

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-116233

(P2015-116233A)

(43) 公開日 平成27年6月25日(2015.6.25)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 3 0 0 Y	2 H 0 4 0
G 0 2 B 23/26 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 3 0 0 U	4 C 1 6 1
	G 0 2 B 23/26 B	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2013-259724 (P2013-259724)	(71) 出願人	000001270
(22) 出願日	平成25年12月17日 (2013.12.17)		コニカミノルタ株式会社
			東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
		(74) 代理人	110001254
			特許業務法人光陽国際特許事務所
		(72) 発明者	城野 純一
			東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コ
			ニカミノルタ株式会社内
		(72) 発明者	夏野 靖幸
			東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コ
			ニカミノルタ株式会社内
		(72) 発明者	国本 晃
			東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コ
			ニカミノルタ株式会社内

最終頁に続く

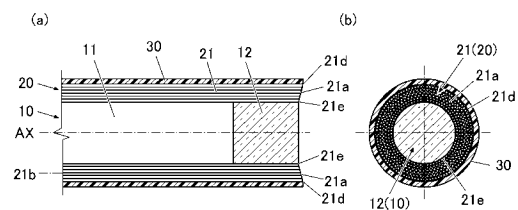
(54) 【発明の名称】 内視鏡の先端構造

(57) 【要約】

【課題】細径化しやすい簡素な内視鏡の先端構造において、照明光の光量低減及び撮像光学系に対する光ノイズを抑えつつ、撮像光学系の広い視野にも対応できるように照明光の広角化を精度よく容易に達成する。

【解決手段】内視鏡の先端構造において、照明光学系20は複数の光ファイバーを束ねた好ましくはチューブ状のライトガイドファイバーバンドル21であり、撮像光学系10の外周に配置される。照明光学系の照明光の出射端は、ライトガイドファイバーバンドル21を構成する光ファイバーの軸線21bと撮像光学系10の光学軸AXとが平行に配置される。端面21aは、当該端面の撮像光学系から遠い側の外縁21dが撮像光学系に近い側の内縁21eに対し軸線21b及び光学軸AXに沿った前方F側に配置されるように傾斜している。その傾斜角 θ は、屈折の臨界角を超えない範囲で設定される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮像光学系と照明光学系とを備え、

前記照明光学系は、複数の光ファイバーを束ねたライトガイドファイバーバンドルであり、前記撮像光学系の外周に配置され、

前記照明光学系の照明光の出射端は、前記ライトガイドファイバーバンドルの端面であり、

前記光ファイバーの軸線と前記撮像光学系の光学軸とが平行に配置され、

前記ライトガイドファイバーバンドルの照明光が出射する前記端面は、当該端面の前記撮像光学系から遠い側の外縁が前記撮像光学系に近い側の内縁に対し前記軸線及び前記光学軸に沿った前方側に配置されるように傾斜していることを特徴とする内視鏡の先端構造。

10

【請求項 2】

前記軸線に直交する平面に対する前記端面の傾斜角を θ として、前記光ファイバーのコア部の屈折率を n_f とし、前記光ファイバー内において、伝達する照明光に許容される最大開口数による角度を θ_{na} としたとき、次式 (1A) を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡の先端構造。

【数 1】

$$\theta < \sin^{-1} \left(n_0 / n_f \right) - \theta_{na} \quad (\text{但し、} n_0=1,3 \text{、} n_f>1,3) \cdots (1A)$$

20

【請求項 3】

前記撮像光学系の光軸と、観察対象に対して該撮像光学系が持つ最大画角との間の角度を θ_f としたとき、次式 (2A) を満たすことを特徴とする請求項 2 に記載の内視鏡の先端構造。

【数 2】

$$\frac{0.9\theta_f\theta_{na}\sin^{-1}(n_f/n_0)}{(\sin^{-1}(n_f/n_0)-1)} < \theta \quad (\text{但し、} n_0=1,3 \text{、} n_f>1,3) \cdots (2A)$$

30

【請求項 4】

前記軸線に直交する平面に対する前記端面の傾斜角を θ として、前記光ファイバーのコア部の屈折率を n_f とし、前記光ファイバー内において、伝達する照明光に許容される最大開口数による角度を θ_{na} としたとき、次式 (1B) を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡の先端構造。

【数 3】

$$\theta < \sin^{-1} \left(n_0 / n_f \right) - \theta_{na} \quad (\text{但し、} n_0=1 \text{、} n_f>1) \cdots (1B)$$

40

【請求項 5】

前記撮像光学系の光軸と、観察対象に対して該撮像光学系が持つ最大画角との間の角度を θ_f としたとき、次式 (2B) を満たすことを特徴とする請求項 4 に記載の内視鏡の先端構造。

【数 4】

$$\frac{0.9\theta_f\theta_{na}\sin^{-1}(n_f/n_0)}{(\sin^{-1}(n_f/n_0)-1)} < \theta \quad (\text{但し、} n_0=1 \text{、} n_f>1) \cdots (2B)$$

50

【請求項 6】

前記ライトガイドファイバーバンドルはチューブ状に形成され、その中空部に前記撮像光学系が配置されたことを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のうちいずれか一に記載の内視鏡の先端構造。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内視鏡の先端構造に関する。

【背景技術】

【0002】

内視鏡の撮像光学系が持つ視野全体および全観察深度に対して、良質な画像を確保する為には、撮像光学系の適切な設計やノイズの低減だけに限らず、適切な光量分布と配向角とを兼ね備えた照明光学系を提供することも要求され、内視鏡先端部の限られた空間において全ての要素を満たす構造を提供するには大きな課題が伴う。

【0003】

例えば、適切な照明光の光量分布についての問題は、特許文献 1 で示す一般的な内視鏡の先端構造では、撮像光学系に並行して配列した複数の照明光学系を備えているが、撮像光学系の光軸と照明光学系との光軸が一致していない為、視野の範囲と配光の範囲とでズレが生じていることである。この構成による問題は、内視鏡に近い距離を観察する際に顕著となる。図 8 に示すように、撮像光学系 110 (イメージファイバー 111 及び結像レンズ 112 からなるものを例示) の光軸 113 と照明光学系 120 (ライトガイドファイバーを例示) の光軸 121 とが一致していない場合、視野 114 と照明光の配光範囲 122 も一致せず、視野 114 の一部 114a に十分な照明光があたらない為、均一な画質を得ることができない。また、配光範囲 122 のなかでも照明光量の高い視野 114 の一部 114b には強く照明光が当たる為、画像の一部だけが白飛びしてしまう。

上記の問題は、特許文献 2 で示す細径内視鏡の構成でも生じる。撮像光学系に近接して並行配列した複数の照明光学系は、特許文献 1 の一般的な内視鏡の構造と同様、撮像光学系の光軸と照明光学系との光軸が一致していない為、視野と配光とでズレが生じる。

これらの問題を解決する撮像光学系の光軸と照明光学系の光軸とを一致させた構造として、特許文献 3 には撮像光学系の周囲に照明光学系を均等に配列した内視鏡の先端構造が挙げられる。

【0004】

一方、適切な配光角についての問題は、特許文献 2 の構成の様に、照明光学系の観察側端部がライトガイドファイバーの端面である場合に、照明の配光角はライトガイドファイバーの照射側 NA の特性でほぼ決まってしまう為、視野角と比較して配光角の自由度がないことである。その為、視野角が十分広い撮像光学系は比較的容易に作製できても、配光角が視野角に追いつけず、周辺部が暗い画像になってしまう。

ライトガイドファイバーの配光角の自由度を上げる為の構造として、特許文献 3 で示す様な、ライトガイドファイバーの先端のみをライトガイドファイバーの中心軸を基点に捻った形状で且つ内視鏡先端の平面に沿う様にファイバー端面を研磨した構造が挙げられる。この構造によって、ライトガイドファイバーの端面で照明光が屈折し、各ライトガイドファイバーから照射される照明光の光軸が内視鏡の先端から放射状に広がる為、配光角が広がる。

また、特許文献 4 で示す様な、端面を斜めに研磨したライトガイドファイバーを様々な方向を向くように設置した構造でも、配光角を広げることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開平 10 - 113326 号公報

【特許文献 2】特開 2003 - 190077 号公報

10

20

30

40

50

【特許文献3】特開2005-168857号公報

【特許文献4】特開平5-203882号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、特許文献2に挙げた様な撮像光学系と照明光学系との間に遮光部材を設けない細径内視鏡の構成において、特許文献3で挙げた撮像光学系の全周に照明光学系が近接する構造を用いると、図9で示す様に、ライトガイドファイバー130内を進む照明光131は、ライトガイドファイバー130の端面で反射、散乱してライトガイドファイバー130の側面から結像レンズ142やイメージファイバー141へ侵入する漏れ光や散乱光による迷光143となり、この迷光143が影響して画像にノイズが発生しやすいという欠点がある。

10

また、ライトガイドファイバー先端側の端面で反射して基端側に戻る光も、ライトガイドファイバーからの側面から外部へ漏れ出して画像にノイズを発生させる。特に、図10に示すように、ライトガイドファイバー130の端面で反射する光132は、光ファイバー内の全反射条件を満たしたまま基端部側へ戻る為、ライトガイドファイバー130内を長距離に渡って進む。その際、一部の反射光が不規則にライトガイドファイバー内から外部に漏れ出し（漏れ光133）、撮像光学系側に侵入することでノイズの原因となる。

【0007】

特許文献3、4に示されるようなライトガイドファイバー端の斜め研磨によって配光角を広げる手法は、その加工方法の難易度に課題がある。例えば、特許文献3で挙げた、ライトガイドの先端を捻る構成は、全ての光ファイバーの捻りを所定の角度に維持したまま光ファイバーを束で固定するのが難しく、且つ、捻ったライトガイドファイバー端面を斜めに研磨するのも難易度が高い作業である。

20

一方、特許文献4で挙げた構造は、各ライトガイドファイバー端を任意の方向へ配列する為に時間を必要とする上に、配列の品質を安定化させることは難易度が高い。

また、ライトガイドファイバー端の中心を円錐状に研磨して配光角を拡大させる方式も、図11(a)に示す様に、ライトガイドファイバーバンドル150と円錐形状を研磨する為の研磨治具151との芯出しを精密に行わないと、図11(b)に示すように端面形状が歪んでしまい、視野全体に均等な照明光を照射するライトガイドファイバーバンドルにすることができない。

30

また、研磨治具の先端を完全な鋭角にすることは物理的に困難である為、研磨後のライトガイドファイバーバンドルの端面には一部152に丸みが出てしまう。さらに、研磨治具の先端には光ファイバーとの強い応力がかかる為に破損のリスクが伴い、加工難易度や工具消耗度の高い作業である。

さらに、ライトガイドファイバーの端面を斜め研磨すると、研磨角度に応じて光ファイバー端で発生する全反射光の強度が増加する。この全反射光は、視野方向へ照射される照明強度が低下する原因となるだけでなく、全反射光が撮像光学系に迷光として照射されると、強いノイズとなって画像の品質を低下させる為、特許文献2に挙げた様な撮像光学系と照明光学系との間に遮光部材を設けない細径内視鏡では、研磨角度の設定には細心の注意を払う必要がある。

40

【0008】

本発明は以上の従来技術における問題に鑑みてなされたものであって、細径化しやすい簡素な内視鏡の先端構造において、照明光の光量低減及び撮像光学系に対する光ノイズを抑えつつ、撮像光学系の広い視野にも対応できるように照明光の広角化を精度よく容易に達成することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

以上の課題を解決するための請求項1記載の発明は、撮像光学系と照明光学系とを備え

50

前記照明光学系は、複数の光ファイバーを束ねたライトガイドファイバーバンドルであり、前記撮像光学系の外周に配置され、

前記照明光学系の照明光の出射端は、前記ライトガイドファイバーバンドルの端面であり、

前記光ファイバーの軸線と前記撮像光学系の光学軸とが平行に配置され、

前記ライトガイドファイバーバンドルの照明光が出射する前記端面は、当該端面の前記撮像光学系から遠い側の外縁が前記撮像光学系に近い側の内縁に対し前記軸線及び前記光学軸に沿った前方側に配置されるように傾斜していることを特徴とする内視鏡の先端構造である。

【 0 0 1 0 】

10

請求項 2 記載の発明は、前記軸線に直交する平面に対する前記端面の傾斜角を θ として、前記光ファイバーのコア部の屈折率を n_f とし、前記光ファイバー内において、伝達する照明光に許容される最大開口数による角度を θ_{na} としたとき、次式 (1 A) を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡の先端構造である。

【 数 1 】

$$\theta < \sin^{-1} \left(n_0 / n_f \right) - \theta_{na} \quad (\text{但し、} n_0=1,3 \text{ 、} n_f>1,3) \cdots(1A)$$

【 0 0 1 1 】

20

請求項 3 記載の発明は、前記撮像光学系の光軸と、観察対象に対して該撮像光学系が持つ最大画角との間の角度を θ_f としたとき、次式 (2 A) を満たすことを特徴とする請求項 2 に記載の内視鏡の先端構造である。

【 数 2 】

$$\frac{0.9\theta_f\theta_{na}\sin^{-1}(n_f/n_0)}{(\sin^{-1}(n_f/n_0)-1)} < \theta \quad (\text{但し、} n_0=1,3 \text{ 、} n_f>1,3) \cdots(2A)$$

【 0 0 1 2 】

30

請求項 4 記載の発明は、前記軸線に直交する平面に対する前記端面の傾斜角を θ として、前記光ファイバーのコア部の屈折率を n_f とし、前記光ファイバー内において、伝達する照明光に許容される最大開口数による角度を θ_{na} としたとき、次式 (1 B) を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡の先端構造である。

【 数 3 】

$$\theta < \sin^{-1} \left(n_0 / n_f \right) - \theta_{na} \quad (\text{但し、} n_0=1 \text{ 、} n_f>1) \cdots(1B)$$

【 0 0 1 3 】

40

請求項 5 記載の発明は、前記撮像光学系の光軸と、観察対象に対して該撮像光学系が持つ最大画角との間の角度を θ_f としたとき、次式 (2 B) を満たすことを特徴とする請求項 4 に記載の内視鏡の先端構造である。

【 数 4 】

$$\frac{0.9\theta_f\theta_{na}\sin^{-1}(n_f/n_0)}{(\sin^{-1}(n_f/n_0)-1)} < \theta \quad (\text{但し、} n_0=1 \text{ 、} n_f>1) \cdots(2B)$$

【 0 0 1 4 】

請求項 6 記載の発明は、前記ライトガイドファイバーバンドルはチューブ状に形成され、その中空部に前記撮像光学系が配置されたことを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のう

50

ちいずれかーに記載の内視鏡の先端構造である。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、照明光学系の照明光の出射端は、ライトガイドファイバーバンドルの端面であるため、照明光の導光から出射まで手段がライトガイドファイバーバンドルによって構成され、細径化しやすい簡素な構成とすることができる。

また、ライトガイドファイバーバンドルを構成する光ファイバーの軸線と撮像光学系の光学軸が平行に配置されるから、製作も容易である。

さらに、ライトガイドファイバーバンドルの端面はその外縁が前方側に配置されるように傾斜しているから、照明光を広角化することができる。

特に式(1A)を満たすことで水中においてライトガイドファイバーバンドルの端面の傾斜角 θ が屈折の臨界角を超えず、式(1B)を満たすことで水中においても、空気中においてもライトガイドファイバーバンドルの端面の傾斜角 θ が屈折の臨界角を超えないので、全反射を起こさず、照明光の光量低減及び撮像光学系に対する光ノイズを抑えることができる。

さらに式(2A)を満たすことで、水中において撮像光学系による観察視野全体に十分な光量の照明光を照射することができ、式(2B)を満たすことで、空気中において撮像光学系による観察視野全体に十分な光量の照明光を照射することができる。

また、ライトガイドファイバーバンドルとしてはチューブ状に形成されたものを適用することにより、組み立て容易に撮像光学系の外周の一周に照明光の出射部を配置することができ、観察視野360度の全体に均等な照明光を照射することが容易であるとともに、組み立て前において、自己芯出し性のある中空構造を有するチューブ状のものは、精度よく容易に加工することができ、均一な傾斜角 θ を容易に精度よく得ることができる。

以上のようにして、細径化しやすい簡素な内視鏡の先端構造において、照明光の光量低減及び撮像光学系に対する光ノイズを抑えつつ、撮像光学系の広い視野にも対応できるように照明光の広角化を精度よく容易に達成する。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の一実施形態に係る内視鏡の先端構造の縦断面図(a)及び先端面図(b)である。

【図2】本発明の一実施形態に係る内視鏡の先端構造におけるライトガイドファイバーバンドル先端部及び結像レンズ先端部を示す縦断面図である。

【図3】本発明の一実施形態に係り、チューブ状のライトガイドファイバーバンドルの開口端を研磨する様子を示す研磨前の図(a)及び研磨中の図(b)である。

【図4】本発明の一実施形態に係る内視鏡の先端構造の縦断面図である。

【図5】本発明の一実施形態に係る内視鏡の先端構造におけるライトガイドファイバーバンドル先端部を示す縦断面図である。

【図6】対比形態に係る内視鏡の先端構造の縦断面図(a)及び先端面図(b)である。

【図7】対比形態に係る内視鏡の先端構造の縦断面図である。

【図8】従来の一例の内視鏡の先端構造を示す縦断面図である。

【図9】従来他の一例の内視鏡の先端構造を示す縦断面図である。

【図10】ライトガイドファイバーから漏れ光が生じる様子を示す模式図である。

【図11】丸棒状のライトガイドファイバーバンドルの端面を研磨する様子を示す研磨前の図(a)及び研磨後の図(b)である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下に本発明の一実施形態につき図面を参照して説明する。以下は本発明の一実施形態であって本発明を限定するものではない。

【0018】

本実施形態では、細径内視鏡の構造を用いて説明する。図1に示すように本実施形態の

10

20

30

40

50

内視鏡の先端構造は、撮像光学系 10 と照明光学系 20 とを備える。

撮像光学系 10 には数千本の光ファイバーが束状に形成されたイメージファイバー 11 と、イメージファイバー 11 の先端面に密着固定された GRIN レンズ 12 が備わっている。GRIN レンズ 12 は結像レンズの役割を果たす。

照明光学系 20 には、照明用の光源から観察対象まで光を伝播させる為の数百本の光ファイバーが束状に形成されたライトガイドファイバーバンドル 21 が備わっている。照明光学系 20 の照明光の出射端は、ライトガイドファイバーバンドル 21 の端面 21a である。すなわち、端面 21a の前方に光学部品が配置されず簡素な構成である。ライトガイドファイバーバンドル 21 はチューブ状に形成され、その中空部に撮像光学系 10 が配置されている。特に、撮像光学系 10 を構成する光信号伝達部（イメージファイバー 11 および GRIN レンズ 12）の外周面がライトガイドファイバーバンドル 21 の内周面に密着するように、撮像光学系 10 が挿入されている。

【0019】

本内視鏡の先端構造の中心軸を AX で示す。本実施形態においては撮像光学系 10 の光軸も AX と共通である。但し、本実施形態に拘わらず、撮像光学系 10 の光軸を、内視鏡の先端構造の中心軸 AX から偏在させた構成をとっても良い。図 2 に示すようにライトガイドファイバーバンドル 21 を構成する光ファイバーの軸線 21b と撮像光学系 10 の光学軸 AX とが平行に配置されている。

【0020】

撮像光学系 10 と照明光学系 20 との外側には、柔軟な保護チューブ 30 が備わっており、生体と光学部品との接触を保護する。

図 1 (b) に示すように内視鏡の先端を正面に見た時、中心に撮像光学系 10 が配置され、撮像光学系 10 の外周に照明光学系 20 が配置されている。

以上のような構造により、内視鏡を細径にすることができ、且つ、撮像光学系 10 の視野範囲に均一な照明光を照射することができる。

【0021】

GRIN レンズ 12 とイメージファイバー 11 と間の固定には透明な接着剤を用いる。接着剤の材料は、UV 硬化タイプの接着剤でもエポキシ接着剤でも構わない。

撮像光学系 10 に用いるレンズは、GRIN レンズ 12 に限らず球面もしくは非球面のレンズを 1 枚若しくは複数用いて構わない。

【0022】

イメージファイバー 11 およびライトガイドファイバーバンドル 21 を構成する光ファイバーの材質は、用途に合った透過性や色味を備えた、多成分ガラス、石英ガラス、プラスチック（ポリメチルメタクリレート、ポリスチレン、スチレンアクリロニトリル、ポリウレタン等）のどれを選択しても構わない。また、使用する光ファイバーの直径・NA・本数等は組立てが可能な範囲で任意に選択して構わない。

さらに、撮像光学系 10 にはイメージファイバーの代わりに電子内視鏡等に用いられている光電素子を用いても構わない。イメージファイバーよりも高画質な画像を得ることができる。

【0023】

以上のような細径内視鏡の先端構造において、照明光の広角化を図るために、端面 21a は傾斜角 θ を有している（図 2 参照）。この傾斜角 θ は、軸線 21b に直交する平面 21c に対する端面 21a の角度である。この傾斜角 θ による端面 21a の傾斜は、端面 21a の撮像光学系 10 から遠い側の外縁 21d が撮像光学系 10 に近い側の内縁 21e に対し軸線 21b 及び光学軸 AX に沿った前方側（矢印 F 方向）に配置されるような傾斜である。

【0024】

ここで、以上のような傾斜角 θ を有しているライトガイドファイバーバンドル 21 の端面 21a の加工方法について説明する。

図 3 に示すような円錐形状の先端研磨部を有した研磨治具 40 を用いる。まず、この研

10

20

30

40

50

磨治具 40 の先端をライトガイドファイバーバンドル 21 の中空部 21 f に挿入する。次に、研磨治具 40 とライトガイドファイバーバンドル 21 とを中心軸回りに相対回転させてライトガイドファイバーバンドル 21 の端面を研磨すると、その端面がライトガイドファイバーバンドル 21 の中心軸に軸を置いた円錐形状の一部を構成するように傾斜して研磨加工される。

ライトガイドファイバーバンドル 21 の端面 21 a の研磨角度は、研磨治具 40 の円錐形状で決まる為、用途に応じて研磨治具の形状を調整する。加工時、機械強度に乏しい研磨治具 40 の先端はライトガイドファイバーバンドル 21 に接触しない為、研磨治具 40 を痛めることなく加工ができる。また、ライトガイドファイバーバンドル 21 が中空形状であることから、研磨時の摩擦の影響で、研磨治具 40 の頂点はライトガイドファイバーバンドル 21 の中心軸に移動しやすい。その為、研磨時に芯をとらえやすく、加工難易度も易しい。

以上のようにして、ライトガイドファイバーバンドル 21 の端面 21 a を所望の傾斜角 θ に精度よく容易に加工することができる。

【0025】

ライトガイドファイバーバンドル 21 の端面 21 a に傾斜角 θ を付けたことによる作用効果について説明する。

図 4 に示すように、ライトガイドファイバーバンドル 21 の端面 21 a に傾斜角 θ を付けると、ライトガイドファイバーバンドル 21 内を伝わってきた照明光 21 g は端面 21 a で軸 AX に対して外側に屈折した後に外部へ照射される為（屈折した照明光を 21 h で示す）、照明光の配光角が広がる。この時、端面 21 a では反射光 21 i も発生するが、端面 21 a が上述したような傾斜角 θ を有している為、反射光 21 i は内視鏡の側面から外部へ抜ける方向へ進む。撮像光学系 10 が配置されている方向とは異なる方向へ反射光 21 i が進む為、撮像光学系 10 に侵入する迷光の度合いが低減される。

【0026】

さらに、ライトガイドファイバーバンドル 21 の端面 21 a の最適な傾斜角 θ について説明する。

傾斜角 θ を大きくし過ぎると、一部の照明光がライトガイドファイバーバンドル 21 の端面 21 a で屈折の臨界角を超えて全反射光となる。全反射した光は、ライトガイドファイバーバンドル 21 の側方へ照射される為、照明光とはならず撮像光学系 10 に対するノイズの原因にしかない。つまり、ライトガイドファイバーバンドル 21 内の照明光が臨界角を超えずに屈折できる最大の傾斜角 θ を設定することで、効率よく照明光の配光角を改善し且つノイズを最低限に抑えることができる。

そこで、図 5 に示すように、上で定義した傾斜角 θ に加え、ライトガイドファイバーバンドル 21 を構成する光ファイバーのコア部の屈折率を n_f とし、ライトガイドファイバー前方の媒体の屈折率を n_0 （照明光を空気中に照射する場合は屈折率 $n_0 = 1$ 、水中に照射する場合は $n_0 = 1.3$ とすることができる。）とし、ライトガイドファイバーバンドル 21 内を伝達する照明光の最大開口数の角度を θ_{na} としたとき、傾斜角 θ を以下の式（1）を満たす範囲で設定すると、照明光は、臨界角を超えずに最適な角度で端面 21 a から屈折し、研磨前の角度よりも広がって照射される。図 5 において、傾斜角 θ の付いた端面 21 a で屈折した照明光を 21 h で示し、研磨前の傾きの無い端面（平面 21 c に配置される）で屈折した照明光を 21 j で示す。

【数 5】

$$\theta < \sin^{-1} \left(n_0 / n_f \right) - \theta_{na} \quad (\text{但し、} n_f > n_0) \cdots (1)$$

【0027】

式（1）で示される条件に加え、ライトガイドファイバーバンドル 21 の端面 21 a に傾斜角 θ を設けることによって広がった照明光の照射角度は、撮像光学系 10 が持つ画角に

合わせた角度であることが望ましい。少なくとも、撮像光学系 10 の画角に対して、90 % 以上の範囲に照明光を照射すれば、観察視野全体に十分な光量の照明光を照射して対象物の観察を行うことができる。

そこで、図 2 に示すように光軸 AX を基準にした撮像光学系 10 の画角を θ_f としたとき、以下の式 (2) を満たす範囲に傾斜角 θ を設定することで、観察視野全体に十分な光量の照明光を照射して対象物の観察を行うことができる。

【数 6】

$$\frac{0.9\theta_f\theta_{na}\sin^{-1}\left(\frac{n_f}{n_0}\right)}{\left(\sin^{-1}\left(\frac{n_f}{n_0}\right)-1\right)} < \theta \quad (\text{但し、} n_f > n_0) \cdots (2)$$

10

【0028】

さらに、最適な傾斜角 θ の実例を以下に記載する。

ライトガイドファイバースバンドル 21 を構成する光ファイバーのコア部の材料をアクリルにした時、その屈折率 n_f はおおよそ 1.5 である。照明光を空气中に照射する場合、屈折率 n_0 は 1 とすることができる。この条件下での照明光の屈折の臨界角はおおよそ 41.8 度である。ライトガイドファイバースバンドル 21 内を伝達する照明光の最大開口数を 0.5 とすると θ_{na} は 30 度である為、上記の式に従えば、最大の傾斜角 θ は 12 度弱という結果が導かれる。

上記の結果から、ライトガイドファイバースバンドル 21 の端面を 12 度に研磨した場合、アクリルと空気との屈折率差から、中心軸 AX を基準として、照明光は内視鏡の外側にむかって 6 度程度広がった方向へ屈折することになる。本例の計算に用いたライトガイドファイバースバンドル 21 の θ_{na} は 30 度である為、結果的に、傾斜角 θ が 12 度で端面 21a を研磨したライトガイドファイバースバンドル 21 の配光角は全角で 72 度程度になる。

20

すると、ライトガイドファイバースバンドル 21 の端面 21a を 12 度とした場合に、撮像光学系 10 の画角 θ_f は 80 度以下であれば、反射ノイズを抑えつつ撮像光学系の観察視野に良好な範囲で照明光を照射することができる。

また、実際に端面を 12 度に研磨する前後での、照明光の分布の違いを確認した。照明光を照射する平面とライトガイドファイバースバンドルの端位置との距離を一定にし、同光量の照明光をライトガイドファイバースバンドルへ導入させた時に、傾斜角 θ が 12 度のライトガイドファイバースバンドル 21 にあっては、傾斜角 θ が 0 度のライトガイドファイバースバンドルに対して、照射範囲の直径が拡大しており、計算上で最大になる 72 度の配光角を確保できていることが実物評価を通して確認することができた。

30

【0029】

次に、以上説明した実施形態に対する対比形態につき図 6 及び図 7 を参照して説明する。図 6 に示す様に、ライトガイドファイバースバンドル 21 の内周と撮像光学系 10 との間にレンズ枠 31 を組込んだ。すなわち、GRIN レンズ 12 およびイメージファイバー 11 先端部の周囲にはパイプ形状のレンズ枠 31 が備わっている。レンズ枠 31 内で GRIN レンズ 12 とイメージファイバー 11 とを固定することで、GRIN レンズ 12 とイメージファイバー 11 との密着性を向上させ、内視鏡の使用中に GRIN レンズ 12 が脱落してしまうリスクを低下させる。

40

また、レンズ枠 31 は、照明光学系 20 から反射や散乱によって撮像光学系 10 に侵入してくる迷光を遮光する効果もある。

なお、迷光を遮光する為、レンズ枠 31 の代わりに、GRIN レンズ 12 の周囲をブラックカーボン等で黒塗りしても良い。また、イメージファイバーの側面全てを黒塗りすると、遮光効果がさらに向上する。

以上のように照明光学系 20 からの反射、散乱の光を遮断する遮光部材が撮像光学系 10 の周囲に設けられた構成であれば、ライトガイドファイバースバンドル 21 の端面 21a の傾斜角を逆向きに設けた場合でも、レンズ枠 31 や遮光性塗膜などの遮光部材が遮光物の

50

役割を担う為、照明光の迷光によるノイズを抑制しつつ照明光の配光角を広げることができる。ここで、傾斜角を逆向きに設けるとは、端面 2 1 a の撮像光学系 1 0 から遠い側の外縁 2 1 d が撮像光学系 1 0 に近い側の内縁 2 1 e に対し軸線 2 1 b 及び光学軸 A X に沿った後方側に配置されるように端面 2 1 a を傾斜させることに相当する。

【 0 0 3 0 】

図 1 から図 5 に示した本発明の実施形態においても、図 6 及び図 7 に示した対比形態のように、レンズ枠 3 1 等の遮光部材を撮像光学系 1 0 と照明光学系 2 0 との間に配置してもよい。その場合でも、ライトガイドファイババンドル 2 1 の端面 2 1 a に傾斜角 θ を設けたことによる照明光の広角化の効果がある。

しかし、図 1 から図 5 に示した本発明の実施形態のように、撮像光学系 1 0 と照明光学系 2 0 との間に遮光部材等の部材を介さずに両者となるべく密着させるように構成することで、内視鏡の細径化を追求することができる。そして、遮光部材が配置されない代わりに、上述したように全反射の無い傾斜角 θ を設定することで、撮像光学系 1 0 に対するノイズを抑えることができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 1 】

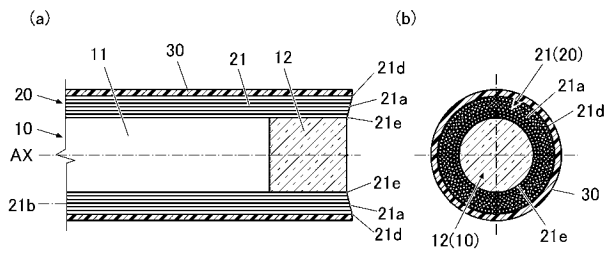
- 1 0 撮像光学系
- 1 1 イメージファイバー
- 1 2 レンズ
- 2 0 照明光学系
- 2 1 ライトガイドファイババンドル
- 2 1 a 照明光が出射する端面
- 2 1 b ライトガイド光ファイバーの軸線
- 2 1 c 軸線に直交する平面
- 2 1 d 外縁
- 2 1 e 内縁
- 2 1 f 中空部
- 3 0 保護チューブ
- 4 0 研磨治具
- A X 中心軸（撮像光学系の光学軸）
- F 前方方向

10

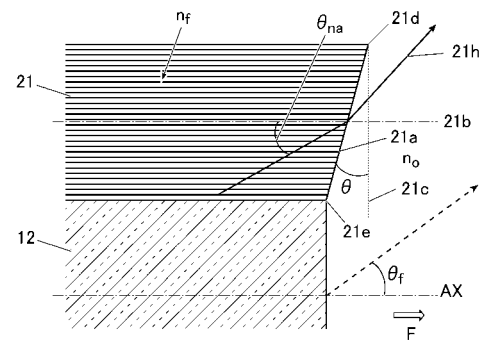
20

30

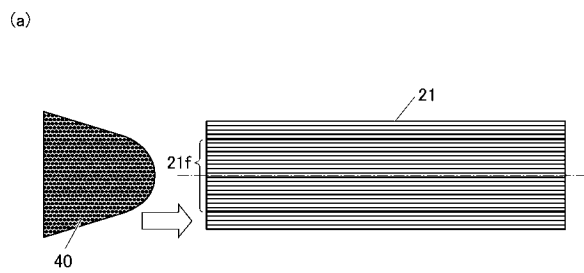
【図 1】



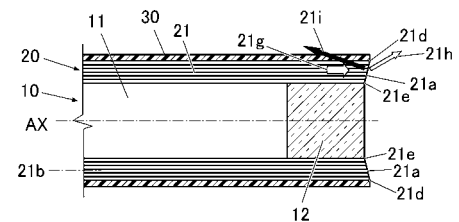
【図 2】



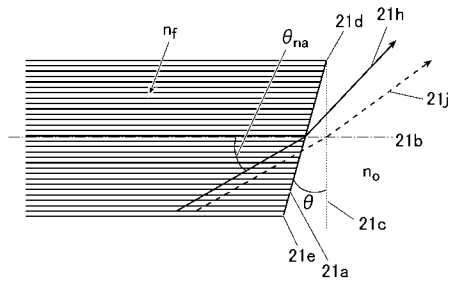
【図 3】



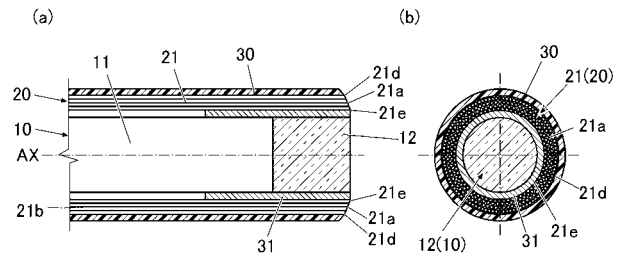
【図 4】



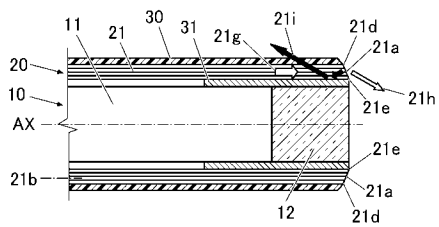
【図 5】



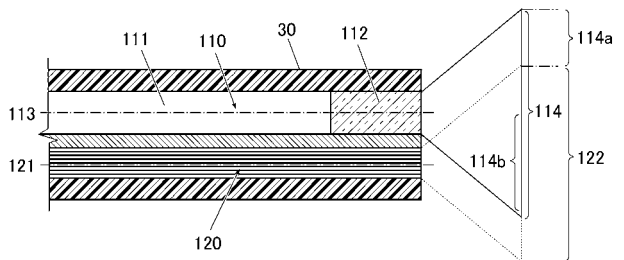
【図 6】



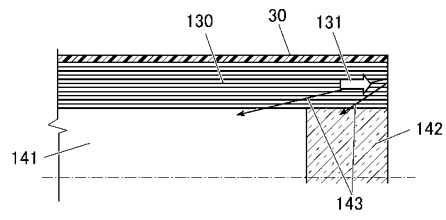
【図 7】



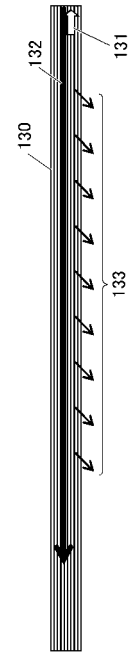
【図 8】



【図 9】

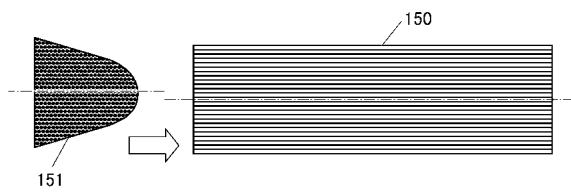


【図 10】

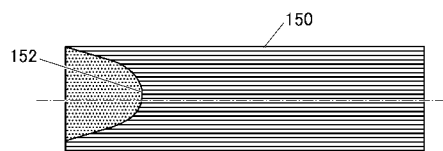


【図 11】

(a)



(b)



フロントページの続き

(72)発明者 澤田 篤

東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内

(72)発明者 真島 雅尚

東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内

Fターム(参考) 2H040 BA12 BA13 CA11

4C161 FF40 FF46 JJ06

专利名称(译)	内窥镜的端部结构		
公开(公告)号	JP2015116233A	公开(公告)日	2015-06-25
申请号	JP2013259724	申请日	2013-12-17
[标]申请(专利权)人(译)	柯尼卡株式会社		
申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达有限公司		
[标]发明人	城野純一 夏野靖幸 国本晃 澤田篤 真島雅尚		
发明人	城野 純一 夏野 靖幸 国本 晃 澤田 篤 真島 雅尚		
IPC分类号	A61B1/00 G02B23/26		
FI分类号	A61B1/00.300.Y A61B1/00.300.U G02B23/26.B A61B1/00.731 A61B1/00.732 A61B1/07.732		
F-TERM分类号	2H040/BA12 2H040/BA13 2H040/CA11 4C161/FF40 4C161/FF46 4C161/JJ06		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：在容易减小直径的简单内窥镜尖端结构中，在减小照明光的光量并抑制对成像光学系统的光学噪声的同时，扩大照明光的角度以适用于成像光学系统的宽视场。 准确而轻松地实现。 在内窥镜尖端结构中，照明光学系统（20）是导光纤维束（21），其优选地是多根光纤的管状束，并且布置在成像光学系统（10）的外周上。 照明光学系统的照明光的出射端是导光纤维束的端面21a，形成导光纤维束21的光纤的轴线21b与摄像光学系统10的光轴AX平行地配置。 端面21a是倾斜的，使得相对于靠近成像光学系统的一侧的内边缘21e，远离成像光学系统的一侧的端面的外边缘21d沿着轴线21b和光轴AX布置在前侧F上。。 倾斜角 θ 被设置在不超过临界折射角的范围内。 [选型图]图1

