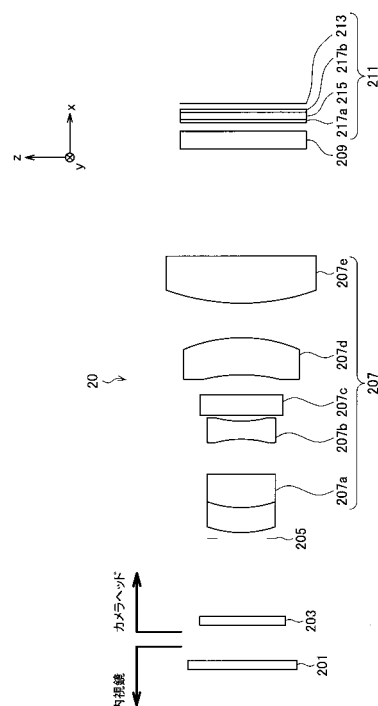




【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

内視鏡の基端との接続面に設けられ、前記内視鏡の鏡筒内を基端まで導光されてきた観察光を筐体の内部に取り込むための開口部を塞ぐように配設されるカバーガラスと、

前記カバーガラスを通過して前記筐体内に入射した前記観察光を受光し、観察対象の像を撮像する撮像素子と、

を備え、

前記撮像素子において前記観察光を受光する受光面と対向して配設される保護ガラスの少なくとも一面に、反射防止膜が設けられる、

内視鏡用カメラヘッド。

10

【請求項 2】

前記撮像素子において、前記保護ガラスは、前記受光面から所定の距離以上離隔して配設され、

前記所定の距離は、前記保護ガラスにおける前記観察光の反射に起因して生じる迷光の強度に応じて決定される、

請求項 1 に記載の内視鏡用カメラヘッド。

【請求項 3】

前記撮像素子において、前記保護ガラスは、前記受光面に対して所定の角度以上傾けて配設される、

請求項 1 に記載の内視鏡用カメラヘッド。

20

【請求項 4】

前記カバーガラスは、前記撮像素子の前記保護ガラスに対して所定の角度傾けて配設される、

請求項 1 に記載の内視鏡用カメラヘッド。

【請求項 5】

前記カバーガラスは、サファイアガラスによって構成される、

請求項 1 に記載の内視鏡用カメラヘッド。

【請求項 6】

前記内視鏡の基端には、前記カバーガラスと対向する位置に接眼レンズが設けられる、

請求項 1 に記載の内視鏡用カメラヘッド。

30

【請求項 7】

前記接眼レンズ、前記カバーガラス及び前記保護ガラスは、いずれも互いに略平行にならないように配設される、

請求項 6 に記載の内視鏡用カメラヘッド。

【請求項 8】

前記接眼レンズは、サファイアガラスによって構成される、

請求項 6 に記載の内視鏡用カメラヘッド。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

40

【0001】

本開示は、内視鏡用カメラヘッドに関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、医療分野において、患者の体腔内を観察するための装置として、内視鏡装置が知られている。一般的に、内視鏡装置は、細径部である挿入部が患者の体腔内に挿入される内視鏡と、当該内視鏡の挿入部の先端から観察対象に対して照射される照明光を挿入部に対して供給する光源装置と、当該内視鏡の基端に着脱自在に接続されるカメラヘッドと、当該カメラヘッドの駆動を制御する制御装置と、撮影された画像を表示する表示装置と、から主に構成される。

50

【 0 0 0 3 】

内視鏡の挿入部の先端には、観察対象に対して照明光を照射する照明窓と、当該照明光による観察対象からの反射光（観察光）を取り込む観察窓と、が設けられている。また、内視鏡の基端には、接眼レンズが取り付けられた接眼部が設けられている。内視鏡の鏡筒の内部には、挿入部先端の観察窓から内視鏡の基端の接眼部まで、観察光用のイメージガイドが延設されており、観察窓から取り込まれた観察光は、当該イメージガイドにより、内視鏡の基端の接眼部まで導かれる。

【 0 0 0 4 】

内視鏡の基端の接眼部にはカメラヘッドが取り付けられる。カメラヘッドの筐体内部には、撮像素子、及び当該撮像素子に観察光を集光するための光学系が設けられている。カメラヘッドの、内視鏡の接眼部との接続面には、観察光をその筐体内に取り込むための開口部が設けられており、当該開口部にはカバーガラスが配設される。観察光は、内視鏡の接眼部から当該カバーガラスを介してカメラヘッドの筐体内部に入射し、当該筐体内部に設けられる光学系により撮像素子に集光される。

【 0 0 0 5 】

制御装置からカメラヘッドの撮像素子に対して駆動信号が適宜送信されることにより、当該撮像素子の駆動が制御され、当該撮像素子によって観察対象の像が撮像される。制御装置は、撮像素子によって撮像された観察対象の像（撮像画像）に対応する画像信号に対して、当該撮像画像を表示装置に表示させるための各種の信号処理を施す。各種の信号処理が施された後の画像信号に基づいて、制御装置による制御の下、表示装置に撮像画像が表示される。

【 0 0 0 6 】

このような構成を有する内視鏡装置においては、その撮像画像の品質を向上させるために、様々な技術が開発されている。例えば、特許文献 1 には、カメラヘッド等の患者と接する回路（患者回路）と、制御装置等のそれ以外の回路（二次回路）と、の間における駆動信号や画像信号等のやり取りを、光信号によって行うことにより、患者回路と二次回路との間を電氣的に絶縁するとともに、高品質な撮像画像を得ることを可能にする技術が開示されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 5 - 6 6 1 2 9 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

ここで、内視鏡装置においては、例えば輝度が高い被写体を撮影した場合に、フレアと呼ばれる光が漏れ込んだように撮像画像が白く滲む現象が生じたり、ゴーストと呼ばれる本来であれば観察されるべきでない光の像が撮像画像に映り込んでしまうことがある。撮像画像の品質をより向上させるためには、このようなフレアの発生やゴーストの映り込みをより抑制することが求められる。

【 0 0 0 9 】

フレアの発生やゴーストの映り込みは、一般的なデジタルカメラにおいてもよく知られている現象であり、その原因はレンズ等の光学系における観察光の反射であると考えられている。従って、これまで、内視鏡装置においても、その光学系、特にカメラヘッドの光学系の構成を工夫することにより、フレアの発生やゴーストの映り込みを抑制しようとする試みが行われてきた。

【 0 0 1 0 】

しかしながら、これまで提案されている方法は、いずれも、フレアの発生やゴーストの映り込みを十分に抑制できるものとは言えず、未だ改良の余地がある。そこで、本開示では、撮像画像の品質をより向上させることが可能な、新規かつ改良された内視鏡用カメラ

ヘッドを提案する。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本開示によれば、内視鏡の基端との接続面に設けられ、前記内視鏡の鏡筒内を基端まで導光されてきた観察光を筐体の内部に取り込むための開口部を塞ぐように配設されるカバーガラスと、前記カバーガラスを通過して前記筐体内に入射した前記観察光を受光し、観察対象の像を撮像する撮像素子と、を備え、前記撮像素子において前記観察光を受光する受光面と対向して配設される保護ガラスの少なくとも一面に、反射防止膜が設けられる、内視鏡用カメラヘッドが提供される。

【0012】

本開示によれば、内視鏡用のカメラヘッドの内部に設けられる撮像素子の保護ガラスの表面の少なくとも一面に、反射防止膜が設けられる。従って、保護ガラスでの反射に起因して生じる迷光の、撮像素子のホトダイオードの受光面への受光強度を低減することができ、フレアの発生やゴーストの映り込みが抑制される。よって、より高品質な撮像画像を得ることができる。

【発明の効果】

【0013】

以上説明したように本開示によれば、撮像画像の品質をより向上させることが可能になる。なお、上記の効果は必ずしも限定的なものではなく、上記の効果とともに、又は上記の効果に代えて、本明細書に示されたいずれかの効果、又は本明細書から把握され得る他の効果が奏されてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】既存の内視鏡装置における光学系に対する光線追跡シミュレーションの結果を示す図である。

【図2】第1の実施形態に係る内視鏡装置の一構成例を示す図である。

【図3】第1の実施形態に係る光学系の一構成例を示す図である。

【図4】第2の実施形態に係る光学系の一構成例を示す図である。

【図5】受光面と保護ガラスとの距離 d_{pg} と、保護ガラスでの反射に起因して生じた迷光の受光面での受光強度と、の関係を示すグラフ図である。

【図6】第3の実施形態に係る光学系の一構成例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下に添付図面を参照しながら、本開示の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

【0016】

なお、説明は以下の順序で行うものとする。

1. 既存の構成についての検討
2. 第1の実施形態
 - 2-1. 内視鏡装置の構成
 - 2-2. 光学系の構成
3. 第2の実施形態
4. 第3の実施形態
5. まとめ
6. 補足

【0017】

(1. 既存の構成についての検討)

本開示の好適な実施形態について詳細に説明するに先立ち、本開示をより明確なものとするために、本発明者らが既存の内視鏡装置における内視鏡及びカメラヘッドの構成につ

10

20

30

40

50

いて検討した内容について説明するとともに、本発明者らが本開示に想到した背景について説明する。

【 0 0 1 8 】

内視鏡装置においては、内視鏡の挿入部が患者の体腔内に挿入され、当該挿入部の先端から取り込まれた観察対象からの光（観察光）が、内視鏡及びカメラヘッドに設けられる光学系を通過して、カメラヘッド内に設けられる撮像素子に集光されることにより、当該撮像素子によって観察対象の像が撮像される。なお、以下では、撮像素子によって撮像された像のことを、単に、撮像画像とも呼称する。

【 0 0 1 9 】

この際、内視鏡装置においては、例えば輝度が高い被写体を撮影した場合に、フレアが生じたり、ゴーストが撮像画像に映り込むことがある。ここで、フレアとは、光が漏れ込んだように撮像画像が白く滲む現象のことである。また、ゴーストとは、フレアの一形態であり、より輪郭がはっきりとした光の像のことである。以下の説明では、簡単のため、フレアの発生及び／又はゴーストの映り込みのことを、単に、フレア等の発生とも記載する。

10

【 0 0 2 0 】

フレア等は、一般的なデジタルカメラにおいても発生し得るものであり、その原因は、レンズ等の光学系における観察光の反射であることが知られている。そこで、本発明者らは、既存の内視鏡装置における光学系を模擬した計算モデルを用いて光線追跡シミュレーションを行うことにより、既存の構成におけるフレア等の発生について検討を行った。

20

【 0 0 2 1 】

なお、フレア等の発生には、内視鏡の基端の接眼部に設けられる接眼レンズから、カメラヘッド内の撮像素子のホットダイオードまでの光路上に配置される各光学部材が関与し得ると考えられる。従って、本発明者らは、フレア等の発生の検討のために、これら接眼レンズからホットダイオードまでの間に存在する光学系に注目し、その解析を行った。つまり、解析対象である光学系には、内視鏡の接眼レンズ、カメラヘッドのカバーガラス、カメラヘッドの内部に設けられるレンズ等の光学系、及び撮像素子の保護ガラスが含まれる。このように、本開示は、内視鏡装置の構成の中でも、フレア等の発生に寄与し得る、内視鏡の接眼レンズから撮像素子のホットダイオードまでの間に存在する各種の光学部材によって構成される光学系を対象としている。以下の説明において、単に光学系と記載した場合には、特に記載のない限り、接眼レンズからホットダイオードまでの間に存在する各種の光学部材によって構成される光学系のことを意味するものとする。

30

【 0 0 2 2 】

図 1 は、既存の内視鏡装置における光学系に対する光線追跡シミュレーションの結果を示す図である。図 1 では、既存の内視鏡装置における内視鏡及びカメラヘッドの構成のうち、鏡筒や筐体等の構成については図示を省略し、フレア等の発生に寄与し得る光学系のみを抜き出して図示している。

【 0 0 2 3 】

図 1 を参照すると、既存の内視鏡装置における光学系 8 0 は、接眼レンズ 8 0 1 と、カバーガラス 8 0 3 と、絞り 8 0 5 と、レンズ群 8 0 7 と、フィルタ 8 0 9 と、撮像素子 8 1 1 の保護ガラス 8 1 5 と、を備える。なお、図 1 では、説明のため、撮像素子 8 1 1 のホットダイオードの受光面 8 1 3（以下、単に受光面 8 1 3 とも言う）も併せて図示している。

40

【 0 0 2 4 】

これらの構成のうち、接眼レンズ 8 0 1 は、内視鏡に設けられるものであり、他の構成は、カメラヘッドに設けられるものである。内視鏡の先端から取り込まれた観察光は、内視鏡の鏡筒内部に延設されるイメージガイドによって当該内視鏡の基端まで導光され、接眼レンズ 8 0 1、カバーガラス 8 0 3、絞り 8 0 5、レンズ群 8 0 7 及びフィルタ 8 0 9 をこの順に通過して、撮像素子 8 1 1 に入射する。

【 0 0 2 5 】

50

なお、以下の説明では、内視鏡からカメラヘッドに向かう方向のことを、 x 軸方向とも呼称する。 x 軸方向においては、内視鏡からカメラヘッドに向かう方向を正方向としている。また、 x 軸方向と垂直な平面内における互いに直交する 2 方向のことを、それぞれ、 y 軸方向及び z 軸方向とも呼称する。

【0026】

接眼レンズ 801 は、内視鏡の基端の接眼部に設けられる。

【0027】

カバーガラス 803 は、カメラヘッドの筐体の、内視鏡の基端の接眼レンズとの接続面に設けられる。観察光は、カバーガラス 803 を介してカメラヘッドの筐体内に入射する。なお、上述したように、カメラヘッドは、内視鏡の基端に着脱自在に構成されるため、内視鏡の接眼レンズ 801 及びカメラヘッドのカバーガラス 803 は、外部に露出した部位である。

【0028】

絞り 805、レンズ群 807、フィルタ 809 及び撮像素子 811 は、カメラヘッドの筐体内部に設けられる。絞り 805 及びレンズ群 807 は、観察光を撮像素子 811 の受光面 813 に集光するように構成される。図示する例では、レンズ群 807 は、複数のレンズ 807a、807b、807c、807d、807e から構成されている。

【0029】

フィルタ 809 は、撮像画像においてノイズとなり得る所定の波長帯域の光をカットするためのフィルタである。

【0030】

撮像素子 811 は、ホットダイオードや、当該ホットダイオードによって光電変換された電気信号を取り出すための画素回路等によって構成される。撮像素子 811 のホットダイオードによって観察光が受光されることにより、当該撮像素子 811 によって観察対象の像が撮像される。

【0031】

保護ガラス 815 は、撮像素子 811 のパッケージにおいてホットダイオードの受光面 813 と対向する位置に設けられ、当該受光面 813 をゴミや傷等から保護する。観察光は当該保護ガラス 815 を通過して受光面 813 に入射するため、当該保護ガラス 815 もフレア等の発生に関与し得ると考えられる。従って、本解析では、保護ガラス 815 も光学系 80 の一部として扱っている。

【0032】

図 1 では、光線追跡シミュレーションの結果の中から、代表的なものを、光学系 80 に対して重ねて図示している。図 1 を参照すると、内視鏡からカメラヘッドに向かって入射し、撮像素子 811 に向かって（すなわち x 軸の正方向に向かって）進んだ光が、保護ガラス 815 によって反射されて逆方向に（すなわち x 軸の負方向に）進み、接眼レンズ 801 で更に反射され、再びカメラヘッドの内部を撮像素子 811 に向かって（すなわち x 軸の正方向に向かって）進み、最終的に撮像素子 811 の受光面 813 に入射する様子が図示されている。

【0033】

このような挙動を示す光は、元来受光面 813 に入射すべきではない、設計上意図せぬ光（いわゆる迷光）である。所定の強度以上の迷光が撮像素子 811 の受光面 813 に入射することにより、フレア等が発生し得る。輝度が高い被写体を撮影した場合には、撮像素子 811 の受光面 813 に入射する迷光の強度が強くなるため、フレア等が顕著に生じることとなる。従って、フレア等の発生を抑えるためには、このような迷光の撮像素子 811 の受光面 813 での受光強度を低減する必要がある。

【0034】

ここで、一般的なデジタルカメラにおいても、複数のレンズ等からなる光学系によって観察光が撮像素子に集光されることにより、観察対象の像が撮像される。従って、一般的なデジタルカメラにおいても、図 1 に示す光学系 80 と同様に、迷光が生じ、フレア等が

10

20

30

40

50

発生する可能性がある。

【 0 0 3 5 】

そこで、一般的に、デジタルカメラでは、フレア等の発生を抑制するために、光学系を構成する各光学部材に対して、反射防止膜（AR（Anti Reflective）コーティング）が施されている。反射防止膜を設けることにより、光学部材での反射が抑制されるため、迷光が生じ難くなり、結果的にフレア等の発生を抑えることができる。

【 0 0 3 6 】

なお、このとき、一般的に、コスト等の観点から、撮像素子の保護ガラスには反射防止膜は設けられないことが多い。撮像素子の保護ガラスにおいて観察光が反射したとしても、他の光学部材にARコートが施され、当該他の光学部材における観察光の反射が抑制されれば、当該他の光学部材によって反射されて撮像素子 8 1 1 に入射する迷光がほぼ生じないことになるからである。

【 0 0 3 7 】

しかしながら、内視鏡装置の内視鏡及びカメラヘッドについては、迷光を抑制するために、このような一般的なデジタルカメラにおいて用いられている方法を適用することは困難である。何故ならば、医療用器具として清潔を保つために、内視鏡及びカメラヘッドには定期的にオートクレーブ処理が施されるため、外部に露出している部位である内視鏡の接眼レンズ 8 0 1 及びカメラヘッドのカバーガラス 8 0 3 に対して反射防止膜を設けたとしても、当該オートクレーブ処理によって当該反射防止膜が剥がれてしまい、効果を発揮することができないからである。

【 0 0 3 8 】

このように、既存の内視鏡装置における光学系 8 0 では、接眼レンズ 8 0 1 及びカバーガラス 8 0 3 に対して反射防止膜を設けることが困難であるため、当該接眼レンズ 8 0 1 及び当該カバーガラス 8 0 3 において反射して撮像素子 8 1 1 に入射する迷光が生じてしまうこととなる。

【 0 0 3 9 】

ここで、一般的に、耐オートクレーブ性を確保するために、接眼レンズ 8 0 1 及びカバーガラス 8 0 3 は、サファイアガラスによって形成されることが多い。また、サファイアガラスは、一般的なガラス材料に比べて反射率が大きいことが知られている。従って、内視鏡装置では、一般的なデジタルカメラ等に比べて、接眼レンズ 8 0 1 及びカバーガラス 8 0 3 における反射によって生じる迷光の強度がより大きくなる傾向があり、フレア等がより顕著に発生する恐れがある。

【 0 0 4 0 】

そこで、従来、内視鏡装置のカメラヘッドにおいては、接眼レンズ 8 0 1 及びカバーガラス 8 0 3 において反射されて撮像素子 8 1 1 に入射する迷光の強度を低減するために、カバーガラス 8 0 3 を光軸と直交する方向（すなわち、z 軸方向）に対して所定に角度傾けて配設する方法が提案されている。図 1 に示す光学系 8 0 は、当該方法が反映されたものである。

【 0 0 4 1 】

当該方法によれば、カバーガラス 8 0 3 が撮像素子 8 1 1 の保護ガラス 8 1 5 に対して所定の角度傾けて配設される、すなわち、カバーガラス 8 0 3 と保護ガラス 8 1 5 とが互いに略平行にならないように配設されることになる。従って、保護ガラス 8 1 5 によって反射されてカバーガラス 8 0 3 に入射した観察光の一部が、カバーガラス 8 0 3 によって、その入射方向とは異なる方向（すなわち、撮像素子 8 1 1 に向かう方向とは異なる方向）に反射されることとなる。すなわち、カバーガラス 8 0 3 によって反射された迷光の一部が、光学系 8 0 の外部に向かって放射されることとなるため、カバーガラス 8 0 3 によって反射されて撮像素子 8 1 1 に入射する迷光の強度を低減することができる。

【 0 0 4 2 】

このように、カバーガラス 8 0 3 を傾けて配設することにより、既存の光学系 8 0 では、カバーガラス 8 0 3 での反射による迷光の発生は抑制できる可能性がある。しかしなが

10

20

30

40

50

ら、当該対策を行ったとしても、図 1 に示すように、光学系 80 では、接眼レンズ 801 によって反射されて撮像素子 811 に入射する迷光は依然として存在し得る。このように、既存の光学系 80 では、フレア等の発生を十分に抑制することは実現できていなかった。

【0043】

以上、本発明者らが既存の内視鏡装置における光学系について検討した内容について説明した。検討した内容について以下にまとめる。

【0044】

以上説明したように、既存の内視鏡装置の内視鏡及びカメラヘッドにおいては、オートクレーブ処理が行われるために、外部に露出している接眼レンズ 801 及びカバーガラス 803 に反射防止膜を設けることができない。従って、当該接眼レンズ 801 及び当該カバーガラス 803 によって反射されて撮像素子 811 に入射する迷光の強度を低減することが難しく、一般的なデジタルカメラ等に比べてフレア等が発生しやすい原因となっていた。

10

【0045】

また、耐オートクレーブ性を確保するために、接眼レンズ 801 及びカバーガラス 803 は、比較的反射率の高いサファイアガラスによって形成されることが多い。従って、接眼レンズ 801 及びカバーガラス 803 によって反射されて撮像素子 811 に入射する迷光の強度が更に大きくなり、フレア等がより顕著に発生する恐れがあった。これは、一般的なデジタルカメラ等の他の装置においては生じ得ない、医療用の内視鏡装置に特有の課題であると言える。

20

【0046】

これに対して、撮像素子 811 に入射する迷光の強度を低減する方法として、カバーガラス 803 を光軸と直交する方向（図 1 であれば z 軸方向）に対して所定に角度傾けて配設する方法が提案されている。当該方法により、カバーガラス 803 によって反射されて撮像素子 811 に入射する迷光の強度は低減できる可能性があるが、カメラヘッドに接続される内視鏡の接眼レンズ 801 によって反射されて撮像素子 811 に入射する迷光は依然として存在し得るため、当該方法は、フレア等の発生を十分に抑制できる方法とは言えない。

30

【0047】

上記事情に鑑みれば、内視鏡装置においては、撮像素子 811 に入射する迷光の強度を低減することにより、フレア等の発生をより抑制し、より高品質な撮像画像を得ることを可能にする技術が求められていた。本発明者らは、このような技術を実現し得る構成について鋭意検討した結果、以下に説明する本開示の好適な実施形態に想到したものである。以下では、本発明者らが想到した本開示の好適な実施形態について説明する。

【0048】

（2．第 1 の実施形態）

（2 - 1．内視鏡装置の構成）

図 2 を参照して、本開示の第 1 の実施形態に係る内視鏡装置の構成について説明する。図 2 は、第 1 の実施形態に係る内視鏡装置の一構成例を示す図である。

40

【0049】

図 2 を参照すると、第 1 の実施形態に係る内視鏡装置 10 は、内視鏡 110 と、光源装置 120 と、カメラヘッド 130 と、表示装置 140 と、制御装置 150 と、から主に構成される。

【0050】

内視鏡 110 は硬性鏡であり、その細径の挿入部の先端には、観察対象に対して照明光を照射する照明窓と、照明光による観察対象からの反射光（すなわち観察光）を取り込む観察窓と、が設けられている。撮像時には、当該照明窓及び当該観察窓が観察対象と対向するように、内視鏡 110 の挿入部が患者の体腔内に挿入される。

【0051】

50

光源装置 120 は、内視鏡 110 の挿入部に対して、撮像時に観察対象に照射される照明光を供給する。内視鏡 110 の挿入部と光源装置 120 とは、ライトガイド 160 によって接続されており、当該ライトガイド 160 を介して、光源装置 120 から内視鏡 110 の挿入部に対して照明光が供給される。光源装置 120 から供給された照明光が、内視鏡 110 の挿入部先端の照明窓から、観察対象に対して照射される。なお、図示するように、ライトガイド 160 の一端は、内視鏡 110 に対して着脱自在に接続され得る。

【0052】

内視鏡 110 の挿入部先端の観察窓には対物レンズが設けられており、観察光は当該対物レンズを介して観察窓から内視鏡 110 の鏡筒内に取り込まれる。また、内視鏡 110 の基端には、接眼レンズが取り付けられた接眼部が設けられている。内視鏡 110 の鏡筒の内部には、挿入部先端の観察窓から内視鏡の基端の接眼部まで、観察光用のイメージガイドが延設されており、観察窓から取り込まれた観察光は、当該イメージガイドにより、内視鏡の基端の接眼部まで導光される。

10

【0053】

カメラヘッド 130 は、内視鏡 110 の基端に着脱自在に接続される。カメラヘッド 130 の内部には、撮像素子、及び当該撮像素子に観察光を集光するための光学系が設けられる。カメラヘッド 130 の、内視鏡 110 の接眼部との接続面には、観察光をその筐体内に取り込むための開口部が設けられており、当該開口部には、当該開口部を塞ぐようにカバーガラスが配設される。観察光は、内視鏡 110 の接眼部から当該カバーガラスを介してカメラヘッド 130 の筐体内部に入射し、当該筐体内部に設けられる光学系により撮像素子に集光される。観察光が撮像素子に集光されることにより、当該撮像素子によって観察対象の像が撮像される（すなわち、観察対象の像に対応する画像信号が取得される）。

20

【0054】

制御装置 150 は、カメラヘッド 130 及び表示装置 140 の駆動を制御し、撮像素子によって撮像された観察対象の像を、表示装置 140 に表示させる。具体的には、制御装置 150 は、カメラヘッド 130 の撮像素子の画素回路に対して適宜駆動信号を送信することにより、当該撮像素子に観察対象の像を撮像させる。撮像素子によって取得された観察対象の像に対応する画像信号は、制御装置 150 に送信され、制御装置 150 によって当該画像信号に対して各種の信号処理が施される。制御装置 150 は、各種の信号処理が施された画像信号を表示装置 140 に送信し、当該表示装置 140 に観察対象の像を表示させる。

30

【0055】

カメラヘッド 130 と制御装置 150 とは、ケーブル 170 によって接続されており、駆動信号及び画像信号は、当該ケーブル 170 を介してやり取りされる。当該ケーブル 170 は、複数の光ファイバと複数の電気信号ケーブルとを含む複合ケーブルであってもよく、例えば、画像信号は光ファイバを介して光信号として送信され、駆動信号は電気信号ケーブルを介して電気信号として送信されてもよい。

【0056】

以上、図 2 を参照して、第 1 の実施形態に係る内視鏡装置 10 の構成について説明した。なお、内視鏡装置 10 の構成は、図 2 に示す例に限定されない。後述するように、第 1 の実施形態は、カメラヘッド 130 の光学系の構成にその特徴を有するものであるため、内視鏡装置 10 の構成のうちカメラヘッド 130 の光学系の構成以外の構成については、一般的な既存の内視鏡装置と同様の構成が適用されてよい。

40

【0057】

（2-2．光学系の構成）

図 3 を参照して、第 1 の実施形態に係る内視鏡装置 10 の光学系の構成について説明する。図 3 は、第 1 の実施形態に係る光学系の一構成例を示す図である。なお、図 3 では、第 1 の実施形態に係る光学系として、フレア等の発生に寄与し得る、図 2 に示す内視鏡装置 10 の内視鏡 110 の接眼レンズから撮像素子のホトダイオードまでの間に存在する各

50

種の光学部材によって構成される光学系を図示している。

【0058】

図3を参照すると、第1の実施形態に係る光学系20は、接眼レンズ201と、カバーガラス203と、絞り205と、レンズ群207と、フィルタ209と、撮像素子211の保護ガラス215と、を備える。なお、図3では、説明のため、撮像素子211のホトダイオードの受光面213（以下、単に受光面213とも言う）も併せて図示している。

【0059】

これらの構成のうち、接眼レンズ201は、内視鏡110に設けられるものであり、他の構成は、カメラヘッド130に設けられるものである。内視鏡の先端から取り込まれた観察光は、内視鏡の鏡筒内部に延設されるイメージガイドによって当該内視鏡の基端まで導光され、接眼レンズ201、カバーガラス203、絞り205、レンズ群207及びフィルタ209をこの順に通過して、撮像素子211に入射する。

10

【0060】

接眼レンズ201は、内視鏡の基端の接眼部に設けられる。カメラヘッド130は、内視鏡110の基端に着脱自在に構成されるため、ユーザは、必要に応じて、カメラヘッド130を内視鏡110から取り外し、接眼レンズ201を介して直接観察対象を見ることができる。

【0061】

カバーガラス203は、カメラヘッド130の、内視鏡110の基端の接眼部との接続面に設けられる。カバーガラス203は、カメラヘッド130の筐体に設けられる観察光を当該筐体内に取り込むため開口部を塞ぐように配設されており、観察光は、当該カバーガラス203を介してカメラヘッド130の筐体内に入射する。カバーガラス203は、カメラヘッド130の内部の構成を、外部の環境から保護する役割を果たす。例えば、カバーガラス203により、カメラヘッド130の筐体内部へのゴミ等の侵入が防止されるとともに、オートクレーブ処理時には、水蒸気や熱から内部の構成が保護される。

20

【0062】

なお、上述したように、カメラヘッド130は、内視鏡110の基端に着脱自在に構成されるため、内視鏡110の接眼レンズ201及びカメラヘッド130のカバーガラス203は、外部に露出した部位である。従って、耐オートクレーブ性を確保するために、接眼レンズ201及びカバーガラス203は、好適に、サファイアガラスによって形成され得る。

30

【0063】

絞り205、レンズ群207、フィルタ209及び撮像素子211は、カメラヘッド130の筐体内部に設けられる。絞り205及びレンズ群207は、観察光を撮像素子211の受光面213に集光するように構成される。図3では、一例として、5枚のレンズ207a、207b、207c、207d、207eからなるレンズ群207が図示されている。なお、絞り205及びレンズ群207の構成は図示される例に限定されず、絞り205のサイズや、レンズ群207を構成するレンズの数及び種類等は、観察光が撮像素子211の受光面213に効率よく集光するように適宜設計され得る。

【0064】

フィルタ209は、撮像素子211の前段に設けられ、例えば赤外光等の、撮像画像においてノイズとなり得る所定の波長帯域の光をカットするためのフィルタである。フィルタ209の種類は特に限定されず、撮像素子211のホトダイオードの分光特性等に応じて、所望の撮像画像が得られるように、適切な性能を有するフィルタ209が適宜選択され、用いられてよい。

40

【0065】

撮像素子211は、ホトダイオードや、当該ホトダイオードによって光電変換された電気信号を取り出すための画素回路等によって構成される。撮像素子211は、例えばCCD (Charge Coupled Device) イメージセンサ又はCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメ

50

ージセンサ等の各種の公知の撮像素子であり得る。撮像素子 211 のホットダイオードによって観察光が受光されることにより、当該撮像素子 211 によって観察対象の像が撮像される。

【0066】

保護ガラス 215 は、撮像素子 211 のパッケージにおいてホットダイオードの受光面 213 と対向する位置に設けられる。具体的には、撮像素子 211 のパッケージには、ホットダイオードの受光面 213 と対向する部位に、光を入射させるための開口部が設けられており、保護ガラス 215 は、当該開口部を塞ぐように配設される。保護ガラス 215 は、受光面 213 にゴミが付着したり、傷が付いたりすることを防止する役割を果たす。

【0067】

保護ガラス 215 としては、ホットダイオードへのダメージを小さくするために、好適に低 α 線ガラスが用いられる。保護ガラス 215 に使用され得る低 α 線ガラスの材料としては、例えば、SCHOTT社製のD263LA（D263は登録商標）や、旭硝子社製のFPカバーガラス等が挙げられる。ただし、保護ガラス 215 の材料はかかる例に限定されず、保護ガラス 215 の材料としては、一般的に撮像素子の保護ガラスに用いられている各種の材料が適用されてよい。

【0068】

第1の実施形態では、更に、保護ガラス 215 の表面に、それぞれ、反射防止膜 217a、217b（ARコーティング 217a、217b）が設けられる。反射防止膜 217a、217bにより、保護ガラス 215 の表面での観察光の反射が抑制されるため、保護ガラス 215 の表面での反射に起因する迷光の発生を抑えることができ、結果的にフレア等の発生も抑制することができる。

【0069】

なお、以下では、説明の便宜のため、保護ガラス 215 の表面のうち、受光面 213 と対向する面のことを像側表面とも呼称することとし、その逆側の面（すなわち、観察対象が位置する側の面）のことを物体側表面とも呼称することとする。図3に示す例では、保護ガラス 215 の物体側表面に反射防止膜 217a が設けられており、像側表面に反射防止膜 217b が設けられている。

【0070】

反射防止膜 217a、217bとしては、各種の公知な反射防止膜が用いられてよい。例えば、反射防止膜 217a、217bは、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 TiO_2 、 ZrO_2 又は MgF_2 の薄膜が、保護ガラス 215 上に単独で成膜される、又は複数（3～5層程度）重ね合わされて成膜されることにより、形成され得る。これらの物質からなる反射防止膜としては、例えば、 MgF_2 の薄膜からなる1層の反射防止膜、 ZrO_2 及び MgF_2 の薄膜がこの順に重ね合わされた2層構成の反射防止膜、 Al_2O_3 、 ZrO_2 及び MgF_2 の薄膜がこの順に重ね合わされた3層構成の反射防止膜等が知られている。また、一般的には、上記の物質等が7層程度重ね合わされて反射防止膜が構成される場合も多い。反射防止膜 217a、217bとしては、これらを含む公知のあらゆる種類の反射防止膜が用いられてよい。

【0071】

なお、撮像素子 211 は、保護ガラス 215 の物体側表面及び像側表面に反射防止膜 217a、217bが設けられること以外は、一般的な撮像素子と同様の構成を有してよい。従って、例えば画素回路の構成等、本開示と直接的に関係しない構成については、その詳細な説明を省略する。

【0072】

ここで、本発明者らは、第1の実施形態における反射防止膜 217a、217bの効果を確認するために、図3に示す光学系 20 を模擬した計算モデルを用いて、光線追跡シミュレーションを行った。具体的には、図3に示す光学系 20 において反射防止膜 217a、217bが設けられない光学系（以下、実験光学系と言う）に対して内視鏡 110 側から光を入射させた場合における、保護ガラス 215 の像側表面で反射され、前段のいずれ

10

20

30

40

50

かの光学部材（例えば接眼レンズ２０１等）で再び反射され、最終的に受光面２１３に入射した光の強度と、保護ガラス２１５の物体側表面で反射され、前段のいずれかの光学部材（例えば接眼レンズ２０１等）で再び反射され、最終的に受光面２１３に入射した光の強度と、を計算した。つまり、実験光学系において、保護ガラス２１５の像側表面及び物体側表面における反射に起因して生じる迷光の、受光面２１３での受光強度をそれぞれ計算した。また、確認のため、併せて、受光面２１３で反射され、前段のいずれかの光学部材（例えば接眼レンズ２０１等）で反射され、最終的に受光面２１３に再び入射した光の強度についても計算を行った。

【００７３】

結果を下記表１に示す。なお、下記表１では、保護ガラス２１５の像側表面での反射に起因して生じる迷光の受光面２１３での受光強度を１００％とした場合における、相対値を示している。

【００７４】

【表１】

反射部位	受光面	保護ガラス 像側表面	保護ガラス 物体側表面
受光面での 受光強度 (相対値)	14%	100%	35%

【００７５】

更に、本発明者らは、これまでに実際に撮像画像において目視でフレア等が観察された撮像条件、及び観察されなかった撮像条件を模擬した光線追跡シミュレーションを別途行った。そして、各撮像条件について、表１と同様に、保護ガラス２１５の像側表面での反射に起因して生じる迷光の受光面２１３での受光強度を１００％とした場合における、受光面２１３での受光強度の相対値を計算し、当該受光強度における目視で確認可能なフレア等が発生し得るしきい値を調べた。その結果、表１と同様の基準で受光強度を相対値で表した場合には、その受光強度の相対値が約３０（％）よりも小さくなれば、目視で確認できるフレア等が生じないことが分かった。

【００７６】

上記表１に示す結果からは、ホトダイオードの受光面２１３での反射に起因して生じる迷光の当該受光面２１３での受光強度の相対値は、３０（％）を下回っているため、当該迷光は、フレア等の発生にはほぼ寄与しないことが分かる。一方、保護ガラス２１５の像側表面での反射に起因して生じる迷光の受光面２１３での受光強度の相対値、及び保護ガラス２１５の物体側表面での反射に起因して生じる迷光の受光面２１３での受光強度の相対値は、ともに、３０（％）以上であるため、これらの迷光は、フレア等の発生に大きく寄与し得ることが分かる。

【００７７】

これに対して、第１の実施形態では、上述したように、保護ガラス２１５の像側表面及び物体側表面に反射防止膜２１７ａ、２１７ｂが設けられる。反射防止膜２１７ａ、２１７ｂが設けられることにより、保護ガラス２１５の像側表面及び物体側表面での光の反射はほぼ生じなくなるため、保護ガラス２１５の像側表面及び物体側表面での反射に起因して生じる迷光の受光面２１３での受光強度の相対値は、ともに、３０（％）を大きく下回る値となる。このように、保護ガラス２１５の像側表面及び物体側表面に反射防止膜２１７ａ、２１７ｂが設けられることにより、フレア等の発生が抑制され得ることが確認できた。従って、第１の実施形態によれば、より高品質な撮像画像を得ることができる。

【００７８】

以上、図３を参照して、第１の実施形態に係る光学系２０について説明した。なお、第１の実施形態に係る光学系２０は、図３に示す構成に限定されない。一般的な内視鏡装置

のカメラヘッドに設けられる光学系に対して、撮像素子の保護ガラスに反射防止膜を設けることにより、以上説明した第１の実施形態と同様の効果を得ることができる。従って、光学系２０における保護ガラス２１５及び反射防止膜２１７ａ、２１７ｂ以外の構成は、一般的な内視鏡装置のカメラヘッドに設けられる光学系として想定され得る範囲において、適宜変更されてよい。

【００７９】

また、以上説明した光学系２０の構成例では、保護ガラス２１５の両面に反射防止膜２１７ａ、２１７ｂが設けられていたが、第１の実施形態はかかる例に限定されない。保護ガラス２１５の像側表面及び物体側表面のうちのいずれか一方にのみ反射防止膜が設けられる場合であっても、当該反射防止膜が設けられた表面での反射に起因する迷光の発生は抑制され得るため、フレア等の発生を抑制することが可能である。この際、上記表１に示す結果を参照すれば、保護ガラス２１５の像側表面及び物体側表面のうちのいずれか一方にのみ反射防止膜を設ける場合には、像側表面に反射防止膜を設ける方が、フレア等の発生を抑制する効果は大きいと言える。

10

【００８０】

また、図１を参照して説明したように、従来、フレア等の発生を抑制するための方法として、カメラヘッドのカバーガラス８０３を光軸と直交する方向に対して所定の角度傾けて配設する方法（すなわち、カバーガラス８０３を、撮像素子８１１の保護ガラス８１５に対して所定の角度傾けて配設する方法）が知られている。第１の実施形態に係る光学系２０に対して、当該方法が更に適用されてもよい。すなわち、図３に示す光学系２０の構成において、カバーガラス２０３は、光軸と直交する方向（すなわち、ｚ軸方向）に対して所定の角度だけ傾けて配設されてもよい。これにより、反射防止膜２１７ａ、２１７ｂを設けることに加え、カバーガラス２０３を傾けて配設することでも、フレア等の発生を抑制する効果が得られるため、更に高品質な撮像画像を得ることができる。

20

【００８１】

なお、保護ガラス２１５以外の光学部材（例えばレンズ２０７ａ、２０７ｂ、２０７ｃ、２０７ｄ、２０７ｅ）の表面に反射防止膜が設けられていない場合には、これらの光学部材での反射に起因して生じる迷光も、フレア等の発生の要因となり得る。従って、第１の実施形態では、保護ガラス２１５以外の光学部材の表面に対しても、反射防止膜が設けられることが好ましい。

30

【００８２】

しかしながら、フレア等の発生には、受光面２１３により近い場所に配置される光学部材での反射に起因して生じる迷光ほど、大きく寄与すると考えられる。これは、光学系２０は、受光面２１３に観察光が集光されるように（すなわち、受光面２１３に観察対象の像を結像させるように）構成されているため、受光面２１３に近づくほど、観察光による像（すなわち、観察対象の像）は明りょうなものとなり、逆に、受光面２１３から離れた位置では、観察光による像はぼやけたものとなる。従って、受光面２１３の近くの光学部材での反射に起因して生じる迷光は、より強度が大きく、明りょうなフレア、すなわちゴーストを生じさせると考えられるのである。よって、第１の実施形態のように、光学部材に反射防止膜を設けることによりフレア等の発生を抑制しようとする場合には、受光面２１３のより近くに位置する保護ガラス２１５に対して反射防止膜を設けることにより、最も大きな効果を得ることができる。

40

【００８３】

（３．第２の実施形態）

本開示の第２の実施形態について説明する。なお、第２の実施形態は、以上説明した第１の実施形態に対して、撮像素子２１１の構成が変更されたものに対応する。内視鏡装置の構成や、光学系における撮像素子以外の構成については、第１の実施形態と同様であるため、以下の第２の実施形態についての説明では、第１の実施形態と重複する事項についてはその詳細な説明を省略し、第１の実施形態と相違する事項について主に説明する。

【００８４】

50

図 4 を参照して、第 2 の実施形態に係る光学系の構成について説明する。図 4 は、第 2 の実施形態に係る光学系の一構成例を示す図である。図 4 に示す光学系は、第 2 の実施形態に係る内視鏡装置における、内視鏡の接眼レンズからカメラヘッド内の撮像素子のホトダイオードまでの間に存在する各種の光学部材によって構成される光学系に対応している。

【 0 0 8 5 】

図 4 を参照すると、第 2 の実施形態に係る光学系 3 0 は、接眼レンズ 2 0 1 と、カバーガラス 2 0 3 と、絞り 2 0 5 と、レンズ群 2 0 7 と、フィルタ 2 0 9 と、撮像素子 3 1 1 の保護ガラス 2 1 5 と、を備える。図 4 では、説明のため、撮像素子 3 1 1 のホトダイオードの受光面 2 1 3 も併せて図示している。なお、図 4 に示す撮像素子 3 1 1 以外の各部材は、図 3 に示す第 1 の実施形態に係る光学系 2 0 における各部材と同様の構成及び機能を有するものであるため、これらの部材についての詳細な説明は省略する。

10

【 0 0 8 6 】

第 2 の実施形態では、撮像素子 3 1 1 の構成が、第 1 の実施形態とは異なる。具体的には、第 2 の実施形態に係る撮像素子 3 1 1 は、保護ガラス 2 1 5 が受光面 2 1 3 から所定の距離以上離隔して配設された構造を有する。第 2 の実施形態において、受光面 2 1 3 と保護ガラス 2 1 5 との距離 d_{pg} は、第 1 の実施形態に係る撮像素子 2 1 1 や、一般的な CMOS センサよりも大きい値に設定される。

【 0 0 8 7 】

例えば、一般的な CMOS イメージセンサでは、受光面 2 1 3 と保護ガラス 2 1 5 との距離 d_{pg} は、 $0.3 \sim 0.5$ (mm) 程度である。これに対して、第 2 の実施形態では、例えば、当該距離 d_{pg} が 1.0 (mm) 以上となるように、撮像素子 3 1 1 が構成される (当該数値の根拠については後述する)。

20

【 0 0 8 8 】

なお、撮像素子 3 1 1 において、保護ガラス 2 1 5 に反射防止膜 2 1 7 a、2 1 7 b が設けられないこと、及び受光面 2 1 3 と保護ガラス 2 1 5 との距離 d_{pg} がより大きくなるように構成されること以外の構成は、第 1 の実施形態に係る撮像素子 2 1 1 と同様であってよい。従って、撮像素子 3 1 1 の構成について、撮像素子 2 1 1 と重複する事項については、その詳細な説明は省略する。

【 0 0 8 9 】

ここで、上記 (2 - 2 . 光学系の構成) で説明したように、フレア等の発生には、受光面 2 1 3 により近い場所に配置される光学部材での反射に起因して生じる迷光ほど、大きく寄与すると考えられる。従って、受光面 2 1 3 と保護ガラス 2 1 5 との距離 d_{pg} をより大きくすることにより、当該保護ガラス 2 1 5 での反射に起因して迷光が生じ、当該迷光が受光面 2 1 3 に入射したとしても、その入射光の強度を低減することができ、フレア等の発生を抑えることができる。

30

【 0 0 9 0 】

本発明者らは、第 2 の実施形態における保護ガラス 2 1 5 を受光面 2 1 3 から所定の距離以上離隔して配設することの効果を確認するために、図 4 に示す光学系 3 0 を模擬した計算モデルを用いて、光線追跡シミュレーションを行った。具体的には、第 1 の実施形態で用いた実験光学系において、受光面 2 1 3 と保護ガラス 2 1 5 との距離 d_{pg} を変化させながら、保護ガラス 2 1 5 の像側表面における反射に起因して生じる迷光の、受光面 2 1 3 での受光強度を計算した。

40

【 0 0 9 1 】

結果を下記表 2 に示す。なお、第 1 の実施形態で用いた実験光学系は、距離 d_{pg} を 0.5 (mm) にしたものに对应している。下記表 2 では、計算した受光面 2 1 3 での受光強度について、表 1 と同様の基準による相対値、すなわち、距離 d_{pg} が 0.5 (mm) である場合における、保護ガラス 2 1 5 の像側表面での反射に起因して生じる迷光の受光面 2 1 3 での受光強度 (1 0 0 %) を基準とした相対値を示している。

【 0 0 9 2 】

50

【表 2】

受光面と保護ガラスとの 距離 d_{pg} (mm)	受光面への受光強度 (%) (相対値)
0.3	430
0.4	280
0.5	100
0.6	71
0.7	50
0.8	39
0.9	31
1.0	26
1.1	23
1.2	20
1.3	18
1.4	16
1.5	15

10

【0093】

20

また、表 2 に示す結果をグラフ図で表したものを図 5 に示す。図 5 は、受光面 213 と保護ガラス 215 との距離 d_{pg} と、保護ガラス 215 での反射に起因して生じた迷光の受光面 213 での受光強度と、の関係を示すグラフ図である。

【0094】

表 2 及び図 5 を参照すると、受光面 213 と保護ガラス 215 との距離 d_{pg} が大きくなるほど、保護ガラス 215 での反射に起因して生じた迷光の受光面 213 での受光強度が小さくなっていることが分かる。表 2 及び図 5 に示す結果では、距離 d_{pg} が 1.0 (mm) 以上の場合に、迷光の受光面 213 での受光強度の相対値が 30 (%) よりも小さくなっている。第 1 の実施形態と同様の基準による受光強度の相対値で評価した場合には、受光強度の相対値が 30 (%) を下回れば、目視で確認できないレベルまでフレア等の発生を抑えることができる。従って、図 4 に示す光学系 30 の構成例であれば、受光面 213 と保護ガラス 215 との距離 d_{pg} を 1.0 (mm) 以上にするにより、フレア等の発生を抑えることができる。

30

【0095】

このように、第 2 の実施形態によれば、撮像素子 311 において、保護ガラス 215 を受光面 213 から所定の距離以上離隔して配設することにより、フレア等の発生を抑制することができ、より高品質な撮像画像を得ることが可能になる。当該所定の距離は、保護ガラス 215 での反射に起因して生じた迷光の受光面 213 での受光強度に応じて決定され、上記表 2 に示す例であれば 1.0 (mm) である。

【0096】

40

なお、光学系 30 の構成や想定される観察光の強度等に応じて、フレア等の発生を抑えるために必要な、受光面 213 と保護ガラス 215 との距離 d_{pg} の適切な値は変化し得る。距離 d_{pg} の適切な値は、実際の光学系を模擬した計算モデルを用いて、実際の使用状況に則した光線追跡シミュレーションを行うことにより、適宜設計され得る。

【0097】

以上、図 4 を参照して、第 2 の実施形態に係る光学系 30 について説明した。なお、第 2 の実施形態に係る光学系 30 は、図 4 に示す構成に限定されない。一般的な内視鏡装置のカメラヘッドに設けられる光学系に対して、撮像素子の保護ガラスが受光面から所定の距離以上離隔して配設される構成を設けることにより、以上説明した第 2 の実施形態と同様の効果を得ることができる。従って、光学系 30 における受光面 213 と保護ガラス 2

50

１５との距離以外の事項は、一般的な内視鏡装置のカメラヘッドに設けられる光学系として想定され得る範囲において、適宜変更されてよい。

【００９８】

また、第２の実施形態においても、図４に示す光学系３０の構成において、カバーガラス２０３は、光軸と直交する方向（すなわち、 z 軸方向）に対して所定の角度だけ傾けて配設されてもよい。すなわち、カバーガラス２０３は、保護ガラス２１５に対して所定の角度傾けて配設されてもよい。これにより、保護ガラス２１５が受光面２１３から所定の距離以上離隔して配設される構成に加え、カバーガラス２０３を傾けて配設することでも、フレア等の発生を抑制する効果が得られるため、更に高品質な撮像画像を得ることができる。

10

【００９９】

（４．第３の実施形態）

本開示の第３の実施形態について説明する。なお、第３の実施形態は、以上説明した第１の実施形態に対して、カバーガラス２０３の構成、及び撮像素子２１１の構成が変更されたものに対応する。内視鏡装置の構成や、光学系におけるカバーガラス及び撮像素子以外の構成については、第１の実施形態と同様であるため、以下の第３の実施形態についての説明では、第１の実施形態と重複する事項についてはその詳細な説明を省略し、第１の実施形態と相違する事項について主に説明する。

【０１００】

図６を参照して、第３の実施形態に係る光学系の構成について説明する。図６は、第３の実施形態に係る光学系の一構成例を示す図である。図６に示す光学系は、第３の実施形態に係る内視鏡装置における、内視鏡の接眼レンズからカメラヘッド内の撮像素子のホトダイオードまでの間に存在する各種の光学部材によって構成される光学系に対応している。

20

【０１０１】

図６を参照すると、第３の実施形態に係る光学系４０は、接眼レンズ２０１と、カバーガラス２０３と、絞り２０５と、レンズ群２０７と、フィルタ２０９と、撮像素子４１１の保護ガラス２１５と、を備える。図６では、説明のため、撮像素子４１１のホトダイオードの受光面２１３も併せて図示している。なお、図６に示すカバーガラス２０３及び撮像素子４１１以外の各部材は、図３に示す第１の実施形態に係る光学系２０における各部材と同様の構成及び機能を有するものであるため、これらの部材についての詳細な説明は省略する。

30

【０１０２】

第３の実施形態では、カバーガラス２０３の配置方法及び撮像素子４１１の構成が、第１及び第２の実施形態とは異なる。具体的には、第３の実施形態では、カバーガラス２０３が、光軸と直交する方向（すなわち、 z 軸方向）に対して所定の角度 r_c だけ傾けて配設される。また、第３の実施形態に係る撮像素子４１１は、第３の実施形態に係る撮像素子４１１は、保護ガラス２１５が受光面２１３に対して所定の角度 r_p だけ傾けられた構造を有する。なお、このような保護ガラス２１５が受光面２１３に対して所定の角度 r_p だけ傾けられた構造は、撮像素子４１１のパッケージの構造を適宜工夫することにより実現され得る。

40

【０１０３】

なお、撮像素子４１１において、保護ガラス２１５に反射防止膜２１７ a 、２１７ b が設けられないこと、カバーガラス２０３が光軸と直交する方向に対して所定の角度 r_c だけ傾けて配設されること、及び保護ガラス２１５が受光面２１３に対して所定の角度 r_p だけ傾けて配設されること以外の構成は、第１の実施形態に係る撮像素子２１１と同様であってよい。従って、撮像素子４１１の構成について、撮像素子２１１と重複する事項については、その詳細な説明は省略する。

【０１０４】

図６では、図１と同様に、光学系４０を模擬した計算モデルを用いて実行した光線追跡

50

シミュレーションの結果を併せて図示している。図 1 及び図 6 に示すシミュレーション結果を比較すると、保護ガラス 215 を所定の角度 r_p だけ傾けて配置することにより、保護ガラス 215 によって反射された観察光のうちの一部が、レンズ群 207 の外部に向かって進んでいることが分かる。反射光のうち、レンズ群 207 に入射しなかったものは、前段の光学部材で反射されて再び撮像素子 411 に入射することがない。このように、第 3 の実施形態によれば、保護ガラス 215 での反射に起因して生じた迷光の一部が、光学系 40 の外部に向かって放射されるため、当該迷光の受光面 213 での受光強度をより低減することができ、フレア等の発生をより抑制することが可能になる。

【0105】

本発明者らは、第 3 の実施形態における保護ガラス 215 を受光面 213 に対して傾けて配設することの効果を確認するために、図 6 に示す光学系 40 を模擬した計算モデルを用いて、更なる光線追跡シミュレーションを行った。具体的には、図 6 に示す光学系 40 を模擬した計算モデルにおいて、保護ガラス 215 の受光面 213 に対する角度 d_p を変化させながら、保護ガラス 215 の像側表面における反射に起因して生じる迷光の、受光面 213 での受光強度を計算した。

【0106】

第 1 及び第 2 の実施形態と同様に、当該受光強度を、表 1 に示す保護ガラス 215 の像側表面での反射に起因して生じる迷光の受光面 213 での受光強度 (100%) を基準とした相対値で評価した結果、角度 d_p を約 6 (度) 以上にするることにより、受光強度の相対値を 30 (%) よりも小さくすることができる、すなわち、目視で確認できるレベルのフレア等の発生を抑制できることが確認できた。換言すれば、図 6 に示す光学系 40 の構成例であれば、受光面 213 に対する保護ガラス 215 の角度 r_p を約 6 (度) 以上にするることにより、フレア等の発生を抑えることができる。

【0107】

このように、第 3 の実施形態によれば、撮像素子 311 において、保護ガラス 215 を受光面 213 に対して所定の角度以上傾けて配設することにより、フレア等の発生を抑制することができ、より高品質な撮像画像を得ることが可能になる。当該所定の角度は、保護ガラス 215 での反射に起因して生じた迷光の受光面 213 での受光強度に応じて決定され、例えば、今回実験した結果であれば 6 (度) である。

【0108】

なお、光学系 40 の構成や想定される観察光の強度等に応じて、フレア等の発生を抑えるために必要な、受光面 213 に対する保護ガラス 215 の角度 r_p の適切な値は変化し得る。角度 r_p の適切な値は、実際の光学系を模擬した計算モデルを用いて、実際の使用状況に則した光線追跡シミュレーションを行うことにより、適宜設計され得る。

【0109】

ここで、第 3 の実施形態と同様の効果を得るためには、撮像素子 411 全体を、光軸と直交する方向に対して所定の角度だけ傾けて配設する構成も考えられる。当該構成であっても、保護ガラス 215 によって反射された観察光のうちの一部は、レンズ群 207 の外部に向かって進むこととなるため、迷光の受光面 213 への受光強度を低減することができる。しかしながら、撮像素子 411 全体を傾けて配設した場合には、本来受光面 213 で受光すべき観察光の受光強度も低下してしまう恐れがある。従って、迷光の受光強度を低下させつつ、本来受光すべき観察光の受光強度を確保するためには、図 6 に示すように、撮像素子 411 の構成のうち、保護ガラス 215 のみが光軸と直交する方向に対して傾けて配設されることが好ましい。

【0110】

また、図 6 に示す構成例では、カバーガラス 203 も、光軸と直交する方向に対して所定の角度 r_c だけ傾けて配設されている。上記 (1. 既存の構成についての検討) で説明したように、当該構成によって、カバーガラス 203 によって反射されて再び撮像素子 211 に入射する迷光の強度を低減することができるため、フレア等の発生を更に抑制する効果を得ることができる。なお、この際、カバーガラス 203 を傾ける角度 r_c と、保護

10

20

30

40

50

ガラス 215 を傾ける角度 r_p とは、互いに異なっていることが好ましい。カバーガラス 203 を傾ける角度 r_c と、保護ガラス 215 を傾ける角度 r_p とが略同一、すなわち、カバーガラス 203 と保護ガラス 215 とが略平行になるように設置される場合には、保護ガラス 215 によって反射されてカバーガラス 203 に入射し当該カバーガラス 203 によって再び反射された光の大部分が、保護ガラス 205 に戻ることをため、迷光の受光面 213 での受光強度が低減されるという効果があり得られない恐れがある。例えば、効果をより得るためには、カバーガラス 203 を傾ける角度 r_c と保護ガラス 215 を傾ける角度 r_p とは逆符号の角度であってもよい、すなわち、カバーガラス 203 を傾ける方向と保護ガラス 215 を傾ける方向とは逆方向であってもよい。

【0111】

以上、図 6 を参照して、第 3 の実施形態に係る光学系 40 について説明した。なお、第 3 の実施形態に係る光学系 40 は、図 6 に示す構成に限定されない。一般的な内視鏡装置のカメラヘッドに設けられる光学系に対して、撮像素子の保護ガラスが受光面に対して所定の角度以上傾けて配設される構成を設けることにより、以上説明した第 3 の実施形態と同様の効果を得ることができる。従って、光学系 40 における受光面 213 と保護ガラス 215 との角度以外の事項は、一般的な内視鏡装置のカメラヘッドに設けられる光学系として想定され得る範囲において、適宜変更されてよい。

【0112】

例えば、上記のように、図 6 に示す構成例では、カバーガラス 203 も、光軸と直交する方向に対して所定の角度 r_c だけ傾けて配置されているが、第 3 の実施形態はかかる例に限定されない。例えば、第 1 及び第 2 の実施形態と同様に、カバーガラス 203 は光軸と略直交するように配置されてもよい。撮像素子 411 の保護ガラス 215 のみが傾けられる構成であっても、保護ガラス 215 での反射に起因して生じた迷光の受光面 213 での受光強度を低減することができ、フレア等の発生を抑制することが可能である。

【0113】

ここで、第 3 の実施形態において迷光の受光面 213 への受光強度を低減することができる原理を考慮すれば、光学系 40 において迷光を生じさせる原因となり得る光学部材のいずれか、すなわち、反射防止膜が設けられない光学部材のいずれかを、光軸と直交する方向に対して所定の角度以上傾けて配設することにより、迷光の一部が光学系 40 の外部に向かって放射されることとなるため、同様の効果を得ることができる。光学系 40 において迷光を生じさせる原因となり得る光学部材は、接眼レンズ 201、カバーガラス 203 及び保護ガラス 215 である。つまり、第 3 の実施形態では、傾けて配置される部材はカバーガラス 203 及び保護ガラス 215 に限定されず、接眼レンズ 201、カバーガラス 203 及び保護ガラス 215 のうちの少なくともいずれかが、光軸と直交する方向に対して所定の角度以上傾けて配設されるように、光学系 40 が構成されてよい。

【0114】

ただし、この場合に、接眼レンズ 201、カバーガラス 203 及び保護ガラス 215 の全てが互いに略平行になるようにこれらの部材が配設されることは、望ましくない。接眼レンズ 201、カバーガラス 203 及び保護ガラス 215 の中に、互いに略平行になるように配設される部材があると、その部材間での反射では、光学系 40 の外部に放射される迷光の成分がほぼ存在しないこととなるため、迷光の受光面 213 での受光強度を効果的に低減することができないからである。従って、迷光の受光面 213 での受光強度を低減させる効果をより好適に得るためには、接眼レンズ 201、カバーガラス 203 及び保護ガラス 215 が、いずれも互いに略平行にならないように、配設されることが望ましい。

【0115】

(5. まとめ)

以上説明したように、第 1 ~ 第 3 の実施形態では、いずれも、撮像素子 211、311、411 の保護ガラス 215 における観察光の反射に起因して生じる迷光の受光面 213 での受光強度を低減するための、迷光強度低減構造が、当該撮像素子 211、311、411 に設けられる。迷光強度低減構造が設けられることにより、迷光の受光面 213 での

10

20

30

40

50

受光強度が低減され、フレア等の発生が抑制されることとなり、より高品質な撮像画像を得ることが可能になる。

【0116】

具体的には、第1の実施形態では、当該迷光強度低減構造として、撮像素子211の保護ガラス215の少なくとも一面に反射防止膜が設けられる構造が提供される。第2の実施形態では、当該迷光強度低減構造として、撮像素子211の保護ガラス215が受光面213から所定の距離以上離隔して配設される構造が提供される。第3の実施形態では、当該迷光強度低減構造として、撮像素子211の保護ガラス215が受光面213に対して所定の角度以上傾けて配設される構造が提供される。

【0117】

なお、上述した第1～第3の実施形態に記載した各構成は、可能な範囲で互いに組み合わせられてもよい。第1～第3の実施形態に記載した各構成が組み合わせられることにより、フレア等を抑制する効果を更に得ることができ、より高品質な撮像画像を得ることができる。

【0118】

迷光強度低減構造が設けられ撮像画像の品質が向上することにより、第1～第3の実施形態に係る内視鏡装置10のユーザ（医者）は、当該内視鏡装置10を用いた手術や検査をより円滑に行うことが可能になるため、ユーザの負担が軽減される。また、撮像画像の品質が向上することにより、当該撮像画像を用いて行われる処置や診断におけるミスの発生を低減することができるため、より安全な医療行為が実現され得る。

【0119】

ここで、上記（1．既存の構成についての検討）で説明したように、内視鏡装置10においては、オートクレーブ処理が行われることを考慮すると、外部に露出している部位である内視鏡110の接眼レンズ201及びカメラヘッド130のカバーガラス203に反射防止膜を設けることができない。一般的なデジタルカメラ等では、フレア等を抑制するために、その光学系を構成する全ての光学部材に反射防止膜を設ける方法が提案されているが、上記理由から、内視鏡装置10では、当該方法を取ることができない。

【0120】

一方、耐オートクレーブ性を確保するために、接眼レンズ201及びカバーガラス203は、好適に、サファイアガラスによって形成され得る。サファイアガラスは、一般的なガラス材料に比べて反射率が大きいため、内視鏡装置10では、フレア等の発生がより助長され得ることとなる。

【0121】

このように、内視鏡装置10においては、一般的なデジタルカメラ等よりもフレア等が発生しやすいにもかかわらず、従来用いられている有効な方法である、全ての光学部材に反射防止膜を設けるという方法を適用することができない事情があった。従って、内視鏡装置10においては、接眼レンズ201及びカバーガラス203に反射防止膜を設ける方法以外の方法によってフレア等の発生を抑制し得る技術が強く求められていた。

【0122】

これに対して、上述したように、第1～第3の実施形態では、カメラヘッド130の内部の撮像素子211、311、411に迷光強度低減構造が設けられることにより、フレア等の発生が抑制される。従って、上記のように接眼レンズ201及びカバーガラス203に反射防止膜を設けることができない場合であっても、好適にフレア等の発生を抑制し、より高品質な撮像画像を得ることが可能になる。

【0123】

（6．補足）

以上、添付図面を参照しながら本開示の好適な実施形態について詳細に説明したが、本開示の技術的範囲はかかる例に限定されない。本開示の技術分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本開示の技

10

20

30

40

50

術的範囲に属するものと了解される。

【0124】

なお、本明細書に記載された効果は、あくまで説明的又は例示的なものであって限定的ではない。つまり、本開示に係る技術は、上記の効果とともに、又は上記の効果に代えて、本明細書の記載から当業者には明らかな他の効果を奏し得る。

【0125】

なお、以下のような構成も本開示の技術的範囲に属する。

(1) 内視鏡の基端との接続面に設けられ、前記内視鏡の鏡筒内を基端まで導光されてきた観察光を筐体の内部に取り込むための開口部を塞ぐように配設されるカバーガラスと、前記カバーガラスを通過して前記筐体内に入射した前記観察光を受光し、観察対象の像を撮像する撮像素子と、を備え、前記撮像素子において前記観察光を受光する受光面と対向して配設される保護ガラスの少なくとも一面に、反射防止膜が設けられる、内視鏡用カメラヘッド。

10

(2) 前記撮像素子において、前記保護ガラスは、前記受光面から所定の距離以上離隔して配設され、前記所定の距離は、前記保護ガラスにおける前記観察光の反射に起因して生じる迷光の強度に応じて決定される、前記(1)に記載の内視鏡用カメラヘッド。

(3) 前記撮像素子において、前記保護ガラスは、前記受光面に対して所定の角度以上傾けて配設される、前記(1)又は(2)に記載の内視鏡用カメラヘッド。

(4) 前記カバーガラスは、前記撮像素子の前記保護ガラスに対して所定の角度傾けて配設される、前記(1)～(3)のいずれか1項に記載の内視鏡用カメラヘッド。

20

(5) 前記カバーガラスは、サファイアガラスによって構成される、前記(1)～(4)のいずれか1項に記載の内視鏡用カメラヘッド。

(6) 前記内視鏡の基端には、前記カバーガラスと対向する位置に接眼レンズが設けられる、前記(1)～(5)のいずれか1項に記載の内視鏡用カメラヘッド。

(7) 前記接眼レンズ、前記カバーガラス及び前記保護ガラスは、いずれも互いに略平行にならないように配設される、前記(6)に記載の内視鏡用カメラヘッド。

(8) 前記接眼レンズは、サファイアガラスによって構成される、前記(6)又は(7)に記載の内視鏡用カメラヘッド。

(9) 内視鏡の基端との接続面に設けられ、前記内視鏡の鏡筒内を基端まで導光されてきた観察光を筐体の内部に取り込むための開口部を塞ぐように配設されるカバーガラスと、前記カバーガラスを通過して前記筐体内に入射した前記観察光を受光し、観察対象の像を撮像する撮像素子と、を備え、前記撮像素子において、前記保護ガラスは、前記受光面から所定の距離以上離隔して配設され、前記所定の距離は、前記保護ガラスにおける前記観察光の反射に起因して生じる迷光の強度に応じて決定される、内視鏡用カメラヘッド。

30

(10) 内視鏡の基端との接続面に設けられ、前記内視鏡の鏡筒内を基端まで導光されてきた観察光を筐体の内部に取り込むための開口部を塞ぐように配設されるカバーガラスと、前記カバーガラスを通過して前記筐体内に入射した前記観察光を受光し、観察対象の像を撮像する撮像素子と、を備え、前記撮像素子において、前記保護ガラスは、前記受光面に対して所定の角度以上傾けて配設される、内視鏡用カメラヘッド。

40

【符号の説明】

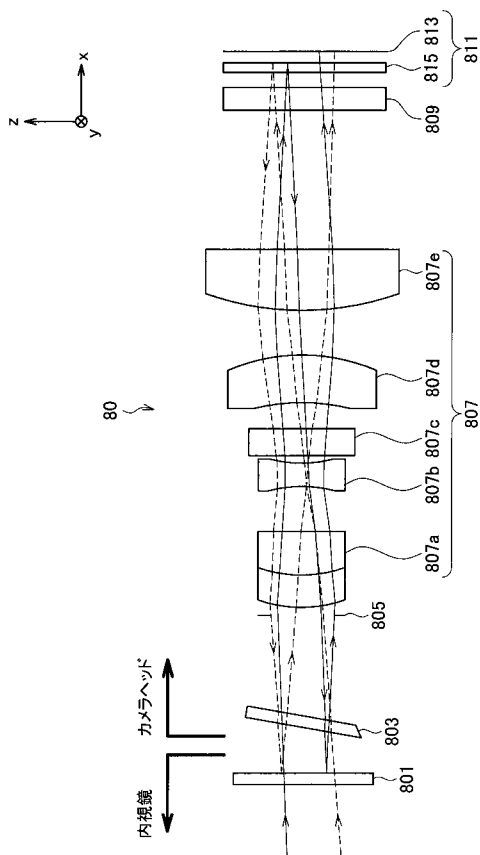
【0126】

- 10 内視鏡装置
- 20、30、40、80 光学系
- 110 内視鏡
- 120 光源装置
- 130 カメラヘッド
- 140 表示装置
- 150 制御装置
- 160 ライトガイド
- 170 ケーブル

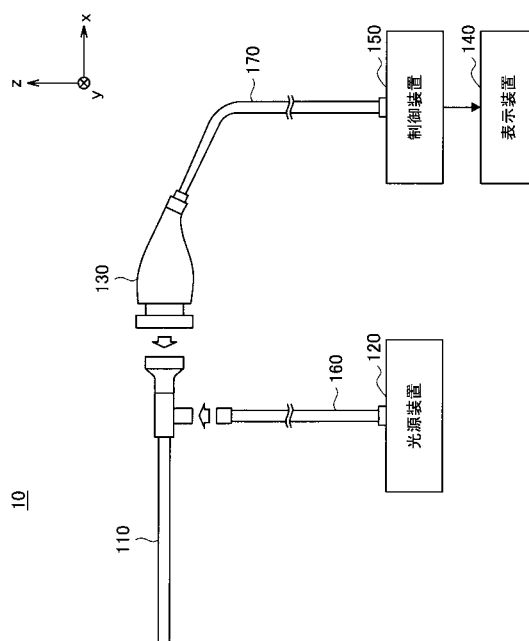
50

201、801	接眼レンズ	
203、803	カバーガラス	
205、805	絞り	
207、807	レンズ群	
209、809	フィルタ	
211、311、411、811	撮像素子	
213、813	受光面	
215、815	保護ガラス	

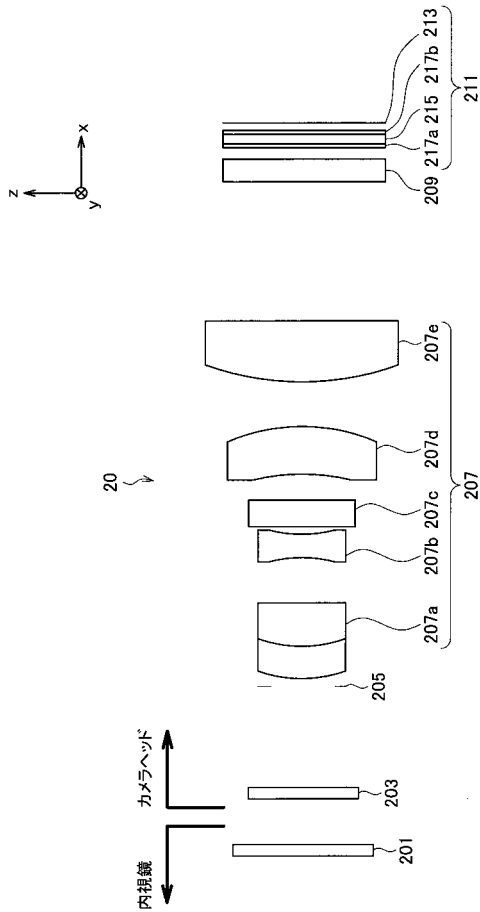
【図1】



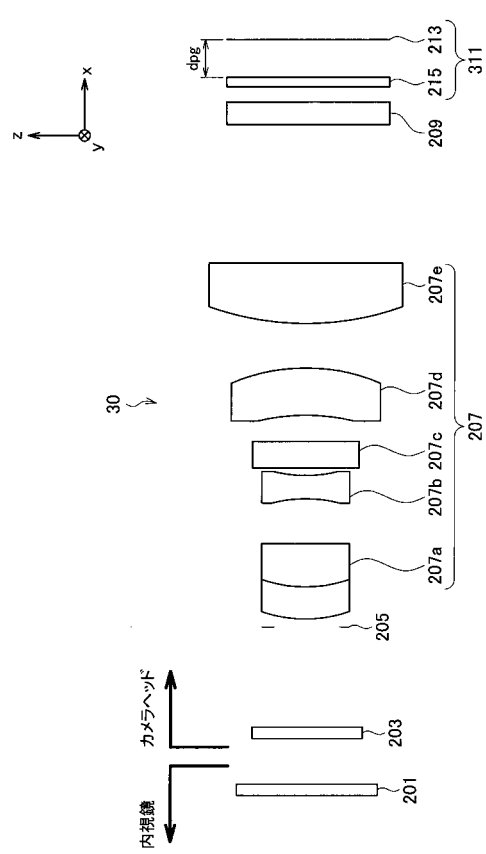
【図2】



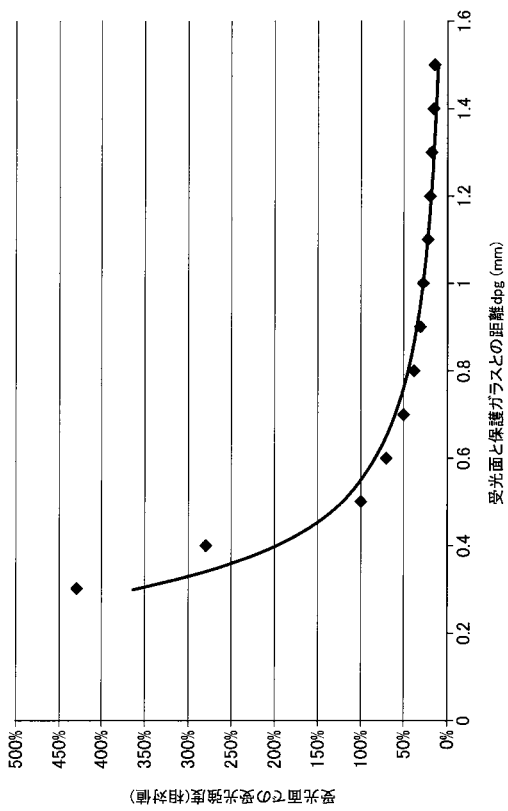
【図 3】



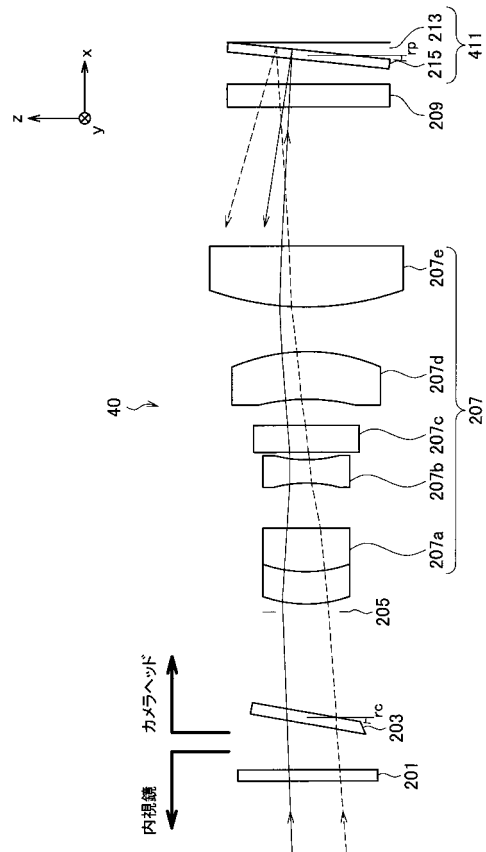
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 大野 直志

東京都八王子市子安町四丁目7番1号 ソニー・オリンパスメディカルソリューションズ株式会社
内

Fターム(参考) 2H040 CA04 CA11 CA23 DA13 GA02 GA11

2H087 KA10 LA01 NA18 RA32 RA42 RA43 RA44 UA02

4C161 CC06 DD01 FF01 FF46 JJ15

专利名称(译)	内窥镜摄像头		
公开(公告)号	JP2016209058A	公开(公告)日	2016-12-15
申请号	JP2015092655	申请日	2015-04-30
[标]申请(专利权)人(译)	索尼奥林巴斯医疗解决方案公司		
申请(专利权)人(译)	索尼奥林巴斯医疗系统有限公司		
[标]发明人	大野直志		
发明人	大野 直志		
IPC分类号	A61B1/00 G02B23/24 G02B13/00 A61B1/04		
FI分类号	A61B1/00.300.Y G02B23/24.B G02B13/00 A61B1/04.372 A61B1/00.731 A61B1/00.733 A61B1/04.540 A61B1/05		
F-TERM分类号	2H040/CA04 2H040/CA11 2H040/CA23 2H040/DA13 2H040/GA02 2H040/GA11 2H087/KA10 2H087/LA01 2H087/NA18 2H087/RA32 2H087/RA42 2H087/RA43 2H087/RA44 2H087/UA02 4C161/CC06 4C161/DD01 4C161/FF01 4C161/FF46 4C161/JJ15		
代理人(译)	松本 一骑		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供了一种包括盖玻片的内窥镜摄像头，设置在连接到内窥镜的基座的连接面上，并且布置成覆盖用于将在内窥镜的镜筒内被引导的观察用光导入到基座的开口，以及图像传感器，被配置为接收穿过盖玻璃并进入壳体的观察光，并且拍摄观察目标的图像。在图像传感器中，防反射涂层设置在保护玻璃的至少一个面上，保护玻璃设置为面对被配置为接收观察光的光接收面。

