

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6031445号
(P6031445)

(45) 発行日 平成28年11月24日(2016.11.24)

(24) 登録日 平成28年10月28日(2016.10.28)

(51) Int.Cl.

F 1

A 6 1 B	1/00	(2006.01)
G 0 2 B	23/26	(2006.01)
G 0 2 B	3/14	(2006.01)

A 6 1 B	1/00	3 0 0 Y
G 0 2 B	23/26	A
G 0 2 B	23/26	C
G 0 2 B	3/14	

請求項の数 15 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2013-542177 (P2013-542177)
 (86) (22) 出願日 平成23年12月1日 (2011.12.1)
 (65) 公表番号 特表2013-545558 (P2013-545558A)
 (43) 公表日 平成25年12月26日 (2013.12.26)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2011/062881
 (87) 国際公開番号 WO2012/075280
 (87) 国際公開日 平成24年6月7日 (2012.6.7)
 審査請求日 平成26年11月26日 (2014.11.26)
 (31) 優先権主張番号 61/418,462
 (32) 優先日 平成22年12月1日 (2010.12.1)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 513092408
 アドレンズ ピーコン インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 フロリダ州 33023
 ペンブローク パーク サウスウェスト
 サーティセカンド アベニュー 275
 5
 (74) 代理人 100092093
 弁理士 辻居 幸一
 (74) 代理人 100082005
 弁理士 熊倉 複男
 (74) 代理人 100088694
 弁理士 弟子丸 健
 (74) 代理人 100103609
 弁理士 井野 砂里

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】液体レンズ技術に基づく可変屈折力の内視鏡

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内視鏡ハウジングと、

前記内視鏡ハウジング内に配置され、かつ、光ビームの伝搬のための経路を与えるよう構成された1つ又はそれ以上の光ファイバと、

前記内視鏡ハウジング内、且つ前記光ビームの経路内に配置された少なくとも1つの結合レンズシステムと、を有し、前記少なくとも1つの結合レンズシステムは、

1) 少なくとも1つの硬質光学レンズと、

2) 少なくとも1つのシールされた流体充填レンズと、を有し、前記少なくとも1つのシールされた流体充填レンズは、

少なくとも1つの可撓性膜部材と、

前記少なくとも1つの硬質光学レンズの面と、を有し、

前記少なくとも1つの可撓性膜は前記少なくとも1つの硬質光学レンズの前記面を横断して伸張され、

前記少なくとも1つの硬質光学レンズは少なくとも1つの第1の材料で作られ、

前記少なくとも1つの可撓性膜部材は少なくとも1つの第2の材料で作られ、

前記少なくとも1つの第1の材料は、前記少なくとも1つの第2の材料と区別され、

前記少なくとも1つの結合レンズシステムは、さらに、

前記少なくとも1つのシールされた流体充填レンズに夫々結合され、かつ、前記少なくとも1つのシールされた流体充填レンズの光学屈折力を変化させるように構成された少な

10

20

くとも 1 つのアクチュエータと、

前記少なくとも 1 つのアクチュエータに結合され、かつ、前記少なくとも 1 つのアクチュエータに、前記少なくとも 1 つのシールされた流体充填レンズの前記屈折力を変化させるように選択的に命令するように構成された制御装置と、を含むことを特徴とする内視鏡。

【請求項 2】

前記内視鏡の遠位端と前記内視鏡の前記遠位端の前に配置されたオブジェクトとの間の距離を測定するように構成された少なくとも 1 つの距離センサをさらに含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の内視鏡。

【請求項 3】

前記少なくとも 1 つの距離センサは IR 波長を用いることを特徴とする、請求項 2 に記載の内視鏡。

10

【請求項 4】

前記少なくとも 1 つの距離センサは超音波センサであることを特徴とする、請求項 2 に記載の内視鏡。

【請求項 5】

前記距離センサは可視光波長を用いることを特徴とする、請求項 2 に記載の内視鏡。

【請求項 6】

前記少なくとも 1 つの制御装置は、前記距離センサから受信した測定値に基づいて前記少なくとも 1 つのアクチュエータに選択的に命令することを特徴とする、請求項 2 に記載の内視鏡。

20

【請求項 7】

前記少なくとも 1 つのアクチュエータは電気機械式アクチュエータであることを特徴とする、請求項 1 に記載の内視鏡。

【請求項 8】

前記少なくとも 1 つのアクチュエータは、前記少なくとも 1 つのシールされた流体充填レンズに結合された液体リザーバに印加される圧力を変化させるように構成されていることを特徴とする、請求項 1 に記載の内視鏡。

【請求項 9】

前記印加される圧力は、前記少なくとも 1 つのシールされた流体充填レンズの前記少なくとも 1 つの可撓性膜部材の曲率を変化させることを特徴とする、請求項 8 に記載の内視鏡。

30

【請求項 10】

前記少なくとも 1 つのシールされた流体充填レンズの前記可撓性膜部材の少なくとも 1 つの曲率の変化は、前記少なくとも 1 つのシールされた流体充填レンズの倍率を変化させることを特徴とする、請求項 9 に記載の内視鏡。

【請求項 11】

前記少なくとも 1 つのアクチュエータは、前記倍率を、2 倍から 5 倍までの範囲内で変化させるように構成されていることを特徴とする、請求項 10 に記載の内視鏡。

【請求項 12】

前記曲率は、2 . 5 mm に等しい最小曲率半径を有することを特徴とする、請求項 9 に記載の内視鏡。

40

【請求項 13】

前記内視鏡ハウジングは密封ウインドウを含み、前記少なくとも 1 つの光ファイバ、前記少なくとも 1 つのシールされた流体充填レンズ、前記少なくとも 1 つの硬質光学レンズ及び前記少なくとも 1 つのアクチュエータが、前記密封ウインドウ内に配置されていることを特徴とする、請求項 1 に記載の内視鏡。

【請求項 14】

前記ハウジングは、前記少なくとも 1 つの光ファイバ、前記少なくとも 1 つのシールされた流体充填レンズ、前記少なくとも 1 つの硬質光学レンズ及び前記少なくとも 1 つのア

50

クチュエータを、前記ハウジングの長さに沿って移動させるように構成されたスライダをさらに含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の内視鏡。

【請求項 15】

前記少なくとも 1 つのシールされた流体充填レンズは、固定凹レンズを含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の内視鏡。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、流体充填レンズに関し、特定的には、可変流体充填レンズに関する。 10

【背景技術】

【0002】

基本的な流体レンズは、その全体が引用により本明細書に組み入れられる特許文献 1 に記載されているように、1958 年頃から知られている。最近の例は、その各々の全体が引用により本明細書に組み入れられる非特許文献 1 及び特許文献 2 に見出すことができる。流体レンズのこれらの用途は、フォトニクス、デジタル電話及びカメラ技術、並びにマイクロエレクトロニクスに向けられている。

【0003】

また、流体レンズは眼科用途のためにも提案されている（例えば、その全体が引用により本明細書に組み入れられる特許文献 3 を参照されたい）。あらゆる場合において、ダイナミックレンジが広いこと、適応矯正を提供する能力、頑丈さ、及び低価格といった流体レンズの利点は、開口サイズの制限、漏れの可能性及び性能の一貫性とのバランスを保つ必要がある。内視鏡は、ユーザが、体内の領域のような、一般的な視線（line-of-sight）での視認が実現可能でない領域を見るこを可能にする光学ツールである。内視鏡は、より一般的にはボアスコープと呼ばれる剛性のものとすることができる、又は、通常はファイバスコープと呼ばれる可撓性のものとすることができる。内視鏡は、典型的には、内視鏡の一端におけるオブジェクト（object）の像を内視鏡の他端を通して見ているユーザに与えるための、光路に沿った一連のレンズを含む。内視鏡内で従来のレンズを使用することにより、見られているオブジェクトの焦点が合う特定の作動距離（working distance）が定められる。この作動距離から外れると、反対の端部で見ているユーザには、オブジェクトがぼやけて見える。従って、はっきりしたオブジェクトの焦点を維持するためには、内視鏡を、オブジェクトから離して一定の距離に保つ必要がある。作動距離、又は焦点距離（focal length）の変更は、内視鏡内の様々な屈折力（optical power）のレンズを切り替えることによって達成することができる。しかしながら、ひとたび内視鏡が使用されると、その中で使用されているレンズのいずれかを変えるのは非常に困難である。さらに、剛性形状を有する固定レンズを用いては、個別の作動距離及び拡大率（magnification）しか設定することができない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】米国特許第 2,836,101 号明細書

【特許文献 2】国際公開第 2008 / 063442 号パンフレット

【特許文献 3】米国特許第 7,085,065 号明細書

【特許文献 4】米国特許出願公開第 2011 - 0102735 号明細書

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献 1】Tang 他「Dynamicall y Reconfigurable Fluid Core Fluid Cladding Lens in a Microfluidic Channel」、Lab Chip、8巻、395頁、2008 50

年

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0006】

1つの実施形態において、内視鏡が、ハウジングと、1つ又はそれ以上の光ファイバと、シールされた流体充填レンズと、シールされた流体充填レンズに結合されたアクチュエータと、制御装置とを含む。1つ又はそれ以上の光ファイバは、内視鏡ハウジング内に配置され、かつ、流体充填レンズを横切る光ビームのための経路を与える。アクチュエータは、シールされた流体充填レンズの屈折力を変化させるように構成される。制御装置は、アクチュエータに信号を適用するように構成され、信号は、アクチュエータに対して、シールされた流体充填レンズの屈折力を変化させるように命令する。10

【0007】

1つの実施形態による方法が説明される。この方法は、信号を距離センサから受信するステップを含む。距離センサにより受信された信号は、内視鏡の遠位端と内視鏡の遠位端の前にあるオブジェクトとの間の距離と関連付けられる。この方法は、受信した信号を、1つ又はそれ以上のシールされた流体充填レンズの屈折力、及び、要求される拡大率と比較するステップと、比較に基づいて、1つ又はそれ以上のシールされた流体充填レンズの屈折力及び距離の少なくとも一方を調整するステップとをさらに含む。

【0008】

本明細書に組み入れられ、明細書の一部分を形成する添付図面は、本発明の実施形態を例証しており、説明と併せて、本発明の原理を説明し、当業者が本発明を実施し利用することができるようになるのに役立つ。20

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】1つの実施形態による例示的なボアスコープを示す。

【図2】1つの実施形態による例示的なファイバスコープを示す。

【図3A】流体充填レンズを含む遠位レンズ・システムの例示的な実施形態を示す。

【図3B】流体充填レンズを含む遠位レンズ・システムの例示的な実施形態を示す。

【図3C】流体充填レンズを含む遠位レンズ・システムの例示的な実施形態を示す。

【図4】1つの実施形態による、内視鏡によるオブジェクト・シーンの捕捉を示す。30

【図5】様々な曲率の液体レンズに基づくシミュレートされた像の結果を示す表を示す。

【図6】1つの実施形態による、レンズの表面半径対印加された膜圧のグラフにおけるシミュレーション結果を示す。

【図7A】1つの実施形態による、密封ウインドウ及び試料表面に対する内視鏡の光学部品の配置を示す。

【図7B】1つの実施形態による、密封ウインドウ及び試料表面に対する内視鏡の光学部品の配置を示す。

【図7C】1つの実施形態による、密封ウインドウ及び試料表面に対する内視鏡の光学部品の配置を示す。

【図8】1つの実施形態による方法の図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本発明の実施形態は、添付図面を参照して説明される。

【0011】

特定の構成及び配置が論じられるが、これは単に例示目的でなされるにすぎないことを理解すべきである。当業者であれば、本発明の趣旨及び範囲から逸脱することなく、他の構成及び配置を用い得ることを認識するであろう。当業者には、本発明を種々の他の用途にも用い得ることが明らかであろう。

【0012】

本明細書において、「一実施形態」、「1つの実施形態」、「例示的な実施形態」等へ50

の言及は、説明される実施形態が、特定の特徴、構造又は特性を含むことがあるが、必ずしも全ての実施形態がその特定の特徴、構造又は特性を含むわけではないことを示していることが留意される。さらに、こうした句は、必ずしも同一の実施形態に言及しているわけではない。さらに、特定の特徴、構造又は特性が、実施形態と関連して説明される場合、明示的に説明されているにせよそうでないにせよ、他の実施形態と関連してそうした特徴、構造又は特性を生じさせることは、当業者の知識の範囲内にある。

【0013】

流体レンズは、従来の硬質レンズに優る重要な利点を有している。第1に、流体レンズは、容易に調整可能である。従って、1つの実施形態によると、近くのオブジェクトを見るために付加的な正の(positive)屈折力矯正を必要とする内視鏡は、特定の距離に適合する基本屈折力を有する流体レンズを装着することができる。次いで、内視鏡のユーザは、流体レンズを調整して中距離及び他の距離にあるオブジェクトを見るために、必要に応じて付加的な正の屈折力矯正を得ることができる。代替的に、以下でより詳細に説明されるように、フィードバック制御ループの一部として屈折力を自動的に矯正することもできる。

10

【0014】

第2に、流体レンズは、所望の屈折力範囲にわたって連続的に調整することができる。例示的な実施形態として、内視鏡内の1つ又はそれ以上の流体充填レンズと関連した焦点距離を調整して、内視鏡の遠位端と内視鏡の遠位端の前にあるオブジェクトとの間の距離を正確に適合させ、ユーザが、焦点を維持しながら、内視鏡をオブジェクトのより近くに又はオブジェクトから離れるように移動させるのを可能にすることができる。

20

【0015】

図1は、ボアスコープ100の1つの実施形態を示す。ボアスコープは、該ボアスコープ内の光路に沿った剛性構造体を有する。ボアスコープは、一般的に、例えば、エンジン検査、化学プラント又は原子力プラント等内の危険区域の検査などの多くの産業上の利用に用いられる。ボアスコープはまた、手技中外科医に対して患者の体内のより良好な視野を与えるために、手術中にも用いられる。1つの実施形態において、ボアスコープ100は、上部101と管状部103とを含む。ユーザは、典型的には、上部101でボアスコープ100を操作し、一方、管状部103は、光の合焦及び伝搬を可能にする光学素子を含む。

30

【0016】

上部101は、保護眼鏡102と、接眼鏡ウインドウ104と、接眼レンズ106と、光源108とを含むことができる。ユーザは、接眼鏡ウインドウ104を通して、ボアスコープ100の遠位端122から受け取る光を見る。1つの実施形態において、光源108は、広帯域源である。代替的に、光源108は単色源とすることができる。1つの実施形態によると、光源108から伝搬する光は、合焦素子(図示せず)を介して照明ファイバ112に結合される。

【0017】

管状部103は、ハウジング110と、照明ファイバ112と、光搬送管114と、対物レンズ116と、遠位端122又はその近くに配置された遠位レンズ・システム118とを含むことができる。1つの実施形態によると、ハウジング110は、ステンレス鋼のようないすれかの硬質材料とすることができます、かつ、管状部103内の全ての光学部品を含むこともできる。

40

【0018】

照明ファイバ112は、マルチモード・ファイバ、単一モード・ファイバ、又は偏波モード・ファイバとすることができます。代替的に、照明ファイバ112の代わりに、ファイバ束を用いてもよい。1つの実施形態によると、搬送管114は、戻り光が、接眼レンズ106に到達するための経路を与えるための光学素子を含む。これらの光学素子は、研磨面と、光の減衰を最小にするように選択された屈折率とを有するガラス棒を含むことができる。

50

【0019】

1つの実施形態によると、対物レンズ116を用いて、遠位レンズ・システム118を透過した光をさらに合焦させる。遠位レンズ・システム118は、レンズと関連した焦点距離及び拡大率の可変の調整を可能にする1つ又はそれ以上の流体充填レンズを含むことができる。この調整可能な側面により、接眼鏡ウインドウ104で見られるようなオブジェクトへの焦点を維持しながら、遠位端122とオブジェクト(図示せず)との間の種々の作動距離が用いられるようになる。遠位レンズ・システム118内の流体充填レンズの使用に関するさらなる説明は、後述される。ボアスコープ100は、光の経路を変調させるために、任意の数の他のレンズを含み得ることに留意すべきである。

【0020】

1つの実施形態において、ボアスコープ100は、遠位端122の近くに結合された距離センサ(図示せず)を含むことができる。1つの実施形態において、距離センサは、ハウジング110に取り付けられる。距離センサは、信号を伝送し、帰還信号を測定して、遠位端122と遠位端122の前にあるオブジェクトとの間の距離を求める。距離センサは、伝送された信号の振幅と帰還信号の振幅との比較に基づいて距離を求めることができる。信号が空気又は他の流体を通過するときの減衰量は、湿度と関連したもののように、空気又は流体に関する特定の係数が既知であると仮定すると、移動した距離に関連し得る。代替的に、距離センサは、干渉計として働き、帰還信号を基準信号と合成することにより生成された干渉信号に基づいて距離を求めることができる。距離センサにより伝送され受信された信号は、これらに限定されるものではないが、赤外線、可視光、音波等を含む、距離を測定するための、当業者には周知のいずれかの信号とすることができます。

10

【0021】

図2は、ファイバスコープ200の1つの実施形態を示す。ファイバスコープは、ボアスコープに類似した光学素子を含むが、ファイバスコープの長さに沿った全ての光の透過のために、光ファイバ束を用い、ずっと大きい機械的可撓性を可能にする。ファイバスコープは、多くの場合、外科手術中に、特に、例えば結腸などの大きい器官を通り抜けるときに用いられる。ファイバスコープ200は、接眼鏡レンズ204と、ファイバ束206と、対物レンズ208と、遠位レンズ・システム210とを含む。素子の各々は、内部の光学素子を保護するために、ポリエチレンテレフタレート(PET)のような、可撓性があるが頑丈な材料から成ることができるハウジング205内に配置することができる。代替的に、ハウジング205は、ファイバ束206の端部に結合し、かつ、少なくとも対物レンズ208及び遠位レンズ・システム210を含むことができる。

20

【0022】

ファイバスコープ200の遠位レンズ・システム210とボアスコープ100の遠位レンズ・システム118は、同義であるとみなされ、かつ、同じ方法で動作できることを理解すべきである。一方に関するどの説明も、他方を説明するのに用いることができる。

30

【0023】

1つの実施形態において、光202は、接眼鏡レンズ204を通して、ユーザ201によって見ることができる。1つの実施形態によると、光202は、ファイバスコープ200内の光202の経路における光学部品を介して合焦面212上に合焦される。オブジェクトが合焦面212に配置された場合、このオブジェクトは、ユーザ201には焦点が合っているように見える。別の実施形態においては、光202は、接眼鏡レンズ204の前に配置されたCCDカメラによって捕捉される。ファイバスコープ200の遠位端からより近くへの又はより遠くへの合焦面212の移動は、光の経路内のレンズの各々と関連した屈折力、並びに、互いからの距離に依存する。1つの実施形態において、遠位レンズ・システム210は、レンズと関連した焦点距離及び拡大率の可変調整を可能にする1つ又はそれ以上の流体充填レンズを含む。この調整可能な態様により、オブジェクトの焦点を維持しながら、ファイバスコープ200の遠位端122とオブジェクトとの間の種々の作動距離が与えられる。

40

【0024】

50

遠位レンズ・システム 210 は、1つ又はそれ以上の流体充填レンズ、及び1つ又はそれ以上の硬質レンズを含むことができる。1つの実施形態において、硬質レンズの各々は、一定の屈折力をもたらし、一方、流体充填レンズは、膜に流体圧力を印加し、それによりレンズの曲率を変更することによって、屈折力を調整することができる。

【0025】

1つの実施形態によると、接眼鏡レンズ 204 及び対物レンズ 208 の両方とも、いずれの形状であってもよく、かつ、光 202 の経路を変調させるために、1つ又はそれ以上の他のレンズと結合させてもよい。ファイバ束 206 は、任意の数の単一モード・ファイバ、多モード・ファイバ、又は偏波モード・ファイバを含むことができる。

【0026】

1つの実施形態において、ファイバスコープ 200 はまた、距離センサ 214 を含むことができる。距離センサ 214 は、信号を伝送し、帰還信号を測定して、遠位レンズ・システム 210 と遠位レンズ・システム 210 の前にあるオブジェクトとの間の距離を求める。1つの実施形態において、距離センサ 214 は、遠位レンズ・システム 210 又はその近くにおいてハウジング 205 の外面に取り付けられる。別の実施形態においては、距離センサ 214 は、遠位レンズ・システム 210 に又はその近くにおいてハウジング 205 の内面に取り付けられる。距離センサ 214 は、ボアスコープ 100 について前述された距離センサと同じ方法で動作することができる。

【0027】

図 3a - 図 3c は、遠位レンズ・システム 210 内のレンズ構成の実施形態の側面図を示す。各々の例示的な構成は、調整可能な流体充填レンズと、硬質レンズとを含む。流体充填レンズの曲率を変えて、レンズの組み合わせ、すなわち、硬質レンズの屈折力（固定）と流体充填レンズの屈折力（可変）と関連した総屈折力を変更する。

【0028】

図 3a は、平凹レンズ 302 に結合された流体充填レンズ 304 を含む例示的な第 1 の構成 300 を示す。流体充填レンズ 304 は、剛性構造体の上に伸張された流体充填膜とすることができる。1つの実施形態によると、第 1 の構成 300 において、平凹レンズ 302 の裏面は、流体充填レンズ 304 のための剛性構造体をもたらす。1つの実施形態によると、平凹レンズ 302 と関連した比較的小さい屈折力により、長い焦点距離がもたらされるが、この焦点距離は、流体充填レンズ 304 の曲率に応じて低減させることができる。

【0029】

流体充填レンズ 304 と関連した曲率により、透過する光が、指定の曲率に比例する角度で屈曲する。1つの実施形態において、流体充填レンズ 304 の曲率は、流体リザーバ（図示せず）に結合された電気機械式アクチュエータ（図示せず）を介して制御することができる。電気機械式アクチュエータは、流体リザーバに圧力を印加して、流体を強制的に流体充填レンズ 304 の中に押し込み、それによって流体充填レンズ 304 と関連した曲率半径を低減させることができる。電気機械式アクチュエータはまた、流体リザーバにかかる圧力を解放して、流体充填レンズ 304 と関連した曲率半径を増大させることもできる。電気機械式アクチュエータは、その全体が引用により本明細書に組み入れられる米国特許出願第 13 / 270,910 号に記載されるような圧電アクチュエータとすることができる。

【0030】

図 3b は、平凸レンズ 308 に結合された流体充填レンズ 304 を含む例示的な第 2 の構成 306 を示す。平凸レンズ 308 と関連した比較的大きい屈折力（平凹レンズ 302 と比較して）により、短い焦点距離がもたらされるが、この焦点距離は、流体充填レンズ 304 の曲率に応じてさらに低減させることができる。

【0031】

図 3c は、平凹レンズ 312 の湾曲側に結合された流体充填レンズ 304 を含む例示的な第 3 の構成 310 を示す。1つの実施形態において、第 3 の構成 310 における流体充

10

20

30

40

50

填レンズ304は、膜が伸張された剛性構造体の湾曲形状のために、正の曲率又は負の曲率をもたらし得る。これは、レンズの組み合わせと関連したより大きい調整可能範囲の屈折力をもたらし得る。

【0032】

図4は、ファイバスコープを用いて試料から得られる内視鏡像の例示的な実施形態を示す。1つの実施形態において、ファイバスコープは、ファイバ束206、対物レンズ208、及び遠位レンズ・システム210のような前述の素子を含む。ファイバスコープは、付加的な光学レンズ402をさらに含むことができる。1つの実施形態によると、光ビーム401が、光学素子を透過し、合焦点404に当たるように示される。作動距離412は、合焦点404からファイバスコープの遠位端までの距離を表わす。1つの実施形態によると、遠位レンズ・システム210は、ファイバスコープの遠位端に配置される。半視野角(half field-of view angle)406は、光ビーム401が遠位レンズ・システム210から出していく最高角度を表わす。この角度は、遠位レンズ・システム210と関連した拡大率に密接に関連する。より高い拡大率は、下半分の視野角406をもたらす。
10

【0033】

1つの実施形態において、オブジェクト・シーン410は、合焦点404に配置された腸壁の一部を示す。1つの実施形態においては、遠位レンズ・システム210内の1つ又はそれ以上の流体充填レンズを調節して、作動距離412と等しくなるように焦点距離を調整し、オブジェクト・シーン410の焦点が合うようにする。別の実施形態においては、遠位レンズ・システム210内の1つ又はそれ以上の流体充填レンズを調節して、拡大率を調整し、オブジェクト・シーン410の所望の拡大率をもたらす。
20

【0034】

1つの実施形態において、内視鏡像408は、内視鏡の近位端に配置されたユーザ又はCCDカメラによって見られるものを表示する。

【0035】

図5は、1つの実施形態による、内視鏡内の流体充填レンズの曲率半径を変化させたときに、内視鏡から生成されるシミュレートされた像を含む表を示す。この表はまた、曲率における各変化と関連した拡大率、半視野角、及び作動距離(焦点距離)についての値も与える。1つの実施形態において、曲率半径は、多数のレンズ部品により生成される有効曲率半径を示すことができ、例えば、-1.8mmの曲率半径を有する単一の流体充填レンズと同じ方法で光の経路を変調するように、1つ又はそれ以上の流体充填レンズと1つ又はそれ以上の硬質レンズとを組み合わせることにより、-1.8mmの曲率半径を有する流体充填レンズを実現することもできる。
30

【0036】

負の曲率半径は凹状の湾曲を示し、一方、正の曲率半径は凸状の湾曲を示す。さらに、数値がゼロに近づくほど、湾曲がより極端になる。表を左から右に読み取ると、流体充填レンズは、大きく湾曲した凹形状から大きく湾曲した凸形状に変化する。

【0037】

レンズ曲率の変化は焦点距離に影響を与え、それに従って作動距離も変化させる。シミュレートされた例において、作動距離は、-1.8mmから1.11mmまでの液体レンズの曲率半径について、それぞれ7.5mmから1mmまでの範囲に及ぶ。
40

【0038】

1つの実施形態によると、シミュレーションはまた、流体充填レンズがより凸形状に近づくにつれて、流体充填レンズ・システムと関連した拡大率が増大することを示す。拡大率の増大は、膜が外方に隆起したときに、流体充填レンズの膜と流体充填レンズと結合した他の光学素子との間の距離の変化に起因する。光がオブジェクトのほんの一部から集光されるので、拡大率が増大すると半視野角は小さくなる。シミュレートされた例においては、半視野角は、-1.8mmから1.11mmまでの液体レンズの曲率半径について、それぞれ32度から15度までの範囲に及ぶ。
50

【 0 0 3 9 】

図 5 において、各々の流体充填レンズの曲率半径について腸壁の一部の像が表示される。拡大率が増大すると、シミュレートされた像は、特定の特徴を識別するのに十分なコントラストを維持しながら、腸壁のより精密な検査を提供する。

【 0 0 4 0 】

図 6 は、流体充填レンズの曲率半径対印加された膜圧についてのシミュレーション結果のグラフを示す。シミュレーションは、0 . 2 mm の膜半径及び 5 ミクロンの厚さを有する流体充填レンズを仮定して行われた。ヤング率、ポアソン比等を含む膜の材料特性は、ポリエチレンテレフタレート (P E T) についてのものと同じになるように選択される。

【 0 0 4 1 】

結果は、正の方向又は負の方向における 2 . 5 mm の最小曲率半径が、2 0 0 m b a r より高い印加圧力において達成可能であることを示す。シミュレートされた例において、- 2 . 5 mm から 2 . 5 mm まで変化する曲率半径は、2 倍から 5 倍までの拡大率の変化に対応する。

【 0 0 4 2 】

シミュレーションはまた、異なる厚さ又は半径の流体充填レンズを用いて行うこともできる。例えば、1 ミクロンの厚さを有する膜は、最大 5 0 0 m b a r の圧力を印加した場合、1 倍から 8 倍の拡大率の範囲をもたらし得る。

【 0 0 4 3 】

図 7 a - 図 7 c は、試料表面 7 0 2 に対するファイバスコープ 2 0 0 の構成部品の例示的な位置を示す。試料表面 7 0 2 は、例えば結腸の内壁のような、ファイバスコープ 2 0 0 により検査中のいずれかのオブジェクトの表面とすることができる。1 つの実施形態による、図 7 a は、ファイバ束 2 0 6 の端部に取り付けられた光学素子を覆う密封ウィンドウ 7 0 4 を有するファイバスコープ 2 0 0 を示す。1 つの実施形態によると、密封ウィンドウ 7 0 4 は、内部に配置された光学素子のための保護をもたらし、かつ、光信号の通過を可能にするように透明である。図 7 a に示される実施形態によると、密封ウィンドウ 7 0 4 の遠位端 7 0 6 は試料表面 7 0 2 に対して配置され、一方、光学素子もまた試料表面 7 0 2 に対して配置され、精密な検査をもたらす。

【 0 0 4 4 】

図 7 b は、1 つの実施形態による、密封ウィンドウ 7 0 4 と共に試料表面 7 0 2 から幾らかの距離だけ離れるように引っ張られたファイバスコープ 2 0 0 を示す。従って、1 つの実施形態によると、ファイバスコープ 2 0 0 と密封ウィンドウ 7 0 4 の移動は結合され、密封ウィンドウ 7 0 4 は、ファイバスコープ 2 0 0 の端部に固定されると考えられる。

【 0 0 4 5 】

図 7 c は、密封ウィンドウ 7 0 4 内の光学素子及びファイバ束 2 0 6 が密封ウィンドウ 7 0 4 と関係なく移動することができるファイバスコープ 2 0 0 を示す。一例において、密封ウィンドウ 7 0 4 の遠位端 7 0 6 は、試料表面 7 0 2 に対して配置され、一方、ファイバスコープ 2 0 0 の残りの部分は、試料表面 7 0 2 から幾らかの距離だけ離れるように引っ張られる。

【 0 0 4 6 】

1 つの実施形態において、取り付けられた光学素子を有するファイバ束 2 0 6 の移動は、ファイバスコープ 2 0 0 のハウジング（図示せず）に接続されたスライダを介して制御することができる。一例において、ユーザは、図 7 b に示されるように、ファイバスコープ 2 0 0 を試料表面 7 0 2 に近づくように又はそこから離れるように並進させるように、スライダを移動させることができる。別の例においては、ユーザは、図 7 c に示されるように、密封ウィンドウ 7 0 4 内の光学素子及びファイバ束 2 0 6 を並進させるように、スライダを移動させることができる。

【 0 0 4 7 】

図 8 は、1 つの実施形態による例示的なレンズ制御方法 8 0 0 を示す。

【 0 0 4 8 】

10

20

30

40

50

ブロック 802において、内視鏡の端部の近くに結合された距離センサから信号を受信する。信号は、距離センサと内視鏡の遠位端の前に配置されたオブジェクトとの間の距離に関連する。代替的に、距離は、距離センサによって測定されたいずれかの値とすることができます。信号は、距離センサから電子的に又は光学的に受信することができる。距離の測定は、特定の電圧振幅、A C 周波数、又は当業者により理解されるようないずれか他のタイプの変調に対応することができる。

【0049】

ブロック 804において、受信した信号を分析して、関連した距離を定める。

【0050】

ブロック 806において、特定の距離に対応する信号を、内視鏡内の遠位レンズ・システムと関連した現在の焦点距離と比較する。遠位レンズ・システムと関連した焦点距離は、遠位レンズ・システム内の1つ又はそれ以上の流体充填レンズの屈折力（曲率に直接関連する）に基づいて求めることができる。図3aに示される例示的な遠位レンズ・システムを用いる際、流体充填レンズ304が0の屈折力を有する場合、遠位レンズ・システムの焦点距離は、平凹レンズ302と関連した焦点距離と等しい（又は、平凹レンズ302と関連した屈折力の逆数）に等しい。代替的に、流体充填レンズ304が1.0より大きい屈折力を有する場合、遠位レンズ・システムの焦点距離は、平凹レンズ302及び流体充填レンズ304の両方と関連した焦点距離（平凹レンズ302及び流体充填レンズ304の両方の付加された屈折力の逆数）に等しい。

10

【0051】

1つ又はそれ以上の流体充填レンズの屈折力はまた、1つ又はそれ以上の流体充填レンズの曲率にも直接関連している。曲率は、1つ又はそれ以上の流体充填レンズに結合された各アクチュエータにより印加される圧力量に基づいて測定することができる。別の実施形態においては、曲率は、付加的な光学センサにより測定することができる。代替的に、曲率は、圧電抵抗素子により測定することができる。

20

【0052】

ブロック 808において、1つ又はそれ以上の流体充填レンズの屈折力は、必要に応じて、比較に基づいて調整される。1つの実施形態においては、測定された距離が焦点距離と等しい場合、調整は必要ない。更に別の実施形態においては、測定された距離が、焦点距離の特定の閾値範囲内である場合、調整は必要ない。しかしながら、測定された距離が焦点距離から特定の閾値範囲だけ超えている場合、1つ又はそれ以上の流体充填レンズの屈折力に対して調整が必要になり得る。一例においては、1つ又はそれ以上の流体充填レンズの曲率を変化させることにより、調整が行われる。

30

【0053】

測定された距離が、焦点距離より上方に或る閾値範囲だけ長い場合、1つ又はそれ以上の流体充填レンズの屈折力が低減される。屈折力は、信号をアクチュエータに伝送して、流体充填レンズと関連した液体リザーバへの圧力を低減させることにより、低減させることができる。リザーバ内に液体が移動することにより、関連した流体充填レンズの曲率半径が増大し、従って、その屈折力が低減する。

【0054】

40

測定された距離が、焦点距離の下方に或る閾値範囲だけ短い場合、1つ又はそれ以上の流体充填レンズの屈折力が増大する。屈折力は、信号をアクチュエータに伝送して、流体充填レンズと関連した液体リザーバへの圧力を増大させることにより、増大させることができる。流体充填レンズ内に液体が移動することにより、関連した流体充填レンズの曲率半径が縮小し、従って、その屈折力が増大する。

【0055】

レンズ制御方法 800は、コンピュータ可読格納媒体上に命令として格納し、かつ、制御装置により実行できることを理解すべきである。これらに限定されるものではないが、R A M、フラッシュメモリ、電気的消却・プログラム可能型読み取り専用メモリ（E E P R O M）、ハードディスク・ドライブ等を、当業者に周知のような、いずれのコンピュー

50

タ可読格納媒体も用いることもできる。

【0056】

例えば、ハウジング、密封ウィンドウ、光搬送管等の説明された種々の内視鏡の実施形態の部品は、金属射出成形（MIM）、鋳造、機械加工、プラスチック射出成形等のようないずれかの適切なプロセスによって製造することができる。材料の選択は、機械的特性、温度感受性、分散のような光学的特性、成形性特性、又は当業者に明らかないずれかの他の要因の要件によって、情報をさらに与えることができる。

【0057】

流体充填レンズに用いられる流体は、無色の流体とすることができますが、他の実施形態は、用途に応じて、意図した用途がサングラス用である場合など、色のついた流体を含むことができる。用いることができる流体の一例は、ミシガン州ミッドランド所在のDow Corningによって「拡散ポンプ油」という名で製造されており、これは、一般に「シリコーン油」とも呼ばれている。

【0058】

流体充填レンズは、ガラス、プラスチック、又はいずれかの他の適切な材料で作製された硬質光学レンズを含むことができる。他の適切な材料は、例えば、これらに限定されるものではないが、ジエチルグリコールビスアリルカーボネート（DEG-BAC）、ポリ（メチルメタクリレート）（PMMA）及び特許権を有するポリ尿素複合体、すなわち商標名TRIVENEX（PPG）を含む。

【0059】

流体充填レンズは、例えば制限なく、透明かつ弾性のポリオレフィン、ポリシクロ脂肪族化合物、ポリエーテル、ポリエステル、ポリイミド、及び、例えばMYLAR又はSARANとして製造されるもののような市販のフィルムを含むポリ塩化ビニリデンフィルムなどのポリウレタンのうちの1つ又はそれ以上といった、可撓性かつ透明の不透水性材料で作製された膜を含むことができる。膜材料として用いるのに適した他のポリマーは、例えば、ポリスルホン、ポリウレタン、ポリチオウレタン、ポリエチレンテレフタレート、シクロオレフィンのポリマー、及び脂肪族又は脂環式ポリエーテルを含むが、これらに限定されない。

【0060】

流体充填レンズとリザーバとの間の接続管は、TYGON（ポリ塩化ビニル）、PVDF（ポリフッ化ビニリデン）及び天然ゴムなどの1つ又はそれ以上の材料で作製することができます。例えば、PVDFは、その耐久性、透過性及びクリンプ加工への耐性に基づき、好適であり得る。

【0061】

光ファイバを含まない、内視鏡の実施形態の種々の構成部品は、いずれの適切な形状にしてもよく、プラスチック、金属、又はいずれかの他の適切な材料で作製することができます。1つの実施形態において、内視鏡アセンブリの種々のハウジングの構成部品は、例えば制限なく、高耐衝撃性プラスチック材料、アルミニウム、チタン等のような軽量材料で作製される。1つの実施形態において、内視鏡アセンブリの構成部品は、全体又は一部を透明材料で作製することができる。

【0062】

1つ又はそれ以上の流体充填レンズに結合されたリザーバは、例えば制限なく、デラウェア州Wilmington所在のDuPont Performance Elastomers LLCにより供給されている熱収縮性VITON（登録商標）のようなポリニフッ化ビニリデン、独国Mechenheim所在のDSG-CANUSAにより製造されるDERAY-KYF190（可撓性）、ペンシルバニア州Berwyn所在のTyco Electronics Corp.（以前はRaychem Corp.）により製造されるRW-175（半剛性）又はいずれかの他の適切な材料で作製することができます。リザーバの付加的な実施形態が、その全体が引用により組み入れられる特許文献4に記載されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 3 】

内視鏡の実施形態のアセンブリ内に含ませることができる、説明された流体充填レンズを超えるいずれの付加的なレンズも、いずれかの十分に透明な材料とすることができる、かつ、これらに限定されるものではないが、両凸、平凸、平凹、両凹等を含む任意の形状とすることができる。付加的なレンズは、硬質であっても可撓性であってもよい。

【 0 0 6 4 】

概要及び要約セクションではなく、詳細な説明のセクションは、特許請求の範囲を理解するために用いられることが意図されることを理解すべきである。概要及び要約セクションでは、発明者により考えられる、1つ又はそれ以上の、しかし全てではない本発明の例示的な実施形態を述べることができ、従って、本発明及び添付の特許請求の範囲を多少なりとも限定することを意図するものではない。

10

【 0 0 6 5 】

本発明は、特定の機能及びその関係の実装を示す機能的な基礎的要素の助けにより上述された。説明の便宜上、これらの機能的な基礎的要素の境界は、本明細書において任意に定められた。特定の機能及びその関係が適切に行われる限り、代替的な境界を定めることができる。

【 0 0 6 6 】

特定の実施形態の上記の説明は、当技術分野の技術の範囲内の知識を適用することにより、必要以上の実験なしに、本発明の一般的な概念から逸脱することなく、他者がそのような特定の実施形態の種々の用途を容易に変更すること及び／又はこれに適合させることができる本発明の一般的な性質を十分に明らかにするであろう。従って、そのような適合及び変更は、本明細書に提示される教示及び指針に基づいて、開示される実施形態の等価物の意味及び範囲内にあることが意図される。本明細書における表現又は用語は、限定ではなく説明を目的とするものであり、本明細書の用語又は表現は、教示及び指針に照らして当業者により解釈されることを理解すべきである。

20

【 0 0 6 7 】

本発明の広さ及び範囲は、上述の例示的な実施形態のいずれによっても制限されるべきではなく、以下の特許請求の範囲及びその等価物によってのみ定められるべきである。

【 符号の説明 】

30

【 0 0 6 8 】

1 0 0 : ボアスコープ
1 0 2 : 保護眼鏡
1 0 1 : 上部
1 0 3 : 管状部
1 0 4 : 接眼鏡ウインドウ
1 0 6 : 接眼レンズ
1 0 8 : 光源
1 1 0 、 2 0 5 : ハウジング
1 1 2 : 照明ファイバ

40

1 1 4 : 光搬送管
1 1 6 、 2 0 8 : 対物レンズ
1 1 8 、 2 1 0 : 遠位レンズ・システム
2 0 0 : ファイバスコープ
2 0 1 : ユーザ
2 0 2 : 光
2 0 4 : 接眼鏡レンズ
2 0 6 : ファイバ束
2 1 2 、 4 0 4 : 合焦面
2 1 4 : 距離センサ

50

- 300 : 第1の構成
 302、312 : 平凹レンズ
 304 : 流体充填レンズ
 306 : 第2の構成
 308 : 平凸レンズ
 310 : 第3の構成
 401 : 光ビーム
 402 : 付加的な光学レンズ
 406 : 半視野角
 408 : 内視鏡像
 410 : オブジェクト・シーン
 412 : 作動距離
 702 : 試料表面
 704 : 密封ウィンドウ
 706 : 遠位端

10

【図1】

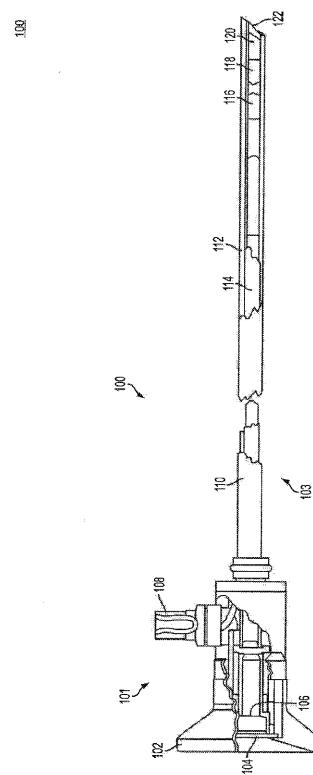


FIG. 1

【図2】

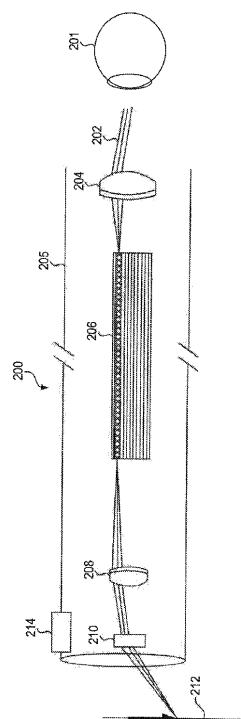
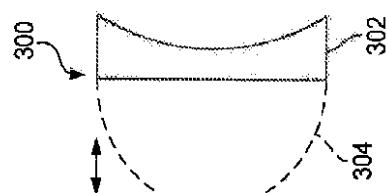


FIG. 2

【図 3 A】



【図 3 C】

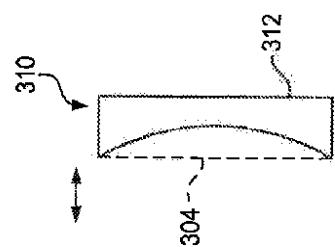


FIG. 3A

FIG. 3C

【図 3 B】

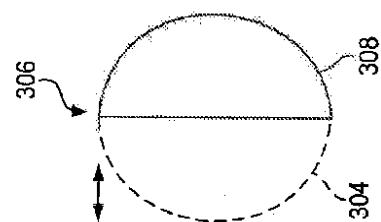


FIG. 3B

【図 4】

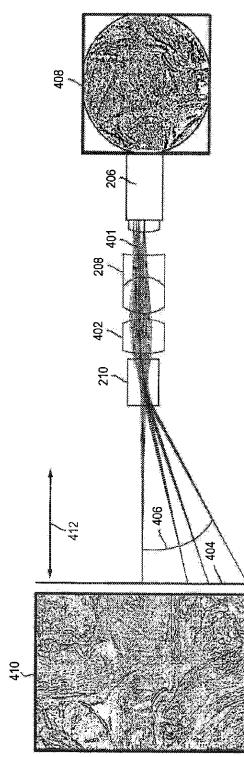


FIG. 4

【図 6】

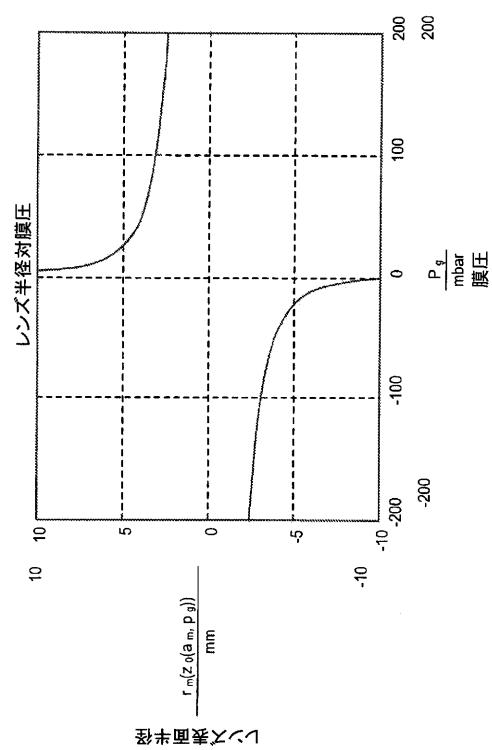


FIG. 6

【図 7 A】

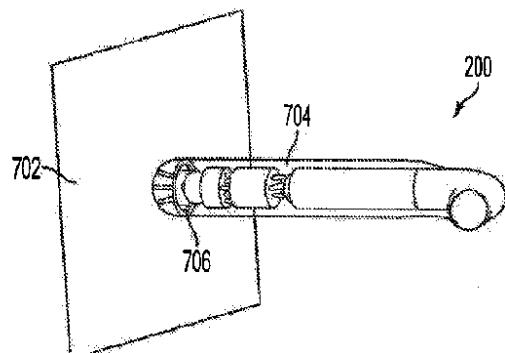


FIG. 7A

【図 7 C】

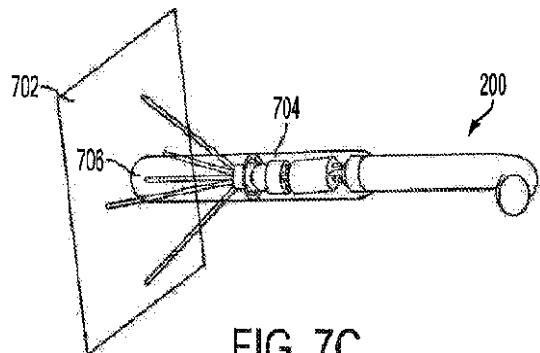


FIG. 7C

【図 7 B】

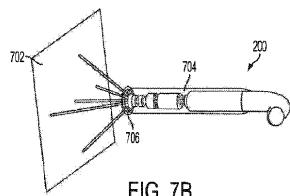
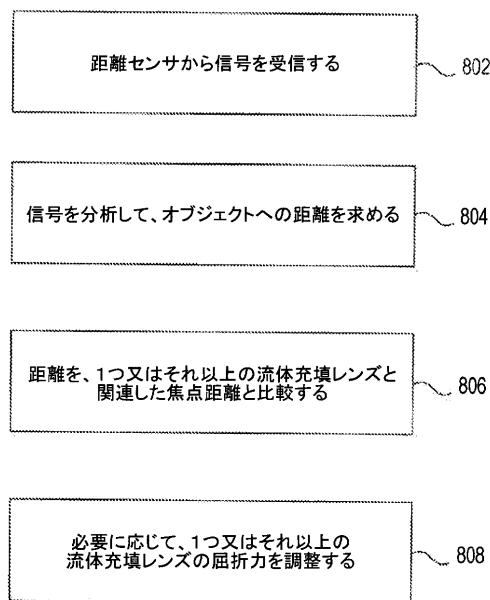


FIG. 7B

【図 8】



【図 5】

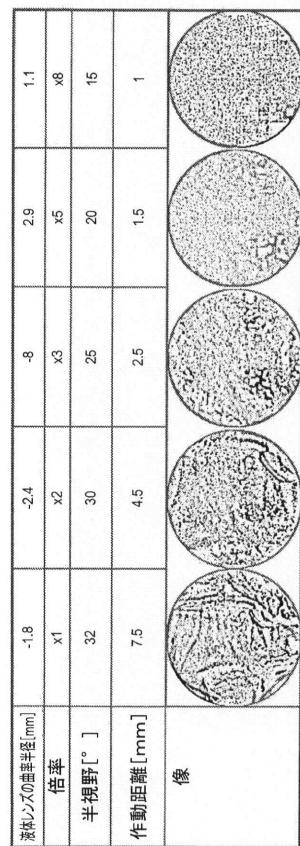


FIG. 5

フロントページの続き

(74)代理人 100095898
弁理士 松下 満

(74)代理人 100098475
弁理士 倉澤 伊知郎

(74)代理人 100123630
弁理士 渡邊 誠

(72)発明者 グプタ アミターヴァ
アメリカ合衆国 バージニア州 24018 ロアノーク フォックス デン ロード 5322

(72)発明者 シュネル ウルバン
スイス ツェーハー3053 ミュンヘンブーフゼー アイヒグートヴェーク 16

(72)発明者 イーガン ウィリアム
アメリカ合衆国 ワイオミング州 83001 ジャクソン ノース ナウリン トレイル 21
05

(72)発明者 ニバウアー リサ
アメリカ合衆国 ニュージャージー州 07078 ショート ヒルズ クレセント プレイス
1

(72)発明者 スタンゴタ フランク
アメリカ合衆国 ニュージャージー州 08807 ブリッジウォーター マッケイ ドライヴ
9

(72)発明者 ソーヴェ ジュリアン
スイス ツェーハー3250 リス プスヴィルシュトラーセ 10

(72)発明者 サン - ギスラン ミケル
スイス ツェーハー3186 デューディンゲン ブルーカーラシュトラーセ 54

審査官 佐藤 高之

(56)参考文献 特開平05-303011(JP, A)
特開2010-012172(JP, A)
米国特許出願公開第2005/0270664(US, A1)
米国特許出願公開第2007/0280626(US, A1)
米国特許第04913536(US, A)
米国特許出願公開第2007/0080280(US, A1)
米国特許出願公開第2004/0097790(US, A1)
米国特許第05684637(US, A)
米国特許第05973852(US, A)
国際公開第2008/078254(WO, A1)
特開2003-289199(JP, A)
特開2002-258166(JP, A)
特開2005-334641(JP, A)
特開平09-243806(JP, A)
特開2008-080117(JP, A)
国際公開第2006/004743(WO, A2)
特開2007-167387(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 B 1 / 00 - 1 / 32

专利名称(译)	基于液体透镜技术的具有可变屈光力的内窥镜		
公开(公告)号	JP6031445B2	公开(公告)日	2016-11-24
申请号	JP2013542177	申请日	2011-12-01
[标]申请(专利权)人(译)	阿德伦丝必康公司		
申请(专利权)人(译)	Adorenzu灯塔公司		
当前申请(专利权)人(译)	Adorenzu灯塔公司		
[标]发明人	グプタアミターヴ シュネルウルバン イーガンウィリアム ニバウアーリサ スタンゴタフランク ソーヴェジュリアン サンギスランミケル		
发明人	グプタ アミターヴ シュネル ウルバン イーガン ウィリアム ニバウアーリサ スタンゴタ フランク ソーヴェ ジュリアン サン-ギスラン ミケル		
IPC分类号	A61B1/00 G02B23/26 G02B3/14		
CPC分类号	A61B1/00096 A61B1/0019 A61B1/002 A61B1/07 G02B3/14 G02B23/243 G02B3/12 G02B23/2438 G02C7/085		
FI分类号	A61B1/00.300.Y G02B23/26.A G02B23/26.C G02B3/14		
代理人(译)	渡边 诚		
优先权	61/418462 2010-12-01 US		
其他公开文献	JP2013545558A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

描述了一种被实现为管道镜或包括一个或多个流体填充透镜的纤维内窥镜的内窥镜。在一个实施例中，可以调节流体填充透镜的光焦度以调节与内窥镜相关的焦距。因此，允许可变的工作距离，同时保持聚焦在内窥镜前面的物体上。内窥镜可包括距离传感器，其用于确定内窥镜与样本之间的距离。处理器可以将测量的距离与一个或多个密封的流体填充透镜的当前光焦度进行比较。处理器可以将信号传输到耦合到一个或多个密封的流体场透镜的一个或多个致动器，以基于比较改变一个或多个密封的流体填充透镜的光学功率。

■ ■ ■ ■

