

(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
2020年8月13日(13.08.2020)



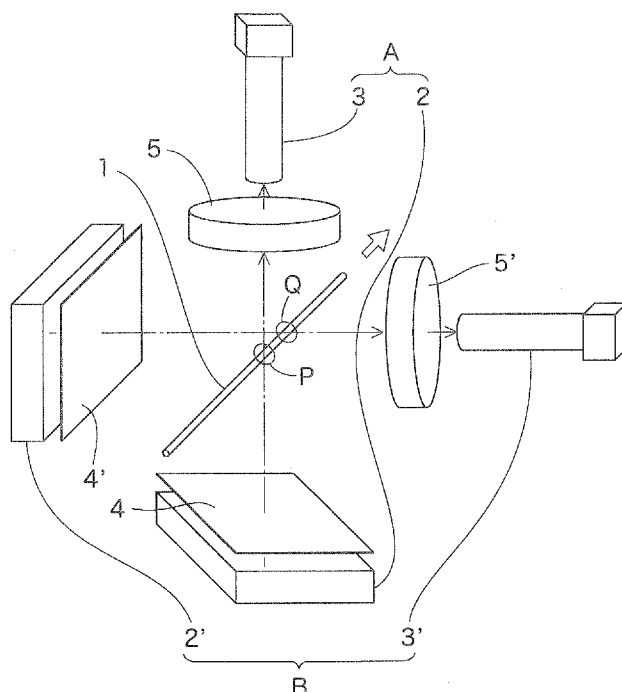
(10) 国際公開番号

WO 2020/162410 A1

- (51) 国際特許分類:
G01B 11/08 (2006.01) *G01M 11/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/003968
- (22) 国際出願日: 2020年2月3日(03.02.2020)
- (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 2019-018119 2019年2月4日(04.02.2019) JP
- (71) 出願人: 日東電工株式会社 (NITTO DENKO CORPORATION) [JP/JP]; 〒5678680 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 坂本 優 (SAKAMOTO Masaru); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社内 Osaka (JP).
末廣 一郎 (SUEHIRO Ichiro); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 西藤 征彦, 外 (SAITOH Yukihiko et al.); 〒5300054 大阪府大阪市北区南森町2丁目2番7号 シティ・コーポ南森町802 Osaka (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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) **Title:** CORE DIAMETER MEASURING METHOD OF PLASTIC OPTICAL FIBER AND CORE DIAMETER MEASURING DEVICE OF PLASTIC OPTIC FIBER USED THEREFOR

(54) 発明の名称: プラスチック光ファイバのコア径計測方法およびそれに用いるプラスチック光ファイバのコア径計測装置



(57) **Abstract:** To provide a core diameter measuring device of a plastic optical fiber (POF) and a core diameter measuring method of a POF which are capable of accurately measuring the core diameter of a POF, the present invention comprises: light irradiation mechanisms 2, 2' for emitting light toward the side surface of a POF 1; image capturing mechanisms 3,

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)）

3' provided on the opposite side of the POF 1 from the light irradiation mechanisms 2, 2'; first polarization filters 4, 4' disposed between the light irradiation mechanisms 2, 2' and the POF 1; second polarization filters 5, 5' disposed between the image-capturing mechanisms 3, 3' and the POF 1; and a data processing mechanism which processes the image data of the POF 1 obtained by the image-capturing mechanisms 3, 3' and calculates the core diameter of the POF 1.

(57) 要約：プラスチック光ファイバ（POF）のコア径を正確に計測することができるPOFのコア径計測装置およびPOFのコア径計測方法を提供するため、POF 1の側面に向かって光を照射する光照射機構2, 2'と、上記POF 1に対して上記光照射機構2, 2'と反対側に設けられる撮像機構3, 3'と、上記光照射機構2, 2'とPOF 1の間に配置される第1の偏光フィルタ4, 4'と、上記撮像機構3, 3'とPOF 1の間に配置される第2の偏光フィルタ5, 5'と、上記撮像機構3, 3'によって得られたPOF 1の画像データを処理してPOF 1のコア径を算出するデータ処理機構と、を備えるようにした。

明 細 書

発明の名称：

プラスチック光ファイバのコア径計測方法およびそれに用いるプラスチック光ファイバのコア径計測装置

技術分野

[0001] 本発明は、通信用途等に用いられるプラスチック光ファイバ（以下「POF」ということがある）のコア径を計測する方法およびそれに用いるPOFのコア径計測装置に関し、より詳細には、POFの製造工程においてインラインで、連続的にPOFのコア径を計測することのできる方法およびその装置に関するものである。

背景技術

[0002] POFは、素材がプラスチックであることから、軽量で良好な可撓性を有し、低コストで製造可能であるため、近年、需要が拡大している。このようなPOFは、一般的に、溶融押出成形や界面ゲル重合法によるプリフォームを溶融加熱延伸する方法等により製造されている。しかし、POFを製造するための装置を連続的に長時間運転すると、均一的な品質を担保することが困難になる場合がある。

[0003] このため、例えば、特許文献1では、製造されるPOFの製品品質（光信号の伝送損失）を向上させるために、製造しながら光伝送損失を測定する検査装置が提案されている。また、特許文献2では、ポリマークラッド光ファイバの被覆の異常部を検出する被覆異常部検出方法が提案され、信頼性の要求に応えるとしている。

[0004] しかしながら、特許文献1のものは、実際にPOFのコア内にレーザー光を通過させてレーザー光の散乱の程度を確認し、POFの光損失を測定するものであり、コアに欠陥（異物や亀裂など）が生じているか否かを判断することはできるものの、形成されたコアの径を計測することはできない。

[0005] また、特許文献2のものは、POFに検査光を入射しPOFの画像におけ

る輝度の経時変化によって、その被覆クラッドの異常部から外部に漏れた検査光の有無を判定し、これに基づいて異常部を検出するものである。しかし、このものも、上記特許文献1のものと同様、形成されたコアの径を計測することはできない。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2014-2002号公報

特許文献2：特開2016-85138号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 一方、POFにおけるコア径の変動は、帯域幅の低下につながることから、常時安定したコア径のPOFを提供することが、光通信の信頼性を高める上で重要である。そこで、コア径の正確な計測を連続的に行うことができれば、インラインで、コア径が規定の範囲から外れたものだけを除外することができるため、その技術の確立が強く求められている。

[0008] 本発明はこのような事情に鑑みなされたもので、POFのコア径を正確に計測することができるPOFのコア径計測装置およびPOFのコア径計測方法を提供する。

課題を解決するための手段

[0009] 上記の目的を達成するため、本発明は、以下の[1]～[10]を提供する。

[1] POFのコア径を計測する方法であって、上記POFの一方の側面に向って光を照射する光照射機構と、上記POFの、光が照射される側面と反対側の側面を撮像する撮像機構と、上記光照射機構とPOFの間に配置される第1の偏光フィルタと、上記撮像機構とPOFの間に配置される第2の偏光フィルタと、を設け、上記光照射機構により上記第1の偏光フィルタを介してPOFの側面に光を照射し、上記撮像機構によって上記POFの反対側

の側面を上記第2の偏光フィルタを介して撮像し画像データを得る撮像工程と、上記撮像機構により得られたPOFの画像データを処理するデータ処理工程とを備え、上記データ処理工程において、上記POFの画像データに基づき上記POFのコア径を算出するPOFのコア径計測方法。

[2] 上記撮像工程において、上記POFに対する光照射と撮像を、少なくとも2方向から行い、上記POFの、方向の異なる少なくとも2つの側面の画像データを得るとともに、上記データ処理工程において、上記少なくとも2つの画像データに基づき上記POFのコア径を算出する、[1]に記載のPOFのコア径計測方法。

[3] 上記データ処理工程において、上記POFの画像データに基づいて、上記POFのコア径とともにクラッド径を算出する、[1]または[2]に記載のPOFのコア径計測方法。

[4] 上記データ処理工程において、算出された上記POFのコア径とクラッド径に基づき上記POFのコアの偏心度を算出する、[3]に記載のPOFのコア径計測方法。

[0010] [5] コアとクラッドとを有するPOFのコア径を計測する装置であって、上記POFの一方の側面に向って光を照射する光照射機構と、上記POFに対して上記光照射機構と反対側に設けられ、上記POFの、光が照射される側面と反対側の側面を撮像する撮像機構と、上記光照射機構とPOFの間に配置される第1の偏光フィルタと、上記撮像機構とPOFの間に配置される第2の偏光フィルタと、上記撮像機構によって得られたPOFの画像データを処理するデータ処理機構と、を備え、上記撮像機構が、上記第1の偏光フィルタを介した光が照射されたPOFの側面と反対側の側面を上記第2の偏光フィルタを介して撮像し画像データを得るものであり、上記データ処理機構が、上記POFの画像データに基づき上記POFのコア径を算出するように設定されているPOFのコア径計測装置。

[6] 上記光照射機構による光照射と撮像機構による撮像が、上記POFに対し少なくとも2方向から行われ、上記POFの、方向の異なる少なくとも

2つの側面の画像データが得られるようになっており、上記データ処理機構が、上記少なくとも2つの画像データに基づき上記POFのコア径を算出するように設定されている、[5]に記載のPOFのコア径計測装置。

[7] 上記POFを介して対峙する光照射機構と撮像機構からなる撮像ユニットが、少なくとも2セット、POFに対し方向が異なる配置で設けられている、[6]に記載のPOFのコア径計測装置。

[8] 上記POFを介して対峙する光照射機構と撮像機構からなる撮像ユニットが単一で設けられており、上記POFと、上記撮像ユニットとの相対的な配置が変更可能になっている、[6]に記載のPOFのコア径計測装置。

[9] 上記データ処理機構が、上記POFの画像データに基づいて、上記POFのコア径とともにクラッド径を算出するように設定されている、[5]～[8]のいずれかに記載のPOFのコア径計測装置。

[10] 上記データ処理機構が、算出された上記POFのコア径とクラッド径に基づき上記POFのコアの偏心度を算出するように設定されている、[9]に記載のPOFのコア径計測装置。

[0011] すなわち、本発明者らは、今後増産が見込まれるPOFの製品規格を担保するため、POFの製造工程においてインラインでPOFのコア径を測定することができる装置を得ることを目的として研究を行った。そして、POFの端面においてコア径を計測しては、POFの長手方向に沿って連続的にコア径を計測することはできないことから、POFの側面方向から計測することを想起し、研究を重ねる過程で、POFの一方の側面に向って偏光フィルタを介して光を照射し、その光が照射される側面と反対側の側面を撮像すると、上記POFの各層が偏光透過光により別個の色に着色され、この着色の界面を検出することでコアとクラッドの界面の位置を特定できることが判明した。

[0012] そして、本発明者らは、さらに研究を重ねた結果、上記光が照射される側面と反対側の側面を撮像する撮像機構と上記POFとの間に、第2の偏光フィルタを配置して光にさらに偏りを与えると、高い精度で正確にコアとクラ

ッドの界面の位置を特定することができ、ひいてはコア径の値を正確に求めることができることを見出した。

発明の効果

[0013] 本発明のPOFのコア径計測方法によれば、上述のとおり、長手方向に延びるPOFの側方に、特定の配置で光照射機構と撮像機構と偏光フィルタとを設け、POFの側面に光照射を与えながらその反対側の側面の画像データを得るだけで、簡単かつ正確にPOFのコア径を計測することができる。そして、この計測方法によれば、POFを長手方向に移動させながら、連続的に計測を行うことができるため、POFの製造工程途中において、インラインで計測処理、すなわちコア径のばらつきが規格内に収まっているか否かの品質検査を行うことができる。したがって、高品質のPOFを安定的に供給することができる。

[0014] また、本発明のPOFのコア径計測装置によれば、POFの製造ラインの途中に、特定の配置で光照射機構と撮像機構と偏光フィルタとを設け、上記撮像機構から得られる画像データを、特定のデータ処理機構によって処理するだけで、簡単かつ正確にPOFのコア径を算出することができる。したがって、POFの製造スピードを下げることなく、効率よく高品質のPOFを提供することができる。そして、このコア径計測装置の設置は、大幅な設備変更や追加スペースの確保がいらないという利点を有する。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明の装置の一例を示す模式的な構成図である。

[図2]上記装置の要部をPOF側面方向から示す模式的な説明図である。

[図3]POFの構成を示す模式的な断面図である。

[図4]2方向から得られた2つの画像データに基づきPOF各層の径を算出する方法の説明図である。

[図5]2方向から得られた2つの画像による補正処理の説明図である。

[図6]本発明の装置の他の例を示す模式的な構成図である。

[図7]本発明の実施例におけるコア径の計測値と実測値を示す線図である。

[図8]本発明の実施例におけるクラッド径の計測値と実測値を示す線図である。

発明を実施するための形態

[0016] つぎに、本発明の実施の形態について詳しく説明する。ただし、本発明は、この実施の形態に限定されるものではない。

[0017] 本発明の一実施の形態であるPOFのコア径計測方法（以下、単に「コア径計測方法」という場合がある）は、POFの一方の側面に向って光を照射する光照射機構と、上記POFの、光が照射される側面と反対側の側面を撮像する撮像機構と、上記光照射機構とPOFの間に配置される第1の偏光フィルタと、上記撮像機構とPOFの間に配置される第2の偏光フィルタと、を設け、上記光照射機構により上記第1の偏光フィルタを介してPOFの側面に光を照射し、上記撮像機構によって上記POFの反対側の側面を上記第2の偏光フィルタを介して撮像し画像データを得る撮像工程と、上記撮像機構により得られたPOFの画像データを処理するデータ処理工程とを備えている。そして、上記データ処理工程において、上記POFの画像データに基づき上記POFのコア径を算出するものである。

[0018] 本発明のコア径計測方法を実施するための装置の一例を、図1に模式的に示す。この装置は、図において太矢印で示すように走行するPOF1のコア径を計測するためのもので、POF1の側面に向って、垂直方向に光照射を行う光照射機構2と、上記POF1に対して上記光照射機構2と反対側に設けられ、上記POF1の、光が照射される側面と反対側の側面を撮像する撮像機構3と、上記光照射機構2とPOF1の間に配置される第1の偏光フィルタ4と、上記撮像機構3とPOF1の間に配置される第2の偏光フィルタ5を備えている。この光照射機構2および第1の偏光フィルタ4と、撮像機構3および第2の偏光フィルタ5とは、図2に模式的に示すように、POF1を介して、互いに対峙するように配置されており、両者によって、1セットの撮像ユニットAが構成されている。

[0019] そして、上記撮像ユニットA（図1に戻る）に対しPOF1の周方向に9

0° 角度を変えた方向、すなわち光照射を水平方向に行う配置で、光照射機構 2' および第 1 の偏光フィルタ 4' と、撮像機構 3' および第 2 の偏光フィルタ 5' とからなる撮像ユニット B が設けられている。

[0020] なお、上記撮像ユニット A が P O F 1 と交差する位置 P と、撮像ユニット B が P O F 1 と交差する位置 Q は、P O F 1 の長手方向に沿って所定距離だけずれている。この距離は、P O F 1 の走行によって移動する距離を考慮して設定されており、P の位置において撮像ユニット A によって撮像される第 1 の画像データと、Q の位置において撮像ユニット B によって撮像される第 2 の画像データとが、P O F 1 の同じ位置の、90° 角度を変えた 2 つの側面の画像データとなるよう予め設定されている。

[0021] この装置が計測の対象とする P O F 1 は、図 3 に示すとおり、重合体をマトリックスとする有機化合物からなるコア 6 と、このコア 6 と屈折率の異なる有機化合物からなるクラッド 7 と、その外側にこれを被覆するオーバークラッド 8 とで構成されている。通常、コア 6 は、クラッド 7 と比較して屈折率が高く設計されており、光をほぼ全反射させることができる。このため、P O F 1 は、光をコア 6 内に閉じこめた状態で伝搬させることができるようになっている。なお、この例では、オーバークラッド 8 を設けているが、クラッド 7 が非常に硬質である等、コア 6 およびクラッド 7 を保護する必要がない場合には、オーバークラッド 8 は設けなくてもよい。

[0022] 上記 P O F 1 に光を照射する光照射機構 2、2' としては、例えば、発光ダイオード (L E D)、レーザー、ハロゲンランプ等の各種光源を用いることができる。なかでも、屈折率波長分散による画像や検出精度の低下を防止できる点から、複数の波長の光が混在したような白色光よりも、単一波長に近い光を光源とするものが好ましい。単一波長の光としては、例えば、青、緑、赤色等の可視光を用いることができるが、撮像対象である P O F 1 の材料の波長分散の影響が小さい波長を用いることが好ましく、P O F 1 の材料として、ポリカーボネート (P C)、ポリメチルメタクリレート (P M M A) を用いる場合には、屈折率波長分散は長波長に行くほど収束し、長波長分散

の影響が少なくなることから、赤色の波長の光源を用いることが好ましい。
また、光源からの出射光としては、平行光、拡散光いずれも用いることができるが、様々な角度からPOF 1に入射させることができる点から、拡散光を用いることが好ましい。

[0023] そして、上記光照射機構2、2'とPOF 1の間に配置される第1の偏光フィルタ4、4'としては、PL偏光フィルタ、円偏光フィルタ等を用いることができる。また、上記撮像機構3、3'とPOF 1の間に配置される第2の偏光フィルタ5、5'としては、PL偏光フィルタ、円偏光フィルタ等を用いることができる。

[0024] 第1の偏光フィルタ4、4'と、第2の偏光フィルタ5、5'とは、異なる条件の偏光フィルタを用いることが好ましく、より好ましくは、第1の偏光フィルタ4、4'として円偏光フィルタを用い、第2の偏光フィルタ5、5'としてPL偏光フィルタもしくは第1の偏光フィルタ4、4'とは $\lambda/4$ の角度が異なる円偏光フィルタを用いることが好ましい。

[0025] すなわち、この装置では、POF 1の一方の側面に向って光を照射し、その光が照射される側面と反対側の側面を撮像すると、上記POF 1を構成するコア6、クラッド7、オーバークラッド8の各層の屈折率の違いにより各層の色調の異なりが生じ、その色調の違いが第1の偏光フィルタ4および第2の偏光フィルタ5によってより強調されて明確に表れることから、上記POF 1のコア6とクラッド7の界面、クラッド7とオーバークラッド8との界面、の各位置を特定できる、という原理にもとづいて、画像データの解析を行うことを特徴としている。

[0026] したがって、上記画像データによる解析を精度よく行うには、上記第1の偏光フィルタ4、4'と、第2の偏光フィルタ5、5'の選定が重要である。ただし、POF 1の材料の種類や径の大きさにより、最適な組み合わせが異なるため、対象とするPOF 1に応じて、適宜、選定を行う必要がある。また、第2の偏光フィルタ5、5'に面内回転機構を設け、対象とするPOF 1に応じ、最もコントラストを生じる条件を選定することも好ましい。

[0027] また、図2に示すように、上記光照射機構2の発光幅をWとし、上記光照射機構2とPOF1の側面との最短距離をDとしたときに、上記発光幅Wに対する最短距離Dの比(D/W)を、1以下とすることが好ましく、より好ましくは0.5以下とすることであり、さらに好ましくは0.2以下であり、0.13以下とすることがより一層好ましい。上記発光幅Wに対する最短距離Dの比(D/W)が大きすぎると、オーバークラッド8の画像に影が発生する傾向がみられる。上記影が発生した箇所は、偏光特性の変化がわからない領域となるため、影の発生箇所ができるだけ少なくなるように、上記発光幅Wと上記光照射機構2とPOF1の側面との最短距離Dおよびこれらの比(D/W)を調整することが好ましい。

[0028] さらに、上記第1の偏光フィルタ4、第2の偏光フィルタ5は、上記実施の形態では、それぞれ一枚ずつ用いたが、それらの少なくとも一方を、2枚以上の偏光特性の異なる偏光フィルタの組み合わせに置き換えることもできる。例えば、上記第1の偏光フィルタ4として、光照射機構2に近い側から、PL偏光フィルタ、 $\lambda/4$ 波長板の2枚の偏光フィルタを用いることができる。上記 $\lambda/4$ 波長板に代えてその他の様々な波長板を用いることもできる。また、例えば、上記第2の偏光フィルタ5として、撮像機構3に近い側から、PL偏光フィルタ、 $\lambda/4$ 波長板の2枚の偏光フィルタを用いることができる。上記 $\lambda/4$ 波長板に代えてその他の様々な波長板を用いることもできる。

[0029] 上記光が照射されたPOF1の側面を撮像する撮像機構3としては、例えば、ラインセンサカメラ、エリアセンサカメラ等の、対象物の画像をレンズによって素子面に結像させて、光の量を信号に変換して出力させるものを好ましく用いることができる。なかでも、シャッタースピードを速くすることで搬送中の被写体の振れの影響を低減できる点から、エリアセンサカメラを用いることがより好ましい。

[0030] 上記撮像機構3は、上記POF1を介して上記光照射機構2と対峙した位置に配置される。そして、上記光照射機構2と撮像機構3は、互いの中心が

、POF1を介して同一軸上に配置されることが好ましいが、後述するデータ処理機構によって画像データ処理を補正できる範囲において、必ずしも同一軸上に配置されなくてもよい。

[0031] 上記装置では、上記光照射機構2と撮像機構3からなる撮像ユニットAと、上記光照射機構2'と撮像機構3'からなる撮像ユニットBにより、POF1の、90°角度を変えた2つの側面の画像データが得られるようになっている。そして、得られた画像データは、予めコア径計測のための演算処理回路等が組み込まれたデータ処理機構（図1において図示せず）に送られて、処理されるようになっている。

[0032] 上記データ処理機構は、どのような画像解析ソフトをベースにするものであっても、全く専用に作成されたソフトであってもよいが、上記撮像機構3から送られてきた画像データを解析して所定の演算式に当てはめることにより、目的とするコア径が算出されるようになっている。このとき、90°角度を変えて得られた2つの画像データから、POF1自身が傾いていたり、コア6がPOF1において偏心していたりして、2つの画像データにずれがある場合、そのずれ方に応じて、補正処理がなされるようになっている。

[0033] 上記データ処理機構は、例えば、図4に示すように、一方の画像データ（0°画像）と他方の画像データ（90°画像）が、互いに異なる傾きで傾いた状態で撮像されている場合には、まず、両方の画像データ（0°画像、90°画像）を画像回転処理によって、両者が極力傾いていない画像データとする補正が行われ、この画像データに基づき、画像エッジ検出処理を行い、各層の界面を検出するようになっている。

[0034] また、2つの画像データから得られたコア6とクラッド7の界面の位置、クラッド7とオーバークラッド8の界面の位置から、例えば図5に示すように、各層の径の大きさと中心位置を求め、各層の中心位置のずれからコア6の偏心度を算出し、コア径を修正して、より高い精度でコア径を求めることができるようになっている。

[0035] このように、上記装置によれば、長手方向に延びるPOF1に対し、特定

の配置で光照射機構 2 および第 1 の偏光フィルタ 4 と、撮像機構 3 および第 2 の偏光フィルタ 5 とを設け、上記撮像機構 3 から得られる画像データを、特定のデータ処理機構によって処理するだけで、簡単かつ正確に P O F 1 のコア径を算出することができる。

[0036] そして、上記画像データの取得を、P O F 1 の側面方向から行うため、P O F 1 の製造ラインの途中にもしくは末端において、この装置をインラインで組み込むことができ、P O F 1 を断続的に走行させながら、コア径の計測を行うことができる。特に、対象物が移動していても撮像が可能な撮像機構 3 を用いる場合には、とりわけ、P O F 1 の製造スピードを下げることなく、効率よく P O F 1 のコア径の計測を行うことができ、好適である。しかも、上記装置の設置には、大幅な設備変更や追加スペースの確保がいらないという利点を有する。

[0037] また、上記の装置は、P O F 1 に対し、2 セットの撮像ユニット（撮像ユニット A、B）を設けて、周方向に異なる 2 方向の画像データを得ることができるため、コア 6 の芯ずれや P O F 1 自体の傾き等を修正して、高い精度でコア径計測を行うことができるようになっている。したがって、一方向からの画像データに基づいてコア径を計測する場合に比べて、より高品質の P O F 1 を提供することができる。そして、さらに計測精度を高めるために、3 セット以上の、周方向に角度を変えて配置される撮像ユニットを用いることもできる。

[0038] もちろん、非常に真円度の高いコア 6 を有する P O F 1 を対象とする場合や、P O F 1 の直線度を高めた状態で測定できる場合等においては、必ずしも、複数の撮像ユニットを設ける必要はなく、単一の撮像ユニットを用いても差し支えない。

[0039] なお、周方向に異なる 2 つ以上の画像データを得るために、上記の装置のように、P O F 1 の周囲に、複数の撮像ユニットを、方向を変えて配置するのではなく、単一の撮像ユニットを、P O F 1 に対して相対的に配置を変えうるように設定してもよい。その例を、図 6 に模式的に示す。

[0040] この装置は、光照射機構 2 および第 1 の偏光フィルタ 4 と、撮像機構 3 および第 2 の偏光フィルタ 5 とで構成される単一の撮像ユニットと交差するように P O F 1 を保持する保持機構 9 を設け、この保持機構 9 を、保持した P O F 1 ごと周方向に回動させて、P O F 1 の、方向の異なる少なくとも 2 つの側面の画像データを得ることができるようにしたものである。なお、10 は、P O F 1 と光照射機構 2 との距離を微調整するための調整機構、11 は、P O F 1 に対する計測位置を上下方向に微調整するための調整機構である。

[0041] この装置によれば、図 1 に示す装置のように、複数の撮像ユニットを配置しなくても、P O F 1 の周方向の向きを変えて複数の画像データを得ることができ、高い精度でコア径を計測することができる。しかしながら、P O F 1 を走行させながら計測することができないため、試作品や完成品の検査等の用途に限られる。

[0042] また、上記の装置とは逆に、走行する P O F 1 を中心として、その周囲に、周方向に回動する環状ベースを設け、この環状ベースの対角線上の一方に光照射機構 2 を取り付け、他方に撮像機構 3 を取り付けて、上記環状ベースを回動させることにより、P O F 1 の、方向の異なる少なくとも 2 つの側面の画像データを得るようにしてもよい。この場合、異なる方向からの撮像は、P O F 1 が停止するタイミングで行うことが好ましい。

[0043] なお、すでに述べたとおり、少なくとも 2 方向から撮像した画像データに基づいてコア径を算出する場合、その補正処理のために、コア径のみならず、クラッド 7 およびオーバークラッド 8 のそれぞれの径も算出して、各層の外径と中心の位置を求める処理を行うことから、これらの数値を利用して、コア 6 の偏心度や、さらにはクラッド 7 の偏心度、P O F 1 自体の外径の真円度等を求めることができる。

[0044] 特に、コア 6 の偏心度が大きく規格を外れる場合、光の伝送損失が大きくなるおそれがあることから、上記偏心度を併せて計測することは、実用的ニーズに沿うものである。

実施例

[0045] 以下、実施例および比較例をあげて、本発明をさらに具体的に説明するが、本発明はその要旨を超えない限り、以下の実施例に限定されるものではない。

[0046] [実施例 1]

図 1 に示す装置において、光照射機構 2, 2' としてシーシーエス社製の P F B R - 1 5 0 (赤色、発光幅 $W = 100 \text{ mm}$) を用い、撮像機構 3, 3' としてエリアセンサカメラ (b u 5 0 5 M G、東芝テリー社製) を用い、第 1 の偏光フィルタ 4, 4' として円偏光フィルタ (Q A - M E G Q、日東電工社製) を用い、第 2 の偏光フィルタ 5, 5' として P L 5 2 m m (ケンコー・トキナー社製) を用いたコア径計測装置を作製した。

上記装置においては、上記光照射機構 2, 2' と P O F 1 の側面との最短距離 D がそれぞれ 10 mm となるように調整されている。また、P O F 1 のライン速度は、 17.5 m/min とした。

P O F 1 として、コア径が $120 \mu\text{m}$ であり、コアおよびクラッドが、いずれもメチルメタクリレート (MMA) を主成分とする樹脂からなり、オーバークラッドがポリカーボネート (P C) 系樹脂からなっているものを用いた。

なお、上記コアは、屈折率調整剤により屈折率が高められている。また、上記「主成分」とは、その材料の特性に影響を与える成分の意味であり、その成分の含有量は、通常、材料全体の 50 質量%以上である。

[0047] 図 7 に、上記装置を用いて計測したサンプル (a) ~ (g) のコア径 (側面測定) を実線で示し、実測した断面のコア径 (断面測定) を破線で示した。そして、それぞれ側面測定値と断面測定値との差を算出したところ、いずれも $-4.5 \mu\text{m} \sim +8.4 \mu\text{m}$ の範囲内にあり、上記装置は優れた精度でコア径を計測できることがわかった。

また、図 8 に、上記装置を用いて計測したサンプル (a) ~ (g) のクラッド径 (側面測定) を実線で示し、実測した断面のクラッド径 (断面測定)

を破線で示した。そして、それぞれ側面測定値と断面測定値との差を算出したところ、いずれも $-1.5\mu\text{m}\sim+8.0\mu\text{m}$ の範囲内にあり、上記装置は優れた精度でクラッド径を計測できることがわかった。

[0048] 上記実施例においては、本発明における具体的な形態について示したが、上記実施例は単なる例示にすぎず、限定的に解釈されるものではない。当業者に明らかな様々な変形は、本発明の範囲内であることが企図されている。

産業上の利用可能性

[0049] 本発明のPOFのコア径計測方法およびコア径計測装置は、インラインでPOFのコア径を計測する場合に特に有用である。

符号の説明

- [0050]
- 1 POF
 - 2 光照射機構
 - 2' 光照射機構
 - 3 撮像機構
 - 3' 撮像機構
 - 4 第1の偏光フィルタ
 - 4' 第1の偏光フィルタ
 - 5 第2の偏光フィルタ
 - 5' 第2の偏光フィルタ

請求の範囲

- [請求項1] プラスチック光ファイバのコア径を計測する方法であって、
- 上記プラスチック光ファイバの一方の側面に向って光を照射する光照射機構と、上記プラスチック光ファイバの、光が照射される側面と反対側の側面を撮像する撮像機構と、上記光照射機構とプラスチック光ファイバの間に配置される第1の偏光フィルタと、上記撮像機構とプラスチック光ファイバの間に配置される第2の偏光フィルタと、を設け、上記光照射機構により上記第1の偏光フィルタを介してプラスチック光ファイバの側面に光を照射し、上記撮像機構によって上記プラスチック光ファイバの反対側の側面を上記第2の偏光フィルタを介して撮像し画像データを得る撮像工程と、
- 上記撮像機構により得られたプラスチック光ファイバの画像データを処理するデータ処理工程とを備え、
- 上記データ処理工程において、上記プラスチック光ファイバの画像データに基づき上記プラスチック光ファイバのコア径を算出することを特徴とするプラスチック光ファイバのコア径計測方法。
- [請求項2] 上記撮像工程において、上記プラスチック光ファイバに対する光照射と撮像を、少なくとも2方向から行い、上記プラスチック光ファイバの、方向の異なる少なくとも2つの側面の画像データを得るとともに、上記データ処理工程において、上記少なくとも2つの画像データに基づき上記プラスチック光ファイバのコア径を算出する請求項1記載のプラスチック光ファイバのコア径計測方法。
- [請求項3] 上記データ処理工程において、上記プラスチック光ファイバの画像データに基づいて、上記プラスチック光ファイバのコア径とともにクラッド径を算出する請求項1または2記載のプラスチック光ファイバのコア径計測方法。
- [請求項4] 上記データ処理工程において、算出された上記プラスチック光ファイバのコア径とクラッド径に基づき上記プラスチック光ファイバのコ

アの偏心度を算出する請求項3記載のプラスチック光ファイバのコア径計測方法。

[請求項5] コアとクラッドとを有するプラスチック光ファイバのコア径を計測する装置であって、

上記プラスチック光ファイバの一方の側面に向って光を照射する光照射機構と、上記プラスチック光ファイバに対して上記光照射機構と反対側に設けられ、上記プラスチック光ファイバの、光が照射される側面と反対側の側面を撮像する撮像機構と、上記光照射機構とプラスチック光ファイバの間に配置される第1の偏光フィルタと、上記撮像機構とプラスチック光ファイバの間に配置される第2の偏光フィルタと、上記撮像機構によって得られたプラスチック光ファイバの画像データを処理するデータ処理機構と、を備え、

上記撮像機構が、上記第1の偏光フィルタを介した光が照射されたプラスチック光ファイバの側面と反対側の側面を上記第2の偏光フィルタを介して撮像し画像データを得るものであり、

上記データ処理機構が、上記プラスチック光ファイバの画像データに基づき上記プラスチック光ファイバのコア径を算出するよう設定されていることを特徴とするプラスチック光ファイバのコア径計測装置。

[請求項6] 上記光照射機構による光照射と撮像機構による撮像が、上記プラスチック光ファイバに対し少なくとも2方向から行われ、上記プラスチック光ファイバの、方向の異なる少なくとも2つの側面の画像データが得られるようになっており、上記データ処理機構が、上記少なくとも2つの画像データに基づき上記プラスチック光ファイバのコア径を算出するよう設定されている請求項5記載のプラスチック光ファイバのコア径計測装置。

[請求項7] 上記プラスチック光ファイバを介して対峙する光照射機構と撮像機構からなる撮像ユニットが、少なくとも2セット、プラスチック光フ

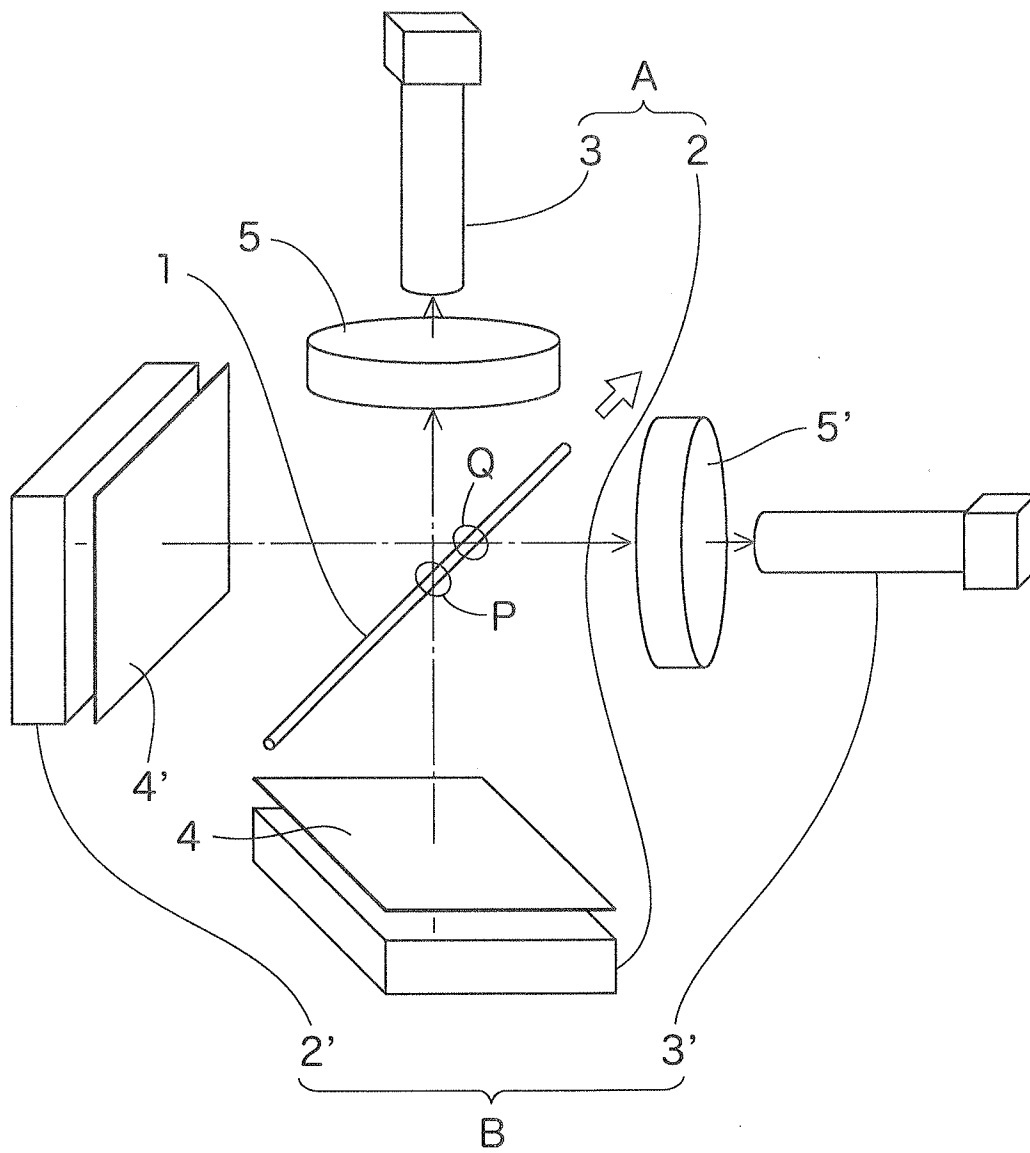
ファイバに対し方向が異なる配置で設けられている請求項 6 記載のプラスチック光ファイバのコア径計測装置。

[請求項 8] 上記プラスチック光ファイバを介して対峙する光照射機構と撮像機構からなる撮像ユニットが単一で設けられており、上記プラスチック光ファイバと、上記撮像ユニットとの相対的な配置が変更可能になっている請求項 6 記載のプラスチック光ファイバのコア径計測装置。

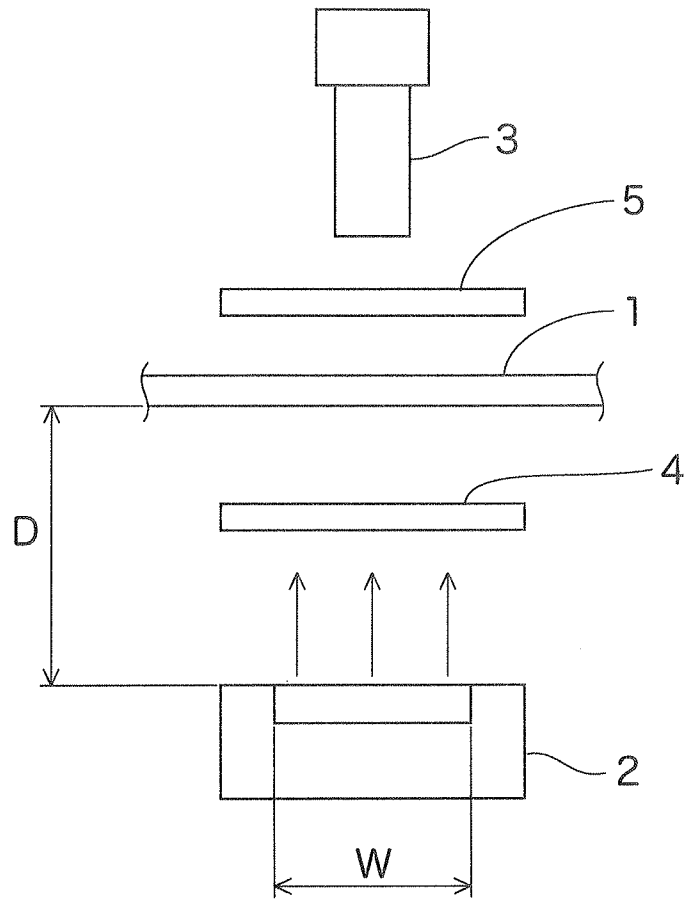
[請求項 9] 上記データ処理機構が、上記プラスチック光ファイバの画像データに基づいて、上記プラスチック光ファイバのコア径とともにクラッド径を算出するよう設定されている請求項 5 ～ 8 のいずれか一項に記載のプラスチック光ファイバのコア径計測装置。

[請求項 10] 上記データ処理機構が、算出された上記プラスチック光ファイバのコア径とクラッド径に基づき上記プラスチック光ファイバのコアの偏心度を算出するよう設定されている請求項 9 記載のプラスチック光ファイバのコア径計測装置。

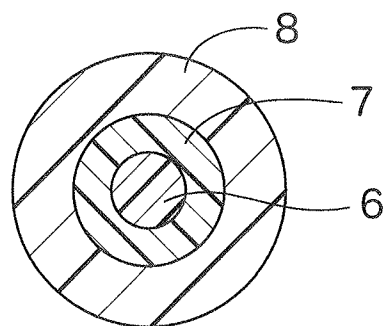
[図1]



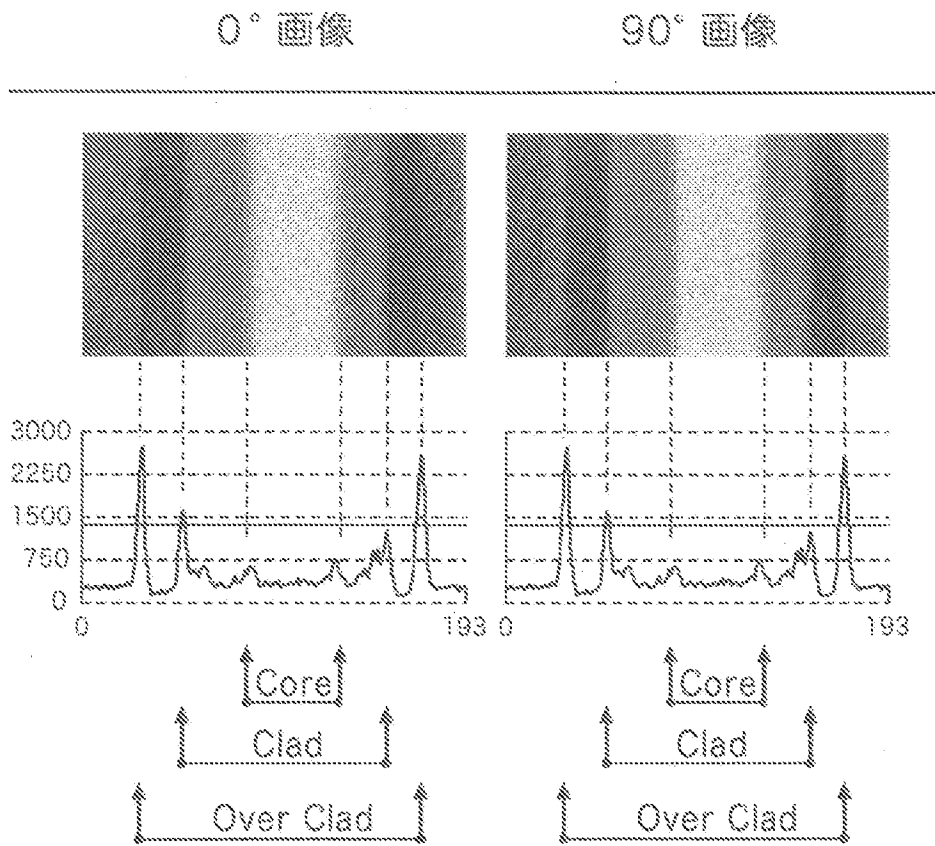
[図2]



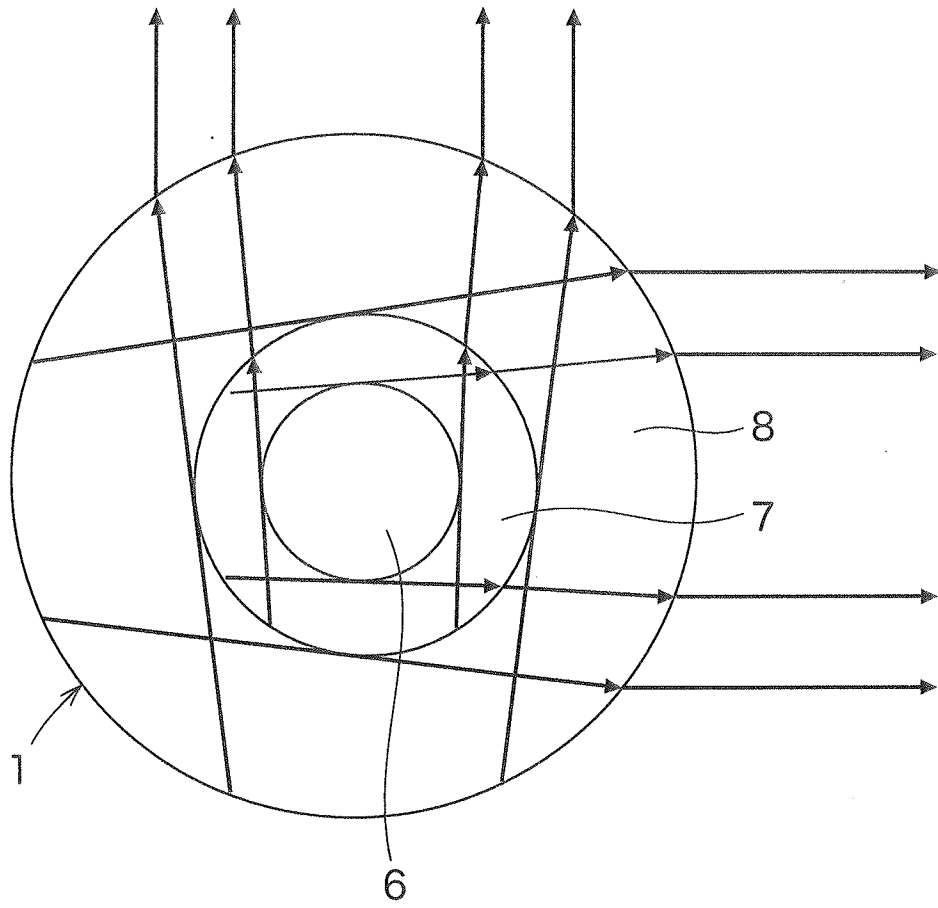
[図3]



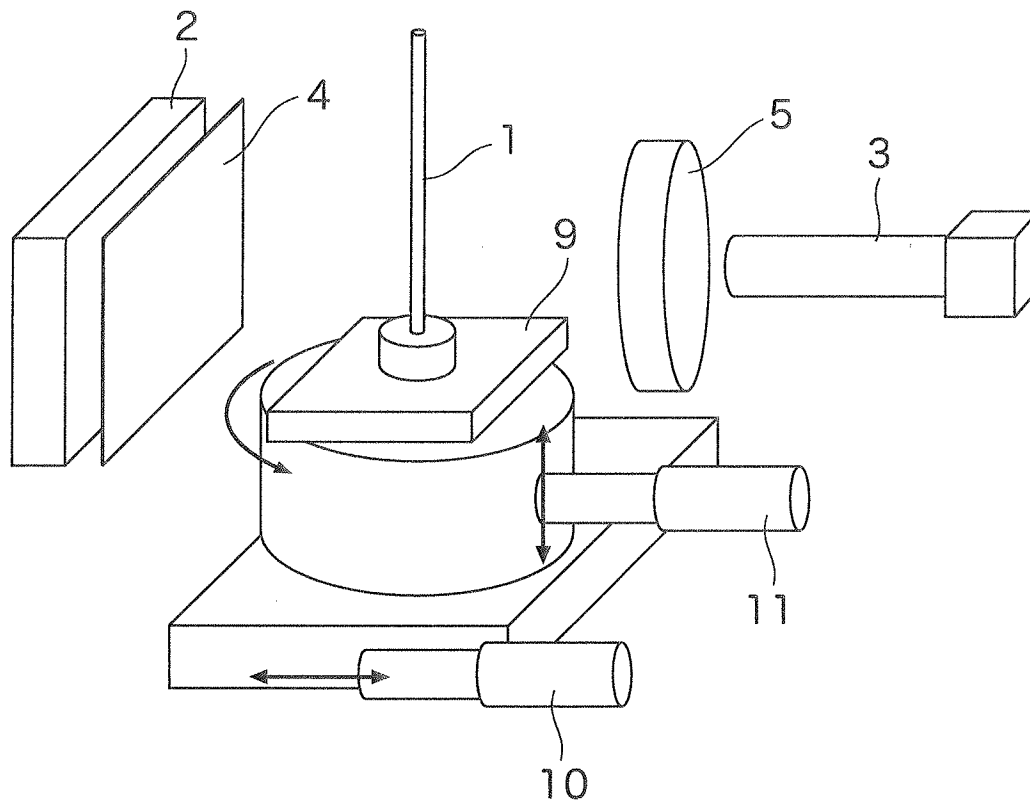
[図4]



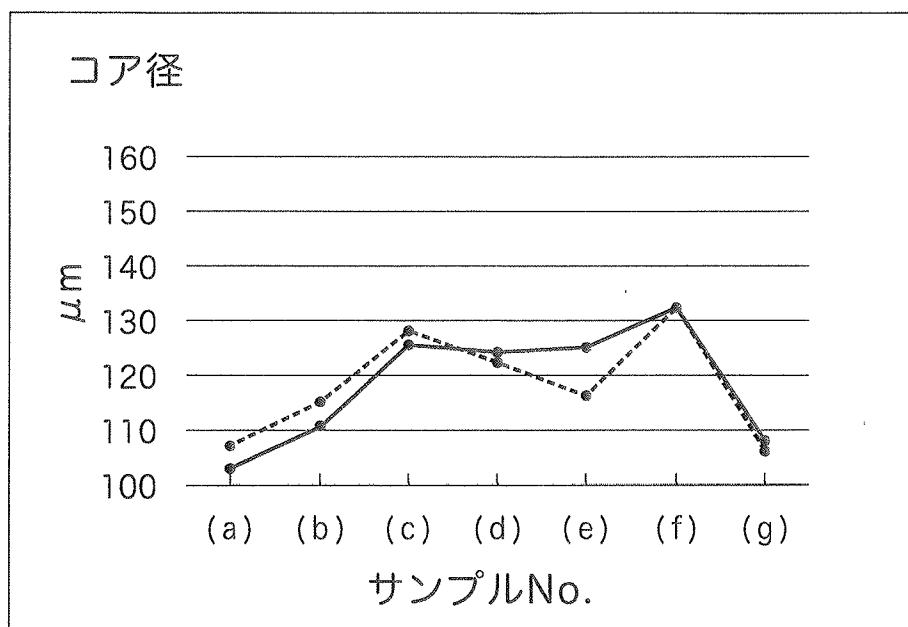
[図5]



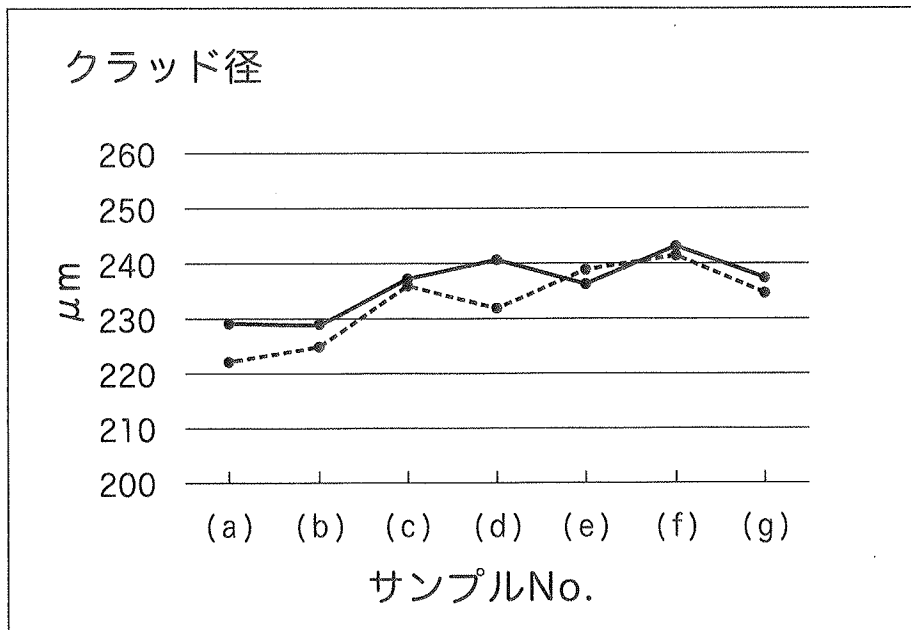
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/003968

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01B11/08 (2006.01) i, G01M11/00 (2006.01) i
FI: G01B11/08H, G01M11/00G

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. G01B11/08, G01M11/00

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.
Y	JP 63-165726 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 09.07.1988 (1988-07-09), page 2, upper left column, line 1 to page 4, lower left column, line 3, fig. 1-9	1-10
Y	JP 10-20142 A (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 23.01.1998 (1998-01-23), paragraphs [0018]-[0029], [0062], fig. 7, 8, 11-14	1-10
Y	JP 51-120242 A (HITACHI, LTD.) 21.10.1976 (1976-10-21), page 1, lower left column, line 4 to lower right column, line 15, page 2, upper right column, lines 9-12, fig. 1, 4	7, 9-10
Y	JP 2008-304239 A (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 18.12.2008 (2008-12-18), paragraphs [0037]-[0080], fig. 1-10	8-10



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
17.03.2020

Date of mailing of the international search report
31.03.2020

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
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/003968

JP 63-165726 A	09.07.1988	US 4882497 A column 1, line 15 to column 3, line 26, fig. 3, 5, 6, 9-11, 22-24
JP 10-20142 A	23.01.1998	(Family: none)
JP 51-120242 A	21.10.1976	(Family: none)
JP 2008-304239 A	18.12.2008	(Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01B 11/08(2006.01)i; G01M 11/00(2006.01)i FI: G01B11/08 H; G01M11/00 G														
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）） G01B11/08; G01M11/00														
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 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020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 - 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				
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												
Y	JP 63-165726 A（住友電気工業株式会社）09.07.1988（1988 - 07 - 09） 第2頁左上欄第1行－第4頁左下欄第3行、第1－9図	1-10												
Y	JP 10-20142 A（古河電気工業株式会社）23.01.1998（1998 - 01 - 23） [0018]－[0029]、[0062]、図7－8、11－14	1-10												
Y	JP 51-120242 A（株式会社日立製作所）21.10.1976（1976 - 10 - 21） 第1頁左下欄第4－右下欄第15行、第2頁右上欄第9－12行、第1、4図	7, 9-10												
Y	JP 2008-304239 A（古河電気工業株式会社）18.12.2008（2008 - 12 - 18） [0037]－[0080]、図1－10	8-10												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 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	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 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													
“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	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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 17.03.2020	国際調査報告の発送日 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） 眞岩 久恵 2S 4067 電話番号 03-3581-1101 内線 3216													

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/JP2020/003968

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	63-165726	A	09.07.1988	US 4882497 A 第1欄第15行-第3欄第 26行、第3、5-6、9 -11、22-24図	
JP	10-20142	A	23.01.1998	(ファミリーなし)	
JP	51-120242	A	21.10.1976	(ファミリーなし)	
JP	2008-304239	A	18.12.2008	(ファミリーなし)	