

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-136386

(P2009-136386A)

(43) 公開日 平成21年6月25日(2009.6.25)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 3 2 0 B	2 H 0 4 0
G 0 2 B 23/24 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 3 0 0 Y	2 H 0 8 7
G 0 2 B 23/26 (2006.01)	G 0 2 B 23/24 B	4 C 0 6 1
G 0 2 B 13/00 (2006.01)	G 0 2 B 23/26 C	
G 0 2 B 13/18 (2006.01)	G 0 2 B 13/00	
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 17 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2007-313693 (P2007-313693)
(22) 出願日 平成19年12月4日 (2007.12.4)

(71) 出願人 000005430
フジノン株式会社
埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324
番地
(74) 代理人 100075281
弁理士 小林 和憲
(74) 代理人 100095234
弁理士 飯嶋 茂
(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
Fターム(参考) 2H040 BA02 CA23 DA12 GA02

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像レンズ及びカプセル内視鏡

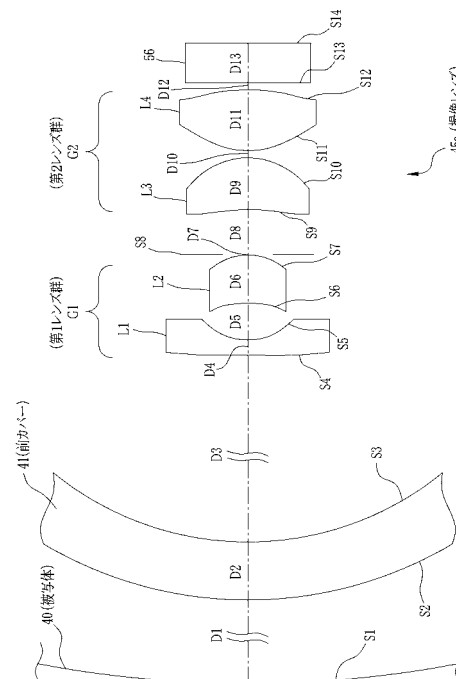
(57) 【要約】

【課題】ディストーションを改善したカプセル内視鏡用の撮像レンズを提供する。

【解決手段】

カプセル内視鏡は、略球面状の被写体40を撮像面に平面状に結像させる撮像レンズ45aを備えている。撮像レンズ45aは、第1～第4レンズL1～L4の4枚のレンズと開口絞りS8から構成され、物体側から順に、負の屈折力の第1レンズ群G1、開口絞りS8、正の屈折力の第2レンズ群G2となるように構成される。第1レンズL1は物体側に凸面を向けたメニスカス形状のレンズとなっており、像側の面S5の曲率が物体側の面S4の曲率よりも大きい。第2レンズL2は、像側に凸面を向けたメニスカス形状のレンズとなっており、像側の面S7の曲率が物体側の面S6の曲率よりも大きい。第1～第4レンズL1～L4の面形状や配置はカプセル内視鏡の前カバー41や撮像素子のカバーガラス56を考慮したものとなっている。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ドーム状の透明カバー内に配置されるカプセル内視鏡用の撮像レンズにおいて、球面状の被写体を撮像したときに被写体の中心から最大画角までの全域における像を略同一平面状に結像させ、かつ、4枚のレンズから構成されていることを特徴とする撮像レンズ。

【請求項 2】

被写体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群、絞り、正の屈折力を有する第2レンズ群を備えていることを特徴とする請求項1に記載の撮像レンズ。

【請求項 3】

最大半画角を ω_{MAX} とするときに、

$$2\omega_{MAX} > 135 \quad (\text{度})$$

を満足することを特徴とする請求項1または2に記載の撮像レンズ。

【請求項 4】

請求項1ないし3に記載の撮像レンズを備えることを特徴とするカプセル内視鏡。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、生体内を検査する内視鏡に用いられる撮像レンズに関し、さらに詳しくは、飲み込んで使用されるカプセル型の内視鏡に用いられる撮像レンズに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、医療分野においては、内視鏡を利用した診断が盛んに行われている。この内視鏡を利用した診断は、湾曲する方向を自在に操作可能に設けられたフレキシブルな挿入部を、患者の体内に挿入して行われる。また、挿入部の先端には、照明装置、撮像レンズ、撮像素子などからなる小型の撮像部が設けられている。したがって、挿入型の内視鏡は、医師の操作により、撮像部は患者体内において所定範囲内で任意に向きを変えられ、病変の疑いのある部位を的確に撮像することができ、正確な診断や病変の早期発見等、的確な医療診断の助けとなっている。

【0003】

挿入型の内視鏡は、挿入時の患者の負担を軽減するように形状等を工夫してつくられているとはいえ、長い挿入部を体内に挿入することは患者にとっては大きな負担であり、これを利用するには麻酔等が必要となるケースもある。

【0004】

近年ではさらに患者の負担を軽減するために、小型の撮像装置を嚥下可能なカプセルにおさめたいわゆるカプセル型の内視鏡（以下、カプセル内視鏡）の開発が進められ、実用化されつつある。このカプセル内視鏡は、容易に飲み込むことができる大きさにつくられるから、挿入型の内視鏡と比較すれば患者の負担は大きく軽減するが、体内での位置や向きの制御が困難となる。

【0005】

したがって、体内での姿勢が好ましい状態でない場合にも病変部位を逃さず撮像するために、カプセル内視鏡は広角の撮像レンズを搭載し、できるだけ広い範囲を撮影することが望ましい。

【0006】

こうしたことから、広い撮影範囲を確保しつつ、カプセルサイズを小型化したカプセル内視鏡が知られている（特許文献1）。また、小型化、広角化のみならず、例えば、最適な被写界深度を達成するカプセル内視鏡（特許文献2）や、円筒状構造を良好に照明するカプセル内視鏡（特許文献3）等も知られている。

【特許文献1】特開2005-80789号公報

【特許文献2】特開2005-80790号公報

10

20

30

40

50

【特許文献 3】特開 2 0 0 6 - 6 1 4 3 8 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 7】

カプセル内視鏡は、その飲み込みやすさが重視されるから、できるだけ小型化するために、従来のカプセル内視鏡ではできるだけ少ない構成のレンズ、例えば 2 群 2 枚構成の広角レンズを撮像レンズとして搭載している。

【0 0 0 8】

上述のように、カプセル内視鏡には広角の撮像レンズを搭載することが望ましいが、他の撮像レンズ等と同様に、広角のレンズほどディストーションが顕著に現れてしまう。例えば、広角のレンズでよく見られるように、樽型のディストーションが生じていると、像が歪曲しているばかりか、得られた画像の周辺部分では像は小さくなってしまふ。

【0 0 0 9】

カプセル内視鏡で撮影される画像は人体の体内の像であり、病変の有無等の診断を目的とした画像が取得されるが、病変の大きさはその種類や進行程度等によって異なり、極めて小さなものであることも多い。したがって、前述のように樽型のディストーションが生じた画像の周辺部分に、こうした小さな病変が写されていると、病変部位は実際よりもさらに小さくなるため見落とされてしまうという問題がある。

【0 0 1 0】

一方、カプセル内視鏡はその飲み込みやすさが重視され、使い捨てられるものであるから、安価かつ小型化するために、できるだけ少ない構成のレンズ、例えば、2 群 2 枚構成の広角レンズを撮像レンズとして搭載している。こうした従来のカプセル内視鏡の撮像レンズは、ディストーションを改善したものはなく、カプセルサイズを小さく保ちながらも、ディストーションを改善した撮像レンズが必要とされている。

【0 0 1 1】

本発明は上述の問題点に鑑みてなされたものであり、飲み込みやすい大きさでありながらも、ディストーションが改善された広角の撮像レンズと、これを搭載し、撮影範囲の全域で病変の見落としを防ぐカプセル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 1 2】

本発明の撮像レンズは、ドーム状の透明カバー内に配置されるカプセル内視鏡用の撮像レンズであり、球面状の被写体を撮像したときに被写体の中心から最大画角までの全域における像を略同一平面状に結像させ、かつ、4 枚のレンズから構成されていることを特徴とする。

【0 0 1 3】

また、被写体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群、絞り、正の屈折力を有する第 2 レンズ群を備えていることを特徴とする。

【0 0 1 4】

また、最大半画角を ω_{MAX} とするときに、 $2\omega_{MAX} > 135$ (度) を満足することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の撮像レンズ。

【0 0 1 5】

本発明のカプセル内視鏡は、上述の撮像レンズを備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0 0 1 6】

本発明によれば、飲み込みやすい大きさでありながらも、ディストーションが改善された広角レンズを搭載し、撮影範囲の全域で病変の見落としを防ぐカプセル内視鏡を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0 0 1 7】

図 1 に示すように、カプセル内視鏡による診断システム 11 は、カプセル内視鏡 15、

10

20

30

40

50

受信装置 16、ワークステーション 17 とから構成される。

【0018】

カプセル内視鏡 15 は、シールドシャツ 21 を装着した患者 22 の口部から体内に嚥下して使用され、体内管路を通過する際にその内壁面を撮像する。カプセル内視鏡 15 が撮像した画像データは電波にて受信装置 16 に無線送信される。こうした画像データの通信は、カプセル内視鏡 15 内に設けられた送信アンテナと、シールドシャツ 21 内に設けられた受信アンテナ 23 とを介して行われる。

【0019】

受信装置 16 は、各種設定画面を表示する LCD 24 や、各種設定操作を行うための操作部 26 を備えている。この受信装置 16 は、カプセル内視鏡 15 が患者 22 の体内にある検査時には、患者 22 に携帯され、前述のようにカプセル内視鏡 15 から無線送信される画像データを受信し、記憶する。一方、得られた画像データをもとに診断が行われる際には、診断用のワークステーション 17 に接続され、記憶した画像データを読み出される。

10

【0020】

ワークステーション 17 は、プロセッサ 27、キーボードやマウス等からなる操作部 28、ディスプレイ 31 等から構成される。プロセッサ 27 は、例えば USB ケーブル 32 で受信装置 16 と接続され、受信装置 16 に記憶された画像データを取得する。また、こうしてプロセッサ 27 に取得された画像データは、患者毎に蓄積、管理される。カプセル内視鏡 15 で得られた画像データに基づいて診断を行う際には、ワークステーション 17 は、操作部 28 による操作に基づいて蓄積された画像データからテレビ画像が生成し、ディスプレイ 31 に表示する。

20

【0021】

図 2 に示すように、カプセル内視鏡 15 の外形は、前カバー 41 と後カバー 42 とから形作られる。前カバー 41 は、前面がドーム状に形成されており、後カバー 42 と嵌合して端面がドーム状になった円筒状の水密な空間を形成する。この前カバー 41 の少なくとも前面は透明な材料からなり、被写体である患者 22 の体内（以下、単に被写体と称す）からの光を透過する。

【0022】

前カバー 41 と後カバー 42 とにより形成される空間内には、撮像レンズ 45、撮像素子 46、照明装置 47、送信アンテナ 48、ボタン電池 49 などが収容されている。すなわち、前カバー 41 と後カバー 42 とによって撮像レンズ 45 等の各部は水密に覆われている。

30

【0023】

照明装置 47 は、例えば白色の LED によって被写体を一様に照明する光学系であり、撮像レンズ 45 の周囲に複数設けられている。撮像レンズ 45 は、被写体からの光を撮像素子 46 に結像させる。この撮像レンズ 45 は、4～5 枚のレンズや開口絞り等から構成された広角のレンズとなっている。また、撮像素子 46 は、例えば CCD 型の撮像素子であり、撮像レンズ 45 によって撮像面に結像された被写体の像を光電変換し、画像データを生成する。

40

【0024】

送信アンテナ 48 は、撮像素子 46 によって生成された画像データを前述の受信装置 16 に随時送信する。ボタン電池 49 は、カプセル内視鏡 15 が患者 22 の体内にある検査時に、照明装置 47、撮像素子 46、送信アンテナ 48 等へ電力を供給する。また、こうした電力の供給は、電力供給回路によって行われる。

【0025】

図 3 に示すように、撮像レンズ 45 は、球面状の被写体 40 からの光を、平面である撮像素子 46 の撮像面に結像させるように構成されている。すなわち、撮像レンズ 45 は、球面状の被写体を撮像したときに被写体の中心から周辺までの全域における像が略同一平面状に結像するように構成されている。この撮像レンズ 45 は、光軸 Z1 からの撮影範囲

50

の角度、すなわち半画角 ω が最大85度程度、全画角 2ω が最大170度程度と広角になっており、球面状に形成された前カバー41の略全域からの光を撮像素子46に結像させる。

【0026】

カプセル内視鏡15が患者22の体内にあるときには、その姿勢を制御することは容易でないために、病変部位を確実に撮像するためにも可能な限り広画角の撮像レンズを搭載していることが好ましい。したがって、撮像レンズ45は、最大の半画角を ω_{MAX} とするときに、 $2\omega_{MAX} > 135$ （度）を満たすように構成されていることが好ましい。 $2\omega_{MAX}$ が135度を下回ると、患者22の体内で姿勢を制御することが容易でないカプセル内視鏡の撮像レンズとしては不適當であり、撮影箇所にも漏れが生じる可能性がある。

10

【0027】

撮像レンズ45は、負の屈折力の第1レンズ群G1、開口絞りS、正の屈折力の第2レンズ群G2とからなり、物体側（被写体側）から第1レンズ群G1、開口絞りS、第2レンズ群G2の順に配置されている。また、撮像レンズ45は、第1レンズ群G1及び第2レンズ群G2を構成する各レンズをあわせて、合計で4枚のレンズから構成される。第1レンズ群G1は1又は2枚のレンズとからなり、全体として負の屈折力のレンズ群となっている。この第1レンズ群G1は撮像レンズ45の中で最も前面（物体側）に配置される。また、第2レンズ群G2は2又は3枚のレンズとからなり、全体として正の屈折力のレンズ群となっている。この第2レンズ群G2は、開口絞りSを挟んで第1レンズ群G1の後方（像側）に配置される。

20

【0028】

撮像レンズ45の最も物体側に配置される第1レンズL1は、第1レンズ群G1を構成するレンズの一つであり、物体側に凸面を向けたメニスカス形状となっている。この第1レンズL1の各面の曲率は、物体側の面の曲率に比べて像側の面の曲率が大きい。また、物体側から数えて2番目に配置される第2レンズL2は、第1レンズ群G1又は第2レンズ群G2を構成し、像側に凸面を向けたメニスカス形状となっている。この第2レンズL2の各面の曲率は、物体側の面の曲率に比べて、像側の面の曲率がより大きい。

【0029】

さらに、この撮像レンズ45は、ある画角 ω の点における像高を $Y(\omega)$ とし、この画角 ω の点からの画角の微小変化量を $\Delta\omega$ とするときに、任意の画角 ω で下記数1の条件を満たすように構成されている。

30

【0030】

【数1】

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

【0031】

この条件式は、球面状の被写体を平面に結像させる撮像レンズ45で生じるディストーションの程度を定めるものであり、下限を下回るとディストーションが大きくなり、撮像した画像の周辺部分では像高が小さくなり過ぎ、ここに写された病変は診断時に見落とされてしまう恐れが生じる。

40

【0032】

等間隔に円環状の模様がある球面状の被写体を、撮像レンズ45を用いて撮像すると、図4(A)に示すように、 $(Y(\omega + \Delta\omega) - Y(\omega)) / Y(\Delta\omega) = 1.0$ の場合には、等間隔に同心円状の模様51a～eが写し出される。このとき、最小の円模様51aの半径を r とすると、円模様51b～eの半径はそれぞれ $2r$ 、 $3r$ 、 $4r$ 、 $5r$ であり、隣り合う円模様の間隔は何れも r となっている。すなわち、 $(Y(\omega + \Delta\omega) - Y(\omega)) / Y(\Delta\omega) = 1.0$ の場合にはディストーションは生じておらず、撮影した画像の

50

周辺部分に写し出された病変の像は、これを正面から撮像した場合と同じ大きさ、形状に写し出される。

【0033】

一方、図4(B)に示すように、 $(Y(\omega + \Delta\omega) - Y(\omega)) / Y(\Delta\omega) = 0.7$ の場合には、撮影画角が一定のため最も径の大きい円模様51eはディストーションのない場合と同じ大きさ、形状に写し出される。しかし、これよりも径の小さい円模様51a~dは、何れもディストーションのない場合の像よりも拡大して写し出される。このとき、径が最小の円模様51aの半径はrよりも大きく、円模様51aと円模様51bとの間隔はrよりも大きい。また、円模様51bと円模様51cとの間隔はrに等しい。一方で、円模様51cと円模様51dとの間隔はrよりも小さく、円模様51dと円模様51eとの間隔はさらに小さくなる。

10

【0034】

しかし、 $(Y(\omega + \Delta\omega) - Y(\omega)) / Y(\Delta\omega) = 0.7$ 程度のディストーションであれば、画像の周辺部分に病変が写し出されている場合にも、この病変の見落としにつながるほど像が縮小歪曲されてしまうことはない。

【0035】

図4(C)に示すように、 $(Y(\omega + \Delta\omega) - Y(\omega)) / Y(\Delta\omega) = 0.5$ になると、画像周辺部分における円模様間隔の縮小はより顕著となる。したがって、病変が画像の周辺部分に写し出されている場合には見落とされてしまう可能性が生じる。

【0036】

さらに、図4(D)に示すように、 $(Y(\omega + \Delta\omega) - Y(\omega)) / Y(\Delta\omega) = 0.3$ ともなると、画像の周辺部分における円模様間隔の縮小は極めて顕著となり、本来比較的大きく、正面から観察すれば容易に発見されるような病変であったとしても、画像の周辺部分に写し出された場合には極端に縮小、歪曲され見落とされてしまう可能性がある。

20

【0037】

このように、 $(Y(\omega + \Delta\omega) - Y(\omega)) / Y(\Delta\omega)$ の値が1.0と比較して小さいほど、画像周辺部分でのディストーションの影響が著しくなる。したがって、球面状の被写体を平面に結像させる撮像レンズ45では、前述の条件式(数1)を満たすことが好ましい。すなわち、 $(Y(\omega + \Delta\omega) - Y(\omega)) / Y(\Delta\omega)$ の値は、任意の半画角 ω について0.7よりも大きな値であることが好ましい。また、任意の半画角 ω に対して、 $(Y(\omega + \Delta\omega) - Y(\omega)) / Y(\Delta\omega)$ の値は、0.7より大きく1.3より小さいことが好ましく、0.8より大きく1.2より小さいことがより好ましい。また、任意の半画角 ω に対して、 $(Y(\omega + \Delta\omega) - Y(\omega)) / Y(\Delta\omega)$ の絶対値が1.0にできる限り近い値となっていることが特に好ましい。

30

【0038】

以下に、前述の条件式を満たす撮像レンズ45の具体的な例を、4枚のレンズから構成されるものを実施例1及び2として説明する。

【0039】

[実施例1]

図5に示すように、撮像レンズ45aは、物体側(被写体側)から順に、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第1レンズL1、像側(撮像素子側)に凸面を向けたメニスカス形状の第2レンズL2、開口絞り、像側に凸面を向けたメニスカス形状の第3レンズL3、両凸形状の第4レンズL4から構成される。また、撮像レンズ45aの第1レンズ群G1は、開口絞りよりも物体側に配置された第1レンズL1と第2レンズL2とからなり、全体として負の屈折力のレンズ群となっている。一方、撮像レンズ45aの第2レンズ群G2は、開口絞りよりも像側に配置された第3レンズL3と第4レンズL4とからなり、全体として正の屈折力のレンズ群となっている。また、これらのレンズL1~L4の面形状や配置は、前カバー41及び撮像素子46のカバーガラス56を考慮したものとなっている。

40

【0040】

50

また、球面状の被写体表面を S_1 、前カバー41の物体側の面を S_2 、前カバー41の像側の面を S_3 、第1レンズ L_1 の物体側の面を S_4 、第1レンズ L_1 の像側の面を S_5 、第2レンズ L_2 の物体側の面を S_6 、第2レンズ L_2 の像側の面を S_7 、開口絞りを S_8 、第3レンズ L_3 の物体側の面を S_9 、第3レンズ L_3 の像側の面を S_{10} 、第4レンズ L_4 の物体側の面を S_{11} 、第4レンズ L_4 の像側の面を S_{12} 、カバーガラス56の物体側の面を S_{13} 、カバーガラス56の像側の面を S_{14} とし、面 S_i （面番号 $i = 1 \sim 14$ ）で表す。また、撮像素子46の撮像面は面 S_{14} と一致している。さらに、面 S_i とこれと隣り合う像側の面 S_{i+1} との光軸 Z_1 上での間隔（面間隔）を D_i （ $i = 1 \sim 13$ ）で表す。

【0041】

撮像レンズ45aのレンズデータとして、各面 S_i の曲率半径 R_i 、各面間隔 D_i 、 d 線（波長 587.6nm ）に対する前カバー41、各レンズ $L_1 \sim L_4$ 、カバーガラス56の屈折率 N_d 及びアッペ数 ν_d を表1に示す。また、表1の下段に、撮像レンズ45aの F 値、焦点距離 f 、画角 2ω （度）を併せて示す。なお、このレンズデータ（表1）は、焦点距離 f の値が1.0となるように規格化した場合のレンズデータとなっている。また、非球面形状の面 S_i を*で示す。

【0042】

また、非球面形状の面 S_i の具体的な形状は、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 （ $\rho^2 = x^2 + y^2$ ）、 i 次の非球面係数 A_i を用いて、下記の数2で表される。非球面状の面 S_i については、円錐定数 K 及び各々の非球面係数 A_i を表2に示す。なお、この非球面の形状を定める式は、後述する実施例2についても共通となっている。

【0043】

【表1】

面番号 i	R_i	D_i	N_d	ν_d
(被写体) 1	28.2332	19.4022	1.57500	32.2
2	10.1884	1.4572		
3	7.8196	6.2476		
4*	-117.6982	0.3795	1.53039	55.2
5*	1.5604	0.9144		
6*	-3.3005	1.1967	1.53039	55.2
7*	-1.3610	0.0054		
(開口絞り) 8	∞	1.1230	1.53039	55.2
9*	-4.3483	1.2890		
10*	-1.8179	0.1822		
11*	1.8940	1.5094		
12*	-4.3858	0.1761	1.55920	53.9
13	∞	0.9927		
(カバーガラス) 14	∞	0.0000		
(撮像面)	∞			

F 値 1.4
 焦点距離 f 1.0
 画角 2ω （度） 168.0

【0044】

【 数 2 】

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

【 0 0 4 5 】

【表 2】

面番号i	K	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆
4	-1.0000	6.4662E-03	-1.0823E-03	1.2994E-03	1.2777E-03
5	-1.0000	4.3222E-02	1.2853E-02	5.3203E-03	-5.3685E-03
6	-1.0000	-5.0859E-03	-3.4693E-02	-1.3680E-02	-3.1221E-02
7	-1.0000	5.8988E-03	-1.7335E-02	1.1859E-02	-1.8205E-02
9	-1.0000	2.1280E-02	4.9107E-03	2.8814E-02	-1.7732E-02
10	-1.0000	-2.3316E-02	2.6397E-03	2.5619E-03	4.5554E-04
11	-1.0000	-2.7029E-02	5.8249E-03	2.6211E-04	-3.8849E-03
12	-1.0000	1.2528E-02	-4.9044E-03	2.6159E-03	-5.5300E-04

10

面番号i	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁
4	-8.3443E-04	-2.3103E-04	1.5397E-04	1.5083E-06	1.3272E-08
5	-3.5806E-03	2.6181E-03	7.1885E-06	2.8852E-07	5.6322E-09
6	-4.7545E-03	-3.3105E-03	-6.5527E-06	-4.0152E-08	5.7187E-09
7	4.2313E-03	-2.8733E-04	1.9037E-06	1.0417E-07	5.7187E-09
9	1.3438E-05	-1.4280E-03	3.4946E-04	4.5382E-07	5.7187E-09
10	-3.3893E-04	-8.8711E-04	-5.6674E-04	1.5669E-07	5.7187E-09
11	1.9742E-03	7.5091E-05	-6.1615E-04	7.6879E-05	3.0862E-07
12	-7.6048E-04	7.9145E-05	4.1644E-04	1.1190E-04	4.3744E-08

20

面番号i	A ₁₂	A ₁₃	A ₁₄	A ₁₅	A ₁₆
4	3.5637E-10	1.9565E-11	9.4627E-13	5.1950E-14	2.8521E-15
5	3.1396E-10	1.7236E-11	9.4627E-13	5.1950E-14	2.8521E-15
6	3.1396E-10	1.7236E-11	9.4627E-13	5.1950E-14	2.8521E-15
7	3.1396E-10	1.7236E-11	9.4627E-13	5.1950E-14	2.8521E-15
9	3.1396E-10	1.7236E-11	9.4627E-13	5.1950E-14	2.8521E-15
10	3.1396E-10	1.7236E-11	9.4627E-13	5.1950E-14	2.8521E-15
11	3.1680E-10	1.7236E-11	9.4627E-13	5.1950E-14	2.8521E-15
12	3.1388E-10	1.7236E-11	9.4627E-13	5.1950E-14	2.8521E-15

30

面番号i	A ₁₇	A ₁₈	A ₁₉	A ₂₀
4	1.5658E-16	8.5961E-18	4.7193E-19	2.5909E-20
5	1.5658E-16	8.5961E-18	4.7193E-19	2.5909E-20
6	1.5658E-16	8.5961E-18	4.7193E-19	2.5909E-20
7	1.5658E-16	8.5961E-18	4.7193E-19	2.5909E-20
9	1.5658E-16	8.5961E-18	4.7193E-19	2.5909E-20
10	1.5658E-16	8.5961E-18	4.7193E-19	2.5909E-20
11	1.5658E-16	8.5961E-18	4.7193E-19	2.5909E-20
12	1.5658E-16	8.5961E-18	4.7193E-19	2.5909E-20

40

【0046】

図5及び表1に示すように、第1レンズL1は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状となっておりとともに、物体側の面S4の曲率半径R4の絶対値が像側の面S5の曲率半径R5の絶対値よりも大きい。すなわち、第1レンズL1は、物体側の面S4の曲率と比

50

べて、像側の面 S_5 の曲率が大きい。また、第 2 レンズ L_2 は、像側に凸面を向けたメニスカス形状となっているとともに、物体側の面 S_6 の曲率半径 R_6 の絶対値が像側の面 S_7 の曲率半径 R_7 の絶対値よりも大きい。すなわち、第 2 レンズ L_2 は、物体側の面 S_6 の曲率と比べて、像側の面 S_7 の曲率が大きい。

【0047】

さらに、撮像レンズ 45a の球面収差、非点収差、倍率色収差を図 6 に示す。この各収差図は表 1 に示す前カバー 41 及びカバーガラス 56 を配置したものとなっている。なお、球面収差は、 d 線（波長 587.6 nm）についてのものを実線で、 F 線（波長 486.13 nm）についてのものを破線で、 C 線（波長 656.27 nm）についてのものを一点鎖線で示す。また、非点収差は、サジタル方向のものを実線で、タンジェンシャル方向のものを破線で示す。倍率色収差は、 F 線についてのものを破線で、 C 線についてのものを一点鎖線で示す。これらの各収差図の表記は、後述する実施例 2 についても同様である。

10

【0048】

この撮像レンズ 45a は、図 7 に示すように、任意の画角 ω について前述の条件式（数 1）を満たし、半画角 $\omega = 0 \sim 84.0$ 度の全範囲で $(Y(\omega + \Delta\omega) - Y(\omega)) / Y(\Delta\omega)$ の値が 0.7 よりも大きく 1.0 に近い値となっている。したがって、この撮像レンズ 45a を用いて球面状の被写体を撮影した画像は、周辺部分においても像の縮小、歪曲は小さい。すなわち、撮像レンズ 45a は最大画角 $2\omega_{MAX}$ が 168.0 度にも及ぶ広角レンズであるにもかかわらず、これを用いて撮影した画像は、周辺部分を含めた全範囲で、病变の見落としが懸念されるほどのディストーションは生じない。

20

【0049】

このように、撮像レンズ 45a は 4 枚のレンズから構成されることで、特に上述のような 2 群 4 枚構成となっていることで、カプセル内視鏡の大きさを大きくすることなく、画角 $2\omega_{MAX}$ の全画角範囲でディストーションを良好に補正されたものとなっている。したがって、この撮像レンズ 45a を搭載することで、カプセル内視鏡は飲み込みやすい大きさを維持しながらも、広画角で、かつ画像周辺部分においてもディストーションの改善されたものとして行うことができる。

【0050】

[実施例 2]

30

図 8 に示すように、撮像レンズ 45b は、物体側から順に、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 1 レンズ L_1 、開口絞り、像側に凸面を向けた第 2 レンズ L_2 、両凸形状の第 3 レンズ L_3 、両凸形状の第 4 レンズ L_4 から構成される。また、撮像レンズ 45b の第 1 レンズ群 G_1 は、開口絞りよりも物体側に配置された第 1 レンズ L_1 からなり、負の屈折力のレンズ群となっている。一方、撮像レンズ 45b の第 2 レンズ群 G_2 は、開口絞りよりも像側に配置された第 2 レンズ L_2 、第 3 レンズ L_3 、第 4 レンズ L_4 からなり、全体として正の屈折力のレンズ群となっている。また、これらのレンズ $L_1 \sim L_4$ の形状や配置は、前カバー 41 及び撮像素子 46 のカバーガラス 56 を考慮したものとなっている。

【0051】

40

また、球面状の被写体表面を S_1 、前カバー 41 の物体側の面を S_2 、前カバー 41 の像側の面を S_3 、第 1 レンズ L_1 の物体側の面を S_4 、第 1 レンズ L_1 の像側の面を S_5 、開口絞りを S_6 、第 2 レンズ L_2 の物体側の面を S_7 、第 2 レンズ L_2 の像側の面を S_8 、第 3 レンズ L_3 の物体側の面を S_9 、第 3 レンズ L_3 の像側の面を S_{10} 、第 4 レンズ L_4 の物体側の面を S_{11} 、第 4 レンズ L_4 の像側の面を S_{12} 、カバーガラス 56 の物体側の面を S_{13} 、カバーガラス 56 の像側の面を S_{14} とし、面 S_i （面番号 $i = 1 \sim 14$ ）で表す。また、撮像素子 46 の撮像面は面 S_{14} と一致している。さらに、面 S_i とこれに隣り合う像側の面 S_{i+1} との光軸 Z_1 上での間隔（面間隔）を D_i （ $i = 1 \sim 13$ ）で表す。

【0052】

50

撮像レンズ４５ｂのレンズデータとして、各面Ｓｉの曲率半径Ｒｉ、各面間隔Ｄｉ、ｄ線（波長５８７．６ｎｍ）に対する前カバー４１，各レンズＬ１～Ｌ４，カバーガラス５６の屈折率Ｎｄ及びアッペ数νｄを表３に示す。また、表３の下段に、撮像レンズ４５ｂのＦ値、焦点距離ｆ、画角２ω（度）を併せて示す。なお、この撮像レンズ４５ｂのレンズデータ（表３）は、焦点距離ｆの値が１．０となるように規格化した場合のレンズデータとなっている。また、非球面形状の面Ｓｉを＊で示す。

【００５３】

また、非球面の具体的な形状は、前述の実施例１と同様の式（数２）で表され、非球面形状の面Ｓｉについては、円錐定数Ｋ及び各々の非球面係数Ａｉを表４に示す。

【００５４】

【表３】

面番号i	Ri	Di	N _d	ν _d
(被写体) 1	29.0057	16.9570		
2	10.2579	1.4971	1.57500	32.2
3	8.7517	5.8627		
4*	21.0846	1.1291	1.53039	55.2
5*	1.2635	1.2642		
(開口絞り) 6	∞	0.3829		
7	-21.3026	2.1301	1.80400	46.6
8	-3.0244	0.1873		
9	7.5453	1.4255	1.80400	46.6
10	-7.1995	0.1865		
11*	2.6921	1.5813	1.53039	55.2
12*	-4.0858	0.1871		
(カバーガラス) 13	∞	1.0199	1.55920	53.9
14	∞	0.0000		
(撮像面)	∞			

F値 1.4
 焦点距離f 1.0
 画角2ω(度) 170.8

【００５５】

10

20

30

【表 4】

面番号i	K	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆
4	-1.0000	1.1806E-03	6.0847E-04	1.1648E-04	1.1526E-05
5	-1.0000	3.0189E-02	2.9023E-02	-1.1704E-03	-1.1450E-04
11	-1.0000	6.2958E-03	-6.0490E-03	3.8647E-03	1.3835E-03
12	-1.0000	4.0413E-02	1.1306E-02	2.8963E-03	1.6035E-03

面番号i	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁
4	-3.1849E-07	-5.5674E-07	-1.9003E-07	-4.4059E-08	-6.2540E-09
5	3.8652E-03	4.5996E-03	3.2054E-03	1.5331E-03	4.4516E-04
11	9.1107E-05	-1.2677E-04	-7.7351E-05	-2.3361E-05	-8.6265E-08
12	9.4610E-04	4.0676E-04	9.5714E-05	-3.5343E-05	-6.5696E-05

面番号i	A ₁₂	A ₁₃	A ₁₄	A ₁₅	A ₁₆
4	3.8526E-10	6.0256E-10	1.8528E-10	1.0491E-11	-3.7667E-12
5	-5.1892E-05	-2.0610E-04	-2.1831E-04	-1.9444E-04	-3.3983E-05
11	5.3226E-06	4.3320E-06	2.3286E-06	8.4037E-07	3.8252E-08
12	-5.5364E-05	-3.5172E-05	-1.7641E-05	-5.8258E-06	8.5904E-07

面番号i	A ₁₇	A ₁₈	A ₁₉	A ₂₀
4	-6.3129E-13	-1.3027E-13	-2.5007E-15	3.8559E-15
5	-2.3424E-07	-1.2454E-07	0.0000E+00	3.9978E-20
11	-2.8889E-07	-3.6116E-07	-1.7141E-08	0.0000E+00
12	3.9596E-06	1.5778E-07	0.0000E+00	0.0000E+00

【0056】

図 8 及び表 3 に示すように、第 1 レンズ L 1 は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状となっておりとともに、物体側の面 S 4 の曲率半径 R 4 の絶対値が像側の面 S 5 の曲率半径 R 5 の絶対値よりも大きい。すなわち、第 1 レンズ L 1 は、物体側の面 S 4 の曲率と比べて、像側の面 S 5 の曲率が大きい。また、第 2 レンズ L 2 は、像側に凸面を向けたメニスカス形状となっておりとともに、物体側の面 S 7 の曲率半径 R 7 の絶対値が像側の面 S 8 の曲率半径 R 8 の絶対値よりも大きい。すなわち、第 2 レンズ L 2 は、物体側の面 S 7 の曲率と比べて、像側の面 S 8 の曲率が大きい。

【0057】

さらに、撮像レンズ 45b の球面収差、非点収差、倍率色収差を図 9 に示す。この各収差図は、表 3 に示す前カバー 41 及びカバーガラス 56 を配置したものとなっている。なお、各収差の表記については前述の実施例 1 と同様である。

【0058】

この撮像レンズ 45b は、図 10 に示すように、任意の画角 ω について前述の条件式（数 1）を満たし、半画角 $\omega = 0 \sim 85.4$ 度の全範囲で $(Y(\omega + \Delta\omega) - Y(\omega)) / Y(\Delta\omega)$ の値が 0.7 よりも大きく、1.0 に近い値となっている。したがって、この撮像レンズ 45b を用いて球面状の被写体を撮影した画像は、周辺部分においても像の縮小、歪曲は小さい。すなわち、撮像レンズ 45b は最大画角 $2\omega_{MAX}$ が 170.8 度にも及ぶ広角レンズであるにもかかわらず、これを用いて撮影した画像は、周辺部分を含めた全範囲で、病変の見落としが懸念されるほどのディストーションは生じない。

【0059】

このように、撮像レンズ 45b は 4 枚のレンズから構成されることで、特に上述のよう

10

20

30

40

50

な 2 群 4 枚構成となっていることで、カプセル内視鏡の大きさを大きくすることなく、画角 $2\omega_{MAX}$ の全画角範囲でディストーションを良好に補正されたものとなっている。したがって、この撮像レンズ 45b を搭載することで、カプセル内視鏡は飲み込みやすい大きさを維持しながらも、広画角で、かつ画像周辺部分においてもディストーションの改善されたものとすることができる。

【0060】

以上のように、本発明のカプセル内視鏡は、前述の条件式（数 1）を満たす撮像レンズを搭載することで、容易に嚥下される大きさに収まりながらも、十分な撮影範囲を保ち、かつ、撮影した画像の周辺部分においてもディストーションの影響が極めて少ない画像を得ることができる。したがって、患者の体内で姿勢制御が困難なカプセル内視鏡であるにも関わらず、撮影漏れがないばかりか、診断時に撮影した画像の周辺部分に写し出された病変の見落としの可能性が極めて少ない画像を得ることができる。

10

【0061】

なお、上述の実施形態では、患者の体内での姿勢や位置の制御をしないカプセル内視鏡を例に説明するが、これに限らず、患者の体内で姿勢や位置の制御を行うカプセル内視鏡においても本発明を好適に適用することができる。また、上述の実施形態で示すカプセル内視鏡を用いた診断の様態は一例であり、これに限らない。

【図面の簡単な説明】

【0062】

【図 1】カプセル内視鏡による診断システムの概略を示す説明図である。

20

【図 2】カプセル内視鏡の構成を示す断面図である。

【図 3】カプセル内視鏡の撮影範囲を示す説明図である。

【図 4】球面状の被写体を平面に結像させる時に生じるディストーションの例を示す説明図である。

【図 5】実施例 1 の撮像レンズの構成を示す断面図である。

【図 6】実施例 1 の撮像レンズの収差図である。

【図 7】実施例 1 の撮像レンズのディストーションを示すグラフである。

【図 8】実施例 2 の撮像レンズの構成を示す断面図である。

【図 9】実施例 2 の撮像レンズの収差図である。

【図 10】実施例 2 の撮像レンズのディストーションを示すグラフである。

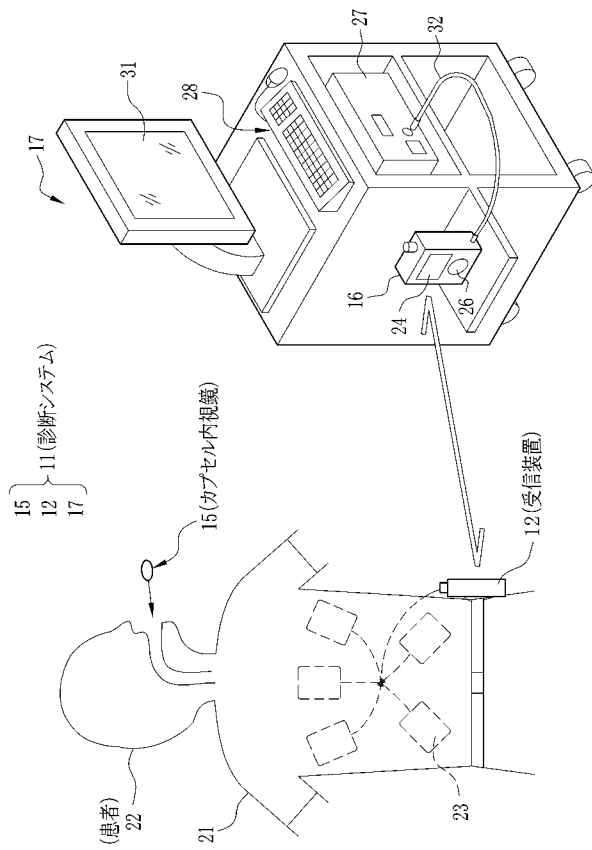
30

【符号の説明】

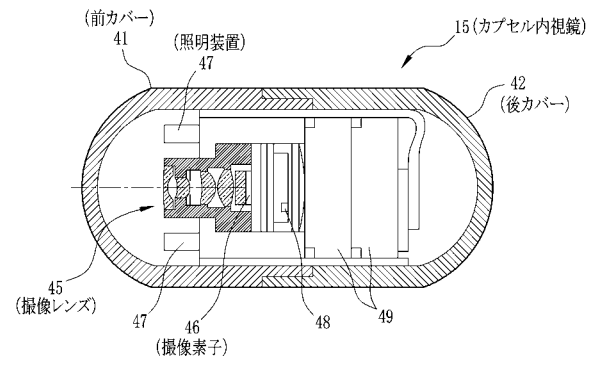
【0063】

- 15 カプセル内視鏡
- 40 被写体
- 41 前カバー
- 42 後カバー
- 45 撮像レンズ
- 46 撮像素子
- 47 照明装置

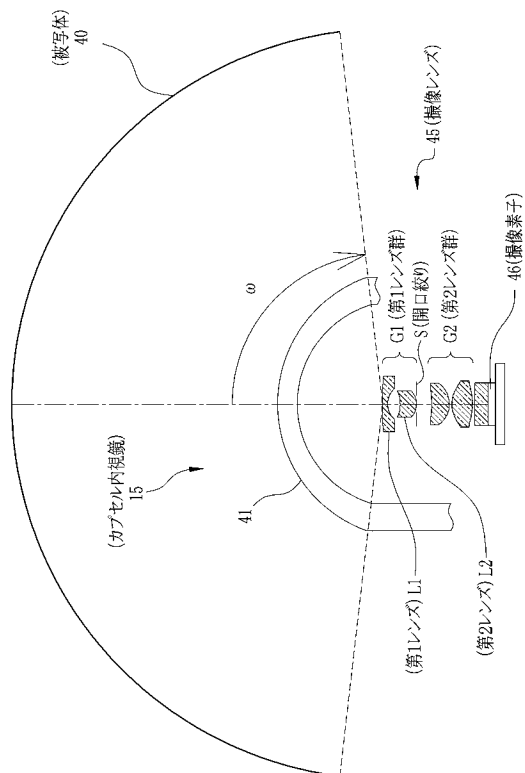
【図 1】



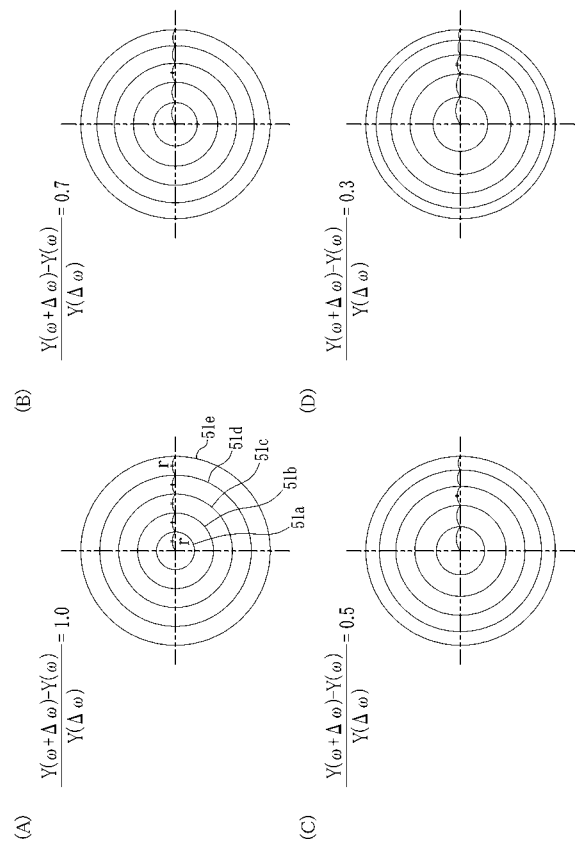
【図 2】



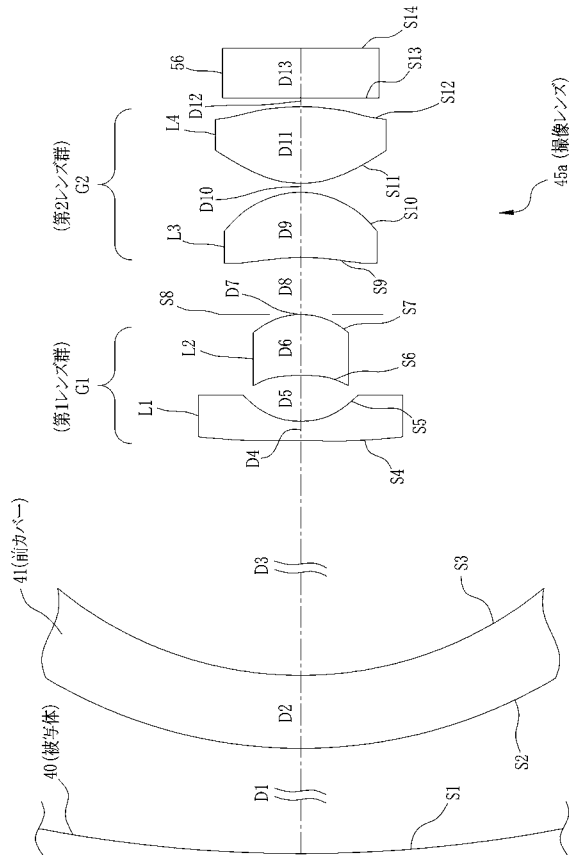
【図 3】



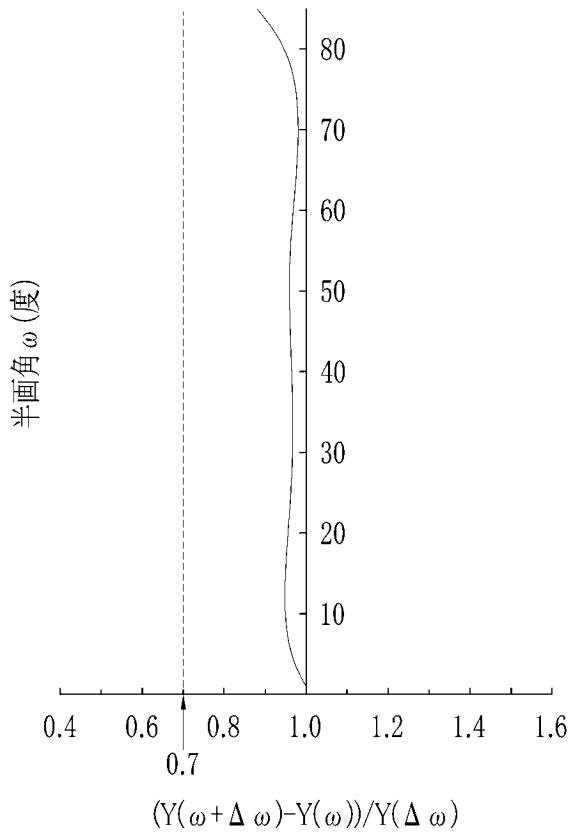
【図 4】



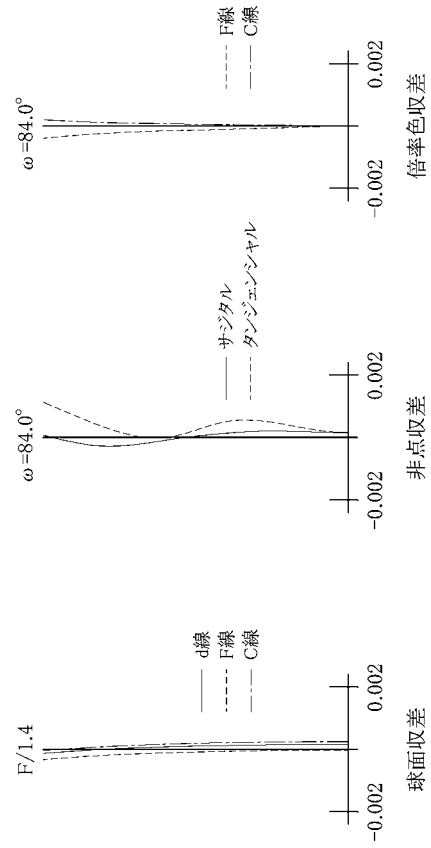
【図 5】



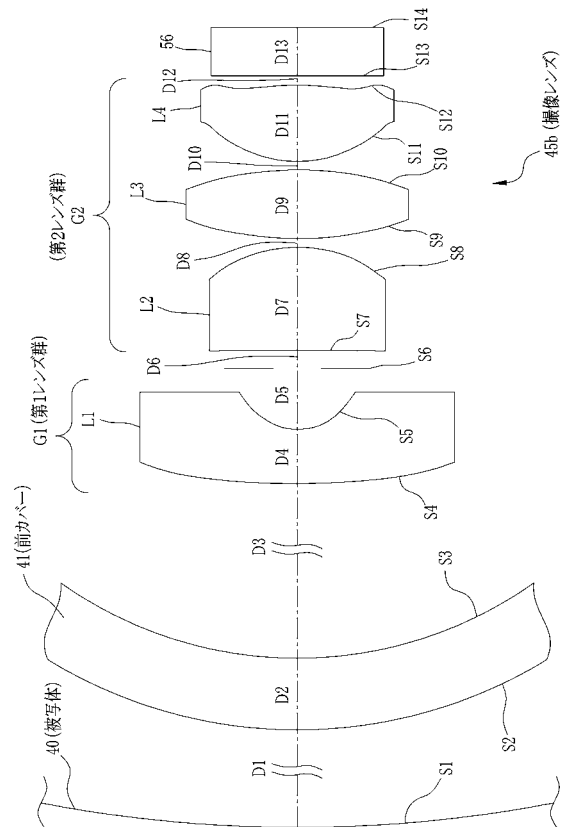
【図 7】



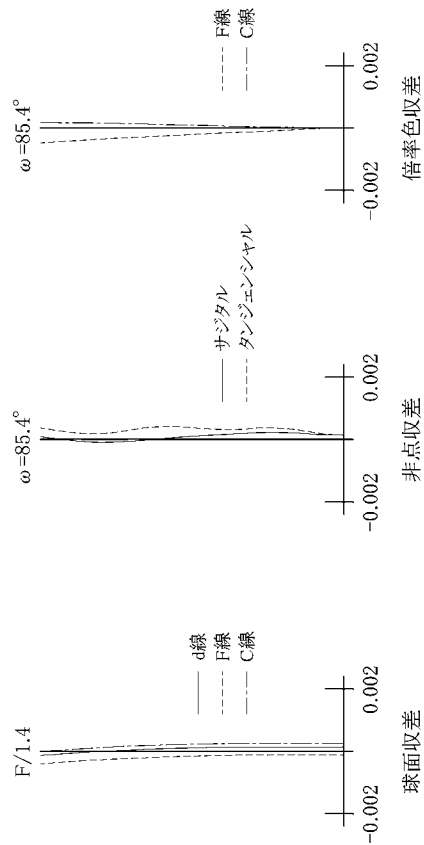
【図 6】



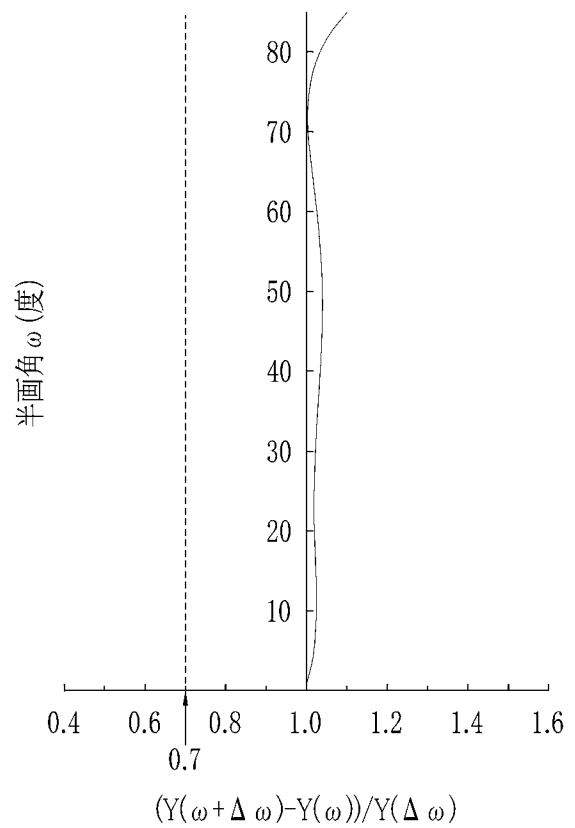
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【手続補正書】

【提出日】平成20年9月30日(2008.9.30)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0030

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0030】

【数1】

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

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

G 0 2 B 13/18

F ターム(参考) 2H087 KA10 LA01 PA05 PA17 PB05 QA02 QA07 QA17 QA22 QA25
QA34 QA41 QA45 RA05 RA12 RA13 RA32 RA42 RA44
4C061 CC06 DD10 FF40 JJ19 NN03 UU06

专利名称(译)	成像镜头和胶囊内窥镜		
公开(公告)号	JP2009136386A	公开(公告)日	2009-06-25
申请号	JP2007313693	申请日	2007-12-04
[标]申请(专利权)人(译)	富士写真光机株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士公司		
[标]发明人	馬場智之		
发明人	馬場 智之		
IPC分类号	A61B1/00 G02B23/24 G02B23/26 G02B13/00 G02B13/18		
FI分类号	A61B1/00.320.B A61B1/00.300.Y G02B23/24.B G02B23/26.C G02B13/00 G02B13/18 A61B1/00.C A61B1/00.610 A61B1/00.731		
F-TERM分类号	2H040/BA02 2H040/CA23 2H040/DA12 2H040/GA02 2H087/KA10 2H087/LA01 2H087/PA05 2H087/PA17 2H087/PB05 2H087/QA02 2H087/QA07 2H087/QA17 2H087/QA22 2H087/QA25 2H087/QA34 2H087/QA41 2H087/QA45 2H087/RA05 2H087/RA12 2H087/RA13 2H087/RA32 2H087/RA42 2H087/RA44 4C061/CC06 4C061/DD10 4C061/FF40 4C061/JJ19 4C061/NN03 4C061/UU06 4C161/CC06 4C161/DD07 4C161/DD10 4C161/FF40 4C161/JJ19 4C161/NN03 4C161/UU06		
代理人(译)	小林和典 饭岛茂		

摘要(译)

解决的问题：提供一种用于胶囊内窥镜的具有改善的畸变的成像透镜。

[解决方案] 胶囊型内窥镜具有摄像透镜45a，该摄像透镜45a以平面状在摄像面上形成大致球状的物体40。成像透镜45a由第一至第四透镜L1至L4的四个透镜和孔径光阑S8组成，并且从物侧开始，第一透镜组G1，孔径光阑S8和具有负折射力的正折射。它被配置为屈光力的第二透镜组G2。第一透镜L1是具有面向物体侧的凸面的弯月形透镜，并且像侧表面S5的曲率大于物体侧表面S4的曲率。第二透镜L2是具有面向像侧的凸面的弯月形透镜，并且像侧表面S7的曲率大于被摄体侧面S6的曲率。第一至第四透镜L1至L4的表面形状和布置考虑了胶囊内窥镜的前盖41和图像拾取元件的盖玻璃56。[选择图]图5

