

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7134425号
(P7134425)

(45)発行日 令和4年9月12日(2022.9.12)

(24)登録日 令和4年9月2日(2022.9.2)

(51)Int. Cl. F I
G 0 1 D 5/353 (2006.01) G 0 1 D 5/353 A

請求項の数 4 (全 11 頁)

(21)出願番号	特願2017-197874(P2017-197874)	(73)特許権者	598123138
(22)出願日	平成29年10月11日(2017.10.11)		学校法人 創価大学
(65)公開番号	特開2019-70623(P2019-70623A)		東京都八王子市丹木町一丁目236番地
(43)公開日	令和1年5月9日(2019.5.9)	(73)特許権者	515117682
審査請求日	令和2年9月28日(2020.9.28)		株式会社コアシステムジャパン
前置審査			東京都八王子市左入町624-12
		(74)代理人	110000800
			特許業務法人創成国際特許事務所
		(72)発明者	渡辺 一弘
			東京都八王子市丹木町1-236 創価大 学内
		(72)発明者	西山 道子
			東京都八王子市丹木町1-236 創価大 学内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】光ファイバセンサ及びこれを用いた変位検出装置、変形感受装置並びに光ファイバセンサシステム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

コア及びクラッドを有する光伝送部と、該光伝送部のコア及びクラッドに各々連なるコア及びクラッドを有するヘテロコア部とを備え、該ヘテロコア部は前記光伝送部のコアと異なる直径のコアを有する光ファイバと、前記光ファイバの先端面に設けられた金属膜とからなる光ファイバセンサであって、先端から後端側に延び、前記光ファイバの先端部の一部外周を覆う覆い部材を備え、前記ヘテロコア部は前記覆い部材の後端より前記後端側であって、かつ、前記覆い部材の後端側近傍に配置され、前記覆い部材はセラミックス、硬質プラスチック、金属のうちの何れかの材質からなり、前記覆い部材の先端面と前記光ファイバの先端面とは同一平面上に位置していることを特徴とする光ファイバセンサ。

【請求項2】

請求項1に記載の前記光ファイバセンサの前記光ファイバの後端側が変位体に固定され、自立して前記覆い部材を重錘として揺動自在に設けられていることを特徴とする変位検出装置。

【請求項3】

請求項1に記載の光ファイバセンサの前記覆い部材が柔軟部材に固定され、前記光ファイバの後端側が当該柔軟部材の他の部分に固定され、当該柔軟部材に外力が作用することを特徴とする変形感受性部材。

【請求項4】

請求項1に記載の光ファイバセンサの前記光ファイバの前記後端側が分岐しており、

一方の分岐路に光源が、他方の分岐路に光検出器がそれぞれ接続されていることを特徴とする光ファイバセンサシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光ファイバセンサ及びこれを用いた変位検出装置、変形感受装置並びに光ファイバセンサシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、ヘテロコア部を有する光ファイバを用いて、振動数、変形などを計測する光ファイバセンサが知られている。この光ファイバセンサにおいては、ヘテロコア部の曲げの大きさに応じて漏洩する光が多くなることを利用して計測している。そのため、ヘテロコア部の曲げが大きくなるように構成すれば、計測精度の向上を図ることが可能になる。

【0003】

例えば、特許文献1には、光ファイバのヘテロコア部の両側端からそれぞれ外側に同じ距離だけ離間した部分を支持することにより、ヘテロコア部の曲げが大きくなるように構成することが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2010-181204号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記特許文献1に開示された構成などでは、ヘテロコア部の両側部分を支持する必要があり、光ファイバセンサの用途が限定されるという課題があった。

【0006】

本発明はかかる背景に鑑みてなされたものであり、用途の拡大を図り得る構成を有する光ファイバセンサ及びこれを用いた変位検出装置、変形感受装置並びに光ファイバセンサシステム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】

本発明の光ファイバセンサは、コア及びクラッドを有する光伝送部と、該光伝送部のコア及びクラッドに各々連なるコア及びクラッドを有するヘテロコア部とを備え、該ヘテロコア部は前記光伝送部のコアと異なる直径のコアを有する光ファイバと、前記光ファイバの先端面に設けられた金属膜とからなる光ファイバセンサであって、先端から後端側に延び、前記光ファイバの先端部の一部外周を覆う覆い部材を備え、前記ヘテロコア部は前記覆い部材の後端より前記後端側であって、かつ、前記覆い部材の後端側近傍に配置され、前記覆い部材はセラミックス、硬質プラスチック、金属のうちの何れかの材質からなり、前記覆い部材の先端面と前記光ファイバの先端面とは同一平面上に位置していることを特徴とする。

【0008】

本発明の光ファイバセンサによれば、ヘテロコア部の先端側に覆い部材及び金属膜が存在するが、ヘテロコア部より先端側は被計測体に固定する必要がない。そのため、光ファイバセンサのヘテロコア部より後端側の部分のみを被計測体に固定すればよいので、検出用途の拡大を図ることが可能となる。

【0009】

さらに、光ファイバの先端に覆い部材を備えており、この覆い部材で覆われた部分は単位長さ当たりで光ファイバのみである部分と比較して重い。そのため、光ファイバの先端側を片持ち状態（カンチレバー状態）に支持した場合、梁が先端荷重を受け、梁の自重を

10

20

30

40

50

無視可能な材料力学モデルに光ファイバセンサが比定される。また、光ファイバの先端側が変位を受ける場合、覆い部材の変位によって梁が先端に荷重を受け、梁の自重を無視可能な材料力学モデルに光ファイバセンサが比定される。

【0010】

これらのモデルでは、先端側に近いほど光ファイバの曲げが大きくなるので、覆い部材の後端側近傍に配置されているヘテロコア部に大きな曲げを生じさせることが可能となる。これにより、ヘテロコア部から光ファイバの外部に漏洩する光が多くなるので、検出感度の向上を図ることが可能となる。

【0011】

本発明の変位検出装置は、本発明の前記光ファイバセンサの前記光ファイバの後端側が変位体に固定され、自立して前記覆い部材を重錘として揺動自在に設けられていることを特徴とする。

10

【0012】

本発明の変位検出装置によれば、変位体の変位すると、これに応じて、光ファイバを介して覆い部材が変位する。そして、覆い部材は重錘として存在するので、変位体の変位が小さなものであっても、覆い部材は大きく変位するので、覆い部材の後端側近傍に配置されているヘテロコア部に大きな曲げを生じさせることが可能となる。これにより、ヘテロコア部から光ファイバの外部に漏洩する光が多くなるので、変位の計測の高精度化を図ることが可能となる。

【0013】

本発明の変形感受性部材は、本発明の光ファイバセンサの前記覆い部材が柔軟部材に固定され、前記光ファイバの後端側が当該柔軟部材の他の部分に固定され、当該柔軟部材に外力が作用することを特徴とする。

20

【0014】

本発明の変形感受性部材によれば、柔軟部材が伸長、収縮、屈曲、歪み等の変形に伴い覆い部材が変位する。これにより、覆い部材の後端側近傍に配置されているヘテロコア部に大きな曲げを生じさせることが可能となる。ヘテロコア部から光ファイバの外部に漏洩する光が多くなるので、外力による柔軟部材の変形を計測することが可能となる。

【0015】

本発明の光ファイバセンサシステムは、本発明の光ファイバセンサの前記光ファイバの前記後端側が分岐しており、一方の分岐路に光源が、他方の分岐路に光検出器がそれぞれ接続されていることを特徴とする。

30

【0016】

本発明の光ファイバセンサシステムによれば、光の漏洩量を検出することができ、本発明の光ファイバセンサが備える効果を有するシステムを得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の実施形態に係る光ファイバセンサの模式一部断面図。

【図2】本発明の実施形態に係る光ファイバセンサシステムの模式図。

【図3】本発明の実施形態に係る変位検出装置の模式図。

【図4】本発明の実施形態に係る変形感受装置の模式図。

【図5】本発明の実施形態に係る変形感受装置を用いた指先センサの模式図。

【図6】光ファイバシステムにおいてフェルールを持ち上げ及び持ち下げしたときにおける光損失の変化を示すグラフ。

【図7】変位検出装置において変位体に振動を与えたときにおける光損失の変化を示すグラフ

【図8】変位感受装置において柔軟部材を収縮及び伸長させたときにおける光損失の変化を示すグラフ

40

【発明を実施するための形態】

【0018】

50

本発明の実施形態に係る光ファイバセンサ 100 について図 1 を参照して説明する。

【0019】

光ファイバセンサ 100 は、先端面 10a に金属膜 30 を有する光ファイバ 10 と、光ファイバ 10 の先端部の一部外周を覆う覆い部材であるフェルール 20 とを備えている。

【0020】

ここで、光ファイバ 10 は、コア 11 及びクラッド 12 を有する光伝送部 13 と、光伝送部 13 のコア 11 及びクラッド 12 に各々連なるコア 14 及びクラッド 15 を有するヘテロコア部 16 を中間部に備えている。ヘテロコア部 16 は光伝送部 13 のコア 11 の直径とは直径が異なるコア 14 を有している。また、光伝送部 13 及びヘテロコア部 16 は、シングルモード光ファイバ及びマルチモード光ファイバのいずれであってもよい。

10

【0021】

なお、本実施形態では、ヘテロコア部 16 のコア 14 は光伝送部 13 のコア 11 の直径よりも直径が小さいが、ヘテロコア部 16 のコア 14 は光伝送部 13 のコア 11 の直径よりも直径が大きくてもよい。

【0022】

図 1 にはヘテロコア部 16 のコア 14 の直径は一定である場合を示しているが、コア 14 の直径が、軸心方向で変化するように、コア 14 が形成されていてもよい。例えば、コア 14 の直径が軸心方向の両端から中央側に向かって徐々に縮径していくようにコア 14 が形成されていてもよい。

【0023】

そして、フェルール 20 は、光ファイバ 10 の先端部に先端部が固定されている。フェルール 20 は、円筒形状であり、例えば、セラミックス、硬質プラスチック、金属などから形成されている。

20

【0024】

フェルール 20 の先端面は、光ファイバ 10 の先端面 10a に形成されている金属膜 30 の後端側の面と同一平面上に位置している。金属膜 30 は、銀などの金属からなる膜であり、光ファイバ 10 を伝送されてきた光が良好に反射するように、良好な反射面となるように構成されている。

【0025】

フェルール 20 と光ファイバ 10 との先端面が同一平面上に位置しているので、光ファイバ 10 の先端面を平滑に研磨するとき、フェルール 20 を研磨機の固定装置に固定した状態で、フェルール 20 と共に光ファイバ 10 を研磨することにより、簡易に光ファイバ 10 の先端面を良好に研磨することが可能となる。よって、フェルール 20 は、硬質の材質からなることが好ましい。

30

【0026】

フェルール 20 と光ファイバ 10 の先端部とは、エポキシ樹脂などの柔軟性を有する材料 40 によって固定されている。また、光ファイバ 10 は、光ファイバ被膜 50 によって覆われており、フェルール 20 の後端部と光ファイバ被膜 50 の先端部とは、接着剤 60 によって固定されている。

【0027】

なお、光ファイバ 10 は光ファイバ被膜 50 によって覆われていなくてもよい。光ファイバ被膜 50 は、例えば、ビニルなどの樹脂からなるものである。

40

【0028】

上記のように、ヘテロコア部 16 はフェルール 20 の後端側近傍に配置されている。ヘテロコア部 16 とフェルール 20 の後端との距離は、接着剤 60 による固定を考慮したうえで短ければよいが、例えば、数 mm 又は十数 mm 以下であってもよい。

【0029】

以上のように構成された光ファイバセンサ 100 は、光ファイバセンサシステム 200 に使用される。

【0030】

50

光ファイバ10のヘテロコア部16よりも後端側の中途部に光カプラ110が設けられており、光カプラ110で別の光ファイバ120に分岐している。

【0031】

光ファイバセンサシステム200は、光ファイバ10の後端部に接続され、光伝送部13に入射する光を出力する光源130と、分岐された光ファイバ120の後端部に接続され、この光ファイバ120から出射する光を受光する光検出器140と。光検出器140の出力を図示しないAD変換器を介して取り込むデータ処理装置150とを備える。

【0032】

光源130は、例えば発光ダイオード(LED)、レーザダイオード(LD)等により構成され、光ファイバセンサ100の光ファイバ10の一方側の端部に接続される。光検出器140は、例えばフォトダイオード(PD)等により構成されている。

10

【0033】

データ処理装置150は、例えばパーソナルコンピュータ等のコンピュータ、あるいは、CPU等を含む電子回路ユニットにより構成される。

【0034】

このように構成された光ファイバセンサシステム200の光源130から光ファイバ10の光伝送部13に光が入射され、光ファイバ10の光伝送部13からの出射光が光検出器140により検出される。

【0035】

そして、データ処理装置150により、光検出器140の出力により示される出射光の強度が計測され、該出射光の強度の計測値と、入射光の既定の強度との比率等を指標値として、光ファイバセンサ100における光の伝送損失(以降、単に光損失という)が計測される。なお、光ファイバセンサ100の光損失は、入射光の強度に対する出射光の強度の比率が小さいほど、大きなものとなる。

20

【0036】

本実施形態においては、光ファイバ10の先端側にフェルール20及び金属膜30が存在するが、上記特許文献1とは異なり、ヘテロコア部100より後端側の部分のみを被計測体(例えば、図3に示す変位体310)に固定すればよいので、検出用途の拡大を図ることが可能となる。

【0037】

フェルール20で覆われた部分は、単位長さ当たりで他の部分の光ファイバ10と比較して重い。そのため、光ファイバ10の先端側を片持ち状態(カンチレバー状態)に支持した場合、梁が先端荷重を受け、梁の自重を無視可能な材料力学モデルに光ファイバセンサ100が比定される。また、光ファイバ10の先端側が変位を受ける場合、フェルール20の変位によって梁が先端に荷重を受け、梁の自重を無視可能な材料力学モデルに光ファイバセンサ100が比定される。

30

【0038】

これらのモデルでは、先端側に近いほど光ファイバ10の曲げが大きくなるので、ヘテロコア部16に大きな曲げを生じさせることが可能となる。これにより、ヘテロコア部16から光ファイバ10の外部に漏洩する光が多くなるので、検出感度の向上を図ることが可能となる。

40

【0039】

従って、光検出器140で受光した光量を計測することにより、ヘテロコア部16の曲げの大きさを介して、フェルール20の変位を高精度で検出することができる。ここで、光損失とフェルール20の変位を予め関係付けておくことにより、得られた光損失からフェルール20の変位を求めることができる。

【0040】

次に、上記の光ファイバセンサ100を用いた、本発明の実施形態に係る変位検出装置300について図3を参照して説明する。

【0041】

50

変位検出装置 300 においては、光ファイバセンサ 100 の光ファイバ 10 の後端側が変位体 310 に固定されており、フェルール 20 が重錘として自立した状態で変位体 310 に対して揺動自在に設けられている。すなわち、光ファイバセンサ 100 は片持ち状態で変位体 310 に固定されている。

【0042】

変位体 310 は、変位検出装置 300 を用いて検査する変位の被測定物である。すなわち、変位検出装置 300 を用いて、変位体 310 又はこれに固定された物体の変位の有無、振動数などを検査することが可能となる。

【0043】

変位体 310 は、フェルール 20 の揺動によって変位しない程度に、フェルール 20 などの重さと比較して重い物体である。

10

【0044】

変位検出装置 300 において、変位体 310 が変位すると、これに応じて、光ファイバ 10 を介してフェルール 20 が変位する。このフェルール 20 の変位は上述したように、光検出器 140 で受光した光量を計測することにより、求めることができる。

【0045】

そして、フェルール 20 は重錘として存在するので、変位体 310 の変位が小さなものであっても、フェルール 20 は大きく変位するので、変位の計測の高精度化を図ることが可能となる。

【0046】

また、光ファイバ 10 の固定箇所、フェルール 20 の重量などの適宜設定することにより、検査対象となる変位体 310 の変位、振動数などの大小に応じた良好な検査を行うことが可能となる。

20

【0047】

例えば、光ファイバセンサ 100 の共振点に対して変位体 310 の振動の振動数が十分に低い場合、変位検出装置 100 は加速度計などの振動検出装置として機能する。一方、光ファイバセンサ 100 の共振点に対して変位体 310 の振動の振動数が十分に高い場合、変位検出装置 100 は地震計として機能する。光ファイバセンサ 100 の共振点は、前記設定に応じて定まる。なお、前記設定によっては、フェルール 20 は変位体 310 と並進するので、変位体 310 の変位を検出できない場合もある。

30

【0048】

次に、上記の光ファイバセンサ 100 を用いた、本発明の実施形態に係る変形感受装置 400 について図 4 を参照して説明する。

【0049】

変形感受装置 400 においては、光ファイバセンサ 100 のフェルール 20 が柔軟部材 410 の一部に固定されている。

【0050】

柔軟部材 410 は、外力が作用すると変形する部材であり、シリコンゴムなどの柔軟な材料から形成されている。ここでは、柔軟部材 410 は矩形板状であるが、柔軟部材 410 の形状はこれに限定されず、例えば、平板状でなく、立体状であってもよい。

40

【0051】

フェルール 20 を含む光ファイバセンサ 100 は柔軟部材 410 に埋め込まれている。フェルール 20 を固定する部分は、変形感受装置 400 を用いて柔軟部材 410 の変位を感受する部分である。

【0052】

よって、変形感受装置 400 を用いて、柔軟部材 410 全体の変位を求めることも可能であるが、フェルール 20 が固定されている部分の柔軟部材 410 の部分的な変位を求めることも可能である。例えば、1つの柔軟部材 410 の複数の光ファイバセンサ 100 のフェルール 20 を固定することにより、柔軟部材 410 の部分的な複数箇所の変位を求めることが可能となる。なお、フェルール 20 は、その一部又は全体が接着剤などによって

50

柔軟部材 410 に固定されていてもよい。

【0053】

変形感受装置 400 において、柔軟部材 410 が伸長、収縮、屈曲、歪み等の変位に伴いフェルール 20 が変位すると、このフェルール 20 の変位は上述したように、光検出器 140 で受光した光量を計測することにより、求めることができる。

【0054】

次に、上記の変形感受装置 400 を用いた指先センサ 500 について図 5 を参照して説明する。指先センサ 500 は、人型ロボット、把持ロボットなどのロボットハンドの指先に相当する部分に適用されるものである。

【0055】

ここでは、指先センサ 500 においては、光ファイバセンサ 13 のヘテロコア部 16 より後端側の部分が、硬質の部材からなり、ロボットハンドの指先部分の構造部材 510 に固定されている。ここでは、この構造部材 510 の先端部は円板状になっており、この外周部を覆うように柔軟素材からなる袋状の指先部材 520 の開口部が固定されている。

【0056】

指先部材 520 は、柔軟部材 410 と同様に、外力が作用すると変形する部材であり、シリコンゴムなどの柔軟な材料から形成されている。指先部材 520 の指腹に相当する部分の内面にフェルール 20 の一部又は全体が接着剤などによって固定されている。さらに、構造部材 510 の先端部には、指先部材 520 の形状を袋状に保持するために、硬質部材からなる保持部材 530 が固定されている。

【0057】

以上のように構成された指先センサ 500 においては、指先部材 520 の指腹に相当する部分が何らの物体に接触したとき、指先部材 520 が圧縮されて変形し、フェルール 20 が変位する。これにより、指先センサ 500 は、指先に何らかの物体が接触している否かを判定する接触センサとしての機能を奏する。

【実施例】

【0058】

以下、本実施形態の変位検出装置 300 に係る実施例 1 について説明する。

【0059】

まず、図 1 に示す光ファイバセンサ 100 を製造した。光伝送部 13 は、コア 11 の直径が $5\ \mu\text{m}$ 、クラッド 12 の直径が $125\ \mu\text{m}$ であるシングルモード光ファイバを用いた。ヘテロコア部 16 は、コア 14 の直径が $5\ \mu\text{m}$ 、クラッド 15 の直径が $125\ \mu\text{m}$ であるシングルモード光ファイバを用いた。ヘテロコア部 16 の長さは $1.0\ \text{mm}$ であった。

【0060】

フェルール 20 は、ジルコニアのセラミックスからなり、長さ $7.1\ \text{mm}$ 、厚さ $1.25\ \text{mm}$ の円筒形状のものを用いた。フェルール 20 の後端からヘテロコア部 16 の先端までの距離は $2.0\ \text{mm}$ であった。

【0061】

そして、フェルール 20 の後端から $14\ \text{mm}$ の部分において、光ファイバ 10 を不動物に固定した。

【0062】

このようにして製造した光ファイバセンサ 100 を使用した光ファイバセンサシステム 200 において、LED からなる光源 130 から光ファイバ 10 に $1.31\ \mu\text{m}$ の光を入射し、フェルール 20 が水平な状態から、フェルール 20 の先端の高さ d を $0.1\ \text{mm}$ 刻みで、 $0\ \text{mm}$ から $5\ \text{mm}$ まで持ち上げ、さらに、 $5\ \text{mm}$ から $0\ \text{mm}$ まで持ち下げた。このとき、光検出器 140 で検出した光損失の変化を図 6 のグラフに示した。図 6 から、持ち上げ時と持ち下げ時においてほぼ同じ光損失を示しており、履歴に依存しない良好な検出が確保されることが分かった。

【0063】

次に、図 3 に示す変位検出装置 300 を製造した。この変位検出装置 300 においては

10

20

30

40

50

、上述した光ファイバセンサ 100 のフェルール 20 の後端から 3 mm の部分において、光ファイバ 10 が垂直となるようにして、光ファイバ 10 を変位体 310 に固定した。変位体 310 は、ABS 樹脂からなり、直方体状であった。

【0064】

このようにして製造した光ファイバセンサ 100 を使用した変位検出装置 300 において、図 2 を参照して、LED からなる光源 130 から光ファイバ 10 に $1.31 \mu\text{m}$ の光を入射し、変位体 310 をハンマを用いて叩いた。このとき、光検出器 140 で検出した光損失の変化を図 6 のグラフに示した。図 6 から、光損失の値が振動しながら減衰することが示しており、変位体 310 に生じた振動を良好に検出可能であることが分かった。

【0065】

次に、図 4 に示す変形感受装置 400 を製造した。この変形感受装置 400 においては、1 辺 30 mm、厚さ 30 mm のシリコンゴムからなる柔軟部材 410 を用いた。そして、この柔軟部材 410 の中央部付近に接着剤を用いてフェルール 20 を固定した。さらに、フェルール 20 の後端から 6.0 mm 離れた位置において、接着剤を用いて光ファイバ 10 を柔軟部材 410 に固定した。

【0066】

柔軟部材 410 の左右方向、すなわちフェルール 20 が延伸する方向と直交する方向の両端部をそれぞれ硬質な部材に接着剤によって固定した。

【0067】

このようにして製造した光ファイバセンサ 100 を使用した変形感受装置 400 において、図 2 を参照して、LED からなる光源 130 から光ファイバ 10 に $1.31 \mu\text{m}$ の光を入射し、一方の上記硬質な部材を他の上記硬質な部材側に向けて、すなわち柔軟部材 410 の左右方向の幅が縮まるように、幅の変位 d を 0.1 mm 刻みで、 0 mm から 5 mm まで収縮させ、その後、幅の変位 d を 5 mm から 0 mm まで伸長させた。このとき、光検出器 140 で検出した光損失の変化を図 7 のグラフに示した。図 7 から、収縮時と伸長時において少し異なる光損失を示しているが、変位を良好に検出可能であることが分かった。

【符号の説明】

【0068】

10 光ファイバ、10a 先端面、11 コア、12 クラッド、13 光伝送部、14 コア、15 クラッド、16 ヘテロコア部、30 金属膜、20 フェルール(覆い部材)、40 水柔軟性を有する材料、50 光ファイバ被膜、60 接着剤、54 穴、54a 穴の表面、100 光ファイバセンサ、110 光カプラ、120 光ファイバ、130 光源、140 光検出器、150 データ処理装置、200 光ファイバセンサシステム、300 変位検出装置、310 変位体、400 変形感受装置、410 柔軟部材、500 指先センサ、510 構造部材、520 指先部材、530 保持部材。

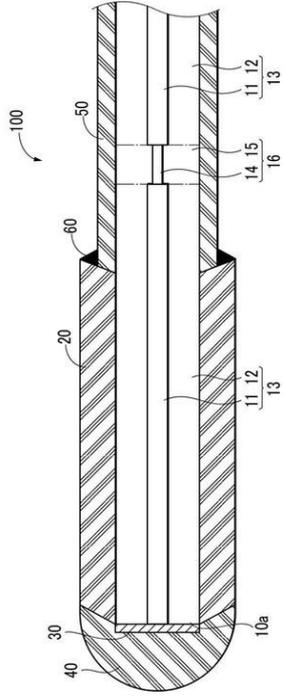
10

20

30

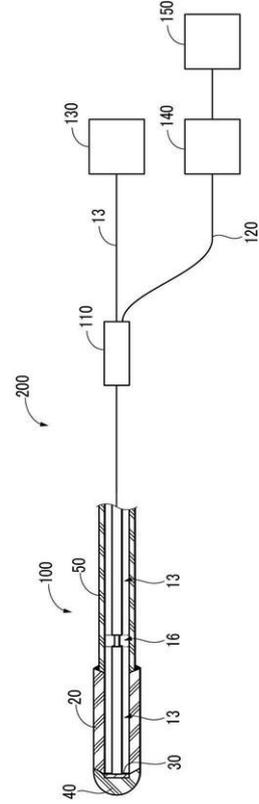
【図 1】

FIG.1



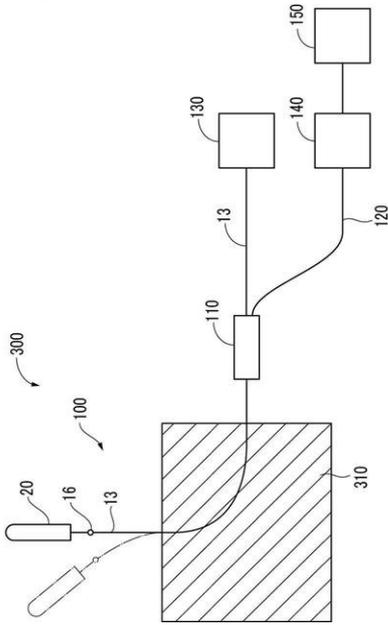
【図 2】

FIG.2



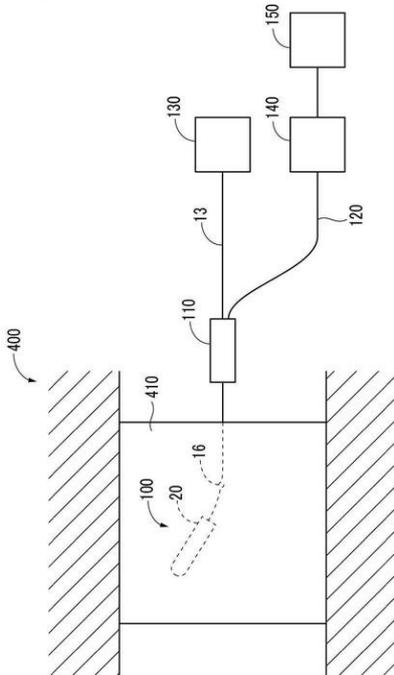
【図 3】

FIG.3



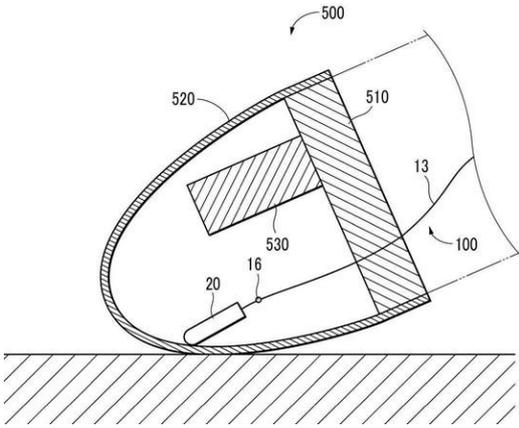
【図 4】

FIG.4



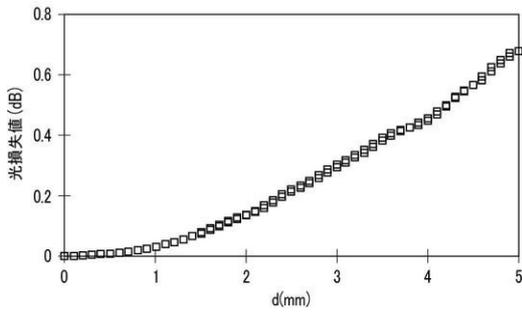
【 図 5 】

FIG.5



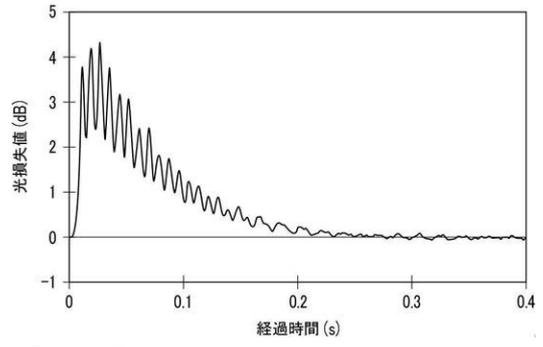
【 図 6 】

FIG.6



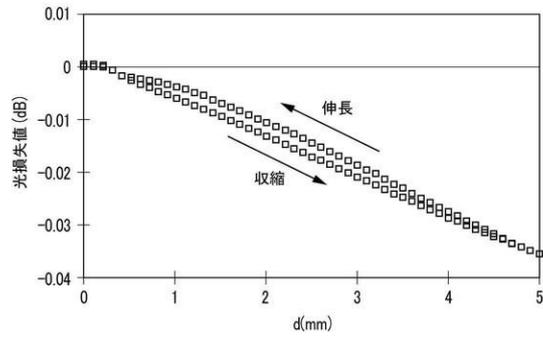
【 図 7 】

FIG.7



【 図 8 】

FIG.8



フロントページの続き

(72)発明者 山崎 大志

東京都八王子市丹木町 1 - 2 3 6 創価大学内

(72)発明者 佐々木 博幸

東京都八王子市左入町 6 2 4 - 1 2 株式会社コアシステムジャパン内

審査官 菅藤 政明

(56)参考文献 特開平 7 - 3 2 8 1 2 8 (J P , A)

再公表特許第 2 0 0 9 / 1 4 2 0 1 2 (J P , A 1)

特開 2 0 0 3 - 2 2 2 5 0 7 (J P , A)

特開 2 0 1 0 - 1 8 1 2 0 4 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 1 D 5 / 3 5 3

G 0 1 B 1 1 / 2 6

G 0 1 M 1 1 / 0 2

G 0 2 B 6 / 0 2