



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, 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))

prising a high-refractive-index material having a higher refractive index than does the low-refractive-index material are alternately layered on one another, an intermediate film which transmits the light emitted from the light-emitting layer therethrough and covers the top surface of the first multilayer film, and a second multilayer film which is formed so as to partially cover the top surface of the intermediate film and in which a low-refractive-index film comprising a low-refractive-index material and a high-refractive-index film comprising a high-refractive-index material are alternately layered on one another; and the intermediate film has a film thickness which is based on  $1/2$  the wavelength inside the intermediate film of the light emitted by the light-emitting layer.

(57) 要約 : 基板と、基板上に形成された第1の多層膜反射鏡と、第1の多層膜反射鏡上に形成され、発光層を含む発光構造層と、発光構造層上に形成され、第1の多層膜反射鏡との間で共振器を構成する第2の多層膜反射鏡と、を有し、第2の多層膜反射鏡は、低屈折率材料からなる低屈折率膜と低屈折率材料よりも大きな屈折率を有する高屈折率材料からなる高屈折率膜とが交互に積層された第1の多層膜と、第1の多層膜の上面を覆いかつ発光層から放出された光に対して透光性を有する中間膜と、中間膜の上面を部分的に覆うように形成され、低屈折率材料からなる低屈折率膜と高屈折率材料からなる高屈折率膜とが交互に積層された第2の多層膜と、を含み、中間膜は、発光層から放出される光の中間膜内の波長の  $1/2$  に基づいた膜厚を有する。

## 明 細 書

発明の名称：垂直共振器型発光素子

### 技術分野

[0001] 本発明は、垂直共振器型面発光レーザなどの垂直共振器型発光素子に関する。

### 背景技術

[0002] 垂直共振器型面発光レーザ（以下、単に面発光レーザと称する）は、基板上に積層された多層膜からなる反射鏡を有し、当該基板の表面に垂直な方向に沿って光を出射する半導体レーザである。例えば、特許文献1には、窒化物半導体を用いた面発光レーザが開示されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特許第5707742号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 例えば、面発光レーザなどの垂直共振器型発光素子においては、発光パターンが安定していること、例えば遠視野像が安定していることが好ましい。このためには、例えば、垂直共振器型発光素子内には、所望の横モードの光を生成できる共振器が構成されていることが好ましい。例えば、基本固有モードのレーザ光を生成することで、放射角が狭く、単峰性な高出力のレーザ光の遠視野像を得ることができる。

[0005] 本発明は上記した点に鑑みてなされたものであり、安定した横モードの光を出射することが可能な垂直共振器型発光素子を提供することを目的としている。

#### 課題を解決するための手段

[0006] 本発明による垂直共振器型発光素子は、基板と、基板上に形成された第1の多層膜反射鏡と、第1の多層膜反射鏡上に形成され、発光層を含む発光構

造層と、発光構造層上に形成され、第1の多層膜反射鏡との間で共振器を構成する第2の多層膜反射鏡と、を有し、第2の多層膜反射鏡は、低屈折率材料からなる低屈折率膜と低屈折率材料よりも大きな屈折率を有する高屈折率材料からなる高屈折率膜とが交互に積層された第1の多層膜と、第1の多層膜の上面を覆いかつ発光層から放出された光に対して透光性を有する中間膜と、中間膜の上面を部分的に覆うように形成され、低屈折率材料からなる低屈折率膜と高屈折率材料からなる高屈折率膜とが交互に積層された第2の多層膜と、を含み、中間膜は、発光層から放出される光の中間膜内の波長の $1/2$ に基づいた膜厚を有することを特徴としている。

### 図面の簡単な説明

- [0007] [図1]実施例1に係る面発光レーザの上面図である。
- [図2]実施例1に係る面発光レーザの断面図である。
- [図3]実施例1に係る面発光レーザにおける第2の多層膜反射鏡の側面図である。
- [図4A]実施例1に係る面発光レーザの製造方法を示す図である。
- [図4B]実施例1に係る面発光レーザの製造方法を示す図である。
- [図5]実施例1に係る面発光レーザにおける第2の多層膜反射鏡の第1の多層膜内でのミラー損失の程度を示す図である。
- [図6]実施例2に係る面発光レーザの上面図である。
- [図7]実施例2に係る面発光レーザの断面図である。
- [図8]実施例3に係る面発光レーザの上面図である。
- [図9]実施例3に係る面発光レーザの断面図である。
- [図10]実施例3に係る面発光レーザにおける第2の多層膜反射鏡の側面図である。

### 発明を実施するための形態

- [0008] 以下、本発明の実施例について詳細に説明する。また、以下の実施例においては、本発明が面発光レーザ（半導体レーザ）として実施される場合について説明する。しかし、本発明は、面発光レーザに限定されず、垂直共振器

型発光ダイオードなど、種々の垂直共振器型発光素子に適用することができる。

## 実施例 1

[0009] 図1は、実施例1に係る垂直共振器型面発光レーザ（VCSEL：Vertical Cavity Surface Emitting Laser、以下、面発光レーザと称する）の模式的な上面図である。また、図2は、面発光レーザ10の断面図である。図2は、図1の2-2線に沿った断面図である。図1及び図2を用いて、面発光レーザ10の構成について説明する。

[0010] 面発光レーザ10は、基板11と、基板11上に形成された第1の多層膜反射鏡（以下、単に第1の反射鏡と称する）12と、を有する。本実施例においては、第1の反射鏡12は、基板11上に形成され、第1の半導体膜（以下、高屈折率半導体膜と称する）H1と高屈折率半導体膜H1よりも低い屈折率を有する第2の半導体膜（以下、低屈折率半導体膜と称する）L1とが交互に積層された構造を有する。本実施例においては、第1の反射鏡12は、半導体材料からなる分布ブラッグ反射器（DBR：Distributed Bragg Reflector）を構成する。

[0011] 本実施例においては、基板11は、GaNの組成を有する。また、基板11は、第1の反射鏡12の結晶成長に用いられる成長用基板である。また、第1の反射鏡12における高屈折率半導体膜H1はGaNの組成を有し、低屈折率半導体膜L1はAlInNの組成を有する。なお、本実施例においては、基板11と第1の反射鏡12との間にはGaNの組成を有するバッファ層（図示せず）が設けられている。

[0012] 面発光レーザ10は、第1の反射鏡12上に形成され、発光層14を含む発光構造層EM1を有する。本実施例においては、発光構造層EM1は、窒化物系半導体からなる複数の半導体層を含む。発光構造層EM1は、第1の反射鏡12上に形成されたn型半導体層（第1の半導体層）13と、n型半導体層13上に形成された発光層（活性層）14と、発光層14上に形成されたp型半導体層（第2の半導体層）15と、を有する。

- [0013] 本実施例においては、 $n$ 型半導体層13は、 $GaN$ の組成を有し、 $Si$ を $n$ 型不純物として含む。発光層14は、 $InGaN$ の組成を有する井戸層及び $GaN$ の組成を有する障壁層を含む量子井戸構造を有する。また、 $p$ 型半導体層15は、 $GaN$ 系の組成を有し、 $Mg$ を $p$ 型不純物として含む。
- [0014] なお、発光構造層EM1の構成はこれに限定されない。例えば、 $n$ 型半導体層13は、互いに組成が異なる複数の $n$ 型の半導体層を有していてもよい。また、 $p$ 型半導体層15は、互いに組成が異なる複数の $p$ 型の半導体層を有していてもよい。
- [0015] 例えば、 $p$ 型半導体層15は、発光層14との界面に、発光層14に注入された電子の $p$ 型半導体層15へのオーバーフローを防止する電子ブロック層（図示せず）として、例えば $AlGaN$ 層を有していてもよい。また、 $p$ 型半導体層15は、電極とのオーミックコンタクトを形成するためのコンタクト層（図示せず）を有していてもよい。この場合、例えば、 $p$ 型半導体層15は、当該電子ブロック層及びコンタクト層間に、クラッド層としての $GaN$ 層を有していればよい。
- [0016] また、本実施例においては、 $p$ 型半導体層15は、上面に凸部15Aを有する。本実施例においては、凸部15Aは、円柱形状を有する。また、面発光レーザ10は、 $p$ 型半導体層15の凸部15A以外の上面上に形成された絶縁層（第1の絶縁層）16を有する。絶縁層16は、発光層14から放出された光に対して透光性を有し、 $p$ 型半導体層15（凹部15A）よりも低い屈折率を有する材料、例えば、 $SiO_2$ などの酸化物からなる。 $p$ 型半導体層15は、凸部15Aの上端面において絶縁層16から露出している。
- [0017] 面発光レーザ10は、絶縁層16上に形成され、 $p$ 型半導体層15の凸部15Aにおいて $p$ 型半導体層15に接続された透光電極層17を有する。透光電極層17は、発光層14から放出された光に対して透光性を有する導電性の膜である。透光電極層17は、絶縁層16の上面及び $p$ 型半導体層15の凸部15Aの上端面に接触している。例えば、透光電極層17は、 $ITO$ 又は $IZO$ などの金属酸化膜からなる。

- [0018] 絶縁層16は、透光電極層17を介して発光構造層EM1に注入される電流を狭窄する電流狭窄層として機能する。具体的には、p型半導体層15における凸部15Aの外側の上面領域は、絶縁層16に覆われることで、他の領域よりも高い電気抵抗を有する高抵抗領域として機能する。従って、発光構造層EM1内の電流路は、p型半導体層15の凸部15Aの領域に狭窄される。
- [0019] 面発光レーザ10は、透光電極層17上に形成された絶縁層（第2の絶縁層）18を有する。例えば、絶縁層18は、 $Ta_2O_5$ 、 $Nb_2O_5$ 、 $ZrO_2$ 、 $TiO_2$ 、 $HfO_2$ などの絶縁性の金属酸化物からなる。また、絶縁層18は、発光層14から放出された光に対して透光性を有する。
- [0020] 面発光レーザ10は、絶縁層18上に形成された第2の多層膜反射鏡（以下、単に第2の反射鏡と称する）19を有する。第2の反射鏡19は、発光構造層EM1を挟んで第1の反射膜12に対向する位置に配置されている。第2の反射鏡19は、第1の反射鏡12との間で、発光構造層EM1に垂直な方向（基板11に垂直な方向）を共振器長方向とする共振器OC1を構成する。
- [0021] 本実施例においては、第2の反射鏡19は、第1の誘電体膜（以下、高屈折率誘電体膜と称する）H2と高屈折率誘電体膜H2よりも低い屈折率を有する第2の誘電体膜（以下、低屈折率誘電体膜と称する）L2とが交互に積層された構造を有する。
- [0022] すなわち、本実施例においては、第2の反射鏡19は、誘電体材料からなる分布ブラッグ反射器（DBR：Distributed Bragg Reflector）を構成する。例えば、本実施例においては、高屈折率誘電体膜H2は $Nb_2O_5$ 膜からなり、低屈折率誘電体膜L2は $SiO_2$ 膜からなる。
- [0023] また、本実施例においては、第2の反射鏡19は、各々が複数の高屈折誘電体膜H2及び低屈折率誘電体膜L2を含む第1及び第2の誘電体多層膜（以下、第1及び第2の多層膜と称する）19A及び19Bと、第1及び第2の多層膜19A及び19B間に形成され、高屈折率誘電体膜H2及び低屈折

率誘電体膜L2よりも小さなエッチング速度を有する中間誘電体膜（中間膜）19Cと、を有する。

[0024] 中間誘電体膜19Cは、例えば、 $Al_2O_3$ 膜からなり、例えば $Nb_2O_5$ 膜及び $SiO_2$ 膜の1/10以下のドライエッチングに対するエッチング速度を有する。また、中間誘電体膜19Cの他の例としては、AlN膜が挙げられる。

[0025] 本実施例においては、中間誘電体膜19Cは、第2の反射鏡19内において、高屈折率誘電体膜H2の中間に形成されている。具体的には、本実施例においては、第1の多層膜19Aは、その上面に、高屈折率誘電体膜H2の半分の膜厚の高屈折率誘電体膜（以下、第1の低膜厚高屈折率誘電体膜）H21を有する。中間誘電体膜19Cは、第1の低膜厚高屈折率誘電体膜H21上に形成されている。また、第2の多層膜19Bは、中間誘電体膜19Cとの界面に高屈折率誘電体膜（第2の高屈折率誘電体膜）H21を有する。

[0026] また、第2の多層膜19Bは、中間誘電体膜19Cの面内方向において中間誘電体膜19Cの内側に設けられている。本実施例においては、第1の多層膜19A及び中間誘電体膜19Cは、同一の幅を有する。また、本実施例においては、第1の多層膜19A及び中間誘電体膜19Cは、同一の直径を有する円柱形状を有する。

[0027] また、第2の多層膜19Bは、中間誘電体膜19Cよりも小さな幅を有する。また、本実施例においては、第2の多層膜19Bは、第1の多層膜19A及び中間誘電体膜19Cと同軸に形成され、かつ第1の多層膜19A及び中間誘電体膜19Cよりも小さな直径を有する円柱形状を有する。

[0028] また、本実施例においては、図1に示すように、面発光レーザ10は、第2の反射鏡19の第1の多層膜19Aの形状に対応する断面形状、本実施例においては円柱形状の共振器OC1を有する。

[0029] 面発光レーザ10は、第2の反射鏡19上に形成された金属膜20を有する。本実施例においては、金属膜20は、発光層14から放出される光に対して反射性を有する。また、金属膜20は、第2の多層膜19Bの上面を覆

う第1の金属膜21と、中間誘電体膜19Cの第2の多層膜19Bから露出した上面領域を覆う第2の金属膜22と、を含む。例えば、金属膜20は、Ti、Cr、Ni、Pt、Au、Snなどの金属材料からなる。

[0030] また、面発光レーザ10は、発光構造層EM1に電流を印加する第1及び第2の電極E1及びE2を有する。第1の電極E1は、n型半導体層13上に形成されている。また、第2の電極E2は、透光電極層17上に形成されている。

[0031] 第1及び第2の電極E1及びE2間に電圧が印加されると、発光構造層EM1の発光層14から光が放出される。発光層14から放出された光は、第1及び第2の反射鏡12及び19間において反射を繰り返し、共振状態に至る（レーザ発振を行う）。

[0032] また、本実施例においては、第1の反射鏡12は、第2の反射鏡19よりもわずかに低い反射率を有する。従って、第1及び第2の反射鏡12及び19間で共振した光は、その一部が第1の反射鏡12及び基板11を透過し、外部に取出される。このようにして、面発光レーザ10は、基板11に及び発光構造層EM1に垂直な方向に光を出射する。

[0033] なお、発光構造層EM1における電流狭窄部であるp型半導体層15の凸部15Aは、発光層14における発光領域を画定し、その中心を通る軸である共振器OC1の中心軸（発光中心軸）CAを画定する。例えば、共振器OC1の中心軸CAは、p型半導体層15の凸部15Aの中心を通り、p型半導体層15（発光構造層EM1）に垂直な方向に沿って延びる。

[0034] なお、発光層14の発光領域とは、例えば、発光層14内における所定の強度以上の光が放出される所定の幅の領域であり、その中心が発光中心である。また、例えば、発光層14の発光領域とは、発光層14内において所定の密度以上の電流が注入される領域であり、その中心が発光中心である。また、当該発光中心を通る基板11に垂直な直線が中心軸CAである。中心軸CAは、第1及び第2の反射鏡12及び19によって構成される共振器OC1の共振器長方向に沿って延びる直線である。また、中心軸CAは、面発光

レーザ10から出射されるレーザ光の光軸に対応する。

[0035] ここで、面発光レーザ10における各層の例示的な構成について説明する。本実施例においては、第1の反射鏡12は、44ペアのGa<sub>0.4</sub>N<sub>0.6</sub>層及びAl<sub>0.1</sub>In<sub>0.9</sub>N層からなる。n型半導体層13は、650nmの層厚を有する。発光層14は、4nmのInGa<sub>0.4</sub>N層及び5nmのGa<sub>0.4</sub>N層が3回積層された多重量子井戸構造の活性層からなる。第2の反射鏡19は、10.5ペアのNb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>層及びSiO<sub>2</sub>層からなる。

[0036] また、p型半導体層15は、凸部15Aの領域において50nmの層厚を有する。p型半導体層15は、凸部15A以外の領域において30nmの層厚を有する。凸部15Aは、8μmの外径を有する。また、絶縁層16は、20nmの層厚を有する。絶縁層16の上面は、p型半導体層15の凸部15Aの上端面と同一の高さ位置に配置されるように構成されている。なお、これらは一例に過ぎない。

[0037] 図3は、第2の反射鏡19の側面図である。図3を用いて、第2の反射鏡19の詳細な構成について説明する。まず、第1の多層膜19Aは、絶縁層18上に低屈折率誘電体膜L2及び高屈折率誘電体膜H2がこの順で4回積層され、その最も上の低屈折率誘電体膜L2上に第1の低膜厚高屈折率誘電体層H21が形成された構造を有する。

[0038] また、第2の多層膜19Bは、中間誘電体膜19C上に第2の低膜厚高屈折率誘電体膜H21が形成され、その上に低屈折率誘電体膜L2及び高屈折率誘電体膜H2がこの順で5回積層され、その最も上の高屈折率誘電体膜H2上に低屈折率誘電体膜L2が形成された構造を有する。

[0039] また、図3に示すように、本実施例においては、第2の反射鏡19は、10個の高屈折率誘電体膜H2と、11個目の低屈折率誘電体膜L2とからなる。また、第1及び第2の低膜厚高屈折率誘電体膜H21(6)は、最も上面側(金属膜20側)から6つ目の高屈折率誘電体膜H2(6)の層厚を半分にして2つに分割した場合に相当する構成を有する。また、中間誘電体膜19Cは、この第1及び第2の低膜厚高屈折率誘電体膜H21(6)の間に

形成されている。

[0040] また、本実施例においては、低屈折率誘電体膜L 2及び高屈折率誘電体膜H 2は、発光層1 4から放出される光の各誘電体膜内の波長の $1/4$ に対応する膜厚を有する。例えば、各誘電体膜の屈折率を屈折率 $n$ （実際には低屈折率誘電体膜L 2と高屈折率誘電体膜H 2とで異なる）とし、発光層1 4から放出される光の波長を波長 $\lambda$ とした場合、各誘電体膜は、 $\lambda/4n$ の膜厚を有する。

[0041] 一方、本実施例においては、第1及び第2の低膜厚高屈折率誘電体膜H 2 1（6）は、その半分である $\lambda/8n$ の膜厚を有する。また、本実施例においては、中間誘電体膜1 9 Cは、 $\lambda/2n$ の膜厚を有する。

[0042] 図4 A及び図4 Bは、面発光レーザ1 0の製造工程の一部を示す図である。図4 A及び図4 Bを用いて、面発光レーザ1 0の製造方法について説明する。まず、図4 Aは、第2の反射鏡1 9となる多層膜である第1及び第2の多層膜1 9 A及び1 9 B Pと中間誘電体膜1 9 Cとが形成された半導体ウェハの一部を示す断面図である。

[0043] まず、基板1 1となる半導体ウェハ上に、第1の反射鏡1 2、発光構造層EM 1、絶縁層1 6、透光電極層1 7及び絶縁層1 8を形成する。そして、絶縁層1 8上に、低屈折率誘電体膜L 2及び高屈折率誘電体膜H 2を複数回（本実施例においては5ペア）積層し、かつ第1の低膜厚高屈折率誘電体膜H 2 1を形成して、第1の多層膜1 9 Aを形成する（工程1）。

[0044] また、第1の多層膜1 9 A上に、中間誘電体膜1 9 Cである高屈折率誘電体膜H 2及び低屈折率誘電体膜L 2よりも小さなエッチング速度を有する誘電体膜を形成する（工程2）。そして、中間誘電体膜1 9 C上に、第2の低膜厚高屈折率誘電体膜H 2 1を形成し、低屈折率誘電体膜L 2及び高屈折率誘電体膜H 2を5ペア積層し、かつ低屈折率誘電体膜L 2を形成して、第2の多層膜1 9 B Pを形成する（工程3）。

[0045] 次に、図4 Bは、第2の多層膜1 9 B Pに対してエッチングを行った後の半導体ウェハの一部を示す断面図である。第2の多層膜1 9 B Pを形成した

後、第2の多層膜19BPに対してエッチングを行い、第2の多層膜19BPを部分的に除去し、中間誘電体膜19Cを部分的に露出させる。本実施例においては、第2の多層膜19BPに対してドライエッチングを行う。これによって、第2の多層膜19Bが形成され、第2の反射鏡19を形成する（工程4）。

[0046] ここで、中間誘電体膜19Cは、第2の反射鏡19内の他の誘電体膜よりも小さなエッチング速度を有する。従って、第2の多層膜19BPのエッチングを行った場合、エッチングを確実に中間誘電体膜19Cの途中で停止することができる。すなわち、例えば、エッチングする部分において第2の多層膜19BPの底部の誘電体膜が一部残存したり、第1の多層膜19Aの一部がエッチングされたりすることなく、安定して第2の多層膜19BPのみをエッチングすることができる。

[0047] 従って、エッチングの精度が大幅に安定する。従って、設計上の深さ位置又は設計上の膜の位置でエッチングが停止するように、多層膜を加工することができる。本実施例においては、第2の反射鏡19としての反射特性を安定して調節することができる。

[0048] また、本実施例においては、第2の反射鏡19を形成した後、中間誘電体膜19C及び第2の多層膜19B上に金属膜20を形成する（工程5）。次いで、発光構造層EM1のn型半導体層13及びp型半導体層15上にそれぞれ第1及び第2の電極E1及びE2を形成する（工程6）。このようにして、面発光レーザ10を製造することができる。

[0049] 図5は、第2の多層膜19BPの上面を基準としたエッチング深さ（位置）と、第2の反射鏡19におけるミラー損失と、の関係を示す図である。図5に示すように、上面側から6ペア目の高屈折率誘電体膜H2の途中（例えば膜厚方向の中央）までエッチングを行うと、他の位置までエッチングを行う場合に比べ、著しく大きなミラー損失が生ずることがわかる。

[0050] 従って、本実施例における第2の反射鏡19のように、6ペア目の高屈折率誘電体膜H2を第1及び第2の低膜厚高屈折率誘電体膜H21（6）に分

割し、その途中でエッチングが停止するように両者の間に中間誘電体膜 19 C を設けることで、安定して第 2 の多層膜 19 B を除去し、当該除去した部分で大きなミラー損失を生じさせることができる。

[0051] 本実施例においては、第 2 の多層膜 19 B は、第 1 の多層膜 19 A の面内において第 1 の多層膜 19 A の中央部分に形成されている。すなわち、第 1 の多層膜 19 A の外周部分においては、第 2 の多層膜 19 B が除去されている。また、第 1 及び第 2 の多層膜 19 A 及び 19 B は、共振器 OC 1 の中心軸 CA 上に設けられている。これによって、共振器 OC 1 の中心軸 CA を含む領域に対し、その周囲の領域のミラー損失を安定して大きくすることができる。

[0052] これは、面発光レーザ 10 の横モードを安定させることにつながる。具体的には、中心軸 CA 上の領域とその周囲の領域との間のミラー損失の差が小さい場合、面発光レーザ 10 の発振モードが不安定になり、高次のモードでレーザ発振を行う場合がある。これは、ミラー損失の差が安定して形成されないことに起因する。

[0053] そして、例えば本実施例のように、誘電体多層膜によって第 2 の反射鏡 19 を形成する場合、一般には多層膜の部分的な除去によって中心軸 CA 上及びその周囲のミラー損失の差を形成する。しかし、その多層膜の除去量が不安定になると、図 5 に示すように、その残存する多層膜の深さ位置によっては、ほとんどミラー損失が生じなくなる。これが、発振モードのマルチモード化や不安定化につながる。

[0054] これに対し、本実施例においては、中間誘電体膜 19 C のように、第 2 の反射鏡 19 となる多層膜の好ましい位置にエッチングが極端に遅い膜を形成し、この上からエッチングを行うことで第 2 の多層膜 19 B P を部分的に除去する。従って、確実に好ましい位置でエッチングを停止することができ、好ましいミラー特性を有する第 2 の反射鏡 19 を形成することができる。これによって、横モードが安定した面発光レーザ 10 を提供することができる。

- [0055] なお、本実施例においては、第2の反射鏡19が誘電体材料からなるDBRである場合について説明した。しかし、第2の反射鏡19は、多層膜反射鏡であればよく、その材料が誘電体に限定されない。
- [0056] また、第1及び第2の多層膜19A及び19Bの構成についても、上記した場合に限定されない。例えば、第1の多層膜19Aは、低屈折率材料（例えば低屈折率誘電体材料）からなる低屈折率膜（低屈折率誘電体膜L2）と低屈折率材料よりも大きな屈折率を有する高屈折率材料（例えば高屈折率誘電体材料）からなる高屈折率膜（高屈折率誘電体膜H2）とが交互に積層された構造を有していればよい。
- [0057] また、第2の多層膜19Bは、中間誘電体膜19Cの上面を部分的に覆うように形成され、当該低屈折率材料からなる低屈折率膜（低屈折率誘電体膜L2）と当該高屈折率材料からなる高屈折率膜（高屈折率誘電体膜H2）とが交互に積層された構造を有していればよい。
- [0058] また、中間誘電体膜19Cの膜厚についても、上記に限定されない。例えば、中間誘電体膜19Cは、第2の反射鏡19内におけるDBRとしての条件を崩さない膜厚、発光層14から放出された光が中間誘電体膜19Cの他の層との界面で反転せずに素通りするような膜厚を有していればよい。例えば、中間誘電体膜19Cは、発光層14から放出される光における中間誘電体膜19C内の波長の $1/2$ に基づいた膜厚、例えば $\lambda x / 2n$ （ $x$ は自然数）を満たす膜厚を有していればよい。
- [0059] また、中間誘電体膜19Cの位置についても、第2の反射鏡19内において好ましい任意の位置に設けられていればよい。例えば、金属膜20で第2の反射鏡19の上面を覆う場合は、第1及び第2の多層膜19A及び19Bにそれぞれ設けられた第1及び第2の低膜厚高屈折率膜H21間に設けられることが好ましい。
- [0060] より具体的には、例えば、第1の多層膜19Aの最も基板11側には低屈折率誘電体膜L2が設けられ、第1の多層膜19Aの最も中間誘電体膜19C側には高屈折率材料からなりかつ高屈折率誘電体膜H2よりも小さな膜厚

を有する低膜厚高屈折率誘電体膜 H 2 1 が設けられ、第 2 の多層膜 1 9 B の最も上面側には低屈折率誘電体膜 L 2 が設けられ、第 2 の多層膜 1 9 B の最も中間誘電体膜 1 9 C 側には高屈折率材料からなりかつ高屈折率誘電体膜 H 2 よりも小さな膜厚を有する低膜厚高屈折率誘電体膜 H 2 1 が設けられていることが好ましい。

[0061] また、例えば、図 3 に示すように、第 2 の多層膜 1 9 B は、それぞれ 5 つの低屈折率誘電体膜 L 2 及び高屈折率誘電体膜 H 2 と、低膜厚高屈折率膜 H 2 1 と、を有することが好ましい。また、第 1 及び第 2 の多層膜 1 9 A 及び 1 9 B における低屈折率誘電体膜 L 2 及び高屈折率誘電体膜 H 2 は、発光層 1 4 から放出された光のそれぞれ低屈折率誘電体膜 L 2 及び高屈折率誘電体膜 H 2 内の波長の  $1/4$  に基づいた膜厚（例えば  $\lambda \times / 4 n$ （ $x$  は自然数）を満たす膜厚）を有し、低膜厚高屈折率膜は、前記発光層から放出された光の前記低膜厚高屈折率膜内の波長の  $1/8$  に基づいた膜厚（例えば  $\lambda \times / 8 n$ （ $x$  は自然数）を満たす膜厚）を有することが好ましい。

[0062] また、本実施例においては、中間誘電体膜 1 9 C が高屈折率誘電体膜 H 2 及び低屈折率誘電体膜 L 2 よりも小さなエッチング速度を有する場合について説明した。しかし、中間誘電体膜 1 9 C は、例えば、確実にエッチングを停止できる程度の膜厚、例えば上記した膜厚を有している透光性の膜であればよく、エッチング速度が他の層よりも小さい膜である場合に限定されない。また、中間誘電体膜 1 9 C は、第 1 の多層膜 1 9 A の上面を覆っていればよい。

[0063] 上記したように、本実施例においては、面発光レーザ 1 0 は、基板 1 1 と、基板 1 1 上に形成された第 1 の多層膜反射鏡 1 2 と、第 1 の多層膜反射鏡 1 2 上に形成され、発光層 1 4 を含む発光構造層 E M 1 と、発光構造層 E M 1 上に形成され、第 1 の多層膜反射鏡 1 2 との間で共振器 O C 1 を構成する第 2 の多層膜反射鏡 1 9 と、を有する。

[0064] また、第 2 の多層膜反射鏡 1 9 は、低屈折率材料からなる低屈折率膜 L 2 と低屈折率材料よりも大きな屈折率を有する高屈折率材料からなる高屈折率

膜H2とが交互に積層された第1の多層膜19Aと、第1の多層膜19Aの上面を覆いかつ発光層14から放出された光に対して透光性を有する中間誘電体膜19Cと、中間誘電体膜19Cの上面を部分的に覆うように形成され、低屈折率材料からなる低屈折率膜L2と高屈折率材料からなる高屈折率膜H2とが交互に積層された第2の多層膜19Bと、を含む。

[0065] また、中間誘電体膜19Cは、発光層14から放出される光の中間誘電体膜19C内の波長の $1/2$ に基づいた膜厚を有する。従って、安定した横モードの光を出射することが可能な面発光レーザ10（垂直共振器型発光素子）を提供することができる。

## 実施例 2

[0066] 図6は、実施例2に係る面発光レーザ30の上面図である。また、図7は、面発光レーザ30の断面図である。図7は、図6の7-7線に沿った断面図である。面発光レーザ30は、第2の反射鏡31及び金属膜32の構成を除いては、面発光レーザ30と同様の構成を有する。

[0067] 本実施例においては、第2の反射鏡31は、第2の反射鏡19の第2の反射鏡19Bに代えて、中間誘電体膜19Cの上面におい環状に形成された第2の多層膜31Aを有する。本実施例においては、第2の多層膜31Aは、円環状に形成された高屈折率誘電体膜H2及び低屈折率誘電体膜L2を有する。

[0068] また、金属膜32は、第2の多層膜31の内側において第2の多層膜31から露出する中間誘電体膜31Aの上面を含め、中間誘電体膜19C及び第2の多層膜31A上に形成されている。

[0069] なお、本実施例においては、第2の多層膜31Aは、第2の多層膜19Bと同様に、中間誘電体膜19Cとの界面に第2の低膜厚高屈折率誘電体膜H21を有する。中間誘電体膜19Cは、第1及び第2の低膜厚高屈折率誘電体膜H21間に形成されている。

[0070] 本実施例においては、さらに安定した横モードでレーザ発振を行う面発光レーザ30を提供することができる。具体的には、本実施例においては、共

振器OC1の中心軸CA上の領域においても高いミラー損失の領域が形成される。すなわち、共振器OC1内において、中心軸CAを中心として環状に高反射特性の領域が形成される。

[0071] これによって、当該環状の領域に光を閉じ込めつつレーザ発振を行わせることができる。従って、例えば、環状の領域の幅を調節することで、当該環状の領域で複数の固有モードを発現させることができる。

[0072] 例えば、第2の多層膜31Aは、7.5 $\mu$ mの外径W1を有し、2.5 $\mu$ mの内径W2を有する。例えばこのような環状の第2の多層膜31Aを形成することで、複数の位置の強度ピークを有する近視野像を生成することができる。また、このようなパターンの近視野像を有する光は、互いに干渉し合うことで、全体として狭角化されつつ出射される。すなわち、例えば、安定した単峰性のレーザ光を出射させることができる。

[0073] このように、本実施例においては、中間誘電体膜19Cを用いて環状の第2の多層膜31Aを有する第2の反射鏡31を形成することができる。従って、ミラー損失が小さい領域を安定して環状に形成し、これによって横モードが安定した面発光レーザ30を提供することができる。

### 実施例 3

[0074] 図8は、実施例3に係る面発光レーザ40の上面図である。また、図9は、面発光レーザ40の断面図である。面発光レーザ40は、第2の反射鏡41の構成を除いては、面発光レーザ10と同様の構成を有する。また、面発光レーザ40においては、第2の反射鏡41は、上面において光学的に露出している。

[0075] 本実施例においては、第2の反射鏡41は、最上面に低屈折率層L2を有する第1の多層膜41Aと、第1の多層膜41Aの低屈折率層L2上に形成された中間誘電体膜41Cと、中間誘電体膜41C上に形成され、中間誘電体膜41Cとの界面に高屈折率層H2を有する第2の多層膜41Bと、を有する。また、第2の多層膜41B及び中間誘電体膜41Cの上面には金属膜が設けられておらず、光学的に露出している。

- [0076] 図10は、第2の多層膜41の側面図である。本実施例においては、第1の多層膜41Aは、5ペアの低屈折率誘電体膜L2及び高屈折率誘電体膜H2と、5つ目の低屈折率誘電体膜L2が積層された構造を有する。また、第2の多層膜41Bは、5ペアの高屈折率誘電体層H2及び低屈折率誘電体膜L2とが積層された構造を有する。
- [0077] また、図10に示すように、本実施例においては、中間誘電体膜41Cは、第2の反射鏡41内において、第2の多層膜41Bの上面から5ペア目の高屈折率誘電体膜H2(5)と、6ペア目の低屈折率誘電体膜L2(6)との間に形成されている。
- [0078] 本実施例においては、第2の反射鏡41の上面が光学的に露出しており、その端面において光の反射条件が金属膜を設ける場合と異なる。この場合、上記のような位置に中間誘電体膜41Cを設けてエッチングすることで、大きなミラー損失を生じさせることができる。従って、例えば単峰性のレーザー光を安定して出射させることができる。
- [0079] なお、本実施例においても、例えば実施例2に示すように、第2の多層膜41Bが環状(筒状)に形成されていてもよい。この場合、実施例2と同様に、さらに安定した横モードでレーザー光を生成することができる。例えば、第2の多層膜41Bを環状に形成する場合、そのサイズとしては、9 $\mu$ mの外径W1と、3 $\mu$ mの内径W2と、が挙げられる。
- [0080] また、本実施例においても、第1及び第2の多層膜41A及び41Bの構成、並びに中間誘電体膜41Cの構成についても上記した場合に限定されない。例えば、第2の反射鏡41の上面を光学的に露出させる場合、第1の多層膜41Aの最も基板11側には低屈折率誘電体膜L2が設けられ、第1の多層膜41Aの最も中間誘電体膜41C側には低屈折率誘電体膜L2が設けられていること、及び、第2の多層膜41Bの最も上面側には低屈折率誘電体膜L2が設けられ、第2の多層膜41Bの最も中間誘電体膜41C側には高屈折率誘電体膜H2が設けられていることが好ましい。
- [0081] また、例えば、図10に示すように、第2の多層膜41Bは、それぞれ5

つの低屈折率誘電体膜L 2及び高屈折率誘電体膜H 2を有すること、及び、低屈折率誘電体膜L 2及び高屈折率誘電体膜H 2は、発光層1 4から放出された光のそれぞれ低屈折率誘電体膜L 2及び高屈折率誘電体膜H 2内の波長の $1/4$ に基づいた膜厚（例えば $\lambda \times / 4 n$ （ $x$ は自然数）を満たす膜厚）を有することが好ましい。

[0082] また、上記した種々の実施例のように、第2の反射鏡1 9、3 1及び4 1の内部に他の層よりも小さなエッチング速度を有する層を形成することで、好ましい反射特性の反射鏡を形成することができ、例えば安定した横モードの面発光レーザ1 0、3 0及び4 0（垂直共振器型発光素子）を提供することができる。

### 符号の説明

[0083] 1 0、3 0、4 0 面発光レーザ（垂直共振器型発光素子）

EM 1 発光構造層

1 4 発光層

1 9、3 1、4 1 第2の多層膜反射鏡

## 請求の範囲

- [請求項1] 基板と、  
前記基板上に形成された第1の多層膜反射鏡と、  
前記第1の多層膜反射鏡上に形成され、発光層を含む発光構造層と、  
、  
前記発光構造層上に形成され、前記第1の多層膜反射鏡との間で共振器を構成する第2の多層膜反射鏡と、を有し、  
前記第2の多層膜反射鏡は、低屈折率材料からなる低屈折率膜と前記低屈折率材料よりも大きな屈折率を有する高屈折率材料からなる高屈折率膜とが交互に積層された第1の多層膜と、前記第1の多層膜の上面を覆いかつ前記発光層から放出された光に対して透光性を有する中間膜と、前記中間膜の上面を部分的に覆うように形成され、前記低屈折率材料からなる低屈折率膜と前記高屈折率材料からなる高屈折率膜とが交互に積層された第2の多層膜と、を含み、  
前記中間膜は、前記発光層から放出される光の前記中間膜内の波長の $1/2$ に基づいた膜厚を有することを特徴とする垂直共振器型発光素子。
- [請求項2] 前記第1の多層膜の最も前記基板側には低屈折率膜が設けられ、前記第1の多層膜の最も前記中間膜側には前記高屈折率材料からなりかつ前記高屈折率膜よりも小さな膜厚を有する低膜厚高屈折率膜が設けられ、  
前記第2の多層膜の最も上面側には低屈折率膜が設けられ、前記第2の多層膜の最も前記中間膜側には前記高屈折率材料からなりかつ前記高屈折率膜よりも小さな膜厚を有する低膜厚高屈折率膜が設けられ、  
、  
前記第2の多層膜及び前記中間膜の上面は金属膜に覆われていることを特徴とする請求項1に記載の垂直共振器型発光素子。
- [請求項3] 前記第2の多層膜は、それぞれ5つの低屈折率膜及び高屈折率膜と

、前記低膜厚高屈折率膜と、を有し、

前記第1及び第2の多層膜における前記低屈折率膜及び前記高屈折率膜は、前記発光層から放出された光のそれぞれ前記低屈折率膜及び前記高屈折率膜内の波長の $1/4$ に基づいた膜厚を有し、

前記第1及び第2の多層膜における前記低膜厚高屈折率膜は、前記発光層から放出された光の前記低膜厚高屈折率膜内の波長の $1/8$ に基づいた膜厚を有することを特徴とする請求項2に記載の垂直共振器型発光素子。

[請求項4] 前記第1の多層膜の最も前記基板側には低屈折率膜が設けられ、前記第1の多層膜の最も前記中間膜側には低屈折率膜が設けられ、

前記第2の多層膜の最も上面側には低屈折率膜が設けられ、前記第2の多層膜の最も前記中間膜側には高屈折率膜が設けられ、

前記第2の多層膜及び前記中間膜の上面は光学的に露出していることを特徴とする請求項1に記載の垂直共振器型発光素子。

[請求項5] 前記第2の多層膜は、それぞれ5つの低屈折率膜及び高屈折率膜を有し、

前記第1及び第2の多層膜における前記低屈折率膜及び前記高屈折率膜は、前記発光層から放出された光のそれぞれ前記低屈折率膜及び前記高屈折率膜内の波長の $1/4$ に基づいた膜厚を有することを特徴とする請求項4に記載の垂直共振器型発光素子。

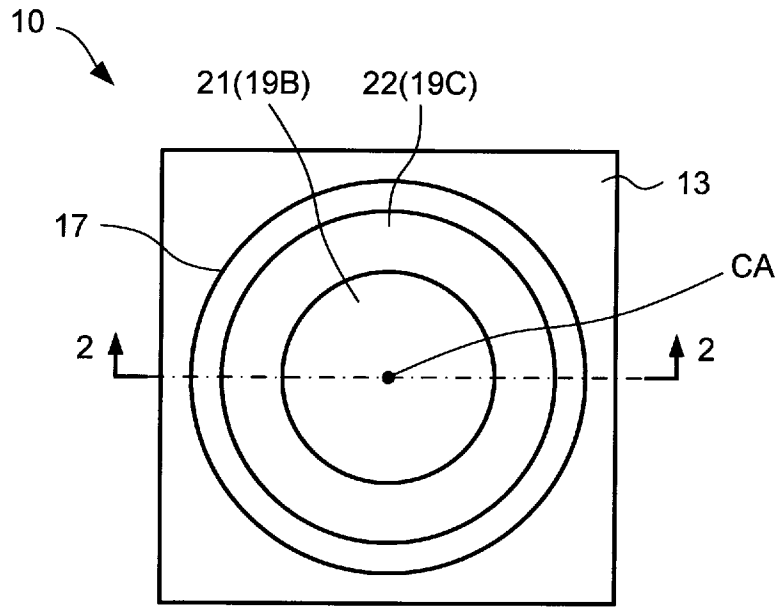
[請求項6] 前記第2の多層膜は、前記中間膜の上面において環状に形成されていることを特徴とする請求項1に記載の垂直共振器型発光素子。

[請求項7] 前記中間膜は、前記第2の多層膜の前記低屈折率膜及び前記高屈折率膜よりも小さなエッチング速度を有することを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1つに記載の垂直共振器型発光素子。

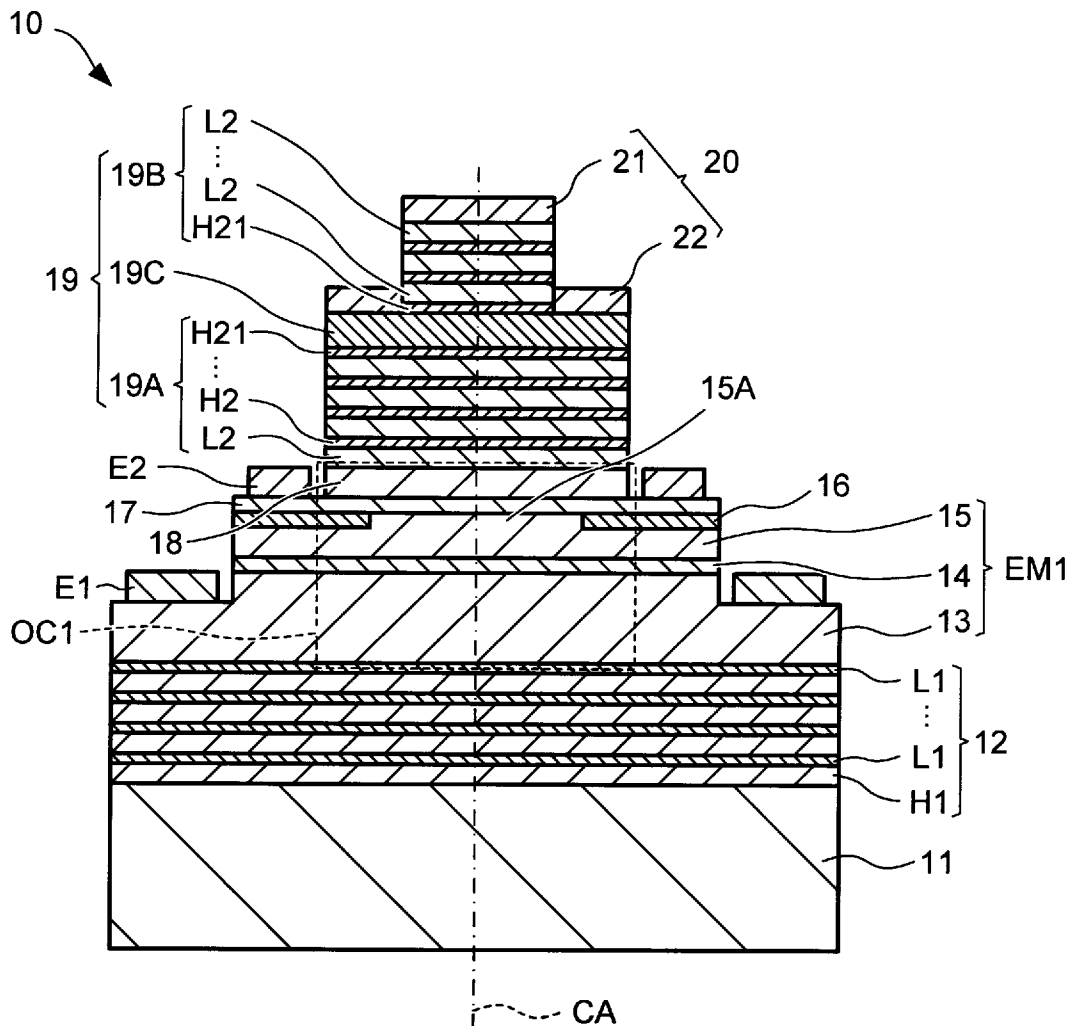
[請求項8] 前記高屈折率膜、前記低屈折率膜及び前記中間膜は、誘電体膜からなることを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1つに記載の垂直共振器型発光素子。

[請求項9] 前記中間膜は、 $Al_2O_3$ 膜又はAlN膜からなることを特徴とする請求項8に記載の垂直共振器型発光素子。

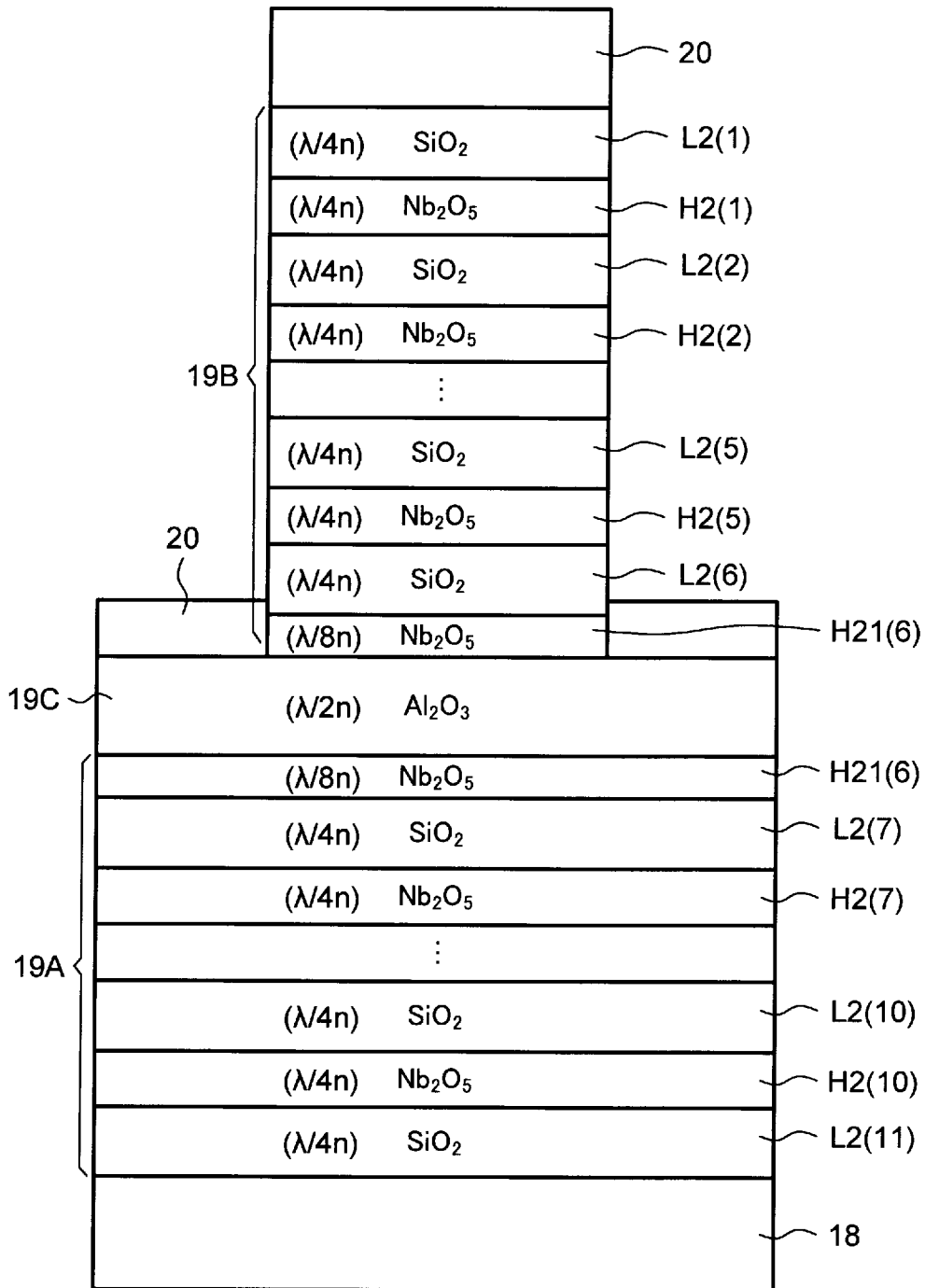
[図1]



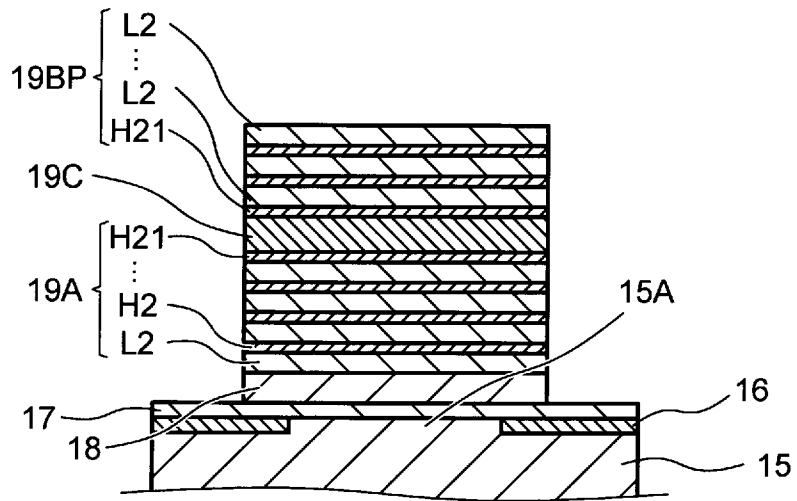
[図2]



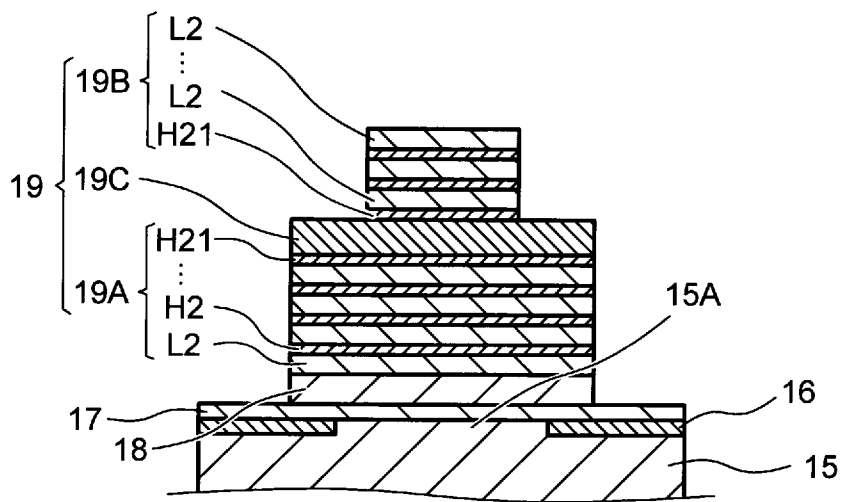
[図3]



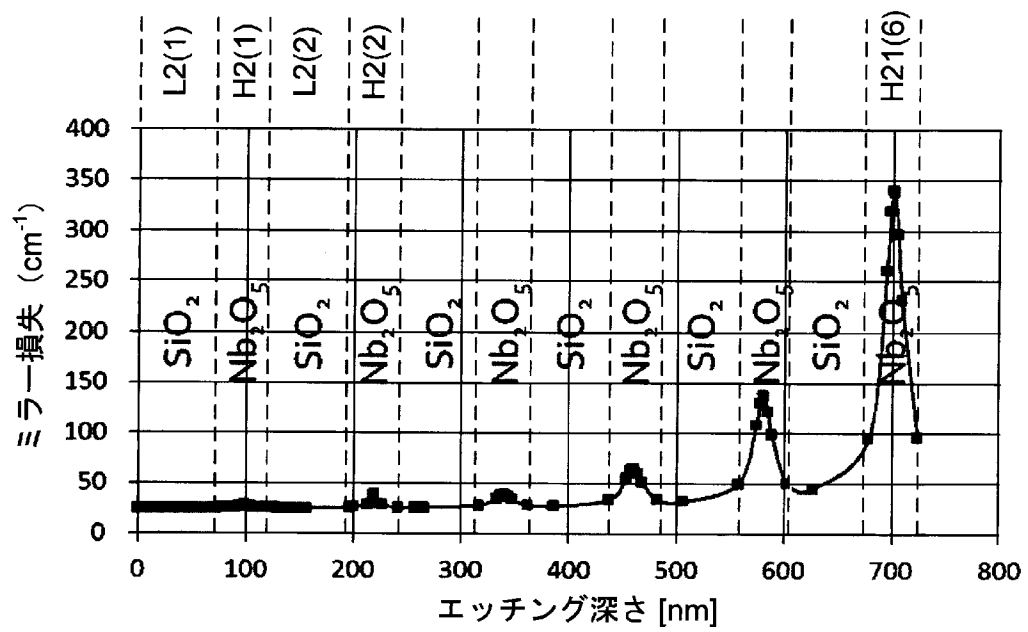
[図4A]



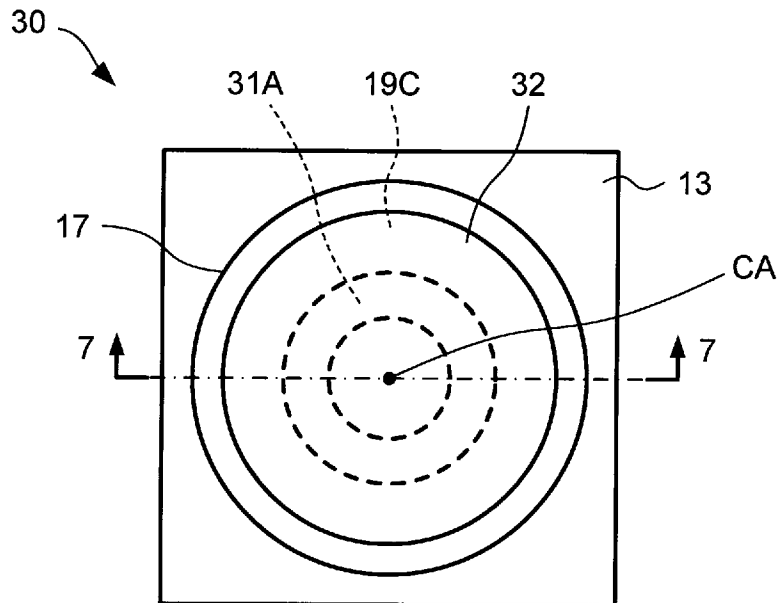
[図4B]



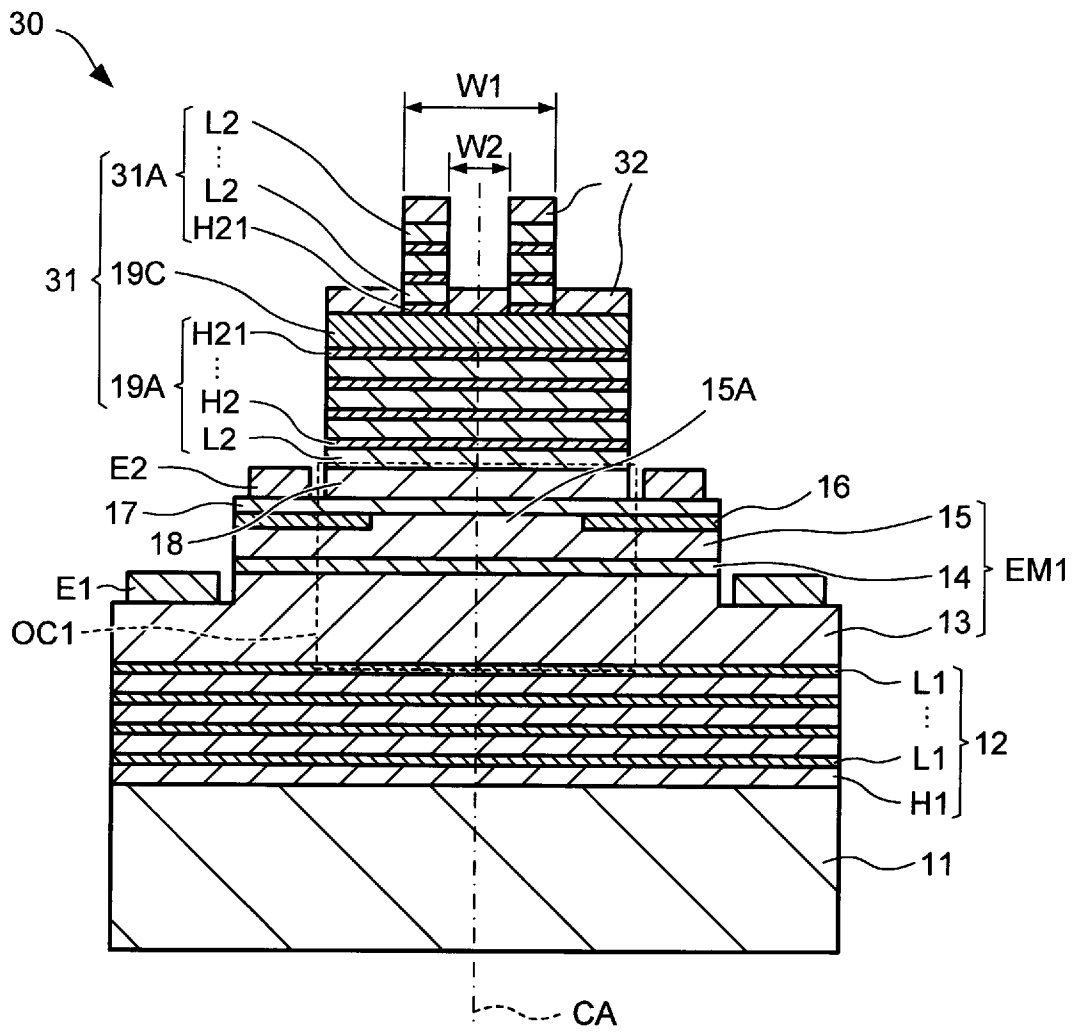
[図5]



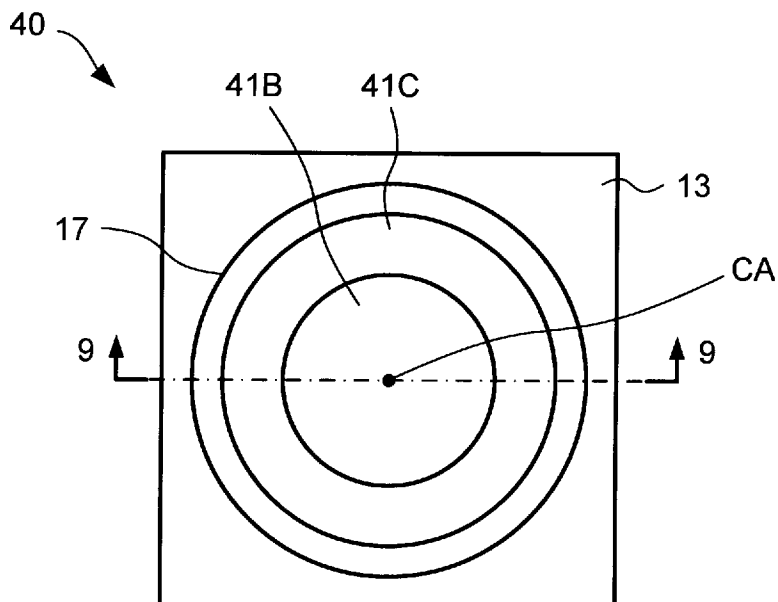
[図6]



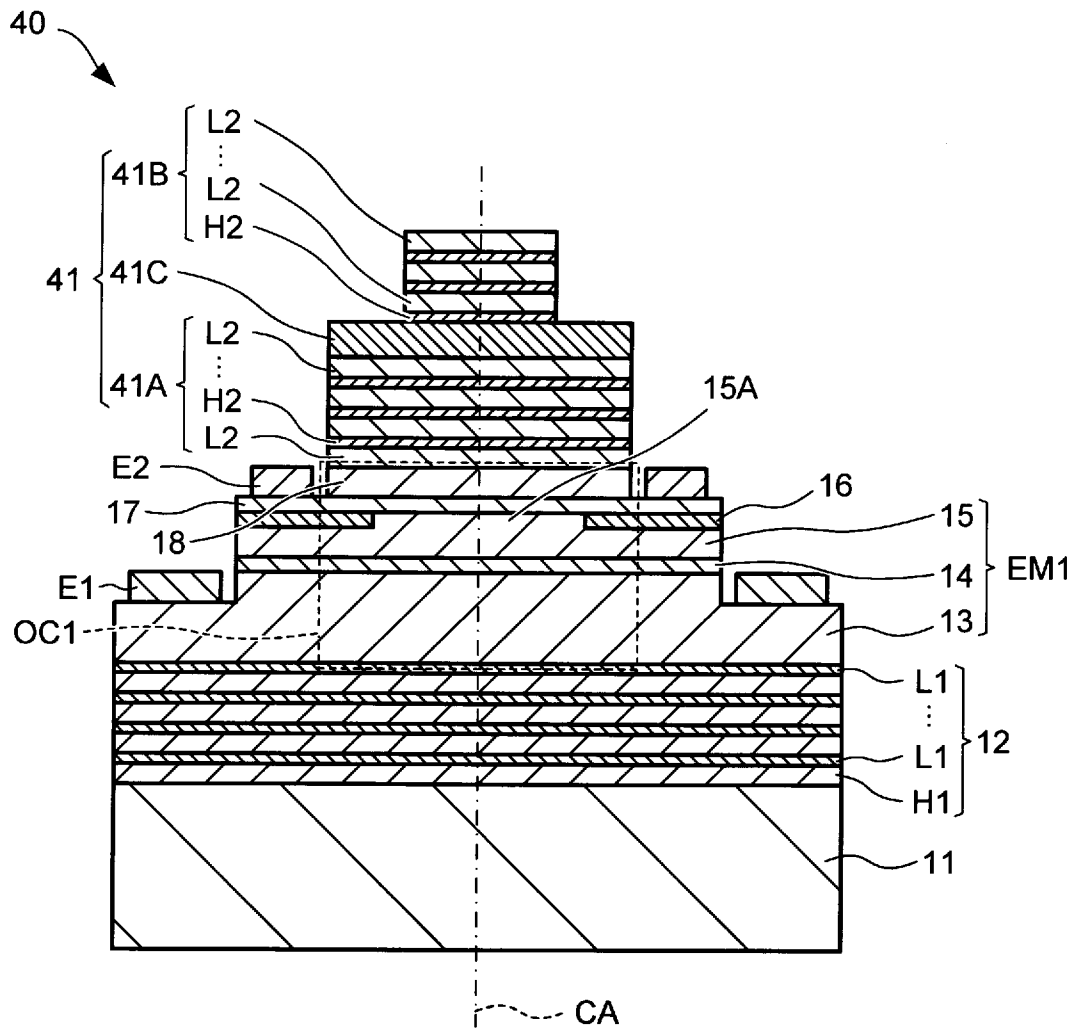
[図7]



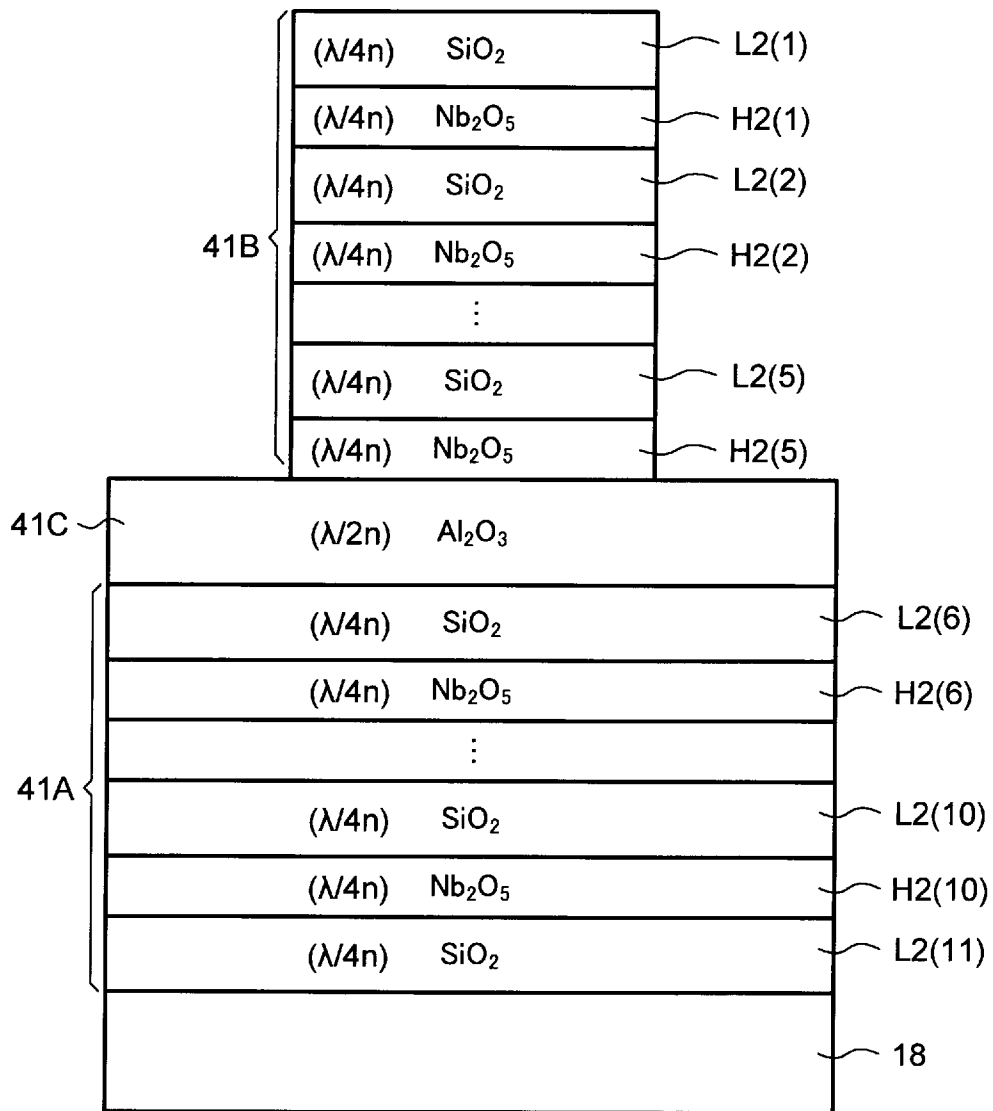
[図8]



[図9]



[図10]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/001693

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H01S5/183 (2006.01) i

FI: H01S5/183

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. H01S5/00-5/50

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.
A	JP 2005-353623 A (RICOH CO., LTD.) 22 December 2005, entire text, all drawings	1-9
A	JP 2014-036027 A (FUJI XEROX CO., LTD.) 24 February 2014, entire text, all drawings	1-9
A	JP 2016-004944 A (THE FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 12 January 2016, entire text, all drawings	1-9
A	JP 2017-204579 A (STANLEY ELECTRIC CO., LTD.) 16 November 2017, entire text, all drawings	1-9
A	US 6751245 B1 (OPTICAL COMMUNICATION PRODUCTS, INC.) 15 June 2004, entire text, all drawings	1-9

 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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
17.03.2020Date of mailing of the international search report  
31.03.2020Name 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/JP2020/001693

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 2016/0134083 A1 (THE BOARD OF TRUSTEES OF THE UNIVERSITY OF ILLINOIS) 12 May 2016, entire text, all drawings	1-9
A	US 2017/0214218 A1 (HEWLETT PACKARD ENTERPRISE DEVELOPMENT LP) 27 July 2017, entire text, all drawings	1-9

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/JP2020/001693

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2005-353623 A	22.12.2005	(Family: none)	
JP 2014-036027 A	24.02.2014	US 2014/0044438 A1 entire text, all drawings	
JP 2016-004944 A	12.01.2016	(Family: none)	
JP 2017-204579 A	16.11.2017	(Family: none)	
US 6751245 B1	15.06.2004	WO 2001/095443 A1 EP 1218987 A1 AU 5868600 A CA 2380659 A	
US 2016/0134083 A1	12.05.2016	(Family: none)	
US 2017/0214218 A1	27.07.2017	WO 2016/048268 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01S 5/183(2006.01)i FI: H01S5/183		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H01S5/00-5/50 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2005-353623 A（株式会社リコー）22.12.2005（2005-12-22） 全文,全図	1-9
A	JP 2014-036027 A（富士ゼロックス株式会社）24.02.2014（2014-02-24） 全文,全図	1-9
A	JP 2016-004944 A（古河電気工業株式会社）12.01.2016（2016-01-12） 全文,全図	1-9
A	JP 2017-204579 A（スタンレー電気株式会社）16.11.2017（2017-11-16） 全文,全図	1-9
A	US 6751245 B1（OPTICAL COMMUNICATION PRODUCTS, INC.）15.06.2004（2004-06-15） 全文,全図	1-9
A	US 2016/0134083 A1（THE BOARD OF TRUSTEES OF THE UNIVERSITY OF ILLINOIS）12.05.2016（2016-05-12） 全文,全図	1-9
<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。		
* 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 “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	
“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		
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日	
17.03.2020	31.03.2020	
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）  大西 孝宣 2K 6006  電話番号 03-3581-1101 内線 3255	

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	US 2017/0214218 A1 (HEWLETT PACKARD ENTERPRISE DEVELOPMENT LP) 27.07.2017 (2017 - 07 - 27) 全文, 全図	1-9
.....		

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/JP2020/001693

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2005-353623 A	22.12.2005	(ファミリーなし)	
JP 2014-036027 A	24.02.2014	US 2014/0044438 A1 全文,全図	
JP 2016-004944 A	12.01.2016	(ファミリーなし)	
JP 2017-204579 A	16.11.2017	(ファミリーなし)	
US 6751245 B1	15.06.2004	WO 2001/095443 A1 EP 1218987 A1 AU 5868600 A CA 2380659 A	
US 2016/0134083 A1	12.05.2016	(ファミリーなし)	
US 2017/0214218 A1	27.07.2017	WO 2016/048268 A1	