

(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2009-297308

(P2009-297308A)

(43) 公開日 平成21年12月24日(2009.12.24)

(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 4 C 0 6 1  
 A 6 1 B 1/00 3 0 0 Y

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2008-155999 (P2008-155999)  
 (22) 出願日 平成20年6月13日 (2008.6.13)

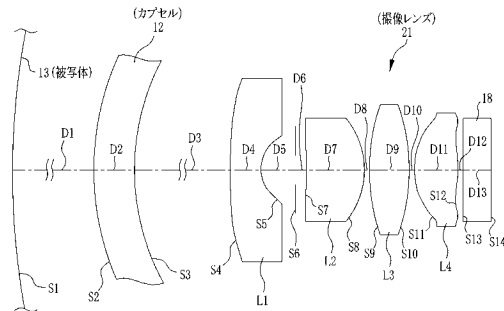
(71) 出願人 000005430  
 フジノン株式会社  
 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地  
 (74) 代理人 100075281  
 弁理士 小林 和憲  
 (74) 代理人 100095234  
 弁理士 飯嶋 茂  
 (72) 発明者 馬場 智之  
 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 フジノン株式会社内  
 Fターム(参考) 4C061 AA01 AA04 CC06 DD10 FF47  
 UU06

(54) 【発明の名称】 撮像レンズ及びカプセル型内視鏡

(57) 【要約】

【課題】 広角のレンズでありながらも、倍率色収差及びディストーションが十分に補正され、かつ、コンパクトなカプセル型内視鏡用の撮像レンズを提供する。

【解決手段】 撮像レンズ21は、球面状の被写体13からの光を、平面である撮像素子の撮像面に結像させるレンズであり、負の屈折力を有する第1レンズL1、開口絞りS6、正(又は負)の屈折力を有する第2レンズL2、正の屈折力を有する第3レンズL3、正の屈折力を有する第4レンズL4から構成される。撮像レンズ21を構成するレンズL1~L4及び開口絞りS6の形状や配置は、カプセル12の前端の形状や、撮像素子17のカバーガラス18を考慮したものであり、被写体13側から順に第1レンズL1、開口絞りS6、第2レンズL2、第3レンズL3、第4レンズL4の順に配置される。



【選択図】 図2

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ドーム状のカプセル内に配置されるカプセル型内視鏡用の撮像レンズにおいて、被写体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ、絞り、正または負の屈折力を有する第 2 レンズ、正の屈折力を有する第 3 レンズ、正の屈折力を有する第 4 レンズを備え、曲面状の被写体を平面に結像させることを特徴とする撮像レンズ。

## 【請求項 2】

半画角を (度) とするときに、

$$2 > 135$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 記載の撮像レンズ。

10

## 【請求項 3】

全系の焦点距離を  $f$ 、前記第 1 レンズの焦点距離を  $f_1$  とするときに、

$$|f_1 / f| < 5$$

を満たす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】

前記第 1 レンズは、少なくとも 1 つの面が非球面となっていることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の撮像レンズ。

## 【請求項 5】

前記第 4 レンズは、少なくとも 1 つの面が非球面となっていることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の撮像レンズ。

20

## 【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のいずれか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型内視鏡。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、生体内を撮像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、挿入型の内視鏡が普及している。挿入型内視鏡は、フレキシブルな挿入部を被検者の体内に挿入し、挿入部の先端に設けられた撮像部で被検者の体内を撮像する。挿入部は被検者の体腔内の形状に応じて自在に湾曲するうえに、撮像部の設けられた先端部の向きを自在に変化させられるようになっている。このため、挿入型内視鏡は任意の観察部位を的確に撮像することができ、正確な診断の助けとなっている。

30

## 【0003】

ところで、挿入型の内視鏡による診断は、長い挿入部を長時間にわたって体内に挿入し続けなければならないので、被検者に与える負荷が非常に大きい。このため、近年では、被検者に与える負荷を軽減するために、容易に飲み込むことができるサイズのカプセルに撮像装置を収め、被検者に飲み込まれたこのカプセルが自然に被検者の体内を移動する間に、被検者の体内を撮像するカプセル型の内視鏡が知られている。

40

## 【0004】

カプセル型内視鏡は、飲み込んでしまえば自然に被検者の体内を移動するので、挿入型内視鏡よりも被検者に与える負荷は大きく軽減されるが、被検者体内での位置や姿勢を制御することが難しい。このため、カプセル型内視鏡に搭載する撮像装置は、姿勢を変えずとも、できるだけ広い範囲を撮像することができるように、広角の撮像レンズを搭載される。

## 【0005】

また、カプセル型内視鏡を容易に飲み込むことができるようにするために、カプセルサイズをできるだけ小さくすることが望まれる。このため、多くのカプセル型内視鏡に搭載

50

される撮像レンズは、広角であるばかりでなく、2群2枚構成とするなど、撮像レンズを少数のレンズで構成することで撮像レンズをコンパクト化し、小さなカプセルに収まるようにしている。

【0006】

このようなカプセル型内視鏡としては、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ものが知られている（特許文献1）。また、コンパクトかつ広角であるだけでなく、最適な被写界深度を得られるようにしたカプセル型内視鏡や（特許文献2）、円筒状の被写体を良好に照明できるようにしたカプセル型内視鏡（特許文献3）などが知られている。

【特許文献1】特開2005-80789号公報

10

【特許文献2】特開2005-80790号公報

【特許文献3】特開2006-61438号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

撮像レンズは、画角が大きいほど取得画像の周辺部分にディストーションや倍率色収差といった収差の影響が顕著に生じやすいが、カプセルサイズのコンパクト化のために単に少数のレンズで構成した広角の撮像レンズでは、こうした各種収差を十分に補正することが難しい。

【0008】

20

また、広角だがディストーションや倍率色収差の補正が十分でない撮像レンズで撮像した画像を元に診察を行うと、取得画像の周辺部分に映し出された部分が小さく歪められてしまったり、色のにじみが生じていたりするために、病変の見落としや誤認を招きやすく、撮像レンズが広角であることがかえって適切な診断の妨げとなることがある。

【0009】

本発明は上述の問題点を鑑みてなされたものであり、広角であり、取得画像の周辺部分においても収差が十分に補正され、かつ、コンパクトなカプセル型内視鏡用の撮像レンズ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】

【0010】

30

本発明の撮像レンズは、ドーム状のカプセル内に配置されるカプセル型内視鏡用の撮像レンズであり、被写体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ、絞り、正または負の屈折力を有する第2レンズ、正の屈折力を有する第3レンズ、正の屈折力を有する第4レンズを備え、曲面状の被写体を平面に結像させることを特徴とする。

【0011】

また、半画角を（度）とするときに、 $2 > 135$ を満たすことを特徴とする。

【0012】

また、全系の焦点距離を $f$ 、前記第1レンズの焦点距離を $f_1$ とするときに、 $|f_1/f| < 5$ を満たすことを特徴とする。

【0013】

40

また、前記第1レンズは、少なくとも1つの面が非球面となっていることを特徴とする。

【0014】

また、前記第4レンズは、少なくとも1つの面が非球面となっていることを特徴とする。

【0015】

本発明のカプセル型内視鏡は、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】

【0016】

本発明によれば、広角であり、取得画像の周辺部分においても収差が十分に補正され、

50

かつ、コンパクトなカプセル型内視鏡用の撮像レンズを提供することを目的とする。また、この撮像レンズを搭載することにより、病変の見落としや誤認をすることなく、適切な診断を容易に行うことができるとともに、飲み込みやすいコンパクトなカプセル型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】

【0017】

図1に示すように、カプセル型内視鏡11は、カプセル12内に小型の撮像装置を収納した内視鏡であり、被検者に飲み込まれて使用され、被検者の体内（以下、被写体13という）を撮像する。

【0018】

カプセル12は、円筒の両端をドーム状に形成した中空の容器であり、容易に嚥下することができる大きさに設けられている。カプセル12内には、撮像装置を構成する撮像レンズ16、撮像素子17、照明素子（図示しない）と、この撮像装置を駆動する電池や、撮像した画像を外部に送信するアンテナ等が水密に納められている。また、カプセル12の前端は、ドーム状に形成されているだけでなく、撮像レンズ16の画角に合わせて十分に広い範囲が透明な材料で構成されている。照明素子からの照明光は、このカプセル12の透明な部分をとって被写体13に照射される。また、被写体13からの光は、この透明部分を通して撮像レンズ16に入射する。

【0019】

撮像レンズ16は、球面状の被写体13からの光を、平面である撮像素子17の撮像面に結像させる。また、撮像レンズ16は、負の屈折力を有する第1レンズL1、絞りS6、正または負の屈折力を有する第2レンズL2、正の屈折力を有する第3レンズL3、正の屈折力を有する第4レンズL4から構成され、被写体13側から、第1レンズL1、絞りS6、第2レンズL2、第3レンズL3、第4レンズL4の順に配置される。撮像レンズ16をこうしたレンズ構成とすることで、コンパクトに構成され、かつ、カプセル型内視鏡11に適した広角レンズであるにもかかわらず、取得画像の周辺部分においても倍率色収差やディストーションが十分に良好に補正される。特に、絞りS6が第1レンズL1と第2レンズL2の間に配置されていることにより、良好な光学性能を維持しながら、コンパクトに構成することを容易にしている。

【0020】

また、撮像レンズ16は、半画角を（度）とするときに、 $2 > 135$ を満足する広角レンズとなっている。このため、姿勢を制御することが困難なカプセル型内視鏡11であっても、被検者の体内を漏れなく撮像することができる。

【0021】

さらに、撮像レンズ16は、全系の焦点距離を $f$ 、第1レンズL1の焦点距離を $f_1$ とするときに、 $|f_1/f| < 5$ を満たすように構成されている。この条件式は、撮像レンズ16の全体をコンパクトにしながらも、取得画像の周辺部分においても倍率色収差やディストーションといった各種収差を十分に、かつ、容易に補正するために第1レンズL1の焦点距離を制限するものである。したがって、 $|f_1/f|$ の値が上限値を上回ると、撮像レンズ16を広角にすることができたとしても、撮像範囲（取得画像）の周辺部分で各種収差を良好に補正することが困難になる。

【0022】

また、第1レンズL1は、物体側（被写体13側）の面、または像側（撮像素子17側）の面の少なくとも1つの面が非球面に形成される。同様に、第4レンズL4は、物体側の面または像側の面の少なくとも1つの面が非球面となっている。これにより、取得画像の周辺部分においても各種収差を十分に補正することが容易になる。

【0023】

以下に、具体的な数値をとまなう撮像レンズ16の例として、実施例1～3を説明する。

【0024】

10

20

30

40

50

## &lt; 実施例 1 &gt;

図 2 に示すように、撮像レンズ 2 1 は、負の屈折力を有する第 1 レンズ L 1、開口絞り S 6、正の屈折力を有する第 2 レンズ L 2、正の屈折力を有する第 3 レンズ L 3、正の屈折力を有する第 4 レンズ L 4 から構成され、被写体 1 3 側から順に第 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 の順に配置されている。また、これらのレンズ L 1 ~ L 4 の面形状や配置は、カプセル 1 2 の前端の形状や、撮像素子 1 7 のカバーガラス 1 8 を考慮したものとなっている。

## 【 0 0 2 5 】

このため、球面状の被写体表面を S 1、カプセル 1 2 の被写体 1 3 側の面を S 2、カプセル 1 2 の像側の面を S 3、第 1 レンズ L 1 の被写体 1 3 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 の被写体 1 3 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 の被写体 1 3 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 の被写体 1 3 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 1 8 の被写体 1 3 側の面を S 13、カバーガラス 1 8 の像側の面を S 14 とし、面 S i (面番号 i = 1 ~ 14) で表す。また、面 S i とこれに隣り合う像側の面 S i + 1 との光軸上での間隔 (面間隔) を D i (i = 1 ~ 13) で表す。なお、撮像素子 1 7 の撮像面は、カバーガラス 1 8 の像側の面である面 S 14 と一致している。また、撮像レンズの各面や面間隔の表記は、後述する実施例 2 及び実施例 3 についても同様とする。

## 【 0 0 2 6 】

このように構成される撮像レンズ 2 1 のレンズデータとして、各面 S i の曲率半径 R i (mm)、各面間隔 D i (mm)、d 線 (波長 587.6 nm) に対する屈折率 N d 及びアッペ数  $\nu_d$  を表 1 に示す。同時に、表 1 の下段には、撮像レンズ 2 1 の F 値、全系の焦点距離 f、第 1 レンズ L 1 の焦点距離 f 1、画角  $2\omega$  (度) を併せて示す。なお、表 1 に示す撮像レンズ 2 1 のレンズデータは、全系の焦点距離 f の値が 1.0 に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。

## 【 0 0 2 7 】

## 【 表 1 】

面番号	R <sub>i</sub>	D <sub>i</sub>	N <sub>d</sub>	$\nu_d$
(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	$\infty$	0.3829		
7	-32.3026	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		
13	$\infty$	1.0199	1.55920	53.9
14	$\infty$	0.0000		
(撮像面)	$\infty$			

F 値                    1.4                     $2\omega$  (度)                    170  
f                            1.0                    f1                            -2.5

## 【 0 0 2 8 】

また、表 1 の面番号欄に \* で示すように、第 1 レンズ L 1 の両面 S 4 , S 5 と、第 4 レンズ L 4 の両面 S 1 1 , S 1 2 は非球面となっている。これらの非球面形状は、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（ $\rho^2 = x^2 + y^2$ ）、 $i$  次の非球面係数  $A_i$  を用いて、下記数 1 の式で表される。面 S 4 , S 5 , S 1 1 , S 1 2 の円錐定数 K 及び非球面係数  $A_i$  は表 2 に示す。なお、レンズデータの表記や、非球面の形状を定める数 1 の式は、後述する実施例 2 及び実施例 3 についても同様とする。

## 【 0 0 2 9 】

## 【 数 1 】

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

10

## 【 0 0 3 0 】

## 【 表 2 】

面番号	K	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$	$A_7$	$A_8$
4	-1.0000	1.1806E-03	6.0847E-04	1.1648E-04	1.1526E-05	-3.1849E-07	-5.5674E-07
5	-1.0000	3.0189E-02	2.9023E-02	-1.1704E-03	-1.1450E-04	3.8652E-03	4.5996E-03
11	-1.0000	6.2958E-03	-6.0490E-03	3.8647E-03	1.3835E-03	9.1107E-05	-1.2677E-04
12	-1.0000	4.0413E-02	1.1306E-02	2.8963E-03	1.6035E-03	9.4610E-04	4.0676E-04

20

面番号	$A_9$	$A_{10}$	$A_{11}$	$A_{12}$	$A_{13}$	$A_{14}$	$A_{15}$
4	-1.9003E-07	-4.4059E-08	-6.2540E-09	3.8526E-10	6.0256E-10	1.8528E-10	1.0491E-11
5	3.2054E-03	1.5331E-03	4.4516E-04	-5.1892E-05	-2.0610E-04	-2.1831E-04	-1.9444E-04
11	-7.7351E-05	-2.3361E-05	-8.6265E-08	5.3226E-06	4.3320E-06	2.3286E-06	8.4037E-07
12	9.5714E-05	-3.5343E-05	-6.5696E-05	-5.5364E-05	-3.5172E-05	-1.7641E-05	-5.8258E-06

30

面番号	$A_{16}$	$A_{17}$	$A_{18}$	$A_{19}$	$A_{20}$
4	-3.7660E-12	-6.3129E-13	-1.3027E-13	-2.5007E-15	3.8559E-15
5	-3.3983E-05	-2.3424E-07	-1.2454E-07	0.0000E+00	3.9978E-20
11	3.8252E-08	-2.8889E-07	-3.6116E-07	-1.7141E-08	0.0000E+00
12	8.5904E-07	3.9596E-06	1.5778E-07	0.0000E+00	0.0000E+00

## 【 0 0 3 1 】

さらに、撮像レンズ 2 1 の球面収差、非点収差、倍率色収差、ディストーションを図 3 に示す。これらの各収差図は、カプセル 1 2 とカバーガラス 1 8 を配置したものとなっている。なお、球面収差は d 線（波長 5 8 7 . 6 nm）のものを実線で、F 線（波長 4 8 6 . 1 3 nm）のものを破線で、C 線（波長 6 5 6 . 2 7 nm）のものを二点鎖線で示す。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 線のものを破線で、C 線のものを二点鎖線で示す。これらの各収差図の表記は、後述する実施例 2 及び実施例 3 についても同様とする。

40

## 【 0 0 3 2 】

ディストーションは、通常、平面状の被写体を平面に結像させるレンズについて、実際の像高 H と、歪曲がない理想的な像高からの実際の像高 H の差分  $H$  とによって、 $H / H \times 100$  (%) で表される。しかし、撮像レンズ 2 1 は球面状の被写体 1 3 を平面に結像させるものであり、元々被写体 1 3 の形状を変化させて結像させるレンズであることが

50

ら、撮像レンズ 2 1 のディストーションの評価には、前述の通常のディストーションの表し方は適さない。このため、図 3 では、通常のディストーションに準ずるものとして、 $(Y(\theta + \Delta\theta) - Y(\theta)) / (Y(0 + \Delta\theta) - Y(0)) = (Y(\theta + \Delta\theta) - Y(\theta)) / Y(\theta)$  を撮像レンズ 2 1 のディストーションとして示す。ここで、 $Y(\theta)$  は光軸からのある撮像角度  $\theta$  の像高を表し、 $\Delta\theta$  は撮像角度  $\theta$  の微小変化量を表す。このディストーションの表し方は、後述する実施例 2 及び実施例 3 についても同様とする。

【0033】

以上のように、撮像レンズ 2 1 は、広角であり、取得画像の周辺部分においても収差が十分に補正され、かつ、コンパクトに構成されており、カプセル型内視鏡 1 1 に適した撮像レンズとなっている。

10

【0034】

また、表 1 に示すように、撮像レンズ 1 2 は、画角  $2\theta$  が 170 度にも及ぶ広角レンズであり、 $2\theta > 135$  (度) の条件を満たす。このため、被検者の体内で姿勢を制御することが困難なカプセル型内視鏡に好適である。

【0035】

さらに、表 1 からわかるとおり、撮像レンズ 2 1 は、 $|f_1 / f| = 2.5$  であり、 $|f_1 / f| < 5$  の条件を満たす。このため、撮像レンズ 2 1 は、倍率色収差及びディストーションを特に良好に補正することができる。

【0036】

また、撮像レンズ 2 1 は、第 1 レンズ L 1 が非球面を含む面構成となっていることにより、倍率色収差及びディストーションの補正を容易にしている。同様に、撮像レンズ 2 1 は、第 4 レンズ L 4 が非球面を含む面構成となっていることにより、倍率色収差及びディストーションの補正を容易にしている。

20

【0037】

<実施例 2>

図 4 に示すように、撮像レンズ 3 1 は、負の屈折力を有する第 1 レンズ L 1、開口絞り S 6、正の屈折力を有する第 2 レンズ L 2、正の屈折力を有する第 3 レンズ L 3、正の屈折力を有する第 4 レンズ L 4 から構成され、被写体 1 3 側から順に第 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 の順に配置されている。これらのレンズ L 1 ~ L 4 の面形状や配置は、カプセル 1 2 の前端の形状や、撮像素子 1 7 のカバーガラス 1 8 を考慮したものとなっている。

30

【0038】

また、表 3 に撮像レンズ 3 1 のレンズデータを示す。表 3 で面番号欄に \* で示すように、撮像レンズ 3 1 を構成するレンズ L 1 ~ L 4 は、全て両面が前述の数 1 の式で表される非球面形状となっている。これらの撮像レンズ 3 1 の各面 S i の円錐定数 K 及び非球面係数 A i は、表 4 に示す。さらに、図 5 には、撮像レンズ 3 1 の収差図を示す。なお、撮像レンズ 3 1 の各面 S i や面間隔 D i の表記、収差図の表記は実施例 1 と同様である。

【0039】

【表 3】

面番号	Ri	Di	$N_d$	$\nu_d$
(撮像面) 1	52.3393	33.7673		
2	18.5720	1.6884	1.58600	55.0
3	16.8836	16.8837		
4*	2.0691	1.0130		
5*	0.7157	4.2191	1.53039	55.2
(開口絞り) 6	$\infty$	0.3312		
7*	5.9517	1.1875	1.63178	23.2
8*	7.6999	0.4004		
9*	2.1836	2.0415	1.54378	55.7
10*	-13.7488	0.3339		
11*	-15.8602	1.6064		
12*	-1.4551	0.4978	1.54378	55.7
13	$\infty$	1.8403	1.55920	53.9
14	$\infty$	0.0000		
(撮像面)	$\infty$			

10

20

F値                    2.0                     $2\omega$ (度)                    170  
f                         1.0                         f1                         -1.1

【 0 0 4 0 】

【表 4】

面番号	K	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>
4	-1.0000	-3.5700E-02	-3.1703E-03	-3.2383E-04	-4.8301E-05	-1.8810E-06	5.7872E-06
5	-1.0000	-4.4213E-01	2.8306E-01	-7.1316E-02	-2.6700E-02	4.0634E-03	7.3417E-03
7	-1.0000	-2.3697E-02	-1.7459E-01	6.7293E-01	-6.9440E-01	-3.9297E-01	8.4036E-01
8	-1.0000	1.9655E-03	-2.4336E-01	-1.7837E-02	5.0926E-01	-4.4819E-01	-8.2505E-02
9	-1.0000	-6.2772E-02	3.1543E-02	-2.4815E-01	-1.0694E-01	6.2314E-01	-2.1044E-01
10	-1.0000	-1.1759E-01	3.8284E-02	-3.0955E-02	-5.3022E-04	1.1277E-02	4.8678E-04
11	-1.0000	5.1705E-02	-6.7555E-02	3.7561E-03	1.7082E-02	-2.6104E-03	-1.9276E-03
12	-1.0000	2.6587E-01	3.9872E-02	-5.5335E-02	-1.0392E-02	4.7938E-03	1.6785E-03

10

面番号	A <sub>9</sub>	A <sub>10</sub>	A <sub>11</sub>	A <sub>12</sub>	A <sub>13</sub>	A <sub>14</sub>	A <sub>15</sub>
4	3.0860E-06	1.1347E-06	1.5734E-07	-9.2745E-08	-6.6930E-08	1.4174E-08	-3.6178E-10
5	1.9461E-03	-3.4371E-03	1.0520E-03	-1.5511E-04	3.3157E-05	-6.6938E-06	2.1328E-07
7	5.9985E-02	-4.9133E-01	1.9195E-01	-1.4455E-02	3.3205E-04	1.1280E-05	-4.3752E-06
8	2.4562E-01	-9.0588E-02	7.7982E-03	1.1247E-04	-7.9737E-05	7.4969E-05	2.3102E-07
9	-5.0565E-01	4.8359E-01	-1.5089E-01	1.5231E-02	-9.7760E-04	3.7414E-04	-2.5098E-14
10	-1.9928E-03	5.7040E-04	-3.6120E-04	-2.3859E-04	2.5806E-04	-5.1325E-05	5.8702E-07
11	6.3326E-04	3.9993E-04	9.4593E-06	-1.9412E-04	1.7265E-05	2.3622E-05	-4.6939E-06
12	1.3692E-04	4.2750E-02	-3.9195E-05	-2.7301E-05	-1.3288E-05	7.5612E-06	5.7693E-07

20

面番号	A <sub>16</sub>	A <sub>17</sub>	A <sub>18</sub>	A <sub>19</sub>	A <sub>20</sub>
4	4.9531E-10	-6.9814E-11	-1.4761E-11	1.7343E-12	6.5058E-14
5	2.3416E-08	6.3586E-09	5.9754E-12	-1.0901E-17	2.8332E-20
7	-1.4254E-07	-9.7621E-11	9.7661E-16	2.6648E-16	3.6479E-20
8	4.3296E-09	-3.3337E-14	-2.1795E-15	-6.1172E-17	-1.8044E-18
9	-2.3957E-12	-7.0940E-14	-2.0921E-15	-6.0998E-17	-1.8064E-18
10	-1.2963E-08	-7.0879E-14	-2.1010E-15	-6.2229E-17	-1.5064E-18
11	3.1130E-08	5.6303E-13	-2.8777E-15	-2.6338E-21	-1.8180E-21
12	-3.0597E-07	-1.3901E-10	-6.8780E-15	-2.6338E-21	-1.8409E-18

30

## 【0041】

表 3, 表 4 や図 5 からわかるとおり、撮像レンズ 3 1 は、広角であり、取得画像の周辺部分においても収差が十分に補正され、かつ、コンパクトに構成されており、カプセル型内視鏡 1 1 に適した撮像レンズとなっている。

## 【0042】

また、表 3 に示すように、撮像レンズ 3 1 は、画角 2θ が 170 度にも及ぶ広角レンズであり、2θ > 135 (度) の条件を満たす。このため、被検者の体内で姿勢を制御することが困難なカプセル型内視鏡に好適である。

40

## 【0043】

さらに、表 3 からわかるとおり、撮像レンズ 3 1 は、 $|f_1/f| = 1.1$  であり、 $|f_1/f| < 5$  の条件を満たす。このため、撮像レンズ 3 1 は、倍率色収差及びディストーションを特に良好に補正することができる。

## 【0044】

また、撮像レンズ 3 1 は、全てのレンズ L 1 ~ L 4 の両面が非球面となっているが、特に第 1 レンズ L 1 が非球面を含む面構成となっていることにより、倍率色収差及びディストーションの補正を容易にしている。同様に、撮像レンズ 3 1 は、第 4 レンズ L 4 が非球

50

面を含む面構成となっていることにより、倍率色収差及びディストーションの補正を容易にしている。

【 0 0 4 5 】

< 実施例 3 >

図 6 に示すように、撮像レンズ 4 1 は、負の屈折力を有する第 1 レンズ L 1、開口絞り S 6、負の屈折力を有する第 2 レンズ L 2、正の屈折力を有する第 3 レンズ L 3、正の屈折力を有する第 4 レンズ L 4 から構成され、被写体 1 3 側から順に、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 の順に配置されている。これらのレンズ L 1 ~ L 4 の面形状や配置は、カプセル 1 2 の前端の形状や、撮像素子 1 7 のカバーガラス 1 8 を考慮したものとなっている。

10

【 0 0 4 6 】

また、表 5 に撮像レンズ 4 1 のレンズデータを示す。表 5 の面番号欄に \* で示すように、撮像レンズ 4 1 を構成するレンズ L 1 ~ L 4 は、全て両面が前述の数 1 の式で表される非球面形状となっている。これらの撮像レンズ 4 1 の各面 S i の円錐定数 K 及び非球面係数 A i は、表 6 に示す。さらに図 7 には、撮像レンズ 4 1 の収差図を示す。なお、撮像レンズ 4 1 の各面 S i や面間隔 D i の表記、収差図の表記は実施例 1 と同様である。

【 0 0 4 7 】

【 表 5 】

面番号	Ri	Di	N <sub>d</sub>	ν <sub>d</sub>
(被写体) 1	34.3542	22.1640		
2	12.1902	1.1082	1.58600	55.0
3	11.0820	11.0820		
4*	-142.3518	0.6649		
5*	0.9780	0.6649	1.63178	23.2
(開口絞り)6	∞	0.1108		
7*	2.6830	0.7776	1.63178	23.2
8*	2.1249	0.1108		
9*	0.7361	1.5045		
10*	-1.4812	0.1108	1.49023	57.5
11*	-2.1419	0.7758		
12*	-1.2326	0.3286		
13	∞	1.2079	1.55920	53.9
14	∞	0.0000		
(撮像面)	∞			

20

30

F値                    1.7                    2ω(度)                150  
f                         1.0                    f1                       -1.5

40

【 0 0 4 8 】

【表 6】

面番号	K	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>
4	-1.0000	2.5557E-01	-7.9966E-02	1.0669E-01	-9.0104E-02	-1.0062E-01	-2.0955E-02
5	-1.0000	-7.5229E-01	4.9965E+00	-8.4921E+00	3.2770E+00	2.1598E+00	-1.5407E+00
7	-1.0000	2.4035E-01	-1.6417E+00	4.3919E+00	-4.3015E+00	-5.5651E+00	1.3940E+01
8	-1.0000	-2.6174E-01	-1.8006E-01	-1.2237E+00	5.1226E+00	-5.5367E+00	-2.0503E+00
9	-1.0000	-9.6486E-01	1.7197E+00	-1.9499E+00	-2.8688E+00	9.6102E+00	-2.8151E+00
10	-1.0000	-1.5172E-01	1.9389E-01	-1.8857E-01	9.4593E-02	1.7075E-01	-3.3295E-02
11	-1.0000	4.4724E-01	-3.6165E-01	-5.8004E-03	1.2899E-01	-3.5795E-02	-4.1157E-02
12	-1.0000	4.5402E-01	4.0102E-01	-4.3849E-01	-1.4621E-01	7.8715E-02	5.8889E-02

10

面番号	A <sub>9</sub>	A <sub>10</sub>	A <sub>11</sub>	A <sub>12</sub>	A <sub>13</sub>	A <sub>14</sub>	A <sub>15</sub>
4	3.4790E-02	4.0433E-02	1.5542E-02	-1.0541E-02	-1.7026E-02	3.2111E-03	2.0588E-03
5	6.4680E-01	2.7222E+00	-3.8597E+00	2.9405E-01	6.1719E-01	1.3215E-02	8.3660E-05
7	5.9263E-01	-2.0418E+01	1.6047E+01	-1.9003E+00	-1.4448E+00	2.6873E-03	-1.5880E-03
8	6.9866E+00	-3.8309E+00	6.5949E-01	-2.6596E-02	-5.8372E-02	2.9629E-02	8.3852E-05
9	-1.5372E+01	2.0573E+01	-1.0293E+01	1.8423E+00	6.0120E-02	-2.5181E-02	8.9775E-05
10	-9.7080E-02	1.7761E-02	-1.5813E-02	-1.4972E-02	4.7029E-02	-1.8587E-02	7.3900E-04
11	2.9275E-02	2.4140E-02	-7.6758E-04	-2.2347E-02	1.9912E-03	6.1478E-03	-1.7187E-03
12	1.3945E-02	-2.5645E-03	-8.0562E-03	-5.4726E-03	-1.4975E-03	3.3380E-03	-1.3232E-04

20

面番号	A <sub>16</sub>	A <sub>17</sub>	A <sub>18</sub>	A <sub>19</sub>	A <sub>20</sub>
4	3.2114E-05	-1.5101E-04	-1.7829E-08	3.4054E-09	2.0020E-10
5	1.2917E-05	5.3212E-06	7.8094E-09	-6.0477E-15	7.7327E-16
7	-7.8824E-05	-8.2243E-08	1.6316E-12	5.3637E-13	7.9755E-16
8	2.3942E-06	-2.8086E-11	-2.7975E-12	-1.1963E-13	-4.6868E-15
9	-1.3247E-09	-5.9765E-07	-2.6853E-08	-1.1928E-13	-4.6928E-15
10	-5.6077E-14	-5.9713E-11	-2.6967E-12	-1.2169E-13	-5.3817E-15
11	4.4605E-05	4.8021E-10	-1.1415E-16	-5.1503E-18	-5.4162E-18
12	-2.1244E-04	-1.1737E-07	-1.1415E-16	-5.1503E-18	-5.4843E-15

30

## 【0049】

表 5, 表 6 や図 7 からわかるとおり、撮像レンズ 4 1 は、広角であり、取得画像の周辺部分においても収差が十分に補正され、かつ、コンパクトに構成されており、カプセル型内視鏡 1 1 に適した撮像レンズとなっている。

## 【0050】

また、表 5 に示すように、撮像レンズ 1 2 は、画角 2 が 1 5 0 度にも及ぶ広角レンズであり、 $2 > 1 3 5$  (度) の条件を満たす。このため、被検者の体内で姿勢を制御することが困難なカプセル型内視鏡に好適である。

40

## 【0051】

さらに、表 5 からわかるとおり、撮像レンズ 4 1 は、 $|f 1 / f| = 1 . 5$  であり、 $|f 1 / f| < 5$  の条件を満たす。このため、撮像レンズ 4 1 は、倍率色収差及びディストーションを特に良好に補正することができる。

## 【0052】

また、撮像レンズ 4 1 は、全てのレンズ L 1 ~ L 4 の両面が非球面となっているが、特に第 1 レンズ L 1 が非球面を含む面構成となっていることにより、倍率色収差及びディストーションの補正を容易にしている。同様に、撮像レンズ 4 1 は、第 4 レンズ L 4 が非球

50

面を含む面構成となっていることにより、倍率色収差及びディストーションの補正を容易にしている。

【0053】

なお、上述の実施形態では、被写体13が球面の場合に最適な撮像レンズの例を説明したが、これに限らず、カプセル型内視鏡11から見た被検者の体腔内の、より実際的な形状に合わせた他の曲面形状を被写体13とする場合に適した撮像レンズとしても良い。

【図面の簡単な説明】

【0054】

【図1】カプセル型内視鏡の構成を概略的に示す説明図である。

【図2】実施例1の撮像レンズの断面図である。

10

【図3】実施例1の撮像レンズの収差図である。

【図4】実施例2の撮像レンズの断面図である。

【図5】実施例2の撮像レンズの収差図である。

【図6】実施例3の撮像レンズの断面図である。

【図7】実施例3の撮像レンズの収差図である。

【符号の説明】

【0055】

11 カプセル型内視鏡

12 カプセル

13 被写体

20

16, 21, 31, 41 撮像レンズ

17 撮像素子

L1 第1レンズ

S6 開口絞り

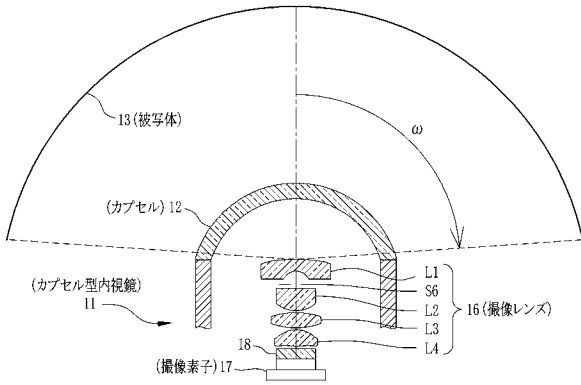
L2 第2レンズ

L3 第3レンズ

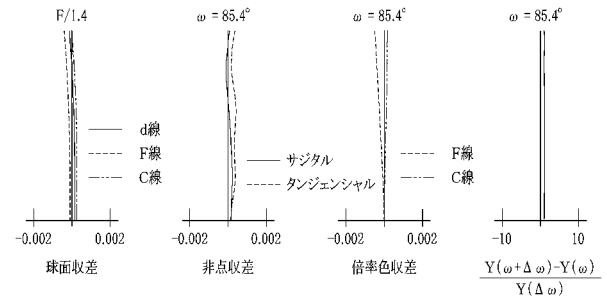
L4 第4レンズ

18 カバーガラス

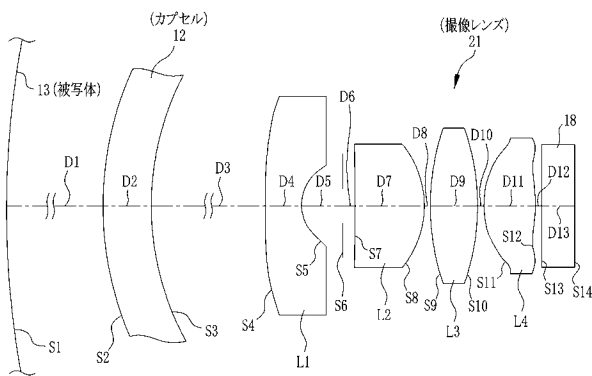
【 図 1 】



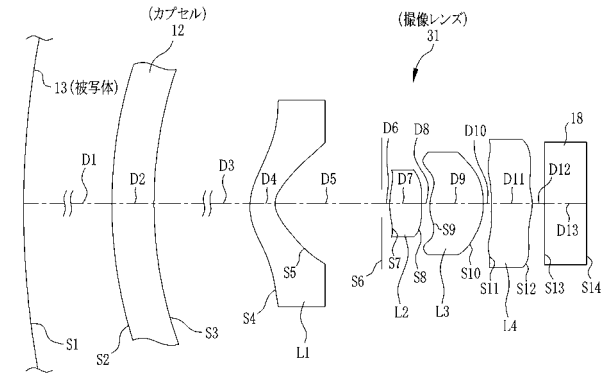
【 図 3 】



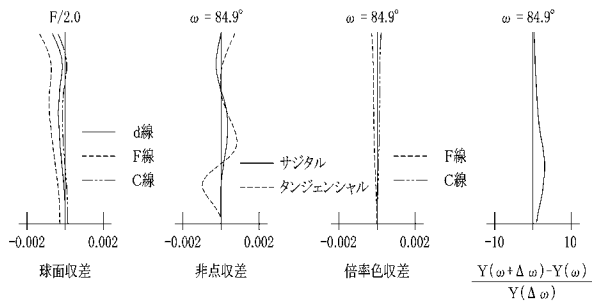
【 図 2 】



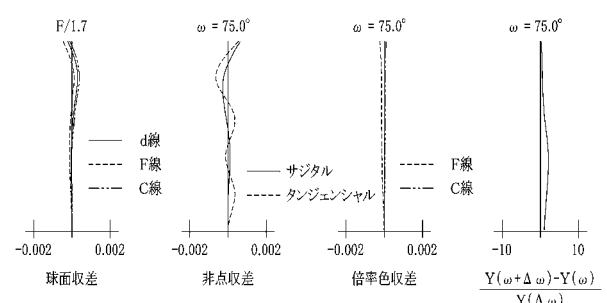
【 図 4 】



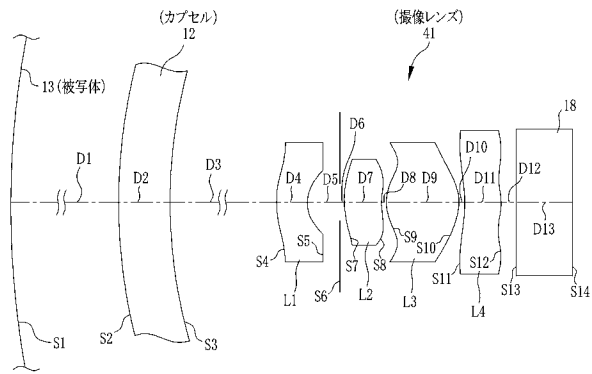
【 図 5 】



【 図 7 】



【 図 6 】



专利名称(译)	成像镜头和胶囊内窥镜		
公开(公告)号	<a href="#">JP2009297308A</a>	公开(公告)日	2009-12-24
申请号	JP2008155999	申请日	2008-06-13
[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		
FI分类号	A61B1/00.320.B A61B1/00.300.Y A61B1/00.C A61B1/00.610 A61B1/00.731		
F-TERM分类号	4C061/AA01 4C061/AA04 4C061/CC06 4C061/DD10 4C061/FF47 4C061/UU06 4C161/AA01 4C161/AA04 4C161/CC06 4C161/DD07 4C161/DD10 4C161/FF47 4C161/UU06		
代理人(译)	小林和典 饭岛茂		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

要解决的问题：为紧凑型胶囊型内窥镜提供成像镜头，尽管它是广角镜头，但它可以充分校正横向色差和失真。 成像透镜21是将来自球形物体13的光聚焦在平面成像元件的成像表面上的透镜，并且包括具有负屈光力的第一透镜L1，孔径光阑S6，具有正（或负）屈光力的第二透镜L2，具有正屈光力的第三透镜L3和具有正屈光力的第四透镜L4。构成成像透镜21的透镜L1至L4和孔径光阑S6的形状和布置考虑了胶囊12的前端和成像元件17的盖玻璃18的形状，L1，孔径光阑S6，第二透镜L2，第三透镜L3和第四透镜L4按此顺序排列。 .The

