

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4054094号  
(P4054094)

(45) 発行日 平成20年2月27日 (2008. 2. 27)

(24) 登録日 平成19年12月14日 (2007. 12. 14)

(51) Int. Cl.

F 1

G O 2 B 23/24 (2006. 01)

G O 2 B 23/24 B

A 6 1 B 1/04 (2006. 01)

A 6 1 B 1/04 3 7 2

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

G O 2 B 23/26 C

G O 2 B 9/00 (2006. 01)

G O 2 B 9/00

請求項の数 21 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願平9-300430  
 (22) 出願日 平成9年10月31日 (1997. 10. 31)  
 (65) 公開番号 特開平10-239594  
 (43) 公開日 平成10年9月11日 (1998. 9. 11)  
 審査請求日 平成16年4月19日 (2004. 4. 19)  
 (31) 優先権主張番号 特願平8-350512  
 (32) 優先日 平成8年12月27日 (1996. 12. 27)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(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  
 (72) 発明者 中村 信一  
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ  
 リンパス光学工業株式会社内

審査官 安久 司郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子内視鏡

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

最大像高に向かう主光線を光軸に対して外向きに傾斜させる対物レンズ系と、多数の画素が配列されて構成された受光面を有し該受光面の中心部から離れる程該受光面に垂直に入射する光束よりも光軸に対して外向きに傾斜して該受光面に入射する光束に対して大きな出力を発生させる固体撮像素子と、が備えられていることを特徴とする電子内視鏡。

【請求項 2】

最大像高に向かう主光線を光軸に対して外向きに傾斜させる複数の対物レンズ系と、多数の画素が配列されて構成された受光面を有し前記複数の対物レンズ系により形成された像を1つの受光面で受けるように構成された固体撮像素子とを備え、該固体撮像素子をその受光面上に結像する前記各対物レンズ系の像の中心部から離れた部分程、該受光面に垂直に入射する光束よりも光軸に対して外向きに傾斜して該受光面に入射する光束に対して大きな出力を発生させ得るようにしたことを特徴とする電子内視鏡。

【請求項 3】

対物レンズ系と、該対物レンズ系の視野の中心よりもその周辺部の照度が低くなるような配向特性を備えた照明光学系と、受光面に一様な強度の光が入射したとき中心部よりもその周辺部の画素の方が大きな出力を発生させる固体撮像素子と、が備えられていることを特徴とする電子内視鏡。

【請求項 4】

上記対物レンズ系の画角は100°以上であることを特徴とする請求項1に記載の電子

内視鏡。

【請求項 5】

上記対物レンズ系を構成する各レンズ成分の口径の最大値は上記固体撮像素子の短辺の長さよりも小さくなるようにしたことを特徴とする請求項 1 に記載の電子内視鏡。

【請求項 6】

上記対物レンズ系の最大像高に向かう光束に対する開口効率が 1 より小さくなっていることを特徴とする請求項 1 に記載の電子内視鏡。

【請求項 7】

上記対物レンズ系は 3 枚以下のレンズからなることを特徴とする請求項 1 に記載の電子内視鏡。

【請求項 8】

上記対物レンズ系の前端から上記固体撮像素子の受光面に至るまでの光路中に反射プリズムが配置され、上記固体撮像素子は内視鏡挿入部の長手方向に水平に配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の電子内視鏡。

【請求項 9】

上記反射プリズムの入射面，射出面，反射面のうち少なくとも 1 つが光学パワーを備えていることを特徴とする請求項 8 に記載の電子内視鏡。

【請求項 10】

上記反射プリズムの入射面又は射出面に光学パワーを備えた光学素子が接合されていることを特徴する請求項 8 に記載の電子内視鏡。

【請求項 11】

先端部が対物レンズ系の入射窓の近傍を最高点とする山形に形成され、照明系がその対物レンズ系の入射窓の周りに少なくとも 2 つの射出窓を有しており、各射出窓の内側にライトガイドファイバ束が上記対物レンズ系に沿って凸状に湾曲して配設されていることを特徴とする請求項 1 に記載の電子内視鏡。

【請求項 12】

上記対物レンズ系は偏心したレンズを含み、上記固体撮像素子は受光面の中央部においてその受光面に垂直に入射する光束よりも受光面に対して傾斜して入射する光束に対して大きな出力を生じるように構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の電子内視鏡。

【請求項 13】

上記固体撮像素子は各画素の光の入射側に各々集光部材を備えており、これら集光部材の集光能力が上記固体撮像素子に投影される物体像の中央部から周辺部にいくに従って徐々に大きくなるようにしたことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れかに記載の電子内視鏡。

【請求項 14】

上記固体撮像素子は各画素の光の入射側に各々マイクロレンズを備えており、これらマイクロレンズの光軸と各画素の中心との変位がその固体撮像素子に投影される物体像の中央部から周辺部にいくに従って徐々に大きくなるようにしたことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れかに記載の電子内視鏡。

【請求項 15】

上記固体撮像素子は各画素の光の入射側に各々マイクロレンズを備えており、これらマイクロレンズの口径がその固体撮像素子に投影される物体像の中央部から周辺部にいくに従って徐々に大きくなるようにしたことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れかに記載の電子内視鏡。

【請求項 16】

上記固体撮像素子は各画素の光の入射側に各々マイクロレンズを備えており、これらマイクロレンズの光軸と各画素の中心とが固体撮像素子に投影される物体像の中央部において変位しており、この変位は固体撮像素子の一方の側へ行くほど大きく他方へ行く程小さくなっていることを特徴とする請求項 1 2 に記載の電子内視鏡。

10

20

30

40

50

## 【請求項 17】

上記対物レンズ系は屈折力を有するレンズが3枚以下あるいは3群以下であって、次の条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載の電子内視鏡。

$$1.5 < L / f < 4$$

$L$  : 射出瞳位置から像面までの空気換算長

$f$  : 焦点距離

## 【請求項 18】

次の条件式を満足することを特徴とする請求項17に記載の電子内視鏡。

$$L / f < 1.5$$

$L$  : 射出瞳位置から明るさ絞りまでの空気換算長

$f$  : 焦点距離

10

## 【請求項 19】

上記対物レンズ系は物体側から順に第1レンズと第2レンズと第3レンズ群とからなり、第3レンズ群は接合レンズであって、その接合面は像側に凸であることを特徴とする請求項1に記載の電子内視鏡。

## 【請求項 20】

CCDカバーガラスにレンズ又は平行平板が接着されていて、次の条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載の電子内視鏡。

$$/2 < 1.2 \times IH$$

: CCDカバーガラスに接着したレンズまたは平行平板の外径

$IH$  : 最大像高

20

## 【請求項 21】

対物レンズ系と、該対物レンズ系により形成された像を受光面で受けるように構成された固体撮像素子と、を含む電子内視鏡において、前記固体撮像素子は複数の感光体が配列されてなり、前記対物レンズ系の光軸上に配置された感光体を中心に、周辺部に配置された感光体ほど感度が高いことを特徴とする電子内視鏡。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、歪曲収差の補正対策、及びシェーディングの防止対策がなされた電子内視鏡に関する。

30

## 【0002】

## 【従来の技術】

近年、細長い挿入部を狭い管腔や体腔内に挿入して臓器を観察する内視鏡が広く普及している。なかでも、内視鏡の先端部や接眼部にCCD等の固体撮像素子を配設しモニタを通して観察することができる電子内視鏡が、よく用いられている。

## 【0003】

ところで、最近、CCDの受光面に配列される画素の増加に伴い画素の小型化が進んだために、電子内視鏡の対物レンズ系を通った軸外主光線が本来入射すべき画素とは異なった画素に入射してしまい、正しい色が再現されなくなるという問題が発生している。これを色シェーディングという。

40

図25は従来のCCDにおける感光体とマイクロレンズとの位置関係を示す図である。この図において、 $P_1$ 、 $P_2$ は何れも射出瞳OからCCDに向かう主光線を示しているが、主光線 $P_1$ が光軸付近に位置するCCDの感光体に入射する場合と、主光線 $P_2$ が光軸から離れた位置にあるCCDの感光体に入射する場合について考えてみる。

主光線 $P_1$ はマイクロレンズ $A_m$ を経てこれに対応する位置にある感光体 $B_m$ に入射する。しかし、主光線 $P_2$ はマイクロレンズ $A_n$ を通過した後これに対応する位置にある感光体 $B_n$ には入射しない。このように、光軸から離れた位置にあるCCDの感光体 $B_n$ では、周辺光束がけられてしまって形成される画像が暗くなる現象が生じることがある。これを輝度シェーディングという。

50

以下、単にシェーディングという場合は、色シェーディング及び輝度シェーディングの双方を示すものとする。

【 0 0 0 4 】

電子内視鏡において、このようなシェーディングが発生する原因としては、対物レンズ系を通過した光線のうち、ＣＣＤの感光体に対して斜めに入射する光線が生じてしまうことが挙げられる。

そこで、この問題を解決するため、例えば、対物レンズ系とＣＣＤとの間にフィールドレンズを配置して、前記対物レンズ系からの射出光線がＣＣＤにほぼ垂直に入射し得るようにした装置が特開平 1 - 2 1 8 2 8 6 号公報において提案されている。

【 0 0 0 5 】

又、一般に内視鏡に用いられる対物レンズ系は、広い領域の観察が可能なように大きな画角を有しているため、歪曲収差の発生が顕著である。

そこで、歪曲収差を良好に補正するための対物レンズ系として提案されたのが、特開昭 6 1 - 3 5 4 1 4 号公報に開示されている内視鏡対物レンズである。この内視鏡対物レンズは、４群のレンズ成分からなり、特に最も像側に位置するレンズ群にメニスカスレンズが含まれていることを特徴とする。

【 0 0 0 6 】

ところで、この対物レンズにはメニスカスレンズが含まれている分だけ対物レンズの全長が長くなっている。そこで、前記メニスカスレンズを省略することができれば、レンズ系の全長を短縮することができる。図 2 6 は、このような目的のために３群のレンズ成分により構成された対物レンズ系を示している。しかしながら、ここに示された対物レンズ系では、シェーディングの発生を防止する目的で射出光をＣＣＤに垂直に入射させるためには、どうしても後群のレンズ口径を大きくしなければならないという不都合が生じる。

【 0 0 0 7 】

しかしながら、内視鏡においては、特に医療に用いられる場合には、挿入時の患者の苦痛低減や挿入性を向上させるために、可能な限り挿入部の細径化、及び対物レンズ系等が配置される先端硬質部長の短縮化がなされることが好ましい。内視鏡に用いられる対物レンズ系としては、できるだけレンズ口径が小さく全長の短いものが適している。

この目的を達成するために提案された対物レンズ系としては、特開平 5 - 1 0 7 4 7 0 号公報に開示されたものがある。この対物レンズ系は、レンズ 3 枚により構成しフィールドレンズを省略することにより、口径及び全長を小さくすると共に諸収差を良好に補正したものである。

【 0 0 0 8 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前記特開昭 6 1 - 3 5 4 1 4 号公報に開示された内視鏡対物レンズでは、歪曲収差を補正することは可能であるが、この対物レンズから射出される全ての光束をＣＣＤに対して垂直に入射させることはできず、シェーディングが発生してしまう。

又、前記特開平 5 - 1 0 7 4 7 0 号公報に開示された内視鏡対物レンズでも、同様の理由でシェーディングの発生を防止することはできない。

【 0 0 0 9 】

一方、最近では、例えば特開平 5 - 3 4 6 5 5 6 号公報に開示されたＣＣＤのように、各感光体に対応させて設けられるマイクロレンズを、各感光体の位置に比べ光軸よりに配置することによって、シェーディングの発生を防止したＣＣＤが提案されている。このようなＣＣＤを用いた場合には、対物レンズ系側でシェーディング防止対策をとる必要はない。

このように、シェーディング防止対策が施されたＣＣＤは内視鏡に用いるのに最適なものではあるが、現在のところかかるＣＣＤを内視鏡に用いた例は見られない。

【 0 0 1 0 】

そこで、本発明は、上記従来技術の有する問題点に鑑み、歪曲収差が良好に補正されると共にシェーディングの防止対策がなされた電子内視鏡を提供することを目的とする。

10

20

30

40

50

又、対物レンズ系の小型化を図り、可能な限り挿入部の細径化及び先端硬質部長の短縮化がなされた電子内視鏡を提供することも、本発明の目的である。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明による電子内視鏡は以下のような特徴を備えている。

【 0 0 1 2 】

請求項 1 に記載の発明によれば、電子内視鏡は、最大像高に向かう主光線を光軸に対して外向きに傾斜させる対物レンズ系と、多数の画素が配列されて構成された受光面を有しこの受光面の中心部から離れる程受光面に垂直に入射する光束よりも光軸に対して外向きに傾斜して受光面に入射する光束に対して大きな出力を発生させる固体撮像素子と、を備えている。

10

【 0 0 1 3 】

請求項 2 に記載の発明によれば、電子内視鏡は、最大像高に向かう主光線を光軸に対して外向きに傾斜させる複数の対物レンズ系と、多数の画素が配列されて構成された受光面を有し前記複数の対物レンズ系により形成された像を 1 つの受光面で受けるように構成された固体撮像素子とを備え、この固体撮像素子をその受光面上に結像する前記各対物レンズ系の像の中心部から離れた部分程、受光面に垂直に入射する光束よりも光軸に対して外向きに傾斜して受光面に入射する光束に対して大きな出力を発生させ得るようにしたものである。

【 0 0 1 4 】

20

請求項 3 に記載の発明によれば、電子内視鏡は、対物レンズ系と、この対物レンズ系の視野の中心よりもその周辺部の照度が低くなるような配向特性を備えた照明光学系と、受光面に一様な強度の光が入射したとき中心部よりもその周辺部の画素の方が大きな出力を発生させる固体撮像素子と、が備えられている。

請求項 4 に記載の発明によれば、電子内視鏡は、上記対物レンズ系の画角は  $100^\circ$  以上であることを特徴としている。

請求項 5 に記載の発明によれば、電子内視鏡は、上記対物レンズ系を構成する各レンズ成分の口径の最大値は上記固体撮像素子の短辺の長さよりも小さくなるようにしたことを特徴としている。

請求項 6 に記載の発明によれば、電子内視鏡は、上記対物レンズ系の最大像高に向かう光束に対する開口効率が 1 より小さくなっていることを特徴としている。

30

請求項 7 に記載の発明によれば、電子内視鏡は、上記対物レンズ系は 3 枚以下のレンズからなることを特徴としている。

請求項 8 に記載の発明によれば、電子内視鏡は、上記対物レンズ系の前端から上記固体撮像素子の受光面に至るまでの光路中に反射プリズムが配置され、上記固体撮像素子は内視鏡挿入部の長手方向に水平に配置されていることを特徴としている。

請求項 9 に記載の発明によれば、電子内視鏡は、上記反射プリズムの入射面、射出面、反射面のうち少なくとも 1 つが光学パワーを備えていることを特徴としている。

請求項 10 に記載の発明によれば、電子内視鏡は、上記反射プリズムの入射面又は射出面に光学パワーを備えた光学素子が接合されていることを特徴としている。

40

請求項 11 に記載の発明によれば、電子内視鏡は、先端部が対物レンズ系の入射窓の近傍を最高点とする山形に形成され、照明系がその対物レンズ系の入射窓の周りに少なくとも 2 つの射出窓を有しており、各射出窓の内側にライトガイドファイバ束が上記対物レンズ系に沿って凸状に湾曲して配設されていることを特徴としている。

請求項 12 に記載の発明によれば、電子内視鏡は、上記対物レンズ系は偏心したレンズを含み、上記固体撮像素子は受光面の中央部においてその受光面に垂直に入射する光束よりも受光面に対して傾斜して入射する光束に対して大きな出力を生じるように構成されていることを特徴としている。

請求項 13 に記載の発明によれば、電子内視鏡は、上記固体撮像素子は各画素の光の入射側に各々集光部材を備えており、これら集光部材の集光能力が上記固体撮像素子に投影

50

される物体像の中央部から周辺部にいくに従って徐々に大きくなるようにしたことを特徴としている。

請求項 14 に記載の発明によれば、電子内視鏡は、上記固体撮像素子は各画素の光の入射側に各々マイクロレンズを備えており、これらマイクロレンズの光軸と各画素の中心との変位がその固体撮像素子に投影される物体像の中央部から周辺部にいくに従って徐々に大きくなるようにしたことを特徴としている。

請求項 15 に記載の発明によれば、電子内視鏡は、上記固体撮像素子は各画素の光の入射側に各々マイクロレンズを備えており、これらマイクロレンズの口径がその固体撮像素子に投影される物体像の中央部から周辺部にいくに従って徐々に大きくなるようにしたことを特徴としている。

10

請求項 16 に記載の発明によれば、電子内視鏡は、上記固体撮像素子は各画素の光の入射側に各々マイクロレンズを備えており、これらマイクロレンズの光軸と各画素の中心とが固体撮像素子に投影される物体像の中央部において変位しており、この変位は固体撮像素子の一方の側へ行くほど大きく他方へ行く程小さくなっていることを特徴としている。

請求項 17 に記載の発明によれば、電子内視鏡は、上記対物レンズ系は屈折力を有するレンズが 3 枚以下あるいは 3 群以下であって、次の条件式を満足することを特徴としている。

$$1.5 < L / f < 4$$

$L$  : 射出瞳位置から像面までの空気換算長

$f$  : 焦点距離

20

請求項 18 に記載の発明によれば、電子内視鏡は、次の条件式を満足することを特徴としている。

$$L / f < 1.5$$

$L$  : 射出瞳位置から明るさ絞りまでの空気換算長

$f$  : 焦点距離

請求項 19 に記載の発明によれば、電子内視鏡は、上記対物レンズ系は物体側から順に第 1 レンズと第 2 レンズと第 3 レンズ群とからなり、第 3 レンズ群は接合レンズであって、その接合面は像側に凸であることを特徴としている。

請求項 20 に記載の発明によれば、電子内視鏡は、CCD カバーガラスにレンズ又は平行平板が接着されていて、次の条件式を満足することを特徴としている。

30

$$/ 2 < 1.2 \times I H$$

: CCD カバーガラスに接着したレンズまたは平行平板の外径

$I H$  : 最大像高

請求項 21 に記載の発明によれば、電子内視鏡は、対物レンズ系と、該対物レンズ系により形成された像を受光面で受けるように構成された固体撮像素子と、を含む電子内視鏡において、前記固体撮像素子は複数の感光体が配列されてなり、前記対物レンズ系の光軸上に配置された感光体を中心に、周辺部に配置された感光体ほど感度が高いことを特徴としている。

【0015】

【発明の実施の形態】

40

以下、図示した実施例に基づき本発明を詳細に説明する。

【0016】

#### 第 1 実施例

図 1 は本実施例の電子内視鏡における挿入部の先端硬質部内に配置される対物系の構成を示す光軸に沿う断面図である。本実施例の電子内視鏡の対物系は、対物レンズ系 1 とこの光の射出側に配置された CCD 2 とにより構成される。対物レンズ系 1 は、図示しない物体側から順に、負レンズからなる第 1 群 3，正レンズからなる第 2 群 4，接合正レンズからなる第 3 群 5，及び物体側に凹面を有するメニスカスレンズからなる第 4 群 6 が配置されて構成されている。又、第 2 群 4 と第 3 群 5 との間には、明るさ絞り 7 が配置されている。

50

本実施例の電子内視鏡では、対物レンズ系 1 を構成する各レンズ成分のうち、最も像側に配置される第 4 群 6 に物体側に凹面を向けたメニスカスレンズを用いることにより、レトロフォーカスタイプの内視鏡対物レンズ系の欠点であった全長が長くレンズ口径が大きくなるうえ歪曲収差も大きく発生するといった不具合の改善を図った。ここでは、対物レンズ系 1 を構成するレンズ成分の口径を CCD 2 の短辺よりも短くなるようにしている。又、明るさ絞り 7 を第 2 群 4 と第 3 群 5 との間に配置したことにより、更なる歪曲収差の補正を容易にした。

ここで、前記対物レンズ系 1 は、第 1 群 3，第 4 群 6 の各レンズ面における主光線の高さの平均値を夫々  $h_1$ ， $h_4$ 、第 1 群 3，第 4 群 6 の焦点距離を夫々  $f_1$ ， $f_4$ 、第 3 群 5 の最も物体側のレンズ面の曲率半径を  $R_3$ 、対物レンズ系 1 全系の焦点距離を  $f$  としたとき、以下に示す条件式を満足していることが好ましい。

$$R_3 < 5 f \quad \cdot \cdot \cdot \cdot (2)$$

条件式(1)は、対物レンズ系1を構成している各レンズの口径の小型化を図ると共に良好な歪曲収差の補正を可能とするための条件を示すものである。前記 $|h_1/f_1|$ は第1群3による主光線の屈折力、 $|h_4/f_4|$ は第4群6による主光線の屈折力を示している。条件式(1)では、 $|h_1/f_1|$ の値を $|h_4/f_4|$ の値より大きくなるように定義している。これによって第1群3を広角化し、第4群6では、主光線を適度に曲げて周辺光量があまり低下しない範囲で歪曲収差を補正し、対物レンズ系1の全長(第1面から像面までの距離)及び各レンズ口径を小さくした。

又、条件式(2)は球面収差が補正されるための条件を示すものである。この条件式(2)が満たされない場合には、球面収差の補正は十分になされない。

尚、対物レンズ系 1 は内視鏡に用いられることを考慮して、その画角はできるだけ大きい方が望ましく、少なくとも  $100^\circ$  以上であることが好ましい。

更に、対物レンズ系 1 の最大像高に向かう光束に対する開口効率は 1 より小さくなっている。又、対物レンズ系 1 の主光線の傾斜角は光軸に対して  $10 \sim 30^\circ$  程度であることが好ましい。 $10^\circ$  より小さいと歪曲収差の補正が不十分であり、 $30^\circ$  より大きいとシェーディングの防止が不十分となる。

以下、本実施例の電子内視鏡に用いられる対物レンズ系 1 を構成する各光学部材の数値データを示す。

f = 1 . 0 0 , F ナンバ 3 . 7 8 , 像 高 1 . 0 0 4 0 , 画 角 1 1 5 °

$$\begin{aligned} r_1 &= \\ d_1 &= 0.2520 \quad n_1 = 1.51633 \quad \quad \quad 1 = 64.15 \\ r_2 &= 0.6655 \\ d_2 &= 1.2601 \\ r_3 &= 2.2444 \\ d_3 &= 0.2520 \quad n_3 = 1.74100 \quad \quad \quad 3 = 52.68 \\ r_4 &= -6.8676 \\ d_4 &= 0.0504 \\ r_5 &= \quad \quad \quad (\text{明るさ絞り } 7) \\ d_5 &= 0.0504 \end{aligned}$$
$$r_6 = 2.5764 \quad d_6 = 0.5544 \quad n_6 = 1.62041 \quad \delta_6 = 60.27$$

50

$r_7 = -0.5040$   
 $d_7 = 0.2016$        $n_7 = 1.80518$        $\gamma_7 = 25.43$   
 $r_8 = -0.9738$   
 $d_8 = 0.7436$   
 $r_9 = -0.6990$   
 $d_9 = 0.2520$        $n_9 = 1.72825$        $\gamma_9 = 28.46$   
 $r_{10} = -1.2601$

【 0 0 2 4 】

$h_1 / f_1 = 0.541$  ,  $h_4 / f_4 = 0.184$

$(h_1 / f_1) / (h_4 / f_4) = 2.94$

$f_1 = -1.29$  ,  $f_{23}$  ( 第 2 群と第 3 群の焦点距離 )  $= 1.08$  ,  $f_4 = -2.66$

【 0 0 2 5 】

但し、上記各数値データにおいて、 $r_1$  ,  $r_2$  ,  $\dots$  は各レンズ面等の曲率半径、 $d_1$  ,  $d_2$  ,  $\dots$  は各レンズ等の肉厚又はそれらの間隔、 $n_1$  ,  $n_2$  ,  $\dots$  は各レンズの屈折率、 $\gamma_1$  ,  $\gamma_2$  ,  $\dots$  は各レンズのアッペ数を示している ( 以下、同様 ) 。

又、対物レンズ系 1 にかかる収差曲線図は図 2 に示す通りである。

【 0 0 2 6 】

一方、レンズ系自身で歪曲収差の補正を行うと、そこから射出される光線の射出角は大きくなる傾向がある。対物レンズ系 1 からの光線の射出角が大きくなる程、シェーディング

の発生が顕著となる。そこで、このような不具合を回避するために、本実施例の電子内視鏡では、CCD 2 にシェーディングの発生を防止するための工夫が施されている。

【 0 0 2 7 】

図 3 は、本実施例の電子内視鏡に用いられる CCD 2 の概略構成を示す断面図である。この CCD 2 は、基板 2 a 上に各感光体  $2b_1$  ,  $2b_2$  ,  $\dots$  ,  $2b_n$  が縦横に配列されてなる感光部 2 b , 同様に各色フィルタ  $2c_1$  ,  $2c_2$  ,  $\dots$  ,  $2c_n$  が縦横に配列されてなる色フィルタ部 2 c , 各マイクロレンズ  $2d_1$  ,  $2d_2$  ,  $\dots$  ,  $2d_n$  が縦横に配列されてなるマイクロレンズ部 2 d , 及びカバーガラス 2 e が順次積層されて一体的に構成されている。

特に、CCD 2 では、各感光体  $2b_1$  ,  $2b_2$  ,  $\dots$  ,  $2b_n$  及び各色フィルタ  $2c_1$  ,  $2c_2$  ,  $\dots$  ,  $2c_n$  に対応して配列されているマイクロレンズ  $2d_1$  ,  $2d_2$  ,  $\dots$  ,  $2d_n$  の位置が、対物レンズ系 1 の光軸から離れた位置にあるもの程、前記各感光体及び色フィルタの位置に比べ前記光軸よりになっている。即ち、CCD 2 の受光面において、対物レンズ系 1 の光軸から離れる程、感光体及び色フィルタの中心とこれらに対応させて配置されているマイクロレンズの光軸とのずれが対物レンズ系 1 の光軸より to 大きくなるように構成されているのである。

このような構成により、対物レンズ系の射出瞳 O から射出された各主光線が前記各マイクロレンズを経てこれらに対応する前記各色フィルタ、各感光体に確実に入射させることができ、色シェーディング及び輝度シェーディングの発生を防止することができる。

【 0 0 2 8 】

ところで、歪曲収差を補正すると CCD 2 について前述のような工夫を施しても、光軸近傍に位置する感光体と比べて CCD 2 の周辺部に位置する感光体程、入射する光の開口数が小さくなる傾向がある ( 所謂開口効率が 1 より小さくなる ) 。この結果、感光体の周辺部分に入射する光量が減少し、形成される画像が暗くなるという不具合が発生しかねない ( 所謂輝度シェーディングと同様な現象が発生する ) 。

【 0 0 2 9 】

そこで、更に本実施例の電子内視鏡に用いられる CCD 2 を、この受光面の中心 ( 対物レンズ系 1 の光軸と一致する ) 部分から離れた位置にある感光体程、高い出力を発生し得るものとしてもよい。即ち、垂直に近い入射光を受光する感光体よりも、斜めの光を受光す

10

20

30

40

50



る傾向にある感光体の出力を高めたのである。

このようにすることにより、ＣＣＤ２において輝度シェーディングの発生を防止することが可能になる。

#### 【００３０】

以上のような構成により、本実施例の電子内視鏡では、歪曲収差を良好に補正できると共に、シェーディングの発生も確実に防止することが可能になる。

#### 【００３１】

#### 第２実施例

図４は本実施例の電子内視鏡における挿入部の先端硬質部内に配置される対物系の構成を示す光軸に沿う断面図である。本実施例では、更なる対物系の全長の短縮を図るために、対物レンズ系をフィードレンズを省略して３枚のレンズ成分により構成している。

図４に示すように、本実施例の電子内視鏡の対物系は、対物レンズ系１０とこの光の射出側に配置されたＣＣＤ２とにより構成される。対物レンズ系１０は、図示しない物体側から順に、負レンズからなる第１群１１，夫々正レンズからなる第２群１２及び第３群１３が配置されて構成されている。又、第１群１１と第２群１２との間には、必要に応じて赤外カットフィルタ又はレーザカットフィルタ１４が配置される。第３群１３の光の入射面には、明るさ絞り１５が設けられている。ＣＣＤ２は第１実施例の電子内視鏡に用いられたものと同様のものであり、シェーディングの防止機能を備えたＣＣＤである。

#### 【００３２】

本実施例の電子内視鏡では、対物レンズ系１０において、明るさ絞り１５を第２群１２と第３群１３との間に配置することにより、この明るさ絞り１５よりも物体側に正の屈折力を有するレンズ（第２群１２）が少なくとも１枚配置されることになる。よって、負の屈折力を有する第１群１１で発生する倍率の色収差を、正の屈折力を有する第２群１２でその収差を補正する方向に発生させて倍率の色収差を除去することができる。このように対物レンズ系１０では、倍率の色収差の補正のために従来設けられていた接合レンズが不要になり、レンズ系の構成の簡略化がなされている。

又、第２群１２，明るさ絞り１５及び第３群１３を互いに近接させて配置したことにより、第２群１２及び第３群１３のレンズ口径を小さくすることが可能になる。

#### 【００３３】

以下、本実施例の電子内視鏡に用いられる対物レンズ系１０を構成する各光学部材の数値データを示す。

$f$ （対物レンズ系１０の焦点距離）＝１．００１， $F$ ナンバ３．８３３，

画角１００°。

#### 【００３４】

$r_1 =$   
 $d_1 = 0.4984$        $n_1 = 1.88300$        $\theta_1 = 40.78$   
 $r_2 = 1.2048$   
 $d_2 = 0.5708$   
 $r_3 =$   
 $d_3 = 0.6431$        $n_3 = 1.51633$        $\theta_3 = 64.15$   
 $r_4 =$   
 $d_4 = 0.0322$   
 $r_5 = 1.3000$   
 $d_5 = 0.7464$        $n_5 = 1.51728$        $\theta_5 = 69.56$

#### 【００３５】

$r_6 = -3.0866$   
 $d_6 = 0.2912$   
 $r_7 =$ （明るさ絞り１５）  
 $d_7 = 0.9419$        $n_7 = 1.51728$        $\theta_7 = 69.56$   
 $r_8 = -1.0736$

$d_8 = 0.5266$   
 $r_9 =$   
 $d_9 = 1.6077 \quad n_9 = 1.51633 \quad \theta_9 = 64.15$   
 $r_{10} =$   
**【 0 0 3 6 】**

以上のような構成により、本実施例の電子内視鏡は対物系の全長及び口径を小さくすることができるので、挿入部の細径化と共に先端硬質部長の短縮化を図ることができる。そのうえ、シェーディングの発生を回避することもできる。

**【 0 0 3 7 】**

### 第3実施例

電子内視鏡に限らず全て内視鏡には、その細長の挿入部を狭い管腔や体腔内に挿入しなければならないので、挿入部の細径化が望まれている。又、屈曲した部位に対しては挿入性の向上、更に医療内視鏡にあっては患者へ与える苦痛の低減のため、挿入部の先端硬質部長を短縮することも望まれている。

これらの要求に応えるために、特に電子内視鏡では、その先端部又は接眼部に配設される固体撮像装置のより一層の小型化、ひいてはCCDの小型化が必要となる。しかし、CCDを小型化すると、画素サイズが小さくなりCCDの感光部の面積も小さくなって、CCDのイメージエリアに入射し得る物体像を形成する光量が減少して信号の出力レベルが次第に低下するという問題が発生する。かかる点でCCDの小型化には限界がある。

そこで、本実施例の電子内視鏡では、CCDを内視鏡挿入部の長手方向に対して水平に配置することにより、内視鏡挿入部の細径化を図った。

**【 0 0 3 8 】**

図5(a)は本実施例の電子内視鏡における挿入部の先端硬質部内に配置される対物系の構成を示す光軸に沿う断面図である。本実施例の電子内視鏡の対物系は、図示しない物体側から順に、対物レンズ系20とこの光の射出側に内視鏡挿入部の長手方向に対して水平に配置されたCCD2とからなっている。対物レンズ系20は、物体側から順に、負レンズからなる第1群21，明るさ絞り22，正レンズからなる第2群23及び前記物体側に凹面が形成され負の屈折力が備えられた反射プリズム24が配置されて構成されている。又、CCD2には、第1実施例に示されたものと同様、シェーディングの防止機能を備えたものを用いている。

尚、反射プリズム24は、第2群23からの光の入射面に凹面が形成されているが、これを図5(b)に示すように、物体側に凹面を向けた負レンズ25と反射プリズム26とを接合して構成してもよい。

**【 0 0 3 9 】**

このように、本実施例の電子内視鏡に備えられた対物レンズ系20は、最も像側に凹面(負のパワー)が配置されているため、歪曲収差を良好に補正することができる。更に、シェーディング防止機能が施されたCCD2を備えていることから、シェーディングが発生する虞もない。又、反射プリズム24によって光軸を90°折り曲げたことから、CCD2を内視鏡挿入部の長手方向と水平に配置することが可能となる。

このように、本実施例の電子内視鏡では、対物レンズ系20の光軸を曲げてCCD2を対物レンズ系20と並列させて配置した分、先端硬質部長の短縮化がなれると共に挿入部の細径化を図ることができる。又、シェーディングの発生も回避できる。

**【 0 0 4 0 】**

又、対物レンズ系20は図6(a)に示すように構成されてもよい。即ち、対物レンズ系20は、図示しない物体側から順に配置された、負レンズからなる第1群27，正レンズからなる第2群28，明るさ絞り29，光の射出側に凹面が形成され負の屈折力を備えた反射プリズム30により構成されてもよい。このように、凹面が光の射出側に形成された反射プリズム30を用いても、図5(a)に示された電子内視鏡の対物系と同様の効果が得られる。

尚、反射プリズム30は、このプリズム自体に負の屈折力が備えられているが、図6(b)

10

20

30

40

50

）に示すように、通常の反射プリズム 3 1 と光の射出側に凹面を向けた負レンズ 3 2 とを接合して構成することも可能である。

#### 【 0 0 4 1 】

更に、対物レンズ系 2 0 は図 7 に示すように構成されてもよい。即ち、この対物レンズ系 2 0 は、図示しない物体側から順に配置された、負レンズからなる第 1 群 3 3 , 明るさ絞り 3 4 , 正レンズからなる第 2 群 3 5 , 正レンズからなる第 3 群 3 6 , 及び第 3 群 3 6 の光の射出面に接合され反射面に凹面が形成された反射プリズム 3 7 により構成されてもよい。

このように、反射プリズム 3 7 の反射面に凹面を形成しここに負の屈折力を備えることによって、図 5 ( a ) に示された電子内視鏡の対物系と同様の効果が得られる。

10

#### 【 0 0 4 2 】

図 8 も図 5 ( a ) に示された電子内視鏡の対物系の変形例を示す図である。この例では、対物レンズ系 2 0 が、図示しない物体側から順に、負レンズからなる第 1 群 3 8 , 正レンズからなる第 2 群 3 9 , 明るさ絞り 4 0 , 正レンズからなる第 3 群 4 1 , 反射プリズム 4 2 , 反射プリズム 4 2 の光の射出面に接合され光の射出面に凹面が形成された負レンズ 4 3 , 及び負レンズ 4 3 の凹面に接合された正レンズ 4 4 が配置されて構成されている。特に、負レンズ 4 3 と正レンズ 4 4 との間で、負レンズ 4 3 が有する負の屈折力が正レンズ 4 4 が有する正の屈折力よりも大きくなるように設定することにより、負レンズ 4 3 , 正レンズ 4 4 全体として負の屈折力を備えることができる。

このような構成によっても、最も像側に負の屈折力を配置することができ、歪曲収差を良好に補正することが可能となる。

20

#### 【 0 0 4 3 】

##### 第 4 実施例

図 9 は従来の電子内視鏡の挿入先端部の構成を示す光軸に沿う断面図である。ここに示すように、従来の電子内視鏡では、対物レンズ系と C C D とからなる対物系から構成される撮像ユニット 4 5 の外側に、この撮像ユニット 4 5 と平行になるようにライトガイド 4 6 が配設されている。

このような従来の電子内視鏡では、2つの照明系を備えてはいるものの、その口径は対物レンズ系の口径よりも小さいため、照野はあまり広いものではない。よって、撮像ユニット 4 5 が広い画角の対物レンズ系を備えていても、照明系の照野が狭いために、撮像ユニット 4 5 の性能を十分に引き出すことは不可能であった。

30

#### 【 0 0 4 4 】

そこで、本実施例にかかる電子内視鏡では、第 2 実施例に示した対物レンズ系 1 0 と C C D 2 とからなる細径の対物系を用いて撮像ユニットを構成した。第 2 実施例の対物レンズ系 1 0 は、前述のように、第 2 群 1 2 と第 3 群 1 3 とを明るさ絞り 1 5 に近接させて配置したため、それらを構成するレンズの口径を小さくすることを可能としたものである。図 1 0 は本実施例にかかる電子内視鏡の挿入部先端の構成を示す光軸に沿う断面図である。本実施例の電子内視鏡では、第 2 実施例の対物系を用いて撮像ユニット 4 7 を構成しているため、撮像ユニット 4 7 の中央部を細くくびれた筒形状に形成することが可能になる。そこで、この撮像ユニット 4 7 の外側面に沿って 2 本のライトガイド 4 8 を夫々前記くびれた部分に入るように撮像ユニット側へ凸状に湾曲させて撮像ユニットに沿うように配設すれば、自ずからライトガイド 4 8 の射出面は挿入部の先端の外側へ向くようになる。よって、かかるライトガイド 4 8 の射出面の直前に照明レンズ 4 9 を配設して射出窓を形成すれば、従来の内視鏡よりも広い範囲の照野を形成することができる。従って、広画角である対物レンズ系 1 0 の観察可能な範囲と照明系の照野とを容易に一致させることができ、広い観察範囲を有する電子内視鏡を構成することができる。

40

#### 【 0 0 4 5 】

尚、撮像ユニット 4 7 は細径の対物レンズ系 1 0 を備えていることから、ライトガイド 4 8 を屈曲状に配設しても、従来の内視鏡挿入部よりもその口径が太くなるようなことはない。

50

更に、本実施例の電子内視鏡では、照明光の射出面が外側に向いているため、内視鏡の挿入部先端を対物レンズ系 10 の入射面を最高点とする山形の流線型に形成することが可能なため、内視鏡の挿入がより容易になるという利点も備えている。

【0046】

#### 第5実施例

図11(a)は本実施例にかかる電子内視鏡の挿入部先端の構成を示す光軸に沿う断面図である。本実施例の電子内視鏡の先端部には、図示しない物体側から順に、対物レンズ系 50 と CCD 51 とが配置されている。対物レンズ系 50 は、図示しない物体側から順に配置された、負レンズからなる第1群 52 , 明るさ絞り 53 , 正レンズからなる第2群 54 により構成されている。又、対物レンズ系 50 を構成する第1群 52 は、内視鏡挿入部の先端を丸みを帯びた流線型に形成するために、第1面を傾斜させて偏心させ、先端部が尖った形状になっている。従って、対物レンズ系 50 から射出され図示した CCD 51 の最上部に入射する主光線は、CCD 51 に対してほぼ垂直に入射し得るが、その下側に入射する主光線は斜入射となる。そのうえ、CCD 51 への主光線の入射位置が下側に向かうにつれて徐々にその入射角度が大きくなっていく。よって、CCD 51 の下側に行く程シェーディングが生じ易くなる。

10

【0047】

そこで、本実施例の電子内視鏡に用いられる CCD 51 は、最上位側から下へ行く程、各色フィルタ及び感光体に対応させて配列されているマイクロレンズの位置が上側にずらされている。図11(b), (c)は夫々このように構成された CCD 51 の断面図、正面図である。CCD 51 も第1実施例に示された CCD 2 と同様に、各感光体が配列される感光部、各色フィルタが配列されてなる色フィルタ部、前記各感光体及び色フィルタに対応させて配列されているマイクロレンズ部、及びカバーガラスが順次積層されて構成されている。しかしながら、前述した特性を備えた対物レンズ系 50 と共に用いられることから、CCD 51 の最上部に配列された各マイクロレンズの光軸はこれに対応する各色フィルタ及び感光体の中心部と一致している。そして、CCD 51 の下方に向かうに従って、各色フィルタ及び感光体の中心部とこれに対応させて配列されているマイクロレンズの光軸とのずれが徐々に上側に大きくなっている。

20

本実施例では、CCD 51 のマイクロレンズの配列をこのようにすることにより、シェーディングの発生を回避している。

30

【0048】

以上のように、本実施例の電子内視鏡では、挿入部の先端を流線型にするために、偏心したレンズを用いて対物レンズ系 50 を構成しているが、前述した特性を備えた CCD 51 を共に用いているため、シェーディングが発生する虞はなく、良好な内視鏡像を得ることができる。

【0049】

#### 第6実施例

図12(a)は本実施例の電子内視鏡における挿入部先端の構成を示す光軸に沿う断面図である。

【0050】

40

本実施例の電子内視鏡の対物系は、側視用の対物レンズ系 61 , 直視用の対物レンズ系 62 及び CCD 63 により構成されている。側視用の対物レンズ系 61 は、図示しない物体側から順に、負レンズからなる第1群 61a , 第1群 61a から射出される光束を偏向するためのプリズム 61b , 明るさ絞り 61c , 及び正レンズからなる第2群 61d が配置されて構成されている。プリズム 61b 及び第2群 61d は共に明るさ絞り 61c を挟みその近傍に配置されているため、プリズム 61b の射出面及び第2群 61d のレンズ口径を小さくすることができると共に対物レンズ系 61 の全長も短くすることができる。

又、対物レンズ系 61 は、最大像高に向かう主光線を光軸に対し外向きに傾斜させることにより、歪曲収差を補正している。

【0051】

50

一方、直視用の対物レンズ系 6 2 は、図示しない物体側から順に、負レンズからなる第 1 群 6 2 a , 正レンズからなる第 2 群 6 2 b , 明るさ絞り 6 2 c , 及び正レンズからなる第 3 群 6 2 d が配置されて構成されている。この対物レンズ系 6 2 は、第 2 実施例に示したものと同様に、第 2 群 6 2 b 及び第 3 群 6 2 d が明るさ絞り 6 2 c を挟みその近傍に配置されているため、第 2 群 6 2 b , 第 3 群 6 2 d 共にそのレンズ口径を小さくすることができるうえ、対物レンズ系 6 2 の全長も短く構成できる。

又、対物レンズ系 6 2 は、最大像高に向かう主光線を光軸に対し外向きに傾斜させることにより、歪曲収差を補正している。

#### 【 0 0 5 2 】

このように、側視用の対物レンズ系 6 1 , 直視用の対物レンズ系 6 2 共に口径の小さいレンズにより構成されているため、2 種類の対物レンズ系が内視鏡の先端硬質部内に並列配置されていても、内視鏡挿入部の口径が大型化することはない。又、前記各対物レンズ系の全長も短く構成されているため、内視鏡の先端硬質部長を短く形成することができる。

#### 【 0 0 5 3 】

ところで、本実施例の電子内視鏡では、側視用の対物レンズ系 6 1 が形成する像と直視用の対物レンズ系 6 2 が形成する像とでは、CCD 6 3 における結像位置が異なる。このため、CCD 6 3 は、対物レンズ系 6 1 による像が結像する領域 6 3 A と、対物レンズ系 6 2 による像が結像する領域 6 3 B との 2 つの領域により構成されている。図 1 2 ( b ) は CCD 6 3 の構成を示す光軸に沿う断面図、同図 ( c ) は CCD 6 3 の正面図である。

#### 【 0 0 5 4 】

次に、CCD 6 3 の領域 6 3 A , 6 3 B の構成について説明する。尚、領域 6 3 A と領域 6 3 B とは同様の構成であるため、ここでは領域 6 3 A の構成についてのみ述べる。

CCD 6 3 の領域 6 3 A は、基板上の対物レンズ系 6 1 の光軸上に配置された感光体を中心に縦横に感光体が配列されてなる感光部、前記感光部に対応させて縦横に色フィルタが配列されてなる色フィルタ部、前記各感光体及び色フィルタに対応させて縦横にマイクロレンズが配列されてなるマイクロレンズ部、及びカバーガラスが順次積層されて構成されている。

#### 【 0 0 5 5 】

ここで、対物レンズ系 6 1 の光軸上に配置されているマイクロレンズは、光軸を対物レンズ系 6 1 の光軸と一致させている。又、このマイクロレンズの光軸は、これに対応させて配置されている色フィルタ及び感光体の中心と一致している。そして、CCD 6 3 の光の入射面において、対物レンズ系 6 1 の光軸から離れる程、マイクロレンズの光軸とこれに対応させて配置されている色フィルタ及び感光体の中心とのずれが、対物レンズ系 6 1 の光軸よりに大きくなっている。

このようにすることにより、対物レンズ系 6 1 からの光束を本来到達すべき感光体に確実に入射させ、シェーディングが発生するのを防止している。

#### 【 0 0 5 6 】

更に、対物レンズ系 6 1 の光軸から遠い位置にあるマイクロレンズ程、その口径を大きくした。又、その光軸から遠い位置にあるマイクロレンズ程、レンズ面の曲率を小さくしてレンズパワーを強化した。このようにすることで、対物レンズ系 6 1 の光軸上に位置するマイクロレンズに比べて領域 6 3 A の外周部に近い位置にあるマイクロレンズ程、集光性が向上するように工夫している。従って、領域 6 3 A の外周部付近に到達する光束もけられることなく各感光体に入射させることができ、輝度シェーディングの発生を防止することが可能になる。

#### 【 0 0 5 7 】

以上のように、本実施例の電子内視鏡では、先端硬質部内に配置される対物系は側視用、直視用の 2 種類の対物レンズ系を有しているため、観察領域の拡大が図れる。しかも、前記 2 種類の対物レンズ系はいずれも小型なものであり、並列に配置しても内視鏡挿入部の口径が大きくなるようなことはない。

又、前記 2 種類の対物レンズ系により歪曲収差を良好に補正できると共に、それら対物レ

10

20

30

40

50

ンズ系の像を結像するＣＣＤもシェーディングを発生することはない。

【００５８】

#### 第７実施例

図１３は本実施例の電子内視鏡における挿入部先端の構成を示す光軸に沿う断面図である。図のように、本実施例の内視鏡挿入部の先端には、最大像高に向かう主光線を光軸に対し外向きに傾斜させる対物レンズ系と、ＣＣＤとからなる撮像ユニット７１が配置されている。又、この撮像ユニット７１と平行に２本のライトガイド７２が配設されている。ライトガイド７２の射出側には夫々照明レンズ７３が配置されている。

【００５９】

このように、本実施例の電子内視鏡では、照明系が撮像ユニット７１を挟むかたちで配設されているため、照明レンズ７３を介してライトガイド７２から射出される照明光は、撮像ユニット７１の観察可能範囲の中心付近で明るくこの中心から離れるに従って暗くなる。このようすを示すグラフが図１４（ａ）である。このため、撮像ユニット７１のＣＣＤに到達する光も、観察範囲の中心部からの観察光よりもその周辺部からの観察光の方が暗いものとなる。観察光のＣＣＤにおける入射位置は、観察範囲の中心部からのものはＣＣＤの中心部に、その周辺部からのものはＣＣＤの周辺部に入射することになる。このとき、ＣＣＤの感光部が一樣の感度を有している場合には、得られる像も周辺部がその中心部と比べ暗いものとなり、観察し難いものとなる。

【００６０】

ここで、照明系の配光特性が図１４（ａ）に示すグラフのような場合には、ＣＣＤの感光部の感度分布を同図（ｂ）に示すグラフのように設定すれば、電子内視鏡により得られる像は、同図（ｃ）に示すグラフのように、像全体が一樣な明るさを有するものとなるはずである。

【００６１】

そこで、本実施例では、図１５に示すようなＣＣＤを採用した。このＣＣＤは、基板上の前記対物レンズ系の光軸上に配置された感光体を中心に縦横に感光体が配列されてなる感光部、前記感光部に対応させて縦横に色フィルタが配列されてなる色フィルタ部、前記各感光体及び色フィルタに対応させて縦横にマイクロレンズが配列されてなるマイクロレンズ部、及びカバーガラスが順次積層されて構成されている。

【００６２】

ここで、前記対物レンズ系の光軸上に配置される感光体に光を導くためのマイクロレンズは、その感光体に対応させて配置されている色フィルタの直前に配置されている（即ち、マイクロレンズの光軸と色フィルタ及び感光体の中心とを一致させている）。そして、前記対物レンズ系の光軸から離れた位置にある感光体に光を導くためのマイクロレンズ程、その感光体に対応させて配置されている色フィルタに対して前記光軸より配置されている（即ち、前記対物レンズ系の光軸から離れる程、マイクロレンズの光軸と色フィルタ及び感光体の中心とのずれが前記対物レンズの光軸より大きくなる）。

更に、各感光体は、照明系の配光特性に合わせて、ＣＣＤの中央部よりその周辺部に配置されているもの程、感度が高くなっているため、ＣＣＤ全体において一樣な明るさの像が得られるようになっている。

このような構成により、本実施例の電子内視鏡では、シェーディングの発生を防止できると共に、照明系の配光特性を考慮して一樣な明るさを有する観察像を得ることもできる。

【００６３】

尚、ＣＣＤのマイクロレンズは、中央部よりも周辺部に配置されているもの程曲率が徐々に小さくなるようにしてもよいし、中央部付近に配置されているマイクロレンズのみを除去することによっても、電子内視鏡による像の明るさを一樣にすることができる。又、照明系の配光特性に合わせて、ＣＣＤの中央部よりその周辺部に配置されているマイクロレンズの口径を大きく形成しても、周辺部の感光体への集光性能を向上させることができ、同様の効果が得られる。

【００６４】

## 第 8 実施例

図 1 6 は本実施例の電子内視鏡における挿入部の先端硬質部内に配置される対物系の構成を示す光軸に沿う断面図である。本実施例の電子内視鏡の対物レンズ系 1 8 0 は、物体側から順に、平行平板のカバーガラス 8 1 , 正レンズの第 1 レンズ 8 2 , 正レンズの第 2 レンズ 8 3 とから構成されている。カバーガラス 8 1 の射出面に明るさ絞り 8 4 が設けられている。第 2 レンズ 8 3 は赤外光を吸収する物質で形成されている。第 2 レンズ 8 3 はその光軸を C C D の撮像エリアの中心と合わせて、C C D カバーガラス 8 5 に接着されている。C C D のパッケージは角形状であるため枠に固定しづらいが、C C D を円形の第 2 レンズ 8 3 に固定した状態で第 2 レンズ 8 3 を内形が円の枠に入れることで固定している。

【 0 0 6 5 】

10

図 1 7 ( a ) で、従来、C C D カバーガラスに接着するレンズ 8 3 や平行平面板の外径は最大像高に対してかなり大であった。すなわち、この図の例では対物レンズがテレセントリックであるため軸外の上側光線をけらないようにすると C C D カバーガラスにはりあわせるレンズの外径が大にならざるを得なかった。そのため、枠の外径も大きくなり内視鏡先端部の外径を大にしていた。

【 0 0 6 6 】

図 1 7 ( b ) で、本発明では軸外の主光線を傾けているため、C C D カバーガラスにはりあわせるレンズ 8 3 の外径を小にできる。そのため、枠の外径も小にできる。はりあわせるレンズ又は平行平面板の外径を、最大像高を I H とすると、本発明では

$$L / 2 < 1.2 \times I H \quad \dots (3)$$

20

さらに好ましくは

$$L / 2 < 1.1 \times I H \quad \dots (4)$$

となるようにしている。

【 0 0 6 7 】

本発明では、C C D すなわち像面に入射する際の主光線の傾斜角  $\theta$  は  $10^\circ \sim 30^\circ$  程度であることが好ましい。 $10^\circ$  より小さいと像面に近いレンズ（この場合は第 2 レンズ）の外径が大となり、その結果内視鏡先端部の外径が大となるため好ましくない。 $30^\circ$  より大きいとシェーディングの防止が不十分となるため好ましくない。

【 0 0 6 8 】

図 1 8 に示すように、傾斜角  $\theta$  を  $10^\circ \sim 30^\circ$  程度の範囲にするために次の条件式を満足することが好ましい。

$$1.5 < L / f < 4 \quad \dots (5)$$

L : 射出瞳位置から像面までの空気換算長

f : 焦点距離

【 0 0 6 9 】

L / f が 1.5 より小さいと傾斜角  $\theta$  が大きすぎ、4 より大きいと傾斜角  $\theta$  が小さすぎる。さらに、レンズ枚数が 3 枚程度以下と少ない場合は収差補正上から次の関係式を満足することが好ましい。

$$L / f < 1.5 \quad \dots (6)$$

L : 射出瞳位置から明るさ絞りまでの空気換算長

40

L / f が 1.5 より大きいと特に像周辺の収差が悪化するため好ましくない。

【 0 0 7 0 】

以下、本実施例の電子内視鏡に用いられる対物レンズ系 8 0 を構成する各光学部材の数値データを示す。

f = 1.477 , F ナンバ 7.8 , 像高 1.533 , 画角  $133^\circ$

【 0 0 7 1 】

$r_1 =$

$d_1 = 0.6000 \quad n_1 = 1.51633 \quad \theta_1 = 64.14$

$r_2 =$  ( 明るさ絞り 8 4 )

$d_2 = 0.0300$

50

$r_3 =$   
 $d_3 = 0.9633$        $n_3 = 1.72916$        $\theta_3 = 54.68$   
 $r_4 = -1.3173$   
 $d_4 = 0.2891$   
 $r_5 = 3.5010$   
 $d_5 = 1.6000$        $n_5 = 1.51400$        $\theta_5 = 75.00$   
**【 0 0 7 2 】**  
 $r_6 =$   
 $d_6 = 0.5000$        $n_6 = 1.49700$        $\theta_6 = 81.54$   
 $r_7 =$   
 $L / f = 1.887$  ,       $L / f = 0.352$   
**【 0 0 7 3 】**

10

#### 第 9 実施例

図 19 は本実施例の電子内視鏡における挿入部の先端硬質部内に配置される対物系の構成を示す光軸に沿う断面図である。本実施例の電子内視鏡の対物レンズ系 90 は、物体側から順に、平行平板のカバーガラス 91、正レンズの第 1 レンズ 92、正レンズの第 2 レンズ 93、平行平板の赤外吸収フィルター 94 とから構成されている。第 1 レンズ 92 の入射面に明るさ絞り 95 が設けられている。赤外吸収フィルター 94 は C C D カバーガラス 96 に接着されている。

20

**【 0 0 7 4 】**

以下、本実施例の電子内視鏡に用いられる対物レンズ系 90 を構成する各光学部材の数値データを示す。

$f = 0.991$  ,      F ナンバ 4.0 ,      像高 0.8 ,      画角  $113^\circ$

**【 0 0 7 5 】**

$r_1 =$   
 $d_1 = 0.4000$        $n_1 = 1.51633$        $\theta_1 = 64.14$   
 $r_2 =$  ( 明るさ絞り 95 )  
 $d_2 = 0.0800$   
 $r_3 = -1.0297$   
 $d_3 = 0.6803$        $n_3 = 1.88300$        $\theta_3 = 40.76$   
 $r_4 = -0.9766$   
 $d_4 = 0.0678$   
 $r_5 = 1.6673$   
 $d_5 = 0.5674$        $n_5 = 1.88300$        $\theta_5 = 40.76$

30

**【 0 0 7 6 】**

$r_6 =$   
 $d_6 = 0.3256$   
 $r_7 =$   
 $d_7 = 0.4000$        $n_7 = 1.51400$        $\theta_7 = 75.00$   
 $r_8 =$   
 $d_8 = 0.7000$        $n_8 = 1.51633$        $\theta_8 = 64.14$   
 $r_9 =$   
 $L / f = 2.266$  ,       $L / f = 0.467$

40

**【 0 0 7 7 】**

#### 第 10 実施例

図 20 は本実施例の電子内視鏡における挿入部の先端硬質部内に配置される対物系の構成を示す光軸に沿う断面図である。本実施例の電子内視鏡の対物レンズ系 100 は、物体側から順に、凹レンズの第 1 レンズ 101、正レンズの第 2 レンズ 102、正レンズの第 3 レンズ 103、平行平板の赤外吸収フィルター 104 とから構成されている。第 2 レンズ 102 の入射面に明るさ絞り 105 が設けられている。赤外吸収フィルター 104 は C C

50



Dカバーガラス106に接着されている。

【0078】

以下、本実施例の電子内視鏡に用いられる対物レンズ系100を構成する各光学部材の数値データを示す。

$f = 0.585$  , Fナンバ4.0 , 像高0.5 , 画角 $113^\circ$

【0079】

$r_1 =$   
 $d_1 = 0.2000$        $n_1 = 1.51633$        $\theta_1 = 64.14$   
 $r_2 = 0.9068$   
 $d_2 = 0.1392$   
 $r_3 =$  ( 明るさ絞り105 )  
 $d_3 = 0.6105$        $n_3 = 1.88300$        $\theta_3 = 40.76$   
 $r_4 = -0.6105$   
 $d_4 = 0.0500$   
 $r_5 = 2.3470$   
 $d_5 = 0.3780$        $n_5 = 1.88300$        $\theta_5 = 40.76$

10

【0080】

$r_6 =$   
 $d_6 = 0.0300$   
 $r_7 =$   
 $d_7 = 0.4000$        $n_7 = 1.51400$        $\theta_7 = 75.00$   
 $r_8 =$   
 $d_8 = 0.4000$        $n_8 = 1.51633$        $\theta_8 = 64.14$   
 $r_9 =$   
 $L/f = 2.8$  ,       $L/f = 0.863$

20

【0081】

第11実施例

図21は本実施例の電子内視鏡における挿入部の先端硬質部内に配置される対物系の構成を示す光軸に沿う断面図である。本実施例の電子内視鏡の対物レンズ系110は、物体側から順に、凹レンズの第1レンズ111、正レンズの第2レンズ112、正レンズの第3レンズ113、平行平板の赤外吸収フィルター114とから構成されている。第2レンズ112の入射面に明るさ絞り115が設けられている。赤外吸収フィルター114はCCDカバーガラス116に接着されている。第3レンズ113は凸レンズと凹レンズとの接合レンズである。この場合、接合面は像側に凸の面であると明るさ絞りに対してコンセントリックな条件となり、収差補正上好ましい。また、凸レンズのコバ厚の確保の上からも接合面は像側に凸であることが好ましい。

30

【0082】

以下、本実施例の電子内視鏡に用いられる対物レンズ系110を構成する各光学部材の数値データを示す。

$f = 1.371$  , Fナンバ3.7 , 像高1.2 , 画角 $113^\circ$

40

【0083】

$r_1 =$   
 $d_1 = 0.5000$        $n_1 = 1.51633$        $\theta_1 = 64.14$   
 $r_2 = 1.0425$   
 $d_2 = 0.1200$   
 $r_3 =$  ( 明るさ絞り115 )  
 $d_3 = 1.3606$        $n_3 = 1.88300$        $\theta_3 = 40.76$   
 $r_4 = -1.1686$   
 $d_4 = 0.0500$   
 $r_5 = 5.5829$

50

$d_5 = 1.6832$        $n_5 = 1.77250$        $\theta_5 = 49.60$   
**【 0 0 8 4 】**  
 $r_6 = -1.2720$   
 $d_6 = 0.2000$        $n_6 = 1.84666$        $\theta_6 = 23.78$   
 $r_7 =$   
 $d_7 = 0.3279$   
 $r_8 =$   
 $d_8 = 0.5000$        $n_8 = 1.51400$        $\theta_8 = 64.14$   
 $r_9 =$   
 $d_9 = 0.4000$        $n_9 = 1.51633$        $\theta_9 = 64.15$   
 $r_{10} =$   
 $L / f = 2 . 6 5 3$  ,     $L / f = 0 . 6 4 6$

10

**【 0 0 8 5 】**第 1 2 実施例

図 2 2 は本実施例の電子内視鏡における挿入部の先端硬質部内に配置される対物系の構成を示す光軸に沿う断面図である。本実施例の電子内視鏡の対物レンズ系 1 2 0 は、物体側から順に、凹レンズの第 1 レンズ 1 2 1、正レンズの第 2 レンズ 1 2 2、正レンズの第 3 レンズ 1 2 3、平行平板の赤外吸収フィルター 1 2 4 とから構成されている。第 2 レンズ 1 2 2 と第 3 レンズ 1 2 3 との間に明るさ絞り 1 2 5 が設けられている。赤外吸収フィルター 1 2 4 は C C D カバーガラス 1 2 6 に接着されている。第 3 レンズ 1 2 3 は凸レンズと凹レンズとの接合レンズである。

20

**【 0 0 8 6 】**

以下、本実施例の電子内視鏡に用いられる対物レンズ系 1 2 0 を構成する各光学部材の数値データを示す。

$f = 0 . 9 9$  ,    F ナンバ 4 . 7 ,    像高 0 . 9 2 5 ,    画角 1 1 3 °

**【 0 0 8 7 】**

$r_1 =$   
 $d_1 = 0.3800$        $n_1 = 1.88300$        $\theta_1 = 40.76$   
 $r_2 = 0.5995$   
 $d_2 = 0.4354$   
 $r_3 = 1.2166$   
 $d_3 = 1.1110$        $n_3 = 1.88300$        $\theta_3 = 40.76$   
 $r_4 = -1.3029$   
 $d_4 = 0.0662$   
 $r_5 =$  ( 明るさ絞り 1 2 5 )  
 $d_5 = 0.3600$

30

**【 0 0 8 8 】**

$r_6 = -7.0966$   
 $d_6 = 0.6392$        $n_6 = 1.77250$        $\theta_6 = 49.60$   
 $r_7 = -0.6360$   
 $d_7 = 0.1487$        $n_7 = 1.84666$        $\theta_7 = 23.78$   
 $r_8 = -2.5814$   
 $d_8 = 0.2133$   
 $r_9 =$   
 $d_9 = 1.0000$        $n_9 = 1.51400$        $\theta_9 = 75.00$   
 $r_{10} =$   
 $d_{10} = 0.4000$        $n_{10} = 1.51633$        $\theta_{10} = 64.14$   
 $r_{11} =$   
 $L / f = 2 . 1 2 5$  ,     $L / f = 0 . 1 6 7$

40

**【 0 0 8 9 】**

50

### 第 1 3 実施例

図 2 3 は本実施例の電子内視鏡における挿入部の先端硬質部内に配置される対物系の構成を示す光軸に沿う断面図である。本実施例の電子内視鏡の対物レンズ系 1 3 0 は、物体側から順に、凹レンズの第 1 レンズ 1 3 1、正レンズの第 2 レンズ 1 3 2、正レンズの第 3 レンズ 1 3 3、プリズム 1 3 4 とから構成されている。第 2 レンズ 1 3 2 と第 3 レンズ 1 3 3 との間に明るさ絞り 1 3 5 が設けられている。プリズム 1 3 4 は C C D カバーガラス 1 3 6 に接着されている。C C D をスコープ長手方向に対して水平に配置し、細径化を図っている。

#### 【 0 0 9 0 】

以下、本実施例の電子内視鏡に用いられる対物レンズ系 1 3 0 を構成する各光学部材の数値データを示す。

$f = 1.288$  , F ナンバ 4.9 , 像高 1.2 , 画角  $114^\circ$

#### 【 0 0 9 1 】

$r_1 =$   
 $d_1 = 0.5000$        $n_1 = 1.88300$        $\theta_1 = 40.76$

$r_2 = 0.9218$

$d_2 = 0.3000$

$r_3 = 1.7808$

$d_3 = 1.4410$        $n_3 = 1.84666$        $\theta_3 = 23.78$

$r_4 =$  ( 明るさ絞り 1 3 5 )

$d_4 = 0.0300$

$r_5 =$

$d_5 = 0.7939$        $n_5 = 1.88300$        $\theta_5 = 40.76$

#### 【 0 0 9 2 】

$r_6 = -1.3483$

$d_6 = 0.4295$

$r_7 =$

$d_7 = 1.2000$        $n_7 = 1.51633$        $\theta_7 = 64.14$

$r_8 =$  ( 反射面 )

$d_8 = 1.2000$        $n_8 = 1.51633$        $\theta_8 = 64.14$

$r_9 =$

$d_9 = 0.5000$        $n_9 = 1.51633$        $\theta_9 = 64.14$

$r_{10} =$

$L / f = 2.316$  ,  $L / f = 0.147$

#### 【 0 0 9 3 】

### 第 1 4 実施例

図 2 4 は本実施例の電子内視鏡における挿入部の先端硬質部内に配置される対物系の構成を示す光軸に沿う断面図である。本実施例の電子内視鏡の対物レンズ系 1 4 0 は、物体側から順に、凹レンズの第 1 レンズ 1 4 1、第 1 プリズム 1 4 2、正レンズの第 2 レンズ 1 4 3、第 2 プリズム 1 4 4 とから構成されている。第 1 プリズム 1 4 2 と第 2 レンズ 1 4 3 との間に明るさ絞り 1 4 5 が設けられている。視野方向が側視のスコープで、C C D をスコープ長手方向に対して水平に配置し細径化を図った。また、第 2 プリズム 1 4 4 をカバーガラスを介さず、C C D 撮像面に直接接着することでも、スコープの細径化を図っている。

#### 【 0 0 9 4 】

以下、本実施例の電子内視鏡に用いられる対物レンズ系 1 4 0 を構成する各光学部材の数値データを示す。

$f = 0.631$  , F ナンバ 6.5 , 像高 0.5 , 画角  $96^\circ$

#### 【 0 0 9 5 】

$r_1 =$

$d_1 = 0.2000$        $n_1 = 1.88300$        $\theta_1 = 40.76$   
 $r_2 = 0.8797$   
 $d_2 = 0.1200$   
 $r_3 =$   
 $d_3 = 0.4000$        $n_3 = 1.80610$        $\theta_3 = 40.92$   
 $r_4 =$  ( 反射面 )  
 $d_4 = 0.4000$        $n_4 = 1.80610$        $\theta_4 = 40.92$   
 $r_5 =$  ( 明るさ絞り 1 4 5 )  
 $d_5 = 0.0300$   
**【 0 0 9 6 】**

10

$r_6 =$   
 $d_6 = 0.5289$        $n_6 = 1.90135$        $\theta_6 = 31.55$   
 $r_7 = -0.6525$   
 $d_7 = 0.4545$   
 $r_8 =$   
 $d_8 = 0.6000$        $n_8 = 1.51633$        $\theta_8 = 64.14$   
 $r_9 =$  ( 反射面 )  
 $d_9 = 0.6000$        $n_9 = 1.51633$        $\theta_9 = 64.14$   
 $r_{10} =$   
 $L / f = 2 . 8 2 6$  ,       $L / f = 0 . 3 6 3$

20

**【 0 0 9 7 】**

以上説明したように、本発明による電子内視鏡は、特許請求の範囲に記載された特徴と併せ、以下の ( 1 ) ~ ( 1 7 ) に示すような特徴も備えている。

**【 0 0 9 8 】**

( 1 ) 上記対物レンズ系の画角は  $100^\circ$  以上であることを特徴とする請求項 1 に記載の電子内視鏡。

**【 0 0 9 9 】**

( 2 ) 上記対物レンズ系を構成する各レンズ成分の口径の最大値は上記固体撮像素子の短辺の長さよりも小さくなるようにしたことを特徴とする請求項 1 に記載の電子内視鏡。

**【 0 1 0 0 】**

30

( 3 ) 上記対物レンズ系の最大像高に向かう光束に対する開口効率が 1 より小さくなっていることを特徴とする請求項 1 に記載の電子内視鏡。

**【 0 1 0 1 】**

( 4 ) 上記対物レンズ系は 3 枚以下のレンズからなることを特徴とする請求項 1 に記載の電子内視鏡。

**【 0 1 0 2 】**

( 5 ) 上記対物レンズ系の前端から上記固体撮像素子の受光面に至るまでの光路中に反射プリズムが配置され、上記固体撮像素子は内視鏡挿入部の長手方向に水平に配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の電子内視鏡。

**【 0 1 0 3 】**

40

( 6 ) 上記反射プリズムの入射面，射出面，反射面のうち少なくとも 1 つが光学パワーを備えていることを特徴とする上記 ( 5 ) に記載の電子内視鏡。

**【 0 1 0 4 】**

( 7 ) 上記反射プリズムの入射面又は射出面に光学パワーを備えた光学素子が接合されていることを特徴する上記 ( 5 ) に記載の電子内視鏡。

**【 0 1 0 5 】**

( 8 ) 先端部が対物レンズ系の入射窓の近傍を最高点とする山形に形成され、照明系がその対物レンズ系の入射窓の周りに少なくとも 2 つの射出窓を有しており、各射出窓の内側にライトガイドファイバ束が上記対物レンズ系に沿って凸状に湾曲して配設されていることを特徴とする請求項 1 に記載の電子内視鏡。

50

## 【 0 1 0 6 】

( 9 ) 上記対物レンズ系は偏心したレンズを含み、上記固体撮像素子は受光面の中央部においてその受光面に垂直に入射する光束よりも受光面に対して傾斜して入射する光束に対して大きな出力を生じるように構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の電子内視鏡。

## 【 0 1 0 7 】

( 1 0 ) 上記固体撮像素子は各画素の光の入射側に各々集光部材を備えており、これら集光部材の集光能力が上記固体撮像素子に投影される物体像の中央部から周辺部にいくに従って徐々に大きくなるようにしたことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れかに記載の電子内視鏡。

10

## 【 0 1 0 8 】

( 1 1 ) 上記固体撮像素子は各画素の光の入射側に各々マイクロレンズを備えており、これらマイクロレンズの光軸と各画素の中心との変位がその固体撮像素子に投影される物体像の中央部から周辺部にいくに従って徐々に大きくなるようにしたことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れかに記載の電子内視鏡。

## 【 0 1 0 9 】

( 1 2 ) 上記固体撮像素子は各画素の光の入射側に各々マイクロレンズを備えており、これらマイクロレンズの口径がその固体撮像素子に投影される物体像の中央部から周辺部にいくに従って徐々に大きくなるようにしたことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れかに記載の電子内視鏡。

20

## 【 0 1 1 0 】

( 1 3 ) 上記固体撮像素子は各画素の光の入射側に各々マイクロレンズを備えており、これらマイクロレンズの光軸と各画素の中心とが固体撮像素子に投影される物体像の中央部において変位しており、この変位は固体撮像素子の一方の側へ行くほど大きく他方へ行く程小さくなっていることを特徴とする上記 ( 9 ) に記載の電子内視鏡。

## 【 0 1 1 1 】

( 1 4 ) 上記対物レンズ系は屈折力を有するレンズが 3 枚以下あるいは 3 群以下であって、下式を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の電子内視鏡。

$$1.5 < L / f < 4$$

L : 射出瞳位置から像面までの空気換算長

f : 焦点距離

30

## 【 0 1 1 2 】

( 1 5 ) 下式を満足することを特徴とする上記 ( 1 4 ) に記載の電子内視鏡。

$$L / f < 1.5$$

L : 射出瞳位置から明るさ絞りまでの空気換算長

f : 焦点距離

## 【 0 1 1 3 】

( 1 6 ) 上記対物レンズ系は物体側から順に第 1 レンズと第 2 レンズと第 3 レンズ群とからなり、第 3 レンズ群は接合レンズであって、その接合面は像側に凸であることを特徴とする請求項 1 に記載の電子内視鏡。

40

## 【 0 1 1 4 】

( 1 7 ) C C D カバーガラスにレンズ又は平行平板が接着されていて、下式を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の電子内視鏡。

$$/ 2 < 1.2 \times I H$$

: C C D カバーガラスに接着したレンズまたは平行平板の外径

I H : 最大像高

## 【 0 1 1 5 】

## 【 発明の効果 】

上述のように、本発明によれば、電子内視鏡の挿入部の細径化及び先端硬質部長の短縮化が図れるうえ、シェーディングの発生を防止でき良好な内視鏡像を得ることができる。

50

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 実施例の電子内視鏡における挿入部の先端硬質部内に配置される対物系の構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 2】図 1 に示された対物レンズ系 1 にかかる収差曲線図である。

【図 3】図 1 に示された C C D 2 の概略構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 4】第 2 実施例の電子内視鏡における挿入部の先端硬質部内に配置される対物系の構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 5】( a ) は第 3 実施例の電子内視鏡における挿入部の先端硬質部内に配置される対物系の構成を示す光軸に沿う断面図である。

( b ) は ( a ) に示された反射プリズム 2 4 の他の構成を示す一例である。

10

【図 6】( a ) は第 3 実施例の電子内視鏡における挿入部の先端硬質部内に配置される対物系の構成を示す光軸に沿う断面図である。

( b ) は ( a ) に示された反射プリズム 3 0 の他の構成を示す一例である。

【図 7】第 3 実施例の電子内視鏡における挿入部の先端硬質部内に配置される対物系の構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 8】第 3 実施例の電子内視鏡における挿入部の先端硬質部内に配置される対物系の構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 9】従来の電子内視鏡の挿入部先端の構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 1 0】第 4 実施例にかかる電子内視鏡の挿入部先端の構成を示す光軸に沿う断面図である。

20

【図 1 1】( a ) は第 5 実施例にかかる電子内視鏡の挿入部先端構成を示す光軸に沿う断面図である。

( b ) は ( a ) に示された C C D 5 1 の構成を示す断面図、( c ) はその正面図である。

【図 1 2】( a ) は第 6 実施例にかかる電子内視鏡の挿入部先端構成を示す光軸に沿う断面図である。

( b ) は ( a ) に示された C C D 6 3 の構成を示す断面図、( c ) はその正面図である。

【図 1 3】第 7 実施例にかかる電子内視鏡の挿入部先端構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 1 4】( a ) は第 7 実施例の電子内視鏡における照明系の配光特性を示すグラフ、( b ) は第 7 実施例の電子内視鏡における C C D の光感度分布を示すグラフ、( c ) は第 7 実施例の電子内視鏡により得られる像の明るさを示すグラフである。

30

【図 1 5】図 1 3 に示された C C D の構成を示す正面図である。

【図 1 6】第 8 実施例の電子内視鏡における挿入部の先端硬質部内に配置される対物系の構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 1 7】( a ) は従来の電子内視鏡において、レンズ外径が大きくなる状態を示す図である。

( b ) は第 8 実施例において ( a ) の欠陥の改良を説明する図である。

【図 1 8】主光線の傾斜角を  $10 \sim 30^\circ$  にするための説明図である。

【図 1 9】第 9 実施例の電子内視鏡における挿入部の先端硬質部内に配置される対物系の構成を示す光軸に沿う断面図である。

40

【図 2 0】第 1 0 実施例の電子内視鏡における挿入部の先端硬質部内に配置される対物系の構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 2 1】第 1 1 実施例の電子内視鏡における挿入部の先端硬質部内に配置される対物系の構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 2 2】第 1 2 実施例の電子内視鏡における挿入部の先端硬質部内に配置される対物系の構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 2 3】第 1 3 実施例の電子内視鏡における挿入部の先端硬質部内に配置される対物系の構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 2 4】第 1 4 実施例の電子内視鏡における挿入部の先端硬質部内に配置される対物系の構成を示す光軸に沿う断面図である。

50

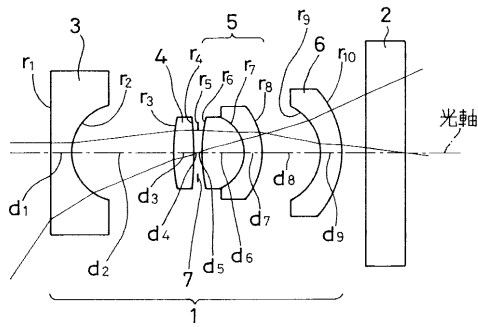
【図 2 5】従来の C C D の感光部とその直前に配置されるマイクロレンズとの構成を示す断面図である。

【図 2 6】従来のシェーディング防止機能を有する対物レンズ系の構成を示す光軸に沿う断面図である。

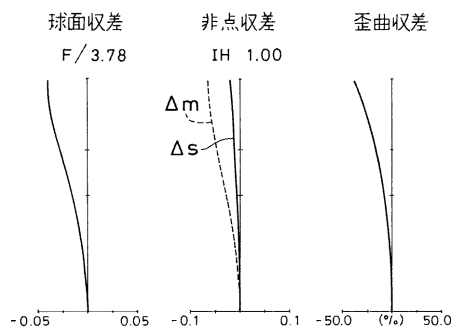
【符号の説明】

1 , 1 0 , 2 0 , 5 0 , 6 1 , 6 2 , 8 0 , 9 0 , 1 0 0 , 1 1 0 , 1 2 0 , 1 3 0 , 1 4 0	対物レンズ系	
2 , 5 1 , 6 3	C C D	
2 a	基板	
2 b	感光部	10
2 c	色フィルタ部	
2 d	マイクロレンズ部	
2 e , 8 5 , 9 6 , 1 0 6 , 1 1 6 , 1 2 6 , 1 3 6	カバーガラス	
3 , 1 1 , 2 1 , 2 7 , 3 3 , 3 8 , 5 2 , 6 1 a , 6 2 a , 8 2 , 9 2 , 1 0 1 , 1 1 1 , 1 2 1 , 1 3 1 , 1 4 1	第 1 群	
4 , 1 2 , 2 3 , 2 8 , 3 5 , 3 9 , 5 4 , 6 1 d , 6 2 b , 8 3 , 9 3 , 1 0 2 , 1 1 2 , 1 2 2 , 1 3 2 , 1 4 3	第 2 群	
5 , 1 3 , 3 6 , 4 1 , 6 2 d , 1 0 3 , 1 1 3 , 1 2 3 , 1 3 3	第 3 群	
6	第 4 群	
7 , 1 5 , 2 2 , 2 9 , 3 4 , 4 0 , 5 3 , 6 1 c , 6 2 c , 8 4 , 9 5 , 1 0 5 , 1 1 5 , 1 2 5 , 1 3 5 , 1 4 5	明るさ絞り	20
1 4 , 9 4 , 1 0 4 , 1 1 4 , 1 2 4	フィルタ	
2 4 , 2 6 , 3 0 , 3 1 , 3 7 , 4 2 , 6 1 b , 1 3 4 , 1 4 2 , 1 4 4	プリズム	
2 5 , 3 2 , 4 3	負レンズ	
4 4	正レンズ	
4 5 , 4 7 , 7 1	撮像ユニット	
4 6 , 4 8 , 7 2	ライトガイド	
4 9 , 7 3	照明レンズ	
6 3 A , 6 3 B	領域	
A <sub>m</sub> , A <sub>n</sub>	マイクロレンズ	30
B <sub>m</sub> , B <sub>n</sub>	感光体	

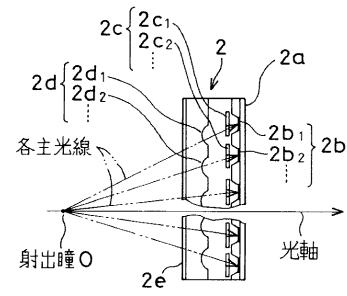
【図 1】



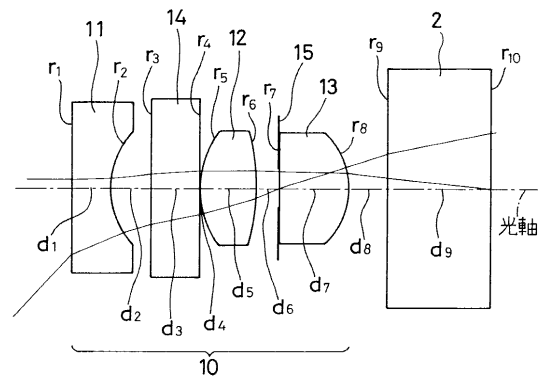
【図 2】



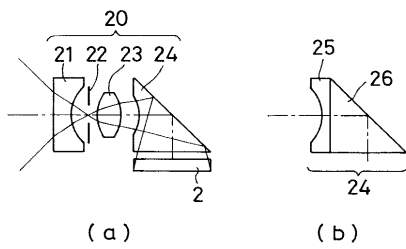
【図 3】



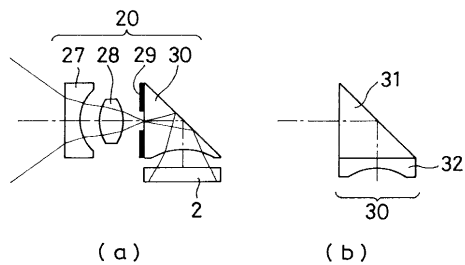
【図 4】



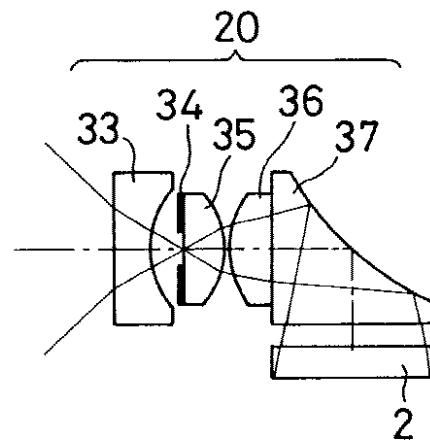
【図 5】



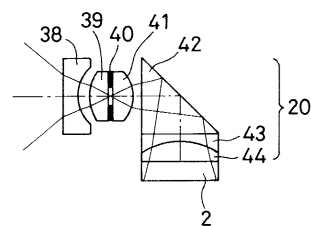
【図 6】



【図 7】

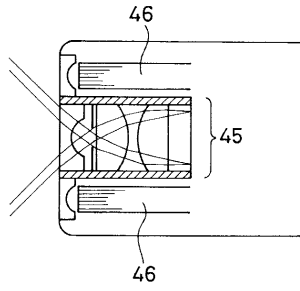


【図 8】

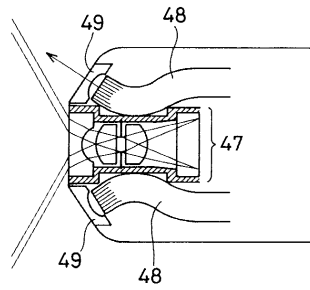




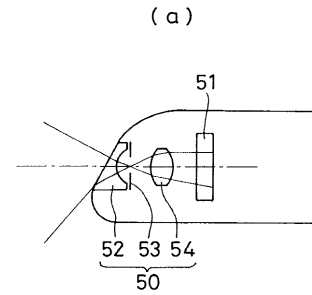
【図 9】



【図 10】

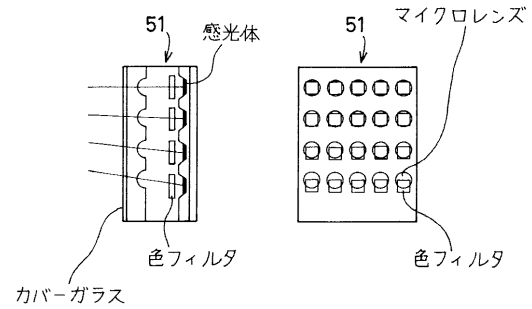


【図 11】

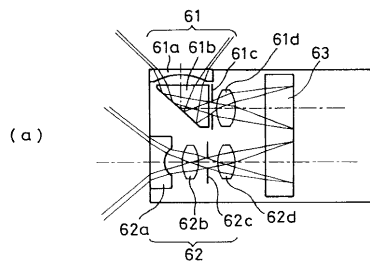


(b)

(c)

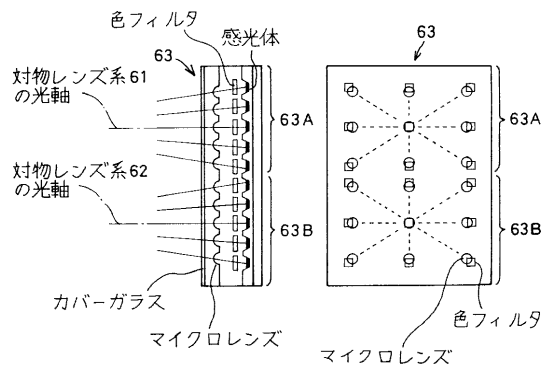


【図 12】

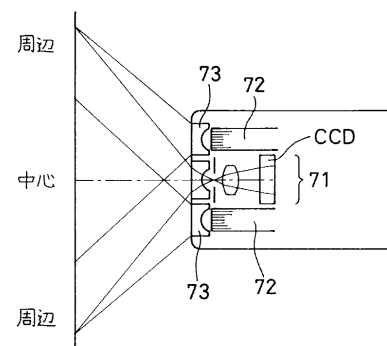


(b)

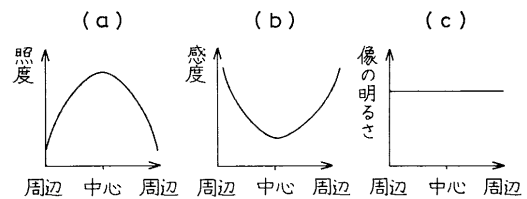
(c)



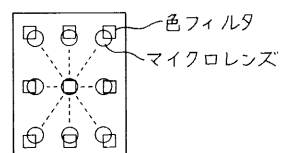
【図 13】



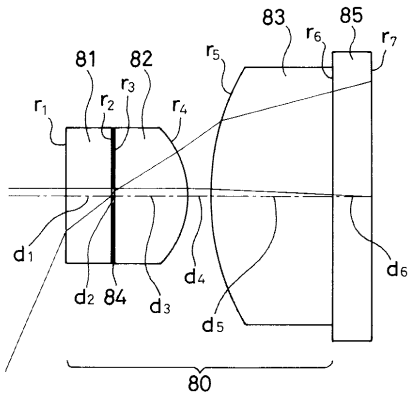
【図 14】



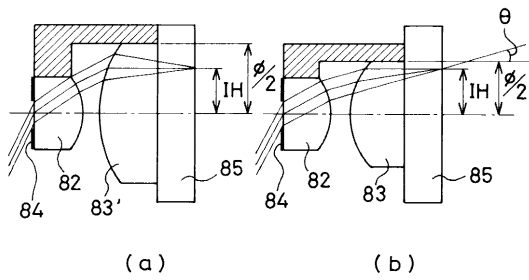
【図 15】



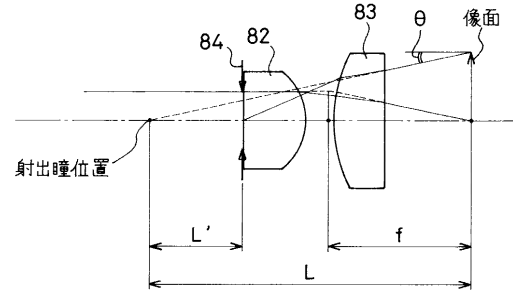
【図 16】



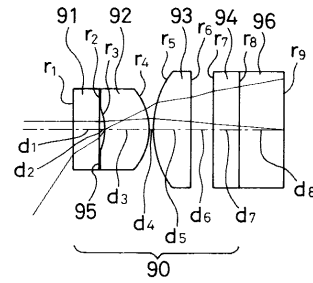
【図 17】



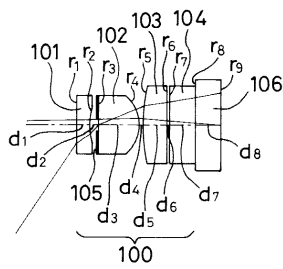
【図 18】



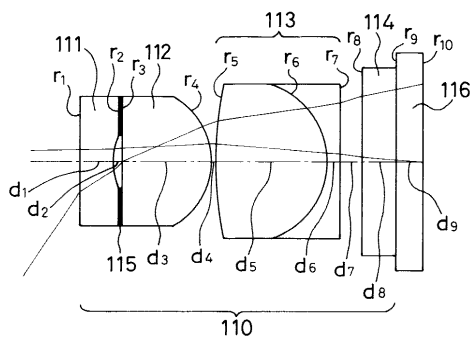
【図 19】



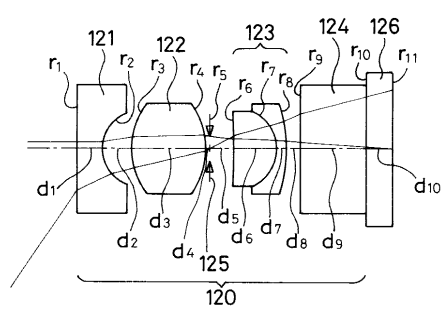
【図 20】



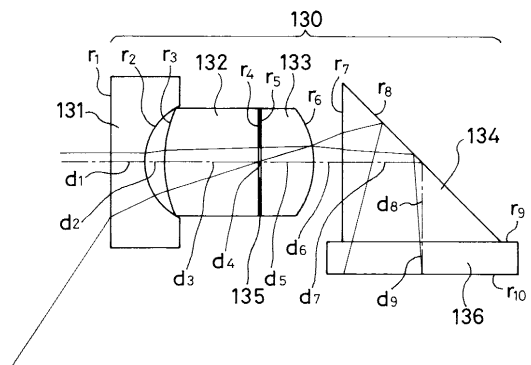
【図 21】



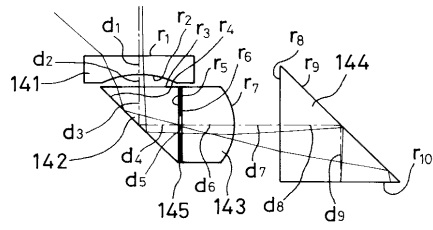
【図 22】



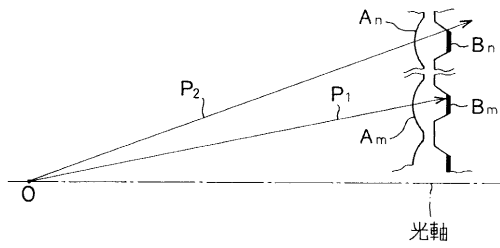
【図 23】



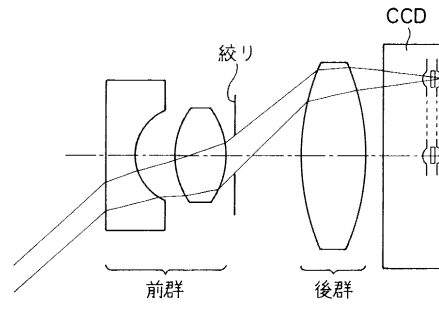
【図 24】



【図 25】



【図 26】



---

フロントページの続き

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

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G02B 23/24-23/26

A61B 1/04

G02B 9/00