

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6970877号
(P6970877)

(45) 発行日 令和3年11月24日(2021.11.24)

(24) 登録日 令和3年11月4日(2021.11.4)

(51) Int.Cl. F 1
G 0 2 B 6/32 (2006.01) G 0 2 B 6/32

請求項の数 2 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2018-556189 (P2018-556189)	(73) 特許権者	314012076 パナソニックIPマネジメント株式会社 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
(86) (22) 出願日	平成29年9月20日(2017.9.20)	(74) 代理人	100106116 弁理士 鎌田 健司
(86) 国際出願番号	PCT/JP2017/033804	(74) 代理人	100115554 弁理士 野村 幸一
(87) 国際公開番号	W02018/110016	(72) 発明者	西尾 正敏 大阪府門真市松葉町2番7号 パナソニック スマートファクトリーソリューションズ 株式会社内
(87) 国際公開日	平成30年6月21日(2018.6.21)	(72) 発明者	西村 仁志 大阪府門真市松葉町2番7号 パナソニック スマートファクトリーソリューションズ 株式会社内
審査請求日	令和2年3月16日(2020.3.16)		
(31) 優先権主張番号	特願2016-240056 (P2016-240056)		
(32) 優先日	平成28年12月12日(2016.12.12)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ファイバ結合装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

入射した光を所定方向に屈折させるウェッジ板と、
前記ウェッジ板を通過した光を集光させる集光レンズと、
前記集光レンズで集光された光が入射する入射端面と、前記入射端面の中心を含む位置に設けられたコアと、前記コアの外周側に設けられた第1クラッドと、前記第1クラッドの外周側に設けられた第2クラッドとを有する光ファイバとを備え、
前記ウェッジ板は、前記ウェッジ板に入射する光の光軸を回転中心として回転可能に保持されており、入射面に対して出射面が傾斜しており、
前記ウェッジ板の回転角度に応じて、前記ウェッジ板を通過し前記集光レンズで集光され前記入射端面に入射する光の入射位置及び入射角度が連続的に変化し、
前記ウェッジ板は、前記コア及び前記第1クラッドの少なくとも一方に光が入射するように、その回転角度が調整可能に保持されており、前記コアへの入射光のエネルギーと前記第1クラッドへの入射光のエネルギーの比率を、可変とし、

前記ウェッジ板が第1の回転角度に位置付けられた場合、前記ウェッジ板を通過した光は、前記集光レンズの中心と前記光ファイバの前記入射端面の中心とを通過し、

前記ウェッジ板が前記第1の回転角度とは異なる第2の回転角度に位置付けられた場合、前記ウェッジ板を通過し前記集光レンズで集光された光は、前記第1クラッドのみに入射することを特徴とするファイバ結合装置。

【請求項2】

前記光軸を回転中心として前記ウェッジ板を回転させる回転駆動部をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載のファイバ結合装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーザ光を光ファイバに集光入射させるファイバ結合装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来より、高出力のレーザ光を光ファイバに伝搬させるとともに、光ファイバからの出射光の特性を変化させることで、同一の光源を用いて様々な加工を行うようにした技術が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

特許文献 1 には、焦点距離の異なる複数の集光レンズを用いて、光ファイバ内におけるレーザ光の伝搬状態を変化させるようにした構成が開示されている。具体的には、レーザ光の光路中に配置する集光レンズを取り替え可能な構成とすることで、光路中の集光レンズの焦点距離を可変とし、光ファイバへの入射光の NA (Numerical Aperture: 開口数) を可変としている。このように、集光レンズの切り替えを行うことで、光ファイバから出射されるレーザ光のビーム品質を変化させるようにしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】米国特許第 5 2 4 5 6 8 2 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、従来のファイバ結合装置では、離散的に出射光の特性を変化させることはできても、連続的に出射光の特性を変化させることはできない。

【0006】

なぜなら、レーザ光の光路中に配置された集光レンズを取り替えるためには、集光レンズの切り替えが完了するまでの間、レーザ光の出力を停止させる必要がある。仮に、レーザ光の出力を停止させずに集光レンズを取り替えると、集光レンズの有効径外における散乱光によって熱が発生したり、意図した集光位置にレーザ光が集光されなくなったりする。

【0007】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的は、光ファイバから出射される光の特性を連続的に変化させることが可能なファイバ結合装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明のファイバ結合装置は、入射した光を所定方向に屈折させるウェッジ板と、ウェッジ板を通過した光を集光させる集光レンズと、集光レンズで集光された光が入射する入射端面と、入射端面の中心を含む位置に設けられたコアと、コアの外周側に設けられた第 1 クラッドと、第 1 クラッドの外周側に設けられた第 2 クラッドとを有する光ファイバとを備える。ウェッジ板は、ウェッジ板に入射する光の光軸を回転中心として回転可能に保持されており入射面に対して出射面が傾斜している。ウェッジ板の回転角度に応じて、ウェッジ板を通過し集光レンズで集光され入射端面に入射する光の入射位置及び入射角度が連続的に変化し、ウェッジ板は、コア及び第 1 クラッドの少なくとも一方に光が入射するように、その回転角度が調整可能に保持されており、コアへの入射光のエネルギーと第 1

10

20

30

40

50

クラッドへの入射光のエネルギーの比率を、可変とし、ウェッジ板が第1の回転角度に位置付けられた場合、ウェッジ板を通過した光は、集光レンズの中心と光ファイバの入射端面の中心とを通過し、ウェッジ板が第1の回転角度とは異なる第2の回転角度に位置付けられた場合、ウェッジ板を通過し集光レンズで集光された光は、第1クラッドのみに入射する。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、レーザー光の出力を停止させて集光レンズを取り替える必要がなく、ウェッジ板を回転させるだけで、光ファイバの出射光の特性を連続的に変化させることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本実施形態に係るファイバ結合装置の構成を示す一部破断側面図である。

【図2】ウェッジ板、集光レンズ、及び光ファイバの配置を示す一部破断側面図である。

【図3】ウェッジ板の回転角度の変化に伴う光路の変化を示す一部破断斜視図である。

【図4】ウェッジ板の回転角度を変化させたときの図2相当図である。

【図5】光ファイバの入射端面を示す正面図である。

【図6】光ファイバの出射光の強度分布及び光ファイバの屈折率分布を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

20

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。以下の図面においては、同じ構成要素については同じ符号を付しているので説明を省略する場合がある。

【0012】

また、図面中に示される座標軸（X軸、Y軸、及びZ軸）は、それぞれ直交する方向である。ここで、Y軸は、上下に対応した鉛直方向であり、各図の座標軸はそれぞれの視野の方向に対応するように描いている。

【0013】

ファイバ結合装置の主要構成

図1に示すように、レーザー出力装置101は、所定のビームサイズを持った高出力のレーザー光を平行光として出射する。レーザー出力装置101から出射された平行光は、ファイバ結合装置100に入射する。

30

【0014】

なお、本実施形態では、レーザー出力装置101は、例えば、波長1 μ m、出力4kWのマルチモードの近赤外レーザー光を出力するものとする。また、ビームサイズは、3mmで出力されるものとする。また、図1における一点鎖線は、レーザー出力装置101から出射されたレーザー光の光軸200を示し、二点鎖線は、レーザー光の光路201を示している。

【0015】

ファイバ結合装置100は、入射した光を所定方向に屈折させるウェッジ板102と、ウェッジ板102に入射する光の光軸200を回転中心としてウェッジ板102を回転させる回転駆動部103と、ウェッジ板102を通過した光を集光させる集光レンズ104と、集光レンズ104で集光された光が入射する入射端面を有する光ファイバ107とを備えている。

40

【0016】

ウェッジ板102は、円形状に形成された板状の光学部材であり、入射面に対して出射面が傾斜している。これにより、ウェッジ板102を通過したレーザー光は、所定方向に屈折するようになっている。ウェッジ板102は、円筒状の筒状体110の内部に保持されている。筒状体110の外周部分には、図示しないギア部が形成されている。

【0017】

回転駆動部103は、小型のモータで構成されており、回転駆動部103の駆動軸111には、筒状体110のギア部に噛み合う歯車112が取り付けられている。そして、回

50

転駆動部 103 により歯車 112 を回転させることで、筒状体 110 に回転駆動力が伝達される。その結果、ウェッジ板 102 は、ウェッジ板 102 に入射する光の光軸 200 を回転中心として回転する。ウェッジ板 102 の回転角度は、歯車 112 の回転角度を調整することで調整可能である。

【0018】

なお、歯車 112 の代わりに、図示しないベルト等によって、回転駆動部 103 の回転駆動力を筒状体 110 に伝達するようにしても良い。

【0019】

集光レンズ 104 としては、例えば、 $f = 20 \sim 50 \text{ mm}$ 程度の焦点距離のレンズを使用することが考えられる。集光レンズ 104 には、使用するマルチモードのレーザ光のスポット径が $80 \mu\text{m}$ 程度となり、集光時の開口数が $NA < 0.2$ を満たす、光学設計が施されている。

【0020】

集光レンズ 104 は、調整保持部 105 により保持されることで、歪みなく所定の位置に固定される構造となっている。調整保持部 105 は、重要精度部品である集光レンズ 104 の位置がずれないように固定することで、集光位置のずれによる光ファイバ 107 の入射端面の損傷リスクを低減している。

【0021】

光ファイバ 107 は、同心円上に二つの光を伝送させる導波路を有するように構成されている。具体的に、光ファイバ 107 は、入射端面の中心を含む位置に設けられたコア 300 と、コア 300 の外周側に設けられた第 1 クラッド 301 と、第 1 クラッド 301 の外周側に設けられた第 2 クラッド 302 とを有するダブルクラッドファイバで構成されている（図 3 参照）。

【0022】

そして、光ファイバ 107 のコア 300、第 1 クラッド 301、及び第 2 クラッド 302 の屈折率をそれぞれ n_c 、 n_1 、 n_2 としたとき、各屈折率の関係は、 $n_c > n_1 > n_2$ となっている。また、本実施形態では、コア 300 の径を $100 \mu\text{m}$ 、第 1 クラッド 301 の外径を $400 \mu\text{m}$ とし、コア 300 の NA を 0.2、第 1 クラッド 301 の NA を 0.4 としている。

【0023】

光ファイバ 107 は、入射位置のずれを防ぐために、レセプタブル 106 により既定の位置に保持される構造になっている。また、図示した構成とは異なるが、仮に光ファイバ 107 の差込口を鉛直方向下向き（Y 軸マイナス方向）に備え付ければ、塵埃の堆積を防ぐ効果も期待できる。

【0024】

ファイバ結合装置 100 により光ファイバ 107 内を伝搬した光は、出射光 202 として出力される。

【0025】

図 2 に示すように、ウェッジ板 102 は、所定の回転角度である第 1 の回転角度に位置付けられたときに、ウェッジ板 102 を通過した光が、集光レンズ 104 の中心と光ファイバ 107 の入射端面の中心とを通過するように配設されている。

【0026】

具体的に、ファイバ結合装置 100 に対して Z 軸水平方向に入射した光は、ウェッジ板 102 により偏角 α を与えられる。ウェッジ板 102 としては、例えば、AR コーティング（反射防止膜）を有する低損失なものを使用することが考えられる。一例として、例えば、フューズドシリカで作られた屈折率 $n_w = 1.45$ のものを使用することが考えられる。

【0027】

ここで、ウェッジ角 w とすると、ウェッジ板 102 の偏角 α は、 $\sin(w) < 1$ のときに、下記 (1) 式で表すことができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

$$a \quad (n w - 1) \cdot w \quad \dots (1)$$

例えば、ウェッジ角 w を 2° に設定することで、出射光の偏角 a を 1° に設定することができる。

【 0 0 2 9 】

そして、図 2 に示すように、集光レンズ 1 0 4 の中心と光ファイバ 1 0 7 の入射端面の中心を同軸上に配置し、且つ、光軸 2 0 0 が集光レンズ 1 0 4 の中心と光ファイバ 1 0 7 の中心軸に重なる状態を、ウェッジ板 1 0 2 の基準回転位置とする。すなわち、第 1 の回転角度を基準回転位置とする。集光レンズ 1 0 4 により集光される光は、ウェッジ板 1 0 2 が基準回転位置に位置付けられているときに、光ファイバ 1 0 7 のコア 3 0 0 内に入射する。コア 3 0 0 に入射する光のスポット径は、コア 3 0 0 の径よりも小さい。

10

【 0 0 3 0 】

次に、ファイバ結合装置 1 0 0 をレーザ光が通過した際の効果について説明する。図 1 及び図 2 に示すように、ウェッジ板 1 0 2 が基準回転位置にあるときには、レーザ出力装置 1 0 1 から出射されたレーザ光は、平行光のままウェッジ板 1 0 2 により屈折されて、集光レンズ 1 0 4 の中心を通り、光ファイバ 1 0 7 のコア 3 0 0 へ集光入射する。

【 0 0 3 1 】

ここで、高出力のレーザ光がウェッジ板 1 0 2 を透過する際には、熱レンズ効果による影響が存在する。しかしながら、本実施形態のファイバ結合装置 1 0 0 では、ウェッジ板 1 0 2 の取り替え行われない。そのため、レーザ光の出力が変化しなければ、熱レンズ効果によって生じるウェッジ板 1 0 2 によるレンズ作用の焦点距離は一定である。

20

【 0 0 3 2 】

そこで、任意の出力での熱レンズ効果を考慮した光学設計を行うことができ、光ファイバ 1 0 7 へのレーザ光の結合効率の低下を防ぐことができる。

【 0 0 3 3 】

また、レーザ光は、常に、ウェッジ板 1 0 2 の中心を通るため、有効径外における散乱や吸収損失を低減できる。

【 0 0 3 4 】

なお、ウェッジ板 1 0 2 のウェッジ角 w と、ウェッジ板 1 0 2 により光軸に与えられる偏角 a は、上述した (1) 式の関係にあるため、取り扱う光の波長や出力、ビーム品質ごとに適切なウェッジ板を選択することで、同様の効果が得られる。

30

【 0 0 3 5 】

ファイバ結合装置の動作

以下、ファイバ結合装置 1 0 0 の動作について説明する。図 3 に示すように、ウェッジ板 1 0 2 に入射する光の光軸 2 0 0 を回転中心として、ウェッジ板 1 0 2 の回転角度を調整すると、ウェッジ板 1 0 2 から出射される光の進行方向が変化する。

【 0 0 3 6 】

ウェッジ板 1 0 2 を通過した光は、ウェッジ板 1 0 2 に入射する光の光軸 2 0 0 に対して偏角 a を与えられる。これにより、光路 2 0 4 は、ウェッジ板 1 0 2 の回転に伴って、ウェッジ板 1 0 2 に入射する光の光軸 2 0 0 を回転中心とした頂角 $2 a$ の円錐状に変化することとなる。

40

【 0 0 3 7 】

すなわち、ウェッジ板 1 0 2 の回転角度に応じて、集光レンズ 1 0 4 に入射する光の進行方向が変化する。これにより、ウェッジ板 1 0 2 を通過し集光レンズ 1 0 4 で集光され光ファイバ 1 0 7 の入射端面に入射する光の入射位置が変化する。すなわち、ウェッジ板 1 0 2 が異なる回転角度にあるとき、光ファイバ 1 0 7 の入射端面の異なる入射位置に光が入射することになる。

【 0 0 3 8 】

図 4 は、ウェッジ板 1 0 2 を基準回転位置から 180° 回転させた状態を示している。この状態を反転位置という。反転位置は、第 1 の回転角度とは異なる第 2 の回転角度であ

50

る。図4には、反転位置における光路205が記載されている。更に、比較説明のため、ウェッジ板102が基準回転位置に位置付けられている場合の光路204も記載されている。

【0039】

図4にも示すように、ウェッジ板102が基準回転位置に位置付けられている場合の光路204上では、ウェッジ板102を通過した光が集光レンズ104の中心に垂直方向に入射する。そして、集光レンズ104で集光された光は、光ファイバ107のコア300のみに入射する。すなわち、ウェッジ板102が第1の回転角度に位置付けられた場合は、光ファイバ107のコア300のみに光が入射する。

【0040】

一方、ウェッジ板102を基準回転位置から反転させると、その反転位置における光路205が変化するため、ウェッジ板102を通過した光の集光レンズ104への入射位置及び入射角度が共に変化する。具体的に、ウェッジ板102を通過した光は、集光レンズ104の上部（Y軸方向プラス側）へ入射する。このときの集光レンズ104への入射角は、 $90 - 2a [^\circ]$ で表すことができる。

【0041】

そして、図3及び図4に示すように、ウェッジ板102が反転位置に位置付けられている場合、集光レンズ104で集光された光は、光ファイバ107のコア300ではなく第1クラッド301のみに入射する。すなわち、ウェッジ板102が第2の回転角度に位置付けられた場合は、光ファイバ107の第1クラッド301のみに光が入射する。そして、光ファイバ107からの出射光206は、ウェッジ板102が基準回転位置にあるときの光ファイバ107からの出射光202とは異なるモードで出射される。

【0042】

図5に示すように、光ファイバ107の入射端面では、ウェッジ板102の回転に伴い、集光レンズ104で集光された光の集光点が、一点鎖線207に沿って移動するように変化する。これにより、集光された光が集光点208a, 208b, 208d, 208cを順に経路するように、集光点を連続的に変化させることができる。

【0043】

集光点208aでは、ウェッジ板102が基準回転位置すなわち第1の回転角度に位置付けられており、コア300のみにレーザ光が集光入射する。

【0044】

集光点208bでは、レーザ光の大半はコア300に集光入射するが、一部は第1クラッド301にも集光入射する。すなわち、集光点208bでは、コア300及び第1クラッド301に跨って光が入射する。そのため、クラッド伝搬されるモードは混在している。

【0045】

集光点208dでは、ウェッジ板102が反転位置すなわち第2の回転角度に位置付けられており、第1クラッド301のみにレーザ光が集光入射する。

【0046】

集光点208cでは、レーザ光の大半は第1クラッド301に集光入射するが、一部はコア300にも集光入射する。すなわち、集光点208cでは、コア300及び第1クラッド301に跨って光が入射する。そのため、クラッド伝搬されるモードは混在している。

【0047】

ここで、例えば、レーザ光のスポット径を $80 \mu\text{m}$ としたとき、集光点208a~208d間の距離を $140 \mu\text{m}$ より大きくすることで、コア300のみに集光入射する状態と、第1クラッド301のみに集光入射する状態とを選択することができる。

【0048】

このように、ウェッジ板102を回転させ、光ファイバ107への集光位置が一点鎖線207に沿って変化するように設計すれば、光ファイバ107への入射位置及び入射角度を連続的に選択して、コア300と第1クラッド301のそれぞれへの入射光のエネルギーを可変とすることができる。すなわち、コア300への入射光のエネルギーと第1クラ

10

20

30

40

50

ッド301への入射光のエネルギーの比率を、可変とすることができる。

【0049】

その結果、入射光のエネルギーを、コア300と第1クラッド301とに選択的に配分することができ、これにより、光ファイバ107内における光の伝搬モードを変化させることができる。

【0050】

以下、光ファイバ107内における光の伝搬モードの変化について説明する。

【0051】

図6における(a)の部分には、集光点208a, 208b, 208c, 208d(図5参照)に対応した出射光の強度分布209a, 209b, 209c, 209dを示している。縦軸は、光ファイバ107からの出射光のエネルギーEを示し、横軸は、コア300中心からの距離rを示している。

10

【0052】

図6における(b)の部分には、光ファイバ107の屈折率分布を示している。縦軸は、導波路の屈折率nを示し、横軸は、コア300中心からの距離rを示している。また、光ファイバ107のコア300と第1クラッド301との境界面、及び第1クラッド301と第2クラッド302との境界面を破線で示している。

【0053】

集光点208aに対応する強度分布209aでは、出射光のNAが小さい。しかしながら、ウェッジ板102の回転に伴って、出射光のNAが次第に大きくなっていく(209b, 209c, 209d)。

20

【0054】

集光点208dに対応する強度分布209dでは、第1クラッド301から出射されるエネルギーが、コア300から出射されるエネルギーよりも大きい。これにより、ビーム中心の強度が小さいドーナツ型の強度分布を持つ出射光であることが分かる。

【0055】

また、集光点208b, 208cに対応する出射光の強度分布209b, 209cを比較すると、光ファイバ107のコア300へ入射するエネルギーの割合が減少するほど、トップハット型の強度分布となることが分かる。

【0056】

以上のように、本実施形態に係るファイバ結合装置100によれば、ウェッジ板102の回転角度に応じて、光ファイバ107の入射端面に入射する光の入射位置が変化する。したがって、ウェッジ板102の回転角度を調整することで、光ファイバ107内における光の伝搬状態を変化させることができる。しかも、伝搬状態を変化させる際にレーザ光の出力を停止する必要がないため、光ファイバ107から出射される光の特性を連続的に変化させることができる。

30

【0057】

さらに、ウェッジ板102が基準回転位置(第1の回転角度)に位置付けられた場合、ウェッジ板102を通過した光は、集光レンズ104の中心と光ファイバ107の入射端面の中心とを通過する。したがって、ウェッジ板102が基準回転位置に位置付けられたときには、集光レンズ104の中心に光が入射する一方、ウェッジ板102の回転角度を調整することで、ウェッジ板102を通過した光の集光レンズ104への入射位置が変化する。

40

【0058】

その結果、光ファイバ107の入射端面に対する光の入射位置及び入射角度が変化して、光ファイバ107のコア300と第1クラッド301を伝搬するエネルギーの割合が変化する。これにより、光ファイバ107内における光の伝搬モードが変化して、光ファイバ107から出射される光の特性を連続的に変化させることができる。

【0059】

また、第1クラッド301のみにレーザ光が入射するように、ウェッジ板102の回転

50

位置を例えば反対位置（第2の回転角度）に調整した場合には、ビーム中心の強度が小さいドーナツ型の強度分布を持つビームを出射することができる。そのため、光ファイバ107の出射光の出力密度を下げ、広範囲に照射させることができ、レーザ照射の位置精度が悪い場合であっても、レーザ加工面を広範囲にカバーすることができる。

【0060】

さらに、ウェッジ板102を回転させることにより、光ファイバ107の入射端面に対する光を、コア300のみ又は第1クラッド301のみだけでなく、コア300及び第1クラッド301に跨って入射させることもできる。

【0061】

なお、本実施形態では、光ファイバ107としてダブルクラッドファイバを用いた構成について説明したが、この形態に限定するものではなく、例えば、光ファイバ107として、PANDAファイバやダブルコアファイバを用いても良い。この場合には、さらに、偏光制御や穴あきビームという特殊なビームを得ることができる。

10

【0062】

また、本実施形態では、光源であるレーザ光が、マルチモードの近赤外平行光である場合について説明したが、この形態に限定するものではなく、例えば、異波長やシングルモードのレーザ光であっても良く、伝搬形式は問わない。

【0063】

また、本実施形態のファイバ結合装置100は、ウェッジ板102を回転させる回転駆動部103を備えていた。しかし、本発明では、必ずしも回転駆動部を備えている必要はなく、ウェッジ板102が入射した光の光軸を回転中心として回転可能であれば足りる。そして、ウェッジ板102が異なる回転角度にあるとき、光ファイバ107の入射端面の異なる位置に光が入射されるので、ウェッジ板102の回転角度に応じて、光ファイバ107から出射される光の特性を連続的に変化させることができる。

20

【産業上の利用可能性】

【0064】

以上説明したように、本発明は、光ファイバから出射されるレーザ光の特性を連続的に変化させることができるので、レーザ光を光ファイバに集光入射させるファイバ結合装置において有用である。

【符号の説明】

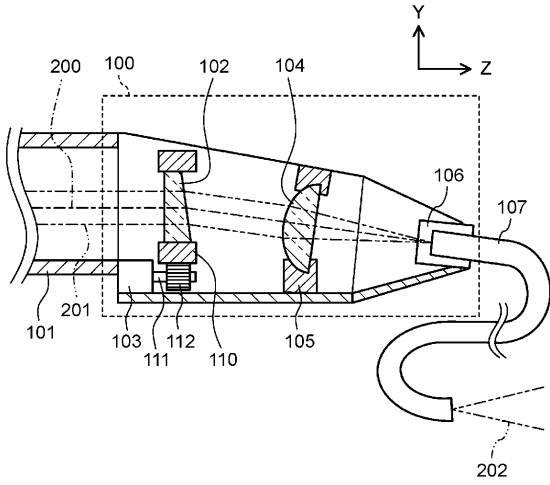
30

【0065】

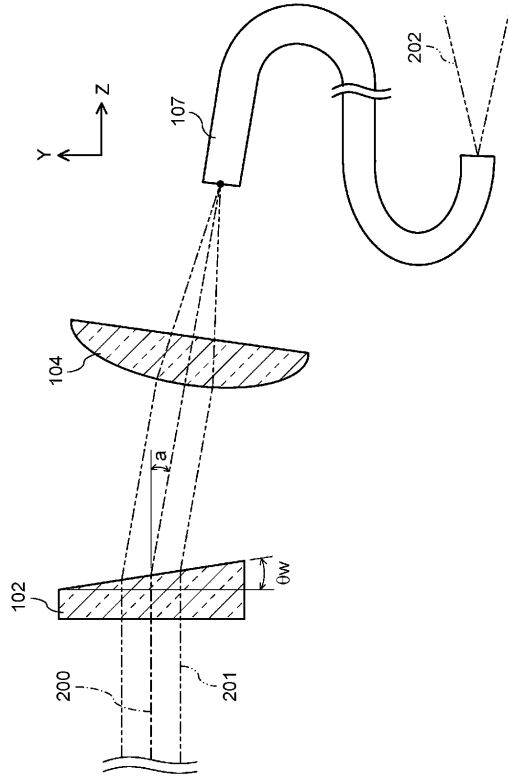
- 100 ファイバ結合装置
- 102 ウェッジ板
- 103 回転駆動部
- 104 集光レンズ
- 107 光ファイバ
- 200 光軸
- 300 コア
- 301 第1クラッド
- 302 第2クラッド

40

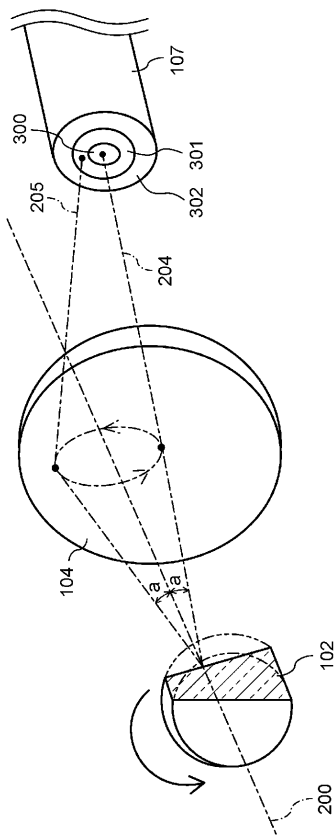
【図 1】



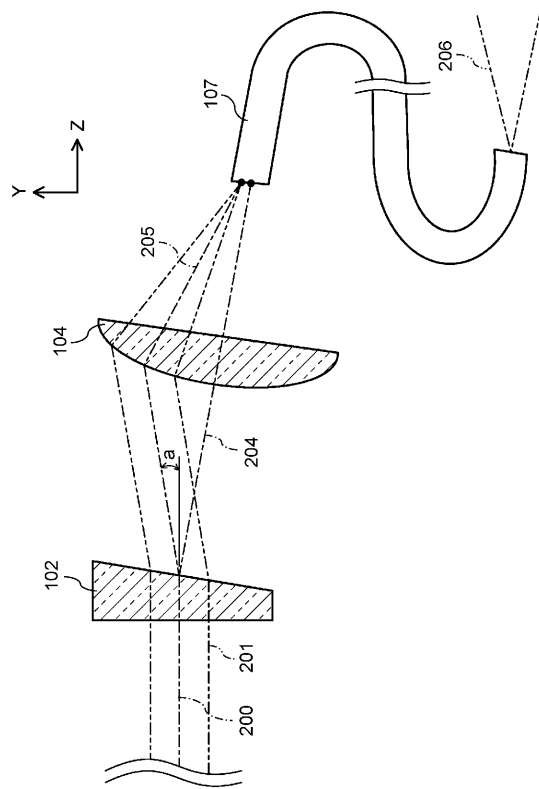
【図 2】



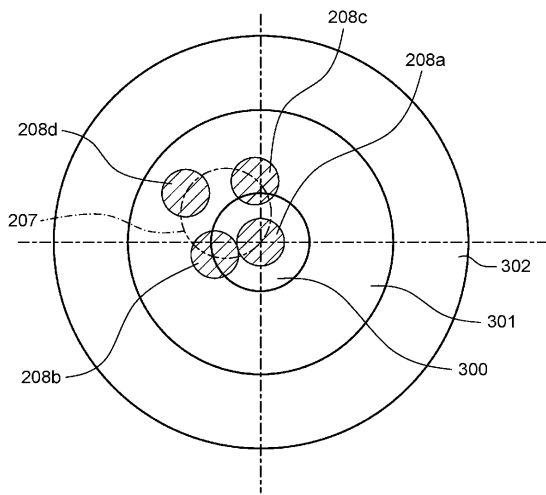
【図 3】



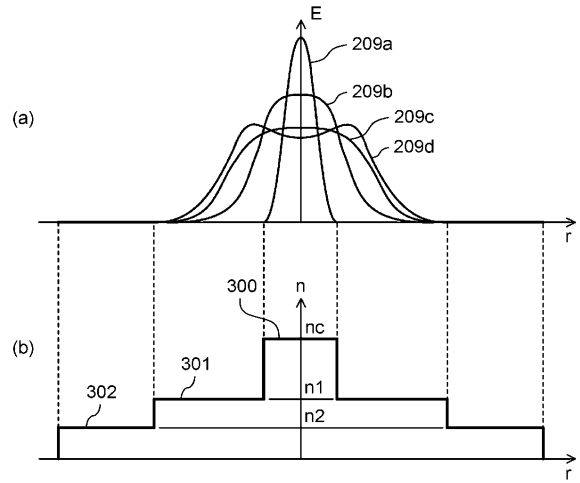
【図 4】



【図5】



【図6】



 フロントページの続き

- (72)発明者 王 静波
大阪府門真市松葉町2番7号 パナソニックスマートファクトリーソリューションズ株式会社内
- (72)発明者 龍堂 誠
大阪府門真市松葉町2番7号 パナソニックスマートファクトリーソリューションズ株式会社内
- (72)発明者 長安 同慶
大阪府門真市松葉町2番7号 パナソニックスマートファクトリーソリューションズ株式会社内
- (72)発明者 山口 秀明
大阪府門真市松葉町2番7号 パナソニックスマートファクトリーソリューションズ株式会社内
- (72)発明者 竹中 義彰
大阪府門真市松葉町2番7号 パナソニックスマートファクトリーソリューションズ株式会社内
- (72)発明者 江泉 清隆
大阪府門真市松葉町2番7号 パナソニックスマートファクトリーソリューションズ株式会社内
- (72)発明者 石川 諒
大阪府門真市松葉町2番7号 パナソニックスマートファクトリーソリューションズ株式会社内
- (72)発明者 向井 康士
大阪府門真市松葉町2番7号 パナソニックスマートファクトリーソリューションズ株式会社内

審査官 井部 紗代子

- (56)参考文献 特開平09-292544(JP,A)
特開2002-023072(JP,A)
米国特許出願公開第2015/0293306(US,A1)
特開平04-318819(JP,A)
特開2007-173649(JP,A)
米国特許出願公開第2008/0094123(US,A1)
米国特許出願公開第2010/0259758(US,A1)
米国特許第04997250(US,A)
米国特許第04475788(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/26 - 6/27
G02B 6/30 - 6/34
G02B 6/42 - 6/43