

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-109236

(P2004-109236A)

(43) 公開日 平成16年4月8日(2004.4.8)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
G02B 3/00	G02B 3/00	2H037
G02B 6/32	G02B 6/32	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2002-268855 (P2002-268855)	(71) 出願人	000005186 株式会社フジクラ 東京都江東区木場1丁目5番1号
(22) 出願日	平成14年9月13日 (2002.9.13)	(74) 代理人	100064908 弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100108578 弁理士 高橋 詔男
		(74) 代理人	100089037 弁理士 渡邊 隆
		(74) 代理人	100101465 弁理士 青山 正和
		(72) 発明者	久留宮 洋一 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

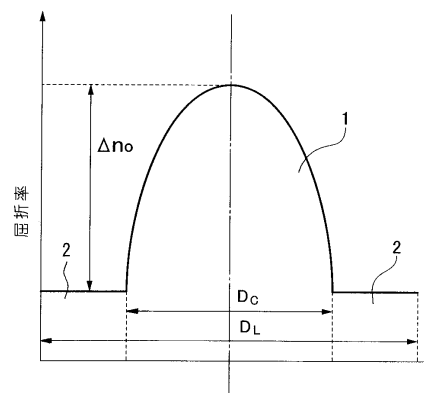
(54) 【発明の名称】 屈折率分布型レンズ及び屈折率分布型レンズ用母材、並びにファイバコリメータ

(57) 【要約】

【課題】本発明はビーム径が小さく、かつコリメート性に優れた光ビームを出射でき、かつ簡便に製造できる屈折率分布型レンズ、及びその出発原料となる屈折率分布型レンズ用母材、それを用いたファイバコリメータを提供する。

【解決手段】本発明の屈折率分布型レンズは、屈折率分布を有する屈折率分布型レンズであって、該屈折率分布が形成されたレンズ本体1の外周径 D_c が、レンズの外径 D_L よりも小さい構成とする。また本発明の屈折率分布型レンズ用母材は、本発明の屈折率分布型レンズを得るための屈折率分布を有する屈折率分布型レンズ用母材であって、該屈折率分布が形成されたレンズ用母材本体の外周径が、母材の外径よりも小さい構成とする。更に本発明のファイバコリメータは、本発明の屈折率分布型レンズを用いてなる構成とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

屈折率分布を有する屈折率分布型レンズであって、
該屈折率分布が形成されたレンズ本体の外周径が、レンズの外径よりも小さいことを特徴とする屈折率分布型レンズ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の屈折率分布型レンズを得るための屈折率分布を有する屈折率分布型レンズ用母材であって、
該屈折率分布が形成されたレンズ用母材本体の外周径が、母材の外径よりも小さいことを特徴とする屈折率分布型レンズ用母材。

10

【請求項 3】

請求項 1 に記載の屈折率分布型レンズを用いてなることを特徴とするファイバコリメータ。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、屈折率分布型レンズ及び屈折率分布型レンズ用母材、並びにファイバコリメータに関する。

【0002】**【従来の技術】**

20

屈折率分布型レンズは、GRINレンズとも呼ばれ、両端が平面な円柱状レンズであり、レンズ媒質内で屈折率が放物線状に連続的に変化している。入射光は、レンズ媒質内で、屈折率の変化によって放物線状に屈折し、コリメータ性（平行性）に優れた光ビームとして出射することができる。

【0003】

このため光ファイバ伝搬と空間伝播との切り替えを優れた光結合効率で行うことができ、例えば屈折率分布型レンズから出射された光が伝播する空間に、受光部となるフィルタやアイソレータなどの光学部品を配置することによって、光分岐器、光分波器、光スイッチなどの光機能素子が形成できる。この光機能素子は、光通信機器などに組み込まれ、広く利用されている。

30

【0004】

近年の高速、大容量通信に伴い、光通信機器の高集積化が進んでおり、光機能素子は、更なる小型化、省スペース化が望まれている。このため、光機能素子に用いられる屈折率分布型レンズとしては、ビーム径の小さい光ビームが出射できるものが求められている。ビーム径を小さくすることによって、光機能素子のうち、屈折率分布型レンズから出射された光ビームの受光部を小型化でき、これにより光機能素子の小型化が実現できる。更に光機能素子の小型化によって製造コストの低減が可能となる。

【0005】

屈折率分布型レンズにおいて、ビーム径の小さい光ビームが出射できるようにするためには、レンズの外径を小さくするか、又は屈折率分布のうち中心軸と周辺部との屈折率差を大きくする必要がある。

40

【0006】

レンズの外径を小さくする場合、製造の際、レンズを所定の長さに切断する工程や、切断面の研磨工程の作業が困難であり、歩留まりが悪い問題がある。また光機能素子に組み込むとき、小径の屈折率分布型レンズは、所望の位置に精度良く設置することが困難であり、信頼性に劣る問題がある。

【0007】

例えば、あらかじめ太いロッドガラスを作製し、これにイオン交換法によってゲルマニウムなどのドーパントを添加し、溶融線引きして所望の外径の屈折率分布型レンズとする技術が開示されている（特許文献 1 参照。）。この技術では、ロッドガラスの外径を大きく

50

することによって、ドーパントを添加する工程の作業性が向上する。

しかし、ロッドガラスの外径が大きいため、ドーパントを添加する工程に長時間を要することとなり、作業性に劣る問題がある。

【0008】

また、光の伝搬方向を長くした屈折率分布型レンズを作製し、光ファイバに接続した後、この屈折率分布型レンズを切断し、所定の長さとする技術も報告されている（特許文献2参照。）。この技術では、小径の屈折率分布型レンズを光ファイバと接続する際、作業性が向上する。

しかし、屈折率分布型レンズを切断し、所定の長さとするため、切断によって不要な部分が生じ、製造コストが高くなる問題がある。

10

【0009】

また、あらかじめ、クラッド部の外径を大きく設けた光ファイバ母材をOVD法で作製し、エッチングによりクラッド部の一部を除去し、所望のコアロッド比（コア部の外径/クラッド部の外径）とする技術も報告されている（特許文献3参照。）。この技術を応用すると、まずクラッド部を設けた屈折率分布型レンズ用母材をOVD法で作製し、エッチングにより外周部を除去し、小径の屈折率分布型レンズとすることができる。

しかし、この技術では、精度良く外周部を除去することが難しく、歩留まりが悪い問題がある。

【0010】

屈折率分布の中心軸と周辺部との屈折率差を大きくする場合、ゲルマニウムなどのドーパントを高濃度に添加する必要があり、これによりレンズ材質の硬度などの特性が変化し、耐久性の低下など信頼性に劣る問題が生じる。

20

またドーパントの添加量によって、レンズ材質の軟化点などが変化するため、製造工程の条件を最適化する必要があり、所望の光学特性を有する屈折率分布型レンズとすることが難しい。更にドーパントを添加して得られる屈折率には上限値があり、所望のビーム径が出射できる屈折率分布型レンズが製造できていないのが現状である。

【0011】

【特許文献1】

特開平6-347608号公報

【特許文献2】

特開2001-59916号公報

30

【特許文献3】

特開2000-351644号公報

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

従って本発明の目的は、上記した事情に鑑みなされたものである。すなわちビーム径が小さく、かつコリメート性に優れた光ビームを出射でき、かつ簡便に製造できる屈折率分布型レンズ、及びその出発原料となる屈折率分布型レンズ用母材、それを用いたファイバコリメータを提供することを目的とする。

【0013】

40

【課題を解決するための手段】

かかる課題を解決するため、請求項1にかかる発明は、屈折率分布を有する屈折率分布型レンズであって、

該屈折率分布が形成されたレンズ本体の外周径が、レンズの外径よりも小さいことを特徴とする屈折率分布型レンズである。

【0014】

請求項2にかかる発明は、請求項1に記載の屈折率分布型レンズを得るための屈折率分布を有する屈折率分布型レンズ用母材であって、

該屈折率分布が形成されたレンズ用母材本体の外周径が、母材の外径よりも小さいことを特徴とする屈折率分布型レンズ用母材である。

50

【0015】

請求項3にかかる発明は、請求項1に記載の屈折率分布型レンズを用いてなることを特徴とするファイバコリメータである。

【0016】

【発明の実施の形態】

〔屈折率分布型レンズ〕

以下、本発明の一実施形態について図面を参照して説明する。

図1は、本実施形態の屈折率分布型レンズの屈折率分布の概略図を示す。この屈折率分布型レンズは、径方向に屈折率分布を有し、レンズ作用を行うレンズ部1と、その外周に設けられた外郭部2とからなる円柱状のレンズである。レンズ部1は、石英ガラスに、屈折率を高めるためのドーパントとしてゲルマニウムが、外周側からレンズ中心に向かって次第に高濃度となるように分布されたものである。

10

【0017】

これにより図1に示された屈折率分布が得られる。この屈折率分布は、二次曲線に近似でき、レンズの外周側から中心軸に向かって屈折率が高くなる形状である。外郭部2は、高純度の石英ガラスからなり、レンズ部1の外周に設けられる。本実施形態では、外郭部2に対するレンズ中心軸の比屈折率差が n_0 であり、かつレンズ部1の外周径 D_c が、屈折率分布型レンズの外径 D_L よりも小さい構成となる。

【0018】

この屈折率分布型レンズに光を入射すると、入射光は、レンズ部1の屈折率分布にて屈折され、コリメート性に優れた光ビームとして出射される。本実施形態の屈折率分布型レンズでは、レンズ部1がレンズとして作用する。このためこのレンズ部1の外周径 D_c を調整することによって、所望のビーム径の光ビームを出射できる屈折率分布型レンズが実現できる。

20

特にレンズ部1の外周径 D_c を小さくすることによって、容易にビーム径の小さい光ビームを出射できる屈折率分布型レンズが実現できる。

【0019】

また外郭部2の厚さを調整することによって、レンズの外径 D_L を所望の値とすることができ、このためレンズの外径 D_L を、製造工程でのレンズの切断や、切断面の研磨の作業が容易に行える大きさとするこゝで、ビーム径の小さい光ビームを出射できる屈折率分布型レンズを優れた歩留まりで製造できる。

30

またレンズの外径 D_L を、組み込み作業のしやすい大きさとするこゝで、光機能素子に精度良く組み込むことができ、光学特性と信頼性に優れた光機能素子が実現できる。

【0020】

更にレンズ部1の外周径 D_c と外郭部2の厚さを調整することによって、レンズの外径 D_L が同一であり、かつ出射される光ビームのビーム径の異なる屈折率分布型レンズが実現できる。

【0021】

このときレンズの外径 D_L が同一であるため、製造工程のうち、屈折率分布型レンズ用母材を溶融線引き後の工程では、製造装置、製造条件などを共通化して、ビーム径の異なる屈折率分布型レンズが製造でき、これにより製造コストの低減が可能である。またこのような屈折率分布型レンズを光機能素子に組み込む際、レンズ把持用の治具などを屈折率分布型レンズの外径 D_L に合わせて調整する必要が無く、容易に光機能素子に組み込むことができる。

40

【0022】

レンズの外径 D_L に対するレンズ部1の外周径 D_c の比 D_c / D_L は、0.01~0.9であり、好ましくは0.5~0.8である。更にレンズ部1の外周径 D_c は、接続する光ファイバのコア径以上であり、好ましくはその数倍の径である。

これによりビーム径の小さい光ビームが出射でき、かつ製造工程や光機能素子に組み込む作業性に優れ、歩留まり良く製造できる。

50

【0023】

D_c が接続する光ファイバのコア径よりも小さい場合、例えばファイバコリメータとするとき、屈折率分布型レンズに光ファイバを接続することが困難となるため好ましくない。

【0024】

なお、本発明の技術範囲は、上記の実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

レンズ部1や外郭部2は、ゲルマニウム、アルミニウム、リン、フッ素などのドーパントが1種以上添加された石英ガラスであっても構わない。これにより中心軸での比屈折率差 n_0 や屈折率分布形状を精密に調整することができる。

【0025】

またレンズ部1は、レンズ用母材を溶融線引きし、屈折率分布型レンズとしたとき、所望の比屈折率差 n_0 、 D_c を有するレンズ部1とすることのできる材料であれば使用でき、例えば硼酸塩系ガラス、磷酸塩系ガラス、弗磷酸塩系ガラス、ビスマス系ガラス、ハロゲン化物ガラス、硫化物ガラス、カルコゲナイドガラスなどの無機ガラス材料や、光学用高分子材料などが使用できる。

【0026】

外郭部2は、レンズ部1の外周に設けることができ、かつ溶融線引きすることができる材料であれば使用でき、上記したレンズ部1に使用できる材料や、また透光性材料に限らず金属材料なども使用できる。

【0027】

[屈折率分布型レンズ用母材]

本実施形態の屈折率分布型レンズ用母材は、ゲルマニウムが、外周側から中心軸に向かって次第に高濃度となるように分布され、所望の屈折率分布を有するレンズ用母材部と、その外周に設けられた高純度の石英ガラスの外郭部とからなる。この屈折率分布型レンズ用母材を所望の条件で溶融線引きすることで、上述した本実施形態の屈折率分布型レンズとすることができる。

ここで屈折率分布型レンズとしたとき、本実施形態の屈折率分布型レンズ用母材のうち、レンズ用母材部は、レンズ部1となりレンズとして作用することになる。

【0028】

屈折率分布型レンズ用母材は、MCVD法などの公知の方法により製造できる。石英ガラス管を定速で回転しながら酸水素バーナで外部から加熱する。この石英ガラス管内に、 $SiCl_4$ ガス、 $GeCl_4$ ガス、酸素ガスとの混合原料ガスを供給し、酸水素バーナの熱で反応させ、生成したガラス微粒子(スート)を石英ガラス管の内面に堆積させ、更にこのガラス微粒子を酸水素バーナの熱により結晶化させる。

【0029】

酸水素バーナを石英ガラス管の長手方向に定速度で繰り返し移動させ、ガラス微粒子の生成とその結晶化を繰り返し行い、ゲルマニウムが所望の濃度分布となるように添加されたレンズ用母材部を所望の厚さ形成し、石英ガラス管を中実化することにより屈折率分布型レンズ用母材とする。

【0030】

本実施形態では、屈折率分布型レンズ用母材を溶融線引きしたとき、所望の屈折率分布とレンズの外径を有する屈折率分布型レンズとなるように、あらかじめシミュレーションによって、屈折率分布型レンズ用母材のうち、レンズ用母材部のゲルマニウムの濃度分布の目標値を算出する。

【0031】

そしてこの計算結果に基づいてゲルマニウムの添加量を調整し、屈折率分布型レンズ用母材を製造する。シミュレーションの際、ゲルマニウムの添加による石英ガラスの融点、溶融粘度などの変化を考慮して、ゲルマニウムの濃度分布の目標値を算出する。

【0032】

なお、本実施形態では、屈折率分布型レンズ用母材を製造する際、上述したMCVD法を

10

20

30

40

50

用いた製造方法以外に、VAD法など他の化学気相蒸着法でも適用できる。

また例えば上記した化学気相蒸着法や、ゲルマニウム化合物溶液を用いた浸漬法によって、まずゲルマニウムが所望の濃度分布で添加されたレンズ用母材部を製造し、その後、所望の厚さの石英ガラス管に挿入して焼成し、屈折率分布型レンズ用母材としても構わない。

【0033】

[ファイバコリメータ]

図2は、本実施形態のファイバコリメータの断面概略図を示す。このファイバコリメータ10は、上記した本実施形態の屈折率分布型レンズ11が用いられている。図中符号12は筐体を示し、符号13は光ファイバ素線をそれぞれ示す。

10

【0034】

光ファイバ素線13は、キャピラリ14により屈折率分布型レンズ11に接続されている。屈折率分布型レンズ11は光学接着剤15により筐体12に固定されている。この屈折率分布型レンズ11と光ファイバ素線13とは、筐体12内に収容されており、筐体12は外枠の役割を果たす。

【0035】

このファイバコリメータ10は、本実施形態の屈折率分布型レンズ11を使用しており、光ファイバ素線13を伝搬した光を屈折率分布型レンズ11に通して放物線状に屈折させ、ビーム径dが小さく、かつコリメート性(平行性)に優れた光ビーム16として出射できる。

20

このため光分岐器、光分波器、光スイッチなどの光機能素子に利用した場合、ビーム径dの小さい光ビーム16を用いることができるため、受光部を小型化でき、これにより光機能素子の小型化が実現できる。更に光機能素子の小型化によって製造コストの低減が可能となる。

【0036】

次に本発明の具体例を以下に述べる。

MCVD法などの化学気相蒸着法によって、外径20mm、肉厚2mmの高純度石英管の内面にゲルマニウムが添加されたガラス微粒子を堆積させて結晶化させ、所望の濃度分布でゲルマニウムが添加されたレンズ用母材部と高純度の石英ガラスの外郭部とからなる屈折率分布型レンズ用母材を製造した。

30

このレンズ用母材を溶融線引きし、レンズの外径が1mmの屈折率分布型レンズとした。この屈折率分布型レンズから出射された光ビームのビーム径は約350μmであった。

【0037】

出射光のビーム径は、屈折率分布型レンズのレンズ部の外周径とほぼ比例関係にある。このため上記した屈折率分布型レンズ用母材を使用した場合、レンズの外径が0.28mmの屈折率分布型レンズとしたとき、ビーム径が100μmの光ビームを出射できる。

【0038】

上記した屈折率分布型レンズ用母材を溶融線引きし、レンズの外径が0.28mm、長さが2mmの屈折率分布型レンズの製造を試みた。その結果、屈折率分布型レンズの切断工程や、切断面の研磨工程が困難であり、屈折率分布型レンズを製造することができなかった。

40

【0039】

上記した屈折率分布型レンズ用母材を、外径40mm、内径約20mmの高純度石英管に挿入して焼成し、外郭部を厚く設けた屈折率分布型レンズ用母材を製造した。この屈折率分布型レンズ用母材を溶融線引きし、レンズの外径が0.56mm、長さが2mmの屈折率分布型レンズとした。

【0040】

この屈折率分布型レンズから出射された光ビームのビーム径は約100μmであった。このように外郭部を厚くすることによって、ビーム径の小さい光ビームを出射できる屈折率分布型レンズが容易に実現できた。

50

【 0 0 4 1 】

【 発明の効果 】

以上、詳細に説明したように、請求項 1 に係る発明によれば、径方向に屈折率分布を有し、レンズ作用を行うレンズ部と、その外周に設けられた外郭部とからなる構成として、このレンズ部の外周径がレンズの外径よりも小さくなるようにする。

これにより、例えばこのレンズ部の外周径を小さくすることによって、容易に光束径の小さい光ビームを出射できる屈折率分布型レンズが実現できる。

【 0 0 4 2 】

また外郭部の厚さを調整し、レンズの外径を、製造工程でのレンズの切断や、切断面の研磨の作業が容易に行える大きさとすることによって、光束径の小さい光ビームを出射できる屈折率分布型レンズを優れた歩留まりで製造できる。

更にレンズ部の外周径と外郭部の厚さを調整することによって、光束径の異なる光ビームが出射でき、かつレンズの外径が同一の屈折率分布型レンズが実現できる。

【 0 0 4 3 】

また請求項 2 に係る発明によれば、ゲルマニウムが、外周側から中心軸に向かって次第に高濃度となるように分布され、所望の屈折率分布を有するレンズ用母材部と、その外周に設けられた高純度の石英ガラスの外郭部とからなる構成として、このレンズ用母材部の外周径が母材の外径よりも小さくなるようにする。

これにより、この屈折率分布型レンズ用母材を所望の条件で溶融線引きすることで、レンズ作用を行うレンズ部の外周径が、レンズの外径よりも小さい屈折率分布型レンズを容易に製造できる。

【 0 0 4 4 】

請求項 3 に係る発明によれば、本発明の屈折率分布型レンズを用いることによって、光束径が小さく、かつコリメート性（平行性）に優れた光ビームとして出射できるファイバコリメータが実現できる。

これにより例えば光分岐器、光分波器、光スイッチなどの光機能素子に応用することにより、光機能素子の小型化が実現できる。更に光機能素子の小型化によって製造コストの低減が可能となる。また単一の筐体で所望の光束径を持つファイバコリメータの製造が可能であり、製造工程の共通化が実現できるため、製造コストの低減が可能となる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本実施形態の屈折率分布型レンズの屈折率分布の一例を示す概略模式図である。

【 図 2 】 本実施形態のファイバコリメータの一例を示す概略断面図である。

【 符号の説明 】

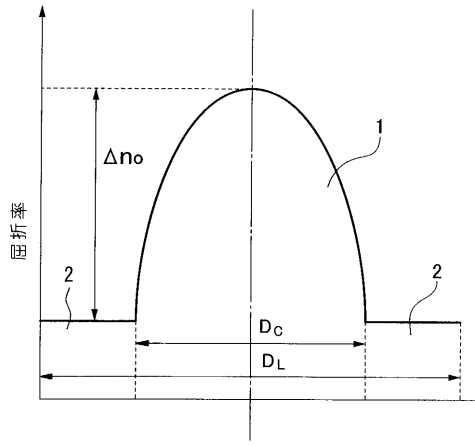
1・・・レンズ部、 10・・・ファイバコリメータ、 11・・・屈折率分布型レンズ

10

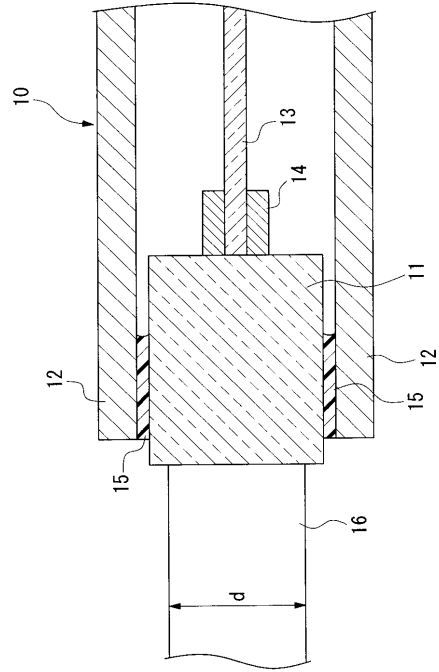
20

30

【 图 1 】



【 图 2 】



フロントページの続き

- (72)発明者 浅野 健一郎
千葉県佐倉市六崎1 4 4 0 番地 株式会社フジクラ佐倉事業所内
- (72)発明者 小田 研二
千葉県佐倉市六崎1 4 4 0 番地 株式会社フジクラ佐倉事業所内
- (72)発明者 横山 磨紀子
千葉県佐倉市六崎1 4 4 0 番地 株式会社フジクラ佐倉事業所内
- (72)発明者 細谷 英行
千葉県佐倉市六崎1 4 4 0 番地 株式会社フジクラ佐倉事業所内
- Fターム(参考) 2H037 AA01 BA32 CA16 CA20 DA04 DA05 DA06