

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

内視鏡用の電子ビデオカメラであって、ハウジングとカバーとを備え、前記ハウジングは内部にキャビティを形成し、前記カバー中にはウィンドウが配され、前記ハウジングと前記カバーとは密封接続される、エンクロージャと、

少なくとも1枚のレンズを備えたレンズセルと、前記レンズセルが摺動可能に内部に配置されたレンズセルホルダと、前記レンズセルおよび前記ウィンドウと光学的に連通した画像センサと、前記レンズセルを前記レンズセルホルダに対して軸方向に往復移動させるモータ駆動焦点調節システムと、

前記エンクロージャ上に配され、前記モータ駆動焦点調節システムと電気的に接続し、前記エンクロージャに密封されたスイッチ制御部と、を含み、

前記レンズセルと、前記レンズセルホルダと、前記画像センサと、前記モータ駆動焦点調節システムとは、一つのアセンブリとして前記カバーに接続され、かつ前記キャビティ内部に配置される、ビデオカメラ。

【請求項 2】

請求項1に記載のビデオカメラにおいて、前記キャビティは軸方向の1つのボアによって規定され、前記レンズセルホルダと前記レンズセルと前記画像センサと前記モータ駆動焦点調節システムとは、前記軸方向のボア内部に配されるビデオカメラ。

【請求項 3】

請求項2に記載のビデオカメラにおいて、前記ハウジングは、閉じたハウジング近端と、開いたハウジング遠端とを有し、前記カバーはカバー内面とカバー外面とを有し、前記カバー外面は段付きの環状開口部を規定し、前記ウィンドウは前記段付きの環状開口部中に密封され、前記ウィンドウは光学的に透明であり、前記カバー外面は光学的かつ機械的に内視鏡に接続する、ビデオカメラ。

【請求項 4】

請求項3に記載のビデオカメラにおいて、前記ウィンドウは、前記段付きの環状開口部に溶接されて前記カバーと密封を形成する金属被覆した周辺部を含む、ビデオカメラ。

【請求項 5】

請求項3に記載のビデオカメラにおいて、前記ハウジングの近端は、前記ハウジングに密封接続され前記ハウジングを通って電気通信を可能にするケーブルコネクタを含み、前記キャビティの前記ハウジング近端に隣接した箇所には、前記ケーブルコネクタと電気的に導通した電子コネクタが設けられ、前記モータ駆動焦点調節システムおよび前記画像センサは前記電子コネクタと電気的に導通する、ビデオカメラ。

【請求項 6】

請求項5に記載のビデオカメラにおいて、前記電子コネクタは、前記画像センサの関連電子機器と前記モータ駆動焦点調節システムとに関連付けられた相補型コネクタに電気的に接続される、ビデオカメラ。

【請求項 7】

請求項5に記載のビデオカメラにおいて、前記レンズセルは前記レンズセルに従属するキーをさらに含み、前記レンズセルホルダはキー溝をさらに含み、前記キーは前記キー溝と協働して、前記レンズセルと前記レンズセルホルダとの回転アライメントを維持し、かつ前記レンズセルと前記レンズセルホルダ間の直線移動範囲を制限する、ビデオカメラ。

【請求項 8】

請求項1に記載のビデオカメラにおいて、前記モータ駆動焦点調節システムは、モータおよび関連の駆動要素を含み、前記モータは、前記レンズホルダに接続されて前記レンズセルを前記レンズホルダ内部で直線状に移動させる、ビデオカメラ。

10

20

30

40

50

【請求項 9】

請求項 8 に記載のビデオカメラにおいて、前記モータの関連駆動要素は、前記モータから伸びるモータのドライブシャフト上に配置されたピニオン歯車を含み、前記レンズセルは、前記ピニオン歯車と協働して係合される一連のラック歯を有するギアラックを含み、前記ラック歯は前記ギア歯と密に噛合して、前記ピニオン歯車の回転により前記レンズセルを前記レンズセルホルダ内で長手方向に、光学軸と軸方向に整列して、かつ最小のヒステリシスまたはバックラッシュで移動させる、ビデオカメラ。

【請求項 10】

請求項 1 に記載のビデオカメラにおいて、前記スイッチ制御部は、
ボタンと、電気回路を開閉するセンサスイッチとを含むキーパッドを含み、
前記キーパッドは、前記ボタンと前記センサスイッチとの間に蒸気滅菌可能な密封を維持するようになっている、ビデオカメラ。 10

【請求項 11】

請求項 10 に記載のビデオカメラにおいて、前記キーパッドは、前記ボタンと前記センサスイッチとの間に光学的結合を含む、ビデオカメラ。

【請求項 12】

請求項 10 に記載のビデオカメラにおいて、前記キーパッドは、前記ボタンと前記センサスイッチとの間に磁気的結合を含む、ビデオカメラ。

【請求項 13】

請求項 10 に記載のビデオカメラにおいて、前記キーパッドは、前記ボタンと前記センサスイッチとの間に機械的結合を含む、ビデオカメラ。 20

【請求項 14】

キーパッドであって、
ボタンと、
電気回路を開閉し、前記ボタンとの間で蒸気滅菌可能な密封を維持するセンサスイッチと、
を含むキーパッド。

【請求項 15】

請求項 14 に記載のキーパッドであって、前記ボタンと前記センサスイッチとの間に光学的結合を含む、キーパッド。 30

【請求項 16】

請求項 14 に記載のキーパッドであって、前記ボタンと前記センサスイッチとの間に磁気的結合を含む、キーパッド。

【請求項 17】

請求項 14 に記載のキーパッドであって、前記ボタンと前記センサスイッチとの間に機械的結合を含む、キーパッド。

【請求項 18】

ハウジングとの密封を維持するためのキーパッドであって、指の動きを検知する手段と、その動きを電気信号に変換してハウジング内部で送信する手段と、を含むキーパッド。

【請求項 19】

請求項 18 に記載のキーパッドであって、前記ハウジングに接続された複数のスイッチセンサを含み、前記センサは前記ハウジングに密封されるバリアで覆われている、キーパッド。 40

【請求項 20】

請求項 19 に記載のキーパッドにおいて、前記スイッチセンサは、マルチドームキーパッド (MDK) とキーパッドの電気コネクタとを含み、前記MDKは、圧力感知性をもち指の圧力に応答して電気スイッチを閉じる複数の可撓性のある膜要素を含み、前記MDKは前記ハウジング上に接続され、かつ可撓性のある膜のバリアで前記ハウジングに密封され、前記可撓性のある膜のバリアは指の圧力によって変形してスナップボタンに接触でき、前記電気コネクタは前記モータ駆動焦点調節システムと前記画像センサとを制御する関 50

連電子機器に接続される、キーパッド。

【請求項 2 1】

請求項 1 9 に記載のキーパッドであって、さらにターゲットと、

前記密封バリアを介して前記ターゲットを検知するセンサターゲットと、を含むキーパッド。

【請求項 2 2】

請求項 2 1 に記載のキーパッドにおいて、前記ハウジングは前記キーパッドを収容するハウジング開口部を含み、前記開口部は、寸法の大きな順に一番目の段と二番目の段と三番目の段とを備え、前記キーパッドはセンサベゼル中に設置される複数のスイッチセンサを含み、前記センサベゼルは前記三番目の段と接続する周縁部を有し、前記キーパッドは前記センサを覆う前記二番目の段と密封を形成するバリアをさらに含み、前記キーパッドは、前記一番目の段に接続し、前記センサと協働して整列した複数のターゲットの取付け部となる可撓性のある膜をさらに含み、前記可撓性のある膜は、膜の周囲に配され縁封止部となる隆起した縁部をさらに含み、前記キーパッドは、前記可撓性のある膜上に封止係合して配置され、かつ前記ハウジングに接続される外ベゼルをさらに含み、前記外ベゼルは前記可撓性のある膜の隆起した縁部を圧縮して、流体が侵入しないように前記膜に係合し、前記外ベゼルには各ターゲットに関連した開口が設けられる、キーパッド。

【請求項 2 3】

請求項 2 2 に記載のキーパッドにおいて、前記センサは光入力に応答する光反射型センサスイッチであり、前記バリアは透明材料であり、前記ターゲットは反射材料であり、前記可撓性のある膜に対する指の圧力によって前記ターゲットの位置が変更され、これにより前記ターゲットと前記センサ間の光学的結合が変化し、前記センサは前記光学的結合の変化に応答して電気的接続を開閉する、キーパッド。

【請求項 2 4】

請求項 2 2 に記載のキーパッドにおいて、前記センサは磁束の変化に応答する磁束応答型スイッチであり、前記バリアは非磁性材料であり、前記ターゲットは磁石であり、前記可撓性のある膜に対する圧力によって前記磁石の位置が変更され、これにより前記センサ上の磁束が変化し、前記センサは前記磁束の変化に応答して電気的接続を開閉する、キーパッド。

【請求項 2 5】

請求項 2 2 に記載のキーパッドにおいて、前記センサは容量の変化に応答する容量型センサ回路であり、前記バリアは非導電性のポリマー材料であり、前記ターゲットは、前記容量型センサ回路の容量を変化させる接触を検知する導電性の金属であり、前記容量型センサ回路は容量の変化に応答して電気的接続を開閉する、キーパッド。

【請求項 2 6】

請求項 2 2 に記載のキーパッドにおいて、前記センサは圧力に応答する圧力感知型センサであり、前記バリアは圧力下で曲がる薄いシートであり、前記ターゲットは押しボタンであり、圧力によって前記薄いシートが変形して前記圧力感知型センサ上に圧力をかけ、前記センサは前記圧力の変化に応答して電気的接続を開閉する、キーパッド。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、一般には医療用の内視鏡に関し、より特定的には、内視鏡用の滅菌可能な電子ビデオカメラに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

内視鏡は、人体または動物の体内の臓器および構造の表面の画像を提供するのに使用される医療器具である。本明細書では、「内視鏡」とは、関節鏡、結腸内視鏡、気管支鏡、

10

20

30

40

50

子宮鏡、膀胱鏡、S字結腸鏡、腹腔鏡、および尿道鏡を含むものとするが、これら以外のものでもよい。

【0003】

一般に、内視鏡は、体の穴部または小さな切開部から内部の体腔へ挿入するように設計された中空のシャフトとして構成される挿入部を含む。シャフトの遠端（前端）には、1枚以上のレンズから構成される対物レンズユニットが設置される。対物レンズユニットは、当該レンズによって観察される領域、すなわち「ターゲット」の画像を形成する。このように取得したターゲットの画像は、その後、光学観察装置または電子撮像装置へ送信される。中空のシャフトは、画像を光学観察装置または電子撮像装置へ送るためのリレーレンズ等の光学画像送信装置を含みうるが、必須ではない。

10

【0004】

従来の光学内視鏡は、シャフトの近端（後端）に取り付けられる接眼レンズユニットとして構成される光学観察機能をもつ。接眼レンズユニットは、外科医が画像を直接観察するために、名目上は無限遠に焦点がある。より特定的には、従来の光学内視鏡の対物レンズユニットは通常、当該ユニットから所定距離に位置する被写体またはその他のターゲットの焦点の合った画像を形成するように設計される。この被写体との所定距離は、外科医がもっとも頻繁に要求すると設計者が考える、対物レンズユニットに対する被写体の位置である。さらに、従来の光学内視鏡の光学系全体は、接眼レンズユニットから得られる画像が視準される、つまり名目上無限遠に焦点合わせされるように設計される。外科医が画像を直接観察する際に、目の角膜がこの視準された画像ビームを目の網膜上に焦点合わせするように機能する。

20

【0005】

他のタイプの内視鏡は、ビデオカメラを組み入れたビデオ一体型内視鏡である。ここで「ビデオカメラ」とは固体電子撮像素子を指し、電荷結合素子（C C D）および相補型金属酸化物半導体（C M O S）撮像素子等があるが、これらに限定するものではない。あるビデオ一体型内視鏡では、固体撮像素子は、中空の内視鏡シャフト内部またはシャフトの近端に取り付けられるハウジング内部に設置される。電子撮像素子は、対物レンズユニットから受信した画像を表わす電気信号を発生する。信号は処理されてビデオ信号となり、従来型のテレビモニタまたはヘッドマウント式の表示装置等で映像表示に使用される。このためカメラは、電子撮像素子以外に、電子撮像素子の動作制御およびその出力信号の処理のため1つ以上の回路を含みうる。

30

【0006】

従来の光学内視鏡は、内視鏡の接眼レンズユニットを通過した画像を受信する位置にビデオカメラを取り付けることによってビデオ内視鏡として構成できる（ここで「ビデオカメラ」とは、ビデオカメラを包含し、内視鏡に直接または内視鏡カプラを介して接続するようになっているハウジングを指す）。ビデオカメラは多様な内視鏡とともに使用できるため、外科的処置ごとにビデオ一体型内視鏡を設ける場合に比べて、コストを大幅に節減できる。しかし、従来の接眼レンズユニットの出力画像は一般には視準されており、かつ内視鏡が外科医によって操作される際にターゲット距離が変動するため、ビデオカメラと従来の光学内視鏡との間に焦点調節装置を設けて、接眼レンズユニットを通過した画像が広範囲の撮影距離に対応できるように焦点合わせできることが望ましい。このような焦点調節装置の使用は、画像をカメラの画像面上に正しく焦点合わせした状態で、画像の倍率ひいては視野を変更する効果をもつ。

40

【0007】

公知の焦点合わせカプラは、カプラハウジング内部で往復移動するように設置された焦点調節用レンズセルと、焦点調節用レンズセルに機械的または磁気的に接続され、画像をビデオカメラの電子撮像素子の画像面上に焦点合わせするようにセルを移動させる、ハウジング外部に位置する手動移動可能な駆動手段とを含む。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

【0008】

上記のような、従来の光学内視鏡とともに使用する外部から操作可能な焦点合わせカプラには、どれもいくつかの欠点がある。一例を挙げると、かかる焦点調節カプラが、近接した取り付け面を有する外部から移動可能な要素、例えば手動回転可能な焦点調節リング等を含む限り、近接した取り付け面間の領域に微生物が侵入しうる。このような小領域によって滅菌の問題が生じる。

【0009】

特に蒸気滅菌可能な電子ビデオ内緒鏡では、ハウジングが密封されているため焦点調節システムと直接接触できないので、レンズセル用の焦点調節システムの駆動は困難である。焦点調節の公知の方法には永久磁石を含む回転可能なカラーがあり、この永久磁石が、ハウジング内部の焦点調節システム上の相補する永久磁石と磁気的に結合する。ユーザは、磁気的結合によって外部の焦点調節リングを回転させて、レンズセルを画像センサに対して移動できる。磁気的結合ではハウジングに亀裂が入らないので、密封が維持される。だがこのシステムには欠点がある。例えば、磁気的結合システムはかさばり、焦点精度の維持が困難で、かつ焦点調節リングによる滅菌の問題がある。

【0010】

蒸気滅菌可能なビデオ内視鏡が公知だが、これは密封したハウジング中に画像センサとレンズセルとがOリングを用いて収容され、熱または蒸気による滅菌を繰り返すことで悪影響を受ける。Oリングは古くなると劣化し、密封を崩壊させてしまう。

【0011】

当該技術分野で必要とされているのは、密封され蒸気による滅菌が可能であると同時に、信頼性のある焦点合わせ機構を組み入れる内視鏡用のビデオカメラである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

内視鏡用の電子ビデオカメラの一実施形態は、エンクロージャと、レンズセルと、レンズセルホルダと、画像センサと、モータ駆動焦点調節システムと、スイッチ調節部とを含む。エンクロージャはハウジングとカバーとを含み、ハウジングは内部にキャビティを規定する。カバー中にはウィンドウが配され、ハウジングとカバーとは密封接続するようになっている。レンズセルは少なくとも1枚のレンズを備え、レンズセルはレンズセルホルダ中に摺動可能に配置される。画像センサはレンズセルおよびウィンドウと光学的に連通する。モータ駆動焦点調節システムは、レンズセルを、スイッチ制御部で制御されるレンズセルホルダに対して軸方向に往復移動させるようになっている。スイッチ制御部はエンクロージャの外部から駆動され、エンクロージャに密封される。レンズセルと、レンズセルホルダと、画像センサと、モータ駆動焦点調節システムとは、一つのアセンブリとしてカバーに接続され、キャビティ内部に配置される。

【0013】

キャビティは軸方向の1つのボアで規定され、この軸方向のボア内部に、レンズセルホルダと、レンズセルと、画像センサと、モータ駆動焦点調節システムとが配置されるようになっている。

【0014】

ハウジングは、閉じたハウジング近端と開いたハウジング遠端とを有する。カバーはカバー内面とカバー外面とを有する。カバー外面は段付きの環状開口部を規定する。この段付きの環状開口部中にウィンドウが密封される。ウィンドウは光学的に透明となっている。カバー外面は内視鏡と光学的かつ機械的に接続するようになっている。

【0015】

ハウジング近端は、ハウジングに密封接続されハウジングを通って電気通信ができるようになっているケーブルコネクタを含む。キャビティのハウジング近端に隣接する箇所には、ケーブルコネクタと電気的に導通した電子コネクタが設けられ、モータ駆動焦点調節システムおよび画像センサはこの電子コネクタと電気的に導通している。

【0016】

10

20

30

40

50

モータ駆動焦点調節システムは、モータおよび関連の駆動要素を含む。モータはレンズセルホルダに接続され、レンズセルをレンズセルホルダ内部で直線状に移動させるようになっている。

【0017】

一実施形態では、関連駆動要素は、モータから伸びるモータドライブシャフト上に配置されるピニオン歯車を含む。レンズセルは、ピニオン歯車と協働して係合されるようになっている一連のラック歯を有するギアラックを含む。ラック歯はギア歯と密に噛合するようになっており、ピニオン歯車の回転により、レンズセルをレンズセルホルダ中で長手方向に、光軸と軸方向に整列して、最小のヒステリシスまたはバックラッシュで移動させる。

10

【0018】

他の実施形態では、レンズセルはセルに依存するキーをさらに含み、レンズセルホルダはキー溝をさらに含む。キーはキー溝と協働して、レンズセルとレンズセルホルダとの回転アライメントを維持し、かつこれら二部分間の直線移動範囲を限定するようになっている。

【0019】

スイッチ制御部は、ボタンと、電気回路を開閉するセンサスイッチとを備えたキーパッドを含み、キーパッドはボタンとセンサスイッチとの間に蒸気滅菌可能な密封状態を維持するようになっている。

20

【0020】

一実施形態では、キーパッドはボタンとセンサスイッチとの間に光学的結合を含む。

【0021】

一実施形態では、キーパッドはボタンとセンサスイッチとの間に磁気的結合を含む。

【0022】

他の実施形態では、キーパッドはボタンとセンサスイッチとの間に機械的結合を含む。

【0023】

ハウジングと密封を維持するためのキーパッドの一実施形態は、指の動きを感知する手段と、その動きを電気信号に変換してハウジングへ内部送信する手段とを含む。キーパッドはハウジングに接続された複数のスイッチセンサを含み、これらセンサはハウジングに密封されるバリアで覆われる。

30

【0024】

ハウジングと密封を維持するためのキーパッドの他の実施形態では、スイッチセンサはマルチドームキーパッド(MDK)と、キーパッドの電気コネクタとを含む。MDKは、圧力感知性をもち指の圧力に応答して電気スイッチを閉じる複数の可撓性のある膜要素を含む。MDKはハウジング上に可撓性のある膜のバリアで密封される。可撓性のある膜のバリアは、指の圧力によって変形してスナップボタンに接触できるようになっている。電気コネクタは、モータ駆動焦点調節システムと画像センサとを制御する関連の電子機器に接続するようになっている。

【0025】

ハウジングは、キーパッドを収容するようになっているハウジング開口部を含む。開口部は、寸法の大きなものから順に一番目の段、二番目の段、および三番目の段を備える。キーパッドは、センサの斜面溝(ベゼル)中に設置された複数のスイッチセンサを含み、センサベゼルは三番目の段と接続するようになっている周縁部を有する。キーパッドはさらに、センサを覆う二番目の段と密封を形成するようになっているバリアを含む。キーパッドはさらに、一番目の段に接続し、センサと協働して整列した複数のターゲットの取付け部となる可撓性のある膜を含む。可撓性のある膜はさらに、膜の周囲に配され縁封止部となる隆起した縁部を含む。キーパッドはさらに、可撓性のある膜に封止係合して配置され、かつハウジングに接続されるようになっている外ベゼルを含む。外ベゼルは、可撓性のある膜の隆起した縁部を圧縮して、流体が侵入しないように膜に係合し、外ベゼルには各ターゲットに関連した開口が設けられる。

40

50

【0026】

キーパッドの一実施形態では、センサは光入力に応答する光反射型のセンサスイッチであり、バリアは透明材料であり、ターゲットは反射材料であり、可撓性のある膜に対する指の圧力によってターゲットの位置が変化し、これによりターゲット・センサ間の光学的結合が変化する。センサは光学的結合の変化に応答して電気的接続を開閉する。

【0027】

キーパッドの他の実施形態では、センサは磁束の変化に応答する磁束応答型スイッチである。バリアは非磁性材料であり、ターゲットは磁石である。可撓性のある膜に対する圧力により磁石の位置が変更され、これによりセンサ上の磁束が変化する。センサは磁束の変化に応答して電気的接続を開閉する。

10

【0028】

キーパッドの他の実施形態では、センサは容量の変化に応答する容量型センサ回路である。バリアは非導電性のポリマー材料である。ターゲットは、容量型センサ回路の容量の変化を検知するようになっている導電性金属である。容量型センサ回路は、容量の変化に応答して電気的接続を開閉する。

【0029】

キーパッドの他の実施形態では、センサは圧力に応答する圧力感知型センサである。バリアは圧力下で曲がるようになっている薄いシートである。ターゲットは押しボタンであり、圧力により薄いシートが変形して圧力感知型センサに圧力をかける。センサは圧力の変化に応答して電気的接続を開閉する。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

内視鏡用の蒸気滅菌可能な電子ビデオカメラを提供する。電子ビデオカメラは、画像センサと、レンズセルと、モータ駆動焦点調節システムとが密封状態のハウジングに収容され、熱または蒸気滅菌による悪影響を受けない。同様に、ハウジング中には、耐熱材料から構成した関連の電子機器が収容される。焦点調節システムの電気モータの駆動はハウジング上のキーパッドを介して行われ、キーパッドはオペレータの命令を送信すると同時に、繰り返し行われるオートクレーブ滅菌に耐えることができる密封状態を維持する。

【0031】

図1～図5は、本発明の一実施形態に従う内視鏡ビデオカメラ4の斜視図および断面図である。内視鏡ビデオカメラ4は、従来の光学内視鏡6から延びる光路へ接続するようになっており、これについては後ほど詳述する。

30

【0032】

内視鏡ビデオカメラ4は、エンクロージャ10と、レンズセル20と、画像センサ40と、関連電子機器42と、モータ駆動焦点調節システム30と、スイッチ制御部54と、カバー15と、ケーブルコネクタ44とを含む。エンクロージャ10は、ハウジング11とカバー15とを含む。ハウジング11は、閉じたハウジング近端13と、開いたハウジング遠端14とを有する深いキャビティ12を含む。キャビティ12は、レンズセル20と、レンズセルホルダ21と、画像センサ40と、関連電子機器42と、モータ駆動焦点調節システム30とを包含するようになっている。ハウジング遠端14はカバー15に接続して、レンズセル20とレンズセルホルダ21と画像センサ40と関連電子機器42とモータ駆動焦点調節システム30とをキャビティ12内に密封するようになっている。

40

【0033】

カバー15は、カバー内面16とカバー外面17とを有する。カバー外面17は、段付きの環状開口として構成されるウインドウ開口部18を備え、ここに透明材料からなるウインドウ27が配される。ウインドウ27は、特定の目的に適した任意の透明材料、例えばガラスおよびサファイアから構成されるが、これ以外の材料でもよい。本発明の一実施形態では、ウインドウ27は周辺部を金属被覆したサファイアから構成され、この周辺部がウインドウ開口部18に溶接されてカバー15と密封を形成する。他の実施形態では、ウインドウ27はセメントによって定位置に固定されてカバー15と密封を形成する。ウ

50

インドウ 27、またはレンズのセット 23 の一要素はまた、赤外線（IR）フィルタを含みうる。

【0034】

カバー外面 17 はまた、内視鏡 6 に光学的かつ機械的に接続するようになっている。図 1、図 2、および図 4 を参照すると、カバー外面 17 には、光学内視鏡 6 の接眼レンズ 7 に着脱可能に連結されるようになっているカプラ 19 が設けられる。カプラ 19 を内視鏡 6 に取り付けると、レンズセル 20 および画像センサ 40 の中心軸がインドウ 27 を通って内視鏡 6 の光軸と整列する。

【0035】

カバー 15 は、ハウジング遠端 14 に密封されるようになっている。図 2 の実施形態では、カバー 15 の周辺部とハウジング遠端 14 との間に段付きの接合部 28 が設けられ、溶接によって双方が結合するようになっている。

【0036】

カバー内面 16 は、レンズセルホルダ 21 とレンズセル 20 と画像センサ 40 と関連電子機器 42 とモータ駆動焦点調節システム 30 とを含むアセンブリに接続するようになっている。これは、ハウジング 11 中へ組み入れる前に、インドウ 27 とレンズセル 20 と画像センサ 40 との光路を整列させ確認できるので有利である。また、モータ駆動焦点調節システム 30 の動作もハウジング 11 中へ組み入れる前に確認できる。さらに、画像センサ 40 の動作もハウジング 11 中へ組み入れる前に確認できる。

【0037】

レンズセル 20 とレンズセルホルダ 21 と画像センサ 40 と関連電子機器 42 とモータ駆動焦点調節システム 30 とは、1つのユニットとして連結され、カバー 15 とハウジング 11 とを接続する際にキャビティ 12 中へ挿入される。このように各主要部分を組み付けておくことは、カバー 15 を取り外した際に、レンズセル 20 とレンズセルホルダ 21 と画像センサ 40 と関連電子機器 42 とモータ駆動焦点調節システム 30 とをハウジング 11 から取り出しやすくするので、やはり有利である。

【0038】

一実施形態では、画像センサ 40 は、レンズセルカプラ 22 によってレンズセルホルダ 21 に接続される。レンズセルカプラ 22 は、図 4 に示すように「挿入 - 押込み - 90° 回転」接続によってこれら 2 部分を接続して、光学系 30 を確実に整列させる。

【0039】

ハウジング 11 の近端 13 にはケーブルコネクタ 44 が設けられ、これはキャビティ 1 と電気ケーブル 46 間の接続部かつ密封した電気通路となる（図 1 参照）。ケーブル 46 は、画像センサ 40 を作動し画像センサ 40 からの出力信号を戻す導体と、モータ駆動焦点調節システム 30 のモータ 32 に電力を供給する電線に接続された導体とを含む。

【0040】

キャビティ 12 のハウジング近端 13 に隣接した部分は、ケーブルコネクタ 44 と電気的に導通した電子コネクタ 48、例えば印刷回路板のエッジコネクタソケット等を含むが、これ以外のものでもよい。電子コネクタ 48 は、画像センサ 40 の関連電子機器 42 およびモータ駆動焦点調節システム 30 に接続された相補型コネクタ、例えば印刷回路板のエッジコネクタ等に電気的に接続するが、これ以外のコネクタでもよい。

【0041】

画像センサ 40 は、固体撮像素子である。このような固体撮像素子には、図 2 および図 4 に概略図を示す電荷結合素子（CCD）および相補型金属酸化物半導体（CMOS）撮像素子等があるが、これら以外のものでもよい。画像センサ 40 は、レンズセル 20 から受信した画像を表わす電気信号を発生する。信号は処理されてビデオ信号となり、従来型のテレビモニタまたはヘッドマウント式ビデオ表示装置等で映像表示に用いられる。このため画像センサ 40 に加えて、ビデオカメラ 4 は、画像センサ 40 の動作を制御し、その出力信号を処理する 1 つ以上の回路を含んでもよい。

【0042】

10

20

30

40

50

レンズセル20は、レンズセルホルダ21中に摺動可能に配置されるようになっている。レンズセルホルダ中でレンズセルが移動できる距離は、レンズセル20の移動距離として規定される。レンズセル20は一般には中空の円筒であり、レンズセル20中に配置かつ固定されるレンズのセット23を含む。図2および図4に示す実施形態では、レンズのセット23は、互いの光軸が整列した3枚のレンズ24を含む。レンズのセット23のレンズ24の枚数、構成、および間隔は、本発明では重要ではない。レンズ24は、内視鏡を通過した光像を画像センサ40の画像面上に明確に焦点合わせするようになっており、これについて次に説明する。

【0043】

従来の光学内視鏡6を上述した内視鏡ビデオカメラ4のカプラ19に接続し、かつ内視鏡6がその名目上(設計上)の撮影距離に位置決めされると、内視鏡6の近端(後端)からでた画像は視準され、ここでレンズ24は、キャビティ12内部に収容されレンズセル20の光路に整列した画像センサ40の画像面上に画像を焦点合わせするように機能する。レンズ24は、レンズセル20がレンズセル移動距離の両端からほぼ等距離にある場合に、内視鏡6からの視準された(すなわちほぼ無限遠に焦点合わせされた)ビームが、画像センサ40上にきちんと焦点合わせされるように設計してもよい。もし内視鏡6がこれ以外の撮影距離に配置されていれば、内視鏡6を通過した画像は、撮影距離に応じて分散または収束する。レンズ24は、内視鏡6を通過した画像を広範な撮影距離にわたって画像センサ40の画像面上に焦点合わせするように構成される。倍率と視野(逆相関関係にある)は撮影距離に依存するので、ビデオカメラ4は、撮影距離の変更による広範囲の倍率と視野について正確に焦点合わせされた画像を提供する。

【0044】

レンズセル20はレンズセルホルダ21中のキー溝26と協働するキー25をさらに含む、またはレンズセルホルダ21がホルダ中のキー溝26と協働するキー25をさらに含み、これらはレンズセル20とレンズセルホルダ21との回転アライメントを維持し、かつレンズセル20の直線移動の範囲を限定するためのものである。図2～図5の実施形態では、レンズセル20は、レンズセル20の軸を横切るように延びるガイドピンとして構成されたキー25を含む。レンズセルホルダ21は、レンズセルホルダ21の軸の長手方向に延びるガイドピンスロットとして構成されたキー溝26を含む。キー25はキー溝26に摺動可能に係合するようになっている。キー溝26は、レンズセルホルダ21内でのレンズセル20の直線移動距離の限界を制御するようになっている。さらに、キー溝26は、レンズセルホルダ21内でのレンズセル20の回転アライメントを制御するようになっている。本発明に従う他の実施形態では、キー25は電気信号を付与する電気スイッチ(図示せず)と協働するようになっており、これは例えば位置インジケータを付勢してモータ駆動焦点調整システム30を制御し、レンズセル20が所定の直線移動の極限を超えないようにする。

【0045】

モータ駆動焦点調節システム30は、モータ32と、歯車等の関連の駆動要素34とを含む。モータ32はレンズセルホルダ21に接続される。一実施形態では、モータ32には、モータのドライブシャフト(図示せず)上に配置されるピニオン歯車38が設けられる。ピニオン歯車38の位置、直径、および歯は、歯車の歯がレンズセル20上に配置されたギアラック38等の外部の溝と噛合するようになっている。図3の実施形態では、レンズセル20の外部表面には、ピニオン歯車38の歯と協働して係合する一連のラック歯からなるギアラック38が設けられる。

【0046】

ラック歯はギア歯と密に噛み合うようになっており、ピニオン歯車38の回転によりレンズセル20をレンズセルホルダ21中で長手方向に、光軸と整列して、ヒステリシスまたはバックラッシュを最小に抑えて移動させる。キー25がキー溝26中に係合することにより、レンズセル20のレンズセルホルダ21に対する回転を防止して、レンズセルホルダ21中で長手方向に移動できるようにする。

10

20

30

40

50

【0047】

上記のピニオン歯車38とギアラック38との組み合わせは、実際には数多くの駆動要素の配置によって代用できるので、本構成に限定するものではない。本発明に従う他の実施形態では、モータ32のドライブシャフトにウォーム歯車を設置して、レンズセル20の外側の溝と係合させる。所定の歯車を含むモータ駆動要素34は、要素がハウジング11内部に設置されていない時にレンズキャリア上の相補ギア歯に連結されるので、組み立てが簡単でより多くのギア要素を選択できる。例えば、モータのドライブシャフト上にウォーム歯車を配置する場合、ウォーム歯車はレンズセル20上のギアラック38と横方向から係合するようになる。ピニオン歯車38がモータのドライブシャフト上に配置される場合は、ピニオン歯車38はレンズセル20上のギアラック38と長手方向から係合できる。

10

【0048】

レンズセル20は、モータ32の動作によって、レンズセルホルダ21中で画像センサ40に対して近位方向または遠位方向に選択的に移動できる。モータ32の動作によるピニオン歯車38の回転運動はギアラック38を介して作用して、レンズセル20をレンズセルホルダ21中で長手方向に移動させる。

【0049】

モータ32は、交流モータでもよいし直流モータでもよい。モータ32は、レンズセルホルダ21中のネジ山を設けた穴(図示せず)へねじ込まれる複数のネジ(図示せず)によってレンズセルホルダ21に接続される。他の手段を用いてモータ32をレンズセルホルダ21に取り付けてもよい。モータ32の電気端子(図示せず)は電源(図示せず)に接続され、キーパッド50を含むスイッチ制御部54によって制御される。

20

【0050】

キーパッド50は、モータ32を駆動し、かつモータ32にレンズセルホルダ20を前方または後方へ選択的に移動させるようになっている。本発明に従う一実施形態では、キーパッド50には2つのスイッチが設けられる。スイッチはモータ32用の電源回路に接続され、1番目のスイッチは閉状態でモータ32を前方へ付勢し、2番目のスイッチは閉状態で後方へ付勢するように働く。カメラの動作回路を手動で制御するために、ハウジング11にこれら以外のスイッチ手段を組み入れてもよい。スイッチの具体的な実施例については、後ほど詳述する。

30

【0051】

上述したように、モータ32の駆動により、ピニオン歯車38を時計回りまたは反時計回りに回転させ、レンズセル20を画像センサ40へ向かって近位方向に、またはセンサから離れるように遠位方向に移動させる。レンズセル20をレンズセルホルダ21に対して約3秒間で約12mm長手方向に移動させるモータ速度/伝動比の構成がよいことが確認されている。

【0052】

図6は、本発明の一実施形態に従ってハウジング11と密封を維持するキーパッド50の断面図である。キーパッド50は、指の動きを感知する手段と、その動きを電気信号に変換して内部でハウジング11に送信する手段とを含む。

40

【0053】

図6の実施形態では、キーパッド50は、ハウジング11に接続される複数のスイッチセンサ55を含み、これらセンサ55はハウジング11に密封されるバリヤ68で覆われる。スイッチセンサ55は、機械的、電気的、化学的、かつ光学的手段等の任意の適当な手段によって指の動きを検知するが、これ以外の手段を用いてもよい。スイッチセンサ55は、オペレータの指の動きを検知し所定の態様で応答して、画像センサ40に関連した電子機器およびモータ駆動焦点調節システム30を制御する。

【0054】

本発明の一実施形態では、スイッチセンサ55は、複数のドームキーパッド(MDK)56と、キーパッドの電気コネクタ57とを含む。MDK56は、圧力感知性をもち、指

50

の圧力に応答して電気スイッチを閉じるスナップボタンまたはバブル（ドーム状構成物）等の複数の可撓性のある膜要素58を含むが、これ以外の要素を用いてもよい。MDK56はハウジング11上に設置される可撓性のある膜バリア59で密封される。この可撓性のある膜バリア59は、指の圧力によって変形し、スナップボタンに接触できるようになっている。電機コネクタ57は、モータ駆動焦点合わせシステム30と画像センサ40とを制御する関連電子機器42に接続される。

【0055】

動作の結合または検知を行う他の実施形態には、光学的結合、磁気的結合、容量結合、圧力結合等がある。本質的には、異なるボタン（スイッチ）の状態を識別して、駆動すべき1つのキーまたはキーの組み合わせを検知可能な任意の機械的、電気的、光学的、さらには化学的手段も、指の動き検知手段として適格であり、スイッチの駆動に利用できる。

【0056】

光センサ／スイッチおよびホール効果センサ／スイッチは、どちらも電力供給を必要とする能動素子であり、従って電流を能動化する。リード磁気センサ／スイッチは電力供給が不要なので、電源から電流を分流しない。

【0057】

図7は、本発明の他の実施形態に従う、ハウジング11と密封状態を維持するキーパッド51の断面図である。センサターゲット60を指で触れる／押すことによってスイッチ動作が行われ、スイッチセンサ55は様々な手段、例えばセンサターゲット60への接近、離反、ホバリング、および横移動、その他の手段により、密封バリア61を介してセンサターゲット60を検知して、スイッチセンサ55をトリガするモードを検出する。密封バリア61は、膜、板、薄壁、ガラス、またはこの目的に適した他の材料から構成できる。

【0058】

図7に示すように、ハウジング11には、キーパッド51を収容するハウジング開口部62が設けられる。開口部62は、寸法の大きなものから順に、一番目の段63、二番目の段64、および三番目の段65の三段からなる一連の段を構成し、以下に説明する各種要素の周縁部を受けるようになっている。

【0059】

キーパッド51は、センサ斜面溝（ベゼル）66中に設置される複数のスイッチセンサ55を含む。センサベゼル66は、三番目の段65に接続するようになっている周縁部67を含む。キーパッド51はさらに、スイッチセンサ55を覆う二番目の段64と密封を形成するようになっているバリア68を含む。キーパッド51はさらに、一番目の段63に接続して、スイッチセンサ55と協働して整列配置される複数のセンサターゲット60の取付け部となる可撓性のある膜69を含む。可撓性のある膜69はさらに、膜69の周囲に配され、膜69の縁部を封止するようになっている隆起した縁部70を含む。キーパッド51はさらに、可撓性のある膜69上に封止係合して配置され、かつ溶接等によってハウジング11に接続される外ベゼル71を含む。外ベゼル71は、可撓性のある膜69の隆起した縁部70を圧縮して、流体が進入しないように膜69に係合するようになっている。外ベゼル71には、各センサターゲット60に関連した外ベゼル開口部72が設けられる。

【0060】

以下の説明では、各種センサ、バリア、ターゲット、およびこれらの各動作モードを定義する。

【0061】

本発明の一実施形態によれば、スイッチセンサは、光入力に応答する光反射型センサスイッチである。バリアは、ガラス、サファイア、および透明プラスチック等の透明材料であるが、これら以外のものでもよい。センサターゲットは、鏡および研磨した金属等の反射材料であるが、これら以外の材料でもよい。可撓性のある膜を指が押圧してセンサターゲットの位置を変え、これによりセンサターゲットとスイッチセンサ間の光学的結合を変

10

20

30

40

50

化させる。スイッチセンサは、光学的結合中の変化に応じて電気的接続を開閉させる。

【0062】

本発明の他の実施形態では、スイッチセンサは磁束応答型スイッチであり、例えば磁束の変化に応答するリードスイッチおよびホール効果スイッチであるが、これ以外のものでもよい。バリアは、アルミニウム、チタン、マグネシウム、300シリーズのステンレス鋼、ガラス、サファイア、およびプラスチック等の非磁性材料であるが、これ以外のものでもよい。センサターゲットは磁石である。可撓性のある膜69を指で押すとこの磁石の位置が変化し、これによりスイッチセンサにかかる磁束に変化が生じる。スイッチセンサは、この磁束の変化に応答して電気的接続を開閉する。

【0063】

本発明の他の実施形態によれば、スイッチセンサは、容量の変化に応答する容量型センサ回路である。バリアは非導電性のポリマー材料である。センサターゲットは、電気的に導通する金属、または指の直接の接触である。指の接触により容量型センサ回路の容量が変化する。容量型センサ回路はこの容量の変化に応答して電気的接続を開閉する。

【0064】

本発明の他の実施形態によれば、スイッチセンサは圧力感知型センサであり、例えば指の圧力に応答するひずみゲージおよびドームスイッチ等であるが、これ以外のものでもよい。バリアは、指の圧力を受けると曲がるようになっている薄いシート状金属またはポリマーである。ターゲットはボタンまたは指の直接の接触である。指の圧力により薄いシートを変形させ、圧力感知型センサ上に圧力をかける。スイッチセンサは圧力の変化に応答して、電気的接続を開閉する。

【0065】

いくつかの実施形態では、可撓性のある膜は、パリレンまたは他の材料、例えばシリコン、ポリエステル等で厚く被覆され水分が入らないようになっている。また、可撓性のある膜はこのように構成されているので、組み立て時にハウジング11と外ベゼル71との間で圧縮されると、密封が形成されて、可撓性のある膜69と密封バリア68および/またはハウジング11との間のスペースに水分が到達しないようになっている。外ベゼル71はハウジング11にシーム溶接されて、ベゼル-ハウジング間のシームを通って水分が入らないようになっている。

【0066】

再び図1を参照すると、ビデオカメラ内視鏡システム2は、上記で説明した内視鏡6の実施形態と同様の電動ビデオカメラ4を組み合わせる。カプラ19は、従来の内視鏡6に着脱可能に結合されるようになっている。一実施形態では、カプラ19には、内視鏡6の近端にネジ接続するようにネジ山が設けられる。他の実施形態では、カプラ19には、内視鏡6に取り付けるための差込式のロックが設けられる。

【0067】

図1～図7に示すビデオカメラ内視鏡システム2を用いれば、外科医は、内視鏡によって取得した画像を、比較的広範な撮影距離にわたってビデオカメラの画像焦点面上に正確に焦点合わせすることもでき、この際、倍率および視野を大幅に変更できるという特徴をもつ。ビデオカメラを焦点合わせするには簡単である。表示装置に表示された取得画像の焦点が合っていないければ、またはもし外科医が撮影距離を増減させて倍率および視野を変更したければ、外科医はモータ32の動作を駆動かつ制御して、モータの出力シャフトを必要に応じて「前方」または「後方」駆動モードに回転させ、表示画像がきちんと焦点合わせされるような方向にレンズセルを移動させる。レンズセルの移動量および移動速度は、モータ速度および伝動方法によって異なる。伝動パラメータは、レンズセルが小さな増分間隔で正確に移動して正しい焦点合わせができるように、事前に決定される。

【0068】

反転可能なモータを動作する周知の任意の装置を本発明に関連して使用することは、本発明の企図する範囲内である。また、本発明の装置を、外科医が観察した画像を正しい焦点に自動的に維持できるオートフォーカスシステム(図示せず)と組み合わせることも企

図される。例えば、出力画像品質を電気的にサンプリングして、モータドライブを動作させる制御信号を付与し、利用可能な光学系で考えうるもっとも明瞭な画像が提示できる方向に焦点調節レンズユニットの位置を調整するオートフォーカスシステムが公知である。焦点調節ドライブの動作制御には、撮影距離を測定する他のオートフォーカスシステムを使用してもよい。オートフォーカスシステムを組み入れた場合は、本発明の実施形態では、上述したキーパッドスイッチは不要である。

【0069】

上述したビデオカメラの各実施形態は、多数の利点を有する。ビデオカメラは密封され、簡単に繰り返し効率的にオートクレーブ滅菌が可能である。また、レンズセルとモータ駆動システムとは光学的かつ機械的に整列し、ハウジング中へ組み入れる前に検査できる。さらに、ビデオカメラは、修理または交換のためにレンズセルおよびモータ駆動システムを取り外すことができる。他の利点は、レンズセルが内部の電気機械的な駆動システムで駆動されているため、手動の焦点調節システムで一般的なクリーニングおよび滅菌しにくいという特徴がないことである。

【0070】

以上、内視鏡ビデオカメラおよびこれを利用したシステムの具体例を説明し例示したが、上記は例示として開示したものであり、本発明を限定するものではない。当該技術者であれば、上記の説明から、レンズセルがハウジング内部で電気機械的に移動可能なビデオカメラを他の多くの光学上の態様に適用可能であると理解できると考える。従って、例えば上述したビデオカメラを内視鏡ではなく光学画像取得装置に接続してもよい。本発明は、前掲の特許請求の範囲によってのみ限定されるものとする。

【図面の簡単な説明】

【0071】

【図1】本発明に従うビデオカメラおよび内視鏡を含む内視鏡システムの斜視図である。

【図2】本発明の一実施形態に従うビデオカメラの側部断面図である。

【図3】図2の実施形態の端部断面図である。

【図4】図2の実施形態のビデオカメラの上部より視た断面図である。

【図5】図4の実施形態の端部断面図である。

【図6】本発明の一実施形態に従う密封されたキーパッドの断面図である。

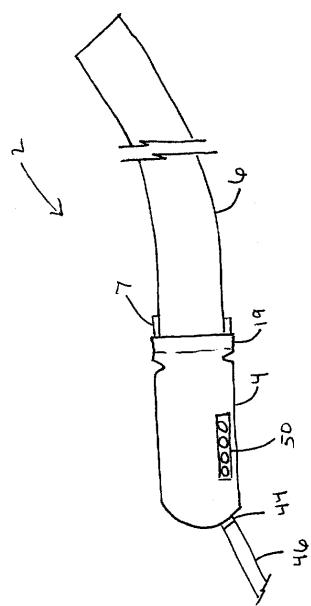
【図7】本発明の一実施形態に従うキーパッドの断面図である。

【符号の説明】

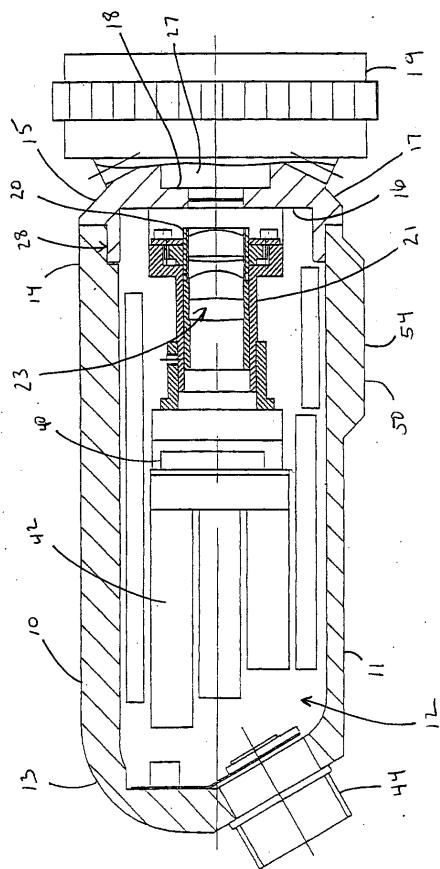
【0072】

10 エンクロージャ、11 ハウジング、12 キャビティ、15 カバー、20 レンズセル、21 レンズセルホルダ、30 モータ駆動焦点調節システム、40 画像センサ、54 スイッチ制御部。

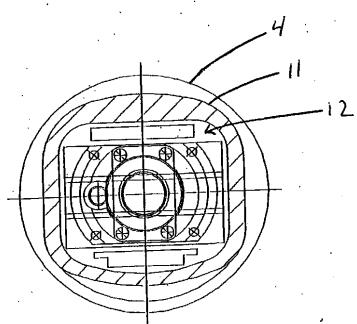
【図1】



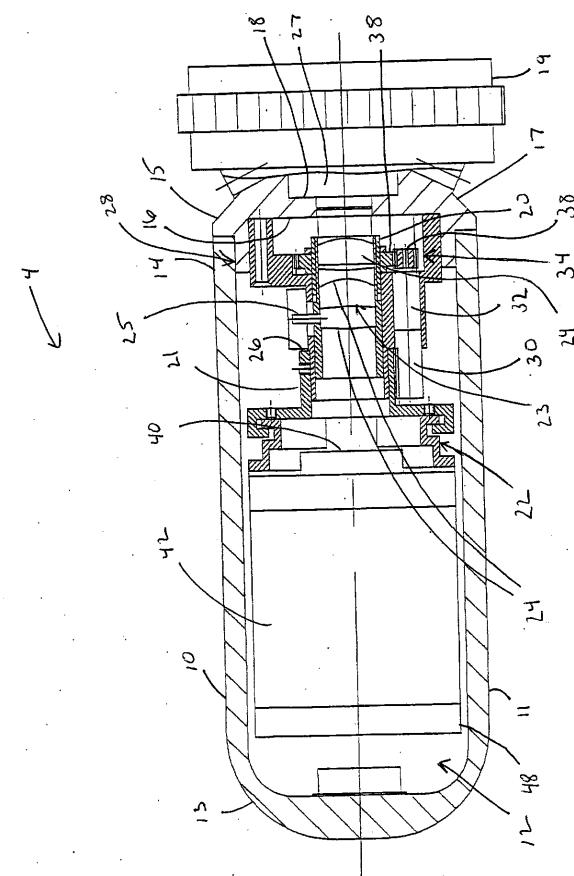
【図2】



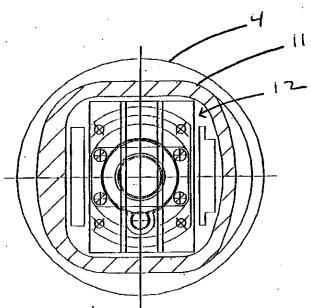
【図3】



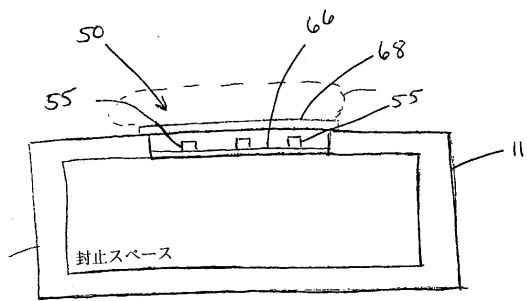
【図4】



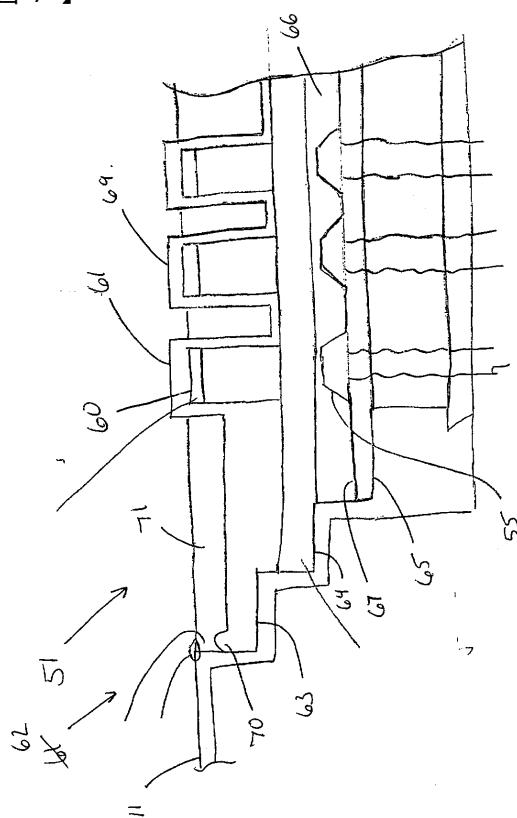
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 タイ リン ファン

アメリカ合衆国 ニューハンプシャー ナッシュア ウィンドメア－ ウェイ 27

(72)発明者 ローレンス ジェームズ セント ジョージ

アメリカ合衆国 マサチューセッツ サドベリー コンコード ロード 752

F ターム(参考) 4C061 AA00 BB02 CC07 FF04 FF12 JJ06 LL03 NN01 PP08 PP13

PP19

5C054 AA05 CC02 CE04 CF05 DA08 EA01 HA12

【外國語明細書】

AUTOCLAVABLE VIDEO CAMERA FOR AN ENDOSCOPE

**Inventors: GREGORY KONSTORUM, TAI LIN FAN and
LAWRENCE ST. GEORGE**

Field

The present invention generally relates to medical endoscopes, and more particularly, to sterilizable electronic video cameras for an endoscope.

Background

Endoscopes are medical devices which are used to provide external images of organs and structures within a human or animal. As used herein, the term "endoscope" includes, but is not limited to, arthroscopes, colonoscopes, bronchoscopes, hysteroscopes, cystoscopes, sigmoidoscopes, laparoscopes and urethrascopes.

Commonly, endoscopes comprise an insertion portion in the form of a hollow shaft that is designed for insertion through a body orifice or a small incision into an internal body cavity. An objective lens unit consisting of one or more lenses is mounted within the shaft at its distal (forward) end. The objective lens unit forms an image of the area that is viewed by it, i.e., the "target". The image of the target so captured is then transmitted to an optical viewing device or to an electronic imaging device. The hollow shaft may, but need not, include optical image transmission apparatus, e.g., a relay lens, for applying the image to the optical viewing device or to the electronic imaging device.

A conventional optical endoscope provides an optical viewing capability in the form of an eyepiece unit that is affixed to the proximal (rear) end of the shaft. The

eyepiece unit is nominally focused to infinity for direct viewing of the image by the surgeon. More specifically, the objective lens unit of a conventional optical endoscope is usually designed so as to form a focused image of an object or other target located at a predetermined target distance therefrom. That predetermined object distance is the object position relative to the objective lens unit which is thought by the designer to be most frequently required by a surgeon. Further, the overall optics system of a conventional optical endoscope is designed so that the image emerging from the eyepiece unit is collimated, i.e., focused nominally to infinity. The cornea of the surgeon's eye acts to focus the collimated image beam on the retina of the surgeon's eye during direct viewing of the image by the surgeon.

Another type of endoscope is an integrated video endoscope that incorporates a video camera. As used herein, the term "video camera" is used to designate a solid state, electronic imaging device, such as, but not limited to, a charge coupled device ("CCD") and complimentary metal oxide semiconductor (CMOS) imaging devices. In some integrated video endoscopes, the solid state imaging device is mounted within the hollow endoscope shaft, or in a housing that is attached to the proximal end of the shaft. The electronic imaging device generates electrical signals representative of the images received from the objective lens unit. Those signals then are processed to generate video signals which are used to create a video display on a conventional TV monitor or a head-mounted video display unit, for example. In this connection, it should be noted that in addition to the electronic imaging device, the camera may comprise one or more circuits

for controlling the operation of the electronic imaging device and processing the electronic imaging device's output signals.

A conventional optical endoscope may be converted to a video endoscope by attaching a video camera to the endoscope in a position to receive the image passed by the eyepiece unit (as used herein the term "video camera" designates a housing that contains a video camera and that is adapted to be connected to an endoscope directly or via an endoscope coupler). The video camera may be used with many different endoscopes, thereby providing significant cost savings over the alternative of providing an integrated video endoscope for each type of surgical procedure. However, since the exit image of the conventional eyepiece unit is generally collimated, and since the target distance will vary as the endoscope is manipulated by the surgeon, it is desirable to provide a focusing device between the video camera and the conventional optical endoscope so that the image passed by the eyepiece unit can be focused so as to accommodate a wide range of object distances. The use of such a focusing device has the effect of changing the magnification, and hence the field of view, of the image, while keeping the image properly focused on the camera image plane.

Known focusing couplers include a focusing lens cell mounted for reciprocal movement within a coupler housing, and a manually movable actuating means located outside of the housing which is mechanically or magnetically coupled to the focusing lens cell for moving the cell so as to focus the image on the image plane of the electronic imaging device of a video camera.

All such externally operable focusing couplers provided for use with conventional optical endoscopes are characterized by several disadvantages. For example, to the extent that such focusing couplers involve externally movable elements having close fitting surfaces, such as manually rotatable focusing rings, the areas between the closely fitting surfaces provide areas into which micro-organisms can enter. These small areas present sterilization issues.

Activation of a focusing system for the lens cell is particularly difficult with steam-sterilizable electronic video endoscopes as the sealed housing precludes direct contact with the focusing system. A known method of focus control includes a rotatable collar that contains permanent magnets that magnetically couple with complimentary permanent magnets on the focusing system within the housing. Through magnetic coupling, the user can move the lens cell with respect to the image sensor by rotating the external focusing ring. Since there is no breach of the housing by the magnetic coupling, the hermetic seal is maintained. However, the foregoing system has disadvantages. For example, the magnetic coupling system is bulky, focus precision can be difficult to maintain, and the focusing ring presents sterilization issues.

Steam-sterilizable electronic video endoscopes are known in which an image sensor and lens cell are housed in a hermetically-sealed housing using O-rings, which are adversely affected by repeated heat or steam sterilization. The O-rings fail over time breaching the hermetic seal.

That is needed in the art is a video camera for an endoscope that is hermetically sealed and allows for steam sterilization while incorporating a reliable focusing mechanism.

Summary

An embodiment of an electronic video camera for an endoscope, comprising an enclosure, a lens cell, a lens cell holder, an image sensor, a motorized focusing system, and switch control. The enclosure comprises a housing and a cover, the housing defining a cavity therein. The cover has a window disposed therein, the housing and cover adapted for hermetic coupling. The lens cell has at least one lens, the lens cell being slidably disposed in the lens cell holder. The image sensor is in optical communication with the lens cell and window. The motorized focusing system is adapted to axially reciprocally move the lens cell relative to the lens cell holder controlled by the switch control. The switch control is activated external to the enclosure and is hermetically sealed therewith. The lens cell, lens cell holder, image sensor, and the motorized focusing system, as an assembly, are coupled to the cover and disposed within the cavity.

The cavity is defined by a single axial bore, wherein the lens cell holder, the lens cell, the image sensor, and the motorized focusing system are adapted to be disposed within the axial bore.

The housing has a housing proximal end that is closed and a housing distal end that is open. The cover has a cover interior side and a cover external side. The cover external side defines a stepped annular aperture. The window is hermetically sealed

within the stepped annular aperture. The window is adapted to be optically transparent. The cover exterior side is adapted to optically and mechanically couple with an endoscope.

The housing proximal end comprises a cable connector hermetically coupled with the housing and adapted to allow electrical communication therethrough. In the cavity adjacent to the housing proximal end are electronic connectors in electrical communication with the cable connector, wherein the motorized focusing system and the image sensor are in electrical communication with the electronic connectors.

The motorized focusing system comprises a motor and associated drive components. The motor is coupled to the lens cell holder and adapted to linearly translate the lens cell within the lens cell holder.

In an embodiment, the associated drive components comprise a pinion gear disposed on a motor drive shaft extending from the motor. The lens cell comprises a gear rack having of a series of rack teeth that are adapted to be cooperatively engaged by the pinion gear. The rack teeth are adapted to mesh closely with the gear teeth so that rotation of the pinion gear will cause the lens cell to move longitudinally in the lens cell holder, in axial alignment with the optical axis, with a minimum of hysteresis or backlash.

In another embodiment, the lens cell further comprises a key depending therefrom, and the lens cell holder further comprises a keyway. The key is adapted to cooperate with the keyway for the retention of rotational alignment of the lens cell relative to the lens cell holder and to limit the range of linear travel there between.

The switch control comprises a keypad having a button and a sensor switch for opening and closing an electrical circuit, the keypad adapted to retain a steam-sterilizable hermetic seal between the button and the sensor switch.

In an embodiment, the keypad comprises an optical coupling between the button and the sensor switch.

In another embodiment, the keypad comprises magnetic coupling between the button and the sensor switch.

In another embodiment, the keypad comprises mechanical coupling between the button and the sensor switch.

An embodiment of a keypad for maintaining a hermetic seal with a housing comprises a means for sensing finger motion and a means for converting that motion to an electric signal transmitted internal to the housing. The keypad comprises a plurality of switch sensors coupled to the housing, the sensors covered with a barrier that is hermetically sealed with the housing.

In another embodiment of a keypad for maintaining a hermetic seal with a housing, the switch sensors comprise a multiple dome keypad (MDK) and keypad electrical connectors. The MDK comprises a plurality of flexible membrane elements that are pressure sensitive and respond to finger pressure to close an electrical switch. The MDK is coupled on the housing and hermetically sealed therewith with a flexible membrane barrier. The flexible membrane barrier is adapted to allow finger pressure to deform the flexible membrane barrier so as to allow contact with snap buttons. The

electrical connectors are adapted to be coupled to associated electronics controlling the motorized focusing system and image sensor.

The housing comprises a housing aperture adapted to accept the keypad. The aperture has a first step, a second step, and a third step, of decreasing dimensions. The keypad comprises a plurality of switch sensors mounted into a sensor bezel, the sensor bezel comprising a peripheral edge adapted to couple with the third step. The keypad further comprises a barrier adapted to provide a hermetic seal with the second step covering the sensors. The keypad further comprising a flexible membrane adapted to couple with the first step and provide an attachment for a plurality of targets disposed in cooperative alignment with the sensors. The flexible membrane further comprises a raised edge disposed about the periphery of the flexible membrane adapted to provide an edge seal. The keypad further comprises an outer bezel adapted to be disposed over the flexible membrane in sealing engagement therewith, and coupled to the housing. The outer bezel is adapted to compress the raised edge of the flexible membrane for fluid tight engagement therewith, the outer bezel is provided with an aperture associated with each of the targets.

In an embodiment of the keypad, the sensor is an optical reflective sensor-switch which responds to an optical input, the barrier is a transparent material, and the target is a reflective material, wherein finger pressure on the flexible membrane changes the position of the target which results in a change in the optical coupling between the target and the sensor. The sensor responds to the change in optical coupling by closing or opening an electrical connection.

In another embodiment of the keypad, the sensor is a magnetic-flux responsive switch which responds to a change in magnetic flux. The barrier is a non-magnetic material, and the target is a magnet. Wherein pressure on the flexible membrane changes the position of the magnet which results in a change in the magnetic flux on the sensor. The sensor responds to the change in magnetic flux by closing or opening an electrical connection.

In another embodiment of the keypad, the sensor is a capacitive sensor circuit which responds to a change of capacitance. The barrier is a polymeric material that is non-conductive. The target is an electrically-conductive metal adapted to sense changes in capacitance at the capacitive sensor circuit. The capacitive sensor circuit responds to the change in capacitance by closing or opening an electrical connection.

In another embodiment of the keypad, the sensor is a pressure sensitive sensor which responds to pressure. The barrier is a thin sheet adapted to flex under pressure. The target is a push button, wherein pressure deforms the thin sheet to allow pressure onto the pressure sensitive sensor. Wherein the sensor responds to the change in pressure by closing or opening an electrical connection.

Brief Description of the Drawings

Fig. 1 is a perspective view of an endoscope system comprising a video camera and an endoscope in accordance with the present invention;

Fig. 2 is a side cross-sectional view of a video camera, in accordance with an embodiment of the present invention;

Fig. 3 is an end cross-sectional view of the embodiment of Fig. 2;

Fig. 4 is a top cross-sectional view of the embodiment of Fig. 2;

Fig. 5 is an end cross-sectional view of the embodiment of Fig. 4;

Fig. 6 is a cross-sectional view of a hermetically sealed keypad, in accordance with an embodiment of the present invention; and

Fig. 7 is a cross-sectional view of a keypad, in accordance with another embodiment of the present invention.

Detailed Description

A steam sterilizable electronic video camera for an endoscope is provided in which an image sensor, lens cell and motorized focusing system is housed in a hermetically sealed housing, which is not adversely affected by heat or steam sterilization. Similarly, the associated electronics is arranged in the housing and is formed of heat resistant material. Activation of an electric motor of the focusing system is via a keypad on the housing that transmits the commands of the operator while retaining a hermetic seal that is capable of withstanding repeated autoclave sterilizations.

Figs. 1-5 are perspective and cross-sectional views, respectively, of an endoscope video camera 4, in accordance with an embodiment of the present invention. The endoscope video camera 4 is adapted for coupling into an optical path extending from a conventional optical endoscope 6, as discussed hereinafter in greater detail.

The endoscope video camera 4 comprises an enclosure 10, a lens cell 20, an image sensor 40, associated electronics 42, motorized focusing system 30, switch control 54, a cover 15, and a cable connector 44. The enclosure 10 comprises a housing 11 and

the cover 15. The housing 11 comprises a deep cavity 12 having a housing proximal end 13 that is closed and a housing distal end 14 that is open. The cavity 12 is adapted to contain the lens cell 20, lens cell holder 21, image sensor 40, associated electronics 42, and the motorized focusing system 30. The housing distal end 14 is adapted to couple with the cover 15 and to hermetically seal the lens cell 20, lens cell holder 21, image sensor 40, associated electronics 42, and the motorized focusing system 30 within the cavity 12.

The cover 15 has a cover interior side 16 and a cover external side 17. The cover external side 17 has a widow aperture 18 in the form of a stepped annular aperture in which is positioned a window 27 of transparent material. The window 27 can be any transparent material suitable for a particular purpose, such as, but not limited to, glass and sapphire. In an embodiment in accordance with the present invention, the window 27 comprises sapphire with a metalized perimeter for welding to the widow aperture 18 to make a hermetic seal with the cover 15. In other embodiments, the window 27 is secured in place by a cement so as to make a hermetic seal with the cover 15. The window 27 or an element of the lens set 23 may also comprise an infrared (IR) filter.

The cover exterior side 17 is also adapted to optically and mechanically couple with an endoscope 6. Referring to Figs. 1, 2 and 4, the cover exterior side 17 is provided with a coupler 19 which is adapted to releasably couple with an eyepiece 7 of an optical endoscope 6. When the coupler 19 is coupled with the endoscope 6, the center axes of the lens cell 20 and image sensor 40 are aligned with the optical axis of the endoscope 6 through the window 27.

The cover 15 is adapted to be hermetically sealed with the housing distal end 14.

In the embodiment of Fig. 2, a stepped joint 28 between the periphery of the cover 15 and the housing distal end 14 is provided that is adapted to be welded together.

The cover interior side 16 is adapted to couple with an assembly comprising the lens cell holder 21, the lens cell 20, the image sensor 40, the associated electronics 42, and the motorized focusing system 30. This is advantageous in that the optical path of the window 27, the lens cell 20 and the image sensor 40 can be aligned and verified prior to assembly into the housing 11. Also, the operation of the motorized focusing system 30 can be verified prior to assembly into the housing 11. Further, the operation of the image sensor 40 can be verified prior to assembly into the housing 11.

The lens cell 20, the lens cell holder 21, the image sensor 40, the associated electronics 42, and the motorized focusing system 30 are coupled as a unit and inserted as a unit into the cavity 12 when the cover 15 is coupled to the housing 11. This combination of features is also advantageous in that it facilitates removal of the lens cell holder 21, the lens cell 20, the image sensor 40, the associated electronics 42, and the motorized focusing system 30 from the housing 11 upon removal of the cover 15.

In an embodiment, the image sensor 40 is coupled to the lens cell holder 21 by a lens cell coupler 22. The lens cell coupler 22 provides an “insert, push in, and 90 degree turn” connection to couple together and ensure alignment of the optical system 30, as shown in Fig. 4.

The proximal end of the housing 11 comprises a cable connector 44 adapted to provide a coupling and hermetically-sealed electrical pass-through from the cavity 12 to

an electrical cable 46 (shown in Fig. 1). The cable 46 contains conductors for operating the image sensor 40 and recovering output signals from the image sensor 40, plus conductors connected to wiring for powering the motor 32 of the motorized focusing system 30.

The cavity 12 adjacent to the housing proximal end 13 comprises electronic connectors 48, such as, but not limited to, printed circuit board edge connector sockets, that are in electrical communication with the cable connector 44. The electronic connectors 48 are adapted to electrically couple with complimentary connectors, such as, but not limited to, printed circuit board edge connectors, associated with the associated electronics 42 of the image sensor 40 and the motorized focusing system 30.

The image sensor 40 is a solid state imaging device. Such solid state imaging devices include, but are not limited to, charged coupled devices (CCD) and complimentary metal oxide semiconductor (CMOS) imaging devices, illustrated schematically in Figs. 2 and 4. The image sensor 40 generates electrical signals representative of the images received from the lens cell 20. Those signals then are processed to generate video signals which are used to create a video display, such as on a conventional TV monitor or a head-mounted video display unit, for example. In this connection, it should be noted that in addition to the image sensor 40, the video camera 4 may comprise one or more circuits for controlling the operation of the image sensor 40 and processing the image sensor's 40 output signals.

The lens cell 20 is adapted to be slidably disposed in the lens cell holder 21. The distance that the lens cell can translate within the lens cell holder 21 is defined as the lens

cell 20 travel. The lens cell 20 is generally a hollow cylinder that comprises a lens set 23 that is disposed in and fixed to the lens cell 20. In the embodiment shown in Figs. 2 and 4, the lens set 23 comprises three lenses 24 having their optical axes aligned therewith. It should be noted that the number, configurations and spacing of the lenses 24 in the lens set 23 is not critical to the invention. The lenses 24 are adapted to sharply focus the optical image passed by the endoscope onto the image plane of the image sensor 40, which will be described below.

If a conventional optical endoscope 6 is coupled to the coupler 19 of an endoscope video camera 4 as described above, and if then the endoscope 6 is positioned at its nominal (designed) object distance, the image passing out of the proximal (rear) end of the endoscope 6 will be collimated, in which case the lenses 24 serve to focus the image onto the image plane of the image sensor 40 contained within the cavity 12 and aligned with the optical path of the lens cell 20. The lenses 24 may be designed so that a collimated beam (i.e., focused substantially to infinity) from the endoscope 6 is sharply focused on the image sensor 40 when the lens cell 20 is approximately equidistant from the opposite ends of the lens cell travel. If the endoscope 6 is disposed at some other object distance, then the image passed by the endoscope 6 will either converge or diverge according to the particular object distance. Lenses 24 are shaped to focus the image passed by the endoscope 6 onto the image plane of the image sensor 40 over a wide range of object distances. Since magnification and fields of view (which are related inversely to each other) are dependent upon the object distance, the video camera 4 provides a sharply

focused image over a wide range of magnifications and fields of view resulting from changes in object distance.

The lens cell 20 further comprises a key 25 adapted to cooperate with a keyway 26 in the lens cell holder 21, or vice versa, for the retention of rotational alignment of the lens cell 20 relative to the lens cell holder 21 and to limit the range of linear travel. In the embodiment of Figs. 2-5, the lens cell 20 comprises a key 25 in the form of a guide pin extending laterally to the axis of the lens cell 20. The lens cell holder 21 comprises a keyway 26 in the form of a guide pin slot extending longitudinally to the axis of the lens cell holder 21. The key 25 is adapted to slidably engage the keyway 26. The keyway 26 is adapted to control the extreme limits of linear travel of the lens cell 20 within the lens cell holder 21. In addition, the keyway 26 is adapted to control the rotational alignment of the lens cell 20 with the lens cell holder 21. In other embodiments in accordance with the present invention, the key 25 is adapted to cooperate with electrical switches (not shown) adapted to provide electrical signals, such as but not limited to, to trigger a position indicator and to control the motorized focusing system 30 to stop further advancement of the lens cell 20 beyond a predetermined extreme of linear advancement.

The motorized focusing system 30 comprises a motor 32 and associated drive components 34, such as gears and the like. The motor 32 is coupled to the lens cell holder 21. In an embodiment, the motor 32 is provided with a pinion gear 38 disposed on a motor drive shaft (not shown). The position, diameter, and the teeth of the pinion gear 38 are adapted so that the gear teeth mesh with external threads, a gear rack 38 and the like, disposed on the lens cell 20. In the embodiment of Fig. 3, the outer surface of the lens

cell 20 is provided with a gear rack 38 consisting of a series of rack teeth that are cooperatively engaged by the gear teeth of the pinion gear 38.

The rack teeth are adapted to mesh closely with the gear teeth so that rotation of the pinion gear 38 will cause the lens cell 20 to move longitudinally in the lens cell holder 21, in axial alignment with the optical axis, with a minimum of hysteresis or backlash. The cooperative engagement of the key 25 in the keyway 26 prevents rotation of the lens cell 20 relative to the lens cell holder 21 while allowing it to move longitudinally in the lens cell holder 21.

It is understood that many drive component arrangements may be utilized to effectively replace the pinion gear 38 and the gear rack 38 combination, and is not limited thereto. In another embodiment in accordance with the present invention, a worm gear is coupled to the drive shaft of the motor 32 and put in cooperative engagement with external threads on the lens cell 20. It is understood that since the motor drive components 34, comprising the predetermined gear, is coupled to the complimentary gear teeth on the lens carrier when the components are not disposed within the housing 11, assembly is made easier and facilitates a greater choice of gear components. By way of example, wherein a worm gear is disposed on the motor drive shaft, the worm gear may be brought into engagement with the gear rack 38 on the lens cell 20 from a lateral direction. And wherein a pinion gear 38 is disposed on the motor drive shaft, the pinion gear 38 may be brought into engagement with the gear rack 38 on the lens cell 20 from a longitudinal direction.

The lens cell 20 can be selectively moved in the lens cell holder 21 in a proximal or distal direction, relative to the image sensor 40, by operation of the motor 32. The rotational movement of the pinion gear 38 by operation of the motor 32 acts through the gear rack 38 teeth to cause longitudinal movement of the lens cell 20 in the lens cell holder 21.

The motor 32 may be an a.c. or d.c. motor. The motor 32 is coupled to the lens cell holder 21 by a plurality of screws (not shown) that are screwed into threaded holes (not shown) in the lens cell holder 21. Other means may be used to couple the motor 32 to the lens cell holder 21. Electric terminals (not shown) of the motor 32 are connected to a power source (not shown) and controlled via the switch control 54 comprising a keypad 50.

The keypad 50 is adapted to activate the motor 32 and also cause it to selectively operate the lens cell 20 in a forward or reverse direction. In an embodiment in accordance with the present invention, two switches are provided in the keypad 50. The switches are connected to the power circuit for the motor 32, with a first switch when closed serving to energize the motor 32 in a forward direction, and a second switch when closed serving to energize the motor 32 in the reverse direction. Additional switch means may be incorporated into housing 11 for the purpose of providing manual control of the camera operating circuits. Specific embodiments of switches are further described below.

As noted above, the motor 32 may be operated to rotate the pinion gear 38 in either a clockwise or a counterclockwise direction, causing the lens cell 20 to move proximally toward the image sensor 40 or distally away from the image sensor 40. It has

been found that a motor speed/gearing ratio arrangement which results in a longitudinal movement of the lens cell 20 relative to the lens cell holder 21 of about 12 mm in about 3 seconds is satisfactory.

Fig. 6 is a cross-sectional view of a keypad 50 which maintains a hermetic seal with the housing 11, in accordance with an embodiment of the present invention. The keypad 50 comprises a means for sensing finger motion and a means for converting that motion to an electric signal transmitted internal to the housing 11.

In the embodiment of Fig. 6, the keypad 50 comprises a plurality of switch sensors 55 coupled to the housing 11, the switch sensors 55 are covered with a barrier 68 that is hermetically sealed with the housing 11. The switch sensors 55 detect finger motion by any suitable means, such as, but not limited to, mechanical, electrical, chemical and optical means. The switch sensors 55 detect the motion of the operator's finger(s) and responds in a predetermined manner to control the electronics associated with the image sensor 40 and the motorized focusing system 30.

In an embodiment in accordance with the present invention, the switch sensors 55 comprise a multiple dome keypad (MDK) 56 and keypad electrical connectors 57. The MDK 56 comprises a plurality of flexible membrane elements 58, such as, but not limited to, snap buttons or bubbles, that are pressure sensitive and respond to finger pressure to close an electrical switch. The MDK 56 is mounted on the housing 11 and hermetically sealed therewith with a flexible membrane barrier 59. The flexible membrane barrier 59 is adapted to allow finger pressure to deform the flexible membrane barrier 59 so as to allow contact with the snap buttons. The electrical connectors 57 are coupled with the

associated electronics 42 controlling the motorized focusing system 30 and image sensor 40.

Other embodiments for providing motion coupling or detection include: optical coupling; magnetic coupling; capacitive coupling; pressure coupling; among others. Essentially, any mechanical, electrical, optical, and even chemical means that are capable of differentiating the states of different buttons (switches) to detect one or a combination of keys that are meant to be activated will be qualified as a motion finger detecting means, and be used to activate the switches.

Both optical sensor/switches and Hall-effect sensor/switches are active components that will need to be powered, and thus take electric current to be alive. Reed magnetic sensor/switches do not need to be powered, and therefore, do not divert electric current from the power source.

Fig. 7 is a cross-sectional view of a keypad 51 which maintains a hermetic seal with the housing 11, in accordance with another embodiment of the present invention. Switching is accomplished by a finger touch/push of a sensor target 60, with the switch sensor 55 sensing the sensor target 60 by various means across the hermetic barrier 61 to detect the mode of triggering the switch sensor 55, including, but not limited to, approaching towards, moving away, hovering, and lateral motion of the sensor target 60. The hermetic barrier 61 can be in the form of a membrane, plate, thin wall, glass, or other suitable material for a particular purpose.

A housing aperture 62 is provided in the housing 11 to accept the keypad 51 as shown in Fig. 7. The aperture 62 provides a series of three steps, a first step 63, a second

step 64, and a third step 65, of decreasing dimensions, so as to accept the peripheral edges of various components described below.

The keypad 51 comprises a plurality of switch sensors 55 mounted into a sensor bezel 66. The sensor bezel 66 comprises a peripheral edge 67 adapted to couple with the third step 65. The keypad 51 further comprises a barrier 68 adapted to provide a hermetic seal with the second step 64 covering the switch sensor 55. The keypad 51 further comprises a flexible membrane 69 adapted to couple with the first step 63 and provide an attachment for a plurality of sensor targets 60 disposed in cooperative alignment with the switch sensor 55. The flexible membrane 69 further comprises a raised edge 70 disposed about the periphery of the flexible membrane 69 adapted to provide an edge seal. The keypad 51 further comprises an outer bezel 71 adapted to be disposed over the flexible membrane 69 in sealing engagement therewith, and coupled to the housing 11 such as, but not limited to, by welding. The outer bezel 71 is adapted to compress the raised edge 70 of the flexible membrane 69 for fluid tight engagement therewith. The outer bezel 71 is provided with an outer bezel aperture 72 associated with each of the sensor targets 60.

The following discussion defines various sensors, barriers, targets and mode of operation for each.

In accordance with an embodiment of the present invention, the switch sensor is an optical reflective sensor-switch which responds to an optical input. The barrier is a transparent material, such as, but not limited to, glass, sapphire and clear plastic. The sensor target is a reflective material, such as, but not limited to, a mirror and polished metal. Finger pressure on the flexible membrane changes the position of the sensor target

which results in a change in the optical coupling between the sensor target and the switch sensor. The switch sensor responds to the change in optical coupling by closing or opening an electrical connection.

In accordance with another embodiment of the present invention, the switch sensor is a magnetic-flux responsive switch, such as, but not limited to, a reed switch and a Hall-effect switch, which responds to a change in magnetic flux. The barrier is a non-magnetic material, such as, but not limited to, aluminum, titanium, magnesium, 300 series stainless steel, glass, sapphire and plastic. The sensor target is a magnet. Finger pressure on the flexible membrane 69 changes the position of the magnet which results in a change in the magnetic flux on the switch sensor. The switch sensor responds to the change in magnetic flux by closing or opening an electrical connection.

In accordance with another embodiment of the present invention, the switch sensor is a capacitive sensor circuit which responds to a change of capacitance. The barrier is a polymeric material that is non-conductive. The sensor target is an electrically-conductive metal or direct finger contact. Finger contact changes the capacitance at the capacitive sensor circuit. The capacitive sensor circuit responds to the change in capacitance by closing or opening an electrical connection.

In accordance with another embodiment of the present invention, the switch sensor is a pressure sensitive sensor, such as, but not limited to, a strain gage and a dome switch, which responds to finger pressure. The barrier is a thin sheet metal or polymer adapted to flex under finger pressure. The target is a button or direct finger contact. Finger pressure deforms the thin sheet to allow pressure onto the pressure sensitive sensor.

The switch sensor responds to the change in pressure by closing or opening an electrical connection.

In some embodiments, the flexible membrane is hard-coated with parylene, or other material such as silicone, polyester, so that moisture won't be able to get through. Also, the flexible membrane is so constructed that it, when compressed between the housing 11 and outer bezel 71 during assembly, a seal is created to seal against moisture from reaching space between flexible membrane 69 and the hermetic seal barrier 68 and/or housing 11. The outer bezel 71 is seam welded to the housing 11 so moisture won't be able to get through via the bezel-housing seam.

Referring again to Fig. 1, the video camera endoscopic system 2 combines the motorized video camera 4 similar to the embodiments described above with an endoscope 6. The coupler 19 is adapted to be releasably coupled to the conventional endoscope 6. In an embodiment, the coupler 19 is threaded for making a screw connection to the proximal end of the endoscope 6. In another embodiment, the coupler 19 is provided with a bayonet type lock, for attaching it to an endoscope 6.

With a video camera endoscopic system 2 as illustrated in Figs. 1-7, a surgeon is able to precisely focus the image captured by an endoscope onto the image focal plane of the video camera over a relatively wide range of object distances, characterized by substantial changes in magnification and fields of view. Focusing the video camera is straightforward. If the captured image displayed by the display device is not in focus or if the surgeon wishes to change magnification and fields of view by increasing or decreasing the object distance, the surgeon activates and controls the operation of motor

32 so as to cause its output shaft to rotate in the "forward" or "reverse" drive mode, as required, to cause the lens cell to move in a direction that will bring the displayed image into sharp focus. The amount and speed of movement of the lens cell will depend upon the motor speed and the gearing. The gearing parameters are predetermined to permit the lens cell to be moved precisely in small increments so as to facilitate sharp focusing.

It is within the contemplation of the present invention that any well known apparatus for operating a reversible motor may be used in association with the present invention. It also is contemplated that the apparatus may be combined with an autofocus system (not shown) which is capable of automatically maintaining the image viewed by the surgeon in sharp focus. For example, autofocus systems are known which electrically sample the output image quality and provide control signals which operate a motor drive, so as to adjust the position of a focusing lens unit in a direction to ensure the presentation of the sharpest image possible with the available optical system. Other autofocus systems which measure object distance may be used to control operation of the focusing device. Embodiments of the present invention that incorporate autofocus systems may not require the need for the keypad switches provided above.

Embodiments of the video camera described above have numerous advantages. The video camera is hermetically sealed and autoclave sterilizable, easily, repeatedly and efficiently. Also, the lens cell and the motor drive system can be optically and mechanically aligned and tested prior to assembly in the housing. Further, the video camera retains the ability to remove the lens cell and the motor drive system for repair or replacement. A further advantage is that the lens cell is driven by an internal

electromechanical drive system, and hence free of hard to clean and sterilize features that are typical of manual focusing devices.

Although specific forms of an endoscope video camera and a system utilizing the same have been described and illustrated herein, it is to be understood that such have been disclosed by way of illustration, rather than by way of limitation. Those skilled in the art will realize from the foregoing specification that a video camera wherein the lens cell is internally electromechanically movable in a housing may be applied in numerous other optical contexts. Thus, for example, the video camera described might be coupled to an optical image capturing device other than an endoscope. It is intended that the present invention be understood as being limited only by the terms of the appended claims.

WHAT IS CLAIMED:

1. An electronic video camera for an endoscope, comprising:
 - an enclosure having a housing and a cover, the housing defining a cavity therein, the cover having a window therein, the housing and cover adapted for hermetic coupling;
 - a lens cell having at least one lens;
 - a lens cell holder, wherein the lens cell is slidably disposed in the lens cell holder;
 - an image sensor in optical communication with the lens cell and window;
 - a motorized focusing system adapted to axially reciprocally move the lens cell relative to the lens cell holder; and
 - switch controls disposed on the enclosure and in electrical communication with the motorized focusing system, the switch controls hermetically sealed with the enclosure, wherein the lens cell, lens cell holder, image sensor, and the motorized focusing system, as an assembly, are coupled to the cover and disposed within the cavity.
2. The video camera of claim 1, wherein the cavity is defined by a single axial bore, wherein the lens cell holder, the lens cell, the image sensor, and the motorized focusing system are adapted to be disposed within the axial bore.
3. The video camera of claim 2, wherein the housing has a housing proximal end that is closed and a housing distal end that is open, the cover having a cover interior side and a cover external side, the cover external side defining a stepped annular aperture, the

window being hermetically sealed within the stepped annular aperture, the window adapted to be optically transparent, the cover exterior side adapted to optically and mechanically couple with an endoscope.

4. The video camera of claim 3, wherein the window comprises a metalized perimeter adapted for welding to the stepped annular aperture to create a hermetic seal with the cover.

5. The video camera of claim 3, wherein the housing proximal end comprises a cable connector hermetically coupled with the housing and adapted to allow electrical communication therethrough, and wherein the cavity adjacent to the housing proximal end comprises electronic connectors in electrical communication with the cable connector, the motorized focusing system and the image sensor in electrical communication with the electronic connectors.

6. The video camera of claim 5, wherein the electronic connectors are adapted to electrically couple with complimentary connectors associated with the associated electronics of the image sensor and the motorized focusing system.

7. The video camera of claim 5, wherein the lens cell further comprises a key depending therefrom, and the lens cell holder further comprises a keyway, the key is adapted to

cooperate with the keyway for the retention of rotational alignment of the lens cell relative to the lens cell holder and to limit the range of linear travel there between.

8. The video camera of claim 1, wherein the motorized focusing system comprises a motor and associated drive components, the motor being coupled to the lens cell holder and adapted to linearly translate the lens cell within the lens cell holder.

9. The video camera of claim 8, wherein the associated drive components comprise a pinion gear disposed on a motor drive shaft extending from the motor, the lens cell comprising a gear rack having of a series of rack teeth that are adapted to be cooperatively engaged by the pinion gear, the rack teeth are adapted to mesh closely with the gear teeth so that rotation of the pinion gear will cause the lens cell to move longitudinally in the lens cell holder, in axial alignment with the optical axis, with a minimum of hysteresis or backlash.

10. The video camera of claim 1, wherein the switch controls comprise:

 a keypad comprising:

 a button; and

 a sensor switch for opening and closing an electrical circuit, the keypad adapted to retain a steam-sterilizable hermetic seal between the button and the sensor switch.

11. The video camera of claim 10, wherein the keypad comprises an optical coupling between the button and the sensor switch.
12. The video camera of claim 10, wherein the keypad comprises magnetic coupling between the button and the sensor switch.
13. The video camera of claim 10, wherein the keypad comprises mechanical coupling between the button and the sensor switch.
14. A keypad comprising:
 - a button; and
 - a sensor switch for opening and closing an electrical circuit that retains a steam-sterilizable hermetic seal between the button and the sensor switch.
15. The keypad of claim 14 wherein the keypad comprises an optical coupling between the button and the sensor switch.
16. The keypad of claim 14 wherein the keypad comprises magnetic coupling between the button and the sensor switch.
17. The keypad of claim 14 wherein the keypad comprises mechanical coupling between the button and the sensor switch.

18. A keypad for maintaining a hermetic seal with a housing, comprising a means for sensing finger motion and a means for converting that motion to an electric signal transmitted internal to the housing.

19. The keypad of claim 18, comprising:

a plurality of switch sensors coupled to the housing, the sensors covered with a barrier that is hermetically sealed with the housing.

20. The keypad of claim 19, wherein the switch sensors comprise a multiple dome keypad (MDK) and keypad electrical connectors, the MDK comprises a plurality of flexible membrane elements that are pressure sensitive and respond to finger pressure to close an electrical switch, the MDK is coupled on the housing and hermetically sealed therewith with a flexible membrane barrier, the flexible membrane barrier adapted to allow finger pressure to deform the flexible membrane barrier so as to allow contact with snap buttons, the electrical connectors are adapted to be coupled to associated electronics controlling the motorized focusing system and image sensor.

21. The keypad of claim 19, further comprising:

a target; and

a sensor target adapted to sense the target across the hermetic barrier.

22. The keypad of claim 21, wherein the housing comprises a housing aperture adapted to accept the keypad, the aperture having a first step, a second step, and a third step, of decreasing dimensions, the keypad comprises a plurality of switch sensors mounted into a sensor bezel, the sensor bezel comprising a peripheral edge adapted to couple with the third step, the keypad further comprising a barrier adapted to provide a hermetic seal with the second step covering the sensors, the keypad further comprising a flexible membrane adapted to couple with the first step and provide an attachment for a plurality of targets disposed in cooperative alignment with the sensors, the flexible membrane further comprising a raised edge disposed about the periphery of the flexible membrane adapted to provide an edge seal, the keypad further comprising an outer bezel adapted to be disposed over the flexible membrane in sealing engagement therewith, and coupled to the housing, the outer bezel is adapted to compress the raised edge of the flexible membrane for fluid tight engagement therewith, the outer bezel is provided with an aperture associated with each of the targets.

23. The keypad of claim 22, wherein the sensor is an optical reflective sensor-switch which responds to an optical input, the barrier is a transparent material, the target is a reflective material, wherein finger pressure on the flexible membrane changes the position of the target which results in a change in the optical coupling between the target and the sensor, the sensor responds to the change in optical coupling by closing or opening an electrical connection.

24. The keypad of claim 22, wherein the sensor is a magnetic-flux responsive switch which responds to a change in magnetic flux, the barrier is a non-magnetic material, the target is a magnet, wherein pressure on the flexible membrane changes the position of the magnet which results in a change in the magnetic flux on the sensor, the sensor responding to the change in magnetic flux by closing or opening an electrical connection.

25. The keypad of claim 22, wherein the sensor is a capacitive sensor circuit which responds to a change of capacitance, the barrier is a polymeric material that is non-conductive, the target is an electrically-conductive metal adapted to sense contact that changes the capacitance at the capacitive sensor circuit, the capacitive sensor circuit responding to the change in capacitance by closing or opening an electrical connection.

26. The keypad of claim 22, wherein the sensor is a pressure sensitive sensor which responds to pressure, the barrier is a thin sheet adapted to flex under pressure, the target is a push button, wherein pressure deforms the thin sheet to allow pressure onto the pressure sensitive sensor, wherein the sensor responds to the change in pressure by closing or opening an electrical connection.

Abstract

Sterilizable electronic video cameras for an endoscope are provided. The electronic video camera comprises an enclosure, a lens cell, a lens cell holder, an image sensor, a motorized focusing system, and switch control. The enclosure comprises a housing and a cover, the housing defining a cavity therein. The cover has a window disposed therein, the housing and cover adapted for hermetic coupling. The lens cell is slidably disposed in the lens cell holder. The image sensor is in optical communication with the lens cell and window. The motorized focusing system is adapted to axially reciprocally move the lens cell relative to the lens cell holder controlled by the switch. The switch control is activated external to the enclosure and is hermetically sealed therewith. The lens cell, lens cell holder, image sensor, and the motorized focusing system, as an assembly, are coupled to the cover and disposed within the cavity.

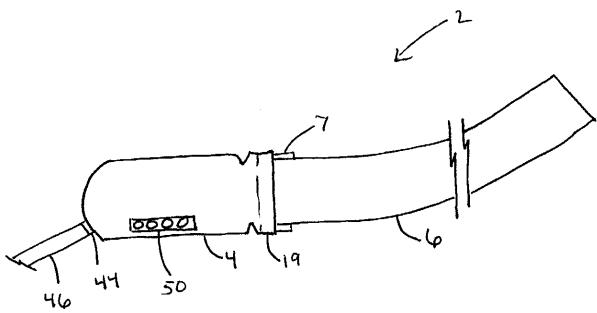


Fig 1

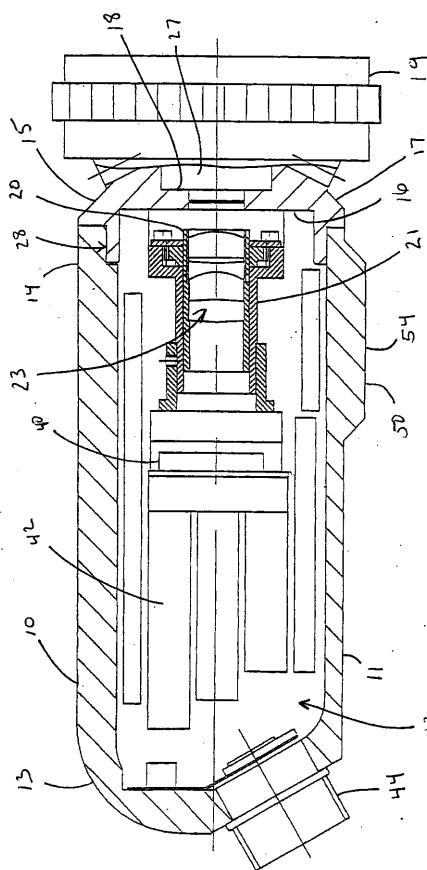


Fig 2.

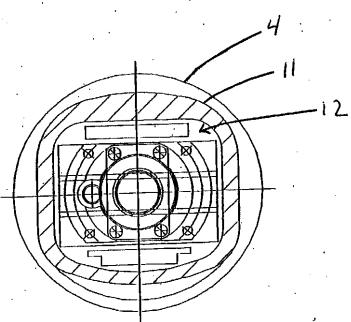
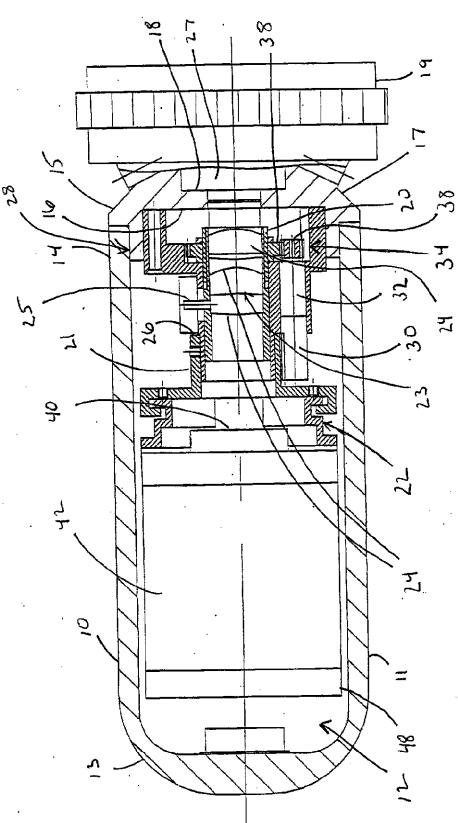


Fig 3



4
Fig

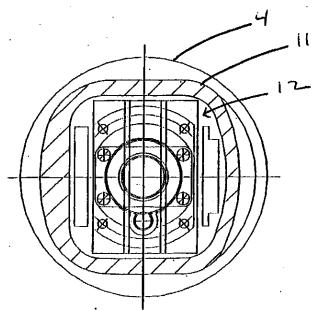


Fig. 5

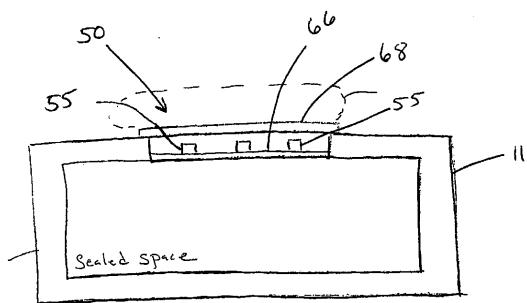
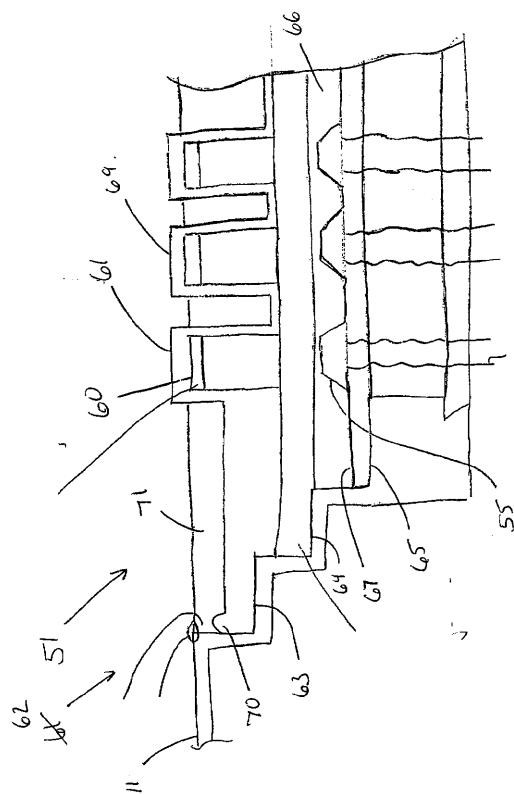


Fig. 6



专利名称(译)	用于内窥镜的高压灭菌可消毒摄像机		
公开(公告)号	JP2005319291A	公开(公告)日	2005-11-17
申请号	JP2005120836	申请日	2005-04-19
[标]申请(专利权)人(译)	代理CMI公司		
申请(专利权)人(译)	代理CMI公司		
[标]发明人	グレゴリー・コンストラム タイ・リン・ファン ローレンス・ジェームズ・セント・ジョージ		
发明人	グレゴリー・コンストラム タイ・リン・ファン ローレンス・ジェームズ・セント・ジョージ		
IPC分类号	A61B1/04 A61B1/00 A61B1/045 A61B1/05 G02B23/24 H04N5/225 H04N7/18		
FI分类号	A61B1/04.370 A61B1/00.300.A H04N7/18.M A61B1/00.710 A61B1/00.716 A61B1/00.733 A61B1/00.735 A61B1/04 A61B1/04.510 A61B1/04.540		
F-TERM分类号	4C061/AA00 4C061/BB02 4C061/CC07 4C061/FF04 4C061/FF12 4C061/JJ06 4C061/LL03 4C061/NN01 4C061/PP08 4C061/PP13 4C061/PP19 5C054/AA05 5C054/CC02 5C054/CE04 5C054/CF05 5C054/DA08 5C054/EA01 5C054/HA12 4C161/AA00 4C161/BB02 4C161/CC07 4C161/FF04 4C161/FF12 4C161/JJ06 4C161/LL03 4C161/NN01 4C161/PP08 4C161/PP13 4C161/PP19		
代理人(译)	吉田健治 石田 純		
优先权	60/563857 2004-04-19 US		
其他公开文献	JP2005319291A5		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供了一种用于内窥镜的可消毒电子摄像机。电子摄像机包括具有壳体和盖的外壳，透镜单元，透镜单元支架，图像传感器，马达驱动的焦点调节系统和开关控制器。壳体在其中形成空腔。在盖中布置有窗口，并且壳体和盖密封地连接。透镜盒可滑动地布置在透镜盒支架中。图像传感器与透镜单元和窗口光学连通。马达驱动的焦点调节系统使镜头单元相对于由开关控制器控制的镜头单元支架轴向地往复运动。开关控制器从机箱外部驱动，并密封在机箱中。镜头盒，镜头盒支架，图像传感器和电动聚焦系统作为单个组件连接到盖子，并安装在腔体中。[选择图]

图2

