

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5178991号
(P5178991)

(45) 発行日 平成25年4月10日(2013.4.10)

(24) 登録日 平成25年1月18日(2013.1.18)

(51) Int.CI.	F 1
A 6 1 B 1/00	(2006.01)
A 6 1 B 5/07	(2006.01)
G 02 B 13/00	(2006.01)
G 02 B 13/18	(2006.01)
G 02 B 23/24	(2006.01)
	A 6 1 B 1/00
	A 6 1 B 5/07
	G 02 B 13/00
	G 02 B 13/18
	G 02 B 23/24

請求項の数 4 (全 27 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2004-247853 (P2004-247853)	(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
(22) 出願日	平成16年8月27日 (2004.8.27)	(74) 代理人	110001405 特許業務法人篠原国際特許事務所
(65) 公開番号	特開2006-61438 (P2006-61438A)	(74) 代理人	100065824 弁理士 篠原 泰司
(43) 公開日	平成18年3月9日 (2006.3.9)	(74) 代理人	100104983 弁理士 藤中 雅之
審査請求日	平成19年7月4日 (2007.7.4)	(72) 発明者	松澤 洋彦 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
審判番号	不服2011-18641 (P2011-18641/J1)		
審判請求日	平成23年8月29日 (2011.8.29)		

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】

少なくとも、被写体を照明する照明手段と、前記被写体を撮像する撮像手段と、前記照明手段と前記撮像手段を覆う透明カバーとを有するカプセル型内視鏡であって、

前記撮像手段が、対物光学系と撮像素子からなり、

前記対物光学系が、該対物光学系の射出瞳近傍に配置されていて視野内の周辺部分に像を形成する光束の一部を遮光する遮光部材を有し、且つ、次の条件式(1)を満足し、

前記対物光学系の最も物体側の面と光軸の交わる点を中心とし該点から等距離にある物体面上での照度分布が、次の条件式(4)を満足するように構成されていることを特徴とするカプセル型内視鏡。

$$50^\circ \quad \dots (1)$$

$$R(\theta) = R(0) \times \cos^2(\theta) \quad \dots (4)$$

但し、 θ は前記対物光学系の視野角の $1/2$ 、 $R(\theta)$ は前記対物光学系の視野角 θ に対する前記物体面上での照度、 $R(0)$ は前記対物光学系の光軸と交わる前記物体面上での照度である。

【請求項 2】

前記照明手段が、中心軸を前記対物光学系の光軸に対し傾けて配置された複数のLEDで構成され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】

前記対物光学系が、均一な面光源を観察した場合に、最大像高の $1/2$ における前記撮

像素子の撮像面上の照度が前記撮像素子の撮像面上における視野範囲内での最大照度の50%以下となるように構成され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4】

前記対物光学系が、少なくとも1枚の非球面レンズを用いて構成され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。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、カプセル型内視鏡に関し、特に、小腸等の円筒状構造の部位の検査を好適に行うために用いられる、カプセル型内視鏡に関する。 10

【背景技術】

【0002】

最近、内視鏡において、挿入部を必要とせず、先端に透明カバーを設け、カプセル形状に形成されていて、患者が飲み込んだときに、従来の挿入部による挿入の苦痛を軽減できるようにしたカプセル型内視鏡が医療用分野で使用される状況になってきた。

【0003】

また、例えば、一般的な内視鏡においては、胃の中など広い範囲を撮像し、病変等を探し出すといった目的のため、撮像される視野範囲をできる限り広くするとともに、その撮像される視野範囲を照らす照明光の照明範囲をできる限り広角化し、かつ、撮像範囲全体の照度が均一になるように照明光学系が構成されている。そして、そのような、広角の照明光学系としては、例えば次の特許文献1～3に開示されているものがある。 20

【特許文献1】特開平10-239586号公報

【特許文献2】特開平6-148519号公報

【特許文献3】特開2000-193894号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、このような広い範囲を照明する照明光学系をカプセル型内視鏡に使用した場合、小腸等の円筒状構造の部位の検査を行うときに、観察対象である円筒状構造の壁面部分に対する照明光学系からの距離が円筒状構造の中央部に対する照明光学系からの距離に比べて短いため、画像の周辺部分での照度が大きく明るくなり、相対的に画像の中央部付近が暗くなってしまう。 30

また、カプセル型内視鏡は、観察対象である円筒状構造の壁面に密着するが多く、画像の周辺部分で壁面と照明手段との距離がより一層短くなる。このため、照明手段より出射して壁面で反射した光が、撮像光学系の結像作用により撮像素子の受光面に集光したときに、受光面での照度が撮像素子の許容できる強さを越えてしまい、画像の周辺部分で正常な画像再現ができない「ハレーション」と呼ばれる現象が発生しやすい。

さらに、カプセル型内視鏡では、病変をなるべく発見しやすくするために、広視野角の撮像光学系を用いることが望ましいが、広視野角の撮像光学系は、一般的に撮像素子の受光面での視野周辺部分の照度低下がないため、ハレーションがさらに発生しやすい。 40

【0005】

このように、広視野角の撮像光学系を搭載したカプセル型内視鏡では、照明手段と視野の周辺部の距離が接近することにより、画像の周辺部分でハレーションが発生してしまい、観察及び検査に支障をきたしてしまうといった問題があった。

【0006】

本発明では、上述した点を鑑みてなされたもので、小腸等の円筒状構造の部位の観察及び検査を行った場合に、良好な明るさ分布が得られる広視野角の撮像光学系を搭載した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】

【0008】

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、少なくとも、被写体を照明する照明手段と、前記被写体を撮像する撮像手段と、前記照明手段と前記撮像手段を覆う透明カバーとを有するカプセル型内視鏡であって、前記撮像手段が、対物光学系と撮像素子からなり、前記対物光学系が、該対物光学系の射出瞳近傍に配置されていて視野内の周辺部分に像を形成する光束の一部を遮光する遮光部材を有し、且つ、次の条件式(1)を満足し、前記対物光学系の最も物体側の面と光軸の交わる点を中心とし該点から等距離にある物体面上での照度分布が、次の条件式(4)を満足するように構成されていることを特徴とする。

50°

... (1)

 $R(\theta) = R(0) \times \cos^2(\theta)$

... (4)

10

但し、 θ は前記対物光学系の視野角の1/2、 $R(\theta)$ は前記対物光学系の視野角 θ に対する前記物体面上での照度、 $R(0)$ は前記対物光学系の光軸と交わる前記物体面上での照度である。

【0009】

また、本発明のカプセル型内視鏡においては、前記照明手段が、中心軸を前記対物光学系の光軸に対し傾けて配置された複数のLEDで構成されているのが好ましい。

また、本発明のカプセル型内視鏡においては、前記対物光学系が、均一な面光源を観察した場合に、最大像高の1/2における前記撮像素子の撮像面上の照度が前記撮像素子の撮像面上における視野範囲内での最大照度の50%以下となるように構成されているのが好ましい。

20

また、本発明のカプセル型内視鏡においては、前記対物光学系が、少なくとも1枚の非球面レンズを用いて構成されているのが好ましい。

【発明の効果】

【0010】

以上説明したように、本発明のカプセル型内視鏡及びカプセル型内視鏡の検査方法によれば、小腸等の円筒状構造の部位の観察及び検査を行った場合に、周辺部分でハレーション等の不具合を起こすことなく、好適な明るさを得ることができるカプセル型内視鏡及びカプセル型内視鏡の検査方法が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【0011】

実施例の説明に先立ち、本発明の作用効果について説明する。

本発明のカプセル型内視鏡のように、前記対物光学系が、次の条件式(1)を満足し、かつ、次の条件式(3)を満足する反射率90パーセントの白色円筒を観察した場合における、カプセルの長手方向の中心軸と反射率90%の白色円筒の中心軸が一致した状態での前記撮像素子の撮像面上の照度が、次の条件式(2)を満足するように構成すれば、小腸等の円筒状構造の部位の観察及び検査を行った場合にも、良好な明るさ分布が得られる。

50°

... (1)

 $T_1 \times 0.5 = T_2$

... (2)

 $D = 1.2 \times$

... (3)

40

但し、 T_1 は対物光学系の視野角の1/2、 T_2 は撮像素子の撮像面における視野範囲内の最大照度、 D は最大像高の1/2における撮像素子面上の照度、 D は円筒の内径、 D はカプセル内視鏡の外径である。

【0012】

本発明によるカプセル型内視鏡は、広視野角の撮像光学系を搭載したカプセル型内視鏡を想定している。このため、視野角 θ が上記条件式(1)を満足する必要がある。

上記条件式(1)を満足せずに、 $\theta < 50^\circ$ となると、小腸等の管腔状臓器の内壁部位の検査を行った場合に視野範囲が狭くなり、観察及び検査に支障を来たしてしまう。上記条件式(1)を満足することにより、良好な視野範囲が得られ、観察及び検査に支障を来たさずに済む。

50

また、 60° を満足するようにすると、生体組織がひだ状の凹凸構造を呈している部位に対しても、ひだの影になる部分を見落とし無く観察及び検査を行うことができるの好ましい。

【0013】

また、本発明のカプセル型内視鏡における上記条件式(2)は、上述のような広視野角のカプセル形内視鏡において、画像周辺部でのハレーションを発生させないための条件式である。

【0014】

カプセル型内視鏡を用いた観察においては、生体の反射率や被写体とカプセルの位置関係によりハレーションが発生する状態は異なるが、主として対物光学系の視野内で被写体を極く近接させた場合に発生しやすい。ハレーションが発生しやすい状態としては、次の2つの状態に大別される。

【0015】

その一つは、管腔臓器の内壁がカプセルの外周面に密着した状態である。カプセル型内視鏡の主要な観察対象である消化管の80%は食道や腸などの管腔状臓器であり、これらの臓器は空気を送り込まない状態では収縮して内壁が管路をほとんど塞いだようになっている。このため、カプセルは管腔臓器の内壁に密着していることが多く、対物光学系の視野周辺では被写体との距離が近づいてハレーションが起こりやすくなる。照明手段を出射した照明光は被写体で反射して対物光学系に入射し、対物光学系の結像作用によって撮像素子の受光面に集光して、受光面の有効撮像範囲内で照度分布を形成する。このとき、受光面上で視野の周辺にあたる部分の照度が撮像素子の許容できる強さを超えてしまい、モニタなどの表示装置に映し出される画像の周辺部全域で正常な画像再現が行われない。

【0016】

もう一つは、胃など比較的広い空間をもった臓器において、カプセルの外周面の一部が臓器の内壁面と密着した状態である。この場合、視野の片側では対物光学系と被写体の距離が近づき、反対側では被写体との距離が離れているため、画像の周辺部の一部でハレーションが発生する。

【0017】

上記二つの状態は、いずれも、撮像素子の受光面での照度分布が視野の周辺に偏って分布しており、このような状態ではハレーションが起こりやすい。

【0018】

また、広視野角の撮像光学系を用いて管腔内を撮像した場合、視野の中心から中間までの画像に比べて視野の中間から周辺での画像の密度が高くなつたように見える。これは、広視野角の対物光学系に発生する収差の特徴であり、結像面上での像高が $1/2$ を超えて最大像高に近づくほど顕著になる。このため、例えば上記の撮像光学系を用いて、均一な輝度分布をもち、視野の中心から周辺まで等距離にある光源を撮像すると、撮像素子の受光面での照度分布は視野の周辺に行くほど高くなる。管腔状の被写体では、視野の周辺に行くほど撮像光学系と被写体の距離が近づくので、撮像素子の受光面上での照度分布の視野周辺での偏りはより顕著になりハレーションが起こりやすい。

【0019】

そこで、本発明では、上述した管腔臓器での観察状態を再現するために、内壁に適当な反射率を有する円筒形状の治具を用意し、円筒の中心軸とカプセルの長手方向の中心軸が一致するように固定する。このとき、円筒の内径Dは、カプセル外径と生体組織の反射率と円筒内壁の反射率より求められる。例えば、小腸の内壁のように無数の突起状組織で構成され、しかもその表面が粘液で覆われているような場合には、生体組織での反射率は組織表面での光の吸収と散乱による減衰の影響を大きく受ける。更に、カプセル型内視鏡による管腔状臓器の観察の場合、照明手段の配光分布や照明光が生体組織に入射する角度を考慮する必要があり、組織表面に入射する光の量を1とすると、生体組織で反射して撮像光学系に入射する光の量はおよそ0.4である。そこで、本発明では生体組織の反射率を40%と仮定した。このとき、白色光に対して所定の反射率をもつ内壁面を有する

10

20

30

40

50

白色円筒の内径 D は次の条件式(6)より求められる。

$$(0.025 \times)^{1/4} \times = D \quad \dots (6)$$

但し、 \times は白色円筒の内壁面の反射率[%]、D は前記白色円筒の内径[mm]、 \times はカプセル型内視鏡の外径[mm]である。

そして、例えば、円筒内壁が白色光に対して 90% の反射率を有するように設定すると、円筒の内径 D は上記条件式(3)のように表される。

【0020】

円筒状の治具にカプセル型内視鏡を固定した状態で、カプセル型内視鏡の照明手段より円筒の内壁に対して照明を行い、更に広視野角を有する撮像光学系により円筒内壁の像を撮像する。このとき、撮像素子の受光面での照度分布が条件式(2)を満たすようにすれば、画像の周辺部分でハレーションが発生せず広い視野を良好な明るさで観察することが可能なカプセル型内視鏡を実現することができる。10

【0021】

カプセル型内視鏡の場合、撮像素子からの撮像信号が無線手段などにより、カプセルから離れた場所に設置された受信装置を経て画像処理回路に送られ、画像信号に変換されてモニタなどの表示装置に画像として映し出される。したがって、カプセル型内視鏡の製造過程において、撮像素子の受光面での照度分布が上記条件式(2)を満足しているかどうかを検査する場合には、表示装置に出力される画像信号の強度を画像中心から周辺まで測定して、画像信号の強度分布を描出し、その形状から次の条件式(5)を満たしているかどうかを判断することで同等の評価が可能である。20

$$T_3 \times 0.5 = T_4 \quad \dots (5)$$

但し、 T_3 は画像の中心から周辺までに測定される画像信号強度の最大値、 T_4 は前記対物光学系の最大像高の 1 / 2 に対応する画像信号強度の値である。

【0022】

図 19 は視野角に対する上記白色円筒を撮像したときの撮像面上の照度比を概念的に示すグラフである。

図 19 中、Type A は、一般的な内視鏡光学系の例、Type B 及び Type C は、本発明のカプセル型内視鏡の光学系の例を示している。

円筒状物体を観察する場合、視野角が広くなると、観察対象である物体までの距離が短くなるため、被写体の反射光強度は強くなる。30

従って、視野角が広くなったときに、視野の周辺部での撮像素子の受光面の照度が低くなるように設定しておくと、画像の明るさが均一になって、観察や診断を行う上で好ましくなる。

即ち、撮像素子の受光面での照度分布を照度の最大値で規格化した場合に、最大像高の 1 / 2 に対応する撮像素子の受光面位置での照度が高くなるように設定することで、最大像高における像面の照度を下げることが出来る。

【0023】

Type A の例においては、視野周辺部での像面照度が強く、最大像高の 1 / 2 での受光面の照度比が約 0.3 と低くなっている。このため視野周辺部でハレーションがおこり、中心部付近では暗くなってしまう。40

Type B、及び Type C の例は、いずれも、視野周辺部での受光面の照度が強いことに加えて、最大像高の 1 / 2 での像面照度が約 0.51、及び 0.65 と大きくなっている。このためカプセル型内視鏡として、視野周辺にハレーションが発生せず、視野の全域にわたって良好な画像を得ることが出来ている。

なお、Type B の例と Type C の例との違いは、上記条件式(2)を満足するために、Type B の例では撮像光学系の視野絞りの配置を工夫しているのに対して、Type C の例では撮像光学系の歪曲収差をコントロールしているということである。

【0024】

また、本発明のカプセル型内視鏡において、上記条件式(2)を大幅に上回る、 $T_1 \times 0.6 = T_2$ を満足すれば、画像の周辺部と画像の中央部との明るさ分布が良好になり、円筒

10

20

30

40

50

状構造での観察及び検査がさらに容易になるので好ましい。

【0025】

また、本発明のカプセル型内視鏡の撮像手段における対物光学系の歪曲収差の発生量は、均一な面光源を撮像した場合における最大像高の1/2での前記撮像素子の受光面の照度が、視野範囲内の前記撮像素子の受光面の最大照度の50%以下となる状態を目安としてコントロールされるのが好ましい。

上記対物光学系の歪曲収差の発生量を上記のように設定すれば、視野周辺にハレーションが発生せず、視野の全域にわたって良好な画像を得ることができるカプセル型内視鏡に適した撮像手段の対物光学系を構成することができる。

【0026】

また、上記対物光学系を構成するレンズの少なくとも1面を非球面で構成（例えば、少なくとも1枚の非球面レンズで対物光学系を構成）すれば、歪曲収差の発生量がコントロールしやすくなるという効果が得られ、更に対物光学系の焦点距離を短くして被写界深度を長くすることができるので、被写体の拡大観察も可能になりうる撮像手段の対物光学系を形成することができる。

【0027】

また、上記対物光学系の歪曲収差をコントロールする代わりに、対物光学系を通過して視野の周辺に結像する光束の少なくとも一部を、例えば視野絞り等の遮光部材によって制限することにより、撮像素子の受光面での照度分布が適正な分布になるように調整することもできる。歪曲収差の発生量がコントロールされた撮像手段の対物光学系によって撮像された管腔状物体の内壁の画像では、視野の中心付近と周辺部での遠近感がとりにくい場合があるが、上記の実施形態によれば、自然な遠近感が得られて、しかも視野周辺にハレーションが発生せず、視野の全域にわたって良好な画像を得ることができるカプセル型内視鏡を構成することができる。また、視野絞りにより周辺光線を遮断し、周辺部の明るさを調整すれば、周辺光量を制御するために複雑なレンズ構成にする必要がなくなり、レンズ加工を容易にすることができる。なお、視野の周辺に結像する光束の少なくとも一部を遮光する遮光部材としては、視野絞りの代わりに、視野周辺の光束の強度を減衰するよう構成したNDフィルタを配置しても同様の効果が得られる。

【0028】

また、本発明のカプセル型内視鏡では、照明手段を工夫することにより視野周辺でのハレーションを防止することが可能である。すなわち、撮像光学系の前方に、視野の中心から周辺まで等距離にある（撮像光学系との距離をある程度離せば、球面状とみなせる）物体に対して照明手段により照明を行った場合、物体面での照度分布が上記条件式(4)を満足するようすれば、撮像光学系の視野周辺の被写体で照度が上昇するのを防ぐことができ、その結果、視野周辺にハレーションが発生せず、視野の全域にわたって良好な明るさの画像を得ることができるカプセル型内視鏡を構成することができる。

【0029】

以下、本発明の実施例について図面を用いて説明する。

【実施例1】

【0030】

図1は本発明の実施例1にかかるカプセル型内視鏡を示す図で、(a)はカプセル型内視鏡の概略構成を示す光軸に沿う断面図、(b)は対物光学系と照明光学系の配置を示す説明図である。

図2は実施例1のカプセル型内視鏡を用いた画像を表示するカプセル型内視鏡システムの構成を示す概念図である。図3は実施例1のカプセル型内視鏡における出射角に対する照明光の強度分布を示すグラフ、図4(a)は実施例1のカプセル型内視鏡における対物光学系の構成を示す光軸に沿う断面図、図4(b)は図4(a)の対物光学系の歪曲収差を表す収差図、図5は均一な面光源を観察した場合における対物光学系の視野角に対する照度特性を示すグラフ、図6は実施例1のカプセル型内視鏡で白色円筒の内壁を撮像した場合における対物光学系の視野角に対する撮像素子面上での照度特性を示すグラフ、図7は実施例

10

20

30

40

50

1で使用している管腔状構造を示す模式図である。

【0031】

また、図8～図10は本発明の比較例である従来の内視鏡で使用されている光学系をカプセル型内視鏡に用いた例を示す図で、図8(a)は従来の内視鏡で使用されている対物光学系の構成を示す光軸に沿う断面図、図8(b)は図8(a)の対物光学系の歪曲収差を表す収差図、図9は均一な面光源を観察した場合における図8の対物レンズの照度特性を示すグラフ、図10は図8の対物光学系を有するカプセル型内視鏡で白色円筒を撮像した場合における撮像素子面上での照度特性を示すグラフである。

【0032】

実施例1のカプセル型内視鏡43では、図1(a)に示すように、最も物体側に樹脂系の透明な材料をプレス成型などにより製造された透明カバー3が配置されている。透明カバー3の内側には、対物光学系1が対物光学系レンズ枠37に固定された状態で配置されている。対物光学系1の周辺には、図1(b)に示すように、対物光学系レンズ枠37を介して照明手段であるチップ型LED2が4個配置されている。対物光学系1の像面位置には、図1(a)に示すように、撮像素子としてのCMOSチップ38が配置され、その背面には、順に、電気基板40と、CMOSやLED等に電気を供給するための2つのボタン型電池39と、取り込んだ画像を図2に示す体外の画像表示システム25に送信するためのアンテナユニット41が配置されている。また、カプセル型内視鏡43の外壁は、透明カバー3と外装カバー42とにより密閉されている。

【0033】

画像表示システム25は、図2に示すように、画像信号の処理を行うことのできるパソコン用コンピュータ24(以下、パソコンと略記)と、画像を表示するモニタ23を有して構成されている。

その他、撮像素子としては、CMOSチップ38の代わりにCCDチップを用いてもよい。

また、照明手段であるチップ型LED2は、4個の配置ではなく、2個、6個、8個というように個数はいくつでもよい。

図1(a)に示すアンテナユニット41から無線等で送信された画像信号は、図2に示すように、患者の体外に設けられたアンテナユニット22で受信され、パソコン24で画像処理された後、モニタ23に画像表示される。

【0034】

対物光学系1は、物体側から順に、平行平板1₁と、物体側が平面で像側が凸面の平凸レンズ1₂と、物体側が平面で像側が凸面の平凸レンズ1₃と、物体側が凸面で像側が平面の平凸レンズ1₄とで構成されている。平凸レンズ1₃の凸面は、非球面形状に形成されている。また、開口絞りSが平行平板1₁と平凸レンズ1₂との間に設けられている。

【0035】

次に、実施例1のカプセル型内視鏡を構成する対物光学系の数値データを示す。

数値データ中、fは焦点距離、FはFナンバー、IHは撮像素子の像高、OBJは物点距離、θは対物光学系の最大像高における画角を示している。

なお、非球面形状Z(y)は、光軸方向をZ、光軸からの高さをyとして、光の進行方向を正としたとき、次式にて表される。

$$Z(y) = \frac{(1/R) \cdot y^2}{1 + \sqrt{1 - (k+1) \cdot (1/R)^2 \cdot y^2}} + A2 \cdot y^2 + A4 \cdot y^4 + \cdots + An \cdot y^n$$

但し、Rはレンズの曲率半径、kは円錐係数、A2は2次の非球面係数、A4は4次の非球面係数、Anはn次の非球面係数である。また、レンズ形状は光軸中心に対して対称形であるため、このように偶数次数にて構成する必要がある。

これらの記号は以下の各実施例において共通である。

$f=1.000$	$F=2.706$	$IH=1.179$	$OBJ=15.000$	$2 = 119.96$	
面番号	曲率	面間隔	屈折率	アッベ数	k
0		15.0000	1		
1		0.5797	1.51633	64.50	
2(絞り)		0.9697	1.72916	54.68	
3	-1.4844	0.1932	1		
4		1.0771	1.56348	60.69	
5(非球面)	-0.7176	0.1932	1		-1.8791
6	3.1282	0.6803	1.51633	64.15	
7		0	1		
8(撮像面)					10

第5面は円錐係数のみの非球面式により形成される非球面である。

【0036】

図3に示す光強度分布で照明された照明光は、図7に示す白色円筒としての筒状構造の側面50で反射され、実施例1の対物光学系1を通過し、撮像素子38の撮像面上に結像する。このとき、円筒内壁を白色光に対して90%の反射率を有するように構成した場合には、外径Dが13mmのカプセルに対する円筒の内径Dは15.6mmである。

なお、実施例1のカプセル型内視鏡では、対物光学系に非球面レンズを使用し、図4(b)に示すように最大像高における歪曲収差の発生量を35%以下にすることにより、視野周辺の光量を制御している。

【0037】

白色円筒の中心軸とカプセルの長手方向の中心軸を一致させた状態で、カプセル型内視鏡の照明手段2から円筒の内壁を照明し、対物光学系1を通して撮像素子38の撮像面上に結像された円筒の内壁からの反射光は、図6に示すような照度分布特性を有している。これを、条件式(1)、(2)に当てはめると、

$$= 60^\circ$$

$$T_1 : T_2 = 1 : 0.65$$

となる。このことから、実施例1のカプセル型内視鏡が、条件式(1)、(2)を満足することがわかる。条件式(1)、(2)を満足する実施例1のカプセル型内視鏡によれば、広い視野範囲をもち、円筒状構造を観察した場合、撮像素子38の撮像面上で良好な明るさ分布が得られ、視野周辺でハレーションが発生するのを防止することができる。

【0038】

上述したように、撮像素子38の撮像面上で撮像された画像信号は、アンテナユニット41を介して送信され、アンテナユニット22で受信され、パソコン24で画像信号が処理された後、モニタ23に画像が表示される。

なお、パソコン24でアンテナユニット41より送信されてきた信号に対して補正等の処理を行うが、本実施例ではモニタの逆特性で補正するのみで、特別な明るさ調整をすることはない。このため、モニタ23に映し出される画像の信号強度分布と、撮像素子38の撮像面上の照度分布は同じ分布形状として表される。そこで、モニタに出力される画像信号の強度を画像中心から周辺まで測定して、画像信号の強度分布を描出することで、撮像面上の照度分布を容易に確認することができる。

【0039】

一方、カプセル内視鏡の大きさ及び照明光学系等が上述の条件と同じで、対物光学系のみ図8(a)に示す従来使用されている対物レンズを使用した比較例の場合は、歪曲収差は図8(b)に示すように、図4(b)と同じ最大像高において強いディストーションをもつことになる。この結果、白色円筒の内壁を観察した場合の撮像素子38の撮像面上での照度特性は、図9に示すように周辺部が明るくなりすぎるため、視野の周辺部においてハレーションが発生しやすくなってしまって、良好な観察画像が得られない。

【0040】

条件式(1)、(2)に当てはめると

10

20

30

40

50

$2 = 60^\circ$

$T_1 : T_2 = 1 : 0.32$

となり、条件式(2)を満足しないことがわかる。条件式(2)を満足しない比較例のカプセル内視鏡では、視野の周辺部においてハレーションが発生しやすい他に画面中心部が暗くなってしまい、円筒状構造を観察した場合、良好な明るさ分布が得られない。

【実施例2】

【0041】

図11～図13は本発明の実施例2にかかるカプセル型内視鏡の説明図で、図11は実施例2のカプセル型内視鏡における対物光学系の構成を示す光軸に沿う断面図、図12は均一な面光源を観察した場合における対物光学系の視野角に対する照度特性を示すグラフ、図13は実施例2のカプセル型内視鏡で白色円筒の内壁を撮像した場合における対物光学系の視野角に対する撮像素子の撮像面上での照度分布特性を示すグラフである。

なお、実施例2では、カプセル型内視鏡の大きさ及び照明光学系等は、上述の実施例1と同じ条件である。対物光学系のみ図11に示されているものを使用しており、実施例1と異なる。

対物光学系1は、物体側から順に、平行平板 1_1 と、物体側が平面で像側が凸面の平凸レンズ 1_2 と、物体側が凸面で像側が平面の平凸レンズ $1_3'$ とで構成されている。また、開口絞り S が平行平板 1_1 と平凸レンズ 1_2 との間に設けられている。さらに、フレア絞り S' が平凸レンズ 1_2 と平凸レンズ $1_3'$ との間に設けられている。

【0042】

次に、実施例2のカプセル型内視鏡を構成する対物光学系の数値データを示す。

数値データ2

$f=1.2331$ 、 $F=4.473$ 、 $IH=1.179$ 、 $OBJ=11.9731$ 、 $2 = 119.96$

面番号	曲率	面間隔	屈折率	アッベ数
0		11.9731	1	
1		0.3862	1.51633	64.15
2(絞り)		0.8690	1.51633	64.15
3	-0.8536	-0.0984	1	
4(フレア絞り)		0.3107	1	1.08
5	2.1841	0.8111	1.51633	64.15
6		0.6571	1	

7(撮像面)

【0043】

図12に示す光強度分布で照明された照明光は、図7に示す白色円筒の内壁50で反射され、実施例2の対物光学系1を通過し、撮像素子38の撮像面上に結像する。なお、実施例2の対物光学系1では、このとき、図11に示すように、第一の凸レンズ 1_2 と第二の凸レンズ $1_3'$ との間に設けられた遮光部材としてのフレア絞り S' を介して周辺光量を遮光し、撮像素子38の撮像面上の明るさ分布をコントロールしている。

【0044】

撮像素子38の撮像面上に結像された反射光は、図12に示すような照度特性を有している。これを、条件式(1)、(2)に当てはめると、

$= 60^\circ$

$T_1 : T_2 = 1 : 0.54$

となる。このことから、実施例2のカプセル型内視鏡が、条件式(1)、(2)を満足することがわかる。条件式(1)、(2)を満足する実施例2のカプセル型内視鏡によれば、広い視野範囲をもち、円筒状構造を観察した場合、視野の周辺部でハレーションが発生するのを防ぐことができ、撮像素子38の撮像面上で円筒の内壁を観察するのに適した明るさ分布が得られる。

【0045】

そして、周辺光線を遮光する遮光部材は、像面付近に配置すると視野周辺の光束を遮光

10

20

30

40

50

する割合が遮光部材の製造誤差や組立て誤差に依存して変化してしまい、画像の周辺で急激に暗くなる「ケラレ」と呼ばれる現象が目立つ可能性がある。そのため、実施例 2 のカプセル型内視鏡では、遮光部材を対物光学系の射出瞳の近傍に配置している。

また、実施例 2 のカプセル型内視鏡では、遮光部材として、フレア絞り S' を用いたが、間隔管等のメカ枠での周辺光量の遮光手段や、レンズ周辺部における面取り及び黒インクを利用した周辺光量の遮光手段でも同様の効果が得られる。また、視野周辺の光束の強度を減衰するように構成した ND フィルタを配置しても同様の効果が得られる

また、実施例 2 の対物光学系 1 では、第一の凸レンズ 1_2 と第二の凸レンズ 1_3 ' は、いずれも球面レンズを用いた構成となっているが、第一の凸レンズ 1_2 または第二の凸レンズ 1_3 ' のいずれかに非球面レンズを使用してもかまわない。また、レンズ構成として、凸レンズを二枚用いて構成したが、非球面レンズ一枚で構成しても構わない。10

【実施例 3】

【0046】

図 14 ~ 図 18 は本発明の実施例 3 にかかるカプセル型内視鏡の説明図で、図 14 は実施例 3 のカプセル型内視鏡の概略構成を示す光軸に沿う断面図、図 15 は実施例 3 のカプセル型内視鏡における照明手段の光出射角に対する照明光の強度分布を示すグラフ、図 16 は実施例 3 のカプセル型内視鏡に用いることができる対物光学系の構成例を示す光軸に沿う断面図、図 17 は実施例 3 のカプセル型内視鏡で白色円筒の内壁を撮像した場合における対物光学系の視野角に対する撮像素子面上での照度分布特性を示すグラフ、図 18 は実施例 3 のカプセル型内視鏡で白色円筒の内壁を撮像した場合における対物光学系 1 の最も物体側の面から 50 mm 前方に置かれた球面状物体の物体面上での照度分布特性を示すグラフである。20

【0047】

実施例 3 のカプセル内視鏡は、図 14 に示すように、カプセル型内視鏡に備えられた照明手段 2 の中心軸が、対物光学系 1 の光軸に対し、ある角度をもって傾いている。

このように、照明手段 2 の中心軸を、対物光学系 1 の光軸に対して傾けることにより、対物光学系の前方に例えば 50 mm 程度離して配置した球面状物体に対して照明したときの物体面上での照度分布を条件式(4)を満たすように調整することが可能となる。これにより、上記のような球面状物体を撮像したときに、撮像素子の撮像面上での照度分布が視野の周辺に行くほど高くなるという広視野角の対物光学系の収差特性に起因する現象を補正することができるので、円筒の内壁を撮像した場合における撮像素子面上での照度分布特性をも制御することが可能となる。このように照明手段を工夫することにより制御された、対物光学系の視野角に対する撮像素子の撮像面での照度分布は、対物光学系側に工夫を施した場合に得られる図 19 の Type B, Type C に示される照度分布と同等の分布形状とすることができます。30

【0048】

また、上に示した照明手段の工夫と対物光学系側の工夫を合わせて実施してもかまわない。

本実施例の対物光学系 1 は、物体側から順に、物体側が平面で像側が凸面の平凸レンズ 1_1 ' と、物体側が凸面で像側が平面の平凸レンズ 1_2 ' と、平行平板 1_3 " とで構成されている。40

次に、実施例 3 のカプセル型内視鏡を構成する対物光学系の数値データを示す。

数値データ 3

$$f=1.558, F=3.829, IH=1.179, OBJ=14.339, 2 = 100.19$$

面番号	曲率	面間隔	屈折率	アッペ数
0		14.3390	1	
1		1.0156	1.88300	40.76
2	-2.3916	0.4570	1	
3	2.6938	1.2694	1.88300	40.76
4		1.0156	1.61090	50.20

5(撮像面)

【0049】

図15の光強度分布で照明された照明光は、図7の白色円筒の内壁50に反射され、実施例3の対物光学系1を通過し、撮像素子38の撮像面に結像する。

このとき、照明手段2の中心軸は対物光学系1の光軸に対して25°程度傾けて設置されており、対物光学系1の最も物体側の面から50mm前方に置かれた球面状物体の物体面上での照度分布は概ね図18に示される形状となり、条件式(4)を満足していることがわかる。

撮像素子38の撮像面上に結像された反射光は、図17に示すような照度特性を有している。これを、条件式(1)、(2)に当てはめると、

$$= 50.1$$

$$T_1 : T_2 = 1 : 0.51$$

となる。このことから、実施例3のカプセル型内視鏡が、条件式(1)、(2)、(4)を満足することがわかる。本実施例のカプセル型内視鏡によれば、広い視野範囲をもち、円筒状構造を観察した場合、視野の周辺部でハレーションが発生するのを防ぐことができ、撮像素子38の撮像面上で円筒の内壁を観察するのに適した明るさ分布が得られる。

【0050】

なお、実施例3のカプセル型内視鏡では、照明手段の工夫として、照明手段の中心軸を対物光学系の光軸に対して傾けるようにしているが、照明手段の直後に配光を制御する光学素子を設置し、照明光の配光分布を制御するようにしても同様の効果が得られる。

また、照明手段の直後に遮光部材や照明光の強度を減衰する部材を設け、照明手段から発せられる照明光の一部分を遮光したり減光したりすることで、照明光の配光分布を制御するようにしても構わない。

また、光源として狭角な配光分布をもつLEDを複数個使用して、対物光学系とLEDの中心軸のなす角度を個別に調整することで、照明光の配光分布を制御してもかまわない。

さらに、上述した各実施例のカプセル型内視鏡の構成要素を部分的に組み合わせて構成してもよい。このようなカプセル型内視鏡も本発明のカプセル型内視鏡に属することはいうまでもない。

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図1】本発明の実施例1にかかるカプセル型内視鏡を示す図で、(a)はカプセル型内視鏡の概略構成を示す光軸に沿う断面図、(b)は対物光学系と照明光学系の配置を示す説明図である。

【図2】実施例1のカプセル型内視鏡を用いた画像を表示するカプセル型内視鏡システムの構成を示す概念図である。

【図3】実施例1のカプセル型内視鏡における出射角に対する照明光の強度分布を示すグラフである。

【図4】(a)は実施例1のカプセル型内視鏡における対物光学系の構成を示す光軸に沿う断面図、(b)は(a)の対物光学系の歪曲収差を表す収差図である。

【図5】均一な面光源を観察した場合における対物光学系の視野角に対する照度特性を示すグラフである。

【図6】実施例1のカプセル型内視鏡で白色円筒の内壁を撮像した場合における対物光学系の視野角に対する撮像素子面上での照度特性を示すグラフである。

【図7】実施例1で使用している管腔状構造を示す模式図である。

【図8】(a)は従来の内視鏡で使用されている対物光学系の構成を示す光軸に沿う断面図、(b)は(a)の対物光学系の歪曲収差を表す収差図である。

【図9】均一な面光源を観察した場合における図8の対物光学系の照度特性を示すグラフである。

【図10】図8の対物光学系をカプセル型内視鏡に用いて、白色円筒の内壁を撮像した場

10

20

30

40

50

合における撮像素子の撮像面上での照度特性を示すグラフである。

【図11】図11は実施例2のカプセル型内視鏡における対物光学系の構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図12】均一な面光源を観察した場合における対物光学系の視野角に対する照度特性を示すグラフである。

【図13】実施例2のカプセル型内視鏡で白色円筒の内壁を撮像した場合における対物光学系の視野角に対する撮像素子の撮像面上での照度特性を示すグラフである。

【図14】実施例3のカプセル型内視鏡の概略構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図15】実施例3のカプセル型内視鏡における照明手段の光出射角に対する照明光の強度分布を示すグラフである。

【図16】実施例3のカプセル型内視鏡における対物光学系の構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図17】実施例3のカプセル型内視鏡で白色円筒の内壁を撮像した場合における対物光学系の視野角に対する撮像素子の撮像面上での照度分布特性を示すグラフである。

【図18】実施例3のカプセル型内視鏡で白色円筒の内壁を撮像した場合における対物光学系1の最も物体側の面から50mm前方に置かれた球面状物体の物体面上での照度分布特性を示すグラフである。

【図19】対物光学系の視野角に対する上記白色円筒を撮像したときの撮像面上の照度比を概念的に示すグラフである。

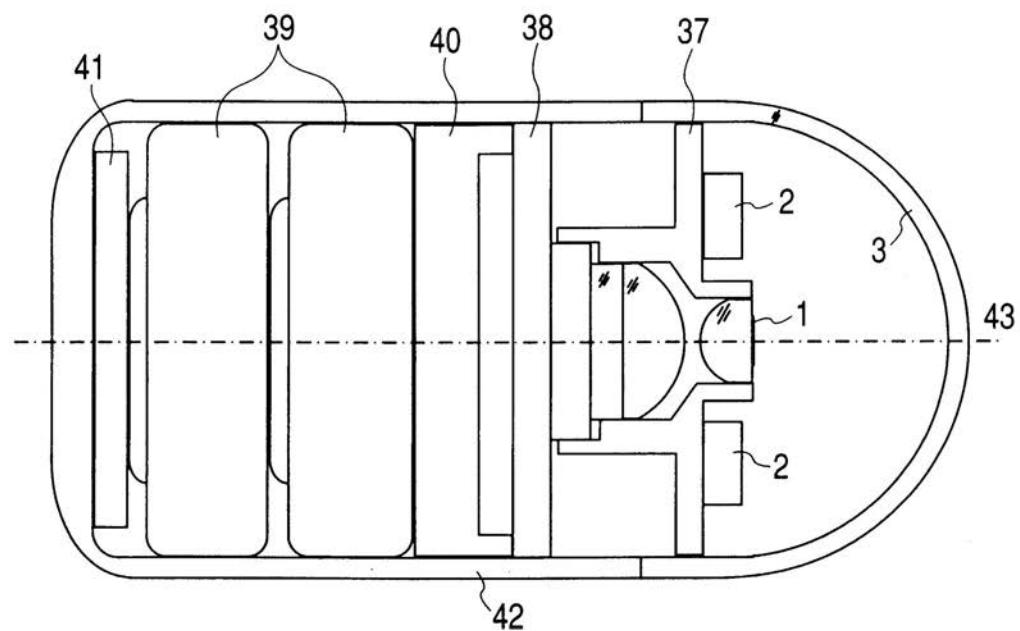
【符号の説明】

【0061】

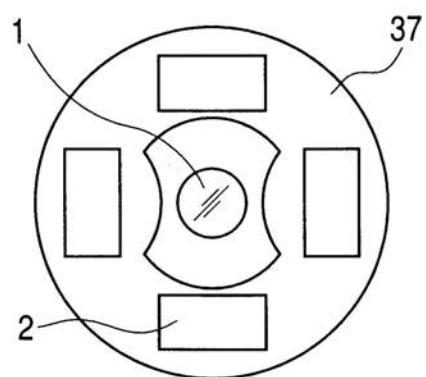
1	対物光学系	
1 ₁ 、1 ₃ "	平行平板	
1 ₂ 、1 ₃	物体側が平面で像側が凸面の平凸レンズ	
1 ₃ '、1 ₄	物体側が凸面で像側が平面の平凸レンズ	
2	照明手段	
3	透明カバー	
2 ₁	小腸	
2 ₂	アンテナユニット	
2 ₃	モニタ	30
2 ₄	パソコンコンピュータ	
2 ₅	画像表示システム	
3 ₇	対物光学系レンズ枠	
3 ₈	C M O Sチップ	
3 ₉	ボタン型電池	
4 ₀	電気基板	
4 ₁	アンテナユニット。	
4 ₂	外装カバー	
4 ₃	対物光学系の光軸。	
4 ₄	カプセル内視鏡本体	40
4 ₅	照明手段2の中心軸	
5 ₀	円筒の側面	
S	開口絞り	
S'	フレア絞り	

【図1】

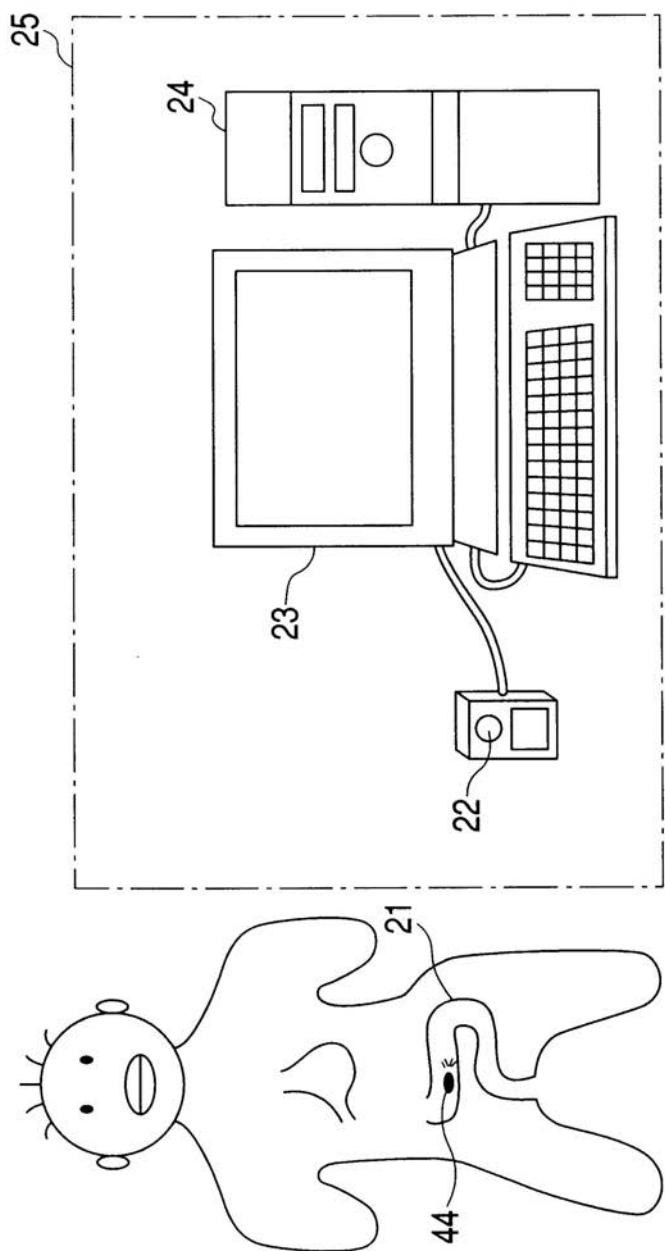
(a)



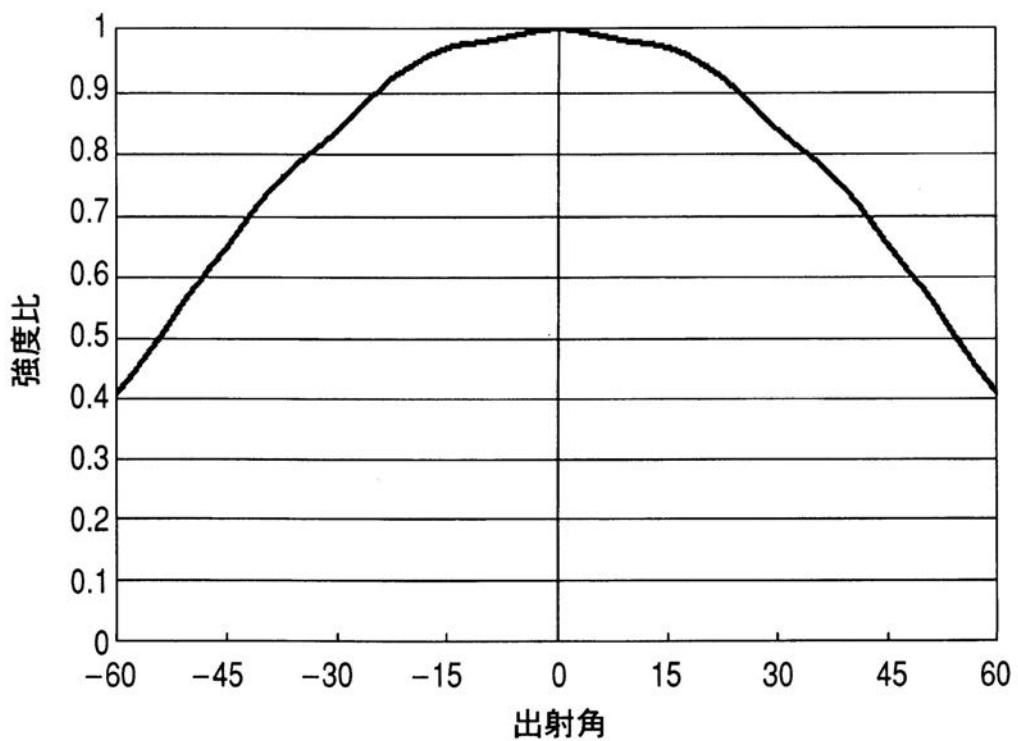
(b)



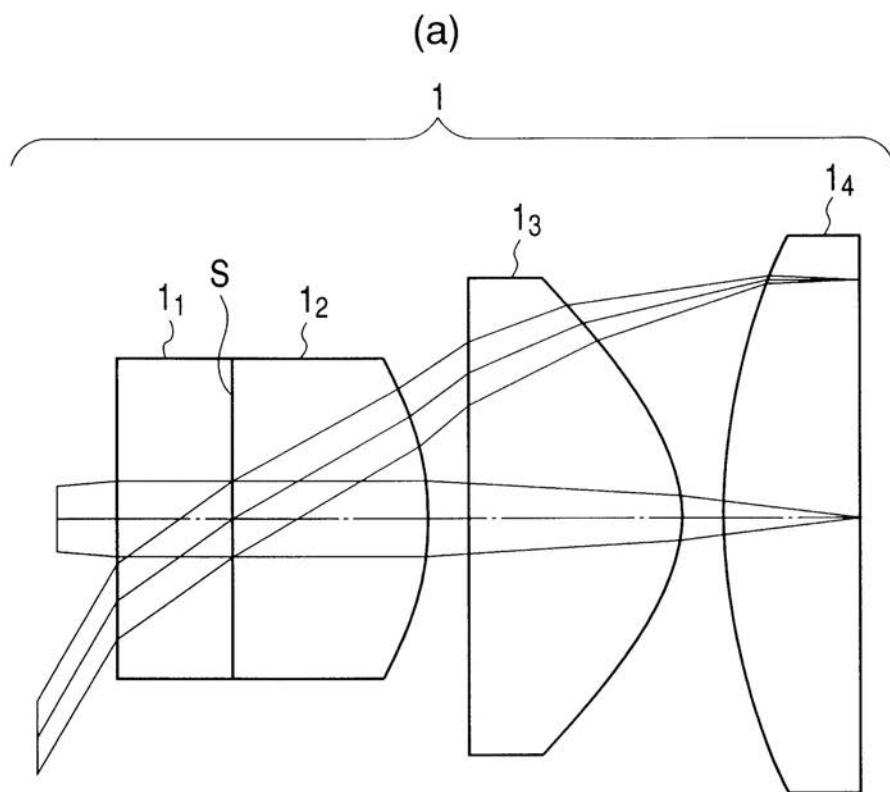
【図2】



【図3】



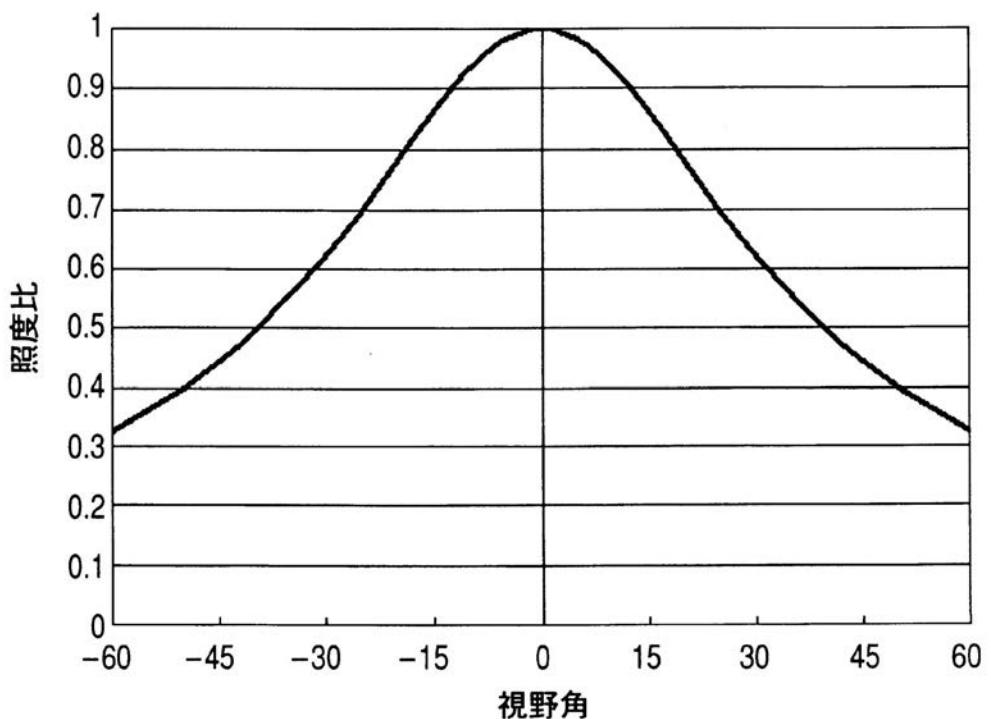
【図4】



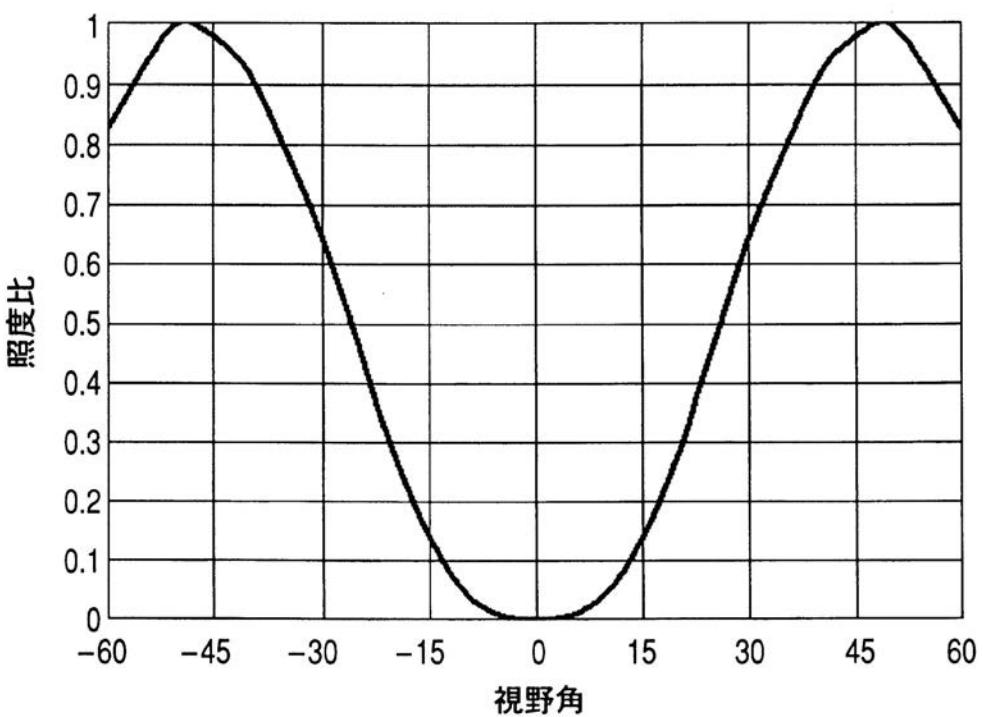
(b)



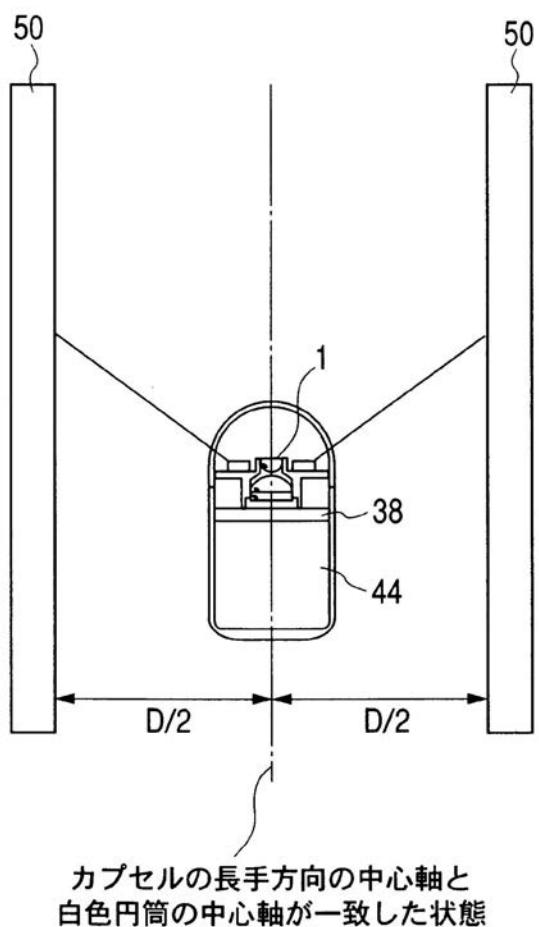
【図5】



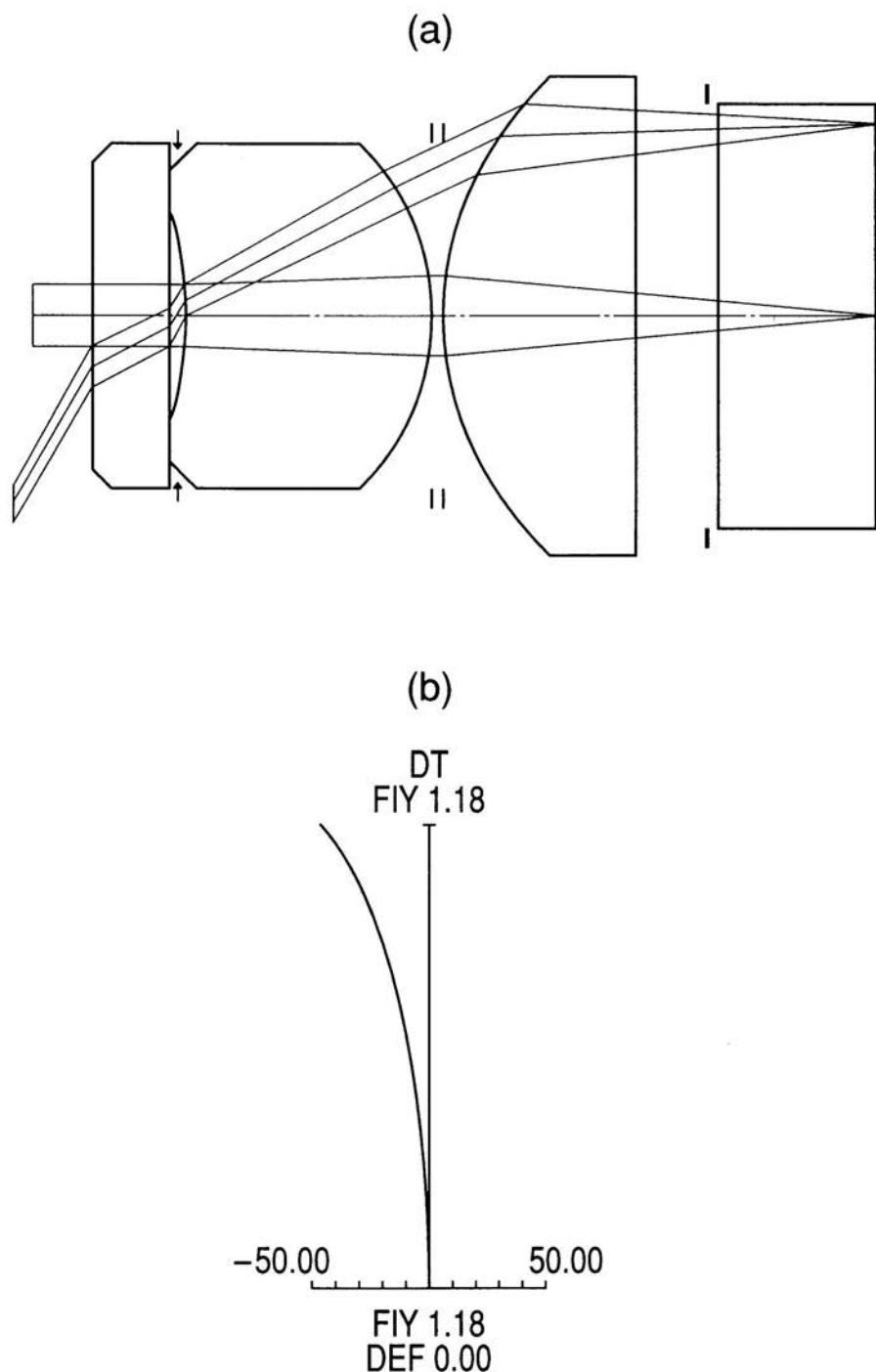
【図6】



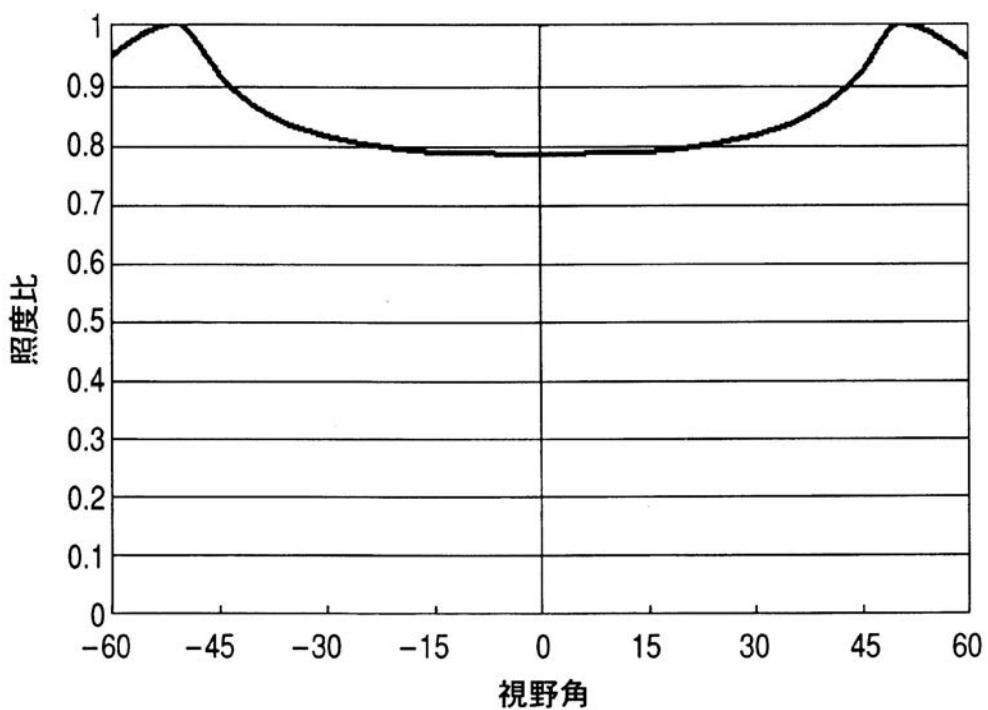
【図7】



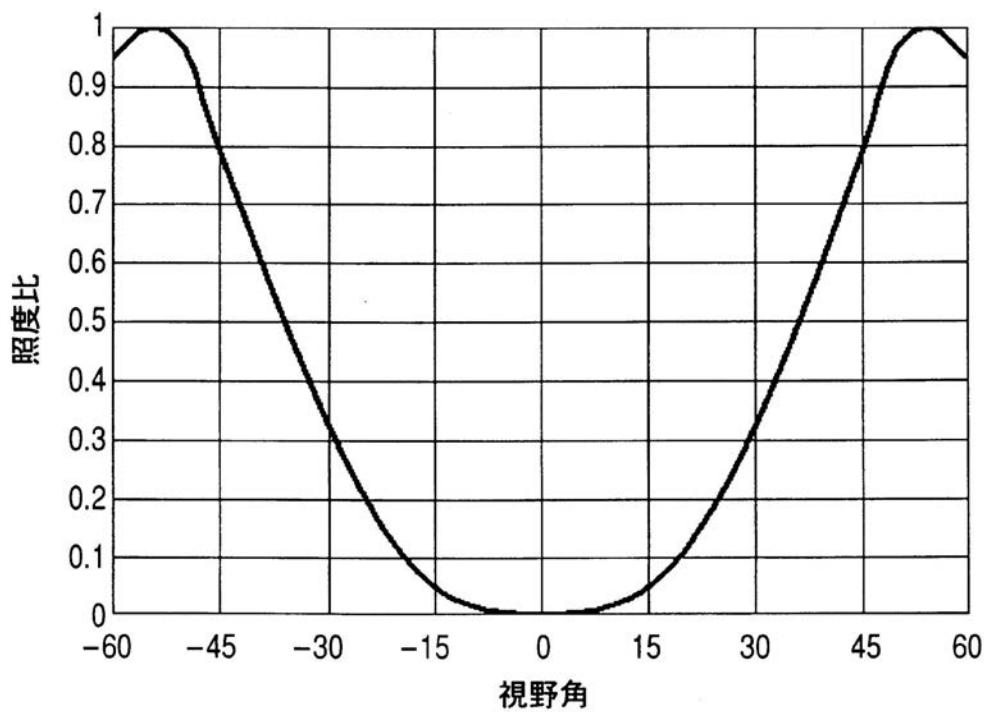
【図8】



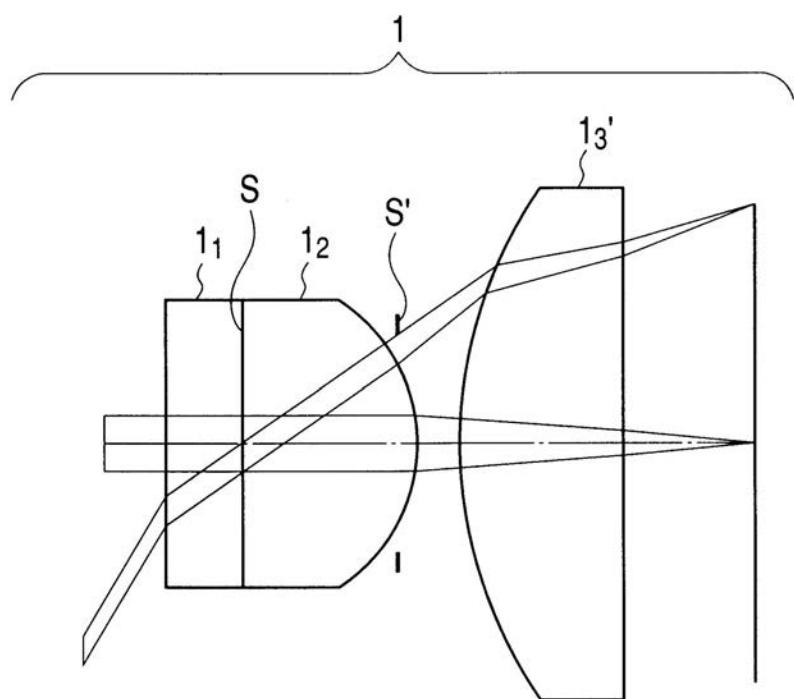
【図9】



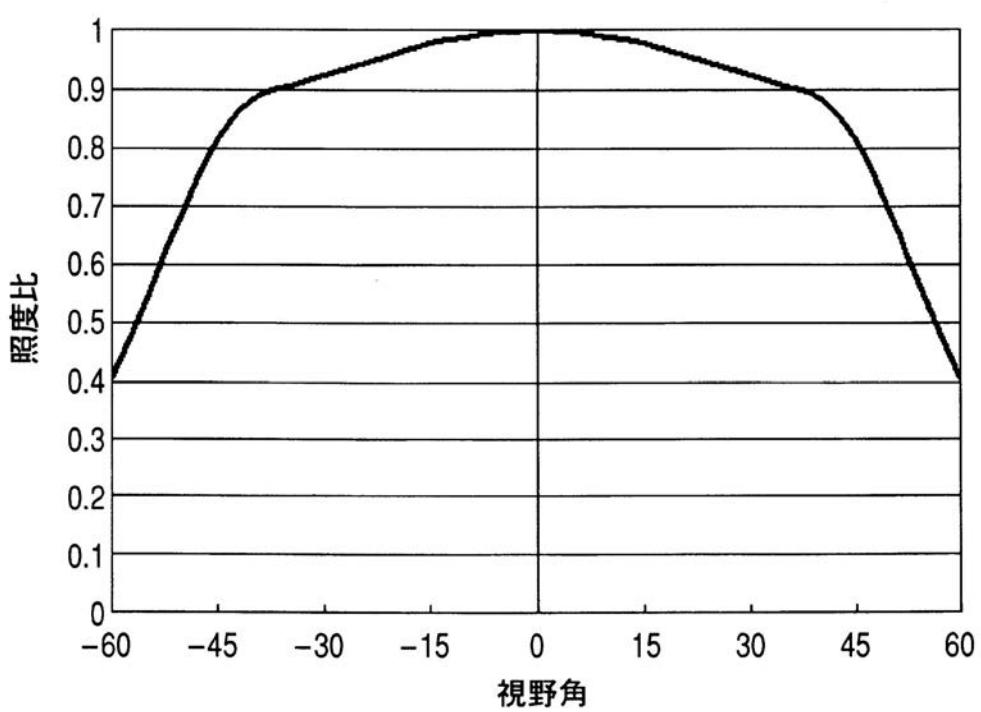
【図10】



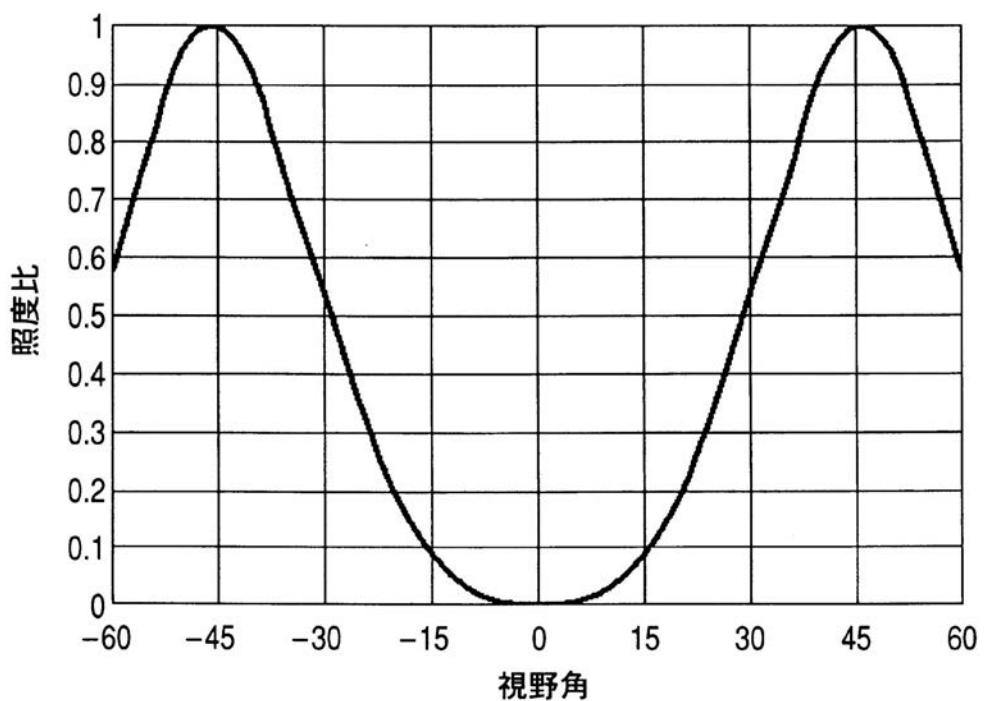
【図11】



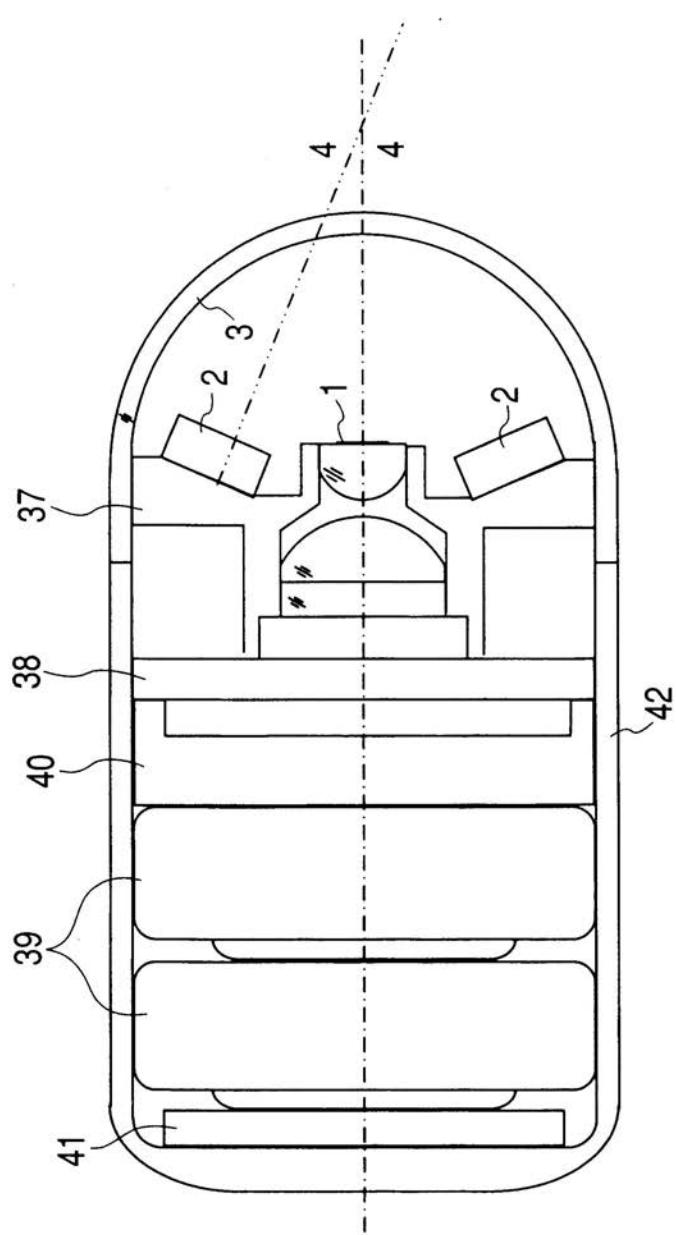
【図12】



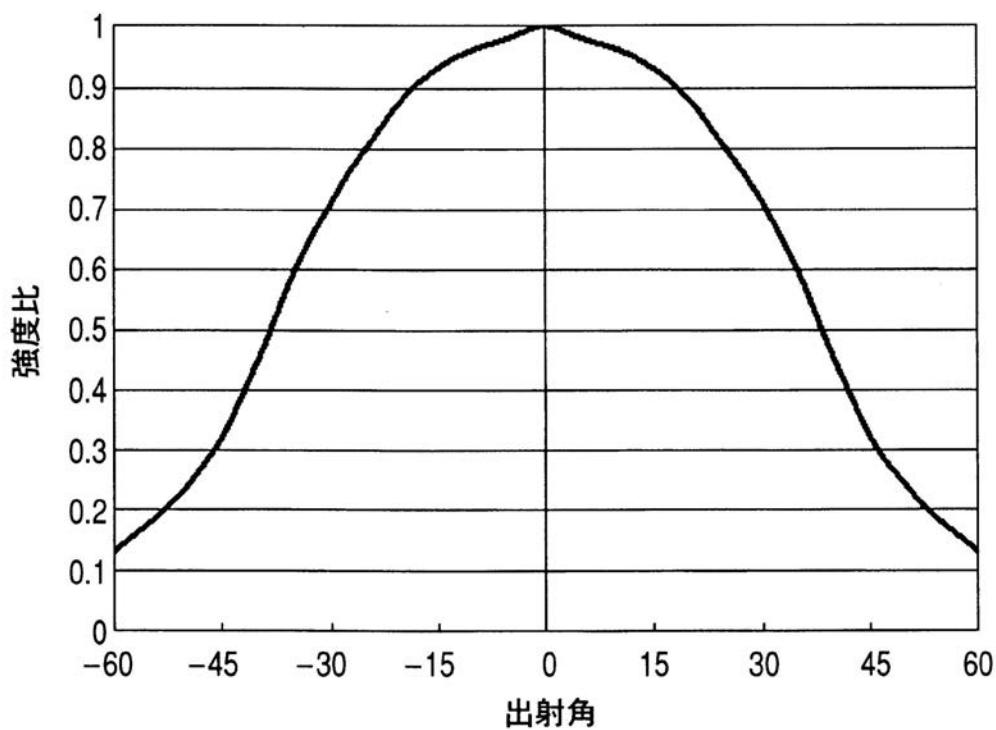
【図13】



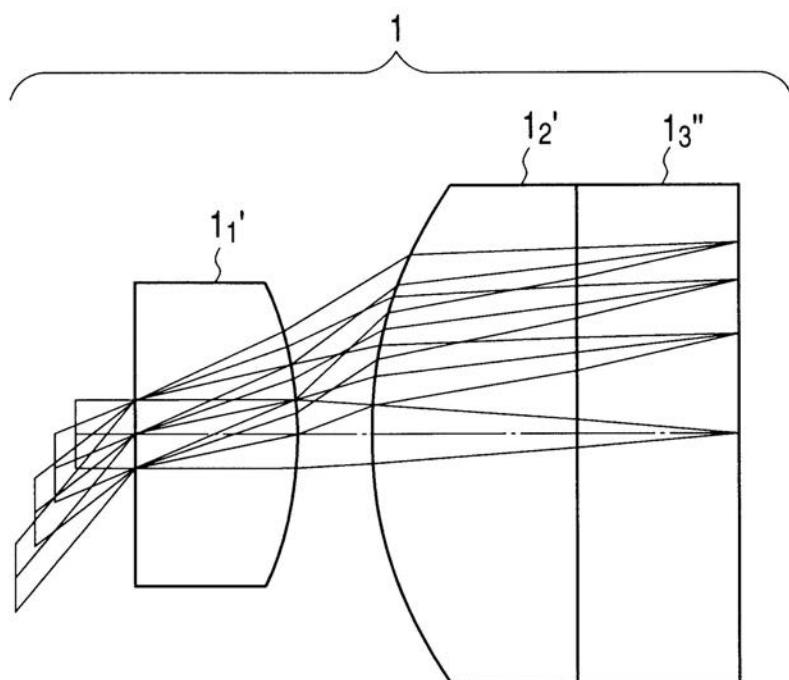
【図14】



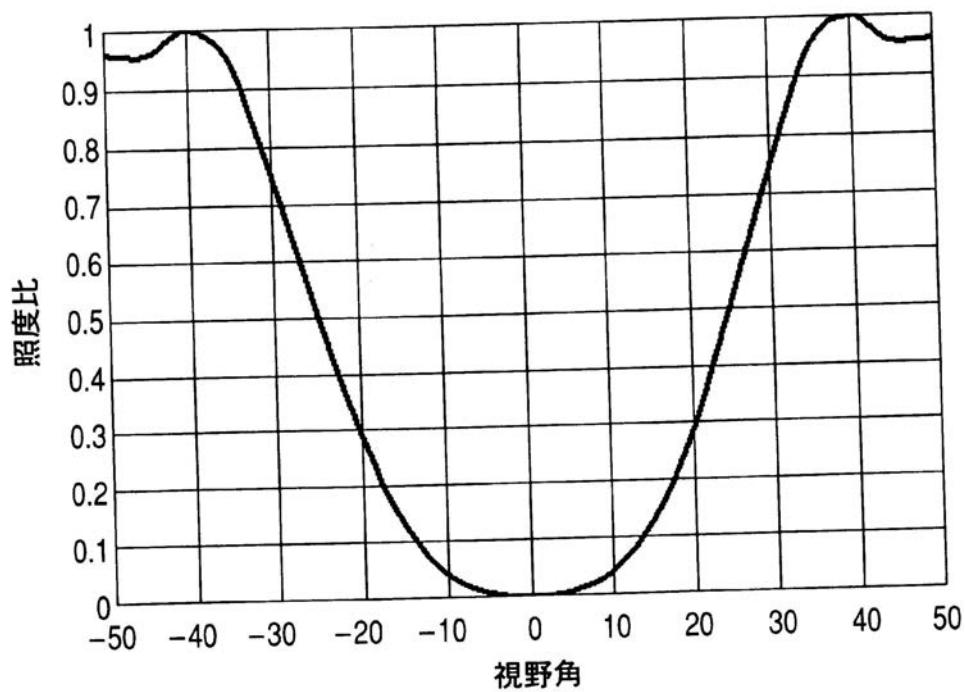
【図15】



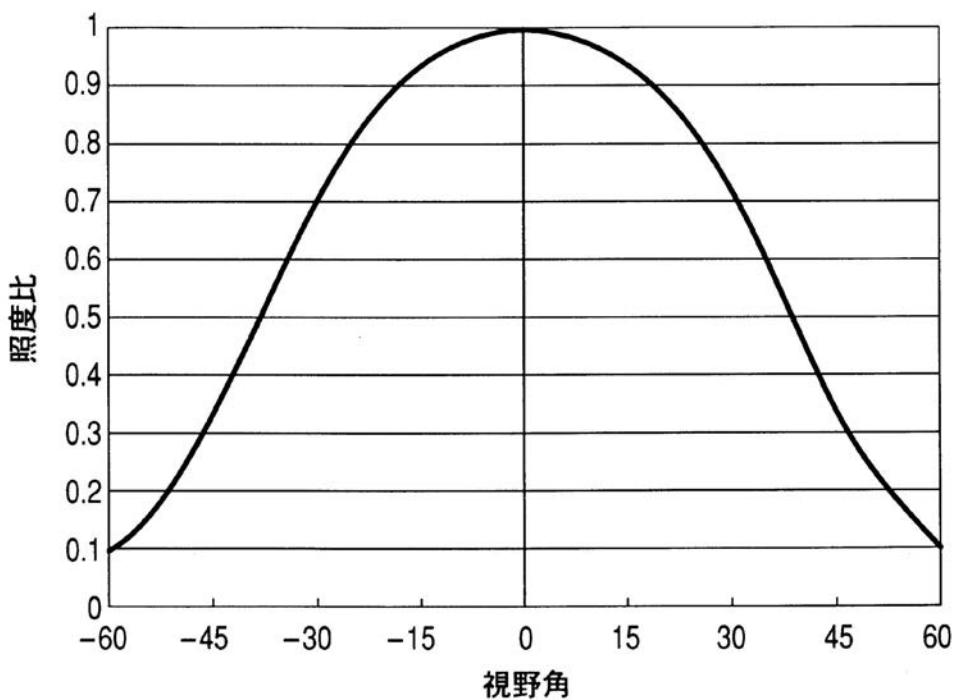
【図16】



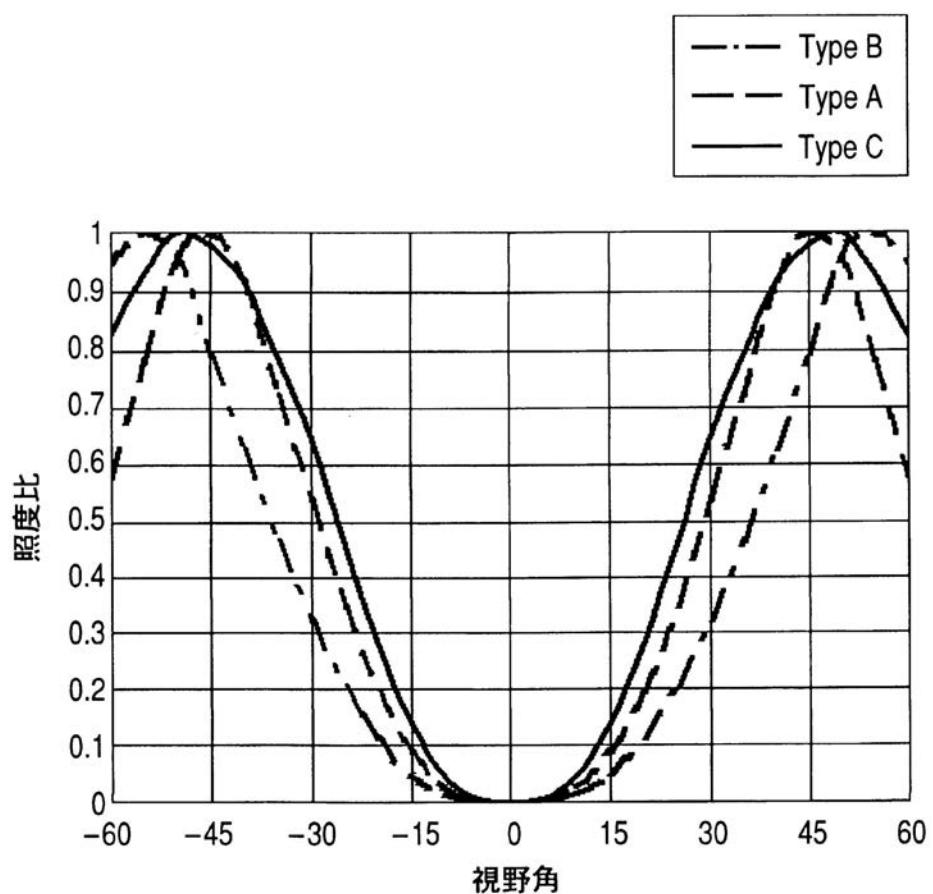
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 2 B 23/26 (2006.01)

G 0 2 B 23/24
G 0 2 B 23/26

C
C

合議体

審判長 岡田 孝博

審判官 福田 聰

審判官 橋口 信宏

(56)参考文献 特開2003-325441 (JP, A)

特開平10-288742 (JP, A)

特開平05-119272 (JP, A)

特開2001-059942 (JP, A)

特開平06-313851 (JP, A)

特開2003-260025 (JP, A)

特開平07-275192 (JP, A)

特開平11-253398 (JP, A)

特開平09-080324 (JP, A)

特開2002-159445 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 6 1 B 1 / 0 0

G 0 2 B 2 3 / 2 4

专利名称(译)	胶囊内窥镜		
公开(公告)号	JP5178991B2	公开(公告)日	2013-04-10
申请号	JP2004247853	申请日	2004-08-27
[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	松澤洋彥		
发明人	松澤 洋彥		
IPC分类号	A61B1/00 A61B5/07 G02B13/00 G02B13/18 G02B23/24 G02B23/26		
CPC分类号	A61B1/041		
FI分类号	A61B1/00.300.Y A61B1/00.320.B A61B5/07 G02B13/00 G02B13/18 G02B23/24.C G02B23/26.C A61B1/00.C A61B1/00.610 A61B1/00.731 A61B1/07.733		
F-TERM分类号	2H040/BA01 2H040/CA12 2H040/CA22 2H040/DA55 2H040/GA02 2H087/KA10 2H087/LA01 2H087/PA02 2H087/PA03 2H087/PA17 2H087/PA18 2H087/PB02 2H087/PB03 2H087/PB04 2H087/QA13 2H087/QA21 2H087/QA25 2H087/QA33 2H087/QA41 2H087/QA45 2H087/RA04 2H087/RA13 2H087/RA32 2H087/RA37 4C038/CC03 4C038/CC05 4C061/CC06 4C061/FF47 4C061/NN01 4C161/CC06 4C161/DD07 4C161/FF14 4C161/FF47 4C161/NN01		
其他公开文献	JP2006061438A JP2006061438A5		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种胶囊内窥镜，其能够在观察和检查诸如小肠的圆柱形结构的一部分时获得优异的亮度分布。解决方案：提供照明装置2，成像装置，照明装置2和覆盖成像装置的透明盖3。成像装置包括物镜光学系统1和成像装置38。物镜光学系统1满足条件表达式(1)。当观察该条件(3)白色圆柱状的反射率的80%，以满足摄像装置38的状态下的中心轴线重合的光轴和的白色圆柱状光学系统的80%构成成像装置的反射成像镜头的成像表面上的照度满足条件表达式(2)。 $2\omega \geq 100^\circ$ (1)
 $T_1 \times 0.5 \leq T_2$ (2) $D \geq 3 \times \Phi$ (3) 然而，该角度 ω 是物镜光学系统1的最大图像高度， T_1 是在视野范围内的最大发光强度， T_2 是在 ω 的成像装置的成像表面上的物镜光学系统的角度 $1/2 \times \omega$ 照度， d 是白色圆柱直径， $|\Phi|$ 是胶囊型内窥镜的外径。点域1

