

(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, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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))

therebetween and is externally connected to a lead.

(57) 要約: 半導体レーザ装置は、第1幅を有する発光領域、および、前記発光領域外の領域に形成され、前記第1幅を超える第2幅を有するパッド領域を含む半導体層と、前記発光領域および前記パッド領域を被覆する絶縁層と、前記絶縁層を貫通して前記発光領域に電氣的に接続された内部接続領域、および、前記絶縁層を挟んで前記パッド領域を被覆し、導線に外部接続される外部接続領域を有する配線電極と、を含む。

明 細 書

発明の名称：半導体レーザ装置

技術分野

[0001] 本発明は、半導体レーザ装置に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1は、半導体層と、半導体層の上に形成された絶縁層と、絶縁層の上に形成された電極と、を含む、半導体レーザ装置を開示している。半導体層は、レーザ光が生成される発光領域および発光領域外の非発光領域を有している。絶縁層は、発光領域および非発光領域を被覆している。電極は、絶縁層を挟んで発光領域および非発光領域を被覆し、絶縁層を貫通して発光領域に電氣的に接続されている。電極において発光領域を被覆する部分には、ボンディングワイヤ（導線）が外部接続される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2012-227313号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 発光領域を縮小する事によって、レーザ光の指向性を向上できる。しかし、この場合には、発光領域の上において導線の接続領域を確保することが困難となる。また、導線の接続時の外力や応力に起因して、発光領域に不具合が生じる可能性もある。

[0005] 本発明の一実施形態は、導線によるデザイン制限を受けずに、発光領域の縮小を適切に図ることができる半導体レーザ装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一実施形態は、第1幅を有する発光領域、および、前記発光領域外の領域に形成され、前記第1幅を超える第2幅を有するパッド領域を含む半導体層と、前記発光領域および前記パッド領域を被覆する絶縁層と、前記

絶縁層を貫通して前記発光領域に電氣的に接続された内部接続領域、および、前記絶縁層を挟んで前記パッド領域を被覆し、導線に外部接続される外部接続領域を有する配線電極と、を含む、半導体レーザ装置を提供する。

[0007] この半導体レーザ装置によれば、導線によるデザイン制限を受けずに、発光領域の縮小を適切に図ることができる。

[0008] 本発明における上述の、またはさらに他の目的、特徴および効果は、添付図面を参照して次に述べる実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、本発明の第1実施形態に係る半導体レーザ装置を、当該半導体レーザ装置に接続される導線と共に示す斜視図である。

[図2]図2は、図1に示す半導体レーザ装置の平面図である。

[図3]図3は、図2に示すIII-III線に沿う断面図である。

[図4]図4は、図3に示す発光領域の拡大断面図である。

[図5]図5は、図3に示すパッド領域の拡大断面図である。

[図6]図6は、図3に示す外側領域の拡大断面図である。

[図7]図7は、発光ユニット層の一構造例を説明するための図である。

[図8]図8は、トンネル接合層の一構造例を説明するための図である。

[図9]図9は、本発明の第2実施形態に係る半導体レーザ装置を、当該半導体レーザ装置に接続される導線と共に示す斜視図である。

[図10]図10は、図9に示す半導体レーザ装置の平面図である。

[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、本発明の第3実施形態に係る半導体レーザ装置を、当該半導体レーザ装置に接続される導線と共に示す斜視図である。

[図13]図13は、第1形態例に係るパッケージを示す分離斜視図である。

[図14]図14は、第2形態例に係るパッケージを示す平面図である。

[図15]図15は、図14に示すXV-XV線に沿う断面図である。

[図16]図16は、第3形態例に係るパッケージを示す平面図である。

[図17]図17は、図16に示すパッケージの底面図である。

[図18]図 1 8 は、図 1 7 に示すXVIII-XVIII線に沿う断面図である。

発明を実施するための形態

[0010] 図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る半導体レーザ装置 1 を、当該半導体レーザ装置 1 に接続される導線 3 4 と共に示す斜視図である。図 2 は、図 1 に示す半導体レーザ装置 1 の平面図である。図 3 は、図 2 に示すIII-III線に沿う断面図である。

[0011] 図 4 は、図 3 に示す発光領域 3 1 の拡大断面図である。図 5 は、図 3 に示すパッド領域 3 2 の拡大断面図である。図 6 は、図 3 に示す外側領域 3 3 の拡大断面図である。図 7 は、発光ユニット層 1 3 の一構造例を説明するための図である。図 8 は、トンネル接合層 1 4 の一構造例を説明するための図である。

[0012] 図 1 ～図 3 を参照して、半導体レーザ装置 1 は、直方体形状に形成された基板 2 を含む。基板 2 は、この形態では、 n 型不純物が添加された $GaAs$ （ガリウム砒素）基板からなる。 n 型不純物は、 Si （シリコン）、 Te （テルル）、および、 Se （セレン）の少なくとも 1 種を含んでいてもよい。

[0013] 基板 2 は、一方側の第 1 基板主面 3、他方側の第 2 基板主面 4、ならびに、第 1 基板主面 3 および第 2 基板主面 4 を接続する基板側面 5 A、5 B、5 C、5 D を含む。第 1 基板主面 3 および第 2 基板主面 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。

[0014] 基板側面 5 A ～ 5 D は、第 1 基板側面 5 A、第 2 基板側面 5 B、第 3 基板側面 5 C および第 4 基板側面 5 D を含む。第 1 基板側面 5 A および第 2 基板側面 5 B は、基板 2 の長辺を形成している。第 1 基板側面 5 A および第 2 基板側面 5 B は、第 1 方向 X に沿って延び、第 1 方向 X に交差する第 2 方向 Y に互いに対向している。第 2 方向 Y は、より具体的には、第 1 方向 X に直交している。

[0015] 第 3 基板側面 5 C および第 4 基板側面 5 D は、基板 2 の短辺を形成してい

る。第3基板側面5Cおよび第4基板側面5Dは、第2方向Yに沿って延び、第1方向Xに互いに対向している。基板側面5A~5Dのうちの少なくとも基板側面5Cおよび基板側面5Dは、鏡面化されていることが好ましい。基板側面5A~5Dの全てが、鏡面化されていてもよい。基板側面5A~5Dは、劈開面であってもよい。

[0016] 基板2の厚さは、 $50\mu\text{m}$ 以上 $350\mu\text{m}$ 以下であってもよい。厚さは、 $50\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下、 $100\mu\text{m}$ 以上 $150\mu\text{m}$ 以下、 $150\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下、 $200\mu\text{m}$ 以上 $250\mu\text{m}$ 以下、 $250\mu\text{m}$ 以上 $300\mu\text{m}$ 以下、または、 $300\mu\text{m}$ 以上 $350\mu\text{m}$ 以下であってもよい。

[0017] 第1基板側面5A（第2基板側面5B）の長さL1は、 $200\mu\text{m}$ 以上 $1000\mu\text{m}$ 以下であってもよい。長さL1は、 $200\mu\text{m}$ 以上 $400\mu\text{m}$ 以下、 $400\mu\text{m}$ 以上 $600\mu\text{m}$ 以下、 $600\mu\text{m}$ 以上 $800\mu\text{m}$ 以下、または、 $800\mu\text{m}$ 以上 $1000\mu\text{m}$ 以下であってもよい。長さL1は、この形態では、 $500\mu\text{m}$ 以上 $700\mu\text{m}$ 以下である。

[0018] 第3基板側面5C（第4基板側面5D）の長さL2は、 $50\mu\text{m}$ 以上 $600\mu\text{m}$ 以下であってもよい。長さL2は、 $50\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下、 $100\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下、 $200\mu\text{m}$ 以上 $300\mu\text{m}$ 以下、 $300\mu\text{m}$ 以上 $400\mu\text{m}$ 以下、 $400\mu\text{m}$ 以上 $500\mu\text{m}$ 以下、または、 $500\mu\text{m}$ 以上 $600\mu\text{m}$ 以下であってもよい。長さL2は、この形態では、 $300\mu\text{m}$ 以上 $500\mu\text{m}$ 以下である。

[0019] 半導体レーザ装置1は、第1基板主面3の上に形成された半導体層6をさらに含む。半導体層6は、エピタキシャル成長法によって、第1基板主面3の上に形成されている。半導体層6は、レーザ光を生成する。半導体層6は、 800nm 以上 1000nm 以下の範囲にピーク発光波長を有するレーザ光を生成する。つまり、半導体層6は、赤外領域のレーザ光を生成する。

[0020] 半導体層6は、半導体主面7、および、半導体側面8A、8B、8C、8Dを含む。半導体主面7は、平面視において四角形状（この形態では、長方形形状）に形成されている。半導体側面8A~8Dは、第1半導体側面8A、

第2半導体側面8B、第3半導体側面8Cおよび第4半導体側面8Dを含む。半導体側面8A～8Dは、基板側面5A～5Dに連なっている。半導体側面8A～8Dは、より具体的には、基板側面5A～5Dに対して面一に形成されている。

[0021] 図3～図6を参照して、半導体層6は、n型バッファ層10、発光層11およびp型コンタクト層12を含む積層構造を有している。n型バッファ層10は、発光層11に電子を供給する。p型コンタクト層12は、発光層11に正孔を供給する。発光層11は、正孔および電子の結合によってレーザー光を生成する。

[0022] n型バッファ層10は、第1基板主面3の上に積層されている。n型バッファ層10は、n型不純物が添加されたGaAs（ガリウム砒素）を含む。n型不純物は、Si（シリコン）、Te（テルル）、および、Se（セレン）の少なくとも1種を含んでいてもよい。n型バッファ層10のn型不純物濃度は、 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下であってもよい。

[0023] 発光層11は、n型バッファ層10の上に積層されている。発光層11は、この形態では、複数（この形態では3個）の発光ユニット層13、および、複数（この形態では2個）のトンネル接合層14を含む。発光ユニット層13は、正孔および電子の結合によって光を生成する。トンネル接合層14は、トンネル効果に起因するトンネル電流を生成し、当該トンネル電流を複数の発光ユニット層13に供給する。

[0024] 複数の発光ユニット層13は、n型バッファ層10側からこの順に積層された第1発光ユニット層13A、第2発光ユニット層13Bおよび第3発光ユニット層13Cを含む。

[0025] 図7を参照して、第1発光ユニット層13A、第2発光ユニット層13Bおよび第3発光ユニット層13Cは、基板2側からこの順に積層されたn型クラッド層15（第1半導体層）、第1ガイド層16、活性層17、第2ガイド層18、および、p型クラッド層19（第2半導体層）を含む積層構造をそれぞれ有している。

- [0026] n型クラッド層15は、n型不純物が添加された AlGaAs （アルミニウム－ガリウム－砒素）を含む。n型不純物は、 Si （シリコン）、 Te （テルル）、および、 Se （セレン）の少なくとも1種を含んでいてもよい。n型クラッド層15のn型不純物濃度は、 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下であってもよい。n型クラッド層15は、この形態では、基板2側からこの順に積層された第1 n型クラッド層20および第2 n型クラッド層21を含む。
- [0027] 第1 n型クラッド層20は、第1 Al 組成Aを有する $\text{Al}_A \text{Ga}_{(1-A)} \text{As}$ を含む。第1 Al 組成Aは、0.4以上0.6以下であってもよい。第1 Al 組成Aは、0.4以上0.45以下、0.45以上0.5以下、0.5以上0.55以下、または、0.55以上0.6以下であってもよい。第1 n型クラッド層20のn型不純物濃度は、 $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下であってもよい。
- [0028] 第1 n型クラッド層20の厚さは、 $5000 \text{ \AA}$ 以上 $10000 \text{ \AA}$ 以下であってもよい。第1 n型クラッド層20の厚さは、 $5000 \text{ \AA}$ 以上 $6000 \text{ \AA}$ 以下、 $6000 \text{ \AA}$ 以上 $7000 \text{ \AA}$ 以下、 $7000 \text{ \AA}$ 以上 $8000 \text{ \AA}$ 以下、 $8000 \text{ \AA}$ 以上 $9000 \text{ \AA}$ 以下、または、 $9000 \text{ \AA}$ 以上 $10000 \text{ \AA}$ 以下であってもよい。
- [0029] 第2 n型クラッド層21は、第1 n型クラッド層20の第1 Al 組成Aとは異なる第2 Al 組成Bを有する $\text{Al}_B \text{Ga}_{(1-B)} \text{As}$ を含む。第2 Al 組成Bは、より具体的には、第1 Al 組成A未満（ $B < A$ ）である。第2 Al 組成Bは、0.2以上0.4以下であってもよい。第2 Al 組成Bは、0.2以上0.25以下、0.25以上0.3以下、0.3以上0.35以下、または、0.35以上0.4以下であってもよい。
- [0030] 第2 n型クラッド層21は、第1 n型クラッド層20のn型不純物濃度とは異なるn型不純物濃度を有している。第2 n型クラッド層21のn型不純物濃度は、より具体的には、第1 n型クラッド層20のn型不純物濃度未満である。第2 n型クラッド層21のn型不純物濃度は、 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以

上 $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以下であってもよい。

[0031] 第2 n型クラッド層21は、第1 n型クラッド層20の厚さとは異なる厚さを有していてもよい。第2 n型クラッド層21は、第1 n型クラッド層20の厚さを超える厚さを有していてもよい。

[0032] 第2 n型クラッド層21の厚さは、 $7000 \text{ \AA}$ 以上 $13000 \text{ \AA}$ 以下であってもよい。第2 n型クラッド層21の厚さは、 $7000 \text{ \AA}$ 以上 $8000 \text{ \AA}$ 以下、 $8000 \text{ \AA}$ 以上 $9000 \text{ \AA}$ 以下、 $9000 \text{ \AA}$ 以上 $10000 \text{ \AA}$ 以下、 $10000 \text{ \AA}$ 以上 $11000 \text{ \AA}$ 以下、 $11000 \text{ \AA}$ 以上 $12000 \text{ \AA}$ 以下、または、 $12000 \text{ \AA}$ 以上 $13000 \text{ \AA}$ 以下であってもよい。

[0033] 第1ガイド層16は、n型クラッド層15のA | 組成（第1 A | 組成Aおよび第2 A | 組成B）とは異なる第3 A | 組成Cを有する $\text{Al}_c\text{Ga}_{(1-c)}\text{As}$ を含む。第3 A | 組成Cは、より具体的には、n型クラッド層15のA | 組成未満（ $C < B < A$ ）である。

[0034] 第3 A | 組成Cは、0を超えて0.2以下であってもよい。第3 A | 組成Cは、0を超えて0.05以下、0.05以上0.1以下、0.1以上0.15以下、または、0.15以上0.2以下であってもよい。第1ガイド層16は、不純物無添加であってもよい。

[0035] 第1ガイド層16の厚さは、第1 n型クラッド層20の厚さ未満である。第1ガイド層16の厚さは、 $50 \text{ \AA}$ 以上 $250 \text{ \AA}$ 以下であってもよい。第1ガイド層16の厚さは、 $50 \text{ \AA}$ 以上 $100 \text{ \AA}$ 以下、 $100 \text{ \AA}$ 以上 $150 \text{ \AA}$ 以下、 $150 \text{ \AA}$ 以上 $200 \text{ \AA}$ 以下、または、 $200 \text{ \AA}$ 以上 $250 \text{ \AA}$ 以下、であってもよい。

[0036] 活性層17は、ウェル層22およびバリア層23を含む多重量子井戸構造を有している。活性層17は、この形態では、基板2側からこの順に積層されたウェル層22、バリア層23およびウェル層22を含む3層構造を有している。

[0037] 活性層17は、複数周期（2周期以上）に亘って交互に積層されたウェル層22およびバリア層23を含む多重量子井戸構造を有していてもよい。こ

の場合、基板2側を基準とする活性層17の最下層は、ウェル層22であってもよいし、バリア層23であってもよい。活性層17の最上層は、ウェル層22であってもよいし、バリア層23であってもよい。

[0038] ウェル層22は、In組成 α を有する $\text{In}_\alpha\text{Ga}_{(1-\alpha)}\text{As}$ を含む。In組成 α は、0を超えて0.2以下であってもよい。In組成 α は、0を超えて0.05以下、0.05以上0.1以下、0.1以上0.15以下、または、0.15以上0.2以下であってもよい。ウェル層22は、不純物無添加であってもよい。

[0039] ウェル層22の厚さは、第1ガイド層16の厚さ未満であってもよい。ウェル層22の厚さは、10 Å以上150 Å以下であってもよい。ウェル層22の厚さは、10 Å以上50 Å以下、50 Å以上100 Å以下、または、100 Å以上150 Å以下であってもよい。

[0040] バリア層23は、n型クラッド層15のAl組成（第1Al組成Aおよび第2Al組成B）とは異なる第4Al組成Dを有する $\text{Al}_D\text{Ga}_{(1-D)}\text{As}$ を含む。第4Al組成Dは、より具体的には、n型クラッド層15のAl組成未満（ $D < B < A$ ）である。

[0041] 第4Al組成Dは、0を超えて0.2以下であってもよい。第4Al組成Dは、0を超えて0.05以下、0.05以上0.1以下、0.1以上0.15以下、または、0.15以上0.2以下であってもよい。バリア層23は、不純物無添加であってもよい。

[0042] バリア層23は、ウェル層22とは異なる厚さを有していてもよい。バリア層23の厚さは、ウェル層22の厚さを超え、第1ガイド層16の厚さ未満であってもよい。バリア層23の厚さは、20 Å以上200 Å以下であってもよい。第1ガイド層16の厚さは、20 Å以上50 Å以下、50 Å以上100 Å以下、100 Å以上150 Å以下、または、150 Å以上200 Å以下であってもよい。

[0043] 第2ガイド層18は、n型クラッド層15のAl組成（第1Al組成Aおよび第2Al組成B）とは異なる第5Al組成Eを有する $\text{Al}_E\text{Ga}_{(1-E)}\text{As}$

sを含む。第5 A I 組成Eは、より具体的には、n型クラッド層15のA I 組成未満 ($E < B < A$) である。第5 A I 組成Eは、0を超えて0.2以下であってもよい。

[0044] 第5 A I 組成Eは、0を超えて0.05以下、0.05以上0.1以下、0.1以上0.15以下、または、0.15以上0.2以下であってもよい。第2ガイド層18は、不純物無添加であってもよい。

[0045] 第2ガイド層18の厚さは、バリア層23の厚さを超えていてもよい。第2ガイド層18の厚さは、50 Å以上250 Å以下であってもよい。第2ガイド層18の厚さは、50 Å以上100 Å以下、100 Å以上150 Å以下、150 Å以上200 Å以下、または、200 Å以上250 Å以下であってもよい。

[0046] p型クラッド層19は、p型不純物が添加されたA I Ga Asを含む。p型不純物は、C（炭素）を含んでいてもよい。p型クラッド層19のp型不純物濃度は、 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下であってもよい。p型クラッド層19は、この形態では、活性層17側からこの順に積層された第1 p型クラッド層24および第2 p型クラッド層25を含む。

[0047] 第1 p型クラッド層24は、第6 A I 組成Fを有するA I_F Ga_(1-F) Asを含む。第6 A I 組成Fは、0.2以上0.4以下であってもよい。第6 A I 組成Fは、0.2以上0.25以下、0.25以上0.3以下、0.3以上0.35以下、または、0.35以上0.4以下であってもよい。第1 p型クラッド層24のp型不純物濃度は、 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以下であってもよい。

[0048] 第1 p型クラッド層24の厚さは、8000 Å以上15000 Å以下であってもよい。第1 p型クラッド層24の厚さは、8000 Å以上9000 Å以下、9000 Å以上10000 Å以下、10000 Å以上11000 Å以下、11000 Å以上12000 Å以下、12000 Å以上13000 Å以下、13000 Å以上14000 Å以下、または、14000 Å以上15000 Å以下であってもよい。

- [0049] 第2 p型クラッド層25は、第1 p型クラッド層24の第6 A l組成Fとは異なる第7 A l組成Gを有する $A l_G Ga_{(1-G)} As$ を含む。第7 A l組成Gは、より具体的には、第6 A l組成Fを超えている ($F < G$)。第7 A l組成Gは、0.4以上0.6以下であってもよい。第7 A l組成Gは、0.4以上0.45以下、0.45以上0.5以下、0.5以上0.55以下、または、0.55以上0.6以下であってもよい。
- [0050] 第2 p型クラッド層25は、第1 p型クラッド層24のp型不純物濃度とは異なるp型不純物濃度を有している。第2 p型クラッド層25のp型不純物濃度は、より具体的には、第1 p型クラッド層24のp型不純物濃度を超えている。第2 p型クラッド層25のp型不純物濃度は、 $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下であってもよい。
- [0051] 第2 p型クラッド層25は、第1 p型クラッド層24の厚さとは異なる厚さを有していてもよい。第2 p型クラッド層25は、第1 p型クラッド層24の厚さ未満の厚さを有していてもよい。
- [0052] 第2 p型クラッド層25の厚さは、4000 Å以上10000 Å以下であってもよい。第2 p型クラッド層25の厚さは、4000 Å以上5000 Å以下、5000 Å以上6000 Å以下、6000 Å以上7000 Å以下、7000 Å以上8000 Å以下、8000 Å以上9000 Å以下、または、9000 Å以上10000 Å以下であってもよい。
- [0053] 図8を参照して、複数のトンネル接合層14は、第1トンネル接合層14Aおよび第2トンネル接合層14Bを含む。第1トンネル接合層14Aは、第1発光ユニット層13Aおよび第2発光ユニット層13Bの間の領域に介在されている。第2トンネル接合層14Bは、第2発光ユニット層13Bおよび第3発光ユニット層13Cの間の領域に介在されている。
- [0054] 第1トンネル接合層14Aおよび第2トンネル接合層14Bは、基板2側からこの順に積層されたp型トンネル接合層26およびn型トンネル接合層27をそれぞれ有している。第1トンネル接合層14Aおよび第2トンネル接合層14Bは、p型トンネル接合層26がp型クラッド層19に電氣的に

接続され、n型トンネル接合層27がn型クラッド層15に電氣的に接続される態様で、複数の発光ユニット層13A～13Cの間の領域に介在される。

[0055] p型トンネル接合層26は、p型不純物が添加されたGaAsを含む。p型不純物は、C（炭素）を含んでいてもよい。p型トンネル接合層26は、p型クラッド層19のp型不純物濃度とは異なるp型不純物濃度を有している。p型トンネル接合層26のp型不純物濃度は、より具体的には、p型クラッド層19のp型不純物濃度を超えている。p型トンネル接合層26のp型不純物濃度は、 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 以下であってもよい。

[0056] p型トンネル接合層26の厚さは、100 Å以上1000 Å以下であってもよい。p型トンネル接合層26の厚さは、100 Å以上200 Å以下、200 Å以上400 Å以下、400 Å以上600 Å以下、600 Å以上800 Å以下、または、800 Å以上1000 Å以下であってもよい。

[0057] n型トンネル接合層27は、n型不純物が添加されたGaAsを含む。n型不純物は、Si（シリコン）、Te（テルル）、および、Se（セレン）の少なくとも1種を含んでいてもよい。n型トンネル接合層27は、n型クラッド層15のn型不純物濃度とは異なるn型不純物濃度を有している。n型トンネル接合層27のn型不純物濃度は、より具体的には、n型クラッド層15のn型不純物濃度を超えている。n型トンネル接合層27のn型不純物濃度は、 $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下であってもよい。

[0058] n型トンネル接合層27の厚さは、100 Å以上1000 Å以下であってもよい。n型トンネル接合層27の厚さは、100 Å以上200 Å以下、200 Å以上400 Å以下、400 Å以上600 Å以下、600 Å以上800 Å以下、または、800 Å以上1000 Å以下であってもよい。

[0059] 図3～図6を参照して、p型コンタクト層12は、発光層11の上に形成されている。半導体層6の半導体主面7は、p型コンタクト層12によって形成されている。p型コンタクト層12は、p型不純物が添加されたGaA

sを含む。p型不純物は、C（炭素）であってもよい。

[0060] p型コンタクト層12は、p型クラッド層19のp型不純物濃度とは異なるp型不純物濃度を有している。p型コンタクト層12のp型不純物濃度は、より具体的には、p型クラッド層19のp型不純物濃度を超えている。p型コンタクト層12のp型不純物濃度は、 $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 以下であってもよい。

[0061] p型コンタクト層12の厚さは、 $1000 \text{ \AA}$ 以上 $5000 \text{ \AA}$ 以下であってもよい。p型コンタクト層12の厚さは、 $1000 \text{ \AA}$ 以上 $2000 \text{ \AA}$ 以下、 $2000 \text{ \AA}$ 以上 $3000 \text{ \AA}$ 以下、 $3000 \text{ \AA}$ 以上 $4000 \text{ \AA}$ 以下、または、 $4000 \text{ \AA}$ 以上 $5000 \text{ \AA}$ 以下であってもよい。

[0062] 図1～図6を参照して、半導体層6は、発光領域31、パッド領域32および外側領域33を含む。発光領域31は、レーザ光が生成される領域である。パッド領域32および外側領域33は、レーザ光が生成されない領域である。パッド領域32は、導線34が接続される領域である。外側領域33は、導線34が接続されない領域である。

[0063] 発光領域31は、第1方向Xに沿って延びる帯状に形成されている。発光領域31は、平面視において基板2の中心に対して第2方向Yにずれて形成されている。発光領域31は、この形態では、平面視において基板2の中心から第2基板側面5B側に偏在している。

[0064] 発光領域31は、第2方向Yに関して第1幅W1を有している。発光領域31は、平面視において第1面積S1を有している。第1面積S1は、第1基板側面5Aの長さL1に第1幅W1を乗じた値（ $L1 \times W1$ ）を有している。

[0065] 第1幅W1は、 $40 \mu\text{m}$ 以上 $100 \mu\text{m}$ 以下であってもよい。第1幅W1は、 $40 \mu\text{m}$ 以上 $50 \mu\text{m}$ 以下、 $50 \mu\text{m}$ 以上 $60 \mu\text{m}$ 以下、 $60 \mu\text{m}$ 以上 $70 \mu\text{m}$ 以下、 $70 \mu\text{m}$ 以上 $80 \mu\text{m}$ 以下、 $80 \mu\text{m}$ 以上 $90 \mu\text{m}$ 以下、または、 $90 \mu\text{m}$ 以上 $100 \mu\text{m}$ 以下であってもよい。第1幅W1は、 $50 \mu\text{m}$ 以上 $80 \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

- [0066] パッド領域32は、発光領域31に対して第1基板側面5A側の領域に形成されている。パッド領域32は、第1方向Xに沿って延びる帯状に形成されている。パッド領域32は、第2方向Yに関して、第1幅 W_1 を超える第2幅 W_2 ($W_1 < W_2$) を有している。パッド領域32は、平面視において第1面積 S_1 を超える第2面積 S_2 ($S_1 < S_2$) を有している。第2面積 S_2 は、第1基板側面5Aの長さ L_1 に第2幅 W_2 を乗じた値 ($L_1 \times W_2$) を有している。
- [0067] 第2幅 W_2 は、第3基板側面5Cの長さ L_2 の $1/4$ 以上 $2/3$ 以下であることが好ましい。第2幅 W_2 は、第1幅 W_1 の 1.5 倍以上 4 倍以下であることが好ましい。第2幅 W_2 は、 $150\mu\text{m}$ 以上 $300\mu\text{m}$ 以下であってもよい。第2幅 W_2 は、 $150\mu\text{m}$ 以上 $175\mu\text{m}$ 以下、 $175\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下、 $200\mu\text{m}$ 以上 $225\mu\text{m}$ 以下、 $225\mu\text{m}$ 以上 $250\mu\text{m}$ 以下、 $250\mu\text{m}$ 以上 $275\mu\text{m}$ 以下、または、 $275\mu\text{m}$ 以上 $300\mu\text{m}$ 以下であってもよい。第2幅 W_2 は、 $150\mu\text{m}$ 以上 $250\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。
- [0068] 外側領域33は、発光領域31に対して第2基板側面5B側の領域に形成されている。外側領域33は、第1方向Xに沿って延びる帯状に形成されている。外側領域33は、第2方向Yに関して、第3幅 W_3 を有している。第3幅 W_3 の大きさは任意であり、第1幅 W_1 の大きさおよび第2幅 W_2 の大きさに応じて調節される。
- [0069] パッド領域32を確保する観点から、第3幅 W_3 は第2幅 W_2 未満 ($W_3 < W_2$) であることが好ましい。第3幅 W_3 は第1幅 W_1 以上 ($W_1 \leq W_3$) であってもよいし、第1幅 W_1 未満 ($W_3 < W_1$) であってもよい。第3幅 W_3 は、この形態では、第1幅 W_1 以上で第2幅 W_2 未満 ($W_1 \leq W_3 < W_2$) に調節されている。
- [0070] 外側領域33は、平面視において第1面積 S_1 以上で第2面積 S_2 未満の第3面積 S_3 ($S_1 \leq S_3 < S_2$) を有している。第3面積 S_3 は、第1基板側面5Aの長さ L_1 に第3幅 W_3 を乗じた値 ($L_1 \times W_3$) を有している。

。

[0071] 第3幅W3は、 $25\mu\text{m}$ 以上 $150\mu\text{m}$ 未満であってもよい。第3幅W3は、 $25\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下、 $50\mu\text{m}$ 以上 $75\mu\text{m}$ 以下、 $75\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下、 $100\mu\text{m}$ 以上 $125\mu\text{m}$ 以下、または、 $125\mu\text{m}$ 以上 $150\mu\text{m}$ 以下であってもよい。第3幅W3は、 $50\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

[0072] 発光領域31、パッド領域32および外側領域33は、半導体層6の半導体主面7に形成された第1トレンチ41および第2トレンチ42によってそれぞれ区画されている。第1トレンチ41は、発光領域31およびパッド領域32の間の領域に形成されている。第2トレンチ42は、発光領域31および外側領域33の間の領域に形成されている。

[0073] 第1トレンチ41および第2トレンチ42は、レジストマスクを介するエッチング法によって、半導体層6の不要な部分を除去することによって形成されている。エッチング法は、ウエットエッチング法であってもよいし、ドライエッチング法であってもよい。

[0074] 第1トレンチ41は、平面視において第1方向Xに沿って延びる帯状に形成されている。第1トレンチ41は、第3半導体側面8Cおよび第4半導体側面8Dに連通している。第1トレンチ41は、少なくとも最下の発光ユニット層13（第1発光ユニット層13A）の第2n型クラッド層21に至るように、p型コンタクト層12および発光層11を貫通している。第1トレンチ41は、この形態では、p型コンタクト層12、発光層11およびn型バッファ層10を貫通し、基板2に至っている。

[0075] 第1トレンチ41は、発光領域31側の第1側壁43、パッド領域32側の第2側壁44、ならびに、第1側壁43および第2側壁44を接続する底壁45を有している。第1側壁43および第2側壁44からは、p型コンタクト層12、発光層11、n型バッファ層10および基板2が露出している。底壁45からは、基板2が露出している。第1トレンチ41は、半導体主面7から底壁45に向かって開口幅が狭まる先細り形状に形成されている。

- [0076] 第2トレンチ42は、平面視において第1方向Xに沿って延びる帯状に形成されている。第2トレンチ42は、第3半導体側面8Cおよび第4半導体側面8Dに連通している。第2トレンチ42は、少なくとも最下の発光ユニット層13（第1発光ユニット層13A）の第2n型クラッド層21に至るように、p型コンタクト層12および発光層11を貫通している。第2トレンチ42は、この形態では、p型コンタクト層12、発光層11およびn型バッファ層10を貫通し、基板2に至っている。
- [0077] 第2トレンチ42は、外側領域33側の第1側壁46、発光領域31側の第2側壁47、ならびに、第1側壁46および第2側壁47を接続する底壁48を有している。第1側壁46および第2側壁47からは、p型コンタクト層12、発光層11、n型バッファ層10および基板2が露出している。底壁48からは、基板2が露出している。第2トレンチ42は、半導体主面7から底壁48に向かって開口幅が狭まる先細り形状に形成されている。
- [0078] 発光領域31の第1幅W1は、第2方向Yに関して、第1トレンチ41の底壁45および第2トレンチ42の底壁48の間の幅によって定義される。パッド領域32の第2幅W2は、第2方向Yに関して、第1トレンチ41の底壁45および第1半導体側面8A（第1基板側面5A）の間の幅によって定義される。
- [0079] 外側領域33の第3幅W3は、第2方向Yに関して、第2トレンチ42の底壁48および第2半導体側面8B（第2基板側面5B）の間の幅によって定義される。発光領域31、パッド領域32および外側領域33は、以下の構造によって具体的に特定される。
- [0080] 発光領域31は、第1基板主面3から第2基板主面4とは反対側に向けて突出した台地状（リッジ状）のメサ構造51を有している。メサ構造51は、第1トレンチ41および第2トレンチ42によって区画されている。メサ構造51は、頂部52、基部53、パッド領域32側の第1側壁54および外側領域33側の第2側壁55を含む。
- [0081] 頂部52は、半導体主面7の一部によって形成されている。つまり、頂部

5 2 は、p 型コンタクト層 1 2 によって形成されている。頂部 5 2 は、基板 2 の第 1 基板主面 3 に対して平行に形成されている。基部 5 3 は、少なくとも発光層 1 1 に対して基板 2 側に位置していることが好ましい。基部 5 3 は、この形態では、基板 2 によって形成されている。基部 5 3 は、n 型バッファ層 1 0 によって形成されていてもよい。

[0082] 第 1 側壁 5 4 は、第 1 トレンチ 4 1 の第 1 側壁 4 3 によって形成されている。第 2 側壁 5 5 は、第 2 トレンチ 4 2 の第 2 側壁 4 7 によって形成されている。第 1 側壁 5 4 および第 2 側壁 5 5 は、頂部 5 2 および基部 5 3 をそれぞれ接続している。第 1 側壁 5 4 および第 2 側壁 5 5 は、p 型コンタクト層 1 2、発光層 1 1、n 型バッファ層 1 0 および基板 2 によってそれぞれ形成されている。

[0083] メサ構造 5 1 は、さらに、第 1 端面 5 6 および第 2 端面 5 7 を含む。第 1 端面 5 6 は、第 3 基板側面 5 C から露出している。第 1 端面 5 6 は、より具体的には、第 3 基板側面 5 C に対して面一に形成されている。第 1 端面 5 6 は、鏡面化されている。第 1 端面 5 6 は、この形態では、第 3 基板側面 5 C との間で一つの劈開面を形成している。

[0084] 第 2 端面 5 7 は、第 4 基板側面 5 D から露出している。第 2 端面 5 7 は、より具体的には、第 4 基板側面 5 D に対して面一に形成されている。第 2 端面 5 7 は、鏡面化されている。第 2 端面 5 7 は、この形態では、第 4 基板側面 5 D との間で一つの劈開面を形成している。

[0085] 第 1 端面 5 6 および第 2 端面 5 7 は、共振器端面を形成している。発光層 1 1 で生成された光は、第 1 端面 5 6 および第 2 端面 5 7 の間を往復し、誘導放出によって増幅される。増幅された光は、第 1 端面 5 6 および第 2 端面 5 7 のいずれか一方からレーザ光として半導体層 6 外に取り出される。

[0086] 平面視において、頂部 5 2 の周縁は、基部 5 3 の周縁よりも内方に位置している。つまり、頂部 5 2 の周縁に取り囲まれた領域の平面面積は、基部 5 3 の周縁に取り囲まれた領域の平面面積未満である。第 1 側壁 5 4 および第 2 側壁 5 5 は、この形態では、頂部 5 2 から基部 5 3 に向けて下り傾斜して

いる。第1側壁54および第2側壁55は、頂部52に対して垂直に形成されている。第1側壁54および第2側壁55は、頂部52に対して垂直に形成されている。第1側壁54および第2側壁55は、頂部52に対して垂直に形成されている。

[0087] メサ構造51内において第1側壁54が第1基板主面3との間で成す角度 θ_1 は、 50° 以上 90° 以下であってもよい。角度 θ_1 は、 50° 以上 60° 以下、 60° 以上 70° 以下、 70° 以上 80° 以下、または、 80° 以上 90° 以下であってもよい。角度 θ_1 が 80° 未満である場合、メサ構造51の第1側壁54から光が漏出する。

[0088] したがって、角度 θ_1 は、 80° 以上であることが好ましい。この場合、角度 θ_1 は、 80° 以上 82.5° 以下、 82.5° 以上 85° 以下、 85° 以上 87.5° 以下、または、 87.5° 以上 90° 以下であることが好ましい。第1側壁54は、角度 θ_1 が 50° 以上 90° 以下の範囲において頂部52から基部53に向けて漸増する態様で、形成されている。第1側壁54は、角度 θ_1 が 50° 以上 90° 以下の範囲において頂部52から基部53に向けて漸増する態様で、形成されている。

[0089] 同様に、メサ構造51内において第2側壁55が第1基板主面3との間で成す角度 θ_2 は、 50° 以上 90° 以下であってもよい。角度 θ_2 は、 50° 以上 60° 以下、 60° 以上 70° 以下、 70° 以上 80° 以下、または、 80° 以上 90° 以下であってもよい。角度 θ_2 は、 80° 以上 82.5° 以下、 82.5° 以上 85° 以下、 85° 以上 87.5° 以下、または、 87.5° 以上 90° 以下であることが好ましい。第2側壁55は、角度 θ_2 が 50° 以上 90° 以下の範囲において頂部52から基部53に向けて漸増する態様で、形成されている。第2側壁55は、角度 θ_2 が 50° 以上 90° 以下の範囲において頂部52から基部53に向けて漸増する態様で、形成されている。

[0090] 頂部52の第2方向Yの幅は、 $10\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下であってもよい。頂部52の幅は、 $10\mu\text{m}$ 以上 $20\mu\text{m}$ 以下、 $20\mu\text{m}$ 以上 $40\mu\text{m}$ 以下、 $40\mu\text{m}$ 以上 $60\mu\text{m}$ 以下、 $60\mu\text{m}$ 以上 $80\mu\text{m}$ 以下、または、 $80\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下であってもよい。頂部52の第2方向Yの幅は、 $20\mu\text{m}$ 以上 $60\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。基部53の第2方向Yの幅は、発光領域31の第1幅W1である。頂部52の第2方向Yの幅は、 $20\mu\text{m}$ 以上 $60\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。基部53の第2方向Yの幅は、発光領域31の第1幅W1である。

[0091] パッド領域32は、第1基板主面3から第2基板主面4とは反対側に向けて突出した台地状（リッジ状）のパッドメサ構造61を有している。パッド領域32は、第1基板主面3から第2基板主面4とは反対側に向けて突出した台地状（リッジ状）のパッドメサ構造61を有している。

メサ構造 6 1 は、第 1 トレンチ 4 1 および半導体側面 8 A, 8 C, 8 D によって区画されている。パッドメサ構造 6 1 は、パッド頂部 6 2、パッド基部 6 3 およびパッド側壁 6 4 を含む。

[0092] パッド頂部 6 2 は、半導体主面 7 の一部によって形成されている。つまり、パッドメサ構造 6 1 のパッド頂部 6 2 は、メサ構造 5 1 の頂部 5 2 と同一平面上に位置している。また、パッド頂部 6 2 は、p 型コンタクト層 1 2 によって形成されている。パッド頂部 6 2 は、基板 2 の第 1 基板主面 3 に対して平行に形成されている。

[0093] パッド基部 6 3 は、少なくとも発光層 1 1 に対して基板 2 側に位置していることが好ましい。パッド基部 6 3 は、この形態では、基板 2 によって形成されている。パッド基部 6 3 は、n 型バッファ層 1 0 によって形成されていてもよい。

[0094] パッド側壁 6 4 は、第 1 トレンチ 4 1 の第 2 側壁 4 4 によって形成されている。パッド側壁 6 4 は、パッド頂部 6 2 およびパッド基部 6 3 を接続している。パッド側壁 6 4 は、p 型コンタクト層 1 2、発光層 1 1、n 型バッファ層 1 0 および基板 2 によってそれぞれ形成されている。

[0095] 平面視において、パッド頂部 6 2 の周縁は、パッド基部 6 3 の周縁よりも内方に位置している。つまり、パッド頂部 6 2 の周縁に取り囲まれた領域の平面面積は、パッド基部 6 3 の周縁に取り囲まれた領域の平面面積未満である。パッド側壁 6 4 は、この形態では、パッド頂部 6 2 からパッド基部 6 3 に向けて下り傾斜している。パッド側壁 6 4 は、パッド頂部 6 2 に対して垂直に形成されていてもよい。

[0096] パッドメサ構造 6 1 内においてパッド側壁 6 4 が第 1 基板主面 3 との間で成す角度 $\theta 3$ は、 80° 以上 90° 以下であってもよい。角度 $\theta 3$ は、 80° 以上 82.5° 以下、 82.5° 以上 85° 以下、 85° 以上 87.5° 以下、または、 87.5° 以上 90° 以下であってもよい。

[0097] パッド頂部 6 2 の第 2 方向 Y の幅は、 $120\mu\text{m}$ 以上 $280\mu\text{m}$ 以下であってもよい。パッド頂部 6 2 の幅は、 $120\mu\text{m}$ 以上 $140\mu\text{m}$ 以下、 14

0 μm 以上160 μm 以下、160 μm 以上180 μm 以下、180 μm 以上200 μm 以下、200 μm 以上220 μm 以下、220 μm 以上240 μm 以下、240 μm 以上260 μm 以下、または、260 μm 以上280 μm 以下であってもよい。パッド基部63の第2方向Yの幅は、パッド領域32の第2幅W2である。

[0098] 外側領域33は、第1基板主面3から第2基板主面4とは反対側に向けて突出した台地状（リッジ状）の外側メサ構造71を有している。外側メサ構造71は、第2トレンチ42および半導体側面8B、8C、8Dによって区画されている。外側メサ構造71は、外側頂部72、外側基部73および外側側壁74を含む。

[0099] 外側頂部72は、半導体主面7の一部によって形成されている。つまり、外側メサ構造71の外側頂部72は、メサ構造51の頂部52と同一平面上に位置している。また、外側頂部72は、p型コンタクト層12によって形成されている。外側頂部72は、基板2の第1基板主面3に対して平行に形成されている。

[0100] 外側基部73は、少なくとも発光層11に対して基板2側に位置していることが好ましい。外側基部73は、この形態では、基板2によって形成されている。外側基部73は、n型バッファ層10によって形成されていてもよい。

[0101] 外側側壁74は、第2トレンチ42の第1側壁46によって形成されている。外側側壁74は、外側頂部72および外側基部73を接続している。外側側壁74は、p型コンタクト層12、発光層11、n型バッファ層10および基板2によってそれぞれ形成されている。

[0102] 平面視において、外側頂部72の周縁は、外側基部73の周縁よりも内方に位置している。つまり、外側頂部72の周縁に取り囲まれた領域の平面面積は、外側基部73の周縁に取り囲まれた領域の平面面積未満である。外側側壁74は、この形態では、外側頂部72から外側基部73に向けて下り傾斜している。外側側壁74は、外側頂部72に対して垂直に形成されていて

もよい。

- [0103] 外側メサ構造 7 1 内において外側側壁 7 4 が第 1 基板主面 3 との間で成す角度 $\theta 4$ は、 80° 以上 90° 以下であってもよい。角度 $\theta 4$ は、 80° 以上 82.5° 以下、 82.5° 以上 85° 以下、 85° 以上 87.5° 以下、または、 87.5° 以上 90° 以下であってもよい。
- [0104] 外側頂部 7 2 の第 2 方向 Y の幅は、 $10\mu\text{m}$ 以上 $125\mu\text{m}$ 未満であってもよい。第 3 幅 W 3 は、 $10\mu\text{m}$ 以上 $25\mu\text{m}$ 以下、 $25\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下、 $50\mu\text{m}$ 以上 $75\mu\text{m}$ 以下、 $75\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下、または、 $100\mu\text{m}$ 以上 $125\mu\text{m}$ 以下であってもよい。外側基部 7 3 の第 2 方向 Y の幅は、外側領域 3 3 の第 3 幅 W 3 である。
- [0105] 図 4 を参照して、メサ構造 5 1 は、頂部 5 2 に形成されたコンタクト孔 7 9 を含む。コンタクト孔 7 9 は、p 型コンタクト層 1 2 の表層部に形成されている。コンタクト孔 7 9 は、頂部 5 2 において基部 5 3 に向けて窪んでいる。コンタクト孔 7 9 は、この形態では、頂部 5 2 の周縁から内方に間隔を空けて形成されている。
- [0106] コンタクト孔 7 9 は、平面視において第 2 方向 Y に沿って帯状に延びている。コンタクト孔 7 9 は、第 1 端面 5 6 および第 2 端面 5 7 に連通していてもよい。コンタクト孔 7 9 は、第 1 端面 5 6 および第 2 端面 5 7 に連通しないように頂部 5 2 の周縁によって取り囲まれた領域内に形成されていてもよい。
- [0107] コンタクト孔 7 9 は、 $1\text{\AA}$ 以上 $2000\text{\AA}$ 以下の深さを有していてもよい。深さは、 $1\text{\AA}$ 以上 $500\text{\AA}$ 以下、 $500\text{\AA}$ 以上 $1000\text{\AA}$ 以下、 $1000\text{\AA}$ 以上 $1500\text{\AA}$ 以下、または、 $1500\text{\AA}$ 以上 $2000\text{\AA}$ 以下であってもよい。深さは、 $10\text{\AA}$ 以上 $1000\text{\AA}$ 以下であることが好ましい。
- [0108] 半導体レーザ装置 1 は、半導体主面 7 を被覆する絶縁層 8 0 をさらに含む。図 2 では、名良化のため、絶縁層 8 0 がハッチングによって示されている。絶縁層 8 0 は、半導体主面 7 の上において膜状に形成されている。絶縁層 8 0 は、窒化シリコンまたは酸化シリコンを含んでいてもよい。絶縁層 8 0

は、この形態では、窒化シリコンを含む。

[0109] 絶縁層 80 は、第 1 領域 81、第 2 領域 82 および第 3 領域 83 を一体的に含む。第 1 領域 81 は、発光領域 31 を被覆している。第 2 領域 82 は、パッド領域 32 を被覆している。第 3 領域 83 は、外側領域 33 を被覆している。

[0110] 第 1 領域 81 は、メサ構造 51 の頂部 52、基部 53、第 1 側壁 54 および第 2 側壁 55 を被覆している。第 2 領域 82 は、パッドメサ構造 61 のパッド頂部 62、パッド基部 63 およびパッド側壁 64 を被覆している。第 2 領域 82 においてパッドメサ構造 61 のパッド頂部 62 を被覆する部分は、第 1 半導体側面 8A から内方に間隔を空けて形成されている。これにより、半導体主面 7 において第 1 半導体側面 8A 側の周縁が絶縁層 80（第 2 領域 82）から露出している。

[0111] 第 3 領域 83 は、外側メサ構造 71 の外側頂部 72、外側基部 73 および外側側壁 74 を被覆している。第 3 領域 83 において外側頂部 72 を被覆する部分は、第 2 半導体側面 8B から内方に間隔を空けて形成されている。これにより、半導体主面 7 において第 2 半導体側面 8B 側の周縁が絶縁層 80（第 3 領域 83）から露出している。

[0112] 絶縁層 80（第 1 領域 81）においてメサ構造 51 の頂部 52 を被覆する部分には、コンタクト開口 84 が形成されている。コンタクト開口 84 は、コンタクト孔 79 に連通している。コンタクト開口 84 は、コンタクト孔 79 の内壁を露出させている。コンタクト開口 84 の内壁は、コンタクト孔 79 の内壁に沿って延びている。絶縁層 80 は、コンタクト孔 79 の内壁を露出させていてもよい。絶縁層 80 は、コンタクト孔 79 の内壁を被覆していてもよい。

[0113] 半導体レーザ装置 1 は、絶縁層 80 の上に形成された配線電極 88 をさらに含む。配線電極 88 は、絶縁層 80 の上において膜状に形成されている。配線電極 88 は、絶縁層 80 を貫通して発光領域 31 に電氣的に接続された内部接続領域 89、および、絶縁層 80 を挟んでパッド領域 32 を被覆し、

導線 3 4 に外部接続される外部接続領域 9 0 を含む。

[0114] 配線電極 8 8 は、より具体的には、発光領域 3 1 を被覆する第 1 配線領域 9 1、パッド領域 3 2 を被覆する第 2 配線領域 9 2、および、外側領域 3 3 を被覆する第 3 配線領域 9 3 を一体的に含む。

[0115] 第 1 配線領域 9 1 は、絶縁層 8 0 の第 1 領域 8 1 を挟んで、メサ構造 5 1 の頂部 5 2、基部 5 3、第 1 側壁 5 4 および第 2 側壁 5 5 を被覆している。第 1 配線領域 9 1 は、メサ構造 5 1 の頂部 5 2 において、絶縁層 8 0 のコンタクト開口 8 4 内に入り込み、発光領域 3 1 に電氣的に接続されている。

[0116] 第 1 配線領域 9 1 は、より具体的には、コンタクト孔 7 9 内において p 型コンタクト層 1 2 に電氣的に接続されている。第 1 配線領域 9 1 において p 型コンタクト層 1 2 に接続された部分によって内部接続領域 8 9 が形成されている。

[0117] 第 2 配線領域 9 2 は、絶縁層 8 0 の第 2 領域 8 2 を挟んで、パッドメサ構造 6 1 のパッド頂部 6 2、パッド基部 6 3 およびパッド側壁 6 4 を被覆している。第 2 配線領域 9 2 において第 2 領域 8 2 を被覆する部分は、第 2 領域 8 2 の周縁から発光領域 3 1 側に間隔を空けて形成されている。

[0118] これにより、第 2 領域 8 2 の周縁が第 2 配線領域 9 2 から露出している。第 2 配線領域 9 2 においてパッドメサ構造 6 1 のパッド頂部 6 2 を被覆する部分によって、導線 3 4 に外部接続される外部接続領域 9 0 が形成されている。

[0119] 第 3 配線領域 9 3 は、絶縁層 8 0 の第 3 領域 8 3 を挟んで、外側メサ構造 7 1 の外側頂部 7 2、外側基部 7 3 および外側側壁 7 4 を被覆している。第 3 配線領域 9 3 において外側頂部 7 2 を被覆する部分は、第 3 領域 8 3 の周縁から発光領域 3 1 側に間隔を空けて形成されている。これにより、第 3 領域 8 3 の周縁が第 3 配線領域 9 3 から露出している。

[0120] 第 3 配線領域 9 3 は、除かれてもよい。ただし、発光領域 3 1 に加わる応力を鑑みると、発光領域 3 1 は、第 2 配線領域 9 2 および第 3 配線領域 9 3 によって挟み込まれた構造を有していることが好ましい。この場合、第 2 配

線領域 9 2 に起因して発光領域 3 1 に加わる応力、および、第 3 配線領域 9 3 に起因して発光領域 3 1 に加わる応力の間でバランスを取ることができる。

[0121] 配線電極 8 8 は、複数の電極層が積層された積層構造を有していてもよい。配線電極 8 8 は、この形態では、絶縁層 8 0 側からこの順に積層された第 1 電極 9 5 および第 2 電極 9 6 を含む。

[0122] 第 1 電極 9 5 は、Pt（白金）層、Ti（チタン）層、および、TiN（窒化チタン）層のうちの少なくとも 1 つを含むバリア電極層であってもよい。第 1 電極 9 5 の厚さは、10 nm 以上 200 nm 以下であってもよい。第 1 電極 9 5 の厚さは、10 nm 以上 50 nm 以下、50 nm 以上 100 nm 以下、100 nm 以上 150 nm 以下、または、150 nm 以上 200 nm 以下であってもよい。

[0123] 第 2 電極 9 6 は、Au（金）層を含む低抵抗電極層であってもよい。第 2 電極 9 6 の厚さは、第 1 電極 9 5 の厚さを超えている。第 2 電極 9 6 の厚さは、1 μ m 以上 5 μ m 以下であってもよい。第 2 電極 9 6 の厚さは、1 μ m 以上 1.5 μ m 以下、1.5 μ m 以上 2 μ m 以下、2 μ m 以上 2.5 μ m 以下、2.5 μ m 以上 3 μ m 以下、3 μ m 以上 3.5 μ m 以下、3.5 μ m 以上 4 μ m 以下、4 μ m 以上 4.5 μ m 以下、または、4.5 μ m 以上 5 μ m 以下であってもよい。

[0124] 半導体レーザ装置 1 は、第 2 基板主面 4 の上に形成された電極 9 7 をさらに含む。電極 9 7 は、基板 2 に電氣的に接続されている。電極 9 7 は、この形態では、第 2 基板主面 4 の全面を被覆している。電極 9 7 は、第 2 基板主面 4 の周縁部を露出させるように第 2 基板主面 4 の上に形成されていてもよい。電極 9 7 は、複数の電極層を含む積層構造を有していてもよい。

[0125] 電極 9 7 は、Ni（ニッケル）層、AuGe（金－ゲルマニウム合金）層、Ti（チタン）層、および、Au（金）層のうちの少なくとも 1 つを含んでもよい。電極 9 7 は、Ni 層、AuGe 層、Ti 層、および、Au 層のうちの少なくとも 2 つを任意の態様で積層させた積層構造を有していても

よい。電極 97 は、第 2 基板主面 4 側からこの順に積層された AuGe 層、Ni 層、Ti 層、および、Au 層を含んでいてもよい。

[0126] 図 1 ～図 3 を参照して、配線電極 88 の外部接続領域 90（第 2 配線領域 92）には、1 つまたは複数の導線 34 が接続される。導線 34 の個数は任意であり、特定の個数に限定されない。この形態では、3 つの導線 34 A、34 B、34 C が、外部接続領域 90（第 2 配線領域 92）に接続された例が示されている。

[0127] 各導線 34 は、ボンディングワイヤまたはクリップワイヤを含んでいてもよい。各導線 34 は、この形態では、ボンディングワイヤからなる。クリップワイヤは、比較的幅広の金属板によって形成されている点を除いて、ボンディングワイヤと同一の形態を有している。

[0128] 各導線 34 は、ボンディングワイヤの一例としての金ワイヤ、銀ワイヤ、アルミニウムワイヤ、および、銅ワイヤのうちの少なくとも 1 種を含んでいてもよい。各導線 34 は、金ワイヤからなることが好ましい。

[0129] 各導線 34 は、接合部 98 およびワイヤ部 99 を含む。接合部 98 は、外部接続領域 90 に接続される部分である。各導線 34 がボンディングワイヤからなる場合、接合部 98 は、「ワイヤボール」、「スタッドバンプ」等と称されることがある。ワイヤ部 99 は、接合部 98 から他の接続対象に向けてライン状に延びる部分である。

[0130] 図 2 を参照して、接合部 98 は、第 2 方向 Y に関して、発光領域 31 の第 1 幅 $W1$ を超える接続幅 WC ($W1 < WC$) を有している。接続幅 WC は、パッド領域 32 の第 2 幅 $W2$ 未満 ($WC < W2$) である。接続幅 WC は、この形態では、外側領域 33 の第 3 幅 $W3$ 以上 ($W3 \leq WC$) である。接続幅 WC は、より具体的には、第 3 幅 $W3$ を超えている ($W3 < WC$)。

[0131] 接続幅 WC は、 $50 \mu m$ 以上 $300 \mu m$ 未満であってもよい。接続幅 WC は、 $50 \mu m$ 以上 $75 \mu m$ 以下、 $75 \mu m$ 以上 $100 \mu m$ 以下、 $100 \mu m$ 以上 $125 \mu m$ 以下、 $125 \mu m$ 以上 $150 \mu m$ 以下、 $150 \mu m$ 以上 $200 \mu m$ 以下、 $200 \mu m$ 以上 $250 \mu m$ 以下、または、 $250 \mu m$ 以上 $300 \mu m$ 以下である。

0 μm 未満であってもよい。接続幅WCは、この形態では、80 μm 以上150 μm 以下である。

[0132] 発光領域31の上に導線34A～34Cを接続することも考えられる。しかし、この場合、接合部98は、発光領域31の第1幅W1を超える接続幅WC ($W1 < WC$) を有しているので、発光領域31に対する接合部98の接続面積が不足し、導線34A～34Cを発光領域31に適切に電氣的に接続させることができない。また、導線34A～34Cの接続時の外力や応力に起因して、発光領域31に不具合が生じる可能性もある。

[0133] そこで、半導体レーザ装置1では、導線34A～34Cが接続されるパッド領域32を発光領域31外の領域に形成している。これにより、導線34A～34Cによるデザイン制限を受けずに、発光領域31の縮小を適切に図ることができる。よって、メサ構造51内における電流の不所望な拡散を抑制できるから、レーザ光の指向性を高めることができる。

[0134] 図9は、本発明の第2実施形態に係る半導体レーザ装置101を、当該半導体レーザ装置101に接続される導線34と共に示す斜視図である。図10は、図9に示す半導体レーザ装置101の平面図である。図11は、図10に示すXI-XI線に沿う断面図である。以下では、半導体レーザ装置1に対して述べた構造に対応する構造については同一の参照符号を付して説明を省略する。

[0135] 半導体レーザ装置101では、パッド領域32がパッドメサ構造61を有していない。パッド領域32は、発光領域31のメサ構造51の頂部52に対して基部53側に形成されている。パッド領域32は、より具体的には、基板2の第1基板主面3に形成されている。第1基板主面3においてパッド領域32を形成する部分は、第1基板主面3においてメサ構造51内に位置する部分に対して第2基板主面4側に位置していてもよい。

[0136] また、半導体レーザ装置101では、外側領域33が外側メサ構造71を有していない。外側領域33は、発光領域31のメサ構造51の頂部52に対して基部53側に形成されている。外側領域33は、より具体的には、基

板 2 の第 1 基板主面 3 に形成されている。第 1 基板主面 3 において外側領域 3 3 を形成する部分は、第 1 基板主面 3 においてメサ構造 5 1 内に位置する部分に対して第 2 基板主面 4 側に位置していてもよい。外側領域 3 3 は、パッド領域 3 2 と同一平面上に位置していてもよい。

[0137] 絶縁層 8 0 の第 2 領域 8 2 は、パッド領域 3 2 において第 1 基板主面 3 を被覆している。絶縁層 8 0 の第 3 領域 8 3 は、外側領域 3 3 において第 1 基板主面 3 を被覆している。配線電極 8 8 の第 2 配線領域 9 2 は、絶縁層 8 0 の第 2 領域 8 2 を挟んで、第 1 基板主面 3 を被覆している。配線電極 8 8 の第 3 配線領域 9 3 は、絶縁層 8 0 の第 3 領域 8 3 を挟んで第 1 基板主面 3 を被覆している。

[0138] 以上、半導体レーザ装置 1 0 1 によっても、半導体レーザ装置 1 に対して述べた効果と同様の効果を奏することができる。この形態では、パッド領域 3 2 および外側領域 3 3 が第 1 基板主面 3 によって形成された例について説明した。しかし、パッド領域 3 2 および外側領域 3 3 は、 n 型バッファ層 1 0 によってそれぞれ形成されていてもよい。

[0139] 図 1 2 は、本発明の第 3 実施形態に係る半導体レーザ装置 1 1 1 を、当該半導体レーザ装置 1 1 1 に接続される導線 3 4 と共に示す斜視図である。以下では、半導体レーザ装置 1 に対して述べた構造に対応する構造については同一の参照符号を付して説明を省略する。

[0140] 前述の半導体レーザ装置 1 では、外側領域 3 3 が導線 3 4 に接続されない構造を有していた。これに対して、半導体レーザ装置 1 1 1 では、外側領域 3 3 がパッド領域 3 2 と同様の構造を有している。つまり、半導体レーザ装置 1 1 1 では、外側領域 3 3 が導線 3 4 に接続される第 2 パッド領域 1 2 1 として形成されている。

[0141] 外側領域 3 3 の第 3 幅 W_3 は、発光領域 3 1 の第 1 幅 W_1 を超えている ($W_1 < W_3$)。第 3 幅 W_3 は、第 3 基板側面 5 C の長さ L_2 の $1/4$ 以上 $2/3$ 以下であることが好ましい。第 3 幅 W_3 は、第 1 幅 W_1 の 1.5 倍以上 4 倍以下であることが好ましい。外側領域 3 3 の第 3 面積 S_3 は、平面視に

において第1面積 S_1 を超えている ($S_1 < S_3$) を有している。

[0142] 第3幅 W_3 は、 $150\mu\text{m}$ 以上 $300\mu\text{m}$ 以下であってもよい。第2幅 W_2 は、 $150\mu\text{m}$ 以上 $175\mu\text{m}$ 以下、 $175\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下、 $200\mu\text{m}$ 以上 $225\mu\text{m}$ 以下、 $225\mu\text{m}$ 以上 $250\mu\text{m}$ 以下、 $250\mu\text{m}$ 以上 $275\mu\text{m}$ 以下、または、 $275\mu\text{m}$ 以上 $300\mu\text{m}$ 以下であってもよい。第3幅 W_3 は、 $150\mu\text{m}$ 以上 $250\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

[0143] 外側領域33の第3幅 W_3 は、パッド領域32の第2幅 W_2 以上 ($W_2 \leq W_3$) であってもよいし、パッド領域32の第2幅 W_2 未満 ($W_3 < W_2$) であってもよい。第3幅 W_3 は、この形態では、第2幅 W_2 に等しい ($W_2 = W_3$) 。

[0144] 配線電極88の第3配線領域93において外側メサ構造71の外側頂部72を被覆する部分は、この形態では、第2配線領域92と同様に、導線34に外部接続される第2外部接続領域113を形成している。

[0145] 外部接続領域90 (第2配線領域92) および第2外部接続領域113 (第3配線領域93) には、1つまたは複数の導線34がそれぞれ接続される。導線34の個数は任意であり、特定の個数に限定されない。この形態では、3つの導線34A, 34B, 34Cが、外部接続領域90 (第2配線領域92) に接続され、3つの導線34D, 34E, 34Fが、第2外部接続領域113 (第3配線領域93) に接続された例が示されている。

[0146] 以上、半導体レーザ装置111によっても、半導体レーザ装置1に対して述べた効果と同様の効果を奏することができる。第2外部接続領域113 (第3配線領域93) に導線34が接続される構造は、前述の第2実施形態にも適用できる。

[0147] 図13は、第1形態例に係るパッケージ201を示す分離斜視図である。以下では、パッケージ201に半導体レーザ装置1が搭載された例について説明する。しかし、半導体レーザ装置1に代えて半導体レーザ装置101または半導体レーザ装置111が、パッケージ201に搭載されてもよい。

[0148] 図13を参照して、パッケージ201は、金属製の筐体内に半導体レーザ

装置 1 が收容された半導体ステムである。パッケージ 201 は、半導体レーザ装置 1、ステムベース 202、第 1 リード端子 203、第 2 リード端子 204、第 3 リード端子 205、第 1 絶縁体 206、第 2 絶縁体 207、ヒートシンク 208、フォトダイオード 209、第 1 導線 210、第 2 導線 211、キャップ 212 および閉塞部材 213 を含む。

[0149] ステムベース 202 は、金属製（たとえば鉄製）の板状部材を含む。ステムベース 202 は、この形態では、円板状に形成されている。ステムベース 202 は、一方側の第 1 面 214、他方側の第 2 面 215、ならびに、第 1 面 214 および第 2 面 215 を接続する側面 216 を有している。

[0150] ステムベース 202 の側面 216 において任意の領域には、複数（この形態では 3 つ）の切欠部が間隔を空けて形成されている。複数の切欠部は、第 1 切欠部 217、第 2 切欠部 218 および第 3 切欠部 219 を含む。

[0151] 第 1 切欠部 217 は、ステムベース 202 の中央部に向かって四角形状に窪んでいる。第 2 切欠部 218 および第 3 切欠部 219 は、それぞれ、ステムベース 202 の中央部に向かって三角形形状に窪んでいる。第 2 切欠部 218 および第 3 切欠部 219 は、ステムベース 202 の中央部を挟んで互いに対向している。第 1 切欠部 217、第 2 切欠部 218 および第 3 切欠部 219 は、第 1 リード端子 203、第 2 リード端子 204 および第 3 リード端子 205 の配置を示していてもよい。

[0152] 第 1 リード端子 203、第 2 リード端子 204 および第 3 リード端子 205 は、互いに間隔を空けてステムベース 202 の第 2 面 215 に設けられている。第 1 リード端子 203、第 2 リード端子 204 および第 3 リード端子 205 は、第 2 面 215 の法線方向に沿って棒状、柱状または軸状にそれぞれ延びている。

[0153] 第 1 リード端子 203 は、ステムベース 202 の第 2 面 215 に接続されている。これにより、第 1 リード端子 203 は、ステムベース 202 に電氣的に接続されている。

[0154] 第 2 リード端子 204 は、ステムベース 202 の第 2 面 215 側からステ

ムベース 202 の第 1 面 214 側に引き出された引き出し部 220 を含む。
第 2 リード端子 204 の引き出し部 220 は、ステムベース 202 に形成された第 1 貫通孔 221 を介して引き出されている。

[0155] 第 3 リード端子 205 は、ステムベース 202 の第 2 面 215 側からステムベース 202 の第 1 面 214 側に引き出された引き出し部 222 を含む。
第 3 リード端子 205 の引き出し部 222 は、ステムベース 202 に形成された第 2 貫通孔 223 を介して引き出されている。

[0156] 第 1 絶縁体 206 は、第 1 貫通孔 221 内において、第 2 リード端子 204 およびステムベース 202 の間に介在している。第 1 絶縁体 206 は、ステムベース 202 から第 2 リード端子 204 を電氣的に絶縁させる。第 1 絶縁体 206 は、第 2 リード端子 204 を支持している。

[0157] 第 2 絶縁体 207 は、第 2 貫通孔 223 内において、第 3 リード端子 205 およびステムベース 202 の間に介在している。第 2 絶縁体 207 は、ステムベース 202 から第 3 リード端子 205 を電氣的に絶縁させる。第 2 絶縁体 207 は、第 3 リード端子 205 を支持している。

[0158] ヒートシンク 208 は、ステムベース 202 の第 1 面 214 に設けられている。ヒートシンク 208 は、シリコン製、窒化アルミニウム製または金属製（たとえば鉄製）のブロック状または板状の部材を含む。ヒートシンク 208 は、第 1 面 214 に対して一体的に形成されていてもよい。

[0159] ヒートシンク 208 は、第 1 面 214 の法線方向から見た平面視において、ステムベース 202 の中央部に対してステムベース 202 の周縁部側に配置されていてもよい。ヒートシンク 208 は、第 1 実装面 224 を有している。第 1 実装面 224 は、第 1 面 214 の法線方向に沿って延びている。第 1 実装面 224 は、ステムベース 202 の中央部に方向付けられている。

[0160] 半導体レーザ装置 1 は、ヒートシンク 208 の第 1 実装面 224 に実装されている。半導体レーザ装置 1 およびヒートシンク 208 の間には、サブマウントが介在されていてもよい。半導体レーザ装置 1 は、第 1 面 214 の法線方向に向けてレーザ光を照射する。半導体レーザ装置 1 は、ステムベース

202を介して第1リード端子203に電氣的に接続されている。

[0161] フォトダイオード209は、ステムベース202の第1面214に実装されている。フォトダイオード209は、第1面214において、ステムベース202の中央部を挟んでヒートシンク208に対向する領域に実装されている。

[0162] フォトダイオード209は、より具体的には、第1面214に形成されたリセス部225内に実装されている。リセス部225は、底部に形成された第2実装面226を有している。フォトダイオード209は、第2実装面226に実装されている。フォトダイオード209は、ステムベース202を介して第1リード端子203に電氣的に接続されている。

[0163] 第1導線210は、前述の導線34に対応している。第1導線210は、半導体レーザ装置1および第2リード端子204を電氣的に接続する。第1導線210は、より具体的には、半導体レーザ装置1の外部接続領域90および第2リード端子204の引き出し部220に接続されている。これにより、半導体レーザ装置1は、第1導線210を介して第2リード端子204に電氣的に接続されている。

[0164] これにより、半導体レーザ装置1は、カソードが第1リード端子203に電氣的に接続され、アノードが第2リード端子204に電氣的に接続される態様でステムベース202の上に搭載されている。

[0165] 第2導線211は、ボンディングワイヤであってもよい。第2導線211は、フォトダイオード209および第3リード端子205を電氣的に接続する。第2導線211は、より具体的には、第3リード端子205の引き出し部222に接続されている。これにより、フォトダイオード209は、第2導線211を介して第3リード端子205に電氣的に接続されている。

[0166] フォトダイオード209は、カソードが第3リード端子205に電氣的に接続され、アノードが第1リード端子203に電氣的に接続される態様でステムベース202の上に搭載されている。これにより、フォトダイオード209のアノードは、ステムベース202を介して半導体レーザ装置1のカソ

ードに電氣的に接続されている。

[0167] キャップ212は、金属製（たとえば鉄製）の筒状部材を含む。キャップ212は、ステムベース202の第1面214の上に取り付けられる。キャップ212は、ヒートシンク208、半導体レーザ装置1、フォトダイオード209、第2リード端子204の引き出し部220、第3リード端子205の引き出し部222、第1導線210および第2導線211を収容する。

[0168] キャップ212は、対向壁227、側壁228およびフランジ229を含む。対向壁227は、板状（この形態では円板状）に形成されている。対向壁227は、ステムベース202の第1面214に対向している。側壁228は、筒状（この形態では円筒状）に形成され、対向壁227の周縁に連なっている。側壁228は、対向壁227とは反対側において開口230を区画している。

[0169] フランジ229は、開口230の開口端において開口230とは反対側に張り出している。フランジ229は、開口230の開口端に沿って環状（この形態では円環状）に形成されている。キャップ212は、フランジ229が第1面214に取り付けられることによって、ステムベース202に固定される。

[0170] キャップ212には、光取り出し窓231が形成されている。光取り出し窓231は、対向壁227に形成されている。光取り出し窓231は、半導体レーザ装置1によって生成されたレーザ光をキャップ212内からキャップ212外に導く。

[0171] 閉塞部材213は、光取り出し窓231を閉塞する部材である。閉塞部材213は、透光性を有する絶縁体または透明な絶縁体からなることが好ましい。閉塞部材213は、この形態では、ガラスからなる。閉塞部材213は、レーザ光の指向性を高めるためのレンズであってもよい。閉塞部材213は、この形態では、キャップ212の内側から光取り出し窓231を閉塞している。閉塞部材213は、キャップ212の外側から光取り出し窓231を閉塞していてもよい。

[0172] この形態では、パッケージ201が、フォトダイオード209を含む例について説明した。しかし、フォトダイオード209を備えないパッケージ201が採用されてもよい。この場合、第3リード端子205は取り除かれてもよいし、開放端子として残存されてもよい。

[0173] 図14は、第2形態例に係るパッケージ301を示す平面図である。図15は、図14に示すXV-XV線に沿う断面図である。図14では、内部構造の明瞭化のためパッケージ本体302を透過して示している。

[0174] 以下では、パッケージ301に半導体レーザ装置1が搭載された例について説明する。しかし、半導体レーザ装置1に代えて半導体レーザ装置101または半導体レーザ装置111が、パッケージ301に搭載されてもよい。

[0175] 図14および図15を参照して、パッケージ301は、半導体レーザ装置1が封止樹脂によって封止された半導体パッケージである。パッケージ301は、半導体レーザ装置1、パッケージ本体302、端子電極303および導線304を含む。図14では、半導体レーザ装置1の配線電極88および端子電極303が、ハッチングによって示されている。

[0176] パッケージ本体302は、透明樹脂または透光性樹脂を含む。パッケージ本体302は、透明樹脂または透光性樹脂の一例としてのエポキシ樹脂を含んでいてもよい。パッケージ本体302は、直方体形状に形成されている。

[0177] パッケージ本体302は、一方側の第1面305、他方側の第2面306、ならびに、第1面305および第2面306を接続する複数の側面307A、307B、307C、307Dを含む。複数の側面307A～307Dは、より具体的には、第1側面307A、第2側面307B、第3側面307Cおよび第4側面307Dを含む。

[0178] 第1面305および第2面306は、それらの法線方向Zから見た平面視において四角形状（この形態では長方形）に形成されている。複数の側面307A～307Dは、法線方向Zに沿って平面的に延びている。

[0179] 第1側面307Aおよび第2側面307Bは、第1方向Xに沿って延び、第2方向Yに対向している。第1側面307Aおよび第2側面307Bは、

パッケージ本体 302 の長辺を形成している。第 3 側面 307 C および第 4 側面 307 D は、第 2 方向 Y に沿って延び、第 1 方向 X に対向している。第 3 側面 307 C および第 4 側面 307 D は、パッケージ本体 302 の短辺を形成している。

[0180] 端子電極 303 は、パッケージ本体 302 内に配置されている。端子電極 303 は、この形態では、パッケージ本体 302 内において第 4 側面 307 D 側の領域に配置されている。端子電極 303 は、Fe、Cu、Ni、Al 等の金属を含んでいてもよい。

[0181] 端子電極 303 の外面には、めっき層が形成されていてもよい。めっき層は、単一のめっき層を含む単層構造を有していてもよい。めっき層は、複数のめっき層を含む積層構造を有していてもよい。めっき層は、Ti、TiN、Ni、Ag、Pd、Au、および、Sn のうちの少なくとも 1 つの金属を含んでいてもよい。

[0182] 端子電極 303 は、この形態では、端子本体 308 および複数の延出部 309 A、309 B、309 C を一体的に含む。複数の延出部 309 A～309 C は、より具体的には、第 1 延出部 309 A、第 2 延出部 309 B および第 3 延出部 309 C を含む。

[0183] 端子本体 308 は、側面 307 A～307 D から間隔を空けてパッケージ本体 302 内に配置されている。端子本体 308 は、直方体形状に形成されている。端子本体 308 は、第 1 面 305 側の第 1 端子面 310、第 2 面 306 側の第 2 端子面 311、ならびに、第 1 端子面 310 および第 2 端子面 311 を接続する複数の端子側面 312 A、312 B、312 C、312 D を含む。複数の端子側面 312 A～312 D は、より具体的には、第 1 端子側面 312 A、第 2 端子側面 312 B、第 3 端子側面 312 C および第 4 端子側面 312 D を含む。

[0184] 第 1 端子面 310 および第 2 端子面 311 は、平面視において四角形状（この形態では第 2 方向 Y に沿って延びる長方形状）に形成されている。第 2 端子面 311 は、パッケージ本体 302 の第 2 面 306 から露出している。

第2端子面311は、接続対象物に外部接続される外部端子として形成されている。第2端子面311は、第2面306に対して面一に形成されているもよい。

[0185] 複数の端子側面312A～312Dは、法線方向Zに沿って平面的に延びている。第1端子側面312Aは、パッケージ本体302の第1側面307Aに対向している。第2端子側面312Bは、パッケージ本体302の第2側面307Bに対向している。第3端子側面312Cは、パッケージ本体302の第3側面307Cに対向している。第4端子側面312Dは、パッケージ本体302の第4側面307Dに対向している。

[0186] 端子側面312Aおよび第2端子側面312Bは、第1方向Xに沿って延び、第2方向Yに対向している。端子側面312Aおよび第2端子側面312Bは、端子本体308の短辺を形成している。第3端子側面312Cおよび第4端子側面312Dは、第2方向Yに沿って延び、第1方向Xに対向している。第3端子側面312Cおよび第4端子側面312Dは、端子本体308の長辺を形成している。

[0187] 第1延出部309Aは、第1端子側面312Aから第1側面307Aに向けて帯状に引き出されている。第1延出部309Aは、第1側面307Aから露出する第1露出部313Aを有している。第1露出部313Aは、第1側面307Aに対して面一に形成されているもよい。

[0188] 第2延出部309Bは、第2端子側面312Bから第2側面307Bに向けて帯状に引き出されている。第2延出部309Bは、第2側面307Bから露出する第2露出部313Bを有している。第2延出部309Bは、第2側面307Bに対して面一に形成されているもよい。

[0189] 第3延出部309Cは、第3端子側面312Cから第4側面307Dに向けて帯状に引き出されている。第3延出部309Cは、第4側面307Dから露出する第3露出部313Cを有している。第3延出部309Cは、第4側面307Dに対して面一に形成されているもよい。

[0190] 複数の延出部309A～309Cは、第1端子面310の一部をそれぞれ

形成している。複数の延出部 309A～309Cは、この形態では、端子側面 312A～312Dにおいて第2端子面 311から第1端子面 310側に間隔を空けて形成されている。

[0191] これにより、複数の延出部 309A～309Cは、対応する端子側面 312A～312Dとの間で段差部 314を区画している。段差部 314は、端子本体 308に向かう湾曲状に形成されている。パッケージ本体 302の一部は、段差部 314に入り込んでいる。これにより、パッケージ本体 302からの端子電極 303の抜け落ちが抑制されている。

[0192] 半導体レーザ装置 1は、端子電極 303から第3側面 307C側に間隔を空けてパッケージ本体 302内に配置されている。半導体レーザ装置 1は、基板 2の第1基板主面 3をパッケージ本体 302の第1面 305に対向させた姿勢でパッケージ本体 302内に配置されている。

[0193] 基板 2の長辺（第1基板側面 5Aおよび第2基板側面 5B）は、パッケージ本体 302の第1側面 307Aおよび第2側面 307Bに対向している。基板 2の短辺（第3基板側面 5Cおよび第4基板側面 5D）は、パッケージ本体 302の第3側面 307Cおよび第4側面 307Dに対向している。

[0194] 半導体レーザ装置 1は、平面視において発光領域 31が第3側面 307Cの中心および第4側面 307Dの中心を結ぶラインの上に位置するように配置されている。これにより、半導体レーザ装置 1は、平面視において第1側面 307A側に偏在している。半導体レーザ装置 1に代えて半導体レーザ装置 111が搭載される場合、半導体レーザ装置 111は、偏在することなくパッケージ本体 302内に封止されていてもよい。半導体レーザ装置 1で生成されたレーザ光は、パッケージ本体 302の第3側面 307Cから取り出される。

[0195] 半導体レーザ装置 1の電極 97は、パッケージ本体 302の第2面 306から露出している。電極 97は、接続対象物に外部接続される外部端子として形成されている。電極 97は、パッケージ本体 302の第2面 306に対して面一に形成されていてもよい。

- [0196] 複数の導線304は、前述の導線34A～34Cに対応している。導線304の個数は任意であり、特定の個数に限定されない。複数の導線304は、パッケージ本体302内において、半導体レーザ装置1の外部接続領域90（配線電極88）および端子電極303の第1端子面310に電氣的にそれぞれ接続されている。
- [0197] 複数の導線304は、第1接合部315、第2接合部316およびワイヤ部317をそれぞれ含む。第1接合部315は、半導体レーザ装置1の外部接続領域90（配線電極88）に接続されている。第2接合部316は、端子電極303の第1端子面310に接続されている。ワイヤ部317は、第1接合部315から第2接合部316に向けてライン状に延びている。
- [0198] この形態では、半導体レーザ装置1の電極97がパッケージ本体302の第2面306から露出している例について説明した。しかし、半導体レーザ装置1は、パッケージ本体302の第2面306から露出し、端子電極303とは別の外部端子を形成する第2の端子電極の上に配置されていてもよい。この場合、半導体レーザ装置1の電極97は、第2の端子電極に電氣的に接続される。
- [0199] 図16は、第3形態例に係るパッケージ401を示す平面図である。図17は、図16に示すパッケージ401の底面図である。図18は、図17に示すXVIII-XVIII線に沿う断面図である。
- [0200] 以下では、パッケージ401に半導体レーザ装置1が搭載された例について説明する。しかし、半導体レーザ装置1に代えて半導体レーザ装置101または半導体レーザ装置111が、パッケージ401に搭載されてもよい。
- [0201] 図16～図18を参照して、パッケージ401は、絶縁材料製のケース内に半導体レーザ装置1が収容された半導体パッケージである。パッケージ401は、筐体402、半導体レーザ装置1、第1配線403および第2配線404を含む。筐体402は、内部空間405および光取り出し窓406を有している。半導体レーザ装置1は、内部空間405に収容されている。半導体レーザ装置1の光は、光取り出し窓406から取り出される。

[0202] 第1配線403は、内部空間405の内外に引き回されている。第1配線403は、内部空間405内に位置する第1端部407および内部空間405外に位置する第2端部408を有している。第1配線403の第1端部407は、内部空間405内において半導体レーザ装置1の配線電極88に電氣的に接続されている。第1配線403の第2端部408は、接続対象に外部接続される外部端子として形成されている。

[0203] 第2配線404は、内部空間405の内外に引き回されている。第2配線404は、内部空間405内に位置する第1端部409および内部空間405外に位置する第2端部410を有している。第2配線404の第1端部409は、内部空間405内において半導体レーザ装置1の電極97に電氣的に接続されている。第2配線404の第2端部410は、接続対象に外部接続される外部端子として形成されている。以下、パッケージ401の具体的な構造について説明する。

[0204] 筐体402は、直方体形状に形成されている。筐体402は、この形態では、絶縁体によって形成されている。筐体402は、一方側の第1主面411、他方側の第2主面412、ならびに、第1主面411および第2主面412を接続する複数の側面413A、413B、413C、413Dを有している。複数の側面413A～413Dは、より具体的には、第1側面413A、第2側面413B、第3側面413Cおよび第4側面413Dを含む。

[0205] 第1主面411および第2主面412は、それらの法線方向Zから見た平面視において四角形状（この形態では長方形形状）に形成されている。複数の側面413A～413Dは、法線方向Zに沿って平面的に延びている。

[0206] 第1側面413Aおよび第2側面413Bは、第1方向Xに沿って延び、第2方向Yに対向している。第1側面413Aおよび第2側面413Bは、筐体402の長辺を形成している。第3側面413Cおよび第4側面413Dは、第2方向Yに沿って延び、第1方向Xに対向している。第3側面413Cおよび第4側面413Dは、筐体402の短辺を形成している。

- [0207] 筐体402の内部には、半導体レーザ装置1を収容するための内部空間405が区画されている。内部空間405は、この形態では、平面視において四角形状に区画されている。内部空間405の平面形状は、任意であり、特定の形状に限定されない。
- [0208] 第3側面413Cには、内部空間405に連通する第1窓415が区画されている。第1窓415は、半導体レーザ装置1の光を取り出す光取り出し窓406として形成されている。第1窓415は、第3側面413Cを正面から見た正面視において、四角形状に区画されている。第1窓415は、この形態では、第2方向Yに沿って延びる長方形形状に区画されている。つまり、第3側面413Cは、第1窓415によって正面視において四角環状（この形態では長方形環状）に形成されている。
- [0209] 第1主面411には、内部空間405に連通する第2窓416が区画されている。半導体レーザ装置1は、第2窓416を介して内部空間405に収容される。第2窓416は、この形態では、平面視において四角形状に区画されている。
- [0210] つまり、第1主面411は、第2窓416によって平面視において四角環状（この形態では長方形環状）に形成されている。第2窓416の平面形状は、任意であり、特定の形状に限定されない。第2窓416の平面形状は、必ずしも内部空間405の平面形状に一致（整合）している必要はない。
- [0211] パッケージ401は、第1窓415（内部空間405）を閉塞する第1閉塞部材417を含む。第1閉塞部材417は、板状部材からなる。第1閉塞部材417は、半導体レーザ装置1の光を透過させる部材からなることが好ましい。第1閉塞部材417は、透光性を有する絶縁体または透明な絶縁体からなることが好ましい。
- [0212] 第1閉塞部材417は、筐体402の第3側面413Cに取り付けられている。第1閉塞部材417は、より具体的には、第1窓415の周囲に形成された第1支持部418の上に取り付けられている。第1支持部418は、この形態では、第1窓415に連通するように第3側面413Cの表層部に

形成されたりセスによって区画されている。第1支持部418（リセス）は、この形態では、平面視において第1窓415を取り囲む四角環状（この形態では長方形環状）に区画されている。

[0213] 第1閉塞部材417は、第3側面413C側の第1板面419および第4側面413D側の第2板面420を有している。第1板面419および第2板面420は、第3側面413Cに平行な平坦面を有している。第1板面419は、第3側面413Cよりも側方に突出していてもよい。第1板面419は、第3側面413Cに対して第4側面413D側に位置していてもよい。第1板面419は、第3側面413Cと同一平面上に位置していてもよい。

[0214] 第2板面420は、第3側面413Cに対して第4側面413D側の領域において第1支持部418に取り付けられている。第2板面420は、接着剤を介して第1支持部418に取り付けられていてもよい。接着剤は、樹脂（たとえば赤外線硬化樹脂）を含んでいてもよい。

[0215] パッケージ401は、第2窓416（内部空間405）を閉塞する第2閉塞部材421を含む。第2閉塞部材421は、板状部材からなる。第2閉塞部材421の材質は特に制限されないが、絶縁体を含むことが好ましい。絶縁体は、無機絶縁体または有機絶縁体であってもよい。第2閉塞部材421は、遮光性を有していてもよい。

[0216] 第2閉塞部材421は、筐体402の第1主面411に取り付けられている。第2閉塞部材421は、より具体的には、第2窓416の周囲に形成された第2支持部422の上に取り付けられている。第2支持部422は、この形態では、第2窓416に連通するように第1主面411の表層部に形成されたりセスによって区画されている。第2支持部422（リセス）は、この形態では、平面視において第2窓416を取り囲む四角環状に区画されている。

[0217] 第2閉塞部材421は、第1主面411側の第1板面423および第2主面412側の第2板面424を有している。第1板面423および第2板面

4 2 4 は、第 1 主面 4 1 1 に平行な平坦面を有している。第 1 板面 4 2 3 は、第 1 主面 4 1 1 よりも上方に突出していてもよい。第 1 板面 4 2 3 は、第 1 主面 4 1 1 に対して第 2 主面 4 1 2 側に位置していてもよい。第 1 板面 4 2 3 は、第 1 主面 4 1 1 と同一平面上に位置していてもよい。

[0218] 第 2 板面 4 2 4 は、第 1 主面 4 1 1 に対して第 2 主面 4 1 2 側の領域において第 2 支持部 4 2 2 に取り付けられている。第 2 板面 4 2 4 は、接着剤を介して第 2 支持部 4 2 2 に取り付けられていてもよい。接着剤は、樹脂（たとえば赤外線硬化樹脂）を含んでいてもよい。

[0219] 筐体 4 0 2 は、より具体的には、ベース層 4 3 1 およびフレーム層 4 3 2 を含む。筐体 4 0 2 の第 1 主面 4 1 1 は、フレーム層 4 3 2 によって形成されている。筐体 4 0 2 の第 2 主面 4 1 2 は、ベース層 4 3 1 によって形成されている。筐体 4 0 2 の側面 4 1 3 A～4 1 3 D は、ベース層 4 3 1 およびフレーム層 4 3 2 によって形成されている。

[0220] ベース層 4 3 1 は、直方体形状の板状部材からなる。ベース層 4 3 1 は、第 1 主面 4 1 1 側の第 1 面 4 3 3、第 2 主面 4 1 2 側の第 2 面 4 3 4、ならびに、第 1 面 4 3 3 および第 2 面 4 3 4 を接続する複数の側面 4 3 5 A、4 3 5 B、4 3 5 C、4 3 5 D を含む。複数の側面 4 3 5 A～4 3 5 D は、より具体的には、第 1 側面 4 3 5 A、第 2 側面 4 3 5 B、第 3 側面 4 3 5 C および第 4 側面 4 3 5 D を含む。

[0221] 第 1 面 4 3 3 は、内部空間 4 0 5 の一部を形成している。第 2 面 4 3 4 は、筐体 4 0 2 の第 2 主面 4 1 2 を形成している。側面 4 3 5 A～4 3 5 D は、筐体 4 0 2 の側面 4 1 3 A～4 1 3 D の一部をそれぞれ形成している。

[0222] ベース層 4 3 1 は、無機絶縁体および有機絶縁体のいずれか一方または双方を含む。ベース層 4 3 1 は、無機絶縁体の一例としての酸化シリコン、窒化シリコン、酸化アルミニウム、および、窒化アルミニウムのうちの少なくとも 1 種を含んでいてもよい。

[0223] ベース層 4 3 1 は、有機絶縁体の一例としての感光性樹脂および熱硬化性樹脂のいずれか一方または双方を含んでいてもよい。ベース層 4 3 1 は、有

機絶縁体の一例としてのエポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、ポリベンゾオキサゾール樹脂、アクリル樹脂、および、シリコン樹脂のうちの少なくとも１種を含んでいてもよい。ベース層４３１は、この形態では、ガラス繊維にエポキシ樹脂が浸透されたガラスエポキシ基板からなる。

[0224] フレーム層４３２は、平面視においてベース層４３１の内方領域を取り囲む環状（この形態では四角環状）に形成され、ベース層４３１の第１面４３３との間で内部空間４０５を区画する。フレーム層４３２は、第１主面４１１側の第１面４４３、第２主面４１２側の第２面４４４、第１面４４３および第２面４４４を接続する複数の内壁４４５Ａ、４４５Ｂ、４４５Ｃ、４４５Ｄ、ならびに、第１面４４３および第２面４４４を接続する複数の外壁４４６Ａ、４４６Ｂ、４４６Ｃ、４４６Ｄを含む。

[0225] 複数の内壁４４５Ａ～４４５Ｄは、より具体的には、第１内壁４４５Ａ、第２内壁４４５Ｂ、第３内壁４４５Ｃおよび第４内壁４４５Ｄを含む。内壁４４５Ａ～４４５Ｄは、ベース層４３１の第１面４３３との間で内部空間４０５を区画している。

[0226] 複数の外壁４４６Ａ～４４６Ｄは、より具体的には、第１外壁４４６Ａ、第２外壁４４６Ｂ、第３外壁４４６Ｃおよび第４外壁４４６Ｄを含む。外壁４４６Ａ～４４６Ｄは、筐体４０２の側面４１３Ａ～４１３Ｄの一部をそれぞれ形成している。

[0227] 前述の第１窓４１５および第１支持部４１８（リセス）は、フレーム層４３２において筐体４０２の第３側面４１３Ｃを形成する部分に形成されている。前述の第２窓４１６および第２支持部４２２（リセス）は、フレーム層４３２の第１面４４３に形成されている。

[0228] フレーム層４３２は、無機絶縁体および有機絶縁体のいずれか一方または双方を含む。フレーム層４３２は、無機絶縁体の一例としての酸化シリコン、窒化シリコン、酸化アルミニウム、および、窒化アルミニウムのうちの少なくとも１種を含んでいてもよい。

[0229] フレーム層４３２は、有機絶縁体の一例としての感光性樹脂および熱硬化

性樹脂のいずれか一方または双方を含んでいてもよい。フレーム層432は、有機絶縁体の一例としてのエポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、ポリベンゾオキサゾール樹脂、アクリル樹脂、および、シリコン樹脂のうちの少なくとも1種を含んでいてもよい。フレーム層432は、この形態では、金型成形されたエポキシ樹脂からなる。

[0230] 第1配線403は、内部空間405から筐体402を貫通して第2主面412に引き出されている。第1配線403は、より具体的には、ベース層431の第1面433の上からベース層431の内部を通過して、ベース層431の第2面434の上に引き出されている。

[0231] 第1配線403は、第1接続部451、第1貫通部452および第1外部端子部453を含む。第1接続部451は、第1配線403の第1端部407を形成している。第1外部端子部453は、第1配線403の第2端部408を形成している。

[0232] 第1接続部451は、ベース層431の第1面433において筐体402の第4側面413D側の領域に形成されている。第1接続部451は、膜状に形成されている。第1接続部451は、平面視において四角形状に形成されている。第1接続部451の平面形状は、任意であり、特定の形状に限定されない。第1接続部451は、Cu、Ni、Ti、および、Auのうちの少なくとも1種を含んでいてもよい。

[0233] 第1貫通部452は、ベース層431を第1面433から第2面434に貫通し、第1面433および第2面434から露出している。第1貫通部452は、平面視において第1接続部451に重なっている。第1貫通部452は、ベース層431の第1面433から露出する部分において第1接続部451に電氣的に接続されている。

[0234] 第1貫通部452は、平面視において円形状に形成されている。第1貫通部452の平面形状は、任意であり、特定の形状に限定されない。第1接続部451は、Cu、Ni、Ti、および、Auのうちの少なくとも1種を含んでいてもよい。

- [0235] 第1外部端子部453は、ベース層431の第2面434において筐体402の第4側面413D側の領域に形成されている。第1外部端子部453は、膜状に形成されている。第1外部端子部453は、第1貫通部452を被覆している。第1外部端子部453は、第1貫通部452に電氣的に接続されている。
- [0236] 第1外部端子部453は、平面視において四角形状に形成されている。第1外部端子部453の平面形状は、任意であり、特定の形状に限定されない。第1外部端子部453は、Cu、Ni、Ti、および、Auのうちの少なくとも1種を含んでいてもよい。
- [0237] 第2配線404は、内部空間405から筐体402を貫通して第2主面412に引き出されている。第2配線404は、より具体的には、ベース層431の第1面433の上からベース層431の内部を通過して、ベース層431の第2面434の上に引き出されている。
- [0238] 第2配線404は、第2接続部461、複数の第2貫通部462および第2外部端子部463を含む。第2接続部461は、第2配線404の第1端部409を形成している。第2外部端子部463は、第2配線404の第2端部410を形成している。
- [0239] 第2接続部461は、ベース層431の第1面433において第1接続部451から間隔を空けて筐体402の第3側面413C側の領域に形成されている。第2接続部461は、膜状に形成されている。第2接続部461は、平面視において四角形状に形成されている。第2接続部461の平面形状は、任意であり、特定の形状に限定されない。第2接続部461は、Cu、Ni、Ti、および、Auのうちの少なくとも1種を含んでいてもよい。
- [0240] 複数の第2貫通部462は、ベース層431を第1面433から第2面434に貫通し、第1面433および第2面434から露出している。複数の第2貫通部462は、この形態では、第1方向Xに沿って間隔を空けて形成されている。第2貫通部462の個数および配置は任意であり、特定の個数および配置に限定されない。

- [0241] 複数の第2貫通部462は、平面視において第2接続部461に重なっている。複数の第2貫通部462は、ベース層431の第2面434から露出する部分において第2接続部461に電氣的に接続されている。
- [0242] 第2貫通部462は、平面視において円形状に形成されている。第2貫通部462の平面形状は、任意であり、特定の形状に限定されない。第2接続部461は、Cu、Ni、Ti、および、Auのうちの少なくとも1種を含んでいてもよい。
- [0243] 第2外部端子部463は、ベース層431の第2面434において第1外部端子部453から間隔を空けて筐体402の第3側面413C側の領域に形成されている。第2外部端子部463は、膜状に形成されている。第2外部端子部463は、複数の第2貫通部462を被覆している。第2外部端子部463は、複数の第2貫通部462に電氣的に接続されている。
- [0244] 第2外部端子部463は、平面視において四角形状に形成されている。第2外部端子部463の平面形状は、任意であり、特定の形状に限定されない。第2外部端子部463は、Cu、Ni、Ti、および、Auのうちの少なくとも1種を含んでいてもよい。
- [0245] パッケージ401は、この形態では、サブマウント471をさらに含む。サブマウント471は、直方体形状に形成された板状部材からなる。サブマウント471は、第1主面411側の第1面472、第2主面412側の第2面473、ならびに、第1面472および第2面473を接続する側面474を含む。サブマウント471の第2面473は、第2配線404の第2接続部461に接続されている。サブマウント471は、Si、GaN、SiC、および、AlNのうちの少なくとも1種の材料を含んでいてもよい。
- [0246] サブマウント471は、1つまたは複数の貫通配線475を含む。貫通配線475は、サブマウント471を第1面472から第2面473に貫通し、第1面472および第2面473から露出している。貫通配線475は、第2面473において第2配線404の第2接続部461に電氣的に接続されている。

- [0247] 貫通配線 475 は、平面視において円形状に形成されている。貫通配線 475 の平面形状は、任意であり、特定の形状に限定されない。貫通配線 475 は、Cu、Ni、Ti、および、Au のうちの少なくとも 1 種を含んでもよい。
- [0248] 半導体レーザ装置 1 は、基板 2 の第 1 基板主面 3 を筐体 402 の第 1 主面 411 に対向させた姿勢でサブマウント 471 の第 1 面 472 の上に配置されている。基板 2 の長辺（第 1 基板側面 5A および第 2 基板側面 5B）は、筐体 402 の第 1 側面 413A および第 2 側面 413B に対向している。基板 2 の短辺（第 3 基板側面 5C および第 4 基板側面 5D）は、筐体 402 の第 3 側面 413C および第 4 側面 413D に対向している。
- [0249] 半導体レーザ装置 1 の電極 97 は、サブマウント 471 の貫通配線 475 に電氣的に接続されている。これにより、半導体レーザ装置 1 は、貫通配線 475 を介して第 2 配線 404 に電氣的に接続されている。電極 97 は、導電性接合材を介して貫通配線 475 に接続されていてもよい。導電性接合材は、金属ペーストまたは半田であってもよい。
- [0250] 半導体レーザ装置 1 の光取り出し面（この形態では、第 3 基板側面 5C（第 1 端面 56））は、平面視においてサブマウント 471 から筐体 402 の第 3 側面 413C に突出している。基板 2 の第 1 基板主面 3 は、法線方向 Z にベース層 431 の第 1 面 433 に対向している。
- [0251] この構造によれば、半導体レーザ装置 1 のレーザ光が、サブマウント 471 外の領域から取り出される。したがって、レーザ光に対するサブマウント 471 の干渉（光の反射や吸収等）を抑制できる。むろん、半導体レーザ装置 1 の全域が、サブマウント 471 の上に位置していてもよい。
- [0252] 半導体レーザ装置 1 は、平面視において発光領域 31 が第 3 側面 413C の中心および第 4 側面 413D の中心を結ぶラインの上に位置するように配置されている。これにより、半導体レーザ装置 1 は、平面視において第 1 側面 413A 側に偏在している。半導体レーザ装置 1 に代えて半導体レーザ装置 111 が搭載される場合、半導体レーザ装置 111 は、偏在することなく

筐体 402 内に配置されていてもよい。

[0253] パッケージ 401 は、1 つまたは複数（この形態では 3 個）の導線 480 をさらに含む。複数の導線 480 は、前述の導線 34A～34C に対応している。導線 480 の個数は任意であり、特定の個数に限定されない。複数の導線 480 は、半導体レーザ装置 1 の外部接続領域 90（配線電極 88）および第 1 配線 403 の第 1 接続部 451 に電氣的にそれぞれ接続されている。

[0254] 複数の導線 480 は、より具体的には、第 1 接合部 481、第 2 接合部 482 およびワイヤ部 483 をそれぞれ含む。第 1 接合部 481 は、半導体レーザ装置 1 の外部接続領域 90（配線電極 88）に接続されている。第 2 接合部 482 は、第 1 配線 403 の第 1 接続部 451 に接続されている。ワイヤ部 483 は、第 1 接合部 481 から第 2 接合部 482 に向けてライン状に延びている。これにより、半導体レーザ装置 1 は、導線 480 を介して第 1 配線 403 に電氣的に接続されている。

[0255] 以上、本発明の実施形態を説明したが、本発明はさらに他の形態で実施できる。

[0256] 前述の実施形態では、半導体層 6 が、3 個の発光ユニット層 13 および 2 個のトンネル接合層 14 を含む例について説明した。しかし、発光ユニット層 13 の個数は、任意であり、3 個に限定されない。1 個、2 個もしくは 3 個、または、3 個を超える発光ユニット層 13 が形成されていてもよい。また、トンネル接合層 14 の個数は、発光ユニット層 13 の個数に応じて調整されるものであり、2 個に限定されるものではない。

[0257] 前述の実施形態において、各半導体部分の導電型が反転された構造が採用されてもよい。つまり、p 型の部分が n 型とされ、n 型の部分が p 型とされてもよい。

[0258] この出願は、2019 年 3 月 8 日に日本国特許庁に提出された特願 2019-042890 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。本発明の実施形態について詳細に説明してきたが、これらは

本発明の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のみ限定される。

符号の説明

- [0259] 1 半導体レーザ装置
- 6 半導体層
- 1 0 n型バッファ層
- 1 1 発光層
- 1 2 p型コンタクト層
- 1 3 発光ユニット層
- 1 3 A 第1発光ユニット層
- 1 3 B 第2発光ユニット層
- 1 3 C 第3発光ユニット層
- 1 4 トンネル接合層
- 1 4 A 第1トンネル接合層
- 1 4 B 第2トンネル接合層
- 3 1 発光領域
- 3 2 パッド領域
- 3 4 導線
- 3 4 A 導線
- 3 4 B 導線
- 3 4 C 導線
- 5 1 メサ構造
- 5 2 頂部
- 5 3 基部
- 5 4 第1側壁
- 5 5 第2側壁
- 6 1 パッドメサ構造

6 2	パッド頂部
6 3	パッド基部
6 4	パッド側壁
8 8	配線電極
8 9	内部接続領域
9 0	外部接続領域
1 0 1	半導体レーザ装置
1 1 1	半導体レーザ装置
2 0 1	パッケージ（半導体ステム）
3 0 1	パッケージ（半導体パッケージ）
4 0 1	パッケージ（半導体パッケージ）
W 1	第 1 幅
W 2	第 2 幅
W 3	第 3 幅
W C	接続幅

請求の範囲

- [請求項1] 第1幅を有する発光領域、および、前記発光領域外の領域に形成され、前記第1幅を超える第2幅を有するパッド領域を含む半導体層と、
- 前記発光領域および前記パッド領域を被覆する絶縁層と、
- 前記絶縁層を貫通して前記発光領域に電氣的に接続された内部接続領域、および、前記絶縁層を挟んで前記パッド領域を被覆し、導線に外部接続される外部接続領域を有する配線電極と、を含む、半導体レーザ装置。
- [請求項2] 前記外部接続領域は、前記第1幅を超える接続幅を有する導線に外部接続される、請求項1に記載の半導体レーザ装置。
- [請求項3] 前記発光領域は、第1方向に沿って帯状に延び、前記第1方向に直交する第2方向に関して前記第1幅を有し、
- 前記パッド領域は、前記第2方向に前記発光領域に対向し、前記第1方向に沿って帯状に延びるように前記発光領域外の領域に形成され、前記第2方向に関して前記第2幅を有している、請求項1または2に記載の半導体レーザ装置。
- [請求項4] 前記発光領域は、頂部、基部、ならびに、前記頂部および前記基部を接続する側壁を有し、台地状に区画されたメサ構造を含み、
- 前記パッド領域は、前記メサ構造から電氣的に分離して形成され、
- 前記配線電極の前記内部接続領域は、前記メサ構造の前記頂部に電氣的に接続されている、請求項1～3のいずれか一項に記載の半導体レーザ装置。
- [請求項5] 前記メサ構造の前記側壁は、前記頂部から前記基部に向けて下り傾斜している、請求項4に記載の半導体レーザ装置。
- [請求項6] 前記メサ構造は、前記基部側に形成された第1導電型の第1半導体層、前記頂部側に形成された第2導電型の第2半導体層、ならびに、前記第1半導体層および前記第2半導体層の間に介在する活性層を含

む発光ユニット層を含み、

前記配線電極の前記内部接続領域は、前記第2半導体層に電氣的に接続されている、請求項4または5に記載の半導体レーザ装置。

[請求項7] 前記メサ構造は、前記基部側から前記頂部側に向けて積層された複数の前記発光ユニット層、および、複数の前記発光ユニット層の間に介在するトンネル接合層を含む、請求項6に記載の半導体レーザ装置。

[請求項8] 前記パッド領域は、パッド頂部、パッド基部、ならびに、前記パッド頂部および前記パッド基部を接続するパッド側壁を有し、台地状に区画されたパッドメサ構造を含み、

前記配線電極の前記外部接続領域は、前記パッドメサ構造の前記パッド頂部を被覆している、請求項4～7のいずれか一項に記載の半導体レーザ装置。

[請求項9] 前記パッドメサ構造の前記パッド側壁は、前記パッド頂部から前記パッド基部に向けて下り傾斜している、請求項8に記載の半導体レーザ装置。

[請求項10] 前記パッド領域は、前記メサ構造の前記頂部に対して前記基部側に形成されている、請求項4～7のいずれか一項に記載の半導体レーザ装置。

[請求項11] 一方側の第1主面および他方側の第2主面を有する基板をさらに含み、

前記半導体層は、前記基板の前記第1主面の上に形成されている、請求項1～10のいずれか一項に記載の半導体レーザ装置。

[請求項12] 前記発光領域は、平面視において前記基板の中心からずれて形成されている、請求項11に記載の半導体レーザ装置。

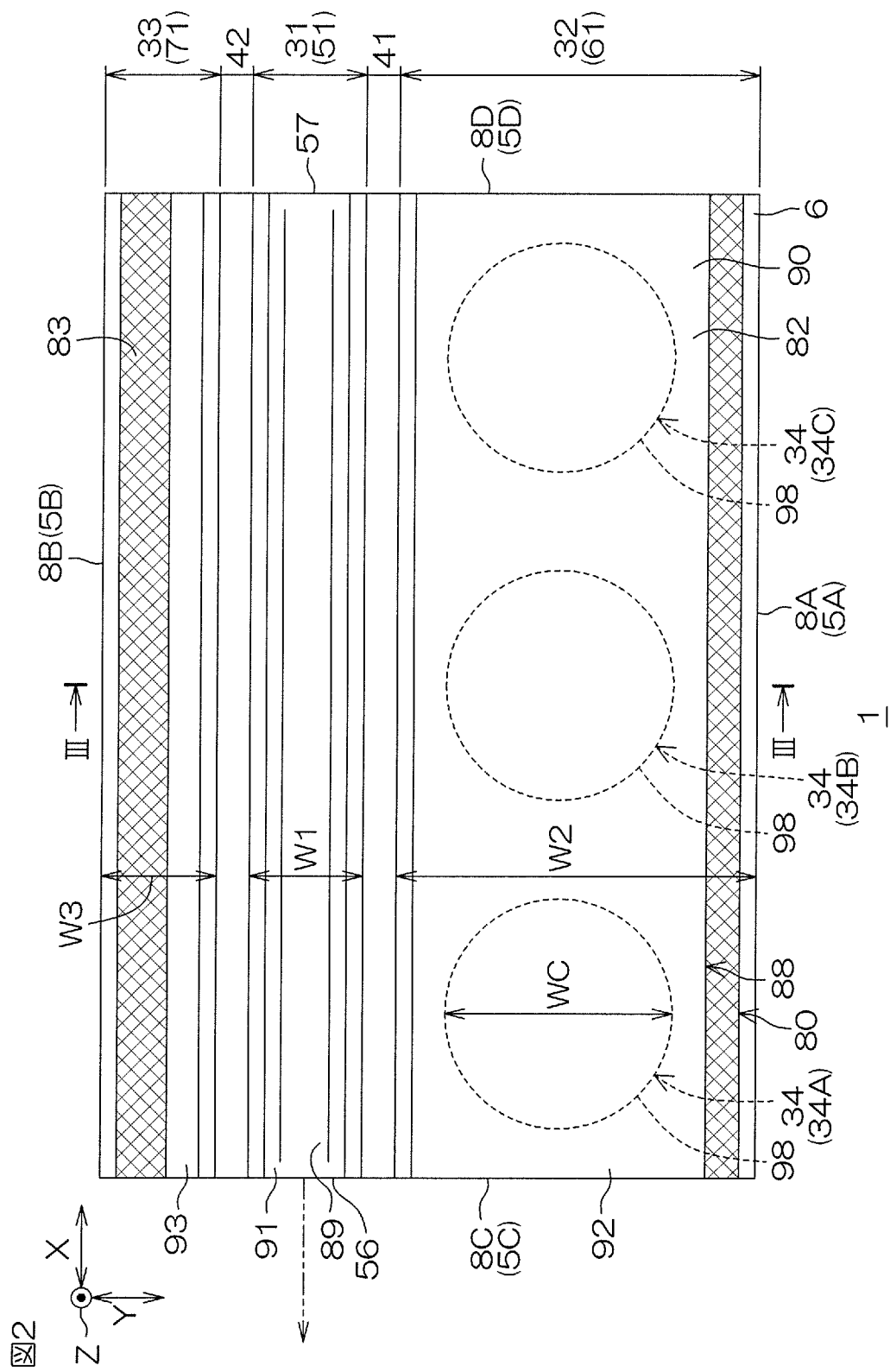
[請求項13] 前記基板の前記第2主面の上に形成され、前記基板を介して前記半導体層に電氣的に接続された電極をさらに含む、請求項11または12に記載の半導体レーザ装置。

- [請求項14] 一方側の第1面および他方側の第2面を有する金属製のステムベースと、
- 前記ステムベースの前記第2面に接続された第1端子と、
- 前記ステムベースの前記第2面から前記ステムベースを貫通して前記第1面に引き出された第2端子と、
- 前記ステムベースの前記第1面の上に配置され、前記ステムベースを介して前記第1端子に電氣的に接続された請求項1～13のいずれか一項に記載の半導体レーザ装置と、
- 前記第2端子および前記半導体レーザ装置の前記配線電極の前記外部接続領域に接続された導線と、を含む、半導体ステム。
- [請求項15] 透明樹脂または透光性樹脂を含むパッケージ本体と、
- 前記パッケージ本体内に封止された端子電極と、
- 前記端子電極から間隔を空けて前記パッケージ本体内に封止された請求項1～13のいずれか一項に記載の半導体レーザ装置と、
- 前記パッケージ本体内に封止され、前記端子電極および前記半導体レーザ装置の前記配線電極の前記外部接続領域に接続された導線と、を含む、半導体パッケージ。
- [請求項16] 前記半導体レーザ装置は、平面視において前記パッケージ本体の中心からずれて配置されている、請求項15に記載の半導体パッケージ。
- [請求項17] 内部空間を有する筐体と、
- 前記筐体の内外に引き回された第1配線と、
- 前記第1配線から電氣的に絶縁された状態で前記筐体の内外に引き回された第2配線と、
- 前記内部空間内において前記第2配線の上に配置され、前記第2配線に電氣的に接続された請求項1～13のいずれか一項に記載の半導体レーザ装置と、
- 前記第1配線および前記半導体レーザ装置の前記配線電極の前記外

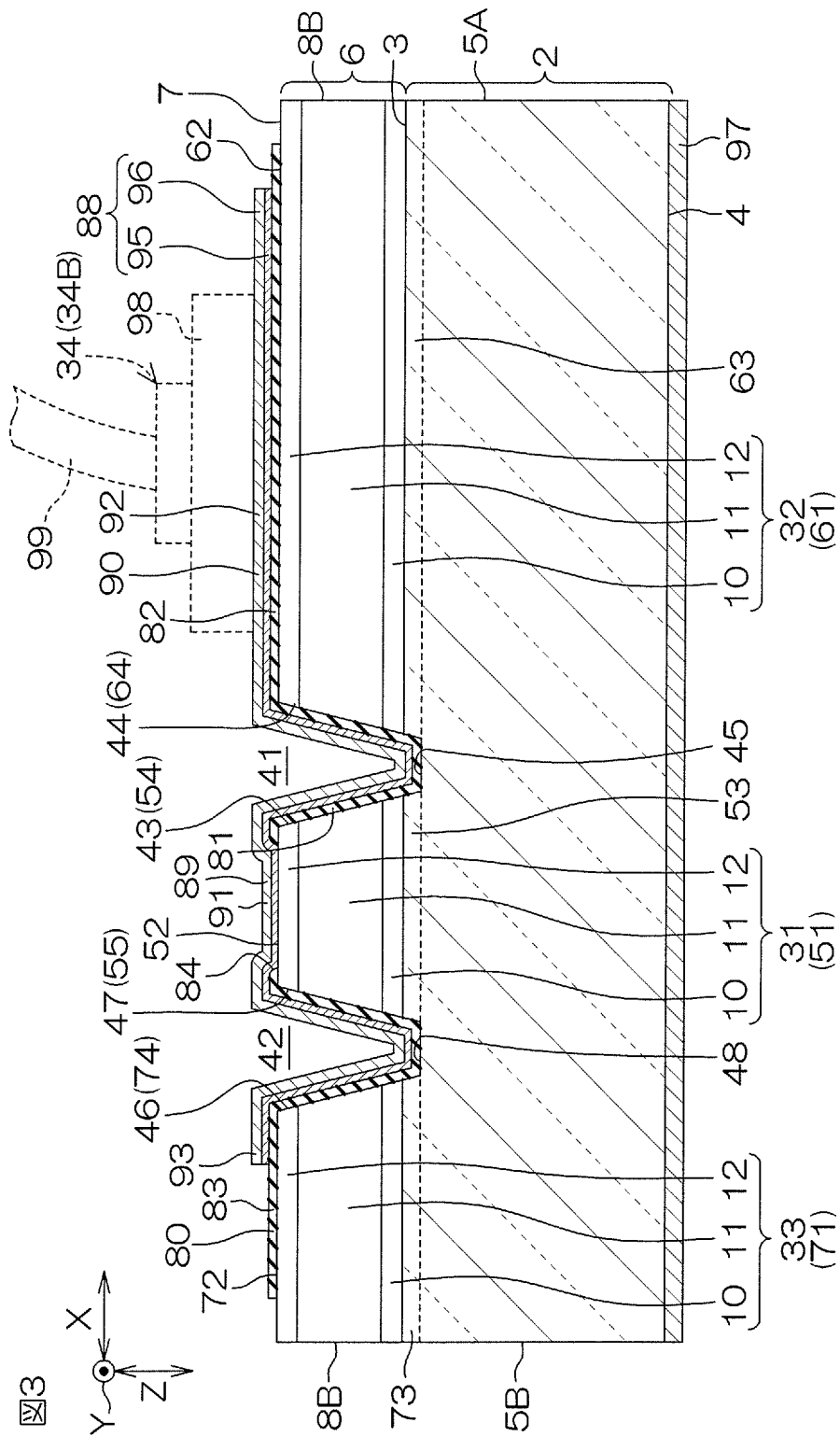
部接続領域に接続された導線と、を含む、半導体パッケージ。

[請求項18] 前記半導体レーザ装置は、平面視において前記筐体の中心からずれて配置されている、請求項17に記載の半導体パッケージ。

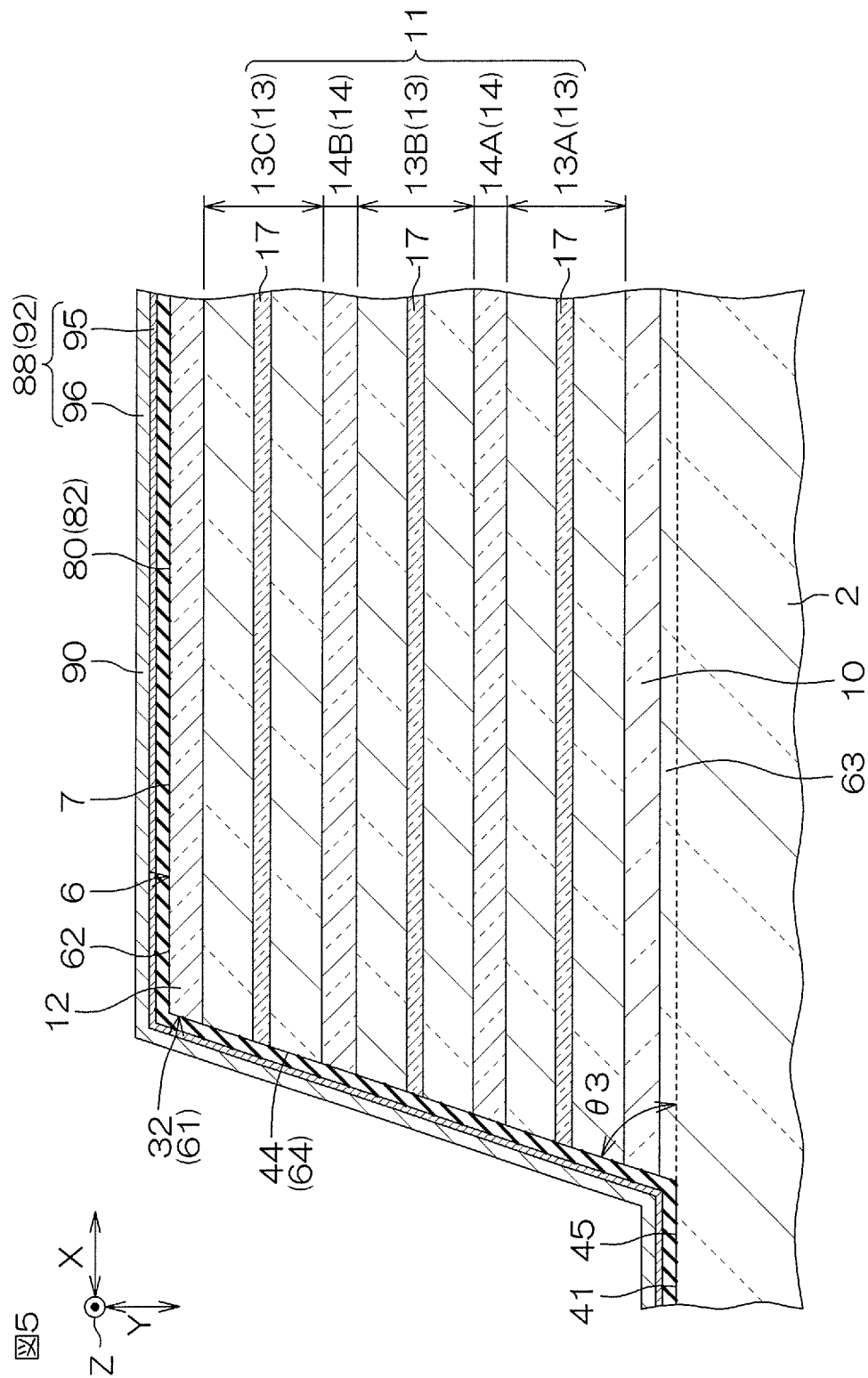
[図2]



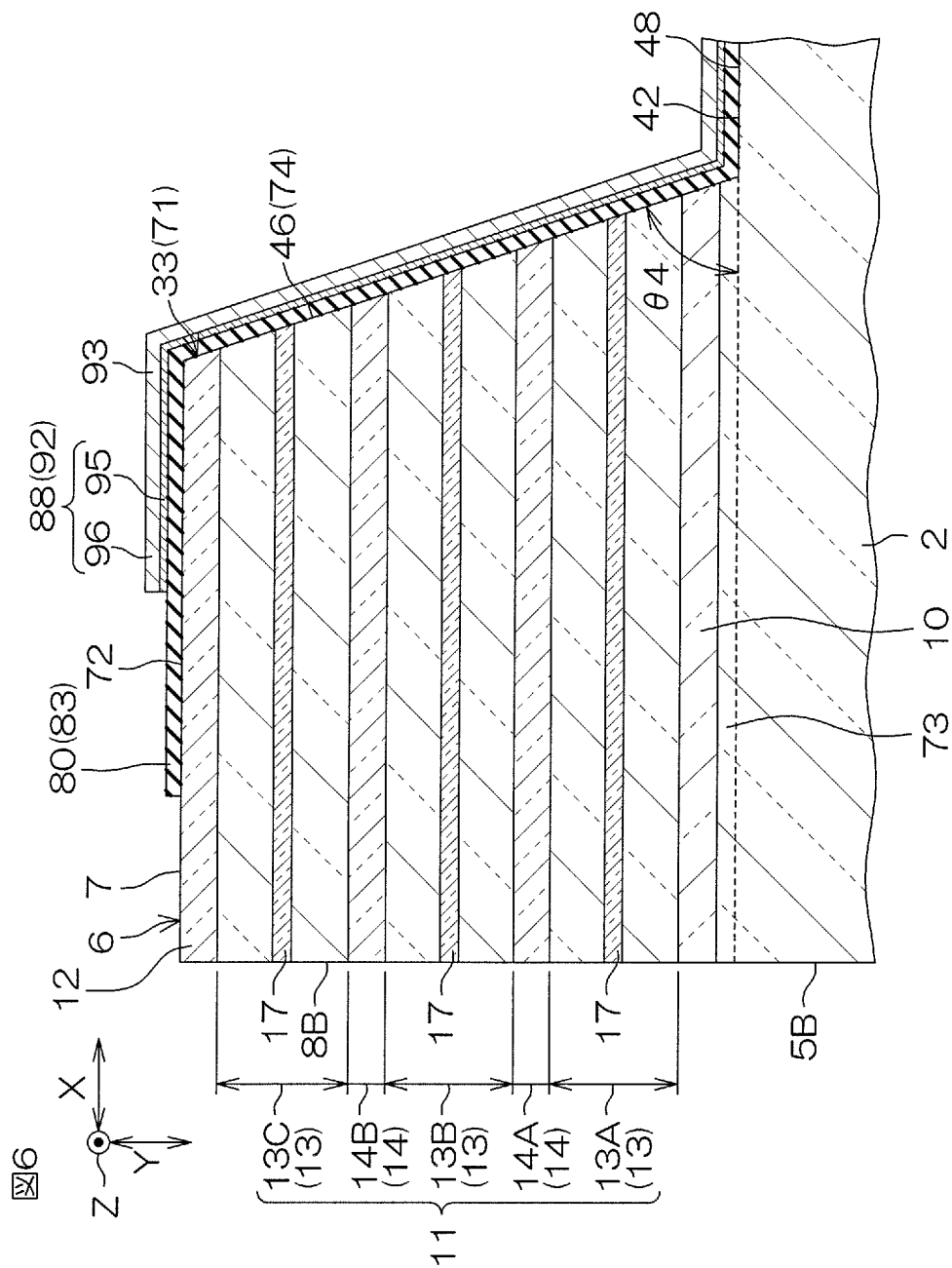
[図3]



[図5]

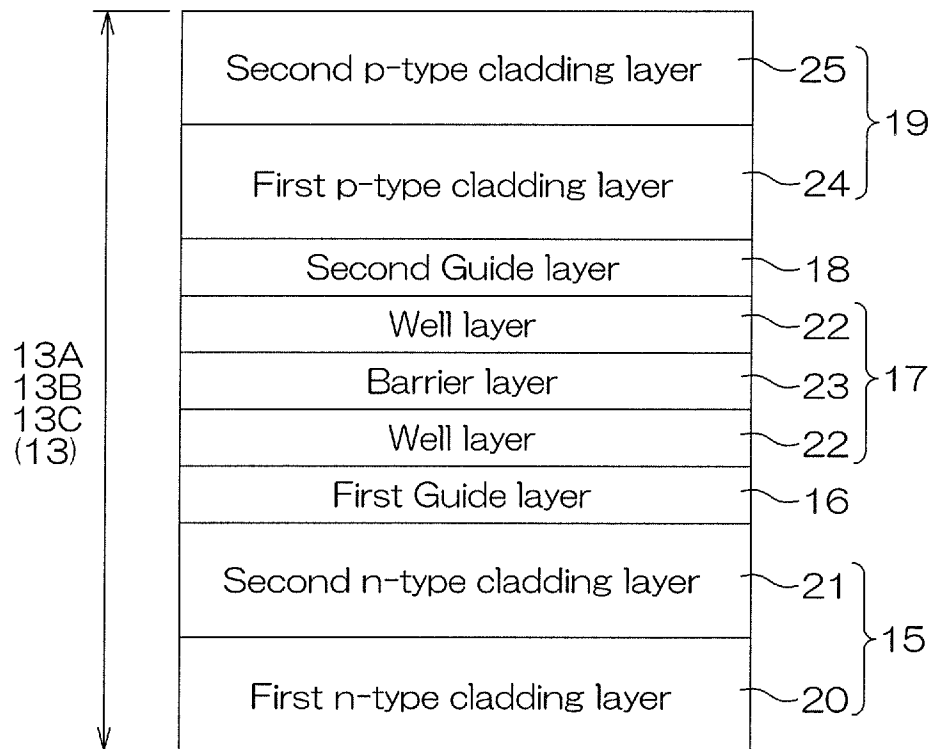


[図6]



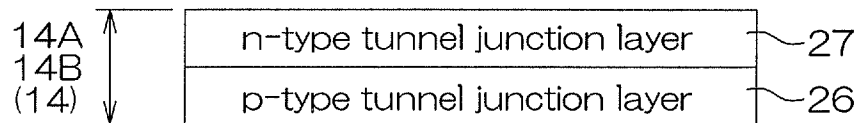
[図7]

図7



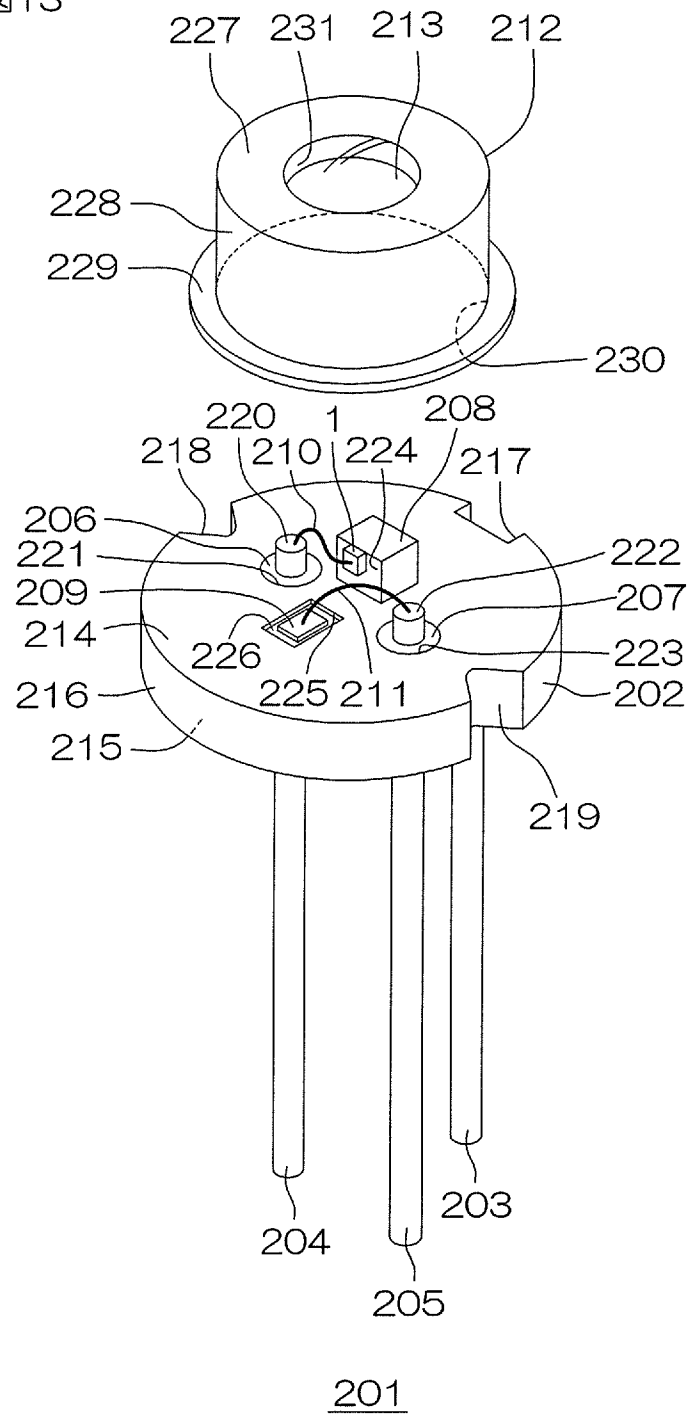
[図8]

図8

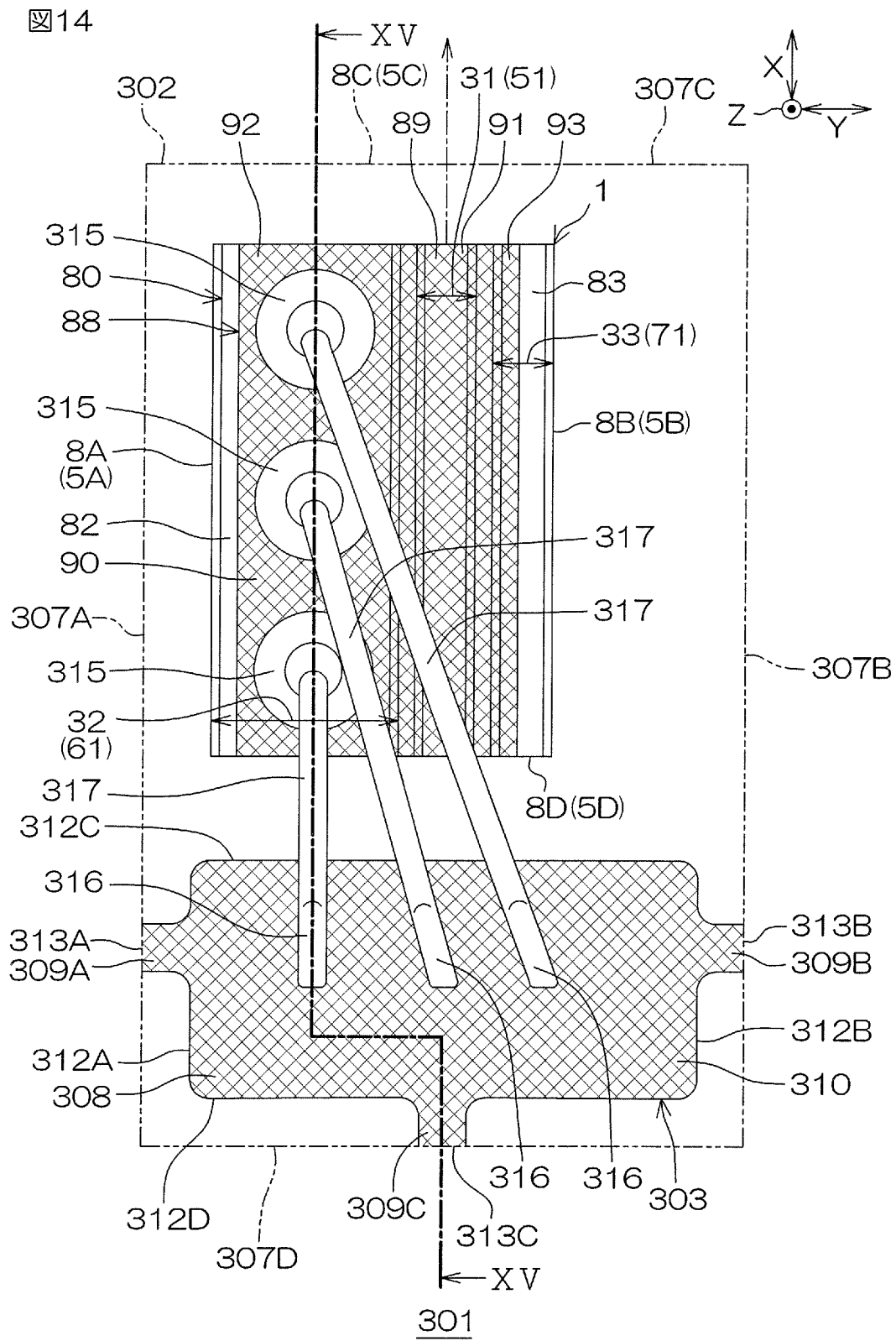


[図13]

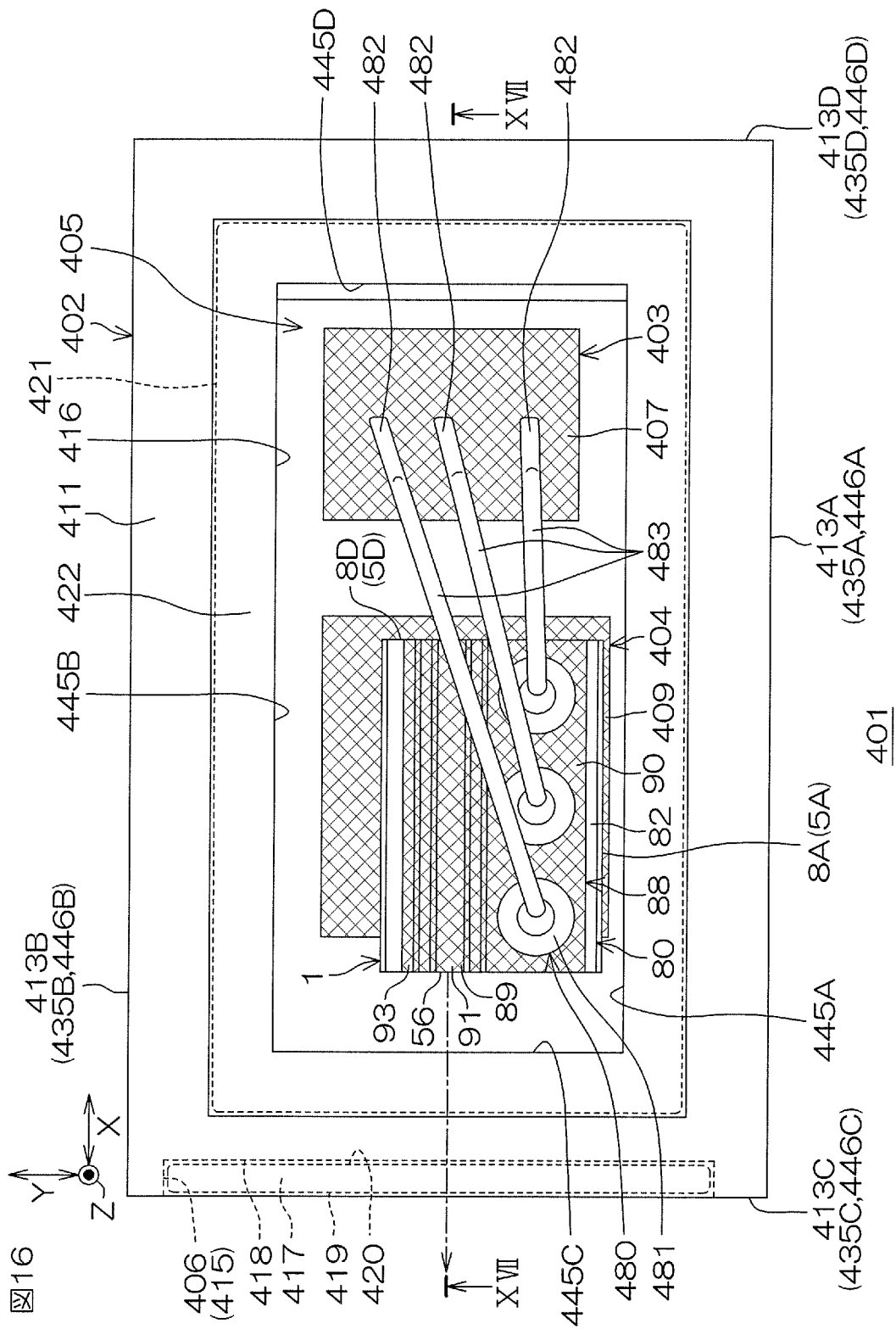
図13



[図14]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/046855

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H01S5/022 (2006.01) i, H01S5/042 (2006.01) i, H01S5/22 (2006.01) i
FI: H01S5/042 612, H01S5/022, H01S5/22

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)

Int. Cl. H01S5/022, H01S5/042, H01S5/22

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 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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.
Y	JP 1-264275 A (OMRON TATEISI ELECTRONICS CO.) 20 October 1989, page 1, lower right column, line 3, to line 16	1-18
Y	JP 2015-70200 A (SEDI INC.) 13 April 2015, paragraphs [0017]-[0026], fig. 1	1-18
Y A	JP 2007-251031 A (THE FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 27 September 2007, paragraphs [0024]-[0034], fig. 1, entire text, all drawings	7 1-6, 8-18
A	US 6326646 B1 (LUCENT TECHNOLOGIES INC.) 04 December 2001, entire text, all drawings	1-18



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
14.02.2020

Date of mailing of the international search report
03.03.2020

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
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/JP2019/046855

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 1-264275 A	20.10.1989	(Family: none)	
JP 2015-70200 A	13.04.2015	US 2015/0092803 A1 paragraphs [0014]- [0023], fig. 1A	
JP 2007-251031 A	27.09.2007	(Family: none)	
US 6326646 B1	04.12.2001	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01S 5/022(2006.01)i; H01S 5/042(2006.01)i; H01S 5/22(2006.01)i FI: H01S5/042 612; H01S5/022; H01S5/22														
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）） H01S5/022; H01S5/042; H01S5/22														
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 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020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 - 2020年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020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												
Y	JP 1-264275 A（立石電機株式会社）20.10.1989（1989 - 10 - 20） 第1頁右下欄第3行～第16行	1-18												
Y	JP 2015-70200 A（住友電工デバイス・イノベーション株式会社）13.04.2015 （2015 - 04 - 13） [0017]-[0026], 図1	1-18												
Y	JP 2007-251031 A（古河電気工業株式会社）27.09.2007（2007 - 09 - 27） [0024]-[0034], 図1	7												
A	全文, 全図	1-6, 8-18												
A	US 6326646 B1（LUCENT TECHNOLOGIES, INC）04.12.2001（2001 - 12 - 04） 全文, 全図	1-18												
☐ 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>* 参考文献のカテゴリー</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、一般的な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>			* 参考文献のカテゴリー	“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、一般的な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	
* 参考文献のカテゴリー	“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、一般的な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 14.02.2020	国際調査報告の発送日 03.03.2020													
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） 吉野 三寛 2K 9010 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/JP2019/046855

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	1-264275	A	20.10.1989	(ファミリーなし)	
JP	2015-70200	A	13.04.2015	US 2015/0092803 A1 [0014]-[0023], Fig. 1A	
JP	2007-251031	A	27.09.2007	(ファミリーなし)	
US	6326646	B1	04.12.2001	(ファミリーなし)	