

(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8月13日(13.08.2020)



(10) 国際公開番号

**WO 2020/162451 A1**

(51) 国際特許分類:

*H01S 5/026* (2006.01) *G02B 6/12* (2006.01)  
*H01S 5/10* (2006.01) *G02B 6/125* (2006.01)

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).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/004120

(22) 国際出願日: 2020年2月4日(04.02.2020)

(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:

特願 2019-019541 2019年2月6日(06.02.2019) 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).

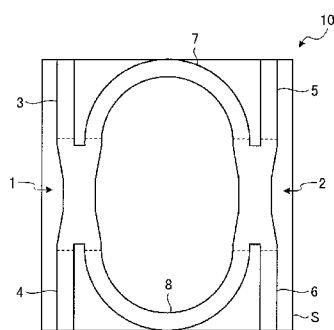
(72) 発明者: 比嘉 康貴(**HIGA, Yasutaka**); 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 川北 泰雅(**KAWAKITA, Yasumasa**); 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 清田

(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, 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,

(54) Title: OPTICAL FUNCTIONAL ELEMENT AND LASER ELEMENT

(54) 発明の名称: 光機能素子およびレーザ素子



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide an optical functional element which provides a high degree of freedom in the design of optical characteristics, and in which excess loss is reduced. The optical functional element is provided with: multi-mode interference waveguide-type first and second optical couplers each having a multi-mode interference waveguide portion having a first end portion and a second end portion opposing each other in a longitudinal direction, two first input/output ports, and two second input/output ports; a first arc-shaped waveguide which optically connects one of the first input/output ports of the first optical coupler and one of the first input/output ports of the second optical coupler; and a second arc-shaped waveguide which optically connects one of the second input/output ports of the first optical coupler and one of the second input/output ports of the second optical coupler. The first optical coupler, the second optical coupler, the first arc-shaped waveguide, and the second arc-shaped waveguide constitute a ring resonator. The multi-mode interference waveguide portion of each of the first optical coupler and the second optical coupler includes a narrow-width portion of which an average width in the longitudinal direction is narrower than the width in the first end portion or the second end portion.

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: 光学特性の設計の自由度が高く、かつ過剰損失が低減された光機能素子を提供することを目的とする。光機能素子は、長手方向において対向する第1端部および第2端部を有する多モード干渉導波路部と、2つの第1入出力ポートと、2つの第2入出力ポートと、を有する多モード干渉導波路型の第1および第2光カプラと、第1光カプラの第1入出力ポートの一方と、第2光カプラの第1入出力ポートの一方と、を光学的に接続する第1円弧状導波路と、第1光カプラの第2入出力ポートの一方と、第2光カプラの第2入出力ポートの一方と、を光学的に接続する第2円弧状導波路と、を備え、第1光カプラ、第2光カプラ、第1円弧状導波路、および第2円弧状導波路はリング共振器を構成しており、第1光カプラおよび第2光カプラの多モード干渉導波路部は、それぞれ、第1端部または第2端部での幅よりも、長手方向における平均的な幅が狭い狭幅部を有する。

## 明 細 書

**発明の名称：**光機能素子およびレーザ素子

### 技術分野

[0001] 本発明は、光機能素子およびレーザ素子に関する。

### 背景技術

[0002] 半導体導波路などによって構成されたリング共振器構造を有する光機能素子は、波長に対して周期的に変化する光透過特性または光反射特性を有する。このような光機能素子は、たとえば波長選択フィルタや、波長可変レーザ素子におけるレーザ共振器の反射器として用いられている（特許文献1）。リング共振器の光カプラとしては、たとえば多モード干渉（Multi-Mode Interferometer：MMI）導波路型の光カプラが用いられる。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2016／152274号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、公知のMMI導波路を用いて設計されたリング共振器は、その光学特性、たとえばFSR（Free Spectral Range）やフィネス（Finesse）の設計の自由度が低いという問題がある。また、MMI導波路は原理的には無損失であるが寸法ずれによる過剰損失が発生するため、特性のよいリング共振器のためにはMMI導波路における過剰損失の低減も求められている。

[0005] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、その目的は、光学特性の設計の自由度が高く、かつ過剰損失が低減された光機能素子およびこれを用いたレーザ素子を提供することにある。

#### 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光

機能素子は、長手方向において対向する第1端部および第2端部を有する多モード干渉導波路部と、前記第1端部において幅方向に並列する2つの第1入出力ポートと、前記第2端部において幅方向に並列する2つの第2入出力ポートと、を有する多モード干渉導波路型の第1光カプラと、長手方向において第1端部および第2端部を有する多モード干渉導波路部と、前記第1端部において幅方向に並列する2つの第1入出力ポートと、前記第2端部において幅方向に並列する2つの第2入出力ポートと、を有する多モード干渉導波路型の第2光カプラと、前記第1光カプラの前記第1入出力ポートの一方と、前記第2光カプラの前記第1入出力ポートの一方と、を光学的に接続する第1円弧状導波路と、前記第1光カプラの前記第2入出力ポートの一方と、前記第2光カプラの前記第2入出力ポートの一方と、を光学的に接続する第2円弧状導波路と、を備え、前記第1光カプラ、前記第2光カプラ、前記第1円弧状導波路、および前記第2円弧状導波路はリング共振器を構成しており、前記第1光カプラおよび前記第2光カプラの多モード干渉導波路部は、それぞれ、前記第1端部または前記第2端部での幅よりも、長手方向における平均的な幅が狭い狭幅部を有することを特徴とする。

[0007] 本発明の一態様に係る光機能素子は、前記第1光カプラまたは前記第2光カプラの多モード干渉導波路部の長さを $L_{mmi}$ 、該多モード干渉導波路部の前記第1端部または前記第2端部の幅を $W_{mmi}$ とし、該多モード干渉導波路部の実効屈折率を $n$ とすると、波長 $\lambda$ において以下の式が成り立つことを特徴とする。

[数1]

$$L_{mmi} < \frac{3}{2} \cdot \frac{4n}{3\lambda} W_{mmi}^2$$

[0008] 本発明の一態様に係る光機能素子は、前記第1光カプラおよび前記第2光カプラの分岐比は0%より大きく50%未満、または50%より大きく100%未満であることを特徴とする。

[0009] 本発明の一態様に係る光機能素子は、前記狭幅部は、長手方向において幅

が連続的または多段階的に変化することを特徴とする。

[0010] 本発明の一態様に係る光機能素子は、前記狭幅部の幅が、長手方向において略一定であり、前記第 1 端部または前記第 2 端部の幅の 25%以上 100%未満であることを特徴とする。

[0011] 本発明の一態様に係る光機能素子は、前記狭幅部の長さが前記多モード干渉導波路部の長さの 10%以上であることを特徴とする。

[0012] 本発明の一態様に係るレーザ素子は、前記光機能素子を備えることを特徴とする。

### 発明の効果

[0013] 本発明によれば、光学特性の設計の自由度を高く、かつ過剰損失を低減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 に係る光機能素子の模式図である。

[図2A]図 2 A は、図 1 に示す光カプラの模式図である。

[図2B]図 2 B は、比較形態の光カプラの模式図である。

[図3]図 3 は、過剰損失の特性の一例を示す図である。

[図4]図 4 は、分岐比の特性の一例を示す図である。

[図5]図 5 は、比較形態に係る光機能素子の模式図である。

[図6]図 6 は、規格化反射ポート強度の特性の一例を示す図である。

[図7]図 7 は、実施形態 2 に係るレーザ素子の模式図である。

### 発明を実施するための形態

[0015] 以下、添付図面を参照しながら、本発明の実施形態を詳細に説明する。なお、以下に説明する実施形態により本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、各要素の比率等は、現実と異なる場合があることに留意する必要がある。

[0016] (実施形態 1)

図1は、実施形態1に係る光機能素子の模式図である。この光機能素子10は、基板S上に形成された以下の導波路：第1光カプラである光カプラ1と、第2光カプラである光カプラ2と、光入出力導波路3、4、5、6と、第1円弧状導波路である円弧状導波路7と、第2円弧状導波路である円弧状導波路8と、を備えている。

[0017] 光カプラ1、2は、 $2 \times 2$ 型であり、MMI導波路型の光カプラである。円弧状導波路7は、光カプラ1の入出力ポートの一つと、光カプラ2の入出力ポートの一つとを光学的に接続している。円弧状導波路8は、光カプラ1の入出力ポートの他の一つと、光カプラ2の入出力ポートの他の一つとを光学的に接続している。光カプラ1の他の2つの入出力ポートには光入出力導波路3、4が光学的に接続されている。光カプラ2の他の2つの入出力ポートには光入出力導波路5、6が光学的に接続されている。

[0018] 具体的には、円弧状導波路7および円弧状導波路8のそれぞれは、光カプラ1の長手方向において対向する入出力ポートのそれぞれに接続している。同様に、円弧状導波路7および円弧状導波路8のそれぞれは、光カプラ2の長手方向において対向する入出力ポートのそれぞれに接続している。また、光入出力導波路3、4のそれぞれは、光カプラ1の長手方向において対向する入出力ポートのそれぞれに接続している。同様に、光入出力導波路5、6のそれぞれは、光カプラ2の長手方向において対向する入出力ポートのそれぞれに接続している。

[0019] これにより、光カプラ1、2、円弧状導波路7、8はリング共振器を構成している。また、光入出力導波路3、4、5、6は、このリング共振器に対して光を入出力させる機能を有する。

[0020] これらの導波路は、たとえば、InPからなるクラッド領域内にInGaAsPなどのInPよりも屈折率が高い半導体材料からなる光導波層が形成された導波路構造を有しており、たとえばハイメサ導波路構造を有する。なお、InPやInGaAsPは、光機能素子10が波長 $1.55\mu\text{m}$ 帯の光に対して好適に機能するために採用されている。他の波長帯の光を導波する

場合は、その波長に応じた半導体材料を適宜採用すればよい。

[0021] つぎに、光カプラ 1 の具体的構成について説明する。なお、光カプラ 2 は光カプラ 1 と略同一の構成なので、説明を省略する。また、以下では、光カプラ 1 の具体的構成を、比較形態の光カプラと対比して説明する。図 2 A は、光カプラ 1 の模式図であり、図 2 B は、比較形態の光カプラ 1 A の模式図である。

[0022] 光カプラ 1 は、第 1 入出力ポートである 2 つの入出力ポート 1 a、1 b と、MMI 導波路部 1 c と、第 2 入出力ポートである 2 つの入出力ポート 1 d、1 e とを備えている。MMI 導波路部 1 c は、長手方向において対向する第 1 端部および第 2 端部である端部 1 c a、1 c b を有する。入出力ポート 1 a、1 b は、端部 1 c a において、MMI 導波路部 1 c の幅方向に並列して配置されている。入出力ポート 1 d、1 e は、端部 1 c b において、MMI 導波路部 1 c の幅方向に並列して配置されている。ここで、MMI 導波路部 1 c の長手方向は、図面の上下方向であり、幅方向は、長手方向と直交する図面の左右方向である。

[0023] たとえば、入出力ポート 1 a から所定の波長の光が単一モードで入力されると、当該光は MMI 導波路部 1 c に端部 1 c a から入力して多モードに分離して導波し、かつ導波中に互いに干渉する。その結果、導波した光は、端部 1 c b の入出力ポート 1 d、1 e のそれぞれに接続する位置にて、所定の分岐比でかつシングルモードで結像する。その結果、入力された光は、所定の分岐比で分岐されて入出力ポート 1 d、1 e から出力される。なお、ここでは、入出力ポート 1 a から光を入力し、入出力ポート 1 d、1 e から光を出力させる場合について説明しているが、入出力ポート 1 d、1 e の一方から光を入力し、入出力ポート 1 a、1 b から光を出力させてもよい。

[0024] ここで、MMI 導波路部 1 c は、テーパ部 1 c c、1 c d と、等幅部 1 c e とで構成されている。テーパ部 1 c c は、入出力ポート 1 a、1 b 側に位置し、MMI 導波路部 1 c の長手方向において入出力ポート 1 d、1 e 側に向かって幅が連続的に減少している。テーパ部 1 c c は図 2 A に示すように

上面視で等脚台形状である。

[0025] 等幅部 1 c e は、テーパ部 1 c c の入出力ポート 1 d、1 e 側に隣接して位置している。等幅部 1 c e の幅は長手方向において略一定であり、テーパ部 1 c c の入出力ポート 1 d、1 e 側の幅と略同一である。等幅部 1 c e は図 2 A に示すように上面視で矩形状である。

[0026] テーパ部 1 c d は、等幅部 1 c e の入出力ポート 1 d、1 e 側に隣接して位置し、MMI 導波路部 1 c の長手方向において入出力ポート 1 d、1 e 側に向かって、幅が連続的に増加している。テーパ部 1 c d の入出力ポート 1 a、1 b 側の幅は、等幅部 1 c e の幅と略同一である。また、テーパ部 1 c d の入出力ポート 1 d、1 e 側の幅（端部 1 c b での幅）は、テーパ部 1 c c の入出力ポート 1 a、1 b 側の幅（端部 1 c a での幅）と略同一である。テーパ部 1 c d は図 2 A に示すように上面視で等脚台形状である。

[0027] テーパ部 1 c c、1 c d、等幅部 1 c e は、いずれも、端部 1 c a、1 c b での幅よりも、長手方向における平均的な幅が狭い狭幅部である。

[0028] MMI 導波路部 1 c の長さを  $L_{mmi}$  とし、端部 1 c a、1 c b での幅を  $W_{mmi}$  とし、入出力ポート 1 a、1 b、1 d、1 e の幅をいずれも  $W_p$  とし、入出力ポート 1 a、1 b 間のギャップおよび入出力ポート 1 d、1 e のギャップをいずれも  $W_g$  とする。また、テーパ部 1 c c、1 c d、等幅部 1 c e の長さを、それぞれ  $L_{t1}$ 、 $L_{t2}$ 、 $L_s$  とする。また、 $W_{mmi}$  と等幅部 1 c e の幅との差を  $A$  とする。テーパ部 1 c c、1 c d は等脚台形状なので、等幅部 1 c e の幅方向両端のそれぞれは、端部 1 c a、1 c b の幅方向両端のいずれかから  $A/2$  の位置にある。等幅部 1 c e の幅は  $(W_{mmi} - A)$  であり、テーパ部 1 c c、1 c d の長手方向における平均的な幅は  $(W_{mmi} - A/2)$  である。

[0029] 等幅部 1 c e の幅  $(W_{mmi} - A)$  は、たとえば  $W_{mmi}$  の 25% 以上 100% 未満である。また、等幅部 1 c e の長さ  $L_s$  は、たとえば  $L_{mmi}$  の 10% 以上の値であり、100% 未満の値である。

[0030] 光機能素子 10 は、MMI 導波路部 1 c がこのような狭幅部を有することによって、光学特性の設計の自由度が高く、かつ過剰損失が低減されたもの

となる。

[0031] 以下、図2Bの比較形態1に係る光カプラ1Aと対比して説明する。光カプラ1Aは、光カプラ1の構成において、MMI導波路部1cをMMI導波路部1Acに置き換えた構成を有する。MMI導波路部1Acは上面視で矩形の導波路である。ここで、光カプラ1と同様に、MMI導波路部1Acの長さを $L_{\text{mmi}}$ 、幅を $W_{\text{mmi}}$ とする。

[0032] 光カプラ1、1Aの分岐比を、たとえば入出力ポート1aから光を入力した場合に、入力した光のパワーに対する、分岐して入出力ポート1eから出力される光のパワーの比で定義する。すると、光カプラ1Aの分岐比が50%の場合、以下の式が成り立つ。なお、 $n$ はMMI導波路部1Acの実効屈折率であり、 $\lambda$ は入力する光の波長である。

[0033] [数2]

$$L_{\text{mmi}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{4n}{3\lambda} W_{\text{mmi}}^2$$

[0034] このように、光カプラ1Aでは、 $L_{\text{mmi}}$ と $W_{\text{mmi}}$ との関係が一義的に決定しており、かつこの関係によってFSRやフィネスも決定するため、光学特性の設計の自由度が低い。なお、フィネスとは、波長に対して周期的に変化する光透過特性または光反射特性を有する場合に、透過ピークまたは反射ピークの半値全幅に対するFSRの比で定義される量である。フィネスが高いほど透過ピークまたは反射ピークが鋭く、たとえば波長選択性が高くなる。

[0035] これに対して、光カプラ1では、MMI導波路部1cが狭幅部を有することによって、狭幅部の長さや幅の設定によって光学特性の設計の自由度を高くできる。その結果、光カプラ1、2を備える光機能素子10の光学特性の設計の自由度を高くできる。

[0036] BMP (Beam Propagation Method) 解析を用いて得た結果を参照して、狭幅部の効果について説明する。以下では、 $W_{\text{mmi}}$ を $3.15 \mu\text{m}$ 、 $W_p$ を $1.2 \mu\text{m}$ 、 $W_g$ を $0.75 \mu\text{m}$ 、 $L_{t1}$ 、 $L_{t2}$ をいずれも $10 \mu\text{m}$ として、 $L_{\text{mmi}}$ とAとの組み合わせを様々に変化させて解析を行った。

[0037] 図3は、過剰損失（Loss）の特性の一例を示す図である。過剰損失は、入出力ポート1aから光を入力し、入出力ポート1d、1eのそれぞれから分岐された光を出力させた場合、入力した光のパワーに対する、出力された光の合計のパワーを、dB単位で示したものである。

[0038] 図3において、 $A=0$ は比較形態の光カプラ1Aの特性に相当する。図3から、 $L_{\text{mmi}}$ とAとの組み合わせを適宜選択することによって、光カプラ1Aよりも過剰損失を低減できることが確認できる。特に、 $L_{\text{mmi}}$ を小さくするのに従って、Aを小さくすれば、低い過剰損失を維持したままMMI導波路部1cを長手方向に短くでき、光カプラ1を小型化できることが確認できる。

[0039] つぎに、図4は、分岐比の特性の一例を示す図である。ここで、Ratio（cross port）とは、分岐比のことであり、たとえば入出力ポート1aから光を入力した場合に、入力した光のパワーに対する、分岐して入出力ポート1eから出力される光のパワーの比である。

[0040] 図4において、 $A=0$ は比較形態の光カプラ1Aの特性に相当する。図3と図4とから、分岐比を一定に維持し、かつ低い過剰損失を維持したまま、MMI導波路部1cを長手方向に短くでき、光カプラ1を小型化できることが確認できる。

[0041] 以上のことから、光カプラ1では、分岐比を50%以外、すなわち0%より大きく50%未満、または50%より大きく100%未満としつつ、以下の式が成り立つようにできる。なお、 $n$ はMMI導波路部1cの実効屈折率であり、 $\lambda$ は入力する光の波長である。

[0042] [数3]

$$L_{\text{mmi}} < \frac{3}{2} \cdot \frac{4n}{3\lambda} W_{\text{mmi}}^2$$

[0043] このように光カプラ1、および光カプラ2を小型化できるので、光機能素子10も小型化できる。

[0044] つぎに、光機能素子10の光学特性について、BMP解析を用いて得た結果を参照して説明する。まず、光機能素子10において、光カプラ1のBM

P解析結果に基づき、所定の波長において光カプラ1、2の分岐比が交差するポートについて40%になるようにAとL<sub>mmi</sub>との組み合わせを設定した。そして、光機能素子10の反射素子としての特性を解析した。具体的には、光機能素子10の光入出力導波路4から所定の波長の光を入力し、光入出力導波路6から出力された光のパワーを解析した。そして、入力した光のパワーに対する出力された光のパワーの比を、規格化反射ポート強度として算出した。

[0045] また、比較形態として、図5に示す構成の光機能素子10Aの特性を解析した。光機能素子10Aは、光機能素子10の構成において、光カプラ1、2を、分岐比を50%とした光カプラ1Aに置き換えた構成を有するものである。そして、光機能素子10Aの光入出力導波路4から光を入力し、光入出力導波路6から出力された光のパワーを解析し、規格化反射ポート強度を算出した。なお、円弧状導波路7、8の半径は、光機能素子10Aと光機能素子10とで同じFSRを有するように、光機能素子10Aと光機能素子10のそれぞれで調整した。

[0046] 図6は、規格化反射ポート強度の特性の一例を示す図である。横軸は波長1.55 $\mu$ m帯の所定の波長を基準とした相対波長であり、縦軸は規格化反射ポート強度をdB単位で示したものである。実線L1が光機能素子10の反射特性であり、破線L2が光機能素子10Aの反射特性である。図6に示すように、光機能素子10では光機能素子10Aよりもフィネスを高くできることが確認された。また、光機能素子10では、分岐比を50%より大きくすることによって、光機能素子10Aよりもフィネスを低くできる。

[0047] 以上説明したように、実施形態1に係る光機能素子10は、FSRやフィネスなどの光学特性の設計の自由度が高く、かつ過剰損失が低減されたものである。

[0048] (実施形態2)

図7は、実施形態2に係るレーザ素子の模式図である。このレーザ素子100は、特許文献1に開示されるようなバーニア効果を利用した波長可変型

のレーザ素子として構成されている。レーザ素子 100 は、共通の基板 S 上に集積された光機能素子 10、20、30、40 を備えている。なお、図 7 では、後述する各ヒータや電極、および各ヒータや電極に電流を供給するための配線や電極パッドは図示を省略している。

[0049] 光機能素子 10 は、図 1 に示す構成を有しており、さらにリング共振器を加熱するヒータが設けられている。光機能素子 20 は、 $1 \times 2$  型の MMI 導波路型の光カップラであり、2 ポートのそれぞれから延伸するアーム部が光機能素子 10 に光学的に接続しており、1 ポートが光機能素子 30 に光学的に接続している。光機能素子 20 の 1 ポートに光を入力すると、光は光機能素子 10、20 の機能によって反射されて、光機能素子 20 の 1 ポートから出力する。このとき、光機能素子 10、20 は、楕形のピークを有する反射スペクトル特性を有している。これにより、光機能素子 10、20 は、レーザ共振器の反射器の一方を構成する。光機能素子 10 のリング共振器内の光導波層をヒータにて加熱することによって、反射ピーク波長を波長軸上で全体的にシフトさせることができる。

[0050] また、光機能素子 20 のアーム部の一部にもヒータが設けられている。アーム部内の光導波層をヒータにて加熱することによって、光導波層の光路長を変化させることができる。これによって、レーザ共振器の共振器長を変化させることができる。

[0051] 光機能素子 30 は、活性層を含む半導体積層構造を有する。活性層は、光機能素子 20 の 1 ポート側と、光機能素子 40 とに光学的に接続している。活性層は、光機能素子 30 に設けられた電極によって電流が供給され光利得を発生する。

[0052] 光機能素子 40 は、標本化回折格子 (Sampled Grating) を含む DBR (Distributed Bragg Reflector) 型の回折格子層と、光導波層とを含む半導体積層構造を有する。

[0053] この光機能素子 40 は、反射スペクトル特性が、光機能素子 10、20 におけるものとは周期が異なる楕形のピークを有しており、レーザ共振器の反

射器の他の一方を構成する。光機能素子40の回折格子層をヒータにて加熱することによって、反射ピーク波長を波長軸上で全体的にシフトさせることができる。

[0054] このレーザ素子100は、ヒータや電極に供給する電流を調整することによって、バーニア効果を利用した波長可変レーザ素子として機能する。

[0055] なお、レーザ素子100の構成において、反射器としての光機能素子40を、光機能素子10、20により構成される反射器に置き換えてもよい。このように構成されたレーザ素子は、光機能素子10、20により構成される2つの反射器が、レーザ共振器を構成する。この場合、2つの反射器の楕形の反射ピークの周期を互いに異ならせる必要がある。

[0056] また、光機能素子10は、反射ミラーと組み合わせて、楕形の反射ピークを有する反射器を構成することもできる。このような反射器は、レーザ共振器の反射器として使用することができる。また、光機能素子10は、波長選択フィルタとしても使用することもできる。

[0057] なお、上記実施形態では、テーパ部は長手方向において幅が連続的かつ直線的に変化しているが、連続的かつ曲線的に変化していてもよいし、多段階的に変化していてもよい。

[0058] また、上記実施形態では、第1光カプラと第2光カプラとが略同一の構成であるが、構成が互いに異なってもよい。

[0059] また、上記実施形態では、MMI導波路部は複数の狭幅部のみで構成されているが、MMI導波路部が、狭幅部ではない部分を含んでいてもよい。たとえば、MMI導波路部は、MMI導波路部の端部での幅と略同じ幅を有する等幅部を含んでいてもよい。

[0060] また、上記実施形態により本発明が限定されるものではない。上述した各実施形態の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。

## 産業上の利用可能性

[0061] 本発明に係る光機能素子は、波長選択フィルタや波長可変レーザ素子におけるレーザ共振器の反射器に有用であり、本発明に係るレーザ素子は、光通信等に用いられる波長可変光源に有用である。

## 符号の説明

[0062] 1、2 光カプラ  
1 a、1 b、1 d、1 e 入出力ポート  
1 c MMI 導波路部  
1 c a、1 c b 端部  
1 c c、1 c d テーパ部  
1 c e 等幅部  
3、4、5、6 光入出力導波路  
7、8 円弧状導波路  
1 0、2 0、3 0、4 0 光機能素子  
1 0 0 レーザ素子  
L 1 実線  
L 2 破線  
S 基板

## 請求の範囲

### [請求項1]

長手方向において対向する第1端部および第2端部を有する多モード干渉導波路部と、前記第1端部において幅方向に並列する2つの第1入出力ポートと、前記第2端部において幅方向に並列する2つの第2入出力ポートと、を有する多モード干渉導波路型の第1光カプラと、

長手方向において第1端部および第2端部を有する多モード干渉導波路部と、前記第1端部において幅方向に並列する2つの第1入出力ポートと、前記第2端部において幅方向に並列する2つの第2入出力ポートと、を有する多モード干渉導波路型の第2光カプラと、

前記第1光カプラの前記第1入出力ポートの一方と、前記第2光カプラの前記第1入出力ポートの一方と、を光学的に接続する第1円弧状導波路と、

前記第1光カプラの前記第2入出力ポートの一方と、前記第2光カプラの前記第2入出力ポートの一方と、を光学的に接続する第2円弧状導波路と、

を備え、前記第1光カプラ、前記第2光カプラ、前記第1円弧状導波路、および前記第2円弧状導波路はリング共振器を構成しており、

前記第1光カプラおよび前記第2光カプラの多モード干渉導波路部は、それぞれ、前記第1端部または前記第2端部での幅よりも、長手方向における平均的な幅が狭い狭幅部を有する

ことを特徴とする光機能素子。

### [請求項2]

前記第1光カプラまたは前記第2光カプラの多モード干渉導波路部の長さを $L_{\text{mmi}}$ 、該多モード干渉導波路部の前記第1端部または前記第2端部の幅を $W_{\text{mmi}}$ とし、該多モード干渉導波路部の実効屈折率を $n$ とすると、波長 $\lambda$ において以下の式が成り立つ

ことを特徴とする請求項1に記載の光機能素子。

[数1]

$$L_{\text{mmi}} < \frac{3}{2} \cdot \frac{4n}{3\lambda} W_{\text{mmi}}^2$$

[請求項3] 前記第1光カプラおよび前記第2光カプラの分岐比は0%より大きく50%未満、または50%より大きく100%未満であることを特徴とする請求項1または2に記載の光機能素子。

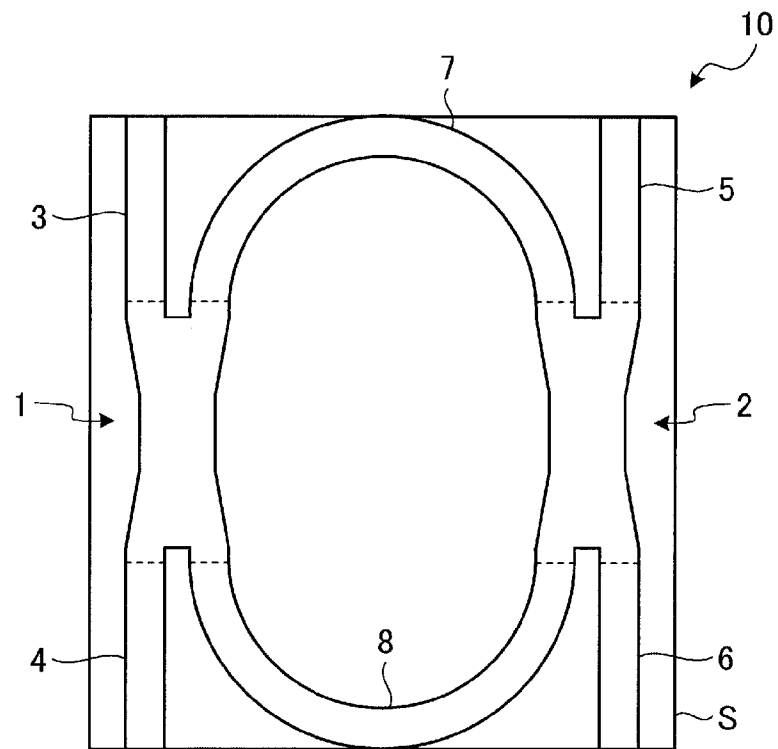
[請求項4] 前記狭幅部は、長手方向において幅が連続的または多段階的に変化することを特徴とする請求項1～3のいずれか一つに記載の光機能素子。

[請求項5] 前記狭幅部の幅が、長手方向において略一定であり、前記第1端部または前記第2端部の幅の25%以上100%未満であることを特徴とする請求項1～4のいずれか一つに記載の光機能素子。

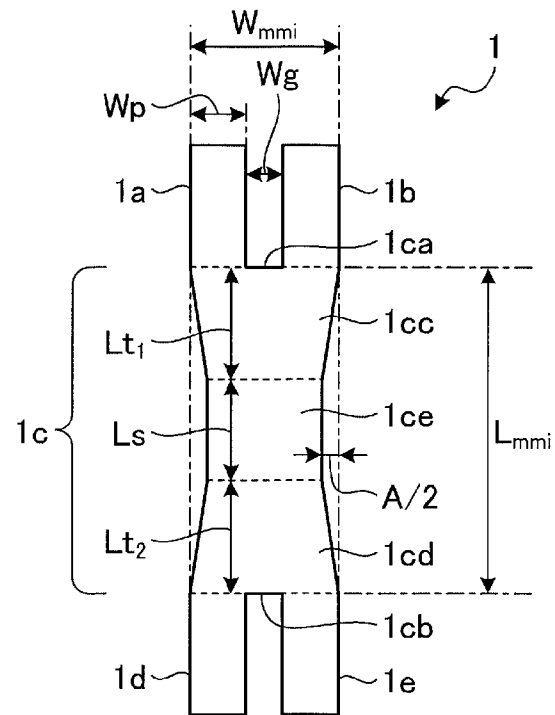
[請求項6] 前記狭幅部の長さが前記多モード干渉導波路部の長さの10%以上であることを特徴とする請求項5に記載の光機能素子。

[請求項7] 請求項1～6のいずれか一つに記載の光機能素子を備えることを特徴とするレーザ素子。

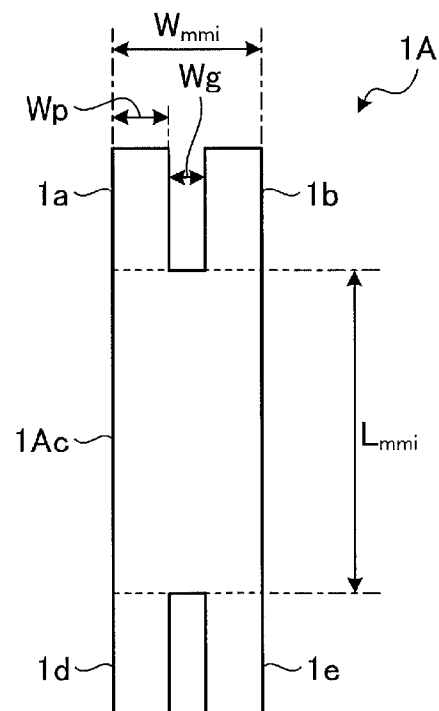
[図1]



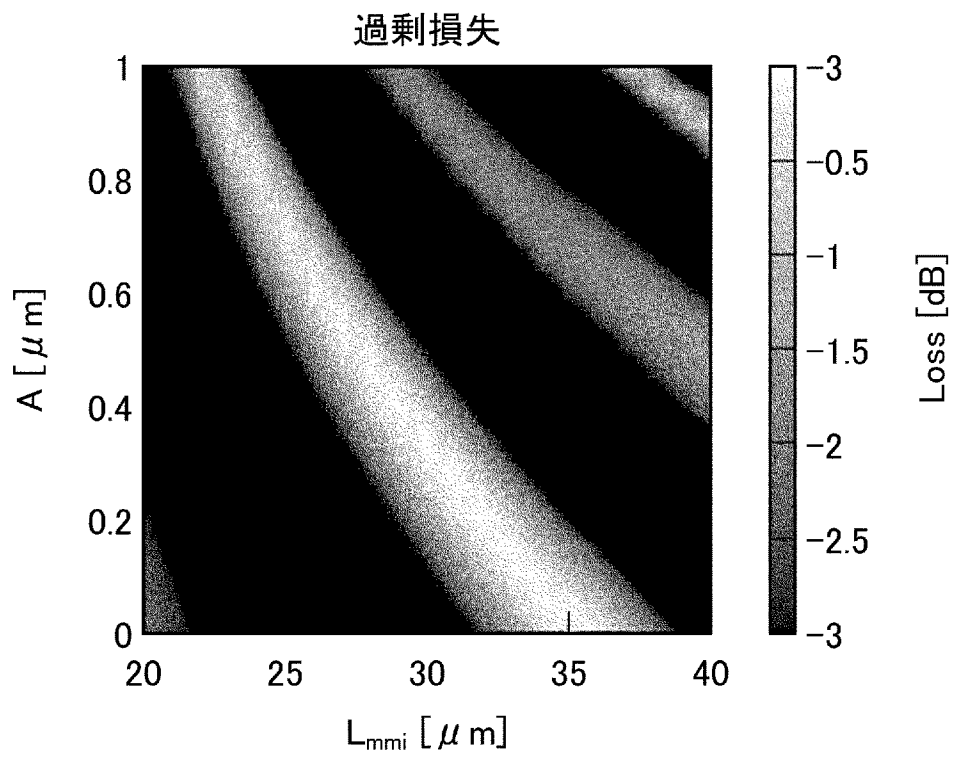
[図2A]



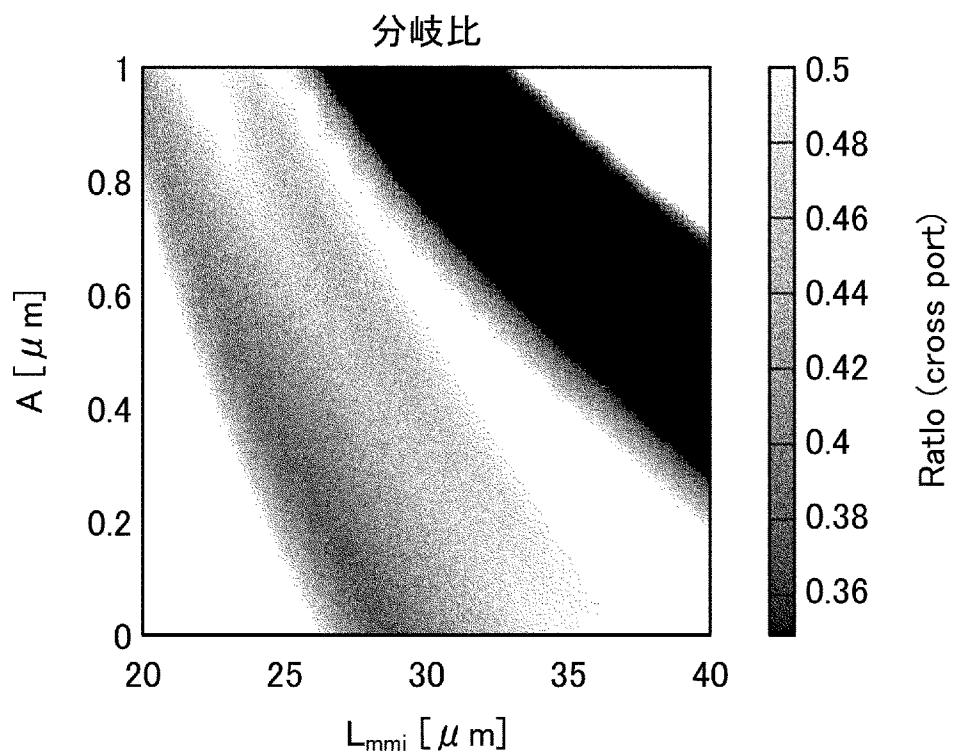
[図2B]



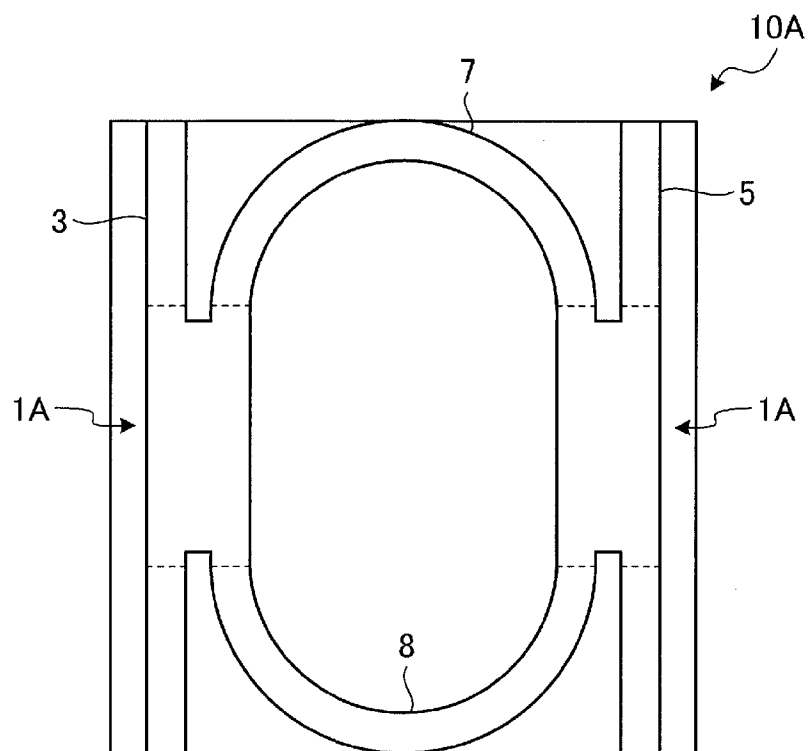
[図3]



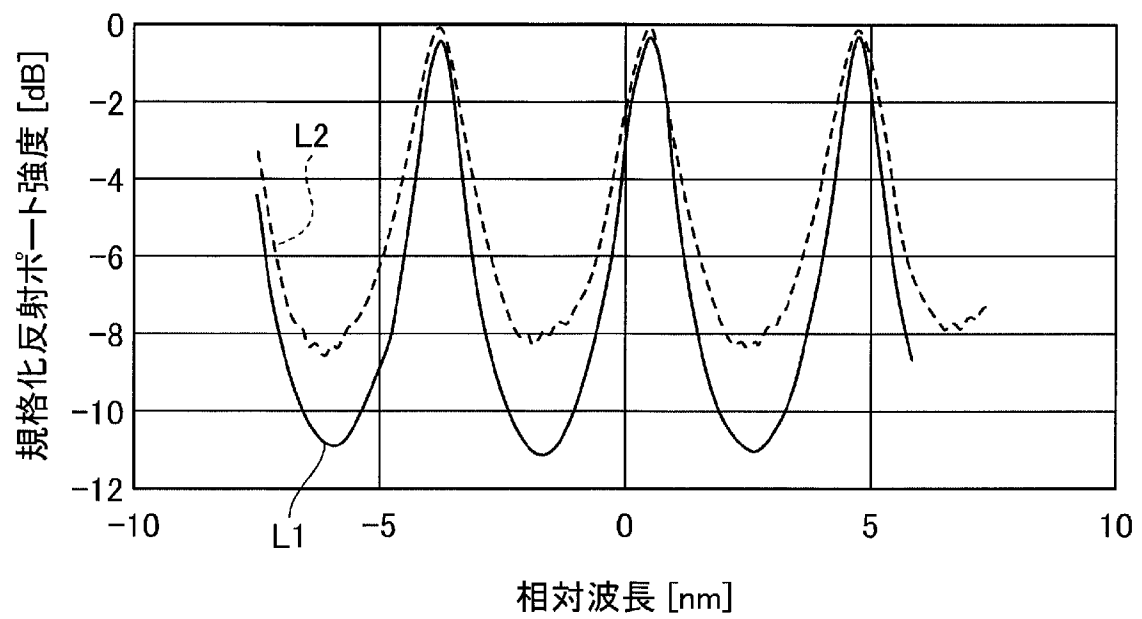
[図4]



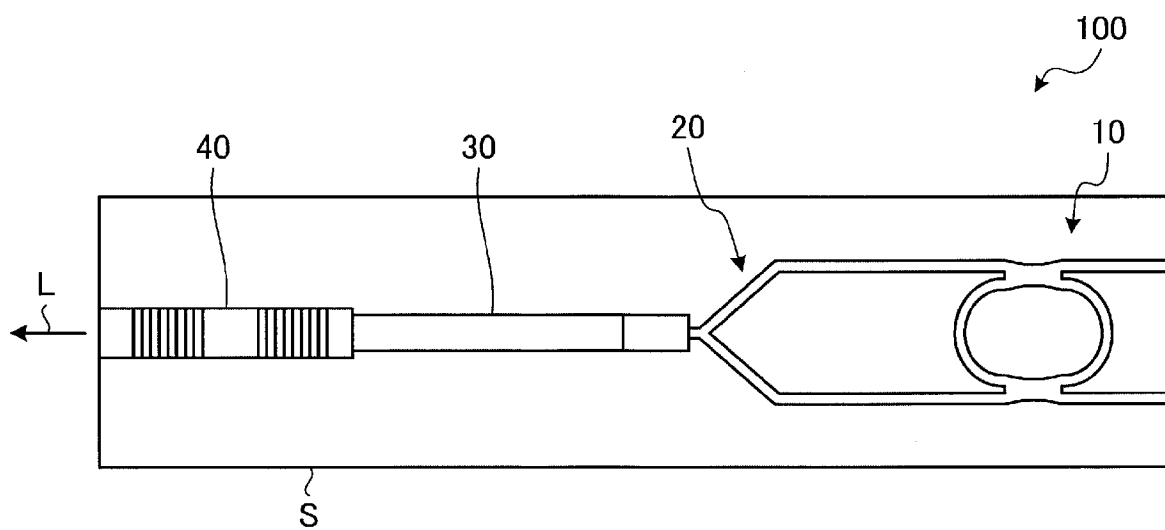
[図5]



[図6]



[図7]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/004120

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01S 5/026(2006.01)i; H01S 5/10(2006.01)i; G02B 6/12(2006.01)i; G02B 6/125(2006.01)i

FI: G02B6/125 301; G02B6/12 301; G02B6/12 341; G02B6/125; H01S5/026 610; H01S5/10

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)

G02B6/12-6/14; H01S3/00-5/50

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)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                        | Relevant to claim No. |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X<br>Y    | JP 2013-168440 A (OCLARO, INC.) 29.08.2013 (2013-08-29) paragraph [0075], fig. 7, 8A                                                      | 1, 4, 7<br>2-7        |
| Y         | JP 2006-284791 A (OKI ELECTRIC INDUSTRY CO., LTD.) 19.10.2006 (2006-10-19) paragraphs [0038]-[0053], fig. 2                               | 2-7                   |
| Y         | JP 2002-514783 A (THE TRUSTEES OF COLUMBIA UNIVERSITY IN THE CITY OF NEW YORK) 21.05.2002 (2002-05-21) paragraphs [0019]-[0021], fig. 1-3 | 2-7                   |
| Y         | JP 2013-093627 A. (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 16.05.2013 (2013-05-16) paragraph [0038], fig. 4                                 | 3-7                   |
| Y         | JP 2000-241644 A. (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 08.09.2000 (2000-09-08) paragraphs [0022]-[0045], fig. 3-8                       | 5-7                   |



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  
01 April 2020 (01.04.2020)

Date of mailing of the international search report  
14 April 2020 (14.04.2020)

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/JP2020/004120

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                   | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | JP 2011-197069 A (FUJITSU LTD.) 06.10.2011 (2011-10-06) paragraphs [0028]-[0084], fig. 2, 5-8                        | 5-7                   |
| A         | JP 2008-066318 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 21.03.2008 (2008-03-21) paragraphs [0052]-[0075], fig. 7, 11 | 1-7                   |
| A         | JP 2003-337236 A (NEC CORP.) 28.11.2003 (2003-11-28) paragraph [0057], fig. 1                                        | 3                     |
| A         | US 2015/0207291 A1 (RICKMAN et al.) 23.07.2015 (2015-07-23) fig. 7                                                   | 3                     |
| A         | US 2003/0147432 A1 (BUKKEMS) 07.08.2003 (2003-08-07) paragraph [0041], fig. 4i                                       | 1-7                   |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/004120

| Patent Documents<br>referred in the<br>Report | Publication<br>Date | Patent Family                                                                                    | Publication<br>Date |
|-----------------------------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| JP 2013-168440 A                              | 29 Aug. 2013        | US 2013/0209021 A1<br>paragraph [0091],<br>fig. 7, 8A<br>(Family: none)                          |                     |
| JP 2006-284791 A                              | 19 Oct. 2006        | WO 1999/059012 A1                                                                                |                     |
| JP 2002-514783 A                              | 21 May 2002         | page 7, line 11 to<br>page 8, line 14, fig.<br>1-3<br>(Family: none)                             |                     |
| JP 2013-093627 A                              | 16 May 2013         | (Family: none)                                                                                   |                     |
| JP 2000-241644 A                              | 08 Sep. 2000        | (Family: none)                                                                                   |                     |
| JP 2011-197069 A                              | 06 Oct. 2011        | US 2011/0229072 A1<br>paragraphs [0050]-<br>[0096], fig. 2, 5-8<br>(Family: none)                |                     |
| JP 2008-066318 A                              | 21 Mar. 2008        | US 2003/0235367 A1                                                                               |                     |
| JP 2003-337236 A                              | 28 Nov. 2003        | paragraph [0175],<br>fig. 3<br>EP 1372280 A2<br>CN 1460869 A<br>CN 106104947 A<br>(Family: none) |                     |
| US 2015/0207291 A1                            | 23 Jul. 2015        |                                                                                                  |                     |
| US 2003/0147432 A1                            | 07 Aug. 2003        |                                                                                                  |                     |

| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））<br>H01S 5/026(2006.01)i; H01S 5/10(2006.01)i; G02B 6/12(2006.01)i; G02B 6/125(2006.01)i<br>FI: G02B6/125 301; G02B6/12 301; G02B6/12 341; G02B6/125; H01S5/026 610; H01S5/10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                  |                                                                       |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------|--|------------------------------------------|--|
| 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））<br>G02B6/12-6/14; H01S3/00-5/50                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                  |                                                                       |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 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<br><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<br>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<br>請求項の番号                                                        |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | JP 2013-168440 A（日本オクラロ株式会社）29.08.2013（2013-08-29）<br>[0075], 図7, 8A                                             | 1, 4, 7                                                               |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                  | 2-7                                                                   |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | JP 2006-284791 A（沖電気工業株式会社）19.10.2006（2006-10-19）<br>[0038]-[0053], 図2                                           | 2-7                                                                   |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | JP 2002-514783 A（ザ トラストィーズ オブ コロンビア ユニヴァーシティ イン ザ<br>シティ オブ ニューヨーク）21.05.2002（2002-05-21）<br>[0019]-[0021], 図1-3 | 2-7                                                                   |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | JP 2013-093627 A（日本電信電話株式会社）16.05.2013（2013-05-16）<br>[0038], 図4                                                 | 3-7                                                                   |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | JP 2000-241644 A（日本電信電話株式会社）08.09.2000（2000-09-08）<br>[0022]-[0045], 図3-8                                        | 5-7                                                                   |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | JP 2011-197069 A（富士通株式会社）06.10.2011（2011-10-06）<br>[0028]-[0084], 図2, 5-8                                        | 5-7                                                                   |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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>"&amp;" 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 |  |
| * 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<br>01.04.2020                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                  | 国際調査報告の発送日<br>14.04.2020                                              |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 名称及びあて先<br>日本国特許庁(ISA/JP)<br>〒100-8915<br>日本国<br>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）<br><br>奥村 政人 2L 4752<br><br>電話番号 03-3581-1101 内線 3295 |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |

| C. 関連すると認められる文献 |                                                                                    |                |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| A               | JP 2008-066318 A (日本電信電話株式会社) 21.03.2008 (2008 - 03 - 21)<br>[0052]-[0075], 図7, 11 | 1-7            |
| A               | JP 2003-337236 A (日本電気株式会社) 28.11.2003 (2003 - 11 - 28)<br>[0057], 図1              | 3              |
| A               | US 2015/0207291 A1 (RICKMAN et al.) 23.07.2015 (2015 - 07 - 23)<br>図7              | 3              |
| A               | US 2003/0147432 A1 (BUKKEMS) 07.08.2003 (2003 - 08 - 07)<br>[0041], 図4i            | 1-7            |

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/JP2020/004120

| 引用文献 |              |    | 公表日        | パテントファミリー文献                                                       | 公表日 |
|------|--------------|----|------------|-------------------------------------------------------------------|-----|
| JP   | 2013-168440  | A  | 29.08.2013 | US 2013/0209021 A1<br>[0091], 図7, 8A                              |     |
| JP   | 2006-284791  | A  | 19.10.2006 | (ファミリーなし)                                                         |     |
| JP   | 2002-514783  | A  | 21.05.2002 | WO 1999/059012 A1<br>第7頁第11行-第8頁第14行,<br>図1-3                     |     |
| JP   | 2013-093627  | A  | 16.05.2013 | (ファミリーなし)                                                         |     |
| JP   | 2000-241644  | A  | 08.09.2000 | (ファミリーなし)                                                         |     |
| JP   | 2011-197069  | A  | 06.10.2011 | US 2011/0229072 A1<br>[0050]-[0096], 図2, 5-8                      |     |
| JP   | 2008-066318  | A  | 21.03.2008 | (ファミリーなし)                                                         |     |
| JP   | 2003-337236  | A  | 28.11.2003 | US 2003/0235367 A1<br>[0175], 図3<br>EP 1372280 A2<br>CN 1460869 A |     |
| US   | 2015/0207291 | A1 | 23.07.2015 | CN 106104947 A                                                    |     |
| US   | 2003/0147432 | A1 | 07.08.2003 | (ファミリーなし)                                                         |     |