

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02018/061705

発行日 令和1年7月4日 (2019. 7. 4)

(43) 国際公開日 平成30年4月5日 (2018. 4. 5)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>A 6 1 B 1/00 (2006.01)</b>	A 6 1 B 1/00 5 5 0	2 H 0 4 0
<b>G 0 2 B 23/24 (2006.01)</b>	A 6 1 B 1/00 6 5 1	4 C 1 6 1
	A 6 1 B 1/00 7 1 5	
	G 0 2 B 23/24 B	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 23 頁)

出願番号 特願2018-542331 (P2018-542331)	(71) 出願人 304028346 国立大学法人 香川大学 香川県高松市幸町 1 番 1 号
(21) 国際出願番号 PCT/JP2017/032365	
(22) 国際出願日 平成29年9月7日 (2017. 9. 7)	
(31) 優先権主張番号 特願2016-188342 (P2016-188342)	(74) 代理人 110001704 特許業務法人山内特許事務所
(32) 優先日 平成28年9月27日 (2016. 9. 27)	
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)	(72) 発明者 高尾 英邦 日本国香川県高松市林町 2 2 1 7 番地 2 0 国立大学法人香川大学創造工学部内
	(72) 発明者 森 宏仁 日本国香川県木田郡三木町池戸 1 7 5 0 - 1 国立大学法人香川大学医学部内
	Fターム(参考) 2H040 BA23 CA11 CA23 DA52 DA57 GA02 GA11 4C161 AA01 CC06 FF35 FF37 HH09 HH51

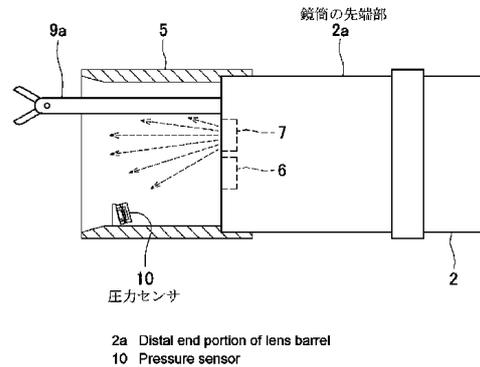
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧力センサ、内視鏡フード、内視鏡および圧力測定装置

(57) 【要約】

術中の医師が体内ガス圧の変動に気づきやすい医療用内視鏡を提供する。

医療用内視鏡におけるカメラの撮像視野内に、体内の施術部位に送気されたガスの圧力を検知する圧力センサ(10)が配置されており、圧力センサ(10)が、体内のガス圧を五感情報に変換する。具体的には、鏡筒(2)の先端部に円筒形のフード(5)が取付けられており、圧力センサ(10)が、フード(5)の内壁面に取付けられている。圧力センサ(10)が体内のガス圧を色彩に変換でき、その色彩が撮像視野内に入っていることから、モニター上の施術視野内において医師が圧力変動を直観的に判断できる。このため、施術に集中していても圧力変動を監視しやすくなる。また、圧力センサ(10)用の配線が不要になるので、電子スコープの外径を細くできる。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

医療用内視鏡におけるカメラの撮像視野内に配備され、内視鏡から放射される光が照射され、体内の施術部位における圧力を視覚情報に変換することを特徴とする圧力センサ。

**【請求項 2】**

体内の施術部位における圧力によって変位するダイヤフラムと、該ダイヤフラムの表面から離間した位置に配置された透明部材とを有していることを特徴とする請求項 1 記載の圧力センサ。

**【請求項 3】**

前期ダイヤフラムを含む圧力センサが MEMS 製であることを特徴とする請求項 2 記載の圧力センサ。

**【請求項 4】**

前記ダイヤフラムに、該ダイヤフラムの輪郭を示す溝が形成されていることを特徴とする請求項 2 または 3 記載の圧力センサ。

**【請求項 5】**

内視鏡フードであって、請求項 1 ないし 4 記載の圧力センサが、フード内壁面に取付けられていることを特徴とする内視鏡用フード。

**【請求項 6】**

内視鏡を構成する鏡筒を備えており、請求項 1 ないし 4 記載の圧力センサが前記鏡筒の先端部に取付けられていることを特徴とする内視鏡。

**【請求項 7】**

内視鏡を構成する鏡筒を備えており、請求項 5 の内視鏡用フードが前記鏡筒の先端部で回転できるように取り付けられていることを特徴とする内視鏡。

**【請求項 8】**

請求項 1 ないし 4 記載の圧力センサから送信された視覚情報を電気信号に変換し、前記電気信号を人が感じとれる五感情報に変換する制御部を備えていることを特徴とする圧力測定装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、圧力センサ、内視鏡フード、内視鏡および圧力測定装置に関する。さらに詳しくは、施術中に体内に送気したガスの圧力を直観的に認識しやすい医療用内視鏡に用いられる圧力センサ、内視鏡フード、内視鏡および圧力測定装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

内視鏡を用いた施術では、体内（本明細書では、「体内」という概念には、体腔、体内腔、管腔などと称される人体内に存在する臓器を含み、さらに施術中に作り出す空洞を含むものとする）に空気や炭酸ガスなどのガスを送気して空洞を作ったり膨らませることによって、内視鏡視野を広げたり施術空間を作り出して施術している。

しかるに、体内に送気したガスの圧力が高くなりすぎると、患者が苦痛を感じたり、ひどいときは出血や裂創が生じることがある。

**【0003】**

そこで、ガスの過送気が生じないように、内視鏡の鏡筒先端に微小な圧力センサを取り付けて、施術中の医師が常時ガス圧力をモニター上で認識できるようにする試みが研究開発されている（たとえば、特許文献 1）。

しかしながら、術中の医師は施術に神経を集中させるため、圧力センサからの検知信号

10

20

30

40

50

に気づきにくいことがある。

【0004】

また、特許文献1の従来技術では圧力センサの検知信号を電気配線を介してモニターに送信するように構成されているが、この電気配線は内視鏡を構成する電子スコープの内部を通す必要があり、この場合電子スコープの外径を小さくすることが困難になって、経口時や経鼻時の苦痛を緩和することができにくくなる。

さらに、圧力センサからの情報を電気配線を介して送信する場合、鉗子口に電気配線を通してしまうため鉗子などの手術器具を通すことができないので施術に制約が生じるという不都合が生じていた。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2015-150154号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は上記事情に鑑み、施術中の医師が体内ガス圧の変動に気づきやすくするための圧力センサ、内視鏡フード、内視鏡および圧力測定装置を提供することを目的とする。また、本発明は、電子スコープの外径を小さくできる内視鏡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】

第1発明の圧力センサは、医療用内視鏡におけるカメラの撮像視野内に配備され、内視鏡から放射される光が照射され、体内の施術部位における圧力を視覚情報に変換することを特徴とする。

第2発明の圧力センサは、第1発明において、体内の施術部位における圧力によって変位するダイヤフラムと、該ダイヤフラムの表面から離間した位置に配置された透明部材とを有していることを特徴とする。

第3発明の圧力センサは、第2発明において、前期ダイヤフラムを含む圧力センサがMEMS製であることを特徴とする。

第4発明の圧力センサは、第1または第3発明において、前記ダイヤフラムに、該ダイヤフラムの輪郭を示す溝が形成されていることを特徴とする

第5発明の内視鏡用フードは、内視鏡フードであって、請求項1ないし4記載の圧力センサが、フード内壁面に取付けられていることを特徴とする。

第6発明の内視鏡は、内視鏡を構成する鏡筒を備えており、請求項1ないし4記載の圧力センサが前記鏡筒の先端部に取り付けられていることを特徴とする。

第7発明の内視鏡は、内視鏡を構成する鏡筒を備えており、請求項5の内視鏡用フードが前記鏡筒の先端部で回転できるように取り付けられていることを特徴とする

第8発明の圧力測定装置は、請求項1ないし4記載の圧力センサから送信された視覚情報を電気信号に変換し、前記電気信号を人が感じとれる五感情報に変換する制御部を備えていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

第1発明によれば、圧力センサが体内のガス圧を視覚情報に変換でき、その視覚情報が撮像視野内に入っていることから、モニター上の施術視野内において医師が圧力変動を人の視覚で認知できるので直観的に判断できる。このため、施術に集中していても圧力変動を監視しやすくなる。また、圧力センサが発する視覚情報は、医療用内視鏡が元々もっている撮像系でモニターに表示できるので、圧力センサ用の電気配線が不要となり、電子スコープの外径を小さくすることができる。

第2発明によれば、体内のガス圧によりダイヤフラムが変位すると反射板と透明部材との間の距離が変わるので、透明部材に入射した光の出射角度が変り色彩を変化させる。これ

10

20

30

40

50

により、圧力変動を視覚情報によって感知できるようになる。

第3発明によれば、ダイヤフラム等がMEMS製であるので、極めて小さいサイズの圧力センサに仕上げることができカメラの撮像視野内に配備しやすくなる。

第4発明によれば、溝により光を出射するダイヤフラムの輪郭が明確になるので、モニター画像から視覚情報を認識するときに容易に画像認識でき画像検出の精度が向上する。

第5発明によれば、圧力センサがカメラの視野にあることはもとより、フードの内壁面に存在することから、圧力センサがフードによって守られ、確実に施術部位におけるガス圧を検出できる。

第6発明によれば、鏡筒の先端部に圧力センサが存在するので、カメラの視野に入りやすく、圧力センサが常時鏡筒と共に動くので、施術部位におけるガス圧を確実に検出できる。

第7発明によれば、フードの回転に伴い、圧力センサに入射する光の角度が変化すると出射する光の角度が変化し、その結果、出射光の光路差が変化し、干渉光の波長が変化して色相が変化することから色相の調整ができる。

第8発明によれば、圧力センサから送信された視覚情報を人が感じとれる五感情報、たとえば数値、画像、振動、温度あるいは音などに変換するので、施術に集中していても圧力変動を監視しやすくなる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の第1実施形態に係る圧力センサを備えた鏡筒先端部の部分断面図である。

【図2】第1実施形態の圧力センサの構造説明図である。

【図3】第1実施形態の圧力センサの縦断面斜視図である。

【図4】第1実施形態の圧力センサにおける光の反射作用の説明図である。

【図5】第1実施形態の圧力センサにおいて圧力に感応して反射光色彩が変る原理の説明図である。

【図6】MEMS製圧力センサの製造工程説明図である。

【図7】圧力センサにおける透明部材15とダイヤフラム14または反射板16の平行度の説明図である。

【図8】圧力センサにおける透明部材15と反射板16の角度依存性の説明図である。

【図9】圧力センサにおける空間Gの厚さの説明図である。

【図10】圧力センサの第2実施形態の説明図である。

【図11】圧力センサの第3実施形態の説明図である。

【図12】圧力センサの第4実施形態の説明図である。

【図13】本発明の一実施形態に係る圧力測定装置の説明図である。

【図14】本発明に係る医療用内視鏡のモニター上に写ったセンサ画像である。

【図15】本発明に係る医療用内視鏡の使用現場を示す説明図(写真)である。

【図16】本発明が適用される医療用内視鏡の基本構成図である。

【図17】第5実施形態に係る圧力センサ10Eの斜視図である。

【図18】第5実施形態に係る圧力センサ10Eの平面図である。

【図19】フード5が回転する内視鏡に係る実施形態の説明図である。

【図20】図19の実施形態における色相特性の変化を示す図である。

【図21】本発明の他の実施形態に係る圧力測定装置の説明図である。

【図22】図21の圧力測定装置におけるPC解析画像の説明図である。

【図23】第1実施形態の圧力センサ10における色相変化を示す図である。

【図24】色相から解析された圧力の変化を示す説明図である。

【図25】内視鏡モニターの出力を解析する装置の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

つぎに、本発明の実施形態を図面に基づき説明する。

10

20

30

40

50

本発明に係る医療用内視鏡（以下、単に「内視鏡」という）は、モニタや光源、撮影部、制御部を備えた本体装置と、それに接続される電子スコープとからなる。電子スコープは、鏡筒と操作部と本体装置への接続コードとからなり医師が施術中に操作部を手動操作することで、鏡筒を通じて任意の人体部位を観察したり、施術を行う。

上記の鏡筒には、湾曲可能な軟性のものと湾曲しないで直線状を保った形態の硬性のものがあり、軟性の鏡筒の代表的なものが消化器内視鏡であり、硬性の鏡筒の代表的なものが腹腔鏡である。

本発明の医療用内視鏡は、軟性鏡と硬性鏡の両方に用いることができる。

#### 【0011】

まず、図16に基づき、内視鏡を構成する電子スコープ1の基本構成を説明しておく。

電子スコープ1は、鏡筒2と操作部3と接続コード4とからなる。図示の鏡筒2は軟性のものである。鏡筒2の先端面には、対物レンズ6、ライトガイド7、送気ノズル8、鉗子出口・吸引口9が開いている。

#### 【0012】

対物レンズ6とライトガイド7は鏡筒2と接続コード4に内蔵した光ファイバー等で本体装置に接続されている。送気ノズル8は鏡筒2内に形成された通気管を通してガスを送気できる。鉗子出口・吸引口9は鏡筒2内の空洞を通して鉗子等を出し入れすることができる。

鏡筒2の先端部2aには、フード5を装着することができる。このフード5は両端が開いた円筒状のものである。

#### 【0013】

本発明では、施術中に体内に送気したガスの圧力を検出する圧力センサ10が用いられるが、後に詳述するように鏡筒2の先端部付近に取付け、あるいは設置するため微小な構造のものが用いられる。

そのため、MEMS製の圧力センサであることが好ましい。MEMSは、Micro Electro Mechanical Systemsの略であり、機械部品と電子回路を集積したミクロンレベルの構造を持つ微小電気機械素子およびその創製技術である。なお、同等の大きさと、必要な圧力感度等を実現するものであれば、その製法や材料については既存の技術に限定されない。

#### 【0014】

つぎに、本発明の特徴部分を説明する。

本発明の特徴は2点あり、第1点は圧力センサを鏡筒におけるカメラの撮像視野内に配置したことと、第2点は圧力センサが人が五感で感じ取れる五感情報に圧力変動を伝達できることである。

#### 【0015】

まず、上記第1点（圧力センサの配置位置）につき説明する。

圧力センサの配置位置は、カメラの撮像視野内である（請求項1の発明）。鏡筒2の先端にはカメラ用の対物レンズ6が付いているので、この対物レンズ6で撮像できる領域なら、とくに制限なく配置できる。したがって、圧力センサを鏡筒2の構成部材の先端部に取付けてもよく、フード5に取付けてもよい。このように圧力センサ10が鏡筒の先端部に取付けられた内視鏡が請求項4の発明である。さらには、鏡筒2やフード5から離して配置してもよい。

離して配置する場合は、腹腔鏡手術等に用いる補助穿刺等で圧力センサを視野内に固定する等の手法を用いるとよい。

#### 【0016】

つぎに、フード6を用いた圧力センサの配置例を説明する。

図1および図16に示すように、鏡筒2の先端部には円筒状のフード5が挿着可能であり、そのフード5の内壁面が代表的な配置位置として挙げられる。このように、フード5に圧力センサ10が取付けられた内視鏡用フードが、請求項3の発明である。

#### 【0017】

その構造を図1に基づき詳述する。

10

20

30

40

50

フード5の内壁面に圧力センサ10が取付けられており、その圧力センサ10はカメラ用の対物レンズ6の撮像視野内に存する。また、ライトガイド7から放射する光の当る領域内に存する。モニター上に写される映像を撮像すると、図15に示すように、フード5の先端開口が円形となって見えており、その先端開口の内側位置に圧力センサ10が見える状況となる。

【0018】

このように配置することで、圧力センサ10に電気配線を接続しなくても、内視鏡が元々有しているカメラによって、圧力センサ10を視認することができる。

【0019】

つぎに、前記第2点である圧力センサ10の五感情報への変換機能を説明する。ここにいう五感情報には、色彩、数値、画像などの視覚で読みとれる情報、振動や温度などの体感情報、音などの聴覚情報を例示できる。

以下の実施形態では、五感情報のうち、色彩を圧力の検知情報としているので、まずこの例を説明する。

【0020】

図2および図3に示すように、フード5の内壁面上に基台11が取付けられ、この基台11に圧力センサ10が取付けられている。基台11のフード5への取付けは、接着その他の任意の手段が用いられる。基台11の適所には周辺のガスを通す貫通孔11aが形成されている。

【0021】

第1実施形態の圧力センサ10（請求項2の発明）を図2および図3に基づきさらに詳細に説明する。

圧力センサ10は、脚部13とダイヤフラム14と透明部材15と柱状部材17からなる。透明部材15はガラスや樹脂等からなり、円環状の脚部13との間にダイヤフラム14を挟んで固定されている。ダイヤフラム14の表面には反射板16が取付けられ、裏面には柱状部材17が取付けられている。柱状部材17は、薄膜であるダイヤフラム14が屈曲することなく平坦性を維持するための部材である。また、ダイヤフラム14と脚部13との間、およびダイヤフラム14と柱状部材17との間に中間酸化膜18が挿入されている。圧力センサ10のサイズは、センサが放射する色を視認できることと内視鏡先端部に装着することを考慮すれば、1mm四方以上5mm四方以下程度であることが望ましい。

【0022】

反射板16による反射光は、反射により、その強度が増加するので、後述のように光の干渉により生じる色彩の強度が増加する。そのため、反射板16にはクロム、チタン、白金、金などの金属が用いられる。しかし、この反射板16が無くても、ダイヤフラム14の表面で光が反射すれば、後述のように光の干渉により色彩が生じ、本発明に係る圧力センサは機能するので、この反射板16は必ずしも必要としない。

【0023】

図4に基づき反射光による色彩発生原理を説明する。

鏡筒2のライトガイド7から放射された光が圧力センサ10の透明部材15に入射すると以下の反射光が生じる。

- ・透明部材15の表面で反射する光 a
- ・透明部材15の裏面で反射して透明部材15内部を透過して透明部材15の表面から出射する光 b
- ・透明部材15を透過して空間（構造間ギャップG）を透過して反射板16で反射した後、空間G、透明部材15を透過して透明部材15の表面から出射する光 c

【0024】

以上において、透明部材15から出射する光 a と光 c が干渉する。この干渉光の波長 a c は

$$a c = \{ 1 / ( 2 m + 1 ) \} \times ( \text{光 a と光 c の光路長差} )$$

10

20

30

40

50

である。

ここで、透明部材 15 は十分厚いので光 b の影響は無視できる程度に小さく光 b の関与に関する説明は省略する。

#### 【0025】

つぎに、圧力センサ 10 の外部の圧力が変化した場合を図 5 (A)、(B) に基づき説明する。

外部の圧力が増加した場合（高圧の場合、図 5 (A)）には、ダイヤフラム 14 が外部から押され空間 G は圧縮されるので、上記の光 c の光路長は減少する。したがって、センサの出射光である干渉光の波長  $a c$  は減少し短波長化する。

一方、外部の圧力が減少した場合（低圧の場合、図 5 (B)）には、ダイヤフラム 14 が外部に引っ張られ空間 G は拡張されるので、上記の光 c の光路長は増加する。したがって、センサの出射光である干渉光の波長  $a c$  は増加し長波長化する。

#### 【0026】

このように、内視鏡光で照射された圧力センサ 10 の出射（放射）光は外部圧力によって変化する。したがって、定常状態（ダイヤフラム 14 が伸縮しない状態、図 4）において、透明部材 15 表面から可視光の範囲の波長の干渉光が放射されるようにダイヤフラム 14 や空間 G 等の厚さを設定すれば、外部圧力の変化を色情報として検知することができる。色情報は赤色、黄色、緑色、青色、紫色など選択は任意にできる。例えば、定常状態で黄色から緑色の干渉光を、高圧時に赤色化（長波長化）、低圧時に青色化（短波長化）させることができる。

#### 【0027】

つぎに、第 1 実施形態の圧力センサ 10 についての MEMS 技術を用いた作製方法を、図 6 に基づき説明する。

##### (1) シリコン加工プロセス

薄層シリコン層、中間酸化膜、シリコンからなる基板から、圧力センサ 10 の下部（脚部 13、ダイヤフラム 14、中間酸化膜 16 b、柱状部材 17）を成形する。

1) 基板裏面に金属膜をスパッタリング法により形成する。金属膜としてはクロムを用いることができるが、スパッタリングできる他の金属材料でもよい。

2) 金属膜をパターニングした後、金属膜をマスクとしてシリコンのみを選択エッチングする。選択エッチングではシリコンをエッチングするが、酸化膜（酸化シリコン）をエッチングしない。したがって、エッチングは中間酸化膜で停止する。次に酸化膜（酸化シリコン）のみを選択エッチングする。このようにシリコンと中間酸化膜をそれぞれ選択エッチングすることにより、最上層の薄層シリコン（ダイヤフラム）の膜厚を均一に（平坦に）形成することができる。本実施例では中間酸化膜 18 を用いたが、この中間酸化膜 18 がなくてもシリコン（Si）のみを高精度でエッチングすれば平坦なダイヤフラム 14 を形成することができる。

3) 金属膜を除去する。

#### 【0028】

##### (2) ガラス加工プロセス

ガラス基板から、圧力センサ 10 の上部（透明部材 15）を成形する。

1) フトリソグラフィによりガラスの表面、裏面にレジストパターンを形成する。

2) レジストパターンをマスクとしてガラスをエッチングする。

3) レジストを除去する。

#### 【0029】

##### (3) 陽極接合

上述の (1) シリコン加工プロセスにより成形された圧力センサ 10 の下部の上に (2) ガラス加工プロセスにより成形された圧力センサ 10 の上部を陽極接合する。

以上のように、圧力センサ 10 の下部において、ダイヤフラム 14 の表面は全面平坦である。一方、圧力センサ 10 の上部において、ガラスの裏面で陽極接合される部分はレジストを塗布して除去するだけなので平坦である。このように、圧力センサ 10 の上部と下

10

20

30

40

50

部それぞれの平坦な部分同士を陽極接合するので、圧力センサ 10 の上部における透明部材 15 の表面とダイヤフラム 14 の表面とは平行に保たれる。

#### 【0030】

本発明の圧力センサ 10 により正確に圧力を検知するためには、センサ表面が一様な色を表示することが重要である。そのためには透明部材 15 の表面と、ダイヤフラム 14 の表面または反射板 16 の表面が並行である必要がある [ 図 7 ( a ) ]。透明部材 15 の表面と、ダイヤフラム 14 の表面または反射板 16 の表面が並行でない場合 [ 図 7 ( b ) ] にはセンサ表面に表示される色にムラが生じてしまい正確に圧力を表示することができない。

#### 【0031】

センサ表面が一様な色を表示する上で許容される透明部材 15 の表面と反射板 16 の表面の角度について説明する。図 8 にセンサ表面両端における干渉光の波長差の、透明部材 15 の表面と反射板 16 の表面の角度依存性を示す。センサ表面の両端の距離を 1 mm とした。一般的に色を識別できる波長範囲は黄色について 570 ~ 590 nm で波長差が 20 nm、赤色について 620 - 750 nm で波長差が 130 nm である。図 8 より、波長差 20 nm に対応する角度は 0.01°、波長差 130 nm に相当する角度は 0.07° である。したがって、センサ表面が一様な色を表示するためには 15 の表面と反射板 16 の表面の角度を 0.07° 以下にする必要があり、0.01° にすることが望ましい。

センサ表面が一様な色を表示するための許容角度は圧力センサ 10 のサイズ ( センサ表面の両端の距離 ) に依存する。例えば、センサ表面の両端の距離が 5 mm の場合には許容角度は 1 mm の場合に比べて約 1 / 5 になる。

#### 【0032】

本発明の圧力センサ 10 における空間 G の厚さの設定について説明する ( 図 9 )。

空間 G の厚さはセンサが放射する干渉光の色の変化によって決まる。干渉光の色 ( 波長 ) は、透明部材 15 表面で反射する光 ( 前述の光 a ) と反射板 16 表面で反射する光 ( 前述の光 c ) の光路差に依存する。干渉光の色と光路差の関係において、透明部材 15 は 400 μm 程度の厚さを有し空間 G に比べて十分厚いので、透明部材 15 を透過する光の光路差の関与は無視できる。以上を考慮して、干渉光の色 ( 色相 ) の空間 G の厚さに対する依存性を計算した。図 9 にセンサへの光の入射角度が 10° の場合について計算した結果を示す。干渉光の色は空間 G の厚さの増加に伴い赤色 ( 色相 0° ) から紫色 ( 色相 360° ) までの変化を繰り返すが、空間 G の厚さが 200 nm から 500 nm までは赤色から黄色、緑色、青色、紫色から赤色まで広範囲で色が変化する ( 図中矢印 a )。空間 G の厚さが 700 nm 程度以上になると色の変化量が減少し ( 図中矢印 b )、1800 nm 程度以上で非常に小さくなる ( 図中矢印 c )。したがって、加工精度を考慮すれば、空間 G の厚さは 150 nm 以上 1800 nm 以下が望ましく、200 nm 以上 1000 nm 以下がさらに望ましい。

#### 【0033】

( 他の実施形態に係る圧力センサ )

図 10 は圧力センサの第 2 実施形態を示している。図 10 ( a ) に示す圧力センサ 10B ではダイヤフラム 14 の表面に回折格子 21 が形成されている。格子定数 d を有する回折格子 14 に鏡筒 2 からの光が入射角 θ で入射した場合、反射 ( 回折 ) する光の波長 λ は、

$$\lambda = ( 1 / m ) \times d \times \sin \theta$$

である。

ここで格子定数 d は回折格子の周期で決まる。

#### 【0034】

図 10 ( b ) および図 10 ( c ) に示すように、外部圧力が増加する場合、ダイヤフラム 14 が押されて伸長されるので回折格子 21 の周期すなわち格子定数 d は増加する。その結果、回折光の波長 λ は増加 ( 長波長化 ) する。このように、内視鏡光に照射された本実施例の圧力センサ 10 においても出射する光の波長は外部圧力により変化する。例え

10

20

30

40

50

ば、紫色 [ 図 1 0 ( a ) ]、緑色 [ 図 1 0 ( b ) ]、赤色 [ 図 1 0 ( c ) ] と変化する。

本実施例の説明ではダイヤフラム 1 4 が押されて伸長する場合 ( 空間 G が圧縮する場合 ) を説明したが、ダイヤフラムが引っ張られて伸長する場合 ( 空間 G が拡張する場合 ) でもよい。

【 0 0 3 5 】

図 1 1 は圧力センサの第 3 実施形態を示している。図 1 1 に示す圧力センサ 10C は、柔軟性を有する材質により形成された容器 3 1 に液状物質 3 2 が封入されたものである。容器 3 1 内の液状物質 3 2 は外部から視認できる。図 1 1 に示すように、外部圧力の増加による容器 3 1 の変形に伴い、容器 3 1 内部の液状物質 3 2 の液面が上昇する。このように本実施例のセンサにおいて液状物質 3 2 の液面を視覚情報として検知することにより圧力を測定することができる。

10

【 0 0 3 6 】

容器 3 1 を形成する柔軟性を有する材質としては、シリコンゴム、アクリルなどの樹脂を例示できる。

容器 3 1 に封入される液状物質としては、着色されたアルコール、水などの液体を例示できる。

【 0 0 3 7 】

図 1 2 は圧力センサの第 4 実施形態を示している。図 1 2 に示す圧力センサ 10D は、柔軟性を有する材質により形成された球形部 4 1 と、この球形部に内通した管 4 2 から構成された容器であり、容器内には液状物質 3 2 が封入されている。球形部 4 1 と管 4 2 の液状物質 3 2 は外部から視認できる。図 1 2 に示すように、外部圧力の増加による球形部 4 1 の変形に伴い、管 4 2 内部の液状物質 3 2 の液面が上昇する。このように本実施例のセンサにおいて内部液状物質の液面を視覚情報として検知することにより圧力を測定することができる。

20

圧力センサ 10D に用いる材料は、図 1 1 の実施形態のものを用いることができる。

【 0 0 3 8 】

( 圧力センサの圧力測定装置 )

図 1 3 に基づき、本発明の一実施形態に係る圧力測定装置を説明する。

図 1 3 に示すように、本発明の圧力センサ 1 0 ~ 10D により検知された圧力は視覚情報としてだけでなく数値、画像、振動、温度、音などの五感情報としても表示することができる。

30

【 0 0 3 9 】

本発明の圧力センサ 1 0 ~ 10D により圧力は視覚情報として検知されると、制御部 5 1 にて受信され、制御部 5 1 は視覚情報をモニターに表示するよう制御する、制御部 5 1 はさらにこの画像情報を処理して電気信号に変換する。この電気信号を用いて、最終的に検知された圧力を数値として表示することもでき、または画像として表示することもできる。また電気信号を振動、温度、音などに変換することもできる。さらに電気信号を基にガス送気装置にフィードバックしてガス送気を制御することもできる。このような制御動作を行う制御部を有する圧力測定装置が請求項 5 の発明である。

【 0 0 4 0 】

図 1 4 は第 1 実施形態に係る圧力センサ 1 0 の発色状態を、モニター画像上で見たものである。モニター上にはフード 5 の開口部とその周辺が見えており、フード 5 の開口の奥に施術中の臓器が見えている。

40

そして、フード 5 の周辺部で圧力センサ 1 0 の表面の色彩が見えている。

【 0 0 4 1 】

図 1 5 は内視鏡施術の現場の様子を示す説明図 ( 写真 ) である。施術中の医師がモニターを見ながら内視鏡の電子スコープ 1 を操作しており、モニターに写っているフード 5 内壁上の圧力センサ 1 0 が示す色スポットの変化で、体内ガス圧の変動を直観できることが分る。

【 0 0 4 2 】

50

本発明の圧力測定装置は、既述のごとく検出した圧力を五感情報に変換できるが、変換された情報の表示方法も様々なものを採用できる。

たとえば、圧力センサの感知圧力をバーグラフの長さや数値、音、光の点滅、医師の手元の触覚・振動等の変動など、任意の手法を採用でき、それらは施術中の医師が認識できるものであればよい。

#### 【0043】

以上のように本発明の各実施形態によれば、圧力センサ10が体内のガス圧を色彩などの五感で感じられる情報に変換でき、その色彩等の情報が内視鏡の撮像視野内に入っていることから、モニター上の施術視野内において医師が圧力変動を視認でき、しかも直観的に判断できる。このため、施術に集中していても圧力変動を監視しやすくなる。

10

#### 【0044】

また、上記実施形態では、内視鏡が元々有しているカメラ用光源とカメラ画像を用いて、圧力センサ10の検出圧力を認知できるので、外部からの電力供給や信号配線を用いる必要がなく、電子スコープ1の鏡筒2の外径を細くすることができる。このため、経口時や経鼻時における患者の苦痛を軽減できる。

#### 【0045】

また、本発明はライトガイド7からの光源がなくても、自然光源で色彩変化を観察できる場合は、光源をもたない内視鏡にも適用できる。

#### 【0046】

(本発明の他の実施形態)

20

つぎに、本発明の他の実施形態を説明する。

#### (1) 圧力センサ

図17に示す圧力センサ10Eは、ダイヤフラム14の周囲にリング状の溝21を形成したものである。溝21の幅は150ミクロン、深さ50ミクロンが好ましいが、溝幅と溝深さはより大きくても、小さくてもよい。その余の構成は図3の圧力センサ10と実質同一である。図18は図17に示す圧力センサ10Eを上面から撮影した画像である。このリング状の溝21があると、光を出射する部分(色相を表す部分)すなわちダイヤフラムの輪郭が明確になるので、モニター画像から視覚情報(例えば色相)を認識するときに容易に画像認識でき画像検出の精度が向上する。

本発明において、溝21の形状はリング状に限られることはなく、多角形など光を出射する部分(色相を表す部分)すなわちダイヤフラムの輪郭を明確にできる形状であれば他の形状でもよい。

30

この圧力センサ10Eを用いても、図13に示す圧力測定装置により検知された圧力は視覚情報としてだけでなく数値、画像、振動、温度、音などの五感情報としても表示することができる。

#### 【0047】

#### (2) 内視鏡

図19に示すように、本実施形態では圧力センサ10を搭載するフード5(点線で表示)が鏡筒2の先端部2aに装着されており、かつ先端部2aで回転できるように取付けられている。回転可能な取り付け方は、環状の凹溝と凸条の嵌み合いのような公知の手法を任意に採用できる。

40

本実施形態において、フード5が回転すると、内視鏡ライトガイド7から圧力センサ10に入射する光の角度が変化する。図19(b)~(d)は、フード5が内視鏡先端2で回転するとき内視鏡ライトガイド7から圧力センサ10に入射する光の角度Tが変化する様子を示している。内視鏡ライトガイド7から圧力センサ10に入射する光の角度Tは、フード5の回転に伴い、T1、T2、T3と変化する。圧力センサ10に入射する光の角度が変化する、出射する光の角度が変化する。その結果、図4に示す出射光aとcの光路差が変化する、干渉光の波長  $a c$  が変化して色相が変化する。

#### 【0048】

本実施形態によれば、図20に示すように圧力センサの色相特性をシフトすることがで

50

き、測定時に容易に圧力センサの色相特性を測定に適した(測定対象となる)ゲージ圧に調整することができる。図20は、(a)における一点鎖線の箇所を、(b)に示すようにゲージ圧が0になるように調整した様子を示している。このように、本実施形態によれば、圧力変化に伴うセンサの色相を調整することができる。たとえば、0 mmHgの時にセンサの色相が緑色になるようにすれば、負圧の時に赤色、正圧の時に青色を示すようにできる。

#### 【0049】

##### (3) 圧力測定装置

本実施形態の圧力測定装置は、図21に示すように、内視鏡モニターの画像を撮影するためのカメラ31が支持具32によって内視鏡モニター30に固定されている。ここでカメラ31は支持具32によって内視鏡モニターに固定されていなくても、内視鏡モニター30の画像を撮影できる位置に配置されていればよい。カメラ31はパーソナルコンピュータ(PC)に接続されており、PCによりカメラが撮影した画像から色相が解析することができる。図22はPCで解析された画像であり、圧力センサ10の出射光の色相が200°であることが画像上で示されている。

10

#### 【実施例】

#### 【0050】

##### (1) 圧力センサ10による圧力測定

図2に示す圧力センサ10を密閉した容器に入れて容器内の圧力を-75 mmHgから75 mmHgまで変化させた。圧力はゲージで測定した。このときの本実施例の圧力センサ10の色相の変化を図23に示す。圧力センサ10の色相は圧力の変化に伴い30°程度から120°程度まで周期的に変化した。このように圧力センサ10に現れる色相は周辺圧力によって変化した。換言すれば、センサの色相によって周囲の圧力を測定できることがわかった。また、この圧力センサ10の分解能は0.3 mmHgであることもわかった。

20

#### 【0051】

##### (2) 圧力測定装置による測定実験

図13に示す圧力測定装置を用いて測定実験を行った。

この机上実験では豚の切除胃を密閉して、密閉した切除胃内の圧力を、鏡筒2の先端に取付けたフード5に搭載した圧力センサ10を用いて測定した。切除胃内には通常の内視鏡用の送気装置(図示せず)を用いて送気して圧力を変化させた。

30

図24は画像解析された色相から解析された圧力の時間変化を示している。胃内から排気したときに圧力の低下、胃内に送気したときに圧力の上昇が観測された。このように、送気と排気に応じて色相すなわち圧力が変化していることがわかった。この結果は本実施形態の圧力測定装置で圧力が測定できることを示している。

上記の実験では内視鏡モニター画像をカメラで撮影した画像を解析したが、図25のように内視鏡モニター30の出力端子から得られる信号をRGBに同期させるインターフェース33を介してPC34により解析しても同様に圧力を測定できた。

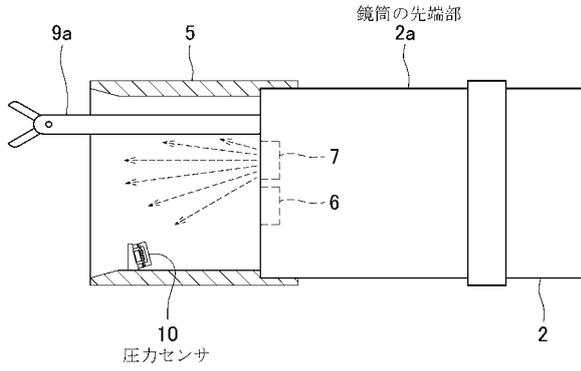
#### 【符号の説明】

#### 【0052】

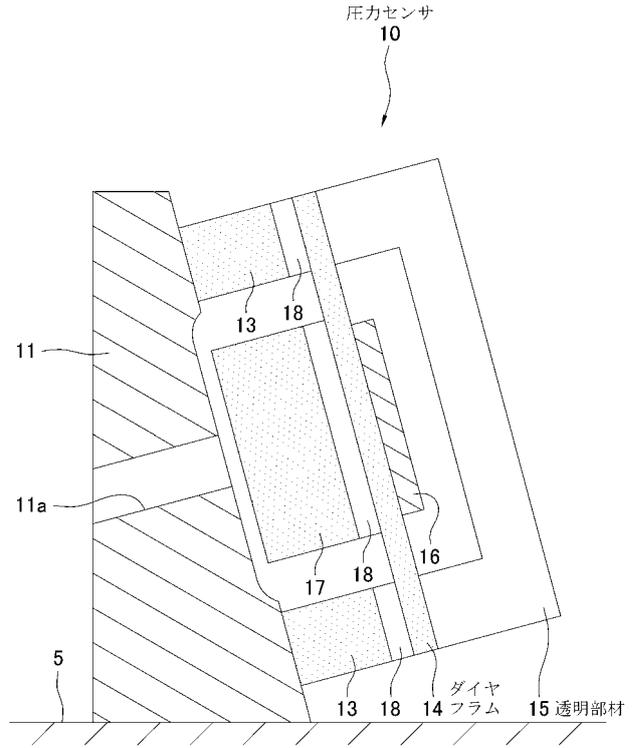
- 1 電子スコープ
- 2 鏡筒
- 5 フード
- 6 対物レンズ
- 7 ライトガイド
- 10 圧力センサ
- 14 ダイヤフラム
- 15 透明部材

40

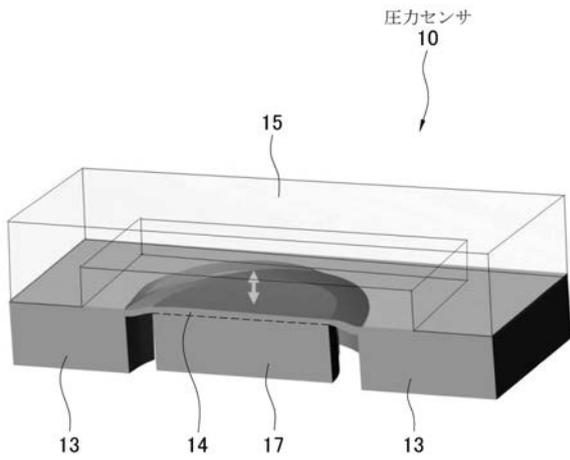
【 図 1 】



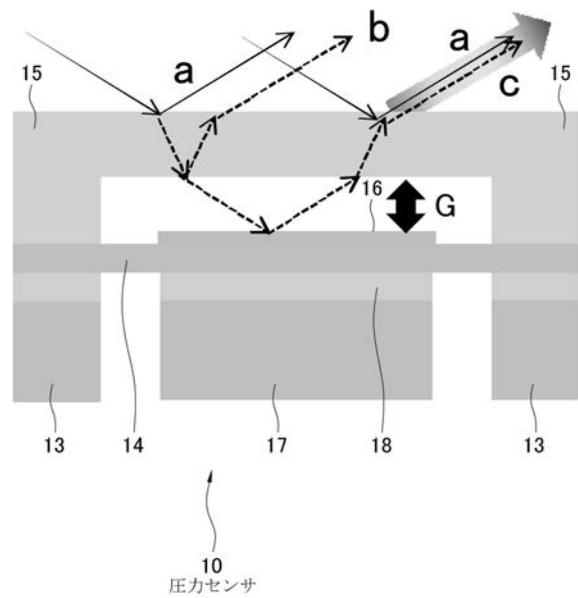
【 図 2 】



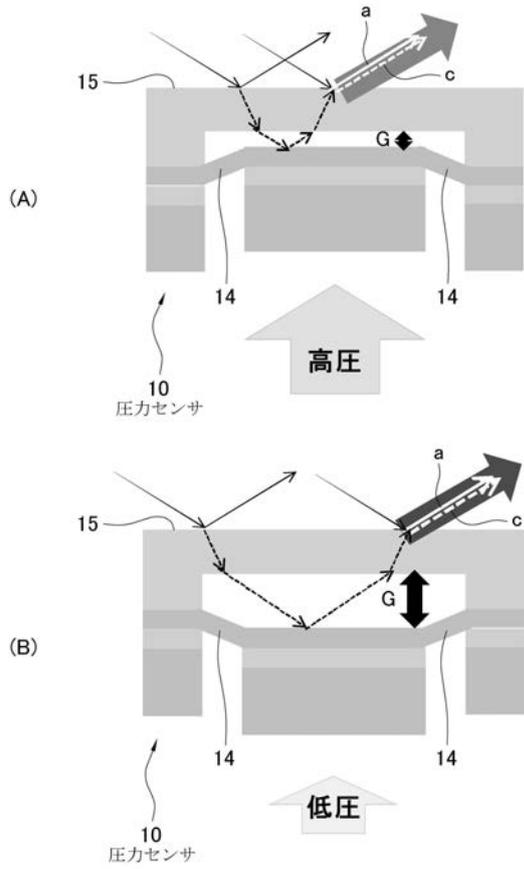
【 図 3 】



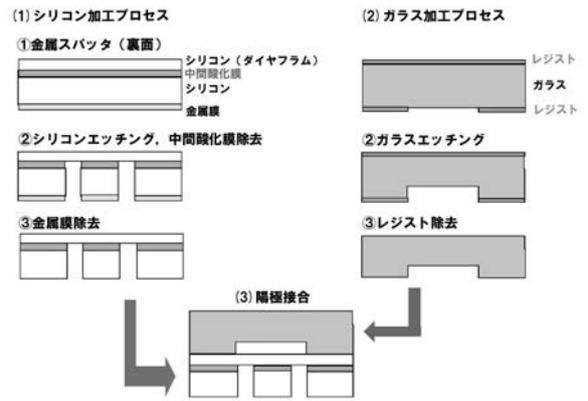
【 図 4 】



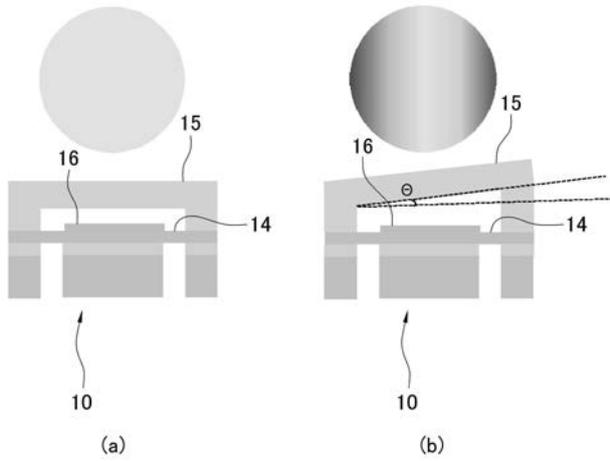
【 図 5 】



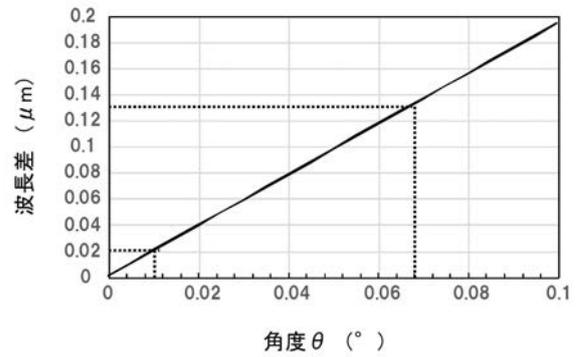
【 図 6 】



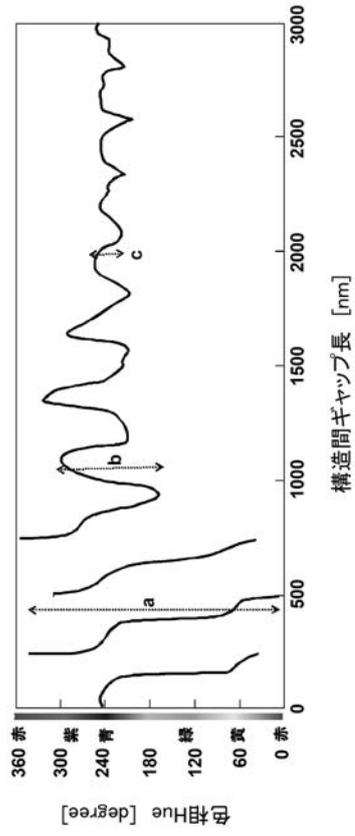
【 図 7 】



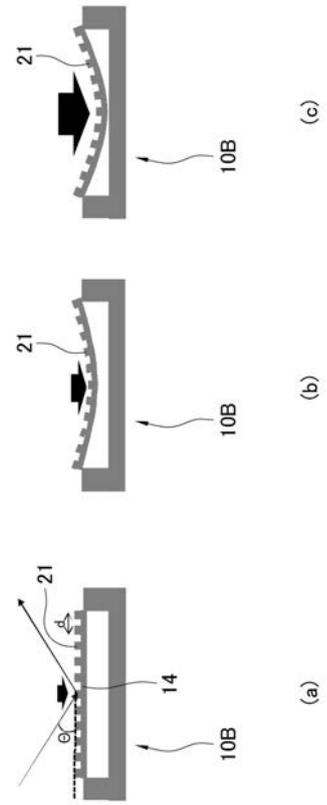
【 図 8 】



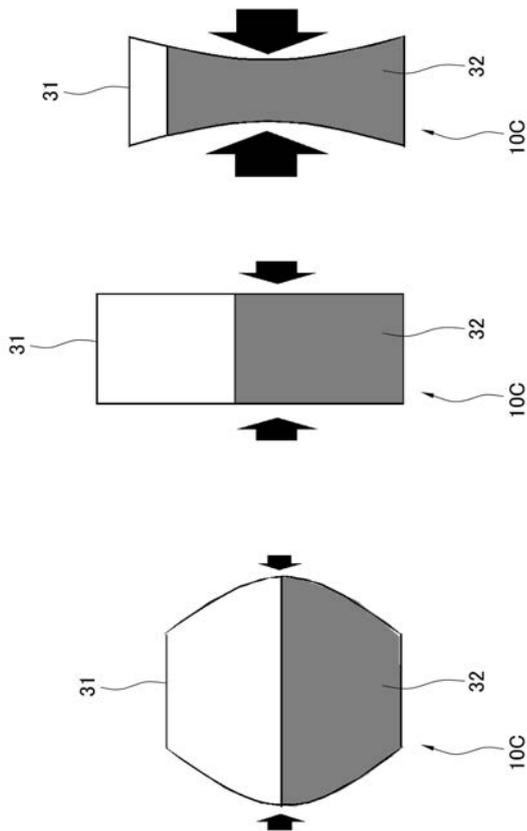
【 図 9 】



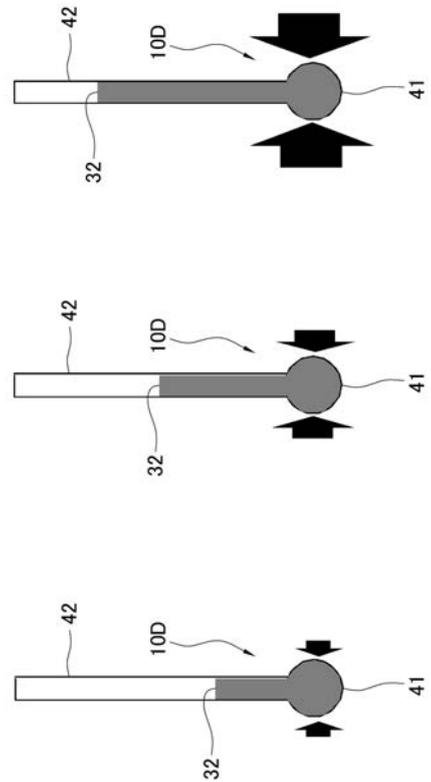
【 図 10 】



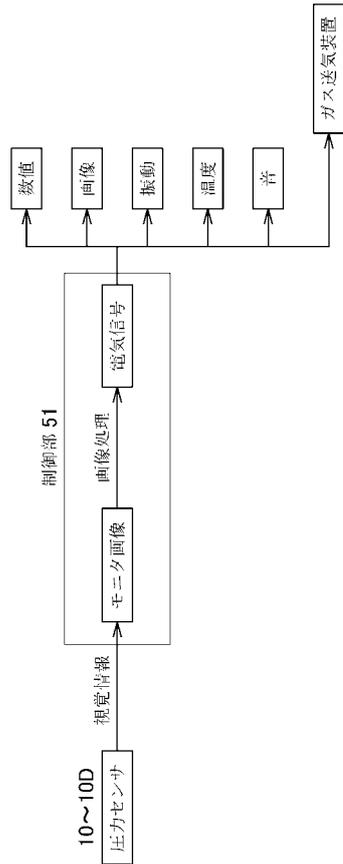
【 図 11 】



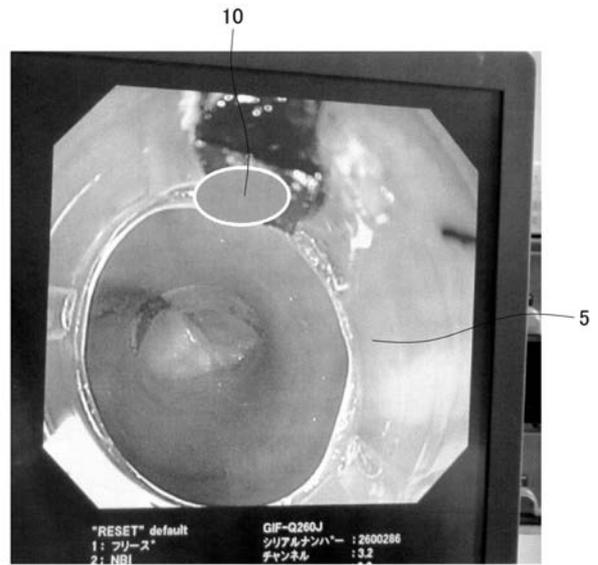
【 図 12 】



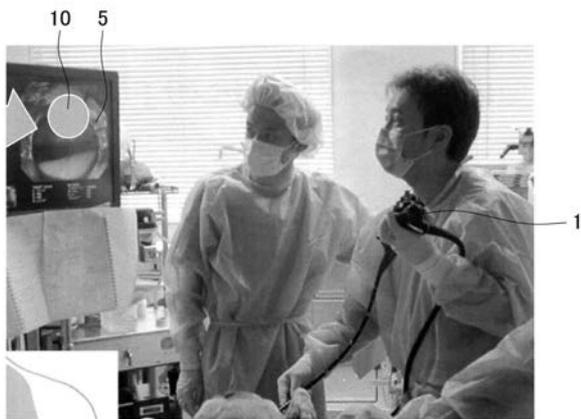
【図 1 3】



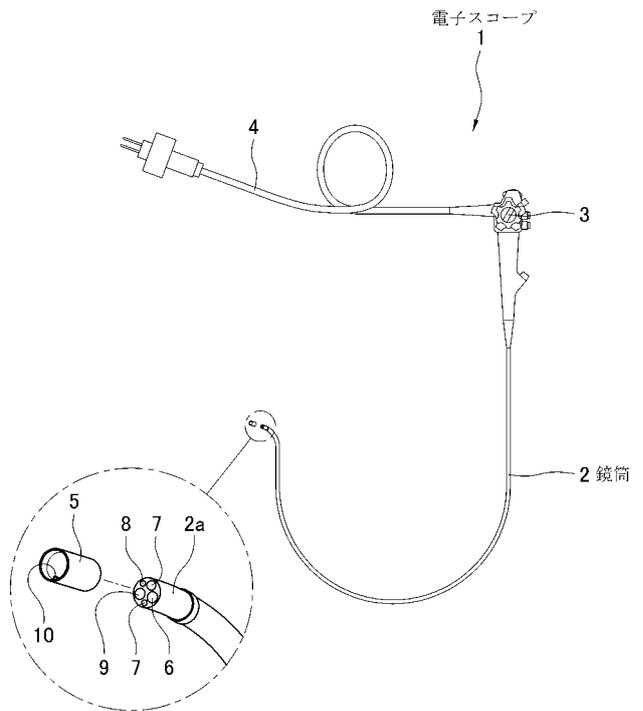
【図 1 4】



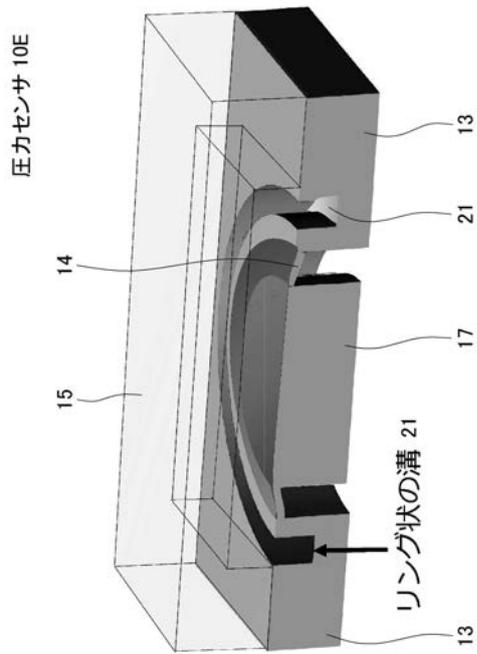
【図 1 5】



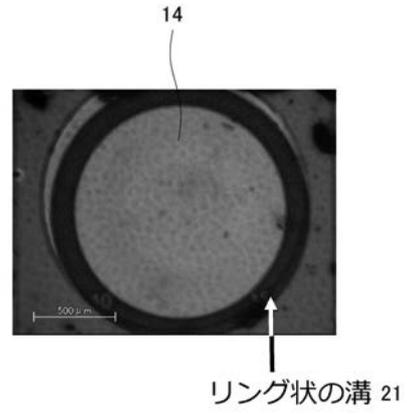
【図 1 6】



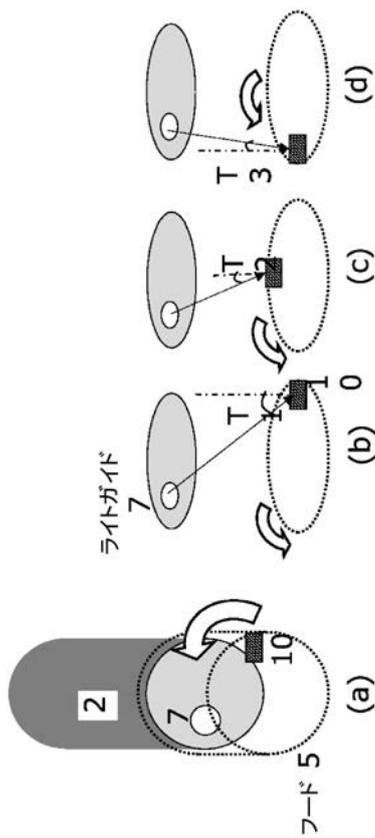
【図 17】



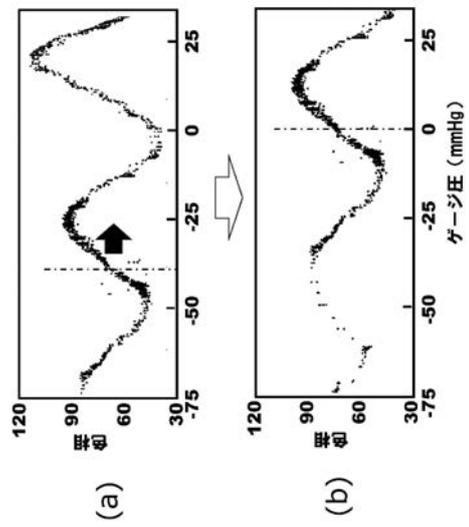
【図 18】



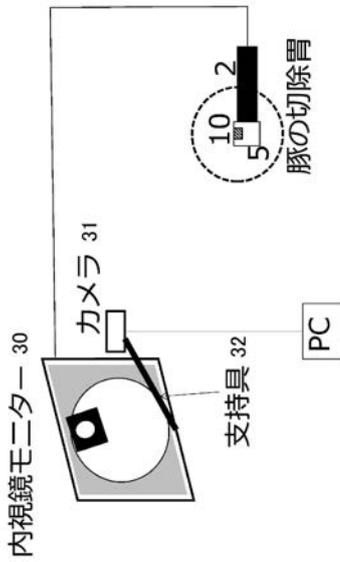
【図 19】



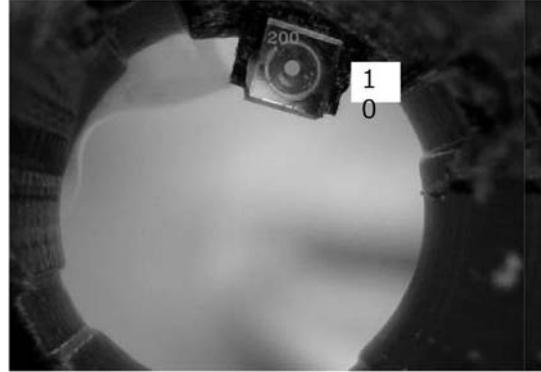
【図 20】



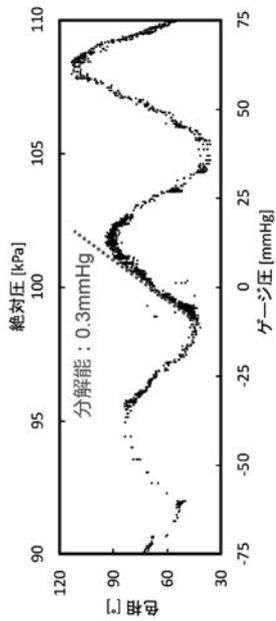
【 図 2 1 】



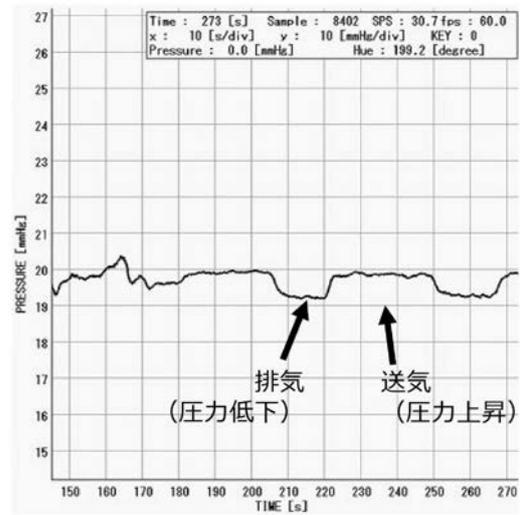
【 図 2 2 】



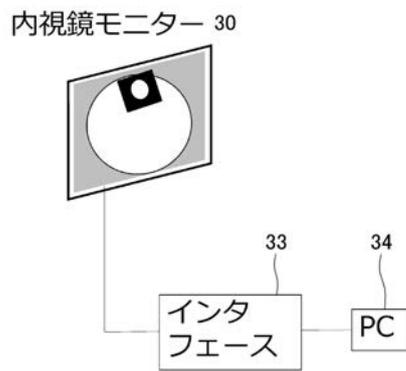
【 図 2 3 】



【 図 2 4 】



【 図 2 5 】



## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2017/032365
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> A61B1/00(2006.01)i, G02B23/24(2006.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B1/00-1/32, G01L7/00-23/32, G01L27/00-27/02  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 1996-2017 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2017 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2017  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2015-58120 A (Fujifilm Corp.), 30 March 2015 (30.03.2015), paragraph [0088]; fig. 3 to 4 & US 2015/0080757 A1 paragraph [0096]; fig. 3 to 4	1-8
A	JP 2014-226471 A (Olympus Corp.), 08 December 2014 (08.12.2014), paragraph [0033]; fig. 2 (Family: none)	1-8
A	JP 2010-230401 A (Seiko Epson Corp.), 14 October 2010 (14.10.2010), paragraph [0020] (Family: none)	1-8
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 28 September 2017 (28.09.17)		Date of mailing of the international search report 21 November 2017 (21.11.17)
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/JP2017/032365

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 01/075411 A1 (Showa Denko Kabushiki Kaisha), 11 October 2001 (11.10.2001), page 14, lines 12 to 14; fig. 1 & US 2003/0007890 A1 paragraph [0074]; fig. 1	1-8
A	JP 2005-291945 A (Masayoshi ESASHI), 20 October 2005 (20.10.2005), paragraphs [0038] to [0040]; fig. 4 (Family: none)	1-8

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2017/032365									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B1/00(2006.01)i, G02B23/24(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 (IPC)) Int.Cl. A61B1/00-1/32, G01L7/00-23/32, G01L27/00-27/02											
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>1971-2017年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2017年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2017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	1971-2017年	日本国実用新案登録公報	1996-2017年	日本国登録実用新案公報	1994-2017年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2017年										
日本国実用新案登録公報	1996-2017年										
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 2015-58120 A (富士フイルム株式会社) 2015.03.30, 段落[0088], 図 3-4 & US 2015/0080757 A1, 段落[0096], 図 3-4	1-8									
A	JP 2014-226471 A (オリンパス株式会社) 2014.12.08, 段落[0033], 図 2 (ファミリーなし)	1-8									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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		の日の後に公表された文献									
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの		「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									
「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		「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									
「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)		「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									
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献									
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願											
国際調査を完了した日 28.09.2017		国際調査報告の発送日 21.11.2017									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 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) 森川 能匡 電話番号 03-3581-1101 内線 3292	2Q 5553								

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 7 / 0 3 2 3 6 5
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 2010-230401 A (セイコーエプソン株式会社) 2010.10.14, 段落[0020] (ファミリーなし)	1-8
A	WO 01/075411 A1 (昭和電工株式会社) 2001.10.11, 14頁12-14行, 図1 & US 2003/0007890 A1, 段落[0074], 図1	1-8
A	JP 2005-291945 A (江刺 正喜) 2005.10.20, 段落[0038]-[0040], 図4 (ファミリーなし)	1-8

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(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), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。