂直共振器型発光素子が知られている。例えば、特許文献１には、ｎ型半導体層、発光層及びｐ型半導体層を含みかつｐ型半導体層の上面に突出部が形成された半導体構造層とｐ型半導体層の上面に形成された絶縁層と絶縁層を含んでｐ型半導体層の上面に形成された透光電極層とを含む垂直共振器型面発光レーザ（Vertical Cavity Surface Emitting Laser：VCSEL）が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２０２１－１９７４３７

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献１に開示されている垂直共振器型面発光レーザにおいて、例えば透光電極層をｐ型半導体層の突出部の側面に直接接するように形成した場合、当該側面が完全な非導通部とならないために、透光電極層を介して突出部の側面に長期的な通電がなされることによって垂直共振器型面発光レーザから出射される光の出力の低下が生じ得る。

[0005] 本発明は上記した点に鑑みてなされたものであり、長期的な通電がなされた場合においても安定した光出力を維持することが可能な垂直共振器型発光素子を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明による垂直共振器型発光素子は、基板と、基板上に形成された第１の多層膜反射鏡と、第１の多層膜反射鏡上に形成された第１の導電型を有

する第1の半導体層、第1の半導体層上に形成された発光層、及び発光層上に形成され、上面の中央から上方に突出している突出部を有しかつ上面の突出部よりも外側の領域に沿った部分が絶縁性を有する第1の導電型と反対の第2の導電型を有する第2の半導体層を含む半導体構造層と、第2の半導体層の突出部の側面に亘って形成された絶縁性を有する第1の絶縁層と、第2の半導体層の上面を突出部の上面からその周縁部に亘って覆うように形成され、第2の半導体層に電氣的に接続されている透光性を有する導電膜と、半導体構造層上において突出部を覆って形成され、第1の多層膜反射鏡との間で共振器を構成する第2の多層膜反射鏡と、を有することを特徴としている。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]実施例1に係る垂直共振器型面発光レーザの斜視図である。

[図2]実施例1に係る垂直共振器型面発光レーザの上面図である。

[図3]実施例1に係る垂直共振器型面発光レーザの断面図である。

[図4]実施例1に係る垂直共振器型面発光レーザの断面の一部を拡大した拡大図である。

[図5]従来例に係る垂直共振器型面発光レーザの断面の一部を拡大した拡大図である。

[図6A] p型半導体層及び発光層におけるSIMS分析結果を示すグラフである。

[図6B] p型半導体層及び発光層におけるSIMS分析結果を示すグラフである。

[図6C] SiO₂層におけるSIMS分析結果を示すグラフである。

[図7]実施例1に係る垂直共振器型面発光レーザの製造方法の一部を示す図である。

[図8]実施例1に係る垂直共振器型面発光レーザの製造方法の一部を示す図である。

[図9]実施例1に係る垂直共振器型面発光レーザの製造方法の一部を示す図である。

[図10]実施例1に係る垂直共振器型面発光レーザの製造方法の一部を示す図である。

[図11]実施例2に係る発光装置の上面図である。

[図12]実施例2に係る発光装置の断面図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、本発明の実施例について図面を参照して具体的に説明する。なお、図面において同一の構成要素については同一の符号を付け、重複する構成要素の説明は省略する。

実施例 1

[0009] 図1～図4を用いて、実施例1に係る垂直共振器型面発光レーザ100（以下、面発光レーザ100と称する）の構成について説明する。図1は、面発光レーザ100の斜視図である。図2は面発光レーザ100の上面図である。また、図3は図2に示した面発光レーザ100の3-3線に沿った断面図であり、図4は図3におけるA部の拡大図である。なお、図3においては図中上下方向が面発光レーザ100の高さ方向である。

[0010] 基板11は、上面形状が矩形を有する平板状の透明な基板である。基板11は、その上面において半導体結晶を成長させることが可能な成長用基板である。基板11は、例えばアンドープの窒化ガリウム（Ga₂N）などの、青色の波長を有する光に対して透光性を有する材料からなる。以下の説明においては、基板11の上面の中心を通りかつ当該上面に垂直な軸を中心軸C_Aとして説明する。

[0011] 第1の多層膜反射鏡12は、基板11の上に成長させられた半導体層からなる半導体多層膜反射鏡である。第1の多層膜反射鏡12は、基板11の上面において相対的に屈折率が高い高屈折率半導体膜と当該高屈折率半導体膜よりも屈折率が低い低屈折率半導体膜とが交互に積層された、いわゆる分布ブラッグ反射器（Distributed Bragg Reflector：DBR）である。

- [0012] 第1の多層膜反射鏡12は、例えば、基板11の上面においてGa₂Nからなる高屈折率半導体膜と窒化インジウムアルミニウム（AlInN）からなる低屈折率半導体膜とが42ペア積層されてなる。第1の多層膜反射鏡12は、このような構成を有することにより、青色の波長域の光に対して反射性を有する。なお、基板11と第1の多層膜反射鏡12との間にはGa₂Nからなるバッファ層（図示せず）が設けられている。
- [0013] 半導体構造層EMは、第1の多層膜反射鏡12上に形成された複数の半導体層からなる積層構造体である。半導体構造層EMは、第1の多層膜反射鏡12上に形成されたn型半導体層13と、n型半導体層13上に形成された発光層14と、発光層14上に形成されたp型半導体層15とを有する。
- [0014] 以下、半導体構造層EMを構成するn型半導体層13、発光層14及びp型半導体層15の各々の構造について説明する。
- [0015] 第1の導電性を有する第1の半導体層としてのn型半導体層13は、第1の多層膜反射鏡12の上面に亘って形成された半導体層である。n型半導体層13は、Ga₂Nからなり、n型不純物としてシリコン（Si）がドーピングされている。
- [0016] n型半導体層13は、平板状の下部13Aと下部13Aの中央から中心軸CAに沿って上方に突出している円柱状の上部13Bとから構成される、いわゆるメサ形状の構造を有する（図1及び図3参照）。
- [0017] 発光層14は、n型半導体層13の上部13Bに亘って形成され、InGa₂Nからなる井戸層及びGa₂Nからなる障壁層が互いに積層された量子井戸構造を有する半導体層である。発光層14は、その発光中心が中心軸CA上に持ちこされるように形成されている。発光層14は、例えば450nmをピーク波長とする青色光を放出する。
- [0018] 第2の導電性を有する第2の半導体層としてのp型半導体層15は、発光層14の上面に亘って形成されている半導体層である。p型半導体層15は、p型不純物がドーピングされたp型Ga₂N層とp型不純物がドーピングされたp型AlGa₂N層とを含む。p型AlGa₂N層は、発光層14とp型Ga₂N層

との間に形成されており、電子ブロック層として機能する。なお、発光層 14 と p 型 A l G a N 層との間には、p 型 A l G a N 層から発光層 14 への p 型不純物の拡散を防止するアンドープ G a N 層を形成してもよい。

[0019] p 型半導体層 15 は、上面において、上面形状が円形状を有しかつ中心軸 C A を通って上方に突出している突出部 15 P 1 を有している（図 3 参照）。言い換えれば、p 型半導体層 15 は、中心軸 C A を通る領域である第 1 の領域 15 R 1 及び第 1 の領域 15 R 1 の周縁の領域でありかつ第 1 の領域 15 R 1 よりも下方に窪んでいる円環状の第 2 の領域 15 R 2 を有している。

[0020] また、p 型半導体層 15 は、上面において、上面形状が環状を有しかつ p 型半導体層 15 の外縁に沿って第 2 の領域 15 R 2 よりも上方に突出している外周部 15 P 2 を有している。言い換えれば、p 型半導体層 15 は、第 2 の領域 15 R 2 の周縁の領域でありかつ第 2 の領域 15 R 2 よりも上方に突出している第 3 の領域 15 R 3 を有している。すなわち、p 型半導体層 15 は、上面において突出部 15 P 1 を囲いかつ第 2 の領域 15 R 2 を底面とする凹部を有している。

[0021] p 型半導体層 15 において、第 2 の領域 15 R 2、突出部 15 P 1 の側面 15 S 1（以下、単に側面 15 S 1 と称する）及び外周部 15 P 2 の側面 15 S 2（以下、単に側面 15 S 2 と称する）の各々は、p 型半導体層 15 にドーピングされた p 型不純物（M g）が電氣的に不活性化された領域である（図 3 及び図 4 参照）。

[0022] 第 2 の領域 15 R 2、側面 15 S 1 及び側面 15 S 2 の各々は、例えば、平板状の p 型半導体層の上面に対して第 1 の領域 15 R 1 及び第 3 の領域 15 R 3 に対応する領域を残すようにドライエッチングを行うことで形成される。

[0023] 突出部 15 P 1 を形成する前の p 型半導体層 15、すなわちドライエッチングを行う前の p 型半導体層 15 において、p 型半導体層 15 の上面における p 型不純物は、電氣的に活性化された状態となっている。一方で、ドライ

エッチング後のp型半導体層15において、第2の領域15R2、側面15S1及び側面15S2の各々におけるp型不純物は、エッチングダメージにより電氣的に不活性な状態となっている。

[0024] 従って、第2の領域15R2、側面15S1及び側面15S2の各々は、第1の領域15R1よりも高い電気抵抗を有する高抵抗領域として機能する。特に、第2の領域15R2は、側面15S1及び側面15S2よりも電気がほとんど通らない非導通領域として機能する。

[0025] また、p型半導体層15の上面のうちドライエッチングが行われていない領域である第1の領域15R1及び第3の領域15R3は、第2の領域15R2、側面15S1及び側面15S2の各々よりも低い電気抵抗を有する低抵抗領域として機能する。

[0026] 第1の絶縁層18は、突出部15P1の側面15S1に亘って形成されかつ第1の領域15R1の縁端を覆うように形成されている電気絶縁性を有する透明な被覆層である。第1の絶縁層18は、例えば窒化ケイ素(SiN)などの、非酸化物でありかつ後述する導電膜21と屈折率が近い材料からなる。

[0027] 第2の絶縁層19は、第3の領域15R3及び外周部15P2の側面15S2を覆って形成されている電気絶縁性を有する透明な被覆層である。第2の絶縁層19は、第3の領域15R3から第2の領域15R2にかけて傾斜面を設けるように形成されている。また、第2の絶縁層19は、p型半導体層15の上面において第1の絶縁層18と離隔して形成されている。第2の絶縁層19は、例えば二酸化ケイ素(SiO₂)からなる。

[0028] なお、第2の絶縁層19は、外周部15P2の外縁からp型半導体層15、発光層14及びn型半導体層13の上部13Bの各々の側面にまで亘って形成されてもよく、n型半導体層13の下部13Aの上面にまで達するように形成されてもよい。

[0029] 導電膜21は、p型半導体層15の上面を第1の領域15R1から第3の領域15R3に亘って覆うように形成され、p型半導体層15に電氣的に接

続されている透光性を有する導電膜である。導電膜 21 は、p 型半導体層 15 上において第 1 の絶縁層 18 及び第 2 の絶縁層 19 を覆って形成されている。

[0030] 導電膜 21 は、例えば、酸化インジウムスズ（ITO）や酸化インジウム亜鉛（IZO）などの、上述した半導体構造層 EM の発光層 14 から放出される青色光に対して透光性を有する金属酸化物からなる。

[0031] なお、導電膜 21 は、上述した第 2 の絶縁層 19 の傾斜面に沿った傾斜面を持つように形成されている。導電膜 21 がこのように形成されていることにより、導電膜 21 を単に平板状に形成した場合と比べて、長期使用時におけるクラック等に対する耐久性の向上が期待できる。

[0032] 上述のように、導電膜 21 は、側面 15S1 に形成された第 1 の絶縁層 18 及び第 3 の領域 15R3 及び側面 15S2 に形成された第 2 の絶縁層 19 を覆って形成されている。従って、導電膜 21 は、側面 15S1、第 3 の領域 15R3 及び側面 15S2 の各々と電氣的に絶縁されている。また、第 2 の領域 15R2 はエッチングダメージにより高抵抗化され、導電膜 21 を通る電流が流れにくくなっている。よって、p 型半導体層 15 の上面においては、突出部 15P1 の上面である第 1 の領域 15R1 のみが導電膜 21 と電氣的に接続されている。

[0033] 第 1 の電極としての n 電極 NE は、n 型半導体層 13 の下部 13A の上面に設けられており、n 型半導体層 13 と電氣的に接続されている上面形状が環状の金属電極である。n 電極 NE は、面発光レーザ 100 を上から見た平面視において、n 型半導体層 13 の上部 13B を囲繞しつつ上部 13B と離隔して形成されている。n 電極 NE は、例えば下部 13A の上面にチタン（Ti）及びアルミニウム（Al）がこの順で積層されてなる。

[0034] 第 2 の電極としての p 電極 PE は、面発光レーザ 100 を上から見た平面視において、第 1 の領域 15R1 を囲繞するように導電膜 21 の上面の外縁に沿って形成されており、導電膜 21 と電氣的に接続されている上面形状が環状の金属電極である。p 電極 PE は、例えば金（Au）からなる。

- [0035] 第2の多層膜反射鏡23は、導電膜21の上面に成膜された誘電体層からなる円柱状の誘電体多層膜反射鏡である。第2の多層膜反射鏡23は、面発光レーザ100を上から見た平面視において、p電極PEと離隔しつつ第1の領域15R1を覆って形成されている。
- [0036] 第2の多層膜反射鏡23は、導電膜21の上面において相対的に屈折率が高い高屈折率半導体膜と当該高屈折率半導体膜よりも屈折率が低い低屈折率半導体膜とが交互に積層された、いわゆる分布ブラッグ反射器（DBR）である。
- [0037] 第2の多層膜反射鏡23は、例えば、導電膜21の上面において五酸化ニオブ（ Nb_2O_5 ）からなる高屈折率誘電体膜と SiO_2 からなる低屈折率誘電体膜とが10.5ペア積層されてなる。第2の多層膜反射鏡23は、このような構成を有することにより、発光層14から放出される青色光に対して反射性を有する。
- [0038] なお、第2の多層膜反射鏡23と導電膜21の間には、例えば位相調整層として上面形状が円形の透明な誘電体層（図示せず）を形成してもよい。当該誘電体層は、例えば、 Nb_2O_5 、五酸化タンタル（ Ta_2O_5 ）、酸化亜鉛（ ZrO_2 ）、酸化チタン（ TiO_2 ）、酸化ハフニウム（ HfO_2 ）などからなる。
- [0039] 面発光レーザ100において、第2の多層膜反射鏡23の下面は、導電膜21、第1の絶縁層18及び半導体構造層EMを挟んで第1の多層膜反射鏡12の上面と対向している。これにより、第1の多層膜反射鏡12及び第2の多層膜反射鏡23は、第1の多層膜反射鏡12と第2の多層膜反射鏡23との間において半導体構造層EMに垂直な方向（基板11に垂直な方向）を共振器長方向とする共振器OCを構成する。
- [0040] 面発光レーザ100において、第1の多層膜反射鏡12の青色光に対する反射率は、第2の多層膜反射鏡23の青色光に対する反射率よりもわずかに低くなっている。従って、共振器OCにおいて共振した青色光は、その一部が第1の多層膜反射鏡12及び基板11を透過して外部に取り出される。す

なわち、第1の多層膜反射鏡12と第2の多層膜反射鏡23との間で共振した光は、図3中下方に向けて出射される。

[0041] なお、基板11の下面には、 Nb_2O_5 と SiO_2 とを積層させた反射防止膜（図示せず）が形成されている。当該反射防止膜は、基板11から出射される青色光が基板11によって図3中上方に反射されることを抑制する、いわゆるARコートである。

[0042] ここで、面発光レーザ100の動作と光学的な特性について説明する。上述したn電極NE及びp電極PEに電圧が印加されてn電極NEとp電極PEとの間に電流が流れると、図3中太線一点鎖線矢印にて示すように半導体構造層EMの発光層14に電流が流れ、所定の電流値である閾値電流に達すると発光層14から放出される青色光の強度が急激に増加する。

[0043] 閾値電流に達して発光層14から放出された青色光は、第1の多層膜反射鏡12と第2の多層膜反射鏡23との間において、すなわち共振器OCにおいて反射を繰り返し、共振状態に至る（すなわちレーザ発振を行う）。

[0044] このとき、p型半導体層15においては、p電極PEから導電膜21に流れる電流の大部分が低抵抗領域である第1の領域15R1を介してn電極NEに流れていく。従って、面発光レーザ100においては、第1の領域15R1を介して発光層14に電流が供給され、第1の領域15R1から中心軸CAに沿うように青色光が放出される。すなわち、面発光レーザ100においては、p型半導体層15の突出部15P1が、電流がそれ以上広がらないよう電流の供給範囲を制限する電流狭窄部として機能する。

[0045] 上述したように、発光層14から放出されて共振器OC内において共振した青色光は、第1の多層膜反射鏡12の光反射率が第2の多層膜反射鏡23の光反射率よりも低いために、その光の一部が第1の多層膜反射鏡12及び基板11を透過して外部に取り出される。言い換えれば、基板11の下面が、面発光レーザ100の光出射面となっている。

[0046] 面発光レーザ100の共振器OC内において、p型半導体層15の下面から上面までの厚みは、p型半導体層15の下面から第2の領域15R2まで

の厚みよりも突出部 15P1 分だけ厚くなっている。従って、面発光レーザ 100 の共振器 OC 内における等価屈折率は、p 型半導体層 15 の突出部 15P1 を含む円柱状の中央領域とその周りの筒状の周辺領域とで異なっており、当該中央領域における等価屈折率が周辺領域における等価屈折率よりも大きくなっている。

[0047] 面発光レーザ 100 においては、共振器 OC がこのように構成されていることにより、中央領域内の定在波が周辺領域に発散（放射）することによる光損失が抑制される。すなわち、中央領域に多くの光が留まり、またその状態でレーザ光が外部に取り出される。

[0048] 従って、発光層 14 から放出された多くの光が共振器 OC の中心軸 CA 周辺の中央領域に集中することで、高出力かつ高密度なレーザ光を生成及び出射することができる。すなわち、面発光レーザ 100 から出射されるレーザ光の横モード（レーザ光束の横断面における強度分布）を安定させることができる。

[0049] また、導電膜 21 は、p 型半導体層の突出部 15P1 上に、上面が平坦である導電膜突出部 21P を有する。導電膜突出部 21P の上面の面積は、第 1 の領域 15R1 の面積よりも大きいことが好ましい。これにより、導電膜突出部 21P の上面に形成される第 2 の多層膜反射鏡 23 が、突出部 15P1 の上面（第 1 の領域 15R1）と実質的に平行に形成され、共振器 OC における共振時の損失を抑制することができる。

[0050] [面発光レーザ 100 における光出力低下の抑制]

以下、図 3～図 5 を参照しつつ、本実施例における面発光レーザ 100 の光出力低下の抑制について説明する。

[0051] 本実施例の面発光レーザ 100 においては、上述したように突出部 15P1 の側面 15S1 が第 1 の絶縁層 18 によって導電膜 21 と絶縁しており、第 2 の領域 15R2 が非導通領域として機能し、第 3 の領域 15R3 及び側面 15S2 が第 2 の絶縁層 19 によって導電膜 21 と絶縁している。すなわち、本実施例の面発光レーザ 100 においては、第 2 の領域 15R2、側面

15S1、第3の領域15R3及び側面15S2には導電膜21から電流がほとんど流れない状態となっている。

[0052] 従って、n電極NE及びp電極PEに電圧が印加されてn電極NEとp電極PEとの間に電流が流れる際には、導電膜21内を流れる電流は、図4に示すように導電膜21内をp型半導体層15の上面の面内方向に沿って流れ、低抵抗領域である第1の領域15R1を通してp型半導体層15内に進行し、n電極NEへと向かう。

[0053] ここで、図5を用いて従来例の面発光レーザにおける通電時の電流の流れについて説明する。図5は、図3に示した面発光レーザ100の断面のA部と同様の箇所における従来例としての面発光レーザの断面の拡大図である。従来例の面発光レーザは側面15S1に第1の絶縁層18が形成されていない点で面発光レーザ100と異なっており、それ以外の点で面発光レーザ100と同じである。

[0054] p型半導体層15の突出部15P1の形成時において、突出部15P1の側面15S1は、エッチング時の条件や環境等の要因によりエッチング底面である第2の領域15R2に比べてエッチングダメージが低くなり得る。この場合、側面15S1は完全な非導通部にならずに高抵抗な導通部となる。

[0055] 従って、従来例のように突出部15P1の側面15S1に第1の絶縁層18が形成されていない場合、すなわち導電膜21が側面15S1に直接接しているような場合、側面15S1が高抵抗な導通部になっていると、導電膜21内を流れる電流は、第1の領域15R1のみならず側面15S1の方にも流れていく。

[0056] このとき、元々高抵抗な側面15S1に長期に亘って通電がなされると側面15S1はさらに高抵抗化し、例えば、図5に示すように導電膜21内を流れる電流の一部が側面15S1と第2の領域15R2とがなす高抵抗部である角部15Cに集中し得る。

[0057] 上記のように電流が角部15Cに集中した場合、発光層14への電流注入効率が低下し、面発光レーザ100として得られる光出力が低下してしまう

現象が生じ得る。すなわち、面発光レーザの通電時において第1の領域15 R 1のみに電流を流すはずが第1の領域15 R 1よりも高抵抗な部分にも電流が流れてしまい、電流ロスに繋がってしまうことで光出力が低下し得る。

[0058] 本実施例の面発光レーザ100においては、上述したように突出部15 P 1の側面15 S 1及び角部15 Cが第1の絶縁層18によって覆われているために、側面15 S 1及び角部15 Cと導電膜21とが絶縁されている。従って、面発光レーザ100によれば、図4に示すように導電膜21内を流れる電流が低抵抗領域である第1の領域15 R 1のみを流れていくために、面発光レーザ100の光出力が低下してしまうことを防ぐことができる。

[0059] また、面発光レーザ100において、第2の絶縁層19のみを突出部15 P 1の側面15 S 1から第3の領域15 R 3にかけて形成した場合、すなわち第2の絶縁層19が側面15 S 1に直接接している場合、長期に亘って通電がなされると発光層14への電流注入効率が低下してしまう現象が生じ得る。

[0060] 具体的には、酸化物である第2の絶縁層19は形成時に水素を含んで成膜されるため、第2の絶縁層19が側面15 S 1に直接接したまま長期の通電がなされると、第2の絶縁層19内の残留水素が側面15 S 1を介して突出部15 P 1内に拡散し得る。これにより、突出部15 P 1内の電気抵抗が高くなり、発光層14への電流注入効率が低下してしまう現象が生じ得る。

[0061] ここで、図6A～6Cを用いて、第2の絶縁層19の残留水素がp型半導体層内に拡散した際のp型半導体層内の水素濃度について説明する。図6A～6Cの各々は、後述するサンプルのそれぞれにおける深さ方向（厚さ方向）の各元素の濃度をSIMS（Secondary ion mass spectrometry）分析により測定した結果を示すグラフである。

[0062] 図6Aは、Ga Nからなる基板に直接Si O₂層を成膜したサンプルを用いて、当該サンプルの上面を基準（0 nm）としたときの深さ方向における水素（実線）、酸素（破線）、ケイ素（点線）及びガリウム（一点鎖線）の各々の濃度プロファイルを示している。

[0063] 図6Aにおいては、二点鎖線で示した領域がSiO₂層中における濃度を示しており、一点に鎖線で示した領域が基板中における濃度を示している。図6Aより、基板に直接SiO₂層を成膜した際のSiO₂層中の水素濃度は、 $1 \times 10^{21} \sim 2 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ 程度を示していることがわかる。すなわち、成膜時のSiO₂層単体として、 $1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ 以上の水素濃度を有していることが分かる。

[0064] 図6Bは、発光層14、p型半導体層15、第2の絶縁層19に相当するSiO₂層をこの順で形成した後に熱処理を実施したサンプルを用いて、p型半導体層15の上面を基準(0nm)としたときの深さ方向における水素(実線)、アルミニウム(破線)及びインジウム(点線)の各々の濃度プロファイルを示している。

[0065] 図6Bにおいては、二点鎖線で示した領域がp型半導体層15中における濃度を示しており、一点二鎖線で示した領域が発光層14中における濃度を示している。図6Bより、p型半導体層15中の水素濃度は、約 $2 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 以上を示していることがわかる。

[0066] 図6Cは、発光層14及びp型半導体層15をこの順で形成したサンプルを用いて、p型半導体層15の上面を基準(0nm)としたときの深さ方向における水素(実線)、アルミニウム(破線)及びインジウム(点線)の濃度プロファイルを示している。なお、図中発光層とp型半導体層との間にはGaNからなるアンドープ層(図示せず)が形成されている。

[0067] 図6Cにおいては、二点鎖線で示した領域がp型半導体層15中における濃度を示しており、一点二鎖線で示した領域が発光層14中における濃度を示している。図6Cより、p型半導体層15中の水素濃度は、約 $1 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^3$ 以上を示していることがわかる。なお、膜厚0~20nmに存在する高濃度の水素は、p型半導体層15上に付着又は混入した不純物(コンタミ)による影響と考えられる。

[0068] 図6Bと図6Cにおける水素濃度の違いから、p型半導体層15上にSiO₂層を形成した際には、SiO₂層に含まれていた水素が拡散などによりp型半導体層15内に移動していることが考えられる。これにより、例えばp型半導体層15内に移動した水素がp型半導体層15のドーパントであるMgと結合してMgを不活化し、突出部15P1内の電気抵抗が高くなり得る。その結果、発光層14への電流注入効率が低下し得る。

[0069] 面発光レーザ100においては、突出部15P1に形成される第1の絶縁層18が水素を含まない材料、例えば窒化物であるSiNから構成されているために、SiO₂層から突出部15P1内への水素の拡散を防ぐことができる。従って、本実施例の面発光レーザ100によれば、面発光レーザ100に長期に亘って通電がなされた際においても発光層14への電流注入効率が低下してしまうことを防ぐことができる。

[0070] 従って、本実施例の面発光レーザ100によれば、長期に亘って通電がなされた場合においても面発光レーザ100の光出力が低下してしまうことを防ぐことができる。よって、本実施例の面発光レーザ100によれば、面発光レーザ100から出射されるレーザ光の光出力を安定して維持することができる。

[0071] また、p型半導体層15全体としても、p型半導体層15に含まれる平均の水素濃度は、約 $2 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以下であることが好ましい。また、第2の領域15R2の上面に存在する第2の絶縁層19の面積は、例えば第2の領域15R2の面積の40%以下であることが好ましい。これにより、p電極PEから流れる電流に対する絶縁性を達成しつつ、p型半導体層15内に過剰に水素が拡散してしまうことによる電気抵抗の上昇を抑制することができる。

[0072] なお、上述したように第1の絶縁層18は導電膜21と同等の屈折率を有しており、第1の絶縁層18の屈折率は導電膜21の屈折率の10%以内であることが好ましい。例えば、ITOからなる導電膜21の屈折率はおよそ

2. 1であり、SiNからなる第1の絶縁層18の屈折率はおよそ2.0である。

[0073] 面発光レーザ100においては、上述したようにp型半導体層15に突出部15P1を設けることで共振器OC内の等価屈折率を調整することによりレーザ光の横モードを制御している。そのため、導電膜21になるべく近い屈折率を有する第1の絶縁層18を、側面15S1を覆う絶縁層として用いることにより、電流注入効率を下げずに横モードの制御を行うことができる。

[0074] なお、本実施例において、p型半導体層15の上面は外周部15P2を有していると説明したが、当該外周部15P2は設けられていなくてもよく、第2の領域15R2がp型半導体層15の外縁まで形成されている態様としてもよい。すなわち、p型半導体層15の上面において、第1の領域15R1以外の領域が全てエッチングされている状態（不活性となっている状態）としてもよい。

[0075] また、上記のように第2の領域15R2がp型半導体層15の外縁まで形成されている場合には、第1の領域15R1以外の領域が全て非導通部となるため、第2の絶縁層19を形成しなくてもよい。また、この場合、第1の絶縁層18が側面15S1を覆いつつ第2の領域15R2に亘って形成されていてもよい。

[0076] 本実施例において、第1の絶縁層18は第1の領域15R1の外縁及び突出部15P1の側面15S1を覆っていると説明したが、側面15S1さえ覆っていればよく、第1の領域15R1の外縁には形成されていなくてもよい。

[0077] 本実施例において、第1の絶縁層18と第2の絶縁層19とはp型半導体層15の上面において互いに離隔して形成されていると説明したが、第1の絶縁層18が側面15S1を覆っていればよく、第2の絶縁層19と接している態様としてもよい。すなわち、第2の絶縁層19が第2の領域15R2のほとんどを覆う態様としてもよい。

[0078] [第1の絶縁層18及び第2の絶縁層19の形成方法]

以下に、図7～図10を用いて、上述したドライエッチングにより形成された半導体構造層EMのp型半導体層15に対する第1の絶縁層18及び第2の絶縁層19の形成方法について説明する。

[0079] まず、図7に示すように、n型半導体層13の下部13Aの上面、p型半導体層15の上面の第1の領域15R1の縁端を除く領域、第2の領域15R2及び第3の領域15R3にそれぞれリフトオフ用のレジストRをパターンニングにより成膜し、蒸着やスパッタなどによりSiNからなる絶縁層を形成する。

[0080] 次に、n型半導体層13の下部13Aの上面、p型半導体層15の上面の第1の領域15R1の縁端を除く領域、第2の領域15R2及び第3の領域15R3に成膜されたレジストRをリフトオフにより除去することにより、図8に示すように、第1の領域15R1の縁端及び側面15S1を覆う第1の絶縁層18を形成することができる。

[0081] 次に、図9に示すように、第1の領域15R1及び側面15S2側の第2の領域15R2の縁端を除く領域にリフトオフ用のレジストRをパターンニングにより成膜し、蒸着やスパッタなどによりSiO₂からなる絶縁層を形成する。

[0082] 次に、第1の領域15R1及び側面15S2側の第2の領域15R2の縁端を除く領域に成膜されたレジストRをリフトオフにより除去することにより、図10に示すように、第3の領域15R3から外周部15P2の側面15S2を覆う第2の絶縁層19を形成することができる。

[0083] 以降、図3に示すように、p型半導体層15の上面に導電膜21及び第2の多層膜反射鏡23を形成し、n型半導体層13の下部13Aにn電極NE、導電膜21の上面にp電極PEをそれぞれ形成することで、本実施例における面発光レーザ100を得ることができる。

[0084] なお、本実施例においては、p型半導体層に対してドライエッチングによってp型不純物を不活性化するとしたが、当該不活性化の方法はドライエ

チングに限定されない。例えば、p型半導体層の表面をわずかに除去した上でイオン注入を行うことにより、p型不純物の不活性化を行ってもよく、また、アッシング処理によりp型不純物の不活性化を行ってもよい。

実施例 2

[0085] 次に、図11及び図12を用いて、実施例2に係る発光装置について説明する。図11は発光装置200の上面図であり、図12は図11における12-12線に沿った発光装置200の断面図である。なお、図12においては図中上下方向が発光装置200の高さ方向である。

[0086] 発光装置200は、実施例1に係る面発光レーザ100を実装基板31上にフリップチップ実装し、パッケージングしたものである。発光装置200は、面発光レーザ100が実装された実装基板31と枠体37と透光板41とを含んで構成される。なお、面発光レーザ100の構成についてはp電極PEの形状を除き実施例1と同様である。

[0087] 実装基板31は、上面形状が矩形の板状体である。実装基板31は、例えば窒化アルミ(AlN)等のセラミック、酸化アルミニウム(Al_2O_3)、シリコン(Si)、シリコンカーバイド(SiC)等の絶縁性を有する材料からなる。

[0088] 実装基板31には、実装基板31を上下に貫通する貫通電極32及び貫通電極33が形成されている。貫通電極32及び貫通電極33は、実装基板31において互いに離隔して形成されることで互いに絶縁している。貫通電極32及び貫通電極33は、例えば金(Au)からなる。

[0089] 発光装置200において、面発光レーザ100は、上述したように実装基板31の上面にフリップチップ実装されている。具体的には、面発光レーザ100において、n電極NEは、図中下方に延伸するAuからなるn電極接合部材34及びAu-Sn共晶結合からなる接合部材35を介して実装基板31の貫通電極32に接合されている。

- [0090] また、面発光レーザ１００において、 p 電極 PE は、 n 電極接合部材３４と実装基板３１の上面からの高さが揃うように図中下方に延伸されかつ接合部材３５を介して実装基板３１の貫通電極３３に接合されている。
- [0091] 枠体３７は、実装基板３１の上面の外縁に沿って形成されており、実装基板３１の上面及び実装基板３１の上面に実装された面発光レーザ１００を露出する開口３７０を有している。言い換えれば、発光装置２００を上から見た平面視において、枠体３７は、実装基板３１上にて面発光レーザ１００を囲っている。枠体３７は、実装基板３１と同様に、例えば AlN 等のセラミック、 Al_2O_3 、 Si 、 SiC 等の絶縁性を有する材料からなる。
- [0092] 透光板４１は、上面形状が矩形の透明な板状体である。透光板４１は、下面が枠体３７の上面に形成された Au からなる金属層４２と接合部材３５を介して枠体３７に接合されている。言い換えれば、透光板４１は面発光レーザ１００を覆うように枠体３７によって保持されている。透光板４１は、例えばホウ珪酸ガラス等の、面発光レーザ１００から出射された光に対して透光性を有する材料から構成される。
- [0093] 発光装置２００において、面発光レーザ１００から出射された光は、透光板４１を通して発光装置２００の外部へと放出される。すなわち、本実施例においては、透光板４１の上面が発光装置２００の光出射面である。
- [0094] 本実施例の発光装置２００においても、実施例１と同様に、長期に亘って通電がなされた場合においても面発光レーザ１００の光出力が低下してしまうことを防ぐことができる。よって、本実施例の発光装置２００によれば、発光装置２００から出射されるレーザ光の光出力を安定して維持することができる。

符号の説明

- [0095] １００ 面発光レーザ（垂直共振器型発光素子）
２００ 発光装置
１１ 基板
１２ 第１の多層膜反射鏡

- 1 3 n 型半導体層
- 1 4 発光層
- 1 5 p 型半導体層
- 1 8 第 1 の絶縁層
- 1 9 第 2 の絶縁層
- 2 1 導電膜
- 2 3 第 2 の多層膜反射鏡
- 3 1 実装基板
- 3 2、3 3 貫通電極
- 3 4 n 電極接合部材
- 3 5 接合部材
- 3 7 枠体
- 4 1 透光版板
- 4 2 金属層
- N E n 電極
- P E p 電極

請求の範囲

- [請求項1] 基板と、
 前記基板上に形成された第1の多層膜反射鏡と、
 前記第1の多層膜反射鏡上に形成された第1の導電性を有する
 第1の半導体層、前記第1の半導体層上に形成された発光層、及び
 前記発光層上に形成され、上面の中央から上方に突出している突出
 部を有しかつ前記上面の前記突出部よりも外側の領域に沿った部分
 が絶縁性を有する前記第1の導電性と反対の第2の導電性を有する
 第2の半導体層を含む半導体構造層と、
 前記第2の半導体層の前記突出部の側面に亘って形成された絶
 縁性を有する第1の絶縁層と、
 前記第2の半導体層の上面を前記突出部の上面からその周縁部
 に亘って覆うように形成され、前記第2の半導体層に電氣的に接続
 されている透光性を有する導電膜と、
 前記半導体構造層上において前記突出部を覆って形成され、前
 記第1の多層膜反射鏡との間で共振器を構成する第2の多層膜反射
 鏡と、
 を有することを特徴とする垂直共振器型発光素子。
- [請求項2] 前記第1の絶縁層は、非酸化物からなることを特徴とする請求項
 1に記載の垂直共振器型発光素子。
- [請求項3] 前記第1の絶縁層は、前記導電膜と近しい屈折率を有することを
 特徴とする請求項1又は2に記載の垂直共振器型発光素子。
- [請求項4] 前記導電膜はITOからなり、
 前記第1の絶縁層はSiNからなることを特徴とする請求項3
 に記載の垂直共振器型発光素子。
- [請求項5] 前記突出部の側面は、前記第2の半導体層の上面にエッチングが
 なされて形成された面であることを特徴とする請求項1又は2に記
 載の垂直共振器型発光素子。

- [請求項6] 前記第2の半導体層の上面の前記外側の領域において前記第1の絶縁層と離隔して形成された電気絶縁性を有する第2の絶縁層を有することを特徴とする請求項1又は2に記載の垂直共振器型発光素子。
- [請求項7] 前記第2の絶縁層は SiO_2 からなることを特徴とする請求項6に記載の垂直共振器型発光素子。
- [請求項8] 前記第1の半導体層上に形成された第1の電極及び前記導電膜上に形成された第2の電極を有する請求項1に記載の垂直共振器型発光素子と、
前記第1の電極及び前記第2の電極に電氣的に接続された実装基板と、
前記実装基板上に形成されかつ前記実装基板上において前記垂直共振器型発光素子を囲う枠体と、
前記垂直共振器型発光素子を覆うように前記枠体によって保持された透光板と、
を有することを特徴とする発光装置。

補正された請求の範囲（条約第19条）**2024年10月22日（ 22.10.2024 ） 国際事務局受理**

[請求項1]

基板と、
前記基板上に形成された第1の多層膜反射鏡と、
前記第1の多層膜反射鏡上に形成された第1の導電型を有する第1の半導体層、前記第1の半導体層上に形成された発光層、及び前記発光層上に形成され、上面の中央から上方に突出している突出部を有しかつ前記上面の前記突出部よりも外側の領域に沿った部分が絶縁性を有する前記第1の導電型と反対の第2の導電型を有する第2の半導体層を含む半導体構造層と、
前記第2の半導体層の前記突出部の側面に亘って形成された絶縁性を有する第1の絶縁層と、
前記第2の半導体層の上面を前記突出部の上面からその周縁部に亘って覆うように形成され、前記第2の半導体層に電氣的に接続されている透光性を有する導電膜と、
前記半導体構造層上において前記突出部を覆って形成され、前記第1の多層膜反射鏡との間で共振器を構成する第2の多層膜反射鏡と、
を有することを特徴とする垂直共振器型発光素子。

[請求項2]

前記第1の絶縁層は、非酸化物からなることを特徴とする請求項1に記載の垂直共振器型発光素子。

[請求項3]

前記第1の絶縁層は、前記導電膜と近しい屈折率を有することを特徴とする請求項1又は2に記載の垂直共振器型発光素子。

[請求項4]

前記導電膜はITOからなり、
前記第1の絶縁層はSiNからなることを特徴とする請求項3に記載の垂直共振器型発光素子。

- [請求項5] 前記突出部の側面は、前記第2の半導体層の上面にエッチングがなされて形成された面であることを特徴とする請求項1又は2に記載の垂直共振器型発光素子。
- [請求項6] 前記第2の半導体層の上面の前記外側の領域において前記第1の絶縁層と離隔して形成された電気絶縁性を有する第2の絶縁層を有することを特徴とする請求項1又は2に記載の垂直共振器型発光素子。
- [請求項7] 前記第2の絶縁層は SiO_2 からなることを特徴とする請求項6に記載の垂直共振器型発光素子。
- [請求項8] [補正後] 前記第1の絶縁層は、前記突出部の上面の縁端から側面に亘って形成されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の垂直共振型発光素子。
- [請求項9] [追加] 前記第1の半導体層上に形成された第1の電極及び前記導電膜上に形成された第2の電極を有する請求項1に記載の垂直共振器型発光素子と、
前記第1の電極及び前記第2の電極に電氣的に接続された実装基板と、
前記実装基板上に形成されかつ前記実装基板上において前記垂直共振器型発光素子を囲う枠体と、
前記垂直共振器型発光素子を覆うように前記枠体によって保持された透光板と、
を有することを特徴とする発光装置。

条約第19条（1）に基づく説明書

1. 補正の内容

- （1）新たな請求の範囲第8項を追加した。
- （2）新たな請求の範囲第8項の追加に伴い、補正前の請求の範囲第8項を補正後の請求の範囲第9項に繰り上げた。

2. 説明

新たな請求の範囲第8項は、本願明細書の段落〔0026〕及び図3等の記載に基づくものである。新たな請求の範囲第8項に記載の垂直共振型発光素子は、いずれの引用文献にも記載されていない。

[図 1]

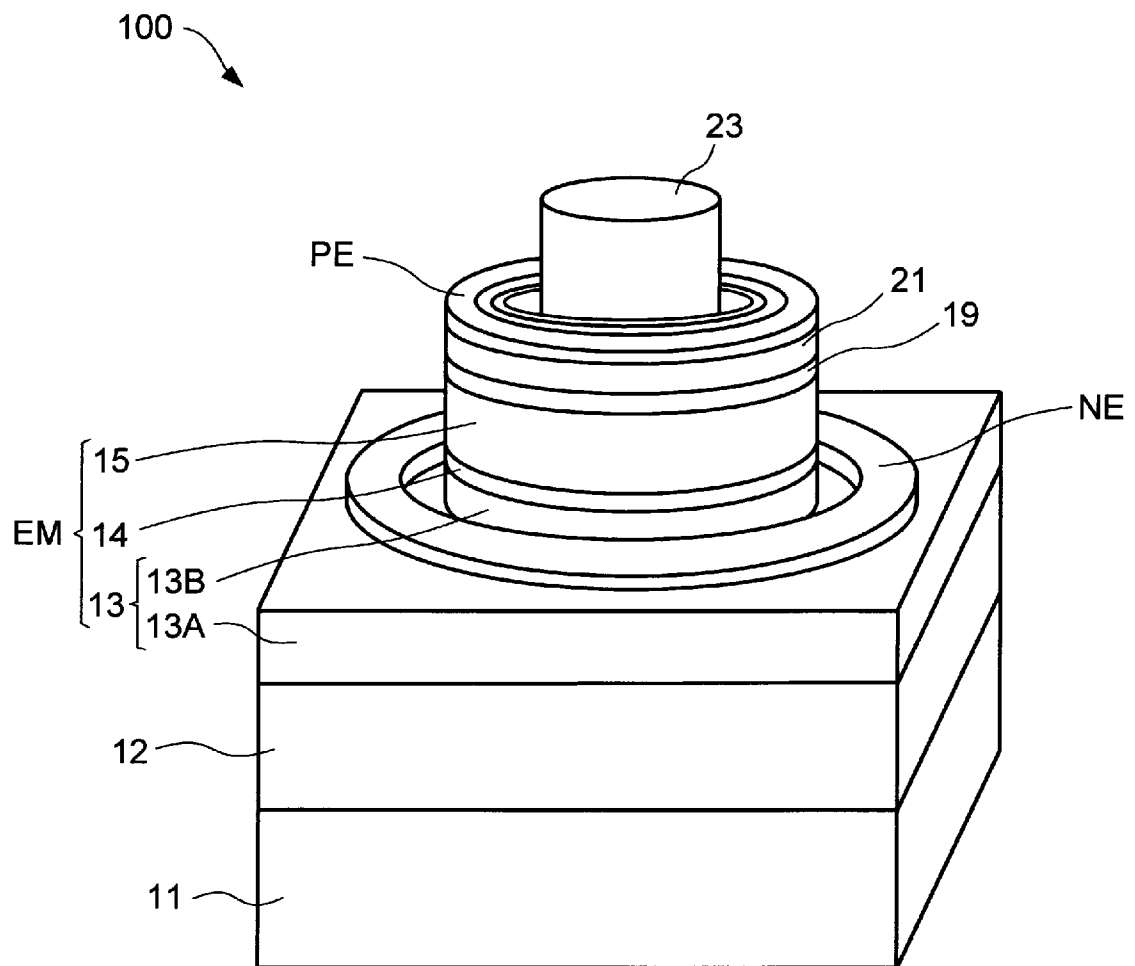


Fig.1

[2]

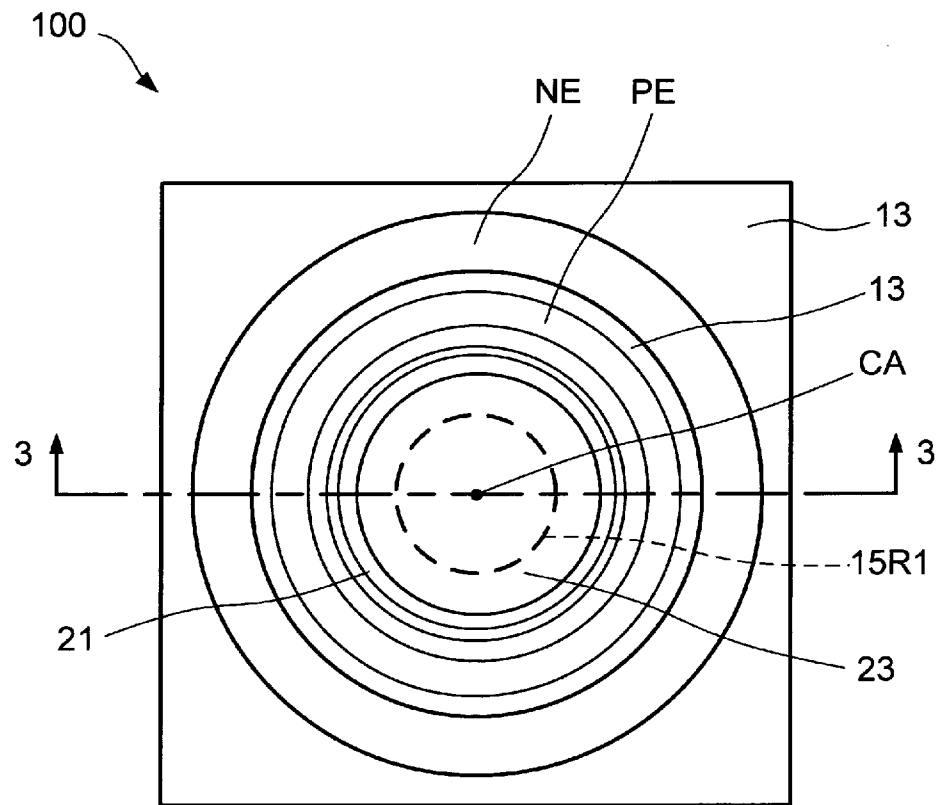


Fig.2

[図 4]

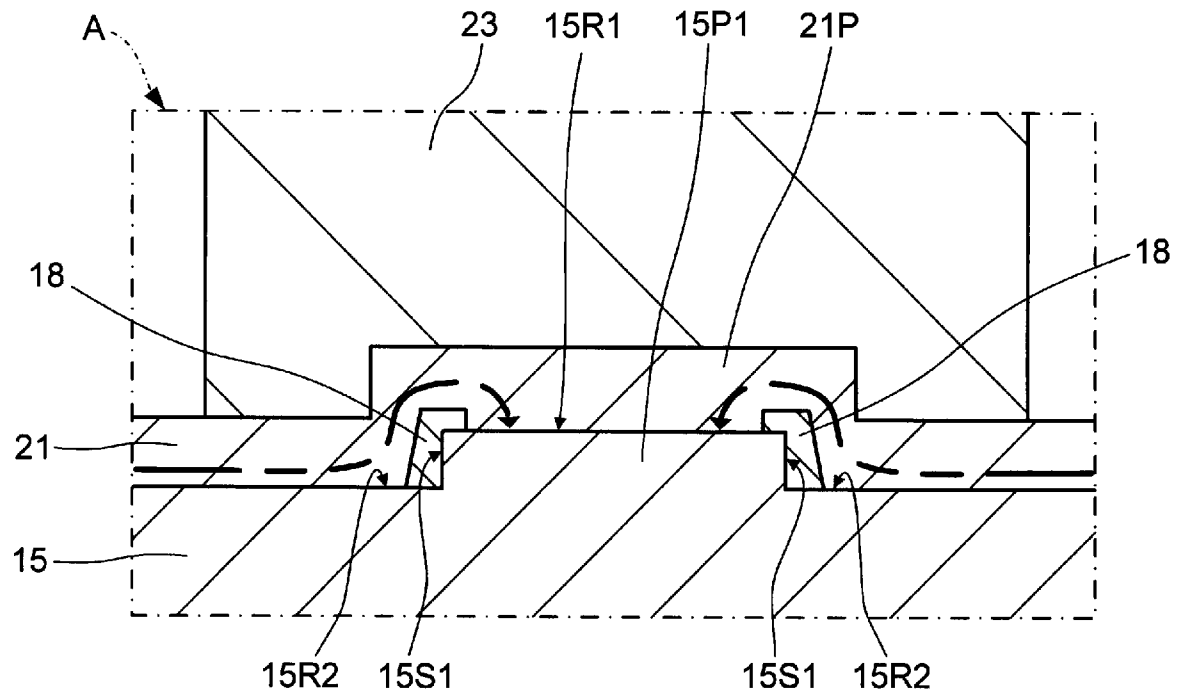


Fig.4

[図 6A]

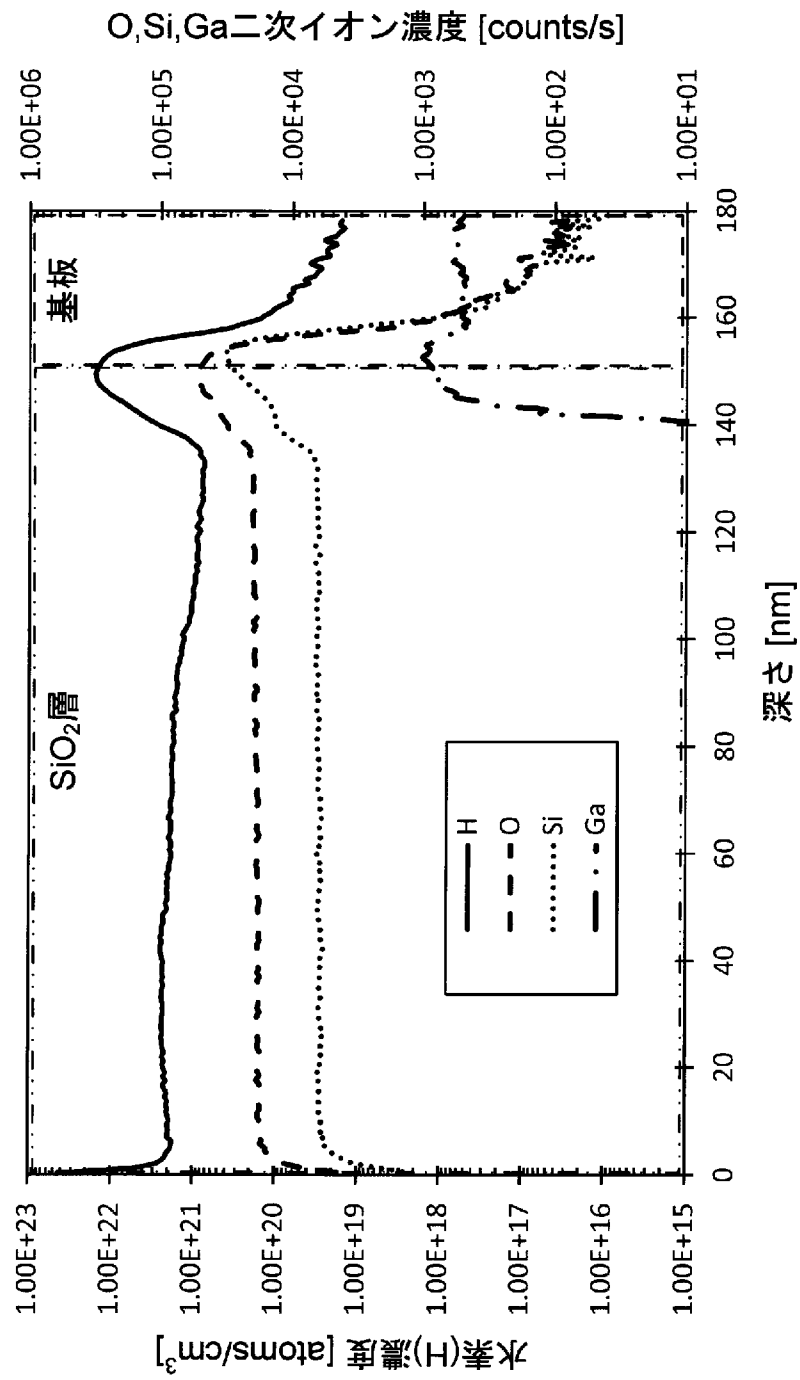


Fig.6A

[図 6B]

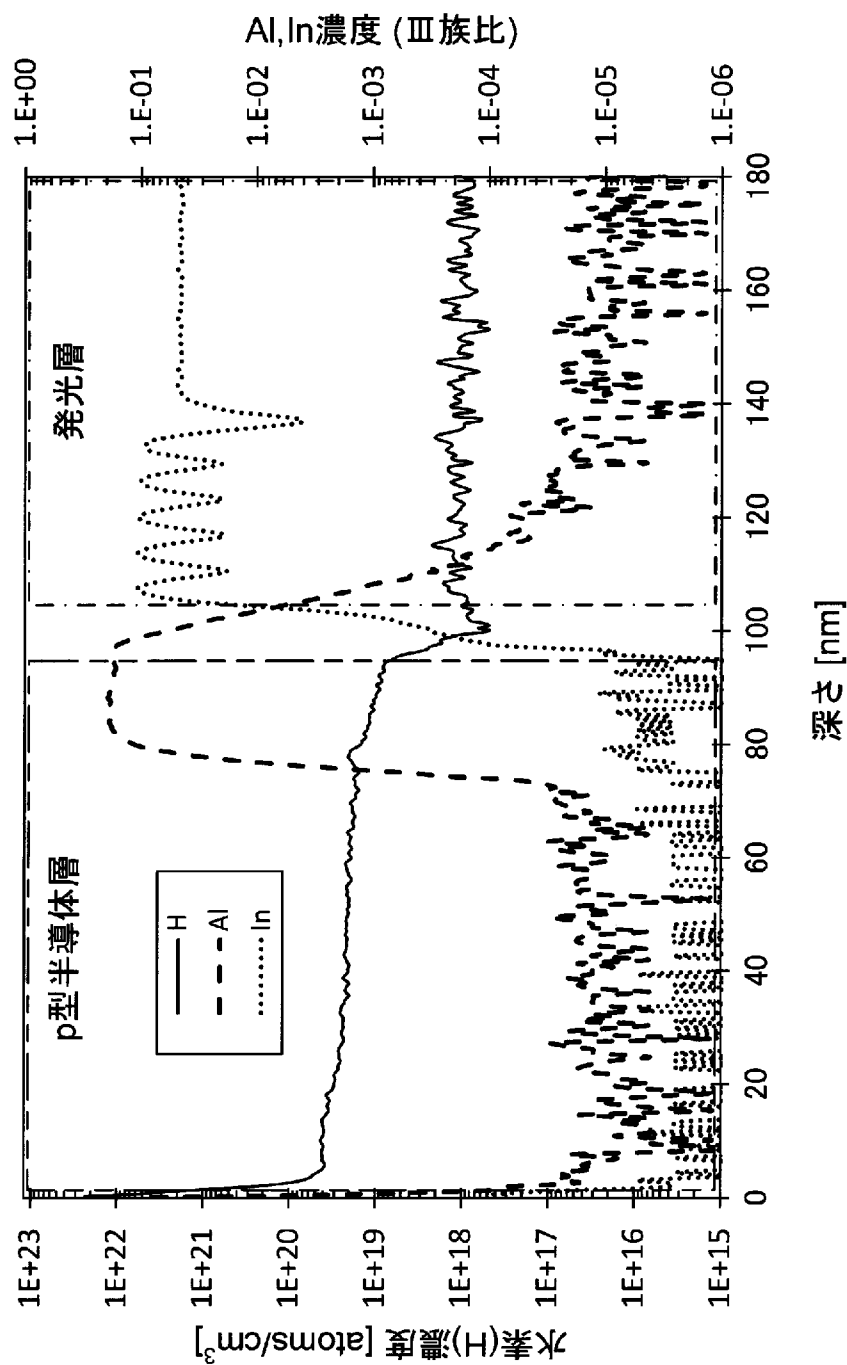


Fig.6B

[図 6C]

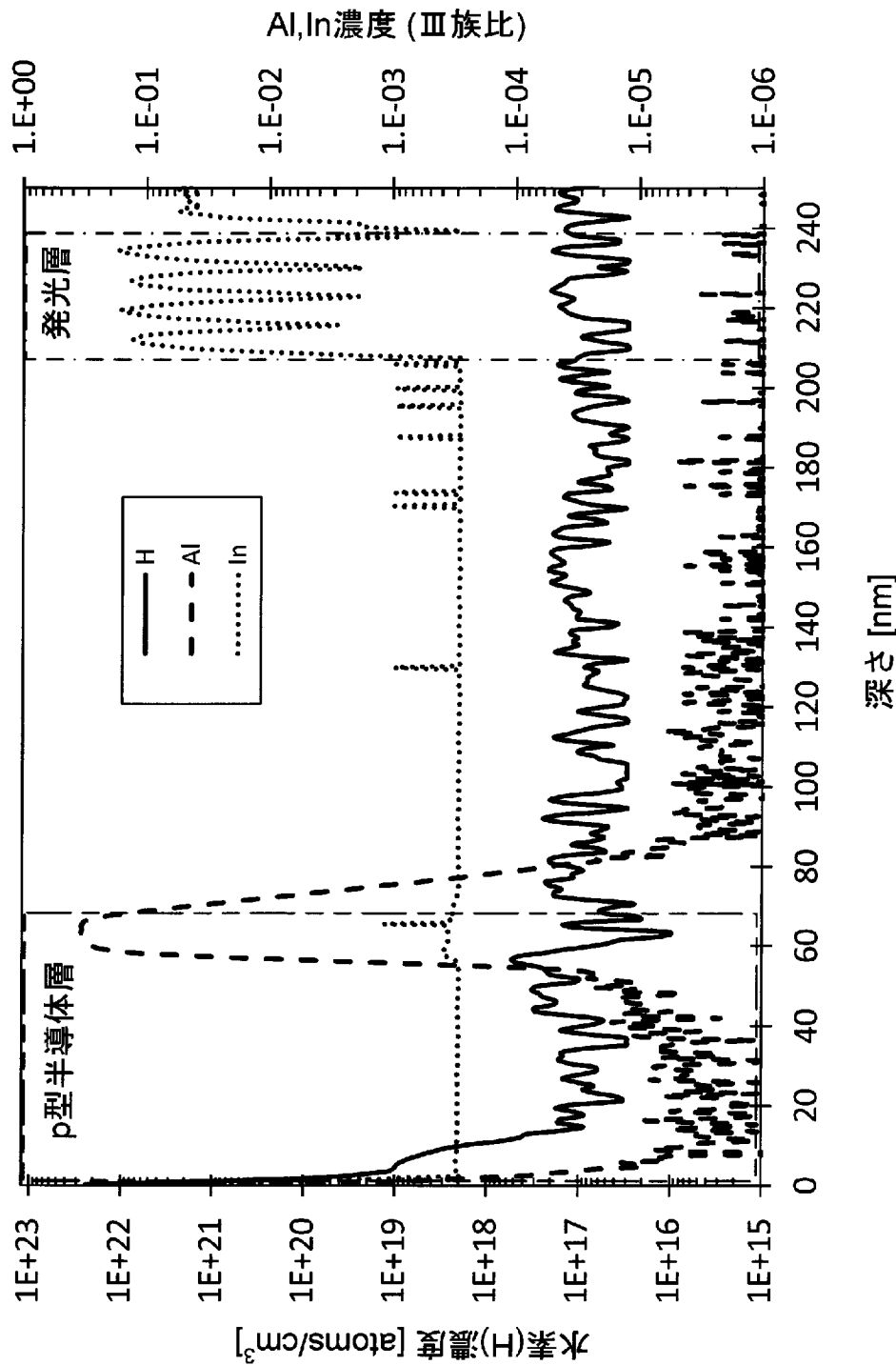


Fig.6C

[7]

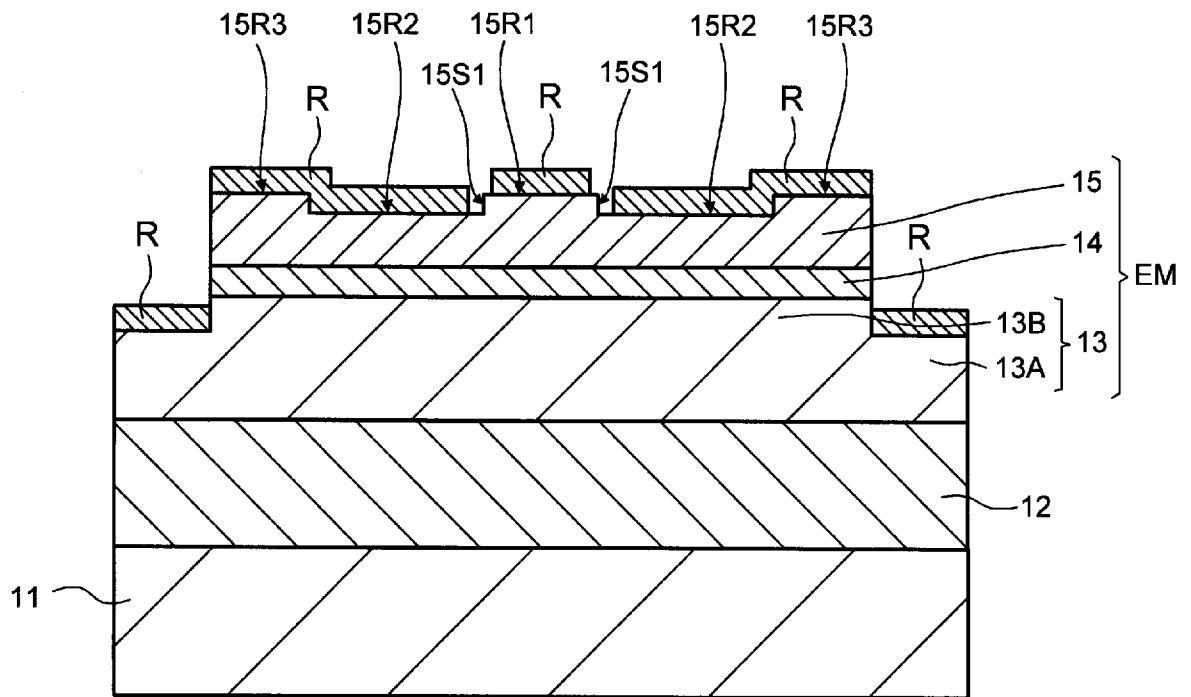


Fig.7

[8]

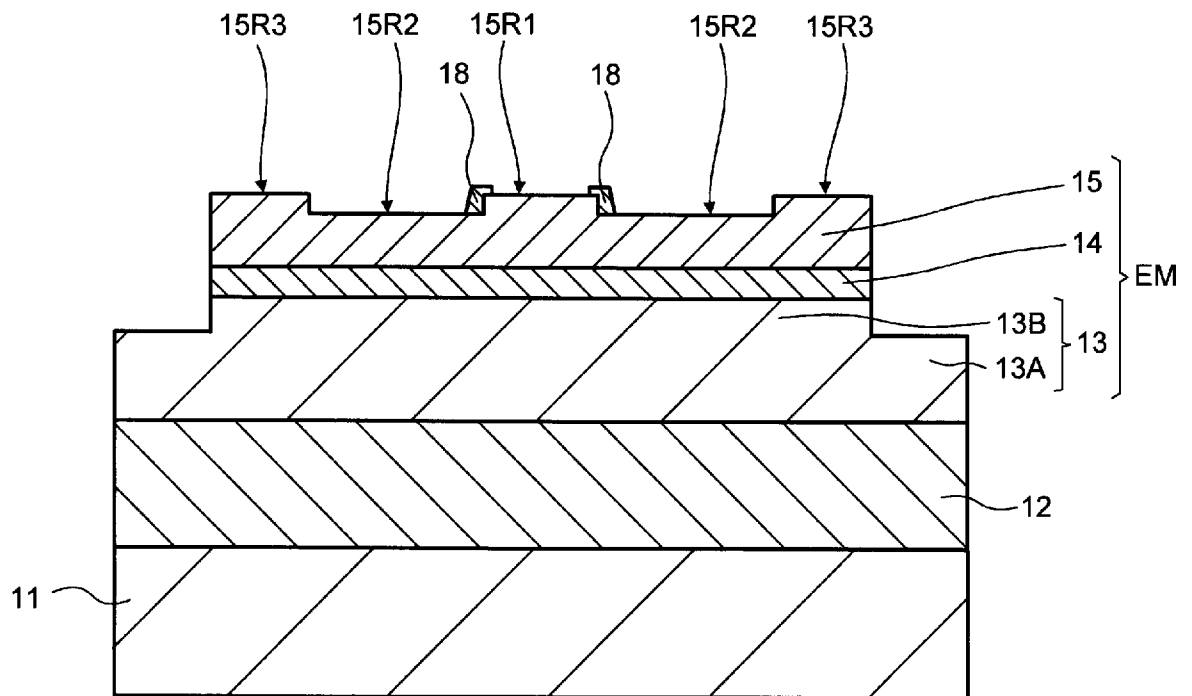


Fig.8

[9]

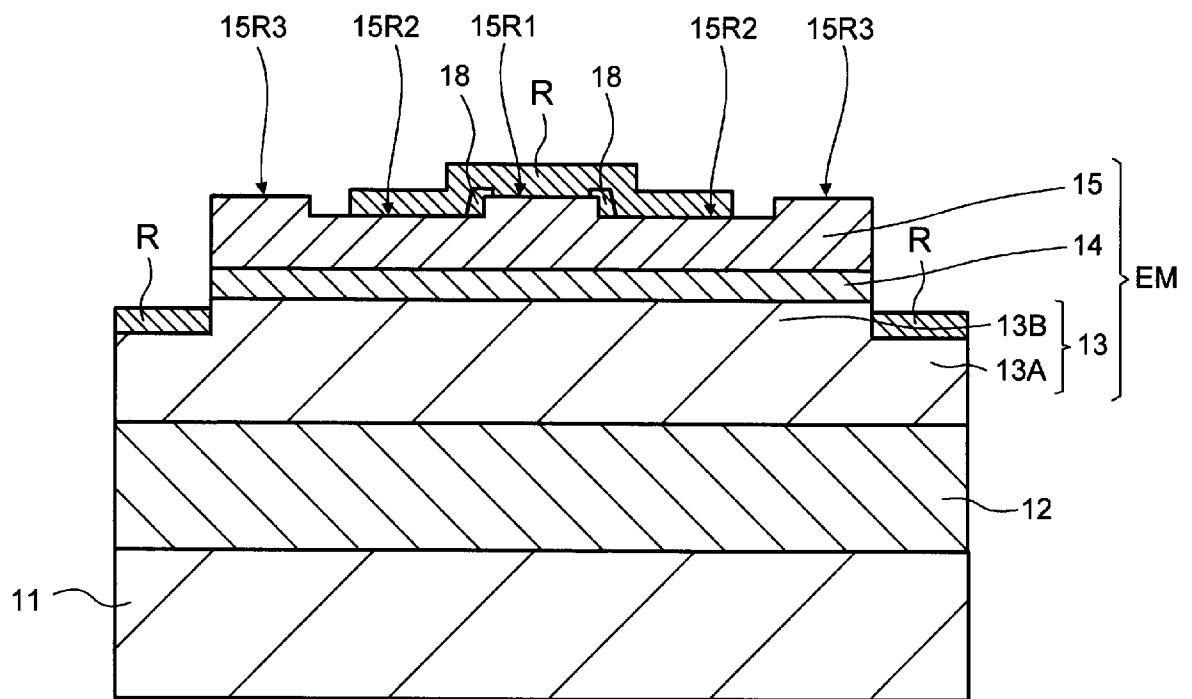


Fig.9

[10]

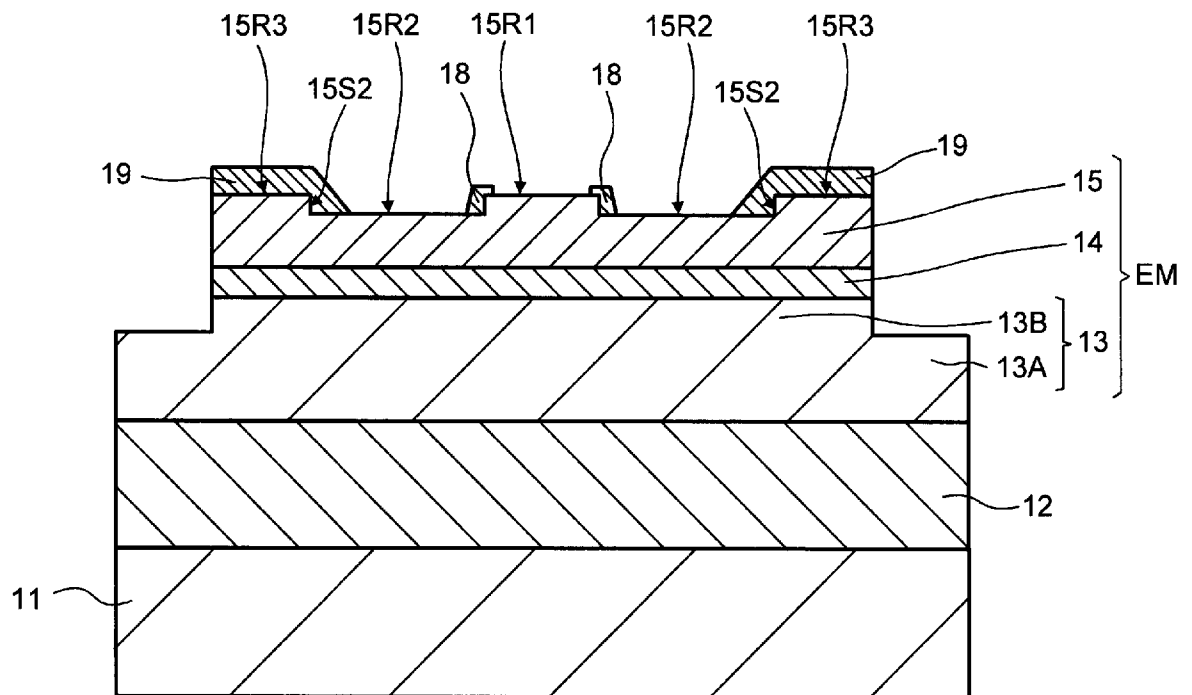


Fig.10

[11]

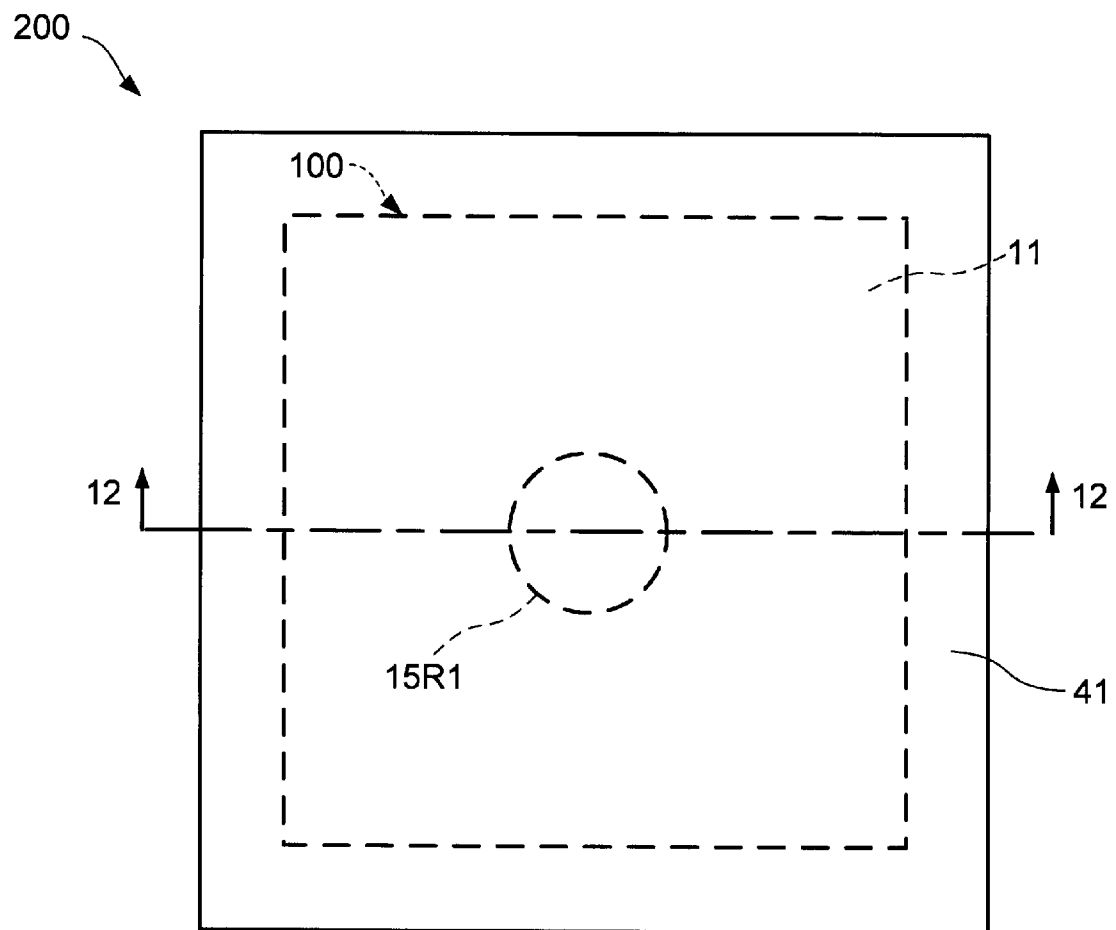


Fig.11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/023328

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01S 5/183 (2006.01)i FI: H01S5/183 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) H01S5/00-5/50 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2023-43084 A (STANLEY ELECTRIC CO., LTD.) 28 March 2023 (2023-03-28) paragraphs [0017]-[0018], [0027]-[0030], fig. 1	1, 5 2-4, 8 6-7
Y	WO 2018/020791 A1 (SONY CORPORATION) 01 February 2018 (2018-02-01) paragraphs [0016]-[0017], fig. 1	2-4
Y	WO 2022/255146 A1 (KOITO MANUFACTURING CO., LTD.) 08 December 2022 (2022-12-08) paragraphs [0018]-[0019], fig. 1	8
A	JP 2022-23686 A (NICHIA CORPORATION) 08 February 2022 (2022-02-08) entire text, all drawings	1-8
A	US 2013/0050686 A1 (WUNDERER, Thomas et al.) 28 February 2013 (2013-02-28) entire text, all drawings	1-8
☐ 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 “D” document cited by the applicant in the international application “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 26 July 2024		Date of mailing of the international search report 06 August 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/023328

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2023-43084	A	28 March 2023	CN 117981187 A	
WO	2018/020791	A1	01 February 2018	US 2019/0229496 A1 paragraphs [0037]-[0038], fig. 1	
WO	2022/255146	A1	08 December 2022	(Family: none)	
JP	2022-23686	A	08 February 2022	US 2022/0029387 A1	
US	2013/0050686	A1	28 February 2013	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

H01S 5/183(2006.01)i

FI: H01S5/183

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

H01S5/00-5/50

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報

1922-1996年

日本国公開実用新案公報

1971-2024年

日本国実用新案登録公報

1996-2024年

日本国登録実用新案公報

1994-2024年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2023-43084 A（スタンレー電気株式会社）28.03.2023（2023-03-28） 段落0017-0018, 0027-0030, 図1	1, 5
Y		2-4, 8
A		6-7
Y	WO 2018/020791 A1（ソニー株式会社）01.02.2018（2018-02-01） 段落0016-0017, 図1	2-4
Y	WO 2022/255146 A1（株式会社小糸製作所）08.12.2022（2022-12-08） 段落0018-0019, 図1	8
A	JP 2022-23686 A（日亜化学工業株式会社）08.02.2022（2022-02-08） 全文, 全図	1-8
A	US 2013/0050686 A1（WUNDERER, Thomas et al.）28.02.2013（2013-02-28） 全文, 全図	1-8

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

“I” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

26.07.2024

国際調査報告の発送日

06.08.2024

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)

〒100-8915

日本国

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

権限のある職員（特許庁審査官）

高 棕 健 司 2K 3715

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

様式 PCT/ISA/210（第2ページ）（2022年7月）

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2024/023328

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2023-43084	A	28.03.2023	CN	117981187	A	
WO	2018/020791	A1	01.02.2018	US	2019/0229496	A1	
				段落0037-0038, 図1			
WO	2022/255146	A1	08.12.2022	(ファミリーなし)			
JP	2022-23686	A	08.02.2022	US	2022/0029387	A1	
US	2013/0050686	A1	28.02.2013	(ファミリーなし)			