(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3540351号
(P3540351)
(45)発行日　平成16年7月7日(2004.7.7)　(24)登録日　平成16年4月2日(2004.4.2)

(51)Int.Cl.[7]　F I
A61B 1/04　A61B 1/04 370

請求項の数 2 (全 37 頁)

(21)出願番号　特願平6-32491
(22)出願日　平成6年3月2日(1994.3.2)
(65)公開番号　特開平7-236610
(43)公開日　平成7年9月12日(1995.9.12)
審査請求日　平成13年2月26日(2001.2.26)

(73)特許権者　000000376
オリンパス株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷２丁目４３番２号
(74)代理人　100076233
弁理士　伊藤　進
(72)発明者　高橋　進
東京都渋谷区幡ヶ谷２丁目４３番２号　オリンパス光学工業株式会社内

審査官　門田　宏

最終頁に続く

(54)【発明の名称】立体視硬性内視鏡

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
被検体内に挿入する挿入部と、
前記挿入部先端内に配置され、一つの光軸を有して物体像を結像させるための対物光学系と、
前記対物光学系と共通の光軸を有しかつ前記対物光学系で結像した物体像を手元側方向に伝達するためのリレー光学系と、
前記対物光学系及びリレー光学系と共通の光軸を有し、前記リレー光学系で伝達された瞳を手元側に結像するための第１次結像光学系と、
互いに視差のある二つの物体像を結像するために、前記第１次結像光学系で結像した射出瞳のうち互いに位置が異なる部分開口からの二つの光束を結像する二つの光学系を有する第２次結像光学系と、
前記第２次結像光学系で結像された前記二つの光束からなる左右の物体像を撮像する二つの撮像手段と、
を有し、
前記第１次結像光学系は、物体像をほぼ無限遠に結像するように構成されていると共に、当該第１次結像光学系を構成する少なくとも一つの光学素子を光軸方向に移動することで、合焦する物体の位置を調整可能に構成されており、前記第２次結像光学系は、前記第１次結像光学系で結像した射出瞳のうち二つの部分開口の光束であって無限遠で集束する光束を前記二つの撮像手段に結像させるようになっており、

さらに前記第２次結像光学系は、前記第１次結像光学系と前記撮像手段との間にあって、プリズムを含まない構成となっていることを特徴とする立体視硬性内視鏡。
【請求項２】
前記第２次結像光学系で結像した二つの像の各大きさφ2に対して、この二つの像の中心間距離ｄ3は、
ｄ3 ≧０．９φ2 となるように構成し、
前記リレー光学系の外径Ｄに対する前記撮像手段の撮像範囲の大きさφ1の比は、
１≧φ１／Ｄ≧０．５となるように構成してある請求項１に記載の立体視硬性内視鏡。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【産業上の利用分野】
本発明は、被写体（物体）内を立体視観察できる立体視硬性内視鏡の改良に関する。
【０００２】
【従来の技術】
近年、外科手術の手技の発達に伴ない従来の開腹手術に換えて硬性内視鏡を使って腹部に小さな穴をあけて腹腔内を観察したり、手術を行う内視鏡下の外科手術が普及してきている。
【０００３】
これまでは、硬性内視鏡とＴＶカメラを組み合わせた装置で観察を行っていたが、奥行き情報がないため手術に時間がかかっていた。しかし、最近になって図２７に示すように、奥行き情報を併せ持った立体視硬性内視鏡が開発されている。
【０００４】
図２７に示す構成の立体視硬性内視鏡２００は、２本の光学系２０１，２０２を並列に硬性内視鏡２０３内に配置し、互いに視差のある左右像をとり込み、それぞれの画像を撮像素子２０４，２０５上に結像する構成になっている。前記撮像素子２０４，２０５の出力信号は、図示しない立体視表示装置にて信号処理され、立体画像として図示しないモニタに表示されて、観察者が観察できるようになっている。尚、符号２０６，２０７は、光源装置と、この光源装置の照明光を硬性内視鏡２０３の先端に伝達するライトガイドである。
【０００５】
しかしながら、図２７の光学系２０１，２０２では、左右それぞれの光学系が独立しているため、以下の欠点がある。すなわち、（１）視野方向のバラツキや、倍率、ピント等の光学性能には、両光学系での相互のバラツキがあるために、調整が非常に煩雑になる。また、（２）左右それぞれに光学系が独立しているために部品点数が多くなり、高価となる。
【０００６】
また、次に示す別の問題もある。すなわち、観察方向の異なる硬性内視鏡における新たな課題である。
図２８には、斜視方向を観察する硬性内視鏡２１１の例を示してある。この形式の硬性内視鏡２１１は、その回転に伴なう像の姿勢に関し、以下の欠点がある。
【０００７】
図２８（ａ）に示す硬性内視鏡２１１は、斜視３０°のプリズム２１２（一方のみを図示している）を先端に組み込んだ一対の光学系２１３，２１４を並列に配置してある。図２８（ａ）の奥側にもう一方の光学系が独立に配置されている。光学系２１３，２１４が伝達した左右の像は、図２８（ｂ）に示すように、撮像素子２１５，２１６にて撮像され、所定の信号処理の後に、モニタ２１７に表示されるようになっている。
【０００８】
一対の光学系２１３，２１４では、（３）斜視プリズム２１２が左右別々に配置されるため視野方向の調整が非常に難しい。
また図２８（ｂ）及び同図（ｃ）に示すように、（４）硬性内視鏡２１１を回転した場合

、モニタ２１７上の画像も一緒に回ってしまうため、手術者にとっての重力方向とモニタ２１７上の重力方向が一致せず、手術者にとって作業が行えないという欠点がある。つまり、立体視の斜視硬性内視鏡で硬性内視鏡を回した場合も重力方向を一定に保つことができないという欠点がある。

【０００９】

また、直視のスコープにおいても手術時にライトガイドケーブル等の配置の関係上、硬性内視鏡を回転したくても重力方向が一定に保てないので、回転させて作業しやすい向きに変えることができなかった。

【００１０】

（５）また、２本の並列して配置した光学系は、手元側でプリズムにて各光軸間の距離を拡げた後に、左右の撮像素子上に結像する構成となっている。このため、いずれの立体視硬性内視鏡も、手元部が太径化して大型化するという欠点を有していた。

【００１１】

一方、図２９に示した従来例（西独実用新案第９２１７９８０号公報）は、挿入部に物体を結像させる対物レンズ系と、対物レンズの像をリレーするリレー光学系と、そのリレー光学系の像を無限遠に結像させる光学系が組み込まれていて、これらは同一の光軸を有している。その後方には、２つの開口部を有した絞りと、その絞りで制限された光束を結像させる並列に配置された２つの結像レンズと、左右光軸間隔を拡げるためのプリズム光学系と、撮像素子がそれぞれ２対配置された構成となっている。

【００１２】

図２９の従来例は、前記硬性内視鏡と光学系が異なる構成のものである。

【００１３】

この硬性内視鏡２２１は、光軸が、対物光学系２２２、リレー光学系２２３、無限遠結像レンズ２２４共に共有している。従って、この内視鏡２２１では、２本リレー系の構成に生じた左右画像のピントのバラツキ、倍率のバラツキが大きいという欠点と部品点数が多くなるという点は、改善されている。

【００１４】

しかし、斜視方向を観察する場合の画像の重力方向を一定に保つための方策や、直視スコープにおいて、スコープ回転に伴なう重力方向を一定に保つための対策は何等なされておらず、また斜視を実現するための構成にも触れられていない。

【００１５】

また、図２９に示すように、前記構成においても、手元側には一対のプリズム光学系２２５，２２６が配置それており、このため大型化と共に、調整が煩雑という欠点は解消されていない。尚、図中、符号２２７，２２８は、撮像素子である。

【００１６】

さらに、図２９に示す内視鏡は、一つのリレーレンズ系の瞳を分割して、二つの像を得る構成であるため前記利点を有する一方で、二組のリレーレンズ系を有する図２７に示すものと比べて、視差が大きくとりにくく、立体感が少ないという弱点をもっている。この点は、改善が望まれている。

【００１７】

実際に立体視内視鏡を使用する場合、例えば手術において、観察部位が異なると、直視のスコープで観察したり、斜視のスコープに交換したりして観察を行いたいというニーズがある。しかし、前記従来例では、この点について解決されていない。また、他のニーズとして、手術の部位や手術をするときの観察距離に応じて、視差の大きさの異なるスコープに交換したり、可変にしたいということもある。このニーズに対しても、前述の従来技術では解決がなされていない。

【００１８】

以上、課題を列挙すると以下のようになる。

【００１９】

（１）手元側の光学系にプリズムを配置せず、調整を容易とすると共に、手元側の小型化

を図ること。
【００２０】
（２）視野方向が斜視方向であって、視差を十分大きくできること。
【００２１】
（３）視野方向の違い、すなわち直視または斜視の切り替え、あるいは視差（立体角）の異なったもの等、複数のスコープを同一のシステムで交換可能とすること。
【００２２】
（４）直視スコープまたは、斜視スコープの回転に伴なう画像の重力方向の補正が可能とすること。
【００２３】
（５）回転に伴なう画像の重力方向の補正が可能で、視差が十分大きな立体視直視及び斜視スコープを提供すること。
【００２４】
以上の（１）～（５）を併せ持った実用に耐え得る立体視硬性内視鏡を提供すること等が課題として提起できる。
【００２５】
【発明が解決しようとする課題】
従来例である図２７，図２８，図２９の構成における欠点の解決と、これらの先行例に触れられていない、手術中でのニーズに対応でき、その解決をすることが望まれている。
【００２６】
本発明は、手元側の光学系にプリズムを配置せず、調整を容易とすると共に、手元側の小型化を図ることができる立体視硬性内視鏡を提供することを目的としている。
【００２７】
本発明は、視野方向が斜視方向であって、視差を十分大きくできる立体視硬性内視鏡を提供することを目的としている。
【００２８】
【課題を解決するための手段及び作用】
本発明の立体視硬性内視鏡は、被検体内に挿入する挿入部と、前記挿入部先端内に配置され、一つの光軸を有して物体像を結像させるための対物光学系と、前記対物光学系と共通の光軸を有しかつ前記対物光学系で結像した物体像を手元側方向に伝達するためのリレー光学系と、前記対物光学系及びリレー光学系と共通の光軸を有し、前記リレー光学系で伝達された瞳を手元側に結像するための第１次結像光学系と、互いに視差のある二つの物体像を結像するために、前記第１次結像光学系で結像した射出瞳のうち互いに位置が異なる部分開口からの二つの光束を結像する二つの光学系を有する第２次結像光学系と、前記第２次結像光学系で結像された前記二つの光束からなる左右の物体像を撮像する二つの撮像手段と、を有し、前記第１次結像光学系は、物体像をほぼ無限遠に結像するように構成されていると共に、当該第１次結像光学系を構成する少なくとも一つの光学素子を光軸方向に移動することで、合焦する物体の位置を調整可能に構成されており、前記第２次結像光学系は、前記第１次結像光学系で結像した射出瞳のうち二つの部分開口の光束であって無限遠で集束する光束を前記二つの撮像手段に結像させるようになっており、さらに前記第２次結像光学系は、前記第１次結像光学系と前記撮像手段との間にあって、プリズムを含まない構成となっていることを特徴とする。
【００２９】
【実施例】
以下、図を参照して本発明の実施例について説明するが、本発明の実施例の説明に先立って、本発明の参考例について説明する。
【００３０】
まず、本発明の第１参考例について説明する。
【００３１】
図１ないし図７は本発明の第１の参考例を説明するための図である。

【００３２】
図１は立体視硬性内視鏡の全体的な構成図、図２（ａ）は立体視硬性内視鏡の内部構成図、（ｂ）は瞳範囲制限手段のＢ方向矢視図、（ｃ），（ｄ）は内視鏡の回転に伴う表示画像の説明図、図３は光学系の例を示す構成図、図４は第１次結像光学系と第２次結像光学系と結像される像の関係を示す説明図、図５はクロストークと撮像素子との間隔を示す説明図、図６（ａ），（ｂ）は図４の第１次結像光学系とは異なる光学系における像の関係を示す説明図、図７（ａ），（ｂ）は従来例と本参考例の瞳分割方式おける視差の違いの説明図である。
【００３３】
本第１参考例は、立体視硬性内視鏡の例として、視野方向が斜視である斜視立体視硬性内視鏡を例に説明する。
【００３４】
図１に示す立体視硬性内視鏡装置１は、入力部３及び出力部４を有する立体視硬性内視鏡２と、ライトガイドケーブル５を介して前記内視鏡２に照明光を供給する光源装置６と、前記出力部４の後述する固体撮像素子の出力を処理するカメラコントロールユニット（以下ＣＣＵと記す）７と、このＣＣＵ７で処理された信号を左右立体像として同一画面に表示可能なように、処理をするスキャンコンバータ８と、前記スキャンコンバータ８の出力を表示するモニタ９とを有している。
【００３５】
前記立体視硬性内視鏡２の入力部３は、先端が斜視型となっている細長の挿入部１０を有している。この前記入力部３は入射した像を伝送し、この入力部３に連結された前記出力部４の撮像素子が前記像を撮像する構成となっている。
【００３６】
前記立体視硬性内視鏡２において、光源装置６からライトガイドケーブル５を通じて伝送された光は、立体視硬性内視鏡内２に配置してあるライトガイドを通じて、被写体に照射される。この光が照射された被写体からの反射光からなる像は、入力部３に入射されて伝送され、出力部４の撮像素子から電気信号として出力される。この電気信号は、ＣＣＵ７でビデオ信号化された後、スキャンコンバータ８を通じて立体視モニタ９に表示される。観察者は、立体視メガネ１１を介して、左右像をそれぞれ左右の目でとらえて立体観察を行うことができる。
【００３７】
尚、立体視モニタ９に代えて、左右の小型のモニタを直接立体視メガネとして頭部に載置して、観察を行うようにしても良い。
【００３８】
図２（ａ）は本第１参考例に係る立体視硬性内視鏡の内部構成図である。
【００３９】
本第１参考例の立体視硬性内視鏡２は、回転に伴なう画像の重力方向を補正可能な構成となっている。この本第１参考例は、斜視スコープを例に説明するが、直視スコープあるいは側視スコープでも有効である。
【００４０】
前記内視鏡２の挿入部１０には、その先端側から順に、被写体の像を形成する対物光学系１５とこの対物光学系１５で結像された被写体の像を伝送するリレー光学系１６とが配置され、これらは同一の光軸を有している。前記リレー光学系１６の後方には、伝達された像を出力部４の後述する撮像素子上に結像するための第１次結像光学系１８、瞳範囲制限手段１９及び第２次結像光学系２０が配置されている。
【００４１】
前記入力部３内には、手元側（図では右側）端部近傍に前記第１次結像光学系１８が配置されている。前記出力部４内には、先端側から順に、瞳範囲制限手段１９及び第２次結像光学系２０が配置されている。前記入力部３の手元側端部と前記出力部４の先端側端部には、それぞれカバーガラス２１，２２が配置されている。図２に示すように、入力部３と

出力部４との連結部１７では、互いの凸部と凹部とが着脱自在に嵌合すると共に、周方向の回転が自在となっている。

【００４２】

前記第１次結像光学系１８は、リレー光学系１６により伝達された瞳の像を結像するためのものである。前記瞳範囲制限手段１９は、Ｂ方向矢視図である図２（ｂ）に示すように、二つの開口部を有する板状部材であって、この二つの開口部より、前記瞳の像を通る光束から位置の異なる二つの部分光束を取り出すものである。この二つの開口部の距離により視差の大きさが決まり、また各開口部がその後方の光学系に対する明るさ絞りとして機能するので、各開口部の大きさにより焦点深度と明るさが決まることになる。前記第２次結像光学系２０は、前記瞳範囲制限手段１９からの二つの光束を受けて、左右の被写体像（物体像）を手元側方向に結像する一対の光学系からなっている。

【００４３】

尚、図２（ａ）中、挿入部１０に描かれた内側向きの一対の矢印Ｐ1～Ｐ3は、リレー光学系１６で伝達される瞳を示している。第２次結像光学系を構成するレンズの縁やレンズ保持枠等が瞳範囲制限手段の機能を果たす場合には、開口を有する板状部材１９は設けなくて良いが、レンズの縁や保持枠等で光束を制限するとフレアが発生することが多いので、実用上は瞳範囲制限手段としての板部状材１９を設けることが好ましい。

【００４４】

前記出力部４内では、前記第２次結像光学系２０の各光学系の手元側方向には、撮像手段としての撮像素子２３ａ，２３ｂが配置されている。この撮像素子２３ａ，２３ｂには、第２次結像光学系２０が左右の被写体像を結像するようになっている。

【００４５】

図示例の立体視内視鏡は斜視型であり、前記入力部３内の対物光学系１５は、斜視プリズム２４を含んでいる。前記斜視プリズム２４は、二つのプリズム２４ａ，２４ｂからなり、プリズム２４ａは視野方向に垂直な入射面とこれに対して傾斜した出射面を有し、プリズム２４ｂは前記射出面にほぼ並行な入射面とこの入射面から入った光を入射面に向けて反射する硬性鏡の長手方向に沿った反射面と光軸に垂直な射出面とを有している。これらプリズムは、プリズム２４ｂの素材より屈折率の低い接着剤で接合されている。

【００４６】

前記入力部３と出力部４との相対的な回転により、挿入部１０の先端部または対物光学系１５中の斜視プリズム２４の偏向方向に対して、出力部４内の第２次結像光学系２０と撮像素子２３ａ，２３ｂとが一体的に回転することになる。

【００４７】

前記構成において、被写体像は、図２（ａ）に示すように、先端部に配置された斜視プリズム２４を介して入射され、対物光学系１５によって（視野範囲が）斜視方向の像Ｉ1として結像される。その像Ｉ1は、リレー光学系１６で次々に像Ｉ2，Ｉ3を結びながら手元側方向に伝達され、第１次結像光学系１８に入射する。一方、瞳Ｐ1はリレー光学系１６により順次瞳Ｐ2，瞳Ｐ3となって伝達され、第１次結像光学系１８により瞳範囲制限手段１９の近傍にて瞳Ｐ4となって結像される。尚、瞳Ｐ1～Ｐ3は、これらの位置のいずれかに開口板等を配置する場合もあるが、リレー光学系を構成するレンズ等の側面あるいはこれらの保持枠が瞳として機能する場合には、特に光束を制限する手段は設ける必要がない。

【００４８】

本第１参考例では、第２次結像光学系２０は、瞳範囲制限手段１９からの二つの光束を受けて、左右の像を撮像素子２３ａ，２３ｂ上に結像している。

【００４９】

前記撮像素子２３ａ，２３ｂに結像された左右の像は、電気信号に変換されこの信号が前記ＣＣＵ７にてビデオ信号に変換されて、スキャンコンバータ８に入力される。このスキャンコンバータ８は、前記ＣＣＵ７からのビデオ信号を処理し立体視可能な像としてモニタ９に表示する。

【００５０】
本第１参考例では、対物光学系１５、リレー光学系１６及び第１次結像光学系１８が、同一光軸の光学系になっているので、第１次結像光学系１８で結像される射出瞳のうち、前記瞳範囲制限手段１９を介して二つの異なる位置の開口部の光束を取り出すことで、視差のある画像を得ることができる。
【００５１】
前記瞳範囲制限手段１９には、２つの開口部を設けて左右の像を得ているが、これらの開口部は、光軸に対して必ずしも軸対称の位置から光束を取り出す必要はない。しかしながら、通常、軸対称の方が、第２次結像光学系２０の構成が複雑にならないし、収差を極力少なくするという点からも有利である。
【００５２】
本第１参考例に示す内視鏡は、対物光学系１５とリレー光学系１６と第１次結像光学系１８が同一光軸であり、軸対称の光学系になっている。従って、本第１参考例において、第１次結像光学系１８に対して前記開口部の位置が光軸を中心として相対的に回転しても、第２次結像光学系２０によって撮像素子２３ａ，２３ｂ上に結像される光束がケラレることがない。このため、本第１参考例では、いずれの回転位置でも連続的に立体視を行うことができる。
【００５３】
尚、本第１参考例では、第１次結像光学系１８の射出瞳位置で回転可能に構成してある。
【００５４】
図２（ｃ），（ｄ）は、内視鏡の視野方向の変化と、モニタ９に表示される左右像の関係を示す説明図である。
【００５５】
図２（ｃ）は、斜視方向が紙面において斜め左上となっている場合のモニタ９の画像を示している。左右の視差を有し、しかも重力方向は垂直方向となっている。本第１参考例では、図２（ｄ）のように９０度、内視鏡２を回転しても、斜視プリズム２４の先軸の方向に対して、第２次結像光学系２０と撮像素子２３ａ，２３ｂとを含む出力部４を逆方向に回動して、図２（ａ）と同じ鉛直方向に保っておくことで、視野方向を変えながら、しかも重力方向を一定に保つことができる。
【００５６】
また、本第１参考例では、第１次結像光学系１８の射出瞳の内側に互いに位置の異なる複数の開口部からの光束をプリズムを介することなく、直接、第２次結像光学系２０で撮像素子２３ａ，２３ｂ上に結像する構成としている。そこで、本第１参考例では、左右像が像面上で重なりあってクロストークが生じないように、そして左右像が像面で分離されるように第１次結像光学系１８と第２次結像光学系２０の倍率及び焦点距離を設定してある。このことにより、本第１参考例は、立体視硬性内視鏡での手元部がコンパクトとなり、しかも光軸の間隔を離すためのプリズムを不要として、そのため調整が容易となっている。
【００５７】
図３には、立体視硬性内視鏡における直視光学系の代表的な構成例を示しており、先端から撮像面までの全体構成を示してある。
【００５８】
この内視鏡の光学系は、先端側から順に、同一の光軸を有する対物光学系２５と、リレー光学系２６及び第１次結像光学系２７と、第１次結像光学系２７で結像された瞳の像Ｐ4の異なる部分からの光束を左右像として手元側方向に結像する一対の光学系からなる第２次結像光学系２８とを有している。この第２次結像光学系２８が結像した左右像は、それぞれ撮像素子２９ａ，２９ｂに結像されて、光電変換により電気信号に変換されるようになっている。
【００５９】
前記対物光学系２５の焦点距離はｆ１、第１次結像光学系２７の焦点距離はｆ２、第２次

結像光学系２８の焦点距離はそれぞれｆ３、リレー光学系２６は等倍で像を伝達している。

【００６０】

ここで、図４に示すように、リレー光学系２６で伝送される被写体像Ｈの大きさ（直径）をφ１、撮像素子２９ａ，２９ｂにおける像Ｇの大きさをφ2 とする。前記撮像素子２９ａ，２９ｂ上で左右像が重なりあわないためには、第２次結像光学系２７で作られる左右像の間隔ｄ3 は、φ2 ＊０．９の多少重なる状態以上の間隔をあける必要がある。尚、像Ｈの大きさφ1 は、図４に示す視野絞り３０Ａの開口の大きさで決まる。視野絞りを用いない場合は、リレー光学系の外径または光学系を保持する枠の内径によって決定される。

【００６１】

ＮＴＳＣ規格等の現行のテレビジョン方式の場合、撮像素子の撮像面は水平方向の長さが対角長の０．８となっているので、二つの像の間隔が０．９＊φ2 以上離れていれば、クロストークする部分を除いて撮像することができる。また、φ2 以上離れればクロストークは発生しない。すなわち、

ｄ3 ≧０．９＊φ2

である。

【００６２】

これらの様子は、図５（ａ）に示してある。撮像素子の画素を有効利用するため、左右像（図中、円形）のうち、表示に使用する部分（図中、四角）が撮像素子の有効撮像面とほぼ一致、つまり四角が丸に内接するように光学系の投影倍率を設定すれば良い。丸い像の一部は、当然、四角よりはみ出すことになるが、他の四角と重なることはない。

【００６３】

尚、大きな撮像素子を用いて、二つの像を一つの素子で受光するように構成しても良い。この構成の場合は、図５（ｂ）の破線で示す四角の部分をそれぞれ左右の画像としてモニタに表示するように処理することになる。

【００６４】

図３及び図４では、第１次結像光学系２７による像が、ほぼ無限遠に投影されている場合を示しており、図４は、図３の手元側部分を拡大して模式的に表したものである。

【００６５】

図４に示すリレー光学系２６の直径Ｄに対して、実際に画像として使用する範囲φ1 は、光量の有効活用の意味から通常、

１≧φ1 ／Ｄ＞０．５

となる。

【００６６】

この例では、第１次結像光学系２７は物体像をほぼ無限遠に結像し、また第１次結像光学系と第２次結像光学系とがアフォーカル系となっているので、倍率は、ｆ2 とｆ3 で決定され、撮像素子上の画像は、

φ2 ＝（ｆ3 ／ｆ2 ）＊φ1

で求められる。

【００６７】

一方、左右像の撮像素子上における光軸間隔ｄ3 は、第２次結像光学系２８の左右の光軸間隔ｄ2 で決まる。この場合は、無限遠に結像されているので、第２次結像光学系２８の光軸上に左右画像が結像される。

【００６８】

一方、ｄ1 で示す２つの開口部の中心間の距離により、立体視の視差が決定される。ここで、ｄ1 の最大値は、リレー光学系２６で伝送されるＮＡ（開口数）の最大値を越えることはできない。

【００６９】

前記第１次結像光学系２７で結像する射出瞳径の最大値は、

２＊ＮＡ＊ｆ2

で決まる。
【００７０】
この内側に含まれる開口が設定される。
【００７１】
図４には、開口部の中心に、第２次結像光学系の光軸を一致させた構成が示されているが、光束が通れるならば第２次結像光学系の光軸と開口部の中心は一致させずとも良い。
【００７２】
本第１参考例のように、第１次結像光学系が無限遠の場合は、以上より画像のクロストークをなくすため、
ｄ３ ＝ｄ２ ≧φ２ ＊０．９＝（φ１ ＊ｆ３ ／ｆ２ ）＊０．９
とする。
【００７３】
一方、第１次結像光学系が無限遠結像でない場合は、図６（ａ）のように、
ｄ２ ＝ｄ３ 及びφ２ ＝（ｆ３ ／ｆ２ ）＊φ１
が成立しないが、前述の２つの像が重なりあわないようにしながら、第２次結像光学系２８における光軸と撮像素子の撮像面の中心軸を偏心させることで左右の位置ズレを補正することができる。従って、この例でも、前述の無限遠結像の場合と同様に、プリズムを用いずとも左右像を重なり合わないように撮像素子に結像することができ、コンパクトな手元部を実現することができる。
【００７４】
図６（ａ）では、第１次結像光学系の焦点距離ｆ２ を長くして、この焦点距離ｆ２ はリレー光学系で伝達された像位置から第１次結像光学系２７までの距離より長い場合を示してある。本第１参考例では、リレー光学系により瞳がほぼ無限遠に投影されているため、仮に図４に示す場合と第１次結像光学系の位置を変えずに焦点距離を長くすると、第１次結像光学系２７により瞳が拡大結像される。従って、射出瞳が拡大されているので、左右の第２次結像光学系の間隔は拡がり実装が容易となる。また、開口に光軸を一致させた２次結像光学系によりできる像は、さらに外側に拡がった位置にできるので、撮像素子同士の干渉がしにくくなり、より実装に適している。
【００７５】
尚、第２次結像光学系の焦点距離ｆ３ を第１次結像光学系の焦点距離ｆ２ の変更に応じて変更すれば、撮像素子上に形成される像の大きさは図４の場合と揃えることができる。
【００７６】
また、図６（ｂ）に示す構成とすることもできる。この構成では、リレー光学系により伝達された像は、第１次結像光学系２７の前側焦点より内側（第１次結像光学系寄り）にあり、第１次結像光学系からの射出光は若干発散している。この光束中に瞳範囲制限用の絞り１９を設け、さらにその射出側にフィールドレンズ３０を配置する。このフィールドレンズ３０は、前記絞り１９の二つの開口部を通過した光束を平行光束に変換する。この平行光束を各々第２次結像光学系２８及び撮像素子で受けるようにする。
【００７７】
前記構成では、第１次結像光学系２７により瞳が拡大結像されるため、二つの絞り開口の間隔を大きくでき、第２次結像光学系２８を配置する空間的余裕ができることに加えて、フィールドレンズ３０により像がほぼ無限遠に投影されているため、第２次結像光学系２８と撮像素子とを同軸に配置することができるという利点がある。
【００７８】
本第１参考例において、直視／斜視／側視／画角が異なるスコープ、あるいは画角が同じでも視差の異なったスコープ等の複数のスコープを同一システムで交換利用を可能とするためには、対物光学系を含んだ入力部３と、第２次結像光学系と撮像素子とを含んだ出力部４とが脱着可能なマウント部を有した構成になっている。さらに、本第１参考例では、前述の回転に伴なう像姿勢の補正を可能とするため、脱着可能でしかも回転可動が可能な構成にしてある。

【００７９】
瞳分割方式は、一般に、立体視を決める視差が確保しにくい。２本のリレー光学系では、２本の光軸間隔そのもので視差量が決められるので、挿入部内の内径Ｄに対して、視差（ｄ）は通常Ｄ／２＝０．５Ｄ程度になる（図７（ａ））。
【００８０】
それに対して図７（ｂ）に示すような瞳分割方式では、対物光学系の画角（２ω）と光学系のイメージエリアφ１によって決まる焦点距離ｆ１と、リレー系の光学系の太さと１回リレー長さによって決まるリレー系のＮＡとにより、入射瞳径（Φ０）が決まる。すなわち、
φ１＝ｆ１＊ｔａｎω＊２
Φ０＝ｆ１＊２・ＮＡ
となる。
【００８１】
通常の硬性内視鏡では、イメージエリア（φ１）は、Ｄ～０．５Ｄの間であり、従来の設計技術で画角７０°の硬性内視鏡を想定すると、リレーのＮＡは０．０７程度であるので、Φ０＝０．１Ｄ～０．０５Ｄ程度になる。
【００８２】
この入射瞳を、対物光学系、リレー光学系、第１次結像光学系で結像された射出瞳のうち、異なる位置の開口から２つの画像を取り出すことになる。視差はΦ０の大きさにより制限を受けるため、前述のように視差が瞳分割の場合は小さくなる。手術を行う場合に必要な視差量は、術部や、観察距離によっても変わるために、視差量の比較的大きなものが一方で望まれており、以下の構成によりこれを実現している。
【００８３】
まず、直視の立体視内視鏡においては、従来のＮＡ＝０．０７に対して、０．１８程度と約２．５倍の視差量を確保しながら、良好な画像を得るために以下の構成としている。すなわち、図３に示すように、先端に凹レンズと平凸レンズ及び物体面に凹面を向けたメニスカスレンズと接合面を含んだ凸レンズ群からなる構成とすることでこれを実現した。
【００８４】
物体面に凹面を向けたメニスカスレンズが、接合面を含む凸レンズ群の後に配置されていた従来例（図２７）では、ＮＡの拡大と共に球面収差、コマの曲がりがメニスカスレンズの凹面により発生して除去できない。これに対し、本構成では、像面湾曲をある程度補正しながら、球面収差／コマの曲がりもとるために絞り位置と、接合レンズを含む凸レンズ群の間にメニスカスレンズを配置する構成とすることで実現できる。
【００８５】
また一方、視差量を大きくするための手段として、ＮＡを大きくすること及び、斜視で回転補正を可能にするために瞳が全周にわたってケラレなく通す必要がある。視差の比較的大きな斜視立体視硬性内視鏡を可能とするのに好適な斜視用偏向光学系として、図１３，図１４，図１７および図１８に示すように、プリズムの構成について考察してある。詳細な構成と効果については、以下に述べる例の中に示してある。
【００８６】
図８ないし図２０は第２の参考例に係り、図８は立体視硬性内視鏡を含む全体的な構成図、図９は入力部に配置される光学系の例を示す構成図、図１０には図９に示す光学系の収差曲線の図、図１１は入力部に配置される直視型光学系の例を示す構成図、図１２は入力部に配置される斜視型光学系の例を示す構成図、図１３は入力部に配置される斜視型光学系の例を示す構成図、図１４は斜視型光学系とイメージローテータを有する光学系の例を示す構成図、図１５は図１４のイメージローテータと別の例を示す構成図、図１６は入力部に配置される直視型光学系の例を示す構成図、図１７は入力部に配置される斜視型光学系の例を示す構成図、図１８は入力部に配置される斜視型光学系の例を示す構成図である。
【００８７】

第１参考例と同様の構成及び作用については、同じ符号を付して説明を省略する。
【００８８】
本第２参考例の立体視硬性内視鏡３１は、図１に示す全体構成と同じ構成については同じ符号を付して説明を省略する。以下、異なる構成について説明する。
【００８９】
本第２参考例の立体視内視鏡３２は、前記入力部３と出力部４とから成っており、この入力部３と出力部４の境界である連結部１７で回転可能な構成となっている。
【００９０】
前記立体視内視鏡３２は、出力部４に対して入力部３が着脱自在に構成されており、入力部３を選択することにより、視野方向が直視型または斜視型と自在に交換可能となっている。尚、交換可能でなくとも、内視鏡３２は、少なくとも回転可能に構成してあれば良い。
【００９１】
前記入力部３は、細長の挿入部３３を有している。この挿入部３３内には、その先端部に、物体側を結像するための対物光学系３４と、この対物光学系３４で結像された像を伝送するリレー光学系３５と、照明光を伝送するライトガイド４３が配置されている。また、前記入力部３は、その手元側端部近傍に、第１次結像光学系３６が配置されている。この第１次結像光学系３６は、前記リレー光学系３５の射出瞳（主光線）を入力部３と出力部４の連結部１７つまり境界部近傍に結像するようになっている。
【００９２】
また、出力部４は、先端側から順に、フレア防止のために少なくとも出力部４側に配置される瞳範囲制限手段としての絞り手段３７と、第２次結像光学系３９と、撮像素子４０ａ，４０ｂとを有している。尚、撮像素子の例としては、ＣＣＤがある。
【００９３】
前記第１次結像光学系３６で結像した瞳径から取り出される異なる位置の二つの光束は、前記絞り３７の開口部を介して取り込まれ、ほぼ並行に配置された一対の光学系からなる第２次結像光学系３９により前記撮像素子４０ａ，４０ｂ上に左右像として結像される。
【００９４】
前記絞り手段３７としては、図８（ｄ）に示すように、ほぼ円形の二つの開口部を有する絞り３７ｃがある。
また、図８（ｂ），（ｃ）には、別の絞り手段１７の例を示してある。この絞り手段１７は、入力部３の射出側すなわち手元側端部に図８（ｂ）に示す第１の絞り３７ａが配置され、出力部４の入射側に図８（ｃ）に示す第２の絞り３７ｂが配置されている。第１の絞り３７ａのリング状の開口部と、第２の絞り３７ｂの楕円状の二つの開口部とが重なり合う部分だけが、光を通す構成となっている。
【００９５】
前記第２次結像光学系３９の並行に配置した二組の光学系は、左右像に対応して配置されており、入力部３の光軸に対して対称な位置に偏心させてある。そして、第２次結像光学系３９の各光学系の後方には、左右像を撮像する撮像素子４０ａ，４０ｂがそれぞれの配置してある。このように対称に配置することで、第１次結像光学系３６の外径と、第２次結像光学系３９の外径とを各々固定する枠４１，４２が同軸でほぼ同径となる。すなわち、本第２参考例は、内視鏡３１の手元側にある出力部４を小型に形成できる。
【００９６】
［表１－１］

f_1=6.1　　$\beta = f_3 / f_2$=1.0
f_2=35.175　　$\phi_2 = \beta \cdot \phi_1$=7
f_3=35.0　　d=9.6
ϕ_1=7（像高3.5）　　リレーレンズのFNO=2.741
D=9.5　　物体距離　−40
画角=70°　　f_B=4.213
f_F=6.05　　結像倍率=0.132

面の曲率半径	面間隔	屈折率	アッベ数
$r_1=\infty$	$d_1=1.0$	$n_1=1.51633$	$V_1=64.15$
$r_2=\infty$	$d_2=0.3$		
$r_3=\infty$	$d_3=1.5$	$n_2=1.72916$	$V_2=54.68$
$r_4=4.456$	$d_4=2.5$		
$r_5=\infty$	$d_5=22.02$	$n_3=1.883$	$V_3=40.78$
$r_6=\infty$（瞳）	$d_6=5.39$	$n_4=1.883$	$V_4=40.78$
$r_7=-10.399$	$d_7=1.02$		
$r_8=-8.691$	$d_8=2.0$	$n_5=1.62004$	$V_5=36.25$
$r_9=\infty$	$d_9=3.5$	$n_6=1.788$	$V_6=47.83$
$r_{10}=-14.168$	$d_{10}=2.28$		
$r_{11}=24.181$	$d_{11}=6.14$	$n_7=1.51633$	$V_7=64.15$
$r_{12}=-11.747$	$d_{12}=3.0$	$n_8=1.78472$	$V_8=25.71$
$r_{13}=\infty$	$d_{13}=8.65$		
$r_{14}=38.289$	$d_{14}=3.0$	$n_9=1.59551$	$V_9=39.21$
$r_{15}=11.422$	$d_{15}=6.0$	$n_{10}=1.51633$	$V_{10}=64.15$
$r_{16}=-19.272$	$d_{16}=10.0$		
$r_{17}=17.756$	$d_{17}=32.5$	$n_{11}=1.51633$	$V_{11}=64.15$
$r_{18}=-9.403$	$d_{18}=1.5$	$n_{12}=1.801$	$V_{12}=34.97$
$r_{19}=-18.638$	$d_{19}=0.5$		
$r_{20}=36.09$	$d_{20}=2.0$	$n_{13}=1,72916$	$V_{13}=54.68$
$r_{21}=\infty$	$d_{21}=11.0$	$n_{14}=1.51633$	$V_{14}=64.15$
$r_{22}=\infty$	$d_{22}=11.0$	$n_{15}=1.51633$	$V_{15}=64.15$
$r_{23}=\infty$	$d_{23}=2.0$	$n_{16}=1.72916$	$V_{16}=54.68$

［表１－２］

$r_{24}=-36.09$	$d_{24}=0.5$		
$r_{25}=18.636$	$d_{25}=1.5$	$n_{17}=1.801$	$V_{17}=34.97$
$r_{26}=9.403$	$d_{26}=32.5$	$n_{18}=1.51633$	$V_{18}=64.15$
$r_{27}=-17.756$	$d_{27}=10.0$		
$r_{28}=17.756$	$d_{28}=32.5$	$n_{19}=1.51633$	$V_{19}=64.15$
$r_{29}=-9.403$	$d_{29}=1.5$	$n_{20}=1.801$	$V_{20}=34.97$
$r_{30}=-18.636$	$d_{30}=0.5$		
$r_{31}=36.09$	$d_{31}=2.0$	$n_{21}=1.72916$	$V_{21}=54.68$
$r_{32}=\infty$	$d_{32}=22.0$	$n_{22}=1.51633$	$V_{22}=64.15$
$r_{33}=\infty$	$d_{33}=2.0$	$n_{23}=1.72916$	$V_{23}=54.68$
$r_{34}=-36.09$	$d_{34}=0.5$		
$r_{35}=18.636$	$d_{35}=1.5$	$n_{24}=1.801$	$V_{24}=34.97$
$r_{36}=9.403$	$d_{36}=32.5$	$n_{25}=1.51633$	$V_{25}=64.15$
$r_{37}=-17.756$	$d_{37}=20.95$		
$r_{38}=51.24$	$d_{38}=4.9$	$n_{26}=1.713$	$V_{26}=53.84$
$r_{39}=-30.808$	$d_{39}=0.35$		
$r_{40}=15.166$	$d_{40}=4.93$	$n_{27}=1.617$	$V_{27}=62.79$
$r_{41}=47.26$	$d_{41}=1.65$	$n_{28}=1.5927$	$V_{28}=35.29$
$r_{42}=10.61$	$d_{42}=7.0$		
$r_{43}=-8.871$	$d_{43}=2.07$	$n_{29}=1.7552$	$V_{29}=27.51$
$r_{44}=-42.795$	$d_{44}=7.38$	$n_{30}=1.6968$	$V_{30}=56.49$
$r_{45}=-13.948$	$d_{45}=0.48$		
$r_{46}=\infty$	$d_{46}=4.7$	$n_{31}=1.804$	$V_{31}=46.57$
$r_{47}=-45.751$	$d_{47}=3.5$		
$r_{48}=47.104$	$d_{48}=3.5$	$n_{32}=1.51633$	$V_{32}=64.15$
$r_{49}=-22.015$	$d_{49}=1.5$	$n_{33}=1.78472$	$V_{33}=25.71$
$r_{50}=-48.137$	$d_{50}=1.0$		
$r_{51}=79.158$	$d_{51}=1.0$	$n_{34}=1.5725$	$V_{34}=57.76$
$r_{52}=-79.158$			

本第２参考例の光学系の構成は、図３に示したものと同様である。この光学系のデータは、表１－１，表１－２に示す通りである。尚、表１－１，表１－２は、一続きの表である。この表において、ｒ１，ｒ２，……ｒ52は、各レンズ面の曲率半径、ｄ１，ｄ２，……は各レンズ面の間隔、ｎ１，ｎ２，……は各レンズの屈折率、Ｖ１，Ｖ２ ……は各レンズのアッベ数である。また、Ｄはリレーレンズの外径、ｆＢ はリレーレンズの最終面から焦点までの距離、ｆＦ は対物レンズの第１面から前側焦点までの距離、結像倍率は対物レンズとリレー光学系とを合成した光学系の倍率である。表１－１，表１－２では、ｒ１，…ｒ16が対物光学系、ｒ17，…ｒ37がリレー光学系、ｒ38，…ｒ47が第１次結像光学系、ｒ

48，…ｒ52が第２次結像光学系の曲率半径である。尚、第２次結像光学系は、一方の光学系のデータのみを示してある。

【００９７】

本第２参考例では、前記データは図にも示すように、第１次結像光学系３６による中間像の結像位置はほぼ無限遠になっている。このことにより、第２次結像光学系３９の光軸となる光線は入力部３の光軸と平行になるので、第２次結像光学系３９の光軸と撮像素子４０ａ，４０ｂの撮像面の中心は同軸となっている。撮像素子としての例えばＣＣＤは、ＮＴＳＣ方式では縦が３で横が４の長方形の撮像面を有しており、本第２参考例では、横の長い方が紙面の上下方向に一致する向きで配置される。

【００９８】

一方、前記第１次結像光学系３６は、リレー光学系３５の被写体像を無限遠に結像する構成のものに限定されない。リレー光学系３５の射出瞳（主光線）を入力部３と出力部４との境界近傍に結像する作用があれば良い。よって、例えば、リレー光学系３５の被写体像を無限遠でなく、図の右側の有限物点に結像させるようにすると、第２次結像光学系３９の光軸となる第１次結像光学３６のマージナル光線が集束光となるが、第２次結像光学系３９の光軸と撮像素子４０ａ，４０ｂの中心軸を偏心させて配置することで何ら支障なく結像できる。逆に発散光にしても同様に支障無く結像できる（図６（ａ）参照）。

【００９９】

本第２参考例は連結部１７で回転可能となっているので、内視鏡が回転した場合でも、連結部１７で相対的に回転させることで像の姿勢の補正ができる。

【０１００】

また、本第２参考例では、対物光学系３４、リレー光学系３５及び第１次結像光学系３６の中には絞り手段は配置されておらず、第１次結像光学系３６によって円形の射出瞳が連結部１７近傍に結像される。そして、本第２参考例では、回転しても何ら支障無く立体視差を有した像を得るために、また必要な明るさと深度を確保し、且つフレア光を入れないために、連結部１７には絞り手段３７が配置されている。この場合、絞り手段３７としての絞り３７ｃは、図８（ａ）に示すように出力部４の入力側に配置することで、内視鏡が回転しても光束を常に２次結像光学系３９に送れる。

【０１０１】

また、図８（ｂ），（ｃ）に示す第１の絞り３７ａ及び第２の絞り３７ｂは、各開口部が重なり合うところだけが光を通す。そして、第１の絞り３７ａの開口部はリング状に形成されているので、入力部３を回転しても、常に立体視画像を得ることができる。従って、余分な光が出力部４側に入射せず、フレアを少なくすることができる。

【０１０２】

尚、リング状開口部の径の大きさが異なる第１の絞り３７ａを交換することにより、視差を変えることができる。

【０１０３】

次に、前記入力部３の各種例について、説明する。

前記立体視内視鏡は、入力部３と出力部４とが着脱自在且つ回転可能となっており、直視と斜視の先端部をもつ入力部３を交換して、同一の出力部４で共用することが可能である。

【０１０４】

図９，図１１ないし図１９には、前記入力部３特に挿入部３３に配置される光学系の具体的な構成を示し、図１０には図９に示す光学系の収差曲線、図２０には図１９に示す光学系の収差曲線を示す。以下、各構成について、説明する。尚、以下、共通する構成については、同じ符号を付す。

【０１０５】

図９には、前記挿入部３３に組み込まれた対物光学系４５と、リレー光学系４６とが示されている。この入力部３は、直視型のものである。図１０には、対物光学系４５からリレー光学系４６までの収差曲線を示してある。この曲線を得るために使用した対物光学系４

５及びリレー光学系４６は、その外径が直径Ｄが９．５ｍｍのものである。そして、これら光学系の詳細なデータは、表１－１，表１－２に示す通りである。図１０中（ａ）は球面収差、（ｂ）は非点収差、（ｃ）は歪曲収差、（ｄ）はコマ収差の曲線である。

【０１０６】

図１１は、直視型の入力部３の構成を示してある。尚、ライトガイドは省略してある。この例では、直径φ１０～φ１２ｍｍ程度の挿入部３３の中で、左右光束の視差をできるだけ大きくとる構成としている。図１１に示す入力部３の光学系は、リレー光学系４９のＮＡを大きくとり、像高もレンズ直径に対してなるべく大きくとることで、対物光学系４８及びリレー光学系４９による入射瞳径を大きくとった構成となっている。対物画角２ω、リレー光学系のＮＡ、像高ｈ、リレー光学系の倍率は等倍とすると、

φ１／２＝ｈ＝ｆ１・ｔａｎω　（ディストーションしない場合）

となる。画角を観察範囲で決めると、後は像高を大きくするほど、対物光学系とリレー光学系との合成焦点距離ｆ１を大きくできる。

【０１０７】

一方、対物光学系及びリレー光学系による入射瞳径をΦ0とすると、リレー光学系のＮＡとｆ１から、入射瞳径Φ0は、Φ０＝２・ｆ１・ＮＡとなり、ＮＡがなるべく大きい方が入射瞳が大きく、画角を固定した場合、像高ｈを大きくしてｆ１を大きくすることで入射瞳を大きくすることができる。

【０１０８】

尚、図１１に示す入力部３は、外筒５０の内側に内筒５１が配置され、各光学系を構成するレンズの間には、所定間距離を保つために間隔環５２がそれぞれ配置されている。

【０１０９】

本第２参考例のデータは、外径φが１２ｍｍの内視鏡でレンズ径をφ９．５ｍｍとし、リレー光学系のＮＡを０．１８５（ＦNO＝２．７として、通常の内視鏡に比べて明るくした構成となっている。このように、明るい光学系で良好な画像を得るため、図１１に示す対物光学系４８の構成は、平凹レンズ、平凸レンズ、物体側に凹面を向けたメニスカスレンズと接合面をもつダブレット（複合レンズ）を含んだ凸群から成っている。

【０１１０】

ここで、平凸レンズの棒状レンズは、斜視プリズムに置き換え可能とすることを前提として配置されており、前面が平面となり且つ光路長を十分長くとってある。

【０１１１】

一方、物体側に凹面を向けたメニスカスレンズは、この光学系のようにＮＡが大きい光学系において、像面湾曲を補正するためのレンズである。従来の像面に近い所に配置すると、像面湾曲を補正するための強いメニスカス面において、各像面で、球面収差の曲がりが大きくなりすぎる。そこで、球面収差の曲がりと像面湾曲の補正をバランスするために絞り位置とダブレットを含んだ凸群の間に物体面に凹面を向けて、レンズを配置してある。また、色収差と球面収差のコマ収差の曲がりの除去をバランスさせるためダブレットを２枚配置してゆるやかに補正することで、これを達成している。このレンズ系のように、視差を大きくとることを狙った構成では、従来の対物光学系及びリレー光学系によるＮＡが０．１程度（ＦNO＝５）に比べて光束が太くなる。このため、次に説明する斜視プリズムを配置した光学系においては、工夫が必要となる。その例を図１２に示す。

【０１１２】

図１２は、本第２参考例に係る入力部の先端部の例のうち、斜視７０°前後の方向を観察する構成を示したものである。

【０１１３】

直視の場合と異なり、斜視を用いた観察では、斜視プリズム系５４を含む対物光学系５３を回転させることで、目的の視野範囲を得るように使う。しかし、図２８でも示したように、内視鏡を回転すると重力方向が変わってしまう。

【０１１４】

このため、本第２参考例では、先端部の斜視プリズム５４の光軸は、射出側で前記リレー

光学系４９と共通となっており、対物光学系５３内にこの斜視プリズムを構成したことと共に、前記入力部３と出力部４とが連結部１７において回転可能としたことで、視野方向と重力方向の一致を図っている。

【０１１５】

斜視７０°程度を得るための構成例としては、図１２に示すように、第１の楔状（第１）プリズム５４ａと、入射と全反射面を共有する面と、さらに反射面と出射側の透過面とからなる第２プリズム５４ｂとにより斜視化を実現している。図１２に示す構成は、回転しても、図１２に示した光束内の異なる一部の光束を取り出して見ているわけで、ケラレることなく立体視ができる。このような視差を大きくとるための明るい光学系でも、光束を通すことができるように構成してある。

【０１１６】

図１３には、本第２参考例に係る入力部の先端部の例のうち、斜視３０°前後の方向を観察する構成を示したものである。

【０１１７】

本第２参考例に適用できる斜視角３０°近傍のプリズムの構成としては、図１３に示すように、第１プリズム５５ａと第２プリズム５５ｂとからなる。第１プリズム５５ａは、硬性内視鏡の長手方向に対して傾いた入射面と、その光線を反射させる反射面と反射光を第２プリズム５５ｂへ透過させる射出面を含んでいる。また、第２プリズム５５ｂは、第１プリズム５５ａからの射出光を入射させる第１プリズム５５ａの射出面とほぼ並行な入射面と、入射面からの光線を反射して、前述の第２プリズムの入射面に戻すための反射面とを含み、前記入射面は、入射光束を硬性内視鏡の長手方向に向ける全反射面を兼ねている。さらに、前記第２のプリズム５５ｂは、硬性内視鏡の長手方向に向けられ光軸に沿った光束を透過し手元方向（後ろ）に配置された光学系に透過させる面を有している。

【０１１８】

図１３に示す光学系における角度は、入射角θ１＝３０°，θ２＝９０°，θ３＝４５°，θ４＝３０°となっている。リレー光学系等の光軸に対して、第１プリズム５５ａの光軸を通る光の入射角は３０°であり、第１プリズム５５ａへの入射面に垂直に入射し、垂直に射出する。第１プリズム５５ａの側面形状は、直角三角形の形状である。第１プリズム５５ａからの射出光は、第２プリズム５５ｂの入射面に垂直に入射し、長手方向に平行な反射面で反射され、さらに第２プリズム５５ｂの入射面で今度は反射して、長手方向つまり光軸に一致する。

【０１１９】

第１プリズム５５ａと第２プリズム５５ｂとの間には、第２プリズム５５ｂの屈折率より低い低屈折率層が設けられており、この面で第２プリズムの反射面からの光軸を全反射させるように構成してある。この低屈折率層は空気層でも良いし、屈折率の低い物質を層状にしたものを設けても良く、あるいはガラスまたはプラスチック等の透明な薄い板でも良い。

【０１２０】

これらプリズムを通過する間に光線は、反射回数が３回となるため、このままでは像が裏側になる。従って、図１３の例では、第１反射面である第１プリズム５５ａの反射面をダハ面にしてある。

【０１２１】

以上、これらのプリズムを含む光学系を用いれば、光軸に対して均等に太い光束を通すことが可能で、視差の大きな斜視立体視硬性内視鏡の入射角３０°を実現できる。

【０１２２】

一方、図１４に示す入力部３の構成は、前述した３回反射をすると共に前記ダハ面を除いたプリズムを設けた構成に加えて、さらに像が裏側となることを解消するためにイメージローテータを配置してある。

【０１２３】

図１４に示すように、前記入力部３には、図１３に示す対物光学系５５に代えて対物光学

系５６を配置してある。この対物光学系５６は、図１３に示す第１プリズム５５ａに代えて反射面がダハ面でない構成になっている。さらに、図１４に示す入力部３には、図８（ａ）に示す第１次結像光学系３６に代えて、第１次結像光学系５７を配置し、この第１次結像光学系５７の手元側方向にイメージローテータ５８を配置してある。このイメージローテータ５８は、プリズムにおける３回の反射による像が裏返ることを解消するために、前記絞り手段３７の開口部より先端側に設けてある。さらに、回転可動として像を表側で表示するためには、入力部３と出力部４の境界より先端側に、イメージローテータ５８を配置する必要がある。このように配置すれば、イメージローテータ５８によって像は、上下反転して表側になり、相対的な回転が可能な連結部１７以降にて常に表像にすることができる。

仮に、イメージローテータ５８を更に手元側に配置すると、回転角により表側になったり裏側になったりするので、第２参考例が達成しようとする目的を実現するものでなくなってしまう。

【０１２４】

また、図１４に示す構成では、第１次結像光学系５７で物体を無限遠に結像する例を示したもので、アフォーカル光束でも収差が発生しない三角プリズムによるイメージローテータ５８が配置してある。第１次結像光学系５７の射出光は、イメージローテータ５８に対しては、非直角に入射し、イメージローテータ５８内で３回の全反射を経て前記第２次結像光学系３９へ向かう。

【０１２５】

尚、有限の距離に被写体像を結像する場合は、集束光でも収差が出ない入射面／出射面に光軸が垂直に入射するタイプの図１５に示すイメージローテータ５９を用いれば良い。

【０１２６】

図１６に示す入力部３に配置される対物光学系６１は、物体側より順に、物体面に凸面を向けた接合メニスカスレンズ６１ａと、平凸レンズ６１ｂと、接合面を含む両凸レンズ６１ｃ、凹面を物体面に向けたメニスカスレンズ６１ｄとからなっている。

【０１２７】

図１７に示す入力部３は、７０°斜視近傍の斜視光学系を含む対物光学系６２が配置されている。この斜視光学系は、物体側から順に、リレー光学系の光軸に対して斜め配置され、物体面に凸面を向けた接合メニスカスレンズ６３ａと、図１２と同様に、第１の楔状（第１）プリズム６３ｂと、入射と全反射面を共有する面と、さらに反射面と出射側の透過面とからなる第２プリズム６３ｃとにより斜視化を図っている。尚、第２プリズム６３ｃは、射出面が凸面になっている。第１の楔状（第１）プリズム６３ｂと第２プリズム６３ｃとは、プリズム固定部材６４により固定されている。

【０１２８】

図１８に示す入力部３は、３０°斜視近傍の斜視光学系を含む対物光学系６５が配置されている。この斜視光学系は、前記接合メニスカスレンズ６３ａと、第１プリズム６５ｂと、第２プリズム６５ｃとからなる。尚、第２プリズム６５ｃは、光束の束が大きいので特徴的な形状としてある。

【０１２９】

前記第１プリズム６５ｂは、入射面と出射面を有する楔プリズムからなり、第２プリズム６５ｃは、第１プリズム６５ｂの出射面との間に低屈折率層例えば空気層を設けてあり、入射面から透過した光束を下側の反射面で反射し、再びこの第２プリズム６５ｃの入射面で全反射させて、硬性内視鏡の長手方向に偏向させる構成となっている。

【０１３０】

ここで、第２プリズム６５ｃの下側の反射面を直線状に伸ばすと、第２プリズムの出射面が狭められてしまい光束がケラレてしまう。このため、第２プリズム６５ｃの下側の反射面は、途中から内側に折り返された形状になっている。つまり下側の面は、空気楔をもった形状とすることで、立体視のための太い光束を通過できる構成となっている。

【０１３１】

図１９に示す入力部３は直視型であり、挿入部３３には、対物光学系６８とリレー光学系６７とが配置されている。

【０１３２】

図２０は、図１９に示す対物光学系及びリレー光学系の収差曲線を示してある。表２には、対物光学系とリレー光学系とのｒ，Ｄ，ｎ，Ｖデータについて示してある。表２において、ｒ１，ｒ２，……ｒ28は各レンズ面の曲率半径、ｄ１，ｄ２，……は各レンズ面の間隔、ｎ１，ｎ２，……は各レンズの屈折率、Ｖ１，Ｖ２ ……は各レンズのアッベ数である。また、Ｄはリレーレンズの外径である。表２では、ｒ１，…ｒ14が対物光学系、ｒ15,…ｒ28がリレー光学系の曲率半径である。

【０１３３】

［表２］

面の曲率半径	面間隔	屈折率	アッベ数
$r_1=\infty$	$d_1=1.0$	$n_1=1.769$	$V_1=64.15$
$r_2=\infty$	$d_2=0.3$		
$r_3=24.8478$	$d_3=1.95$	$n_2=1.78472$	$V_2=25.71$
$r_4=\infty$	$d_4=0.6$	$n_3=1.58144$	$V_3=40.75$
$r_5=1.8$	$d_5=1.2$		
$r_6=\infty$	$d_6=3.8456$	$n_4=1.8061$	$V_4=40.95$
$r_7=\infty$ (瞳)	$d_7=10.1944$	$n_5=1.8061$	$V_5=40.95$
$r_8=-6.4815$	$d_8=0.45$		
$r_9=12.438$	$d_9=4.5$	$n_6=1.60311$	$V_6=60.70$
$r_{10}=-4.734$	$d_{10}=1.5$	$n_7=1.84666$	$V_7=23.88$
$r_{11}=-20.766$	$d_{11}=4.245$		
$r_{12}=-4.08$	$d_{12}=1.5$	$n_8=1.58144$	$V_8=40.75$
$r_{13}=\infty$	$d_{13}=3.45$	$n_9=1.60311$	$V_9=60.70$
$r_{14}=-5.9745$	$d_{14}=10.5$		
$r_{15}=28.3935$	$d_{15}=65.55$	$n_{10}=1.62004$	$V_{10}=36.25$
$r_{16}=\infty$	$d_{16}=3.87$		
$r_{17}=21.1905$	$d_{17}=1.5$	$n_{11}=1.8061$	$V_{11}=40.95$
$r_{18}=9.681$	$d_{18}=4.5$	$n_{12}=1.6516$	$V_{12}=58.52$
$r_{19}=-37.9185$	$d_{19}=2.7$		
$r_{20}=\infty$	$d_{20}=65.55$	$n_{13}=1.62004$	$V_{13}=36.25$
$r_{21}=-28.3935$	$d_{21}=12.0$		
$r_{22}=28.3935$	$d_{22}=65.55$	$n_{14}=1.62004$	$V_{14}=36.25$
$r_{23}=\infty$	$d_{23}=3.87$		
$r_{24}=21.1905$	$d_{24}=1.5$	$n_{15}=1.8061$	$V_{15}=40.95$
$r_{25}=9.681$	$d_{25}=4.5$	$n_{16}=1.6516$	$V_{16}=58.52$
$r_{26}=-37.9185$	$d_{26}=2.7$		
$r_{27}=\infty$	$d_{27}=65.55$	$n_{17}=1.62004$	$V_{17}=36.25$
$r_{28}=-28.3935$			

本第２参考例は、以上述べた構成の直視または斜視の入力部３が出力部４に対して着脱自在となっており、同一の出力部４で共用することが可能である。従って、本第２参考例では、直視または斜視の交換が可能であり、しかも出力部４を共通にし、且つ回転可能としている。

【０１３４】

そして、本第２参考例は着脱可能とすることで、同じ直視であっても、第２次結像光学系で取り込む光束の間隔を変えることで、入力部先端部での左右光軸のなす視差を変えることができ、立体感を可変できる。

【０１３５】
図８（ｂ）に示した絞り３７ａのリング状開口部の直径を変えた複数の入力部３と、その直径の幅をカバーする第２の絞り３７ｂの放射状開口部の径方向の長さとを確保しておくことにより、複数の入力部３との脱着により立体感を変えることもできる。しかも、本第２参考例は、装着時に回転しても、像の姿勢の補正が可能となっている。
【０１３６】
本第２参考例においては、手元部の小型化を行っている。従来例ではプリズムで光路を分けていたが構成上複雑である。この問題を解決するために、第１次結像光学系ｆ２、リレー光学系のイメージエリアφ１、第２次結像光学系ｆ３、リレー光学系のＮＡを最適化することで、プリズム不要とする手元側の出力部を実現している。
【０１３７】
前述の入力部と出力部に示すように、達成されている。
【０１３８】
図３ないし図５及び図９に示したように、リレー光学系の径は、φ９．５に対して、φ1のイメージエリアφ７ｍｍをこの例では実施している。
【０１３９】
ｆ２＝３５ｍｍ，ｆ３＝３５ｍｍで等倍となっている。よって、撮像素子上のイメージエリアφ2 もφ７ｍｍである。
【０１４０】
一方、リレー光学系のＮＡは、
１／（２＊ＦNO）　０．１８
となる。この例は、リレー像をアフォーカルで結像している。
【０１４１】
第１次結像光学系で作られる射出瞳は、
２＊ＮＡ＊ｆ２＝２＊０．１８＊３５＝１３ｍｍ程度となる。
この例では、軸上マージナル光軸が平行になっており、これに平行に第２次結像光学系を配置し、撮像素子であるＣＣＤの中心を同軸で配置してある。イメージエリアがφ７ｍｍとすると、クロストークしないためには２つの光軸はイメージエリアの中心間距離ｄ3 は、７ｍｍ離す必要がある。
【０１４２】
一方、瞳径は最大１３ｍｍなので、この例では、第２次結像光学系の光軸をたとえば、１０ｍｍと設定すればアフォーカル系なので、イメージエリア間の距離は１０ｍｍになり、クロストークも生じず撮像素子で撮像できる。この際、開口の間隔は１０ｍｍ前後で光束が第２次結像光学系で通るようにすれば、開口の間隔に応じた立体感で見られる。また、撮像素子のサイズを小型のものを使用し、必要なイメージエリアφ２を小さくするためにｆ3 を短くすればイメージエリアの間隔は、より開き実装は容易になる。また、ｆ2 とｆ3 の倍率は一定のままで両者とも短くすることで、手元部の長さと径をより小型化することも可能となる。
【０１４３】
図２１は本発明の第２参考例に係る入力部の構成図である。
【０１４４】
本第２参考例では、第１参考例の入力部３３に代えて入力部７０を有していると共に、出力部は第１参考例ものと同様であるので、異なる入力部についてのみ説明する。
【０１４５】
前記入力部７０は、焦点距離ｆ1 の対物光学系７２とリレー光学系７３と挿入部７１の先端側から順に配置しており、このリレー光学系７３で伝送した瞳を結像する焦点距離ｆ2 の第１次結像光学系７４をさらに手元側に配置してある。
【０１４６】
本第２参考例では、図８（ｂ）に示したものと同様のリング状絞り７５が、リレー光学系７３の絞り位置に配置されている。このようにすると連結部１７にはリング状絞りの像が

結像されるため、前記連結部１７にリング状の絞りは不要となる。

【０１４７】

また、本第２参考例の構成は、図９に比べて立体感を少なめに抑えた光学系を例示してある。つまり先端部での視差は小さくしてある。その他の構成及び作用効果は、第１参考例と同様で、説明を省略する。

【０１４８】

以下、本発明の実施例について上述した参考例を参照して説明する。

【０１４９】

図２２は本発明の第１実施例に係り、（ａ）は立体視硬性内視鏡装置の構成図、（ｂ）は第１の絞りの構成図、（ｃ）は第２の絞りの構成図である。

【０１５０】

本実施例の内視鏡装置７６は、挿入部７９を有する入力部７７と、この入力部７７と手元側で着脱自在且つ回転可能に連結される出力部７８とを有している。その他、第１参考例と同様の構成及び作用については、同じ符号を付して説明を省略する。

【０１５１】

本実施例の入力部７７には、その挿入部７９内に対物光学系８０とリレー光学系８１とを配置しており、更にその手元側端部には、カバーガラス８２を配置している。

【０１５２】

前記出力部７８は、先端側に中継部７８ａと、この中継部７８ａと手元側において着脱自在に螺合する手元部７８ｂとを有している。

【０１５３】

前記出力部７８の中継部７８ａは、先端側から順に、第１のカバーガラス８３と、フォーカスの調整が可能に構成されている第１次結像光学系８４と、周方向に回転可能に設けられた第１の絞り８５と、第２のカバーガラス８６とを配置してある。

【０１５４】

また、出力部７８の手元部７８ｂは、先端側から順に、第３のカバーガラス８７と、第２の絞り８８と、前記絞りを介して入射する左右の像に対応する一対の光学系からなる第２次結像光学系８９と、この第２次結像光学系８９が結像した左右像を撮像する撮像素子９０ａ，９０ｂとを有している。

【０１５５】

前記第１の絞り８５は、図２２（ｂ）に示すように、中心から周辺へ向かって斜めあるいは湾曲して延びた例えば螺旋に沿った形状の二つの開口部を円板に形成していると共に、この円板の端部に回転用のレバー８５ａを突出している。また、第２の絞り８８は、図２２（ｃ）に示すように、直径方向に沿って配置された楕円状の二つの開口部を有している。

【０１５６】

前記撮像素子９０ａ，９０ｂは、フレキシブル基板９７上に取り付けられておりフレキシブル基板９７の曲がりの柔軟性を利用して左右光軸間隔の調整や、回転方向の調整及び前後のピント調整が行えるようになっている。前記フレキシブル基板９７上には、撮像素子９０ａ，９０ｂが出力する電気信号を前記ＣＣＵ７まで正常な波形で送るための波形処理を行うＩＣ９８が取り付けられている。前記フレキシブル基板９７の端部から延出するケーブル９９は、１本に束ねられて前記ＣＣＵ７に電気的に接続されている。

【０１５７】

左右光学系からなる前記第２次結像光学系８９には、色調を整えるための赤外カットフィルタ１００，１０１と、ローパスフィルタである水晶フィルタ１０２，１０３が組み込まれている。

【０１５８】

本実施例では、入力部７７と出力部７８との連結部１０４には、前記リレー光学系８１の結像位置がほぼ一致するようになっている。但し、結像位置にゴミ等が付着すると観察が難しくなるので、前記入力部７７のカバーガラス８２の表面は、前記結像位置から若干ず

らした位置に配置してある。

【０１５９】

また、本実施例では、第１次結像光学系８４が前後に移動してフォーカスが可能となっている。本実施例では、リレー光学系８１による像をほぼ無限遠物点に投影するようになっているので、第２次結像光学系８９での像の位置は偏心することなくフォーカスだけが変えられる。よって、本実施例によれば、第１次結像光学系８４を前後することで左右の像の位置ズレはなく、フォーカスの合う物体距離を変えることができる。

【０１６０】

本実施例では、物体距離のピントを変えても、左右の像が位置ズレすることがないので、位置ズレの調整を不要とすることができる。従って、観察者は任意のフォーカス位置で、立体視できる。

【０１６１】

また、本実施例においては、第１次結像光学系８４による射出瞳位置の近傍に、第１の絞り８５と第２の絞り８８が配置されている。第１の絞り８５と第２の絞り８８の重ね合わせで、形成される二つの開口部は、第１の絞り８５を回動することでその径方向の位置を変えることができる。これにより、物体を近接に置いてフォーカスを行ったときに、左右視差が大きくなりすぎて立体感を減少させたい場合には、第１の絞り８５を回動させることで視差を小さくして、立体感を減らすことができる。

【０１６２】

本実施例では、入力部７７と出力部７８との連結部１０４が回動可能になっているので、像の姿勢の補正が可能である。また、本実施例は、第１参考例で示した各種光学系をそのまま使うことができる。そして、回動可能な構成に加えて着脱可能に構成することにより、本実施例は、直視または斜視の入力部を選択して、共通の立体視用出力部と組み合わせでき、しかも像の姿勢の回転補正も可能である。

【０１６３】

図２３は本発明の第２実施例に係り、（ａ）は立体視内視鏡装置の構成図、（ｂ）は第１の絞りの構成図、（ｃ）は第２の絞りの構成図である。

【０１６４】

本実施例の立体視内視鏡装置１１０は、第１実施例と同様の対物光学系８０とリレー光学系８１を含む前記入力部７７と、この入力部７７と回動自在且つ着脱自在の出力部１１４とを有している。その他の構成及び作用効果は、第１参考例と同様で、説明を省略する。

【０１６５】

前記出力部１１４は、先端側から順に、前記水晶フィルタ（光学的ローパスフィルタ）１１２と、フォーカスの調整が可能に構成されている第１次結像光学系１１５と、赤外カットフィルタ１１３と、周方向に回転可能に設けられた第１の絞り１１６と、前記第２の絞り８８と、二つの絞りを介して入射する左右の像に対応する一対の光学系からなる第２次結像光学系１１８と、この第２次結像光学系１１８が結像した左右像を撮像する前記撮像素子９０ａ，９０ｂとを有している。

【０１６６】

前記第１の絞り１１６は、図２３（ｂ）に示すように、直径方向に一対の開口部が９０度異なる方向に、計二組配置されている。これら一対の開口部は、対となる開口部の間隔が異なるように配置されている。また、前記第２の絞り８８は、図２３（ｃ）に示すように、第１実施例と同様である。

【０１６７】

第１の絞り１１６を回動することにより、開口部の間隔を可変することができる。第１の絞り１１６の開口部のうち、第２の絞り８８の開口部と重なる開口部以外の光束は遮蔽され、重なる開口部のみの光が通過されることになる。

【０１６８】

本実施例では、左右の光路に色調を整える赤外カットフィルタが左右に独立に二つ配置される替わりに、前記第１次結像光学系１１５の光路が２つに分割されない位置に配置する

ことで共通化を図っている。また、本実施例では、ローパスフィルタも同様に共通光路に入れることで枚数の削減ができる。水晶を用いたローパスフィルタでは、像に対してアフォーカルな部分に入れてもローパス効果が出ないので、出力部の一番前の結像光路中に水晶フィルタ１１２を配置してある。これによって、本実施例は、共用化により枚数を削減し、且つローパス効果を得ることができる。

【０１６９】

その他の構成及び作用効果は、第１実施例と同様で、説明を省略する。

【０１７０】

図２４は本発明の第３参考例に係り、（ａ）は立体視内視鏡装置の構成図、（ｂ）は第１の絞りの構成図、（ｃ）は第２の絞りの構成図である。

【０１７１】

本参考例の立体視内視鏡装置１２１は、入力部１２３と、この入力部１２３に着脱自在に内嵌される出力部１２４とを有している。

【０１７２】

前記入力部１２３は、前記挿入部７９及び手元側で前記挿入部７９と連設する連結部１２２を有している。前記入力部１２３の挿入部７９には、対物光学系１２５のみが配置されている。

【０１７３】

前記出力部１２４は、先端側に突出する挿入連結部１２７内にリレー光学系１２６が配置されている。この挿入連結部１２７の手元側で連結される手元部１２８内には、先端側から順に、前記カバーガラス８６と、前記第１の絞り８５と、前記第２の絞り８８と、前記第２次結像光学系８９と前記撮像素子９０ａ，９０ｂとが配置されている。

【０１７４】

前記出力部１２４の挿入連結部１２７は、前記入力部１２３の挿入部７９中途まで挿入され、前記入力部１２３と出力部１２４とは、相対的に回動自在に連結されるようになっている。前記入力部１２３と出力部１２４とは、着脱自在、あるいは回動且つ着脱自在に連結するように構成しても良い。

【０１７５】

前記出力部１２４に配置される第１の絞り８５及び第２の絞り８８は、図２４（ｂ），（ｃ）に示すように第１実施例と同様に立体感を可変することができるようになっている。

【０１７６】

本参考例は対物光学系のみを挿入部７９に配置し、出力部１２４と相対的に回転できる構成となっているので、挿入部７９先端に斜視プリズムを含んだ斜視光学系を用いても像の姿勢の補正ができる。また、本参考例は、着脱可能に構成することにより、直視または斜視等の付け替えができる。また、本参考例は、回転可能且つ脱着可能とすれば、直視、斜視に付け替えができ、それぞれ回転して像の姿勢の補正もできる。

【０１７７】

本参考例はその構成によって、入力部が部品が少なく安価にできるため修理がし易く、取り替えて使いすて（ディスポ）にすることもできる。

【０１７８】

図２５は本発明の第４参考例に係り、（ａ）は立体視内視鏡装置の構成図、（ｂ）は絞りの構成図である。

【０１７９】

本参考例の立体視内視鏡装置１３１は、第１参考例の出力部３に代えて、出力部１３２を有している。その他、第１参考例と同様の構成及び作用については、同じ符号を付して説明を省略する。

【０１８０】

前記出力部１３２は、先端側から順に、カバーガラス１３３と絞り１９が配置されている。さらに前記出力部１３２には、前記絞り１９の後方に、第１プリズム１３４と２つの第２プリズム１３５，１３６と、前記第２次結像光学系３９と撮像素子４０ａ，４０ｂとが

配置されている。

【０１８１】

前記第１のプリズム１９はほぼ三角形であり、二つの反射面が配置されている。前記入力部３から前記絞り１９の二つの開口部を通過した二つの光束は、前記第１のプリズム１３４の二つの反射面でそれぞれ反射されて、前記二つの第２プリズム１３５，１３６に入射する。前記第１プリズム１３４の出射面と並行な前記第２プリズム１３５の入射面に入射した後、反射される光線は、前記第１プリズム１３４の対向する反射面からの入射光であり、硬性内視鏡の長手方向に曲げられる。また、第２プリズム１３６も前記同様に入射し、その入射光は、反射面で反射されて硬性内視鏡の長手方向に曲げられる。

【０１８２】

このような構成において、プリズムの大きさを適切にすることで、本参考例は、左右の撮像素子の間隔を広げたり、縮めたりできる。

【０１８３】

本参考例では、左右の光路を一度クロスしているので、図２９に示す従来例のように台形プリズムを配置したものに比べて、左右光路を必要以上に広げることなく、左右の絞り間隔の近傍に設定することができる。

【０１８４】

図２６は本発明の第５参考例に係る立体視内視鏡装置の構成図である。

【０１８５】

本参考例の立体視内視鏡装置１４１は、第１参考例の出力部３に代えて、出力部１４２を有している。その他、第１参考例と同様の構成及び作用については、同じ符号を付して説明を省略する。

【０１８６】

本参考例の出力部１４２は、先端側から順に、前記カバーガラス３３と、図２６（ｂ）に示す前記開口絞り１９と、図２６（ｃ）に示す液晶シャッタ１４３と、入力部３側と同一の光軸を有する第２結像光学系１４４と、赤外カットフィルタ１４５、水晶フィルタ１４６と、１つの撮像素子１４７とが配置されている。前記液晶シャッタ１４３は、絞り１９の近傍に配置してあり、前記絞り１９の二つの開口部を通過する左右像に相当する光束を順に切り換えることができるようになっている。

【０１８７】

すなわち、本参考例は、前記撮像素子１４７の読み出しのタイミングに合わせて、前記液晶シャッタ１４５を切り換えることで、左右像を順に取り出す構成となっている。このことにより、同軸の光学系でも左右側を得ることができる。

【０１８８】

本参考例においても、入力部と出力部が回動可能または、脱着可能または、脱着可能で回転可動にする構成となっており、複数の入力部を取り替えたり、直視または斜視で回転しても像の視野方向の補正ができる。

【０１８９】

本参考例では、絞りと液晶シャッタを一体化して、一方の光路を取り出すように構成しても同様の効果が得られる。

【０１９０】

以上述べた構成例についての概略をまとめると、次のようになる。

【０１９１】

図８に示す立体視内視鏡は、入力部３と出力部４とが連結される構成であり、入力部３側には対物光学系、リレー光学系に加えて第１次結像光学系が配置され、出力部４側には、第２次結像光学系と撮像素子が配置されている。この入力部と出力部とは、直視または斜視の変更が可能なように脱着が可能なマウントになっている。さらに、直視または斜視のいずれであっても、内視鏡の回転に伴なう像姿勢の補正が可能なように、回転可能なマウントとして構成されている。

【０１９２】

図２２（本発明の第１実施例）及び図２３（本発明の第２実施例）に示す立体視内視鏡は、対物光学系を含んだ入力部には、リレー光学系が配置されていて、第２次結像光学系と撮像素子を含んだ出力部には、第１次結像光学系も一体化されており、リレー光学系の結像位置の前後で連結することが可能となっている。前記連結部により、前記入力部と出力部とは、回転自在または脱着自在の少なくとも一方が可能に構成されている。

【０１９３】

図２４に示す立体視内視鏡は、入力部には対物光学系が配置されていて、出力部にはリレー光学系及び第１，第２結像光学系及び撮像素子が一体的に配置されており、入力部の挿入部に出力部の先端を挿入できる構成になっている。このような、入力部と出力部とは、脱着自在または脱着且つ回転自在なマウントとして構成され、連結されている。

【０１９４】

図８，図２２，図２３，図２４のいずれの構成でも、入力部と出力部を連結する場合、連結部、すなわち着脱自在または回動自在とするための切り分けがなされる位置での先端側の光束は、円形またはリング状の光束であり、回転軸においてもケラレることなく、第２次結像光学系で像を結ぶことが可能なように切り分けている。

【０１９５】

一方、連結部の手元側には、開口部を限定するための絞り手段が配置されている。第２結像光学系の各光学系の開口も、ここでいう絞り手段としての働きを有している。

【０１９６】

以上述べたように切り分けることで、回転によってもケラレることがなく、また着脱によっても多少偏って取り付いたり偏心が生じても、左右画像とも同時にズレるので左右差は生じない。従って、以上の構成によれば本発明は、直視／斜視、また視差の異なるもの、あるいは画角の異なる入力部を着脱することができる。

【０１９７】

尚、視差の大小のあるものの付け替えに関しては、予め第２結像光学系で取り込むことのできる開口の幅を設けておくことに加えて、次のいずれかの構成が必要である。

【０１９８】

その一つの例としては、光学系が同じで、リング状の開口部を有する絞りを連結部（切り分け位置）より前方に配置して、このリング状開口部の径を変えることで、視差を変えることができる。

【０１９９】

あるいは、他の例は、連結部より手元側に配置してある絞りの開口部の幅を可変することである。

【０２００】

いずれにしても、最終的に２次結像光学系で取り込まれて結像する部分開口の幅を変えることで実現できる。これは、対物光学系、リレー光学系、及び第１次結像光学系が同一の光軸を有していて、第１次結像光学系で結像した射出瞳の異なる位置の二つの部分開口から光束を取り出すと視差のある画像が得られる。しかも、二つの部分開口の幅を連続的に変えると、それに応じて立体視の視差を連続的に変えることができることによる。

【０２０１】

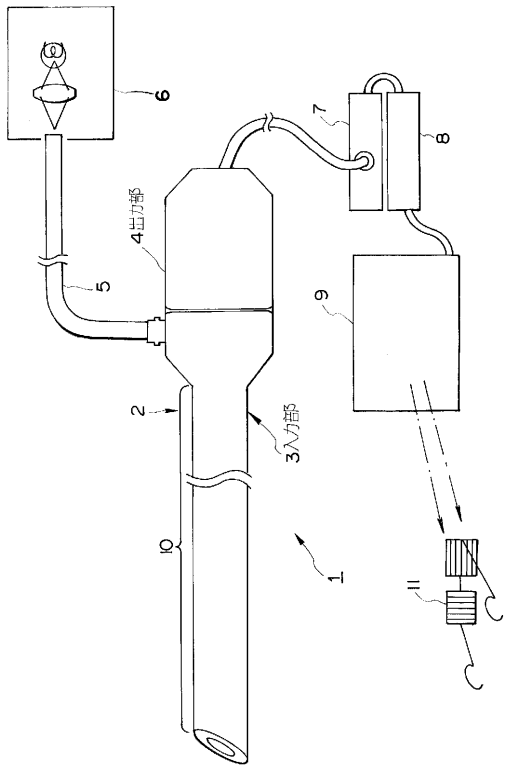
［付記１］　被検体内に挿入する挿入部と、前記挿入部先端内に配置され、一つの光軸を有して物体像を結像させるための対物光学系と、前記対物光学系と共通の光軸を有しかつ前記対物光学系で結像した物体像を手元側方向に伝達するためのリレー光学系と、前記対物光学系及びリレー光学系と共通の光軸を有し、前記リレー光学系で伝達された瞳を手元側に結像するための第１次結像光学系と、前記対物光学系の入射瞳であって前記第１次結像光学系で結像した射出瞳のうち互いに位置が異なる部分開口からの二つの光束に制限して、互いに視差のある二つの物体像を得る瞳範囲制限手段と、前記瞳範囲制限手段で制限された互いに視差のある二つの物体像を手元側方向にそれぞれ結像する二つの光学系からなる第２次結像光学系と、前記第２次結像光学系で結像された前記二つの光束からなる左右の物体像を撮像する二つの撮像手段と、を有している立体視硬性内視鏡。

【０２０２】
［付記２］　前記第２次結像光学系は、前記第１次結像光学系と前記撮像手段との間にあって、プリズムを含まない構成となっている請求項１記載の立体視硬性内視鏡。
【０２０３】
［付記３］　前記対物光学系は、視野方向を偏向するためのプリズム光学系を含んでおり、前記対物光学系のプリズム光学系に対して、前記第２次結像光学系及び前記撮像手段が一体的に回転可能に構成されている請求項１記載の立体視硬性内視鏡。
【０２０４】
付記３記載の立体視硬性内視鏡は、内視鏡の回転に伴なう像姿勢の補正が可能になる。特に斜視型の内視鏡においては、観察方向を変えるために任意に内視鏡を回転しても常に像姿勢を一定に保つことができ、使い勝手を飛躍的に良くできる。
【０２０５】
［付記４］　少なくとも前記対物光学系が設けられた前記挿入部を先端に有しているユニットである入力部と、少なくとも前記第２次結像光学系と前記撮像手段とが設けられたユニットである出力部とを有し、前記入力部と前記出力部とは、回動自在または着脱自在の少なくとも一方が可能となるように連結される構成となっている請求項１記載の立体視硬性内視鏡。
【０２０６】
付記４記載の立体視内視鏡は、対物光学系を含んだ入力部と、第２次結像光学系と撮像素子を含んだ出力部が脱着することが可能なマウント部を有する構成としたことで、直視スコープ／斜視スコープ／視差の大きさの異なるスコープが交換可能となり、同一の出力部で共用できるシステムが可能となっている。一方、回転可動なマウント部とすることで、像の回転補正が実現できる。
【０２０７】
［付記５］　前記第１次結像光学系は、物体像をほぼ無限遠に結像するように構成されていると共に、当該第１次結像光学系を構成する少なくとも一つの光学素子を光軸方向に移動することで、合焦する物体の位置を調整可能に構成されており、前記第２次結像光学系は、前記第１次結像光学系で結像した射出瞳のうち二つの部分開口の光束であって無限遠で集束する光束を前記二つの撮像手段に結像させるようになっている請求項１記載の立体視硬性内視鏡。
【０２０８】
［付記６］　前記第１次結像光学系は、物点に対して収束または発散する光束となるように構成されることによって、前記二つの部分開口の光束も収束または発散する光束とするようになっており、前記第２次結像光学系は、前記二つの部分開口からの収束または発散する光束を前記撮像手段上に結像するために、前記第２次結像光学系の光軸に対して撮像手段の撮像範囲の中心位置を所定距離だけずらして配置してある、ことを特徴とする請求項１記載の立体視硬性内視鏡。
【０２０９】
［付記７］　前記第２次結像光学系で結像した二つの像の各大きさφ2 に対して、この二つの像の中心間距離ｄ3 は、
ｄ3 ≧０．９φ2 となるように構成し、
前記リレー光学系の外径Ｄに対する前記撮像手段の撮像範囲の大きさφ1 の比は、
１≧φ1 ／Ｄ≧０．５
となるように構成してある請求項１記載の立体視硬性内視鏡。
【０２１０】
［付記８］　前記対物光学系は、物体側から順に、凹レンズ、平凸レンズ、前記物体に凹面を向けたメニスカス光学系、及び、接合光学系を含む凸光学系群とを含んでいる請求項１記載の立体視硬性内視鏡。
【０２１１】
［付記９］　前記第１プリズムの反射面はダハ面で構成されている請求項２記載の立体視

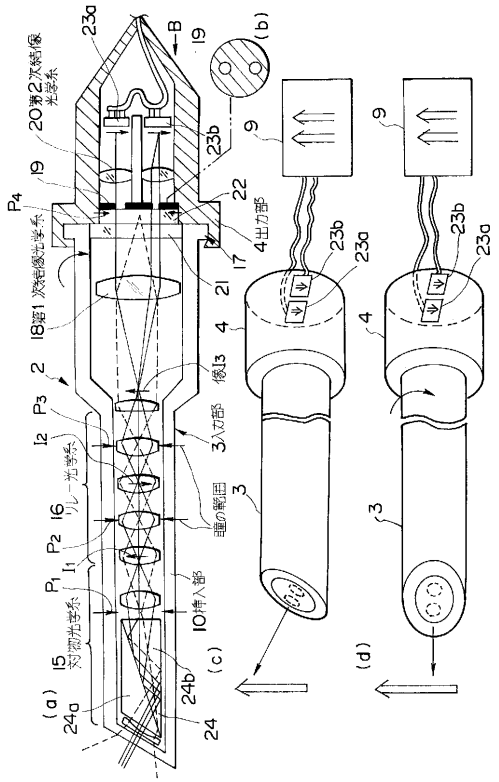
硬性内視鏡。
【０２１２】
［付記１０］　前記斜視プリズムの第１プリズムの反射面はダハ面で構成されている請求項３記載の立体視硬性内視鏡。
【０２１３】
［付記１１］　前記第２次結像光学系より物体側に、前記斜視プリズムの第１プリズムの反射面と同方向に像を反転させるイメージローテータを配置してある請求項３記載の立体視硬性内視鏡。
【０２１４】
［付記１２］　前記瞳範囲制限手段は、前記第１次結像光学系と第２次結像光学系との間に配置され、少なくとも一つの開口部を有する第１の絞り手段と、前記第１の絞り手段より手元側に配置され且つ二つの開口部を有する第２の絞り手段とを有し、前記第２次結像光学系は、前記第１の絞り手段及び第２の絞り手段の各開口部を通過して制限された互いに視差のある二つの物体像を手元側方向にそれぞれ結像するようになっている付記１記載の立体視内視鏡。
【０２１５】
［付記１３］　前記第１の絞り手段は、開口部がリング状に形成されている付記１２記載の立体視硬性内視鏡。
【０２１６】
［付記１４］　前記瞳範囲制限手段は、中心からの開口部の位置が異なる第１の絞り手段または第２の絞り手段を交換することにより、二つの物体像の立体角（視野の幅）を可変するようになっている付記１２記載の立体視硬性内視鏡。
【０２１７】
［付記１５］　前記瞳範囲制限手段は、径方向に沿って細長に形成された二つの開口部を有する第１または第２の絞り手段と、手元側からみて前記細長の二つの開口部と重なって開口して見える部分が周方向の回転に伴って径方向に移動するように細長に形成された二つの開口部を有する第２または第１の絞り手段とを有している付記１２記載の立体視硬性内視鏡。
【０２１８】
［付記１６］　前記瞳範囲制限手段は、前記リレー光学系を構成する光学系の間に配置している付記１記載の立体視硬性内視鏡。
【０２１９】
【発明の効果】
本発明の立体視硬性内視鏡によれば、手元側の光学系にプリズムを配置せず、調整を容易とすると共に、手元側の小型化を図ることができるという効果がある。
【０２２０】
また、視野方向が斜視方向であって、視差を十分大きくできるという効果がある。
【図面の簡単な説明】
【図１】図１ないし図７は本発明の第１参考例を説明するための図であり、図１は立体視硬性内視鏡の全体的な構成図。
【図２】図２（ａ）は立体視硬性内視鏡の内部構成図、図２（ｂ）は瞳範囲制限手段のＢ方向矢視図、（ｃ），（ｄ）は内視鏡の回転に伴う表示画像の説明図。
【図３】図３は光学系の例を示す構成図。
【図４】図４は第１次結像光学系と第２次結像光学系と結像される像の関係を示す説明図。
【図５】図５はクロストークと撮像素子との間隔を示す説明図。
【図６】図６（ａ），（ｂ）は図４の第１次結像光学系とは異なる光学系における像の関係を示す説明図。
【図７】図７（ａ），（ｂ）は従来例と本発明の参考例における瞳分割方式とおける視差の違いの説明図。

【図８】図８ないし図２０は第２参考例に係り、図８（ａ）は立体視硬性内視鏡を含む全体的な構成図、（ｂ）は第１の絞りの構成図、（ｃ）は第２の絞りの構成図、（ｄ）は絞りの構成図。
【図９】図９は入力部に配置される光学系の例を示す構成図。
【図１０】図１０には図９に示す光学系の収差曲線の図。
【図１１】図１１は入力部に配置される直視型光学系の例を示す構成図。
【図１２】図１２は入力部に配置される斜視型光学系の例を示す構成図。
【図１３】図１３は入力部に配置される斜視型光学系の例を示す構成図。
【図１４】図１４は斜視型光学系とイメージローテータとを有する光学系の例を示す構成図。
【図１５】図１５は図１４のイメージローテータと別の例を示す構成図。
【図１６】図１６は入力部に配置される直視型光学系の例を示す構成図。
【図１７】図１７は入力部に配置される斜視型光学系の例を示す構成図。
【図１８】図１８は入力部に配置される斜視型光学系の例を示す構成図。
【図１９】図１９は入力部に配置される光学系の例を示す構成図。
【図２０】図２０には図１９に示す光学系の収差曲線の図。
【図２１】図２１は本発明の第２参考例に係る入力部の構成図。
【図２２】図２２は本発明の第１実施例に係り、（ａ）は立体視硬性内視鏡装置の構成図、（ｂ）は第１の絞りの構成図、（ｃ）は第２の絞りの構成図。
【図２３】図２３は本発明の第２実施例に係り、（ａ）は立体視内視鏡装置の構成図、（ｂ）は第１の絞りの構成図、（ｃ）は第２の絞りの構成図。
【図２４】図２４は本発明の第３参考例に係り、（ａ）は立体視内視鏡装置の構成図、（ｂ）は第１の絞りの構成図、（ｃ）は第２の絞りの構成図。
【図２５】図２５は本発明の第４参考例に係り、（ａ）は立体視内視鏡装置の構成図、（ｂ）は絞りの構成図。
【図２６】図２６は本発明の第５参考例に係る立体視内視鏡装置の構成図。
【図２７】図２７は従来例に係る立体視硬性内視鏡の構成図。
【図２８】図２８は従来例に係る立体視硬性内視鏡の構成図。
【図２９】図２９は従来例に係る立体視硬性内視鏡の構成図。
【符号の説明】
２…立体視硬性内視鏡
３…入力部
４…出力部
１５…対物光学系
１６…リレー光学系
１７…連結部
１８…第１次結像光学系
１９…瞳範囲制限手段
２０…第２次結像光学系
２３ａ，２３ｂ…撮像素子

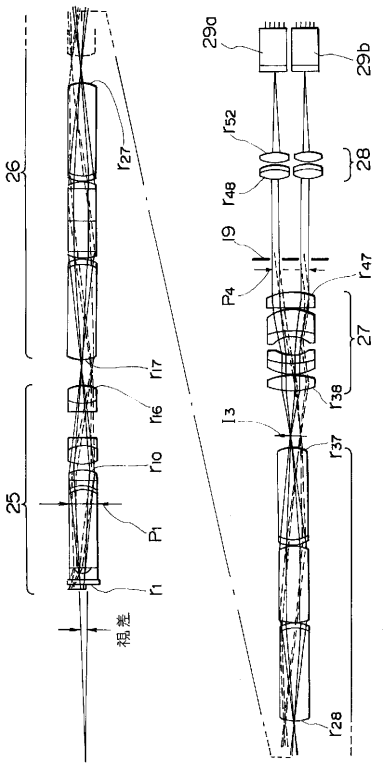
【図１】


6
7
8
4出力部
5
9
2
3入力部
10
1
11

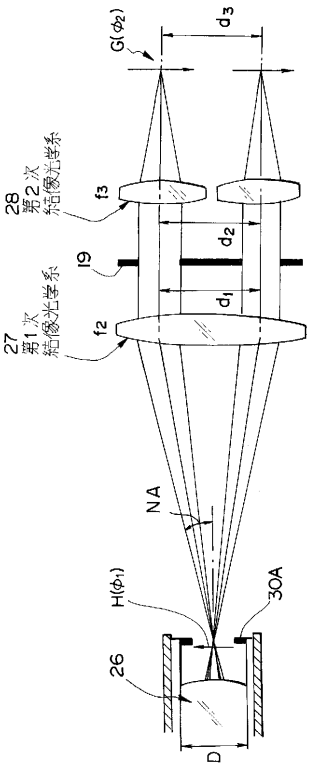
【図２】


23a
B
19
(b)
20第2次結像光学系
23b
9
P4
22
4出力部
17
21
18第1次結像光学系
4
2
P3
I2
3入力部
3
16
P2
I1
P1
10伸入部
15
(c)
(d)
24b
(a)
24a
24

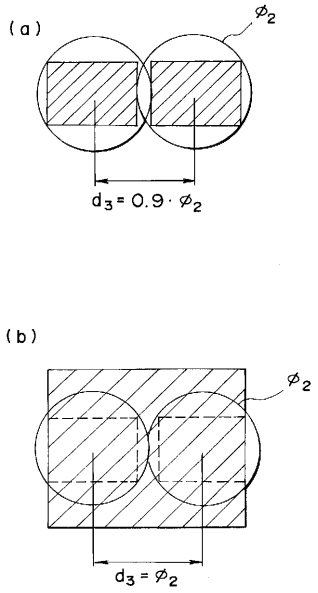
【図３】


29a
29b
26
r27
r52
28
r48
19
P4
r47
27
r17
r16
r38
I3
r10
r37
25
P1
r1
視差
r28

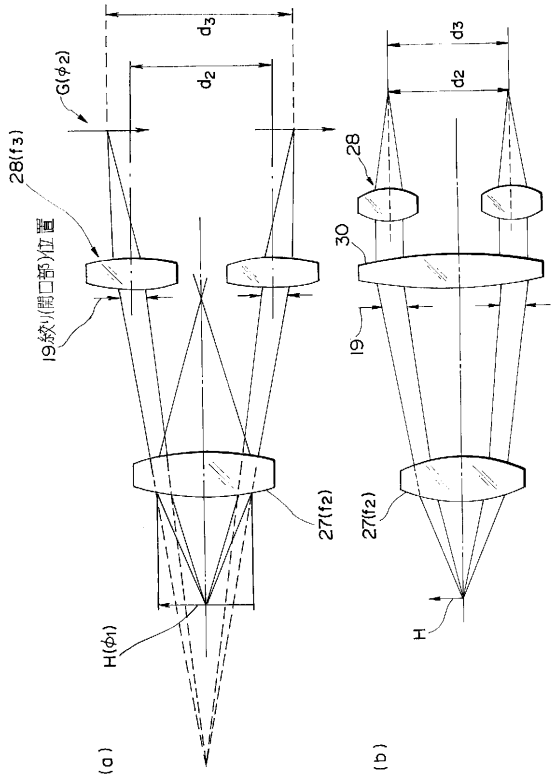
【図４】


G(φ2)
d3
28
第2次結像光学系
f3
d2
19
d1
27
第1次結像光学系
f2
NA
H(φ1)
30A
26
D

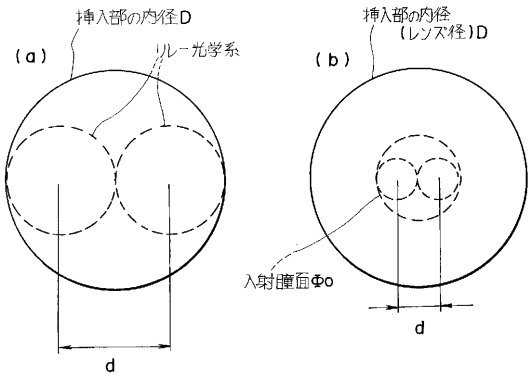
【図５】


(a)
ϕ_2
$d_3 = 0.9 \cdot \phi_2$
(b)
ϕ_2
$d_3 = \phi_2$

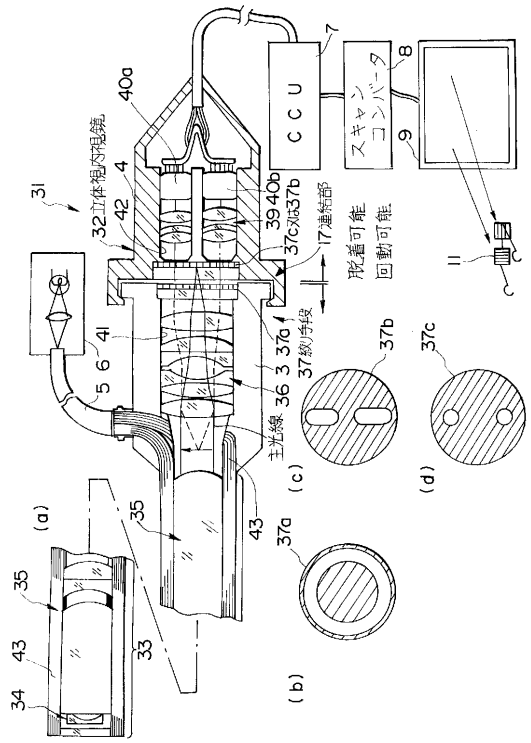
【図６】


d_3
d_2
G(ϕ_2)
28(f3)
19絞り(開口部)位置
27(f2)
H(ϕ_1)
(a)
28
30
19
27(f2)
H
(b)

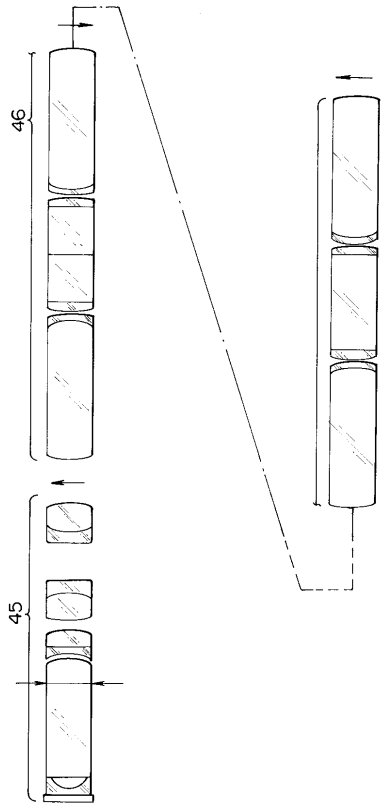
【図７】


挿入部の内径D
(a)
リレー光学系
d
挿入部の内径
(レンズ径)D
(b)
入射瞳面Φo
d

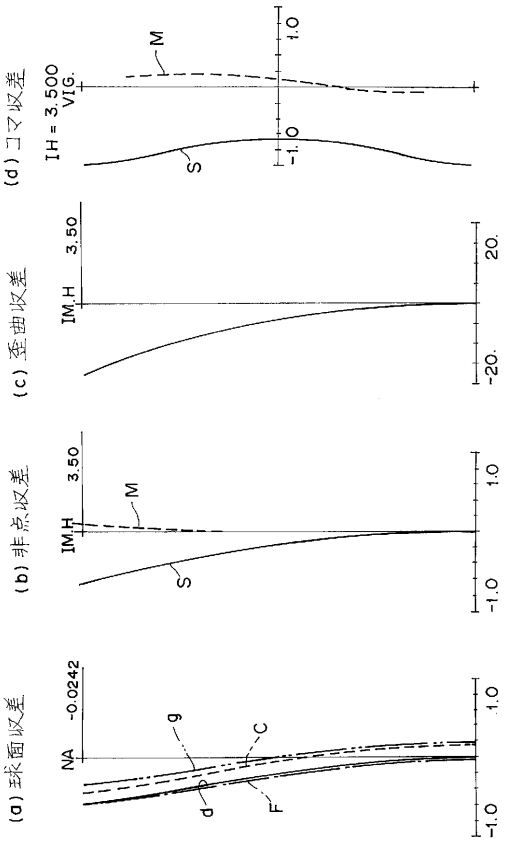
【図８】


CCU
スキャンコンバータ
7
8
9
40a
31
32立体視内視鏡
4
42
39 40b
37c又は37b
17連結部
脱着可能
回動可能
11
41
6
5
37a
3
36
37絞り手段
主光線
37b
37c
(c)
(d)
(a)
35
43
33
34
37a
(b)

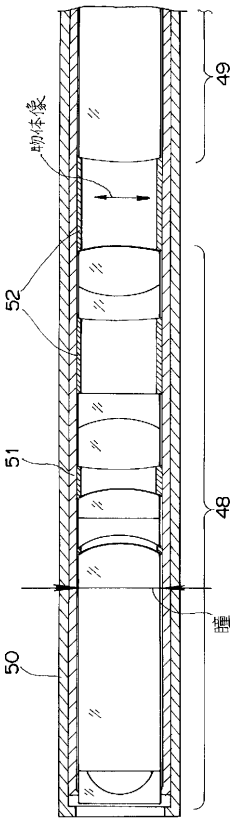
【図９】



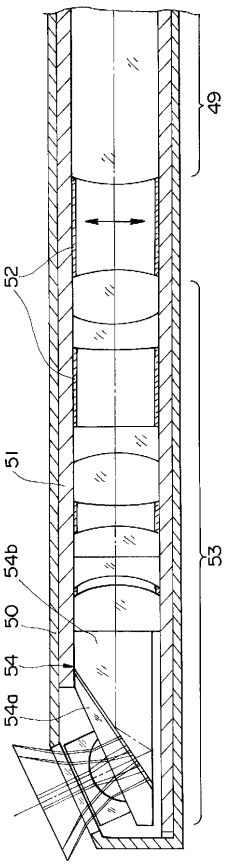
【図１０】



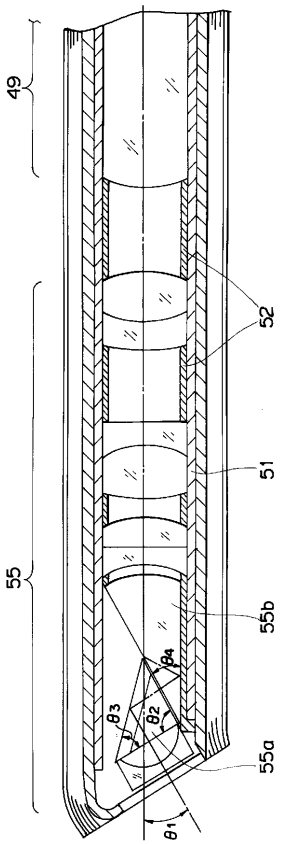
【図１１】



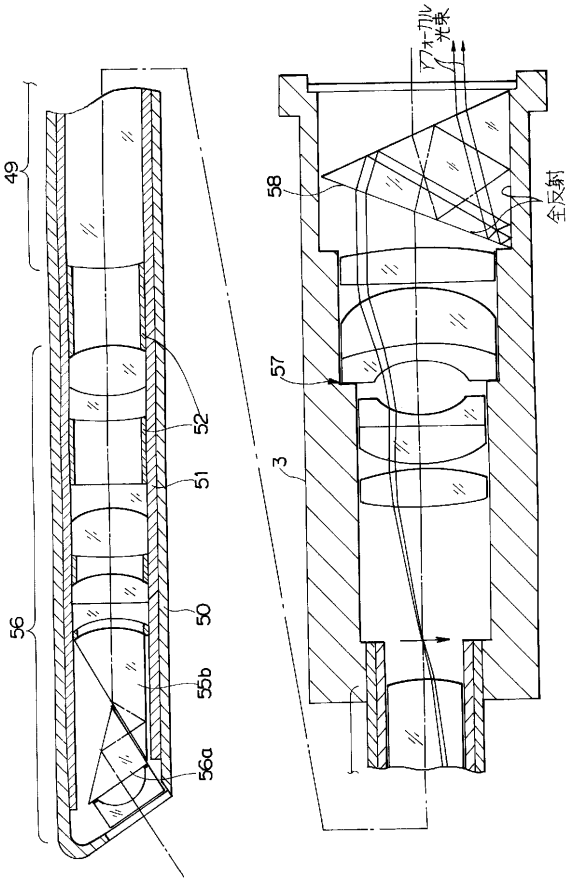
【図１２】



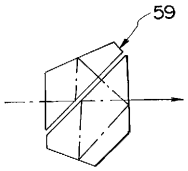
【図１３】



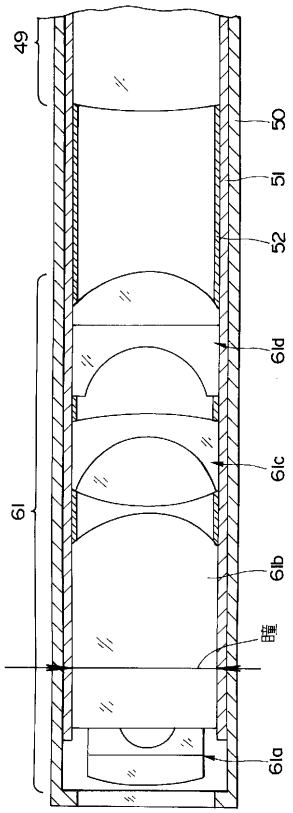
【図１４】



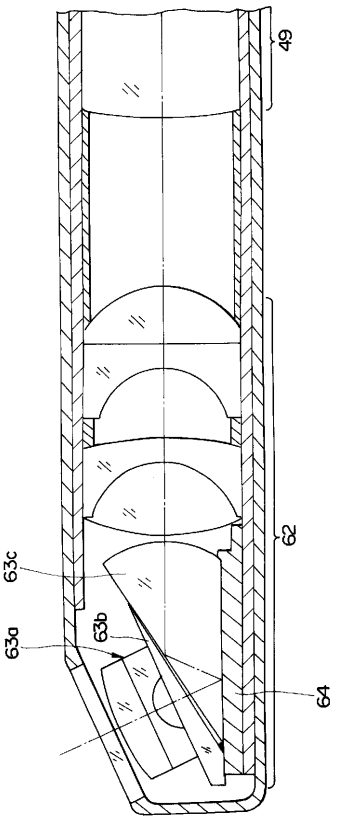
【図１５】



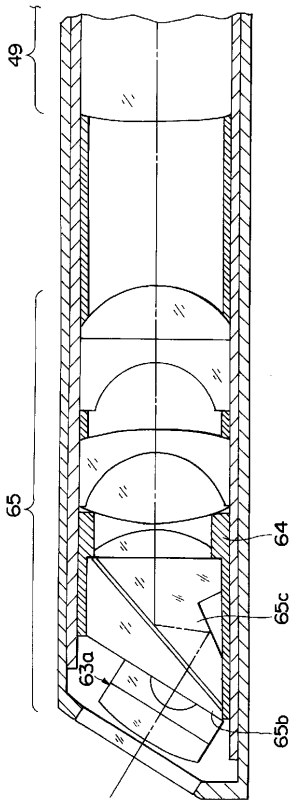
【図１６】



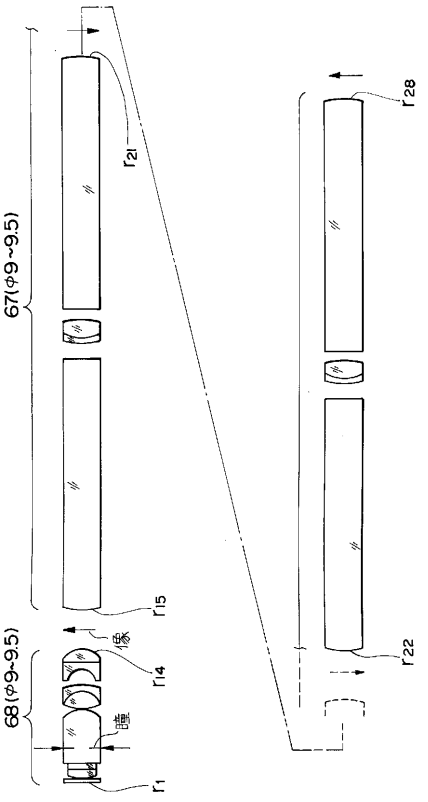
【図１７】



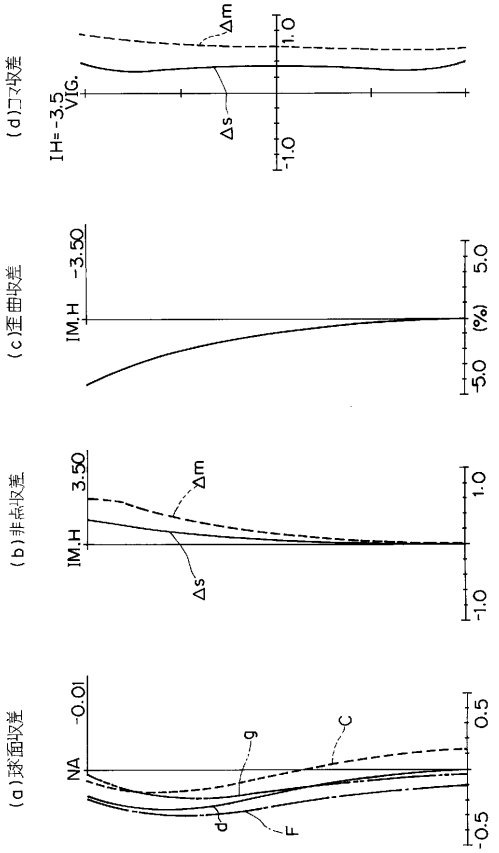
【図１８】



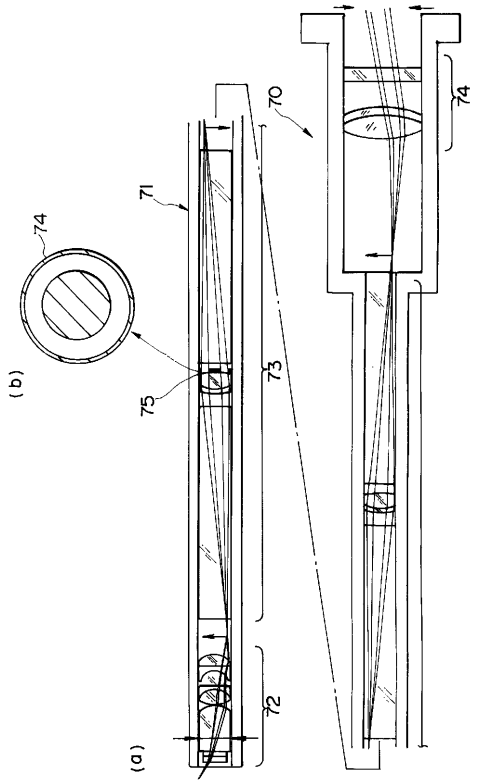
【図１９】



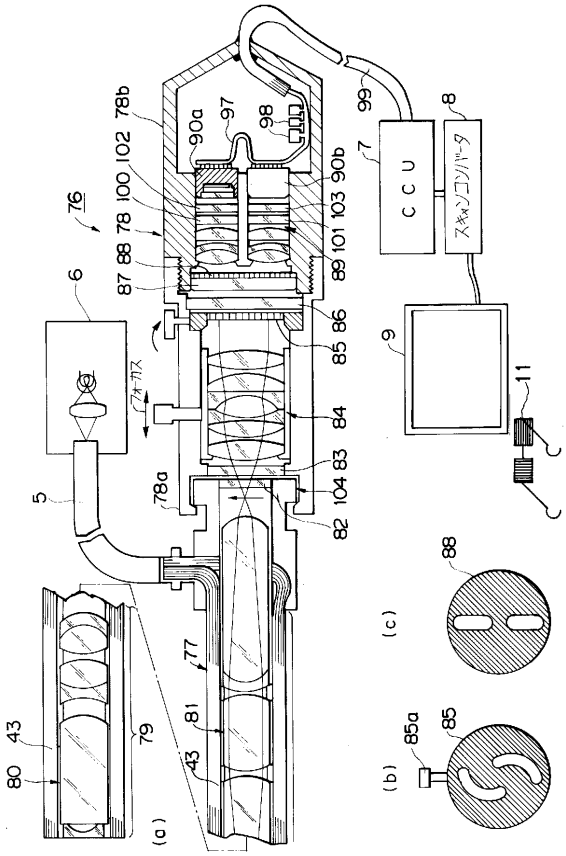
【図２０】



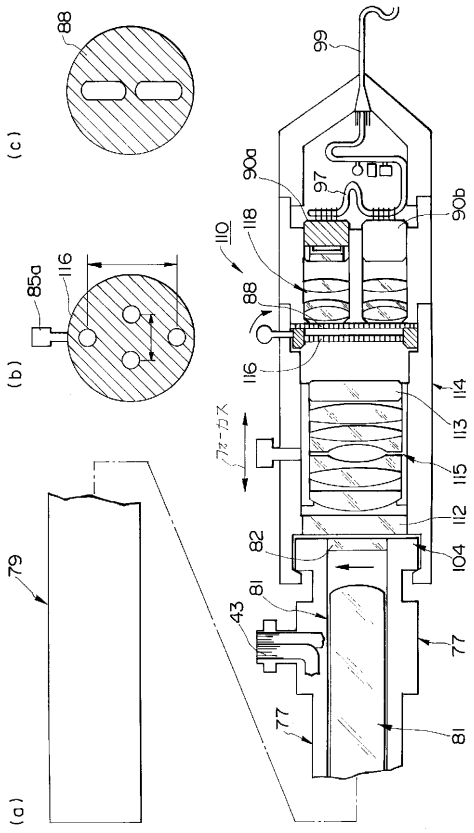
【図２１】



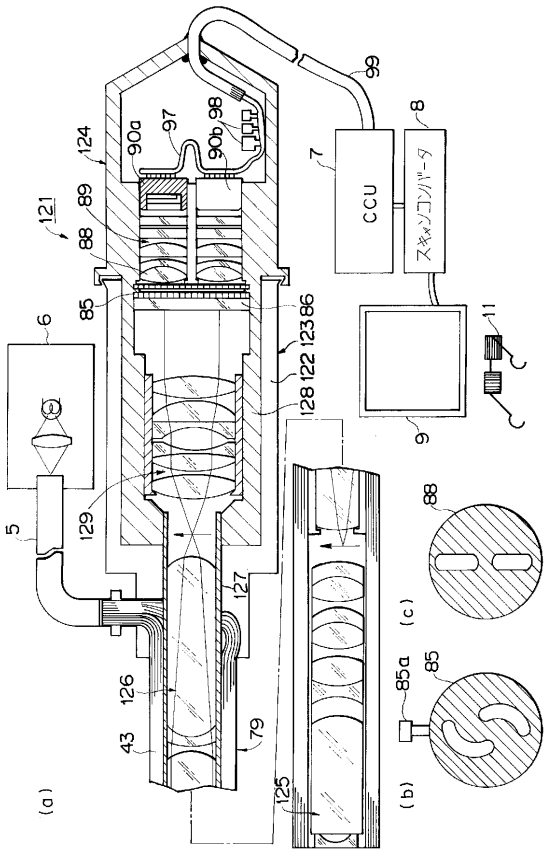
【図２２】



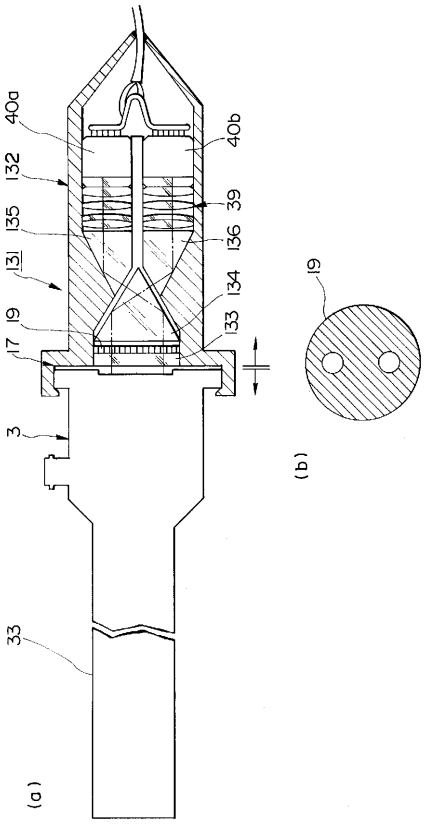
【図２３】



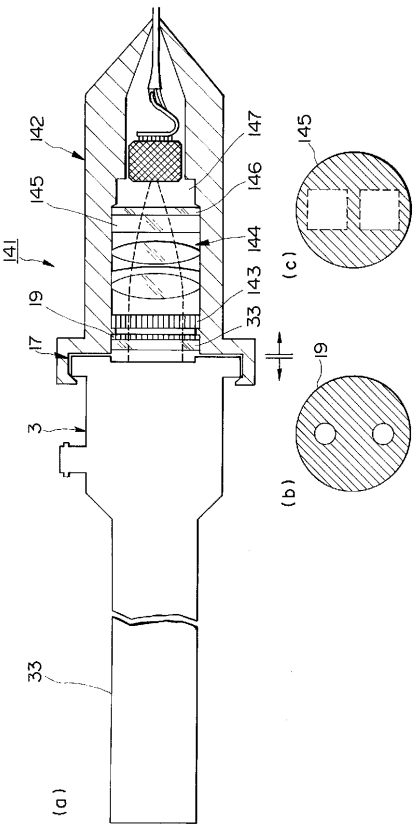
【図２４】



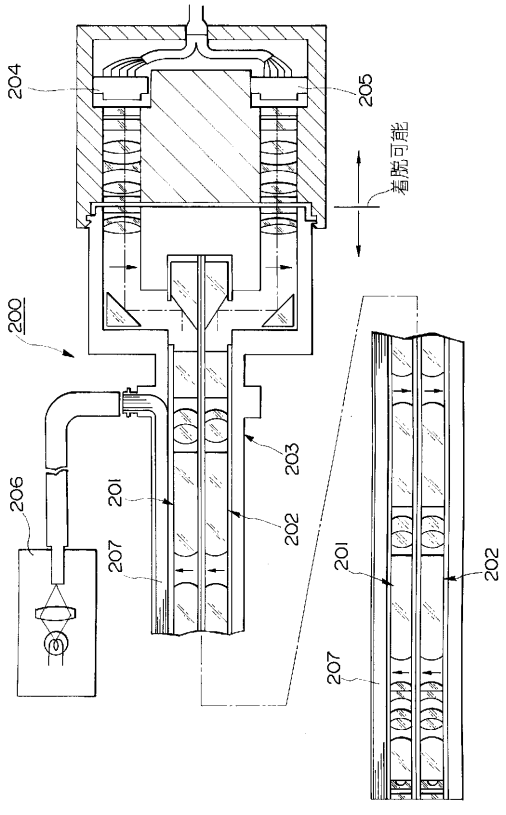
【図２５】



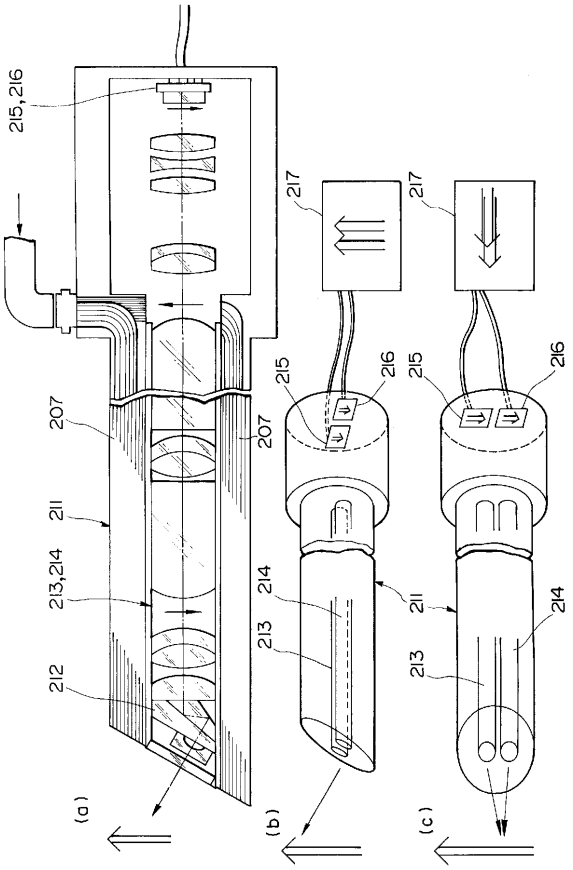
【図２６】



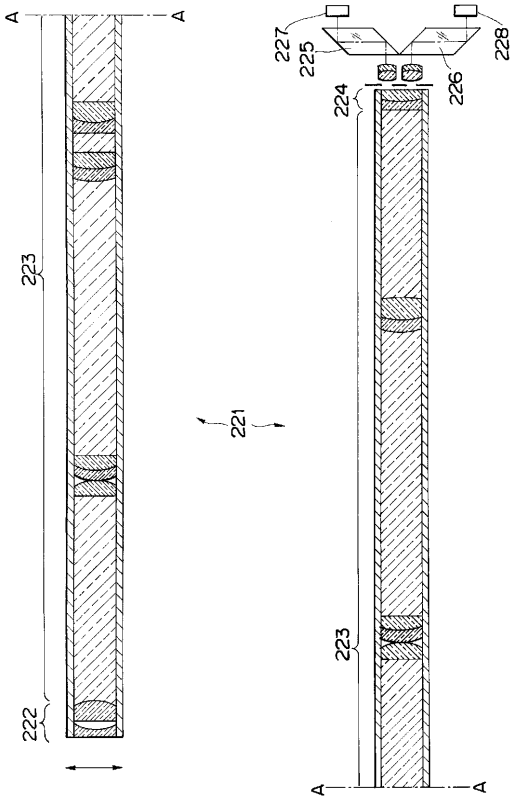
【図２７】



【図２８】



【図２９】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０５－３０７１４７（ＪＰ，Ａ）
特開昭６０－０８８５３３（ＪＰ，Ａ）
実開昭６０－０９０９７５（ＪＰ，Ｕ）
特開昭６１－０９８３１６（ＪＰ，Ａ）
特開昭６０－０６４３２０（ＪＰ，Ａ）
実開昭６０－１９１０１８（ＪＰ，Ｕ）
実開昭５８－０６７３０９（ＪＰ，Ｕ）
国際公開第９２／０１９００８（WO，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.^{7}，ＤＢ名)
A61B 1/04 370