

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,
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)）

(57) 要約：半導体光増幅器等の順バイアス光素子からの漏れ電流のミラーへの流入を抑制し、スペクトル線幅のブロード化を防止しうる半導体光集積素子を提供することを目的とする。半導体光集積素子は、半導体基板の上面に、順バイアス光素子と半導体レーザがモノリシック集積された半導体光集積素子であって、前記順バイアス光素子と前記半導体レーザの間に配置される受動導波路部と、前記半導体基板の下面に配置される接地電極と、を備え、前記半導体レーザは、長さを有するミラーを前記順バイアス光素子側に有し、前記順バイアス光素子は、前記半導体基板と接する側と反対側に順バイアス光素子電極を有し、前記受動導波路部は、前記半導体基板と接する側と反対側に受動導波路電極を有し、前記受動導波路電極は、前記接地電極と電氣的に接続されている。

明 細 書

発明の名称：半導体光集積素子

技術分野

[0001] 本発明は、順バイアス光素子と半導体レーザがモノリシック集積された半導体光集積素子に関する。

背景技術

[0002] コヒーレント光通信の普及に伴って、発振したレーザ光が狭スペクトル線幅である波長可変レーザ素子の需要が高まっている。波長可変レーザ素子の1つに標本化回折格子 (Sampled Grating) を用い、かつバーニア効果を利用した分布ブラッグ反射 (DBR: Distributed Bragg Reflector) 型波長可変レーザがある (たとえば特許文献1および2参照)。この波長可変レーザ素子においては、半導体素子内に回折格子の一部が標本化されたDBRミラーを2つ用いる。この2つのDBRミラーの反射スペクトルは、周期がわずかに異なる櫛状のピークを有する形状をしている。また、DBRミラーに電流注入または加熱により屈折率変化を起して、その反射波長特性を可変にできる。2つのDBRミラーの反射ピークを重ね合わせることで、この重ね合わせた波長で共振器を形成することができる。このとき、共振器長を適切に設計すれば、共振器モードである縦モードの間隔が2つのDBRミラーによる反射ピークの帯域と同程度となり、1つの共振器モードだけが選択され、単一モード発振が実現される。

[0003] 特許文献1, 2においては、レーザーキャビティの外に半導体光増幅器 (SOA: Semiconductor Optical Amplifier) を備えているが、半導体光増幅器からのリーク電流が隣接するDBRミラーの導波路部に流入して、DBRミラーの屈折率変動するためにスペクトル線幅がブロード化してしまうという問題を有していた。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開 2 0 1 7 - 1 6 1 8 3 0 号公報

特許文献2：特表 2 0 1 7 - 5 2 7 1 2 1 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、半導体光増幅器等の順バイアス光素子からの漏れ電流のミラーへの流入を抑制し、スペクトル線幅のブロード化を防止しうる半導体光集積素子を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の一態様に係る半導体光集積素子は、半導体基板の上面に、順バイアス光素子と半導体レーザがモノリシック集積された半導体光集積素子であって、前記順バイアス光素子と前記半導体レーザの間に配置される受動導波路部と、前記半導体基板の下面に配置される接地電極と、を備え、前記半導体レーザは、長さを有するミラーを前記順バイアス光素子側に有し、前記順バイアス光素子は、前記半導体基板と接する側と反対側に順バイアス光素子電極を有し、前記受動導波路部は、前記半導体基板と接する側と反対側に受動導波路電極を有し、前記受動導波路電極は、前記接地電極と電氣的に接続されている。

[0007] また、本発明の一態様に係る半導体光集積素子は、前記順バイアス光素子は、半導体光増幅器である。

[0008] また、本発明の一態様に係る半導体光集積素子は、前記受動導波路電極の長さは、前記受動導波路部の長さより短い。

[0009] また、本発明の一態様に係る半導体光集積素子は、前記受動導波路電極は、前記受動導波路部に光導波路層の直上を避けて配置されている。

[0010] また、本発明の一態様に係る半導体光集積素子は、前記順バイアス光素子電極の長さは、前記順バイアス光素子の活性コア層の長さより短く、前記順バイアス光素子電極は、前記活性コア層の前記受動導波路部側の端部上に配置されていない。

[0011] また、本発明の一態様に係る半導体光集積素子は、受動導波路部は、前記

受動導波路電極より順バイアス光素子側に溝部を有する。

[0012] また、本発明の一態様に係る半導体光集積素子は、前記半導体レーザは波長可変レーザであり、2つの前記長さを有するミラーと、利得導波路部と、位相調整導波路部と、を有する。

[0013] また、本発明の一態様に係る半導体光集積素子は、前記2つの長さを有するミラーのうち、少なくとも1つは分布ブラッグ反射器である。

[0014] また、本発明の一態様に係る半導体光集積素子は、前記2つの長さを有するミラーは、前記分布ブラッグ反射器とリング共振器フィルタである。

[0015] また、本発明の一態様に係る半導体光集積素子は、前記2つの長さを有するミラーのうち、順バイアス光素子側に配置される長さを有するミラーはヒータにより制御される。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、半導体光増幅器等からの漏れ電流のミラーへの流入を抑制し、狭スペクトル線幅の半導体光集積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

[0017] [図1]図1は、実施形態1に係る波長可変レーザ素子の模式的な上面図である。

[図2]図2は、図1に示す波長可変レーザ素子のA-A線断面図である。

[図3]図3は、図1に示す波長可変レーザ素子のB-B線断面図である。

[図4]図4は、図1に示す波長可変レーザ素子のC-C線断面図である。

[図5]図5は、実施形態2に係る波長可変レーザ素子の模式的な上面図である。

[図6]図6は、図5に示す波長可変レーザ素子のD-D線断面図である。

[図7]図7は、実施形態3に係る波長可変レーザ素子の模式的な上面図である。

[図8]図8は、図7に示す波長可変レーザ素子のE-E線断面図である。

[図9]図9は、図7に示す波長可変レーザ素子のF-F線断面図である。

[図10]図10は、実施形態4に係る波長可変レーザ素子の模式的な上面図である。

[図11]図11は、図10に示す波長可変レーザ素子のG－G線断面図である。

[図12]図12は、実施形態5に係る波長可変レーザ素子の模式的な上面図である。

[図13]図13は、図12に示す波長可変レーザ素子のH－H線断面図である。

[図14A]図14Aは、図12に示す波長可変レーザ素子のJ－J線断面図である。

[図14B]図14Bは、図12に示す波長可変レーザ素子のL－L線断面図である。

[図15]図15は、実施形態6に係る波長可変レーザ素子の模式的な上面図である。

[図16]図16は、図15に示す波長可変レーザ素子のK－K線断面図である。

[図17]図17は、実施形態7に係る波長可変レーザ素子の模式的な斜視図である。

[図18]図18は、実施形態8に係る波長可変レーザ素子の模式的な斜視図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下に、図面を参照して実施形態を詳細に説明する。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、各図面において、同一または対応する要素には適宜同一の符号を付している。さらに、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、現実のものとは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。また、一部の図中においては、適宜x y z座標軸を示し、これにより方向を説明する。

[0019] (実施形態1)

図1は、実施形態1に係る波長可変レーザ素子100の模式的な上面図、図2は、図1に示す波長可変レーザ素子100のA-A線断面図、図3は、図1に示す波長可変レーザ素子100のB-B線断面図、図4は、図1に示す波長可変レーザ素子100のC-C線断面図である。なお、図2では、一部構成（保護膜、スペーサ層）の図示を省略している。

[0020] 波長可変レーザ素子100は、半導体基板15の上面に、半導体レーザ10と、順バイアス光素子である半導体光増幅器(SOA)40と、受動導波路部50がモノシリック集積された半導体光集積素子である。なお、本明細書において、順バイアス光素子とは、順バイアス電極の上部に設置された電極から下部に設置された電極に電流を流すデバイスを意味する。

[0021] 半導体レーザ10は、長さを有するミラーである第1SG-DBR(Sampled Grating Distributed Bragg Reflector)11と、位相調整部12と、利得部13と、第2SG-DBR14とを有する。第1SG-DBR11、位相調整部12、利得部13、および第2SG-DBR14は、この順番に接続されている。

[0022] 第1SG-DBR11は、第2反射部と波長フィルタとが一体に構成されたものである。第1SG-DBR11は、図3に示すように、たとえば、n型InPからなる半導体基板15の主面上に、n型InPからなる下部クラッド層17a、DBR型回折格子層を有する光導波路層18、p型InPからなるスペーサ層17d、p型InGaAsPからなる上部クラッド層22が順次積層され、SiN等からなる保護膜31を介して、上部にTiを含む抵抗ヒータであるマイクロヒータ23と、AuZnを含むパッド電極27が配置されている。第1SG-DBR11は、マイクロヒータ23の加熱による光導波路層18の屈折率の変化によって、波長特性を調整可能である。

[0023] 光導波路層18およびスペーサ層17dは、エッチング等により、1.55 μ m帯の光をシングルモードで光導波するのに適した幅(例えば1.8 μ m)にされたストライプメサ構造とされている。ストライプメサ構造の両脇

(紙面左右方向)は、p型InP埋め込み層17bおよびn型InP電流ブロッキング層17cからなる電流ブロッキング構造を有した埋込み構造となっている。光導波路層18は、p型InGaAsP層にz方向に沿って標本化回折格子が形成され、回折格子の溝はInPで埋め込まれた構成を有する。光導波路層18において回折格子の格子間隔は一定であるが標本化されており、これにより波長に対し略周期的な反射応答を示す。

[0024] 位相調整部12は、第1SG-DBR11と第2SG-DBR14との間に設けられている。位相調整部12は、半導体基板15の主面上に、下部クラッド層17a、InGaAsPからなる光導波路層19、スペーサ層17d、上部クラッド層22が順次積層され、保護膜31を介して、上部にTiを含む抵抗ヒータであるマイクロヒータ24と、AuZnを含むパッド電極28が配置されている。位相調整部の断面は、図3に示す第1SG-DBR11のDBR型回折格子層を有する光導波路層18が、光導波路層19に置き換えられた構造である。

[0025] 利得部13は、第1SG-DBR11と第2SG-DBR14との間に設けられており、駆動電流を供給されることによって光増幅機能を発揮する。利得部13は、図4に示すように、半導体基板15の主面上に、下部クラッド層17a、InGaAsPからなる活性コア層20、スペーサ層17d、上部クラッド層22が順次積層され、上部クラッド層22の上部にコンタクト層25aおよびオーミック電極25bを介して、AuZnを含むパッド電極29が配置されている。コンタクト層25aおよびオーミック電極25bは、保護膜31に形成された開口部31aに設けられている。活性コア層20およびスペーサ層17dは、エッチング等により、1.55 μ m帯の光をシングルモードで光導波するのに適した幅(例えば1.8 μ m)にされたストライプメサ構造とされ、ストライプメサ構造の両脇(紙面左右方向)は、p型InP埋め込み層17bおよびn型InP電流ブロッキング層17cからなる電流ブロッキング構造を有した埋込み構造となっている。

[0026] 第2SG-DBR14は、レーザ光が出力される第1反射部と波長フィル

タとが一体に構成されたものである。第2 SG-DBR 14は、半導体基板15の主面上に、下部クラッド層17a、DBR型回折格子層を有する光導波路層21、スペーサ層17d、上部クラッド層22が順次積層され、SiN等からなる保護膜31を介して、上部にTiを含む抵抗ヒータであるマイクロヒータ26と、AuZnを含むパッド電極30が配置されている。光導波路層21は、光導波路層18と同様に、p型InGaAsP層にz方向に沿って標本化回折格子が形成され、回折格子の溝はInPで埋め込まれた構成を有する。第2 SG-DBR 14の断面は、図3の第1 SG-DBR 11と同様である。光導波路層21において回折格子の格子間隔は一定であるが標本化されており、これにより波長に対し略周期的な反射応答を示す。第2 SG-DBR 14は、マイクロヒータ26の加熱による光導波路層21の屈折率の変化によって、波長特性を調整可能である。第1 SG-DBR 11と第2 SG-DBR 14とがレーザ共振器を構成している。第1 SG-DBR 11と第2 SG-DBR 14とは、波長特性として、互いに波長間隔が異なる周期的な反射ピークを有している。

[0027] SOA 40は、半導体基板15上において、後述する受動導波路部50を介して、第2 SG-DBR 14のレーザ光出力側に設けられている。SOA 40は、半導体基板15の主面上に、下部クラッド層17a、活性コア層41、スペーサ層17d、上部クラッド層22が順次積層され、上部クラッド層22の上部にコンタクト層42aおよびオーミック電極42bを介して、AuZnを含むパッド電極43が配置されている。コンタクト層42aおよびオーミック電極42bは、SiN等からなる保護膜31に形成された開口部31aに設けられている。SOA 40の断面は、図4に示す利得部13と同様である。SOA 40は、駆動電流が供給されることによって、第2 SG-DBR 14から出力されたレーザ光を増幅して、波長可変レーザ素子100の端面から高出力のレーザ光として出力させる。

[0028] レーザ光の波長は、たとえば、 $1.55\mu\text{m}$ 波長帯の範囲にある。なお、レーザ光の端面反射を抑制するために、端面に反射防止コートが施されてい

ることが好ましい。波長可変レーザ素子100では、SOA40側の端面のみに反射防止コートを施せばよいので、コーティング工程の回数を少なくできる。また、端面反射のさらなる抑制のためには、SOA40の活性コア層41が端面付近で端面の法線に対して数度、典型的には7°傾斜していることが好ましい。

[0029] 受動導波路部50は、第2SG-DBR14とSOA40との間に設けられ、半導体レーザ10とSOA40を光導波路層51により接続している。受動導波路部50は、半導体基板15の主面上に、n型InPからなる下部クラッド層17a、InGaAsPからなる光導波路層51、スペーサ層17d、上部クラッド層22が順次積層され、上部クラッド層22の上部にコンタクト層52aおよびオーミック電極52bを介して、AuZnを含む受動導波路電極53が配置されている。コンタクト層52aおよびオーミック電極52bは、SiN等からなる保護膜31に形成された開口部31aに設けられている。受動導波路部50の断面は、図4に示す利得部13の活性コア層20が、光導波路層51に置き換えられた構造である。

[0030] 半導体基板15の裏面には、n側電極である接地電極16が形成されている。接地電極16は、たとえば、AuGeNiを含んで構成され、半導体基板15とオーミック接触している。利得部13のパッド電極29、SOA40のパッド電極43、及び受動導波路電極53は、p側電極であり、受動導波路電極53は、接地電極16と電氣的に接続されている。以上の構成により、接地電極16およびパッド電極29から利得部13の活性コア層20への電流注入、接地電極16およびパッド電極43からSOA40の活性コア層41への電流注入が可能になっている。

[0031] 波長可変レーザ素子100では、マイクロヒータ24、26により第1SG-DBR11および第2SG-DBR14の波長特性を調製することで、レーザ光の波長を調製することができ、バーニア型の波長可変レーザとして機能する。

[0032] SOA40では、接地電極16およびパッド電極43から活性コア層41

に電流が注入されるが、上部クラッド層 22 を通って SOA 40 からの漏れ電流が、第 2 SG-DBR 14 の光導波路層 21 に流れることより光導波路層 21 の屈折率が変化するため、第 2 SG-DBR 14 の反射位相が変化してスペクトル線幅がブロード化するおそれがある。また、SOA 40 を備えた波長可変レーザ素子 100 では、SOA を用いて光出力の調整を行うので、光出力により漏れ電流量も増減し、光出力によりスペクトル線幅も変化するおそれがある。さらに、SOA 40 の活性コア層 41 に注入する電流が外的要因で揺らいだ場合に、漏れ電流量も変化し、スペクトル線幅がブロード化してしまう。

[0033] 実施形態 1 では、第 2 SG-DBR 14 と SOA 40 との間に受動導波路部 50 を配置し、SOA 40 からの漏れ電流を、受動導波路電極 53 を介して接地電極 16 に流すことができるので、漏れ電流によるスペクトル線幅のブロード化を抑制することができる。

[0034] 実施形態 1 では、順バイアス光素子として SOA を例に説明しているが、これに限定するものではない。順バイアス光素子としては、SOA に代えて電流注入型フィルタを使用することもできる。

[0035] (実施形態 2)

図 5 は、実施形態 2 に係る波長可変レーザ素子 100 A の模式的な上面図であり、図 6 は、図 5 に示す波長可変レーザ素子 100 A の D-D 線断面図である。図 6 では、一部構成（保護膜、スペーサ層）の図示を省略している。実施形態 2 に係る波長可変レーザ素子 100 A では、受動導波路部 50 A の受動導波路電極 53 A は、受動導波路部 50 A の長さより短く形成されている。コンタクト層 52 a-1 およびオーミック電極 52 b-1 も受動導波路電極 53 A と同様に短く形成されている。

[0036] 実施形態 1 では、第 2 SG-DBR 14 と SOA 40 との間に受動導波路部 50 を配置し、SOA 40 からの漏れ電流を引き抜いてスペクトル線幅のブロード化を抑制しているが、光導波路層 51 の上部にドーピング濃度が高い P 型 InGaAsP を材料とするコンタクト層 52 a を設けているため、コ

ンタクト層 52a の光吸収による光の損失が発生してしまう。実施形態 2 では、受動導波路電極 53A の長さを、受動導波路部 50A の長さより短くすることにより、コンタクト層 52a-1 による光の損失を低減する。実施形態 1 では、受動導波路電極 53 は、第 2 SG-DBR 14 および SOA 40 との電氣的絶縁ギャップ（それぞれ通常 10 μ m 程度）を除いて、受動導波路部 50 の全長にわたって設けられているが、実施形態 2 の受動導波路電極 53A は、受動導波路部 50A の長さの 80% 以下、好ましくは受動導波路部 50A の長さの 10% 以上 50% 以下の長さとする。ここで、受動導波路部 50A の長さには、電氣的絶縁ギャップを含まないものとする。また、漏れ電流を効率的に引き抜くために、受動導波路電極 53A は、SOA 40 側に設置することが好ましい。

[0037] 実施形態 2 では、実施形態 1 と同様に、SOA 40 からの漏れ電流を受動導波路電極 53A により引き抜くことにより、漏れ電流によるスペクトル線幅のブロード化を抑制できるとともに、受動導波路電極 53A の長さが短いため、光の損失を低減することが可能となる。

[0038] （実施形態 3）

図 7 は、実施形態 3 に係る波長可変レーザ素子 100B の模式的な上面図であり、図 8 は、図 7 に示す波長可変レーザ素子 100B の E-E 線断面図であり、図 9 は、図 7 に示す波長可変レーザ素子 100B の F-F 線断面図である。図 9 では、一部構成（保護膜、スペーサ層）の図示を省略している。実施形態 3 に係る波長可変レーザ素子 100B では、受動導波路部 50B の受動導波路電極 53B は、光導波路層 51 の直上を避けて配置されている。コンタクト層 52a-2 およびオーミック電極 52b-2 も受動導波路電極 53B と同様に、光導波路層 51 の直上を避けて配置されている。

[0039] 実施形態 2 で説明したように、光導波路層 51 の上部にコンタクト層 52a を設けることにより、コンタクト層 52a の光吸収による光の損失が発生してしまう。実施形態 3 では、コンタクト層 52a-2、オーミック電極 52b-2、および受動導波路電極 53B を、受動導波路部 50B の光導波路

層 5 1 に平行に 2 つ形成し、光導波路層 5 1 の直上を避けて配置している。

[0040] 実施形態 3 では、実施形態 1 と同様に、SOA 4 0 からの漏れ電流を受動導波路電極 5 3 A により引き抜くことにより、漏れ電流によるスペクトル線幅のブロード化を抑制できるとともに、受動導波路電極 5 3 B を光導波路層 5 1 の直上を避けて配置しているため、光の損失を低減することが可能となる。

[0041] (実施形態 4)

図 1 0 は、実施形態 4 に係る波長可変レーザ素子 1 0 0 D の模式的な上面図であり、図 1 1 は、図 1 0 に示す波長可変レーザ素子 1 0 0 D の G-G 線断面図である。図 1 1 では、一部構成（保護膜、スペーサ層）の図示を省略している。実施形態 4 に係る波長可変レーザ素子 1 0 0 D では、SOA 4 0 D のパッド電極 4 3 D の長さは、活性コア層 4 1 の長さより短く形成されている。コンタクト層 4 2 a-1 およびオーミック電極 4 2 b-1 もパッド電極 4 3 D と同様に短く形成されている。

[0042] 実施形態 1 では、SOA 4 0 のパッド電極 4 3 からの漏れ電流を受動導波路部 5 0 の受動導波路電極 5 3 で引き抜くことにより、スペクトル線幅のブロード化を抑制する。実施形態 4 では、SOA 4 0 のパッド電極 4 3 からの漏れ電流量を低減することにより、スペクトル線幅のブロード化をさらに抑制する。波長可変レーザ素子 1 0 0 D では、SOA 4 0 D のパッド電極 4 3 の長さ r_1 は、活性コア層 4 1 の長さ r_2 より短く、パッド電極 4 3 D は、活性コア層 4 1 の受動導波路部 5 0 側の端部上に配置されない。ただし、活性コア層 4 1 のパッド電極 4 3 D が配置されていない部分は、光吸収層となるため、活性コア層 4 1 のパッド電極 4 3 D が配置されていない部分の長さ（電氣的絶縁ギャップを含まない）は、 $10\mu\text{m}$ 以下とすることが好ましい。

[0043] 実施形態 4 では、実施形態 1 と同様に、SOA 4 0 からの漏れ電流を受動導波路電極 5 3 A により引き抜くことにより、漏れ電流によるスペクトル線幅のブロード化を抑制できるとともに、SOA 4 0 D のパッド電極 4 3 D か

らの漏れ電流量を低減するため、さらなるスペクトル線幅のブロード化が可能となる。

[0044] なお、実施形態4では、実施形態1と同様の受動導波路部50を採用しているが、実施形態2の受動導波路部50Aや、実施形態3の受動導波路部50Bを採用してもよい。

[0045] (実施形態5)

図12は、実施形態5に係る波長可変レーザ素子100Eの模式的な上面図であり、図13は、図12に示す波長可変レーザ素子100EのH-H線断面図であり、図14Aは、図12に示す波長可変レーザ素子100EのJ-J線断面図（溝部54での断面）である。図14Bは、図12に示す波長可変レーザ素子のL-L線断面図（受動導波路電極53Eでの断面）である。図13では、一部構成（保護膜、スペーサ層）の図示を省略している。実施形態5に係る波長可変レーザ素子100Eでは、受動導波路電極53EよりSOA40側に溝部54を有する。

[0046] 実施形態5では、SOA40から第2SG-DBR14に注入しうる漏れ電流量を低減するために、受動導波路電極53EよりSOA40側に溝部54を形成している。なお、溝部54、コンタクト層52a-3、オーミック電極52b-3、および受動導波路電極53Eは、受動導波路部50Eの光導波路層51に平行に2つ形成し、光導波路層51の直上を避けて配置している。また、コンタクト層52a-3、オーミック電極52b-3、および受動導波路電極53Eの長さは、受動導波路部50Eの長さより短く、溝部54に隣接して配置している。溝部54を設けることにより、SOA40からの漏れ電流の受動導波路電極53Eへの注入が低減する。漏れ電流は、上部クラッド層22を流れるため、溝部54は、p型InP埋め込み層17bを貫通して、n型InP電流ブロッキング層17cまで設けることが好ましい。実施形態5では、受動導波路電極53Eの幅（光導波路層51と直交する方向の長さ）は、溝部54の幅より長くすることにより、受動導波路電極53Eによる漏れ電流の引き抜き量を向上させているが、溝部54と同じ長

さとしてもよい。

[0047] 実施形態5では、実施形態1と同様に、SOA40からの漏れ電流を受動導波路電極53Eにより引き抜くことにより、漏れ電流によるスペクトル線幅のブロード化を抑制できるとともに、溝部54によりSOA40のパッド電極43から注入されうる漏れ電流量を低減できるため、さらなるスペクトル線幅のブロード化が可能となる。

[0048] (実施形態6)

図15は、実施形態5に係る波長可変レーザ素子100Fの模式的な上面図であり、図16は、図15に示す波長可変レーザ素子100FのK-K線断面図である。図1では、一部構成（保護膜、スペーサ層）の図示を省略している。実施形態6に係る波長可変レーザ素子100Fでは、第2SG-DBR14Fは電流注入型である。

[0049] 第2SG-DBR14Fは、実施形態1の第2SG-DBR14において、マイクロヒータ26およびパッド電極30に換えて、上部クラッド層22の上部にコンタクト層32aおよびオーミック電極32bを介して、AuZnを含むパッド電極33が配置されている。コンタクト層32aおよびオーミック電極32bは、SiN等からなる保護膜31に形成された開口部に設けられている。第2SG-DBR14Fでは、接地電極16およびパッド電極33から回折格子層を有する光導波路層21に電流が注入される。光導波路層21に注入される電流が変化すると、分布反射器を構成する光導波路層21中の電子および正孔の濃度が変化する。その結果、キャリアプラズマ効果により、屈折率が変化し、波長特性を変更しうる。

[0050] 第2SG-DBR14Fが電流注入型である場合にも、SOA40からの漏れ電流を受動導波路電極53により引き抜くことにより、漏れ電流によるスペクトル線幅のブロード化を抑制できる。

[0051] (実施形態7)

図17は、実施形態7に係る波長可変レーザ素子200の模式的な斜視図である。波長可変レーザ素子200は、2つの長さを有するミラーは、SG

ーDBR114とリング共振器フィルタRF1である。

[0052] 図17に示すように、波長可変レーザ素子200は、 $1.55\mu\text{m}$ 帯でレーザ発振し、レーザ光L1を出力するように構成されている。波長可変レーザ素子200は、共通の半導体基板B上に形成された、第1の導波路部110と第2の導波路部120とを備える。半導体基板Bはたとえばn型InP基板からなる。なお、半導体基板Bの裏面には接地電極が形成されている。接地電極は、たとえばAuGeNiを含んで構成され、半導体基板Bとオーミック接触する。

[0053] 第1の導波路部110は、位相調整部112、利得部113、SG-DBR114、受動導波路部150、およびSOA140を備える。また、第1の導波路部110は、位相調整部112、利得部113、SG-DBR114、受動導波路部150、およびSOA140上に、マイクロヒータ128、パッド電極129、マイクロヒータ130、受動導波路電極153、およびパッド電極143を有している。第1の導波路部110の内部には、位相調整部112の導波路層、利得部113の活性コア層、SG-DBR114の回折格子層を有する導波路層、受動導波路部150の導波路層、およびSOA140の活性コア層が接続された導波路部111が配置されている。半導体積層部160は、半導体層が積層して構成されており、導波路部111に対してクラッド部の機能等を備える。

[0054] マイクロヒータ128、パッド電極129、マイクロヒータ130、受動導波路電極153、およびパッド電極143は、半導体積層部160上において、導波路部111に沿うように配置されている。なお、半導体積層部160にはSiN_x保護膜が形成されており、パッド電極129、受動導波路電極153、およびパッド電極143はSiN_x保護膜に形成された開口部を介して半導体積層部160に接触している。

[0055] 第2の導波路部120は、2分岐部121、2つのアーム部122, 123、リング状導波路124、およびTiからなるマイクロヒータ125を備える。2分岐部121は、1×2型の多モード干渉型(MMI)導波路12

1 aを含む1×2型の分岐型導波路で構成され、2ポート側が2つのアーム部122, 123のそれぞれに接続されるとともに1ポート側が第1の導波路部110側に接続されている。2分岐部121により、2つのアーム部122, 123は、その一端が統合され、導波路部111と光学的に結合される。

[0056] アーム部122, 123は、いずれもz方向に延伸し、リング状導波路124を挟むように配置されている。アーム部122, 123はリング状導波路124と近接し、いずれも同一の結合係数 κ でリング状導波路124と光学的に結合している。 κ の値はたとえば0.2である。アーム部122, 123とリング状導波路124とは、リング共振型フィルタRF1を構成している。また、リング共振型フィルタRF1と2分岐部121とは、反射ミラーM1を構成している。反射ミラーM1は波長に対し略周期的な反射応答を示す。光導波路の加熱を行う加熱部としてのマイクロヒータ125a, 125bはリング状である。リング状導波路124の外周側にマイクロヒータ125aが配置され、内周側にマイクロヒータ125bが配置されている。マイクロヒータ125a, 125bは、リング状導波路124を覆うように形成された保護膜としての誘電体層上に設けられている。

[0057] 第1の導波路部110と第2の導波路部120は、互いに光学的に接続され、導波路部111の回折格子層を有する導波路層と反射ミラーM1とによって、レーザ共振器C1を構成している。また、位相調整部112、利得部113、SG-DBR114、および第2の導波路部120によって、半導体レーザが構成される。リング状導波路124は、ハイメサ導波路構造を有する。ハイメサ導波路構造の幅は約2 μ mである。

[0058] 波長可変レーザ素子200では、マイクロヒータ130、125によりSG-DBR114および反射ミラーM1の波長特性を調製することで、レーザ光の波長を調製することができ、バーニア型の波長可変レーザとして機能する。

[0059] 波長可変レーザ素子200において、受動導波路部150の受動導波路電

極 1 5 3 は、S O A 1 4 0 からの漏れ電流を引き抜くことができるため、スペクトル線幅のブロード化を防止することができる。

[0060] 2つの長さを有するミラーが、S G - D B R 1 1 4 とリング共振器フィルタ R F 1 である波長可変レーザ素子 2 0 0 においても、受動導波路部 1 5 0 を、S O A 1 4 0 と S G - D B R 1 1 4 との間に配置することにより、漏れ電流によるスペクトル線幅のブロード化を抑制できる。

[0061] (実施形態 8)

図 1 8 は、実施形態 8 に係る波長可変レーザ素子 2 0 0 G の模式的な斜視図である。波長可変レーザ素子 2 0 0 G は、2つの長さを有するミラーは、S G - D B R 1 1 4 とリング共振器フィルタ R F 2 であり、位相調整部 1 1 2 は、第 2 の導波路部 1 2 0 の 2 つのアーム部 1 2 2, 1 2 3 G のうちのアーム部 1 2 3 G に設けられている。

[0062] 図 1 8 に示すように、波長可変レーザ素子 2 0 0 G は、 $1.55\mu\text{m}$ 帯でレーザ発振し、レーザ光 L 1 を出力するように構成されている。波長可変レーザ素子 2 0 0 G は、共通の半導体基板 S 1 上に形成された、第 1 の導波路部 1 1 0 G と第 2 の導波路部 1 2 0 G とを備える。半導体基板 S 1 はたとえば n 型 I n P 基板からなる。なお、半導体基板 S 1 の裏面には接地電極が形成されている。接地電極は、たとえば A u G e N i を含んで構成され、半導体基板 S 1 とオーミック接触する。

[0063] 第 1 の導波路部 1 1 0 G は、利得部 1 1 3、S G - D B R 1 1 4、受動導波路部 1 5 0、および S O A 1 4 0 を備える。また、第 1 の導波路部 1 1 0 G は、利得部 1 1 3、S G - D B R 1 1 4、受動導波路部 1 5 0、および S O A 1 4 0 上に、パッド電極 1 2 9、マイクロヒータ 1 3 0、受動導波路電極 1 5 3、およびパッド電極 1 4 3 を有している。第 1 の導波路部 1 1 0 G の内部には、利得部 1 1 3 の活性コア層、S G - D B R 1 1 4 の回折格子層を有する導波路層、受動導波路部 1 5 0 の導波路層、および S O A 1 4 0 の活性コア層が接続された導波路部 1 1 1 G が配置されている。半導体積層部 1 6 0 は、半導体層が積層して構成されており、導波路部 1 1 1 G に対して

クラッド部の機能等を備える。

- [0064] パッド電極129、マイクロヒータ130、受動導波路電極153、およびパッド電極143は、半導体積層部160上において、導波路部111Gに沿うように配置されている。なお、半導体積層部160にはSiNx保護膜が形成されており、パッド電極129、受動導波路電極153、およびパッド電極143はSiNx保護膜に形成された開口部を介して半導体積層部160に接触している。
- [0065] 第2の導波路部120Gは、2分岐部121、2つのアーム部122、123G、リング状導波路124、およびTiからなるマイクロヒータ125を備える。2分岐部121は、1×2型の多モード干渉型(MMI)導波路121aを含む1×2型の分岐型導波路で構成され、2ポート側が2つのアーム部122、123Gのそれぞれに接続されるとともに1ポート側が第1の導波路部110G側に接続されている。2分岐部121により、2つのアーム部122、123Gは、その一端が統合され、導波路部111Gと光学的に結合される。アーム部122、123Gとリング状導波路124とは、リング共振型フィルタRF2を構成している。また、リング共振型フィルタRF2と2分岐部121とは、反射ミラーM2を構成している。
- [0066] アーム部122、123Gは、いずれもz方向に延伸し、リング状導波路124を挟むように配置されている。アーム部123Gには位相調整部112が配置されている。位相調整部112上に、マイクロヒータ128が形成されている。アーム部123Gは、図示していないが、半導体基板S1上に、n型InPからなる下部クラッド層、InGaAsPからなる光導波層、およびp型InPからなる上部クラッド層がこの順で積層して構成されたハイメサ導波路構造を有している。SiN保護膜はアーム部123Gを覆うように形成されている。マイクロヒータ128はSiN保護膜上において、位相調整部112の光導波路層に沿うように配置されている。なお、第2の導波路部120Gのその他の構成要素である2分岐部121、アーム部122、リング状導波路124も同様にハイメサ導波路構造を有しており、SiN

保護膜で覆われている。マイクロヒータ 125 はリング状であり、リング状導波路 124 を覆うように形成された SiN 保護膜上に配置されている。

[0067] 第 1 の導波路部 110G と第 2 の導波路部 120G は、互いに光学的に接続され、導波路部 111G の回折格子層を有する導波路層と反射ミラー M2 とによって、レーザ共振器 C2 を構成している。また、利得部 113、SG-DBR 114、および第 2 の導波路部 120G によって、半導体レーザが構成される。

[0068] 波長可変レーザ素子 200G において、受動導波路部 150 の受動導波路電極 153 は、SOA 140 からの漏れ電流を引き抜くことができるため、スペクトル線幅のブロード化を防止することができる。

[0069] 2 つの長さを有するミラーが、SG-DBR 114 とリング共振器フィルタ RF2 である波長可変レーザ素子 200G においても、受動導波路部 150 を、SOA 140 と SG-DBR 114 との間に配置することにより、漏れ電流によるスペクトル線幅のブロード化を抑制できる。

[0070] 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る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。

産業上の利用可能性

[0071] 本発明に係る半導体光集積素子は、光通信等に用いられる光デバイスに有用である。

符号の説明

- [0072] 10 半導体レーザ
11 第 1 SG-DBR
12, 112 位相調整部
13, 113 利得部
14 第 2 SG-DBR

- 15, B, S1 半導体基板
- 16 接地電極
- 17a 下部クラッド層
- 17b p型InP埋め込み層
- 17c n型InP電流ブロッキング層
- 17d スペース層
- 18, 19, 21, 51 光導波路層
- 20, 41 活性コア層
- 22 上部クラッド層
- 23, 24, 26, 128, 130 マイクロヒータ
- 25a, 42a, 52a, 32a コンタクト層
- 25b, 42b, 52b, 32b オーミック電極
- 27, 28, 29, 30, 33, 43, 43D, 129, 143 パッド電極
- 31 保護膜
- 31a 開口部
- 40, 140 半導体光増幅器
- 50, 150 受動導波路部
- 53, 153 受動導波路電極
- 54 溝部
- 110, 110G 第1の導波路部
- 111, 111G 導波路部
- 114 SG-DBR
- 120, 120G 第2の導波路部
- 122, 123, 123G アーム部
- 124 リング状導波路
- 160 半導体積層部
- 100, 100A, 100B, 100D, 100E, 100F, 200, 2

O O G 波長可変レーザ素子

C 1 , C 2 レーザ共振器

L 1 レーザ光

M 1 , M 2 反射ミラー

R F 1 , R F 2 リング共振器フィルタ

請求の範囲

- [請求項1] 半導体基板の上面に、順バイアス光素子と半導体レーザがモノリシック集積された半導体光集積素子であって、
- 前記順バイアス光素子と前記半導体レーザの間に配置される受動導波路部と、
- 前記半導体基板の下面に配置される接地電極と、
- を備え、
- 前記半導体レーザは、長さを有するミラーを前記順バイアス光素子側に有し、
- 前記順バイアス光素子は、前記半導体基板と接する側と反対側に順バイアス光素子電極を有し、
- 前記受動導波路部は、前記半導体基板と接する側と反対側に受動導波路電極を有し、前記受動導波路電極は、前記接地電極と電氣的に接続されている
- 半導体光集積素子。
- [請求項2] 前記順バイアス光素子は、半導体光増幅器である
- 請求項1に記載の半導体光集積素子。
- [請求項3] 前記受動導波路電極の長さは、前記受動導波路部の長さより短い
- 請求項1または2に記載の半導体光集積素子。
- [請求項4] 前記受動導波路電極は、前記受動導波路部に前記光導波路層の直上を避けて配置されている
- 請求項1～3のいずれか一つに記載の半導体光集積素子。
- [請求項5] 前記順バイアス光素子電極の長さは、前記順バイアス光素子の活性コア層の長さより短く、前記順バイアス光素子電極は、前記活性コア層の前記受動導波路部側の端部上に配置されていない
- 請求項1または2に記載の半導体光集積素子。
- [請求項6] 受動導波路部は、前記受動導波路電極より順バイアス光素子側に溝部を有する

請求項 1 ～ 3 のいずれか一つに記載の半導体光集積素子。

[請求項7] 前記半導体レーザは波長可変レーザであり、2つの前記長さを有するミラーと、利得部と、位相調整部と、を有する

請求項 1 ～ 6 のいずれか一つに記載の半導体光集積素子。

[請求項8] 前記2つの長さを有するミラーのうち、少なくとも1つは分布ブラッグ反射器である

請求項 7 に記載の半導体光集積素子。

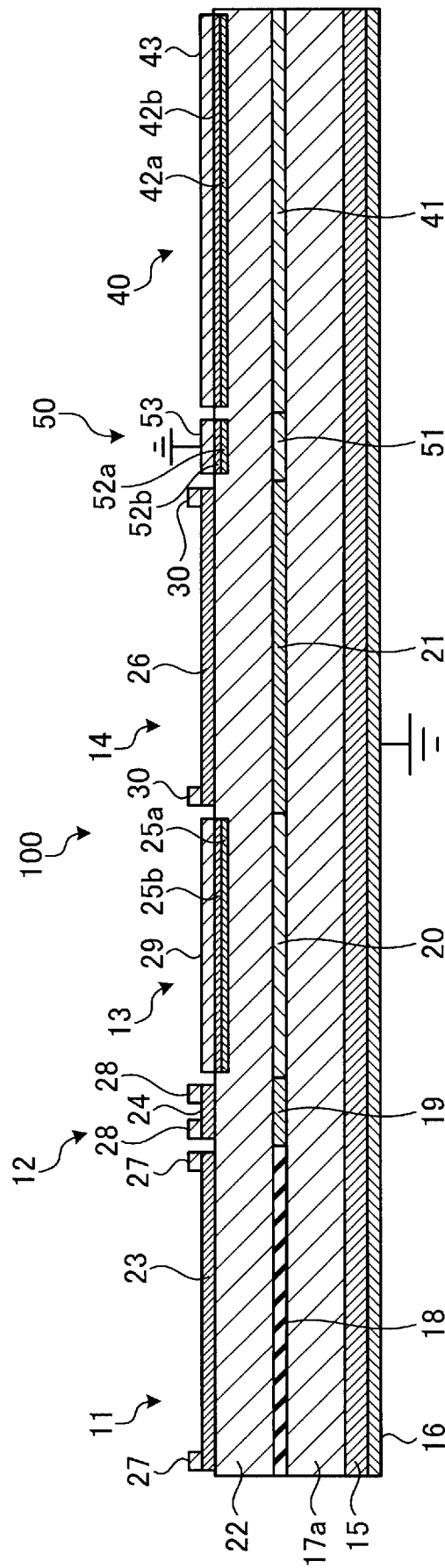
[請求項9] 前記2つの長さを有するミラーは、前記分布ブラッグ反射器とリング共振器フィルタである

請求項 8 に記載の半導体光集積素子。

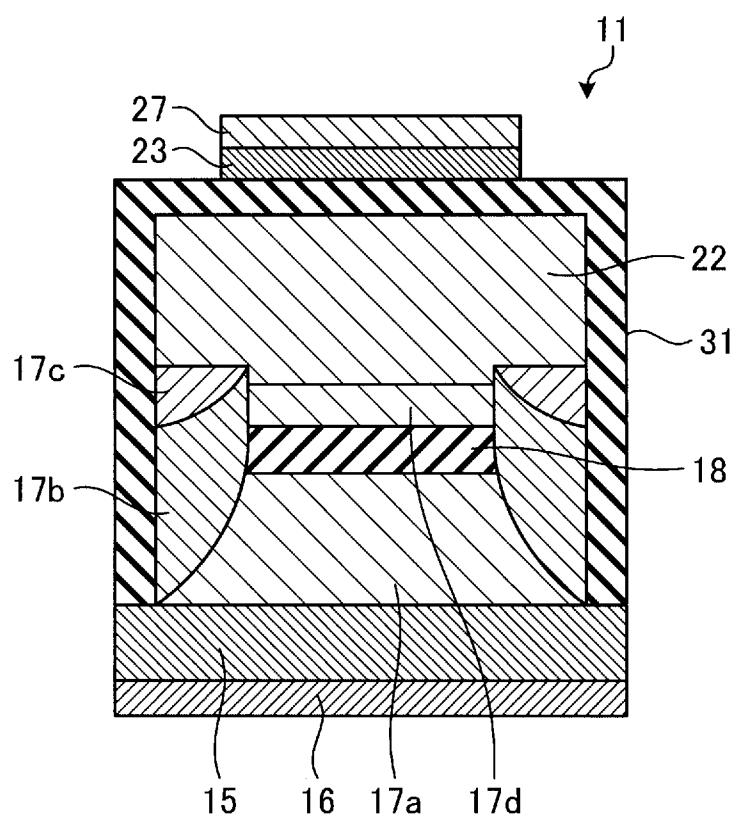
[請求項10] 前記2つの長さを有するミラーのうち、順バイアス光素子側に配置される長さを有するミラーはヒータにより制御される

請求項 7 ～ 9 のいずれか一つに記載の半導体光集積素子。

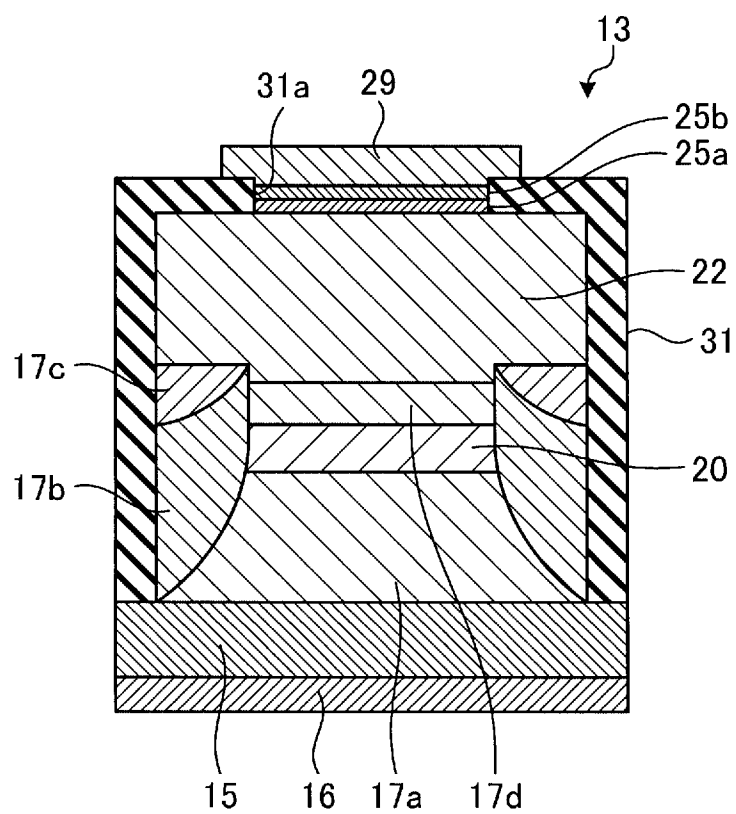
[図2]



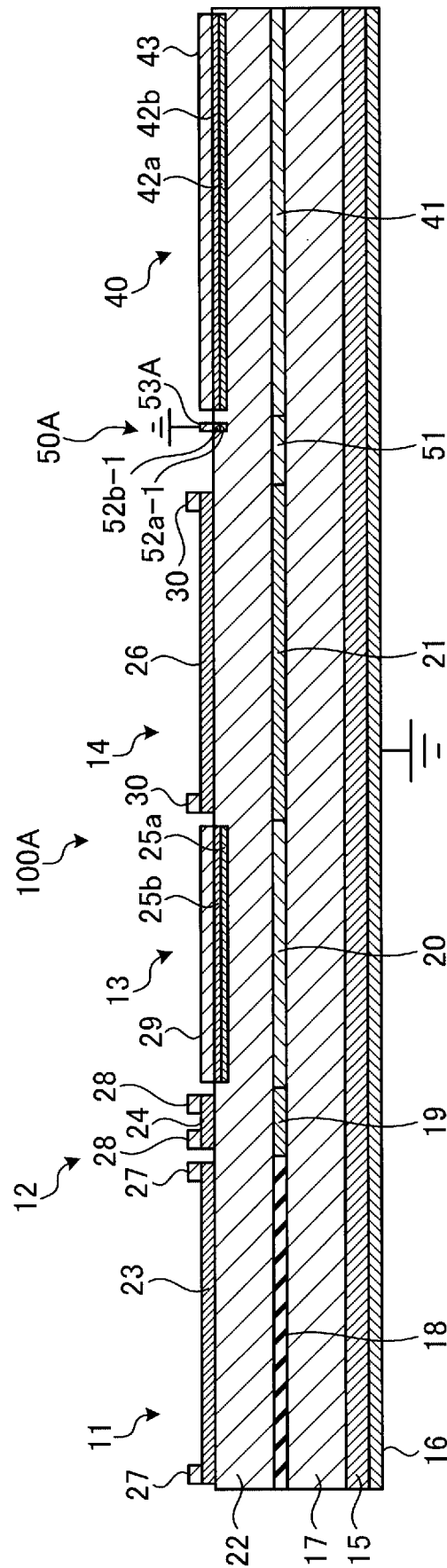
[図3]



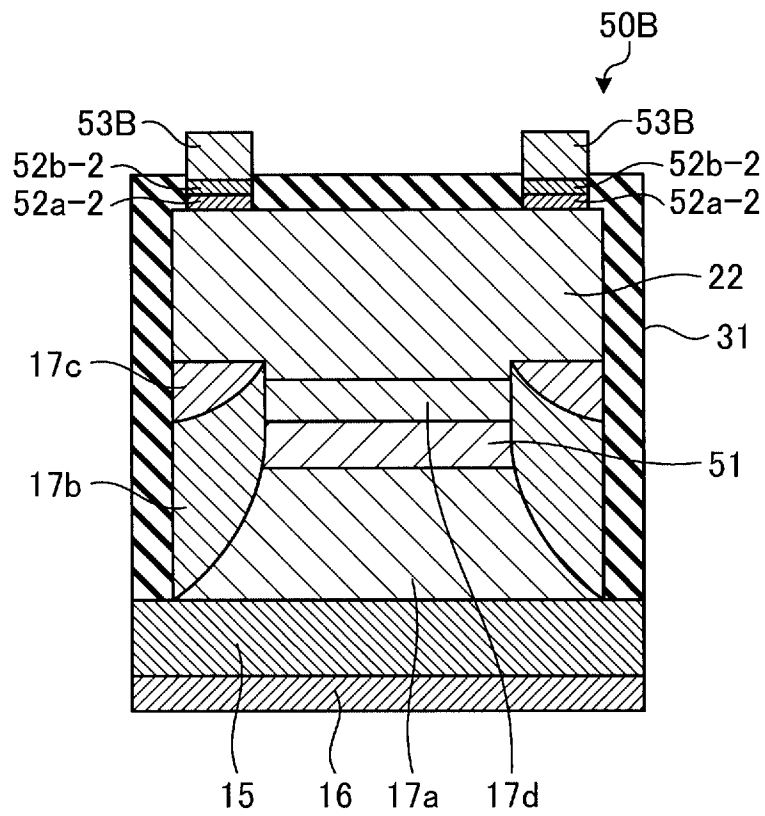
[図4]



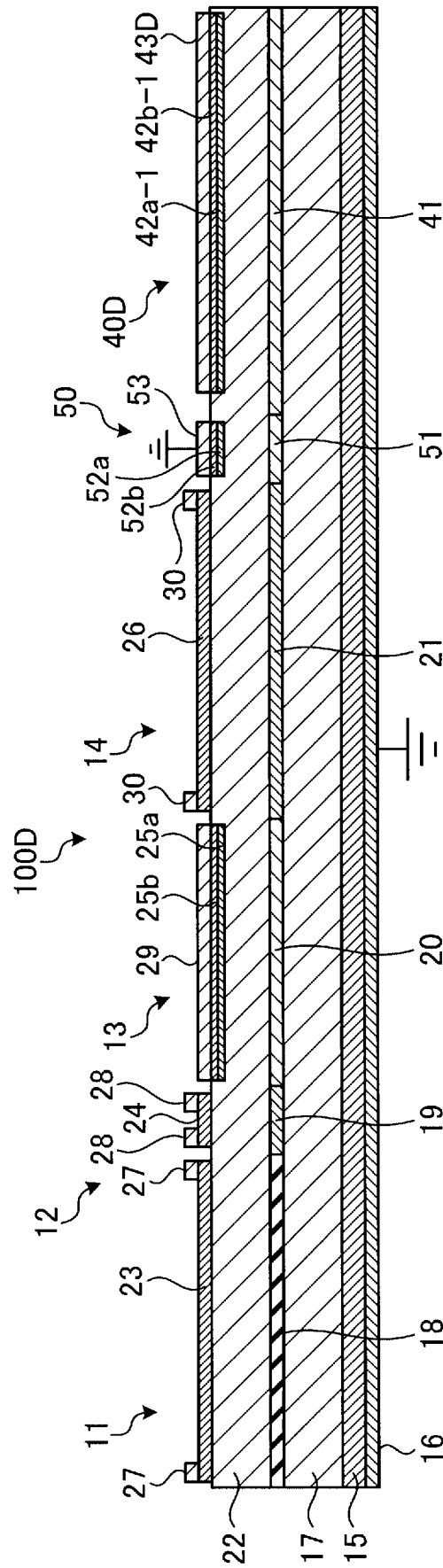
[図6]



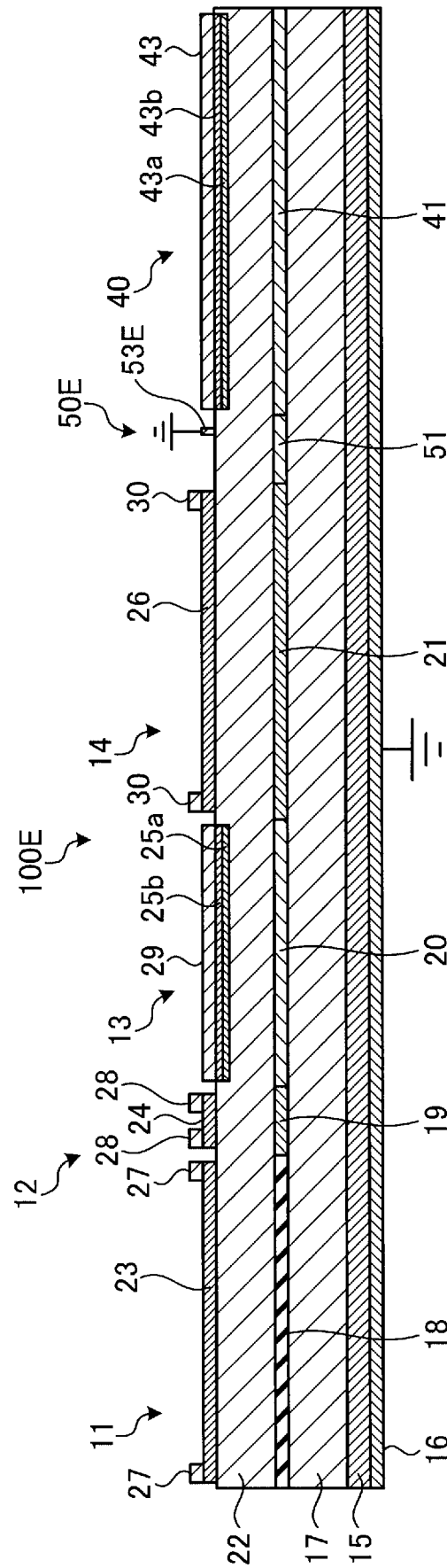
[図9]



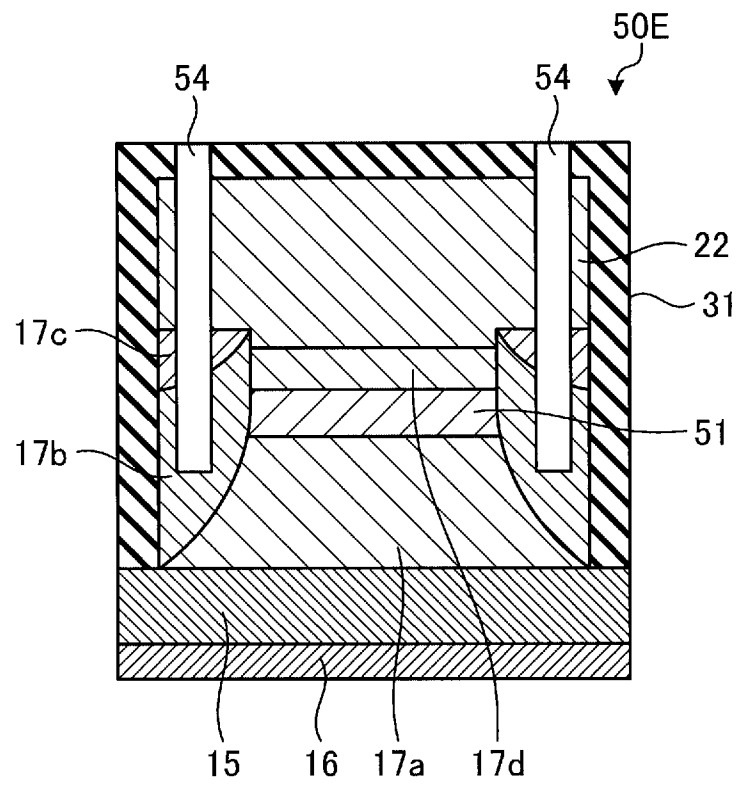
[図11]



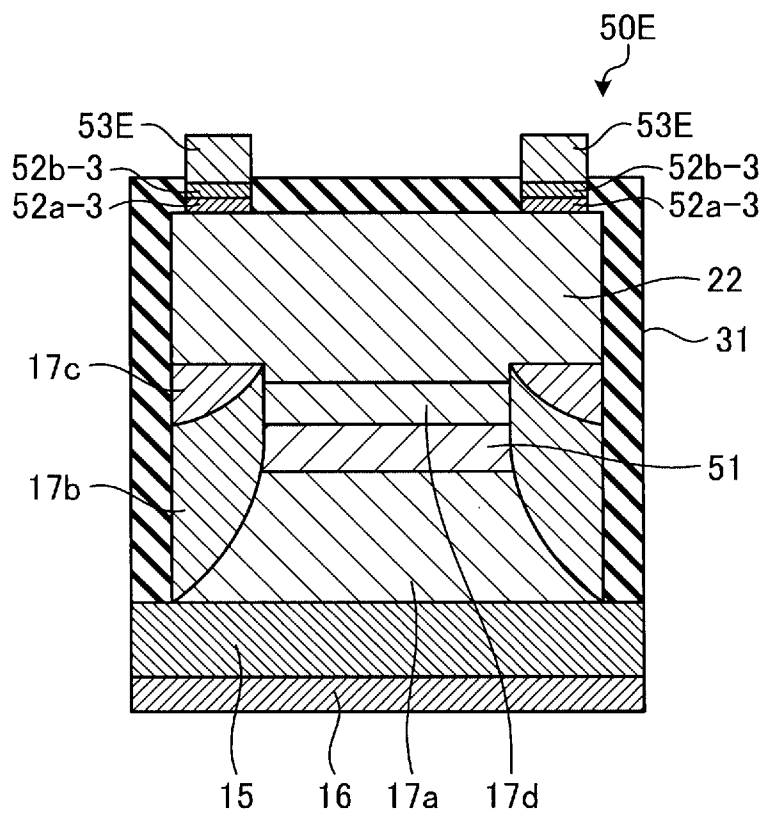
[図13]



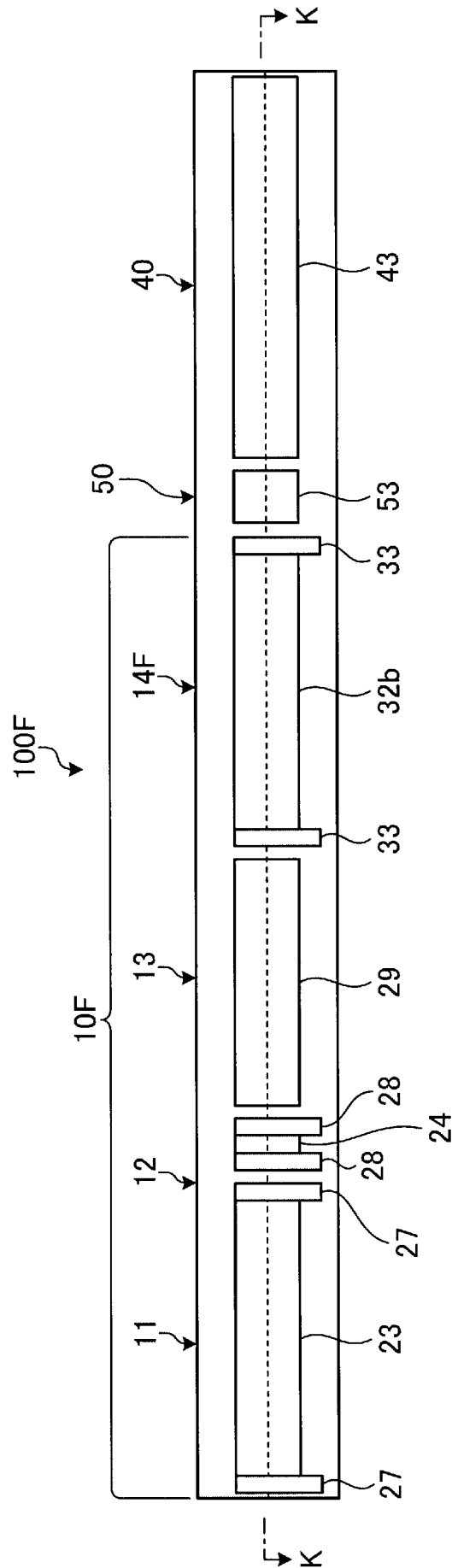
[図14A]



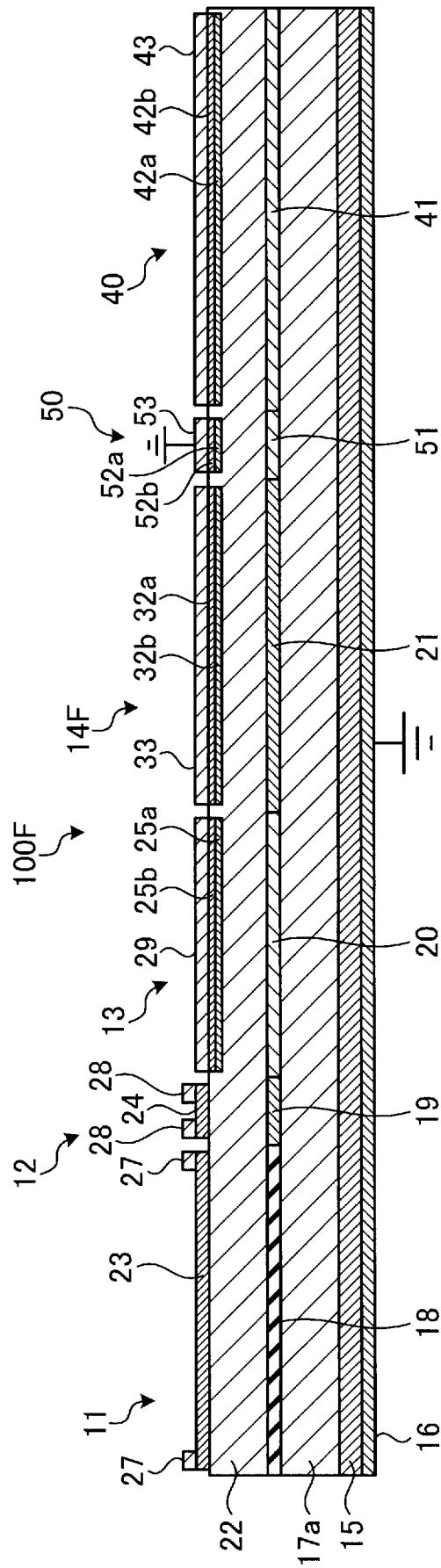
[図14B]



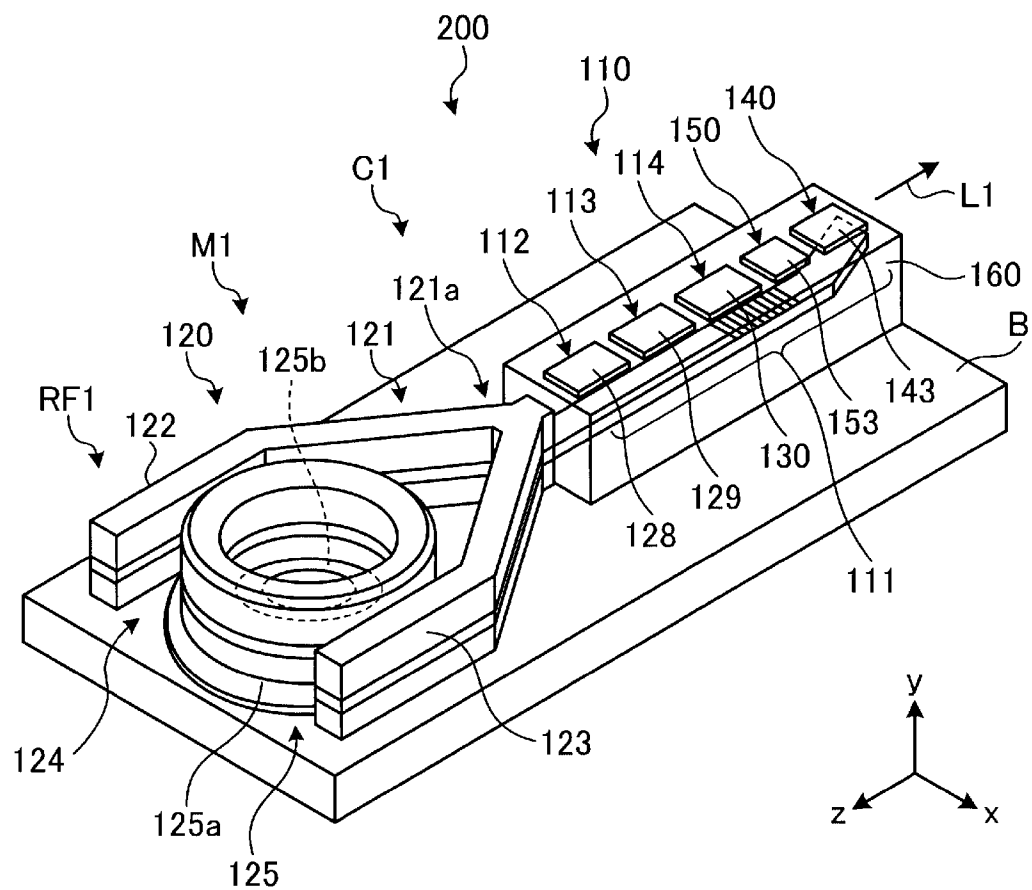
[図15]



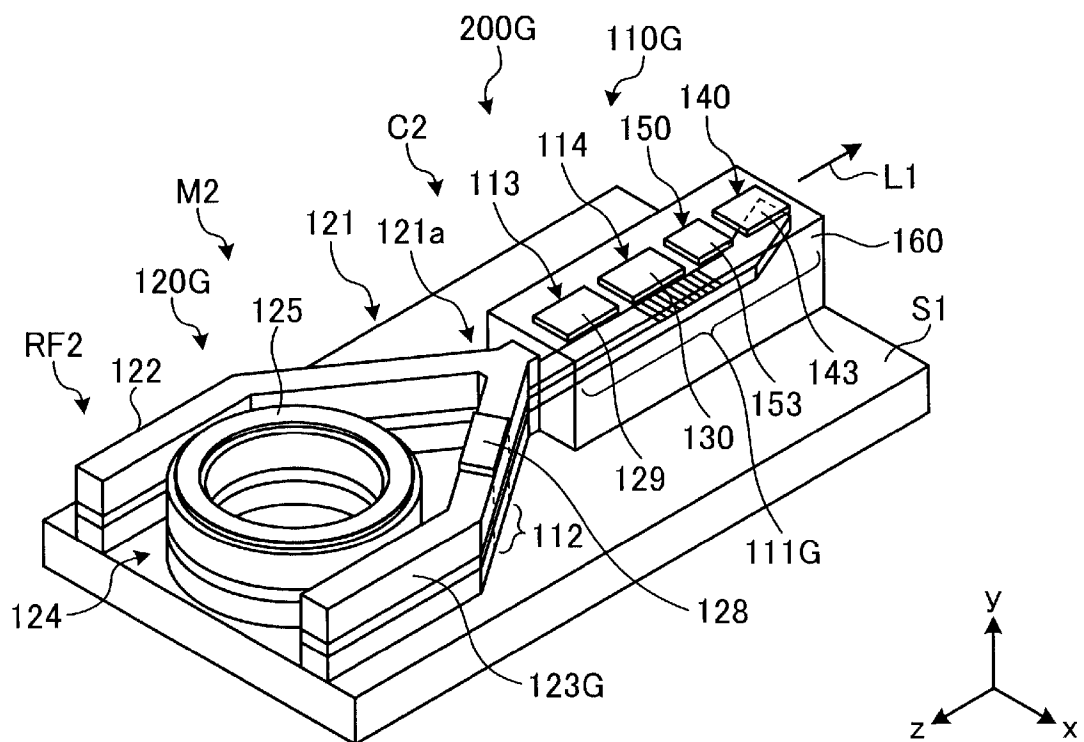
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/004876

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01S 5/026(2006.01)i; H01S 5/125(2006.01)i; G02B 6/12(2006.01)i
FI: H01S5/026 610; H01S5/125; H01S5/026 618; G02B6/12 301

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; G02B6/12-6/14

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 2016-178283 A (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 06.10.2016 (2016-10-06) paragraphs [0015]-[0077], [0102]-[0103], fig. 1-12	1-10
Y	JP 2017-28231 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 02.02.2017 (2017-02-02) paragraphs [0002]- [0008], [0016]-[0055], [0064], [0078]-[0079], fig. 1-6	1-10
Y	JP 2017-527121 A (OCLARO TECHNOLOGY LTD.) 14.09.2017 (2017-09-14) paragraphs [0024]-[0045], [0055], [0060], [0062]-[0063], [0069]-[0093], fig. 1, 5, 7	1-10



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

"I" 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
07 April 2020 (07.04.2020)

Date of mailing of the international search report
21 April 2020 (21.04.2020)

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/JP2020/004876

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2018/0090576 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 29.03.2018 (2018-03-29) paragraphs [0078]-[0080], fig. 4	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/004876

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2016-178283 A	06 Oct. 2016	US 2018/0026426 A1 paragraphs [0045]- [0111], [0137]- [0139], fig. 1-12 WO 2016/152274 A1 CN 107431331 A	
JP 2017-28231 A	02 Feb. 2017	(Family: none)	
JP 2017-527121 A	14 Sep. 2017	US 2015/0010033 A1 paragraphs [0045]- [0066], [0076], [0081], [0083]- [0085], [0091]- [0098], fig. 1, 5, 7 US 2014/0301416 A1 GB 2493988 A WO 2016/038333 A1 WO 2013/030550 A2 CN 107078460 A CN 103858294 A	
US 2018/0090576 A1	29 Mar. 2018	KR 10-2015-0097306 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01S 5/026(2006.01)i; H01S 5/125(2006.01)i; G02B 6/12(2006.01)i FI: H01S5/026 610; H01S5/125; H01S5/026 618; G02B6/12 301														
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; G02B6/12-6/14														
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 2016-178283 A (古河電気工業株式会社) 06.10.2016 (2016-10-06) [0015]-[0077], [0102]-[0103], 図1-12	1-10												
Y	JP 2017-28231 A (日本電信電話株式会社) 02.02.2017 (2017-02-02) [0002]-[0008], [0016]-[0055], [0064], [0078]-[0079], 図1-6	1-10												
Y	JP 2017-527121 A (オクラロ テクノロジー リミテッド) 14.09.2017 (2017-09-14) [0024]-[0045], [0055], [0060], [0062]-[0063], [0069]-[0093], 図1, 5, 7	1-10												
A	US 2018/0090576 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 29.03.2018 (2018-03-29) [0078]-[0080], FIG. 4	1-10												
☐ 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 07.04.2020	国際調査報告の発送日 21.04.2020													
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） 百瀬 正之 2K 4084 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/JP2020/004876

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2016-178283	A	06.10.2016	US 2018/0026426 A1 [0045]-[0111], [0137]- [0139], FIG.1-FIG.12 WO 2016/152274 A1 CN 107431331 A	
JP	2017-28231	A	02.02.2017	(ファミリーなし)	
JP	2017-527121	A	14.09.2017	US 2015/0010033 A1 [0045]-[0066], [0076], [0081], [0083]-[0085], [0091]- [0098], FIG.1, FIG.5, FIG.7 US 2014/0301416 A1 GB 2493988 A WO 2016/038333 A1 WO 2013/030550 A2 CN 107078460 A CN 103858294 A	
US	2018/0090576	A1	29.03.2018	KR 10-2015-0097306 A	