

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4589048号
(P4589048)

(45) 発行日 平成22年12月1日(2010.12.1)

(24) 登録日 平成22年9月17日(2010.9.17)

(51) Int.Cl.

F 1

A 6 1 B 1/00 (2006.01)

A 6 1 B 1/00 320 B

A 6 1 B 5/07 (2006.01)

A 6 1 B 1/00 300 Y

A 6 1 B 5/07

請求項の数 4 (全 37 頁)

(21) 出願番号 特願2004-228170 (P2004-228170)
 (22) 出願日 平成16年8月4日 (2004.8.4)
 (65) 公開番号 特開2006-43115 (P2006-43115A)
 (43) 公開日 平成18年2月16日 (2006.2.16)
 審査請求日 平成19年6月28日 (2007.6.28)

(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 100065824
 弁理士 篠原 泰司
 (74) 代理人 100104983
 弁理士 藤中 雅之
 (72) 発明者 折原 達也
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
 リンパス株式会社内
 審査官 東 治企

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】カプセル型内視鏡

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

対物光学系と撮像素子を備えた撮像ユニットと、照明手段とをカプセルの内部の異なる光路上に配置し、これらの物体側を視野範囲が透明な透明カバーで密封したカプセル型内視鏡であって、

前記透明カバーの内側面のうち少なくとも視野範囲が球面で構成され、

前記透明カバーの内側面の頂点から前記照明手段の光射出面を含む平面Qmに対して引いた垂線と該平面Qmとの交点をX、前記対物光学系の入射瞳の中心から前記平面Qmに対して引いた垂線と該平面Qmとの交点をP、前記対物光学系の入射瞳の中心からの光が前記透明カバーの内側面で反射したときの光線の交点(写像位置)から前記平面Qmに対して引いた垂線と該平面Qmとの交点をP'としたとき、点Pと点P'を結ぶ線分上に点Xが存在し、

前記照明手段の光射出面が、前記平面Qm上で前記対物光学系の入射瞳の前記透明カバーの内側面で反射した反射像と重ならない位置に配置され、

さらに次の条件式を満たすことを特徴とするカプセル型内視鏡。

$$0.01 < L1 / R \tan < 0.5$$

ただし、L1は透明カバーの内側面の曲率中心から対物光学系の光軸までの距離、Rは透明カバーの内側面の半径、tanは対物光学系の視野角の1/2である。

【請求項 2】

前記対物光学系の光軸が前記透明カバーの内側面に対して直交しないように、該対物光

学系が配置され、

前記撮像ユニットの構成要素の少なくとも一つが、該撮像ユニットの他の構成要素に対して偏芯していることを特徴とする請求項 1 に記載のカプセル型内視鏡。

【請求項 3】

前記撮像ユニットが、以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載のカプセル型内視鏡。

$$80 < IH / P < 500$$

$$80 < FL / P < 500$$

$$400 < Fn0 / P < 3000$$

ただし、IH は撮像素子の受光面の有効表示エリアの中心から有効表示エリアの最も遠い位置までの距離 [mm]、P は撮像素子の水平方向の画素ピッチ [mm]、FL は対物光学系の焦点距離 [mm]、Fn0 は対物光学系の有効 F ナンバーである。

10

【請求項 4】

前記照明手段の光射出面を含む平面 Qm における交点 P と交点 X との間の距離 PX が、次の条件式を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のカプセル型内視鏡。

$$PX > (L / 2) + (D)$$

ただし、L は対物光学系の最も物体側に配置されるレンズの外径、D は照明手段の中心から外周までの最短距離である。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、生体内を検査する飲み込み型のカプセル型内視鏡に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、カプセル型内視鏡としては、例えば、錠剤状の形態のカプセルの中に、対物光学系、照明手段、撮像素子、送信装置などを配置するとともに、これらの物体側を視野範囲が透明な半球状のカバー部材（以下、透明カバーという）で密封したものが知られている。このように構成されたカプセル型内視鏡では、透明カバーと対物光学系を通して撮像素子の受光面に取り込んだ体内の画像が信号化されて、送信装置を介して体外に送信される。そして、外部の受信装置で受信された画像が表示装置に表示され、検査に用いられる。

30

【0003】

ところで、この種のカプセル型内視鏡においては、照明手段から出射した照明光の一部が、透明カバーの内側面で反射され、不要光として対物光学系の射出瞳に入射することによりフレアを発生させてしまうという問題がある。

このため、従来、透明カバーの内側面の反射によるフレアを防止するために、例えば、次の特許文献 1 又は 2 に開示のような発明が提案されている。

【特許文献 1】特開 2003-325441 号公報

【特許文献 2】特表 2003-501704 号公報

【0004】

40

特許文献 1 には、透明カバーの内側面を球面形状に形成するとともに、対物光学系の入射瞳の中心と透明カバーの曲率中心とを一致させたカプセル型内視鏡が開示されている。特許文献 1 に開示されたカプセル型内視鏡のように対物光学系の入射瞳の中心と透明カバーの内側面の曲率中心とを一致させると、照明手段から発した光線が透明カバーの内側面で反射して対物光学系の入射瞳へ到達するのを阻止でき、フレアの発生を防ぐことができる。

【0005】

また、特許文献 2 では、透明カバーの内側面を焦点曲線を持つ形状に形成するとともに、焦点曲線を含む面上に焦点曲線上に沿って複数の照明手段を配置させた光学装置が開示されている。特許文献 2 に開示された光学装置のように、複数の照明手段を焦点曲線上に

50

配置させると、照明手段から発した光線が透明カバーの内側面で反射して対物光学系でのフレアの発生を防ぐことができる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、特許文献1に開示のカプセル型内視鏡では、対物光学系を入射瞳の中心位置が透明カバーの曲率中心位置とほぼ一致するような配置となっているため、照明手段を対物光学系の周辺に配置せざるを得なくなり、カプセル型内視鏡が大型化してしまうという欠点がある。

【0007】

また、特許文献2に開示の光学装置では、上記照明エレメントが例えばLEDのような発光素子である場合、発光する部分はある程度の大きさを有している。このため、上記LEDを焦曲線上に並べるためには、焦曲線を広げて上記LEDを配置するためのスペースを確保しなければならない。これに伴い、透明カバーを大きくせざるを得ないため、カプセル型内視鏡が大型化してしまうという欠点がある。

【0008】

更に、この種のカプセル型内視鏡では、薬剤を搭載するためのタンクやカプセル型内視鏡の駆動時間を確保するための大型電池の搭載が望まれる。

しかし、上記特許文献1, 2の構成に、薬剤を搭載するためのタンクやカプセル型内視鏡の駆動時間を確保するための大型電池を搭載しようとすると、対物光学系や照明手段と干渉しない位置に配置しなければならなくなるため、カプセル型内視鏡が更に大型化してしまう。

【0009】

本発明は、上述した従来の問題点に鑑みてなされたものであり、透明カバーの内側面で反射された光による対物光学系でのフレアの発生を防止することができ、しかも小型化することのできるカプセル型内視鏡を提供することを目的とする。

【0010】

また、本発明は、透明カバーの内側面で反射された光による対物光学系のフレアの発生を防止することができ、しかも薬剤を搭載するためのタンク、もしくはカプセル型内視鏡を長時間駆動させることができる大容量の電池などを搭載するためのスペースを確保することのできるカプセル型内視鏡を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的を達成するため、本発明によるカプセル型内視鏡は、対物光学系と撮像素子を備えた撮像ユニットと、照明手段とをカプセルの内部の異なる光路上に配置し、これらの物体側を視野範囲が透明な透明カバーで密封したカプセル型内視鏡であって、前記透明カバーの内側面のうち少なくとも視野範囲が球面で構成され、前記透明カバーの内側面の頂点から前記照明手段の光射出面を含む平面Qmに対して引いた垂線と該平面Qmとの交点をX、前記対物光学系の入射瞳の中心から前記平面Qmに対して引いた垂線と該平面Qmとの交点をP、前記対物光学系の入射瞳の中心からの光が前記透明カバーの内側面で反射したときの光線の交点(写像位置)から前記平面Qmに対して引いた垂線と該平面Qmとの交点をP'としたとき、点Pと点P'を結ぶ線分上に点Xが存在し、前記照明手段の光射出面が、前記平面Qm上で前記対物光学系の入射瞳の前記透明カバーの内側面で反射した反射像と重ならない位置に配置され、

さらに次の条件式を満たすことを特徴としている。

$$0.01 < L1 / R \tan < 0.5$$

ただし、L1は透明カバーの内側面の曲率中心から対物光学系の光軸までの距離、Rは透明カバーの内側面の半径、は対物光学系の視野角の1/2である。

【0013】

また、本発明によるカプセル型内視鏡は、前記対物光学系の光軸が前記透明カバーの内

10

20

30

40

50

側面に対して直交しないように、該対物光学系が配置され、前記撮像ユニットの構成要素の少なくとも一つが、該撮像ユニットの他の構成要素に対して偏芯していることを特徴としている。

また、本発明によるカプセル型内視鏡は、前記撮像ユニットが、以下の条件式を満たすことを特徴としている。

$$80 < IH / P < 500$$

$$80 < FL / P < 500$$

$$400 < Fno / P < 3000$$

ただし、IHは撮像素子の受光面の有効表示エリアの中心から有効表示エリアの最も遠い位置までの距離[m m]、Pは撮像素子の水平方向の画素ピッチ[m m]、FLは対物光学系の焦点距離[m m]、Fnoは対物光学系の有効Fナンバーである。

また、本発明によるカプセル型内視鏡は、前記照明手段の光射出面を含む平面Qmにおける交点Pと交点Xとの間の距離PXが、次の条件式を満たすことを特徴としている。

$$PX > (L / 2) + (D)$$

ただし、Lは対物光学系の最も物体側に配置されるレンズの外径、Dは照明手段の中心から外周までの最短距離である。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、透明カバーの内側面で反射された光による対物光学系でのフレアの発生を防止することができ、しかも小型化、あるいは、薬剤を搭載するためのタンク、もしくはカプセル型内視鏡の駆動時間を確保するための大型電池を搭載することのできるカプセル型内視鏡が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

本発明は、対物光学系と撮像素子を備えた撮像ユニットと、照明手段とをカプセルの内部の異なる光路上に配置し、これらの物体側を視野範囲が透明な透明カバーで密封したカプセル型内視鏡であって、前記透明カバーの内側面のうち少なくとも視野範囲が曲面で構成され、前記透明カバーの内側面の頂点から前記照明手段の光射出面を含む平面Qmに対して引いた垂線と該平面Qmとの交点をX、前記対物光学系の入射瞳の中心から前記平面Qmに対して引いた垂線と該平面Qmとの交点をP、前記対物光学系の入射瞳の中心からの光が前記透明カバーの内側面で反射したときの光線の交点(写像位置)から前記平面Qmに対して引いた垂線と該平面Qmとの交点をP'としたとき、点Pと点P'を結ぶ線上に点Xが存在する。また、本発明のカプセル型内視鏡では、前記照明手段の光射出面が、前記平面Qmにおいて、前記対物光学系の入射瞳の前記透明カバーの内側面で反射した反射像と重ならない位置に配置されている。

【0016】

図1は本発明の実施形態1にかかるカプセル型内視鏡の要部概念図であり、(a)は対物光学系3の光軸4と透明カバー8の内側面10の頂点Stとを含む断面上における、透明カバー8の内側面10の頂点Stと、対物光学系3の入射瞳の中心Pcと、この入射瞳の中心Pcからの光が透明カバー8の内側面10で反射したときの光線の交点(写像位置)P'cとの位置関係を示す説明図、(b)は照明手段13の光射出面を含む平面Qm上での、透明カバー8の内側面10の頂点Stから平面Qmに対して引いた垂線との交点X、対物光学系3の入射瞳の中心Pcから平面Qmに対して引いた垂線との交点P、対物光学系3の入射瞳の中心Pcからの光が透明カバー8の内側面10で反射したときの光線の交点(写像位置)P'cから平面Qmに対して引いた垂線との交点P'、および透明カバー8の内側面10を介して投影される対物光学系3の入射瞳の反射像の範囲15の位置関係を示す説明図である。

【0017】

なお、本発明でいう透明カバー8の内側面10の頂点Stとは、透明カバーの内側面10上の任意の1点Sn(不図示)から対物光学系3の光軸に垂直で、かつ対物光学系の最

10

20

30

40

50

も物体側の面と接する平面 Q_n (不図示) に対して引いた垂線と平面 Q_n の交点を T_n とした場合において、点 S_n から交点 T_n までの距離が最も長くなる透明カバー 8 の内側面 10 上の位置である。

【0018】

実施形態 1 のカプセル型内視鏡は、透明カバーの内側面 10 の形状を球面形状に形成した場合の構成例を示している。

また、実施形態 1 のカプセル型内視鏡では、従来のカプセル型内視鏡における光学配置と比較するために、透明カバー 8 の内側面 10 の曲率中心 11 を通り光軸 4 に対して垂直な直線 17 上に対物光学系 3 の入射瞳の中心 P_c を配置してある。また、図 1 では、入射瞳の中心 P_c を通る光線がつくる対物光学系 3 の視野を実線 7 と点線 7' で示してある。点線 7' で示された視野は、対物光学系 3 の入射瞳の中心 P_c と透明カバー 8 の内側面 10 の曲率中心 11 を一致させた従来のカプセル型内視鏡の視野である。一方、実線 7 で示された視野は、平面 Q_m における上記交点 X, P, P' が上述した位置関係を満たすように対物光学系 3 の入射瞳の中心 P_c を配置した場合の対物光学系 3 の視野である。なお、符号 12 は透明カバー 8 の外側面 9 の曲率中心である。実施形態 1 のカプセル型内視鏡では、透明カバー 8 の内側面 10 の曲率中心 11 と外側面 9 の曲率中心 12 は同じ位置にある。

【0019】

透明カバー 8 の内側面 10 の頂点 S_t と、対物光学系 3 の入射瞳の中心 P_c と、対物光学系 3 の入射瞳の中心 P_c からの光が透明カバー 8 の内側面 10 で反射したときの光線の交点 (写像位置) P'_c から、それぞれ平面 Q_m に対して引いた垂線と平面 Q_m との交点 X, P, P' は、一つの直線 17 上に存在し、交点 X は交点 P と交点 P' を結ぶ線分上に存在する。

なお、透明カバー 8 の内側面 10 が平面 Q_m 上に投影される対物光学系 3 の入射瞳の反射像 15 の中心 16 と P' は、必ずしも同じ位置には存在しない。

【0020】

実施形態 1 のカプセル型内視鏡のように、平面 Q_m 上の交点 X, P, P' が、上述した、一つの直線 17 上に存在し、かつ、交点 X が交点 P と交点 P' を結ぶ線分上に存在する、という位置関係を満足すれば、従来のカプセル型内視鏡の視野を確保しつつ、図 1 (a), (b) に斜線で示したように、カプセルを小型化することが可能となる。

また、実施形態 1 のカプセル型内視鏡のように、平面 Q_m 上で照明手段 13 の光射出面が対物光学系 3 の入射瞳の反射像 15 と重ならないように配置すれば、照明手段 13 から発して透明カバー 8 の内側面 10 で反射した照明光が対物光学系 3 の入射瞳へ到達せずフレアの発生を防ぐことができる。

また、実施形態 1 のカプセル型内視鏡においては、透明カバー 8 の内側面 10 の曲率中心 11 と対物光学系 3 の入射瞳の中心 P_c の位置が次の条件式を満足するように構成すると、更に好ましい。

$$0.01 < L_1 / R \tan < 0.5$$

但し、 L_1 は透明カバー 8 の内側面 10 の曲率中心 11 から対物光学系 3 の光軸 4 までの距離、 R は透明カバー 8 の内側面 10 の半径、 \tan は対物光学系 3 の視野角の $1/2$ である。

$L_1 / R \tan$ の値が上記条件式の上限値を上回ると、透明カバー 8 の内側面 10 の頂点 S_t に対して対物光学系 3 が近づきすぎてしまい、照明手段 13 を配置するスペースを確保することができない。

また、 $L_1 / R \tan$ の値が条件式の下限値を下回ると、透明カバー 8 の内側面 10 の頂点 S_t に対して対物光学系 3 が離れすぎて、カプセルの全長が長くなってしまい好ましくない。

【0021】

また、本発明のカプセル型内視鏡は、前記対物光学系の光軸が前記透明カバーの内側面に対して直交しないように前記対物光学系が配置され、かつ、前記撮像ユニットの構成要

10

20

30

40

50

素の少なくとも一つが、該撮像ユニットの他の構成要素に対して偏芯しているのが望ましい。

【0022】

図2は本発明の実施形態2にかかるカプセル型内視鏡の概念図であり、対物光学系3の光軸4と透明カバー8の内側面10の頂点S_tとを含む断面上における、透明カバー8の外側面9上の物点に対する対物光学系3の視野境界部での結像関係を示す説明図である。

【0023】

カプセル型内視鏡は、一般的な内視鏡とは異なり、観察・診断時に臓器内に空気を送気する機構を有していない。このため、カプセルの進路となる消化管内部は収縮してカプセルの視野を塞いでいると考えられる。また、カプセル型内視鏡の体内での移動がこの管腔臓器の蠕動運動で行われるとすると、カプセルは管腔臓器の内壁から均等に圧力を受けていると想定される。このとき、管腔臓器の内壁は最も安定的に透明カバーを含むカプセルの外側面に密着、追従しているため、透明カバーの外側面付近に管腔臓器の内壁面が位置する。

【0024】

このような理由から、カプセル型内視鏡に適した観察状態にするには、透明カバー8の外側面9上の物点に対してピントが合うように撮像ユニットを構成するのが望ましい。

撮像ユニット1は、レンズ5と、絞り(図示省略)と、レンズ枠(図示省略)と、間隔環(図示省略)を有する対物光学系3と、撮像素子2と、撮像素子枠(図示省略)を有して構成されている。

【0025】

図2に示すように、対物光学系3の光軸が透明カバー8の内側面に対して直交しないように、対物光学系3の射出瞳の中心をカプセルの中心軸からずらして対物光学系3を配置した場合、視野方向によって、対物光学系3の最も物体側の面から透明カバー8の外側面9までの距離に差が出てくるため、それぞれの物点に対する結像位置がずれる。

このため、従来の一般的なカプセル型内視鏡のように、撮像素子2の撮像面を光軸に対して垂直に配置したのでは、対物光学系3の視野境界部において、透明カバー8の外側面9に接した管腔臓器等の被写体の内壁が部分的にボケてしまい、観察が困難になる。

【0026】

そこで、実施形態2のカプセル型内視鏡では、図2に示すように、対物光学系3の視野境界部における、対物光学系3の最も物体側の面から透明カバー8の外側面9までの距離X_{N1}、X_{N2}に対応する像位置であるX_{N1'}、X_{N2'}に撮像面が位置するように、撮像素子2を対物光学系3に対して偏芯させている。このようにすると、視野方向に生じる透明カバー8の外側面9までの物点距離の差による像のボケを補正することができ、透明カバー8の外側面9に接した管腔臓器の内壁等の被写体を鮮明に観察することが可能な小型のカプセル型内視鏡が得られる。

【0027】

また、撮像素子2以外の撮像ユニット1の少なくとも一つの構成要素を他の構成要素に対して偏芯させてもよい。このようにしても、同様に、視野方向に生じる透明カバー8の外側面9までの物点距離の差による像のボケを補正することができ、鮮明な画像が得られる。

【0028】

以下、本発明のカプセル型内視鏡の実施例について、図面を用いて説明する。

【実施例1】

【0029】

図3は本発明の実施例1にかかるカプセル型内視鏡の要部概念図であり、(a)は対物光学系3の光軸4と透明カバー8の内側面10の頂点S_tとを含む断面上における、透明カバー8の内側面10の頂点S_tと、対物光学系3の入射瞳の中心P_cと、この入射瞳P_cからの光が透明カバー8の内側面10で反射したときの光線の交点(写像位置)P'_cとの位置関係を示す説明図、(b)は照明手段13の光射出面を含む平面Q_m上での、透明カ

10

20

30

40

50

バー 8 の内側面 1 0 の頂点 S t から平面 Q m に対して引いた垂線との交点 X 、対物光学系 3 の入射瞳の中心 P c から平面 Q m に対して引いた垂線との交点 P 、対物光学系 3 の入射瞳の中心 P c からの光が透明カバー 8 の内側面 1 0 で反射したときの光線の交点（写像位置）P ' c から平面 Q m に対して引いた垂線との交点 P ' 、および透明カバー 8 の内側面 1 0 を介して投影される入射瞳の反射像の範囲 1 5 の位置関係を示す説明図である。

【 0 0 3 0 】

実施例 1 のカプセル型内視鏡は、カプセル内のある光路上に対物光学系 3 と、照明手段 1 3 としてのチップ型 LED が配置され、これらの物体側を視野範囲が透明な透明カバー 8 で密封して構成されている。

対物光学系 3 の入射瞳は、対物光学系 3 を構成するレンズ 5 の最も物体側の面（先端面）と一致している。また、対物光学系 3 は、入射瞳の面が照明手段 1 3 の光射出面を含む平面 Q m と同一平面上に位置するように配置されている。

対物光学系 3 の後方（像側）には、電力供給のため電池や、別体の受信手段に画像などの情報を送信するための送信アンテナが設けられている（図示省略）。

【 0 0 3 1 】

透明カバー 8 の内側面 1 0 は、球面形状に形成されている。透明カバー 8 の内側面 1 0 の曲率中心 1 1 は、対物光学系 3 の入射瞳の中心 P c を通り対物光学系 3 の光軸 4 に対して垂直な直線 1 7 上に配置されている。

そして、実施例 1 のカプセル型内視鏡では、例えば、図 3 中に点線で示した、透明カバー 8 の外径が 5.6 mm である従来のカプセル型内視鏡に対して、本発明の実施例 1 の構成を適用する場合、照明手段 1 3 の光射出面を含む平面 Q m 上で、透明カバー 8 の内側面の頂点 S t から照明手段 1 3 の光射出面を含む平面 Q m に対して引いた垂線と該平面 Q m との交点 X が、対物光学系 3 の入射瞳の中心 P c から平面 Q m に対して引いた垂線と該平面 Q m との交点 P と対物光学系 3 の入射瞳の中心からの光が透明カバー 8 の内側面で反射したときの光線の交点（写像位置）P ' c から平面 Q m に対して引いた垂線と該平面 Q m との交点 P ' とを結ぶ線分上に存在し、かつ交点 X と交点 P とを結んだ線分の長さが 0.76 mm となっている。

【 0 0 3 2 】

このようにすると、図 3 (b) 中において斜線で示した部分に応じたカプセル内部の体積を削減し、カプセルの最小外径を 5.0 mm とすることができます。このとき、照明手段 1 3 の光射出面を含む平面 Q m に対して透明カバー 8 の内側面 1 0 を介して投影される対物光学系 3 の入射瞳の反射像の範囲 1 5 は、透明カバー 8 の内側面 1 0 上で最も視野の周辺に位置する仮想物点から対物光学系 3 の入射瞳の中心 P c に入射する光線を対物光学系 3 の入射瞳の中心 P c から逆追跡することにより求まる。即ち、図 3 (a)において、対物光学系 3 の最大視野角を形成する主光線 7 が透明カバー 8 の内側面 1 0 の仮想物点 S m および S n で折り返し反射して照明手段 1 3 の光射出面を含む平面 Q m に到達することにより、対物光学系 3 の入射瞳の反射像の範囲 1 5 が形成される。

【 0 0 3 3 】

また、実施例 1 のカプセル型内視鏡では、照明手段 1 3 である LED は、対物光学系 3 の入射瞳の反射像の範囲 1 5 からはずれた位置に 4 個配置されており、各 LED の光軸は、いずれも透明カバー 8 の内側面 1 0 に直交しない配置関係になっている。なお、ここでの照明手段 1 3 の光軸とは、光射出面の中心を通り、かつ、光射出面に垂直な線をいう。

なお、各照明手段 1 3 の光射出面が同一の平面 Q m 上に位置しない場合において実施例 1 のカプセル型内視鏡を構成する場合には、それぞれの照明手段 1 3 の光射出面を含む面上において、上述した配置関係を満足するように対物光学系 3 と照明手段 1 3 を配置すればよい。

【 0 0 3 4 】

このように構成された実施例 1 のカプセル型内視鏡によれば、視野を確実に確保しつつ小型化が実現でき、かつ照明手段 1 3 から射出され、透明カバー 8 の内側面で反射された光線の対物光学系 3 の入射瞳内への到達を阻止してフレアの発生を防止することができ、

10

20

30

40

50

鮮明な画像が観察できるカプセル型内視鏡が得られる。

【0035】

また、実施例1のカプセル型内視鏡の一変形例を図4に示す。図4(a)は対物光学系3の光軸4と透明カバー8の内側面10の頂点S_tとを含む断面上における、透明カバー8の内側面10の頂点S_tと、対物光学系3の入射瞳の中心P_cと、この入射瞳の中心P_cからの光が透明カバー8の内側面10で反射したときの光線の交点(写像位置)P'_cとの位置関係を示す説明図、図4(b)は照明手段13の光射出面を含む平面Q_m上での、透明カバー8の内側面10の頂点S_tから平面Q_mに対して引いた垂線との交点X、対物光学系3の入射瞳の中心P_cから平面Q_mに対して引いた垂線との交点P、対物光学系3の入射瞳の中心P_cからの光が透明カバー8の内側面10で反射したときの光線の交点(写像位置)P'_cから平面Q_mに対して引いた垂線との交点P'、および透明カバー8の内側面10を介して投影される入射瞳の反射像の範囲15の位置関係を示す説明図である。

【0036】

図4に示す変形例のカプセル型内視鏡では、照明手段13の一つ(照明手段13a)は、その光軸が透明カバー8の内側面10と直交するように配置されている。

そして、例えば、図4中点線で示した、透明カバー8の外径が8.3mmである従来のカプセル型内視鏡に対して、本発明の実施例1の変形例のカプセル型内視鏡を適用した場合には、照明手段13の光射出面を含む平面Q_m上で、透明カバー8の内側面の頂点S_tから照明手段13の光射出面を含む平面Q_mに対して引いた垂線と該平面Q_mとの交点Xが、対物光学系3の入射瞳の中心P_cから平面Q_mに対して引いた垂線と該平面Q_mとの交点Pと対物光学系3の入射瞳の中心からの光が透明カバー8の内側面で反射したときの光線の交点(写像位置)P'_cから平面Q_mに対して引いた垂線と該平面Q_mとの交点P'を結ぶ線分上に存在し、かつ交点Xと交点P'を結んだ線分の長さが1.7mmとなっている。

このようにすると、図4(b)中において斜線で示した部分に応じたカプセル内部の体積を削減し、カプセルの最小外径を7.4mmとすることができる。

【0037】

また、本発明の実施例1のカプセル型内視鏡の他の変形例を図5に示す。図5(a)は対物光学系3の光軸4と透明カバー8の内側面10の頂点S_tとを含む断面上における、透明カバー8の内側面10の頂点S_tと、対物光学系3の入射瞳中心P_cと、この入射瞳P_cからの光が透明カバー8の内側面10で反射したときの光線の交点(写像位置)P'_cとの位置関係を示す説明図、図5(b)は照明手段13の光射出面を含む平面Q_m上での、透明カバー8の内側面10の頂点S_tから平面Q_mに対して引いた垂線との交点X、対物光学系3の入射瞳の中心P_cから平面Q_mに対して引いた垂線との交点P、対物光学系3の入射瞳の中心P_cからの光が透明カバー8の内側面10で反射したときの光線の交点(写像位置)P'_cから平面Q_mに対して引いた垂線との交点P'、および透明カバー8の内側面10を介して投影される入射瞳の反射像の範囲15の位置関係を示す説明図である。

【0038】

図5の変形例のカプセル型内視鏡によれば、従来のカプセル型内視鏡と比較してカプセルを大型化することなく、他の部材を搭載するための配置スペースを得ることができ、得られた配置スペースに薬剤を搭載するためのタンク18を搭載し、かつ透明カバー8の内側面で反射された光線の対物光学系3の入射瞳内への到達を阻止してフレアの発生を防止することができ、鮮明な画像が観察できるカプセル型内視鏡が得られる。また、薬剤搭載用のタンクの他にも、多くの体積を必要とするバッテリー、無線手段、コンデンサー等を配置して効率的にスペースを活用することができる。このため、図5の変形例のカプセル型内視鏡によれば、小型なカプセル型内視鏡において、長時間駆動、無線通信の信頼性向上、外部給電システム化等を実現することができる。

【0039】

ところで、薬剤を搭載したタイプのカプセル型内視鏡は、カプセルの外表部に薬液を噴

10

20

30

40

50

射するためのノズルを有し、消化管などの管腔臓器内を移動しながら対物光学系の視野内に捉えられた臓器の内壁面を観察し病変と疑われる部位を発見したときには、ノズルを通して例えば染色剤のような薬液をその部位に向けて散布することができるよう構成される。従って、ノズルの噴射口は視野方向を向いており、かつ対物光学系の視野範囲とノズルの薬液噴射範囲が重なるように配置される必要がある。また、ノズルは、視野内の注目部位を観察するにあたって妨げとならない位置に配置するのが望ましい。

【0040】

図5の変形例に示す構成を備えた薬剤を搭載したタイプのカプセル型内視鏡40における対物光学系3の視野7とノズル30と観察対象部位32の位置関係を図6に示す。

カプセル型内視鏡40の進路となる小腸などの管腔臓器の内部は、収縮してカプセル型内視鏡40の視野を塞いでいると考えられ、カプセル型内視鏡40は、管腔臓器内壁の蠕動運動により管腔臓器の内壁33を押しのけるようにして進んでいく。従って、透明カバー8の外側面9のうち視野の周辺境界部近傍は、管腔臓器の内壁33と密着した状態となる。

【0041】

図6のカプセル型内視鏡では、ノズル30は、管腔臓器の内壁33を押し上げて噴射路を確保することができるよう形成されている。対物光学系3の光軸4と透明カバー8の内側面10の頂点S_tとを含む断面上において、ノズル30の噴射口31は、対物光学系3の視野から外れた位置に設けられ、かつ対物光学系3の光軸に対する噴射口31の中心軸のなす角度が15°～75°の範囲で設定されている。

図6のカプセル型内視鏡によれば、ノズル30および噴射口31を対物光学系3の視野7から外れた位置に設けたので、ノズル30が管腔臓器の内壁33を押し上げて噴射路が確保できる。なお、対物光学系3の光軸に対する噴射口31の中心軸のなす角度が上記15°～75°の範囲を満たせば、例えば図6中に点線で示したノズル30'および噴射口31'のように、対物光学系3の光軸に近づけて設置することも可能である。噴射口31から噴射された薬液は、対物光学系3の被写界深度の中間から遠点に位置する観察対象部位32に散布される。

【0042】

一方、対物光学系3の光軸に対する噴射口31の中心軸のなす角度が15°を下回る場合は、ターゲットとなる部位と噴射口31との間の距離が離れすぎてしまい、薬液を噴射したときに薬液が広がりすぎて、ターゲットとなる部位に対する十分な散布ができない。また、対物光学系3の光軸4に対する噴射口31の中心軸のなす角度が75°を上回る場合は、ターゲットとなる部位と噴射口31との間の距離が近づきすぎて、薬液の噴射路が透明カバー8の外側面9に干渉してしまい、ターゲットとなる部位に対する十分な薬液の散布ができない。

【0043】

なお、図6では、ノズルを視野の外に配置したが、視野内の注目部位の観察を妨げない位置であれば、ノズルの少なくとも一部が視野内に入るように配置することもできる。このようにすることで、観察画像を通して視野内のどの位置から薬剤が噴出されるかを確実に確認できるので好ましい。その場合は、ノズルで反射した照明光が視野内フレアとならないように、ノズルの表面反射率を下げるようノズル表面に加工を施したり、ノズル表面に黒色コートなどの光を吸収するコーティングを施すのが望ましい。図7には、ノズルの薬液噴射口が視野内に入るように配置したカプセル型内視鏡の例を示した。図7に示したカプセル型内視鏡は、図6に示されるカプセル型内視鏡のノズル30の薬液噴射口31を、対物光学系3の視野内で、かつ視野内の注目部位を観察するにあたって妨げとならない位置に配置したものである。

【0044】

また、生体組織内に薬液を注入する必要がある場合には、先端に穿刺針のついた送液チューブを備えたカプセル型内視鏡を用いればよい。この場合、観察視野内に捉えた生体組織に対して穿刺針を挿入し、カプセル内の薬液タンクより送液チューブを通して薬液を注

10

20

30

40

50

入する。そのため、穿刺針の先端部が生体組織に挿入される前に、対物視野内に前記穿刺針の先端部が捉えられる位置に穿刺針の突出口を配置して、穿刺針の先端部が意図しない部位に刺さったり、穿刺針の先端部が生体組織を突き抜けてしまうことを防止する必要がある。

【0045】

図8は先端に穿刺針のついた送液チューブを備えたカプセル型内視鏡の構成例を示す図である。

図8のカプセル型内視鏡によれば、穿刺針の突出口34を対物光学系3の視野7から外れていて、かつ穿刺針35の先端部が生体組織に挿入される前に、対物視野内に前記穿刺針の先端部が捉えられる位置に設けている。穿刺針の突出口34は、管腔臓器の内壁33を押しあげるように構成されているので、対物視野内において穿刺針の突出口34と生体組織32の間に空間を確保することができる。10

【0046】

このような構成にすることによって、穿刺針35の先端部が生体組織32に挿入される前に、穿刺針35と生体組織32との位置関係を確認することができるので、穿刺針の先端部が意図しない部位に刺さつたり、穿刺針の先端部が生体組織を突き抜けてしまうことを防止することができる。穿刺針35は、カプセル内部に格納されており、カプセル型内視鏡が生体組織32に接近したときに、図示しない穿刺針押し出し機構により穿刺針の突出口34から押し出されて対物光学系3の視野7に捉えられる。穿刺針35には、その先端部から一定の間隔で目盛りがつけられており、モニタに映し出される画像を通して目盛りを確認することで、穿刺針35の先端部が生体組織32に対してどの程度挿入されたかがわかるように構成されている。目盛りとしては、数字や、色の異なるマーキングなどであつてもよい。20

【0047】

図9には、ノズル30及び穿刺針の突出口34に関する別の構成例を示した。この構成例では、透明カバー8を通してノズル30及び穿刺針の突出口34を配置している。ノズル30は、対物光学系3の視野7の外側で透明カバー8を通して薬液タンク18と接続されており、薬液噴射口31が対物光学系3の視野7の内側に配置されている。また、穿刺針の突出口34は、透明カバー8のうち、対物光学系3の視野7の外側にあたる部分に設けられている。なお、穿刺針35につながれている送液チューブ36は、図示しない別の薬液タンクに接続されていてもかまわない。この構成例では、透明カバー8の形状を工夫することにより、穿刺針の突出口34と生体組織32の間に空間を確保しているので、穿刺針35と生体組織32の位置関係を確認することができる。30

【0048】

これらの構成例においては、撮像ユニット1と透明カバー8の内面の位置関係が上述した発明の実施形態を満たすことが望ましいが、その形態に限定されるものではない。

【0049】

図10は消化管内壁を観察するカプセル型内視鏡システムの一例を示す説明図である。図10中、点線で囲まれた機器類は、患者の体外に設置される画像表示システムである。また、便宜上図示を省略したが、患者41は、消化管21を移動するカプセル型内視鏡40の姿勢を体外から電磁誘導などの方法により制御するために工夫された着衣を身に着けている。カプセル型内視鏡40に内蔵された送信ユニットから無線送信された画像信号は、患者の体外に設けられた受信装置22により受信される。受信装置22は、画像信号の処理を行うことのできるパーソナルコンピュータ24に接続されており、パーソナルコンピュータ24で処理された画像がモニタ23を介して表示されるようになっている。40

【0050】

例えは、対物光学系3の視野に捉えられた病変と疑われる部位32（以下「着目部位」と呼ぶ）に対して確実に薬剤散布が行えるように、噴射口31の中心軸が被写体（ここでは消化管21の内壁）と交わる点にターゲットシンボル26（図中では×印）を表示することができる。50

【0051】

カプセル型内視鏡40を消化管21の内部を進ませながら観察を行う場合、対物光学系3の被写界深度の遠点位置から中間位置までの間で着目部位32を捉え、ターゲットシンボル26と重なるようにカプセル型内視鏡40の姿勢を制御する。なお、ターゲットシンボル26の表示、カプセル型内視鏡40の姿勢制御、薬剤の噴射などの一連の操作は、パソコン用コンピュータ24に接続されるキーボード、マウス、ジョイスティック等を利用して行うことができる。

【0052】

また、着目部位32を自動追尾して薬剤散布までの一連の動作を自動的に行う機能を、パソコン用コンピュータ24に内蔵されるカプセル型内視鏡の制御回路に持たせることもできる。このような機能を備えたカプセル型内視鏡システムの場合、観察者がモニタ23に表示される観察画像を見ながら、同じ画面上に表示されたカーソルを観察画像上の着目部位32に重ねる等の動作により、自動追尾目標を指定することで、薬剤の自動散布機能がスタートするようになる。そして、自動追尾中にモニタ23上で着目部位32とターゲットシンボル26が重なったときに、噴射口31から薬剤を散布するようになる。

また、先端に穿刺針のついた送液チューブを備えたカプセル型内視鏡を使用する場合には、穿刺針35の先端部が生体組織32の表面に接触してからどの程度挿入されたかを画像から解析し、モニタ上に表示する回路をパソコン用コンピュータ24に設置しても良い。

【0053】

薬剤が散布された着目部位32は、対物光学系3に対して徐々に近づいていく、対物光学系3の被写界深度の近点付近では、図6に点線で示す領域32'のように透明カバー8の外側面9に密着した状態になる。従って、領域32'を詳細に観察して診断を行うためには、対物光学系3と撮像素子2からなる撮像ユニット1の解像力が透明カバー8の外側面9付近で最も高くなるように設定するのが望ましい。

即ち、図6の構成において、対物光学系3の最も物体側の面から領域32'に接触する透明カバー8の外側面9までの光軸方向の物体距離A1での解像力が5本/mm以上であり、また、対物光学系3の被写界深度の遠点付近での物体距離B1では、解像力が1本/mm以上であるのが望ましい。

【0054】

ここで、一般の撮像ユニットにおける解像力は、次のように定義される。

対物光学系の前に置いた白黒のラインペアを、固体撮像素子の撮像面上の水平方向に白黒が並ぶように撮像ユニットで撮像し、固体撮像素子から送られてくる画像信号を処理する回路系を通してモニタに表示する。このとき、モニタ上の水平方向で得られる白黒の強度分布の最大値をImax、最小値をIminとしたとき、白黒ラインペアのモニタ上のコントラストIは、

$$I = (Imax - Imin) / (Imax + Imin)$$

として求められる。解像力は、上述のコントラストIが10%となるときの、白黒ラインペアの幅の逆数として定義される。

【0055】

従って、上記説明における「解像力5本/mm以上」、「解像力1本/mm以上」とは、それぞれ、幅0.2mm以下、幅0.5mm以下の白黒ラインペアのコントラストが、モニタ上で10%以上であることを指している。

物点距離A1において、撮像ユニット1の解像力を5本/mm以上とすれば、透明カバーの外面付近に位置する生体組織をモニタ23上で拡大して観察することができる。特にカプセル内視鏡においては近接時に絨毛が観察できる事が重要であり、絨毛は0.2~0.5mm程度であるので、それ以上の解像力が必要となる。また、物点距離B1において、撮像ユニット1の解像力を1本/mm以上とすれば、モニタ23上に映し出された視野の遠点位置で着目部位32を発見し易くなる。

【0056】

10

20

30

40

50

このとき、撮像ユニット1には、次の条件式を満足する撮像素子2と対物光学系3を用いるのが望ましい。

$$80 < IH / P < 500$$

$$80 < FL / P < 500$$

$$400 < Fno / P < 3000$$

但し、IHは撮像素子の受光面の有効表示エリアの中心から有効表示エリアの最も遠い位置までの距離[mm]、Pは撮像素子の水平方向の画素ピッチ[mm]、FLは対物光学系の焦点距離[mm]、Fnoは対物光学系の有効Fナンバーである。

【0057】

IH / Pの値が条件式の上限値を上回ると、対物光学系と組合せたときに広い被写界深度が得られなくなる。一方、IH / Pの値が条件式の下限値を下回ると、被写界深度の近点付近で必要な分解能が得られない。10

また、FL / Pの値が条件式の上限値を上回ると、被写界深度が狭くなってしまい、物点距離A1で所望の解像力を確保すると、物点距離B1ではピントがボケてしまう。一方、FL / Pの値が条件式の下限値を下回ると、物点距離A1で所望の解像力を確保することが困難となる。

更に、Fno / Pの値が条件式の上限値を上回ると、光学的な回折限界を越えてしまい、ピントを合わせてもボケたような画像しか得られない。一方、Fno / Pの値が条件式の下限値を下回ると、被写界深度が狭くなってしまい、物点距離A1で所望の解像力を確保すると、物点距離B1ではピントがぼけてしまう。20

【0058】

例えば、外径が10mm程度のカプセル型内視鏡の場合、物点距離A1は3mm、物点距離B1は50mmとするのが好ましい。

なお、本発明の実施例では対物光学系3として正レンズ2枚で構成したものを用いているが、本発明のカプセル型内視鏡における対物光学系は、このようなレンズ構成に限定されるものではない。

【実施例2】

【0059】

図11～図14は本発明の実施例2およびその変形例にかかるカプセル型内視鏡を示す要部概念図であり、(a)は対物光学系3の光軸4と透明カバー8の内側面10の頂点Stとを含む断面上における、透明カバー8の内側面10の頂点Stと、対物光学系3の入射瞳の中心Pcと、この入射瞳の中心Pcからの光が透明カバー8の内側面10で反射したときの光線の交点(写像)P'cとの位置関係を示す説明図、(b)は照明手段13の光射出面を含む平面Qm上での、透明カバー8の内側面10の頂点Stから平面Qmに対して引いた垂線との交点X、対物光学系3の入射瞳の中心Pcから平面Qmに対して引いた垂線との交点P、対物光学系3の入射瞳の中心Pcからの光が透明カバー8の内側面10で反射したときの光線の交点(写像位置)P'cから平面Qmに対して引いた垂線との交点P'、および透明カバー8の内側面10を介して投影される入射瞳の反射像の範囲15の位置関係を示す説明図である。30

【0060】

図11に示した実施例2のカプセル型内視鏡では、透明カバー8の内側面10は、球面形状に形成されている。また、透明カバー8の内側面10の曲率中心11は、対物光学系3の入射瞳の中心Pcを通り対物光学系3の光軸4に対して垂直な直線17よりも物体側に配置されている。

対物光学系3は、入射瞳の面が照明手段13の光射出面14を含む平面Qmと同一平面上に位置するように配置されている。

また、図11に示した実施例2のカプセル型内視鏡では、平面Qm上において、透明カバー8の内側面10の頂点Stから照明手段13の光射出面14を含む平面Qmに対して引いた垂線と該平面Qmとの交点Xが、対物光学系3の入射瞳の中心Pcから平面Qmに対して引いた垂線と該平面Qmとの交点Pと対物光学系3の入射瞳の中心からの光が透明40

50

50

50

50

50

カバー 8 の内側面 1 4 で反射したときの光線の交点（写像位置）P'c から平面 Qm に対して引いた垂線と該平面 Qm との交点 P' とを結ぶ線分上に位置するように対物光学系 3 が配置され、かつ透明カバー 8 の内側面 1 0 を介して投影される対物光学系 3 の入射瞳の反射像の範囲 1 5 を外れた位置に 3 個の照明手段 1 3 が配置されている。

【 0 0 6 1 】

図 1 2 に示した実施例 2 の変形例のカプセル型内視鏡では、透明カバー 8 の内側面 1 0 は、球面形状に形成されている。また、透明カバー 8 の内側面 1 0 の曲率中心 1 1 は、対物光学系 3 の入射瞳の中心 Pc を通り対物光学系 3 の光軸 4 に対して垂直な直線 1 7 よりも像側に配置されている。

対物光学系 3 は、入射瞳の面が照明手段 1 3 の光射出面 1 4 を含む平面 Qm と同一平面上に位置するように配置されている。 10

また、図 1 2 に示した実施例 2 の変形例のカプセル型内視鏡では、平面 Qm 上において、透明カバー 8 の内側面 1 0 の頂点 St から照明手段 1 3 の光射出面 1 4 を含む平面 Qm に対して引いた垂線と該平面 Qm との交点 X が、対物光学系 3 の入射瞳の中心 Pc から平面 Qm に対して引いた垂線と該平面 Qm との交点 P と対物光学系 3 の入射瞳の中心からの光が透明カバー 8 の内側面 1 0 で反射したときの光線の交点（写像位置）P'c から平面 Qm に対して引いた垂線と該平面 Qm との交点 P' とを結ぶ線分上に位置するように対物光学系 3 が配置され、かつ透明カバー 8 の内側面 1 0 を介して投影される対物光学系 3 の入射瞳の反射像の範囲 1 5 を外れた位置に 3 個の照明手段 1 3 が配置されている。

【 0 0 6 2 】

ここで、上記各実施例及び変形例で説明した本発明のカプセル型内視鏡では、例えば図 1 2 に示すように、対物光学系 3 の光軸 4 と透明カバー 8 の内側面 1 0 の頂点 St とを含む断面上において、透明カバー 8 の内側面 1 0 上で視野境界部に位置する仮想物点 Sm, Sn と対物光学系 3 の入射瞳の中心 Pc とを結ぶ直線 7m, 7n で区分けされる 4 つの領域のうち、直線 7m と 7n がつくる 4 つの領域のうち、対物光学系の光軸を含まない領域内に、透明カバー 8 の内側面 1 0 の視野と重なる領域における曲率中心 1 1 が配置されている。なお、上記各実施例及び変形例のカプセル型内視鏡では、透明カバー 8 の内側面 1 0 の曲率中心 1 1 は、透明カバー 8 の内側面 1 0 の視野と重なる領域における曲率中心位置に一致している。 20

透明カバー 8 の内側面 1 0 の曲率中心 1 1 を直線 7m と 7n がつくる 4 つの領域のうち、対物光学系の光軸を含む領域内に配置する構成にすると、照明手段 1 3 の光射出面 1 4 を含む平面 Qm 上で、対物光学系 3 の入射瞳の反射像の範囲 1 5 の占める割合が大きくなりすぎて、照明手段 1 3 を配置するスペースを確保することができなくなる。 30

【 0 0 6 3 】

この点に関し、図 1 5 及び図 1 6 を用いて説明する。

図 1 5 は本発明の比較例にかかるカプセル型内視鏡として、対物光学系 3 の光軸 4 と透明カバー 8 の内側面 1 0 の頂点 St とを含む断面上において、透明カバー 8 の内側面 1 0 上で視野境界部に位置する仮想物点 Sm, Sn と対物光学系 3 の入射瞳の中心 Pc とを結ぶ直線 7m, 7n で区分けされる 4 つの領域のうち、対物光学系の光軸を含み、かつ対物光学系 3 の入射瞳の中心 Pc よりも物体側の領域に、透明カバー 8 の内側面 1 0 の視野と重なる領域における曲率中心 1 1 を配置したカプセル型内視鏡を示す概念図であり、(a) は対物光学系 3 の光軸 4 と透明カバー 8 の内側面 1 0 の頂点 St とを含む断面図、(b) は照明手段 1 3 の光射出面を含む平面 Qm 上での、対物光学系 3 の入射瞳の反射像の範囲 1 5 を示す説明図である。 40

【 0 0 6 4 】

図 1 5 に示した比較例のカプセル型内視鏡では、透明カバー 8 の内側面 1 0 の曲率中心 1 1 を、直線 7m, 7n で区分けされる 4 つの領域のうち、対物光学系の光軸を含む領域内に配置したので、曲率中心 1 1 と仮想物点 Sm とを結ぶ線分 1 9m に対して、直線 7m は像側（図 1 5 (a) では右側）に位置することになるとともに、曲率中心 1 1 と仮想物点 Sn とを結ぶ線分 1 9n に対して、直線 7n は像側（図 1 5 (a) では右側）に位置するこ 50

となる。

従って、対物光学系3の入射瞳の中心Pcからの光が仮想物点Sm, Snでそれぞれ反射される光線を考慮した場合、仮想物点Smで反射される光線は、曲率中心11と仮想物点Smとを結ぶ線分19mに対して、物体側（図15(a)では左側）に向かうことになるとともに、仮想物点Snで反射される光線は、曲率中心11と仮想物点Snとを結ぶ線分19nに対して、物体側（図15(a)では左側）に向かうことになる。対物光学系3の入射瞳の中心Pcからの光が仮想物点Sm, Snでそれぞれ反射される光線がこのような方向へ向かうと、対物光学系3の入射瞳の反射像の範囲15は、図15(b)に示すように、照明手段13の光射出面14を含む平面Qm上で大きくなりすぎてしまい対物光学系3と重なってしまう。

10

【0065】

また、図16は本発明の比較例にかかるカプセル型内視鏡として、対物光学系3の光軸4と透明カバー8の内側面10の頂点Stとを含む断面上において、透明カバー8の内側面10上で視野境界部に位置する仮想物点Sm, Snと対物光学系3の入射瞳の中心Pcとを結ぶ直線7m, 7nで区分けされる4つの領域のうち、対物光学系の光軸を含み、かつ対物光学系3の入射瞳の中心Pcよりも像側の領域に、透明カバー8の内側面10の視野と重なる領域における曲率中心11を配置したカプセル型内視鏡を示す概念図であり、(a)は対物光学系3の光軸4と透明カバー8の内側面10の頂点Stとを含む断面図、(b)は照明手段13の光射出面を含む平面Qmでの、対物光学系3の入射瞳の反射像の範囲15を示す説明図である。

20

【0066】

図16に示した比較例のカプセル型内視鏡では、透明カバー8の内側面10の曲率中心11を直線7m, 7nで区分けされる4つの領域のうち、対物光学系の光軸を含む領域内に配置したので、曲率中心11と仮想物点Smとを結ぶ線分19mに対して、直線7mは物体側（図16(a)では左側）に位置することになるとともに、曲率中心11と仮想物点Snとを結ぶ線分19nに対して、直線7nは物体側（図16(a)では左側）に位置することになる。

従って、対物光学系3の入射瞳の中心Pcからの光が仮想物点Sm, Snでそれぞれ反射される光線を考慮した場合、仮想物点Smで反射される光線は、曲率中心11と仮想物点Smとを結ぶ線分19mに対して、物体側（図16(a)では右側）に向かうことになるとともに、仮想物点Snで反射される光線は、曲率中心11と仮想物点Snとを結ぶ線分19nに対して、物体側（図16(a)では右側）に向かうことになる。対物光学系3の入射瞳の中心Pcからの光が仮想物点Sm, Snでそれぞれ反射される光線がこのような方向へ向かうと、対物光学系3の入射瞳の反射像の範囲15は、図16(b)に示すように、照明手段13の光射出面14を含む平面Qm上で大きくなりすぎてしまい対物光学系3と重なってしまう。

30

【0067】

以上のように、透明カバーの内面10が球面形状で形成されるカプセル型内視鏡においては、透明カバー8の内側面10の曲率中心11を直線7mと7nがつくる4つの領域のうち、対物光学系の光軸を含まない領域内に配置するのが好ましい。

40

【0068】

また、透明カバー8の内側面10の曲率中心11と対物光学系3の入射瞳の中心Pcの位置が次の条件式を満足するように構成すると、更に好ましい。

$$0.01 < L1 / R \tan < 0.5$$

但し、L1は透明カバー8の内側面10の曲率中心11から対物光学系3の光軸4までの距離、Rは透明カバー8の内側面10の半径、 \tan は対物光学系3の視野角の1/2である。

$L1 / R \tan$ の値が上記条件式の上限値を上回ると、透明カバー8の内側面10の頂点Stに対して対物光学系3が近づきすぎてしまい、照明手段13を配置するスペースを確保することができない。

50

また、 $L_1 / R \tan$ の値が条件式の下限値を下回ると、透明カバー 8 の内面 10 の頂点 S_t に対して対物光学系 3 が離れすぎて、カプセルの全長が長くなってしまい好ましくない。

【0069】

図 13 に示した実施例 2 の他の変形例のカプセル型内視鏡では、透明カバー 8 の内側面 10 は、透明カバー 8 の内側面 10 の頂点 S_t から離れるほど曲率が大きくなる非球面形状に形成されている。

【0070】

また、図 14 に示した実施例 2 のさらに他の変形例のカプセル型内視鏡では、透明カバー 8 の内側面 10 は、透明カバー 8 の内側面 10 の頂点 S_t から離れるほど曲率が小さくなる非球面形状に形成されている。

なお、透明カバー 8 の内側面 10 を非球面で構成する場合、透明カバー 8 の内側面 10 上で視野境界部に位置する仮想物点 S_m, S_n での非球面の近似曲率 $1/R$ を求め、仮想物点 S_m, S_n をそれぞれ通り、曲率 $1/R$ をもつ球面の曲率中心 O_A, O_B が、それぞれ上述した領域（直線 $7m$ と $7n$ がつくる 4 つの領域のうち、対物光学系の光軸を含まない領域）内に配置される位置関係となるように、透明カバー 8 と対物光学系 3 を構成すればよい。

【0071】

図 13 及び図 14 に示した実施例 2 の変形例のカプセル型内視鏡では、平面 Q_m 上において、透明カバー 8 の内側面 10 の頂点 S_t から照明手段 13 の光射出面を含む平面 Q_m に対して引いた垂線と該平面 Q_m との交点 X が、対物光学系 3 の入射瞳の中心 P_c から平面 Q_m に対して引いた垂線と該平面 Q_m との交点 P と対物光学系 3 の入射瞳の中心からの光が透明カバー 8 の内側面 10 で反射したときの光線の交点（写像位置） P'_c から平面 Q_m に対して引いた垂線と該平面 Q_m との交点 P' とを結ぶ線分上に位置するように対物光学系 3 が配置され、かつ透明カバー 8 の内側面 10 を介して投影される対物光学系 3 の入射瞳の反射像の範囲 15 を外れた位置に複数個の照明手段 13 が配置されている。

【0072】

図 13、図 14 に示した実施例 2 の変形例によれば、透明カバー 8 の内側面 10 を非球面で構成しても、撮像ユニットと複数個の照明手段 13 を配置するのに十分なスペースを確保することができ、更に透明カバー 8 の内側面 10 で反射した照明光が対物光学系 3 でのフレアの原因になるのを防ぐことができる小型のカプセル型内視鏡が得られる。

【0073】

また、透明カバー 8 の内側面 10 の曲率中心 11 と対物光学系 3 の入射瞳の中心 P_c の位置が次の条件式を満足するように構成すると、更に好ましい。

$$0.01 < L_1 / R \tan < 0.5$$

但し、 L_1 は透明カバー 8 の内側面 10 の曲率中心 11 から対物光学系 3 の光軸 4 までの距離、 R は透明カバー 8 の内側面 10 の半径、 \tan は対物光学系 3 の視野角の $1/2$ である。

$L_1 / R \tan$ の値が上記条件式の上限値を上回ると、透明カバー 8 の内側面 10 の頂点 S_t に対して対物光学系 3 が近づきすぎてしまい、照明手段 13 を配置するスペースを確保することができない。

また、 $L_1 / R \tan$ の値が条件式の下限値を下回ると、透明カバー 8 の内面 10 の頂点 S_t に対して対物光学系 3 が離れすぎて、カプセルの全長が長くなてしまい好ましくない。

【実施例 3】

【0074】

図 17 は本発明の実施例 3 にかかるカプセル型内視鏡を示す要部概念図であり、対物光学系 3 の光軸 4 と透明カバー 8 の内側面 10 の頂点 S_t とを含む断面上における、透明カバー 8 の外側面 9 上の物点に対する対物光学系 3 の視野境界部での結像関係を示す説明図である。

実施例3のカプセル型内視鏡では、撮像ユニット1は、レンズ5と、絞り(図示省略)と、レンズ枠(図示省略)と、間隔環(図示省略)を有する対物光学系3と、撮像素子2と、撮像素子枠(図示省略)を有して構成されている。

【0075】

図17に示すように、対物光学系3の視野中心をカプセルの中心軸からずらして配置すると、視野方向によって対物光学系3の最も物体側の面から透明カバー8の外側面9までの距離に差が出てくるため、それぞれの物点に対する結像位置もずれてしまう。このため、従来の一般的なカプセル型内視鏡のように、撮像素子2の撮像面を光軸に対して垂直に配置したのでは、対物光学系3の視野境界部において、透明カバー8の外側面9に接した被写体が部分的にボケてしまい、観察が困難になる。

10

【0076】

そこで、実施例3のカプセル型内視鏡では、図17に示すように、対物光学系3の視野境界部における、対物光学系3の最も物体側の面から透明カバー8の外側面9までの距離ObA、ObBに対応する像位置であるObA'、ObB'に撮像面が位置するように、撮像素子2を対物光学系3に対して偏芯させている。

このように構成した実施例3のカプセル型内視鏡によれば、視野方向に生じる透明カバー8の外面9までの物点距離の差による像のボケを補正することができ、透明カバー8の外面9に接した被写体を鮮明に観察することが可能な小型のカプセル型内視鏡が実現できる。

20

【0077】

また、像位置ObA'、ObB'の結像点と撮像面が完全に一致するように撮像素子2を偏芯させるのが困難な場合には、それぞれの視野方向の撮像面上での光束径が撮像素子2の画素に換算して4画素程度に広がるように撮像素子2の傾きを調整しても実使用上はピントのあった画像を得ることができる。

【実施例4】

【0078】

図18は本発明の実施例4にかかるカプセル型内視鏡を示す要部概念図であり、対物光学系3の光軸4と透明カバー8の内側面10の頂点Stとを含む断面上における、透明カバー8の外側面9上の物点に対する対物光学系3の視野境界部での結像関係を示す説明図である。

30

実施例4のカプセル型内視鏡では、対物光学系3の視野中心をカプセルの中心軸からずらして配置した場合において視野方向に生じる透明カバー8の外面9までの物点距離の差による像のボケを補正するための実施例3のカプセル型内視鏡とは別の解決手段を示す構成例である。

即ち、実施例4のカプセル型内視鏡は、透明カバー8の外側面9と透明カバー8の内側面10とを偏芯させ、かつ透明カバー8の外側面9が対物光学系3の光軸4に対して略回転対称となるように構成されている。

透明カバー8の外側面9は、球面形状に形成されており、透明カバー8の外面9の曲率中心12と対物光学系3の光軸4との距離が0.4mm程度離れている。このように構成すると、視野方向による透明カバー8の外側面9までの距離の差により生じる像のボケを補正することができる。

40

【実施例5】

【0079】

図19は本発明の実施例5にかかるカプセル型内視鏡を示す要部概念図であり、(a)は対物光学系3の光軸4と透明カバー8の内側面10の頂点Stとを含む断面上における、透明カバー8の外側面9上の物点に対する対物光学系3の視野境界部での結像関係を示す説明図、(b)は照明手段13の光射出面を含む平面Qm上での、透明カバー8の内側面10の曲率中心11、外側面9の曲率中心12、および透明カバー8の内側面10を介して投影される入射瞳の反射像の範囲15の位置関係を示す説明図である。

実施例5のカプセル型内視鏡は、透明カバー8の外側面9と透明カバー8の内側面10

50

とを偏芯させ、かつ対物光学系3を構成する光学部材の1つを偏芯させることで、対物光学系3の視野中心をカプセルの中心軸からずらして配置した場合において視野方向に生じる透明カバー8の外面9までの物点距離の差による像のボケを補正した構成例である。

【実施例6】

【0080】

図20は本発明の実施例6にかかるカプセル型内視鏡を示す要部概念図であり、(a)は対物光学系3の光軸4と透明カバー8の内側面10の頂点S_tとを含む断面上における、透明カバー8の内側面10の頂点S_tと、対物光学系3の入射瞳の中心P_cと、この入射瞳P_cからの光が透明カバー8の内側面10で反射したときの光線の交点(写像)P'_cとの位置関係を示す説明図、(b)は照明手段13の光射出面を含む平面Q_m上での、透明カバー8の内側面10の頂点S_tから平面Q_mに対して引いた垂線との交点X、対物光学系3の入射瞳の中心P_cから平面Q_mに対して引いた垂線との交点P、対物光学系3の入射瞳の中心P_cからの光が透明カバー8の内側面10で反射したときの光線の交点(写像位置)P'_cから平面Q_mに対して引いた垂線との交点P'、および透明カバー8の内側面10を介して投影される入射瞳の反射像の範囲15の位置関係を示す説明図である。

【0081】

実施例6のカプセル型内視鏡では、透明カバー8の内側面10は、球面形状に形成されている。また、透明カバー8の内側面10の曲率中心11は、対物光学系3の入射瞳の中心P_cを通り対物光学系3の光軸4に対して垂直な直線17上に配置されている。

対物光学系3の入射瞳は、対物光学系3を構成するレンズ5の最も物体側の面(先端面)と一致する。また、対物光学系3は、入射瞳の面が照明手段13の光射出面14を含む平面Q_mと同一平面上に位置するように配置されている。

【0082】

本発明において、対物光学系3の視野内を均一に照明するためには、照明手段13を対物光学系の周囲に均等に配置することが望ましい。そのためには、照明手段13の光射出面14を含む平面Q_mにおいて、交点Pと交点Xとの間の距離P_Xが次の条件式を満たすのが望ましい。

$$P_X > (L/2) + (D)$$

ただし、Lは、対物光学系の最も物体側に配置されるレンズの外径、Dは、照明手段の中心から外周までの最短距離である。

【0083】

実施例6のカプセル型内視鏡では、L=0.75mm、D=0.55mmとしており、交点Pと交点Xとの間の距離を1.65mmとした。

このように構成した実施例6のカプセル型内視鏡によれば、複数の照明手段13を設け、明るさを確保した際にも、小型化を実現し、透明カバー8の内側面10で反射された光線が対物光学系3の入射瞳内へ到達するのを阻止してフレアを防止することができる。

【実施例7】

【0084】

図21は本発明の実施例7にかかるカプセル型内視鏡を示す要部概念図であり、(a)は対物光学系3の光軸4と透明カバー8の内側面10の頂点S_tとを含む断面上における、透明カバー8の内側面10の頂点S_tと、対物光学系3の入射瞳の中心P_cと、この入射瞳の中心P_cからの光が透明カバー8の内側面10で反射したときの光線の交点(写像)P'_cとの位置関係を示す説明図、(b)は照明手段13の光射出面を含む平面Q_m上での、透明カバー8の内側面10の頂点S_tから平面Q_mに対して引いた垂線との交点X、対物光学系3の入射瞳の中心P_cから平面Q_mに対して引いた垂線との交点P、対物光学系3の入射瞳の中心P_cからの光が透明カバー8の内側面10で反射したときの光線の交点(写像位置)P'_cから平面Q_mに対して引いた垂線との交点P'、および透明カバー8の内側面10を介して投影される入射瞳の反射像の範囲15の位置関係を示す説明図である。

【0085】

10

20

30

40

50

実施例 7 のカプセル型内視鏡では、透明カバー 8 の内側面 10 と外側面 9 は、共に橜円形状に形成されており、内側面 9 の形状は、次の式により定義される。

$$x^2 / 4 . 9 6^2 + y^2 / 5 . 5 5^2 = 1$$

このような橜円形状に形成された透明カバー 8 の焦点の座標位置は、内側面 10 の中心 11 を原点としたとき、(0, ±2.48) となる。なお、ここでの内側面 10 の中心 11 は、橜円の中心であり、橜円における長軸と短軸の交点を指している。

【0086】

このように構成したときの透明カバー 8 の内側面 10 による対物光学系 3 の入射瞳の反射像の範囲 15 は、図 21 (b) に示すような形状になる。照明手段 13 である LED は、この反射像の範囲 15 から外れた位置において対物光学系 3 の周辺に 3 個配置されている。
10

【0087】

なお、反射像の範囲 15 がこのような形状をしている場合の透明カバー 8 の内側面 10 による対物光学系 3 の入射瞳の反射像の範囲 15 の中心 16 は、対物光学系 3 の入射瞳の中心 P_c と透明カバー 8 の内側面 10 の中心 11 とを結ぶ直線 17 と、直線 17 に対し垂直な方向で像範囲 15 が最大になる直線 20 の交点とする。

このように、対物光学系 3 と照明手段 13 を配置した実施例 7 のカプセル型内視鏡によれば、従来のカプセル型内視鏡において 12 mm あった外径を、10.85 mm と小型化することができた。

【0088】

このように、本発明のカプセル型内視鏡は、実施例 7 のカプセル型内視鏡から明らかのように、透明カバー 8 の内側面 10 の形状を橜円形状に形成した場合においても、カプセルの小型化を実現しながら透明カバー 8 の内側面 10 で反射された光線が対物光学系 3 の入射瞳内へ到達するのを阻止してフレアを防止することができ、小型で鮮明な画像のカプセル型内視鏡が得られる。
20

【0089】

また、透明カバー 8 の内側面 10 が橜円形状の場合は、対物光学系 3 の入射瞳の中心 P_c を原点とし、この入射瞳の中心 P_c と透明カバー 8 の内側面 10 の中心 11 とを結ぶ線を Y 軸とし、対物光学系 3 の入射瞳を含む断面上で入射瞳の中心 P_c を通り Y 軸に対して垂直な線を X 軸とする座標系を設定する。このとき、Y 軸方向では、原点に対して透明カバー 8 の内側面 10 の中心 11 側を正とする。
30

いま、対物光学系 3 の入射瞳の中心 P_c と透明カバー 8 の内側面 10 の長軸と短軸との交点 11 との距離 D₁ が次の条件式を満足する場合には、視野最周辺の主光線 7 が、透明カバー 8 の内側面 10 で反射され、XY 平面上に到達したときの Y 座標は正になる。

$$D_1 > | \text{透明カバー内面の焦点距離} | / 2$$

このため、照明手段 13 の光射出面を中心座標が XY 平面上の Y = 0 となるように配置すれば、照明手段 13 から射出され透明カバー 8 の内側面 10 で反射された光は対物光学系 3 の入射瞳内に到達することなく、フレアを防止することができる。

【0090】

このように、本発明のカプセル型内視鏡は、特許請求の範囲に記載した発明の他に以下に示すような特徴を有している。
40

【0091】

(1) 対物光学系と撮像素子を備えた撮像ユニットと、照明手段とをカプセルの内部の異なる光路上に配置し、これらの物体側を視野範囲が透明な透明カバーで密封したカプセル型内視鏡であって、前記対物光学系の光軸と前記透明カバーの内側面の頂点とを含む断面上において、該透明カバーの内側面上で視野境界部に位置する 2 つの物点と前記対物光学系の入射瞳の中心とを結ぶ直線で区分けされる 4 つの領域のうち、前記対物光学系の光軸を含まない方の領域に、該透明カバーの内側面の視野領域における曲率中心が位置することを特徴とするカプセル型内視鏡。

【0092】

10

20

30

40

50

(2) 対物光学系と撮像素子を備えた撮像ユニットと、照明手段とをカプセルの内部の異なる光路上に配置し、これらの物体側を視野範囲が透明な透明カバーで密封したカプセル型内視鏡であって、前記透明カバーの内側面のうち、少なくとも視野範囲が球面で構成され、前記透明カバーの内側面の頂点から前記照明手段の光射出面を含む平面Qmに対して引いた垂線と該平面Qmとの交点をX、前記対物光学系の入射瞳の中心から前記平面Qmに対して引いた垂線と該平面Qmとの交点をP、前記対物光学系の入射瞳の中心からの光が前記透明カバーの内側面で反射したときの光線の交点(写像位置)から前記平面Qmに対して引いた垂線と該平面Qmとの交点をP'としたとき、点Pと点P'を結ぶ線分上に点Xが存在し、前記照明手段の光射出面が、前記平面Qmにおいて、前記対物光学系の入射瞳の前記透明カバーの内側面で反射した反射像と重ならない位置に配置されていることを特徴とするカプセル型内視鏡。

【0093】

(3) 前記撮像ユニットの構成要素の少なくとも一つが、該撮像ユニットの他の構成要素に対して偏芯していることを特徴とする上記(1)、(2)のいずれかに記載のカプセル型内視鏡。

【0094】

(4) 前記透明カバーの外側面が、前記対物光学系の光軸に対して対称な面形状に形成されていることを特徴とする上記(1)、(2)のいずれかに記載のカプセル型内視鏡。

【0095】

(5) 前記カプセルの内部には更に薬剤貯蔵タンクが内蔵され、前記カプセルの外部には薬剤を散布するためのノズルが配置され、前記ノズルが、前記対物光学系の視野範囲を外れた位置であって、且つ、該対物光学系の視野範囲と該ノズルの薬液噴射範囲が重なる位置に配置されていることを特徴とする請求項1、2、上記(1)のいずれかに記載のカプセル型内視鏡。

【0096】

(6) 前記ノズルが、次の条件式を満たす位置に配置されていることを特徴とする上記(5)に記載のカプセル型内視鏡。

$$15^\circ \leq \theta \leq 75^\circ$$

ただし、θは対物光学系の光軸とノズルの噴射口の中心軸とのなす角度である。

【0097】

(7) 少なくとも一つの前記照明手段の光軸が、前記透明カバーの内側面に対して直交しないことを特徴とする上記(1)、(2)のいずれかに記載のカプセル型内視鏡。

【0098】

(8) 前記透明カバーと、前記対物光学系と、少なくとも一つの前記照明手段を有するカプセル型内視鏡であって、前記対物光学系の光軸が前記透明カバーの内側面に対して直交しないように、該対物光学系が配置され、前記対物光学系内の少なくとも一つの光学部材、又は前記撮像素子が、該対物光学系の光軸に対して偏芯していることを特徴とする上記(7)に記載のカプセル型内視鏡。

【0099】

(9) 前記透明カバーの外側面が、前記対物光学系の光軸に対して略対称形状に形成されていることを特徴とする上記(8)に記載のカプセル型内視鏡。

【0100】

(10) 前記透明カバーの外側面が、前記対物光学系の光軸に対して略対称形状に形成されていることを特徴とする請求項2に記載のカプセル型内視鏡。

【0101】

(11) 前記照明手段の射出面を含む平面における前記透明カバーの内側面による入射瞳の像の入射範囲と、該照明手段の射出面とが重ならないことを特徴とする上記(10)に記載のカプセル型内視鏡。

【0102】

(12) 前記透明カバーの内側面の非球面形状が、周辺に行くほど曲率が大きくなっていることを特徴とする上記(10)に記載のカプセル型内視鏡。

10

20

30

40

50

ることを特徴とする上記(1)に記載のカプセル型内視鏡。

【0103】

(13)前記透明カバーの内側面の非球面形状が、周辺に行くほど曲率が小さくなっていることを特徴とする上記(1)に記載のカプセル型内視鏡。

【0104】

(14)前記透明カバーの内側面の非球面の形状が、橢円形状であることを特徴とする上記(1)に記載のカプセル型内視鏡。

【0105】

(15)前記透明カバーは次の条件式を満たす形状であって、物体側から見て、前記対物光学系の入射瞳の中心を原点とし、前記対物光学系の入射瞳の中心と前記透明カバーの内側面の曲率中心とを結ぶ直線をY軸とし、前記透明カバーの内側面の曲率中心のY座標をY₀とし、前記対物光学系の入射瞳の中心を通りY軸と垂直な直線をX軸としたとき、前記照明手段の光射出面の中心のY座標がY₀となるように該照明手段を配置したこと 10 を特徴とする上記(14)に記載のカプセル型内視鏡。

D1 | 透明カバー内面の焦点距離 | / 2

但し、D1は対物光学系3の入射瞳の中心P_cと透明カバー8の内側面10の長軸と短軸との交点11との距離である。

【0106】

(16)前記カプセルの内部には更に薬剤貯蔵タンクが内蔵され、前記カプセルには穿刺針の突出口が配置され、前記穿刺針の突出口が、前記対物光学系の視野範囲を外れた位置であって、且つ、該穿刺針の突出口から押出された穿刺針の先端部が穿刺対象部位に接触する前に、該対物光学系の視野範囲と重なる位置に配置されていることを特徴とする請求項1、2、上記(1)、(2)のいずれかに記載のカプセル型内視鏡。 20

【0107】

(17)前記カプセルの内部には更に薬剤貯蔵タンクが内蔵され、前記カプセルの外部には薬剤を散布するためのノズルが配置され、前記ノズルの少なくとも一部分が該対物光学系の視野範囲の中に位置するように配置されていることを特徴とする請求項1、2、上記(1)のいずれかに記載のカプセル型内視鏡。

【0108】

(18)前記ノズルが、次の条件式を満たす位置に配置されていることを特徴とする上記(17)に記載のカプセル型内視鏡。 30

15° 75°

ただし、は対物光学系の光軸とノズルの噴射口の中心軸とのなす角度である。

【0109】

(19)前記ノズルは、透明カバーのうち視野範囲の外側にあたる部分を通して前記薬液タンクと接続されていることを特徴とする上記(5)、(6)、(17)、(18)のいずれかに記載のカプセル型内視鏡。

【0110】

(20)前記穿刺針の突出口は、透明カバーのうち視野範囲の外側にあたる部分に設けられることを特徴とする上記(16)に記載のカプセル型内視鏡。 40

【図面の簡単な説明】

【0111】

【図1】本発明の実施形態1にかかるカプセル型内視鏡の要部概念図であり、(a)は対物光学系3の光軸4と透明カバー8の内側面10の頂点S_tとを含む断面上における、透明カバー8の内側面10の頂点S_tと、対物光学系3の入射瞳の中心P_cと、この入射瞳の中心P_cからの光が透明カバー8の内側面10で反射したときの光線の交点(写像位置)P'_cとの位置関係を示す説明図、(b)は照明手段13の光射出面を含む平面Q_m上での、透明カバー8の内側面10の頂点S_tから平面Q_mに対して引いた垂線との交点X、対物光学系3の入射瞳の中心P_cから平面Q_mに対して引いた垂線との交点P、対物光学系3の入射瞳の中心P_cからの光が透明カバー8の内側面10で反射したときの光線の交点(50

写像位置) $P'c$ から平面 Qm に対して引いた垂線との交点 P' 、および透明カバー 8 の内側面 10 を介して投影される対物光学系 3 の入射瞳の反射像の範囲 15 の位置関係を示す説明図である。

【図 2】本発明の実施形態 2 にかかるカプセル型内視鏡の概念図であり、対物光学系 3 の光軸 4 と透明カバー 8 の内側面 10 の頂点 St とを含む断面上における、透明カバー 8 の外側面 9 上の物点に対する対物光学系 3 の視野境界部での結像関係を示す説明図である。

【図 3】本発明の実施例 1 にかかるカプセル型内視鏡の要部概念図であり、(a)は対物光学系 3 の光軸 4 と透明カバー 8 の内側面 10 の頂点 St とを含む断面上における、透明カバー 8 の内側面 10 の頂点 St と、対物光学系 3 の入射瞳の中心 Pc と、この入射瞳 Pc からの光が透明カバー 8 の内側面 10 で反射したときの光線の交点(写像位置) $P'c$ との位置関係を示す説明図、(b)は照明手段 13 の光射出面を含む平面 Qm 上での、透明カバー 8 の内側面 10 の頂点 St から平面 Qm に対して引いた垂線との交点 X 、対物光学系 3 の入射瞳の中心 Pc から平面 Qm に対して引いた垂線との交点 P 、対物光学系 3 の入射瞳の中心 Pc からの光が透明カバー 8 の内側面 10 で反射したときの光線の交点(写像位置) $P'c$ から平面 Qm に対して引いた垂線との交点 P' 、および透明カバー 8 の内側面 10 を介して投影される入射瞳の反射像の範囲 15 の位置関係を示す説明図である。
10

【図 4】実施例 1 のカプセル型内視鏡の一変形例を示す概念図であり、(a)は対物光学系 3 の光軸 4 と透明カバー 8 の内側面 10 の頂点 St とを含む断面上における、透明カバー 8 の内側面 10 の頂点 St と、対物光学系 3 の入射瞳の中心 Pc と、この入射瞳の中心 Pc からの光が透明カバー 8 の内側面 10 で反射したときの光線の交点(写像位置) $P'c$ との位置関係を示す説明図、(b)は照明手段 13 の光射出面を含む平面 Qm 上での、透明カバー 8 の内側面 10 の頂点 St から平面 Qm に対して引いた垂線との交点 X 、対物光学系 3 の入射瞳の中心 Pc から平面 Qm に対して引いた垂線との交点 P 、対物光学系 3 の入射瞳の中心 Pc からの光が透明カバー 8 の内側面 10 で反射したときの光線の交点(写像位置) $P'c$ から平面 Qm に対して引いた垂線との交点 P' 、および透明カバー 8 の内側面 10 を介して投影される入射瞳の反射像の範囲 15 の位置関係を示す説明図である。
20

【図 5】本発明の実施例 1 のカプセル型内視鏡の他の変形例を示す概念図であり、(a)は対物光学系 3 の光軸 4 と透明カバー 8 の内側面 10 の頂点 St とを含む断面上における、透明カバー 8 の内側面 10 の頂点 St と、対物光学系 3 の入射瞳中心 Pc と、この入射瞳 Pc からの光が透明カバー 8 の内側面 10 で反射したときの光線の交点(写像位置) $P'c$ との位置関係を示す説明図、(b)は照明手段 13 の光射出面を含む平面 Qm 上での、透明カバー 8 の内側面 10 の頂点 St から平面 Qm に対して引いた垂線との交点 X 、対物光学系 3 の入射瞳の中心 Pc から平面 Qm に対して引いた垂線との交点 P 、対物光学系 3 の入射瞳の中心 Pc からの光が透明カバー 8 の内側面 10 で反射したときの光線の交点(写像位置) $P'c$ から平面 Qm に対して引いた垂線との交点 P' 、および透明カバー 8 の内側面 10 を介して投影される入射瞳の反射像の範囲 15 の位置関係を示す説明図である。
30

【図 6】図 5 の変形例に示す構成を備えた薬剤を搭載したタイプのカプセル型内視鏡 40 における対物光学系 3 の視野 7 とノズル 30 と観察対象部位 32 の位置関係を示す説明図である。

【図 7】ノズルの薬液噴射口が視野内に入るよう配置したカプセル型内視鏡の例を示す説明図である。
40

【図 8】先端に穿刺針のついた送液チューブを備えたカプセル型内視鏡の構成例を示す説明図である。

【図 9】ノズル 30 及び穿刺針の突出口 34 に関する別の構成例を示す説明図である。

【図 10】消化管内壁を観察するカプセル型内視鏡システムの一例を示す説明図である。

【図 11】本発明の実施例 2 にかかるカプセル型内視鏡を示す要部概念図であり、(a)は対物光学系 3 の光軸 4 と透明カバー 8 の内側面 10 の頂点 St とを含む断面上における、透明カバー 8 の内側面 10 の頂点 St と、対物光学系 3 の入射瞳の中心 Pc と、この入射瞳の中心 Pc からの光が透明カバー 8 の内側面 10 で反射したときの光線の交点(写像) $P'c$ との位置関係を示す説明図、(b)は照明手段 13 の光射出面を含む平面 Qm 上での、
50

透明カバー 8 の内側面 1 0 の頂点 S t から平面 Q m に対して引いた垂線との交点 X 、対物光学系 3 の入射瞳の中心 P c から平面 Q m に対して引いた垂線との交点 P 、対物光学系 3 の入射瞳の中心 P c からの光が透明カバー 8 の内側面 1 0 で反射したときの光線の交点 (写像位置) P ' c から平面 Q m に対して引いた垂線との交点 P ' 、および透明カバー 8 の内側面 1 0 を介して投影される入射瞳の反射像の範囲 1 5 の位置関係を示す説明図である。

【図 1 2】本発明の実施例 2 の一変形例にかかるカプセル型内視鏡を示す要部概念図であり、(a)は対物光学系 3 の光軸 4 と透明カバー 8 の内側面 1 0 の頂点 S t とを含む断面上における、透明カバー 8 の内側面 1 0 の頂点 S t と、対物光学系 3 の入射瞳の中心 P c と、この入射瞳の中心 P c からの光が透明カバー 8 の内側面 1 0 で反射したときの光線の交点 (写像) P ' c との位置関係を示す説明図、(b)は照明手段 1 3 の光射出面を含む平面 Q m 上での、透明カバー 8 の内側面 1 0 の頂点 S t から平面 Q m に対して引いた垂線との交点 X 、対物光学系 3 の入射瞳の中心 P c から平面 Q m に対して引いた垂線との交点 P 、対物光学系 3 の入射瞳の中心 P c からの光が透明カバー 8 の内側面 1 0 で反射したときの光線の交点 (写像位置) P ' c から平面 Q m に対して引いた垂線との交点 P ' 、および透明カバー 8 の内側面 1 0 を介して投影される入射瞳の反射像の範囲 1 5 の位置関係を示す説明図である。

【図 1 3】本発明の実施例 2 の他の変形例にかかるカプセル型内視鏡を示す要部概念図であり、(a)は対物光学系 3 の光軸 4 と透明カバー 8 の内側面 1 0 の頂点 S t とを含む断面上における、透明カバー 8 の内側面 1 0 の頂点 S t と、対物光学系 3 の入射瞳の中心 P c と、この入射瞳の中心 P c からの光が透明カバー 8 の内側面 1 0 で反射したときの光線の交点 (写像) P ' c との位置関係を示す説明図、(b)は照明手段 1 3 の光射出面を含む平面 Q m 上での、透明カバー 8 の内側面 1 0 の頂点 S t から平面 Q m に対して引いた垂線との交点 X 、対物光学系 3 の入射瞳の中心 P c から平面 Q m に対して引いた垂線との交点 P 、対物光学系 3 の入射瞳の中心 P c からの光が透明カバー 8 の内側面 1 0 で反射したときの光線の交点 (写像位置) P ' c から平面 Q m に対して引いた垂線との交点 P ' 、および透明カバー 8 の内側面 1 0 を介して投影される入射瞳の反射像の範囲 1 5 の位置関係を示す説明図である。

【図 1 4】本発明の実施例 2 のさらに他の変形例にかかるカプセル型内視鏡を示す要部概念図であり、(a)は対物光学系 3 の光軸 4 と透明カバー 8 の内側面 1 0 の頂点 S t とを含む断面上における、透明カバー 8 の内側面 1 0 の頂点 S t と、対物光学系 3 の入射瞳の中心 P c と、この入射瞳の中心 P c からの光が透明カバー 8 の内側面 1 0 で反射したときの光線の交点 (写像) P ' c との位置関係を示す説明図、(b)は照明手段 1 3 の光射出面を含む平面 Q m 上での、透明カバー 8 の内側面 1 0 の頂点 S t から平面 Q m に対して引いた垂線との交点 X 、対物光学系 3 の入射瞳の中心 P c から平面 Q m に対して引いた垂線との交点 P 、対物光学系 3 の入射瞳の中心 P c からの光が透明カバー 8 の内側面 1 0 で反射したときの光線の交点 (写像位置) P ' c から平面 Q m に対して引いた垂線との交点 P ' 、および透明カバー 8 の内側面 1 0 を介して投影される入射瞳の反射像の範囲 1 5 の位置関係を示す説明図である。

【図 1 5】本発明の比較例にかかるカプセル型内視鏡として、対物光学系 3 の光軸 4 と透明カバー 8 の内側面 1 0 の頂点 S t とを含む断面上において、透明カバー 8 の内側面 1 0 上で視野境界部に位置する仮想物点 S m , S n と対物光学系 3 の入射瞳の中心 P c とを結ぶ直線 7 m , 7 n で区分けされる 4 つの領域のうち、対物光学系の光軸を含み、かつ対物光学系 3 の入射瞳の中心 P c よりも物体側の領域に、透明カバー 8 の内側面 1 0 の視野と重なる領域における曲率中心 1 1 を配置したカプセル型内視鏡を示す概念図であり、(a)は対物光学系 3 の光軸 4 と透明カバー 8 の内側面 1 0 の頂点 S t とを含む断面図、(b)は照明手段 1 3 の光射出面を含む平面 Q m 上での、対物光学系 3 の入射瞳の反射像の範囲 1 5 を示す説明図である。

【図 1 6】本発明の比較例にかかるカプセル型内視鏡として、対物光学系 3 の光軸 4 と透明カバー 8 の内側面 1 0 の頂点 S t とを含む断面上において、透明カバー 8 の内側面 1 0

10

20

30

40

50

上で視野境界部に位置する仮想物点 S_m , S_n と対物光学系 3 の入射瞳の中心 P_c とを結ぶ直線 7_m , 7_n で区分けされる 4 つの領域のうち、対物光学系の光軸を含み、かつ対物光学系 3 の入射瞳の中心 P_c よりも像側の領域に、透明カバー 8 の内側面 10 の視野と重なる領域における曲率中心 11 を配置したカプセル型内視鏡を示す概念図であり、(a)は対物光学系 3 の光軸 4 と透明カバー 8 の内側面 10 の頂点 S_t とを含む断面図、(b)は照明手段 13 の光射出面を含む平面 Q_m 上での、対物光学系 3 の入射瞳の反射像の範囲 15 を示す説明図である。

【図 17】本発明の実施例 3 にかかるカプセル型内視鏡を示す要部概念図であり、対物光学系 3 の光軸 4 と透明カバー 8 の内側面 10 の頂点 S_t とを含む断面上における、透明カバー 8 の外側面 9 上の物点に対する対物光学系 3 の視野境界部での結像関係を示す説明図である。
10

【図 18】本発明の実施例 4 にかかるカプセル型内視鏡を示す要部概念図であり、対物光学系 3 の光軸 4 と透明カバー 8 の内側面 10 の頂点 S_t とを含む断面上における、透明カバー 8 の外側面 9 上の物点に対する対物光学系 3 の視野境界部での結像関係を示す説明図である。

【図 19】本発明の実施例 5 にかかるカプセル型内視鏡のを示す要部概念図であり、(a)は対物光学系 3 の光軸 4 と透明カバー 8 の内側面 10 の頂点 S_t とを含む断面上における、透明カバー 8 の外側面 9 上の物点に対する対物光学系 3 の視野境界部での結像関係を示す説明図、(b)は照明手段 13 の光射出面を含む平面 Q_m 上での、透明カバー 8 の内側面 10 を介して投影される入射瞳の反射像の範囲 15 の位置関係を示す説明図である。
20

【図 20】本発明の実施例 6 にかかるカプセル型内視鏡を示す要部概念図であり、(a)は対物光学系 3 の光軸 4 と透明カバー 8 の内側面 10 の頂点 S_t とを含む断面上における、透明カバー 8 の内側面 10 の頂点 S_t と、対物光学系 3 の入射瞳の中心 P_c と、この入射瞳 P_c からの光が透明カバー 8 の内側面 10 で反射したときの光線の交点(写像) P'_c との位置関係を示す説明図、(b)は照明手段 13 の光射出面を含む平面 Q_m 上での、透明カバー 8 の内側面 10 の頂点 S_t から平面 Q_m に対して引いた垂線との交点 X 、対物光学系 3 の入射瞳の中心 P_c から平面 Q_m に対して引いた垂線との交点 P 、対物光学系 3 の入射瞳の中心 P_c からの光が透明カバー 8 の内側面 10 で反射したときの光線の交点(写像位置) P'_c から平面 Q_m に対して引いた垂線との交点 P' 、および透明カバー 8 の内側面 10 を介して投影される入射瞳の反射像の範囲 15 の位置関係を示す説明図である。
30

【図 21】本発明の実施例 7 にかかるカプセル型内視鏡を示す要部概念図であり、(a)は対物光学系 3 の光軸 4 と透明カバー 8 の内側面 10 の頂点 S_t とを含む断面上における、透明カバー 8 の内側面 10 の頂点 S_t と、対物光学系 3 の入射瞳の中心 P_c と、この入射瞳の中心 P_c からの光が透明カバー 8 の内側面 10 で反射したときの光線の交点(写像) P'_c との位置関係を示す説明図、(b)は照明手段 13 の光射出面を含む平面 Q_m 上での、透明カバー 8 の内側面 10 の頂点 S_t から平面 Q_m に対して引いた垂線との交点 X 、対物光学系 3 の入射瞳の中心 P_c から平面 Q_m に対して引いた垂線との交点 P 、対物光学系 3 の入射瞳の中心 P_c からの光が透明カバー 8 の内側面 10 で反射したときの光線の交点(写像位置) P'_c から平面 Q_m に対して引いた垂線との交点 P' 、および透明カバー 8 の内側面 10 を介して投影される入射瞳の反射像の範囲 15 の位置関係を示す説明図である。
40

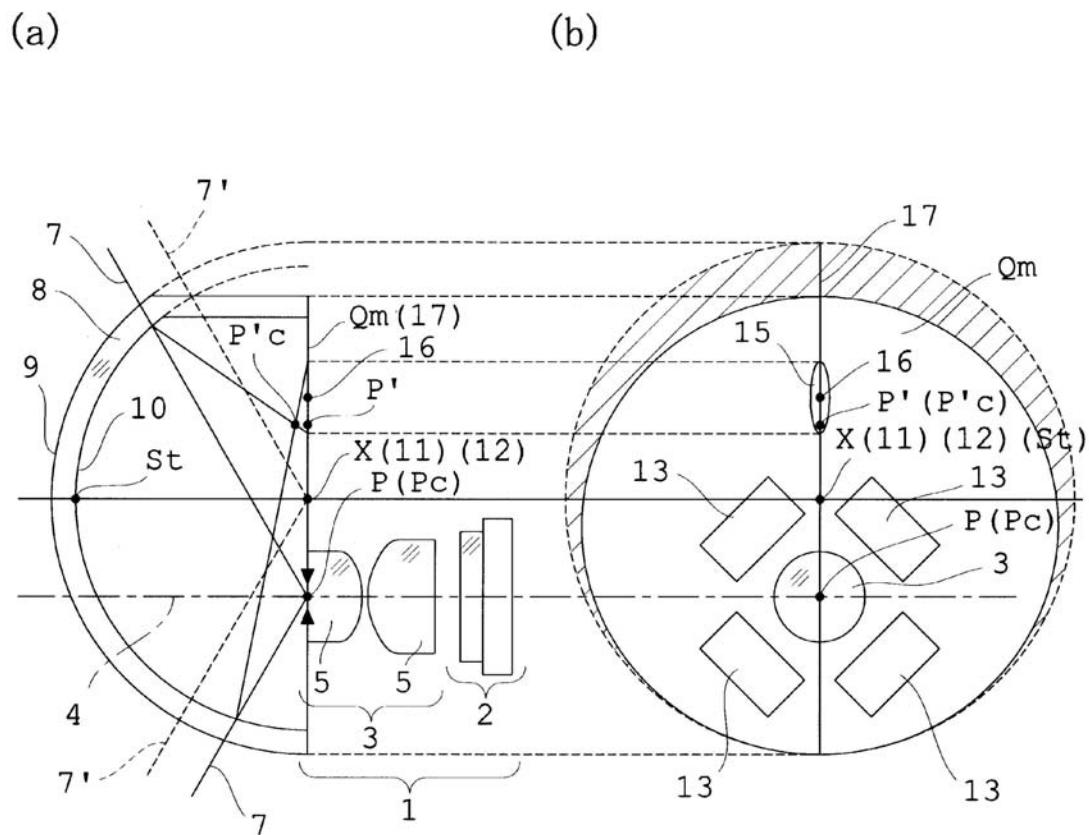
【符号の説明】

【0112】

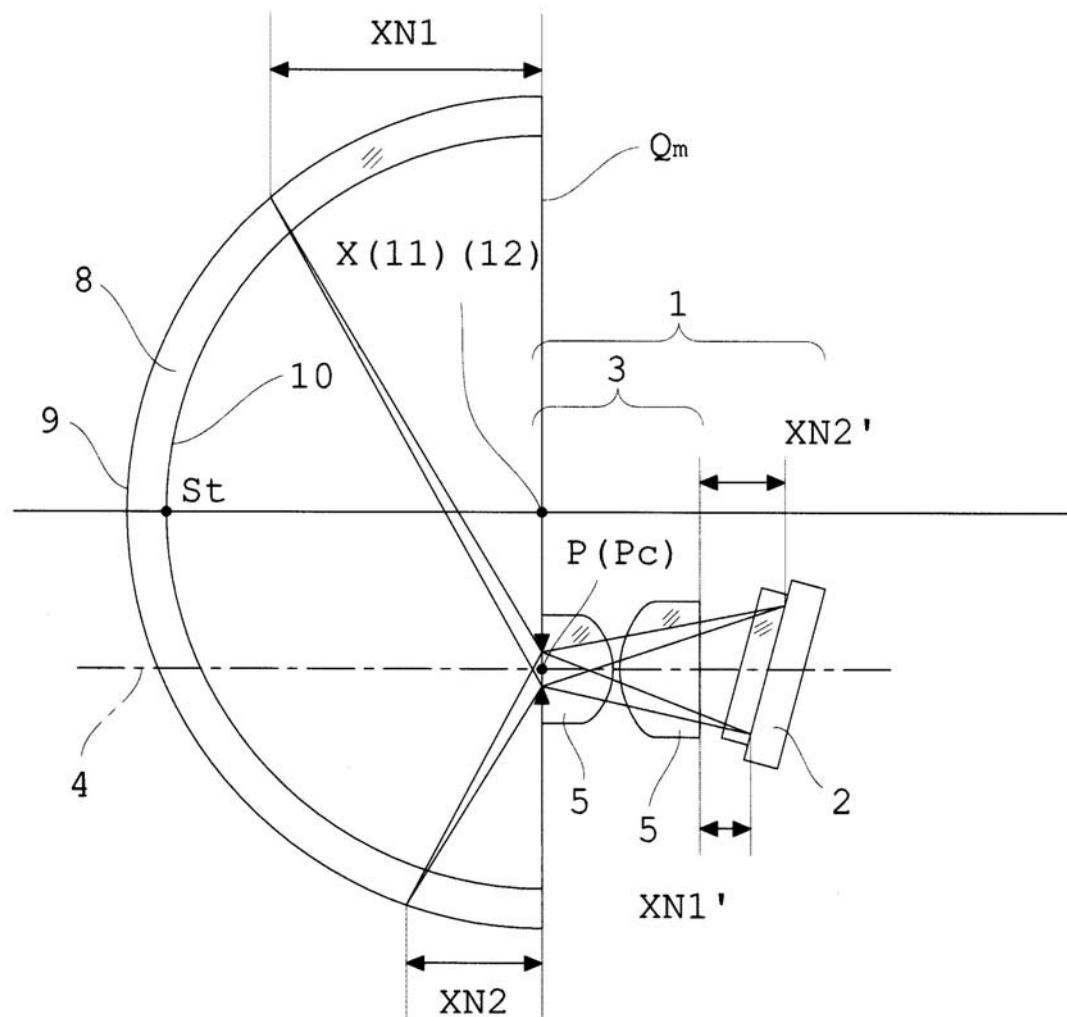
- | | |
|---|-----------|
| 1 | 撮像ユニット |
| 2 | 撮像素子 |
| 3 | 対物光学系 |
| 4 | 対物光学系の光軸 |
| 5 | レンズ |
| 7 | 視野最周辺の主光線 |

7 m、7 n	直線	
8	透明カバー	
9	透明カバー 8 の内側面	
10	透明カバー 8 の外側面	
11	透明カバー 8 の内側面の曲率中心	
12	透明カバー 8 の外側面の曲率中心	
13	照明手段	
14	照明手段 13 の射出面	
15	透明カバー 8 の内側面 10 による入射瞳の像範囲	10
16	透明カバー 8 の内側面 10 による入射瞳の像の中心位置	
17、20	直線	
18	薬剤タンク	
19 m、19 n	線分	
21	消化管	
22	受信装置	
23	モニタ	
24	パーソナルコンピュータ	
26	ターゲットシンボル	
30, 30'	ノズル	
31, 31'	噴射口	20
32	観察対象部位	
32'	領域	
33	管腔臓器の内壁	
40	カプセル型内視鏡	
41	患者	
Pc	対物光学系 3 の入射瞳の中心	
P	入射瞳の中心 Pc から引いた平面 Qm に対して垂直な線との交点	
P'c	写像位置	
P'	写像位置 P'c から引いた平面 Qm に対して垂直な線との交点	
S m、S n	仮想物点	30
S t	透明カバー 8 の内側面 10 の頂点	
Q m	平面	

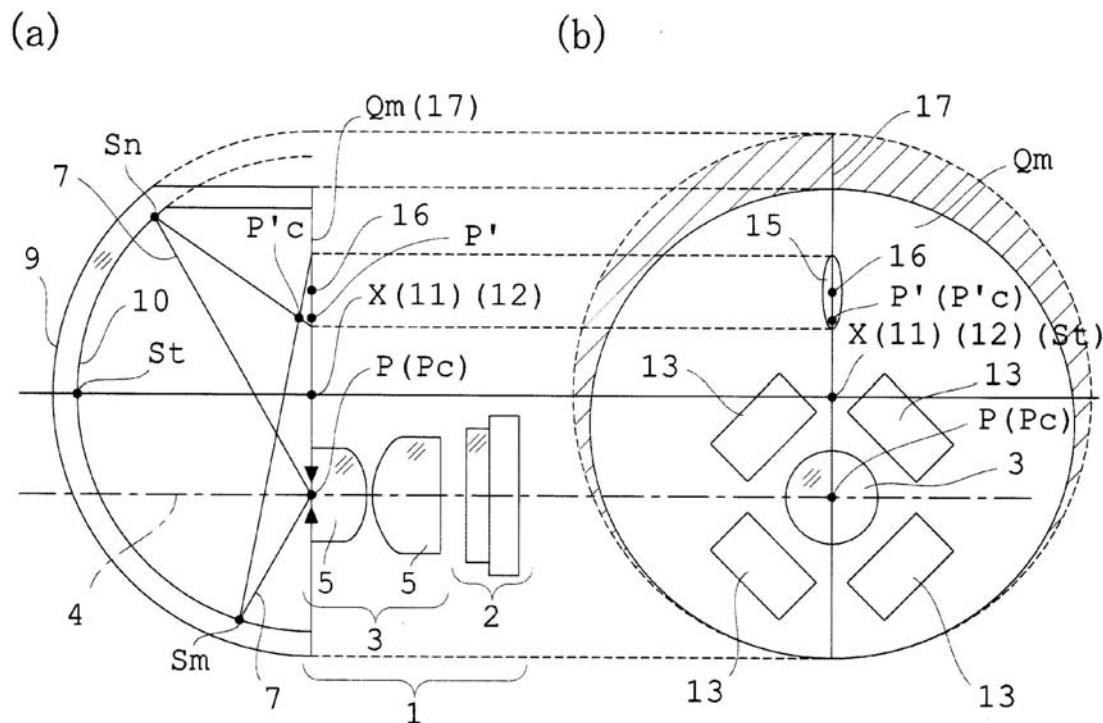
【 四 1 】



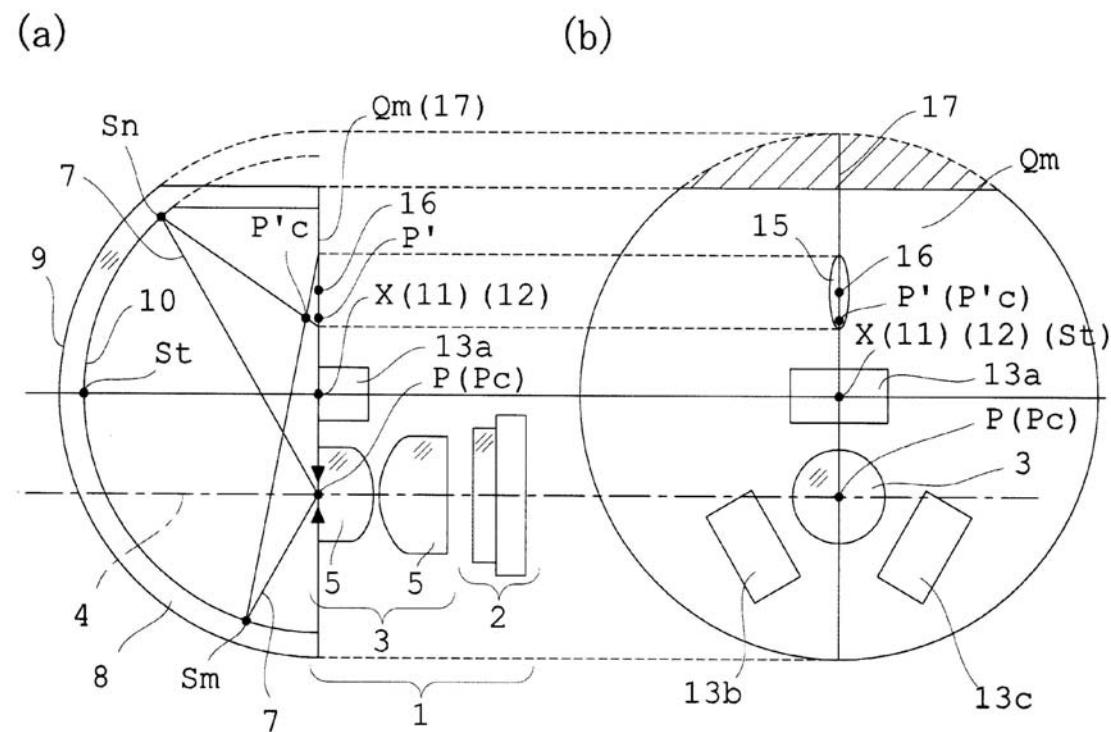
【図2】



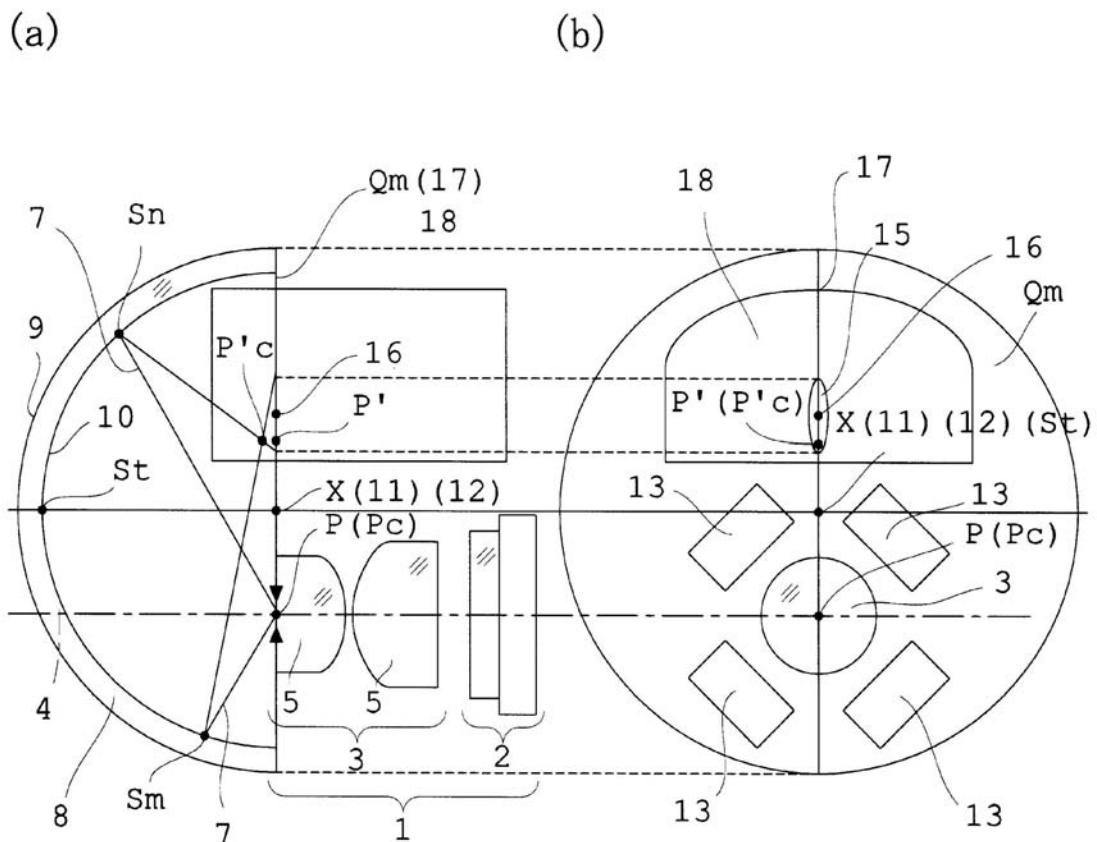
【 义 3 】



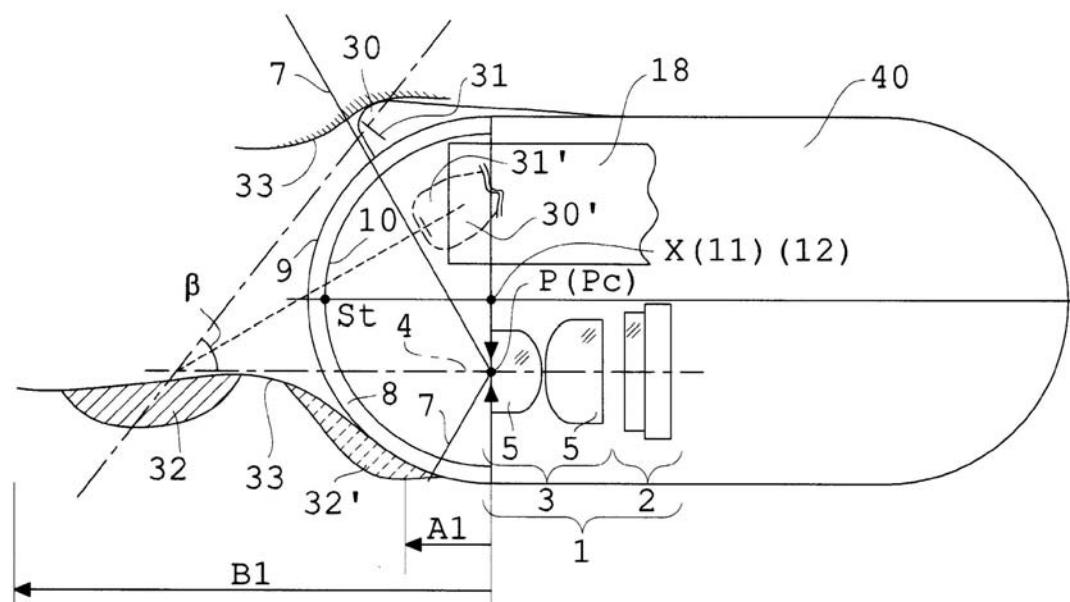
【図4】



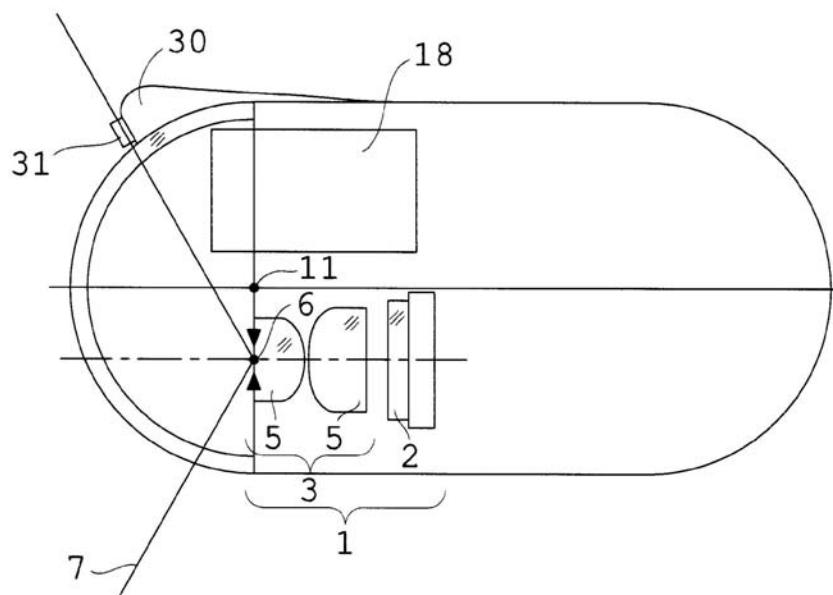
【図5】



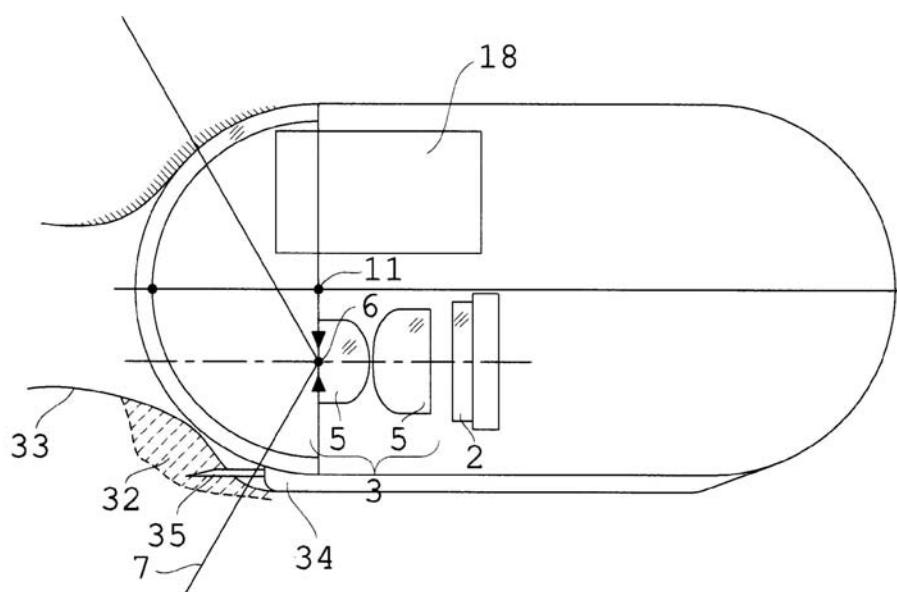
【図6】



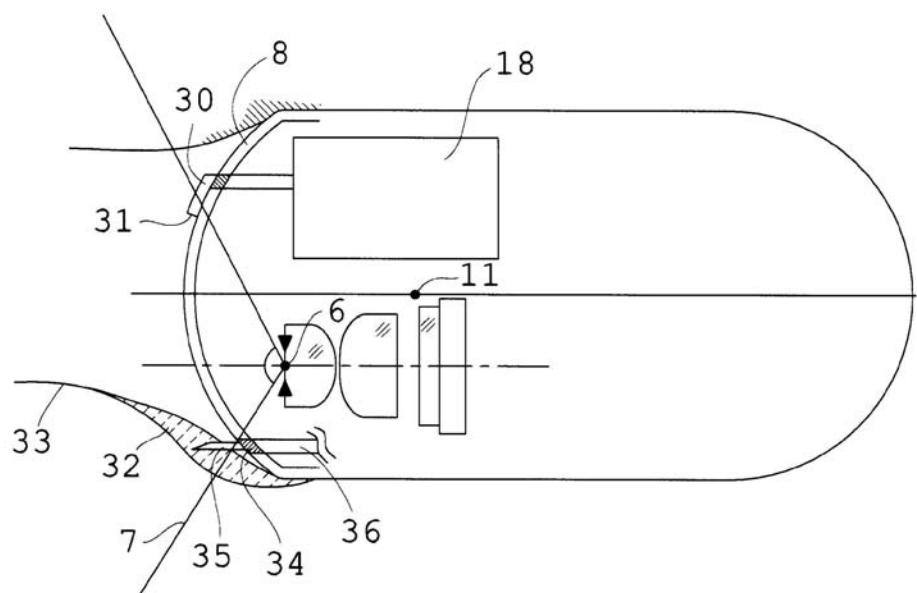
【図7】



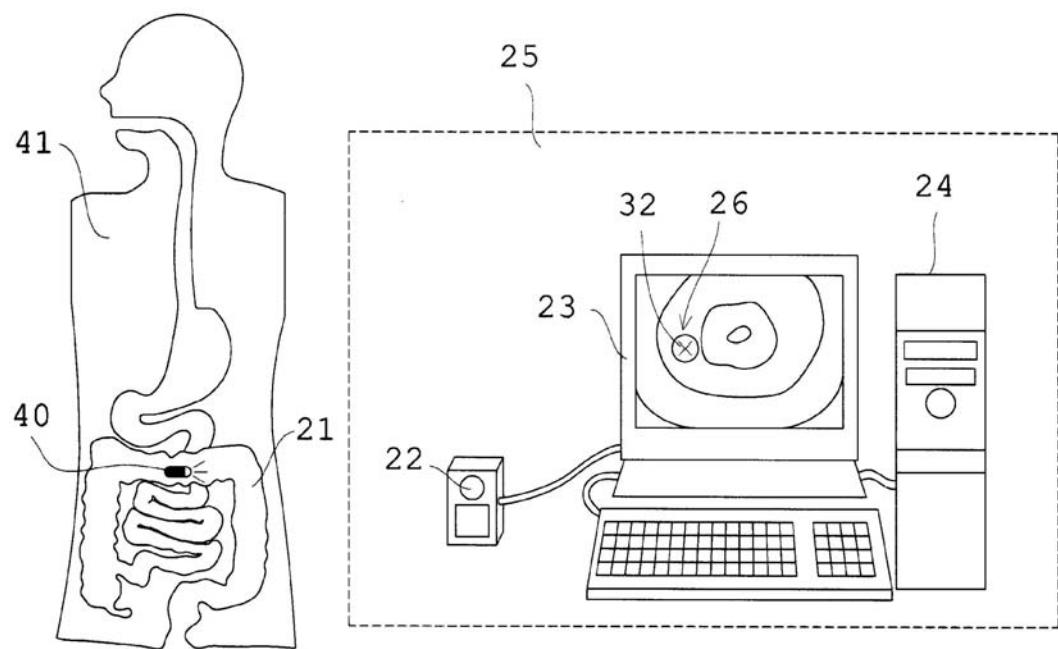
【図8】



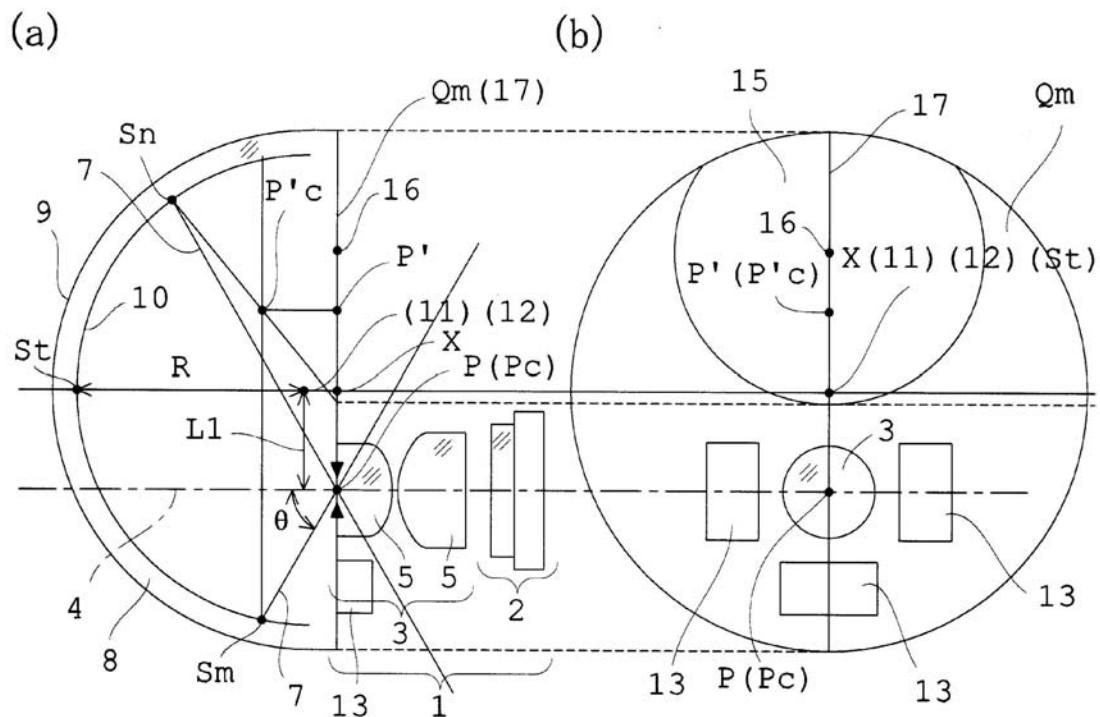
【図9】



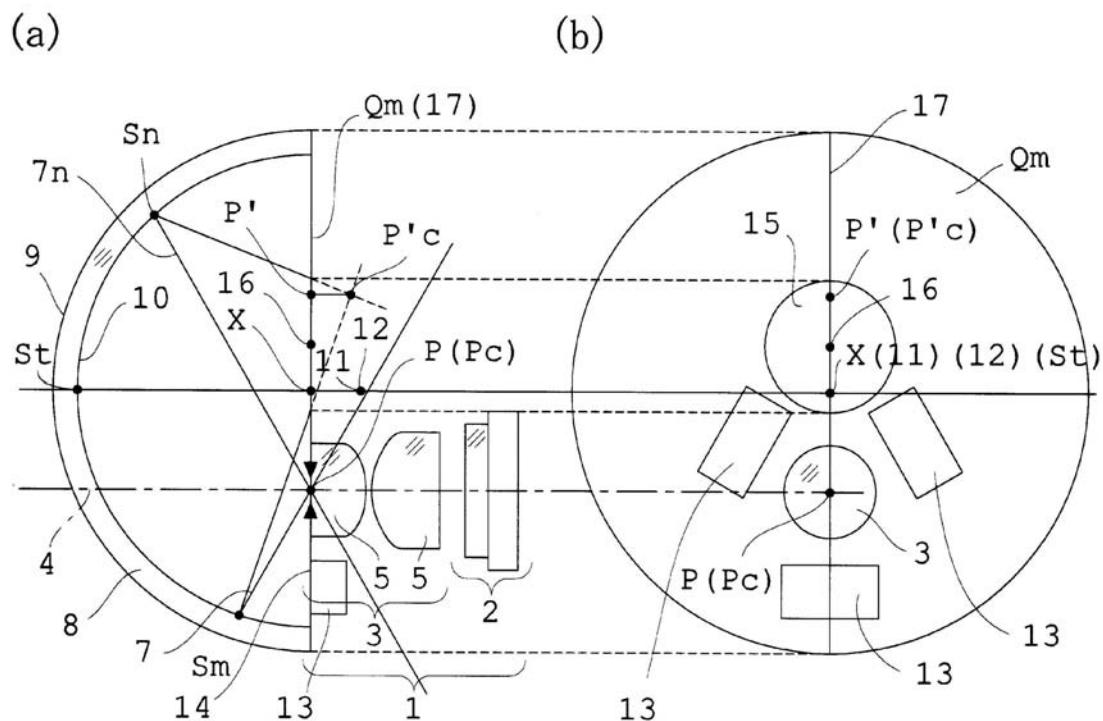
【図10】



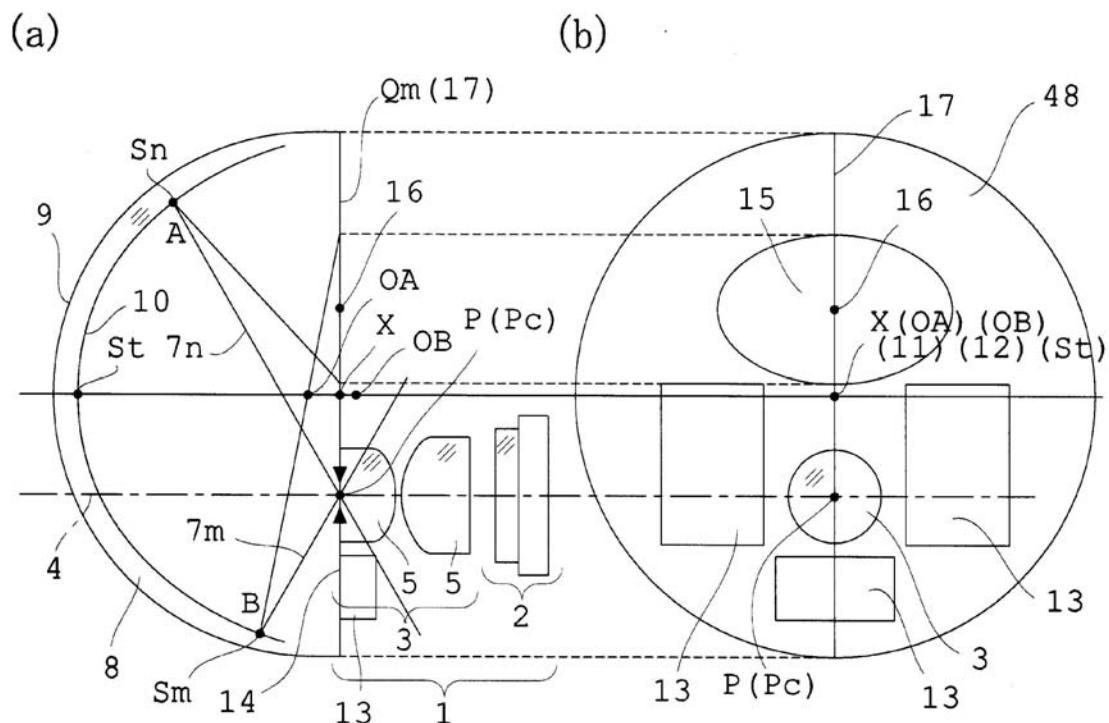
【図11】



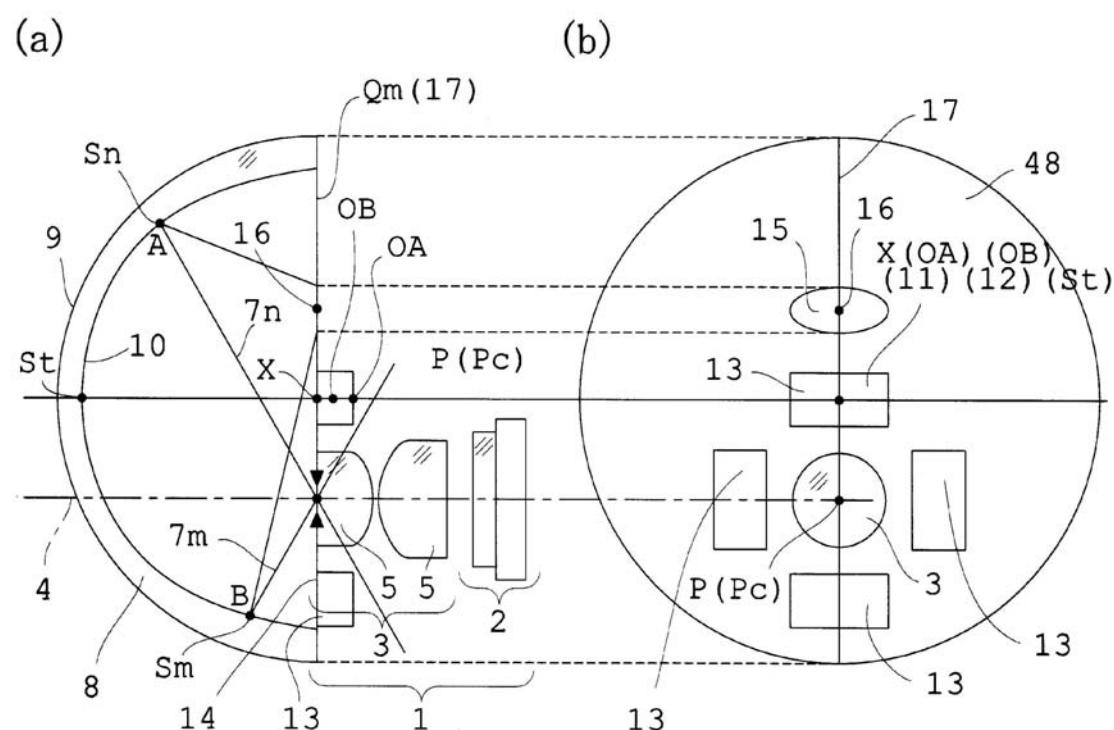
【図12】



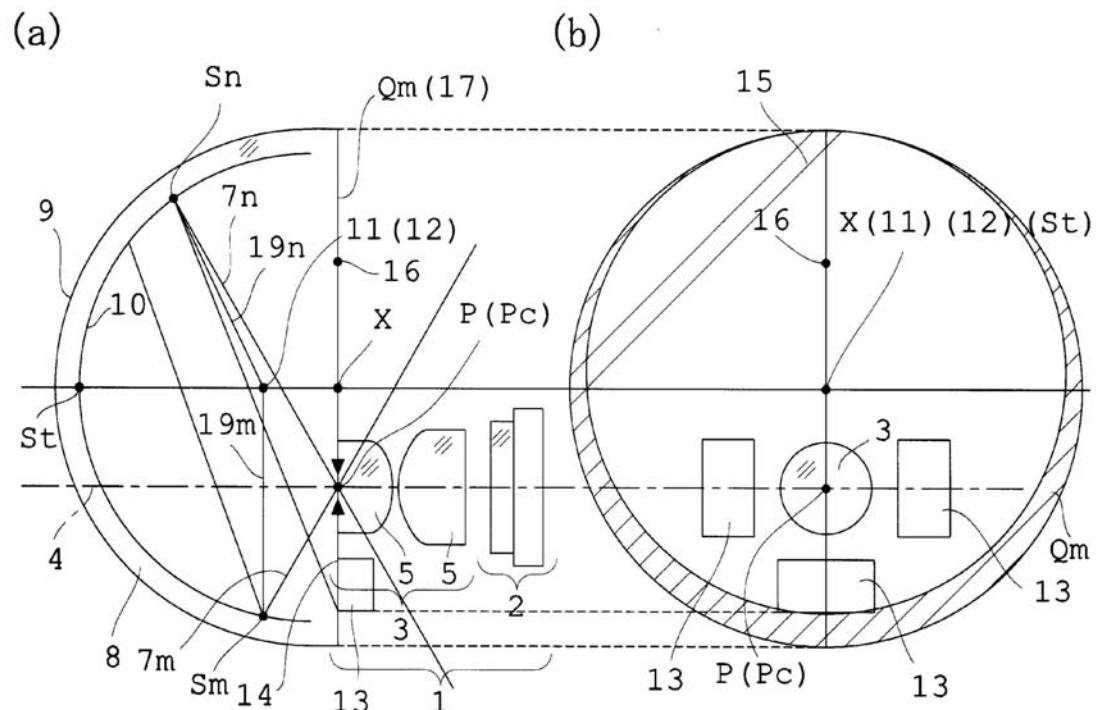
【 図 1 3 】



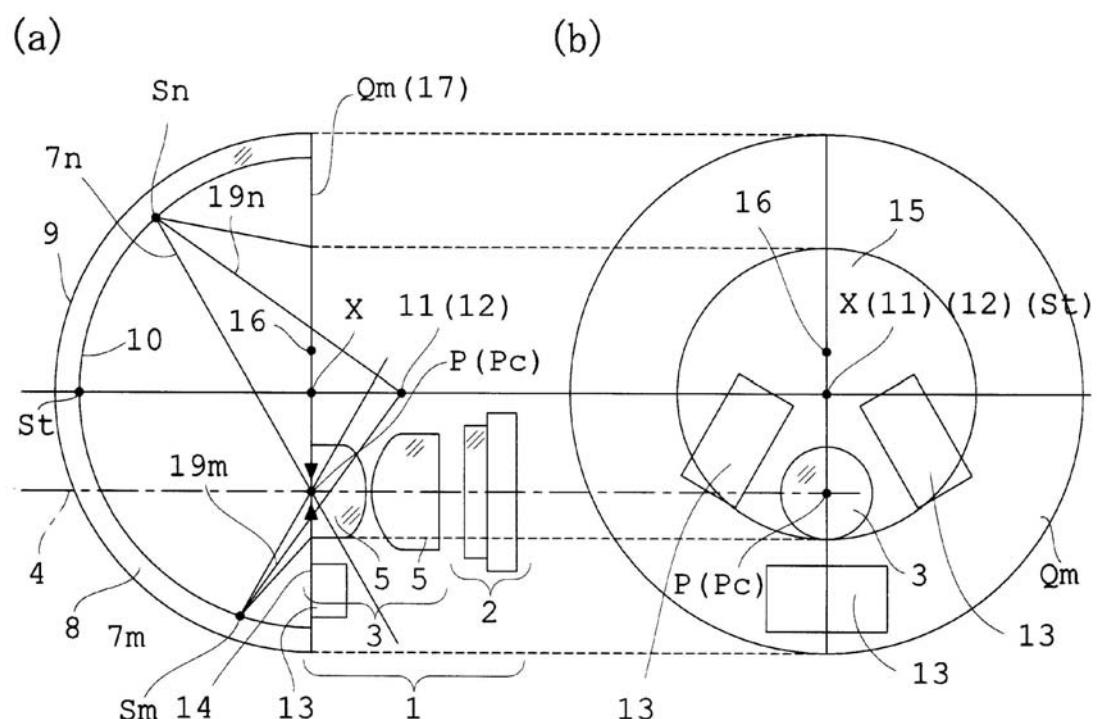
【図14】



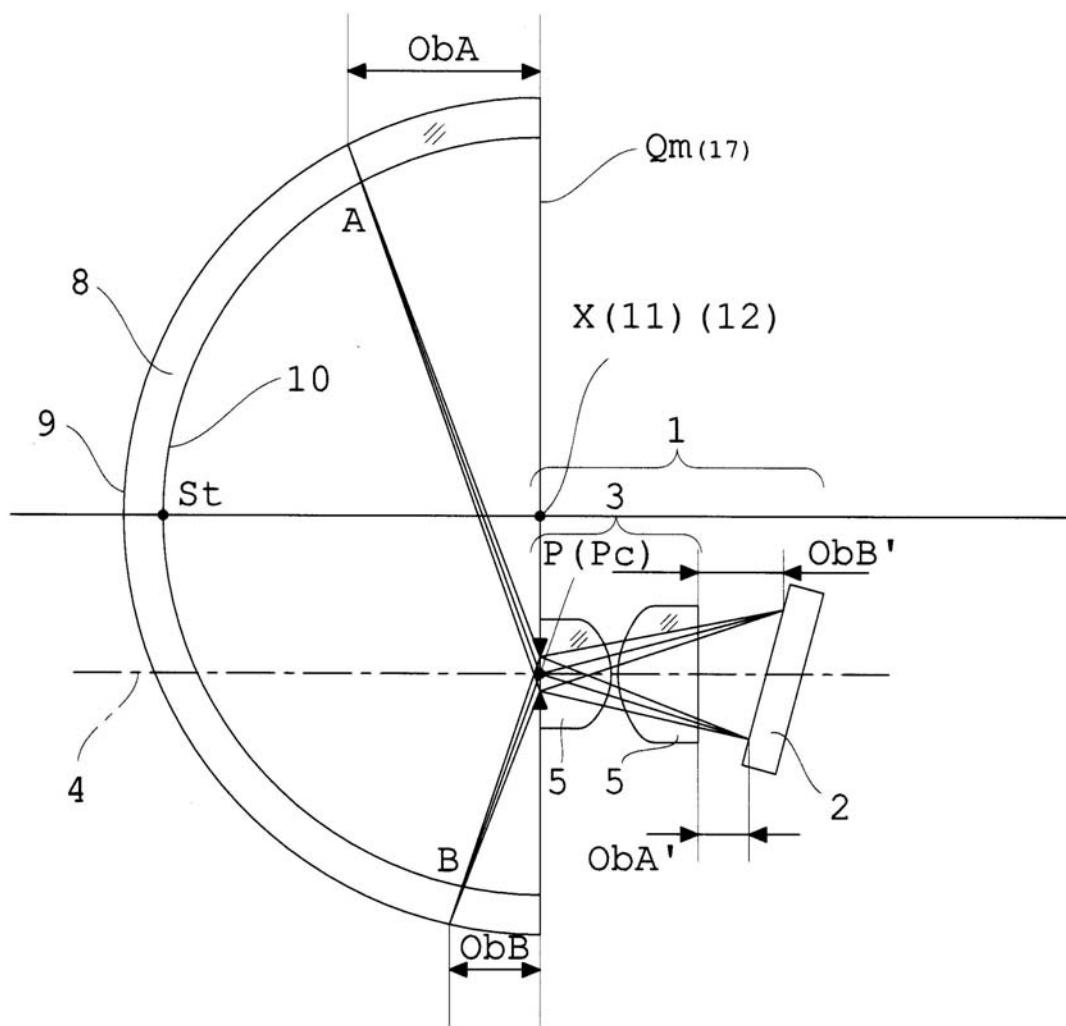
【図15】



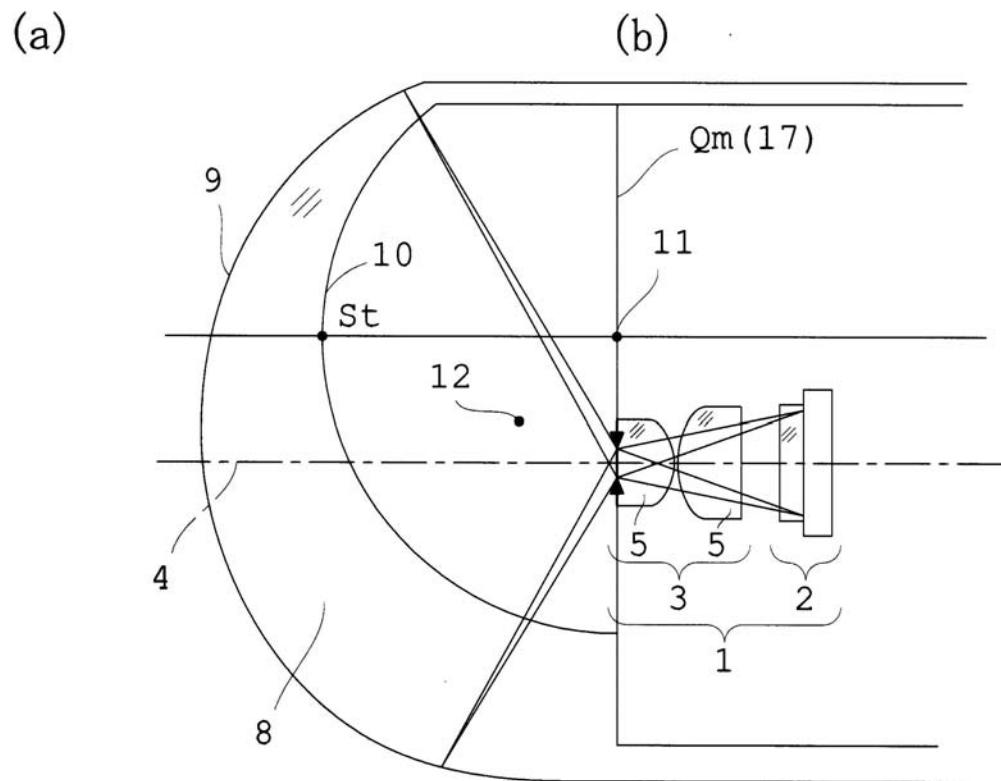
【図16】



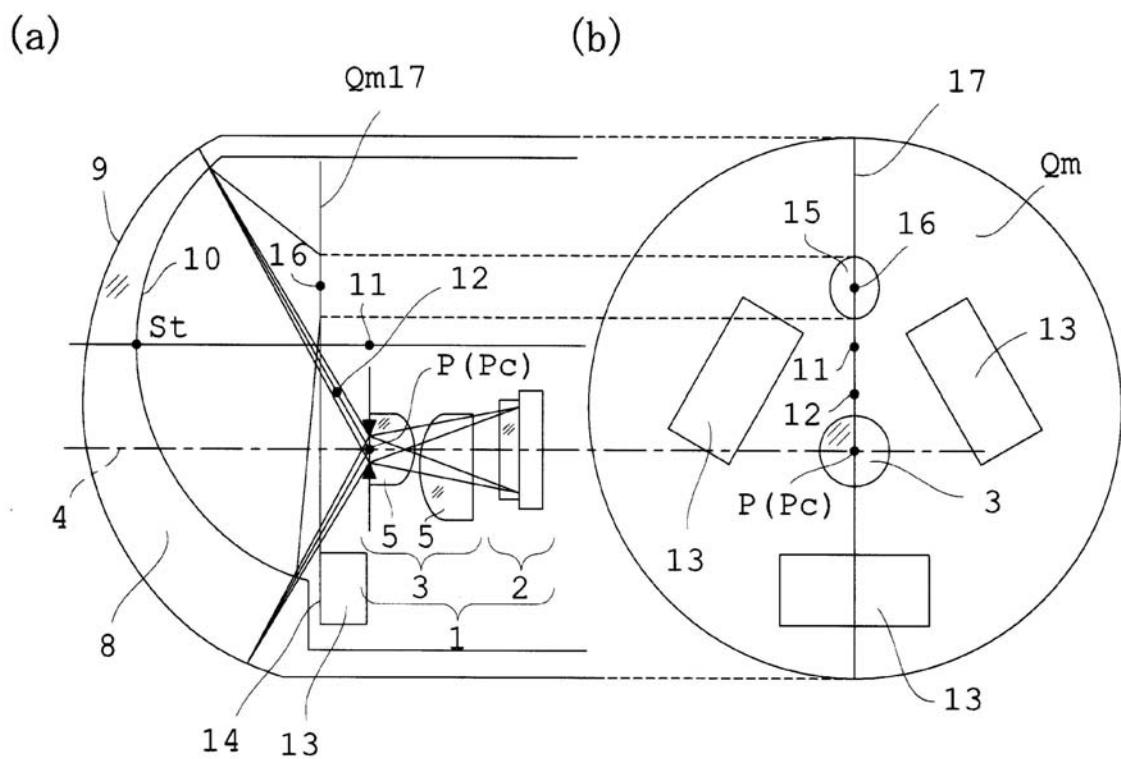
【図17】



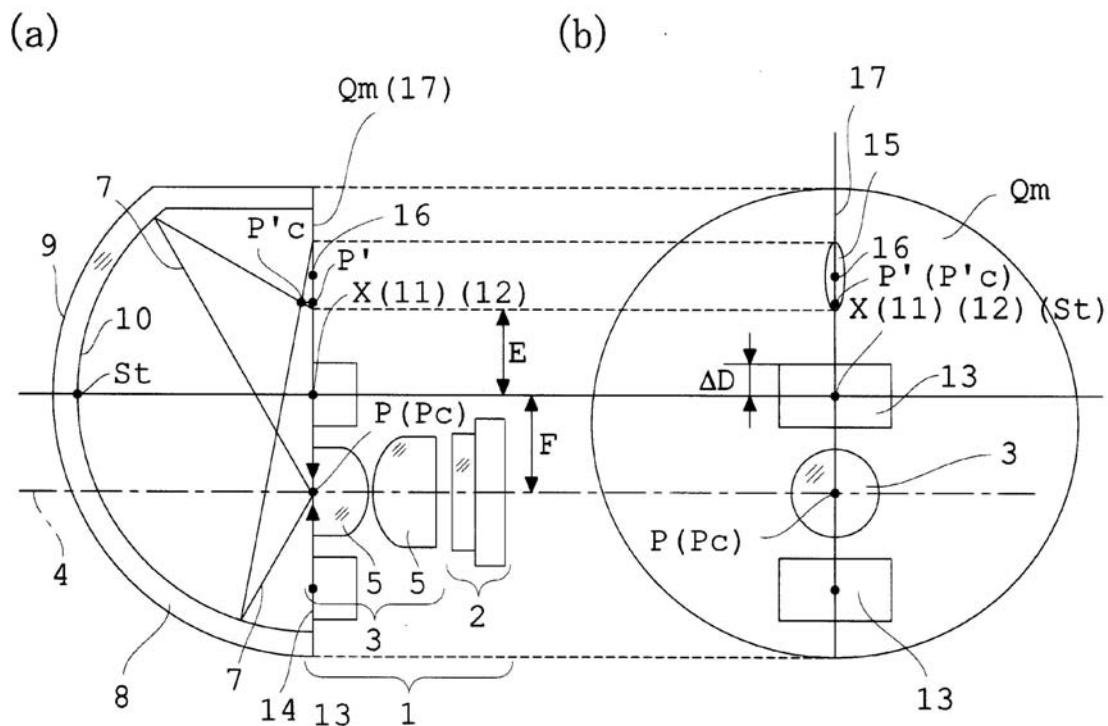
【図18】



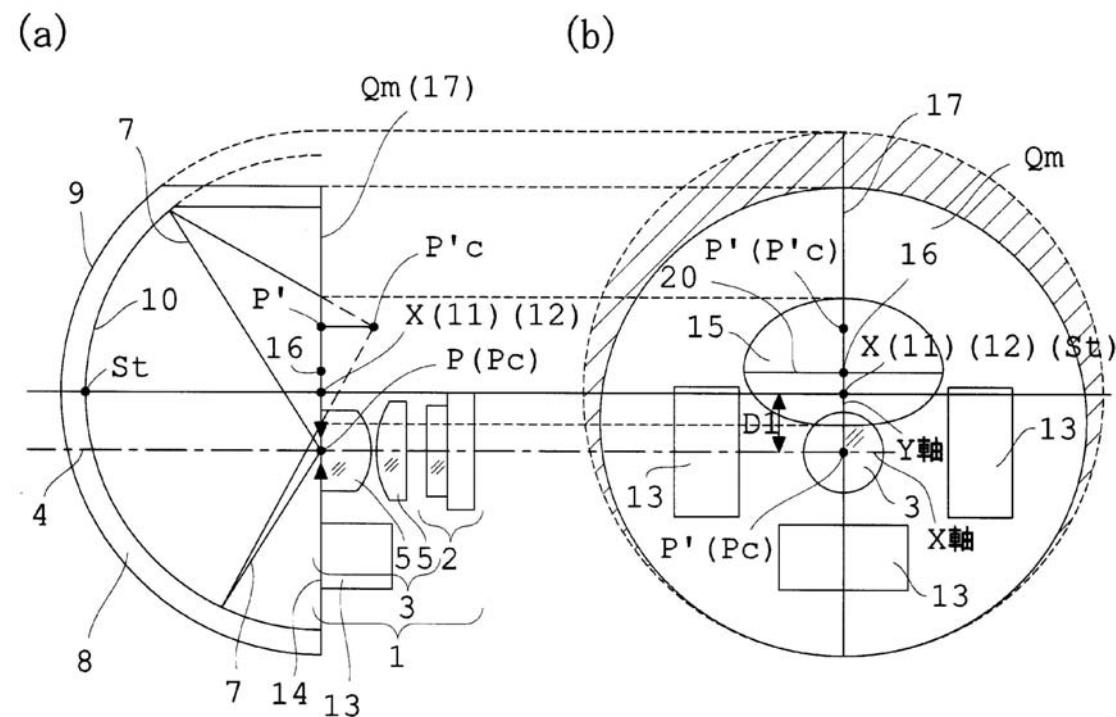
【図19】



【 図 20 】



【図21】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-210394(JP, A)
米国特許出願公開第2001/0051766(US, A1)
特表2003-501704(JP, A)
特開2001-087217(JP, A)
特開2003-260024(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 B 1 / 00

专利名称(译)	胶囊内窥镜		
公开(公告)号	JP4589048B2	公开(公告)日	2010-12-01
申请号	JP2004228170	申请日	2004-08-04
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	折原達也		
发明人	折原 達也		
IPC分类号	A61B1/00 A61B5/07		
CPC分类号	A61B1/041 A61B1/00096 A61B5/073		
FI分类号	A61B1/00.320.B A61B1/00.300.Y A61B5/07 A61B1/00.C A61B1/00.610 A61B1/00.731 A61B1/07.733		
F-TERM分类号	4C038/CC01 4C038/CC03 4C038/CC10 4C061/AA01 4C061/AA04 4C061/BB02 4C061/CC06 4C061/FF40 4C061/JJ11 4C061/LL02 4C061/NN01 4C061/PP06 4C061/PP11 4C061/QQ06 4C061/UU06 4C061/UU08 4C161/AA01 4C161/AA04 4C161/BB02 4C161/CC06 4C161/DD07 4C161/FF14 4C161/FF16 4C161/FF40 4C161/JJ11 4C161/LL02 4C161/NN01 4C161/PP06 4C161/PP11 4C161/QQ06 4C161/UU06 4C161/UU08		
其他公开文献	JP2006043115A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种胶囊内窥镜，该胶囊内窥镜能够防止在物镜光学系统中由于在透明盖的内表面上反射的光而产生的光晕，所述光可以小型化或者可以安装用于装载药物或大的装置的罐。解决方案：胶囊内窥镜具有成像单元1，其具有物镜光学系统3和成像元件2，以及密封在透明盖8内的照明装置13。至少透明盖8的内表面10的视野范围有一个球面。在内窥镜中，透明盖8的内表面10的顶部由St表示，物镜光学系统3的入射光瞳的中心由Pc表示，并且内表面10上的交叉点，其中来自入射光瞳的中心Pc的光被反射，由P'c表示。当从顶部绘制垂直线时，中心和交叉点指向包含照明装置13的光发射平面的平面Qm，并且垂直线与平面Qm的交叉点分别被命名为X，P和P'；，点X存在于连接点P和P'的线段上，并且满足条件表达式 $0.2 < L1 / R \tan \theta < 0.5$ （其中，L1是内表面10的曲率中心11之间的距离）。物镜光学系统3的光轴，R是内面10的直径，θ是物镜光学系统3的视场角的1/2。Z

