

(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
2022年10月20日(20.10.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/220088 A1

(51) 国際特許分類:
H01S 5/183 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/015107

(22) 国際出願日: 2022年3月28日(28.03.2022)

(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 2021-068166 2021年4月14日(14.04.2021) JP

(71) 出願人: ローム株式会社 (ROHM CO., LTD.)
[JP/JP]; 〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町2-1番地 Kyoto (JP).

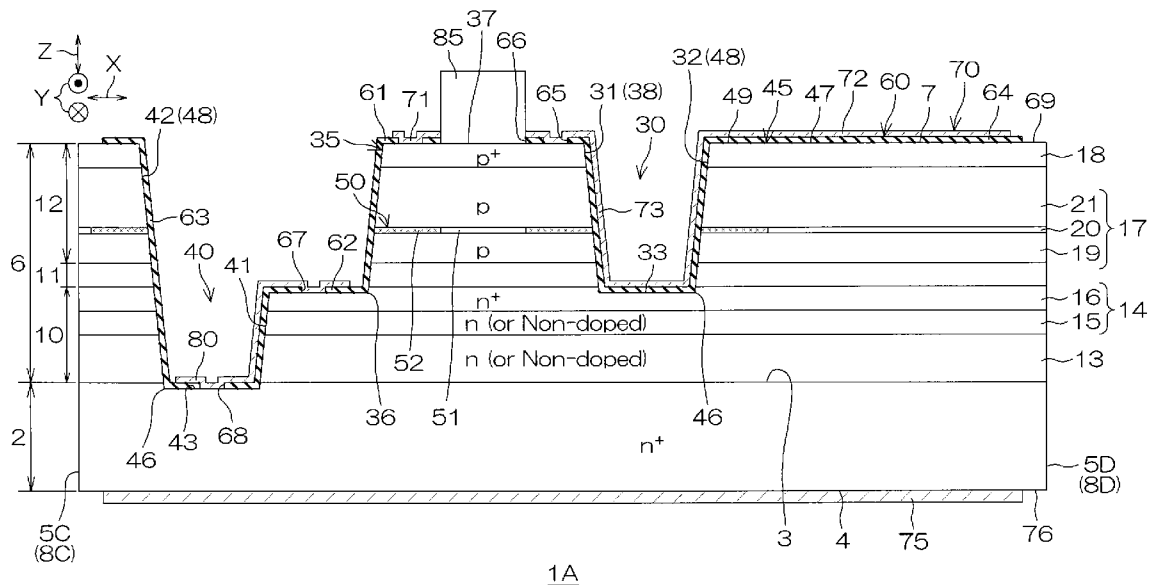
(72) 発明者: 村山 実 (MURAYAMA, Minoru);
〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町2-1番地 ローム株式会社内 Kyoto (JP). 山本 匡史 (YAMAMOTO, Masashi); 〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町2-1番地 ローム株式会社内 Kyoto (JP). 藤堂 凌 (TODO, Ryo); 〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町2-1番地 ローム株式会社内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人あい特許事務所 (AI ASSOCIATION OF PATENT AND TRADEMARK ATTORNEYS); 〒5410054 大阪府大阪市中央区南本町二丁目6番12号 サンマリオンNBFタワー2-1階 Osaka (JP).

(54) Title: SURFACE-EMITTING LASER DEVICE

(54) 発明の名称: 面発光レーザ装置

【図2】



(57) Abstract: A surface-emitting laser device comprising: a first conductivity-type substrate having a first main surface on one side and a second main surface on the other side; a first conductivity-type reflecting layer stacked on the first main surface with a lower concentration than the substrate; a first conductivity-type cladding layer stacked on the reflecting layer with a higher concentration than the reflecting layer; an active layer stacked on the cladding layer; a second conductivity-type semiconductor layer stacked on the active layer; a first removed portion which is formed by digging down the

[続葉有]

(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, 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, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

semiconductor layer and the active layer so as to expose the cladding layer, and which defines a terraced mesa structure; a second removed portion which is formed by digging down the cladding layer and the reflecting layer from a bottom portion of the first removed portion so as to expose the substrate from a position at an interval from the mesa structure; and a bypass wire electrically connected to the cladding layer in the first removed portion and electrically connected to the substrate in the second removed portion.

(57) 要約: 面発光レーザ装置は、一方側の第1主面および他方側の第2主面を有する第1導電型の基板と、前記第1主面の上に前記基板よりも低濃度に積層された第1導電型の反射層と、前記反射層の上に前記反射層よりも高濃度に積層された第1導電型のクラッド層と、前記クラッド層の上に積層された活性層と、前記活性層の上に積層された第2導電型の半導体層と、前記クラッド層を露出させるように前記半導体層および前記活性層を掘り下げて形成され、台地状のメサ構造を区画する第1除去部と、前記メサ構造から間隔を空けた位置から前記基板を露出させるように前記第1除去部の底部から前記クラッド層および前記反射層を掘り下げて形成された第2除去部と、前記第1除去部内において前記クラッド層に電氣的に接続され、前記第2除去部内において前記基板に電氣的に接続されたバイパス配線と、を含む。

明 細 書

発明の名称：面発光レーザ装置

技術分野

[0001] この出願は、2021年4月14日に日本国特許庁に提出された特願2021-068166号に対応しており、この出願の全開示はここに引用により組み込まれる。本発明は、面発光レーザ装置に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1は、基板、および、レーザ光を放出する柱状構造を有する面発光レーザ素子を開示している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2018-120988号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 一実施形態は、性能を向上できる面発光レーザ装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0005] 一実施形態は、一方側の第1主面および他方側の第2主面を有する第1導電型の基板と、前記第1主面の上に前記基板よりも低濃度に積層された第1導電型の反射層と、前記反射層の上に前記反射層よりも高濃度に積層された第1導電型のクラッド層と、前記クラッド層の上に積層された活性層と、前記活性層の上に積層された第2導電型の半導体層と、前記クラッド層を露出させるように前記半導体層および前記活性層を掘り下げて形成され、台地状のメサ構造を区画する第1除去部と、前記メサ構造から間隔を空けた位置から前記基板を露出させるように前記第1除去部の底部から前記クラッド層および前記反射層を掘り下げて形成された第2除去部と、前記第1除去部内において前記クラッド層に電氣的に接続され、前記第2除去部内において前記基板に電氣的に接続されたバイパス配線と、を含む、面発光レーザ装置を提

供する。

[0006] 上述のまたはさらに他の目的、特徴および効果は、添付図面の参照によって説明される実施形態により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]図1は、第1実施形態に係る面発光レーザ装置を示す平面図である。

[図2]図2は、図1に示すII-II線に沿う断面図である。

[図3]図3は、図1に示すIII-III線に沿う断面図である。

[図4]図4は、第2実施形態に係る面発光レーザ装置を示す平面図である。

[図5]図5は、図1に示すV-V線に沿う断面図である。

[図6]図6は、第3実施形態に係る面発光レーザ装置を示す平面図である。

[図7]図7は、図6に示すVII-VII線に沿う断面図である。

[図8]図8は、第4実施形態に係る面発光レーザ装置を示す平面図である。

[図9]図9は、図8に示すIX-IX線に沿う断面図である。

[図10]図10は、第5実施形態に係る面発光レーザ装置を示す平面図である。

[図11]図11は、図10に示すXI-XI線に沿う断面図である。

[図12]図12は、前述の各実施形態に適用される変形例を示す平面図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、添付図面を参照して、実施形態が詳細に説明される。添付図面は、模式図であり、厳密に図示されたものではなく、縮尺等は必ずしも一致しない。また、添付図面の間で対応する構造には同一の参照符号が付され、重複する説明は省略または簡略化される。説明が省略または簡略化された構造については、省略または簡略化される前になされた説明が適用される。

[0009] 図1は、第1実施形態に係る面発光レーザ装置1Aを示す平面図である。図2は、図1に示すII-II線に沿う断面図である。図3は、図1に示すIII-III線に沿う断面図である。図1～図3を参照して、面発光レーザ装置1Aは、VCSSEL (Vertical Cavity Surface Emitting Laser) と称される半導体

レーザ装置である。

[0010] 面発光レーザ装置 1 A は、六面体形状（具体的には直方体形状）に形成された n 型の基板 2 を含む。基板 2 は、「半導体基板」と称されてもよい。基板 2 は、低抵抗基板からなることが好ましい。基板 2 は、化合物半導体を含む。基板 2 は、この形態（this embodiment）では、III-V 族半導体の一例としての InP 単結晶を含む。基板 2 は、 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ を超えて $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下の n 型不純物濃度を有していることが好ましい。基板 2 は、 $50 \mu\text{m}$ 以上 $1000 \mu\text{m}$ 以下（好ましくは $500 \mu\text{m}$ 以下）の厚さを有しているてもよい。

[0011] 基板 2 は、一方側の第 1 主面 3、他方側の第 2 主面 4、ならびに、第 1 主面 3 および第 2 主面 4 を接続する第 1 ～第 4 側面 5 A ～5 D を含む。第 1 主面 3 および第 2 主面 4 は、それらの法線方向 Z から見た平面視（以下、単に「平面視」という。）において四角形状（この形態では長方形形状）に形成されている。第 1 側面 5 A および第 2 側面 5 B は、第 1 主面 3 に沿う第 1 方向 X に延び、第 1 方向 X に交差（具体的には直交）する第 2 方向 Y に背向している。第 1 側面 5 A および第 2 側面 5 B は、基板 2 の長辺を形成している。第 3 側面 5 C および第 4 側面 5 D は、第 2 方向 Y に延び、第 1 方向 X に背向している。第 3 側面 5 C および第 4 側面 5 D は、基板 2 の短辺を形成している。

[0012] 面発光レーザ装置 1 A は、第 1 主面 3 の上に積層された積層構造 6 を有している。積層構造 6 は、化合物半導体（III-V 族半導体）を含むエピタキシャル層からなる。積層構造 6 は、半導体主面 7 および第 1 ～第 4 半導体側面 8 A ～8 D を有している。半導体主面 7 は、第 1 主面 3 に沿って延びている。半導体主面 7 は、具体的には、第 1 主面 3 に対してほぼ平行に延びている。第 1 半導体側面 8 A は第 1 側面 5 A 側に位置し、第 2 半導体側面 8 B は第 2 側面 5 B 側に位置し、第 3 半導体側面 8 C は第 3 側面 5 C 側に位置し、第 4 半導体側面 8 D は第 4 側面 5 D 側に位置している。

[0013] 第 1 半導体側面 8 A および第 2 半導体側面 8 B は、第 1 主面 3 に沿う第 1

方向Xに延び、第2方向Yに背向している。第3半導体側面8Cおよび第4半導体側面8Dは、第2方向Yに延び、第1方向Xに背向している。第1～第4半導体側面8A～8Dは、半導体主面7の周縁から基板2に向けて延び、第1～第4側面5A～5Dに連なっている。つまり、第1～第4半導体側面8A～8Dは、第1～第4側面5A～5Dと1つの外壁を形成している。

[0014] 積層構造6は、第1主面3側からこの順に積層されたn型の第1半導体層10、活性層11およびp型の第2半導体層12を含む。活性層11は、「光生成層」と称されてもよい。第1半導体層10は、n型の第1反射層13およびn型の第1クラッド層14を含む。第1反射層13は、「第1光反射層」と称されてもよい。

[0015] 第1反射層13は、基板2よりも低いn型不純物濃度を有し、基板2の上に積層されている。つまり、第1反射層13は、基板2よりも高抵抗な半導体層からなる。第1反射層13は、 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以下のn型不純物濃度を有していることが好ましい。第1反射層13は、不純物無添加であることが特に好ましい。第1反射層13は、不純物無添加である場合においてもn型の半導体領域として機能する。

[0016] 以下、この明細書に係る「不純物無添加」は、製造工程中に意図的に不純物を添加せずに対象物（ここでは第1反射層13）を形成していること（つまり、対象物が独自の不純物を有さないこと）を意味する。また、「不純物無添加」は、製造工程中のオートドーピング現象や他の構造物からの拡散等に起因して対象物に不純物が非意図的に添加された結果、当該対象物が特定の導電型を帯びている状態を含まない。不純物無添加の第1反射層13は、高抵抗層を形成するが、不純物に起因する光の吸収を抑制し、光の反射効率を高める。

[0017] 第1反射層13は、この形態では、法線方向Zに周期的に変化する屈折率を有し、特定周波数の光を反射させるDBR層（Distributed Bragg Reflector layer：分布ブラッグ反射層）からなる。つまり、第1反射層13は、互いに異なる屈折率をそれぞれ有する複数の第1層および複数の第2層が交互

に積層された積層構造を有している。第1～第2層の積層数は任意である。第1層の積層数は2以上50以下であり、第2層の積層数は2以上50以下であってもよい。

[0018] 第1層は、この形態では、不純物無添加のInP層からなる。第2層は、この形態では、不純物無添加のAlGaInAs層からなる。第1～第2層は、 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 未満のn型不純物濃度をそれぞれ有していてもよい。第1～第2層は、入射光の波長 λ の $1/4$ を各層の屈折率 n で除した値($\lambda/4n$)となる光学膜厚をそれぞれ有している。第1～第2層の厚さは、それぞれ800Å以上1200Å以下であってもよい。第1反射層13は、基板2の厚さ未満の厚さ(総厚さ)を有していることが好ましい。第1反射層13の厚さ(総厚さ)は、 $1 \mu\text{m}$ 以上 $10 \mu\text{m}$ 以下であってもよい。

[0019] 第1クラッド層14は、第1反射層13よりも高いn型不純物濃度を有し、第1反射層13の上に積層されている。つまり、第1クラッド層14は、第1反射層13よりも低抵抗な半導体層からなる。第1クラッド層14は、InP層を含む。第1クラッド層14は、 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ を超えて $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下のn型不純物濃度を有していることが好ましい。

[0020] 第1クラッド層14は、この形態では、第1反射層13側からこの順に積層された低濃度クラッド層15および高濃度クラッド層16を含む積層構造を有している。低濃度クラッド層15は、 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以下のn型不純物濃度を有する高抵抗な半導体層(InP層)からなる。低濃度クラッド層15は、不純物無添加の高抵抗な半導体層(InP層)からなることが好ましい。

[0021] 高濃度クラッド層16は、低濃度クラッド層15よりも高いn型不純物濃度を有する低抵抗な半導体層(InP層)からなる。高濃度クラッド層16は、 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ を超えて $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下のn型不純物濃度を有していることが好ましい。低濃度クラッド層15は、不純物に起因する光の吸収を抑制し、光の透過率を高める。高濃度クラッド層16は、電流密度を高め、低抵抗な電流経路を形成する。

- [0022] 第1クラッド層14は、第1反射層13の厚さ（総厚さ）未満の厚さ（総厚さ）を有していることが好ましい。低濃度クラッド層15は、第1反射層13の厚さ未満の厚さを有していることが好ましい。低濃度クラッド層15は、 $2500\text{ \AA}$ 以上 $5000\text{ \AA}$ 以下（好ましくは $3000\text{ \AA}$ 以上 $4000\text{ \AA}$ 以下）の厚さを有していてもよい。高濃度クラッド層16は、第1反射層13の厚さ未満の厚さを有していることが好ましい。高濃度クラッド層16は、 $2500\text{ \AA}$ 以上 $5000\text{ \AA}$ 以下（好ましくは $3000\text{ \AA}$ 以上 $4000\text{ \AA}$ 以下）の厚さを有していてもよい。高濃度クラッド層16は、低濃度クラッド層15の厚さの0.9倍以上1.1倍以下の厚さを有していることが好ましい。
- [0023] 活性層11は、第1クラッド層14の上に積層されている。活性層11は、井戸層および障壁層が任意の周期で交互に積層されたMQW（Multi Quantum Well：多重量子井戸）構造を有している。障壁層は、井戸層よりも高いバンドギャップを有する半導体層である。井戸層の積層数は2以上20以下であり、障壁層の積層数は2以上20以下であってもよい。
- [0024] 井戸層は、不純物無添加のAlGaInAs層を含んでいてもよい。障壁層は、井戸層とは異なるAl組成比を有する不純物無添加のAlGaInAs層を含んでいてもよい。活性層11は、第1クラッド層14の厚さ（総厚さ）未満の厚さ（総厚さ）を有していることが好ましい。活性層11の厚さ（総厚さ）は、低濃度クラッド層15（高濃度クラッド層16）の厚さ未満であることが好ましい。井戸層は、 $10\text{ \AA}$ 以上 $100\text{ \AA}$ 以下の厚さを有していてもよい。障壁層は、 $10\text{ \AA}$ 以上 $100\text{ \AA}$ 以下の厚さを有していてもよい。障壁層の厚さは、井戸層の厚さを超えていることが好ましい。
- [0025] 第2半導体層12は、p型の第2クラッド層17およびp型のコンタクト層18を含む。第2クラッド層17は、活性層11の上に積層されている。第2クラッド層17は、活性層11側からこの順に積層された下クラッド層19、中間クラッド層20および上クラッド層21を含む積層構造を有している。

- [0026] 下クラッド層 19 は、活性層 11 の上に積層されている。下クラッド層 19 は、この形態では、Al を含まない化合物半導体層からなる。下クラッド層 19 は、この形態では、InP 層を含む。下クラッド層 19 は、 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以下の p 型不純物濃度を有していることが好ましい。下クラッド層 19 は、100 Å 以上 1000 Å 以下の厚さを有していてもよい。
- [0027] 中間クラッド層 20 は、下クラッド層 19 の上に下クラッド層 19 よりも高い p 型不純物濃度で積層されている。中間クラッド層 20 は、下クラッド層 19 とは異なり、Al を含む化合物半導体層からなる。中間クラッド層 20 は、この形態では、InAlAs 層を含む。中間クラッド層 20 は、 $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以下の p 型不純物濃度を有していることが好ましい。中間クラッド層 20 は、下クラッド層 19 の厚さを超える厚さを有していることが好ましい。中間クラッド層 20 の厚さは、500 Å 以上 1500 Å 以下であってもよい。
- [0028] 上クラッド層 21 は、中間クラッド層 20 の上に下クラッド層 19 よりも高い p 型不純物濃度で積層されている。上クラッド層 21 は、中間クラッド層 20 とは異なり、Al を含まない化合物半導体層からなる。上クラッド層 21 は、この形態では、InP 層を含む。上クラッド層 21 は、 $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以下の p 型不純物濃度を有していることが好ましい。
- [0029] 上クラッド層 21 は、中間クラッド層 20 の p 型不純物濃度の 0.1 倍以上 1.1 倍以下の p 型不純物濃度を有していることが好ましい。上クラッド層 21 は、下クラッド層 19 の厚さを超える厚さを有していることが好ましい。上クラッド層 21 の厚さは、中間クラッド層 20 の厚さを超えていることが好ましい。上クラッド層 21 の厚さは、5000 Å 以上 8000 Å 以下であってもよい。
- [0030] コンタクト層 18 は、第 2 クラッド層 17 の上に第 2 クラッド層 17 よりも高い p 型不純物濃度で積層されている。コンタクト層 18 は、この形態で

は、Al を含まない化合物半導体層からなる。コンタクト層 18 は、この形態では、InGaAs 層を含む。コンタクト層 18 は、 $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 以下の p 型不純物濃度を有していることが好ましい。コンタクト層 18 は、下クラッド層 19 の厚さを超える厚さを有していることが好ましい。コンタクト層 18 の厚さは、上クラッド層 21 の厚さ未満であることが好ましい。コンタクト層 18 の厚さは、500 Å 以上 2000 Å 以下であってもよい。

[0031] 面発光レーザ装置 1A は、積層構造 6 に形成された第 1 除去部 30 を含む。第 1 除去部 30 は、この形態では、積層構造 6 に形成された溝からなる。第 1 除去部 30 は、「第 1 トレンチ」と称されてもよい。第 1 除去部 30 は、第 2 半導体層 12 から第 1 半導体層 10 に向けて掘り下がっている。第 1 除去部 30 は、第 1 クラッド層 14 を露出させるように第 2 半導体層 12 および活性層 11 を貫通している。つまり、第 1 除去部 30 は、第 2 半導体層 12 のコンタクト層 18 および第 2 クラッド層 17 を貫通している。

[0032] 第 1 除去部 30 は、厚さ方向に関して第 1 反射層 13 から活性層 11 側に間隔を空けて形成され、第 1 反射層 13 を露出させていない。第 1 除去部 30 は、具体的には、厚さ方向に関して低濃度クラッド層 15 から活性層 11 側に間隔を空けて形成され、高濃度クラッド層 16 を露出させ、低濃度クラッド層 15 を露出させていない。第 1 除去部 30 は、平面視において第 2 半導体層 12 の周縁（第 1 ～ 第 4 半導体側面 8A ～ 8D）から内方に間隔を空けて第 2 半導体層 12 の内方部を取り囲む環状に形成されている。

[0033] 第 1 除去部 30 は、第 1 内壁 31、第 1 外壁 32、ならびに、第 1 内壁 31 および第 1 外壁 32 を接続する第 1 底壁 33 を有している。第 1 内壁 31 は、この形態では、平面視において円形状に形成されている。第 1 内壁 31 は、平面視において多角形状や楕円形状等に形成されていてもよい。第 1 内壁 31 は、この形態では、コンタクト層 18 側から第 1 クラッド層 14 側に向けて斜め下り傾斜している。第 1 内壁 31 は、法線方向 Z に沿ってほぼ垂直に延びていてもよい。第 1 内壁 31 は、第 2 半導体層 12 および活性層 1

1 を露出させている。

[0034] 第1外壁32は、この形態では、平面視において第3側面5C側の領域において第1内壁31に沿って延びる円弧状に形成されている。第1外壁32の平面形状は任意であり、第1外壁32は第2方向Yに延びる直線状に形成されていてもよい。第1外壁32は、この形態では、コンタクト層18側から第1クラッド層14側に向けて斜め下り傾斜している。第1外壁32は、法線方向Zに沿ってほぼ垂直に延びていてもよい。第1外壁32は、第2半導体層12および活性層11を露出させている。

[0035] 第1底壁33は、平面視において第2半導体層12の周縁（第1～第4半導体側面8A～8D）から内方に間隔を空けて第2半導体層12の内方部を取り囲む環状に形成されている。第1底壁33は、第1主面3（半導体主面7）に沿って延び、第1クラッド層14を露出させている。第1底壁33は、具体的には、厚さ方向に関して低濃度クラッド層15から活性層11側に間隔を空けて形成され、高濃度クラッド層16を露出させ、低濃度クラッド層15を露出させていない。

[0036] 第1底壁33は、厚さ方向に関して、第1クラッド層14および活性層11の境界部に対して第1反射層13側に掘り下がっていてもよい。この場合、第1内壁31は第1クラッド層14の一部を露出させる下端部を有し、第1外壁32は第1クラッド層14の一部を露出させる下端部を有していてもよい。

[0037] 面発光レーザ装置1Aは、第1除去部30によって台地状に区画された少なくとも1つ（この形態では1つ）のメサ構造35を含む。メサ構造35は、第1除去部30の第1内壁31によって積層構造6に区画され、活性層11および第2半導体層12を含む。メサ構造35は、第1半導体層10を活性層11に対するカソードとし、第2半導体層12を活性層11に対するアノードとするダブルヘテロ接合型の発光ダイオード構造を形成している。

[0038] メサ構造35は、第1半導体層10から供給された電子および第2半導体層12から供給された正孔を活性層11において結合させ、光を生成する。

活性層 11 で生成された光は、第 2 半導体層 12 側に放出される。メサ構造 35 は、この形態では、赤外領域の光を生成する。メサ構造 35 は、1000 nm 以上 1600 nm 以下の範囲にピーク波長を有する光を生成してもよい。ピーク波長は、1300 nm 以上 1600 nm 以下の範囲であることが好ましい。

[0039] メサ構造 35 は、この形態では、第 1 半導体層 10 の上において円錐台形状に区画されている。メサ構造 35 の形状は任意である。メサ構造 35 は、第 1 除去部 30 の形状に応じて多角錐台形状や楕円錐台形状等に区画されていてもよい。また、メサ構造 35 は、必ずしも錐台形状に区画されている必要はなく、法線方向 Z に沿ってほぼ垂直に突出した柱状に区画されていてもよい。

[0040] メサ構造 35 の中心部は、この形態では、平面視において第 1 主面 3（半導体主面 7）の中心部からずれている。つまり、メサ構造 35 の中心部は、平面視において第 1 主面 3 の中心部を第 2 方向 Y に通過する中心線を設定した時、当該中心線から第 1 方向 X の一方側（この形態では第 3 側面 5C 側）に偏在している。メサ構造 35 の一部は、平面視において中心線に重なっていてもよい。メサ構造 35 の全体が、中心線から第 1 方向 X に間隔を空けて形成されていてもよい。

[0041] メサ構造 35 は、第 1 基部 36、第 1 頂面 37、ならびに、第 1 基部 36 および第 1 頂面 37 を接続する第 1 側壁 38 を含む。第 1 基部 36 は、メサ構造 35 の突出起点からなり、第 1 半導体層 10（第 1 クラッド層 14）によって形成されている。第 1 基部 36 は、平面視において円形状に形成されている。第 1 基部 36 の平面視における幅（最大値）は、1 μ m 以上 100 μ m 以下であってもよい。第 1 基部 36 の幅は、3 μ m 以上 50 μ m 以下であることが好ましい。第 1 基部 36 の幅は、メサ構造 35 の幅（最大値）でもある。

[0042] 第 1 頂面 37 は、第 2 半導体層 12（半導体主面 7）の一部からなり、コンタクト層 18 を露出させている。第 1 頂面 37 は、この形態では、平面視

において第1基部36の平面積未満の平面積を有し、第1基部36によって取り囲まれている。第1頂面37の幅（最大値）は、 $1\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下であってもよい。第1頂面37の幅（最大値）は、 $3\mu\text{m}$ 以上 $40\mu\text{m}$ 以下であってもよい。

[0043] 第1側壁38は、第1除去部30の第1内壁31によって形成されている。第1側壁38は、この形態では、第1頂面37側から第1基部36側に向けて斜め下り傾斜している。第1側壁38が第1頂面37との間で成す傾斜角度は、 90° 以上 125° 以下であってもよい。傾斜角度は、断面視において第1基部36の周縁および第1頂面37の周縁を結ぶ直線が、メサ構造35内において第1頂面37との間で成す角度である。

[0044] 面発光レーザ装置1Aは、積層構造6に形成された第2除去部40を含む。第2除去部40は、この形態では、積層構造6に形成された溝からなる。第2除去部40は、「第2トレンチ」と称されてもよい。第2除去部40は、第1除去部30の第1底壁33においてメサ構造35から間隔を空けた位置から基板2に向けて掘り下がっている。第2除去部40は、平面視においてメサ構造35との間から第1底壁33（第1クラッド層14）を部分的に露出させている。

[0045] 第2除去部40は、基板2を露出させるように第1クラッド層14および第1反射層13を貫通している。第2除去部40は、第1クラッド層14の低濃度クラッド層15および高濃度クラッド層16を貫通している。第2除去部40は、厚さ方向に関して基板2の第2主面4から第1主面3側に間隔を空けて形成されている。第2除去部40は、この形態では、第1除去部30（第1底壁33）に連通するように第2半導体層12の周縁（第1～第4半導体側面8A～8D）および第1除去部30の間の領域に形成されている。

[0046] 第2除去部40は、具体的には、平面視において第2半導体層12の周縁から内方に間隔を空けて第1除去部30に対して第1方向Xの一方側（第3側面5C側）の領域に有端状に形成されている。第2除去部40は、第1除

去部 30 側において第 1 クラッド層 14 および第 1 反射層 13 を貫通し、第 2 半導体層 12 の周縁側においてコンタクト層 18、第 2 クラッド層 17、活性層 11、第 1 クラッド層 14 および第 1 反射層 13 を貫通している。第 2 除去部 40 は、第 1 除去部 30 との間で第 1 反射層 13 および第 1 クラッド層 14 が露出した段部を形成している。

[0047] 第 2 除去部 40 は、この形態では、平面視においてメサ構造 35 の周方向に沿って円弧帯状に延びている。第 2 除去部 40 は、この形態では、平面視においてメサ構造 35 を第 2 方向 Y から挟み込んでいる。第 2 除去部 40 は、第 1 除去部 30 の幅以上の幅を有していることが好ましい。第 1 除去部 30 の幅は第 1 除去部 30 の延在方向に直交する方向の幅であり、第 2 除去部 40 の幅は第 2 除去部 40 の延在方向に直交する方向の幅である。第 2 除去部 40 の平面形状は任意であり、第 2 除去部 40 は屈曲した角部を有する U 字帯状に延びていてもよい。

[0048] 第 2 除去部 40 は、第 2 内壁 41、第 2 外壁 42、ならびに、第 2 内壁 41 および第 2 外壁 42 を接続する第 2 底壁 43 を有している。第 2 内壁 41 は、この形態では、平面視において第 1 除去部 30 およびメサ構造 35 の周方向に沿って円弧状に延び、第 1 除去部 30 の第 1 底壁 33 に連通している。第 2 内壁 41 は、平面視において屈曲した角部を有する U 字帯状に延びていてもよい。第 2 内壁 41 は、第 1 反射層 13 および第 1 クラッド層 14 を露出させている。第 2 内壁 41 は、この形態では、第 1 クラッド層 14 側から基板 2 側に向けて斜め下り傾斜している。第 2 内壁 41 は、法線方向 Z に沿ってほぼ垂直に延びていてもよい。

[0049] 第 2 外壁 42 は、この形態では、平面視において第 1 除去部 30 およびメサ構造 35 の周方向に沿って円弧状に延び、半導体主面 7 および第 1 除去部 30 の第 1 外壁 32 に連通している。第 2 外壁 42 は、第 1 方向 X の他方側（第 4 側面 5D 側）において一对の終端壁 42a を有している。一对の終端壁 42a は、この形態では、メサ構造 35 の中心部よりも第 1 方向 X の他方側（第 3 側面 5C 側）に位置している。一对の終端壁 42a は、第 1 外壁 3

2に連通している。

[0050] 第2外壁42の平面形状は任意であり、必ずしも第2内壁41の平面形状に一致している必要はない。第2外壁42は、平面視において屈曲した角部を有するU字帯状に延びていてもよい。第2外壁42は、第1半導体層10、活性層11および第2半導体層12を露出させている。第2外壁42は、この形態では、コンタクト層18側から基板2側に向けて斜め下り傾斜している。第2外壁42は、法線方向Zに沿ってほぼ垂直に延びていてもよい。

[0051] 第2底壁43は、この形態では、平面視において第2半導体層12の周縁（第1～第4半導体側面8A～8D）から内方に間隔を空けて第1除去部30およびメサ構造35の周方向に沿って円弧帯状に延びている。第2底壁43は、第1主面3（半導体主面7）に沿って延び、基板2を露出させている。第2底壁43は、厚さ方向に関して、基板2の第1主面3および第1反射層13の境界部に対して基板2の第2主面4側に掘り下がっていてもよい。この場合、第2内壁41は基板2の一部を露出させる下端部を有し、第2外壁42は基板2の一部を露出させる下端部を有していてもよい。

[0052] 面発光レーザ装置1Aは、積層構造6において第1除去部30によってメサ構造35とは異なる領域に台地状に区画されたフレーム構造45を含む。フレーム構造45は、この形態では、平面視において、第1除去部30および第2除去部40によってメサ構造35を取り囲むように第2半導体層12の周縁に沿って延びる環状に区画されている。フレーム構造45は、第1除去部30（第1外壁32）によって区画された部分において第2半導体層12および活性層11を露出させ、第2除去部40（第2外壁42）によって区画された部分において第1半導体層10、活性層11および第2半導体層12を露出させている。

[0053] フレーム構造45は、第1除去部30および第2除去部40によって電氣的に浮遊状態に形成され、メサ構造35に電氣的に接続されていない。したがって、フレーム構造45は、光を生成しない。フレーム構造45は、外力等からメサ構造35を保護する。フレーム構造45は、第2基部46、第2

頂面 4 7、ならびに、第 2 基部 4 6 および第 2 頂面 4 7 を接続する第 2 側壁 4 8 をそれぞれ含む。第 2 基部 4 6 は、フレーム構造 4 5 の突出起点からなり、第 1 外壁 3 2 の下端（第 1 クラッド層 1 4）および第 2 外壁 4 2 の下端（基板 2）によって形成されている。

[0054] 第 2 頂面 4 7 は、第 2 半導体層 1 2（半導体主面 7）の一部からなり、コンタクト層 1 8 を露出させている。つまり、第 2 頂面 4 7 は、メサ構造 3 5 の第 1 頂面 3 7 と同一平面上に位置している。第 2 頂面 4 7 は、平面視において第 2 半導体層 1 2 の周縁（第 1 ～第 4 半導体側面 8 A ～ 8 D）に沿って延びる環状に形成されている。第 2 頂面 4 7 は、第 1 除去部 3 0 の第 1 外壁 3 2 および第 2 除去部 4 0 の一对の終端壁 4 2 a によって区画されたストリート部 4 9 を含む。

[0055] 第 2 側壁 4 8 は、第 1 除去部 3 0 の第 1 外壁 3 2 および第 2 除去部 4 0 の第 2 外壁 4 2 によって形成されている。第 2 側壁 4 8 は、この形態では、第 2 頂面 4 7 から第 2 基部 4 6 に向けて斜め下り傾斜している。第 2 側壁 4 8 が第 2 頂面 4 7 との間で成す傾斜角度は、 90° 以上 125° 以下であってもよい。傾斜角度は、断面視において第 2 基部 4 6 の周縁および第 2 頂面 4 7 の周縁を結ぶ直線が、フレーム構造 4 5 内において第 2 頂面 4 7 との間で成す角度である。

[0056] 面発光レーザ装置 1 A は、メサ構造 3 5 内において第 2 半導体層 1 2 の厚さ方向途中部に介在された電流狭窄層 5 0 を含む。電流狭窄層 5 0 は、メサ構造 3 5 内を流れる電流を狭窄し、活性層 1 1 に供給される電流密度を高める。電流狭窄層 5 0 は、この形態では、第 2 クラッド層 1 7 の厚さ方向途中部に介在されている。電流狭窄層 5 0 は、電流経路となる p 型の電流通過層 5 1、および、電流経路を遮断する電流障壁層 5 2 を含む。

[0057] 電流通過層 5 1 は、この形態では、下クラッド層 1 9 および上クラッド層 2 1 の間に介在されている。電流通過層 5 1 は、具体的には、中間クラッド層 2 0 の一部を利用して形成されている。電流通過層 5 1 は、平面視においてメサ構造 3 5 の周縁（第 1 側壁 3 8）から内方に間隔を空けて形成されて

いる。電流通過層 5 1 は、平面視においてメサ構造 3 5 の周縁に沿って延びる周縁を有する平面形状（つまり、ほぼ相似な平面形状）を有している。電流通過層 5 1 は、この形態では、平面視において円形状に形成されている。

[0058] 電流障壁層 5 2 は、この形態では、電流通過層 5 1 と同一層において電流通過層 5 1 を区画している。つまり、電流障壁層 5 2 は、下クラッド層 1 9 および上クラッド層 2 1 の間に介在され、中間クラッド層 2 0 の一部を利用して形成されている。電流障壁層 5 2 は、平面視においてメサ構造 3 5 の周縁（第 1 側壁 3 8）および電流障壁層 5 2 の間の領域に形成されている。電流障壁層 5 2 は、メサ構造 3 5 の周縁（第 1 側壁 3 8）から露出している。電流障壁層 5 2 は、平面視においてメサ構造 3 5 の周縁に整合する平面形状を有している。電流通過層 5 1 は、この形態では、平面視において円環状に形成されている。

[0059] 電流障壁層 5 2 は、絶縁体、空隙およびダメージ層のうちの少なくとも 1 つを含む。絶縁体は、メサ構造 3 5 の周縁から内方に向けて中間クラッド層 2 0 の一部を酸化させることによって形成される。つまり、絶縁体は、中間クラッド層 2 0 の酸化物（具体的にはアルミニウム酸化物）からなる。空隙は、メサ構造 3 5 の周縁から内方に向けて中間クラッド層 2 0 の一部を除去することによって形成され、下クラッド層 1 9 および上クラッド層 2 1 の間に区画される。

[0060] ダメージ層は、メサ構造 3 5 の周縁部において、第 2 クラッド層 1 7 の厚さ方向途中部（中間クラッド層 2 0）にプロトン照射することによって形成される。ダメージ層を形成する場合、第 2 クラッド層 1 7 から中間クラッド層 2 0 が取り除かれてもよい。電流障壁層 5 2 は、この形態では、空隙、および、空隙の壁面に付着した絶縁体（中間クラッド層 2 0 の酸化物）を含む。この空隙は、絶縁体の形成工程において当該絶縁体の一部を取り除くことによって形成される。

[0061] 面発光レーザ装置 1 A は、フレーム構造 4 5 の内部においても電流障壁層 5 2 を含む。フレーム構造 4 5 は、この形態では、電氣的に浮遊状態に形成

されているので、フレーム構造45側の電流障壁層52は電流狭窄効果を生じさせない。フレーム構造45側の電流障壁層52の他の説明については、メサ構造35側の電流障壁層52の説明が適用される。

[0062] 面発光レーザ装置1Aは、積層構造6を被覆する絶縁膜60を含む。絶縁膜60は、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜および酸窒化シリコン膜のうちの少なくとも1つを含む。絶縁膜60は、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜および酸窒化シリコン膜のうちの少なくとも1つを含む積層構造を有していてもよい。絶縁膜60は、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜または酸窒化シリコン膜からなる単層構造を有していてもよい。絶縁膜60は、この形態では、窒化シリコン膜からなる単層構造を有している。

[0063] 絶縁膜60は、第1除去部30の壁面、メサ構造35の第1頂面37、第2除去部40の壁面およびフレーム構造45の第2頂面47を被覆している。絶縁膜60は、具体的には、第1部分61、第2部分62、第3部分63および第4部分64を含む。第1部分61は、メサ構造35の第1頂面37を被覆している。第1部分61は、第1頂面37の周縁部を選択的に露出させる第1メサ開口65、および、第1頂面37の内方部を選択的に露出させる第2メサ開口66を有している。

[0064] 第1メサ開口65は、平面視において第1頂面37の周縁から内方に間隔を空けて形成され、第2半導体層12（コンタクト層18）を露出させている。第1メサ開口65は、この形態では、平面視において第1頂面37の内方部（第2メサ開口66）を取り囲む環状（具体的には円環状）に形成されている。第1メサ開口65は、平面視において電流通過層51から間隔を空けて電流通過層51を取り囲む環状に形成されていてもよい。むしろ、第1メサ開口65は、平面視において電流通過層51によって取り囲まれた領域内に形成されていてもよい。この場合、第1メサ開口65は、平面視において電流通過層51から間隔を空けて第1頂面37の内方部を取り囲む環状に形成されていてもよい。

[0065] 第2メサ開口66は、平面視において第1メサ開口65から内方に間隔を

空けて形成され、第2半導体層12（コンタクト層18）を露出させている。つまり、第2メサ開口66は、平面視において第1メサ開口65によって取り囲まれた領域内に形成されている。第2メサ開口66は、平面視において電流障壁層52によって取り囲まれた領域内に形成され、電流通過層51に重なっている。

[0066] 第2メサ開口66は、平面視において円形状に形成されていてもよい。第2メサ開口66は、平面視において多角形状や楕円形状等に形成されていてもよい。第2メサ開口66は、電流通過層51の平面積以上の平面積を有していてもよい。この場合、第2メサ開口66は、平面視において電流障壁層52の一部に重なっていてもよい。むしろ、第2メサ開口66は、電流通過層51の平面積未満の平面積を有していてもよい。

[0067] 第2部分62は、第1除去部30の壁面（第1内壁31、第1外壁32および第1底壁33）を被覆している。第2部分62は、第1頂面37において第1部分61に連なっている。第2部分62は、第1内壁31（メサ構造35の第1側壁38）および第1外壁32（フレーム構造45の第2側壁48）において活性層11および第2半導体層12を被覆し、第1底壁33において第1クラッド層14（高濃度クラッド層16）を被覆している。

[0068] 第2部分62は、第1底壁33において第1クラッド層14を選択的に露出させる第1コンタクト開口67を有している。第1コンタクト開口67は、この形態では、平面視においてメサ構造35に対して第1方向Xの一方側（第3側面5C側）の領域に有端状に形成され、第1方向Xにメサ構造35に対向している。第1コンタクト開口67は、平面視においてメサ構造35および第2除去部40（第2内壁41）から間隔を空けて形成され、高濃度クラッド層16を露出させている。

[0069] 第1コンタクト開口67は、この形態では、平面視においてメサ構造35の周方向に沿って円弧帯状に延びている。第1コンタクト開口67は、この形態では、平面視においてメサ構造35を第2方向Yから挟み込んでいる。第1コンタクト開口67の平面形状は任意であり、第1コンタクト開口67

は屈曲した角部を有するU字帯状に延びていてもよい。第1コンタクト開口67は、第2除去部40の一对の終端壁42aよりも第1方向Xの一方側（第3側面5C側）に位置している。第1コンタクト開口67の両端部は、メサ構造35の中心部よりも第1方向Xの他方側（第4側面5D側）に位置していてもよい。

[0070] 第3部分63は、第2除去部40の壁面（第2内壁41、第2外壁42および第2底壁43）を被覆している。第3部分63は、第1除去部30および第2除去部40の連通部において第2部分62に連なっている。第3部分63は、第2内壁41において第1反射層13および第1クラッド層14を被覆している。第3部分63は、第2外壁42において第1反射層13、第1クラッド層14、活性層11、第2クラッド層17、コンタクト層18および電流狭窄層50を被覆している。第3部分63は、第2底壁43において基板2を被覆している。

[0071] 第3部分63は、第2底壁43において基板2を選択的に露出させる第2コンタクト開口68を有している。第2コンタクト開口68は、この形態では、平面視において第1コンタクト開口67（メサ構造35）に対して第1方向Xの一方側（第3側面5C側）の領域に有端状に形成され、第1方向Xにメサ構造35および第1コンタクト開口67に対向している。第2コンタクト開口68は、平面視において第2除去部40の第2内壁41および第2外壁42の間の領域において第2内壁41および第2外壁42から間隔を空けて形成されている。

[0072] 第2コンタクト開口68は、平面視においてメサ構造35の周方向に沿って円弧帯状に延びている。第2コンタクト開口68は、この形態では、平面視においてメサ構造35を第2方向Yから挟み込んでいる。第2コンタクト開口68は、第1コンタクト開口67に対してほぼ平行に延びていてもよい。第2コンタクト開口68は、この形態では、第1コンタクト開口67の開口面積以上の開口面積を有している。むろん、第2コンタクト開口68の開口面積は、第1コンタクト開口67の開口面積未満であってもよい。

- [0073] 第2コンタクト開口68の平面形状は任意であり、第2コンタクト開口68は屈曲した角部を有するU字帯状に延びていてもよい。第2コンタクト開口68は、第2除去部40の一对の終端壁42aよりも第1方向Xの一方側（第3側面5C側）に位置している。第2コンタクト開口68の両端部は、メサ構造35の中心部よりも第1方向Xの他方側（第4側面5D側）に位置していてもよい。
- [0074] 第4部分64は、フレーム構造45の第2頂面47を被覆している。第4部分64は、第1除去部30および第2頂面47の連通部において第2部分62に連なり、第2除去部40および第2頂面47の連通部において第3部分63に連なっている。第4部分64は、第2半導体層12の周縁（第1～第4半導体側面8A～8D）から内方に間隔を空けて形成され、第2半導体層12の周縁部（コンタクト層18）を露出させる第1ダイシングストリート69を区画している。第1ダイシングストリート69は、平面視において第1除去部30および第2除去部40を取り囲む環状（この形態では四角環状）に形成されている。
- [0075] 面発光レーザ装置1Aは、積層構造6を被覆する第1主面電極70（第1電極）を含む。第1主面電極70は、具体的には、絶縁膜60の上に配置され、絶縁膜60を挟んで積層構造6を被覆している。第1主面電極70は、絶縁膜60を貫通してメサ構造35の第1頂面37に電氣的に接続されている。第1主面電極70は、この形態では、第1電極部71、第2電極部72および第3電極部73を含む。
- [0076] 第1電極部71は、メサ構造35の第1頂面37を被覆している。第1電極部71は、絶縁膜60（第1部分61）の上から第1メサ開口65に入り込み、第1メサ開口65内においてコンタクト層18に電氣的に接続されている。第1電極部71は、平面視において第1頂面37の周縁から内方に間隔を空けて形成され、第2メサ開口66を露出させている。第1電極部71は、この形態では、平面視において第2メサ開口66を取り囲む円環状に形成されている。第1電極部71は、平面視において多角環状や楕円環状等に

形成されていてもよい。

[0077] 第2電極部72は、メサ構造35外の領域を被覆している。第2電極部72は、具体的には、絶縁膜60（第4部分64）を挟んでフレーム構造45の第2頂面47を被覆している。第2電極部72は、この形態では、第1ダイシングストリート69から間隔を空けて第2頂面47において第1方向Xの他方側（第4側面5D側）の領域に配置されている。第2電極部72は、この形態では、平面視において四角形状（具体的には第2方向Yに延びる長方形形状）に形成されている。第2電極部72は、平面視において円形状、多角形状や楕円形状等に形成されていてもよい。

[0078] 第3電極部73は、第1電極部71および第2電極部72を接続している。第3電極部73は、具体的には、第1電極部71から絶縁膜60（第3部分63）の上に引き出され、第2電極部72に向けて帯状に延びている。第3電極部73は、第1除去部30の壁面およびフレーム構造45のストリート部49を通過して第2電極部72に接続されている。第3電極部73は、この形態では、比較的深い第2除去部40から間隔を空けて、第1電極部71および第2電極部72の対向方向（第1方向X）に沿って延びる直線状に形成されている。

[0079] つまり、第3電極部73は、第1電極部71および第2電極部72を最短距離で接続している。むろん、第3電極部73は、第2除去部40を含む任意の領域を被覆するように引き回されていてもよい。第3電極部73は、ストリート部49の幅未満の幅を有している。第3電極部73の幅は第3電極部73の延在方向に直交する方向の幅であり、ストリート部49の幅は一对の終端壁42aの間の幅（第2方向Yに沿う幅）である。

[0080] 第1主面電極70の第2電極部72は、外部接続部材（たとえばボンディングワイヤ等の導線）に電気的および機械的に接続されるパッド電極の一部または全部を形成している。第1電極部71および第3電極部73は、外部接続部材に機械的には接続されない。第2電極部72に印加された電位は、第3電極部73を介して第1電極部71に付与される。第1電極部71に付

与された電位は、第2半導体層12（コンタクト層18）に付与される。

[0081] 第1主面電極70は、積層構造6側からこの順に積層されたTi系金属膜およびAu系金属膜を含む積層構造を有していてもよい。第1主面電極70は、積層構造6側からこの順に積層されたTi系金属膜、Pt系金属膜およびAu系金属膜を含む積層構造を有していてもよい。Ti系金属膜は、Ti膜およびTiN膜のうちの少なくとも1種を含む単層構造または積層構造を有していてもよい。Au系金属膜は、純Au膜（純度が99%以上のAu膜）およびAu合金膜のうちの少なくとも1種を含んでいてもよい。Pt系金属膜は、純Pt膜（純度が99%以上のPt膜）およびPt合金膜のうちの少なくとも1種を含んでいてもよい。

[0082] 面発光レーザ装置1Aは、基板2の第2主面4を被覆する第2主面電極75（第2電極）を含む。第2主面電極75は、基板2に電氣的に接続されている。第2主面電極75は、基板2の周縁（第1～第4側面5A～5D）から内方に間隔を空けて形成され、第2主面4（基板2）の周縁部を露出させる第2ダイシングストリート76を区画している。第2ダイシングストリート76は、平面視において第1除去部30および第2除去部40を取り囲む環状（この形態では四角環状）に形成されている。第2ダイシングストリート76は、平面視において第1ダイシングストリート69に重なっている。

[0083] 第2主面電極75は、金属ペーストや半田等の導電接合材を介して外部接続部材（たとえばパッケージの端子電極や実装基板の配線等）に電氣的および機械的に接続されるパッド電極の一部または全部を形成している。第2主面電極75に印加された電位は、基板2に付与される。第2主面電極75は、第2主面4側からこの順に積層されたTi系金属膜およびAu系金属膜を含む積層構造を有していてもよい。第2主面電極75は、第2主面4側からこの順に積層されたTi系金属膜、Pt系金属膜およびAu系金属膜を含む積層構造を有していてもよい。Ti系金属膜、Pt系金属膜およびAu系金属膜の説明については、第1主面電極70についてなされた説明が適用される。

- [0084] 面発光レーザ装置 1 A は、積層構造 6 を被覆するバイパス配線 8 0 を含む。バイパス配線 8 0 は、第 1 反射層 1 3 よりも低い抵抗値を有し、第 1 除去部 3 0 内において第 1 クラッド層 1 4 に電氣的に接続され、第 2 除去部 4 0 内において基板 2 に電氣的に接続されている。バイパス配線 8 0 は、基板 2 とオーミック接触を形成し、第 1 クラッド層 1 4 とオーミック接触を形成している。
- [0085] バイパス配線 8 0 は、第 1 主面電極 7 0 から間隔を空けて配置され、絶縁膜 6 0 の沿面に沿って第 1 主面電極 7 0 から電氣的に切り離されている。バイパス配線 8 0 は、外部接続部材（たとえばボンディングワイヤ等の導線）に機械的には接続されない。バイパス配線 8 0 は、第 1 主面電極 7 0 および第 2 主面電極 7 5 の間の電流経路の一部を形成している。バイパス配線 8 0 は、第 2 主面電極 7 5 から基板 2 に付与された電位を第 1 クラッド層 1 4（具体的には高濃度クラッド層 1 6）に伝達する。つまり、バイパス配線 8 0 は、第 1 主面電極 7 0 および第 2 主面電極 7 5 の間の電流経路において、比較的高抵抗な第 1 反射層 1 3 および低濃度クラッド層 1 5 を迂回する電流迂回経路を形成している。
- [0086] バイパス配線 8 0 は、この形態では、平面視においてメサ構造 3 5 に対して第 1 方向 X の一方側（第 3 側面 5 C 側）の領域に有端状に形成されている。バイパス配線 8 0 は、平面視において第 1 方向 X にメサ構造 3 5 に対向している。バイパス配線 8 0 は、平面視において第 1 方向 X に第 1 主面電極 7 0 に対向している。バイパス配線 8 0 は、具体的には、平面視において第 1 電極部 7 1 および第 3 電極部 7 3 を挟んで第 2 電極部 7 2 に対向している。
- [0087] バイパス配線 8 0 は、この形態では、メサ構造 3 5 の周方向に沿って円弧帯状に延び、第 1 コンタクト開口 6 7 および第 2 コンタクト開口 6 8 を被覆している。つまり、バイパス配線 8 0 は、メサ構造 3 5 の周方向に沿う電流経路を形成している。バイパス配線 8 0 は、この形態では、第 1 コンタクト開口 6 7 の全域および第 2 コンタクト開口 6 8 の全域を被覆している。バイパス配線 8 0 は、この形態では、平面視においてメサ構造 3 5 を第 2 方向 Y

から挟み込んでいる。バイパス配線 80 の平面形状は任意であり、バイパス配線 80 は屈曲した角部を有する U 字帯状に延びていてもよい。

[0088] バイパス配線 80 は、平面視において第 1 除去部 30 の幅および第 2 除去部 40 の幅の合計値未満の幅を有している。この構造において、バイパス配線 80 は、平面視において第 1 除去部 30 の幅を超える幅を有している。また、バイパス配線 80 は、平面視において第 2 除去部 40 の幅を超える幅を有している。バイパス配線 80 の幅は、バイパス配線 80 の延在方向に直交する方向の幅である。

[0089] バイパス配線 80 は、第 1 除去部 30 および第 2 除去部 40 の連通部（第 1 底壁 33 および第 2 内壁 41 の接続部）を横切り、絶縁膜 60 を挟んで第 1 除去部 30 の壁面の一部および第 2 除去部 40 の壁面の一部を被覆している。バイパス配線 80 は、第 1 除去部 30 の第 1 底壁 33 の上に位置する部分において、絶縁膜 60 を挟んで高濃度クラッド層 16 に対向する部分を含む。バイパス配線 80 は、第 2 除去部 40 の第 2 底壁 43 の上に位置する部分において、絶縁膜 60 を挟んで基板 2 に対向する部分を含む。バイパス配線 80 は、第 2 除去部 40 の第 2 内壁 41 の上に位置する部分において第 1 反射層 13、低濃度クラッド層 15 および高濃度クラッド層 16 に対向する部分を含む。

[0090] バイパス配線 80 は、絶縁膜 60 の上から第 1 コンタクト開口 67 内に入り込んでいる。バイパス配線 80 は、第 1 コンタクト開口 67 内において高濃度クラッド層 16 に機械的および電氣的に接続されている。バイパス配線 80 は、絶縁膜 60 の上から第 2 コンタクト開口 68 内に入り込んでいる。バイパス配線 80 は、第 2 コンタクト開口 68 内において基板 2 に機械的および電氣的に接続されている。つまり、バイパス配線 80 は、この形態では、基板 2 および高濃度クラッド層 16 に対する 2 つの接続点を含み、第 1 反射層 13 および低濃度クラッド層 15 に対する接続点を含まない。

[0091] バイパス配線 80 は、この形態では、第 1 除去部 30 および第 2 除去部 40 の内部に位置し、第 1 除去部 30 および第 2 除去部 40 の外部に配置して

いない。バイパス配線80は、具体的には、メサ構造35（第1除去部30の第1内壁31）およびフレーム構造45（第2除去部40の第2外壁42）から間隔を空けて第1除去部30および第2除去部40の内部に配置されている。バイパス配線80は、平面視においてメサ構造35との間で第1除去部30の第1底壁33の一部（絶縁膜60の一部）をメサ構造35に沿う円弧帯状に露出させている。また、バイパス配線80は、フレーム構造45との間から第2除去部40の第2底壁43の一部（絶縁膜60の一部）をメサ構造35に沿う円弧帯状に露出させている。

[0092] バイパス配線80は、第1方向Xの他方側（第4側面5D側）において一対の端部80aを有している。一対の端部80aは、第2除去部40の一対の終端壁42aよりも第1方向Xの一方側（第3側面5C側）に位置している。一対の端部80aは、メサ構造35の中心部よりも第1方向Xの他方側（第4側面5D側）に位置していてもよい。一対の端部80aは、平面視において第1主面電極70の少なくとも一部（具体的には第1電極部71）を第2方向Yから挟み込んでいる。一対の端部80aは、第3電極部73を第2方向Yから挟み込んでいてもよい。一対の端部80aは、第1方向Xに第2電極部72に対向していてもよい。

[0093] バイパス配線80において第1除去部30の第1底壁33を被覆する部分の面積は、バイパス配線80において第1底壁33を露出させた部分の面積を超えていることが好ましい。バイパス配線80において第2除去部40の第2底壁34を被覆する部分の面積は、バイパス配線80において第2底壁34を露出させた部分の面積を超えていることが好ましい。

[0094] バイパス配線80は、積層構造6側からこの順に積層されたTi系金属膜およびAu系金属膜を含む積層構造を有していてもよい。バイパス配線80は、積層構造6側からこの順に積層されたTi系金属膜、Pt系金属膜およびAu系金属膜を含む積層構造を有していてもよい。Ti系金属膜、Pt系金属膜およびAu系金属膜の説明については、第1主面電極70についてなされた説明が適用される。

- [0095] 面発光レーザ装置 1 A は、メサ構造 3 5 の上に配置された第 2 反射層 8 5 を含む。第 2 反射層 8 5 は、第 2 メサ開口 6 6 内において第 2 半導体層 1 2 の上に積層されている。第 2 反射層 8 5 は、この形態では、第 2 メサ開口 6 6 の平面形状に整合した平面形状（この形態では円形状）に形成されている。つまり、第 2 反射層 8 5 は、第 1 頂面 3 7 から基板 2 と反対側に突出した柱状（円柱形状）に形成されている。第 2 反射層 8 5 は、第 2 メサ開口 6 6 内において第 2 半導体層 1 2 および絶縁膜 6 0 に接している。第 2 反射層 8 5 は、第 2 メサ開口 6 6 外において第 1 主面電極 7 0（第 1 電極部 7 1）に接していてもよい。
- [0096] 第 2 反射層 8 5 は、この形態では、法線方向 Z に周期的に変化する屈折率を有し、特定周波数の光を反射させる誘電体 DBR 層からなる。つまり、第 2 反射層 8 5 は、互いに異なる屈折率をそれぞれ有する複数の第 1 誘電体層および複数の第 2 誘電体層が交互に積層された積層構造を有している。第 1 ～第 2 誘電体層の積層数は任意である。第 1 誘電体層の積層数は 2 以上 1 0 以下であり、第 2 誘電体層の積層数は 2 以上 1 0 以下であってもよい。
- [0097] 第 1 ～第 2 誘電体層は、不純物無添加のシリコン層、酸化シリコン層、酸化アルミニウム層、酸化ニオブ層および酸化タンタル層のうちの少なくとも 1 層をそれぞれ含む。第 2 誘電体層は、第 1 誘電体層とは異なる誘電体材料からなることが好ましい。第 1 ～第 2 誘電体層は、入射光の波長 λ の $1/4$ を各層の屈折率 n で除した値（ $\lambda/4n$ ）となる光学膜厚をそれぞれ有している。
- [0098] 以上、面発光レーザ装置 1 A は、n 型の基板 2、n 型の第 1 反射層 1 3、n 型の第 1 クラッド層 1 4、活性層 1 1、p 型の第 2 半導体層 1 2、第 1 除去部 3 0、第 2 除去部 4 0、および、バイパス配線 8 0 を含む。基板 2 は、一方側の第 1 主面 3 および他方側の第 2 主面 4 を有している。第 1 反射層 1 3 は、第 1 主面 3 の上に基板 2 よりも低濃度に積層されている。第 1 クラッド層 1 4 は、第 1 反射層 1 3 の上に第 1 反射層 1 3 よりも高濃度に積層されている。活性層 1 1 は、第 1 クラッド層 1 4 の上に積層されている。第 2 半

導体層 12 は、活性層 11 の上に積層されている。

[0099] 第 1 除去部 30 は、第 1 クラッド層 14 を露出させるように第 2 半導体層 12 および活性層 11 を掘り下げて形成され、台地状のメサ構造 35 を区画している。第 2 除去部 40 は、メサ構造 35 から間隔を空けた位置から基板 2 を露出させるように第 1 除去部 30 の底部（第 1 底壁 33）から第 1 クラッド層 14 および第 1 反射層 13 を掘り下げて形成されている。バイパス配線 80 は、第 1 除去部 30 内において第 1 クラッド層 14 に電氣的に接続され、第 2 除去部 40 内において基板 2 に電氣的に接続されている。

[0100] この構造によれば、バイパス配線 80 によって、比較的高抵抗な第 1 反射層 13 を迂回する電流経路を基板 2 および第 1 クラッド層 14 の間に形成できる。これにより、基板 2 および第 2 半導体層 12 の間の抵抗値を削減できる。このような構造は、順方向電圧 V_F の特性を向上する上で有効である。また、バイパス配線 80 による電流迂回経路によれば、低濃度の第 1 反射層 13、または、不純物無添加の第 1 反射層 13 を形成できるので、第 1 反射層 13 に起因する光吸収を低減できる。よって、性能を向上できる面発光レーザー装置 1A を提供できる。

[0101] 図 4 は、第 2 実施形態に係る面発光レーザー装置 1B を示す平面図である。図 5 は、図 1 に示す V-V 線に沿う断面図である。前述の面発光レーザー装置 1A は、第 1 コンタクト開口 67 から間隔を空けて形成された第 2 コンタクト開口 68 を有する絶縁膜 60 を含む。これに対して、図 4 および図 5 を参照して、面発光レーザー装置 1B は、第 1 コンタクト開口 67 および第 2 コンタクト開口 68 の間の領域に形成された第 3 コンタクト開口 90 を有する絶縁膜 60 を含む。

[0102] 第 3 コンタクト開口 90 は、第 1 コンタクト開口 67 および第 2 コンタクト開口 68 の間で第 2 除去部 40 の第 2 内壁 41 を露出させている。第 3 コンタクト開口 90 は、第 1 除去部 30 および第 2 除去部 40 の連通部を露出させている。第 3 コンタクト開口 90 は、この形態では、メサ構造 35 側において第 1 コンタクト開口 67 に連通し、基板 2 の周縁側（フレーム構造 4

5側)において第2コンタクト開口68に連通している。第3コンタクト開口90は、第1コンタクト開口67の全域および第2コンタクト開口68の全域に連通している。

[0103] つまり、第3コンタクト開口90は、第1コンタクト開口67および第2コンタクト開口68と1つのコンタクト開口91を形成している。換言すると、コンタクト開口91は、第1実施形態に係る絶縁膜60において第1コンタクト開口67および第2コンタクト開口68の間に介在された部分を取り除かれた構造を有している。コンタクト開口91は、第1除去部30の第1底壁33から高濃度クラッド層16を露出させている。コンタクト開口91は、第2除去部40の第2内壁41から第1反射層13、低濃度クラッド層15および高濃度クラッド層16を露出させている。コンタクト開口91は、第2除去部40の第2底壁43から基板2を露出させている。

[0104] 第3コンタクト開口90は、第1コンタクト開口67および第2コンタクト開口68からか間隔を空けて形成されていてもよい。また、複数の第3コンタクト開口90が、第1コンタクト開口67および第2コンタクト開口68の間の領域に形成されていてもよい。複数の第3コンタクト開口90は、第1コンタクト開口67および第2コンタクト開口68のいずれか一方または双方にそれぞれ連通していてもよい。

[0105] バイパス配線80は、第1実施形態の場合と同様の態様で、メサ構造35の周方向に沿って延びている。バイパス配線80は、この形態では、第1～第3コンタクト開口67、68、90（コンタクト開口91）を被覆し、絶縁膜60を挟んで第1除去部30の壁面の一部および第2除去部40の壁面の一部を被覆している。バイパス配線80は、この形態では、第1～第3コンタクト開口67、68、90の全域を被覆している。

[0106] バイパス配線80は、絶縁膜60の上から第1～第3コンタクト開口67、68、90内に入り込んでいる。バイパス配線80は、第1除去部30の第1底壁33の上に位置する部分において、絶縁膜60を挟んで高濃度クラッド層16に対向する部分を含む。バイパス配線80は、第2除去部40の

第2底壁43の上に位置する部分において、絶縁膜60を挟んで基板2に対向する部分を含む。バイパス配線80は、第2除去部40の第2内壁41の上に位置する部分において、絶縁膜60を挟んで第1反射層13、低濃度クラッド層15および高濃度クラッド層16に対向する部分を含む。

[0107] バイパス配線80は、第1～第3コンタクト開口67、68、90内において、第1除去部30の第1底壁33、第2除去部40の第2内壁41、および、第2除去部40の第2底壁43を被覆している。バイパス配線80は、第1底壁33（第1コンタクト開口67内に位置する部分）において高濃度クラッド層16に機械的および電氣的に接続されている。バイパス配線80は、第2底壁43（第2コンタクト開口68内に位置する部分）において基板2に機械的および電氣的に接続されている。バイパス配線80は、第2内壁41（第3コンタクト開口90内に位置する部分）において第1反射層13、低濃度クラッド層15および高濃度クラッド層16に機械的および電氣的に接続されている。

[0108] 以上、面発光レーザ装置1Bによっても、面発光レーザ装置1Aに対して述べられた効果と同様の効果が奏される。

[0109] 図6は、第3実施形態に係る面発光レーザ装置1Cを示す平面図である。図7は、図6に示すVII-VII線に沿う断面図である。前述の面発光レーザ装置1Aは、有端の第2除去部40、有端の第1コンタクト開口67、有端の第2コンタクト開口68、および、有端のバイパス配線80を含む。これに対して、図6および図7を参照して、面発光レーザ装置1Cは、無端の第2除去部40、無端の第1コンタクト開口67、無端の第2コンタクト開口68、および、無端のバイパス配線80を含む。

[0110] 第2除去部40は、この形態では、第1除去部30の全周に連通するように、平面視においてメサ構造35を取り囲む無端状（この形態では円環状）に形成されている。つまり、第1除去部30は、第1内壁31および第1底壁33を含み、第1外壁32を含まない。第2除去部40の第2内壁41は、全周に亘って第1反射層13および第1クラッド層14を露出させている

。第2除去部40の第2外壁42は、全周に亘って第1半導体層10、活性層11および第2半導体層12を露出させ、フレーム構造45（第2側壁48）を区画している。第2除去部40の第2外壁42の一部は、第1除去部30の第1外壁32を形成していると思われてもよい。第2除去部40の第2底壁43は、全周に亘って基板2を露出させている。

[0111] 絶縁膜60は、第1実施形態の場合と同様に、第1部分61、第2部分62、第3部分63および第4部分64を含む。第2部分62は、この形態では、第1除去部30の壁面（第1内壁31および第1底壁33）を全周に亘って被覆している。第1コンタクト開口67は、この形態では、平面視においてメサ構造35を取り囲む無端状（この形態では円環状）に形成されている。第3部分63は、この形態では、第2除去部40の壁面（第2内壁41、第2外壁42および第2底壁43）を全周に亘って被覆している。第2コンタクト開口68は、この形態では、平面視において第1コンタクト開口67およびメサ構造35を取り囲む無端状（この形態では円環状）に形成されている。

[0112] バイパス配線80は、この形態では、平面視においてメサ構造35を取り囲む無端状（この形態では円環状）に形成されている。バイパス配線80は、第1コンタクト開口67および第2コンタクト開口68を全周に亘って被覆している。つまり、バイパス配線80は、第1コンタクト開口67から露出した第1クラッド層14（高濃度クラッド層16）に全周に亘って電氣的に接続され、第2コンタクト開口68から露出した基板2に全周に亘って電氣的に接続されている。バイパス配線80は、この形態では、メサ構造35の周囲においてメサ構造35を取り囲む電流経路を形成している。

[0113] 面発光レーザ装置1Cは、この形態では、バイパス配線80の少なくとも一部を被覆する層間絶縁膜92を含む。層間絶縁膜92は、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜および酸窒化シリコン膜のうちの少なくとも1つを含む。層間絶縁膜92は、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜および酸窒化シリコン膜のうちの少なくとも1つを含む積層構造を有していてもよい。層間絶縁膜

92は、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜または酸窒化シリコン膜からなる単層構造を有していてもよい。層間絶縁膜92は、絶縁膜60とは異なる絶縁体を含むことが好ましい。層間絶縁膜92は、この形態では、酸化シリコン膜からなる単層構造を有している。

[0114] 層間絶縁膜92は、バイパス配線80の延在方向（環状方向）の交差方向（好ましくは直交方向）にバイパス配線80を横切るようにバイパス配線80の少なくとも一部を被覆していればよい。つまり、層間絶縁膜92は、メサ構造35の第1頂面37およびフレーム構造45の第2頂面47を結ぶ任意のラインに沿ってバイパス配線80を横切るようにバイパス配線80の少なくとも一部を被覆していればよい。

[0115] 層間絶縁膜92は、この形態では、バイパス配線80の全域を被覆している。また、層間絶縁膜92は、この形態では、絶縁膜60と同様の態様で、メサ構造35の第1頂面37、第1除去部30の壁面、第2除去部40の壁面およびフレーム構造45の第2頂面47を被覆し、第1除去部30および第2除去部40内においてバイパス配線80を被覆している。層間絶縁膜92は、この形態では、メサ構造35の第1頂面37を被覆する部分において、絶縁膜60（第1部分61）と第1メサ開口65および第2メサ開口66を区画している。

[0116] 第1主面電極70は、この形態では、層間絶縁膜92によってバイパス配線80から電氣的に絶縁されるように層間絶縁膜92の上に配置されている。第1主面電極70は、第1実施形態の場合と同様に、第1電極部71、第2電極部72および第3電極部73を含む。この形態では、層間絶縁膜92の形成態様によって第1主面電極70の全体が層間絶縁膜92の上に配置された構造が説明されるが、少なくとも第3電極部73が層間絶縁膜92の上に配置されていればよく、第1主面電極70の全体が層間絶縁膜92の上に配置されている必要はない。

[0117] 第1電極部71は、第1実施形態の場合と同様の態様でメサ構造35の第1頂面37の上に配置されている。第1電極部71は、この形態では、層間

絶縁膜 92 および絶縁膜 60（第 1 部分 61）を貫通してメサ構造 35 の第 1 頂面 37 に接続されている。第 2 電極部 72 は、第 1 実施形態の場合と同様の態様でメサ構造 35 外の領域（フレーム構造 45 の第 2 頂面 47）の上に配置されている。

[0118] 第 3 電極部 73 は、この形態では、第 1 電極部 71 から層間絶縁膜 92 の上に引き出され、第 2 電極部 72 に向けて帯状に延びている。第 3 電極部 73 は、層間絶縁膜 92 を挟んでバイパス配線 80 に交差する交差部 73a を有している。交差部 73a は、層間絶縁膜 92 によってバイパス配線 80 から電氣的に絶縁されている。第 3 電極部 73 は、交差部 73a を介して第 1 除去部 30 の壁面を通過し、フレーム構造 45 の上で第 2 電極部 72 に接続されている。これにより、第 1 主面電極 70 は、層間絶縁膜 92 によってバイパス配線 80 から電氣的に絶縁されている。

[0119] 以上、面発光レーザ装置 1C によっても、面発光レーザ装置 1A に対して述べられた効果と同様の効果が奏される。面発光レーザ装置 1C の構造は、第 1 主面電極 70 および第 2 主面電極 75 の間の抵抗値を削減する上で有効である。第 2 実施形態に係る第 3 コンタクト開口 90 は、第 3 実施形態に係る面発光レーザ装置 1C に適用されてもよい。つまり、第 3 実施形態に係る面発光レーザ装置 1C において、環状のコンタクト開口 91 が適用されてもよい。

[0120] 図 8 は、第 4 実施形態に係る面発光レーザ装置 1D を示す平面図である。図 9 は、図 8 に示す IX-IX 線に沿う断面図である。前述の面発光レーザ装置 1A は、第 2 半導体層 12 および活性層 11 を掘り下げた第 2 除去部 40 を含む。これに対して、図 8 および図 9 を参照して、面発光レーザ装置 1D は、第 2 半導体層 12 および活性層 11 を掘り下げない第 2 除去部 40 を含む。

[0121] 第 1 除去部 30 の第 1 内壁 31 および第 1 外壁 32 は、この形態では、平面視において第 2 半導体層 12 の内方部を取り囲む環状にそれぞれ形成されている。第 1 除去部 30 の第 1 底壁 33 は、平面視において第 2 半導体層 12 の内方部を取り囲む環状に形成されている。第 1 除去部 30 は、第 1 内壁

31によってメサ構造35を区画し、第1外壁32によってフレーム構造45を区画している。

[0122] 第2除去部40は、この形態では、第1除去部30の第1底壁33においてメサ構造35に対して第1方向Xの一方側（第3側面5C側）の領域に有端状に形成されている。第2除去部40は、この形態では、第1除去部30の第1内壁31および第1外壁32から間隔を空けて第1底壁33から基板2に向けて掘り下がり、第1除去部30の第1底壁33に連通している。第2除去部40は、第1クラッド層14および第1反射層13を貫通し、基板2を露出させている。第2除去部40は、この形態では、コンタクト層18、第2クラッド層17および活性層11を露出させていない。つまり、第2除去部40は、この形態では、第1除去部30内のみに形成され、フレーム構造45を区画していない。

[0123] 第2除去部40の第2内壁41および第2外壁42（一对の終端壁42a）は、この形態では、第1除去部30の第1底壁33にそれぞれ連通している。第2内壁41および第2外壁42は、第1反射層13および第1クラッド層14をそれぞれ露出させ、コンタクト層18、第2クラッド層17および活性層11を露出させていない。第2内壁41および第2外壁42は、この形態では、第1クラッド層14側から基板2側に向けてそれぞれ斜め下り傾斜している。第2内壁41および第2外壁42は、法線方向Zに沿ってほぼ垂直に延びていてもよい。第2底壁43は、第1実施形態の場合と同様の態様で、基板2を露出させている。

[0124] 前述の第1コンタクト開口68は、前述の第1実施形態の場合と同様の態様で、第1除去部30の第1底壁33を露出させている。前述の第2コンタクト開口68は、前述の第1実施形態の場合と同様の態様で、第2除去部40の第2底壁43を露出させている。前述のバイパス配線80は、前述の第1実施形態の場合と同様の態様で、基板2および第1クラッド層14に電氣的に接続されている。

[0125] バイパス配線80は、この形態では、第1除去部30の第1内壁31およ

び第1外壁32の間の領域において第2除去部40を被覆している。バイパス配線80は、具体的には、第1内壁31（メサ構造35）および第1外壁32（フレーム構造45）から間隔を空けて第1除去部30の第1底壁33および第2除去部40の第2底壁43を被覆している。バイパス配線80は、第1底壁33において第1コンタクト開口67の全域を被覆し、第2底壁43において第2コンタクト開口68の全域を被覆している。

[0126] バイパス配線80は、この形態では、第2除去部40の全域を被覆している。つまり、バイパス配線80の一对の端部80aは、第2除去部40の一对の周端壁40aよりも外方に張り出している。バイパス配線80は、第1除去部30の第1底壁33において第1クラッド層14に電氣的に接続され、第2除去部40の第2底壁43において基板2に電氣的に接続されている。

[0127] 以上、面発光レーザ装置1Dによっても、面発光レーザ装置1Aに対して述べられた効果と同様の効果が奏される。第2実施形態に係る第3コンタクト開口90は、第4実施形態に係る面発光レーザ装置1Dに適用されてもよい。つまり、第4実施形態に係る面発光レーザ装置1Dにおいて、コンタクト開口91が適用されてもよい。また、第3実施形態に係る無端の第2除去部40、無端の第1コンタクト開口67、無端の第2コンタクト開口68、無端のバイパス配線80および層間絶縁膜92は、第4実施形態に係る面発光レーザ装置1Dに適用されてもよい。

[0128] 図10は、第5実施形態に係る面発光レーザ装置1Eを示す平面図である。図11は、図10に示すXI-XI線に沿う断面図である。前述の面発光レーザ装置1Aは、第1除去部30によって区画されたフレーム構造45を含む。これに対して、図10および図11を参照して、面発光レーザ装置1Eは、第1半導体層10の周縁（基板2の第1～第4側面5A～5D）に連なる第1底壁33を有し、第1外壁32を有さない第1除去部30を含む。つまり、面発光レーザ装置1Eは、フレーム構造45を含まない。絶縁膜60は、この形態では、第1部分61、第2部分62および第3部分63を含み、第

4部分64を含まない。第2部分62は、第1半導体層10の周縁部を露出させる第1ダイシングストリート69を区画している。

[0129] 第1主面電極70は、第1実施形態の場合と同様に、第1電極部71、第2電極部72および第3電極部73を含む。第2電極部72は、この形態では、メサ構造35外の領域としての第1除去部30の第1底壁33の上に配置されている。第2電極部72は、絶縁膜60（第2部分62）を挟んで第1クラッド層14（高濃度クラッド層16）に対向している。第3電極部73は、第1電極部71から第1除去部30の第1底壁33の上に引き出され、第2電極部72に接続されている。第3電極部73は、絶縁膜60（第2部分62）を挟んで第1クラッド層14（高濃度クラッド層16）、第2半導体層12および活性層11に対向している。

[0130] 以上、面発光レーザ装置1Eによっても、面発光レーザ装置1Aに対して述べられた効果と同様の効果が奏される。第2実施形態に係る第3コンタクト開口90は、第4実施形態に係る面発光レーザ装置1Eに適用されてもよい。つまり、第5実施形態に係る面発光レーザ装置1Eにおいて、コンタクト開口91が適用されてもよい。また、第3実施形態に係る無端の第2除去部40、無端の第1コンタクト開口67、無端の第2コンタクト開口68、無端のバイパス配線80および層間絶縁膜92は、第5実施形態に係る面発光レーザ装置1Eに適用されてもよい。

[0131] 図12は、前述の各実施形態に適用される変形例を示す平面図である。図12では、一例として前述の第1実施形態の変形例が示されており、図12に示すII-II線は図2に示された断面図に対応している。

[0132] 前述の各実施形態では、第1除去部30によって1つのメサ構造35が区画された例が説明された。しかし、図12に示されるように、少なくとも1つ（この形態では複数）の第1除去部30によって複数のメサ構造35が区画されていてもよい。この場合、複数のメサ構造35毎に前述の各実施形態に係る構造（第2除去部40、絶縁膜60、第1コンタクト開口67、第2コンタクト開口68、バイパス配線80、第1主面電極70、第2反射層8

5等)がそれぞれ適用される。

[0133] この場合、第1主面電極70は、複数のメサ構造35に対応して、複数の第1電極部71、1つまたは複数の第2電極部72、および、複数の第3電極部73を有していてもよい。むろん、複数の第2除去部40は、隣り合う複数のメサ構造35の間で接続されていてもよい。また、複数の第1コンタクト開口67は、隣り合う複数のメサ構造35の間で接続されていてもよい。また、複数の第2コンタクト開口68は、隣り合う複数のメサ構造35の間で接続されていてもよい。また、複数のバイパス配線80は、隣り合う複数のメサ構造35の間で接続されていてもよい。

[0134] 前述の各実施形態はさらに他の形態で実施できる。前述の各実施形態では、第1クラッド層14が低濃度クラッド層15および高濃度クラッド層16を含む積層構造を有している例が説明された。しかし、第1クラッド層14は、低濃度クラッド層15を含まず、高濃度クラッド層16からなる単層構造を有していてもよい。

[0135] 前述の各実施形態では、メサ構造35の中心部が、平面視において基板2の中心部からずれている例が説明された。しかし、メサ構造35の中心部は、平面視において基板2の中心部に重なっていてもよい。

[0136] 前述の各実施形態では、有端状の1つの第1コンタクト開口67および有端状の1つの第2コンタクト開口68が形成された例が説明された。しかし、有端状の複数の第1コンタクト開口67がメサ構造35の周方向に沿って配列されていてもよい。また、有端状の複数の第2コンタクト開口68がメサ構造35の周方向に沿って配列されていてもよい。

[0137] 前述の各実施形態では、バイパス配線80がメサ構造35から間隔を空けて形成された例が説明された。しかし、バイパス配線80は、メサ構造35を部分的に被覆する部分を有していてもよい。たとえば、バイパス配線80の一部(内縁部)が、メサ構造35の第1側壁38(第1除去部30の第1内壁31)を被覆していてもよい。

[0138] 前述の各実施形態では、バイパス配線80が第1除去部30および第2除

去部 40 の外部に配置されていない例が説明された。しかし、バイパス配線 80 の一部は、第 1 除去部 30 および第 2 除去部 40 の外部に配置されていてもよい。たとえば、バイパス配線 80 の一部は、第 1 除去部 30 の第 1 外壁 32 および／または第 2 除去部 40 の第 2 外壁 42 を横切ってフレーム構造 45 の第 2 頂面 47 の上に配置されていてもよい。

[0139] 前述の各実施形態では、「第 1 導電型」が「n 型」、「第 2 導電型」が p 型である例が説明されたが、「第 1 導電型」が「p 型」、「第 2 導電型」が「n 型」であってもよい。この場合の具体的な構成は、前述の説明および添付図面において「n 型領域」を「p 型領域」に置き換え、「n 型領域」を「p 型領域」に置き換えることによって得られる。

[0140] 前述の第 1 ～第 5 実施形態の特徴はそれらの間で任意の態様で組み合わせられることができ、第 1 ～第 5 実施形態の特徴のうちの少なくとも 2 つの特徴を同時に備えた面発光レーザ装置が採用されてもよい。つまり、第 2 実施形態の特徴が第 1 実施形態の特徴に組み合わせられてもよい。また、第 3 実施形態の特徴が第 1 ～第 2 実施形態の特徴のいずれか一つに組み合わせられてもよい。また、第 4 実施形態の特徴が第 1 ～第 3 実施形態の特徴のいずれか一つに組み合わせられてもよい。また、第 5 実施形態の特徴が第 1 ～第 4 実施形態の特徴のいずれか一つに組み合わせられてもよい。

[0141] 以下、この明細書および図面から抽出される特徴の例を示す。以下の [A 1] ～ [A 20] は、性能を向上できる面発光レーザ装置を提供する。

[0142] [A 1] 一方側の第 1 主面および他方側の第 2 主面を有する第 1 導電型の基板と、前記第 1 主面の上に前記基板よりも低濃度に積層された第 1 導電型の反射層と、前記反射層の上に前記反射層よりも高濃度に積層された第 1 導電型のクラッド層と、前記クラッド層の上に積層された活性層と、前記活性層の上に積層された第 2 導電型の半導体層と、前記クラッド層を露出させるように前記半導体層および前記活性層を掘り下げて形成され、台地状のメサ構造を区画する第 1 除去部と、前記メサ構造から間隔を空けた位置から前記基板を露出させるように前記第 1 除去部の底部から前記クラッド層および前

記反射層を掘り下げて形成された第2除去部と、前記第1除去部内において前記クラッド層に電氣的に接続され、前記第2除去部内において前記基板に電氣的に接続されたバイパス配線と、を含む、面発光レーザ装置。

[0143] [A2] 前記メサ構造の上において前記半導体層に電氣的に接続された第1電極と、前記第2主面の上において前記基板に電氣的に接続された第2電極と、をさらに含み、前記バイパス配線は、前記第1電極および前記第2電極の間の電流経路の一部を形成している、A1に記載の面発光レーザ装置。

[0144] [A3] 前記第1電極は、前記メサ構造外に位置する部分を含む、A2に記載の面発光レーザ装置。

[0145] [A4] 前記第1電極は、外部接続部材に電氣的および機械的に接続され、前記バイパス配線は、外部接続部材に電氣的および機械的に接続されない、A2またはA3に記載の面発光レーザ装置。

[0146] [A5] 前記バイパス配線は、平面視において前記メサ構造との間から前記第1除去部の底部の一部を露出させるように前記メサ構造から間隔を空けて形成されている、A1～A4のいずれか一つに記載の面発光レーザ装置。

[0147] [A6] 前記第2除去部は、平面視において前記メサ構造に沿って延びる帯状に形成され、前記バイパス配線は、平面視において前記メサ構造に沿って延びる帯状に形成されている、A1～A5のいずれか一つに記載の面発光レーザ装置。

[0148] [A7] 前記第2除去部は、平面視において延在方向の直交方向に第1幅を有し、前記バイパス配線は、平面視において延在方向の直交方向に前記第1幅を超える第2幅を有している、A6に記載の面発光レーザ装置。

[0149] [A8] 前記第2除去部内において前記反射層を被覆する絶縁膜をさらに含み、前記バイパス配線は、前記第2除去部内において前記絶縁膜を挟んで前記反射層を被覆する部分を含む、A1～A7のいずれか一つに記載の面発光レーザ装置。

[0150] [A9] 前記絶縁膜は、前記第1除去部の底部において前記クラッド層を被覆し、前記第2除去部の底部において前記基板を被覆し、前記バイパス配

線は、前記絶縁膜を貫通して前記基板および前記クラッド層に電氣的に接続されている、A 8に記載の面発光レーザ装置。

[0151] [A 1 0] 前記バイパス配線は、前記基板とオーミック接触を形成し、前記クラッド層とオーミック接触を形成している、A 1～A 9のいずれか一つに記載の面発光レーザ装置。

[0152] [A 1 1] 前記基板は、 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ を超える不純物濃度を有し、前記反射層は、 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以下の不純物濃度を有し、前記クラッド層は、 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ を超える不純物濃度を有している、A 1～A 1 0のいずれか一つに記載の面発光レーザ装置。

[0153] [A 1 2] 前記反射層は、不純物無添加である、A 1～A 1 1のいずれか一つに記載の面発光レーザ装置。

[0154] [A 1 3] 前記第1除去部によって前記メサ構造とは異なる領域に区画されたフレーム構造をさらに含み、前記第2除去部は、前記第1除去部の底部において前記フレーム構造および前記メサ構造の間の領域に形成されている、A 1～A 1 2のいずれか一つに記載の面発光レーザ装置。

[0155] [A 1 4] 前記フレーム構造は、電氣的に浮遊状態に形成されている、A 1 3に記載の面発光レーザ装置。

[0156] [A 1 5] 前記フレーム構造は、平面視において前記メサ構造を取り囲んでいる、A 1 3またはA 1 4に記載の面発光レーザ装置。

[0157] [A 1 6] 前記半導体層は、前記活性層の上に積層された第2導電型の第2クラッド層を含む、A 1～A 1 5のいずれか一つに記載の面発光レーザ装置。

[0158] [A 1 7] 前記半導体層は、前記第2クラッド層の上に前記第2クラッド層よりも高濃度に積層された第2導電型のコンタクト層を含む、A 1 6に記載の面発光レーザ装置。

[0159] [A 1 8] 前記メサ構造内において前記半導体層の厚さ方向途中部に介在され、前記メサ構造内を流れる電流を狭窄する電流狭窄層をさらに含む、A 1～A 1 7のいずれか一つに記載の面発光レーザ装置。

- [0160] [A 1 9] 前記電流狭窄層は、電流経路となる第2導電型の電流通過層、および、電流経路を遮断する電流障壁層を含む、A 1 8に記載の面発光レーザー装置。
- [0161] [A 2 0] 前記メサ構造の上に積層された第2反射層をさらに含む、A 1 ～A 1 9のいずれか一つに記載の面発光レーザー装置。
- [0162] 実施形態について詳細に説明してきたが、これらは技術的内容を明らかにするために用いられた具体例に過ぎず、本発明はこれらの具体例に限定して解釈されるべきではなく、本発明の範囲は添付の請求の範囲によって限定される。

符号の説明

- [0163] 1 A 面発光レーザー装置
1 B 面発光レーザー装置
1 C 面発光レーザー装置
1 D 面発光レーザー装置
1 E 面発光レーザー装置
2 基板
3 第1主面
4 第2主面
1 0 第1半導体層
1 1 活性層
1 2 第2半導体層
1 3 第1反射層
1 4 第1クラッド層
1 7 第2クラッド層
1 8 コンタクト層
3 0 第1除去部
3 5 メサ構造
4 0 第2除去部

- 4 5 フレーム構造
- 5 0 電流狭窄層
- 5 1 電流通過層
- 5 2 電流障壁層
- 6 0 絶縁膜
- 6 7 第1コンタクト開口
- 6 8 第2コンタクト開口
- 7 0 第1主面電極
- 7 5 第2主面電極
- 8 0 バイパス配線
- 8 5 第2反射層

請求の範囲

- [請求項1] 一方側の第1主面および他方側の第2主面を有する第1導電型の基板と、
- 前記第1主面の上に前記基板よりも低濃度に積層された第1導電型の反射層と、
- 前記反射層の上に前記反射層よりも高濃度に積層された第1導電型のクラッド層と、
- 前記クラッド層の上に積層された活性層と、
- 前記活性層の上に積層された第2導電型の半導体層と、
- 前記クラッド層を露出させるように前記半導体層および前記活性層を掘り下げて形成され、台地状のメサ構造を区画する第1除去部と、
- 前記メサ構造から間隔を空けた位置から前記基板を露出させるように前記第1除去部の底部から前記クラッド層および前記反射層を掘り下げて形成された第2除去部と、
- 前記第1除去部内において前記クラッド層に電氣的に接続され、前記第2除去部内において前記基板に電氣的に接続されたバイパス配線と、を含む、面発光レーザ装置。
- [請求項2] 前記メサ構造の上において前記半導体層に電氣的に接続された第1電極と、
- 前記第2主面の上において前記基板に電氣的に接続された第2電極と、をさらに含み、
- 前記バイパス配線は、前記第1電極および前記第2電極の間の電流経路の一部を形成している、請求項1に記載の面発光レーザ装置。
- [請求項3] 前記第1電極は、前記メサ構造外に位置する部分を含む、請求項2に記載の面発光レーザ装置。
- [請求項4] 前記第1電極は、外部接続部材に電氣的および機械的に接続され、
- 前記バイパス配線は、外部接続部材に電氣的および機械的に接続されない、請求項2または3に記載の面発光レーザ装置。

- [請求項5] 前記バイパス配線は、平面視において前記メサ構造との間から前記第1除去部の底部の一部を露出させるように前記メサ構造から間隔を空けて形成されている、請求項1～4のいずれか一項に記載の面発光レーザ装置。
- [請求項6] 前記第2除去部は、平面視において前記メサ構造に沿って延びる帯状に形成され、
前記バイパス配線は、平面視において前記メサ構造に沿って延びる帯状に形成されている、請求項1～5のいずれか一項に記載の面発光レーザ装置。
- [請求項7] 前記第2除去部は、平面視において延在方向の直交方向に第1幅を有し、
前記バイパス配線は、平面視において延在方向の直交方向に前記第1幅を超える第2幅を有している、請求項6に記載の面発光レーザ装置。
- [請求項8] 前記第2除去部内において前記反射層を被覆する絶縁膜をさらに含み、
前記バイパス配線は、前記第2除去部内において前記絶縁膜を挟んで前記反射層を被覆する部分を含む、請求項1～7のいずれか一項に記載の面発光レーザ装置。
- [請求項9] 前記絶縁膜は、前記第1除去部の底部において前記クラッド層を被覆し、前記第2除去部の底部において前記基板を被覆し、
前記バイパス配線は、前記絶縁膜を貫通して前記基板および前記クラッド層に電氣的に接続されている、請求項8に記載の面発光レーザ装置。
- [請求項10] 前記バイパス配線は、前記基板とオーミック接触を形成し、前記クラッド層とオーミック接触を形成している、請求項1～9のいずれか一項に記載の面発光レーザ装置。
- [請求項11] 前記基板は、 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ を超える不純物濃度を有し、

前記反射層は、 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以下の不純物濃度を有し、

前記クラッド層は、 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ を超える不純物濃度を有している、請求項1～10のいずれか一項に記載の面発光レーザ装置。

[請求項12] 前記反射層は、不純物無添加である、請求項1～11のいずれか一項に記載の面発光レーザ装置。

[請求項13] 前記第1除去部によって前記メサ構造とは異なる領域に区画されたフレーム構造をさらに含み、

前記第2除去部は、前記第1除去部の底部において前記フレーム構造および前記メサ構造の間の領域に形成されている、請求項1～12のいずれか一項に記載の面発光レーザ装置。

[請求項14] 前記フレーム構造は、電氣的に浮遊状態に形成されている、請求項13に記載の面発光レーザ装置。

[請求項15] 前記フレーム構造は、平面視において前記メサ構造を取り囲んでいる、請求項13または14に記載の面発光レーザ装置。

[請求項16] 前記半導体層は、前記活性層の上に積層された第2導電型の第2クラッド層を含む、請求項1～15のいずれか一項に記載の面発光レーザ装置。

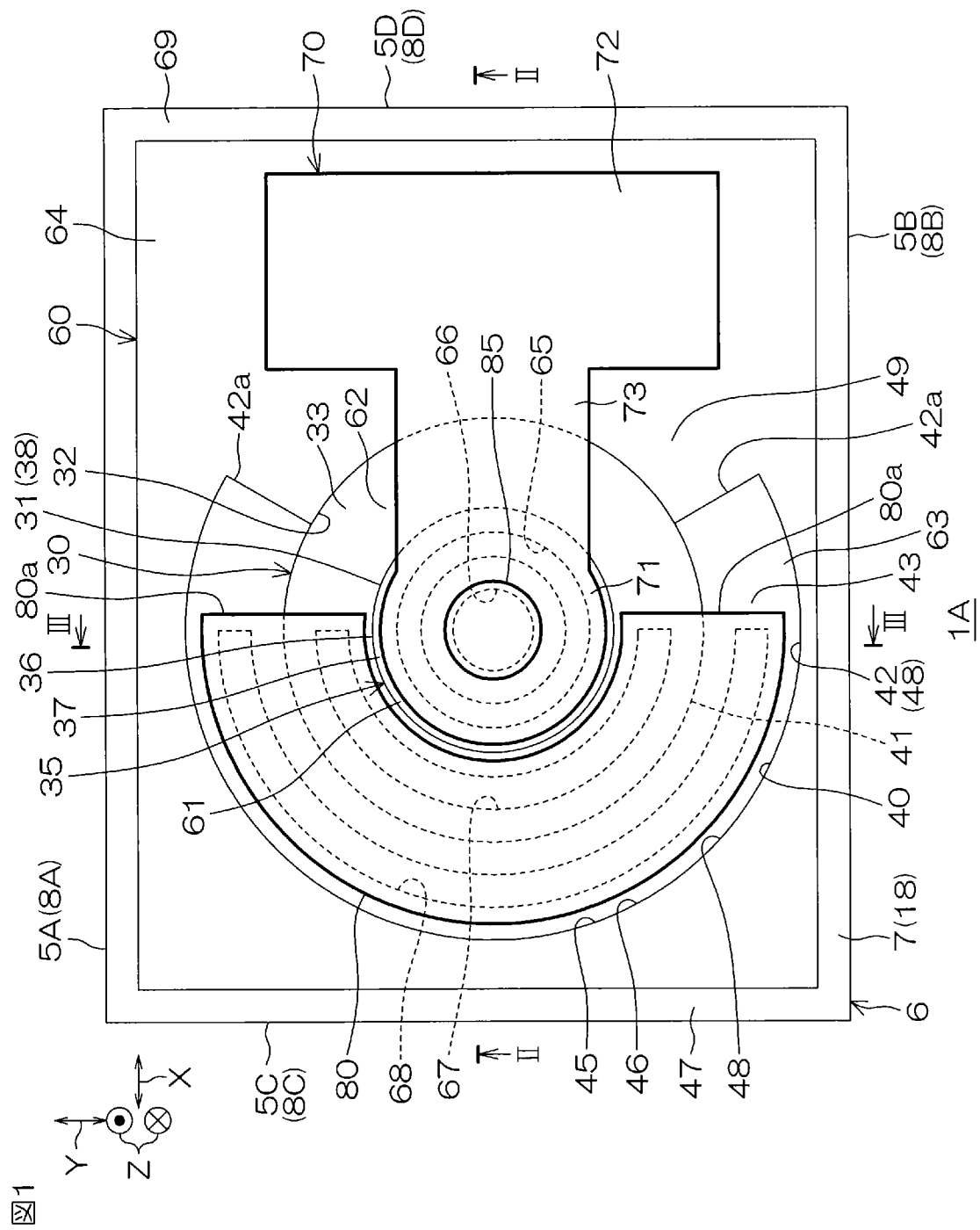
[請求項17] 前記半導体層は、前記第2クラッド層の上に前記第2クラッド層よりも高濃度に積層された第2導電型のコンタクト層を含む、請求項16に記載の面発光レーザ装置。

[請求項18] 前記メサ構造内において前記半導体層の厚さ方向途中部に介在され、前記メサ構造内を流れる電流を狭窄する電流狭窄層をさらに含む、請求項1～17のいずれか一項に記載の面発光レーザ装置。

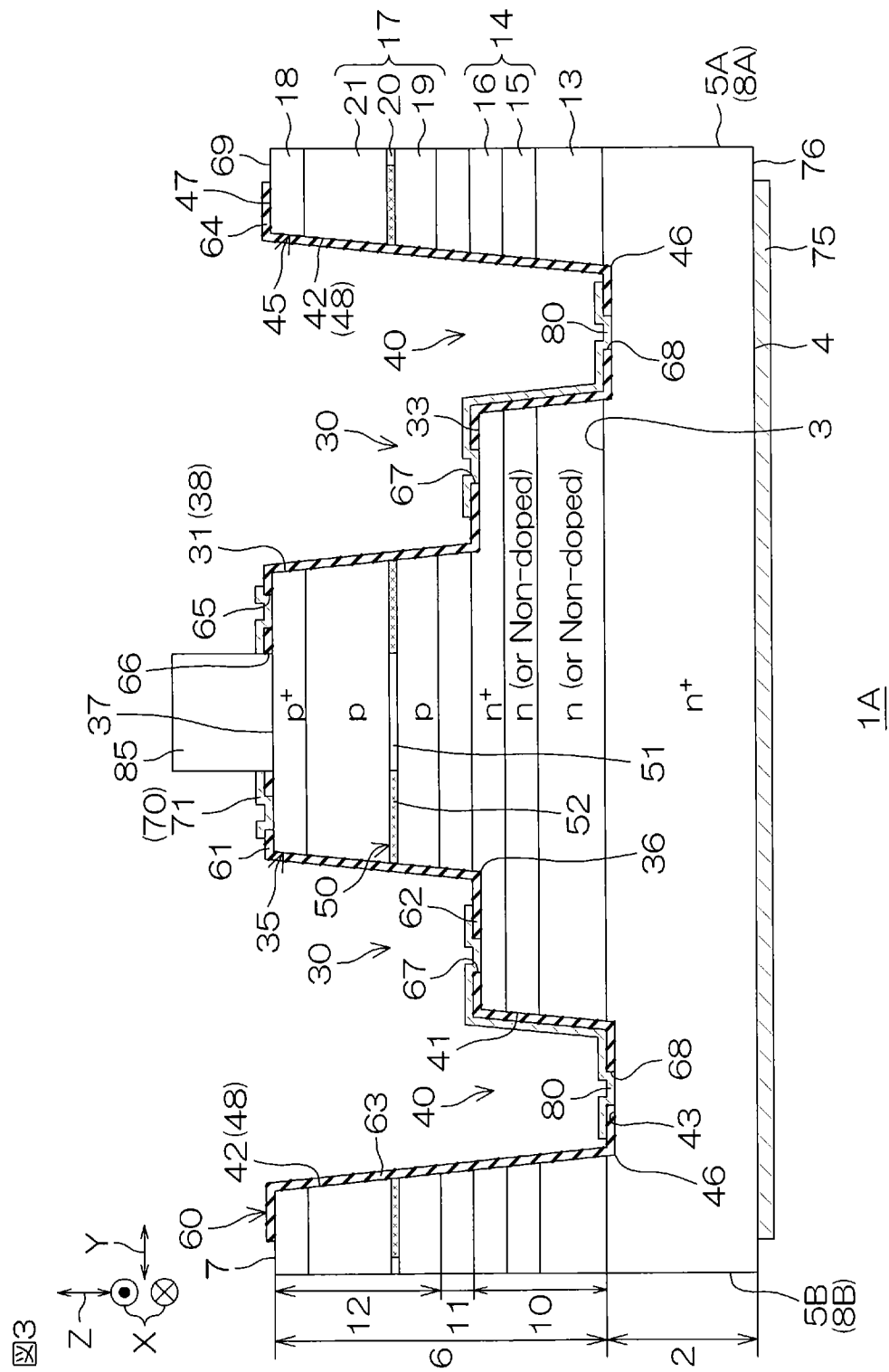
[請求項19] 前記電流狭窄層は、電流経路となる第2導電型の電流通過層、および、電流経路を遮断する電流障壁層を含む、請求項18に記載の面発光レーザ装置。

[請求項20] 前記メサ構造の上に積層された第2反射層をさらに含む、請求項1～19のいずれか一項に記載の面発光レーザ装置。

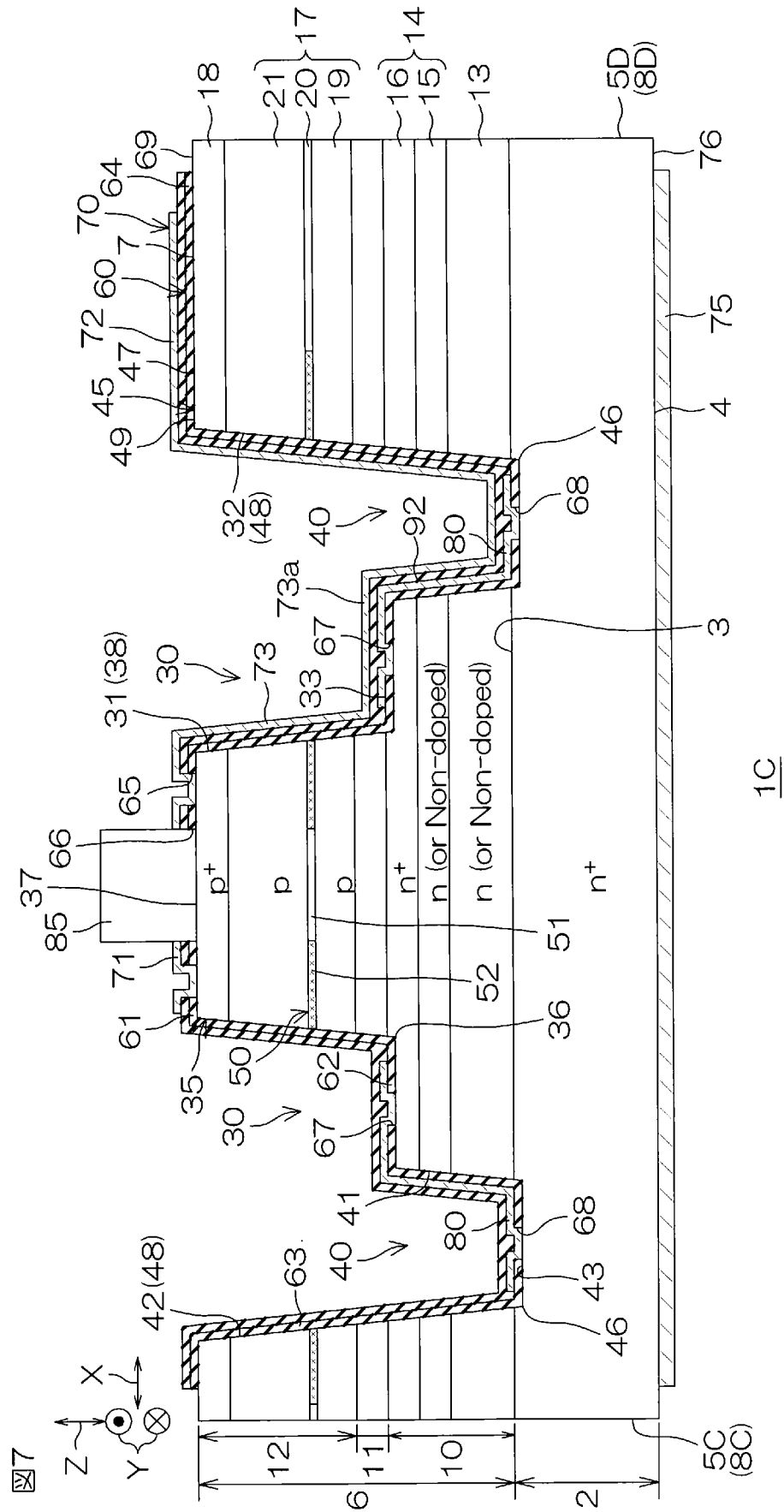
[図1]



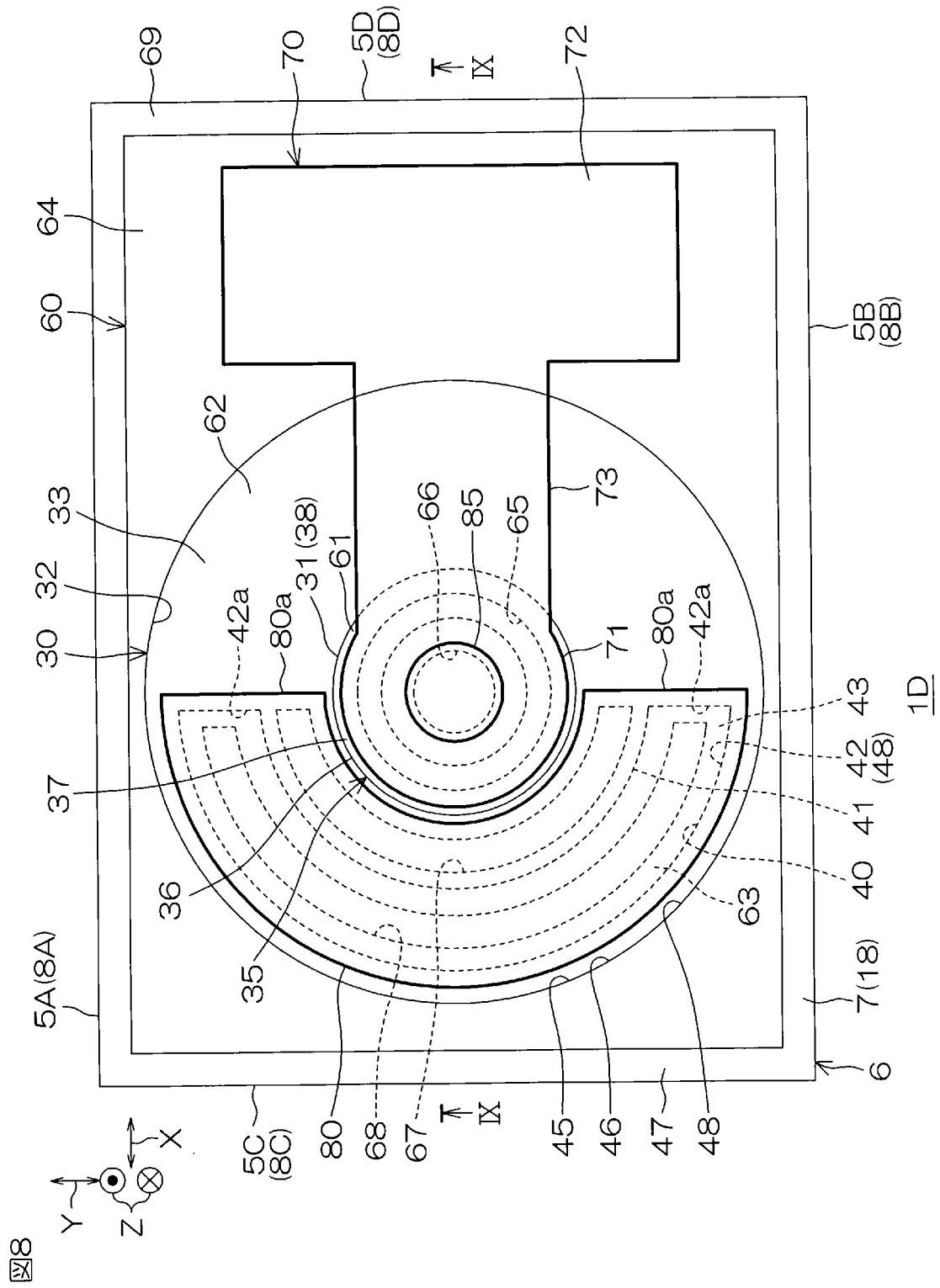
[図3]



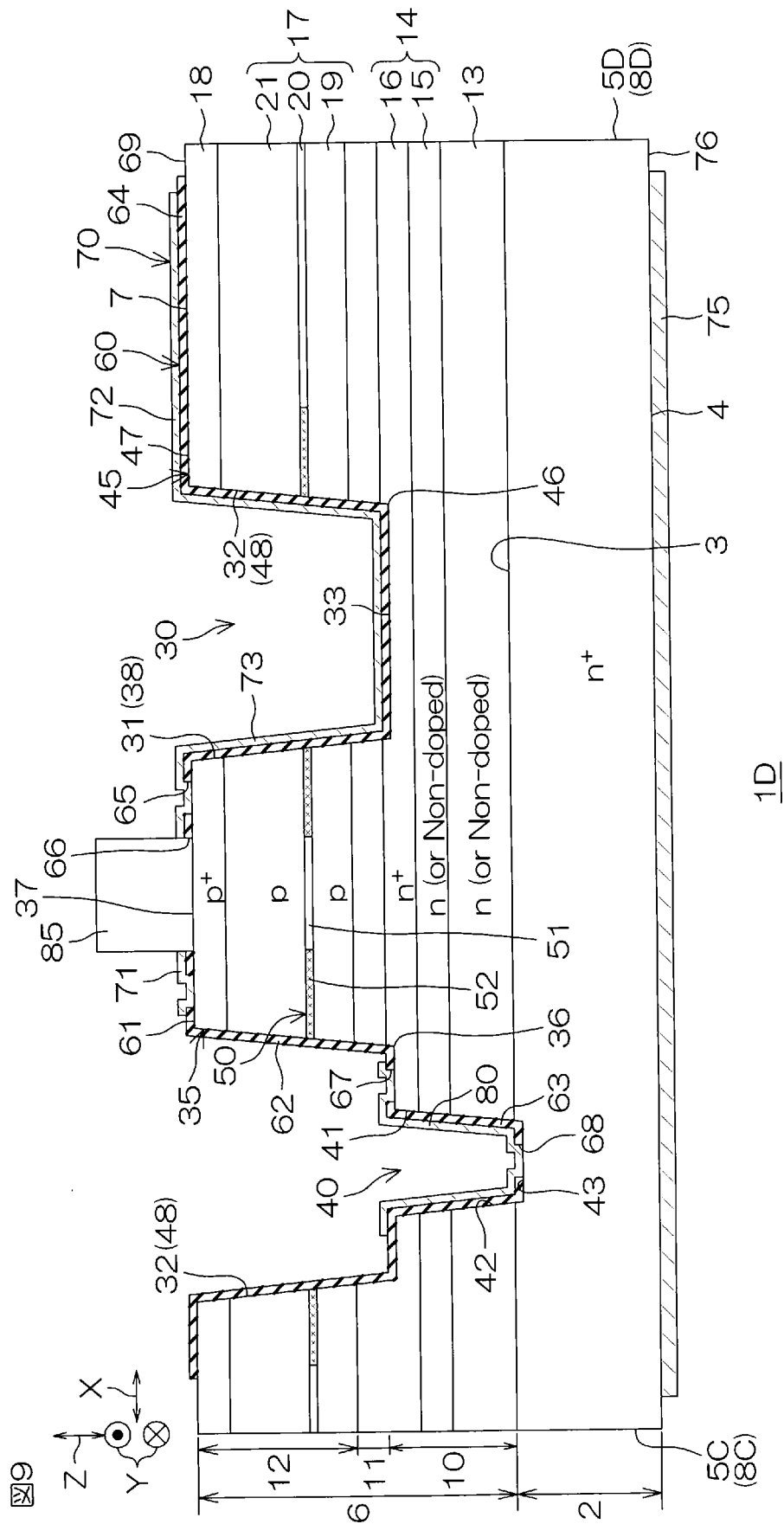
[図7]



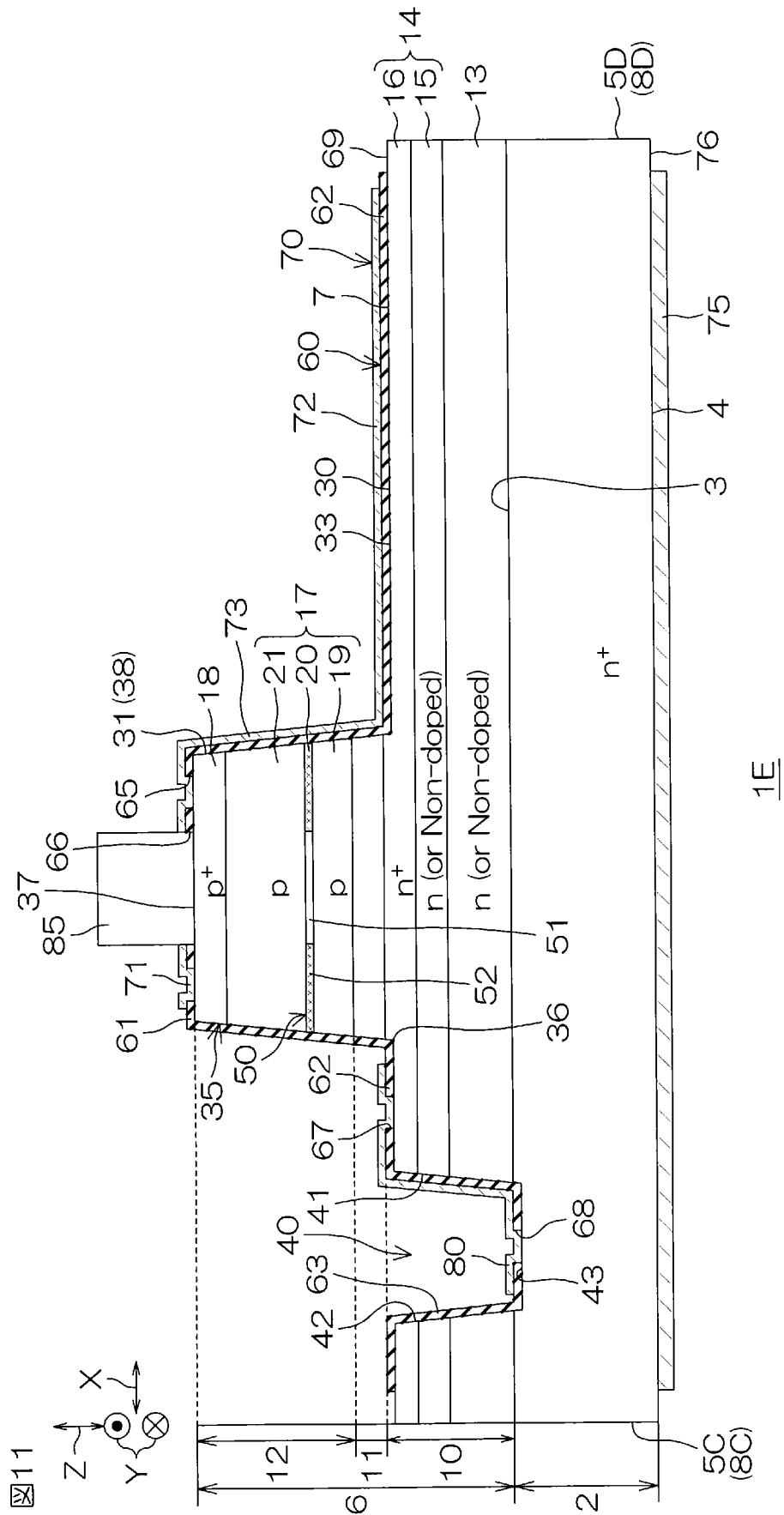
[図8]



[図9]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/015107

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 1971-2022
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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	JP 2019-153779 A (RICOH CO LTD) 12 September 2019 (2019-09-12) paragraphs [0049]-[0119], fig. 2-9	1-20
A	JP 2021-48208 A (RICOH CO LTD) 25 March 2021 (2021-03-25)	1-20
A	US 2020/0303904 A1 (SEOUL VIOSYS CO., LTD.) 24 September 2020 (2020-09-24)	1-20
A	US 2019/0319429 A1 (LEDENTSOV, Nikolay) 17 October 2019 (2019-10-17)	1-20
A	US 2019/0305518 A1 (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES) 03 October 2019 (2019-10-03)	1-20
A	US 9705284 B1 (II-VI OPTOELECTRONIC DEVICES, INC.) 11 July 2017 (2017-07-11)	1-20
A	JP 2012-49292 A (PANASONIC CORP) 08 March 2012 (2012-03-08)	1-20
A	JP 2009-188238 A (NEC CORP) 20 August 2009 (2009-08-20)	1-20
A	US 2007/0025407 A1 (KOELLE, Bernhard Ulrich) 01 February 2007 (2007-02-01)	1-20

☐ 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

06 June 2022

Date of mailing of the international search report

14 June 2022

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/JP2022/015107

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2019-153779	A	12 September 2019	US 2019/0273360 A1 paragraphs [0074]-[0144], fig. 2-9	
JP	2021-48208	A	25 March 2021	US 2021/0083452 A1	
US	2020/0303904	A1	24 September 2020	WO 2020/190025 A1 EP 3940902 A1 CN 113574751 A CN 211929898 U KR 10-2021-0130136 A JP 2022-526723 A	
US	2019/0319429	A1	17 October 2019	(Family: none)	
US	2019/0305518	A1	03 October 2019	EP 3547471 A1 FR 3079681 A1	
US	9705284	B1	11 July 2017	(Family: none)	
JP	2012-49292	A	08 March 2012	(Family: none)	
JP	2009-188238	A	20 August 2009	(Family: none)	
US	2007/0025407	A1	01 February 2007	(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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2022年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2022年	日本国実用新案登録公報	1996-2022年	日本国登録実用新案公報	1994-2022年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2022年													
日本国実用新案登録公報	1996-2022年													
日本国登録実用新案公報	1994-2022年													
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 2019-153779 A（株式会社リコー）12.09.2019（2019-09-12） 段落[0049]-[0119]，図2-9	1-20												
A	JP 2021-48208 A（株式会社リコー）25.03.2021（2021-03-25）	1-20												
A	US 2020/0303904 A1（SEOUL VIOSYS CO., LTD.）24.09.2020（2020-09-24）	1-20												
A	US 2019/0319429 A1（LEDENTSOV, Nikolay）17.10.2019（2019-10-17）	1-20												
A	US 2019/0305518 A1（COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES）03.10.2019（2019-10-03）	1-20												
A	US 9705284 B1（II-VI OPTOELECTRONIC DEVICES, INC.）11.07.2017（2017-07-11）	1-20												
A	JP 2012-49292 A（パナソニック株式会社）08.03.2012（2012-03-08）	1-20												
A	JP 2009-188238 A（日本電気株式会社）20.08.2009（2009-08-20）	1-20												
A	US 2007/0025407 A1（KOELE, Bernhard Ulrich）01.02.2007（2007-02-01）	1-20												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“L” 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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“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	“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	“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	“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	“L” 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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“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	“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													
“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	“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													
“L” 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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 06.06.2022	国際調査報告の発送日 14.06.2022													
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） 大和田 有軌 2K 3004 電話番号 03-3581-1101 内線 3255													

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/JP2022/015107

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2019-153779	A	12.09.2019	US	2019/0273360	A1	
				段落[0074]-[0144], 図2-9			
JP	2021-48208	A	25.03.2021	US	2021/0083452	A1	
US	2020/0303904	A1	24.09.2020	WO	2020/190025	A1	
				EP	3940902	A1	
				CN	113574751	A	
				CN	211929898	U	
				KR	10-2021-0130136	A	
				JP	2022-526723	A	
US	2019/0319429	A1	17.10.2019	(ファミリーなし)			
US	2019/0305518	A1	03.10.2019	EP	3547471	A1	
				FR	3079681	A1	
US	9705284	B1	11.07.2017	(ファミリーなし)			
JP	2012-49292	A	08.03.2012	(ファミリーなし)			
JP	2009-188238	A	20.08.2009	(ファミリーなし)			
US	2007/0025407	A1	01.02.2007	(ファミリーなし)			