

(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2002-345724

(P2002-345724A)

(43)公開日 平成14年12月3日(2002.12.3)

(51)Int.Cl⁷

A 6 1 B 1/00
G 0 2 B 23/24

識別記号

300

F I

A 6 1 B 1/00
G 0 2 B 23/24

テ-マコード (参考)

A 2 H 0 4 0
A 4 C 0 6 1

審査請求 未請求 請求項の数 140 L (全 12数)

(21)出願番号 特願2001-152545(P2001-152545)

(22)出願日 平成13年5月22日(2001.5.22)

(71)出願人 000000527

旭光学工業株式会社

東京都板橋区前野町2丁目36番9号

(72)発明者 阿部 祐尚

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学
工業株式会社内

(72)発明者 権田 和彦

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学
工業株式会社内

(74)代理人 100091292

弁理士 増田 達哉 (外1名)

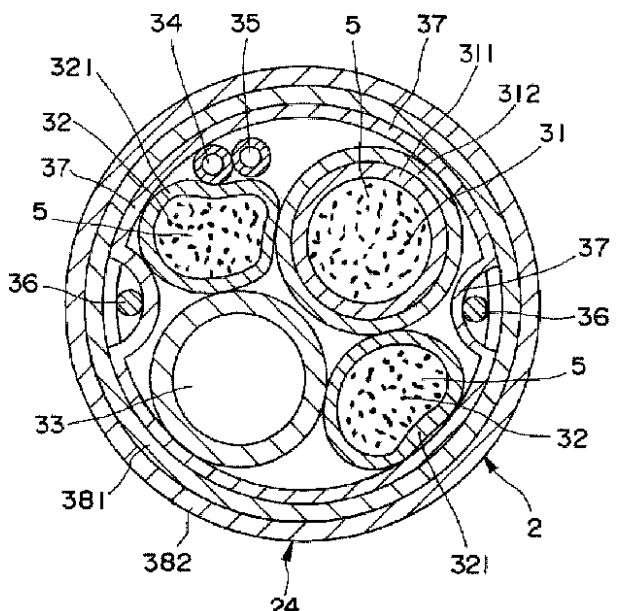
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 内視鏡

(57)【要約】

【課題】湾曲抵抗が小さく、繰り返し使用しても損傷、破損を生じにくい内視鏡を提供すること。

【解決手段】本発明の内視鏡は、可撓性を有する挿入部2と、挿入部2の基端側に設置された操作部とを有している。挿入部2は、外皮382などで構成された管腔の内部に、イメージガイド31やライトガイド32などの長尺部材が配設された構成となっている。また、ライトガイド32は、光学纖維束と、該光学纖維束を保護するための保護チューブ321とを有する。保護チューブ321の内部には、シリコーンオイルと、固体潤滑剤とを含む潤滑剤5が配設されている。前記固体潤滑剤は、窒化ホウ素、4フッ化エチレン重合体および二硫化モリブデンから選択される少なくとも1種を含むものである。前記固体潤滑剤は、平均粒径が0.1~15μmの粉末であるのが好ましい。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 管腔と、その内部に配設された長尺部材とを有する内視鏡であって、

前記管腔内に、シリコーンオイルと、少なくとも窒化ホウ素を含む固体潤滑剤とが配設されていることを特徴とする内視鏡。

【請求項2】 管腔と、その内部に配設された長尺部材とを有する内視鏡であって、

前記管腔内に、シリコーンオイルと、少なくとも4フッ化ホウ素を含む固体潤滑剤とが配設されていることを特徴とする内視鏡。

【請求項3】 管腔と、その内部に配設された長尺部材とを有する内視鏡であって、

前記管腔内に、シリコーンオイルと、少なくとも二硫化モリブデンを含む固体潤滑剤とが配設されていることを特徴とする内視鏡。

【請求項4】 前記長尺部材は、前記管腔に対し相対的に移動可能である請求項1ないし3のいずれかに記載の内視鏡。

【請求項5】 前記シリコーンオイルは、前記管腔または前記長尺部材のほぼ全長にわたって配設されたものである請求項1ないし4のいずれかに記載の内視鏡。

【請求項6】 前記固体潤滑剤は、少なくとも、内視鏡の湾曲部に配設されたものである請求項1ないし5のいずれかに記載の内視鏡。

【請求項7】 前記潤滑剤は、前記長尺部材の周囲に配されている請求項1ないし6のいずれかに記載の内視鏡。

【請求項8】 前記長尺部材は、光学纖維束であり、前記シリコーンオイルおよび前記固体潤滑剤が、前記光学纖維束の外表面の少なくとも一部に配されている請求項1ないし7のいずれかに記載の内視鏡。

【請求項9】 前記長尺部材は、光学纖維束であり、前記シリコーンオイルおよび前記固体潤滑剤が、前記光学纖維束を構成する各光学纖維の外表面の少なくとも一部に配されている請求項1ないし8のいずれかに記載の内視鏡。

【請求項10】 前記固体潤滑剤は粉末である請求項1ないし9のいずれかに記載の内視鏡。

【請求項11】 前記固体潤滑剤の平均粒径が0.1~15μmである請求項10に記載の内視鏡。

【請求項12】 前記固体潤滑剤は、前記シリコーンオイル中に分散している請求項1ないし11のいずれかに記載の内視鏡。

【請求項13】 前記シリコーンオイルの25における動粘度は、10~500cstである請求項1ないし12のいずれかに記載の内視鏡。

【請求項14】 前記シリコーンオイルは、変性シリコーンオイルを主とするものである請求項1ないし13のいずれかに記載の内視鏡。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内視鏡に関するものである。

【0002】

【従来の技術】医療の分野では、消化管等の検査、診断などに、内視鏡が使用されている。この内視鏡は、体腔内に挿入される挿入部と、この挿入部の基端側に設置され、挿入部の先端部を湾曲操作する操作部とを有している。また、この内視鏡は、操作部から延設され、光源装置や制御装置に接続される接続部を有する。

【0003】挿入部は、曲がった体腔内に挿入され、これに追従できるよう、可撓性を有する可撓管と、その先端側において湾曲操作される湾曲部とを有する。

【0004】ところで、この挿入部内には、先端方向に存在する湾曲部を湾曲させる湾曲機構、前記光源装置からの光を先端部に伝達するライトガイド、被写体の画像を操作部に伝達するイメージガイド、治療・細胞検査等を行う鉗子を挿通するチューブ、薬液等を注入する送気・送液チューブなどの長尺部材が必要に応じ長手方向に配設されている。

【0005】そして、この可撓管や湾曲部を湾曲させると、湾曲させることにより内蔵する各長尺部材に摩擦が生じ、圧力が作用する。この摩擦や圧力から各長尺部材を保護するため、従来、各長尺部材の周りに潤滑剤を配していた。

【0006】しかしながら、従来用いられてきた潤滑剤は、十分な潤滑性を有しておらず、繰り返し湾曲操作を行うことにより、長尺部材、特にライトガイドやイメージガイドを構成する光学纖維（光ファイバー）を、損傷、破損することがあった。

【0007】また、従来用いられてきた潤滑剤にも、比較的優れた潤滑性を有するものも知られているが、このような潤滑剤を用いる場合であっても、十分な潤滑性を得るためにには、比較的多量の潤滑剤を使用しなければならなかった。ところが、このような潤滑剤を多量に用いた場合、滅菌処理等により、潤滑剤が変質、劣化し易く、潤滑性の低下や、内視鏡の故障を生じることがあった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、湾曲抵抗が小さく、繰り返し使用しても損傷、破損を生じにくい内視鏡を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】このような目的は、下記(1)~(14)の本発明により達成される。

【0010】(1) 管腔と、その内部に配設された長尺部材とを有する内視鏡であって、前記管腔内に、シリコーンオイルと、少なくとも窒化ホウ素を含む固体潤滑剤とが配設されていることを特徴とする内視鏡。

【0011】これにより、湾曲抵抗が小さく、繰り返し

使用しても損傷、破損を生じにくい内視鏡を提供することができる。

【0012】(2) 管腔と、その内部に配設された長尺部材とを有する内視鏡であって、前記管腔内に、シリコーンオイルと、少なくとも4フッ化ホウ素重合体を含む固体潤滑剤とが配設されていることを特徴とする内視鏡。

【0013】これにより、湾曲抵抗が小さく、繰り返し使用しても損傷、破損を生じにくい内視鏡を提供することができる。

【0014】(3) 管腔と、その内部に配設された長尺部材とを有する内視鏡であって、前記管腔内に、シリコーンオイルと、少なくとも二硫化モリブデンを含む固体潤滑剤とが配設されていることを特徴とする内視鏡。

【0015】これにより、湾曲抵抗が小さく、繰り返し使用しても損傷、破損を生じにくい内視鏡を提供することができる。

【0016】(4) 前記長尺部材は、前記管腔に対し相対的に移動可能である上記(1)ないし(3)のいずれかに記載の内視鏡。これにより、内視鏡の湾曲抵抗がさらに小さくなる。

【0017】(5) 前記シリコーンオイルは、前記管腔または前記長尺部材のほぼ全長にわたって配設されたものである上記(1)ないし(4)のいずれかに記載の内視鏡。

【0018】これにより、内視鏡の湾曲抵抗がさらに小さくなるとともに、内視鏡製造時において、長尺部材の管腔内への挿入操作を容易に行うことが可能となる。

【0019】(6) 前記固体潤滑剤は、少なくとも、内視鏡の湾曲部に配設されたものである上記(1)ないし(5)のいずれかに記載の内視鏡。

【0020】これにより、湾曲抵抗がさらに小さくなり、特に損傷、破損を生じにくい内視鏡を提供することができる。

【0021】(7) 前記潤滑剤は、前記長尺部材の周囲に配されている上記(1)ないし(6)のいずれかに記載の内視鏡。これにより、内視鏡の湾曲抵抗がさらに小さくなる。

【0022】(8) 前記長尺部材は、光学纖維束であり、前記シリコーンオイルおよび前記固体潤滑剤が、前記光学纖維束の外表面の少なくとも一部に配されている上記(1)ないし(7)のいずれかに記載の内視鏡。

【0023】これにより、光学纖維束が損傷、破損するのをより効果的に防止することができる。

【0024】(9) 前記長尺部材は、光学纖維束であり、前記シリコーンオイルおよび前記固体潤滑剤が、前記光学纖維束を構成する各光学纖維の外表面の少なくとも一部に配されている上記(1)ないし(8)のいずれかに記載の内視鏡。

【0025】これにより、光学纖維束が損傷、破損する

のをより効果的に防止することができる。

【0026】(10) 前記固体潤滑剤は粉末である上記(1)ないし(9)のいずれかに記載の内視鏡。

【0027】これにより、潤滑剤の取り扱いが容易となるとともに、内視鏡の湾曲抵抗がさらに小さくなる。

【0028】(11) 前記固体潤滑剤の平均粒径が0.1~15μmである上記(10)に記載の内視鏡。これにより、内視鏡の湾曲抵抗がさらに小さくなる。

【0029】(12) 前記固体潤滑剤は、前記シリコーンオイル中に分散している上記(1)ないし(11)のいずれかに記載の内視鏡。

【0030】これにより、内視鏡の湾曲抵抗がさらに小さくなり、耐久性が向上する。また、内視鏡の製造時等における潤滑剤の取り扱いが容易となる。

【0031】(13) 前記シリコーンオイルの25における動粘度は、10~500cstである上記(1)ないし(12)のいずれかに記載の内視鏡。これにより、内視鏡の湾曲抵抗がさらに小さくなる。

【0032】(14) 前記シリコーンオイルは、変性シリコーンオイルを主とするものである上記(1)ないし(13)のいずれかに記載の内視鏡。これにより、内視鏡の湾曲抵抗がさらに小さくなる。

【0033】

【発明の実施の形態】以下、本発明の内視鏡を添付図面に示す好適実施形態に基づいて詳細に説明する。

【0034】図1は、本発明の内視鏡(ファイバースコープタイプ)の実施形態を示す全体図、図2は、図1に示す内視鏡における可撓管の横断面図、図3は、図1に示す内視鏡における湾曲部の縦断面図、図4は、図2に示す縦断面図の一部(ライトガイドを構成する光学纖維束の中央部付近)を拡大して示す拡大断面図である。以下、図1中、上方を「基端」、下方を「先端」という。

【0035】[内視鏡の構成]図1に示すように、本発明の内視鏡1は、可撓性(柔軟性)を有する長尺物の挿入部2と、挿入部2の基端側に設置された操作部7とを有している。操作部7は、術者が把持して内視鏡1全体を操作する部分である。

【0036】図1に示すように、操作部7は、その外壁を形成する操作部本体71および操作部カバー72と、後述する湾曲部21を遠隔的に湾曲操作(屈曲操作)するための湾曲操作機構と、挿入部2の先端部に供給する流体を導入する送気・送液チャンネルとを有している。操作部本体71には、その湾曲操作を行うための湾曲操作レバー73が回動自在に支持されている。

【0037】操作部本体71の頭部(基端側)には、接眼部8が設けられている。この接眼部8により、被写体の画像を直接観察することができる。また、この接眼部8は、CCD(撮像素子)および撮像光学系等を内蔵するカメラ(図示せず)に着脱自在に接続し得るようになっている。このため、被写体をモニター画像として観察

することもできる。

【0038】また、操作部本体71における湾曲操作レバー73の支持部と反対側には、後述するライトガイド32が挿通されている可撓性の接続部可撓管9が接続されている。この接続部可撓管9の先端部には、図示しない光源装置に接続されるコネクタ10が連結されている。

【0039】挿入部2は、体腔内に挿入して使用される。図1に示すように、挿入部2は、手元(基端)側から可撓管20、その先端側に、湾曲(屈曲)可能な湾曲部21を有している。そして、この湾曲部21の先端に、先端部22が形成され、さらにその先端には、最先端部23が形成されている。

【0040】図2に示すように、挿入部2では、外管24の内部(管腔)に、イメージガイド31と、ライトガイド32と、鉗子挿通用チューブ33と、送気用チューブ34と、送液用チューブ35とが、長手方向に沿って配設されている。

【0041】これらの各長尺部材（イメージガイド31と、ライトガイド32と、鉗子挿通用チューブ33と、送気用チューブ34と、送液用チューブ35）は、外管24により、外部から隔離され、保護されている。さらに、外管24は、挿入部2の表面に接触する物質、例えば、薬品や体液などが挿入部2の内部に浸透するのを防止し、挿入部2内の各部材を保護する。この外管24は、内側から順に、ワイヤー挿通構縁37と、内皮381と、外皮382とが積層された層構造をなしている。

【0042】外皮382は、摩擦により体腔内の組織に損傷を与えることを防止するため、柔軟性(可撓性)を有する材料で構成されているのが好ましい。外皮382の構成材料としては、例えば、ポリ塩化ビニル、ポリエチレン、ポリプロピレン、エチレン-酢酸ビニル共重合体等のポリオレフィン系樹脂、ポリアミド系樹脂、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリブチレンテレフタレート等のポリエステル系樹脂、ポリウレタン系樹脂、ポリスチレン系樹脂、ポリテトラフルオロエチレン、エチレン-テトラフルオロエチレン共重合体等のフッ素系樹脂、ポリイミド系樹脂等の各種可撓性を有する樹脂や、ポリウレタン系エラストマー、ポリエステル系エラストマー、ポリオレフィン系エラストマー、ポリアミド系エラストマー、ポリスチレン系エラストマー、フッ素系エラストマー、シリコーンゴム、ラテックスゴム等の各種エラストマーのうちの、1種または2種以上を組み合わせて用いることができる。

【0043】外皮382の厚さは、挿入部2内の各種部材を保護可能であり、かつ、挿入部2の可撓性・湾曲性を妨げないものであれば特に限定されず、100~3000μm程度が好ましく、200~1000μm程度がより好ましい。

【0044】次に、外管24の内部に配設された長尺部50

材（イメージガイド31、ライトガイド32、鉗子挿通用チューブ33、送気用チューブ34、送液用チューブ35）について説明する。

【0045】イメージガイド31は、被写体の画像を接眼部8へ伝達する。このイメージガイド31は、光学纖維束と、該光学纖維束を保護するための保護チューブ（第1保護チューブ311および第2保護チューブ312）とで構成されている。

【0046】光学纖維束は、複数本の光学纖維（光ファイバー）6で構成されている。各光学纖維6は、接眼部8と最先端部23の両端部において例えば接着剤により束ねて固定され、他の部分では、各光学纖維6が個々に移動可能な状態となっている。これにより、両端部以外のイメージガイド31の横断面形状は、必要に応じ変形することができる。

【0047】図3に示すように、挿入部2の最先端部23には、対物レンズ39が設置されている。イメージガイド31の末端(入射端)は、この対物レンズ39に接続されている。

【0048】この対物レンズ39は、被写体の画像をイメージガイド31の入射端に結像させることができる。

【0049】ライトガイド32は、コネクタ10に接続された図示しない光源装置の光源からの光を導き、最先端部23の前方に照射する。これにより、被写体を観察する際に必要な照明光を得ることができる。

【0050】このライトガイド32は、光学纖維束と、該光学纖維束を保護するための保護チューブ321とで構成されている。

【0051】光学纖維束は、複数本の光学纖維（光ファイバー）6で構成されている。各光学纖維6は、コネクタ10と最先端部23の両端部において例えは接着剤により束ねて固定され、他の部分では、各光学纖維6が個々に移動可能な状態となっている。これにより、両端部以外のライトガイド32の横断面形状は、必要に応じ変形することができる。

【0052】イメージガイド31およびライトガイド32に用いられる光学纖維6は、石英、多成分ガラス、プラスチック等により構成されている。

【0053】これら光学纖維束を構成する光学纖維6の直径は、特に限定されないが、2～40μm程度が好ましく、4～10μm程度がより好ましい。直径が前記下限値未満であると、光学纖維束の間隙への潤滑剤5の充填性が悪くなる場合がある。一方、直径が前記上限値を超えると、画素密度の低下や導光の効率が悪くなる場合がある。

【0054】上述したように、保護チューブ321の内側に形成された管腔の内部には、長尺部材として光学纖維束が配設されている。さらに、図4に示すように、この光学纖維束を構成する各光学纖維6の周囲には潤滑剤5が配されている。潤滑剤5は、後に詳述するように優

れた潤滑性を有している。

【0055】このように、ライトガイド32の光学纖維束を構成する各光学纖維6の周囲に、優れた潤滑性を有する潤滑剤5が配されることにより、光学纖維6が保護チューブ321に対し相対的に移動した場合（例えば、挿入部2が湾曲した場合）における、光学纖維6-光学纖維6間および光学纖維6-保護チューブ321間の摩擦抵抗は小さなものとなる。このため、各光学纖維6が円滑に移動することが可能となり、挿入部2の湾曲抵抗が小さくなる。したがって、挿入部2の湾曲時などにおける各光学纖維への引張り、圧迫、挫屈が抑制され、結果として、ライトガイド32の損傷、破損等を効果的に防止することができる。

【0056】また、イメージガイド31についても、ライトガイド32と同様に、光学纖維束を構成する各光学纖維6の周囲に潤滑剤5が配されている。これにより、光学纖維6が第1保護チューブ311に対し相対的に移動した場合（例えば、挿入部2が湾曲した場合）における、光学纖維6-光学纖維6間および光学纖維6-第1保護チューブ311間の摩擦抵抗は小さなものとなる。このため、各光学纖維6が円滑に移動することが可能となり、挿入部2の湾曲抵抗が小さくなる。したがって、挿入部2の湾曲時などにおける各光学纖維への引張り、圧迫、挫屈が抑制され、結果として、イメージガイド31の損傷、破損等を効果的に防止することができる。

【0057】鉗子挿通用チューブ33は、中空構造であり、ここに鉗子が挿通される。この鉗子により、内視鏡1は最先端部23の近傍で、種々の処置、治療等を行うことができる。

【0058】なお、この鉗子挿通用チューブ33には鉗子以外の他の医療処置具、診断具などを挿通してもよい。

【0059】送気用チューブ34、送液用チューブ35は、挿入部2の先端で開放しており、その先端開口により体腔内に流体を注入し、あるいは、体腔内から流体を吸引することができる。例えば、送液用チューブ35により、操作部7の前記送気・送液チャンネルから導入された洗浄水、薬液等を、体腔内に挿入・留置された最先端部23の近傍に注入、あるいは最先端部23の近傍の体液等を回収することができる。

【0060】このような各長尺部材を内蔵した湾曲部21は、湾曲操作レバー73を回動させ、ワイヤー36を牽引、弛緩することにより所定の方向に湾曲する（図3参照）。

【0061】一対のワイヤー36は、挿入部2の中心軸を介しておおむね対向するように配置されている。また、ワイヤー36（長尺部材）は、ワイヤー挿通構縁37と内皮381との間（管腔内）に挿入されている。このワイヤー36の先端は、挿入部2の先端部22の閉塞された部分に接着、固定されている。

【0062】このため、湾曲操作レバー73を回動させ、一方のワイヤー36を牽引し、他方のワイヤー36を弛緩すると、図3に示すように、湾曲部21は、その牽引したワイヤー36の先端のある側へ湾曲する。

【0063】また、操作部7を操作して、挿入部2を軸を中心回転させ、これと前記湾曲を組み合わせることにより、360°全方向を観察することができる。

【0064】ワイヤー36には、頻回の牽引操作により断線を生じることがない程度の強度および耐久性を有し、また、伸びの少ないものが用いられる。このようなワイヤーとしては、例えば、ステンレス鋼等の金属線、ポリアミド、ポリエチレン等の樹脂纖維による単線や纖維束が挙げられる。

【0065】また、ワイヤー36の外径は、その構成材料や挿入部2の横断面形状、寸法、構成材料等の諸条件により異なるが、ワイヤー36が例えばポリアクリレート製撚り糸またはステンレス鋼の単線で構成されている場合、その外径は、30~3000μm程度が好ましく、100~1000μm程度がより好ましい。

【0066】ワイヤー挿通構縁37は、内皮381とともにワイヤー36を支持する。両者が、ワイヤー36を支持することにより、ワイヤー36は定められた方向に円滑に湾曲できる。

【0067】ワイヤー挿通構縁37および内皮381は、ワイヤー36を支持可能であり、ワイヤー36を牽引した場合に、破損の生じない強度および耐久性を有する材料（例えばステンレスなど）で構成されている。

【0068】ワイヤー挿通構縁37および内皮381の厚さは、ワイヤー36を支持可能であり、かつ挿入部2の可撓性・湾曲性を妨げるものでなければ特に限定されず、100~3000μm程度が好ましく、100~200μm程度がより好ましい。

【0069】[潤滑剤] 本発明は、潤滑剤5の組成に特徴を有する。すなわち、潤滑剤5は、少なくとも、窒化ホウ素（BN）、4フッ化ホウ素重合体および二硫化モリブデンから選択される少なくとも1種を含む固体潤滑剤と、シリコーンオイルとを含むものである。

【0070】固体潤滑剤と、シリコーンオイルとを含む潤滑剤5は、特に優れた潤滑性を有する。したがって、潤滑剤5を用いることにより、挿入部2の湾曲抵抗を有效地に低減させることができ、イメージガイド31、ライトガイド32を構成する光学纖維6等の損傷、破損等を効果的に防止することができる。

【0071】ところで、内視鏡には、その使用前後に、過酸化水素系消毒液等を用いた高度な滅菌を施すことがある。従来の内視鏡には、挿入部内に含まれる潤滑剤が、このような消毒薬と反応してしまい、劣化しましたは腐食され、長期の使用に耐えられないものもあった。

【0072】これに対し、本発明では、潤滑剤5の耐薬品性が特に優れている。このため、潤滑剤5は、前記消

毒薬に接触しても、変質、劣化しにくい。したがって、このような潤滑剤5を有する内視鏡1は、消毒薬等の薬品に日常的に接触する環境下でも、劣化することなく長期にわたって使用することが可能になる。

【0073】このように、潤滑剤5は、優れた潤滑性と、耐薬品性とを併有している。そして、これらの相乗効果により、後述するような優れた内視鏡1が提供される。

【0074】以下、潤滑剤5中に含まれる固体潤滑剤およびシリコーンオイルについて、詳細に説明する。

【0075】1. 固体潤滑剤

前述したように、潤滑剤5中には、窒化ホウ素(BN)、4フッ化エチレン重合体および二硫化モリブデンから選択される少なくとも1種を含む固体潤滑剤が含まれている。

【0076】本発明で、このような固体潤滑剤を選択した理由は、以下に示す通りである。すなわち、窒化ホウ素(BN)、4フッ化エチレン重合体、二硫化モリブデンは、特に優れた潤滑性を有するとともに、後述するようシリコーンオイルとのマッチングが良く、シリコーンオイルと組み合わせたときに発揮される相乗効果が顕著なものとなる。これにより、他の固体状の潤滑剤を用いた場合に比べ、優れた潤滑性が得られ、内視鏡の耐久性も向上する。

【0077】したがって、前記固体潤滑剤を含む潤滑剤5を用いることにより、挿入部2の湾曲抵抗を有効に低減させることができ、繰り返し使用しても、イメージガイド31、ライトガイド32を構成する光学纖維6等の損傷、破損等を生じにくくなる。

【0078】特に、固体潤滑剤として、窒化ホウ素を含むものを用いた場合、水分を吸収しにくく、例えば、内視鏡1に対して水蒸気滅菌等を繰り返し行っても、優れた潤滑性が維持される。

【0079】また、固体潤滑剤として、4フッ化エチレン重合体を含むものを用いた場合、水分を吸収しにくく、例えば、内視鏡1に対して水蒸気滅菌等を繰り返し行っても、優れた潤滑性が維持される。

【0080】また、固体潤滑剤として、二硫化モリブデンを含むものを用いた場合、特に優れた潤滑性が得られる。

【0081】固体潤滑剤として、二硫化モリブデンを含むものを用いた場合、潤滑剤5中における二硫化モリブデンの含有量(含有率)は、8wt%以下であるのが好ましく、3wt%以下であるのが好ましい。二硫化モリブデンの含有量が8wt%を超えると、滅菌処理の方法、条件等によっては、十分な耐薬品性が得られない可能性がある。

【0082】固体潤滑剤の形状は、特に限定されないが、粉末であるのが好ましい。固体潤滑剤が粉末であると、狭い間隙等にも容易に入りこむことができ、潤滑を

より円滑に行うことができるようになるとともに、固体潤滑剤の取扱いも容易となる。

【0083】固体潤滑剤が粉末である場合、粉末の平均粒径は、特に限定されないが、例えば、0.1~15μmであるのが好ましく、0.1~8μmであるのがより好ましい。

【0084】平均粒径が前記下限値未満であると、固体潤滑剤の製造が困難になるとともに、取り扱い性も低下する。

10 【0085】一方、平均粒径が前記上限値を超えると、十分な潤滑性が得られない可能性がある。

【0086】また、固体潤滑剤中には、例えば、窒化ホウ素、4フッ化エチレン重合体、二硫化モリブデン以外の固体状の潤滑剤(例えば、黒鉛、フッ化炭素((CF)等)が含まれていてもよい。

【0087】2. シリコーンオイル

シリコーンオイルは、前記固体潤滑剤との間で、以下に説明するような相乗効果を発揮する。

【0088】シリコーンオイルは、前記固体潤滑剤に対する濡れ性に優れ、また、化学的安定性にも優れている。このため、潤滑剤5中において、シリコーンオイルは、固体潤滑剤の周囲を覆うような状態となり、固体潤滑剤の経時劣化(例えば、化学変化、粉碎等)を効果的に防止する。したがって、固体潤滑剤は、長期間にわたって安定した潤滑性を維持することができる。その結果、内視鏡1は、優れた耐久性を有し、長期間にわたって優れた潤滑性を有するものとなる。

【0089】また、シリコーンオイルは、撥水性にも優れている。このように、シリコーンオイルが優れた撥水性を有することにより、例えば、内視鏡1を、過酸化水素系消毒液を用いた高度な滅菌に供した場合であっても、前記過酸化水素系消毒液が挿入部2の内部等に侵入するのを効果的に防止することができる。したがって、例えば、固体潤滑剤として、耐薬品性が比較的低いものを用いた場合であっても、当該固体潤滑剤を過酸化水素系消毒液から保護し、変質、劣化するのを効果的に防止することができる。

【0090】このように、潤滑剤5がシリコーンオイルを含むことにより、高度な滅菌を繰り返し行っても、優れた潤滑性を有する固体潤滑剤が劣化するのを効果的に防止することができる。

【0091】また、シリコーンオイルは、光学纖維6や保護チューブ等に対する濡れ性にも優れる。このため、挿入部2の湾曲操作を繰り返し行っても、潤滑剤5(シリコーンオイルおよび固体潤滑剤)は、光学纖維6の外表面や保護チューブの内表面に保持される。したがって、優れた潤滑性を長期間にわたって維持することができる。

【0092】また、シリコーンオイルは、それ自体も優れた潤滑性を有するため、固体潤滑剤の含有量を比較的

少なくした場合であっても、潤滑剤5全体として、十分な潤滑性を得ることが可能となる。

【0093】また、上述したように、シリコーンオイルは、光学纖維6や保護チューブ等に対して、優れた濡れ性を有する。このため、シリコーンオイルを含む潤滑剤5を用いることにより、内視鏡1の製造時等において、光学纖維束の外周に保護チューブを被覆する操作を、容易に行うことができる。

【0094】このように、本発明では、潤滑剤5が固体潤滑剤とシリコーンオイルとを組み合わせたことにより、各々の効果の和を上回る相乗効果が発揮される。

【0095】シリコーンオイルとしては、例えば、ジメチルシリコーンオイル(ポリシロキサン)、メチルフェニルシリコーンオイル、メチルハイドロジエンポリシロキサン等のストレートシリコーンオイルや、エポキシ変性シリコーンオイル、アルキル変性シリコーンオイル、アミノ変性シリコーンオイル、カルボキシル変性シリコーンオイル、アルコール変性シリコーンオイル、フッ素変性シリコーンオイル、アルキルアラルキルポリエーテル変性シリコーンオイル、エポキシ・ポリエーテル変性シリコーンオイル、ポリエーテル変性シリコーンオイル等の変性シリコーンオイル等が挙げられ、これらのうち少なくとも1種を含むものを用いることができる。

【0096】これらのうちでも、特に優れた耐熱性、潤滑性を有することから、変性シリコーンオイルを主とするものであるのが好ましい。

【0097】また、シリコーンオイルは、25における動粘度が100～500cstであるのが好ましく、100～350cstであるのが好ましい。シリコーンオイルが前記範囲内の動粘度を有することにより、特に優れた潤滑性が得られる。その結果、光学纖維束等の損傷、破損等を、より効果的に防止することができる。

【0098】また、シリコーンオイルは、耐熱向上剤、着色剤、金属石鹼等の添加剤を含むものであってもよい。

【0099】以上、潤滑剤5中に含まれる固体潤滑剤およびシリコーンオイルについて説明したが、潤滑剤5中には、固体潤滑剤、シリコーンオイル以外の成分(材料)が含まれていてもよい。例えば、潤滑剤5中には、炭酸カルシウム、シリカ等の各種添加剤等が含まれているよい。

【0100】なお、潤滑剤5は、固体潤滑剤がシリコーンオイルに分散したものであるのが好ましい。これにより、前述した固体潤滑剤とシリコーンオイルとの相乗効果がより顕著なものとなる。その結果、内視鏡1は、優れた耐久性を有し、長期間にわたって優れた潤滑性を有するものとなる。また、内視鏡1の製造時等における潤滑剤5の取扱いも容易となる。

【0101】前述したように、潤滑剤5は、保護チューブ(保護チューブ321、第1保護チューブ311)の50

内側に形成された管腔の内部(各光学纖維6の周囲)に配されている。

【0102】潤滑剤5は、管腔内の少なくとも一部に配設されればよいが、特に、光学纖維束(長尺部材)または保護チューブ(管腔)のほぼ全長にわたって配されているのが好ましい。これにより、潤滑性がさらに優れたものとなる。その結果、内視鏡1は、特に、挿入部2の湾曲抵抗が小さく、光学纖維6の損傷、破損等を生じにくいものとなる。

10 【0103】また、潤滑剤5は、管腔内の各部位で、一定の組成(各構成成分の配合比等)を有するものであってもよいし、異なる組成を有するものであってもよい。

【0104】例えば、光学纖維束、保護チューブ321の長手方向の互いに異なる2つの部位を、第1の部位および第2の部位としたとき、潤滑剤5は、第1の部位においては、固体潤滑剤とシリコーンオイルとを含む組成であり、第2の部位においては、シリコーンオイルのみで構成されたものであってもよい。また、潤滑剤5が固体潤滑剤のみで構成される第3の部位を有していてもよい。

【0105】このように、潤滑剤5は、管腔内の少なくとも一部において、固体潤滑剤とシリコーンオイルとを含む組成を有するものであればよい。

【0106】前述したように、潤滑剤5は、管腔内の少なくとも一部に配設されている。したがって、潤滑剤5の構成成分であるシリコーンオイルは、管腔内の少なくとも一部に存在するものであればよいが、光学纖維束(長尺部材)または保護チューブ(管腔)のほぼ全長にわたって配されているのが好ましい。これにより、挿入部2の湾曲抵抗がさらに小さくなるとともに、内視鏡1の製造時等において、光学纖維束の外周に保護チューブを被覆する操作を、容易に行うことができる。

【0107】また、固体潤滑剤は、シリコーンオイルと同様、管腔内の少なくとも一部に存在するものであればよいが、少なくとも、湾曲部21に配設されているのが好ましい。このように、固体潤滑剤が湾曲部21に配設されると、以下のような効果が得られる。

【0108】湾曲部21は、操作部7での操作により湾曲する部位であり、挿入部2の他の部位に比べて、湾曲時における曲率半径が特に小さくなる部位である。言い換えると、湾曲部21は、挿入部2において、最も潤滑性が求められる部位である。このため、固体潤滑剤が湾曲部21に配設されることにより、内視鏡1は、特に、挿入部2の湾曲抵抗が小さく、光学纖維6の損傷、破損等を生じにくいものとなる。特に、湾曲部21に、固体潤滑剤とシリコーンオイルとが配設されると、前述したように、固体潤滑剤とシリコーンオイルとが相乗的に作用し、前記効果は、より顕著なものとなる。

【0109】以上述べたように、潤滑剤5を用いることにより、内視鏡1は、挿入部2の湾曲抵抗が小さく、繰

り返し使用しても、光学纖維等の損傷、破損を生じにくいものとなる。

【0110】しかも、耐薬品性に優れた挿入部2を得ることができる。したがって、挿入部2は、消毒薬等の薬品にさらされても劣化しにくく、薬品等を用いた殺菌・滅菌等に繰り返し供することが可能となる。

【0111】このような効果は、固体潤滑剤、シリコーンオイルの種類、含有量等を適宜選択することにより、さらに顕著なものとなる。

【0112】以上、本発明の内視鏡について説明したが、本発明は、これに限定されるものではない。

【0113】例えば、潤滑剤5は、保護チューブ(保護チューブ321および第1保護チューブ311)の内部に配設されるものに限定されない。すなわち、本発明においては、潤滑剤5は、長尺部材が配設された管腔の内部に配設されるものであり、以下に示すような、前記保護チューブ以外の管腔の内部に配設されたものであってもよい。

【0114】例えば、前述したように、外管24(管腔)の内部には、長尺部材として、イメージガイド31、ライトガイド32、鉗子挿通用チューブ33、送気用チューブ34および送液用チューブ35が配設されている。したがって、潤滑剤5は、外管24の内部(例えば、イメージガイド31、ライトガイド32、鉗子挿通用チューブ33、送気用チューブ34、送液用チューブ35の周囲等)に配設されたものであってもよい。

【0115】このように、外管24の内部(例えば、イメージガイド31、ライトガイド32、鉗子挿通用チューブ33、送気用チューブ34、送液用チューブ35の周囲等)に潤滑剤を配設することにより、各長尺部材(イメージガイド31、ライトガイド32、鉗子挿通用チューブ33、送気用チューブ34、送液用チューブ35)が外管24(管腔)に対し相対的に移動した場合(例えば、挿入部2が湾曲した場合)における、長尺部材-長尺部材間および外管-長尺部材間の摩擦抵抗は小さなものとなる。したがって、各長尺部材が円滑に移動することが可能となり、挿入部2の湾曲抵抗が小さくなる。その結果、各長尺部材の損傷、破損等を効果的に防止することが可能となる。

【0116】また、ワイヤー36(長尺部材)は、ワイヤー挿通用構縁37と内皮381とで形成された空間(管腔)の内部に挿入されている。したがって、潤滑剤5は、ワイヤー挿通用構縁37と内皮381とで形成された空間(管腔)の内部(例えば、ワイヤー36の周囲)に潤滑剤を配設することにより、ワイヤー36(長尺部材)がこの管腔に対し相対的に移動した場合(例えば、ワイヤー36を牽引した場合)に

おける、管腔の内面-ワイヤー間の摩擦抵抗は小さなものとなる。このため、挿入部2の湾曲抵抗が小さくなり、結果として、ワイヤー36の牽引を円滑に行なうことが可能となり、内視鏡1の湾曲操作の操作性、追従性が向上する。

【0118】また、潤滑剤5は、前記管腔内に加え、さらに、操作部7内の摺動部のような管腔内以外の部位に配設してもよい。

【0119】また、ワイヤー36の本数は、前述したように一対すなわち2本でなくてもよい。例えば、ワイヤー36の本数は、1本でもよく、3本以上であってもよい。

【0120】また、各部材の構成は、同様の機能を有する任意のものに置換することができる。

【0121】例えば、前述した実施形態は、光学纖維束をイメージガイドとして用いた光学内視鏡であるが、本発明は、これに限られず、挿入部の先端部にCCD(撮像素子)等を内蔵する電子内視鏡であってもよい。

【0122】また、前述した実施形態は、医療用に用いられる内視鏡であるが、本発明は、これに限られず、工業用等に用いられる内視鏡であってもよい。

【0123】

【実施例】次に、本発明の具体的実施例について説明する。

【0124】1. 内視鏡の作製

(実施例1) 旭光学工業社製の気管支用ファイバー内視鏡「FB-15X型」を用いて、図1~図4に示すような内視鏡を作製した。

【0125】潤滑剤は、保護チューブの内部(光学纖維束および光学纖維束を構成する各光学纖維のほぼ全周)に、ほぼその全長にわたって、配設した。

【0126】また、潤滑剤は、内視鏡の湾曲部においては、固体潤滑剤とシリコーンオイルとを含む組成を有し、挿入部のそれ以外の部位においては、シリコーンオイルのみで構成されたものとした。

【0127】潤滑剤を構成する固体潤滑剤としては、粉末状の窒化ホウ素(平均粒径2μm)を用い、シリコーンオイルとしては、フッ素変性シリコーンオイル(25における動粘度:約200cst)を用いた。

【0128】湾曲部における潤滑剤中の窒化ホウ素(BN)の含有量は、5wt%であった。

【0129】(実施例2) 固体潤滑剤として、4フッ化エチレン重合体(PTFE)を用いた以外は、実施例1と同様にして内視鏡を作製した。

【0130】なお、湾曲部における潤滑剤中の4フッ化エチレン重合体の含有量は、5wt%であった。

【0131】(実施例3) 固体潤滑剤として、二硫化モリブデン(MoS₂)を用いた以外は、実施例1と同様にして内視鏡を作製した。

【0132】なお、湾曲部における潤滑剤中の二硫化モ

リブデンの含有量は、2wt%であった。

【0133】(実施例4)潤滑剤を、保護チューブのほぼ全長にわたって、ほぼ均一な組成を有するものとした以外は、実施例1と同様にして内視鏡を作製した。すなわち、潤滑剤として、保護チューブのほぼ全長にわたって、固体潤滑剤と、シリコーンオイルとの配合比が、一定のものを用いた。

【0134】また、保護チューブのほぼ全長のわたって、固体潤滑剤は、シリコーンオイル中に分散していた。なお、潤滑剤中の窒化ホウ素(BN)の含有量は、5wt%であった。

【0135】(実施例5)固体潤滑剤として、4フッ化エチレン重合体(PTFE)を用いた以外は、実施例4と同様にして内視鏡を作製した。なお、潤滑剤中の4フッ化エチレン重合体の含有量は、5wt%であった。

【0136】(実施例6)固体潤滑剤として、二硫化モリブデン(MoS₂)を用いた以外は、実施例4と同様にして内視鏡を作製した。なお、潤滑剤中の二硫化モリブデンの含有量は、2wt%であった。

【0137】(実施例7)湾曲部における固体潤滑剤として、窒化ホウ素(BN):50wt%と、4フッ化エチレン重合体(PTFE):50wt%との混合物を用い、湾曲部以外における固体潤滑剤として、窒化ホウ素(BN)を用いた以外は、実施例1と同様にして内視鏡を作製した。なお、潤滑剤中の固体潤滑剤の含有量は、5wt%であった。

【0138】(比較例1)潤滑剤として、シリコーンオイルを用い、固体潤滑剤を用いなかった点以外は、実施例4と同様にして内視鏡を作製した。

【0139】(比較例2)潤滑剤として、窒化ホウ素(BN)を用い、シリコーンオイルを用いなかった点以外は、実施例4と同様にして内視鏡を作製した。

【0140】(比較例3)潤滑剤として、4フッ化エチレン重合体(PTFE)を用い、シリコーンオイルを用いなかった点以外は、実施例5と同様にして内視鏡を作

製した。

【0141】(比較例4)潤滑剤として、二硫化モリブデン(MoS₂)を用い、シリコーンオイルを用いなかった点以外は、実施例6と同様にして内視鏡を作製した。

【0142】2.評価

各実施例および各比較例の各内視鏡について、以下のような評価を行った。

【0143】(2-1)保護チューブの被覆性

10 内視鏡製造時における、光学纖維束への保護チューブの被覆性を以下の4段階の基準に従って評価した。

：非常に良好。

：良好。

：やや困難。

×：困難。

【0144】(2-2)耐久性

湾曲操作性の試験を行った各内視鏡を用いて、人体モデルの体腔内の観察を行った。その後、イメージガイドおよびライトガイドの光学纖維束を構成する光学纖維の折れを調べた。これらを、以下の4段階の基準に従って評価した。

：光学纖維の折れが5%未満であり、観察される被写体の画像は、非常に鮮明。

：光学纖維の折れが5%以上20%未満であり、観察される被写体の画像は鮮明であり、診断にほとんど影響がない。

：光学纖維の折れが20%以上50%未満であり、観察される被写体の画像がやや暗い。

×：光学纖維の折れが50%超であり、観察される被写体の画像が暗く、診断に支障がある。

【0145】これらの結果を表1に示す。なお、表1には、各内視鏡の潤滑剤の条件も併せて示す。

【0146】

【表1】

表 1 18

| | 潤滑剤 | | | | 評価 | |
|-------|-------|------------------|------------|----------|-----|-----|
| | 部位 | 固体潤滑剤組成 | 配合比 [wt %] | | 被覆性 | 耐久性 |
| | | | 固体潤滑剤 | シリコーンオイル | | |
| 実施例 1 | 湾曲部 | BN | 5 | 95 | ◎ | ◎ |
| | 湾曲部以外 | — | 0 | 100 | | |
| 実施例 2 | 湾曲部 | PTFE | 5 | 95 | ◎ | ◎ |
| | 湾曲部以外 | — | 0 | 100 | | |
| 実施例 3 | 湾曲部 | MoS ₂ | 2 | 98 | ◎ | ○ |
| | 湾曲部以外 | — | 0 | 100 | | |
| 実施例 4 | 湾曲部 | BN | 5 | 95 | ◎ | ◎ |
| | 湾曲部以外 | BN | 5 | 95 | | |
| 実施例 5 | 湾曲部 | PTFE | 5 | 95 | ◎ | ◎ |
| | 湾曲部以外 | PTFE | 5 | 95 | | |
| 実施例 6 | 湾曲部 | MoS ₂ | 2 | 98 | ◎ | ○ |
| | 湾曲部以外 | MoS ₂ | 2 | 98 | | |
| 実施例 7 | 湾曲部 | BN+PTFE | 5 | 95 | ◎ | ◎ |
| | 湾曲部以外 | BN | 5 | 95 | | |
| 比較例 1 | 湾曲部 | — | 0 | 100 | ◎ | × |
| | 湾曲部以外 | — | 0 | 100 | | |
| 比較例 2 | 湾曲部 | BN | 100 | 0 | × | △ |
| | 湾曲部以外 | BN | 100 | 0 | | |
| 比較例 3 | 湾曲部 | PTFE | 100 | 0 | × | × |
| | 湾曲部以外 | PTFE | 100 | 0 | | |
| 比較例 4 | 湾曲部 | MoS ₂ | 100 | 0 | △ | × |
| | 湾曲部以外 | MoS ₂ | 100 | 0 | | |

【0147】表1から明らかなように、繰り返し使用しても、光学纖維の折れが少なく、耐久性にも優れています。

【0148】また、本発明の内視鏡は、いずれも優れた湾曲操作性を有しており、滅菌処理を繰り返し行った後も優れた湾曲操作性が維持されていた。

【0149】また、本発明では、内視鏡製造時における、光学纖維束への保護チューブの被覆性にも優れています。

【0150】これに対し、比較例の内視鏡は、耐久性に劣っていた。また、比較例2～比較例4では、内視鏡製造時における、光学纖維束への保護チューブの被覆性も劣っていた。

【0151】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、湾曲抵抗が小さく、繰り返し使用しても損傷、破損を生じにくい内視鏡を得ることができる。

【0152】また、耐薬品性にも優れるため、高度の滅菌などが繰り返し可能な内視鏡を得ることができる。

【0153】このような効果は、潤滑剤の条件(例えば、固体潤滑剤、シリコーンオイルの組成、配合比等)等を適宜選択することにより、さらに顕著なものとなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の内視鏡の実施形態を示す全体図である。

【図2】図1に示す内視鏡における挿入部の横断面図である。

【図3】図1に示す内視鏡の挿入部における湾曲部の縦断面図である。

【図4】図2に示す縦断面図の一部を拡大して示す拡大断面図である。

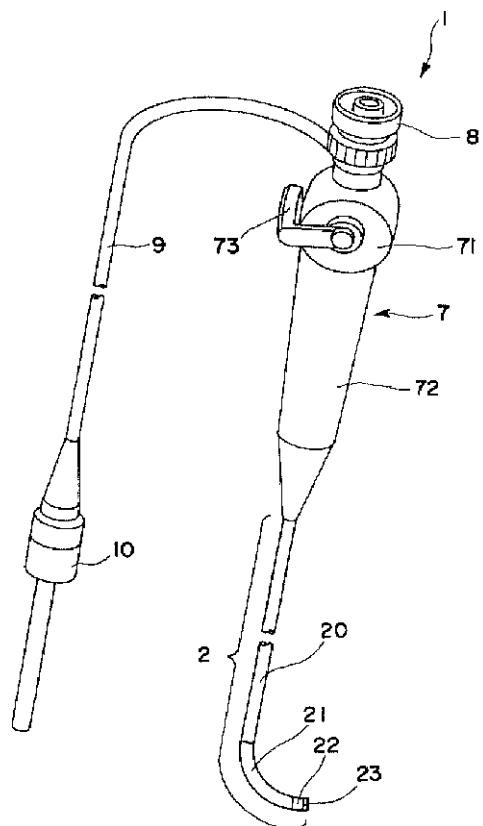
【符号の説明】

| | |
|-------|-----------|
| 1 | 内視鏡 |
| 2 | 挿入部 |
| 20 | 可撓管 |
| 21 | 湾曲部 |
| 22 | 先端部 |
| 23 | 最先端部 |
| 24 | 外管 |
| 31 | イメージガイド |
| 311 | 第1保護チューブ |
| 312 | 第2保護チューブ |
| 32 | ライトガイド |
| 321 | 保護チューブ |
| 33 | 鉗子挿通用チューブ |
| 34 | 送気用チューブ |
| 20 35 | 送液用チューブ |
| 36 | ワイヤー |
| 37 | ワイヤー挿通構縁 |
| 381 | 内皮 |
| 382 | 外皮 |
| 39 | 対物レンズ |
| 5 | 潤滑剤 |
| 6 | 光学纖維 |
| 7 | 操作部 |

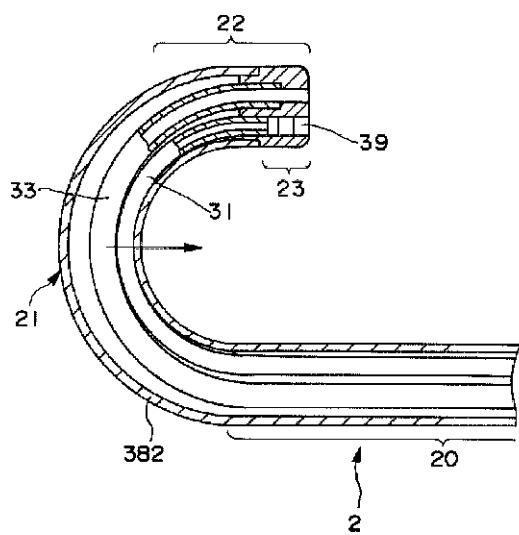
7 1 操作部本体
7 2 操作部カバー
7 3 源曲操作レバー

- * 8 接眼部
- 9 接続部可撓管
- * 10 コネクタ

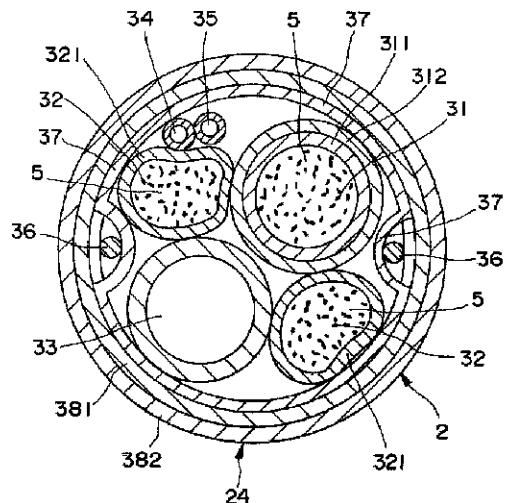
【図1】



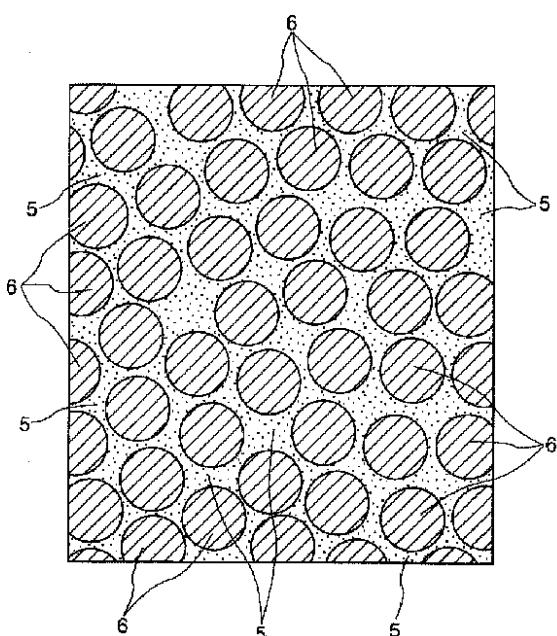
【 3 】



【図2】



〔図4〕



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H040 BA21 CA11 CA27 CA29 DA03
DA14 DA17 DA21 DA56 DA57
GA01
4C061 DD03 FF41 JJ11 NN10

| | | | |
|----------------|---|---------|------------|
| 专利名称(译) | 内视镜 | | |
| 公开(公告)号 | JP2002345724A | 公开(公告)日 | 2002-12-03 |
| 申请号 | JP2001152545 | 申请日 | 2001-05-22 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 旭光学工业株式会社 | | |
| 申请(专利权)人(译) | 旭光学工业株式会社 | | |
| [标]发明人 | 阿部祐尚 権田和彦 | | |
| 发明人 | 阿部 祐尚 権田 和彦 | | |
| IPC分类号 | G02B23/24 A61B1/00 A61B1/005 A61B1/012 C10M169/04 | | |
| CPC分类号 | A61B1/00071 A61B1/005 A61B1/012 C10M169/04 C10M2201/00 C10M2201/061 C10M2201/062 C10M2201/066 C10M2201/105 C10M2201/16 C10M2201/18 C10M2211/06 C10M2213/02 C10M2213/062 C10M2229/04 C10M2229/041 C10M2229/042 C10M2229/043 C10M2229/044 C10M2229/045 C10M2229/046 C10M2229/047 C10M2229/048 C10M2229/051 C10M2229/052 C10N2010/04 C10N2020/01 C10N2040/00 C10N2040/30 C10N2040/32 C10N2040/34 C10N2040/36 C10N2040/38 C10N2040/40 C10N2040/42 C10N2040/44 C10N2040/50 | | |
| FI分类号 | A61B1/00.300.A G02B23/24.A A61B1/00.710 A61B1/00.717 A61B1/00.732 A61B1/005.520 A61B1/07.732 | | |
| F-TERM分类号 | 2H040/BA21 2H040/CA11 2H040/CA27 2H040/CA29 2H040/DA03 2H040/DA14 2H040/DA17 2H040/DA21 2H040/DA56 2H040/DA57 2H040/GA01 4C061/DD03 4C061/FF41 4C061/JJ11 4C061/NN10 4C161/DD03 4C161/FF41 4C161/JJ11 4C161/NN10 | | |
| 外部链接 | Espacenet | | |

摘要(译)

要解决的问题：提供一种具有小的抗弯性并且即使在重复使用时也几乎不会损坏或损坏的内窥镜。解决方案：本发明的内窥镜具有带有柔性的插入部分2和安装在插入部分2的近端侧的操作部分。插入部分2构造成使得诸如图像引导件31或光导32的细长构件设置在由外皮382等构成的内腔内。此外，光导32具有光纤束和用于保护光纤束的保护管321。含有硅油和固体润滑剂的润滑剂5设置在保护管321内。固体润滑剂含有选自氮化硼，四氟乙烯聚合物和二硫化钼中的至少一种。固体润滑剂优选为平均粒径为0.1至15μm的粉末。

