

(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
2016 年 9 月 22 日(22.09.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/147261 A1

- (51) 国際特許分類:
G01B 11/16 (2006.01) **A61B 1/00** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/057519
- (22) 国際出願日: 2015 年 3 月 13 日(13.03.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: オリンパス株式会社(OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 佐々木 靖夫(SASAKI, Yasuo); 〒1928512 東京都八王子市久保山町 2-3 オリンパス知的財産サービス株式会社 知的財産技術部内 Tokyo (JP). 山本 英二(YAMAMOTO, Eiji); 〒1928512 東京都八王子市久保山町 2-3 オリンパス知的財産サービス株式会社 知的財産技術部内 Tokyo (JP). 藤田 浩正(FUJITA, Hiromasa); 〒1928512 東京都八王子市久保山町 2-3 オリンパス知的財産サービス株式会社 知的財産技術部内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 蔵田 昌俊, 外(KURATA, Masatoshi et al.); 〒1050014 東京都港区芝 3 丁目 2 3 番 1 号

セレスティン芝三井ビルディング 1 1 階 鈴榮
特許総合事務所内 Tokyo (JP).

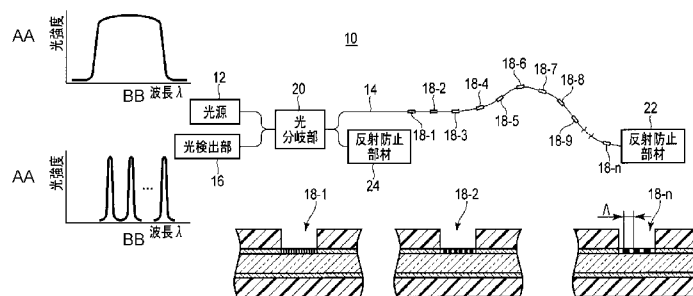
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,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

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: OPTICAL BEND MEASUREMENT DEVICE AND TUBULAR INSERTION BODY

(54) 発明の名称: 光学式曲がり測定装置及び管状挿入体



AA Light intensity
BB Wavelength λ
12 Light source
16 Light detection unit
20 Optical branch unit
22, 24 Reflection preventing member

(57) Abstract: The optical bend measurement device (10) comprises: a light source (12) that supplies measurement light; an optical fiber (14) that transmits the measurement light in the longitudinal axis direction thereof; a plurality of parts to be detected (18-1, 18-2, ..., 18-n) that are provided at a plurality of differing sections in the longitudinal axis direction of the optical fiber and each of which has a grating provided so as to come into contact with the core of the optical fiber or at a portion of the cladding and set so as to mutually intensify light of a specified wavelength advancing in a predetermined direction; and a light detection unit (16) that detects light output from the optical fiber. The light detection unit separates by wavelength modulated light of light of the specified wavelength that is formed by the grating, and independently measures the amount of bend in a specified direction at the plurality of sections of the optical fiber on the basis of the intensity variation of light of each separated wavelength.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/147261 A1



光学式曲がり測定装置（１０）は、測定光を供給する光源（１２）と、上記測定光をその長手軸方向に伝達する光ファイバ（１４）と、上記光ファイバの上記長手軸方向に異なる複数の部分において、上記光ファイバのコアに接するように又はクラッドの一部に設けられ、それぞれ所定の方角に進む特定の波長の光を強め合うように設定したグレーティングを有する複数の被検出部（１８－１，１８－２，…，１８－ｎ）と、上記光ファイバから出力される光を検出する光検出部（１６）と、を備える。上記光検出ユニットは、上記グレーティングにて引き起こされる上記特定の波長の光の変調を受けた光を波長分離し、各分離された波長の光の強度変化に基づいて上記光ファイバの上記複数の部分の特定方向の曲がり量を独立に測定する。

明 細 書

発明の名称：光学式曲がり測定装置及び管状挿入体

技術分野

[0001] 本発明は、光学式曲がり測定装置及びそれを搭載した管状挿入体に関する。

背景技術

[0002] G. Meltz et al. 著, 「Formation of Bragg gratings in optical fibers by a transverse holographic method」, (米国), Vol.14, No.15, Optics Letters, 1989年8月1日, p. 823-825 (以下、非特許文献1と記す) は、光ファイバのコア部にグレーティングを形成することにより、ひずみや温度センシングへの光ファイバの利用ができることを述べている。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1: G. Meltz et al. 著, 「Formation of Bragg gratings in optical fibers by a transverse holographic method」, (米国), Vol.14, No.15, Optics Letters, 1989年8月1日, p. 823-825

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記非特許文献1には、ひずみや温度の測定について触れられているが、曲がり量の測定については何ら記載されていない。

[0005] 光ファイバ等の光伝達体における複数の部分の特定方向の曲がり量を独立に測定することが望まれているが、それにグレーティングをどのように利用するかについては未だ検討がなされていない。

[0006] 本発明は、上記の点に鑑みてなされたもので、グレーティングを利用して光伝達体における複数の部分の特定方向の曲がり量を独立に測定することが可能な光学式曲がり測定装置及びそれを搭載した管状挿入体を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の第1の態様によれば、測定光を供給する光源ユニットと、コアとクラッドとを有し、上記測定光をその長手軸方向に伝達する光伝達体と、上記光伝達体の上記長手軸方向に異なる複数の部分において、上記コアに接するように又は上記クラッドの一部に設けられ、それぞれ所定の方角に進む特定の波長の光を強め合うように設定したグレーティングを有する複数の被検出部と、上記光伝達体から出力される光を検出する光検出ユニットと、を具備し、上記光検出ユニットは、上記複数の被検出部のグレーティングにて引き起こされる上記特定の波長の光の変調を受けた光を波長分離し、各分離された波長の光の強度変化に基づいて上記光伝達体の上記複数の部分の特定方向の曲がり量を独立に測定する、ことを特徴とする光学式曲がり測定装置が提供される。

また、本発明の第2の態様によれば、被挿入体に挿入される管状挿入体であって、上記管状挿入体の長手軸方向に沿って、上記本発明の第1の態様による光学式曲がり測定装置の上記光伝達体を延在配置した、ことを特徴とする管状挿入体を提供される。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、グレーティングを利用して光伝達体における複数の部分の特定方向の曲がり量を独立に測定することが可能な光学式曲がり測定装置及びそれを搭載した管状挿入体を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、本発明の第1実施形態に係る光学式曲がり測定装置の概略構成を示すブロック図である。

[図2]図2は、第1実施形態に係る光学式曲がり測定装置の変形例の概略構成を示すブロック図である。

[図3A]図3Aは、光伝達体の一例の形状を示す断面図である。

[図3B]図3Bは、光伝達体の別の例の形状を示す断面図である。

[図4A]図4Aは、図3Aの光伝達体における被検出部の構成の一例を示す断

面図である。

[図4B]図4 Bは、図4 Aの光伝達体の被検出部部分の、光伝達体の長手軸方向に沿った断面図である。

[図5]図5は、光伝達体における被検出部部分の構成の別の例を示す、光伝達体の長手軸方向に沿った断面図である。

[図6A]図6 Aは、グレーティングの一例を示す図である。

[図6B]図6 Bは、グレーティングの別の例を示す図である。

[図6C]図6 Cは、グレーティングの更に別の例を示す図である。

[図7A]図7 Aは、光伝達体における被検出部の構成の更に別の例を示す断面図である。

[図7B]図7 Bは、図7 Aの光伝達体の被検出部部分の変形例を説明するための図である。

[図8]図8は、光伝達体の円筒座標を説明するための図である。

[図9]図9は、F B G (Fiber Bragg Grating) の場合のグレーティングの基本原理を説明するための図である。

[図10A]図10 Aは、F B Gにおける回折波を説明するための図である。

[図10B]図10 Bは、シングルモードファイバの場合のF B Gにおける回折波を説明するための図である。

[図11A]図11 Aは、第1実施形態に係る光学式曲がり測定装置の被検出部のグレーティングにおける回折波を説明するための図である。

[図11B]図11 Bは、シングルモードファイバの場合の回折波を説明するための図である。

[図11C]図11 Cは、シングルモードファイバの場合の回折波の別の例を説明するための図である。

[図12A]図12 Aは、第1実施形態に係る光学式曲がり測定装置の動作原理を説明するための、紙面上方向に光伝達体が湾曲した場合を示す図である。

[図12B]図12 Bは、光学式曲がり測定装置の動作原理を説明するための、光伝達体が湾曲していな場合を示す図である。

[図12C]図12Cは、光学式曲がり測定装置の動作原理を説明するための、紙面下方向に光伝達体が湾曲した場合を示す図である。

[図13]図13は、クラッドモード除去部材を備える光伝達体の長手軸方向に沿った断面図である。

[図14A]図14Aは、本発明の第2実施形態に係る光学式曲がり測定装置としてマルチモードファイバの場合のグレーティングにおける回折波を説明するための図である。

[図14B]図14Bは、マルチモードファイバの場合の回折波を説明するための図である。

[図14C]図14Cは、マルチモードファイバの場合の回折波の別の例を説明するための図である。

[図15]図15は、本発明の第4実施形態に係る光学式曲がり測定装置の概略構成を示す図である。

[図16]図16は、第4実施形態に係る光学式曲がり測定装置の変形例の概略構成を示す図である。

[図17]図17は、第1実施形態に係る光学式曲がり測定装置を搭載した本発明の第5実施形態に係る管状挿入体としての内視鏡の概略構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、図面を参照して、本発明を実施するための形態を説明する。

[0011] [第1実施形態]

本発明の第1実施形態に係る光学式曲がり測定装置10は、図1に示すように、光源12と、導光部材14と、光検出部16と、複数の被検出部18（図1の例では、 n 個の被検出部18-1, 18-2, ..., 18- n ）と、光分岐部20と、反射防止部材22及び24と、から構成される。

[0012] ここで、光源12は、測定光を供給する光源ユニットである。導光部材14は、コアとその周囲をおおう、それより屈折率が低いクラッドとを有し、

光源 1 2 からの測定光をその長手軸方向に伝達する、可撓性の光伝達体である。光検出部 1 6 は、導光部材 1 4 から出力される光を検出する光検出ユニットである。複数の被検出部 1 8 - 1, 1 8 - 2, ..., 1 8 - n は、導光部材 1 4 の長手軸方向に異なる複数の部分において、導光部材 1 4 のコアに接するように設けられた、あるいは、導光部材 1 4 のクラッドの一部に設けられた、それぞれ所定方向に進む特定の波長の光を強め合うように設定したグレーティングを有している。光分岐部 2 0 は、光源 1 2 及び光検出部 1 6 と導光部材 1 4 の一端とを光学的に接続し、これにより、光源 1 2 からの測定光を導光部材 1 4 の上記一端に入射させると共に、導光部材 1 4 の上記一端からの光を光検出部 1 6 に入射させる。反射防止部材 2 2 は、導光部材 1 4 の他端で測定光が反射されて導光部材 1 4 を反対方向にできるだけ伝達しないように、測定光の反射を抑制する。反射防止部材 2 4 は、光分岐部 2 0 で測定光が反射されて光検出部 1 6 に入射する量をできるだけ減らすため、測定光の反射を抑制する。

[0013] なお、図 1 の構成は、光源 1 2 と光検出部 1 6 が導光部材 1 4 の同じ側にある場合であるが、光源 1 2 と光検出部 1 6 とが導光部材 1 4 に対し違う側にあっても構わない。この場合、本実施形態に係る光学式曲がり測定装置 1 0 は、図 2 に示すように、光源 1 2 と、導光部材 1 4 と、光検出部 1 6 と、複数の被検出部 1 8 (図 2 の例では、2 個の被検出部 1 8 - 1, 1 8 - 2) と、から構成される。

[0014] そして、本実施形態では、光検出部 1 6 は、上記複数の被検出部 1 8 のグレーティングにて引き起こされる上記特定の波長の光の変調を受けた光を波長分離し、各分離された波長の光の強度変化に基づいて上記導光部材 1 4 の上記複数の部分の上記特定方向の曲がり量を独立に測定する。

[0015] 以下、各部の構成について、詳細に説明する。

[0016] 光源 1 2 は、測定光として、例えば図 1 中に示すような広範囲の波長帯域の間で略均一な光スペクトルを有する白色光を供給する。

[0017] 導光部材 1 4 は、例えば、光ファイバによって構成されることができる。

図3 Aは、この光ファイバの長手軸方向に直交する方向である径方向の断面構造を示している。すなわち、上記光ファイバは、中心に存在する、光を導光するコア141と、当該コア141の周りに設けられた、光を安定的にコア141に閉じ込めるクラッド142と、更にこれらコア141及びクラッド142を物理的な衝撃及び熱的な衝撃から保護するためのジャケット143と、によって構成されている。

[0018] あるいは、導光部材14は、光導波路によって構成されても良い。光導波路は、図3 Bに示すように、フレキシブル基板144上に、上記光ファイバのそれらと同等の役割をするコア141とクラッド142とを設けたものである。

[0019] 以下、導光部材14を上記のような光ファイバによって構成した場合を例にとって、光学式曲がり測定装置10の構成を更に詳しく説明する。なお、本実施形態では、この光ファイバは、シングルモードである。

[0020] 光学式曲がり測定装置10の導光部材14である光ファイバは、曲がり量を測定するべきそれぞれの部分に、図4 A及び図4 Bに示すような被検出部18が設けられている。すなわち、被検出部18は、光ファイバの長手軸方向の所望位置において、ジャケット143とクラッド142を除去してコア141の一部を露出させ、この露出させたコア141の部分に、フォトリソによりホログラフィックに光学特性変化部材であるグレーティング26を形成したものである。なお、上記ジャケット143及び上記クラッド142の除去は、レーザ加工によって、あるいは、フォトリソ及びエッチング工程などを利用して行う。このとき、上記コア141にミクロな傷を付けてしまうと、光を漏らし、導光する光を損失させてしまったり、曲げに弱くなったりしたりするので、上記コア141に極力傷を付けない方法で加工することが望ましい。

[0021] このように、被検出部18は、グレーティング26をコア141に接触するように形成したものである。また、グレーティング26は、接触していなくても、図5に示すように、クラッド142の一部に形成されていても良い。

。

[0022] グレーティング 26 は、光が内部を伝搬または表面で反射するときに回折現象を起こして、当該グレーティング 26 への入射方向とは異なる所定の方向に進む特定の波長の光を強め合うように伝搬させる。図 4 B では、測定光を実線の矢印で示し、グレーティング 26 によって所定方向に進むようにされた特定波長の光を破線の矢印で示している。

[0023] なお、上記特定の波長は、詳細は後述するように、グレーティング 26 の構造によって設定することが可能となっている。例えば、図 6 A 乃至図 6 C に示すように、グレーティング 26 を周期性を持つ構造により構成することができ、この周期（ピッチ長 Λ ）によって、上記特定の波長を設定することができる。

[0024] なお、本実施形態では、グレーティング 26 の屈折率は、コア 141 の屈折率よりも小さいものとする。

[0025] なお、各被検出部は、図 4 A 及び図 4 B、及び図 5 のようにグレーティング 26 を剥き出しのままとしても良いが、図 7 A に示す被検出部 18-A のように、グレーティング 26 上のジャケット 143 とクラッド 142 とを除去した部分に対してジャケット様の部材を被検出部保護部材 145 として満たして、光ファイバの元の形状に回復させても良い。あるいは、図 7 A に示す被検出部 18-B のように、ジャケット 143 とクラッド 142 を除去した部分を満たすように、グレーティング 26 を形成することで、光ファイバの元の形状に回復させても良い。

[0026] 図 1 及び図 2 では、導光部材 14 である光ファイバの長手軸に沿って複数の被検出部 18 を設けている。このように並べて配置するだけで無く、図 7 A に示すように、一つの被検出部 18（被検出部 18-A）に対して、光ファイバの長手軸の同じ箇所、直交方向に或いは径方向の軸が異なる向きに、異なる特定の波長を持つもう一つの被検出部 18（被検出部 18-B）を設けても良い。この構造では、被検出部 18-A、18-B に対応する部分での曲がり量だけでなく、湾曲の方向も測定可能となる。

[0027] また、光ファイバの長手軸の同じ箇所に複数の被検出部 18-A, 18-B を配置すると、当該箇所の剛性が低下し、曲げに弱くなってしまう。一方、光検出部 16 によって光の強度変化に基づいて測定される曲がり量は、光ファイバの上記被検出部 18 が配された部分だけではなく、上記被検出部 18 を含めた前後所定の長さの測定範囲に関するものである。そのため、図 7 B に示すように、光ファイバの長手軸の略同じ箇所に複数の被検出部 18-A, 18-B を配置するようにして、剛性低下を抑制するようにしても構わない。

[0028] このように、複数の被検出部 18 を、光ファイバの長手軸（z 軸）の略同じ箇所に互いに直交方向や ϕ が異なる向きに設けても良い（なお、導光部材 14 である光ファイバの円筒座標は、図 8 に示す通りである）。複数の被検出部 18 を異なる z 方向位置及び ϕ 方向位置上に作製することで、様々な位置での様々な方向の曲率（曲がりの度合い）を検出することができる。

[0029] 以下、被検出部 18 のグレーティング 26 の原理説明を行う。説明の都合上、既存技術である F B G（Fiber Bragg Grating）の場合のグレーティング 26 の基本原理から説明する。

[0030] F B G は、図 9 に示すように、シングルモードファイバのコア 141 にグレーティング 26 を書き込んだものである。グレーティング 26 のピッチ長を Λ としたときに、グレーティング 26 によって（真空中の）波長 $\lambda_B = 2 n \Lambda$ の光が選択的に反射される（ n はコア 141 の屈折率）。

[0031] これは、波長 λ の逆数である波数 k を使って考えると、以下のようになる。

波長 λ と波数 k の関係を $k = 2 \pi / \lambda$ とする。1 次回折は、大きさ k を持ち、かつ、波の進行方向の向きを持つ、波数ベクトル K （本明細書において、大文字の K はベクトルであることを表す）の保存則として、下記のように説明できる。

[0032] 図 10 A に示すように、コア 141 の中では、波数ベクトル K_{in} の波は、グレーティング 26 の波数ベクトル K_G （ $K_G = 2 \pi / \Lambda$ ）の 1 次回折で、 K_o

$k_{out} = k_{in} + k_G$ という波数ベクトル k_{out} の波を発生させる。シングルモードファイバでは、伝搬モードの波数ベクトル k_{in} 、 k_{out} は、ほぼ z 方向を向いている。また、回折により波数の大きさは変わらないので、 $k_{in} = k_{out}$ である。

[0033] この2条件を満たすのは、図10Bに示すように、(コア141中の)入射波数 $k_{in} = 2\pi/\Lambda$ 、グレーティング26の波数 $k_G = 2\pi/\Lambda$ のときであり、このときだけシングルモードファイバを逆方向に伝搬する回折波を出すことができる。

[0034] 本実施形態のようにクラッド142にグレーティング26がある場合も、コア-クラッドクラッド界面に入射した光は上記と同様な回折を起こすために、その位置のグレーティング26の1次回折光を反射する。ただし、回折は主にコア-クラッド界面で起こるため、波数の保存則は、上記のような $k_{out} = k_{in} + k_G$ ではなく、図11Aに示すように、表面に沿った方向、すなわち z 成分の保存則になる。これは、 $k_{out, z} = k_{in, z} + k_G$ と書くことができる。シングルモードファイバでは、前述のように伝搬モードの波数ベクトル k_{in} 、 k_{out} はほぼ z 方向を向いているので、図11Bに示すように、上記のコア141にグレーティング26を書き込んだ場合と同じことになる。

[0035] ただし、保存則が z 方向に限定されるため、 $k_{in} > k_G/2$ の場合には、図11Cに示すように、直進しないモードとカップルする可能性がある。これはクラッドモードになり、光の損失、ノイズの原因になる。クラッドモードとのカップリング係数が小さければ問題ないが、大きい場合は、対策が必要である。この損失は、 $k_{in} > k_G/2$ の場合だけ発生するため、特定の波数ベクトル k_{in} の光が図11Bのようになるグレーティング26に到達するよりも前にその特定の波数ベクトル k_{in} の光が通過するグレーティング26は、 $k_{in} < k_G/2$ を満たせばよい。つまり、光源12に近い側から遠い側に向かって、波数 k_G が長くない順番(すなわち、グレーティング26のピッチ長 Λ が短くない順番)にグレーティング26を作製する。

[0036] このようにすれば、図11Bのようになるグレーティング26に到達する

前に波数ベクトル K_{in} の光がクラッドモードを発生して損失を起こすことがなくなる。発生したクラッドモードは通常、ある程度の距離で減衰するので、他のグレーティング26や光検出部16に影響を及ぼすことはない。

[0037] 従って、導光部材14である光ファイバの特定の被検出部18に対して特定の波数ベクトル K_{in} があり、図1の構成では、同じ大きさの逆方向の光が、光分岐部20を介して光検出部16に戻ることになる。特に上述の順番で被検出部18（グレーティング26）を並べた例として、図1中に、被検出部18-1, 18-2, 18-nの断面構造を示している。グレーティング26は光源12に近い側の被検出部18-1のピッチ長 Λ が短く、遠ざかると長くなる。図1中に示すように、被検出部18-1~18-nに対応した $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の波長の光が光検出部16に戻り、光検出部16では、この受光した光を分光する、つまり波長分離して、それぞれの波長の光の光強度を検出する。

[0038] この光強度は、その被検出部18が設けられた光ファイバの部分での曲がり量（曲率）によって変化する。これは、コア-クラッドクラッド界面への入射角により、エバネッセント波のクラッド142側への侵入長が変化するからである。図12A乃至図12Cに示すように、被検出部18側に光ファイバが曲がっていれば光強度は弱く、それと逆方向ならば強くなる（図12A乃至図12Cでは、光強度の強弱を、破線矢印の太細により表している）。

[0039] 従って、光検出部16は、その場所での曲がり量（曲率）に依存する光の強度変化に基づいて、光ファイバの特定の位置での曲率を測定することができる。

[0040] このように、波数（波長）により位置を区別するので、光源12及び光検出部16として特別な構成のものを用意する必要がなく、光学式曲がり測定装置10を安価に構成することができる。

[0041] また、図7A及び図7Bに示したように、光ファイバの複数の ϕ 方向に、互いに異なる波数（波長）のグレーティング26を形成することで、あらか

じめ定まった異なる方向の曲率を波数（波長）により安価な装置で測定することができる。同時に、光ファイバの長手軸方向に異なる被検出部 18 も異なる波数（波長）のグレーティング 26 を形成することにより、あらかじめ定まった異なる方向、位置の曲率を安価な装置で測定することができる。従って、1 本の光ファイバで、光ファイバの 3 次元的な形状を求めることができる。

[0042] また、本実施形態では、光ファイバのクラッド 142 部分を加工してグレーティング 26 を形成する方式である。そのため、汎用品の光ファイバを利用することができ、安価に光ファイバを利用した光学式曲がり測定装置 10 を作成することができる。

[0043] このような長所は、本発明の他の実施の形態にも共通している。

[0044] なお、上述のような光源 12 に近い側から遠い側に向かって波数 k G が長くない順番にグレーティング 26 を作製しなかった場合には、ある波長の光は特定のグレーティング 26 での反射の手前で、他のグレーティングでのクラッドモード発生による損失が複合的に生じることがある。しかしながら、この損失も上記と同様な理由で曲率に依存する。従って、その波長の光は、並べ方により定まる損失と反射を通じて、特定の複数の被検出部 18 の曲がりの情報を持つ。複数波長についてこの情報を取得することで、それぞれの被検出部 18 の曲率を逆問題として解くことが可能である。

[0045] また、前述したように発生したクラッドモードは通常、ある程度の距離で減衰する。しかし、十分減衰する前に光検出部 16 に到達すると、図 11B ようになる条件を満たす戻り光に対してノイズとなる。そのノイズが無視できないくらい大きい場合は、図 13 に示すように、クラッドモード除去部材 28 を形成する必要がある。このクラッドモード除去部材 28 は、例えば、クラッド 142 に接触して、屈折率がほぼクラッド 142 と同等で、吸収部材をさらに含む部材、あるいは、外界との界面での透過又は散乱によりクラッドモードを減衰させる部材、である。このクラッドモード除去部材 28 としては、クラッド 142 の表面（外壁）そのものに凹凸を付けただけであっ

てもよい。密着性がよいジャケット 143 も、クラッドモードの除去に有効である。すなわち、ジャケット 143 をクラッドモード除去部材 28 として利用することができる。

[0046] クラッドモード除去部材 28 は、光検出部 16 とそれに最も近い被検出部 18 との間に形成するとよい。クラッドモードは、他の被検出部 18 でさらに別のモードに変換される等の悪影響を及ぼすおそれがあるので、隣接する 2 つの被検出部 18 の間にも形成すると、より効果的である。

[0047] このようにすれば、クラッドモードが残存するような状況でも、図 1 の構成では、各位置のグレーティング 26 に特有な波数の光だけが戻る。よって、分光部をもつ光検出部 16 で分光して光検出することにより、各位置での光の反射強度を求めることができる。

[0048] なお、図 2 の構成では、各位置（被検出部 18-1, 18-2）で特有の波数が反射された後のディップが観察される（ λ_1 , λ_2 ）。このディップの深さも曲率によって変化する。上述のクラッドモードへのカップリングがあまり大きくない場合は、この図 2 の構成も可能である。

[0049] いずれにしても、被検出部 18 をグレーティング構造とすることで、各被検出部 18 毎に限定された波長範囲で曲率による信号変化があるため、各被検出部 18 の位置での曲率を得ることができる。

[0050] しかも、グレーティング 26 の屈折率がコア 141 の屈折率よりも小さいため、導波モードの主要部はエバネッセント成分を除いて被検出部 18 に侵入することがない。よって、クラッドモードへの変換等の不要な光量損失が生じない。

[0051] グレーティング 26 の屈折率がクラッド 142 の屈折率よりも小さいと、全ての導波モードはエバネッセント成分を除いて被検出部 18 に侵入することがないので、不要な光量損失がさらに減少する。

[0052] 被検出部 18 として利用するグレーティング 26 は、図 6 A 乃至図 6 C のように、光ファイバの進行方向に沿った周期構造であり、材料の物性等の変化または材料そのものの違いによる屈折率の連続的または不連続的な周期構

造である。変化は、実部の屈折率変化でも、虚部の屈折率変化でもよい。これは以下の理由による。グレーティング 26 による回折は、グレーティング 26 の各点からの散乱の周期的変化の積分により引き起こされる。散乱は、例えばレイリー散乱の場合では、散乱振幅は以下のように表される（式の出典：ボルン、ウルフ著，光学の原理，第 5 版，13.5，（85）式）。

[0053] [数1]

$$s = i \left(\frac{2\pi a}{\lambda} \right)^3 \frac{\tilde{n}^2 - 1}{\tilde{n}^2 + 1}$$

但し、 s は複素散乱振幅、 a は粒子径、 $\tilde{n}$ は散乱体の比複素屈折率、 λ は波長である。

[0054] このように、散乱は、レイリー散乱に限らず、複素屈折率 n の関数として表すことができ、屈折率の実部によっても虚部によっても散乱強度を周期的に変化させることができる。

[0055] なお、グレーティング 26 は、例えばフォトリソによりホログラフィックに作製される。グレーティング 26 は、フォトリソの表面だけでなく、その内部まで作製されるので、エバネッセント成分がグレーティング 26 に効率よく結合する。

[0056] [第 2 実施形態]

上記第 1 実施形態では、シングルモードの導光部材 14 の場合であったが、本発明は、マルチモードの導光部材 14 であっても、同様に適用可能である。

[0057] マルチモードファイバの場合も、光強度は、その被検出部 18 が設けられた光ファイバの部分での曲がり量（曲率）によって変化する。これは、シングルモードファイバと同様に、コア-クラッドクラッド界面への入射角により、エバネッセント波のクラッド 142 側への侵入長が変化することに加えて、光波密度の断面分布も変化することも理由の一つである。

[0058] シングルモードファイバでは、反射光は非常に狭い線幅を持つ。これに対

して、マルチモードファイバでは、多くのモードがあるため、1個のグレーティング26に対して反射する波長は幅のある帯域を持つ。波数ベクトル k_G のグレーティング26に対して、図14Aに示すようなコア141中の波数 $k_{in}=k_G/2$ から図14Bに示すような波数 $k_{in}=k_G/(2\cos\theta_R)$ の波数範囲で反射が起こる（真空中の波長で $2n\Lambda\cos\theta_R<\lambda<2n\Lambda$ ）。ここで、 θ_R は $\sin\theta_R=NA/n$ を満たすファイバ内での伝搬モードの臨界角、 n はコア141の屈折率、 NA はファイバの開口数、である。

[0059] 従って、導光部材14である光ファイバの異なる場所及び方向に形成するグレーティング26のピッチは、この間隔（波数の幅）程度あける必要がある。そのぶん、区別可能な点数が減少するが、マルチモードファイバは安価であるという長所、さらには、コア径が大きいいため、光源12及び光検出部16と光ファイバとを切り離し可能な構成とした場合に、接続がより簡便であるという長所がある。

[0060] 図14Cのようなクラッドモードへの変換の問題も、シングルモードファイバと共通なので、グレーティング26を並べる順序、クラッドモード除去部材28の配置については、上記第1実施形態と同様な工夫が効果的である。

[0061] なお、グレーティング26は、第1実施形態と同様、フォトリソマリーによりホログラフィックに作製されることができる。また、フォトレジストを利用することもでき、2光束干渉法、位相マスク法などにより簡便に製作することができる。フォトレジストによって作成した構造を他の材料で置換してもよく、フォトレジスト自体を構造の一部としてもよい。

[0062] [第3実施形態]

上記第1実施形態では、グレーティング26の屈折率がコア141の屈折率よりも小さいものとしたが、グレーティング26の屈折率をコア141の屈折率よりも大きくしてもよい。

[0063] グレーティング26の屈折率がコア141の屈折率よりも大きい場合は、グレーティング面で反射する光成分の一部はグレーティング内を伝搬し、ク

ラッド 142 の外壁で反射するが、その過程で 1 次回折して反射信号になる。屈折率の強度が入射角によって変化する等の効果により、屈折率がコア 141 より小さい場合と同様、位置及び曲率を識別することができる。

[0064] また、グレーティング 26 の一部の屈折率がコア 141 の屈折率よりも大きい場合は、第 1 実施形態と上記との中間的になり、一部がクラッド 142 内に侵入するが、上記と同様に 1 次回折波が出るため、グレーティング 26 を特定する 1 次回折光が発生する。従って、上記と同様な効果により、位置及び曲率を識別することができる。

[0065] [第 4 実施形態]

光学式曲がり測定装置 10 は、導光部材 14 を複数本備えていてもよい。

[0066] この場合、光源 12 は共通として 1 個だけ備え、導光部材 14 毎に光検出部 16 を設ける。例えば、図 15 に示すように、導光部材 14 である光ファイバを 2 本備える場合、第 1 の光検出部 161 と第 2 の光検出部 162 との 2 個の光検出部 16 を設ける。そして、光源 12 からの測定光を図示しない光分岐部にて 2 分岐して、分岐された一方の測定光を一方の光ファイバと第 1 の光検出部 161 に接続された光分岐部 20 に入射させ、他方の測定光を他方の光ファイバと第 2 の光検出部 162 に接続された光分岐部 20 に入射させる。

[0067] このように、複数の導光部材 14 それぞれに対して独立した光検出部 16 を持つことで、より多くの位置での検出ができる。

[0068] また、図 16 に示すように、測定光が入射される導光部材 14 と検出光が出射される導光部材 14 とを分離して構成としてもよい。この場合、光源 12 からの測定光は直接、入射側の導光部材 14 に供給され、この入射側導光部材 14 からの出射光をミラー 30 で 2 方向に反射させ、各反射光をレンズ 32 で集光して、出射側の導光部材 14 のそれぞれに入射させる。そして、これら出射側導光部材 14 から出射される検出光を、対応する第 1 の光検出部 161 又は 162 に入射させる。

[0069] この構成では、光源 12 と光検出部 16 との間の分岐（光分岐部 20）が

無くなるため、光の利用効率が低い。

[0070] なお、ミラー30とレンズ32の代わりに、光分岐機能を持った接続用光ファイバを用いても良い。

[0071] 図15の導光部材14及び図16の出射側導光部材14は、2本の場合を例に説明したが、より多くの本数にも拡張可能なことは勿論である。その本数に応じて、より多くの位置での検出ができる。

[0072] また、図15及び図16では、2本の光ファイバを1本と想定して、光源12に近い側から遠い側に向かって波数 kG が長くない順番にグレーティング26を作製したものとしているが、光ファイバ毎にこの順番となるようにしても構わない。その理由は、光検出部16が光ファイバ毎に独立して設けられているからである。従って、図15及び図16において、被検出部18-1と被検出部18-2とが同じ波数 kG のグレーティング26であってもよい。

[0073] [第5実施形態]

本発明の光学式曲がり測定装置10は、管状挿入体に搭載することができる。

[0074] 例えば、図17は、第1実施形態に係る光学式曲がり測定装置10の導光部材14を、管状挿入体としての内視鏡の挿入部34に沿って設置した内視鏡システムを示している。この内視鏡システムは、観察対象物である被検体（例えば体腔（管腔））内に挿入される管状挿入体である細長い挿入部34と、該挿入部34の基端部と連結した操作部36と、接続ケーブル38と、が配設される内視鏡を含む。さらに、内視鏡システムは、内視鏡を制御するコントローラ40を含んでいる。

[0075] ここで、挿入部34は、挿入部34の先端部側から基端部側に向かって、先端硬質部と、湾曲する操作湾曲部と、可撓管部と、を有している。先端硬質部は、挿入部34の先端部であり、硬い部材となっている。この先端硬質部には、図示しない撮像部が設けられている。

[0076] 操作湾曲部は、操作部36に設けられた湾曲操作ノブの内視鏡オペレータ

(医師らの作業者)による操作に応じて、所望の方向に湾曲する。オペレータは、この湾曲操作ノブを操作することで、操作湾曲部を湾曲させる。この操作湾曲部の湾曲により、先端硬質部の位置と向きが変えられ、観察対象物が撮像部の撮像範囲である観察視野内に捉えられる。こうして捉えられた観察対象物に対し、先端硬質部に設けられた図示しない照明窓から照明光が照射されて、観察対象物が照明させる。操作湾曲部は、図示しない複数の節輪が挿入部34の長手方向に沿って連結されることにより、構成される。節輪同士が互いに対して回転することで、操作湾曲部は湾曲する。

[0077] 可撓管部は、所望な可撓性を有しており、外力によって曲がる。可撓管部は、操作部36から延出されている管状部材である。

[0078] 接続ケーブル38は、操作部36とコントローラ40との間を接続している。

[0079] コントローラ40は、内視鏡の撮像部により撮像された観察画像に対して画像処理を施し、図示しない表示部に画像処理された観察画像を表示させる。そして、本実施形態では、図17に示すように、このコントローラ40に、光学式曲がり測定装置10の光源12、光検出部16及び光分岐部20を内蔵させ、導光部材14である光ファイバを、このコントローラ40から接続ケーブル38及び操作部36内を経由して、挿入部34の長手軸方向に沿って延在配置する。反射防止部材22は、挿入部34の先端硬質部内に設ける。この場合、複数の被検出部18は、光ファイバの内、挿入部34の操作湾曲部及び可撓管部内に対応する位置に設けられる。

[0080] 前述したように、光検出部16は、光ファイバの複数の部分の湾曲方向と曲がり量(曲率)を、各部分独立に測定することができる。従って、被検出部18の個数が被測定物である挿入部34の操作湾曲部及び可撓管部の変形の度合いに比べて十分多数形成されていれば、挿入部34の曲がり量と湾曲方向とを測定することができる。

[0081] コントローラ40は、さらに、制御及び演算部42を備えている。この制御及び演算部42は、光源12の発光制御を行う。さらに、制御及び演算部

42は、光検出部16が測定した光ファイバつまり挿入部34の曲がり量と湾曲方向とから、挿入部34の3次元的形状を演算し、得られた3次元的形状を図示しない表示部に表示することができる。

[0082] なお、管状挿入体は、この内視鏡に限定するものではなく、各種プローブ、カテーテル、オーバーシース（内視鏡やカテーテル等を挿入する際の補助に使う管）、などであってもよい。

[0083] 以上、実施形態に基づいて本発明を説明したが、本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内で種々の変形や応用が可能なことは勿論である。

[0084] 例えば、被検出部18が複数構成されるものとして説明してきたが、1箇所であっても構わない。

符号の説明

[0085] 10…測定装置、 12…光源、 14…導光部材、 141…コア、 142…クラッド、 143…ジャケット、 144…フレキシブル基板、 145…被検出部保護部材、 16…光検出部、 161…第1の光検出器、 162…第2の光検出器、 18, 18-1~18-9, 18-n, 18-A, 18-B…被検出部、 20…光分岐部、 22, 24…反射防止部材、 26…グレーティング、 28…クラッドモード除去部材、 30…ミラー、 32…レンズ、 34…挿入部、 36…操作部、 38…接続ケーブル、 40…コントローラ、 42…演算部。

請求の範囲

- [請求項1] 測定光を供給する光源ユニットと、
 コアとクラッドとを有し、上記測定光をその長手軸方向に伝達する
 光伝達体と、
 上記光伝達体の上記長手軸方向に異なる複数の部分において、上記
 コアに接するように又は上記クラッドの一部に設けられ、それぞれ所
 定の方向に進む特定の波長の光を強め合うように設定したグレーティ
 ングを有する複数の被検出部と、
 上記光伝達体から出力される光を検出する光検出ユニットと、
 を具備し、
 上記光検出ユニットは、上記複数の被検出部のグレーティングにて
 引き起こされる上記特定の波長の光の変調を受けた光を波長分離し、
 各分離された波長の光の強度変化に基づいて上記光伝達体の上記複数
 の部分の特定方向の曲がり量を独立に測定する、ことを特徴とする光
 学式曲がり測定装置。
- [請求項2] 上記グレーティングは、光が内部を伝搬または表面で反射するとき
 に回折現象を起こして上記所定の方向に光を伝搬させる、周期性を持
 つ構造を有する、ことを特徴とする請求項1に記載の光学式曲がり測
 定装置。
- [請求項3] 上記グレーティングは、屈折率の実部の周期的変化を含む、ことを
 特徴とする請求項2に記載の光学式曲がり測定装置。
- [請求項4] 上記グレーティングは、屈折率の虚部の周期的変化を含む、ことを
 特徴とする請求項2に記載の光学式曲がり測定装置。
- [請求項5] 上記グレーティングの屈折率の実部は、上記光伝達体の上記コアの
 屈折率よりも小さい、ことを特徴とする請求項2に記載の光学式曲がり
 測定装置。
- [請求項6] 上記グレーティングの屈折率の実部は、上記光伝達体の上記クラッド
 の屈折率よりも小さい、ことを特徴とする請求項2に記載の光学式

曲がり測定装置。

- [請求項7] 上記グレーティングの屈折率の実部は、上記光伝達体の上記コアの屈折率よりも大きい、ことを特徴とする請求項2に記載の光学式曲がり測定装置。
- [請求項8] 上記光伝達体は、シングルモードの光ファイバである、ことを特徴とする請求項2に記載の光学式曲がり測定装置。
- [請求項9] 上記光伝達体は、マルチモードの光ファイバである、ことを特徴とする請求項2に記載の光学式曲がり測定装置。
- [請求項10] 上記グレーティングは、フォトポリマーにより形成される、ことを特徴とする請求項2に記載の光学式曲がり測定装置。
- [請求項11] 上記グレーティングは、フォトレジストにより形成される、ことを特徴とする請求項2に記載の光学式曲がり測定装置。
- [請求項12] 上記複数の被検出部はそれぞれ、上記光伝達体の上記長手軸まわりの上記特定の方向を中心とする一部に形成される、ことを特徴とする請求項2に記載の光学式曲がり測定装置。
- [請求項13] 上記複数の被検出部の内の一部は、上記光伝達体の上記長手軸まわりの上記特定の方向を中心とする一部に形成され、上記複数の被検出部の内の他の一部は、上記光伝達体の上記長手軸まわりの上記特定の方向とは異なる第2の特定の方向を中心とする一部に形成され、
上記特定の方向を中心とする一部に形成された上記一部の被検出部の内、1個の上記グレーティングの上記周期性を持つ構造は、上記第2の特定の方向を中心とする一部に形成された上記一部の被検出部の内の1個の上記グレーティングの上記周期性を持つ構造と異なる周期を有する、ことを特徴とする請求項2に記載の光学式曲がり測定装置。
- [請求項14] 上記特定の方向を中心とする一部に形成された上記一部の被検出部それぞれの上記グレーティングの上記周期性を持つ構造は、上記第2の特定の方向を中心とする一部に形成された上記一部の被検出部それ

ぞれの上記グレーティングの上記周期性を持つ構造と異なる周期を有する、ことを特徴とする請求項 13 に記載の光学式曲がり測定装置。

[請求項15] 上記複数の被検出部は、上記グレーティングの上記周期性を持つ構造が、上記光源ユニットに近い側から遠い側に向かって、周期が短くならない方向の順番で並ぶように、上記光伝達体に設けられる、ことを特徴とする請求項 2 に記載の光学式曲がり測定装置。

[請求項16] 上記光源ユニットと上記光検出ユニットは、上記光伝達体に対して同じ側にある、ことを特徴とする請求項 15 に記載の光学式曲がり測定装置。

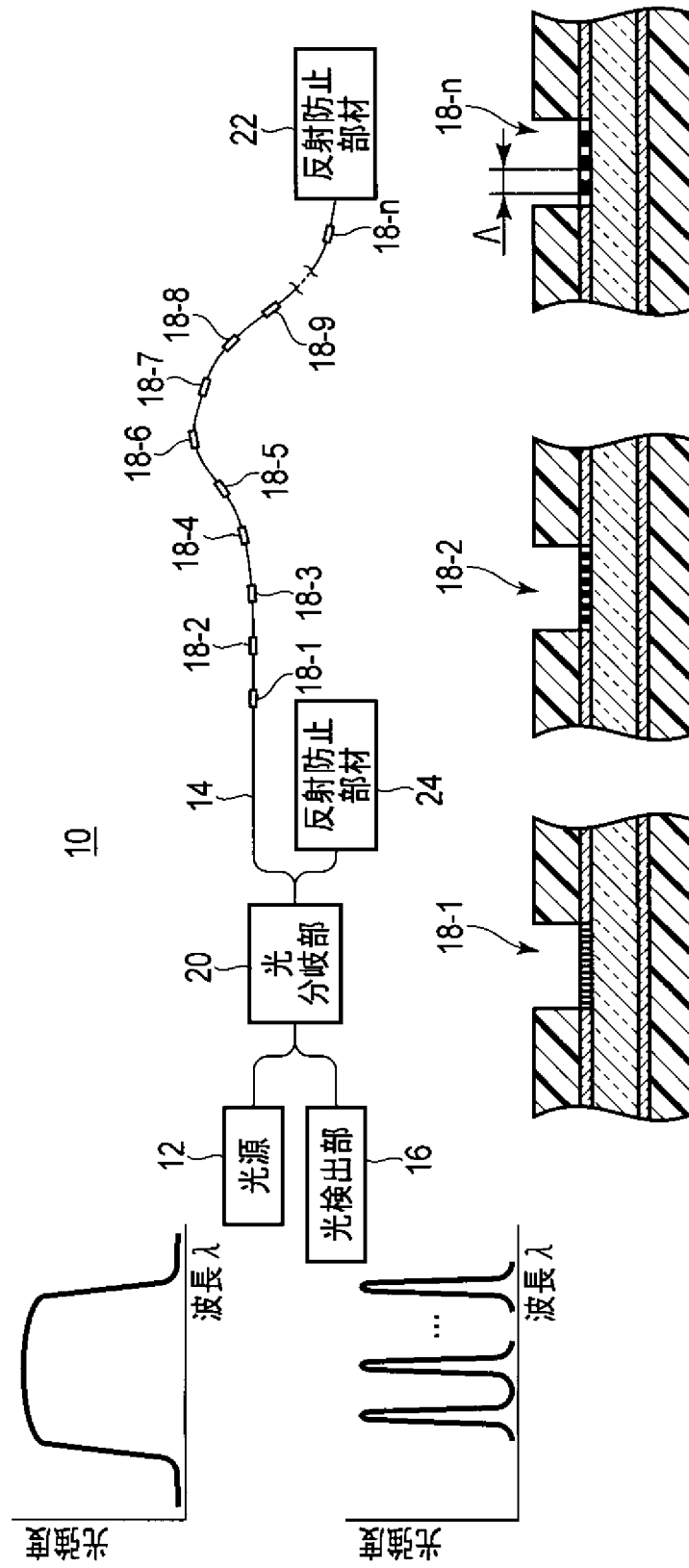
[請求項17] 上記光源ユニットと上記複数の被検出部との間に設けられたクラッドモード除去部材を更に具備する、ことを特徴とする請求項 2 に記載の光学式曲がり測定装置。

[請求項18] 上記複数の被検出部間に設けられたクラッドモード除去部材を更に具備する、ことを特徴とする請求項 2 に記載の光学式曲がり測定装置。

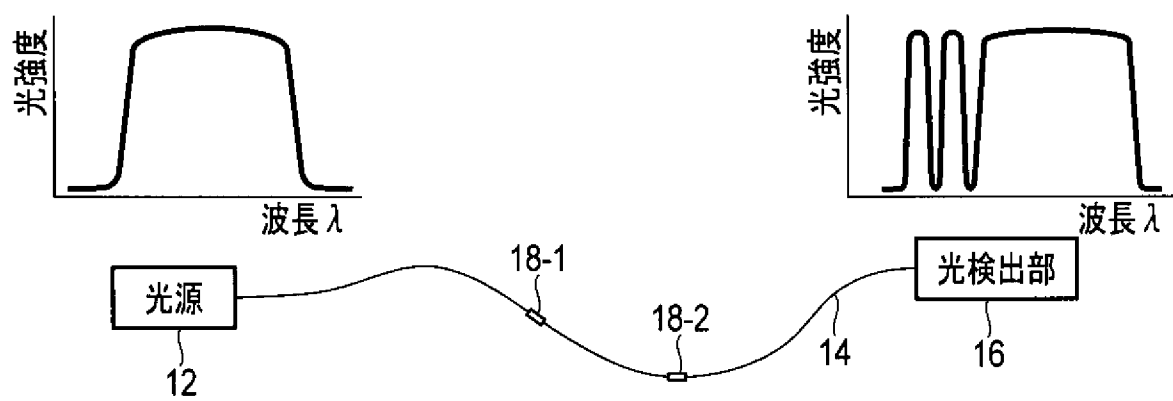
[請求項19] 上記光検出ユニットによって波長分離される光は、上記複数の被検出部のグレーティングにて複合的に引き起こされる上記特定の波長の光の光強度の変化を受けた光である、請求項 1 乃至 18 の何れかに記載の光学式曲がり測定装置。

[請求項20] 被挿入体に挿入される管状挿入体であって、
上記管状挿入体の長手軸方向に沿って、請求項 1 乃至 19 の何れかに記載の光学式曲がり測定装置の上記光伝達体を延在配置した、ことを特徴とする管状挿入体。

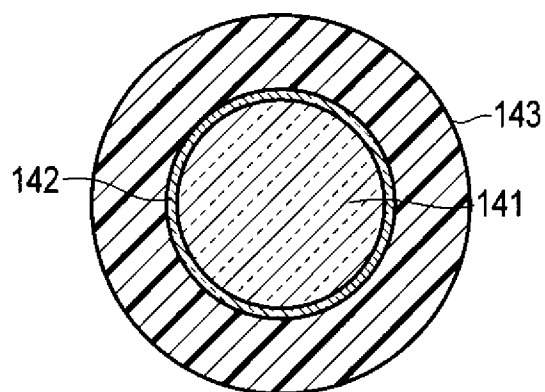
[図1]



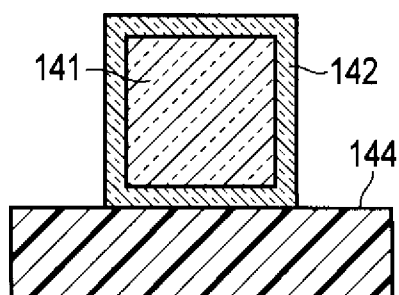
[図2]



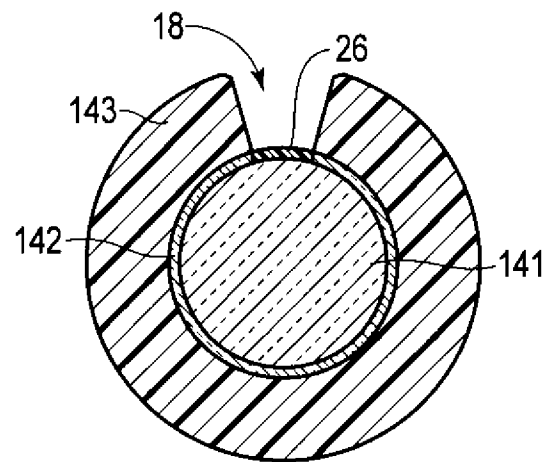
[図3A]



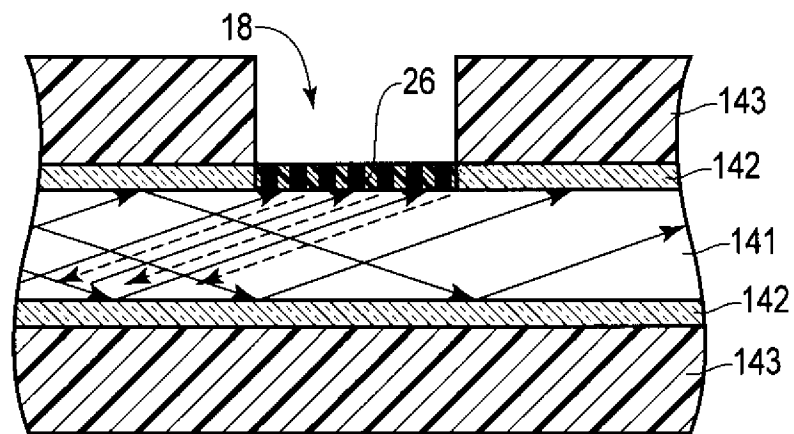
[図3B]



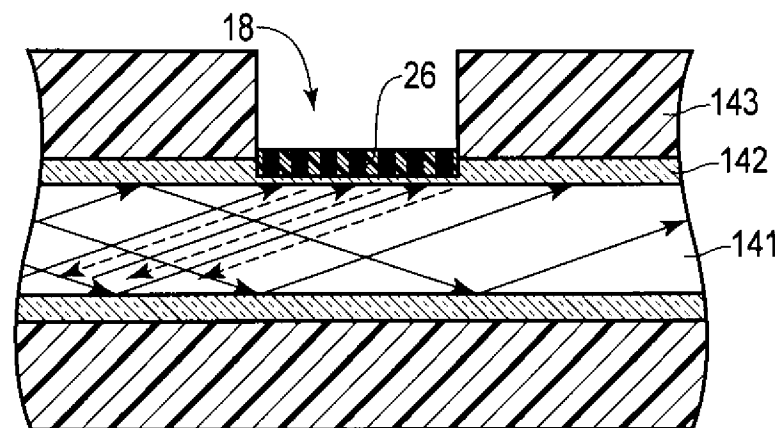
[図4A]



[図4B]



[図5]



[図6A]



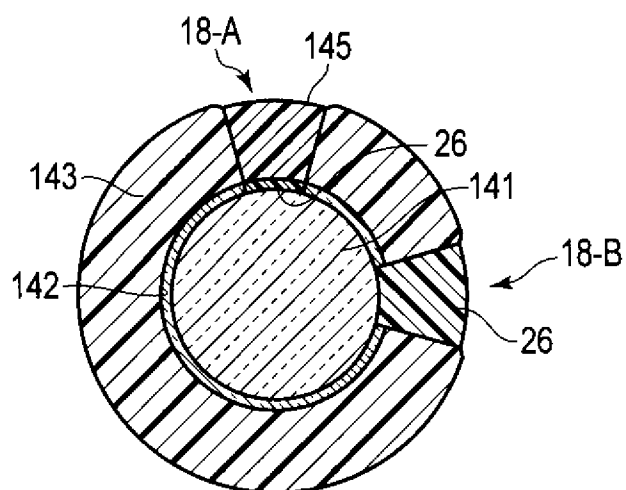
[図6B]



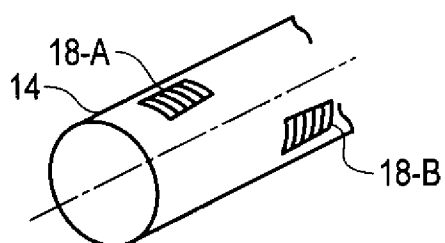
[図6C]



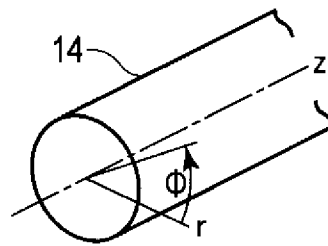
[図7A]



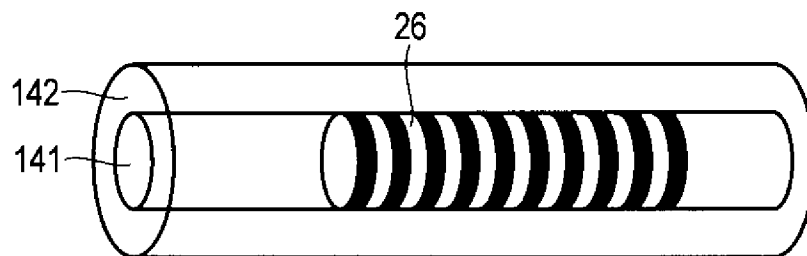
[図7B]



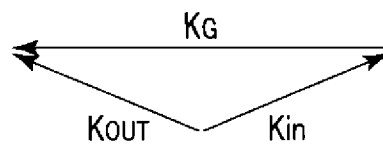
[図8]



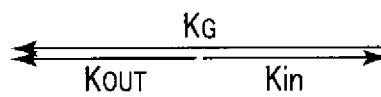
[図9]



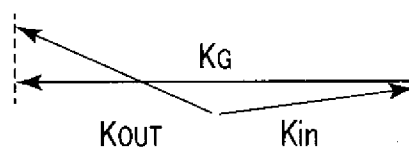
[図10A]



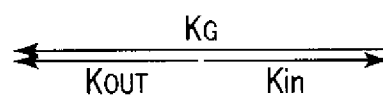
[図10B]



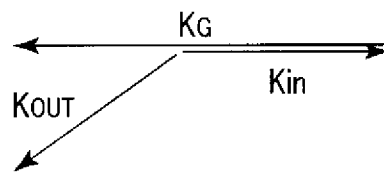
[図11A]



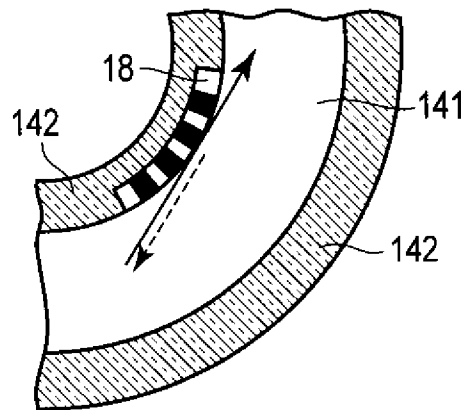
[図11B]



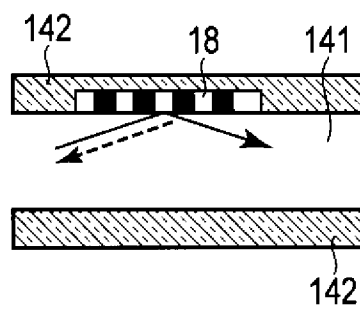
[図11C]



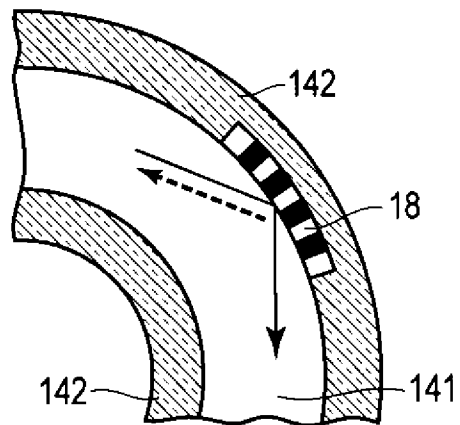
[図12A]



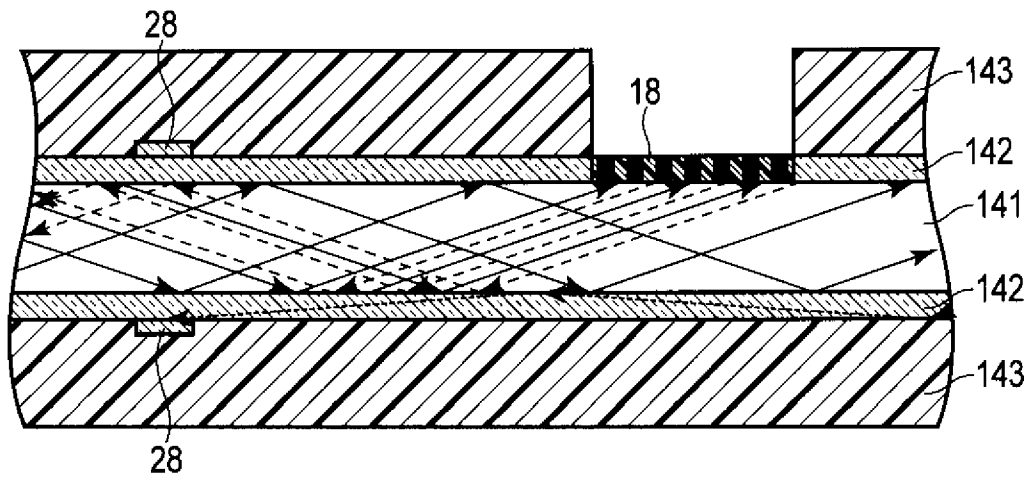
[図12B]



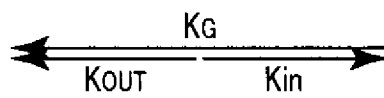
[図12C]



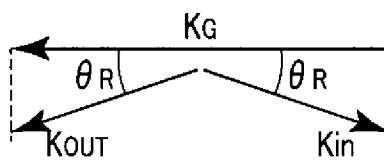
[図13]



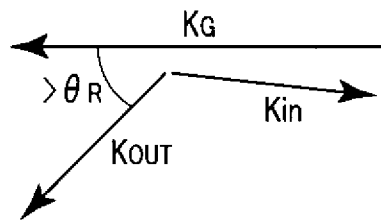
[図14A]



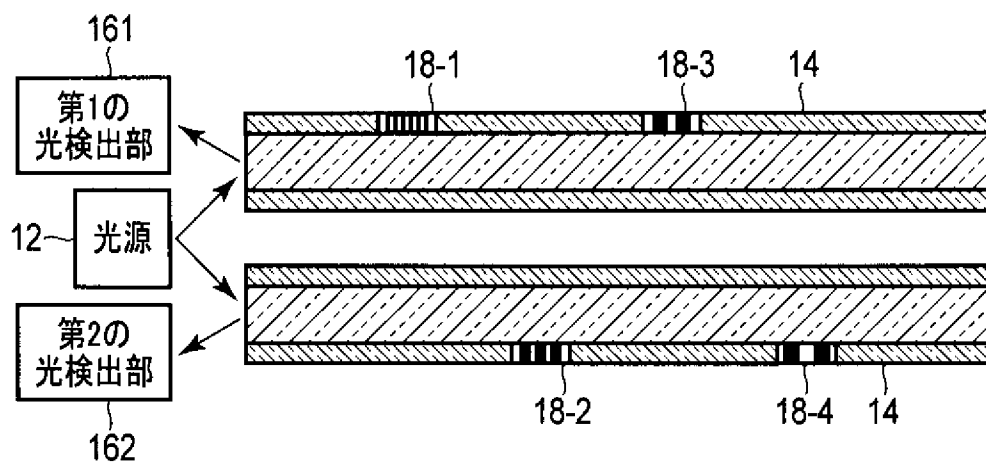
[図14B]



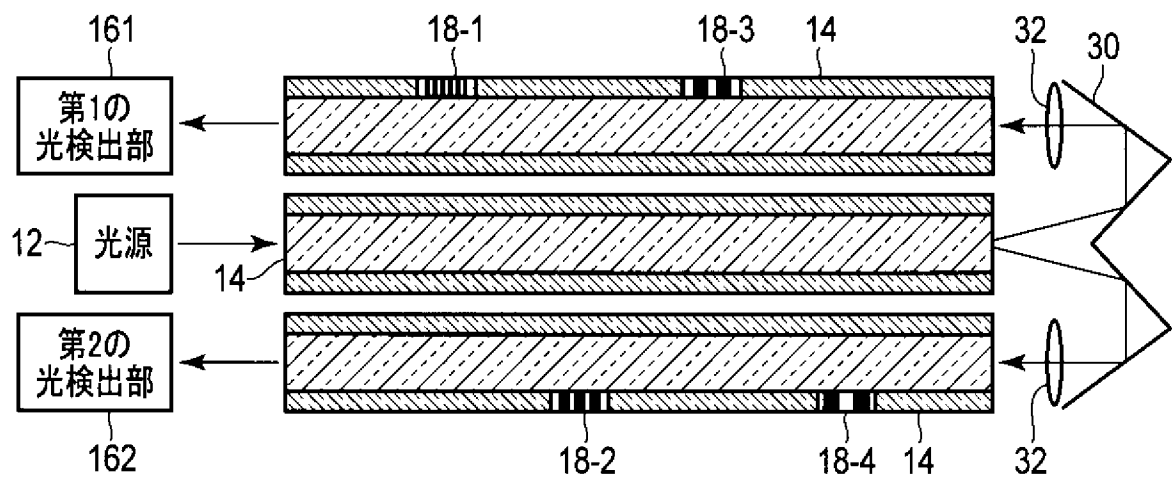
[図14C]



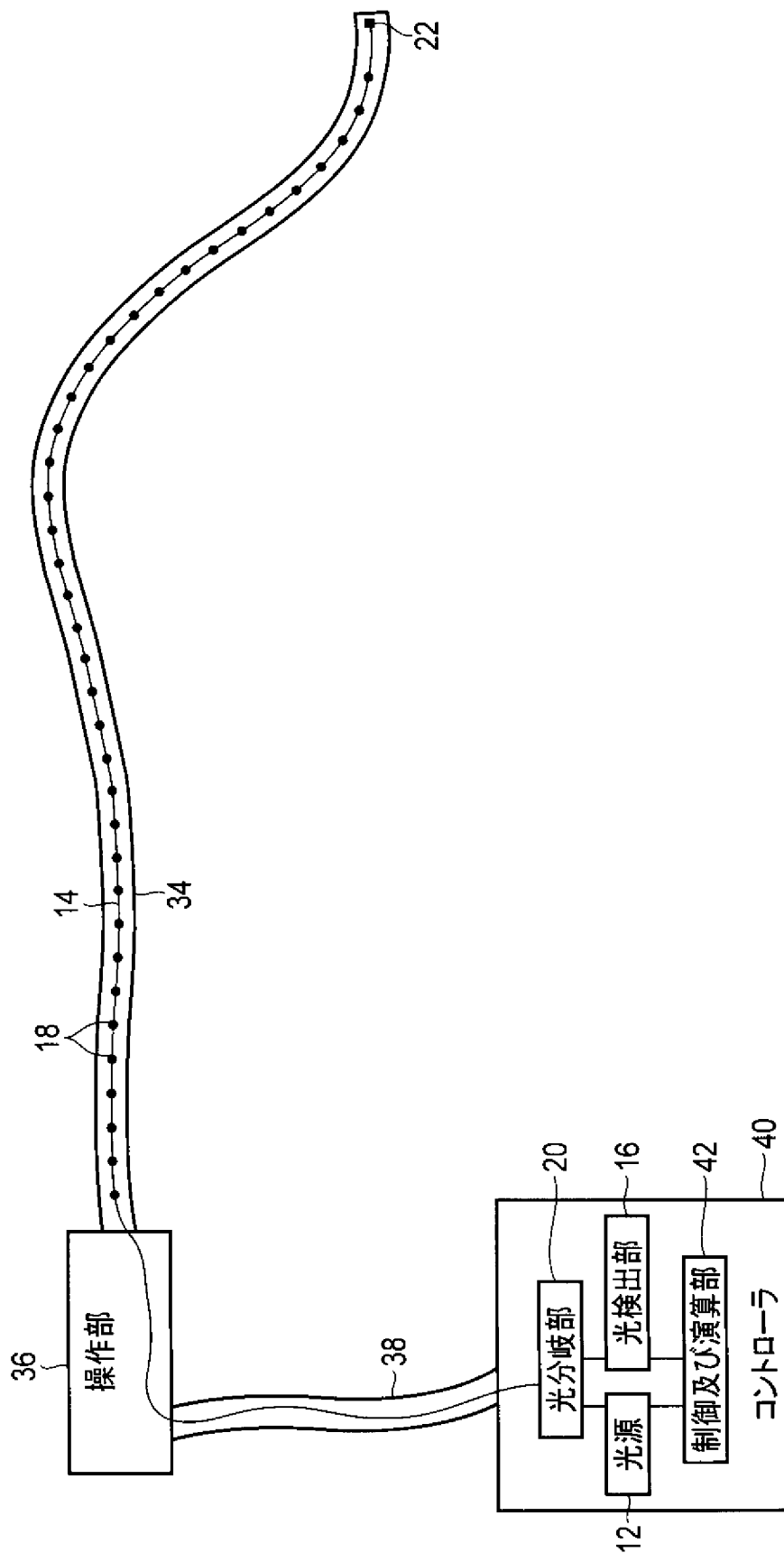
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/057519

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B11/16(2006.01)i, A61B1/00(2006.01)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)

G01B11/00-11/30, A61B1/00, 1/04, 1/06, 1/12-1/24, 1/267-1/31, 1/32

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
A	JP 2010-104427 A (Olympus Medical Systems Corp.), 13 May 2010 (13.05.2010), paragraphs [0009] to [0018]; fig. 5 to 6 (Family: none)	1-20
A	US 2007/0297712 A1 (Chiara MENEGHINI), 27 December 2007 (27.12.2007), paragraphs [0020] to [0026], [0033] to [0042]; fig. 5 to 6 (Family: none)	1-20
A	JP 2013-036925 A (Olympus Corp.), 21 February 2013 (21.02.2013), paragraphs [0012] to [0019], [0041]; fig. 3 (Family: none)	1-20

☒ 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
01 June 2015 (01.06.15)

Date of mailing of the international search report
09 June 2015 (09.06.15)

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/JP2015/057519

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2-19730 A (Mitsubishi Electric Corp.), 23 January 1990 (23.01.1990), page 3, upper left column, line 15 to lower right column, line 13; fig. 1A (Family: none)	1-20

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01B11/16(2006.01)i, A61B1/00(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（I P C））

Int.Cl. G01B11/00-11/30,
A61B1/00, 1/04, 1/06, 1/12-1/24, 1/267-1/31, 1/32

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
A	JP 2010-104427 A（オリンパスメディカルシステムズ株式会社） 2010.05.13, [0009]-[0018], [図5]-[図6]（ファミリーなし）	1-20
A	US 2007/0297712 A1（Chiara MENEGHINI）2007.12.27, [0020]-[0026], [0033]-[0042], Fig.5-Fig.6（ファミリーなし）	1-20
A	JP 2013-036925 A（オリンパス株式会社）2013.02.21, [0012]-[0019], [0041], [図3]（ファミリーなし）	1-20

☒ 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

「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

0 1 . 0 6 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 9 . 0 6 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

梶田 真也

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 8

2 S

5 5 5 1

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
A	JP 2-19730 A (三菱電機株式会社) 1990.01.23, 第3頁左上欄15行-右下欄13行, 第1A図 (ファミリーなし)	1-20