(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
2024年2月1日(01.02.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/024729 A1

(51) 国際特許分類:
C03B 37/014 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/027018

(22) 国際出願日： 2023年7月24日(24.07.2023)

(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 2022-118756 2022年7月26日(26.07.2022) JP

(71) 出願人: 株式会社フジクラ (**FUJIKURA LTD.**) [JP/JP]; 〒1358512 東京都江東区木場１－５－１ Tokyo (JP).

(72) 発明者: 高橋 純一 (**TAKAHASHI, Junichi**); 〒2858550 千葉県佐倉市六崎１４４０ 株式会社フジクラ 佐倉事業所内 Chiba (JP).

(74) 代理人: 森村 靖男 (**MORIMURA Yasuo**); 〒1010032 東京都千代田区岩本町三丁目１０番９号 秋葉原花岡ビル６階 Tokyo (JP).

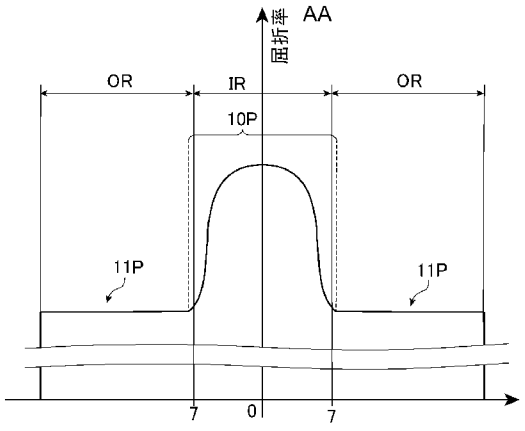
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,

WO 2024/024729 A1

(54) Title: PREFORM FOR OPTICAL FIBERS, METHOD FOR MEASURING REFRACTIVE INDEX PROFILE OF PREFORM FOR OPTICAL FIBERS, AND METHOD FOR PRODUCING PREFORM FOR OPTICAL FIBERS

(54) 発明の名称: 光ファイバ用母材、光ファイバ用母材の屈折率分布の測定方法、及び光ファイバ用母材の製造方法

[図2]



AA Refractive index
BB Distance L (mm) from center of preform for optical fibers

(57) Abstract: A preform (1P) for optical fibers according to the present invention has a refractive index profile that contains a fluctuation region in which a fluctuation (20), wherein the refractive index increases or decreases, is repeated; at least a part of the fluctuation region is contained in an outer region (OR) that is at a distance (L) of 7 mm or more from

［続葉有］

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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

the center of the preform (1P) for optical fibers; and the width (20W) of the fluctuation 20 in the radial direction within the outer region (OR) is less than 2 μm.

(57) 要約:光ファイバ用母材(1P)は、屈折率が増減する変動(20)を繰り返す変動領域を含む屈折率分布を有し、変動領域の少なくとも一部は、光ファイバ用母材(1P)の中心からの距離(L)が7mm以上の外側領域(OR)に含まれ、外側領域(OR)における変動20の径方向の幅(20W)が2μm未満である。

明　細　書

発明の名称 ：

光ファイバ用母材、光ファイバ用母材の屈折率分布の測定方法、及び光ファイバ用母材の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、光ファイバ用母材、光ファイバ用母材の屈折率分布の測定方法、及び光ファイバ用母材の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 光ファイバの製造に用いる光ファイバ用母材を製造する方法として、ＯＶＤ法（Outside Vapor Deposition method）やＶＡＤ法（Vapor Phase Axial Deposition method）等を用いて軸周りに回転するガラスロッドにガラス微粒子を多層に堆積させて多孔質ガラス体を形成し、当該多孔質ガラス体を焼結させる方法が知られている。

[0003] このようにして得られた光ファイバ用母材の屈折率分布を、プリフォームアナライザを用いて測定することがある。プリフォームアナライザは、レーザ光を光ファイバ用母材の長手方向と垂直な方向から入射させると共に径方向に走査させて、光ファイバ用母材から出射するレーザ光の屈折角を測定することで、光ファイバ用母材の屈折率分布を測定する。

[0004] 上記のように、光ファイバ用母材は、ガラス微粒子が多層に堆積された多孔質ガラス体を焼結したものである。このため、光ファイバ用母材には、ガラス微粒子のそれぞれの層に対応するガラス層が形成され、光ファイバ用母材の屈折率分布には、これらガラス層に対応する微細な屈折率のゆらぎが生じ、屈折率分布は屈折率が増減する変動を繰り返す分布となる。これは、ガラス層となるガラス微粒子の層における嵩密度や当該層に含まれる屈折率を調整するためのドーパントの濃度等が層ごとに変化することで生じると考えられる。このような屈折率の変動は脈理と呼ばれることがある。プリフォームアナライザのレーザ光は、この脈理によって回折等することがあり、この

場合、レーザ光の屈折角を正確に測定できず、測定される屈折率分布に乱れが生じる。

[0005] 下記特許文献１には、ガラスロッドの回転速度を２値以上の設定値の間で変化させながらガラス微粒子を堆積させることが開示されている。下記特許文献１の製造方法では、このようにすることで、多孔質ガラス体におけるガラス微粒子の層の厚さがランダムになり、その結果、脈理を構成する各層の幅がランダムになり、プリフォームアナライザのレーザ光の回折を防ぐことができる。このため、下記特許文献１の製造方法によれば、光ファイバ用母材の屈折率分布を測定できるとされている。

[0006] 特許文献1：特開２０１３－５６７９４号公報

発明の概要

[0007] しかし、上記特許文献１のように、ガラスロッドの回転速度を２値以上の設定値の間で変化させながらガラス微粒子を堆積させたとしても、光ファイバ用母材の屈折率分布を測定できない場合があることが分かった。

[0008] そこで、本発明は、プリフォームアナライザによる屈折率分布の測定ができなくなることを抑制し得る光ファイバ用母材、光ファイバ用母材の屈折率分布の測定方法、及び光ファイバ用母材の製造方法を提供することを目的とする。

[0009] 本発明の態様１は、屈折率が増減する変動を繰り返す変動領域を含む屈折率分布を有する光ファイバ用母材であって、前記変動領域の少なくとも一部は、前記光ファイバ用母材の中心からの距離が７ｍｍ以上の外側領域に含まれ、前記外側領域における前記変動の径方向の幅が２μｍ未満であることを特徴とする。

[0010] 本発明者は、プリフォームアナライザで屈折率分布を測定できない光ファイバ用母材について検討した。その結果、光ファイバ用母材の中心からの距離が遠いほど、レーザ光の屈折角を正確に測定し難くなり、当該距離が近いほど、レーザ光の屈折角を正確に測定し易くなることが分かった。また、この距離が遠くても、屈折率が増減する変動の幅が狭いとレーザ光の屈折角を

正確に測定し易くなることが分かった。なお、屈折率が増減する変動の幅は、脈理を構成する各層の幅とも言える。そこで、本発明者は、さらに鋭意研究を重ねた結果、屈折率分布のうち光ファイバ用母材の中心からの距離が７ｍｍ以上の外側領域での上記の変動の幅が２μｍ未満である場合、プリフォームアナライザによる屈折率分布の測定が可能となることを見出した。このため、態様１によれば、プリフォームアナライザによる屈折率分布の測定ができなくなることを抑制し得る。

[0011] 本発明の態様２は、態様１の光ファイバ用母材において、前記外側領域の全領域における前記変動の径方向の幅が２μｍ未満であることを特徴とする。

[0012] 本発明の態様３は、態様１または態様２の光ファイバ用母材において、前記中心側ほど前記変動の前記幅が大きくなることを特徴とする。

[0013] ＶＡＤ法を用いて形成される多孔質ガラス体を焼結させて得られる光ファイバ用母材の屈折率分布では、中心側ほど上記の変動の幅が大きくなる。このため、本発明の態様２は、このようにして製造される光ファイバ用母材に適している。

[0014] 本発明の態様４は、態様１から態様３のいずれか１つの光ファイバ用母材において、前記中心からの距離が７ｍｍ未満の内側領域には、前記変動の前記幅が２μｍ以上となる領域が含まれることを特徴とする。

[0015] 本発明の態様５は、態様１から態様４のいずれか１つの光ファイバ用母材において、当該光ファイバ用母材がロッド状のコアガラス体と、前記コアガラス体と異なる屈折率を有し前記コアガラス体の外周面を囲むクラッドガラス体と、を備え、前記コアガラス体は、前記中心からの距離が７ｍｍ未満の内側領域にのみ位置することを特徴とする。

[0016] 本発明の態様５では、コアガラス体における上記の変動の幅が大きくなることを許容することになる。このため、本発明の態様５によれば、上記の変動の幅の自由度が高いコアガラス体を備える光ファイバ用母材を実現し得る。

[0017] また、本発明の態様６は、光ファイバ用母材の長手方向と垂直な方向からレーザ光が前記光ファイバ用母材に入射するように、前記光ファイバ用母材の中心に向かう方向または前記光ファイバ用母材の中心から離れる方向に前記光ファイバ用母材と前記レーザ光を出射する発光部とを相対的に移動させて前記レーザ光を走査させ、前記光ファイバ用母材から出射する前記レーザ光の屈折角に基づいて前記光ファイバ用母材の屈折率分布を測定する光ファイバ用母材の屈折率分布の測定方法であって、前記光ファイバ用母材は態様１から態様５のいずれか１つの光ファイバ用母材であり、前記レーザ光が前記光ファイバ用母材に入射する際の前記レーザ光の直径は、２０μｍ以上４０μｍ以下であることを特徴とする。

[0018] 本発明の態様６によれば、態様１から態様５のいずれか１つの光ファイバ用母材の屈折率分布を測定し得る。

[0019] また、本発明の態様７は、軸周りに回転するガラスロッドにガラス微粒子を多層に堆積させて多孔質ガラス体を形成し、前記多孔質ガラス体を焼結して、屈折率が増減する変動を繰り返す変動領域を含む屈折率分布を有するロッド状のガラス部材を形成するガラス部材形成工程と、前記ガラス部材を延伸する延伸工程と、を備え、前記ガラス部材形成工程における前記ガラスロッドの回転速度、及び前記延伸工程における前記ガラス部材の延伸率は、前記延伸工程後の前記ガラス部材の屈折率分布における前記変動領域の少なくとも一部が当該ガラス部材の中心からの距離が７ｍｍ以上の外側領域に含まれると共に、前記外側領域における前記変動の径方向の幅が２μｍ未満となるように、設定されることを特徴とする光ファイバ用母材の製造方法である。

[0020] ガラス部材形成工程におけるガラスロッドの回転速度が速くなると、多孔質ガラス体におけるガラス微粒子のそれぞれの層の厚さが薄くなり、得られるガラス部材の屈折率分布における上記の変動の幅が狭くなる。また、延伸工程におけるガラス部材の延伸率が大きくなると、延伸後のガラス部材の屈折率分布における上記の変動の幅が狭くなる。態様７では、上記のように、

ガラスロッドの回転速度、及びガラス部材の延伸率は、延伸後のガラス部材の屈折率分布における変動領域の少なくとも一部が当該ガラス部材の中心からの距離が７ｍｍ以上の外側領域に含まれると共に、外側領域における変動の径方向の幅が２μｍ未満となるように、設定される。このため、態様７によれば、中心からの距離が７ｍｍ以上の外側領域での上記の変動の幅が２μｍ未満である光ファイバ用母材を製造でき、プリフォームアナライザによる屈折率分布の測定ができなくなることを抑制し得る光ファイバ用母材を製造できる。

[0021] 本発明の態様８は、態様７の光ファイバ用母材の製造方法において、前記ガラスロッドの回転速度は、２０ｒｐｍ以上４０ｒｐｍ以下であることを特徴とする。

[0022] 本発明の態様８によれば、上記の外側領域での上記の変動の幅が２μｍ未満である光ファイバ用母材を製造し易くし得る。

[0023] 本発明の態様９は、態様７または態様８の光ファイバ用母材の製造方法において、前記延伸率は、前記外側領域の全領域における前記変動の径方向の幅が２μｍ未満となるように設定されることを特徴とする。

[0024] 以上のように、本発明によれば、プリフォームアナライザによる屈折率分布の測定ができなくなることを抑制し得る光ファイバ用母材、及び光ファイバ用母材の製造方法が提供される。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]本発明の実施形態に係る光ファイバ用母材の長手方向に垂直な断面の様子を概略的に示す図である。

[図2]図１に示す光ファイバ用母材の長手方向に垂直な断面での屈折率分布を概略的に示す図である。

[図3]図２に示す屈折率分布の一部を拡大して示す概念図である。

[図4]実施形態に係る光ファイバ用母材の製造方法の工程を示すフローチャートである。

[図5]実施形態に係るプリフォームアナライザを概略的に示す図である。

[図6]実施例１～３及び比較例１～３における光ファイバ用母材の中心からの距離と屈折率分布における変動の幅との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0026] 以下、本発明に係る光ファイバ用母材、及び光ファイバ用母材の製造方法が添付図面とともに例示される。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、以下で参照する図面では、理解を容易にするために、各部材の寸法を変えて示す場合がある。

[0027] 図１は、本発明の実施形態に係る光ファイバ用母材の長手方向に垂直な断面の様子を概略的に示す図である。図１に示すように、本実施形態の光ファイバ用母材１Ｐは、ロッド状のコアガラス体１０Ｐと、当該コアガラス体１０Ｐの外周面を囲むクラッドガラス体１１Ｐと、を主な構成として備える。コアガラス体１０Ｐは、光ファイバ用母材１Ｐから得られる光ファイバにおけるコアと成る部材であり、クラッドガラス体１１Ｐは、光ファイバ用母材１Ｐから得られる光ファイバにおけるクラッドと成る部材である。本実施形態では、当該断面におけるコアガラス体１０Ｐの外形及びクラッドガラス体１１Ｐの外形は略円形であり、コアガラス体１０Ｐはクラッドガラス体１１Ｐの中心に配置されている。また、コアガラス体１０Ｐの外径は１５ｍｍであり、クラッドガラス体１１Ｐの外径は５０ｍｍであるが、これらの外径は制限されるものではない。

[0028] 図２は、図１に示す光ファイバ用母材１Ｐの長手方向に垂直な断面での屈折率分布を概略的に示す図であり、コアガラス体１０Ｐの屈折率はクラッドガラス体１１Ｐの屈折率よりも高い。本実施形態では、コアガラス体１０Ｐはゲルマニウム（Ｇｅ）等の屈折率が高くなるドーパントが添加されたシリカガラスからなり、クラッドガラス体１１Ｐは何ら添加物の無いシリカガラスからなる。なお、コアガラス体１０Ｐが何ら添加物の無いシリカガラスからなり、クラッドガラス体１１Ｐがフッ素（Ｆ）等の屈折率が低くなるドー

パントが添加されたシリカガラスからなっていてもよい。また、コアガラス体１０Ｐが屈折率を高くするドーパントが添加されたシリカガラスからなり、クラッドガラス体１１Ｐが屈折率を低くするドーパントが添加されたシリカガラスからなっていてもよい。また、屈折率を高くするドーパント及び屈折率を低くするドーパントは制限されるものではない。

[0029] 図３は、図２に示す屈折率分布の一部を拡大して示す概念図であり、コアガラス体１０Ｐの一部の屈折率分布を拡大して示す概念図である。図３に示すように、光ファイバ用母材１Ｐの屈折率分布は、屈折率が増減する変動２０を繰り返す変動領域を含む分布である。つまり、変動領域では、屈折率が増加する増加領域と屈折率が減少する減少領域とが交互に並んでいる。この変動２０における屈折率の増加量及び減少量は、例えば、屈折率分布が比屈折率で表される場合、概ね０．０４％以下である。また、この変動２０の径方向の幅２０Ｗは、例えば０．３ｍｍ～０．３μｍ程度である。なお、変動２０の幅２０Ｗは、脈理の幅や脈理の周期と言われることもあり、変動２０の繰り返しの幅や脈理を構成する各層の幅とも言える。詳細については後述するが、光ファイバ用母材１Ｐは、ガラス微粒子が多層に堆積された多孔質ガラス体が焼結されたものである。このため、光ファイバ用母材１Ｐには、ガラス微粒子のそれぞれの層に対応するガラス層が形成され、光ファイバ用母材１Ｐの屈折率分布には、これらガラス層に対応する微細な屈折率のゆらぎが生じ、その結果、屈折率分布は上記の変動２０を繰り返す変動領域を含む。本実施形態では、光ファイバ用母材１Ｐの屈折率分布の全体が変動領域である。また、光ファイバ用母材１Ｐの中心からの距離Ｌが７ｍｍ以上の外側領域ＯＲにおける変動２０の径方向の幅２０Ｗが２μｍ未満であり、光ファイバ用母材１Ｐの中心側ほど変動２０の幅２０Ｗが大きくなる。また、本実施形態では、外側領域ＯＲの全領域における変動２０の径方向の幅２０Ｗが２μｍ未満である。また、本実施形態では、距離Ｌが７ｍｍ未満の内側領域ＩＲには、変動２０の幅２０Ｗが２μｍ以上となる領域が含まれているが、内側領域ＩＲには、変動２０の幅２０Ｗが２μｍ以上となる領域が含まれな

くてもよい。また、本実施形態では、外側領域ＯＲにコアガラス体１０Ｐの一部が位置するが、外側領域ＯＲにコアガラス体１０Ｐが位置しなくてもよい。つまり、コアガラス体１０Ｐは、内側領域ＩＲにのみ位置してもよい。

[0030] 次に、本実施形態に係る光ファイバ用母材の製造方法について説明する。

[0031] 図４は、本実施形態に係る光ファイバ用母材１Ｐの製造方法の工程を示すフローチャートである。図４に示すように、本実施形態の光ファイバ用母材１Ｐの製造方法は、ガラス部材形成工程Ｐ１と、延伸工程Ｐ２と、を含む。

[0032] ＜ガラス部材形成工程Ｐ１＞

本工程は、軸周りに回転するガラスロッドにガラス微粒子を多層に堆積させて多孔質ガラス体を形成し、当該多孔質ガラス体を焼結して、ロッド状のガラス部材を形成する工程である。図示による説明は省略するが、本実施形態では、軸周りに回転するガラスロッドの一端部から当該ガラスロッドの軸方向にガラス微粒子を多層に堆積させるＶＡＤ法によって多孔質ガラス体を形成する。この多孔質ガラス体を焼結してロッド状のガラス部材を形成する。このようにして形成されるガラス部材は、図１に示す光ファイバ用母材１Ｐが径方向に拡大されると共に長手方向に縮小された構成である。このため、ガラス部材は、コアガラス体１０Ｐとクラッドガラス体１１Ｐとからり、ガラス部材におけるクラッドガラス体１１Ｐの外径に対するコアガラス体１０Ｐの外径の比は、光ファイバ用母材１Ｐにおける当該比と概ね同じである。また、当該ガラス部材の屈折率分布は、図２に示す光ファイバ用母材１Ｐの屈折率分布が径方向に引き伸ばされた分布である。つまり、このようなガラス部材が形成されるように、ガラス微粒子を多層に堆積させて多孔質ガラス体を形成し、当該多孔質ガラス体を焼結する。なお、本実施形態では、ガラスロッドの回転速度は一定であるが、ガラス微粒子を堆積させている際にガラスロッドの回転速度を変化させてもよい。また、ガラス微粒子を堆積させる方法は制限されるものではなく、例えば、軸周りに回転するガラスロッドの外周面にガラス微粒子を多層に堆積させるＯＶＤ法であってもよい。

[0033] ＜延伸工程Ｐ２＞

本工程は、ガラス部材形成工程Ｐ１で形成されるガラス部材を加熱し長手方向に延伸する工程である。前述のように、ガラス部材形成工程Ｐ１で形成されるガラス部材は、図１に示す光ファイバ用母材１Ｐが径方向に拡大されると共に長手方向に縮小された構成である。このため、ガラス部材が長手方向に延伸されることで、ガラス部材が光ファイバ用母材１Ｐとなる。

[0034] ところで、ガラス部材形成工程Ｐ１におけるガラスロッドの回転速度が速くなると、多孔質ガラス体におけるガラス微粒子のそれぞれの層の厚さが薄くなり、得られるガラス部材の屈折率分布における変動２０の幅２０Ｗが狭くなる。また、延伸工程Ｐ２におけるガラス部材の延伸率が大きくなると、延伸後のガラス部材の屈折率分布における変動２０の幅２０Ｗが狭くなる。なお、延伸率は、延伸前のガラス部材の長さに対する延伸後のガラス部材の長さの比である。本実施形態では、ガラス部材形成工程Ｐ１におけるガラスロッドの回転速度、及び延伸工程Ｐ２におけるガラス部材の延伸率は、延伸後のガラス部材の屈折率分布における変動領域の少なくとも一部が当該ガラス部材の中心からの距離が７ｍｍ以上の外側領域ＯＲに含まれると共に、当該外側領域ＯＲにおける変動２０の幅２０Ｗが２μｍ未満となるように、設定される。このため、得られる光ファイバ用母材１Ｐの屈折率分布は、屈折率が増減する変動２０を繰り返す変動領域を含む。また、変動領域の少なくとも一部は、光ファイバ用母材１Ｐの中心からの距離Ｌが７ｍｍ以上の外側領域ＯＲに含まれ、外側領域ＯＲにおける変動２０の径方向の幅が２μｍ未満となる。

[0035] なお、ガラス部材形成工程Ｐ１におけるガラスロッドの回転速度は、２０ｒｐｍ以上４０ｒｐｍ以下であることが好ましい。このような構成によれば、外側領域ＯＲでの変動２０の幅が２μｍ未満である光ファイバ用母材１Ｐを製造し易くし得る。

[0036] 次に、本実施形態に係る光ファイバ用母材の屈折分布を測定するプリフォームアナライザについて説明する。

[0037] 図５は、本実施形態に係るプリフォームアナライザを概略的に示す図であ

る。図５に示すように、本実施形態では、プリフォームアナライザ３０は、光を出射する発光部３１と、光を受光する受光部３２と、収容空間を有する光透過性の収容部３３と、測定部３４と、を主な構成として備える。

[0038] 本実施形態の発光部３１は、パワーのピーク波長が６３２ｎｍのレーザ光を出射するが、レーザ光のパワーのピーク波長は制限されない。

[0039] 受光部３２は、受光面３２ｓで受光した光を電気信号に変換して出力する光学素子である。本実施形態では、受光面３２ｓは、光を受光する複数の受光素子の受光面から構成されており、受光部３２は、受光面３２ｓに照射される光の位置に係る情報を測定部３４に出力する。光の位置に係る情報としては、例えば二次元画像が挙げられる。発光部３１及び受光部３２は、発光部３１の光を出射する部位と受光部３２の受光面３２ｓと間隔をあけて対向するように配置される。

[0040] 収容部３３は、発光部３１と受光部３２との間に配置される。光ファイバ用母材１Ｐは、当該光ファイバ用母材１Ｐの長手方向が発光部３１と受光部３２とが対向する方向と垂直な方向となるように、収容部３３の収容空間に収容され、当該収容空間には、クラッドガラス体１１Ｐと同じ屈折率を有するマッチングオイル３５が充填される。収容部３３は、光ファイバ用母材１Ｐの長手方向と垂直かつ発光部３１と受光部３２とが対向する方向と垂直な所定方向に移動可能である。

[0041] 発光部３１から出射するレーザ光は、光ファイバ用母材１Ｐを透過し、受光部３２の受光面３２ｓに照射される。本実施形態では、光ファイバ用母材１Ｐに入射する際のレーザ光の直径は、例えば、２０μｍ以上４０μｍ以下であり、本実施形態では、３０μｍである。本実施形態では、収容部３３を所定方向に移動させることで、レーザ光を走査する。所定方向は、例えば、レーザ光の光ファイバ用母材１Ｐへの入射方向及び光ファイバ用母材１Ｐの長手方向に垂直な方向である。この場合、収容部３３に収容される光ファイバ用母材１Ｐには、当該光ファイバ用母材１Ｐの長手方向と垂直な方向からレーザ光が入射する。また、光ファイバ用母材１Ｐは、発光部３１に対して

、光ファイバ用母材１Ｐの中心１Ｐｃに向かう方向Ｄ１または光ファイバ用母材１Ｐの中心１Ｐｃから離れる方向Ｄ２に移動し、レーザ光が走査される。なお、光ファイバ用母材１Ｐの長手方向と垂直な方向からレーザ光が光ファイバ用母材１Ｐに入射するように、光ファイバ用母材１Ｐの中心１Ｐｃに向かう方向Ｄ１または光ファイバ用母材１Ｐの中心１Ｐｃから離れる方向Ｄ２に光ファイバ用母材１Ｐと発光部３１とを相対的に移動させてレーザ光を走査すればよい。例えば、発光部３１が上記の所定方向に移動してもよく、光ファイバ用母材１Ｐが上記の所定方向に移動してもよく、また、光ファイバ用母材１Ｐと発光部３１とが上記の所定方向に移動してもよい。また、上記の垂直には、完全な垂直以外にも、例えば製造誤差によって光ファイバ用母材１Ｐが湾曲することで完全な垂直からずれる場合も含まれる。

[0042] 受光部３２は、受光面３２ｓに照射されるレーザ光の位置に係る情報を測定部３４に出力する。測定部３４は、この情報に基づいて光ファイバ用母材１Ｐにおけるレーザ光の屈折角θを測定し、当該屈折角θに基づいて光ファイバ用母材１Ｐにおけるレーザ光が透過する位置の屈折率を測定し、この屈折率から屈折率分布を測定するように構成される。測定部３４は、例えば、マイクロコントローラ、ＩＣ（Integrated Circuit）、ＬＳＩ（Large-scale Integrated Circuit）、ＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circuit）などの集積回路やＮＣ（Numerical Control）装置から成る。

[0043] 本実施形態では、このようなプリフォームアナライザ３０を用いて光ファイバ用母材１Ｐの屈折分布を測定する。まず、上記のように収容部３３の収容空間に光ファイバ用母材１Ｐを収容する。次に、発光部３１からレーザ光を出射させる。次に、光ファイバ用母材１Ｐの長手方向と垂直な方向からレーザ光が光ファイバ用母材１Ｐに入射するように、光ファイバ用母材１Ｐの中心１Ｐｃに向かう方向または当該中心１Ｐｃから離れる方向に光ファイバ用母材１Ｐと発光部３１とを相対的に移動させてレーザ光を走査させる。本実施形態では、収容部３３を移動させることで、光ファイバ用母材１Ｐを発光部３１に対して移動させる。そして、光ファイバ用母材１Ｐから出射する

レーザ光を受光部３２に受光させる。受光部３２は、受光面３２ｓに照射される光の位置に係る情報を出力し、測定部３４は当該二次元画像に基づいて、光ファイバ用母材１Ｐでのレーザ光の屈折角θを測定し、当該屈折角θに基づいて光ファイバ用母材１Ｐの屈折率分布を測定する。つまり、プリフォームアナライザ３０は、光ファイバ用母材１Ｐの長手方向と垂直な方向からレーザ光が光ファイバ用母材１Ｐに入射するように、光ファイバ用母材１Ｐの中心１Ｐｃに向かう方向または当該中心１Ｐｃから離れる方向に光ファイバ用母材１Ｐと発光部３１とを相対的に移動させてレーザ光を走査させ、光ファイバ用母材１Ｐから出射するレーザ光の屈折角に基づいて光ファイバ用母材１Ｐの屈折率分布を測定する。

[0044] 以上説明したように、本実施形態の光ファイバ用母材１Ｐは、屈折率が増減する変動２０を繰り返す変動領域を含む屈折率分布を有する。この変動領域の少なくとも一部は、光ファイバ用母材１Ｐの中心からの距離Ｌが７ｍｍ以上の外側領域ＯＲに含まれ、外側領域ＯＲにおける変動２０の径方向の幅が２μｍ未満である。

[0045] 本発明者は、プリフォームアナライザで屈折率分布を測定できない光ファイバ用母材について検討した。その結果、光ファイバ用母材の中心からの距離が遠いほど、レーザ光の屈折角を正確に測定し難くなり、当該距離が近いほど、レーザ光の屈折角を正確に測定し易くなることが分かった。また、この距離が遠くても、屈折率が増減する変動の幅が狭いとレーザ光の屈折角を正確に測定し易くなることが分かった。そこで、本発明者は、さらに鋭意研究を重ねた結果、屈折率分布のうち光ファイバ用母材の中心からの距離が７ｍｍ以上の外側領域での上記の変動の径方向の幅が２μｍ未満である場合、プリフォームアナライザによる屈折率分布の測定が可能となることを見出した。このため、本実施形態の光ファイバ用母材１Ｐによれば、プリフォームアナライザによる屈折率分布の測定ができなくなることを抑制し得る。

[0046] 本実施形態の光ファイバ用母材１Ｐは、中心側ほど変動２０の幅２０Ｗが大きくなる。ＶＡＤ法を用いて形成される多孔質ガラス体を焼結させて得ら

れる光ファイバ用母材の屈折率分布では、中心側ほど上記の変動２０の幅２０Ｗが大きくなる。このため、本実施形態の光ファイバ用母材１Ｐは、このようにして製造される光ファイバ用母材に適している。なお、変動２０の幅２０Ｗは、径方向においてランダムであってもよく、概ね一定であってもよい。

[0047] 本実施形態の光ファイバ用母材１Ｐは、光ファイバを得るために線引きされる母材である。このため、本実施形態の光ファイバ用母材１Ｐによれば、例えば、プリフォームアナライザで測定される屈折率分布に基づいて、線引きにおける条件を適切に設定し得る。なお、光ファイバ用母材１Ｐは、当該光ファイバ用母材１Ｐより太い径の母材を得るための所謂中間母材として用いることも可能である。中間母材としての光ファイバ用母材１Ｐの外周面にガラス層を設けることで、光ファイバ用母材１Ｐより太い径の母材が得られる。例えば、このガラス層がクラッドガラス体１１Ｐと同じガラス体から成る場合、図１に示すクラッドガラス体１１Ｐの外径が大きくされた母材が得られる。また、この場合、例えば、光ファイバ用母材１Ｐの屈折率分布をプリフォームアナライザで測定し、当該屈折率分布に基づいて、ガラス層の外径を設定し得る。このため、クラッドガラス体１１Ｐの外径に対するコアガラス体１０Ｐの外径の比が所望の比である母材を得られる。

[0048] また、本実施形態の光ファイバ用母材の屈折率分布の測定方法では、光ファイバ用母材１Ｐの長手方向と垂直な方向からレーザ光を光ファイバ用母材１Ｐに入射するように、光ファイバ用母材１Ｐの中心１Ｐｃに向かう方向または光ファイバ用母材１Ｐの中心１Ｐｃから離れる方向に光ファイバ用母材１Ｐとレーザ光を出射する発光部３１とを相対的に移動させてレーザ光を走査させ、光ファイバ用母材１Ｐから出射するレーザ光の屈折角に基づいて光ファイバ用母材１Ｐの屈折率分布を測定する。光ファイバ用母材１Ｐは、屈折率が増減する変動２０を繰り返す変動領域を含む屈折率分布を有する。この変動領域の少なくとも一部は、光ファイバ用母材１Ｐの中心からの距離Ｌが７ｍｍ以上の外側領域ＯＲに含まれ、外側領域ＯＲにおける変動２０の径

方向の幅が２μｍ未満である。そして、光ファイバ用母材１Ｐに入射する際のレーザ光の直径は、２０μｍ以上４０μｍ以下である。このような構成によれば、上記の光ファイバ用母材１Ｐの屈折率分布を測定し得る。

[0049] 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。

[0050] 例えば、上記実施形態では、コアガラス体１０Ｐとクラッドガラス体１１Ｐとを備える光ファイバ用母材１Ｐを例に説明した。しかし、光ファイバ用母材１Ｐは、屈折率が増減する変動２０を繰り返す変動領域を含む屈折率分布を有し、変動領域の少なくとも一部が光ファイバ用母材１Ｐの中心からの距離Ｌが７ｍｍ以上の外側領域ＯＲに含まれ、外側領域ＯＲにおける変動２０の幅２０Ｗが２μｍ未満であればよい。例えば、クラッドガラス体１１Ｐは、コアガラス体１０Ｐの外周面を囲みコアガラス体１０Ｐと異なる屈折率の内側ガラス層と、内側ガラス層の外周面を囲み内側ガラス層と異なる屈折率の外側ガラス層とから構成されてもよい。また、光ファイバ用母材１Ｐが前述の中間母材である場合、例えば、光ファイバ用母材１Ｐは、コアガラス体１０Ｐであってもよい。

[0051] また、上記実施形態では、光ファイバ用母材１Ｐの径方向の全体に亘って屈折率の変動２０が繰り返され、屈折率分布の全体が変動領域である光ファイバ用母材１Ｐを例に説明した。しかし、変動領域の少なくとも一部が、光ファイバ用母材１Ｐの中心からの距離Ｌが７ｍｍ未満の外側領域ＯＲに含まれていればよい。例えば、この距離Ｌが７ｍｍ未満の内側領域ＩＲのうち中心側には変動２０が生じていなくてもよい。このような光ファイバ用母材１Ｐは、例えば、ガラス部材形成工程Ｐ１において、屈折率分布に変動２０が生じていないガラスロッドを用いたＯＶＤ法によって多孔質ガラス体を形成し、当該多孔質ガラス体を焼結してガラス部材を形成することで、得られる。

[0052] また、上記実施形態では、光ファイバ用母材１Ｐがロッド状のコアガラス体１０Ｐと、コアガラス体１０Ｐと異なる屈折率を有しコアガラス体１０Ｐ

の外周面を囲むクラッドガラス体１１Ｐと、を備える。このコアガラス体１０Ｐは、外側領域ＯＲにコアガラス体１０Ｐの一部が位置する。しかし、前述のように、コアガラス体１０Ｐは、光ファイバ用母材１Ｐの中心からの距離が７ｍｍ未満の内側領域ＩＲにのみ位置してもよい。このような構成によれば、コアガラス体１０Ｐにおける変動２０の幅が大きくなることを許容することになる。このため、このような構成によれば、変動２０の幅２０Ｗの自由度が高いコアガラス体１０Ｐを備える光ファイバ用母材１Ｐを実現し得る。

[0053] 以下、実施例及び比較例を挙げて本発明の内容をより具体的に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

[0054]（実施例１）

本実施例では、上記実施形態に示す光ファイバ用母材の製造方法によって、図１に示す光ファイバ用母材１Ｐを製造した。具体的には、ガラス部材形成工程Ｐ１では、ガラスロッドの回転数を、換言すると回転速度を２０ｒｐｍとしたＶＡＤ法によって多孔質ガラス体を形成し、当該多孔質ガラス体を焼結してガラス部材を形成した。このガラス部材の外径は１００ｍｍであった。また、延伸工程Ｐ２においてこのガラス部材を延伸することで光ファイバ用母材１Ｐを製造した。延伸工程Ｐ２におけるガラス部材の延伸率は約２．０であり、光ファイバ用母材１Ｐの外径は５０ｍｍであり、コアガラス体１０Ｐの半径は７．５ｍｍであった。

[0055]（実施例２）

延伸工程Ｐ２におけるガラス部材の延伸率を実施例１での延伸率より大きくした以外は、実施例１と同様にして光ファイバ用母材１Ｐを製造した。本実施例の延伸工程Ｐ２におけるガラス部材の延伸率は約２．３であり、本実施例の光ファイバ用母材１Ｐの外径は４３ｍｍであり、コアガラス体１０Ｐの半径は６．５ｍｍであった。つまり、実施例２のコアガラス体１０Ｐは、内側領域ＩＲにのみ位置していた。

[0056]（実施例３）

ガラス部材形成工程Ｐ１におけるガラスロッドの回転数を、換言すると回転速度を４０ｒｐｍとし、延伸工程Ｐ２におけるガラス部材の延伸率を実施例１での延伸率より小さくした以外は、実施例１と同様にして光ファイバ用母材１Ｐを製造した。本実施例の延伸工程Ｐ２におけるガラス部材の延伸率は約１．９であり、本実施例の光ファイバ用母材１Ｐの外径は５３ｍｍであり、コアガラス体１０Ｐの半径は８ｍｍであった。

[0057]（比較例１～３）

延伸工程Ｐ２におけるガラス部材の延伸率を実施例１での延伸率と異なる値にした以外は、実施例１と同様にして光ファイバ用母材１Ｐを製造した。比較例１では、延伸工程Ｐ２におけるガラス部材の延伸率は約１．６であり、光ファイバ用母材１Ｐの外径は６３ｍｍであり、コアガラス体１０Ｐの半径は９．５ｍｍであった。比較例２では、延伸工程Ｐ２におけるガラス部材の延伸率は約１．８であり、光ファイバ用母材１Ｐの外径は５７ｍｍであり、コアガラス体１０Ｐの半径は８．５ｍｍであった。比較例３では、延伸工程Ｐ２におけるガラス部材の延伸率は約１．９であり、光ファイバ用母材１Ｐの外径は５３ｍｍであり、コアガラス体１０Ｐの半径は８ｍｍであった。

[0058]（屈折率分布の測定）

実施例１～３及び比較例１～３のそれぞれにおいて得られた光ファイバ用母材１Ｐについて、図５に示すプリフォームアナライザ３０によって屈折率分布を測定した。プリフォームアナライザ３０におけるレーザ光のパワーのピーク波長は６３２ｎｍであり、光ファイバ用母材１Ｐに入射する際のレーザ光の直径は概ね３０μｍであった。そして、これら実施例１～３及び比較例１～３について、詳細な分析及び計算に基づいて、光ファイバ用母材１Ｐの中心からの距離Ｌと屈折率分布における変動２０の幅２０Ｗとの関係を調べた。当該関係は、光ファイバ用母材１Ｐの中心からの距離を０．５ｍｍずつ変化させたものであり、その結果の一部を図６に示す。また、実施例１～３及び比較例１～３におけるガラスロッドの回転速度、光ファイバ用母材１Ｐの外径、コアガラス体１０Ｐの半径、延伸工程Ｐ２における延伸率、距離

Ｌが７ｍｍである位置での変動２０の幅２０Ｗ、距離Ｌが７ｍｍ以上の領域における変動２０の幅２０Ｗが２μｍ未満であるか否か、プリフォームアナライザ３０から出射するレーザ光の屈折角を測定できなかった場合があるか否かを表１に示す。

表１

	回転速度[rpm]	外径[mm]	コアガラス体の半径[mm]	延伸率	距離Lが7ｍｍの位置での幅20W[μｍ]	距離Lが7ｍｍ以上での幅20W	測定の可否
実施例１	20	50	7.5	2.0	1.8	0.002mm未満	可
実施例２	20	43	6.5	2.3	1.0	0.002mm未満	可
実施例３	40	53	8	1.9	1.9	0.002mm未満	可
比較例１	20	63	9.5	1.6	6.5	0.002mm以上	否
比較例２	20	57	8.5	1.8	4.5	0.002mm以上	否
比較例３	20	53	8	1.9	3.2	0.002mm以上	否

[0059] 図６に示すように、実施例１～３では、距離Ｌが７ｍｍ以上９．５ｍｍ以

下の領域における変動２０の幅２０Ｗが２μｍ未満であった。なお、図６には示されていないが、実施例１～３では、距離Ｌが９．５ｍｍを超える領域での幅２０Ｗも２μｍ未満であった。そして、実施例１～３では、光ファイバ用母材１Ｐの屈折率分布を測定できた。なお、図６において、距離Ｌが７ｍｍ以上、かつ、変動２０の幅２０Ｗが２μｍ以上の範囲には、複数のドットからなるハッチングが施されている。

[0060] 比較例１では、距離Ｌが７．０ｍｍ以上９．０ｍｍ以下の領域において、プリフォームアナライザ３０から出射するレーザ光の屈折角を測定できなかった。また、比較例２では、距離Ｌが７．０ｍｍ以上８．０ｍｍ以下の領域において、プリフォームアナライザ３０から出射するレーザ光の屈折角を測定できなかった。また、比較例３では、距離Ｌが７．０ｍｍ以上７．５ｍｍ以下の領域において、プリフォームアナライザ３０から出射するレーザ光の屈折角を測定できなかった。そして、比較例１～３では、屈折率分布を正確に測定できなかった。なお、図６には示されていないが、比較例１～３において、距離Ｌが９．５ｍｍを超える領域での変動２０の幅２０Ｗは２μｍ未満であった。前述したように、ＶＡＤ法を用いて形成される多孔質ガラス体を焼結させて得られる光ファイバ用母材の屈折率分布では、中心側ほど変動２０の幅２０Ｗが大きくなる。比較例１～３では、距離Ｌが７．０ｍｍ未満の領域での幅２０Ｗは２μｍを超えていた。また、図６の結果から、実施例１～３では、幅２０Ｗは中心側から外側に向かって概ね一定の割合で減少し、幅２０Ｗが概ね１μｍとなる距離Ｌよりも外側の領域では、幅２０Ｗが減少する割合が小さくなることが分かる。このため、比較例１～３においても実施例１～３と同様に幅２０Ｗが中心側から外側に向かって減少すると考えられ、比較例１～３においてレーザ光の屈折角を測定できなかった領域での幅２０Ｗは２μｍ以上であると考えられる。

[0061] このため、距離Ｌが７ｍｍ以上の領域の全領域における幅２０Ｗが２μｍ未満である場合には、プリフォームアナライザ３０によって屈折率分布の測定が可能であることが分かった。また、距離Ｌが７ｍｍの位置での幅２０Ｗ

は、１．８μｍ以上２．０μｍ未満であってもよいことが分かった。

[0062] なお、プリフォームアナライザ３０のレーザ光を、パワーのピーク波長が４０５ｎｍであるレーザ光にして屈折率分布を測定したが、距離Ｌと幅２０Ｗとの関係は、図６及び表１に示す結果と同様であった。このため、プリフォームアナライザ３０のレーザ光の波長は、屈折率分布の測定が可能か否かにあまり影響しないと考えられる。また、プリフォームアナライザ３０のレーザ光をＬＥＤ（Light Emitting Diode）から出射する白色光に変更して屈折率分布を測定した。この場合、光がレーザ光である場合と比べて、光ファイバ用母材から出射する光の拡散度合いが大きくなったが、光の屈折角を測定でき、距離Ｌと幅２０Ｗとの関係は、図６及び表１に示す結果と同様であった。このため、光ファイバ用母材に入射する光の直径は、屈折率分布の測定が可能か否かにあまり影響しないと考えられる。また、光ファイバ用母材１Ｐに入射する際のレーザ光の直径が２０μｍとなるようにして屈折率分布を測定した場合、及びこの直径が４０μｍとなるようにして屈折率分布を測定した場合であっても、距離Ｌと幅２０Ｗとの関係は、図６及び表１に示す結果と同様であった。このため、上記の直径が２０μｍ以上４０μｍ以下であれば、３０μｍと同様に、距離Ｌが７ｍｍ以上の領域における幅２０Ｗが２μｍ未満である光ファイバ用母材１Ｐの屈折率分布の測定が可能であると考えられる。

[0063] 以上説明したように、本発明によれば、プリフォームアナライザによる屈折率分布の測定ができなくなることを抑制し得る光ファイバ用母材、光ファイバ用母材の屈折率分布の測定方法、及び光ファイバ用母材の製造方法が提供され、光ファイバ通信等の分野で利用することが期待される。

請求の範囲

[請求項1] 屈折率が増減する変動を繰り返す変動領域を含む屈折率分布を有する光ファイバ用母材であって、

前記変動領域の少なくとも一部は、前記光ファイバ用母材の中心からの距離が７ｍｍ以上の外側領域に含まれ、

前記外側領域における前記変動の径方向の幅が２μｍ未満である

ことを特徴とする光ファイバ用母材。

[請求項2] 前記外側領域の全領域における前記変動の径方向の幅が２μｍ未満である

ことを特徴とする請求項１に記載の光ファイバ用母材。

[請求項3] 前記中心側ほど前記変動の前記幅が大きくなる

ことを特徴とする請求項１または２に記載の光ファイバ用母材。

[請求項4] 前記中心からの距離が７ｍｍ未満の内側領域には、前記変動の前記幅が２μｍ以上となる領域が含まれる

ことを特徴とする請求項１から３のいずれか１項に記載の光ファイバ用母材。

[請求項5] ロッド状のコアガラス体と、前記コアガラス体と異なる屈折率を有し前記コアガラス体の外周面を囲むクラッドガラス体と、を備え、

前記コアガラス体は、前記中心からの距離が７ｍｍ未満の内側領域にのみ位置する

ことを特徴とする請求項１から４のいずれか１項に記載の光ファイバ用母材。

[請求項6] 光ファイバ用母材の長手方向と垂直な方向からレーザ光が前記光ファイバ用母材に入射するように、前記光ファイバ用母材の中心に向かう方向または前記光ファイバ用母材の中心から離れる方向に前記光ファイバ用母材と前記レーザ光を出射する発光部とを相対的に移動させて前記レーザ光を走査させ、前記光ファイバ用母材から出射する前記レーザ光の屈折角に基づいて前記光ファイバ用母材の屈折率分布を測

定する光ファイバ用母材の屈折率分布の測定方法であって、

前記光ファイバ用母材は請求項１から５のいずれか１項に記載の光ファイバ用母材であり、

前記レーザ光が前記光ファイバ用母材に入射する際の前記レーザ光の直径は、２０μｍ以上４０μｍ以下である

ことを特徴とする光ファイバ用母材の屈折率分布の測定方法。

[請求項7] 軸周りに回転するガラスロッドにガラス微粒子を多層に堆積させて多孔質ガラス体を形成し、前記多孔質ガラス体を焼結して、屈折率が増減する変動を繰り返す変動領域を含む屈折率分布を有するロッド状のガラス部材を形成するガラス部材形成工程と、

前記ガラス部材を延伸する延伸工程と、

を備え、

前記ガラス部材形成工程における前記ガラスロッドの回転速度、及び前記延伸工程における前記ガラス部材の延伸率は、前記延伸工程後の前記ガラス部材の屈折率分布における前記変動領域の少なくとも一部が当該ガラス部材の中心からの距離が７ｍｍ以上の外側領域に含まれると共に、前記外側領域における前記変動の径方向の幅が２μｍ未満となるように、設定される

ことを特徴とする光ファイバ用母材の製造方法。

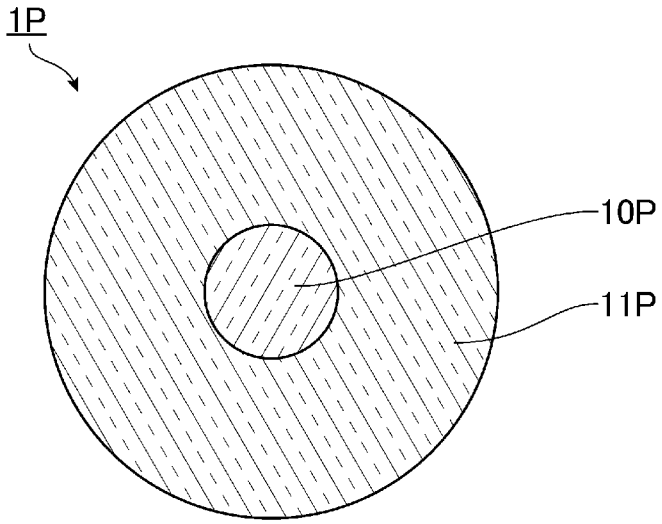
[請求項8] 前記ガラスロッドの回転速度は、２０ｒｐｍ以上４０ｒｐｍ以下である

ことを特徴とする請求項７に記載の光ファイバ用母材の製造方法。

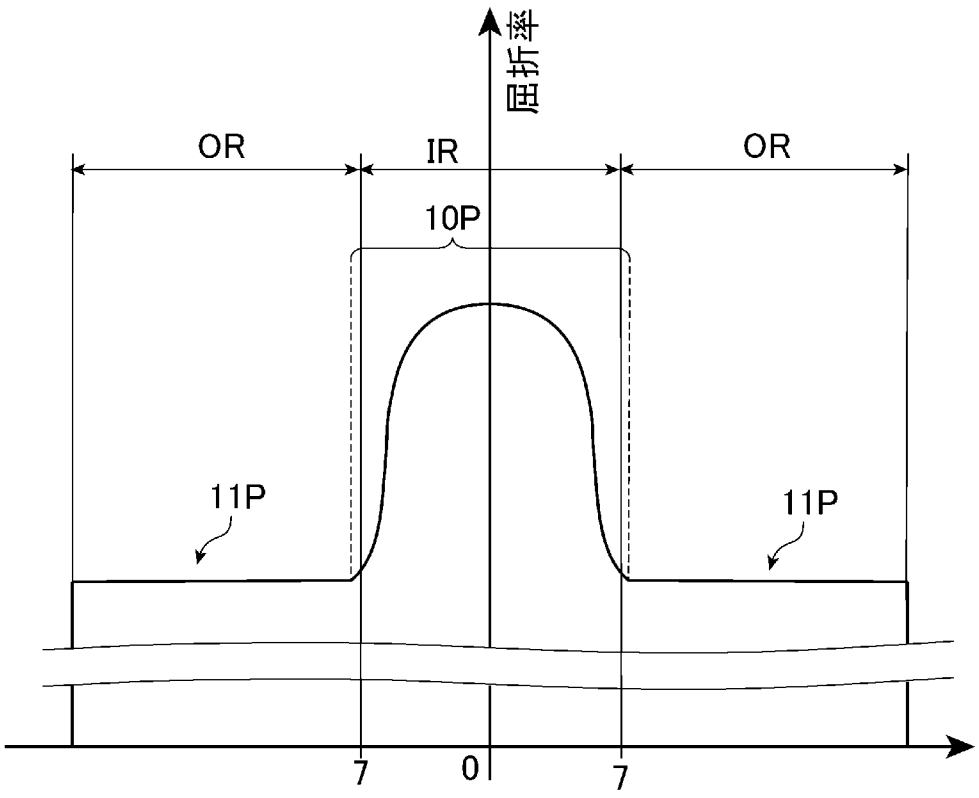
[請求項9] 前記延伸率は、前記外側領域の全領域における前記変動の径方向の幅が２μｍ未満となるように設定される

ことを特徴とする請求項７または８に記載の光ファイバ用母材の製造方法。

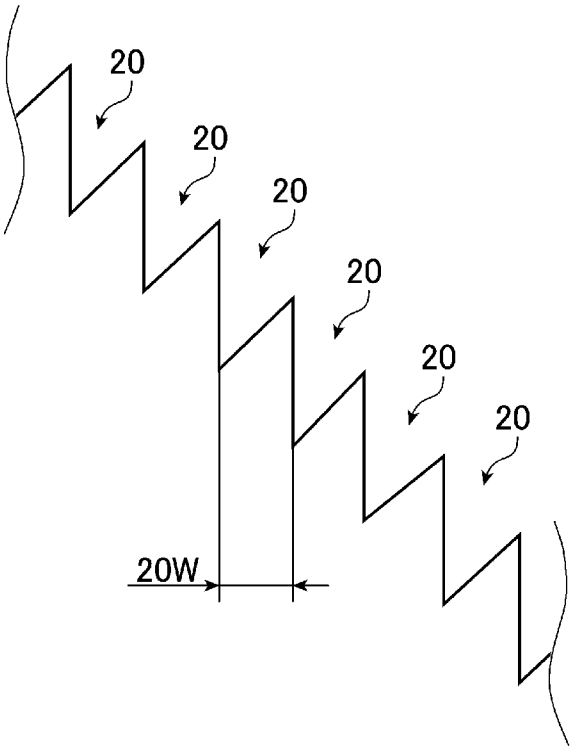
[図1]



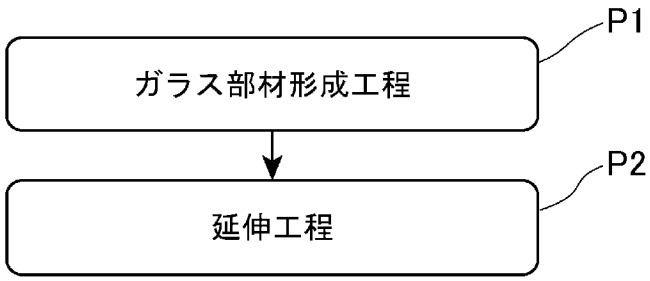
[図2]



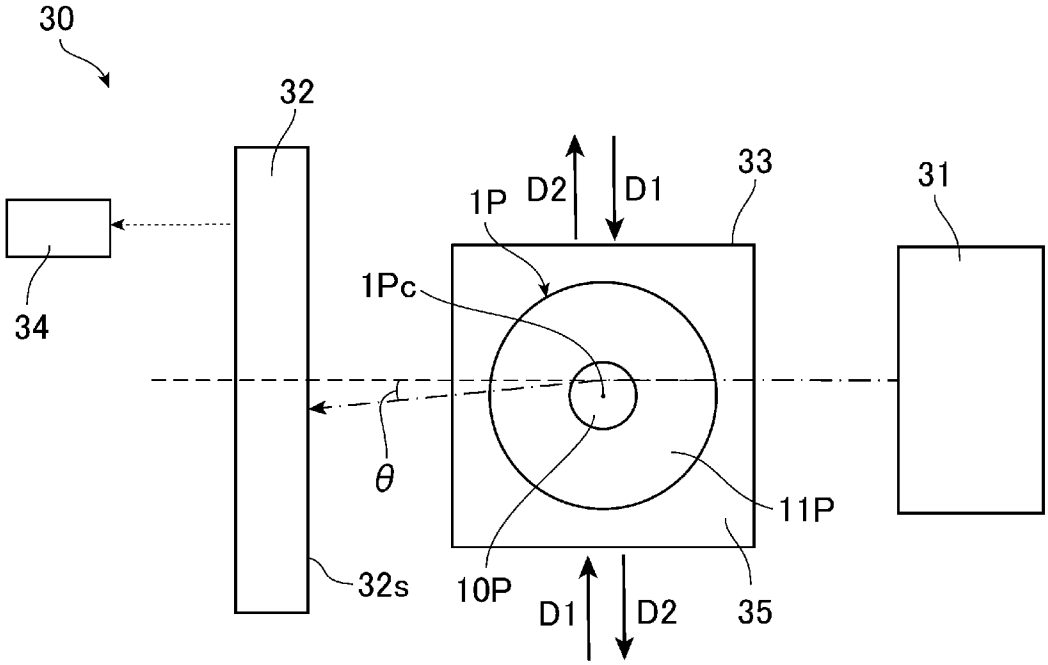
[図3]



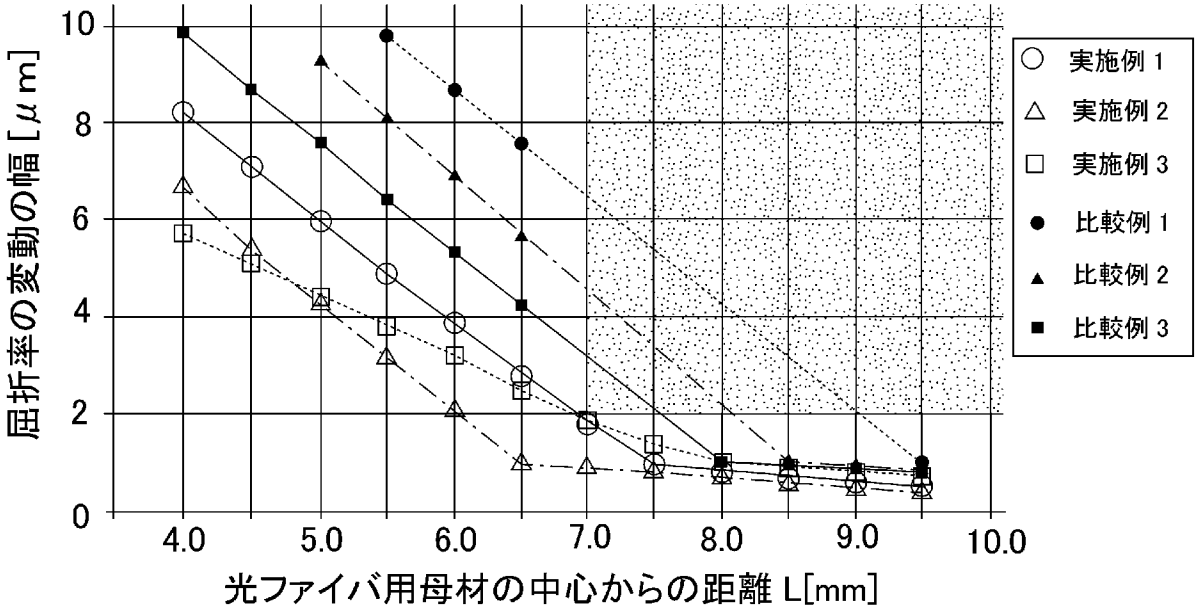
[図4]



[図5]


30
32
34
1P
D2
D1
33
31
1Pc
θ
11P
32s
10P
D1
D2
35

[図6]


屈折率の変動の幅 [μm]
10
8
6
4
2
0
4.0
5.0
6.0
7.0
8.0
9.0
10.0
光ファイバ用母材の中心からの距離 L[mm]
実施例 1
実施例 2
実施例 3
比較例 1
比較例 2
比較例 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/027018

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C03B 37/014(2006.01)i
FI: C03B37/014 Z

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)

C03B37/014

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 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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	JP 2013-56786 A (SUMITOMO ELECTRIC IND LTD) 28 March 2013 (2013-03-28) paragraphs [0017]-[0045], fig. 1-7	1-2, 5, 7, 9
Y		3-4, 6, 8
X	JP 11-199263 A (SUMITOMO ELECTRIC IND LTD) 27 July 1999 (1999-07-27) paragraphs [0010]-[0029], fig. 1-6	1-2, 5
Y		3-4, 6
Y	JP 2003-277069 A (FUJIKURA LTD) 02 October 2003 (2003-10-02) paragraphs [0009]-[0023], fig. 1-4	3-4
Y	JP 2013-47165 A (SUMITOMO ELECTRIC IND LTD) 07 March 2013 (2013-03-07) paragraph [0039]	6
Y	JP 62-167238 A (SUMITOMO ELECTRIC IND LTD) 23 July 1987 (1987-07-23) example 1	8

☐ 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
"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	Date of mailing of the international search report
29 September 2023	**10 October 2023**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/027018

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2013-56786 A	28 March 2013	(Family: none)	
JP 11-199263 A	27 July 1999	(Family: none)	
JP 2003-277069 A	02 October 2003	(Family: none)	
JP 2013-47165 A	07 March 2013	(Family: none)	
JP 62-167238 A	23 July 1987	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/027018

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

C03B 37/014(2006.01)i
FI: C03B37/014 Z

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））

C03B37/014

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	１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２３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
X	JP 2013-56786 A (住友電気工業株式会社) 28.03.2013 (2013-03-28) [0017]-[0045], 図1-7	1-2, 5, 7, 9
Y		3-4, 6, 8
X	JP 11-199263 A (住友電気工業株式会社) 27.07.1999 (1999-07-27) [0010]-[0029], 図1-6	1-2, 5
Y		3-4, 6
Y	JP 2003-277069 A (株式会社フジクラ) 02.10.2003 (2003-10-02) [0009]-[0023], 図1-4	3-4
Y	JP 2013-47165 A (住友電気工業株式会社) 07.03.2013 (2013-03-07) [0039]	6
Y	JP 62-167238 A (住友電気工業株式会社) 23.07.1987 (1987-07-23) 実施例１	8

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ 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
“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
“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

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
29.09.2023	10.10.2023

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）
酒井　英夫 4T 9631
電話番号 03-3581-1101 内線 3465

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/JP2023/027018

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2013-56786 A	28.03.2013	（ファミリーなし）	
JP 11-199263 A	27.07.1999	（ファミリーなし）	
JP 2003-277069 A	02.10.2003	（ファミリーなし）	
JP 2013-47165 A	07.03.2013	（ファミリーなし）	
JP 62-167238 A	23.07.1987	（ファミリーなし）	