

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5441465号
(P5441465)

(45) 発行日 平成26年3月12日 (2014. 3. 12)

(24) 登録日 平成25年12月27日 (2013. 12. 27)

(51) Int. Cl.

F 1

G O 2 B 13/04 (2006. 01)

G O 2 B 13/04 D

G O 2 B 23/26 (2006. 01)

G O 2 B 23/26 C

A 6 1 B 1/00 (2006. 01)

A 6 1 B 1/00 3 2 0 B

A 6 1 B 5/07 (2006. 01)

A 6 1 B 1/00 3 0 0 Y

A 6 1 B 1/00 3 0 0 T

請求項の数 5 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2009-71919 (P2009-71919)
(22) 出願日 平成21年3月24日 (2009. 3. 24)
(65) 公開番号 特開2010-220844 (P2010-220844A)
(43) 公開日 平成22年10月7日 (2010. 10. 7)
審査請求日 平成23年7月4日 (2011. 7. 4)

(73) 特許権者 306037311
富士フイルム株式会社
東京都港区西麻布2丁目26番30号
(74) 代理人 100075281
弁理士 小林 和憲
(72) 発明者 馬場 智之
埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324
番地 フジノン株式会社内
審査官 森内 正明

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】

端部に開口が形成された中空状のカプセル本体と、前記カプセル本体の内部又は前記カプセル本体の開口から突出するように設けられる撮像光学系と、前記撮像光学系を覆うようにして前記カプセル本体の端部に取り付けられる透明カバーとを備え、前記透明カバー及び撮像光学系により被検者の体腔内部を撮像するカプセル型内視鏡において、

前記透明カバーの焦点距離を f_D 、前記撮像光学系の焦点距離を f_L としたときに、

$$|f_D| / f_L > 0$$

を満たし、

前記撮像光学系及び前記透明カバー全体での最大画角を $2\omega_{max}$ としたときに、

$$2\omega_{max} < 180^\circ$$

を満たし、

前記透明カバーは、被写体側の面と像側の面とが光軸上に中心軸を有する球面であることを特徴とするカプセル型内視鏡。

【請求項 2】

端部に開口が形成された中空状のカプセル本体と、前記カプセル本体の内部又は前記カプセル本体の開口から突出するように設けられる撮像光学系と、前記撮像光学系を覆うようにして前記カプセル本体の端部に取り付けられる透明カバーとを備えるカプセル型内視鏡において、

前記撮像光学系及び前記透明カバー全体での最大画角を $2\omega_{max}$ 、前記撮像光学系のみ

10

20

の最大画角を $2\omega_L$ としたときに、

$$2\omega_{max} - 2\omega_L \geq 2.5$$

を満たす前記透明カバー及び撮像光学系により被検者の体腔内部を撮像することを特徴とする請求項1記載のカプセル型内視鏡。

【請求項3】

任意の画角 ω に対する像高を $Y(\omega)$ 、任意の画角 ω の微小変化量を $\Delta\omega$ とするときに、

$$0.7 < (Y(\omega + \Delta\omega) - Y(\omega)) / Y(\Delta\omega)$$

を満たすことを特徴とする請求項1または2記載のカプセル型内視鏡。

【請求項4】

前記撮像光学系は4枚のレンズで構成されることを特徴とする請求項1ないし3いずれか1項記載のカプセル型内視鏡。

【請求項5】

前記撮像光学系は5枚のレンズで構成されることを特徴とする請求項1ないし4いずれか1項記載のカプセル型内視鏡。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、体腔内の撮像のため被検者に飲み込まれて使用されるカプセル型内視鏡に関する。

【背景技術】

【0002】

近年の医療分野においては、長い挿入部の先端に撮像装置を設けた挿入型内視鏡のほか、カプセル内に撮像装置を収納したカプセル型内視鏡を利用した診断が行われている。

【0003】

カプセル型内視鏡は、中空状のカプセル本体と、このカプセル本体の一方の端部に取り付けられるドーム状の透明カバーと、透明カバーを介して入射する光を撮像素子に結像させる撮像レンズとを備えており、カプセル型内視鏡全体のサイズは、被検者が容易に飲み込むことが出来るサイズに形成されている（特許文献1～3参照）。したがって、カプセル型内視鏡は、挿入型内視鏡のように、挿入部を飲み込む際の患者の負担や挿入部を長時間体腔内に挿入し続けることによる患者の負担が無くなる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2006-61438号公報

【特許文献2】特許4128504号公報

【特許文献3】特許4128505号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

カプセル型内視鏡は、挿入型内視鏡の問題点を解消できる利点を有する一方、挿入型内視鏡と異なり、体腔内での位置や姿勢を制御することが困難である。そのため、被写体中心部に病変部が位置する場合には、病変部を確実に撮像することができるものの、例えば、病変部が透明カバーの周縁部付近やカプセル本体の側面付近にある場合には、病変部を確実に撮像することができないことがある。

【0006】

したがって、病変部を確実に撮像するためには、画角が広い撮像レンズを用いる必要があるが、透明カバーの周縁部付近にある病変部をも撮像することができるような撮像レンズ、例えば最大画角が180°を超えるような撮像レンズを製造することは困難である。また、撮像レンズの収差は画角を広くするほど大きくなる傾向があるため、仮に病変部を撮

10

20

30

40

50

像できたとしても、得られた画像は歪曲したりボケたり等することがある。このように歪曲等した画像から病変部を発見することは困難である。

【 0 0 0 7 】

本発明は、以上の背景を考慮してなされたものであり、画角をより広くするとともに、それに伴う収差を十分に補正して歪曲等の無い鮮明な画像を得ることが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】

【 0 0 0 8 】

上記目的を達成するために、本発明は、端部に開口が形成された中空状のカプセル本体と、前記カプセル本体の内部又は前記カプセル本体の開口から突出するように設けられる撮像光学系と、前記撮像光学系を覆うようにして前記カプセル本体の端部に取り付けられる透明カバーとを備え、前記透明カバー及び撮像光学系により被検者の体腔内部を撮像するカプセル型内視鏡において、前記透明カバーの焦点距離を f_D 、前記撮像光学系の焦点距離を f_L としたときに、

$$|f_D| / f_L \geq 70$$

を満たし、前記撮像光学系及び前記透明カバー全体での最大画角を $2\omega_{max}$ としたときに、

$$2\omega_{max} \leq 180^\circ$$

を満たし、前記透明カバーは、被写体側の面と像側の面とが光軸上に中心軸を有する球面であることを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

本発明は、端部に開口が形成された中空状のカプセル本体と、前記カプセル本体の内部又は前記カプセル本体の開口から突出するように設けられる撮像光学系と、前記撮像光学系を覆うようにして前記カプセル本体の端部に取り付けられる透明カバーとを備えるカプセル型内視鏡において、前記撮像光学系及び前記透明カバー全体での最大画角を $2\omega_{max}$ 、前記撮像光学系のみでの最大画角を $2\omega_L$ としたときに、

$$2\omega_{max} - 2\omega_L \geq 2.5$$

を満たす前記透明カバー及び撮像光学系により被検者の体腔内部を撮像することを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

本発明は、任意の画角 ω に対する像高を $Y(\omega)$ 、任意の画角 ω の微小変化量を $\Delta\omega$ とするときに $0.7 < (Y(\omega + \Delta\omega) - Y(\omega)) / Y(\Delta\omega)$ を満たすことによって、画像の周辺部分に写し出される病変部の歪曲は抑えられるため、病変部を見落としなく発見することができる。

【 0 0 1 2 】

本発明は、4枚のレンズで構成することによって、より好ましくは5枚のレンズで構成することによって、良好な結像性能を得ることができる。

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

本発明によれば、画角をより広くすることができるとともに、それに伴う収差を十分に補正して歪曲等の無い鮮明な画像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 4 】

【図1】本発明のカプセル型内視鏡を示す断面図である。

【図2】本発明のカプセル型内視鏡を示す断面図であり、図1のカプセル型内視鏡を時計回りに90度異なる方向から見たときの断面図である。

【図3】[数1]～[数3]を説明するために用いられる本発明のカプセル型内視鏡の断面図である。

【図4】(A)は凹状半球面の被写体に設けられた複数の円の図を、(B)～(E)は(A)の複数の円を撮像したときの画像の図を示している。

【図５】実施例１の撮像レンズ及び透明カバーの構成を示す断面図である。

【図６】実施例１の撮像レンズ及び透明カバーの収差図である。

【図７】実施例１の撮像レンズ及び透明カバーのディストーションを示すグラフである。

【図８】実施例２の撮像レンズ及び透明カバーの構成を示す断面図である。

【図９】実施例２の撮像レンズ及び透明カバーの収差図である。

【図１０】実施例２の撮像レンズ及び透明カバーのディストーションを示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【００１５】

図１に示すように、カプセル型内視鏡１０は、被検者が容易に飲み込むことができるサイズに形成され、被検者が飲み込んでから体外へ排出するまでの間に、胃や腸の内部などを一定の時間毎に撮像する。本実施形態では、凹状半球面の被写体１２をカプセル型内視鏡１０の被写体として説明する。なお、被写体の形状は凹状の半球面に限らず、その他の凹状の曲面形状であってもよい。

【００１６】

図１及び図１のカプセル内視鏡１０を時計回りに９０度異なる方向から見た図２に示すように、カプセル内視鏡１０は、カプセル１３、撮像素子１４、撮像レンズ２０、カバーガラス２１を備えている。カプセル１３は、カプセル本体２２と、透明カバー２３を備えている。カプセル本体２２は中空状に形成されており、その端部２２ａに開口２２ｂを有している。撮像レンズ２０は、その一部がカプセル本体２２の内部に設けられており、そのほか開口２２ｂから突出するようにして設けられている。透明カバー２３はドーム状に形成され、開口２２ｂから突出した撮像レンズ２０を覆うようにしてカプセル本体２２の端部２２ａに取り付けられている。なお、レンズの設計条件によっては、撮像レンズの全部をカプセル本体の開口から突出させてもよく、また、撮像レンズの全部をカプセル本体の内部に設けてもよい。

【００１７】

撮像レンズ２０及び透明カバー２３は、被写体１２からの光を撮像素子１４に結像させるパワーを有する。これに対して、カバーガラス２１は、被写体１２からの光を屈折させずにそのまま透過させるため、撮像レンズ２０及び透明カバー２３のようにパワーを有しない。なお、透明カバー２３の材質は撮像レンズ２０と同じであってもよく、特に限定されない。

【００１８】

カプセル本体２２内には、撮像素子１４のほか、撮像素子１４を駆動する電池や、撮像素子１４で得られた画像を被検者の周囲に取り付けた画像受信部に送信するアンテナ（いずれも図示省略）などが収納されている。

【００１９】

図３に示すように、撮像レンズ２０は、被写体１２側から順に、第１レンズＬ１、第２レンズＬ２、開口絞りＳ８、第３レンズＬ３、第４レンズＬ４から構成されている。透明カバー２３は、被写体１２と第１レンズＬ１との間に設けられている。

【００２０】

ここで、透明カバー２３の焦点距離を f_D と、撮像レンズ２０全体での焦点距離を f_L としたときに、撮像レンズ２０及び透明カバー２３は、以下の〔数１〕式を満たすように設計されている。

【数１】

$$|f_D|/f_L \leq 70$$

【００２１】

透明カバー２３に対して被写体１２からの光を撮像素子１４に結像させるパワーを付与

10

20

30

40

50

するとともに、撮像レンズ 20 及び透明カバー 23 が [数 1] 式を満たすことにより、画角がより広くなるため、透明カバー 23 の周縁部付近にある病変部をも確実に撮像することができる。また、画角が広がったとしても収差は十分に補正されているため、歪んだりボケたり等が無い鮮明な画像を得ることができる。なお、 $|f_D|/f_L$ が 70 を超える場合には、透明カバー 23 の屈折力が小さくなるため、撮像レンズ 20 のみで広画角を達成しなければならず、諸収差の補正が困難になる。

【 0 0 2 2 】

また、撮像レンズ 20 及び透明カバー 23 全体での最大画角を $2\omega_{\max}$ 、撮像レンズ 20 のみの最大画角を $2\omega_L$ としたときに、撮像レンズ 20 及び透明カバー 23 は以下の [数 2] 式を満たすように設計されている。

【 数 2 】

$$2\omega_{\max} - 2\omega_L \geq 2.5^\circ$$

【 0 0 2 3 】

透明カバー 23 に対して被写体 12 からの光を撮像素子 14 に結像させるパワーを付与するとともに、撮像レンズ 20 及び透明カバー 23 が [数 2] 式を満たすことにより、病変部が撮像レンズ 20 の画角の範囲内にない場合であっても、撮像レンズ 20 及び透明カバー 23 全体での画角の範囲内にある場合には、病変部を確実に撮像することができる。さらに、画角が広がったとしても収差は十分に補正されているため、撮像素子 14 で得られる画像は歪んだりボケたり等が無い鮮明な画像である。なお、 $2\omega_{\max} - 2\omega_L$ が 2.5 未満である場合には、透明カバー 23 の屈折力が小さくなるため、撮像レンズ 20 のみで広画角を達成しなければならず、諸収差の補正が困難となる。

【 0 0 2 4 】

また、撮像レンズ 20 及び透明カバー 23 は、以下の [数 3] 式を満たすように設計されている。

【 数 3 】

$$2\omega_{\max} \geq 180^\circ$$

【 0 0 2 5 】

撮像レンズ 20 及び透明カバー 23 が [数 3] 式を満たすことにより、画角がより広くなるため、透明カバー 23 の周縁部付近にある病変部をも撮像することができる。また、画角が広がったとしても収差は十分に補正されているため、透明カバー 23 の周縁部付近にある病変部を撮像した場合であっても、歪んだりボケたり等が無い鮮明な画像を得ることができる。

【 0 0 2 6 】

また、撮像レンズ 20 及び透明カバー 23 は、画角 ω のときの像高を $Y(\omega)$ とした場合に以下の [数 4] 式を満たすように設計されている。なお、画角 105° 以下の条件下で、[数 4] を満たすようにしてもよい。

【 数 4 】

$$0.7 < \frac{Y(\omega + \Delta\omega) - Y(\omega)}{Y(\Delta\omega)}$$

【 0 0 2 7 】

[数 4] の「 $Y(\omega + \Delta\omega) - Y(\omega)$ 」は、画角を ω から $\Delta\omega$ だけ微小変化させた画

10

20

30

40

50

角 $\omega + \Delta\omega$ のときの像高 $Y(\omega + \Delta\omega)$ と、画角 ω のときの像高 $Y(\omega)$ との差分を示している。また、[数4]の「 $Y(\Delta\omega)$ 」は、画角を 0° から $\Delta\omega$ だけ微小変化させた画角 $\Delta\omega$ のときの像高 $Y(\Delta\omega)$ と、画角 0° のときの像高 $Y(0)$ との差分 $Y(0 + \Delta\omega) - Y(0)$ を示しており、 $Y(0) = 0$ であることから $Y(0 + \Delta\omega) - Y(0) = Y(\Delta\omega)$ とされる。したがって、[数4]の「 $(Y(\omega + \Delta\omega) - Y(\omega)) / Y(\Delta\omega)$ 」は、画像の中心部分に対して画像の周辺部分がどの程度歪曲（ディストーション）しているかを表している。

【0028】

ここで、 $(Y(\omega + \Delta\omega) - Y(\omega)) / Y(\Delta\omega)$ が1.0、0.7、0.5、0.3となるように撮像レンズ20及び透明カバー23を設計した場合に、各撮像レンズ及び透明カバーで撮像した画像がどの程度歪曲するかを評価する。評価に際しては、図4(A)に示すように、半径が r 、 $2r$ 、 $3r$ 、 $4r$ 、 $5r$ の複数の円30a～30eを、各円の中心が一致するように距離 r の等間隔で凹状半球面の被写体12に設ける。そして、それら複数の円30a～30eが設けられた被写体12を、各撮像レンズ及び透明カバーを用いて撮像する。撮像により得られた画像から、画像の周辺部分における円の間隔が、画像の中心部分における円の間隔とどの程度縮小しているかにより、画像の周辺部分の歪曲の程度を評価する。

10

【0029】

図4(B)は、 $(Y(\omega + \Delta\omega) - Y(\omega)) / Y(\Delta\omega) = 1.0$ となるように設計した撮像レンズ20及び透明カバー23で撮像したときの画像を示している。この画像が示すように、被写体12に設けた複数の円30a～30eの間隔と同様、画像上における各円の間隔は距離 r である。したがって、画像の中心部分における円の間隔と、画像の周辺部分における円の間隔とは同じであるため、画像の周辺部分にはディストーションが生じていない。そのため、このような撮像レンズ20及び透明カバー23を組み込んだカプセル内視鏡10で被検者の体内を撮像した場合であっても、画像の周辺部分に写し出される病変部は歪曲することがないため、病変部を確実に見出すことができる。

20

【0030】

図4(C)の画像は、 $(Y(\omega + \Delta\omega) - Y(\omega)) / Y(\Delta\omega) = 0.7$ となるように設計した撮像レンズ20及び透明カバー23で撮像したときの画像を示している。この画像が示すように、画像の中心部分の円の間隔は r よりも大きくなっている一方、画像の周辺部分における円の間隔は r よりも小さくなっている。したがって、画像の周辺部分の円の間隔は画像の中心部分における円の間隔よりも小さくなっているが、画像の周辺部分の円の間隔の縮小はそれほど目立たない。したがって、撮像レンズ20をカプセル内視鏡10に搭載して被検者の体内を撮像した場合には、画像の周辺部分に写し出される病変部は、画像診断の際に問題となるかならないか程度に歪曲している。

30

【0031】

図4(D)の画像は、 $(Y(\omega + \Delta\omega) - Y(\omega)) / Y(\Delta\omega) = 0.5$ となるように設計した撮像レンズ20及び透明カバー23で撮像したときの画像を示している。この画像が示すように、画像の周辺部分における円の間隔は画像の中心部分における円の間隔よりも小さくなっており、各円の間隔の縮小は目立っている。したがって、画像の周辺部分にはディストーションが生じていることが分かる。そのため、このような撮像レンズ20及び透明カバー23をカプセル内視鏡10に搭載して被検者の体内を撮像した場合には、画像の周辺部分が歪曲するため、病変部は見落とされる可能性がある。

40

【0032】

図4(E)の画像は、 $(Y(\omega + \Delta\omega) - Y(\omega)) / Y(\Delta\omega) = 0.3$ となるように設計した撮像レンズ20及び透明カバー23で撮像したときの画像を示している。この画像が示すように、画像の周辺部分における円の間隔は画像の中心部分における円の間隔よりも極めて小さくなっており、画像を一見ただけで画像の周辺部分における円の間隔の縮小が分かる。したがって、画像の周辺部分にはディストーションが生じていることが分かる。そのため、このような撮像レンズ20及び透明カバー23をカプセル内視鏡に搭

50

載して被検者の体内を撮像した場合には、画像の周辺部分が大きく歪曲するため、病変部は見落とされる可能性が極めて高くなる。

【 0 0 3 3 】

以上から、 $(Y(\omega + \Delta\omega) - Y(\omega)) / Y(\Delta\omega) > 0.7$ となるように撮像レンズ 20 及び透明カバー 23 を設計することにより、画像の周辺部分におけるディストーションは抑えられる。したがって、画像の周辺部分に病変部が写し出されたとしても、病変部は見落としする程歪曲しないため、病変部を確実に発見することができる。なお、 $(Y(\omega + \Delta\omega) - Y(\omega)) / Y(\Delta\omega)$ の値は 0.7 より大きく 1.3 よりも小さいことが好ましく、0.8 より大きく 1.2 よりも小さいことがより好ましい。

【 0 0 3 4 】

また、撮像レンズ 20 は、第 1 ～ 第 4 レンズの 4 枚で構成されていることにより、画角がより広くなるため、透明カバー 23 の周縁部付近にある病変部をも撮像することができる。また、画角がより広くなったとしても収差は十分に補正されているため、透明カバー 23 の周縁部付近にある病変部を撮像した場合であっても、歪んだりボケたり等が無い鮮明な画像を得ることができる。なお、撮像レンズは第 1 ～ 第 5 レンズの 5 枚で構成しても、4 枚の場合と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 3 5 】

また、上記実施形態では、被検者の体腔内での姿勢や位置を制御しないカプセル型内視鏡について説明したが、これに限らず、被検者の体腔内での姿勢や位置の制御可能なカプセル型内視鏡においても本発明を適用することができる。

【 実施例 】

【 0 0 3 6 】

カプセル型内視鏡に搭載した撮像レンズ及び透明カバーについて、以下の実施例 1 ～ 2 において具体的な数値を示すことによって、本発明を更に詳細に説明する。

【 0 0 3 7 】

[実施例 1]

図 5 に示すように、実施例 1 の撮像レンズ 20 は 4 枚の第 1 ～ 第 4 レンズ L1 ～ L4 と開口絞り S8 とを備えており、カプセル 13 内において、凹状半球面の被写体 12 側から、第 1 レンズ L1、第 2 レンズ L2、開口絞り S8、第 3 レンズ L3、第 4 レンズ L4 の順に配置されている。透明カバー 23 は、被写体 12 と第 1 レンズ L1 との間に配置されている。

【 0 0 3 8 】

被写体 12、透明カバー 23、撮像レンズ 20 の面は、 S_i で表される。したがって、被写体 12 の表面は S_1 、透明カバー 23 の被写体 12 側（以下「被写体側」とする）の面は S_2 、透明カバー 23 の撮像素子 14 側（以下「像側」とする）の面は S_3 、第 1 レンズ L1 の被写体側の面は S_4 、第 1 レンズ L1 の像側の面は S_5 、第 2 レンズ L2 の被写体側の面は S_6 、第 2 レンズ L2 の像側の面は S_7 、開口絞りは S_8 、第 3 レンズ L3 の被写体側の面は S_9 、第 3 レンズ L3 の像側の面は S_{10} 、第 4 レンズ L4 の被写体側の面は S_{11} 、第 4 レンズ L4 の像側の面は S_{12} 、カバーガラス 21 の被写体側の面は S_{13} 、カバーガラス 21 の像側の面は S_{14} とされる。面 S_{15} は撮像素子 14 の撮像面と一致する。

【 0 0 3 9 】

また、撮像レンズ 20 の光軸方向に対する面 S_i と面 S_{i+1} との間隔（面間隔）は、 D_i として表される。したがって、面 S_1 と面 S_2 との間隔は D_1 、面 S_2 と面 S_3 との間隔は D_2 、面 S_3 と面 S_4 との間隔は D_3 、面 S_4 と面 S_5 との間隔は D_4 、面 S_5 と面 S_6 との間隔は D_5 、面 S_6 と面 S_7 との間隔は D_6 、面 S_7 と面 S_8 との間隔は D_7 、面 S_8 と面 S_9 との間隔は D_8 、面 S_9 と面 S_{10} との間隔は D_9 、面 S_{10} と面 S_{11} との間隔は D_{10} 、面 S_{11} と面 S_{12} との間隔は D_{11} 、面 S_{12} と面 S_{13} との間隔は D_{12} 、面 S_{13} と面 S_{14} との間隔は D_{13} で表される。

【 0 0 4 0 】

撮像レンズ 2 0 及び透明カバー 2 3 は、以下の表 1 に示すレンズデータに基づいて設計される。

【 0 0 4 1 】

【表 1】

fL=1.5		fD=-24.7	Fno=2.0	fD /fL=16.5	2ωmax=233°	2ωL=159°
2ωmax-2ωL=74°						
面	曲率半径	面間隔	Nd	νd		
OBJ	37.7888	18.8944				
2	31.1292	1.8894	1.58600	55.0		10
3	9.6958	9.4470				
4*	2.8769	1.6986	1.53039	55.2		
5*	0.8065	3.0030				
6*	5.4945	2.5758	1.63178	23.2		
7*	-5.1295	0.2486				
絞り	∞	0.3526				
9*	-8.3170	1.7502	1.54378	55.7		
10*	-2.7705	0.3117				
11*	5.0793	1.7364	1.54378	55.7		
12*	-7.4451	0.6228				
13	∞	1.8894	1.55920	53.9		
14	∞	0.0000				20
IMG	∞					

表 1 において、「OBJ」は凹状半球面の被写体 1 2 を、「絞り」は開口絞り S 8 を、「IMG」は撮像素子 1 4 を、「曲率半径」は各面 S i の曲率半径 (mm) を、「面間隔」は各面間隔 D i (mm) を、「Nd」は d 線 (波長 5 8 7 . 6 nm) に対する屈折率を、「νd」はアッペ数を、「fL」は撮像レンズ 2 0 全体としての焦点距離を、「fD」は透明カバー 2 3 の焦点距離を、「Fno」は撮像レンズ 2 0 の F 値 F を、「2ωmax」は撮像レンズ 2 0 及び透明カバー 2 3 全体での最大画角を、「2ωL」は撮像レンズ 2 0 のみでの最大画角を表している。

【 0 0 4 2 】

30

また、表 1 の面番号欄に * で示すように、第 1 レンズの両面 S 4 , S 5 、第 2 レンズの両面 S 6 , S 7 、第 3 レンズの両面 S 9 , S 1 0 、第 4 レンズの両面 S 1 1 , S 1 2 は非球面となっている。これら非球面形状は、曲率 (近軸曲率半径 R の逆数) c、円錐定数 K、光軸からの距離 ρ (ρ² = x² + y²)、i 次の非球面次数を用いて、以下の [数 5] の式で数値的に表される。面 S 4 、S 5 、S 6 、S 7 、S 9 、S 1 0 、S 1 1 、S 1 2 の円錐定数 K 及び非球面定数 A i を表 2 に示す。なお、後述の実施例 2 においても、レンズデータの表記や、非球面の形状を決める [数 5] の式は同様とする。

【 0 0 4 3 】

【数 5】

40

$$Z = \frac{c\rho^2}{1 + \sqrt{1 - (K + 1)c^2\rho^2}} + \sum_i A_i \rho^i \quad (\rho^2 = x^2 + y^2)$$

【 0 0 4 4 】

【表 2】

面	K	A3	A4	A5	A6	A7	A8
4	-1.0000	-4.2355E-02	9.1919E-04	3.3623E-04	2.2977E-05	1.0368E-07	-6.3350E-07
5	-1.0000	-1.4101E-01	3.6825E-02	-7.8345E-03	-2.3283E-03	8.3065E-05	1.7706E-04
6	-1.0000	-1.2412E-02	3.2105E-02	-3.1943E-02	5.9239E-03	3.5639E-03	-4.8005E-04
7	-1.0000	-2.1957E-03	5.7038E-03	1.4382E-02	-4.2683E-02	2.4108E-02	1.1584E-02
9	-1.0000	1.7300E-02	-5.4558E-02	-3.3348E-02	1.1820E-01	1.5097E-02	-1.9710E-01
10	-1.0000	2.0559E-02	-2.8751E-02	-1.9351E-02	4.2818E-03	6.7242E-03	1.3140E-03
11	-1.0000	5.4084E-02	-5.5518E-02	-3.8369E-03	8.6023E-03	-1.1303E-03	-7.2265E-04
12	-1.0000	3.9520E-02	4.5198E-02	-2.7955E-02	-5.1380E-03	2.1621E-03	5.9020E-04

面	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15
4	-6.9338E-08	-5.7927E-09	3.1473E-11	1.9307E-10	3.2478E-11	5.4560E-12	8.1138E-13
5	5.3216E-05	1.4080E-05	6.0631E-07	-1.4249E-06	-8.0330E-07	-8.7674E-08	2.5035E-08
6	-5.6797E-04	5.1764E-06	2.1187E-05	-1.2258E-05	1.2964E-05	-1.1297E-06	-6.9191E-07
7	-9.3655E-03	-7.6449E-03	8.0631E-03	-2.0980E-03	6.2356E-05	7.7467E-06	5.8725E-06
9	1.6490E-01	-3.8344E-02	-4.5310E-03	-7.4578E-04	5.6381E-04	2.5615E-04	-5.1940E-15
10	-1.6786E-03	-1.4204E-04	-1.2595E-04	1.5921E-05	6.7900E-05	-8.2271E-06	-6.8705E-07
11	2.6764E-04	1.1191E-04	-1.3653E-05	-5.7751E-05	6.4909E-06	6.9417E-06	-1.1795E-06
12	4.8906E-06	-6.5258E-06	-9.7581E-06	-5.6170E-06	-2.6881E-06	1.7655E-06	-2.4612E-08

面	A16	A17	A18	A19	A20
4	-1.3131E-13	-3.0354E-14	-3.5511E-15	3.0064E-16	5.8582E-17
5	-1.3454E-09	3.3524E-09	2.5060E-11	-1.2689E-18	5.3334E-20
6	1.0631E-07	3.1486E-10	-3.5164E-16	4.6343E-17	4.8975E-20
7	5.6415E-08	3.7608E-10	-7.0551E-16	-8.1997E-18	-2.1615E-19
9	-4.4301E-13	-1.1725E-14	-2.7644E-16	-7.3149E-18	-1.9357E-19
10	-4.8595E-08	-7.2448E-14	-1.1706E-16	-8.2110E-18	-2.1639E-19
11	-3.1032E-08	-1.2949E-10	4.9078E-12	1.2020E-17	-2.1434E-18
12	-4.9367E-08	6.4750E-09	-6.8408E-11	-7.6951E-20	-2.9998E-19

【0045】

図6は、撮像レンズ20に対して被写体側に透明カバー23を、撮像レンズ20に対して像側にカバーガラス21を配置したときの球面収差、非点収差、倍率色収差を示している。球面収差はd線（波長587.6nm）のものを実線で、F線（波長486.13nm）のものを第1破線で、C線（波長656.27nm）のものを、各線の長さが第1破線よりも大きい第2破線で示している。また、非点収差はサジタル方向のものを実線で、タンジェント方向のものを第1破線で示している。また、倍率色収差は、F線のものを第1破線で、C線のものを、各線の長さが第1破線よりも大きい第2破線で示している。なお、後述の実施例2においても、球面収差、非点収差、倍率色収差を示す図における各線の表記は実施例1と同様とする。

【0046】

実施例1では、透明カバー23の焦点距離 f_D は-24.7mm、撮像レンズ20の焦点距離 f_L は1.5mmであることから、 $|f_D|/f_L$ は[数1]の範囲内の16.5である。また、 $2\omega_{max}$ は[数3]の範囲内の233°、 $2\omega_L$ は159°であることから、 $2\omega_{max}-2\omega_L$ は[数2]の範囲内の74°である。したがって、画角がより広くなるため、透明カバー23の周縁部付近にある病変部をも撮像することができる。また、図6で示したように、画角が広がったとしても、球面収差、非点収差、倍率色収差は十分に補正されているため、透明カバー23の周縁部付近にある病変部を撮像した場合にも、鮮明な病変部の画像を得ることができる。

【0047】

図7に示すように、 $(Y(\omega + \Delta\omega) - Y(\omega)) / Y(\Delta\omega)$ は、半画角 ω の全範囲で0.7よりも大きくなっている。したがって、撮像レンズ20及び透明カバー23は[数4]式の範囲内であり、画像の周辺部分におけるディストーションを抑えることができる。したがって、画像の周辺部分に病変部が写し出されたとしても、病変部は見落とす程歪曲しないため、病変部を確実に発見することができる。

【0048】

10

20

30

40

50

〔実施例 2〕

図 8 に示すように、実施例 2 の撮像レンズ 30 は 5 枚の第 1 ～ 第 5 レンズ L 1 ～ L 5 と開口絞り S 6 とを備え、カプセル 13 内において、凹状半球面の被写体 12 側から、第 1 レンズ L 1、開口絞り S 6、第 2 レンズ L 2、第 3 レンズ L 3、第 4 レンズ L 4、第 5 レンズ L 5 の順に配置されている。第 3 レンズ L 3 と第 4 レンズ L 4 とは貼り合わせレンズとされる。透明カバー 23 は、被写体 12 と第 1 レンズ L 1 との間に配置されている。

【0049】

被写体 12、透明カバー 23、撮像レンズ 30 の面は、実施例 1 と同様に、 S_i で表される。したがって、被写体 12 の表面は S_1 、透明カバー 23 の被写体側の面は S_2 、透明カバー 23 の像側の面は S_3 、第 1 レンズ L 1 の被写体側の面は S_4 、第 1 レンズ L 1 の像側の面は S_5 、開口絞りは S_6 、第 2 レンズ L 2 の被写体側の面は S_7 、第 2 レンズの像側の面は S_8 、第 3 レンズ L 3 の被写体側の面は S_9 、第 3 レンズ L 3 の貼り合わせ面は S_{10} 、第 4 レンズ L 4 の像側の面は S_{11} 、第 5 レンズ L 5 の被写体側の面は S_{12} 、第 5 レンズ L 5 の像側の面は S_{13} 、カバーガラス 21 の被写体側の面は S_{14} 、カバーガラス 21 の像側の面は S_{15} とされる。面 S_{15} は撮像素子 14 の撮像面と一致する。

【0050】

また、撮像レンズ 30 の光軸方向に対する面 S_i と面 S_{i+1} との間隔（面間隔）は、 D_i として表される。したがって、面 S_1 と面 S_2 との面間隔は D_1 、面 S_2 と面 S_3 との面間隔は D_2 、面 S_3 と面 S_4 との面間隔は D_3 、面 S_4 と面 S_5 との面間隔は D_4 、面 S_5 と面 S_6 との面間隔は D_5 、面 S_6 と面 S_7 との面間隔は D_6 、面 S_7 と面 S_8 との面間隔は D_7 、面 S_8 と面 S_9 との面間隔は D_8 、面 S_9 と面 S_{10} との面間隔は D_9 、面 S_{10} と面 S_{11} との面間隔は D_{10} 、面 S_{11} と面 S_{12} との面間隔は D_{11} 、面 S_{12} と面 S_{13} との面間隔は D_{12} 、面 S_{13} と面 S_{14} との面間隔は D_{13} 、面 S_{14} と面 S_{15} との面間隔は D_{14} で表される。

【0051】

撮像レンズ 30 は、以下の表 3 に示すレンズデータに基づいて設計される。

【0052】

【表 3】

面	$fL=1.6$	$fD=-19.3$	$Fno=2.0$	$ fD /fL=12.1$	$2\omega_{max}=243^\circ$	$2\omega_L=147^\circ$
	$2\omega_{max}-2\omega_L=96^\circ$					
	曲率半径	面間隔	N_d	ν_d		
OBJ	45.8616	22.9308				
2	31.7901	2.2931	1.58600	55.0		
3	8.1454	8.3514				
4*	11.8912	2.4820	1.53039	55.2		
5*	1.2502	3.3004				
絞り	∞	0.8239				
7*	7.8522	3.1590	1.53039	55.2		
8*	-2.8809	0.7210				
9	-8.3637	4.5066	1.92286	18.9		
10	8.9747	3.8677	1.72916	54.7		
11	-8.4625	0.9584				
12*	10.0245	4.3967	1.53039	55.2		
13*	-2.5414	0.8537				
14	∞	2.2931	1.55920	53.9		
15	∞	0.0000				
IMG	∞					

表 3 の面番号欄に * で示すように、第 1 レンズの両面 S_4 、 S_5 、第 2 レンズの両面 S_7 、 S_8 、第 5 レンズの両面 S_{12} 、 S_{13} は非球面となっている。これら面 S_4 、 S_5 、 S_7 、 S_8 、 S_{12} 、 S_{13} の円錐定数 K 及び非球面定数 A_i を表 4 に示す。

【 0 0 5 3 】

【表 4】

面	K	A3	A4	A5	A6	A7	A8	
4	-1.0000	-4.1211E-03	-2.0789E-03	1.6278E-04	3.5252E-05	3.1255E-06	-3.6575E-08	
5	-1.0000	-2.7379E-01	1.9759E-01	-3.6734E-02	-1.7317E-02	5.5113E-04	2.9509E-03	
7	-1.0000	-4.2260E-03	1.1042E-03	-3.9770E-03	-2.8140E-04	1.2269E-03	4.4777E-05	
8	-1.0000	-6.3453E-03	8.4601E-03	-3.5200E-03	1.7387E-04	1.5704E-05	2.9431E-05	
12	-1.0000	-5.6968E-03	7.0057E-03	-1.0109E-03	-2.9044E-05	1.4767E-05	1.4667E-06	
13	-1.0000	5.5962E-02	1.2624E-03	-2.0759E-04	-8.2208E-05	-1.6629E-05	-2.3223E-06	
面	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	10
4	-7.1605E-08	-1.6083E-08	-2.3358E-09	-8.2106E-11	3.8892E-11	1.1935E-11	1.8169E-12	
5	9.0608E-04	-2.2020E-04	-2.5128E-04	4.3420E-05	8.4058E-06	-1.3497E-06	-6.2400E-09	
7	-1.1980E-04	-7.9379E-05	-5.4175E-06	4.4506E-05	-1.1955E-05	-7.1950E-08	1.0389E-08	
8	-9.5373E-06	-2.7177E-06	-1.7337E-07	-8.1997E-08	2.3964E-07	4.9096E-08	-1.5338E-08	
12	-5.4865E-08	-2.8382E-08	-5.5487E-09	-8.4172E-10	-7.1694E-11	2.3969E-12	2.6410E-12	
13	-7.7639E-08	8.9311E-08	-3.6021E-10	4.8163E-10	2.5386E-11	3.9097E-12	1.8067E-12	
面	A16	A17	A18	A19	A20			
4	-1.0312E-13	-1.1082E-13	-7.8781E-15	3.5945E-15	-2.6606E-17			
5	1.0999E-21	2.3984E-23	-1.6746E-21	-4.8517E-21	-1.0594E-22			
7	-9.3374E-12	1.6927E-13	6.1835E-22	8.7018E-24	4.2216E-26			
8	-1.1340E-09	-5.0901E-12	8.9804E-15	1.1404E-26	2.9399E-25			
12	6.9906E-13	1.1607E-13	-6.8918E-15	-2.6120E-15	3.4009E-17			20
13	5.7627E-13	1.4867E-13	5.3552E-14	-1.2354E-14	-4.6038E-16			

【 0 0 5 4 】

図 9 は、撮像レンズ 3 0 に対して被写体側に透明カバー 2 3 を、撮像レンズ 3 0 に対して像側にカバーガラス 2 1 を配置したときの球面収差、非点収差、倍率色収差を示している。

【 0 0 5 5 】

実施例 2 では、透明カバー 2 3 の焦点距離 f_D は - 1 9 . 3 mm、撮像レンズ 2 0 の焦点距離 f_L は 1 . 6 mm であることから、 $|f_D|/f_L$ は [数 1] の範囲内の 1 2 . 1 である。また、 $2\omega_{max}$ は [数 3] の範囲内の 2 4 3 °、 $2\omega_L$ は 1 4 7 ° であることから、 $2\omega_{max} - 2\omega_L$ は [数 2] の範囲内の 9 6 ° である。したがって、画角がより広くなるため、透明カバー 2 3 の周縁部付近にある病変部をも撮像することができる。また、図 9 で示したように、画角が広がったとしても、球面収差、非点収差、倍率色収差は十分に補正されているため、透明カバー 2 3 の周縁部付近にある病変部を撮像した場合にも、鮮明な病変部の画像を得ることができる。

【 0 0 5 6 】

図 1 0 に示すように、 $(Y(\omega + \Delta\omega) - Y(\omega)) / Y(\Delta\omega)$ は、半画角 ω の領域のうちのほとんどで 0 . 7 よりも大きくなっているため、ディストーションを抑えることができる。

【符号の説明】

【 0 0 5 7 】

- 1 0 カプセル型内視鏡
- 2 0 撮像レンズ
- 2 3 透明カバー
- L 1 第 1 レンズ
- L 2 第 2 レンズ
- L 3 第 3 レンズ
- L 4 第 4 レンズ

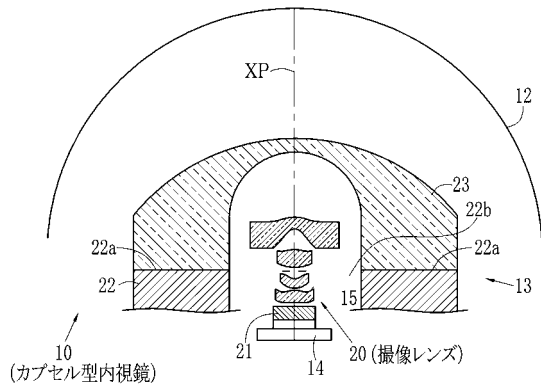
10

20

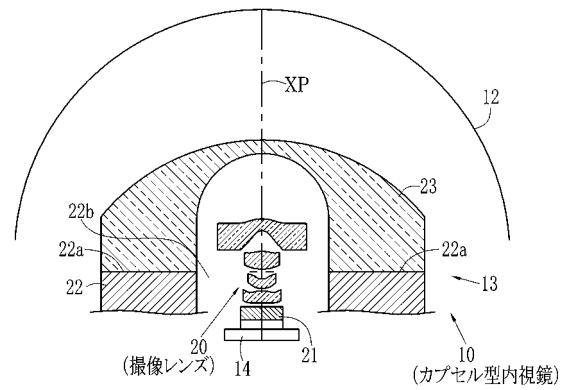
30

40

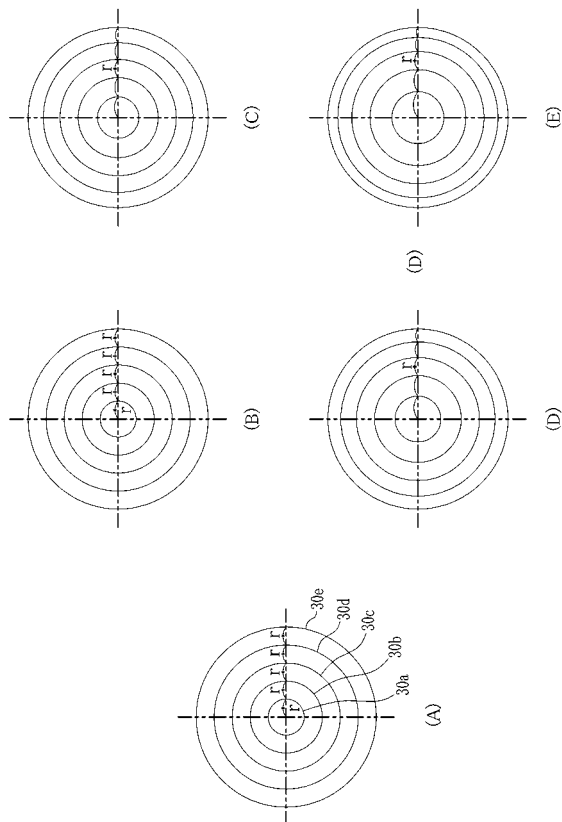
【図 1】



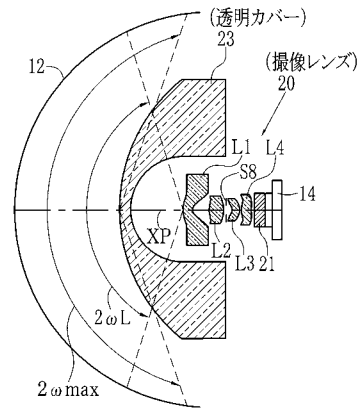
【図 2】



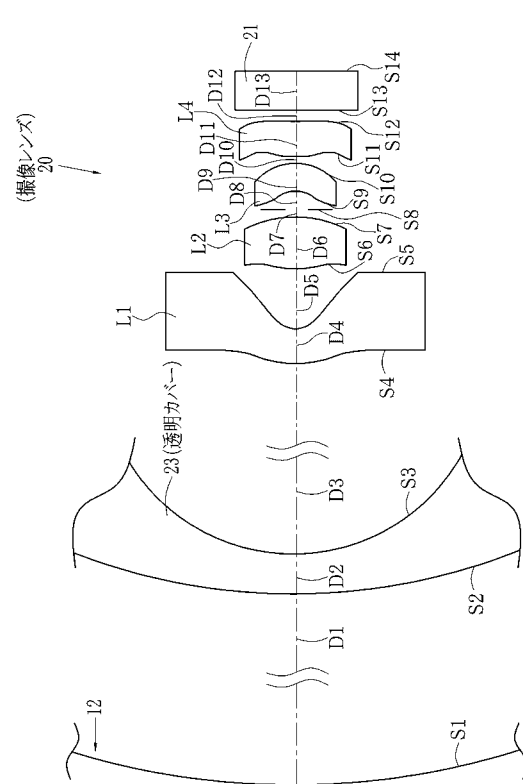
【図 4】



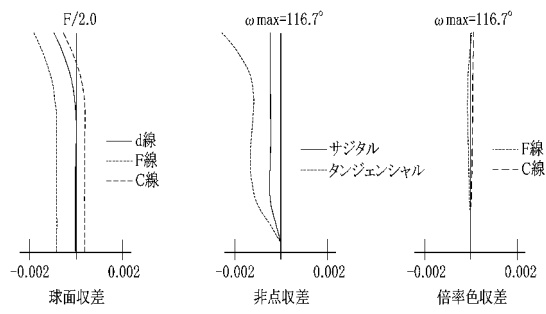
【図 3】



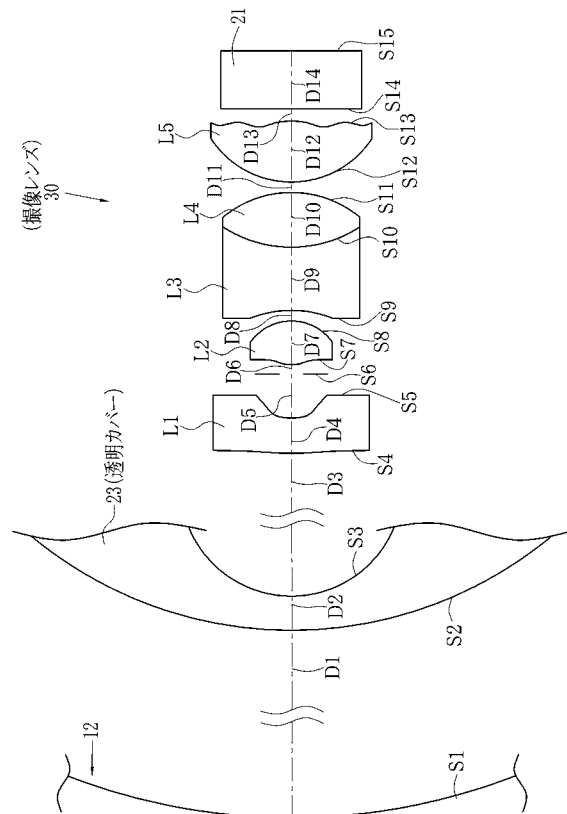
【図 5】



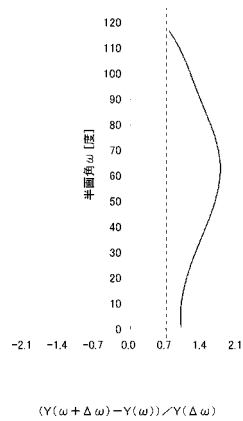
【図 6】



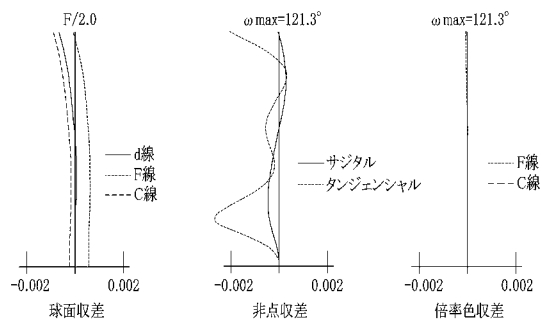
【図 8】



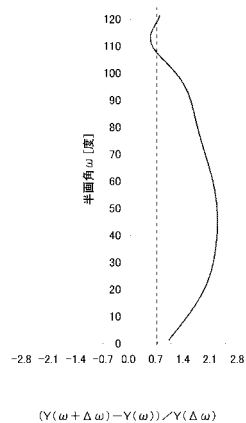
【図 7】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
A 6 1 B 5/07

(56)参考文献 特開 2 0 0 8 - 4 0 4 6 8 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 3 0 4 9 2 4 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 6 1 4 3 8 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 8 0 7 8 9 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 8 0 7 9 0 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 1 1 6 4 9 1 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 1 9 7 5 4 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 2 B	9 / 0 4	-	1 7 / 0 8
G 0 2 B	2 1 / 0 2	-	2 1 / 0 4
G 0 2 B	2 3 / 2 4	-	2 3 / 2 6
G 0 2 B	2 5 / 0 0	-	2 5 / 0 4
A 6 1 B	1 / 0 0	-	1 / 3 2
A 6 1 B	5 / 0 7		

专利名称(译)	胶囊内窥镜		
公开(公告)号	JP5441465B2	公开(公告)日	2014-03-12
申请号	JP2009071919	申请日	2009-03-24
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
[标]发明人	馬場智之		
发明人	馬場 智之		
IPC分类号	G02B13/04 G02B23/26 A61B1/00 A61B5/07		
CPC分类号	G02B23/243 A61B1/00096 A61B1/00188 A61B1/041 G02B13/06		
FI分类号	G02B13/04.D G02B23/26.C A61B1/00.320.B A61B1/00.300.Y A61B1/00.300.T A61B5/07 A61B1/00.C A61B1/00.610 A61B1/00.730 A61B1/00.731		
F-TERM分类号	2H040/CA22 2H040/CA23 2H040/DA01 2H040/DA13 2H040/GA02 2H087/KA01 2H087/KA10 2H087/LA01 2H087/LA03 2H087/PA05 2H087/PA17 2H087/PA18 2H087/PB05 2H087/PB06 2H087/QA02 2H087/QA07 2H087/QA17 2H087/QA22 2H087/QA25 2H087/QA34 2H087/QA41 2H087/QA42 2H087/QA45 2H087/QA46 2H087/RA05 2H087/RA12 2H087/RA13 2H087/RA32 2H087/RA42 4C038/CC03 4C038/CC09 4C061/AA01 4C061/CC06 4C061/DD10 4C061/FF40 4C061/JJ19 4C061/LL02 4C061/UU06 4C161/AA01 4C161/CC06 4C161/DD07 4C161/DD10 4C161/FF40 4C161/JJ19 4C161/LL02 4C161/UU06		
代理人(译)	小林和典		
其他公开文献	JP2010220844A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：扩大视角并充分校正伴随的像差，从而获得清晰的图像而没有失真等。胶囊内窥镜10包括成像透镜20，胶囊主体22和透明盖23。胶囊主体22形成为中空形状，并且在其端部22a处具有开口22b。成像透镜20的一部分设置在胶囊主体22的内部，另一部分设置成从开口22b突出。透明盖23形成为圆顶形状并且附接到胶囊主体22的端部22a，以覆盖从开口22b突出的成像透镜20。在透明盖23的焦距f_d，成像透镜20的焦距为f_→，|F_d|/通过满足f_L≤70的透明盖23和成像透镜20对被检体的体腔内部进行成像。点域1

$$0.7 < \frac{Y(\varphi + \Delta\varphi) - Y(\varphi)}{Y(\Delta\varphi)}$$