(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
2020年7月16日(16.07.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/145173 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 6/293 (2006.01)　*H01S 5/0687* (2006.01)
H01S 3/083 (2006.01)　*H01S 5/14* (2006.01)
H01S 5/026 (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2019/051061

(22) 国際出願日：　2019年12月26日(26.12.2019)

(25) 国際出願の言語：　日本語

(26) 国際公開の言語：　日本語

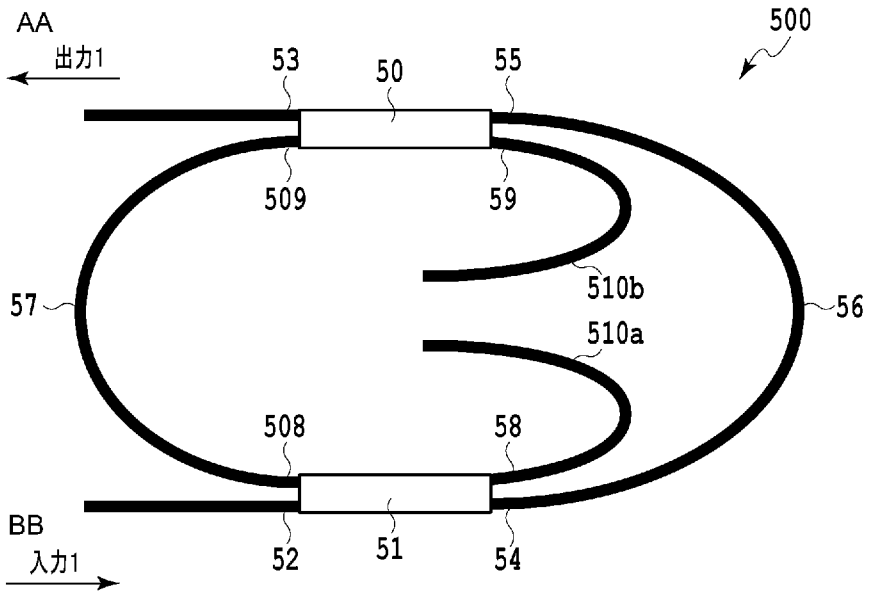
(30) 優先権データ：
特願 2019-000813　2019年1月7日(07.01.2019)　JP

(71) 出願人：日本電信電話株式会社 (**NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION**) [JP/JP]；〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目５番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者：村中　勇介 (**MURANAKA Yusuke**)；〒1808585 東京都武蔵野市緑町３丁目９－１１ＮＴＴ知的財産センタ内 Tokyo (JP). 松尾 慎治 (**MATSUO Shinji**)；〒1808585 東京都武蔵野市緑町３丁目９－１１ＮＴＴ知的財産センタ内 Tokyo (JP). 布谷 伸浩 (**NUNOYA Nobuhiro**)；〒1808585 東京都武蔵野市緑町３丁目９－１１ＮＴＴ知的財産センタ内 Tokyo (JP). 橋本 俊和 (**HASHIMOTO Toshikazu**)；〒1808585 東京都武蔵野市緑町３丁目９－１１ＮＴＴ知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(54) **Title:** TUNABLE LASER

(54) 発明の名称：波長可変レーザ



(57) **Abstract:** A tunable laser that can improve finesse and achieves favorable filter characteristics. A tunable laser that has a filter region that has a wavelength selection function for light from a gain region. The filter region is a Sagnac interferometer and includes two ring oscillators (500). The ring oscillators have two optical couplers (50, 51) and first and second curved waveguides (56, 57) that connect the two optical couplers. Each of the two optical couplers is configured such that light from the gain region is inputted from an input/output port (52, 53), light that is at a resonant peak is coupled at a bar port (54, 55) of the input/output port, and light that is not at the resonant peak wavelength is coupled at a cross

WO 2020/145173 A1

［続葉有］

(74) 代理人: 特許業務法人 谷・阿部特許事務所 (TANI & ABE, P.C.); 〒1070052 東京都港区赤坂２丁目６番２０号 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, 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, 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)）

port (58, 59) of the input/output port. The first curved waveguide connects the bar ports of the input/output ports of the two optical couplers, and the second curved waveguide connects cross ports of the ports of the two optical couplers to which the first curved waveguide is connected.

(57) 要約：フィネスを向上可能な波長可変レーザにおいて、良好なフィルタ特性を実現する。利得領域からの光に対する波長選択機能を有するフィルタ領域を備えた波長可変レーザは、フィルタ領域はサニャック干渉計であり、２つのリング共振器（５００）を含む。リング共振器は、２つの光結合器（５０，５１）と、２つの光結合器を接続する第１および第２の曲線導波路（５６，５７）とを有し、２つの光結合器は各々に、入出力ポート（５２，５３）から利得領域からの光を入力し、共振ピークの光を入出力ポートのバーポート（５４，５５）に結合し、共振ピーク波長以外の光を前記入出力ポートのクロスポート（５８，５９）に結合するように構成され、第１の曲線導波路は２つの光結合器の入出力ポートのバーポート間を、第２の曲線導波路は２つの光結合器の第１の曲線導波路が接続されたポートのクロスポート間を接続する。

明　細　書

発明の名称 ： 波長可変レーザ

技術分野

[0001] 本発明は、波長可変レーザに関し、より詳細には、波長多重大容量通信において用いる波長可変レーザに関する。

背景技術

[0002] 近年、通信トラフィックの急激な増大に対応すべく、ノード間を結ぶリンクは、それぞれ異なる信号が重畳された複数の波長を有する信号を束ねて同時に伝送することにより、伝送容量を増加させている。この波長多重信号の伝送の実現するためには、微少な波長差を有する光を生成可能なレーザが不可欠であり、従来、波長可変レーザが用いられている。

[0003] 通信波長帯で動作する波長可変レーザの発光素子の材料は、ＧａＡｓ（ヒ化ガリウム）やＩｎＰ（リン化インジウム）などの化合物半導体が用いられている。半導体材料を用いた波長可変レーザ（半導体波長可変レーザ）は、波長多重大容量通信において重要な役割を担っている。

[0004] 図１は、従来の、リング共振器を備えるモノリシック集積型波長可変レーザ１の構成図である。利得領域および位相調整領域は入出力導波路１３を含み、フィルタ領域はサニャック干渉計を含む。

[0005] ２×２光カプラ１８の１つの出力ポートは、曲線導波路１０ａを介して、２×２光カプラ１７の１つの入力ポートに接続されている。２×２光カプラ１７の１つの出力ポートは、曲線導波路１０ｂを介して、２×２光カプラ１８の１つの入力ポートに接続されている。ここで、２本の直線導波路１１，１２は、２つの２×２光カプラ１７，１８と２本の曲線導波路１０ａ，１０ｂを含んでなるリング導波路と近接して配置されている。すなわち、フィルタ領域は、リング共振器の構成を有するサニャック干渉計である。サニャック干渉計はループミラーとして機能する。このリング共振器は、一定の周波数間隔（Ｆｒｅｅ　Ｓｐｅｃｔｒａｌ　Ｒａｎｇｅ、以下ＦＳＲという）で

透過光の強度が増大する光フィルタとして機能する。

[0006] この構成において、利得領域、位相調整領域からの光は、入出力導波路１３を通過し、光分岐・結合部１６を構成する１×２光カプラ１９により等分配され、それぞれ直線導波路１１，１２を通過して光カップリング部１４，１５で光カップリングを生じ、右回りと左回りにリング導波路内を周回し、再び１×２光カプラ１９に入射され、外部へと放出される。

[0007] 一般に利用される通信波長帯、例えばＣ帯（波長１５３０～１５７０ｎｍ）をカバーするように大きな波長可変範囲を得るためには、ＦＳＲを大きく、すなわち共振器長（リング共振器における光路長）を短くする必要がある。そのため、曲線導波路の曲率をより大きくすることが可能なハイメサ光導波路が用いられることが多い。

[0008] 図２は、従来利用されているハイメサ光導波路２の１例の断面の模式図である。ハイメサ導波路２は、下側から順に、基板２０、下部クラッド２２、コア層２３、上部クラッド２４に積層されている。最下層の基板の下側に下部電極２５ｂ、最上層の上部クラッド２４の上部に上部電極２５ａが設けられている。基板２０および下部クラッド２２はｎ－ＩｎＰで、コア層２３はＩｎＧａＡｓＰで、上部クラッド２４はｐ－ＩｎＰで、上部電極２５ａはｐ型ドーパントがドープされているＩｎＧａＡｓＰで、それぞれ構成されている。図２のハイメサ光導波路２は、下部クラッド層２２まで垂直に半導体をエッチングした構造である。フィルタ領域と利得領域との間の光分岐・結合部１６や、リング共振器を構成するリング導波路（曲線導波路１０）と接続された光カップリング部１４，１５には、マルチモード干渉（ＭＭＩ）カプラを用いている。

[0009] 図３は、リング共振器を拡大した図である。電流注入により、ナノ秒程度で高速に屈折率変調が可能である。さらに位相調整用の光導波路（位相調整領域）をレーザ内に設けることにより縦モード間隔を微調整し、正確に所望の発振波長に調整可能としている。この位相調整も電流注入によって行う。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特開２０１３－０９３６２７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] リング共振器型波長可変レーザの性能を示す指標の一つとして、フィネスが挙げられる。フィネスは共振周波数における共振の鋭さを表し、リング共振器内部での周回回数が多い程、フィネスが向上する。図１では、光カップリング部１４，１５を構成する２×２光カプラ１７，１８として、５０％のＭＭＩ光カプラを用いているため、ＭＭＩカプラを通過するたびに、リング外部に５０％の光を放出することになる。特許文献１に示されているように、ＭＭＩカプラの分岐比を変え、リング外部への光の放出率を抑えることで、リング共振器に結合せず出力２に出力される光は大きくなるが、リング共振器に結合された光の周回回数を増やすことでフィネスの向上が可能である。しかし、この場合一般的にＭＭＩの結合長は長くなり、リング共振器を形成する曲げ導波路１０の半径はより小さなものが要求される。ハイメサ光導波路により、比較的小さな曲げ半径が実現可能ではあるが、曲げ半径の小さい導波路は伝搬損失が大きく、好ましくない。リング共振器内の導波路曲げ半径を大きくとりつつ、ＦＳＲの拡大が可能な構造の実現が求められる。

[0012] 図３の一般的な結合効率５０％のＭＭＩカプラを利用した場合に対して、逆に、バーポートへの結合効率を下げることでＭＭＩカプラの結合長を小さくすることが可能となるが、リング外部に放出する光の割合が上がるため、フィネスは劣化する。この場合においても、ＭＭＩカプラの出力ポートのうちバーポート間を接続して構成したリング共振器とすることで、フィネスの向上が可能である。しかしながら、共振ピーク波長以外の光を廃棄する放射導波路に接続される導波路はＭＭＩカプラの内側のポートとなるため、共振ピーク波長以外の光はリング共振器内部に残ることとなる。この放射導波路からの共振ピーク波長以外の光はリング外部に逃す術がなくリング共振器に結合し、フィルタ特性を劣化させる。

[0013] 本発明は、上記課題を鑑みなされたものであり、フィネスを向上可能な波長可変レーザにおいて、良好なフィルタ特性を実現することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0014] このような目的を達成するために、本発明の第１の態様は、利得領域からの光に対する波長選択機能を有するフィルタ領域を備えた波長可変レーザある。一実施形態に係る波長可変レーザにおいて、フィルタ領域は、ループミラーとして機能するサニャック干渉計であり、２つのリング共振器を含み、リング共振器は、２つの光結合器と、２つの光結合器を接続する第１および第２の曲線導波路とを有し、２つの光結合器は各々に、入出力ポートから利得領域からの光を入力し、共振ピークの光と共振ピーク波長以外の光とに分岐し、共振ピークの光を入出力ポートのバーポートに結合し、共振ピーク波長以外の光を入出力ポートのクロスポートに結合するように構成され、第１の曲線導波路は２つの光結合器の入出力ポートのバーポート間を接続し、第２の曲線導波路は２つの光結合器の第１の曲線導波路が接続されたポートのクロスポート間を接続する。

発明の効果

[0015] 以上説明したように、本発明によれば、フィネスを向上可能な波長可変レーザにおいて、良好なフィルタ特性を実現することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]従来の波長可変レーザを説明するための図である。

[図2]ハイメサ光導波路の断面の模式図である。

[図3]結合効率５０：５０のＭＭＩカプラを有するリング共振器の部分の拡大図である。

[図4]結合効率８５：１５のＭＭＩカプラを有するリング共振器の部分の拡大図である。

[図5]本発明の実施形態に係る波長可変レーザのリング共振器の部分の拡大図である。

[図6]実施例１に係るリング共振器の部分の拡大図である。

[図7]実施例１の変形例に係るリング共振器の部分の拡大図である

[図8]実施例２に係るリング共振器の部分の拡大図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下図面を参照して本願発明の実施形態を説明する。同一または類似の参照符号は、同一または類似の要素を示すものとし、重複する説明は省略する。

[0018] 本実施形態では、図２、図３を参照して説明したようにリング共振器を構成する２×２光カプラを接続するリング導波路として、急峻な曲げ半径を実現可能なハイメサ光導波路を用いる。また、２×２光カプラには低損失かつ容易に作製可能なＭＭＩ光カプラを用いる。共振器長Ｌを小さくするには光カップリング部の長さ（光結合長）も縮小しなければならないが、ハイメサ光導波路で構成される公知の方向性結合器では、作製上の問題がある。ハイメサ光導波路は、空気との比屈折率差が大きいため光の横方向へのしみ出しが小さい。したがって、光カップリング部にハイメサ光導波路で構成された方向性結合器を用いた場合、光結合長を短くするためには２本のハイメサ光導波路の間隔を０．１ミクロン以下にする必要があるが、０．１ミクロン程度の幅をもつ深い溝（一般に深さが３～４ミクロン）をエッチング等で形成することは加工上、非常に困難である。

[0019] ＭＭＩ光カプラは、上述した利点をもつ一方で、固定の光結合効率しか得られないという欠点をもつ。リング共振器に用いる２×２ＭＭＩ光カプラの場合、入力ポートに入射された光のクロスポートへの光結合効率を決めるＭＭＩ光カプラの長さL_{MMI}は、次式（１）で表される。

[0020] [数1]

$$L_{MMI} = M\frac{n_{eq}\left(2W_{wg}+W_{gap}\right)^2}{\lambda} \qquad (式1)$$

[0021] ここで、n_{eq}は等価屈折率、W_{wg}は入出力導波路の幅、W_{gap}は入出力導波路間隔、λは使用波長である。５０％ＭＭＩの場合、式中のＭを２とすることで、入力光フィールドは等しく分岐され、結合効率５０％のカプラとして動

作する。リング共振器は、その光カップリング部においてクロスポートへの光結合効率が小さくなればなるほどフィネスが向上する特徴がある。すなわち、光がリング共振器をより周回し共振が鋭くなり波長選択性能が向上する。そこで、分岐比を５０％から変化させて、より多くの光がリング内部で周回するように調整する。

[0022] 図４は、結合効率８５％のＭＭＩ光カプラを用いた場合のリング共振器の部分の拡大図を示す。式（１）中のＭを３とすることで、ＭＭＩに入力された光の８５％がバーポートに結合させることができる。しかしながらこの場合、ＭＭＩ光カプラの長さは５０％ＭＭＩの３／２倍となり、共振器長（リング共振器を構成する導波路の長さ）に対する、ＭＭＩ光カプラ長の割合が大きくなる。それによって、ＭＭＩ間を接続する光導波路を短くする必要があり、曲線導波路には小さい曲げ半径が求められる。ＦＳＲの大きいリング共振器では、上記の影響は特に大きいため、作製可能なＦＳＲに制限が加わる。

[0023] そこで本実施形態では、結合効率１５％のＭＭＩ光カプラを用いた構造を採用し、従来のリング共振器で一般的に用いられたＭＭＩ光カプラのクロスポート間を接続した構造ではなく、バーポート間を接続した構造とする。

[0024] 図５は、本実施形態の結合効率１５％のＭＭＩ光カプラを用いたリング共振器５００の構成を示す。リング共振器５００は、２つの２入力２出力のＭＭＩ光カプラ５０、５１と、２つのＭＭＩ光カプラ５０、５１を接続する曲線導波路５６、５７とを備える。また、リング共振器５００は、ＭＭＩ光カプラ５１に接続された光入力用の直線導波路および光破棄用導波路５１０ａ、ＭＭＩ光カプラ５０に接続された光出力用の直線導波路および光破棄用導波路５１０ｂをさらに備える。

[0025] 光入力用の直線導波路はＭＭＩ光カプラ５１の第１入出力ポート５２に接続されている。曲線導波路５６はＭＭＩ光カプラ５１の第１入出力ポート５２に対するバーポート５４およびＭＭＩ光カプラ５０の第１入出力ポート５３に対するバーポート５５に接続されている。光出力用の直線導波路はＭＭ

Ｉ光カプラ５０の第１入出力ポート５５に対するバーポート５３に接続されている。曲線導波路５７はＭＭＩ光カプラ５０の第１入出力ポート５５に対するクロスポート５０９およびＭＭＩ光カプラ５１の第２入出力ポート５０８に接続されている。ＭＭＩ光カプラ５１の第１入出力ポート５５に対するクロスポート（第２入出力ポート５０８に対するバーポート）５８には光破棄用導波路５１０ａが接続されている。ＭＭＩ光カプラ５０の第２の入出力ポートには光破棄用導波路５１０ｂが接続されている。

[0026] ＭＭＩ光カプラ５０、５１において、式（１）中のＭを１とすることでＭＭＩに入力された光の１５％がバーポートに結合される。ＭＭＩ光カプラのバーポートに１５％の光が結合されるとき、８５％の光はクロスポートに接続されるため、ＭＭＩ光カプラのクロスポート間を導波路で接続して、リング共振器とし、入力１からのクロスポートの導波路はリング共振器内部の捨て導波路とする。

[0027] この場合、捨て導波路はリング内部で光が放射されるため、リングを構成する導波路に再度結合し、共振する光に影響を与えるため、レーザの特性を劣化させる要因となり得る。そこで、捨て導波路の光をリング共振器に結合させない構造の実施例を以下に示す。

[0028] ［実施例１］

図６は、実施例１に係るリング共振器６００の構成図である。入力１の導波路は１５：８５のＭＭＩ光カプラ５１に入力され、１５％の光がリング共振器６００のリング導波路（曲線導波路５６）に結合され、８５％の光はリング共振器内部の捨て導波路（光廃棄用導波路５１０ａ）に結合される。捨て導波路は、リング共振器の曲線導波路５６よりも小さい曲げ半径で曲げられ、リング中央のスラブ領域６０に接続される。スラブ領域６０は楕円形状とし、スラブ導波路に入った光はスラブ領域６０の境界で反射され、どのような角度で反射された光もすべて、楕円の焦点に集まる。図６の構造とすることで、捨て導波路に入力された光は均一に散乱、および吸収されるため、リング共振器内部に戻る光を少なくすることができる。

[0029] さらに、図７のように捨て導波路（光廃棄用導波路５１０ａ，５１０ｂ）のスラブ領域６０との接続部の曲げ半径をより小さくし、スラブ領域６０に鋭角に接続リング中央のスラブ領域６０への入力角度を調整することで、例えば、スラブ導波路６０に鋭角に接続することで、スラブ導波路結合時の反射の影響を抑えることが可能となる。

[0030] ［実施例２］

図８は、実施例２に係るリング共振器８００の構造図である。実施例１と同様に、入力１の導波路は１５：８５のＭＭＩ光カプラ５１に入力され、１５％の光がリング共振器８００のリング導波路（曲線導波路５６）に結合され、８５％の光はリング共振器内部の捨て導波路（光廃棄用導波路５１０ａ）に結合される。捨て導波路は、リング共振器の曲線導波路５６よりも小さい曲げ半径で曲げられ、リング中央の吸収領域８０に接続される。リング中央の吸収領域８０には、波長可変レーザの利得領域に用いる活性層を楕円形に残し、活性層の光の吸収機能を利用する。実施例１の楕円構造に加えて、不要な光の吸収が可能となるため、散乱によるリング共振器内部への光結合を少なくすることができる。

符号の説明

[0031] １　モノリシック集積型波長可変レーザ

１０ａ，１０ｂ　曲線導波路

１１，１２　直線導波路

１３　入出力導波路

１４，１５　光カップリング部

１６　光分岐・結合部

１７，１８　２×２光カプラ

１９　１×２光カプラ

２　ハイメサ光導波路

２０　基板

２２　下部クラッド

２３　コア層

２４　上部クラッド

２５ａ　上部電極

２５ｂ　下部電極

３，４　リング共振器

４０、４１　２×２光カプラ

５０、５１　分岐比１５：８５のＭＭＩ光カプラ

５００　リング共振器

５２、５５　第１入出力ポート

５３、５４　バーポート

５６、５７　曲線導波路

５８、５０９　クロスポート

５９、５０８　第２入出力ポート

５１０ａ、５１０ｂ　光破棄用導波路

６０　スラブ領域

６００　リング共振器

７０ａ、７０ｂ　接続部

８０　吸収領域

８００　リング共振器

請求の範囲

[請求項1] 利得領域からの光に対する波長選択機能を有するフィルタ領域を備えた波長可変レーザであって、

前記フィルタ領域は、ループミラーとして機能するサニャック干渉計であり、２つのリング共振器を含み、

前記リング共振器は、２つの光結合器と、前記２つの光結合器を接続する第１および第２の曲線導波路とを有し、

前記２つの光結合器は各々に、入出力ポートから前記利得領域からの光を入力し、共振ピークの光と共振ピーク波長以外の光とに分岐し、前記共振ピークの光を前記入出力ポートのバーポートに結合し、前記共振ピーク波長以外の光を前記入出力ポートのクロスポートに結合するように構成され、

前記第１の曲線導波路は前記２つの光結合器の前記入出力ポートのバーポート間を接続し、前記第２の曲線導波路は前記２つの光結合器の前記第１の曲線導波路が接続されたポートのクロスポート間を接続する、波長可変レーザ。

[請求項2] 前記リング共振器の周回内部に、前記２つの光結合器の前記入出力ポートの前記クロスポートに接続された、前記共振ピーク波長以外の光を廃棄する２つの放射導波路をさらに備えた、請求項１に記載の波長可変レーザ。

[請求項3] 前記２つの光結合器は、前記共振ピーク波長以外の光が前記放射導波路へ結合される割合が、前記共振ピークの光が前記第１の曲線導波路へ結合される割合に比べて高くなるように構成されている、請求項２に記載の波長可変レーザ。

[請求項4] 前記放射導波路が、前記リング共振器の周回内部において、楕円形状のスラブ導波路に接続されている、請求項２または３に記載の波長可変レーザ。

[請求項5] 前記放射導波路が、前記楕円形状のスラブ導波路に鋭角に接続され

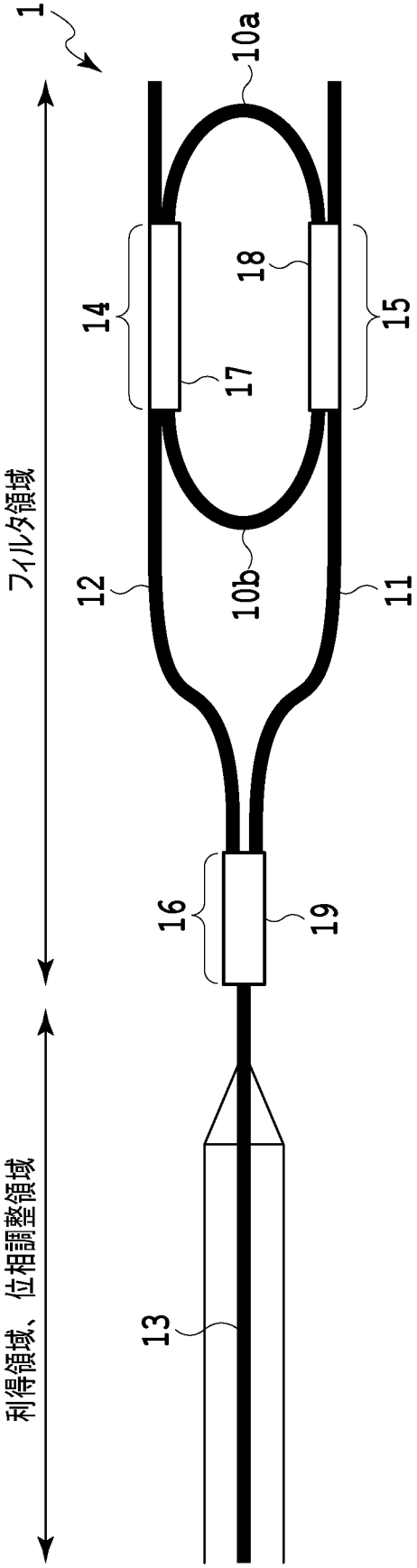
ている、請求項４に記載の波長可変レーザ。

[請求項6] 前記放射導波路が、前記リング共振器の周回内部において、前記レーザ利得領域の活性層と同じ活性層を有する導波路に接続されている、請求項２または３に記載の波長可変レーザ。

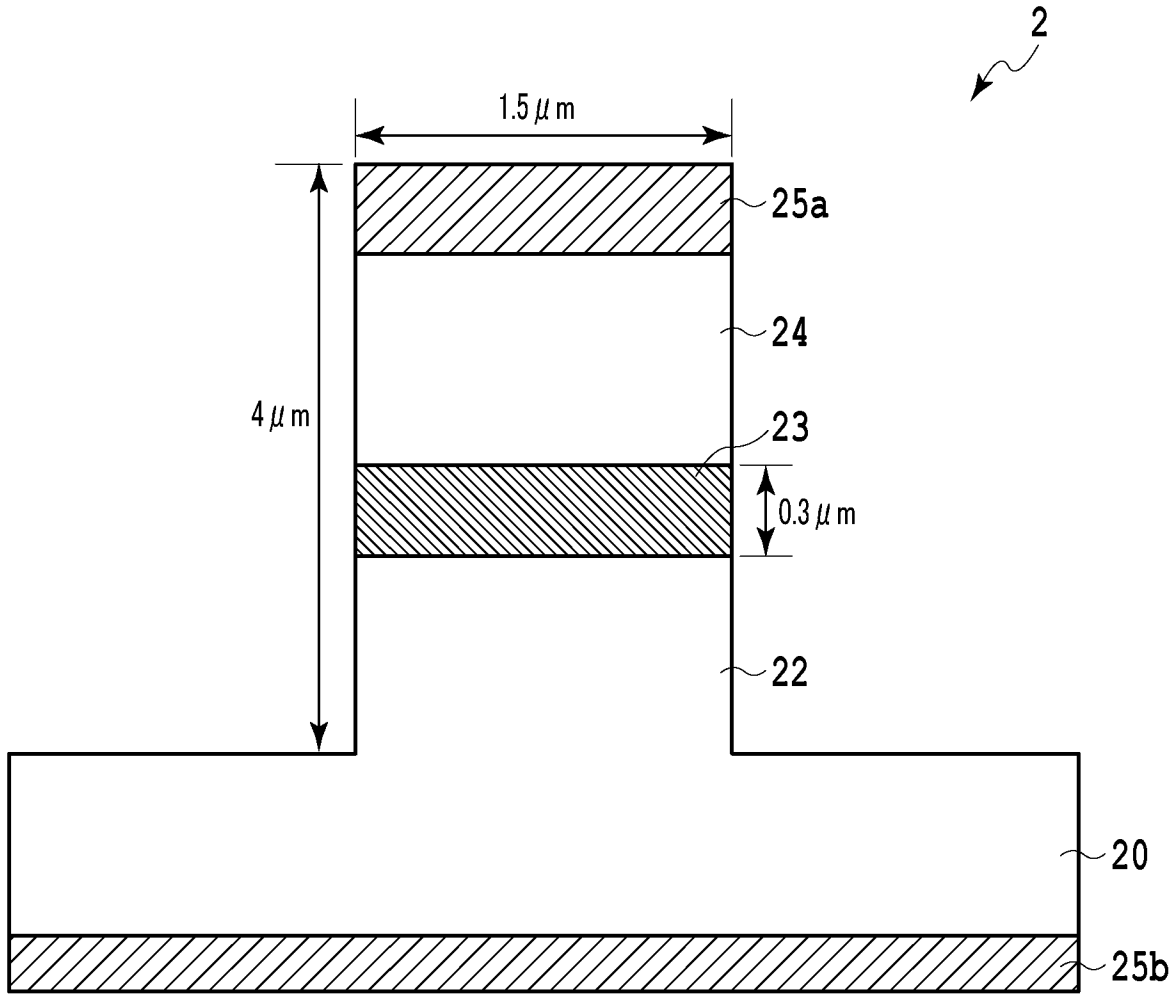
[請求項7] 前記光結合器はマルチモード干渉カプラである、請求項１から６のいずれか一項に記載の波長可変レーザ。

[請求項8] 前記光結合器は方向性結合器である、請求項１から６のいずれか一項に記載の波長可変レーザ。

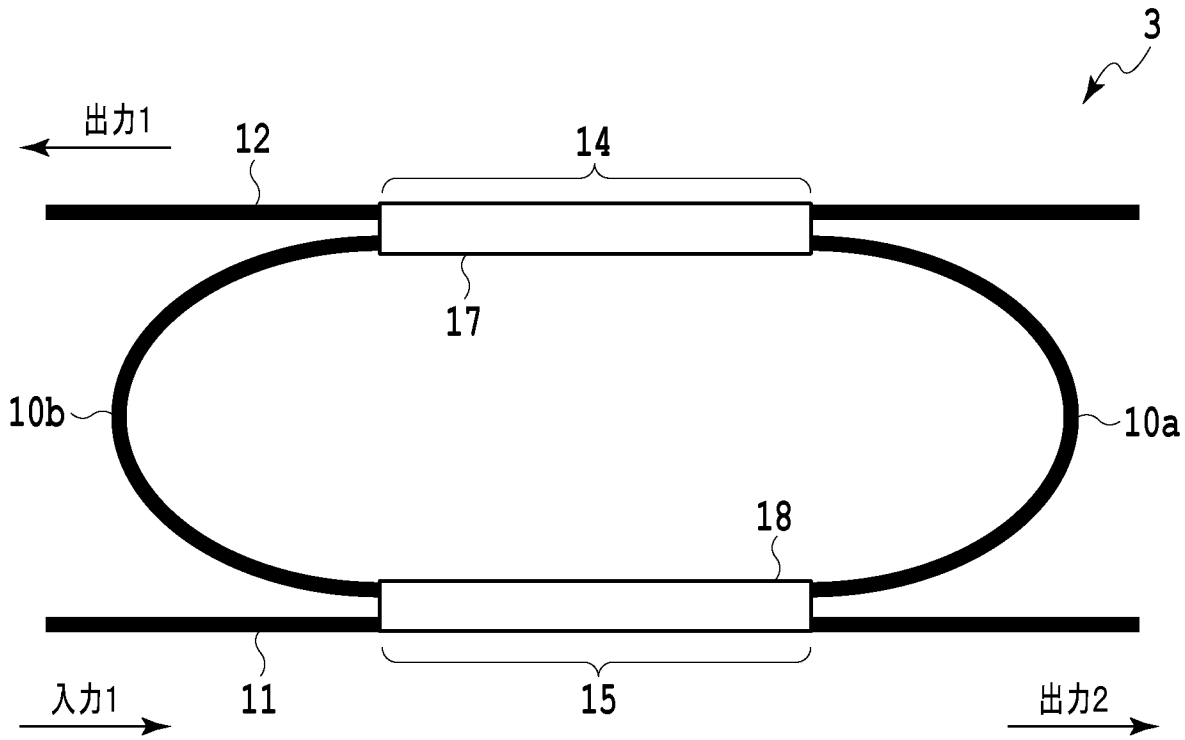
[図1]



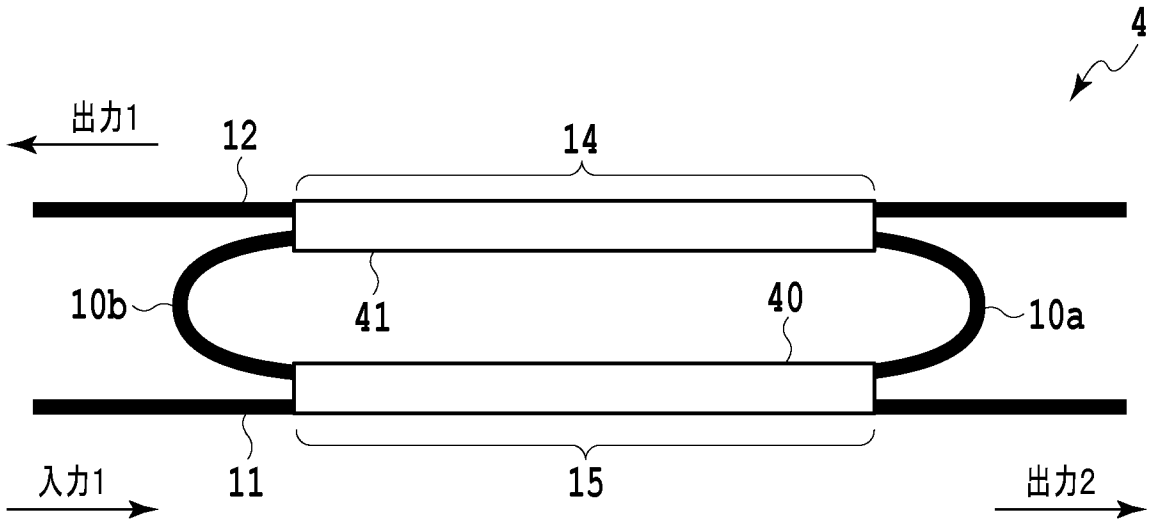
[図2]


2
1.5μm
25a
24
4μm
23
0.3μm
22
20
25b

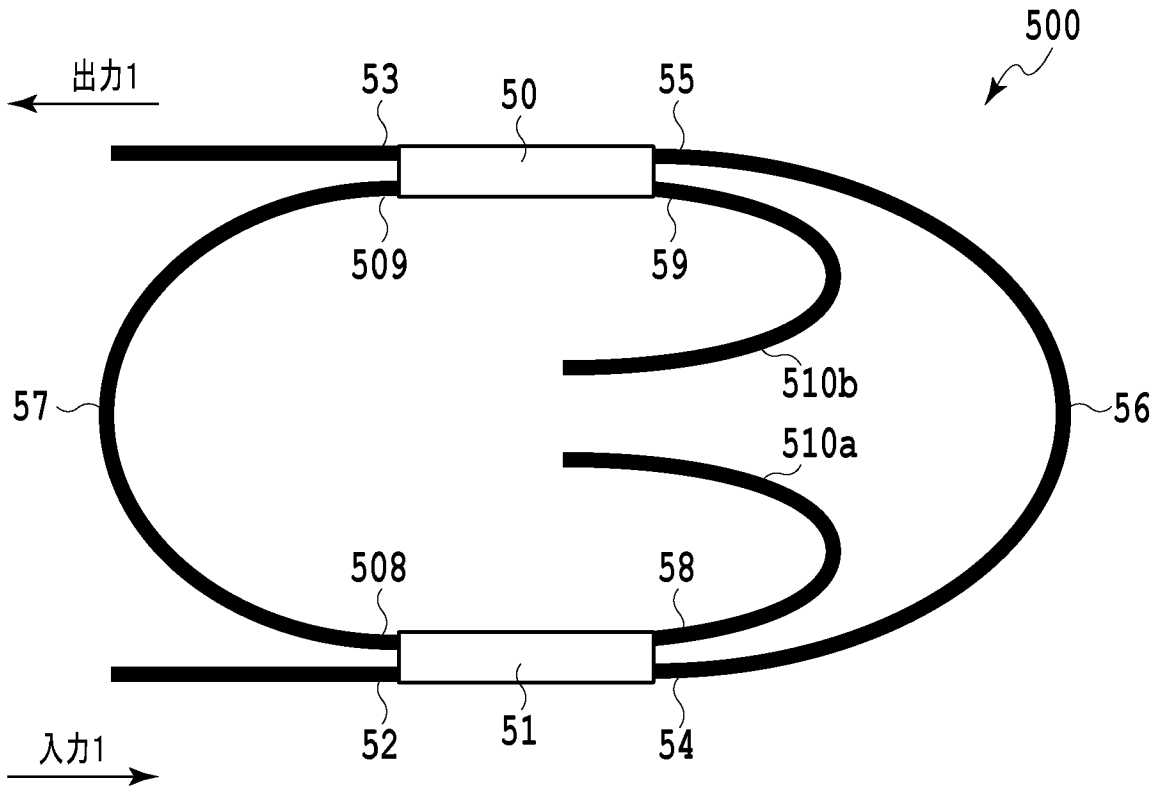
[図3]


3
出力1
12
14
17
10b
10a
18
入力1
11
15
出力2

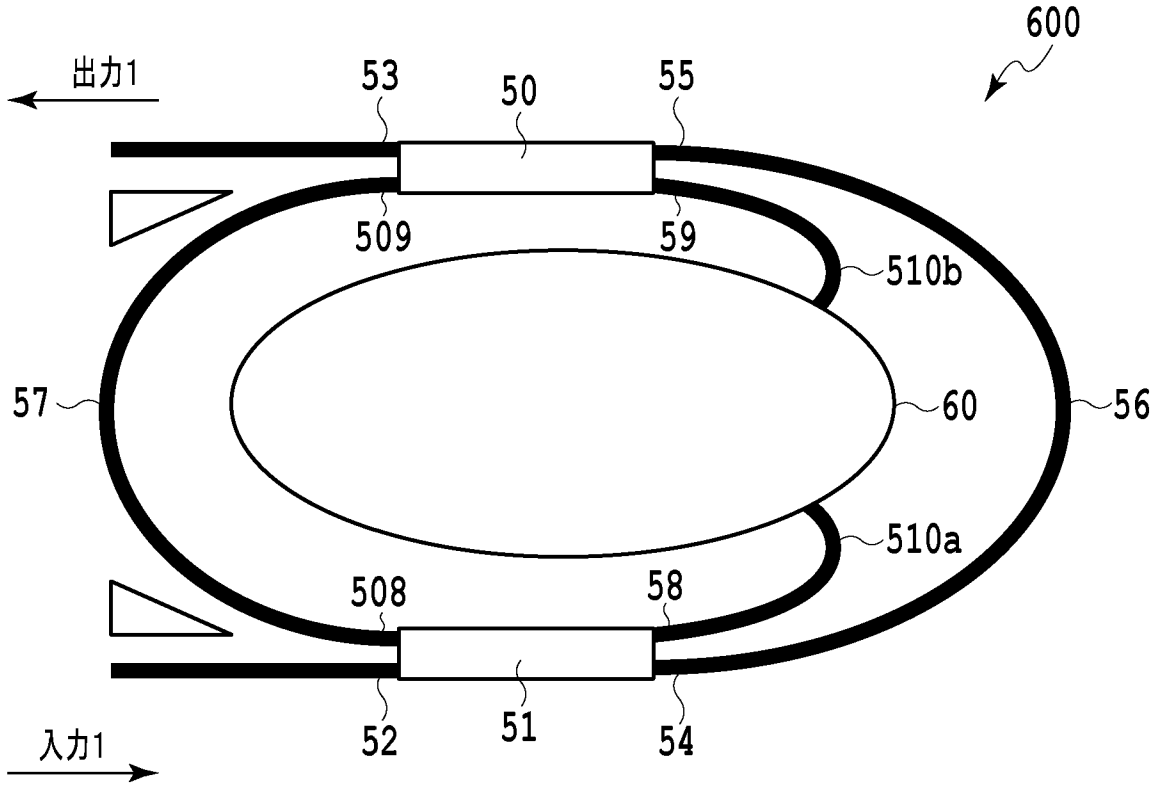
[図4]


4
出力1
12
14
10b
41
40
10a
入力1
11
15
出力2

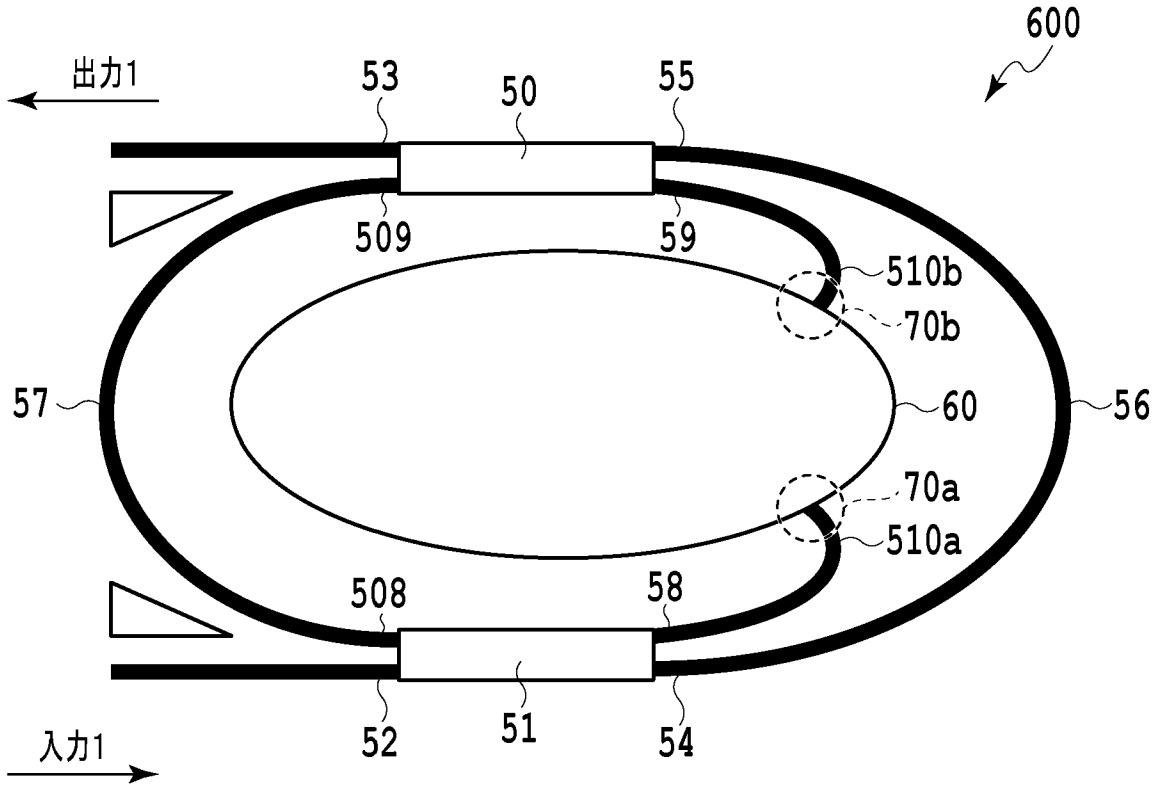
[図5]


500
出力1
53
50
55
509
59
510b
57
56
510a
508
58
入力1
52
51
54

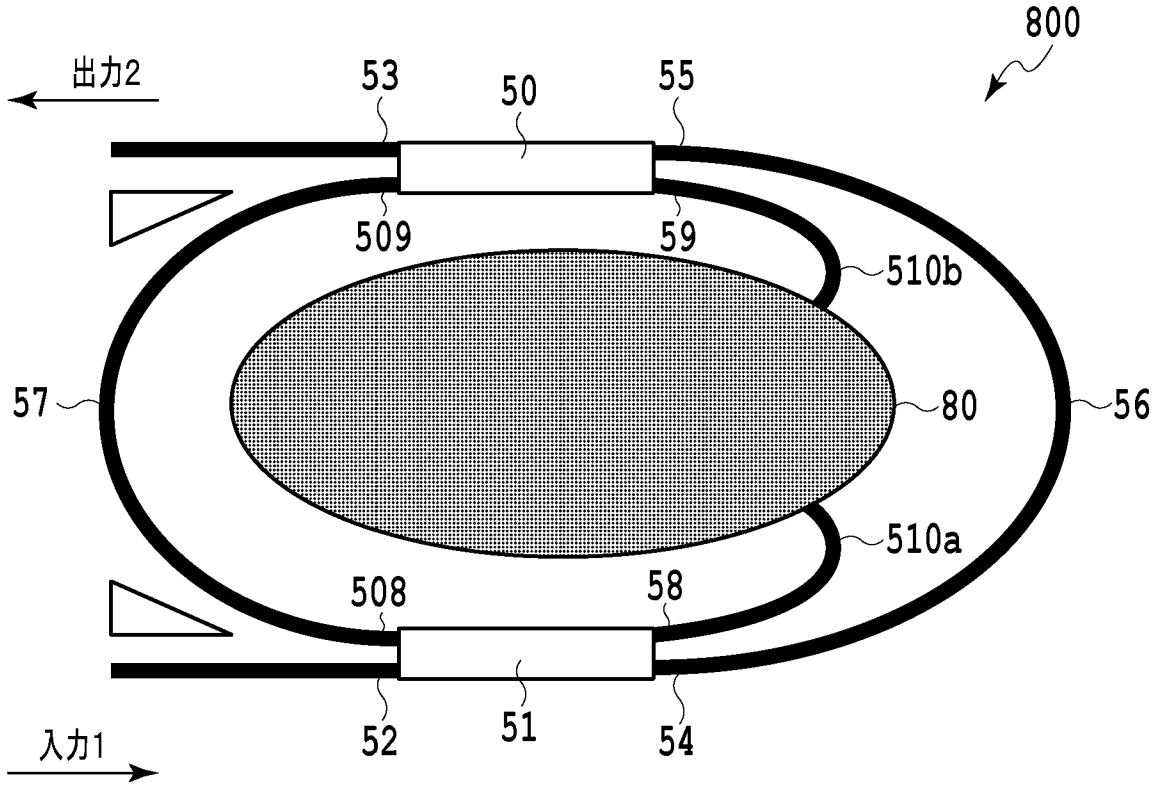
[図6]


600
出力1
53
50
55
509
59
510b
57
60
56
510a
508
58
52
51
54
入力1

[図7]


600
出力1
53
50
55
509
59
510b
70b
57
60
56
70a
510a
508
58
52
51
54
入力1

[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/051061

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G02B 6/293(2006.01)i; H01S 3/083(2006.01)i; H01S 5/026(2006.01)i; H01S 5/0687(2006.01)i; H01S 5/14(2006.01)i
FI: H01S5/14; H01S5/026 618; H01S5/0687; H01S3/083; G02B6/293 301
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)
G02B6/293; H01S3/083; H01S5/026; H01S5/0687; H01S5/14

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.
X A	JP 2013-93627 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 16.05.2013 (2013-05-16) paragraphs [0013], [0023], [0033], [0052], fig. 13	1-3, 7-8 4-6
A	WO 2013/145271 A1 (FUJITSU LTD.) 03.10.2013 (2013-10-03) paragraphs [0055]-[0064], fig. 14	4-5
A	US 2018/0102625 A1 (ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE DE LAUSANNE) 12.04.2018 (2018-04-12) paragraphs [0079]-[0085], [0154]-[0159], fig. 4, 18	6
A	JP 2012-198465 A (TOSHIBA CORP.) 18.10.2012 (2012-10-18) entire text, all drawings	4-6

☐ 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	Date of mailing of the international search report
06 March 2020 (06.03.2020)	17 March 2020 (17.03.2020)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2019/051061

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2013-93627 A	16 May 2013	(Family: none)	
WO 2013/145271 A1	03 Oct. 2013	US 2015/0303653 A1 paragraphs [0099]-[0110], fig. 14 CN 104204880 A	
US 2018/0102625 A1	12 Apr. 2018	(Family: none)	
JP 2012-198465 A	18 Oct. 2012	US 2012/0243828 A1 entire text, all drawings	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2019/051061

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G02B 6/293(2006.01)i; H01S 3/083(2006.01)i; H01S 5/026(2006.01)i; H01S 5/0687(2006.01)i; H01S 5/14(2006.01)i
FI: H01S5/14; H01S5/026 618; H01S5/0687; H01S3/083; G02B6/293 301

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））

G02B6/293; H01S3/083; H01S5/026; H01S5/0687; H01S5/14

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

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
X	JP 2013-93627 A (日本電信電話株式会社) 16.05.2013 (2013-05-16) [0013],[0023],[0033],[0052],図13	1-3,7-8
A		4-6
A	WO 2013/145271 A1 (富士通株式会社) 03.10.2013 (2013-10-03) [0055]-[0064],図14	4-5
A	US 2018/0102625 A1 (ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE DE LAUSANNE) 12.04.2018 (2018-04-12) [0079]-[0085],[0154]-[0159],図4,18	6
A	JP 2012-198465 A (株式会社東芝) 18.10.2012 (2012-10-18) 全文,全図	4-6

☐ 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	国際調査報告の発送日
06.03.2020	17.03.2020

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）
右田　昌士 2K 9513

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/JP2019/051061

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2013-93627 A	16.05.2013	（ファミリーなし）	
WO 2013/145271 A1	03.10.2013	US 2015/0303653 A1 [0099]-[0110],図14 CN 104204880 A	
US 2018/0102625 A1	12.04.2018	（ファミリーなし）	
JP 2012-198465 A	18.10.2012	US 2012/0243828 A1 全文,全図	