

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02018/003574

発行日 平成31年3月28日 (2019.3.28)

(43) 国際公開日 平成30年1月4日 (2018.1.4)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
HO1S	3/067 (2006.01)	HO1S 3/067	2H150
HO1S	3/10 (2006.01)	HO1S 3/10 D	5F172
GO2B	6/036 (2006.01)	GO2B 6/036	
GO2B	6/02 (2006.01)	GO2B 6/02 411	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 19 頁)

出願番号	特願2018-525069 (P2018-525069)	(71) 出願人	000005186 株式会社フジクラ
(21) 国際出願番号	PCT/JP2017/022535		東京都江東区木場1丁目5番1号
(22) 国際出願日	平成29年6月19日 (2017.6.19)	(74) 代理人	100143764 弁理士 森村 靖男
(31) 優先権主張番号	特願2016-235701 (P2016-235701)	(74) 代理人	100129296 弁理士 青木 博昭
(32) 優先日	平成28年12月5日 (2016.12.5)	(72) 発明者	北原 倫太郎 千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社 フジクラ 佐倉事業所内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	台原 美矢子 千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社 フジクラ 佐倉事業所内

最終頁に続く

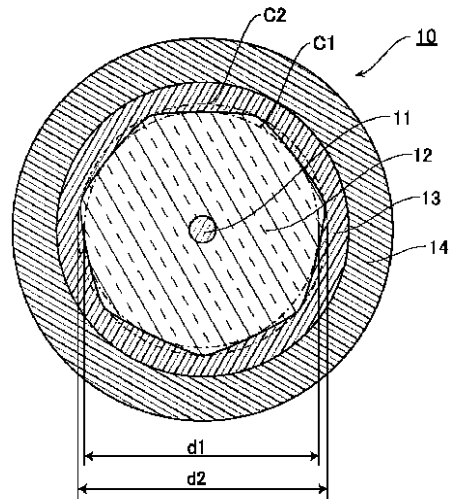
(54) 【発明の名称】 増幅用光ファイバ、及び、レーザ装置

(57) 【要約】

活性元素が添加されたコア11と、コア11を囲いコア11より屈折率が低い内側クラッド12と、内側クラッド12を囲い内側クラッド12より屈折率が低い外側クラッド13と、を備え、内側クラッド12は、コア11の中心軸を中心とするねじれが付加され、長手方向に垂直な断面において、内側クラッド12の外周は多角形の角に丸みを帯びた形状であり、当該多角形の頂点の数をn、内側クラッド12の外周の外接円C2の直径をd2、内側クラッド12の外周の内接円C1の直径をd1とするとときに下記式(1)及び下記式(2)で定義される角張り度cが0.15以上0.8以下である。

$$A = \cos(\pi/n) \dots (1)$$

$$c = \{1 - (d1/d2)\} / (1 - A) \dots (2)$$



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

活性元素が添加されたコアと、
前記コアを囲い前記コアより屈折率が低い内側クラッドと、
前記内側クラッドを囲い前記内側クラッドより屈折率が低い外側クラッドと、
を備え、
前記内側クラッドは、前記コアの中心軸を中心とするねじれが付加され、
長手方向に垂直な断面において、前記内側クラッドの外周は多角形の角に丸みを帯びた
形状とされ、

前記多角形の頂点の数を n 、前記内側クラッドの外周の外接円の直径を d_2 、前記内側
クラッドの外周の内接円の直径を d_1 とするとき下記式 (1) 及び下記式 (2) で定義
される角張り度 c が 0.15 以上 0.8 以下である
ことを特徴とする増幅用光ファイバ。

$$A = \cos(\pi/n) \cdots (1)$$

$$c = \{1 - (d_1/d_2)\} / (1 - A) \cdots (2)$$

【請求項 2】

前記角張り度 c が 0.25 以上である
ことを特徴とする請求項 1 に記載の増幅用光ファイバ。

【請求項 3】

長手方向に平行な方向の長さ 1 m 当たりでの前記ねじれの回転数を N とするとき下記
式 (3) が成り立つ
ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の増幅用光ファイバ。

$$c \times N \geq 0.75 \cdots (3)$$

【請求項 4】

下記式 (4) が成り立つ
ことを特徴とする請求項 3 に記載の増幅用光ファイバ。

$$c \times N \geq 2.5 \cdots (4)$$

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の増幅用光ファイバと、
前記増幅用光ファイバを伝搬する光を出射する少なくとも一つの光源と、
を備える
ことを特徴とするレーザ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、スキューモードの発生が抑制され得る増幅用光ファイバ及びレーザ装置に関
する。

【背景技術】

【0002】

ファイバレーザ装置は、集光性に優れ、パワー密度が高く、小さなビームスポットとな
る光が得られることから、レーザ加工分野、医療分野等の様々な分野において用いられて
いる。このようなファイバレーザ装置では、希土類元素が添加されたコアを有する希土類
添加ファイバが用いられる。また、ファイバレーザ装置に用いられる希土類添加ファイバ
では、コアにより多くの励起光を入射させるため、一般的にダブルクラッド構造が適用さ
れる。ダブルクラッド構造の希土類添加ファイバは、希土類元素が添加されたコアとコア
を囲う内側クラッドと内側クラッドを囲う外側クラッドとを有し、外側クラッドは内側ク
ラッドより屈折率が低い。内側クラッドに入射される励起光の少なくとも一部は、内側ク
ラッドと外側クラッドとの界面においてコア側に反射されてコアに入射し、コアに添加さ
れる希土類元素を励起する。

【0003】

10

20

30

40

50

しかし、上記のようなダブルクラッド構造の希土類添加ファイバにおいて、内側クラッドの断面形状が円形の場合、励起光が内側クラッドと外側クラッドとの界面において一定の角度で反射し続け、励起光がコアに入射せずに内側クラッドを伝搬する場合がある。このように、コアを通過せずにクラッドを伝搬する光をスキュー光という。スキュー光が生じると、コアに入射する励起光が少なくなるため、コアに添加される希土類元素が励起され難くなる。

【0004】

スキューモードの発生を抑制するための技術として、例えば、下記特許文献1には、断面形状が多角形のクラッドを有する光ファイバが中心軸を中心としてねじって固定される技術が開示されている。多角形のクラッドがこのようにねじって固定されることによって、クラッドを伝搬する励起光は、クラッドの外周面において反射角を変えながら反射を繰り返して、コアに入射し易くなると考えられる。

10

【0005】

【特許文献1】特開2001-13346号公報

【発明の概要】

【0006】

上記のように断面形状が多角形のクラッドを有する光ファイバは、一般的には、クラッドとなる部分の断面形状が多角形の光ファイバ用母材を線引きすることで作製される。しかし、線引きを行う際の熱によって角が丸くなり、クラッドの断面形状が円形に近くなる場合がある。このようにクラッドの断面形状が円形に近くなると、上記特許文献1に記載されている光ファイバのようにクラッドにねじりを加えたとしても、意図した通りにスキューモードを抑制できない場合がある。

20

【0007】

そこで本発明は、スキューモードの発生がより抑制され得る増幅用光ファイバ及びレーザー装置を提供することを目的とする。

【0008】

上記課題と解決するため、本発明の増幅用光ファイバは、活性元素が添加されたコアと、前記コアを囲い前記コアより屈折率が低い内側クラッドと、前記内側クラッドを囲い前記内側クラッドより屈折率が低い外側クラッドと、を備え、前記内側クラッドは、前記コアの中心軸を中心とするねじれが付加され、長手方向に垂直な断面において、前記内側クラッドの外周は多角形の角に丸みを帯びた形状であり、前記多角形の頂点の数を n 、前記内側クラッドの外周の外接円の直径を d_2 、前記内側クラッドの外周の内接円の直径を d_1 とするときに下記式(1)及び下記式(2)で定義される角張り度 c が 0.15 以上 0.8 以下であることを特徴とする。

30

$$A = \cos(\quad / n) \quad \dots (1)$$

$$c = \{ 1 - (d_1 / d_2) \} / (1 - A) \quad \dots (2)$$

【0009】

また、本発明のレーザー装置は、上記増幅用光ファイバと、前記増幅用光ファイバを伝搬する光を出射する少なくとも一つの光源と、を備えることを特徴とする。

【0010】

内側クラッドの外周の外接円は、光ファイバの長手方向に垂直な断面において内側クラッドを内側に含み得る円のうち最小面積となる円であり、この外接円は、上記のように内側クラッドの外周は多角形の角に丸みを帯びた形状であるため、内側クラッドの外周の各面取りされた頂点に接する。また、内側クラッドの外周の内接円は、光ファイバの長手方向に垂直な断面において内側クラッドの外周より内側に形成される円のうち最大面積となる円であり、この内接円は、内側クラッドの外周の各辺に接する。なお、上記内接円の直径 d_1 及び外接円の直径 d_2 は、光ファイバの長手方向に垂直な任意の一断面において求められるものである。

40

【0011】

上記増幅用光ファイバでは、内側クラッドは内側クラッドより屈折率が高いコアと内側

50

クラッドより屈折率が低い外側クラッドとに挟まれており、内側クラッドに入射される励起光をコアに入射させることができる。また、本発明者らは、長手方向に垂直な断面における内側クラッドの外周が多角形の角に丸みを帯びた形状となる場合であっても、上記角張り度 c が 0.15 以上であれば、内側クラッドを上記のようにねじることによってスキューモードの発生が抑制され得ることを見出した。スキューモードの発生が抑制されると、内側クラッドに入射される励起光は活性元素が添加されたコアに入射し易くなり、コアを伝搬する光を増幅させ易くなる。

【0012】

なお、 A は正確な正多角形の内接円の直径と外接円の直径の比（内接円の直径 / 外接円の直径）と等しい。よって、仮に内側クラッドの外周が正確な正多角形とされる場合には、 $d_1 / d_2 = A$ となるため、角張り度 c は 1 となる。また、仮に内側クラッドの外周が円形とされる場合には、 $d_1 / d_2 = 1$ となるため、角張り度 c は 0 となる。このように角張り度 c は 0 以上 1 以下の数値であり、角張り度 c が 1 に近い場合は内側クラッドの外周が正確な正多角形に近く、角張り度 c が 0 に近い場合は内側クラッドの外周が円形に近いことを意味する。よって、スキューモードの発生を抑制する観点からは、角張り度 c ができる限り 1 に近いことが好ましい。しかし、本発明者らは、角張り度 c が 0.8 以下であっても、内側クラッドを上記のようにねじることによってスキューモードの発生が抑制され得ることを見出した。また、角張り度 c を 0.8 以下とする場合、光ファイバ用母材を線引きする際の加熱温度をある程度高くすることができるため、コアに添加された活性元素が結晶化することが抑制され得る。このように活性元素の結晶化が抑制されることにより、増幅用光ファイバの伝送損失が増大することが抑制され得る。特に高出力化のために活性元素が高濃度でコアに添加される増幅用光ファイバでは、活性元素の結晶化を抑制することが有効である。

【0013】

また、前記角張り度 c は 0.25 以上であることがより好ましい。

【0014】

角張り度 c が 0.25 以上である場合、内側クラッドを上記のようにねじることによってスキューモードの発生がより抑制され得る。

【0015】

また、長手方向に平行な方向の長さ 1 m 当たりでの前記ねじれの回転数を N とするとき下記式 (3) が成り立つことが好ましく、下記式 (4) が成り立つことがより好ましい。

$$c \times N \geq 0.75 \quad \dots (3)$$

$$c \times N \geq 2.5 \quad \dots (4)$$

【0016】

角張り度 c が上記のように 0.15 以上であれば、角張り度 c がある程度小さい場合であっても、上記ねじれの回転数 N が増やされることで上記式 (3) の条件が満たされることにより、スキューモードの発生が抑制され得る。また、上記式 (4) の条件が満たされることにより、スキューモードの発生がより抑制され得る。また、角張り度 c がある程度大きい場合は、上記ねじれの回転数 N が減らされても、上記式 (3) の条件が満たされることにより、スキューモードの発生が抑制され得る。上記ねじれの回転数 N が減らされることにより、増幅用光ファイバの製造時に上記のようなねじれが内側クラッドに加えられする場合において、増幅用光ファイバの製造誤差等が抑制され得る。以下、増幅用光ファイバ長手方向に平行な方向の長さ 1 m 当たりでの内側クラッドに付加されるねじれの回転数を単に「ねじれ量 N 」という場合がある。

【0017】

以上のように本発明によれば、スキューモードの発生が抑制され得る増幅用光ファイバ及びレーザ装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0018】

10

20

30

40

50

【図 1】本発明の第 1 実施形態にかかるレーザ装置を示す概略図である。

【図 2】図 1 に示す増幅用光ファイバの長手方向に垂直な断面の様子を示す図である。

【図 3】本発明の第 2 実施形態にかかるレーザ装置を示す概略図である。

【図 4】増幅用光ファイバの長さが増幅用光ファイバで吸収された光の量との関係を示すグラフである。

【図 5】角張り度 c とねじれ量 N との積に対するスキュー抑制指数の関係を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明に係る増幅用光ファイバ及びレーザ装置の好適な実施形態について図面を参照しながら詳細に説明する。以下に例示する実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更、改良することができる。なお、理解の容易のため、それぞれの図のスケールと、以下の説明に記載のスケールとが異なる場合がある。

【0020】

(第 1 実施形態)

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係るレーザ装置を示す図である。図 1 に示すように、本実施形態のレーザ装置 1 は、増幅用光ファイバ 10、励起光源 20、光コンバイナ 40、増幅用光ファイバ 10 の一方側に接続される光ファイバ 35、光ファイバ 35 に設けられる第 1 FBG (Fiber Bragg Grating) 31、増幅用光ファイバ 10 の他方側に接続される光ファイバ 36、及び、光ファイバ 36 に設けられる第 2 FBG 32 を主な構成として備える。また、レーザ装置 1 において、増幅用光ファイバ 10、第 1 FBG 31、及び、第 2 FBG 32 によって共振器が構成される。

【0021】

励起光源 20 は、複数のレーザダイオード 21 から構成され、レーザダイオード 21 は、本実施形態においては、例えば、GaAs 系半導体を材料としたファブリペロー型半導体レーザであり中心波長が 915 nm の励起光を出射する。また、励起光源 20 のそれぞれのレーザダイオード 21 は光ファイバ 25 に接続されており、レーザダイオード 21 から出射する励起光は光ファイバ 25 を例えばマルチモード光として伝播する。

【0022】

図 2 は、図 1 に示す増幅用光ファイバ 10 の長手方向に垂直な断面の様子を示す図である。図 2 に示すように増幅用光ファイバ 10 は、コア 11 と、コア 11 の外周面を隙間なく囲む内側クラッド 12 と、内側クラッド 12 の外周面を被覆する外側クラッド 13 と、外側クラッド 13 を被覆する被覆層 14 とを主な構成として備え、いわゆるダブルクラッド構造とされている。内側クラッド 12 の屈折率はコア 11 の屈折率よりも低く、外側クラッド 13 の屈折率は内側クラッド 12 の屈折率よりも低くされている。

【0023】

コア 11 を構成する材料としては、例えば、屈折率を上昇させるゲルマニウム (Ge) 等の元素、及び、励起光源 20 から出射される励起光により励起されるイッテルビウム (Yb) 等の活性元素が添加された石英が挙げられる。このような活性元素としては、希土類元素が挙げられ、希土類元素としては、上記 Yb の他にトリウム (Tm)、セリウム (Ce)、ネオジウム (Nd)、ユーロピウム (Eu)、エルビウム (Er) 等が挙げられる。さらに活性元素として、希土類元素の他に、ビスマス (Bi) 等を挙げることができる。

【0024】

内側クラッド 12 は、コア 11 の中心軸を中心とするねじれが付加されている。また、長手方向に垂直な断面において、内側クラッド 12 の外周は多角形の角に丸みを帯びた形状とされる。本実施形態の内側クラッド 12 の外周は、正七角形の角に丸みを帯びた形状とされる。具体的には、長手方向に垂直な断面における内側クラッド 12 の外周は、下記式 (1) 及び下記式 (2) で定義される角張り度 c が 0.15 以上 0.8 以下とされる。

10

20

30

40

50

ここで、 n は多角形の頂点の数であり、本実施形態では上記の通り $n = 7$ である。また、 d_2 は内側クラッド 12 の外周の外接円 C_2 の直径であり、 d_1 は内側クラッド 12 の外周の内接円 C_1 の直径である。

$$A = \cos(\pi/n) \cdots (1)$$

$$c = \{1 - (d_1/d_2)\} / (1 - A) \cdots (2)$$

【0025】

このような内側クラッド 12 を構成する材料としては、例えば、何らドーパントが添加されていない純粋石英を挙げることができる。なお、内側クラッド 12 の材料には、屈折率を低下させるフッ素 (F) 等の元素が添加されてもよい。

【0026】

外側クラッド 13 は、樹脂または石英から成る。このような樹脂としては例えば紫外線硬化樹脂が挙げられ、石英としては例えば内側クラッド 12 よりもさらに屈折率が低くなるように屈折率を低下させるフッ素 (F) 等のドーパントが添加された石英が挙げられる。

【0027】

被覆層 14 を構成する材料としては、例えば、紫外線硬化樹脂が挙げられ、外側クラッド 13 が樹脂の場合、外側クラッドを構成する樹脂とは異なる紫外線硬化樹脂とされる。

【0028】

増幅用光ファイバ 10 の一方側に接続される光ファイバ 35 は、活性元素が添加されていないコアと、このコアの外周面を隙間なく囲む内側クラッドと、この内側クラッドの外周面を被覆する外側クラッドと、外側クラッドを被覆する被覆層とを主な構成として備える。光ファイバ 35 のコアは、活性元素が添加されていないことを除いて増幅用光ファイバ 10 のコア 11 と略同様の構成とされる。光ファイバ 35 のコアは増幅用光ファイバ 10 のコア 11 と接続され、光ファイバ 35 の内側クラッドは増幅用光ファイバ 10 の内側クラッド 12 と接続されている。また、光ファイバ 35 のコアには、第 1 ミラーとしての第 1 FBG 31 が設けられている。こうして第 1 FBG 31 は、増幅用光ファイバ 10 の一方側に設けられている。第 1 FBG 31 は、光ファイバ 35 の長手方向に沿って周期的に屈折率が高くなる部分が繰り返されており、この周期が調整されることにより、励起状態とされた増幅用光ファイバ 10 の活性元素が放出する光のうち少なくとも一部の波長の光を反射するように構成されている。第 1 FBG 31 の反射率は、後述の第 2 FBG 32 の反射率よりも高く、活性元素が放出する光のうち所望の波長の光を 90% 以上で反射することが好ましく、99% 以上で反射することがより好ましい。また第 1 FBG 31 が反射する光の波長は、上述のように活性元素がイッテルビウムである場合、例えば 1090 nm とされる。

【0029】

増幅用光ファイバ 10 の他方側に接続される光ファイバ 36 は、活性元素が添加されていないコアと、このコアの外周面を隙間なく囲むクラッドと、このクラッドの外周面を被覆する被覆層とを主な構成として備える。光ファイバ 36 のコアは増幅用光ファイバ 10 のコア 11 と接続され、光ファイバ 36 のクラッドは増幅用光ファイバ 10 の内側クラッド 12 と接続されている。また、光ファイバ 36 のコアには、第 2 ミラーとしての第 2 FBG 32 が設けられている。こうして第 2 FBG 32 は、増幅用光ファイバ 10 の他方側に設けられている。第 2 FBG 32 は、光ファイバ 36 の長手方向に沿って一定の周期で屈折率が高くなる部分が繰り返されており、第 1 FBG 31 が反射する光のうち少なくとも一部の波長の光を第 1 FBG 31 よりも低い反射率で反射するように構成される。第 2 FBG 32 は、第 1 FBG 31 が反射する光のうち少なくとも一部の波長の光を 5% ~ 50% の反射率で反射することが好ましく、5% ~ 10% の反射率で反射することがより好ましい。また、本実施形態では光ファイバ 36 の増幅用光ファイバ 10 側と反対側の他端には特に何も接続されていないが、ガラスロッド等が接続されても良い。

【0030】

光コンバイナ 40 では、それぞれの光ファイバ 25 のコアと光ファイバ 35 の内側クラ

10

20

30

40

50

ッドとが接続されている。従って、それぞれのレーザダイオード 21 から出射する励起光が伝播する光ファイバ 25 と増幅用光ファイバ 10 の内側クラッド 12 とは、光ファイバ 35 の内側クラッドを介して光学的に結合されている。

【0031】

次に、本実施形態におけるレーザ装置 1 の動作及び作用について説明する。

【0032】

まず、励起光源 20 のそれぞれのレーザダイオード 21 から励起光が出射されると、この励起光が光ファイバ 35 の内側クラッドを介して、増幅用光ファイバ 10 の内側クラッド 12 に入射する。内側クラッド 12 は内側クラッド 12 より屈折率が高いコア 11 と内側クラッド 12 より屈折率が低い外側クラッド 13 とに挟まれており、内側クラッド 12 に入射した励起光は主に内側クラッド 12 を伝播してコア 11 に入射する。このようにコア 11 に入射する励起光は、コア 11 に添加されている活性元素を励起する。励起状態とされた活性元素は、特定の波長の自然放出光を放出する。このときの自然放出光は、例えば活性元素がイッテルビウムである場合、1090nm の波長を含み一定の波長帯域を有する光である。この自然放出光は、増幅用光ファイバ 10 のコア 11 を伝播して、一部の波長の光が第 1FBG31 により反射され、このように反射された光のうち第 2FBG32 が反射する波長の光が第 2FBG32 で反射されて、共振器内を往復する。そして、第 1FBG31 及び第 2FBG32 で反射される光が増幅用光ファイバ 10 のコア 11 を伝播するときに、誘導放出が生じてこの光が増幅され、共振器内における利得と損失が等しくなったところでレーザ発振状態となる。そして、第 1FBG31 と第 2FBG32 との間を共振する光のうち一部の光が第 2FBG32 を透過して、光ファイバ 36 の端部から出射する。

10

20

【0033】

ところで、増幅用光ファイバ 10 では、上記のように、長手方向に垂直な断面において内側クラッド 12 の外周は多角形の角に丸みを帯びた形状である。すなわち、内側クラッド 12 の外周面は、角度が異なる複数の面を有して構成される。また、内側クラッド 12 は、コア 11 の中心軸を中心とするねじれが付加されている。このような内側クラッド 12 を伝搬する励起光は、内側クラッド 12 と外側クラッド 13 との界面において反射角を変えながら反射を繰り返し易くなり、スキューモードの発生が抑制され得る。従って、増幅用光ファイバ 10 では、励起光がコア 11 に入射し易く、コア 11 に添加される活性元素が励起され易いので、コア 11 を伝搬する光が増幅され易い。

30

【0034】

また、内側クラッド 12 は、上記のように、角張り度 c が 0.15 以上 0.8 以下である。本発明者らは、長手方向に垂直な断面における内側クラッド 12 の外周が多角形の角に丸みを帯びた形状となる場合であっても、上記角張り度 c が 0.15 以上であれば、内側クラッド 12 に上記のようなねじれが付加されることによってスキューモードの発生が抑制され得ることを見出した。スキューモードの発生をより抑制し易くする観点からは、角張り度 c が 0.25 以上であることが好ましい。

【0035】

なお、角張り度 c は、円の場合には 0 となり、正確な正多角形の場合には 1 となる。よって、スキューモードの発生を抑制する観点からは、角張り度 c ができる限り 1 に近いことが好ましい。しかし、本発明者らは、角張り度 c が 0.8 以下であっても、内側クラッド 12 に上記のようなねじれが付加されることによってスキューモードの発生が抑制され得ることを見出した。また、角張り度 c を 0.8 以下とする場合、光ファイバ用母材を線引きする際の加熱温度をある程度高くすることができるため、コア 11 に添加された活性元素が結晶化することが抑制され得る。このように活性元素の結晶化が抑制されることによって、増幅用光ファイバ 10 の伝送損失が増大することが抑制され得る。特に高出力化のために活性元素が高濃度でコアに添加される増幅用光ファイバ 10 では、活性元素の結晶化を抑制することが有効である。

40

【0036】

50

また、長手方向に平行な方向の長さ 1 m 当たりでの内側クラッド 1 2 に付加されるねじれの回転数を N とするとき下記式 (3) が成り立つことが好ましく、下記式 (4) が成り立つことがより好ましい。

$$c \times N \leq 0.75 \quad \dots (3)$$

$$c \times N \leq 2.5 \quad \dots (4)$$

【 0 0 3 7 】

角張り度 c が上記のように 0.15 以上であれば、角張り度 c がある程度小さい場合であっても、ねじれ量 N が増やされることで上記式 (3) の条件が満たされることにより、スキューモードの発生が抑制され得る。また、上記式 (4) の条件が満たされることにより、スキューモードの発生がより抑制され得る。また、角張り度 c がある程度大きい場合は、ねじれ量 N が減らされても、上記式 (3) の条件が満たされることにより、スキューモードの発生が抑制され得る。ねじれ量 N が減らされることにより、増幅用光ファイバ 1 0 の製造時に光ファイバ用母材を回転させて上記のようなねじれが内側クラッド 1 2 に付加される場合において、増幅用光ファイバ 1 0 の製造誤差等が抑制され得る。また、ねじれ量 N が減らされることにより、増幅用光ファイバ 1 0 を上記のように製造する際に紡糸速度が低下することを抑制し得るため、内側クラッド 1 2 がねじれを有する増幅用光ファイバ 1 0 を製造し易くなる。このような観点から、ねじれ量 N の上限は、30 以下であることが好ましく、15 以下であることがより好ましい。したがって、 $c \times N$ の上限は、上記のように角張り度 c の上限が 0.8 であることから、2.4 以下であることが好ましく、1.2 以下であることがより好ましい。

10

20

【 0 0 3 8 】

また、内側クラッド 1 2 に付加されるねじれは、恒久的なねじれであることが好ましい。ここで、恒久的なねじれとは、ねじられていない光ファイバを製造した後に加えられるねじれではなく、光ファイバの製造時に加えられるねじれを意味する。内側クラッド 1 2 に付加されるねじれが恒久的なねじれであることによって、ねじれに起因する弾性応力によってコア 1 1 の屈折率が不均一に変動することが抑制される。このため、コア 1 1 を伝搬する光がマルチモードで伝搬する場合、モード結合が抑制され得る。

【 0 0 3 9 】

なお、上記のように光ファイバ用母材を回転させて増幅用光ファイバ 1 0 を製造するとき、コア 1 1 が僅かに螺旋状となって偏心する場合がある。この場合、上記内接円 $C 1$ の中心に対するコア 1 1 の偏心量は $5 \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。このようにコア 1 1 の偏心量が抑制されることによって、増幅用光ファイバ 1 0 を他の光ファイバと接続し易くなる。

30

【 0 0 4 0 】

(第 2 実施形態)

次に、本発明の第 2 実施形態について図 3 を参照して詳細に説明する。なお、第 1 実施形態と同一又は同等の構成要素については、特に説明する場合を除き、同一の参照符号を付して重複する説明は省略することがある。

【 0 0 4 1 】

図 3 は、本実施形態に係るレーザ装置を示す図である。図 3 に示すように、本実施形態のレーザ装置 2 は、MO - PA (Master Oscillator Power Amplifier) 型のファイバレーザ装置とされる点において第 1 実施形態のレーザ装置 1 と異なる。従って、本実施形態のレーザ装置 2 は、種光源 7 0 及び種光源 7 0 に接続される光ファイバ 3 0 を備える。

40

【 0 0 4 2 】

種光源 7 0 は、例えば、レーザダイオードやファイバレーザ等からなる。光ファイバ 3 0 は、活性元素が添加されていないコアと、このコアの外周面を隙間なく囲むクラッドと、このクラッドの外周面を被覆する被覆層とを主な構成として備える。種光源 7 0 から射出する種光は、光ファイバ 3 0 のコアを伝搬する。

【 0 0 4 3 】

本実施形態では、光コンバイナ 5 0 において、それぞれの光ファイバ 2 5 が光ファイバ

50

30と共に増幅用光ファイバ10の一端に接続されている。具体的には、増幅用光ファイバ10のコア11に光ファイバ30のコアが光学的に結合するように、増幅用光ファイバ10のコア11と光ファイバ30のコアとが接続されている。従って、種光源70から出射する種光は光ファイバ30のコアを介して増幅用光ファイバ10のコア11に入射してコア11を伝搬する。また、それぞれの光ファイバ25のコアが増幅用光ファイバ10の内側クラッド12と光学的に結合するように、それぞれの光ファイバ25のコアと増幅用光ファイバ10の内側クラッド12とが接続されている。従って、励起光源20のそれぞれのレーザダイオード21が出射する励起光は、光ファイバ25を介して増幅用光ファイバ10の内側クラッド12に入射して、主に内側クラッド12を伝搬し、コア11に添加されている活性元素を励起する。このため、コア11を伝搬する種光は、励起状態とされた活性元素の誘導放出により増幅されて、増幅された種光が増幅用光ファイバ10から出力光として出射する。増幅用光ファイバ10から出射する光は第1実施形態と同様に光ファイバ36を介して出射する。

10

【0044】

本実施形態においても、増幅用光ファイバ10が用いられることによって、スキューモードの発生を抑制し得る。

【0045】

以上、本発明について、上記実施形態を例に説明したが、本発明はこれらに限定されるものではない。例えば、上記実施形態では、長手方向に垂直な断面において内側クラッド12の外周が正七角形の角に丸みを帯びた形状である例を示して説明した。しかし、長手方向に垂直な断面において内側クラッド12の外周は、多角形の角に丸みを帯びた形状であれば特に限定されず、例えば正六角形や正八角形等の角に丸みを帯びた形状であっても良い。

20

【実施例】

【0046】

以下、実施例及び比較例を挙げて本発明をより具体的に説明するが、本発明は、以下の実施例に限定されるものではない。

【0047】

<実施例1>

上記増幅用光ファイバ10と同様の光ファイバを以下の方法で作製した。まず、増幅用光ファイバ10を構成するコア11及び内側クラッド12と同じ屈折率分布を持つガラスで構成される光ファイバ用母材を準備した。すなわち、コア11となる円柱状の材料の外周面を内側クラッド12となる材料によって隙間なく囲われた、長手方向に垂直な断面形状が正七角形である光ファイバ用母材を準備した。次に、長手方向が垂直となるようにこの光ファイバ用母材を懸架した。そして、光ファイバ用母材を線引炉に配置し、光ファイバ用母材の下端部を加熱した。次に、加熱された光ファイバ用母材の下端部から熔融したガラスを所定の線引速度で線引炉から引き出して冷却した。このとき、角張り度 c が0.55となるように線引き張力を調整した。また、中心軸を中心として光ファイバ用母材を回転させながら線引きすることによって、内側クラッド12にねじれを付加した。線引き中に光ファイバ用母材の回転速度を変化させることにより、下記表1に示すようにねじれ量 N を変化させた。その後、紫外線硬化樹脂等からなる外側クラッド13及び被覆層14で内側クラッド12の外周面を被覆することによって、実施例1に係る増幅用光ファイバを作製した。なお、コアと内側クラッドとの比屈折率差は0.12%であった。

30

40

【0048】

長手方向に垂直な断面における光ファイバ用母材の外周形状(内側クラッドの外周形状)、内側クラッドの長手方向に垂直な断面の角張り度 c 、内側クラッドのねじれ量 N 、 $c \times N$ の値を、以下に説明する他の実施例及び比較例と共に下記表1に纏めて示した。

【0049】

<比較例1>

線引きする際に光ファイバ用母材に回転を加えなかったこと以外は実施例1と同様にし

50

て増幅用光ファイバを作製した。

【0050】

<実施例2>

角張り度 c を 0.25 とし、ねじれ量 N を下記表 1 に示すように変化させたこと以外は、実施例 1 と同様にして増幅用光ファイバを作製した。

【0051】

<実施例3>

角張り度 c を 0.15 とし、ねじれ量 N を下記表 1 に示すように変化させたこと以外は、実施例 1 と同様にして増幅用光ファイバを作製した。

【0052】

<実施例4>

長手方向に垂直な断面における光ファイバ用母材の外周形状を正六角形とし、角張り度 c を 0.34 とし、ねじれ量 N を下記表 1 に示すように変化させたこと以外は、実施例 1 と同様にして増幅用光ファイバを作製した。

【0053】

<比較例2>

線引きする際に光ファイバ用母材に回転を加えなかったこと以外は実施例 4 と同様にして増幅用光ファイバを作製した。

【0054】

<実施例5>

長手方向に垂直な断面における光ファイバ用母材の外周形状を正八角形とし、角張り度 c を 0.64 とし、ねじれ量 N を下記表 1 に示すように変化させたこと以外は、実施例 1 と同様にして増幅用光ファイバを作製した。

【0055】

<比較例3>

線引きする際に光ファイバ用母材に回転を加えなかったこと以外は実施例 5 と同様にして増幅用光ファイバを作製した。

【0056】

<比較例4～6>

角張り度 c を 0.09 とし、ねじれ量 N を下記表 1 に示すように変化させたこと以外は、実施例 1 と同様にして増幅用光ファイバを作製した。

【0057】

(スキューモード抑制効果の評価)

上記の実施例及び比較例に係る増幅用光ファイバについて、以下に説明する方法でスキューモードの抑制効果を評価した。

【0058】

スキューモード抑制効果は、以下のようにスキュー抑制指数 を定義することによって行った。スキュー抑制指数 は、下記式(5)で定義した。

$$= L / s \cdots (5)$$

【0059】

ここで、 L 及び s は以下のように求めた。まず、増幅用光ファイバを内径が 130 mm となる渦状に巻いた。以下、このように渦状に巻かれた光ファイバをファイバコイルという。このように増幅用光ファイバを渦状に巻くことによって、マイクロベントが発生し難くなり、マイクロベントによるスキューモードの抑制効果は生じ難くなる。従って、以下の方法によって評価されたスキューモードの抑制効果には、マイクロベントによる影響はほとんどなかったと考えられる。

【0060】

次に、ファイバコイルのうち内周側の端に波長 915 nm の光を入射し、ファイバコイルのうち外周側の端から出射される光をパワーメータによって測定した。ファイバコイルに入射する光のパワーを事前に測定しておくことによって、ファイバコイルに入射する光

10

20

30

40

50

のパワーとファイバコイルのうち外周側の端から出射される光のパワーとの差から、ファイバコイルにおける光の損失、すなわち増幅用光ファイバで吸収された光の量を求めることができる。

【0061】

次に、ファイバコイルを外周側の端から切断して短くしていき、増幅用光ファイバの長さを変えて、上記と同様の方法によって増幅用光ファイバで吸収された光の量を求めた。これにより、増幅用光ファイバの長さに応じた光の吸収量を図4に示すグラフのように求めることができる。それぞれの増幅用光ファイバについて図4に示すようなグラフを作成し、プロットを通る2次関数の近似曲線として下記式(6)を求めた。

$$y = a x^2 + b x + c \quad \dots (6)$$

10

【0062】

ここで、増幅用光ファイバでの光の吸収量は少なくとも21dB程度であることが好ましいと考えられることから、 $y = 21$ とするときの x の値を L とし、 L を下記式(7)のように定義した。

$$L = 21 / L \quad \dots (7)$$

【0063】

一方、 α_s は、スキューモードが発生していない場合における増幅用光ファイバで吸収される光の量とした。すなわち、 α_s は、増幅用光ファイバが短い場合の単位長さ当たりの光の吸収量とすることができ、下記式(8)で表すことができる。

$$\alpha_s = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{dy}{dx} = b \quad \dots (8)$$

20

【0064】

上記のように定義される α_s によってそれぞれの増幅用光ファイバについてスキューモード抑制効果の評価を行った。その結果を表1及び図5に示す。図5は、角張り度 c とねじり回数 N との積に対するスキュー抑制指数の関係を示すグラフである。図5において、横軸は長角張り度 c とねじれ量 N との積であり、縦軸はスキュー抑制指数 α_s である。

【0065】

表1

		内側クラッドの 外周形状	角張り度 c	ねじれ量 N [回転/m]	$c \times N$	γ
比較例1		七角形	0.55	0	0.00	0.77
実施例1	1	七角形	0.55	5	2.75	1
	2	七角形	0.55	7.5	4.13	1
	3	七角形	0.55	10	5.50	1
	4	七角形	0.55	15	8.25	1
実施例2	1	七角形	0.25	0.5	0.13	0.74
	2	七角形	0.25	2.5	0.63	0.78
	3	七角形	0.25	7.5	1.88	0.88
	4	七角形	0.25	10	2.50	1
	5	七角形	0.25	12.5	3.13	1
実施例3	1	七角形	0.15	1	0.15	0.76
	2	七角形	0.15	5	0.75	0.83
	3	七角形	0.15	10	1.50	0.89
	4	七角形	0.15	15	2.25	0.98
比較例2		六角形	0.34	0	0.00	0.78
実施例4	1	六角形	0.34	2.5	0.85	0.83
	2	六角形	0.34	5	1.70	0.91
	3	六角形	0.34	10	3.40	1
	4	六角形	0.34	15	5.10	1
比較例3		八角形	0.64	0	0.00	0.76
実施例5	1	八角形	0.64	2.5	1.60	0.87
	2	八角形	0.64	5	3.20	1
	3	八角形	0.64	10	6.40	1
比較例4		七角形	0.09	0	0.00	0.72
比較例5		七角形	0.09	5	0.45	0.72
比較例6		七角形	0.09	15	1.35	0.72

10

20

30

40

50

【0066】

表1及び図5からわかるように、角張り度 c を0.09とした比較例4から6では内側クラッドにねじれを加えてもスキュー抑制指数の値に変化はなかった。一方、角張り度 c を0.15以上とした実施例1～5では、内側クラッドにねじれを加えることによってスキュー抑制指数が高くなった。よって、内側クラッドの角張り度 c を所定の値以上とすることによって、内側クラッドにねじれを付加した際にスキューモードの発生が抑制され易くなることがわかる。また、比較例1と実施例1との比較、比較例2と実施例4との比較、及び、比較例3の実施例5との比較からわかるように、角張り度 c が所定の値以上である場合、スキュー抑制指数はねじれ量 N の増加に伴って大きくなる。さらに、図5からわかるように、角張り度 c が所定の値以上である場合、角張り度 c とねじり回数 N との積がある程度大きくなるまではスキュー抑制指数が当該積に略正比例する。

【0067】

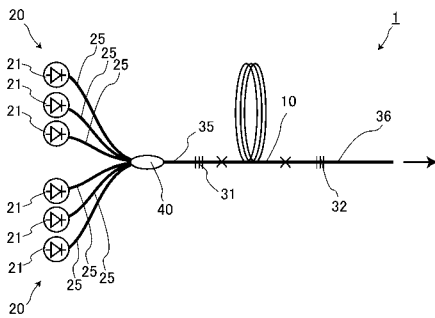
以上説明したように、本発明によれば、スキューモードの発生を抑制することができる増幅用光ファイバが提供され、加工機や医療用レーザー装置等の分野で利用することが期待される。

【符号の説明】

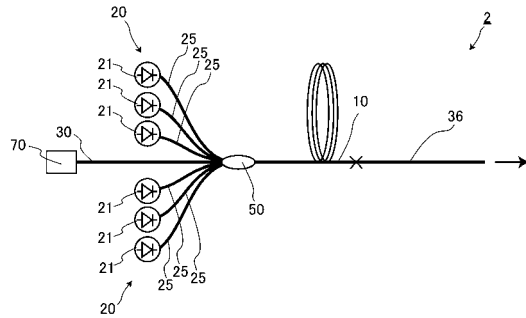
【 0 0 6 8 】

- 1, 2・・・レーザ装置
- 10・・・増幅用光ファイバ
- 11・・・コア
- 12・・・内側クラッド
- 13・・・外側クラッド
- 14・・・被覆層
- 20・・・励起光源
- 21・・・レーザダイオード
- 31・・・第1FBG
- 32・・・第2FBG
- 40, 50・・・光コンパイナ
- 70・・・種光源

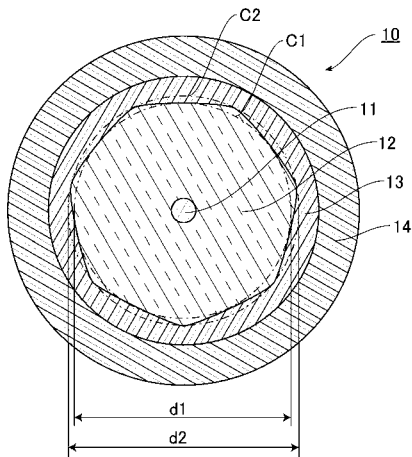
【 図 1 】



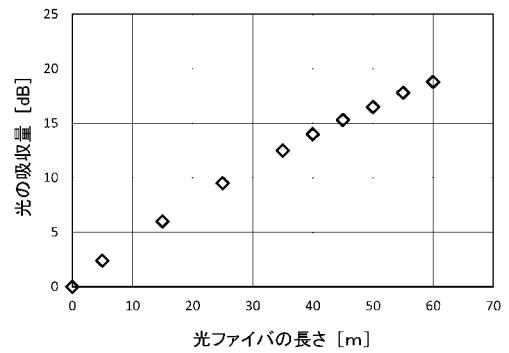
【 図 3 】



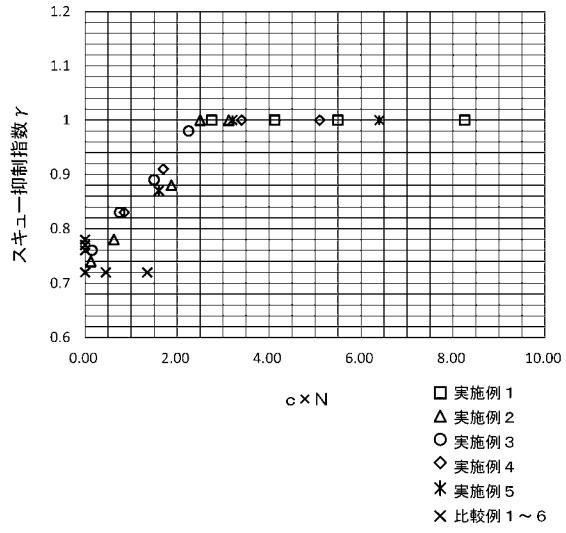
【 図 2 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2017/022535
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>H01S3/067(2006.01)i, G02B6/02(2006.01)i, G02B6/036(2006.01)i, H01S3/10(2006.01)i</i> 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) H01S3/00-3/30 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2017 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2017 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2017 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2011-171619 A (Fujikura Ltd.), 01 September 2011 (01.09.2011), paragraphs [0031] to [0078]; fig. 1 to 2 & US 2012/0275015 A1 paragraphs [0034] to [0081]; fig. 1 to 2 & WO 2011/102519 A1 & EP 2503654 A1 & CN 102782963 A	1-5
P, Y	JP 2016-149432 A (Fujikura Ltd.), 18 August 2016 (18.08.2016), paragraphs [0030], [0031], [0036] to [0042]; fig. 4, 7 & US 2017/0170622 A1 paragraphs [0063], [0064], [0073] to [0081]; fig. 4, 7 & WO 2016/129447 A1 & CN 106663911 A	1-5
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 12 July 2017 (12.07.17)		Date of mailing of the international search report 25 July 2017 (25.07.17)
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/JP2017/022535

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 2001-13346 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 19 January 2001 (19.01.2001), paragraphs [0004] to [0019]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-5
A	JP 2016-517636 A (Laserline Gesellschaft fuer Entwicklung und Vertrieb von Diodenlasern mbH), 16 June 2016 (16.06.2016), paragraph [0023]; fig. 6 & US 2016/0285226 A1 fig. 6 & WO 2014/146650 A1 & DE 102013102880 A & CN 105191023 A	1-5

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 7 / 0 2 2 5 3 5									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H01S3/067(2006.01)i, G02B6/02(2006.01)i, G02B6/036(2006.01)i, H01S3/10(2006.01)i											
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)) Int.Cl. H01S3/00-3/30											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2017年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2017年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2017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	1971-2017年	日本国実用新案登録公報	1996-2017年	日本国登録実用新案公報	1994-2017年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2017年										
日本国実用新案登録公報	1996-2017年										
日本国登録実用新案公報	1994-2017年										
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号									
Y	JP 2011-171619 A (株式会社フジクラ) 2011.09.01, [0031]-[0078] 図 1-2 & US 2012/0275015 A1[0034]-[0081]FIGs. 1-2 & WO 2011/102519 A1 & EP 2503654 A1 & CN 102782963 A	1-5									
P, Y	JP 2016-149432 A (株式会社フジクラ) 2016.08.18, [0030][0031][0036]-[0042]図 4, 7 & US 2017/0170622 A1[0063][0064][0073]-[0081]FIGs. 4, 7 & WO 2016/129447 A1 & CN 106663911 A	1-5									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input 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		の日の後に公表された文献									
「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		「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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの									
「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		「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									
「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)		「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									
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」 同一パテントファミリー文献									
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願											
国際調査を完了した日 12.07.2017		国際調査報告の発送日 25.07.2017									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 村井 友和	2K 3207								
		電話番号 03-3581-1101 内線 3255									

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 7 / 0 2 2 5 3 5
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2001-13346 A (古河電気工業株式会社) 2001.01.19, [0004]-[0019]図 1-4 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2016-517636 A (レーザーライン ゲゼルシャフト フェア エ ントヴィックルング ウント フェアトリーブ フォン ディオー デンラーザン ミット ベシユレンクテル ハフツング) 2016.06.16, [0023]図 6 & US 2016/0285226 A1 Fig.6 & WO 2014/146650 A1 & DE 102013102880 A & CN 105191023 A	1-5

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(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), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT

Fターム(参考) 2H150 AB04 AB05 AB10 AB32 AC00 AC31 AC37 AD03 AD12 AD15
AD19 AH27 AH33 AH50 BB02 BB33
5F172 AE13 AF01 AF02 AF03 AF05 AF06 AM01 AM04 AM08 EE15
EE17 EE19 NQ34

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。