

(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
2021年2月11日(11.02.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/024997 A1

(51) 国際特許分類:
H01S 5/22 (2006.01) *H01S 5/343* (2006.01)

京都千代田区丸の内二丁目2番3号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/029723

(22) 国際出願日: 2020年8月3日(03.08.2020)

(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:
62/882,369 2019年8月2日(02.08.2019) US
特願 2020-011120 2020年1月27日(27.01.2020) JP

(71) 出願人: 古河電気工業株式会社(FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 Tokyo (JP).

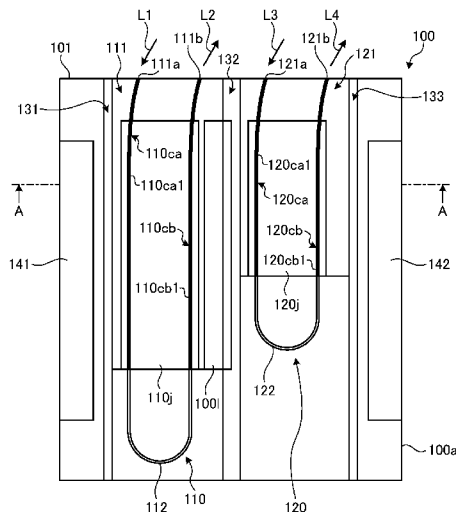
(72) 発明者: 清田 和明 (KIYOTA, Kazuaki); 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP).
吉田 匡廣(YOSHIDA, Masahiro); 〒1008322 東

(74) 代理人: 特許業務法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, 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, JO, 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.

(54) Title: SEMICONDUCTOR OPTICAL AMPLIFIER ARRAY ELEMENT

(54) 発明の名称: 半導体光増幅器アレイ素子



(57) Abstract: This semiconductor optical amplifier array element (100) is provided with a substrate (100a), and a plurality of semiconductor optical amplifiers that are formed on the substrate (100a) and respectively have active regions, wherein: two optical input/output ports (111a, 111b, 121a, 121b), which the plurality of semiconductor optical amplifiers respectively have, are both optically connected to the respective active regions, and are both provided to the same end surface (101) of the semiconductor optical amplifier array element (100); and the plurality of semiconductor optical amplifiers each include a first semiconductor optical amplifier (110) having active regions (110ca1, 110cb1) the lengths of which are a first length; and a second semiconductor amplifier (120) having active regions (120ca1, 120cb1) the lengths of which are a second length which is different from the first length.

(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))

(57) 要約: 半導体光増幅器アレイ素子(100)は、基板(100a)と、基板(100a)上に形成されており、それぞれが活性領域を有する複数の半導体光増幅器と、を備え、前記複数の半導体光増幅器がそれぞれ有する2つの光入出力ポート(111a、111b、121a、121b)は、いずれも前記活性領域のそれぞれに光学的に接続するとともに、いずれも半導体光増幅器アレイ素子(100)の同一の端面(101)に設けられており、前記複数の半導体光増幅器は、活性領域(110ca1、110cb1)の長さが第1長さである第1半導体光増幅器(110)と、活性領域(120ca1、120cb1)の長さが第1長さとは異なる第2長さの第2半導体光増幅器(120)と、を含む。

明 細 書

発明の名称：半導体光増幅器アレイ素子

技術分野

[0001] 本発明は、半導体光増幅器アレイ素子に関するものである。

背景技術

[0002] 光通信システムにおいて、デジタルコヒーレント方式を用いたデジタルコヒーレント通信が広く適用されている。デジタルコヒーレント通信は長距離(ロングホール)に用いられていた。近年その適用距離は短くなり、メトロ系やデータセンタ間にもデジタルコヒーレント方式が用いられるようになってきた。デジタルコヒーレント通信システムの送信機中の変調器としては、古くから存在するLN変調器に加えて、InP系半導体材料を用いたInP変調器、およびSiフォトリソを用いた変調器が用いられるようになってきた。

[0003] 一般に、送信機には高出力化が望まれている。そこで、InP変調器は、非特許文献1のように、しばしば集積された半導体光増幅器(SOA)を有する。非特許文献1では、変調器は4つの半導体光増幅器を有している。そのうち2つは入力された連続光を増幅する「Pre-半導体光増幅器」であり、他の2つは変調光を増幅する「Post-半導体光増幅器」である。

[0004] 一方、Siフォトリソを用いた変調器においては、Siが間接遷移の材料であるために、発光素子を集積することは難しい。Siフォトリソの素子に発光素子を集積する一つのアプローチは、非特許文献2に記載のように、Siフォトリソチップ上にInPチップを「ハイブリッド集積」する方法である。この技術を変調器に適用することにより、半導体光増幅器をSiフォトリソ変調器とともに用いることができる。

[0005] ハイブリッド集積のための半導体光増幅器として、特許文献1には、Uターン構造の半導体光増幅器が開示されている。Uターン構造の半導体光増幅器は、被増幅光が入力される入力ポートと増幅光を出力する出力ポートとを

同一の端面に有しており、さらに光路を折り返す曲げ導波路を有している。
この構成を用いることにより、異なる導波路のSiフォトニクスチップとの
光結合位置を一つの端面に集約することができ、ハイブリッド実装が容易に
なる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：国際公開第2013/035259号

非特許文献

[0007] 非特許文献1：R. A. Griffin et al., “InP Coherent Optical Modulator with Integrated Amplification for High Capacity Transmission,” Optical Fiber Communication Conference 2015, Th4E.2.

非特許文献2：T. Matsumoto et al., “Hybrid-Integration of SOA on Silicon Photonics Platform Based on Flip-Chip Bonding,” JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY, VOL. 37, NO. 2, pp. 307-313.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、公知技術では、複数の半導体光増幅器を集積しつつ、かつ集積される半導体光増幅器の中に互いに異なる用途で使用する異なる特性の半導体光増幅器がある場合の、最適な素子設計については検討されていなかった。

[0009] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、互いに特性が異なる半導体光増幅器が集積された半導体光増幅器アレイ素子を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の一態様は、基板

と、前記基板上に形成されており、それぞれが活性領域を有する複数の半導体光増幅器と、を備え、前記複数の半導体光増幅器がそれぞれ有する2つの光入出力ポートは、いずれも前記活性領域のそれぞれに光学的に接続するとともに、いずれも当該半導体光増幅器アレイ素子の同一の端面に設けられており、前記複数の半導体光増幅器は、前記活性領域の長さが第1長さである第1半導体光増幅器と、前記活性領域の長さが前記第1長さとは異なる第2長さの第2半導体光増幅器と、を含む半導体光増幅器アレイ素子である。

[0011] 前記複数の半導体光増幅器は、前記2つの光入出力ポートの間に、光路が実質的に180度の角度で折り返しをする導波路で構成されている折り返し部を有してもよい。

[0012] 前記第1半導体光増幅器の前記第1長さは、前記第2半導体光増幅器の前記第2長さより長く、前記第1半導体光増幅器の光入出力ポートは、連続光が入力され、前記第2半導体光増幅器の光入出力ポートは、変調光が入力されてもよい。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、互いに特性が異なる半導体光増幅器が集積された半導体光増幅器アレイ素子を実現できるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]図1は、実施形態1に係る半導体光増幅器アレイ素子の模式的な平面図である。

[図2]図2は、図1に示す半導体光増幅器アレイ素子の模式的な一部断面図である。

[図3]図3は、参考形態に係る半導体光増幅器アレイ素子の模式的な平面図である。

[図4]図4は、実施形態2に係る半導体光増幅器アレイ素子の模式的な平面図である。

[図5]図5は、実施形態3に係る光モジュールの模式的な構成図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下に、図面を参照して実施形態について説明する。なお、この実施形態によりこの発明が限定されるものではない。また、図面の記載において、同一または対応する要素には適宜同一の符号を付し、重複説明を適宜省略する。また、図面は模式的なものであり、各要素の寸法の関係、各要素の比率などは、現実と異なる場合があることに留意する必要がある。図面の相互間においても、互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれている場合がある。

[0016] (実施形態1)

図1は、実施形態1に係る半導体光増幅器アレイ素子の模式的な平面図である。

[0017] チップ状の半導体光増幅器アレイ素子100は、複数の半導体光増幅器として、半導体光増幅器110、120を備えている。半導体光増幅器110、120は基板100a上に形成されており、1つの基板100a上に集積されている。半導体光増幅器110は第1半導体光増幅器の一例であり、半導体光増幅器120は第2半導体光増幅器の一例である。半導体光増幅器アレイ素子100はIII-V族半導体材料を主な構成材料とする。

[0018] 半導体光増幅器110は、能動部111と受動部112とを備えている。能動部111は、電流注入型の発光素子に適した埋込導波路構造を有しており、光導波路として、活性層110ca、110cbとを有する。受動部112は、U字型に屈曲しており、受動導波路としての光導波路を含むハイメサ導波路構造を有する。ハイメサ導波路構造はディープリッジ導波路構造とも呼ばれる。受動部112は、光路が実質的に180度の角度で折り返しをする導波路で構成されている折り返し部の一例である。

[0019] 活性層110ca、110cbはたとえばGaInAsP系半導体材料、またはAlGaInAs系半導体材料からなる多重量子井戸(MQW)構造を有する。受動部112は、クラッド層がn型InPまたはi型InPからなり、光導波路がたとえばバンドギャップ波長が1300nmのi型GaInAsP系半導体材料からなる。活性層110ca、110cbと受動部1

12の光導波路とは、バットジョイント接続などによって光学的に接続されている。活性層110caと活性層110cbとは、互いに略平行であり、受動部112のハイメサ導波路構造の光導波路を介在して光学的に接続されている。また、半導体光増幅器110は、給電部110jを備えている。また、半導体光増幅器110は、半導体光増幅器アレイ素子100の一端面である端面101に設けられた、光入出力ポート111a、111bを有する。光入出力ポート111a、111bはそれぞれ活性層110ca、110cbに接続している。活性層110ca、110cbは、端面101側において、端面101の法線に対して傾斜している。

[0020] 半導体光増幅器120は、能動部121と受動部122とを備えている。能動部121は、埋込導波路構造を有しており、光導波路として、活性層120ca、120cbとを有する。受動部122は、U字型に屈曲しており、光導波路を含むハイメサ導波路構造を有する。受動部122は、光路が実質的に180度の角度で折り返しをする導波路で構成されている折り返し部の一例である。活性層120ca、120cbの構成材料や構造は活性層110ca、110cbと同じであり、受動部122の構成材料は受動部112と同じである。

[0021] 活性層120ca、120cbと受動部122の光導波路とは、バットジョイント接続などによって光学的に接続されている。活性層120caと活性層120cbとは、互いに略平行であり、受動部122のハイメサ導波路構造の光導波路を介在して光学的に接続されている。また、半導体光増幅器120は、給電部120jを備えている。また、半導体光増幅器120は、半導体光増幅器アレイ素子100の端面101に設けられた、光入出力ポート121a、121bを有する。光入出力ポート121a、121bはそれぞれ活性層120ca、120cbに接続している。活性層120ca、120cbは、端面101側において、端面101の法線に対して傾斜している。

[0022] なお、能動部111、121と受動部122との間には、異なる構造の導

波路を低損失で光学的に接続するための変換領域が設けられていてもよい。

[0023] 半導体光増幅器アレイ素子100は、さらに、互いに略平行に延伸するトレンチ溝131、132、133を備えている。トレンチ溝132は、半導体光増幅器110と半導体光増幅器120との間に形成されている。また、トレンチ溝131は半導体光増幅器110を挟んでトレンチ溝132の反対に配置されている。また、トレンチ溝133は半導体光増幅器120を挟んでトレンチ溝132の反対に配置されている。トレンチ溝131、132、133は半導体光増幅器110、120のそれぞれの一部同士、または半導体光増幅器110と物理接触領域141、または半導体光増幅器120と物理接触領域142を電氣的に分離するために設けられている。

[0024] 半導体光増幅器アレイ素子100は、物理接触領域141、142を備えている。物理接触領域141、142はトレンチ溝131、132、133の延伸方向とは直交する方向における半導体光増幅器アレイ素子100の両端に位置している。物理接触領域141、142は、半導体光増幅器アレイ素子100を他の部材と組み合わせるときにその相手の部材と接触させ、高さ合わせを行うものである。

[0025] 図2は、図1に示す半導体光増幅器アレイ素子の模式的なA-A線一部断面図である。図2は主にトレンチ溝132から半導体光増幅器110側の断面を示している。なお、トレンチ溝132から半導体光増幅器110側も同様の断面を有しているので、説明を適宜省略する。

[0026] 半導体光増幅器アレイ素子100は、n型InPからなる基板100aと、基板100aの上に積層したn型InPからなるクラッド層100bとを備えている。基板100aとクラッド層100bの間にはn型GaInAsPからなるエッチングストップ層100mが介在している。半導体光増幅器110および物理接触領域141におけるクラッド層100bは3つのストライプメサ部100baを有する。ストライプメサ部100baの上には活性層110ca、110cb、100cがそれぞれ積層している。

[0027] ストライプメサ部100baおよび活性層110ca、110cb、100c

0 c の片側または両側には p 型 I n P からなる第 1 電流ブロック層 1 0 0 d が積層されている。第 1 電流ブロック層 1 0 0 d の上には n 型 I n P 層からなる第 2 電流ブロック層 1 0 0 e が積層されている。第 1 電流ブロック層 1 0 0 d と第 2 電流ブロック層 1 0 0 e とは電流ブロック構造を形成している。

[0028] 第 2 電流ブロック層 1 0 0 e および活性層 1 1 0 c a、1 1 0 c b の上には p 型 I n P からなるクラッド層 1 0 0 f が積層されている。クラッド層 1 0 0 f の上には G a I n A s P からなるコンタクト層 1 0 0 g が積層されている。

[0029] トレンチ溝 1 3 1、1 3 2、1 3 3 は、エッチングストップ層 1 0 0 m の表面の深さまで到達している。トレンチ溝 1 3 2 は、半導体光増幅器 1 1 0、1 2 0 のそれぞれの、上述した p 型半導体からなる積層部を電氣的に分離している。

[0030] n 側コンタクト電極 1 0 0 k は、トレンチ溝 1 3 2 内の一部で基板 1 0 0 a とオーミック接触するように積層されている。同様に、p 側コンタクト電極 1 1 0 h が、コンタクト層 1 0 0 g の表面の一部でコンタクト層 1 0 0 g とオーミック接触するように積層されている。p 側コンタクト電極 1 1 0 h、1 2 0 h、n 側コンタクト電極 1 0 0 k がオーミック接触している領域以外のトレンチ溝 1 3 1、1 3 2、1 3 3 の内面およびコンタクト層 1 0 0 g の表面は、たとえば S i N x からなるパッシベーション膜 1 0 0 i が積層されている。

[0031] パッシベーション膜 1 0 0 i の上にはボンディングパッドと配線からなる給電部 1 1 0 j、1 0 0 l が形成されている。パッシベーション膜 1 0 0 i は p 側コンタクト電極 1 1 0 h の上で開口しており、その開口で配線と p 側コンタクト電極 1 1 0 h とが電氣的に接続している。パッシベーション膜 1 0 0 i は n 側コンタクト電極 1 0 0 k の上で開口しており、その開口で給電部 1 0 0 l の配線と n 側コンタクト電極 1 0 0 k とが電氣的に接続している。給電部 1 1 0 j、1 0 0 l の各配線は各ボンディングパッドまで引き回さ

れている。各ボンディングパッドはコンタクト層100gの上方に形成されている。これによりp側とn側とでボンディングパッドの高低差が小さくなっている。

[0032] 物理接触領域141、142では、活性層100cの上にパッシベーション膜100iが積層されている。

[0033] 半導体光増幅器110では、給電部100lと給電部110jとの間に電圧を印加し、活性層110ca、110cbのうちp側コンタクト電極110hで覆われた活性領域110ca1、110cb1のそれぞれに電流を注入すると、活性領域110ca1、110cb1は光増幅作用を発揮する。活性領域は活性層のうち電流が注入される領域である。その結果、半導体光増幅器110は光入出力ポート111aから入力された光L1を光増幅して光L2として光入出力ポート111bから出力する。なお、活性層110ca、110cbが端面101側において、端面101の法線に対して傾斜しているので、端面101で発生した反射光が活性層110ca、110cbに入力されることが抑制される。

[0034] 同様に、半導体光増幅器120では、給電部100lと給電部120jとの間に電圧を印加し、活性層120ca、120cbのうちp側コンタクト電極で覆われた活性領域120ca1、120cb1のそれぞれに電流を注入すると、活性領域120ca1、120cb1は光増幅作用を発揮する。その結果、半導体光増幅器120は光入出力ポート121aから入力された光L3を光増幅して光L4として光入出力ポート121bから出力する。なお、活性層120ca、120cbが端面101側において、端面101の法線に対して傾斜しているので、端面101で発生した反射光が活性層120ca、120cbに入力されることが抑制される。

[0035] トレンチ溝132が半導体光増幅器110、120のp型半導体層を電氣的に分離しているので、半導体光増幅器110、120は独立して駆動制御することができる。

[0036] 以上の半導体積層構造において、活性層110ca、110cb、120

c a、1 2 0 c bのいずれも、幅、厚さおよび実効屈折率が等しい。

[0037] 半導体光増幅器アレイ素子1 0 0では、半導体光増幅器1 1 0における活性領域の長さは活性領域1 1 0 c a 1、1 1 0 c b 1の長さの合計であるが、これを第1長さとする。半導体光増幅器1 2 0における活性領域の長さは活性領域1 2 0 c a 1、1 2 0 c b 1の長さの合計であるが、これを第2長さとする。すると、第1長さと第2長さとは異なり、本実施形態では第1長さは第2長さより長い。これにより、半導体光増幅器1 1 0の増幅特性と半導体光増幅器1 2 0の増幅特性とを異ならせることができる。

[0038] また、半導体光増幅器1 1 0の光入出力ポート1 1 1 a、1 1 1 bおよび半導体光増幅器1 2 0の光入出力ポート1 2 1 a、1 2 1 bは、受動部1 1 2、1 2 2の光路が実質的に1 8 0度の角度で折り返しをするため、半導体光増幅器アレイ素子1 0 0の1つの端面1 0 1に設けられる。これにより、半導体光増幅器アレイ素子1 0 0と他の導波路素子との接続端面を1端面に集約できるというメリットがある。また、光入出力ポート1 1 1 a、1 1 1 b、1 2 1 a、1 2 1 bを1端面に集約しつつ、活性層1 1 0 c a、1 1 0 c bの延伸方向における受動部1 1 2の位置を変更するだけで、活性層1 1 0 c a、1 1 0 c bひいては活性領域1 1 0 c a 1、1 1 0 c b 1の長さを自由に調整できる。さらに、活性層1 2 0 c a、1 2 0 c bの延伸方向における受動部1 2 2の位置を変更するだけで、活性層1 2 0 c a、1 2 0 c bひいては活性領域1 2 0 c a 1、1 2 0 c b 1の長さを自由に調整できる。

[0039] また、受動部1 1 2、1 2 2の光路が実質的に1 8 0度の角度で折り返しをするため、半導体光増幅器アレイ素子1 0 0の素子長を短くすることができる。

[0040] 以下では、半導体光増幅器1 1 0における活性領域の第1長さと半導体光増幅器1 2 0における活性領域の第2長さとが異なることの効果の一例について説明する。

[0041] たとえば、半導体光増幅器1 1 0には、光L 1として連続光（CW光）が入力される。また、半導体光増幅器1 2 0には、光L 2として変調光が入力

される。この場合、たとえば第1長さは800 μm であり、第2長さは500 μm である。

[0042] CW光の半導体光増幅器には、高出力と高効率が要求される。高出力のためには、半導体光増幅器の熱によるロールオーバーを防ぐために、活性領域が長いことが好適である。また、高効率のためには、半導体光増幅器は誘導放出が支配的になるように飽和領域で動作することが好適である。このために、半導体光増幅器は活性領域が長い、または活性層への光閉じ込め係数が大きいことが好ましい。

[0043] 一方、変調光用の半導体光増幅器には、パターン効果の抑制が要求される。パターン効果を抑制するためには、半導体光増幅器は、その注入電流に応じて、誘導放出が無視できる程度に小さくなるように、線形領域で動作することが必要である。このために、半導体光増幅器は活性領域が短い、または活性層への光閉じ込め係数が小さいことが好ましい。

[0044] このように、用途の異なる2つの半導体光増幅器では、互いに必要な特性が異なり、最適化の方策はほとんど正反対である。このため、半導体光増幅器に対して個別の最適化が必須である。

[0045] 上述したように、個別の最適化のために活性層への光閉じ込め係数を両方で異なるものとするという方法もあるが、そのためには構造が異なる2種類の活性層を作製する必要がある。しかしながら、活性層は、その構成材料としての多元系半導体材料に対して、受動導波路よりも精密な組成制御が必要であるので、作製方法が複雑になる。

[0046] これに対して、実施形態1に係る半導体光増幅器アレイ素子100では、折り返し配置の利点を享受した上に、活性領域の長さの調整による個別最適化が容易に実現できるので、CW光用と変調光用で個別最適化された半導体光増幅器110、120を備える構成を実現できる。

[0047] (作製方法)

つぎに、半導体光増幅器アレイ素子100の作製方法の一例について説明する。まず、ウェハ状の基板100aの表面にn型InPからなるバッファ

層を結晶成長し、つづいて、エッチングストップ層100m、クラッド層100b、活性層、p型InP層を順に結晶成長する。

[0048] つづいて、結晶成長した活性層のうち、活性層110ca、110cb、120ca、120cb、および物理接触領域141、142において残すべき活性層（活性層100cなど）となる領域以外の領域のp型InP層と活性層とをエッチングにより除去し、除去した領域にi型GaInAsP層とi型InP層とをバットジョイント成長する。i型GaInAsP層は受動部112、122の光導波路となり、i型InP層は受動部112、122のクラッド層となる。

[0049] つづいて、クラッド層100bおよび活性層の埋込（BH）構造を形成するためにメサエッチングを行い、ストライプメサ部100ba、活性層110ca、110cb、100cなどを形成する。さらに、第1電流ブロック層100dと第2電流ブロック層100eと結晶成長し、BH構造を形成する。このとき、上述したように物理接触領域141、142となる領域は保護して活性層100cなどを残すようにする。また、後にハイメサ導波路とする領域はやや広めに保護しておく。

[0050] つづいて、上記結晶成長を行った基板100aの全領域にクラッド層100fとコンタクト層100gとを順次結晶成長する。

[0051] つづいて、エッチングによって必要部分以外のコンタクト層100gを除去する。この際に、クラッド層100fを部分的に薄くしてもよい。

[0052] つづいて、p側コンタクト電極110hを蒸着により形成する。

[0053] つづいて、受動部112、122のハイメサ導波路構造をエッチングにより形成する。

[0054] つづいて、ウェットエッチングにより物理接触領域141、142とトレンチ溝131、132、133を形成する。このとき、塩酸系のエッチングによってInPを選択的にエッチングすると、GaInAsPからなるエッチングストップ層100m、活性層100cの表面でエッチングがストップすることによって、物理接触領域141、142とトレンチ溝131、13

2、133とを所望の深さまで再現よく形成し、表面を出すことができる。

[0055] 特に、活性層100cをエッチングストップ層として利用しているので、物理接触領域141、142と活性層110ca、110cb、120ca、120cbとの相対的な高さ精度が高くなる。たとえば、ボンディングパッドと同様の面に物理接触領域を形成する場合には、活性層110ca、110cb、120ca、120cbとの高さの差は設計中心値としてたとえば4.5 μ m程度となる。一方、半導体光増幅器アレイ素子100によれば、物理接触領域141、142と活性層110ca、110cb、120ca、120cbとの高さの差は設計中心値としてたとえば0.4 μ m程度である。したがって、パッシベーション膜100iの成膜における製造上の厚さのずれが10%としても、半導体光増幅器アレイ素子100の構成の方が、ばらつき量が1/10未満に低減できると言える。

[0056] つづいて、n側コンタクト電極100kを蒸着により形成する。さらに、パッシベーション膜100iを形成する。その後、電気的コンタクトを取るために、所定の位置のパッシベーション膜100iをエッチングにより除去する。つづいて、給電部110j、120j、100lを蒸着により形成する。

[0057] つづいて、ウェハを所定の厚さまで研磨・ポリッシュする。これでウェハプロセスが完了する。さらに、完成したウェハをへき開することにより、各半導体光増幅器アレイ素子100の端面を形成する。つづいて、入出力ポートがある端面101には低反射コーティングを行う。その後ウェハから半導体光増幅器アレイ素子100をチップ毎に切り出し、所定の検査を行うことで、半導体光増幅器アレイ素子100が完成する。

[0058] (参考形態)

ここで、参考形態として、図3に示す構成の半導体光増幅器アレイ素子1000を検討する。

[0059] 半導体光増幅器アレイ素子1000は、III-V族半導体材料を主な構成材料とし、半導体光増幅器1100、1200を備えている。

- [0060] 半導体光増幅器 1100 は、埋込導波路構造を有しており、光導波路として、たとえば GaInAsP 系半導体材料、または AlGaInAs 系半導体材料からなる MQW 構造の活性層 1100c を有する。また、半導体光増幅器 1100 は、給電部 1100j を備えている。また、半導体光増幅器 1100 は、光入出力ポート 1110a、1110b を有する。光入出力ポート 1110a、1110b は半導体光増幅器アレイ素子 1000 の対向する端面である端面 1010、1020 にそれぞれ設けられている。
- [0061] 半導体光増幅器 1200 は、光導波路として、活性層 1200c を有する。活性層 1200c の構成材料や構造は活性層 1100c と同じである。
- [0062] 半導体光増幅器 1200 は、給電部 1200j を備えている。また、半導体光増幅器 1200 は、光入出力ポート 1120a、1120b を有する。光入出力ポート 1120a、1120b は端面 1010、1020 にそれぞれ設けられている。
- [0063] 半導体光増幅器アレイ素子 1000 は、さらに、互いに略平行に延伸するトレンチ溝 1310、1320、1330 を備えている。トレンチ溝 1320 は、半導体光増幅器 1100 と半導体光増幅器 1200 との間に形成されている。また、トレンチ溝 1310 は半導体光増幅器 1100 を挟んでトレンチ溝 1320 の反対に配置されている。
- [0064] また、半導体光増幅器アレイ素子 1000 は、物理接触領域 1410、1420 を備えている。物理接触領域 1410、1420 はトレンチ溝 1310、1320、1330 の延伸方向とは直交する方向における半導体光増幅器アレイ素子 1000 の両端に位置している。
- [0065] 半導体光増幅器 1100 では、活性層 1100c に電流を注入して光増幅作用を発揮させた状態で、端面 1010 側の光入出力ポート 1110a から入力された光 L10 を光増幅して光 L20 として端面 1020 側の光入出力ポート 1110b から出力する。同様に、半導体光増幅器 1200 では、活性層 1200c に電流を注入して光増幅作用を発揮させた状態で、端面 1010 側の光入出力ポート 1120a から入力された光 L30 を光増幅して光

L40として端面1020側の光入出力ポート1120bから出力する。

[0066] このような半導体光増幅器1100では、他の導波路素子との接続端面は対向する2端面となり、接続箇所の増加や、接続相手の接続箇所と端面1010および1020との距離を精度よく一致させないと、接続損失が増大するおそれがある。また、半導体光増幅器1100では活性層1100c、1200cの長さを異ならせることが困難であり、個別の最適化には不適である。

[0067] (実施形態2)

図4は、実施形態2に係る半導体光増幅器アレイ素子の模式的な平面図である。

[0068] チップ状の半導体光増幅器アレイ素子200は、複数の半導体光増幅器として、1つの基板上に集積された半導体光増幅器110A、110B、120A、120Bを備えている。半導体光増幅器110A、110Bは第1半導体光増幅器の一例であり、半導体光増幅器120A、120Bは第2半導体光増幅器の一例である。半導体光増幅器アレイ素子200はIII-V族半導体材料を主な構成材料とする。

[0069] 半導体光増幅器110A、110Bは、実施形態1の半導体光増幅器110と同様の構成を有する。すなわち、半導体光増幅器110Aは、能動部111Aと受動部112Aとを備えている。半導体光増幅器110Bは、能動部111Bと受動部112Bとを備えている。能動部111A、111Bは、それぞれ活性層110Aca、110Ac b、活性層110Bca、110Bcbを有する。また、半導体光増幅器110A、110Bは、それぞれ給電部110Aj、110Bjを備えている。また、半導体光増幅器110A、110Bは、それぞれ、半導体光増幅器アレイ素子200の一端面である端面201に設けられた、光入出力ポート111Aa、111Ab、光入出力ポート111Ba、111Bbを有する。

[0070] 半導体光増幅器120A、120Bは、実施形態1の半導体光増幅器120と同様の構成を有する。すなわち、半導体光増幅器120Aは、能動部1

21Aと受動部122Aとを備えている。半導体光増幅器120Bは、能動部121Bと受動部122Bとを備えている。能動部121A、121Bは、それぞれ活性層120Aca、120Ac b、活性層120Bca、120Bcbを有する。また、半導体光増幅器120A、120Bは、それぞれ給電部120Aj、120Bjを備えている。また、半導体光増幅器120A、120Bは、それぞれ、半導体光増幅器アレイ素子200の端面201に設けられた、光入出力ポート121Aa、121Ab、光入出力ポート121Ba、121Bbを有する。

[0071] 半導体光増幅器アレイ素子200は、さらに、互いに略平行に延伸するトレンチ溝231、232、233、234、235を備えている。トレンチ溝232は、半導体光増幅器110Aと半導体光増幅器110Bとの間に形成されている。トレンチ溝233は、半導体光増幅器110Bと半導体光増幅器120Aとの間に形成されている。トレンチ溝234は、半導体光増幅器120Aと半導体光増幅器120Bとの間に形成されている。また、トレンチ溝231は半導体光増幅器110Aを挟んでトレンチ溝232の反対に配置されている。また、トレンチ溝235は半導体光増幅器120Bを挟んでトレンチ溝234の反対に配置されている。トレンチ溝231、232、233、234、235は半導体光増幅器110A、110B、120A、120Bのそれぞれの一部同士、または半導体光増幅器110Aと物理接触領域141、または半導体光増幅器120Bと物理接触領域142を電氣的に分離するために設けられている。

[0072] 半導体光増幅器アレイ素子200は、半導体光増幅器アレイ素子100と同様に物理接触領域141、142を備えている。物理接触領域141、142はトレンチ溝231、232、233、234、235の延伸方向とは直交する方向における半導体光増幅器アレイ素子200の両端に位置している。

[0073] 半導体光増幅器アレイ素子200の断面構造および各要素の構成材料は、半導体光増幅器アレイ素子100の対応する断面構造および対応する各要素

の構成材料と同じなので説明を省略する。

[0074] 半導体光増幅器 110A では、活性層 110Aca、110Ac b のうち p 側コンタクト電極で覆われた活性領域 110Aca1、110Ac b1 のそれぞれに電流を注入すると、活性領域 110Aca1、110Ac b1 は光増幅作用を発揮する。その結果、半導体光増幅器 110A は光入出力ポート 111Aa から入力された光 L1A を光増幅して光 L2A として光入出力ポート 111Ab から出力する。

[0075] 同様に、半導体光増幅器 110B では、活性層 110Bca、110Bcb のうち p 側コンタクト電極で覆われた活性領域 110Bca1、110Bcb1 のそれぞれに電流を注入すると、活性領域 110Bca1、110Bcb1 は光増幅作用を発揮する。その結果、半導体光増幅器 110B は光入出力ポート 111Ba から入力された光 L1B を光増幅して光 L2B として光入出力ポート 111Bb から出力する。

[0076] 同様に、半導体光増幅器 120A では、活性層 120Aca、120Ac b のうち p 側コンタクト電極で覆われた活性領域 120Aca1、120Ac b1 のそれぞれに電流を注入すると、活性領域 120Aca1、120Ac b1 は光増幅作用を発揮する。その結果、半導体光増幅器 120A は光入出力ポート 121Aa から入力された光 L3A を光増幅して光 L3B として光入出力ポート 111Ab から出力する。

[0077] 同様に、半導体光増幅器 120B では、活性層 120Bca、120Bcb のうち p 側コンタクト電極で覆われた活性領域 120Bca1、120Bcb1 のそれぞれに電流を注入すると、活性領域 120Bca1、120Bcb1 は光増幅作用を発揮する。その結果、半導体光増幅器 120B は光入出力ポート 121Ba から入力された光 L4A を光増幅して光 L4B として光入出力ポート 111Bb から出力する。

[0078] なお、トレンチ溝 232、233、234 の存在により、半導体光増幅器 110A、110B、120A、120B は独立して駆動制御することができる。

- [0079] 以上の半導体積層構造において、活性層110Aca、110Ac b、110Bca、110Bcb、120Aca、120Ac b、120Bca、120Bcbのいずれも、幅、厚さおよび実効屈折率が等しい。
- [0080] 半導体光増幅器アレイ素子200では、半導体光増幅器110A、110Bにおける活性領域の第1長さは等しく、かつ半導体光増幅器120A、120Bにおける活性領域の第2長さは等しい。さらに、第1長さと第2長さとは異なり、本実施形態では第1長さは第2長さより長い。これにより、半導体光増幅器110A、110Bの増幅特性は等しくでき、半導体光増幅器120A、120Bの増幅特性は等しくでき、半導体光増幅器110A、110Bの増幅特性と半導体光増幅器120A、120Bの増幅特性とを異ならせることができる。
- [0081] また、半導体光増幅器110A、110B、120A、120Bの各の光入出力ポートは、半導体光増幅器アレイ素子200の1つの端面201に設けられるので、半導体光増幅器アレイ素子200と他の導波路素子との接続端面を1端面に集約できるというメリットがある。また、受動部112A、112B、122A、122Bの位置を変更するだけで、各活性層および各活性領域の長さを自由に調整できる。
- [0082] また、受動部112A、112B、122A、122Bの光路が実質的に180度の角度で折り返しをするため、半導体光増幅器アレイ素子200の素子長を短くすることができる。
- [0083] 以上のことから、半導体光増幅器アレイ素子200では、折り返し配置の利点を享受した上に、活性領域の長さの調整による個別最適化が容易に実現できるので、たとえば、CW光用と変調光用で個別最適化された半導体光増幅器110A、110B、120A、120Bを備える構成を実現できる。
- [0084] 半導体光増幅器アレイ素子200は、たとえばDP (Dual Polarization) -IQ変調器と組み合わせて使用すると好適である。たとえば、光L1A、L1Bとして、互いに直交する直線偏波を有するCW光を半導体光増幅器アレイ素子200に入力し、半導体光増幅器110A、110Bによってそ

れぞれ光増幅して光L 2 A、L 2 Bとして出力させる。その後、光L 2 A、L 2 BをI Q変調器に入力し、変調光としての光L 3 A、L 3 Bを生成する。さらに、光L 3 A、L 3 Bを半導体光増幅器アレイ素子200に入力し、半導体光増幅器120A、120Bによってそれぞれ光増幅して光L 2 A、L 2 Bとして出力させる。半導体光増幅器アレイ素子200では1つのチップに4つの半導体光増幅器が集積されているので、製造、組み立ての工数を削減できる。

[0085] (実施形態3)

図5は、実施形態3に係る光モジュールの模式的な構成図である。光モジュール500は、実施形態1に係る半導体光増幅器アレイ素子100と、レーザ光源等のCW光源300と、I n P変調器等の変調器400と、を備えている。

[0086] 光モジュール500では、CW光源300はCW光である光L 1を半導体光増幅器アレイ素子100に出力する。半導体光増幅器アレイ素子100は光L 1を半導体光増幅器110によって光増幅して光L 2として変調器400に出力する。変調器400は入力された光L 2を変調して光L 3として半導体光増幅器アレイ素子100に出力する。半導体光増幅器アレイ素子100は光L 3を半導体光増幅器120によって光増幅して光L 4として光モジュール500から出力する。

[0087] なお、上記実施形態では、受動部は、U字型に屈曲しており、光路が実質的に180度の角度で折り返しをする折り返し部を構成しているが、屈曲が連続しておらず、直線部を挟んで幾つかに分割されていてもよいし、数度程度の微小な角度の違いがあってもよい。さらには、光入出力ポートから活性層が曲がっている部分の曲げ角度の合計が180度になってもよい。さらには、光が入力する光入出力ポート側の傾斜角度と光が出力する光入出力ポート側の傾斜角度を反対向きの傾斜にすることで、受動部における折り返しの角度を180度以外の角度にすることもできる。ただし、活性層の導波路形成工程は、半導体材料の結晶の面方位に依存するので、結晶面方位に対

する各活性層の角度がほぼ同一になるように、折り返しや曲げの角度を設定することが好ましい。

[0088] なお、上記実施形態により本発明が限定されるものではない。上述した各構成要素を適宜組み合わせて構成したものも本発明に含まれる。また、さらなる効果や変形例は、当業者によって容易に導き出すことができる。よって、本発明のより広範な態様は、上記の実施形態に限定されるものではなく、様々な変更が可能である。

符号の説明

[0089] 100、200 半導体光増幅器アレイ素子
100a 基板
100b、100f クラッド層
100ba ストライプメサ部
100c、110ca、110cb、120ca、120cb、110Aca、110Ac b、110Bca、110Bcb、120Aca、120Ac b、120Bca、120Bcb 活性層
100d 第1電流ブロック層
100e 第2電流ブロック層
100g コンタクト層
100i パッシベーション膜
100l、110j、120j、110Aj、110Bj、120Aj、120Bj 給電部
100k n側コンタクト電極
100m エッチングストップ層
101、201 端面
110、120、110A、110B、120A、120B 半導体光増幅器
110ca1、110cb1、120ca1、120cb1、110Aca1、110Ac b1、110Bca1、110Bcb1、120Aca1、

120Ac b1、120Bc a1、120Bc b1 活性領域

110h p側コンタクト電極

111、121、111A、111B、121A、121B 能動部

111a、111b、121a、121b、111Aa、111Ab、111Ba、111Bb、121Aa、121Ab、121Ba、121Bb

光入出力ポート

112、112A、112B、122、122A、122B 受動部

131、132、133、231、232、233、234、235 トレンチ溝

141、142 物理接触領域

300 CW光源

400 変調器

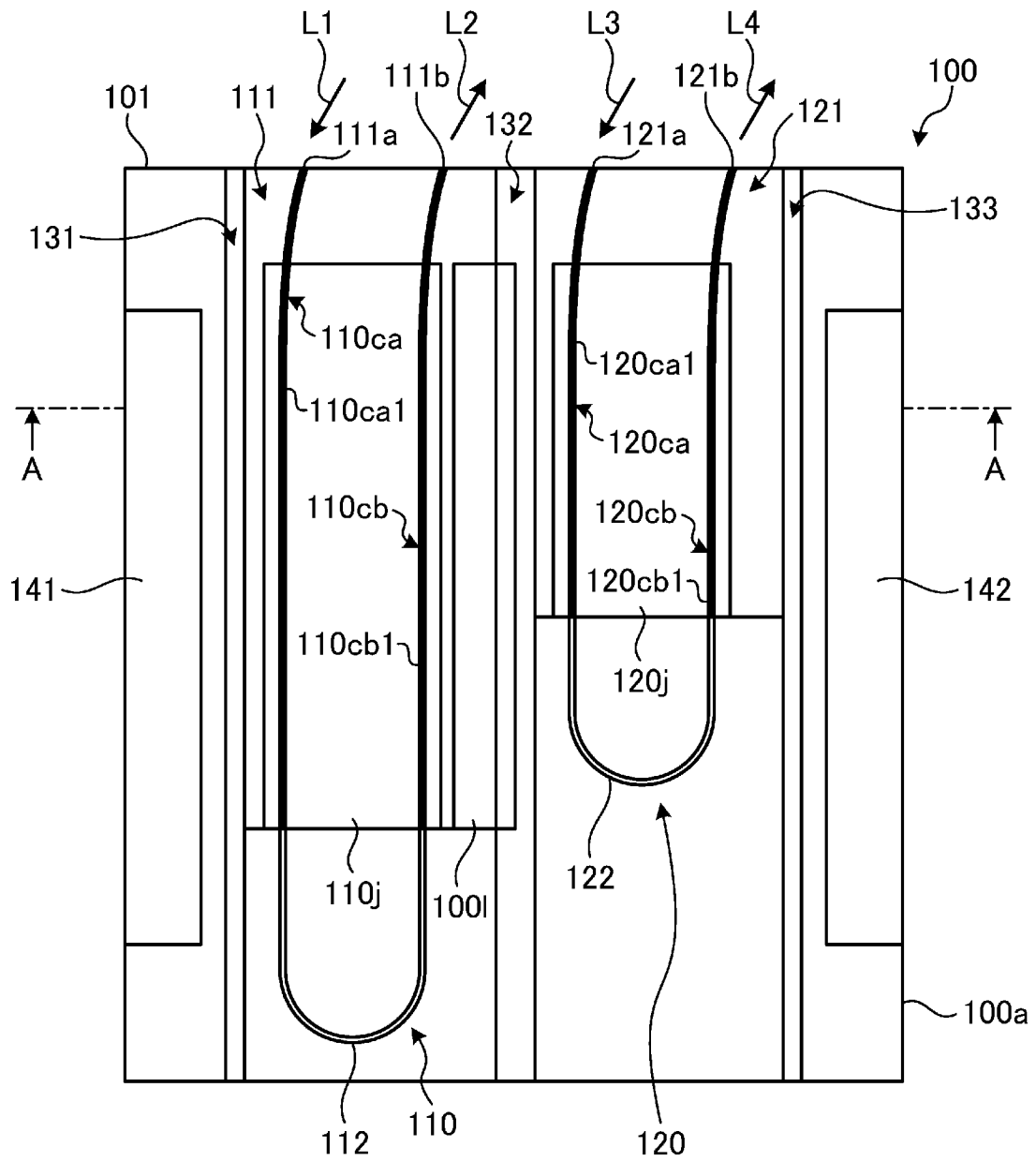
500 光モジュール

L1、L2、L3、L4、L1A、L1B、L2A、L2B、L3A、L3B、L4A、L4B 光

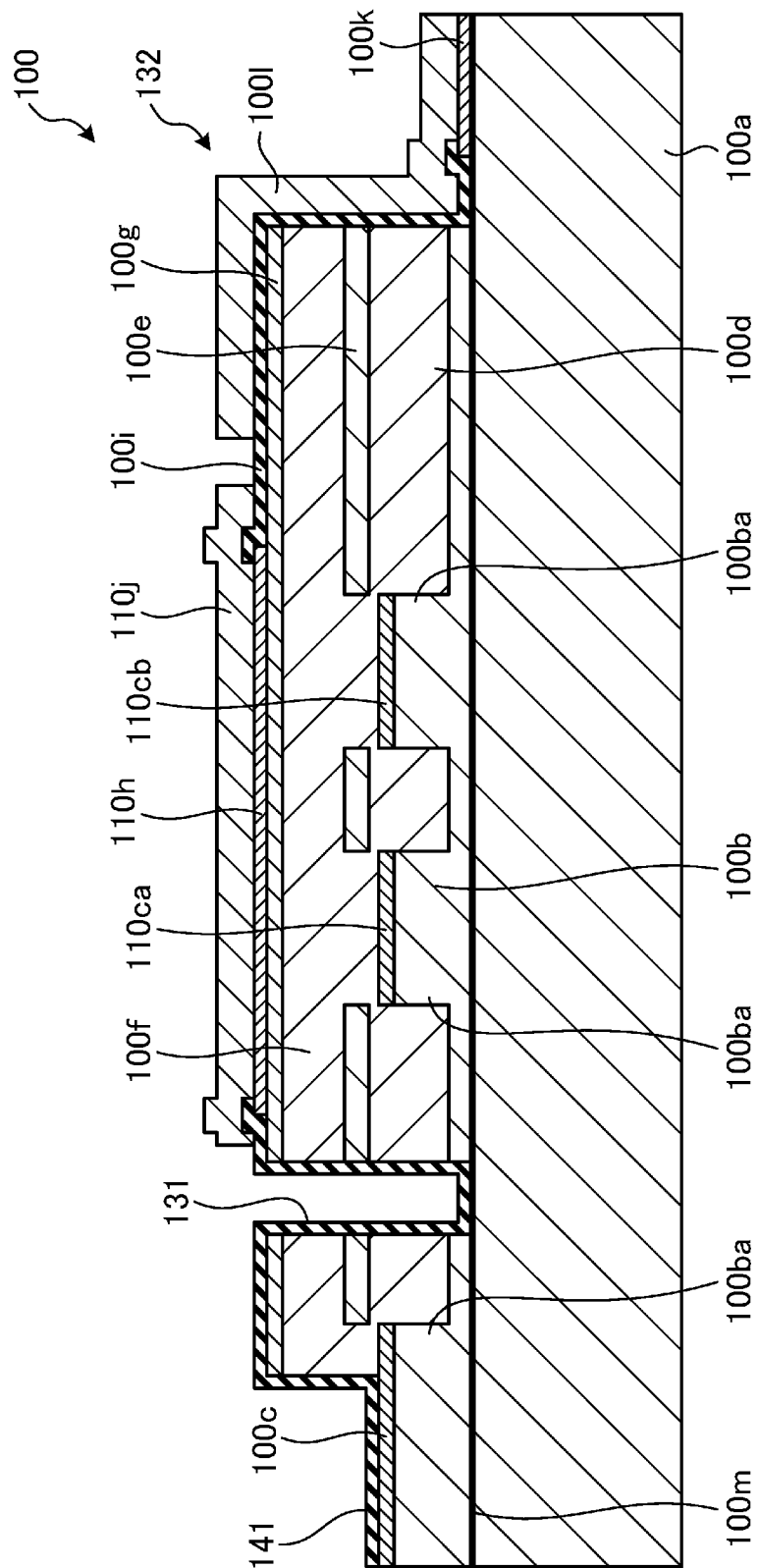
請求の範囲

- [請求項1] 基板と、
- 前記基板上に形成されており、それぞれが活性領域を有する複数の半導体光増幅器と、
- を備え、
- 前記複数の半導体光増幅器がそれぞれ有する2つの光入出力ポートは、いずれも前記活性領域のそれぞれに光学的に接続するとともに、いずれも当該半導体光増幅器アレイ素子の同一の端面に設けられており、
- 前記複数の半導体光増幅器は、前記活性領域の長さが第1長さである第1半導体光増幅器と、前記活性領域の長さが前記第1長さとは異なる第2長さの第2半導体光増幅器と、を含む半導体光増幅器アレイ素子。
- [請求項2] 前記複数の半導体光増幅器は、前記2つの光入出力ポートの間に、光路が実質的に180度の角度で折り返しをする導波路で構成されている折り返し部を有する
- 請求項1に記載の半導体光増幅器アレイ素子。
- [請求項3] 前記第1半導体光増幅器の前記第1長さは、前記第2半導体光増幅器の前記第2長さより長く、
- 前記第1半導体光増幅器の光入出力ポートは、連続光が入力され、前記第2半導体光増幅器の光入出力ポートは、変調光が入力される
- 請求項1または2に記載の半導体光増幅器アレイ素子。

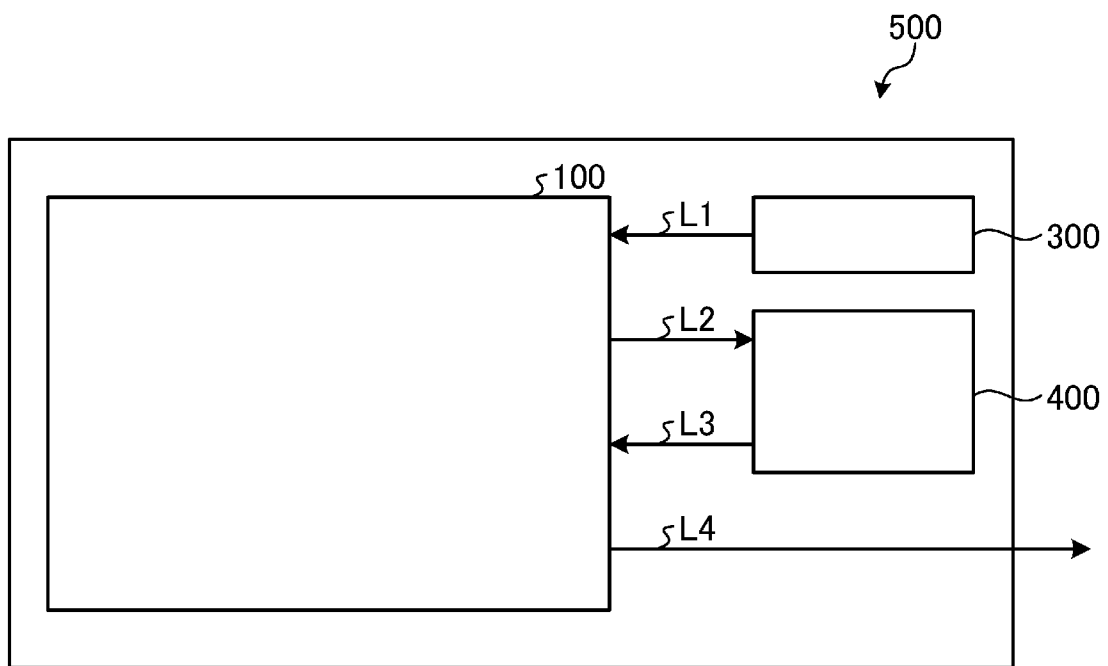
[図1]



[図2]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/029723

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01S 5/22 (2006.01) i; H01S 5/343 (2006.01) i

FI: H01S5/22 610; H01S5/343

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 1971-2020

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)

JSTPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	GRIFFIN, R. A. et al., "InP Coherent Optical Modulator with Integrated Amplification for High Capacity Transmission", Optical Fiber Communication Conference 2015, Th4E.2, Optical Society of America, March 2015, https://doi.org/10.1364/OFC.2015.Th4E.2 , ISBN:978-1-55752-937-4 sections 1-3, fig. 1	1-3
Y	JP 2008-250019 A (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 16.10.2008 (2008-10-16) paragraphs [0055]-[0065], fig. 5-6	1-3
A	JP 2013-058628 A (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 28.03.2013 (2013-03-28) entire text, all drawings	1-3
A	JP 2002-532909 A (BOOKHAM TECHNOLOGY PLC) 02.10.2002 (2002-10-02) entire text, all drawings	1-3
A	JP 2009-117539 A (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 28.05.2009 (2009-05-28) entire text, all drawings	1-3



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
13 October 2020 (13.10.2020)Date of mailing of the international search report
20 October 2020 (20.10.2020)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

International application No.

PCT/JP2020/029723

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2016-162798 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 05.09.2016 (2016-09-05) entire text, all drawings	1-3
A	YAGI, Hideki et al., "InP-Based Monolithically Integrated Photonic Devices for Digital Coherent Transmission", IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics, 2017, vol. 24, no. 1, pp. 6100411.1-11, doi:10.1109/JSTQE.2017.2725445 entire text, all drawings	1-3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/029723

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2008-250019 A	16 Oct. 2008	US 2008/0240645 A1 paragraphs [0071]- [0081], fig. 5-6	
JP 2013-058628 A	28 Mar. 2013	US 9054486 B2 entire text, all drawings	
JP 2002-532909 A	02 Oct. 2002	CN 103534885 A US 6400500 B1 entire text, all drawings GB 2344592 A WO 2000/036720 A2 AU 1577600 A CA 2354136 A	
JP 2009-117539 A	28 May 2009	(Family: none)	
JP 2016-162798 A	05 Sep. 2016	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01S 5/22(2006.01)i; H01S 5/343(2006.01)i FI: H01S5/22 610; H01S5/343		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H01S5/00-5/50		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2020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） JSTPlus/JST7580 (JDreamII)		
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	GRIFFIN,R.A. et al., InP Coherent Optical Modulator with Integrated Amplification for High Capacity Transmission, Optical Fiber Communication Conference 2015, Th4E.2, Optical Society of America, 2015.03, https://doi.org/10.1364/OFC.2015.Th4E.2 , ISBN:978-1-55752-937-4 第1-3節, 図1	1-3
Y	JP 2008-250019 A (古河電気工業株式会社) 16.10.2008 (2008 - 10 - 16) 段落[0055]-[0065], 図5-6	1-3
A	JP 2013-058628 A (古河電気工業株式会社) 28.03.2013 (2013 - 03 - 28) 全文, 全図	1-3
A	JP 2002-532909 A (ブックハム テクノロジー ピーエルシー) 02.10.2002 (2002 - 10 - 02) 全文, 全図	1-3
A	JP 2009-117539 A (古河電気工業株式会社) 28.05.2009 (2009 - 05 - 28) 全文, 全図	1-3
A	JP 2016-162798 A (三菱電機株式会社) 05.09.2016 (2016 - 09 - 05) 全文, 全図	1-3
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “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 “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） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 13.10.2020		国際調査報告の発送日 20.10.2020
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） 大西 孝宣 2K 6006 電話番号 03-3581-1101 内線 3255

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
A	YAGI, Hideki et al., InP-Based Monolithically Integrated Photonic Devices for Digital Coherent Transmission, IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics, 2017, Vol.24, No.1, p.6100411.1-11, doi:10.1109/JSTQE.2017.2725445 全文, 全図	1-3

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/JP2020/029723

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2008-250019	A	16.10.2008	US 2008/0240645 A1 段落[0071]-[0081], 図5-6	
JP	2013-058628	A	28.03.2013	US 9054486 B2 全文, 全図 CN 103534885 A	
JP	2002-532909	A	02.10.2002	US 6400500 B1 全文, 全図 GB 2344692 A WO 2000/036720 A2 AU 1577600 A CA 2354136 A	
JP	2009-117539	A	28.05.2009	(ファミリーなし)	
JP	2016-162798	A	05.09.2016	(ファミリーなし)	