

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2012-105768
(P2012-105768A)

(43) 公開日 平成24年6月7日(2012. 6. 7)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 3 0 0 Y	2 H 0 4 0
A 6 1 B 1/04 (2006.01)	A 6 1 B 1/04 3 7 2	4 C 0 6 1
G 0 2 B 23/24 (2006.01)	G 0 2 B 23/24 A	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2010-255995 (P2010-255995)	(71) 出願人	306037311
(22) 出願日	平成22年11月16日 (2010. 11. 16)		富士フイルム株式会社
			東京都港区西麻布2丁目26番30号
		(74) 代理人	100075281
			弁理士 小林 和憲
		(72) 発明者	小向 牧人
			神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
			富士フイルム株式会社内
		(72) 発明者	水由 明
			神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
			富士フイルム株式会社内
		Fターム(参考)	2H040 CA04 CA12 CA23 CA24 DA12
			DA15 DA21 DA57 GA02 GA11
			4C061 CC06 DD03 FF40 FF46 FF47
			JJ01 JJ06 LL02 NN01

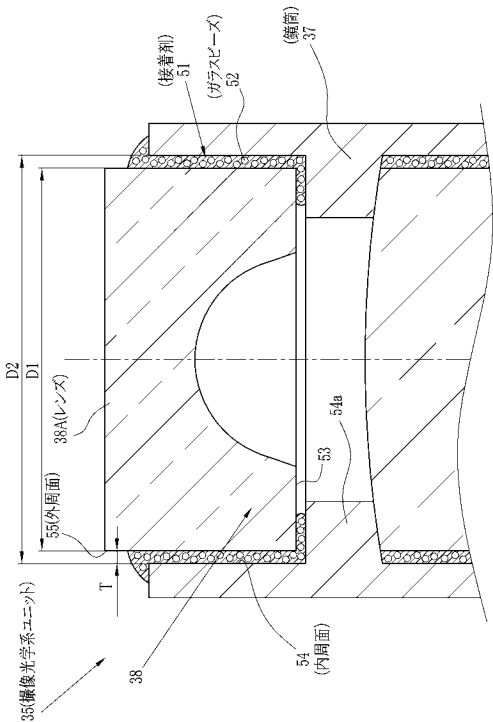
(54) 【発明の名称】 内視鏡用光学系ユニット及び内視鏡並びに内視鏡光学部材用接着剤

(57) 【要約】

【課題】鏡筒に対してレンズを高い精度で調芯することを可能とし、且つコスト上昇を抑える。

【解決手段】撮像光学系ユニット35は、撮像光学系26と、撮像光学系26を保持する鏡筒37とからなる。鏡筒37は、先端硬性部24に取り付けられる。撮像光学系26は、レンズ群38を有する。レンズ群38は鏡筒37の内部に保持される。レンズ群38を構成するレンズ38Aを鏡筒37に接着して固定するとき、ガラスビーズ52を混入させた接着剤51を、レンズ38Aの外周面55と鏡筒37の内周面54との間に生じる隙間Tに流し込む。ガラスビーズ52の粒径は、隙間Tに合わせたものを選択している。

【選択図】図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

内視鏡の挿入部先端部に配される光学系を構成するレンズと、
前記レンズを保持する鏡筒とを備え、
前記鏡筒と前記レンズとの隙間に、ガラスビーズが混入されている接着剤を流し込み、
前記鏡筒に前記レンズを固定することを特徴とする内視鏡用光学系ユニット。

【請求項 2】

前記ガラスビーズは、前記隙間に合わせた粒径であることを特徴とする請求項 1 記載の内視鏡用光学系ユニット。

【請求項 3】

前記ガラスビーズは、市販のガラスビーズを使用することを特徴とする請求項 2 記載の内視鏡用光学系ユニット。

【請求項 4】

前記光学系は、被検体の像光を取り込むための観察光学系であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の内視鏡用光学系ユニット。

【請求項 5】

前記光学系は、被検体内へ照明光を照射するための照明光学系であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の内視鏡用光学系ユニット。

【請求項 6】

被検体内に挿入される挿入部と、前記挿入部の先端部に固定される請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の内視鏡用光学系ユニットとを備えたことを特徴とする内視鏡。

【請求項 7】

内視鏡の挿入部先端部に配される光学系を構成するレンズと、前記レンズを保持する鏡筒との隙間に流し込まれ、前記鏡筒に前記レンズを固定する内視鏡光学部材用接着剤であって、前記隙間に合わせた粒径のガラスビーズが混入されていることを特徴とする内視鏡光学部材用接着剤。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、被検体内を観察、または照明光を被検体内の被観察部位に照射するための内視鏡用光学系ユニット及び内視鏡並びに内視鏡光学部材用接着剤に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、医療分野において、内視鏡を利用した診断が広く普及している。内視鏡は、被検体内に挿入される挿入部の先端部に、被検体の像光を取り込むための観察光学系と、被検体に向けて照明光を照射するための照明光学系とを備えている。観察光学系を構成する複数のレンズは、それぞれ正又は負の屈折力を有しており、鏡筒に保持されて挿入部先端部に固定される。このため、観察光学系を構成する複数のレンズを鏡筒に対して調芯して固定することが求められる。特に、電子内視鏡では、観察光学系が取り込んだ被検体内の像が撮像面に結像されるように、観察光学系を保持する鏡筒の後方に CCD などの撮像素子が配置されるため、鏡筒に対して観察光学系の各レンズを高い精度で調芯することが求められる（特許文献 1 参照）。

【0003】

また、内視鏡は、光源装置からの照明光を照明光学系に導光するライトガイドが挿通され、ライトガイドの先端に照明光学系が配置される。これにより、ライトガイドによって導光された照明光が照明光学系に送られる。ライトガイドから送られた照明光を効率良く照射するため、照明光学系においても調芯を行って鏡筒に固定することが必要となる。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

10

20

30

40

50

【特許文献１】特開２０１０－２０１０２３号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

内視鏡の光学系及びこれらを保持する鏡筒に対して、調芯の精度を向上させるには、鏡筒の内径及びレンズの外径の寸法公差を小さく設定し、隙間を可能な限り無くした鏡筒及び各レンズを互いに嵌合させて調芯する構成が考えられる。しかしながら、内視鏡の光学系のような小さいレンズや鏡筒では、寸法公差を小さく加工する工程にコストがかかり、内視鏡のコスト上昇の原因となる。

【０００６】

本発明は、上記課題を鑑みてなされたものであり、鏡筒に対してレンズを高い精度で調芯することを可能とし、且つコスト上昇を抑えた内視鏡用光学系ユニット及び内視鏡並びに内視鏡光学部材用接着剤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】

本発明の内視鏡用光学系ユニットは、内視鏡の挿入部先端部に配される光学系を構成するレンズと、前記レンズを保持する鏡筒とを備え、前記鏡筒と前記レンズとの隙間に、ガラスビーズが混入されている接着剤を流し込み、前記鏡筒に対して前記レンズを固定することを特徴とする。

【０００８】

前記接着剤に混入するガラスビーズは、前記隙間に合わせた粒径であることが好ましい。また、ガラスビーズは、市販のガラスビーズを使用することが好ましい。

【０００９】

前記光学系は、被検体の像光を取り込むための観察光学系であることが好ましい。あるいは、前記光学系は、被検体内へ照明光を照射するための照明光学系であることが好ましい。

【００１０】

本発明の内視鏡は、被検体内に挿入される挿入部と、前記挿入部の先端部に固定される請求項１～５のいずれか１項に記載の内視鏡用光学系ユニットとを備えたことを特徴とする。

【００１１】

本発明の内視鏡光学部材用接着剤は、内視鏡の挿入部先端部に配される光学系を構成するレンズと、前記レンズを保持する鏡筒との隙間に流し込まれ、前記鏡筒に前記レンズを固定する内視鏡光学部材用接着剤であって、前記隙間に合わせた粒径のガラスビーズが混入されていることを特徴とする。

【発明の効果】

【００１２】

本発明によれば、内視鏡の挿入部先端部に配される光学系を構成するレンズと、レンズを保持する鏡筒との隙間に、ガラスビーズが混入されている接着剤を流し込み、鏡筒に対してレンズを固定しているので、鏡筒に対してレンズを高い精度で調芯しながら、コスト上昇を抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【００１３】

【図１】電子内視鏡システムの構成を示す外観図である。

【図２】電子内視鏡の先端部の平面図である。

【図３】電子内視鏡の先端部の構成を示す要部断面図である。

【図４】光学系ユニットの構成を示す分解斜視図である。

【図５】接着剤に混入するガラスビーズの粒径分布の一例を示す分布図である。

【発明を実施するための形態】

【００１４】

10

20

30

40

50

図 1 に示すように、電子内視鏡システム 1 1 は、電子内視鏡 1 2、プロセッサ装置 1 3、光源装置 1 4、及び送気・送水装置 1 5 などから構成されている。送気・送水装置 1 5 は、光源装置 1 4 に内蔵され、エアーの送気を行う周知の送気装置（ポンプなど）1 5 a と、光源装置 1 4 の外部に設けられ、洗浄水を貯留する洗浄水タンク 1 5 b から構成されている。電子内視鏡 1 2 は、被検者の体内に挿入される可撓性の挿入部 1 6 と、挿入部 1 6 の基端部分に接続された操作部 1 7 と、プロセッサ装置 1 3 及び光源装置 1 4 に接続されるコネクタ 1 8 と、操作部 1 7 とコネクタ 1 8 との間を繋ぐユニバーサルコード 1 9 とを有する。

【0015】

挿入部 1 6 は、その先端に設けられ、被検体内撮影用の撮像素子としての CCD 型イメージセンサ（図 3 参照。以下、CCD という）4 2 等が内蔵された先端部 1 6 a と、先端部 1 6 a の基端に連設された湾曲自在な湾曲部 1 6 b と、湾曲部 1 6 b の基端に連設された可撓性を有する可撓管部 1 6 c とからなる。

【0016】

コネクタ 1 8 は複合タイプのコネクタであり、プロセッサ装置 1 3、及び光源装置 1 4、送気・送水装置 1 5 がそれぞれ接続されている。操作部 1 7 には、湾曲部 1 6 b を上下左右に湾曲させるためのアングルノブ 2 1 や先端部 1 6 a からエアー、水を噴出させるための送気・送水ボタン 2 2 といった操作部材が設けられている。また、操作部 1 7 には、鉗子チャンネル（図 3 参照）3 2 に電気メス等の処置具を挿入するための鉗子口 2 3 が設けられている。

【0017】

プロセッサ装置 1 3 は、光源装置 1 4 と電氣的に接続され、電子内視鏡システム 1 1 の動作を統括的に制御する。プロセッサ装置 1 3 は、ユニバーサルコード 1 9 や挿入部 1 6 内に挿通された伝送ケーブルを介して電子内視鏡 1 2 に給電を行い、CCD 4 2 の駆動を制御する。また、プロセッサ装置 1 3 は、伝送ケーブルを介して CCD 4 2 から出力された撮像信号を取得し、各種画像処理を施して画像データを生成する。プロセッサ装置 1 3 で生成された画像データは、プロセッサ装置 1 3 にケーブル接続されたモニタ 2 0 に観察画像として表示される。

【0018】

図 2 及び図 3 に示すように、先端部 1 6 a は、先端硬性部 2 4 と、この先端硬性部 2 4 の先端側に装着される先端保護キャップ 2 5 と、撮像光学系 2 6（観察光学系）、照明光学系 2 7 A、2 7 B、鉗子出口 2 8、及び送気・送水用ノズル 2 9 を備える。先端硬性部 2 4 は、ステンレス鋼等の金属からなり、長手方向に沿って複数の貫通孔が形成されている。この先端硬性部 2 4 の各貫通孔に撮像部 3 0、ライトガイド 3 1、鉗子チャンネル 3 2 などの各種部品が嵌合して固定されている。先端硬性部 2 4 の後端は、湾曲部 1 6 b を構成する先端の湾曲駒 3 3 に連結されている。また、先端硬性部 2 4 の外周には、外皮チューブ 3 4 が被覆される。

【0019】

先端保護キャップ 2 5 は、ゴムまたは樹脂等からなり、先端硬性部 2 4 に保持された各種部品に対応した位置に貫通孔が形成されている。図 3 に示すように、先端保護キャップ 2 5 は、貫通孔 2 5 a ~ 2 5 e から撮像光学系 2 6、照明光学系 2 7 A、2 7 B、鉗子出口 2 8、及び送気・送水用ノズル 2 9 等を露呈させている。一対の照明光学系 2 7 A、2 7 B は、撮像光学系 2 6 を挟んで対称な位置に配されている。

【0020】

図 3 に示すように、撮像部 3 0 は、撮像光学系ユニット 3 5 と、撮像素子ユニット 3 6 とが一体に設けられている。撮像光学系ユニット 3 5 は、体腔内（被検体内）の像光を取り込むための撮像光学系 2 6（観察光学系）と、撮像光学系 2 6 を保持する鏡筒 3 7 とからなる。鏡筒 3 7 は、先端部 1 6 a の中心軸に撮像光学系 2 6 の光軸が平行となるように先端硬性部 2 4 に取り付けられる。

【0021】

10

20

30

40

50

撮像光学系 26 は、レンズ群 38 と、プリズム 39 とから構成され、レンズ群 38 は鏡筒 37 の内部に保持され、プリズム 39 は鏡筒 37 の基端側に固定される。この撮像光学系 26 は、レンズ群 38 のうち、最も先端側に位置するレンズ 38 A が先端部 16 a の先端面、すなわち先端保護キャップ 25 の貫通孔 25 a から露呈する。プリズム 39 は、その入射面が鏡筒 37 に接続されている。

【0022】

撮像素子ユニット 36 は、プリズム 39 の出射面に接続されているカバーガラス 40、四角枠状のスペーサ 41、CCD 42、回路基板 43 等からなる。CCD 42 は、スペーサ 41 を介してカバーガラス 40 の下部に取り付けられている。

【0023】

CCD 42 には、受光部 44 が表面に設けられる。CCD 42、スペーサ 41、およびカバーガラス 40 は、接着剤で互いに接着されて組み付けられる。スペーサ 41、およびカバーガラス 40 で囲まれた密閉空間内に受光部 44 が収容され、塵埃や水等の侵入から受光部 44 が保護される。

【0024】

CCD 42 の後端には、回路基板 43 が取り付けられている。回路基板 43 は、CCD 42 と電氣的に接続される。回路基板 43 には、例えば、CCD 42 を駆動させるための駆動信号を伝達する回路、CCD 42 からの撮像信号をデジタル化する等の信号処理を施すための回路、撮像信号をプロセッサ装置に転送するための回路等が実装されている。

【0025】

回路基板 43 の後端部には、複数の電極パッドが設けられており、この電極パッドに信号ケーブル 45 から引き出された信号線 46 が半田付けされている。信号ケーブル 45 は、回路基板 43 とプロセッサ装置 13 との信号の遣り取りを媒介する。

【0026】

ライトガイド 31 は、マルチモードの光ファイバからなり、コネクタ 18 を介して光源装置 14 から供給される照明光を照明光学系 27 A、27 B に導光する。照明光学系 27 A、27 B は、照明光を被検体内に照射するレンズ群からなり、ライトガイド 31 によって導光される光を被検体内に照射する。照明光学系 27 A、27 B は、鏡筒 47 に保持され、先端保護キャップ 25 の貫通孔 25 b、25 c から露呈される。鏡筒 47 は、先端硬性部 24 に固定されている。照明光の照射範囲は、電子内視鏡 12 による撮影範囲と同程度か、これよりも大きく、照明光は観察画像の全面にほぼ均一に照射される。

【0027】

図 4 に示すように、レンズ群 38 を鏡筒 37 に接着して固定するときには、レンズ群 38 の各レンズと鏡筒 37 との隙間に流し込むようにして接着剤 51 を付着させる。レンズ群 38 と鏡筒 37 との接着に使用される接着剤 51 としては、例えば、シリコン系接着剤が用いられる。

【0028】

レンズ群 38 の各レンズと鏡筒 37 との隙間、すなわち、レンズ群 38 の各レンズの外周面と、鏡筒 37 の内周面との寸法差は緩めの設定としている。一方、レンズ群 38 の各レンズは、それぞれ屈折力を有しており、鏡筒 37 に対して高い精度で調芯する必要がある。以下では、レンズ群 38 のうち、主に最先端側のレンズ 38 A を鏡筒 37 に対して調芯する構成について説明する。

【0029】

本実施形態では、ガラスビーズ 52 を混入した接着剤 51 を使用することにより、レンズ 38 A を高い精度で調芯させる。鏡筒 37 には、レンズ 38 A の基端面 53 に合わせた位置に、鏡筒 37 の内周面 54 から突出する突出部 54 a が形成されている。レンズ 38 A を鏡筒 37 に接着するときには、先ず基端面 53 を突出部 54 a に当接させてレンズ 38 A の位置を規制する。そして、ガラスビーズ 52 を混入した接着剤 51 をレンズ 38 A の外周面 55 と鏡筒 37 の内周面 54 との間に生じる隙間 T に流し込むと、隙間 T を埋めるようにガラスビーズ 52 が入り込む。また、ガラスビーズ 52 を混入させた接着剤 51

10

20

30

40

50

は白色に見えるため、接着剤 5 1 の流れ込む様子が容易に視認できるようになる。なお、接着剤 5 1 に混入されるガラスビーズ 5 2 の比率は、接着剤 5 1 の粘性によって適宜決定される。

【0030】

この接着剤 5 1 に混入されるガラスビーズ 5 2 は、レンズ 3 8 A の外周面 5 5 と鏡筒 3 7 の内周面 5 4 との間に生じる隙間 T に合わせた粒径 R を有するものを使用する。レンズ 3 8 A の外径（外周面 5 5 の直径）を D_1 、鏡筒 3 7 の内径（内周面 5 4 の直径）を D_2 とすると、鏡筒 3 7 の内周面 5 4 とレンズ 3 8 A の外周面 5 5 との間に生じる隙間 T は、内径 D_2 と外径 D_1 との差（ $D_2 - D_1$ ）の片側分で、 $(D_2 - D_1) / 2$ となる。この隙間 $T = (D_2 - D_1) / 2$ に合う粒径 R のガラスビーズ 5 2 を使用する。これにより、

10

【0031】

ガラスビーズ 5 2 を混入させた接着剤 5 1 を隙間 T に流し込んで、鏡筒 3 7 に対するレンズ 3 8 A の接着を行うと、隙間 T を埋めるように入り込んだガラスビーズ 5 2 によってレンズ 3 8 A の全周面が囲まれる。これにより、レンズ 3 8 A は、鏡筒 3 7 の中心に向かって押されるように移動して自動的に調芯することができる。レンズ群 3 8 を構成するレンズ 3 8 A 以外のレンズについても鏡筒 3 7 との隙間にガラスビーズ 5 2 を混入させた接着剤 5 1 を流し込むことによって同様に調芯することができる。

20

【0032】

ガラスビーズ 5 2 の粒径 R について、具体例を上げると、鏡筒 3 7 の内径 D_2 とレンズ 3 8 A の外径 D_1 との設計上の差（ $D_2 - D_1$ ）が $20 \sim 60 \mu\text{m}$ （交差を含む値）の場合、隙間 $T = (D_2 - D_1) / 2$ は $10 \sim 30 \mu\text{m}$ で、中心値は $20 \mu\text{m}$ である。そこで、この隙間 T に合わせた粒径 R のガラスビーズ 5 2 の市販品を選択する。図 5 は、上述した隙間 T に合わせるために選択した市販のガラスビーズ 5 2 に含まれる粒径分布の一例を示す。この例では、粒径 R が $3.2 \sim 20 \mu\text{m}$ までのガラスビーズ 5 2 が含まれ、さらに粒径 R の平均である $12 \mu\text{m}$ 前後のガラスビーズ 5 2 が多く含まれている。このような隙間 T に合わせた粒径 R の分布となっている市販のガラスビーズ 5 2 を接着剤 5 1 に混入させると、鏡筒 3 7 に対するレンズ 3 8 A の調芯が高い精度で行われる。なお、接着剤 5 1 に混入させるガラスビーズ 5 2 としては、上述した粒径分布の例に限定されるものではなく、レンズ 3 8 A の外周面 5 5 と鏡筒 3 7 の内周面 5 4 との間に生じる隙間 T の平均寸法以下の粒径 R であればよい。

30

【0033】

上述したように、レンズ群 3 8 の各レンズの外周面と、鏡筒 3 7 の内周面との寸法差を緩めの設定とし、ガラスビーズ 5 2 を混入した接着剤 5 1 を隙間に流し込んでレンズ群 3 8 を鏡筒 3 7 に接着させているので、鏡筒 3 7 やレンズ群 3 8 を加工するコストがかからず、さらに鏡筒 3 7 に対するレンズ群 3 8 の各レンズの調芯を高い精度で行うことが可能であり、コスト上昇を抑えることができる。また、接着剤 5 1 に混入させるガラスビーズ 5 2 として、市販品のガラスビーズを使用することでコスト上昇をさらに抑えることができる。

40

【0034】

さらにまた、ガラスビーズ 5 2 を混入させて白色に見えるようになった接着剤 5 1 は、容易に視認できるようになるため、レンズ群 3 8 の各レンズと鏡筒 3 7 との隙間に充填するように接着剤 5 1 が流れているか否かを確認することができる。

【0035】

上記実施形態では、本発明の光学系ユニットとして撮像光学系ユニット 3 5（観察光学系ユニット）を上げているが、本発明はこれに限るものではなく、照明光学系ユニットにも適用することができる。この場合、照明光学系ユニットを構成する照明光学系 2 7 A，2 6 B は、鏡筒 4 7 に対して、上記実施形態と同様に、各レンズの外周面と、鏡筒 4 7 の

50

内周面との寸法差を緩めの設定とし、ガラスビーズ 5 2 を混入させた接着剤 5 1 を隙間に流し込み、各レンズを鏡筒 4 7 に接着させる。これにより、照明光学系 2 7 A , 2 6 B を構成するレンズを鏡筒 4 7 に対して高い精度で調芯することができる。

【 0 0 3 6 】

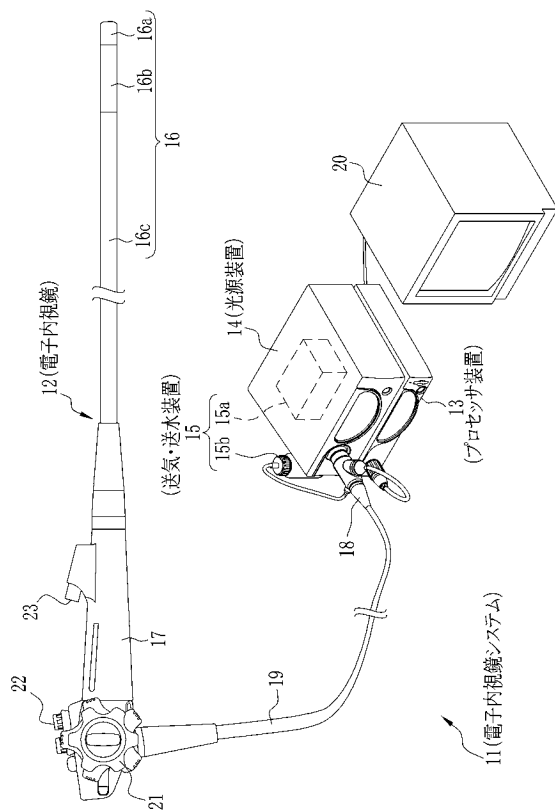
また、上記実施形態においては、撮像素子を用いて被検体の状態を撮像した画像を観察する電子内視鏡を例に上げて説明しているが、本発明はこれに限るものではなく、光学的イメージガイドを採用して被検体の状態を観察する内視鏡にも適用することができる。

【符号の説明】

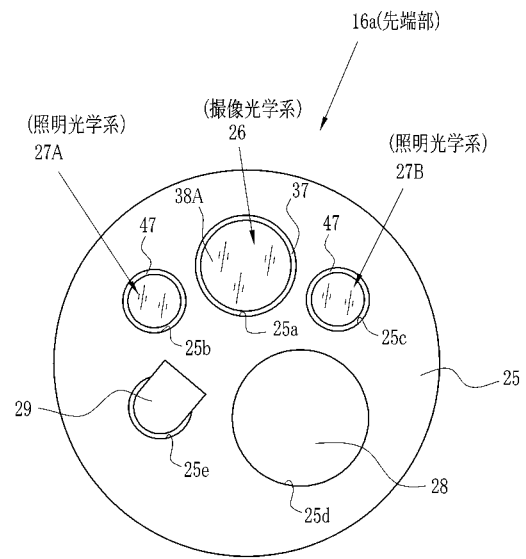
【 0 0 3 7 】

1 1	電子内視鏡システム	10
1 2	電子内視鏡	
1 3	プロセッサ装置	
1 4	光源装置	
1 6	挿入部	
1 6 a	先端部	
2 6	撮像光学系（観察光学系）	
2 7 A , 2 7 B	照明光学系	
3 5	撮像光学系ユニット（観察光学系ユニット）	
3 7	鏡筒	
3 8	レンズ群	20
3 8 A	レンズ	
4 2	C C D	
5 1	接着剤	
5 2	ガラスビーズ	
5 4	内周面	
5 5	外周面	
D 1	外径	
D 2	内径	
T	隙間	

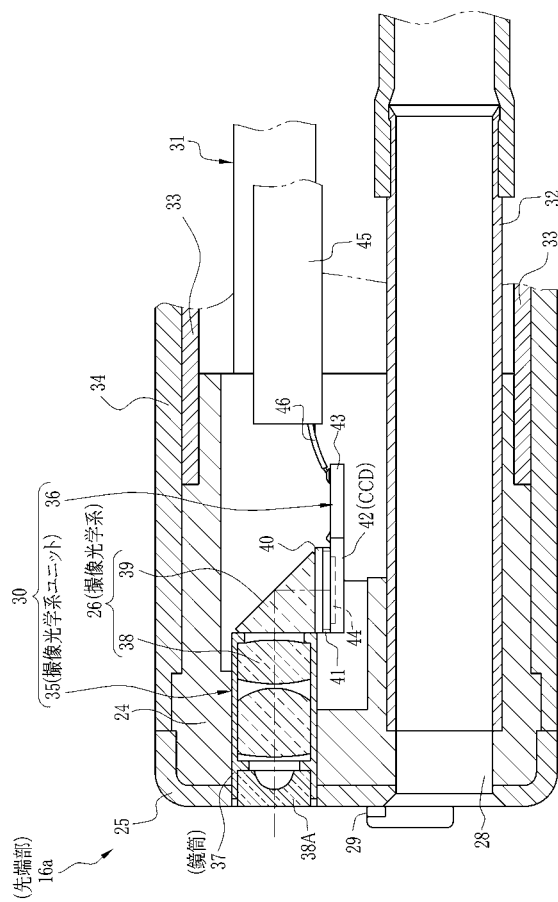
【図 1】



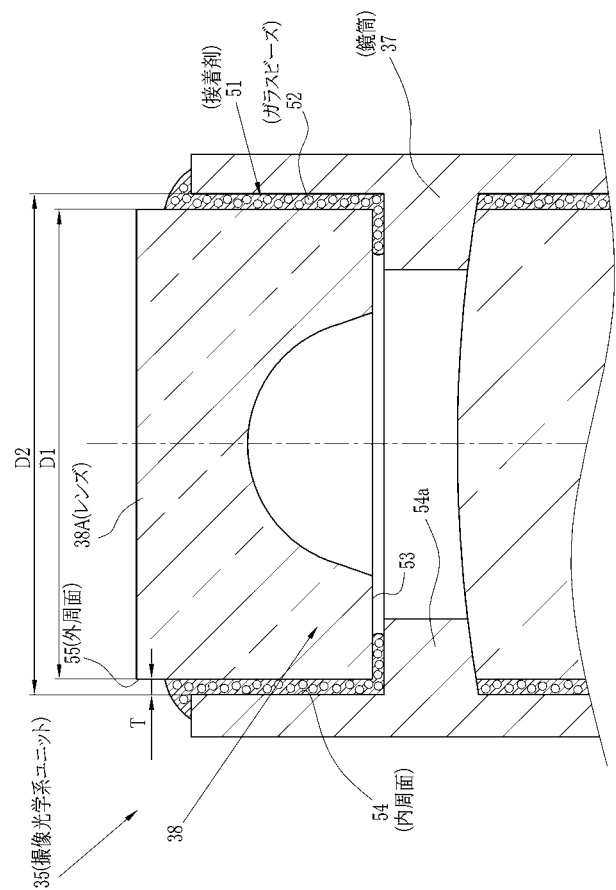
【図 2】



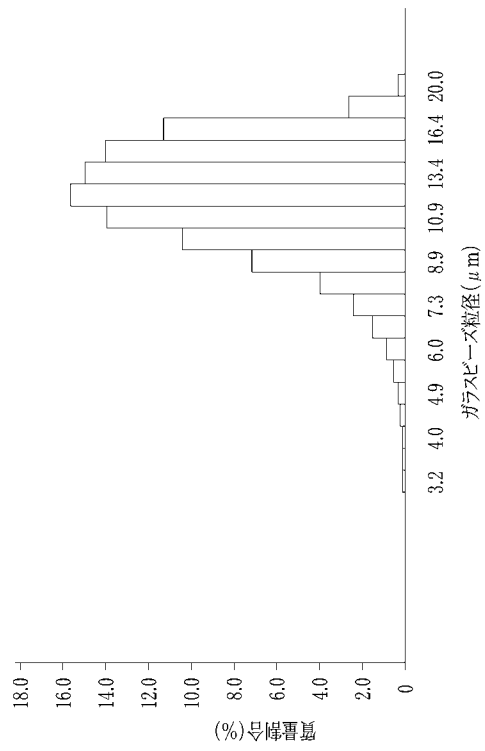
【図 3】



【図 4】



【 図 5 】



专利名称(译)	用于内窥镜和内窥镜的光学系统单元和用于内窥镜光学构件的粘合剂		
公开(公告)号	JP2012105768A	公开(公告)日	2012-06-07
申请号	JP2010255995	申请日	2010-11-16
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
[标]发明人	小向牧人 水由明		
发明人	小向 牧人 水由 明		
IPC分类号	A61B1/00 A61B1/04 G02B23/24		
FI分类号	A61B1/00.300.Y A61B1/04.372 G02B23/24.A A61B1/00.716 A61B1/00.731 A61B1/05 A61B1/07.733		
F-TERM分类号	2H040/CA04 2H040/CA12 2H040/CA23 2H040/CA24 2H040/DA12 2H040/DA15 2H040/DA21 2H040/DA57 2H040/GA02 2H040/GA11 4C061/CC06 4C061/DD03 4C061/FF40 4C061/FF46 4C061/FF47 4C061/JJ01 4C061/JJ06 4C061/LL02 4C061/NN01 4C161/CC06 4C161/DD03 4C161/FF40 4C161/FF46 4C161/FF47 4C161/JJ01 4C161/JJ06 4C161/LL02 4C161/NN01		
代理人(译)	小林和典		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：相对于镜筒高精度地对准透镜并抑制成本的增加。成像光学系统单元包括成像光学系统和保持成像光学系统的镜筒。镜筒37附接到尖端刚性部分24。成像光学系统26具有透镜组38。镜头组38保持在镜筒37的内部。当通过粘接将形成透镜组38的透镜38A固定到镜筒37时，在透镜38A的外周面55与镜筒37的内周面54之间涂布与玻璃珠52混合的粘接剂51。倒入出现的间隙T中。根据间隙T选择玻璃珠52的粒径。[选择图]图4

