

(19)日本国特許庁( J P )

(12) 公 開 特 許 公 報 ( A ) (11)特許出願公開番号

特開2003 - 210400

(P2003 - 210400A)

(43)公開日 平成15年7月29日(2003.7.29)

| (51)Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号 | F I           | テ-マ-ト <sup>*</sup> ( 参考 ) |
|--------------------------|------|---------------|---------------------------|
| A 6 1 B 1/04             | 370  | A 6 1 B 1/04  | 2 H 0 4 0                 |
| G 0 2 B 23/26            |      | G 0 2 B 23/26 | A 4 C 0 6 1               |
|                          |      |               | C                         |

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L ( 全 13数 )

(21)出願番号 特願2002 - 9027(P2002 - 9027)

(22)出願日 平成14年1月17日(2002.1.17)

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 鷗澤 勉

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

(72)発明者 菊池 昭

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

(74)代理人 100076233

弁理士 伊藤 進

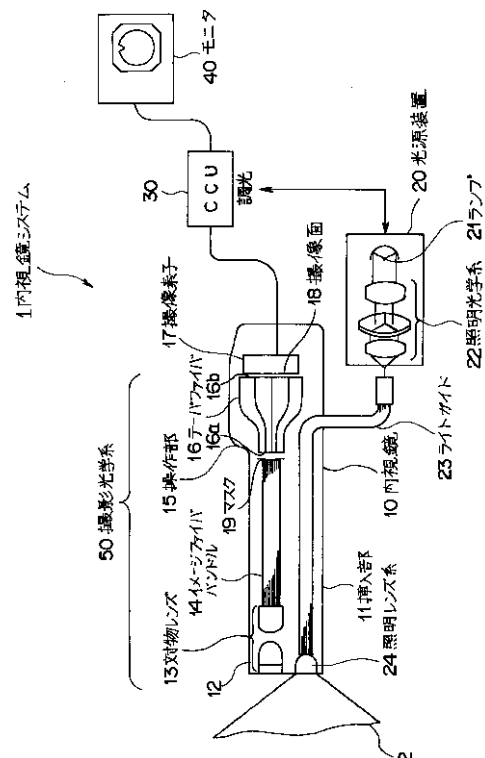
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 内視鏡

(57)【要約】

【課題】簡易な構成の再結像光学系を用いるとともに、かつイメージファイババンドルを180°ねじる工程を不要にする。

【解決手段】内視鏡10は、複数のユニットからなる撮影光学系50と、撮像素子17とを備えている。前記撮影光学系50は、物体側から順に、対物レンズ13と、イメージファイババンドル14と、テーパファイバ16とを少なくとも有して構成されている。前記テーパファイバ16は、小さい側の端面を前記イメージファイババンドル14に向け、大きい側の端面を前記撮像素子17に向けて配置され、前記イメージファイババンドル14からの物体像を前記撮像素子17に結像するようになっている。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項 1】** 複数のユニットからなる撮影光学系と、撮像素子とを備えた内視鏡であって、前記撮影光学系は、物体側から順に、対物レンズと、イメージファイババンドルと、テーパファイバとを少なくとも有して構成され、前記テーパファイバは、小さい側の端面を前記イメージファイババンドルに向け、大きい側の端面を前記撮像素子に向けて配置され、前記イメージファイババンドルからの物体像を前記撮像素子に結像することを特徴とする内視鏡。

**【請求項 2】** 複数のユニットからなる撮影光学系と、撮像素子とを備えた内視鏡であって、前記撮影光学系は、物体側から順に、対物レンズと、イメージファイババンドルとを少なくとも有して構成され、前記イメージファイババンドルは、ファイバ 1 本ごとに、一方の端面が他方の端面より大きく広がった形状であり、前記イメージファイババンドル全体としても一方の端面が他方の端面より大きく広がった形状であり、前記イメージファイババンドルは、小さい側の端面を対物レンズに向け、大きい側の端面を撮像素子に向けて配置され、前記対物レンズからの物体像を前記撮像素子に結像することを特徴とする内視鏡。

**【請求項 3】** 複数のユニットからなる撮影光学系と、撮像素子とを備えた内視鏡であって、前記撮影光学系は、物体側から順に、対物レンズと、イメージファイババンドルと、収束性光伝導体とを少なくとも有して構成され、前記収束性光伝導体は、物体像を前記撮像素子に結像する場合に、前記イメージファイババンドル端面の像を前記撮像素子の撮像面に拡大再結像することを特徴とする内視鏡。

**【請求項 4】** 前記収束性光伝導体を光軸方向に分割配置したことを特徴とする請求項 3 に記載の内視鏡。

**【請求項 5】** 前記収束性光伝導体を光軸方向に沿って移動可能に設けたことを特徴とする請求項 3 に記載の内視鏡。

**【請求項 6】** 前記撮像素子の赤外感度を補正する赤外カットフィルタを簡略化するか、あるいは撮影光学系からの赤外線を撮像素子の受光部に直接入射するようにしたことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一つに記載の内視鏡。

**【請求項 7】** 複数のユニットからなる撮影光学系と、撮像素子とを備えた内視鏡であって、前記撮影光学系は、物体側から順に、対物レンズと、イメージファイババンドルと、再結像光学系とを少なくとも有して構成され、前記イメージファイババンドルと前記再結像光学系と前記撮像素子の位置合わせ方法が、

前記イメージファイババンドルの端面に口金を被嵌させる第 1 の加工工程と、前記イメージファイババンドルの端面と前記口金の端面を同時に加工し、前記イメージファイババンドルの端面と前記口金の端面を同一平面にする第 2 の加工工程と、前記口金の外周面に対して前記口金の端面が直角で且つ同軸になるように、前記口金の外周面を加工する第 3 の加工工程と、前記イメージファイババンドルの口金に、再結像光学系及び前記撮像素子を固定した鏡枠を嵌着する第 4 の加工工程と、から成ることを特徴とする内視鏡。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【発明の属する技術分野】** 本発明は、イメージファイババンドルで伝送された物体像を撮像素子に結像させる内視鏡に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】** 近年、体腔内に細長の挿入部を挿入することにより、体腔内臓器等を観察したり必要に応じて鉗子チャンネル内に挿通した鉗子を用いて生体内組織を採取して患部を詳しく診断する医療用内視鏡が広く用いられている。

**【0003】** このような内視鏡から映像信号を形成する方法としては、主に 2 種類の方法がある。

**【0004】** 1 つ目の方法は、ファイバスコープによる内視鏡を用いた方法である。この 1 つ目の方法では、内視鏡の先端に配置された対物レンズにより結像した被写体の像をイメージファイババンドルを用いて接眼部まで伝送し、接眼部に着脱自在のカメラを取り付け、接眼部の像をカメラ内の撮像素子に再結像させ、その出力信号から映像信号を作成する。

**【0005】** 2 つ目は、電子内視鏡を用いた方法である。電子内視鏡は、固体撮像素子を内視鏡先端部に配置し、対物レンズにより結像した被写体の像から直接に映像信号を作成する。

**【0006】** 近年では、内視鏡から映像信号を形成する方法として固体撮像素子を用いた電子内視鏡による方法が一般的になってきている。また固体撮像素子の小型化により、挿入部が非常に細い電子内視鏡も開発されている。

**【0007】** しかし、電子内視鏡では、固体撮像素子の大きさの制限から、あるレベル以下の細さの挿入部を持つものを作ることが出来ない。

**【0008】** そこでファイバスコープの接眼部をなくし、イメージガイドの伝送像を固体撮像素子に再結像させる再結像光学系を内視鏡操作部内に組み込んだ形式の内視鏡が考えられている。

**【0009】** この例として、特開平 11 - 151200 号公報、特開平 11 - 23983 号公報及び本件出願人

による特願 2001 - 191110 号に記載されたものがある。

【0010】図 25 はこのような再結像光学系を内視鏡操作部内に組み込んだ従来の内視鏡システムの全体構成を示す説明図である。

【0011】図 25 に示すように、まず、内視鏡システム 301 では、光源装置 320 からの光をライトガイド 323 を用いて内視鏡 310 の挿入部 311 の先端 312 まで伝送し、照明レンズ系 324 を用いて被写体 302 に光を照射する。この光源装置 320 には、超高圧水銀ランプ等のランプ 321 と照明光学系 322 が用いられる。

【0012】また、光源装置 320 において、対物レンズ 313 は、被写体 302 からの反射光をイメージファイババンドル 314 の内視鏡先端 312 側の端面に結像させ、その像をイメージファイババンドル 314 を用いて内視鏡操作部 315 まで伝送する。その後、内視鏡 310 は、再結像光学系 316 を用いてイメージファイババンドル 314 の基端側の端面を撮像素子 317 上に拡大あるいは縮小投影する。

【0013】その後、内視鏡システム 301 では、撮像素子 317 から得られた電子信号を基にカメラコントロールユニット (CCU) 330 で信号処理を行い、モニター 340 上に通常の内視鏡像を表示する。また、イメージファイババンドル 314 の基端側の端面にはマスク 319 が設けられている。

【0014】このような従来の内視鏡の再結像光学系について以下に説明する。特開平 11 - 151200 号公報では、再結像光学系を構成する複数のレンズエレメントが公報内の図 1 に記載されているが、具体的数値データが記載されていない。

【0015】特開平 11 - 23983 号公報では、再結像光学系の概念図が公報内図に記載されているのみであり、具体的数値データは記載されていない。

【0016】特願 2001 - 191110 号には、レンズ構成を示す数値データ、収差図、光路図等の具体的数値データが記載されている。特願 2001 - 191110 号に記載のすべての実施の形態において再結像光学系は 6 枚以上のレンズエレメントが用いられている。

【0017】つまり、特願 2001 - 191110 号のみ製作可能な具体的数値データが示されていて、そこには収差を良好に補正した再結像光学系は 6 枚以上のレンズエレメントが必要であるという例が示されている。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】再結像光学系を内視鏡操作部内に組み込んだ従来の内視鏡では、第 1 の問題点として、実在の再結像光学系は構成が複雑であるという問題があった。

【0019】第 2 の問題点は、イメージファイババンドルを 180°ねじる工程が必要であることである。

【0020】図 26 は従来の電子内視鏡の像の伝送を示す説明図である。図 26 において、電子内視鏡 350 は、撮像素子 351 を内視鏡先端部に配置し、対物レンズ 352 により結像した被写体 353 の像から直接に映像信号を作成する。

【0021】この場合、電子内視鏡 350 では、被写体 353 の物体を対物レンズ 352 で上下反転し撮像素子 351 上に結像する。この状態で撮像素子 351 に結像した場合、通常の電気処理でモニター 354 上には上下が正しく表示される。

【0022】図 27 は再結像光学系を使った従来の内視鏡の像の伝送を示す説明図である。図 27 において、再結像光学系 316 を使った従来の内視鏡では、対物レンズ 313 の結像した被写体 302 の像をイメージファイババンドル 314 で内視鏡操作部側に伝送する際、イメージファイババンドル 314 を光軸中心に 180°ねじり、上下を反転して伝送し、再結像光学系 316 でさらに上下反転して撮像素子 317 に結像する。

【0023】これにより、撮像素子 317 上の像は図 26 と同じ向きになり、モニター 340 上には上下が正しく表示される。イメージファイババンドル 314 に上記の加工が必要になるのは、レンズを用いた従来の再結像光学系 316 には像反転作用のある為である。

【0024】イメージファイババンドル 314 を 180°ねじる工程が必要であることは製作コスト上不利である。

【0025】しかしながら、特開平 11 - 151200 号公報、特開平 11 - 23983 号公報及び特願 2001 - 191110 号では第 2 の問題点に関する課題や解決法を示す記載はなかった。

【0026】また、気管支鏡、尿道鏡、眼科用内視鏡などのようにファイババンドルの外径が細径の内視鏡の場合、ファイババンドルと再結像光学系と撮像素子 17 の光軸を一致させるのは非常に困難である。これは太径のファイババンドルの場合に比べ同じ変異量でも画面に占めるズレ量が大きくなるためである。

【0027】第 3 の問題点は、再結像光学系は傾き調整あるいは光軸調整が必要であり、特開平 11 - 151200 号公報、特開平 11 - 23983 号公報及び特願 2001 - 191110 号では、組み立て時に調整することを前提に、傾き調整あるいは光軸調整の方法及びそのための枠構造を提案しているが、結果として枠構造が複雑となり、また組み立てが煩雑になっていた。

【0028】本発明は、従来技術のこのような問題点を鑑みてなされたものであり、簡易な構成の再結像光学系を用いるとともに、イメージファイババンドルを 180°ねじる工程が不要な内視鏡を提供することを第 1 の目的とする。

【0029】また、本発明は、再結像光学系の傾き調整あるいは光軸調整が、不要あるいは簡易である内視鏡を

提供することを第 2 の目的とする。

# 【0030】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため請求項 1 に記載の内視鏡は、複数のユニットからなる撮影光学系と、撮像素子とを備えた内視鏡であって、前記撮影光学系は、物体側から順に、対物レンズと、イメージファイババンドルと、テーパファイバとを少なくとも有して構成され、前記テーパファイバは、小さい側の端面を前記イメージファイババンドルに向け、大きい側の端面を前記撮像素子に向けて配置され、前記イメージファイババンドルからの物体像を前記撮像素子に結像することを特徴とする。

【0031】請求項 2 に記載の内視鏡は、複数のユニットからなる撮影光学系と、撮像素子とを備えた内視鏡であって、前記撮影光学系は、物体側から順に、対物レンズと、イメージファイババンドルとを少なくとも有して構成され、前記イメージファイババンドルは、ファイバ 1 本ごとに、一方の端面が他方の端面より大きく広がった形状であり、前記イメージファイババンドル全体としても一方の端面が他方の端面より大きく広がった形状であり、前記イメージファイババンドルは、小さい側の端面を対物レンズに向け、大きい側の端面を撮像素子に向けて配置され、前記対物レンズからの物体像を前記撮像素子に結像することを特徴とする。

【0032】請求項 3 に記載の内視鏡は、複数のユニットからなる撮影光学系と、撮像素子とを備えた内視鏡であって、前記撮影光学系は、物体側から順に、対物レンズと、イメージファイババンドルと、収束性光伝導体とを少なくとも有して構成され、前記収束性光伝導体は、物体像を前記撮像素子に結像する場合に、前記イメージファイババンドル端面の像を前記撮像素子の撮像面に拡大再結像することを特徴とする。

【0033】請求項 4 に記載の内視鏡は、請求項 3 に記載の内視鏡であって、前記収束性光伝導体を光軸方向に分割配置したことを特徴とする。

【0034】請求項 5 に記載の内視鏡は、請求項 3 に記載の内視鏡であって、前記収束性光伝導体を光軸方向に沿って移動可能に設けたことを特徴とする。

【0035】請求項 6 に記載の内視鏡は、請求項 1 乃至 3 のいずれか一つに記載の内視鏡であって、前記撮像素子の赤外感度を補正する赤外カットフィルタを簡略化するか、あるいは撮影光学系からの赤外線を撮像素子の受光部に直接入射するようにしたことを特徴とする。

【0036】請求項 7 に記載の内視鏡は、複数のユニットからなる撮影光学系と、撮像素子とを備えた内視鏡であって、前記撮影光学系は、物体側から順に、対物レンズと、イメージファイババンドルと、再結像光学系とを少なくとも有して構成され、前記イメージファイババンドルと前記再結像光学系と前記撮像素子の位置合わせ方法が、前記イメージファイババンドルの端面に口金を被

嵌させる第 1 の加工工程と、前記イメージファイババンドルの端面と前記口金の端面を同時に加工し、前記イメージファイババンドルの端面と前記口金の端面を同一平面にする第 2 の加工工程と、前記口金の外周面に対して前記口金の端面が直角で且つ同軸になるように、前記口金の外周面を加工する第 3 の加工工程と、前記イメージファイババンドルの口金に、再結像光学系及び前記撮像素子を固定した鏡枠を嵌着する第 4 の加工工程と、から成ることを特徴とする。

# 【0037】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

(第 1 の実施の形態) 図 1 及び図 2 は本発明の第 1 の実施の形態に係り、図 1 は内視鏡システムの全体構成を示す説明図、図 2 はテーパファイバ及びその周辺部を示す側面図である。

【0038】(構成) まず、図 1 を用いて内視鏡システムの全体構成を説明する。図 1 に示すように、内視鏡システム 1 は、内視鏡 10 と、光源装置 20 と、カメラコントロールユニット (CCU) 30 と、モニタ 40 とから構成されている。

【0039】まず、内視鏡システム 1 では、光源装置 20 からの光をライトガイド 23 を用いて内視鏡 10 の挿入部 11 の先端 12 まで伝送し、照明レンズ系 24 を用いて被写体 2 に光を照射する。

【0040】この光源装置 20 に用いられる光源としてはキセノンランプ、ハロゲンランプ、超高圧水銀ランプ等のランプ 21 が用いられる。光源装置 20 には照明光学系 22 が用いられる。照明光学系 22 はランプ 21 からの光をライトガイド 23 の端面に集める。

【0041】また、光源装置 20 としては、RGB の三原色光で被写体 2 を順次照射し、白黒 CCD を用いて撮像する面順次式、白色光を被写体 2 に照射してカラーフィルタを使った CCD を用いて撮像する同時式、あるいは、面順次式、同時式光源でありながら、光源側スイッチにより蛍光観察用に励起光を照射して蛍光観察を行う、通常、蛍光両方に対応した観察システム等がある。

【0042】内視鏡 10 は、複数のユニットからなる撮影光学系 50 と、撮像素子 17 とを備えている。

【0043】前記撮影光学系 50 は、物体側から順に、対物レンズ 13 と、イメージファイババンドル 14 と、テーパファイバ 16 とを少なくとも有して構成されている。イメージファイババンドル 14 と、テーパファイバ 16 との間には、マスク 19 が配置されている。

【0044】対物レンズ 13 は、被写体 2 からの反射光をイメージファイババンドル 14 の内視鏡先端 12 側の端面に結像させ、その像をイメージファイババンドル 14 を用いて内視鏡操作部 15 まで伝送する。

【0045】この対物レンズ 13 は、一般的な多成分ガラスで構成された、あるいは、ガラス成形レンズで作ら

れた対物レンズであってもよいし、全てサファイア、透光性YAG、スピネル、合成石英等のオートクレーブ耐性ガラスの組み合わせのみで作られてもよい。

【0046】イメージファイババンドル14は180°ねじる加工をしていないものになっている。

【0047】前記テーパファイバ16は、小さい側の端面16aを前記イメージファイババンドル14に向け、大きい側の端面16bを前記撮像素子(CCD)17に向けて配置され、前記イメージファイババンドル14からの物体像を前記撮像素子17に結像するようになって 10

いる。  
【0048】イメージファイババンドル14で伝送された物体の像は前記テーパファイバ16の小さい側の端面16aでサンプリングされ、大きい側の端面16bへ拡大伝送される。さらに、前記テーパファイバ16の大きい側の端面16bの像は、この端面16bに近接して配置した撮像素子17の撮像面18に結像され、撮像される。

【0049】その後、内視鏡システム1では、撮像素子17から得られた電子信号を基にCCU30で信号処理 20  
を行い、モニタ40上に通常の内視鏡像を表示する。この処理中に、内視鏡システム1では、調光や、構造強調、モニタ投影倍率調整、使用CCDの識別、処理方法の決定、各種画像処理等処理している。

【0050】(作用)次に、図2を用いてテーパファイバ16及びその周辺部を説明する。イメージファイババンドル14とテーパファイバ16を小さい側の端面16aの間にはマスク19が配置されている。

【0051】マスク19は円形の開口部31の内側の一カ所に楔状の突起部32を設けたマスク形状になっている 30  
。楔状の突起部31は、内視鏡10の挿入方向を軸とした場合の特定の角度を示すものである。

【0052】テーパファイバ16は、マスク19のマスク形状を上下左右の反転を行うことなく拡大して、撮像素子17の撮像面18に投射する。

【0053】図3は内視鏡10の全系の像の結像反転作用を示す説明図である。図3において、テーパファイバ16を使った内視鏡10では、対物レンズ13の結像した被写体2の像を180°ねじる加工をしていないイメージファイババンドル14で上下を反転することなく 40  
テーパファイバ16側に伝送する。さらに、テーパファイバ16はイメージファイババンドル14からの像の上下関係を変えないで伝送できる。結果的に撮像素子17上の像は図26及び図27の従来例と同じ向きになり、モニタ40上には上下が正しく表示される。

【0054】(効果)このような第1の実施の形態によれば、再結像光学系はテーパファイバ16のみで構成することができ、かつイメージファイババンドル14を180°ねじる工程が不要になるので、内視鏡の製造コストを低減できる。

【0055】また、テーパファイバ16で撮像素子17のカバーガラスを代用し、撮像素子17のカバーガラスを省略することも可能で、より構成を簡易にすることができる。

【0056】また、第1の実施の形態において、好ましくは、イメージファイババンドル14の端面とテーパファイバ16の端面を適当な間隔で配置する。

【0057】図4乃至図6はこのようなイメージファイババンドル14とテーパファイバ16の配置方法を示す説明図である。

【0058】図4に示すように、イメージファイババンドル14の基端側の端面14bとテーパファイバ16の先端側の端面16aは、間隔 $\Delta 1$ 隔てて配置する。

【0059】図5に示すように、イメージファイババンドル14は、断面形状が円形の光ファイバ41を複数密接して並べたものであるので、ファイババンドルの端面14bは光を出力すね円を複数密接して並べた構造になっている。そして端面14bは、光を出力する円を除く部分が黒色の網目像になる。

【0060】図6に示すように、本配置方法では、端面14bと端面16aを間隔 $\Delta 1$ 隔てて配置することで、ファイバ41の1本ごとに $\phi \delta 1$ の光束の広がりを与える。その結果、イメージファイババンドル14の端面14bの像は、図5に示す網目構造のコントラストが軽減されてテーパファイバ16の端面16aに伝送される。

【0061】このような配置を行うことによる効果としては、第1にイメージファイババンドル14の網目像の強度を軽減できる。あるいは、第2効果としては、イメージファイババンドル14の端面14bの網目構造と撮像素子17の撮像面18の画素配列構造により発生する、モアレ縞の強度を軽減できる。

【0062】間隔 $\Delta 1$ は、物体像のコントラストと、イメージファイババンドル14の網目像強度と、モアレ縞の強度とのバランスで設定される。

【0063】なお、イメージファイババンドル14の端面14bとテーパファイバ16の端面16aの間の媒質は、空気あるいは接着剤あるいはその他の光伝達性物質でもよい。

【0064】また、第1の実施の形態において、好ましくは、テーパファイバ16の端面16bと撮像素子17の撮像面18を適当な間隔で配置する。

【0065】図7乃至図9はこのようなテーパファイバ16と撮像素子17の配置方法を示す説明図である。

【0066】図7に示すように、テーパファイバ16の基端側の端面16bと撮像素子17の撮像面18は、間隔 $\Delta 2$ 隔てて配置する。

【0067】図8に示すように、テーパファイバ16は、断面形状が円形の光ファイバ42を複数密接して並べたものであるので、テーパファイバ16の端面16bは光を出力する円を複数密接して並べた構造になってい 50

る。端面 16b は、光を出力する円を除く部分が黒色の網目像になる。

【0068】図 9 に示すように、テーパファイバ 16 は、基端側が太くなるように形成されている。配置方法では、端面 16b と撮像面 18 を間隔  $\Delta 2$  隔てて配置することで、ファイバ 42 の 1 本ごとに  $\phi \delta 2$  の光束の広がりを与える。その結果、テーパファイバ 16 の端面 16b の像は、図 5 に示す網目構造のコントラストが軽減されて撮像素子 17 の撮像面 18 に伝送される。

【0069】このような配置を行うことによる効果としては、第 1 にテーパファイバ 16 の網目像の強度を軽減できる。あるいは、第 2 効果としては、テーパファイバ 16 の端面 16b の網目構造と撮像素子 17 の撮像面 18 の画素配列構造により発生する、モアレ縞の強度を軽減できる。

【0070】間隔  $\Delta 2$  は、物体像のコントラストと、テーパファイバ 16 の網目像強度と、モアレ縞の強度とのバランスで設定される。

【0071】なお、テーパファイバ 16 の基端側の端面 16b と撮像素子 17 の撮像面 18 の間の媒質は、空気あるいは接着剤あるいはその他の光伝達性物質でもよい。

【0072】(第 2 の実施の形態) 図 10 及び図 11 は本発明の第 2 の実施の形態に係り、図 10 は内視鏡の内部構成を示す側面図、図 11 はイメージファイババンドル及びその周辺部を示す側面図である。

【0073】図 10 及び図 11 の説明においては、図 1 及び図 2 に示した第 1 の実施の形態と同様の構成要素には同じ符号を付して説明を省略している。

【0074】(構成) まず、図 10 を用いて内視鏡の内部構成を説明する。図 10 において、内視鏡 60 は、撮影光学系 61 と、撮像素子 17 とを有して構成される。

【0075】撮影光学系 61 は、物体側から順に、内視鏡 60 の先端に配置された対物レンズ 13 と、前記対物レンズ 13 で作られた物体の像を内視鏡 60 の操作部の撮像素子 17 まで伝送するイメージファイババンドル 62 と、を少なくとも有して構成される。

【0076】イメージファイババンドル 62 は、前記対物レンズ 13 からの物体像を前記撮像素子 17 に結像する。

【0077】前記イメージファイババンドル 62 は、図 11 に示すように、ファイバ 71 の 1 本ごとが、一方の端面 71b が他方の端面より大きく広がった形状になっている。

【0078】これにより、図 10 に示すように、イメージファイババンドル 62 は、全体としても一方の端面 62b が他方の端面 62a より大きく広がったテーパ型の形状である。前記テーパ型のイメージファイババンドル 62 は、小さい側の端面 62a を対物レンズ 13 に向

け、大きい側の端面 62b を撮像素子 17 に向けて配置される。

【0079】(作用) 前記テーパ型のイメージファイババンドル 62 の小さい側の端面 62a に結像された物体の像は、イメージファイババンドル 62 の大きい側の端面 62b へ拡大伝送される。端面 62b の像は、端面 62b に近接して配置した撮像素子 17 の撮像面 18 に結像され、撮像される。

【0080】図 12 は内視鏡 60 の全系の像の結像反転作用を示す説明図である。図 12 において、イメージファイババンドル 62 を使った内視鏡 60 では、対物レンズ 13 の結像した被写体 2 の像を  $180^\circ$  ねじる加工をしていないイメージファイババンドル 62 で撮像素子 17 側に伝送する。イメージファイババンドル 62 は、対物レンズ 13 の結像した被写体 2 の像を上下関係を変えないで伝送できる。結果的に撮像素子 17 上の像は図 26 及び図 27 の従来例と同じ向きになり、モニタ 40 上には上下が正しく表示される。

【0081】(効果) 本発明では、テーパ型のイメージファイババンドル 62 が再結像光学系の作用を兼ねているので、再結像光学系自体が不要となり、構成が簡易となる。

【0082】また、前記テーパ型のイメージファイババンドル 62 は像の反転作用を持たない為、従来、正立像観察の為に必要であったイメージファイババンドル 62 を  $180^\circ$  ねじる工程が不要になる。これにより、製造コストを低減できる。

【0083】また、第 1 の実施の形態と同様に、テーパ型のイメージファイババンドル 62 で撮像素子 17 のカバーガラスを代用し、撮像素子 17 のカバーガラスを省略することができる。これにより構成が簡易になる。

【0084】また、第 1 の実施の形態と同様に、テーパ型のイメージファイババンドル 62 端面と撮像素子 17 の撮像面 18 を適当な間隔で配置しても良い。これにより、図 7 乃至図 9 に示した配置と同様の効果が得られる。

【0085】(第 3 の実施の形態) 図 13 は本発明の第 3 の実施の形態に係る内視鏡の撮影光学系を示す側面図である。

【0086】図 13 の説明においては、図 1 及び図 2 に示した第 1 の実施の形態と同様の構成要素には同じ符号を付して説明を省略している。

【0087】(構成) 図 13 において、内視鏡 80 は、複数のユニットからなる撮影光学系 81 と、撮像素子 17 とを備えている。

【0088】前記撮影光学系 81 は、物体側から順に、図示しない対物レンズと、イメージファイババンドル 83 と、収束性光伝導体 84 とを少なくとも有して構成されている。

【0089】内視鏡 80 の先端に配置された対物レンズ

は図 1 の対物レンズ 13 と同様になっている。

【0090】イメージファイババンドル 83 は、前記対物レンズで作られた物体の像を内視鏡 80 の操作部まで伝送する。また、イメージファイババンドル 83 は 180°ねじる加工をしている。

【0091】収束性光伝導体 84 は、前記イメージファイババンドル 83 で伝送された物体の像を撮像素子 17 の撮像面 18 に再伝送する。

【0092】収束性光伝導体 84 はたとえば特開昭 52-29238 号公報に記載のものがある。

【0093】(作用) 前記イメージファイババンドル 83 で伝送された物体の像は、結像作用を持つ前記収束性光伝導体 84 により拡大再結像され、撮像素子 17 の撮像面 18 で撮像される。

【0094】(効果) 第 3 の実施の形態によれば、再結像光学系は収束性光伝導体 84 の 1 部材で構成することが出来る。

【0095】図 14 乃至図 16 は図 13 に示した収束性光伝導体 84 の第 1 乃至第 3 の他の例を示す側面図である。

【0096】図 14 に示すよう、収束性光伝導体 84 は、アレイ状の収束性光伝導体束 85 であってもよい。収束性光伝導体束 85 は、複数の収束性光伝導体 86 を束ねたものである。

【0097】また、収束性光伝導体 84 は、図 15 に示すよう、入射面 84a あるいは射出面 84b を曲面としても良い。

【0098】また、収束性光伝導体 84 は、図 16 に示すよう、入射面 84a あるいは射出面 84b をホログラフィック面としても良い。

【0099】(第 4 の実施の形態) 図 17 は本発明の第 4 の実施の形態に係る内視鏡の撮影光学系を示す側面図である。

【0100】図 17 の説明においては、図 13 に示した第 3 の実施の形態と同様の構成要素には同じ符号を付して説明を省略している。

【0101】(構成) 図 17 において、内視鏡 90 は、撮影光学系 91 の前記収束性光伝導体 92, 93 を光軸方向に分割配置している。

【0102】(作用) 前記イメージファイババンドル 83 で伝送された物体の像は、結像作用を持つ前後 2 つの収束性光伝導体 92, 93 により拡大再結像され、撮像素子 17 の撮像面 18 で撮像される。

【0103】(効果) 第 4 の実施の形態によれば、2 つの収束性光伝導体 92, 93 により、収束性光伝導体が 1 つの場合に対して結像倍率を大きくしやすく、また、結像性能上有利である。また、収束性光伝導体 92, 93 は像を二度反転させることができるので、イメージファイババンドル 83 を 180°ねじる工程が不要になる。

【0104】(第 5 の実施の形態) ところで、従来より内視鏡の撮影及び観察に関して必要に応じてモニタ上の観察倍率を変えたいというニーズがある。

【0105】例えば、モニタ上に画像以外の情報を重畳する場合は結像倍率を小さくしてモニタ上の画像を小さく表示する。一方拡大観察したいときは結像倍率を大きくしてモニタ上の画像を大きく表示する。

【0106】この場合、再結像光学系としてズームレンズを用いることも可能だが、レンズ構成が複雑になるとともに高価になる不具合があった。

【0107】第 5 の実施の形態は、このような問題に対応したものである。図 18 及び図 19 は本発明の第 5 の実施の形態に係り、図 18 は内視鏡システムの結像倍率を大きくした場合の要部を示す説明図、図 19 は内視鏡システムの結像倍率を小さくした場合の要部を示す説明図である。

【0108】(構成) 図 18 及び図 19 に示すように、内視鏡 100 は、複数のユニットからなる撮影光学系 101 と、撮像素子 17 とを備えている。

【0109】前記撮影光学系 101 は、物体側から順に、図示しない対物レンズと、イメージファイババンドル 103 と、収束性光伝導体 104 とを少なくとも有して構成されている。

【0110】前記収束性光伝導体 104 は光軸方向に沿って移動可能に設けている。

(作用) 内視鏡 100 の結像倍率を大きくする場合には、図 18 に示すように、収束性光伝導体 104 をイメージファイババンドル 103 側に移動させる。これにより、撮像素子 17 の撮像面 18 には、イメージファイババンドル 103 の端面 103b の像が大きく投射され、モニタ 40 には端面 103b の像が大きく映像表示される。

【0111】内視鏡 100 の結像倍率を小さくする場合には、図 19 に示すように、収束性光伝導体 104 を撮像素子 17 側に移動させる。これにより、撮像素子 17 の撮像面 18 には、イメージファイババンドル 103 の端面 103b の像が小さく投射され、モニタ 40 には端面 103b の像が小さく映像表示される。

【0112】(効果) 第 5 の実施の形態によれば、前記収束性光伝導体 104 を移動可能に設けることで結像倍率を変化することが可能になり、簡単な構造で結像倍率を変化することが可能になる。

【0113】次に、第 1 乃至第 5 の実施の形態に用いた撮像素子 17 の赤外線感度補正に関して説明する。

【0114】撮像素子は一般に赤外線に感度を持っている。従来の撮像素子を用いた内視鏡では赤外感度を補正する赤外カットフィルタを撮影光学系中に配置している。

【0115】一方、イメージファイババンドルは赤外光クロストーク特性をもち、赤外光の透過抑制効果があ

る。

【0116】イメージファイババンドルの赤外光クロストーク特性に関する文献としては、例えば特開平5 - 308640号公報がある。

【0117】第1乃至第5の実施の形態に用いた撮像素子17は、赤外光クロストーク特性のためイメージファイババンドルを用いない内視鏡に比べて赤外カットフィルタの構成を簡易なものにしてもよく、あるいは省略してもよい。

【0118】(第6の実施の形態)図20及び図23はそれぞれ本発明の第6の実施の形態に係る内視鏡のイメージファイババンドルと再結像光学系と撮像素子の位置合わせ方法を示す第1乃至第4の加工工程の説明図である。

【0119】(構成)図23において、撮影光学系のイメージファイババンドル211及び再結像光学系212と、撮像素子213とは、口金221と内側及び外側の鏡枠222, 223により位置合わせを行うようになっている。イメージファイババンドル211は基端側がリジッド部215になっている。

【0120】内側の鏡枠222は内側には再結像光学系212と撮像素子213を固定する。内側の鏡枠222の先端側は外側の鏡枠223に挿入して嵌着するようになっている。

【0121】前記撮影光学系は、物体側から順に、図示しない対物レンズと、イメージファイババンドル211と、再結像光学系212とを少なくとも有して構成されている。

【0122】(作用)前記イメージファイババンドル211と前記再結像光学系212と前記撮像素子213の位置合わせ方法は、以下の第1から第4の加工工程からなる。

【0123】まず、第1の加工工程では、図20に示すように、イメージファイババンドル211の端面211b側のリジッド部215に口金221を被嵌させる。

【0124】次に、第2の加工工程では、図21に示すように、イメージファイババンドル211の端面211bと口金221の端面221bを同時に加工し、イメージファイババンドル211の端面211bと口金221の端面221bを同一平面にする。

【0125】次に、第3の加工工程では、図22に示すように、口金221の外周面221c, 221dを加工する。その際、口金221の外周面221c, 221dに対し、口金221の端面221bが直角で且つ同軸になるようにする。

【0126】次に、第4の加工工程では、図23に示すように、再結像光学系212のレンズ及び撮像素子213を固定した鏡枠223に口金221を挿入することで、イメージファイババンドル211の口金221に、鏡枠223を嵌着する。

【0127】(効果)第6の実施の形態によれば、イメージファイババンドル211と再結像光学系212と撮像素子213の光軸を一致させるのが容易となる。その結果、調整が不要、あるいは調整量が小さくなり、イメージファイババンドル211と再結像光学系212と撮像素子213を保持する枠構成の簡素化に有利である。

【0128】尚、再結像光学系212は複数のレンズで構成したレンズユニットでもテーパファイバでも収束性光伝導体でも良い。

【0129】(第7の実施の形態)図24は本発明の第7の実施の形態に係る内視鏡のイメージファイババンドルと撮像素子の位置合わせ方法を示す説明図である。図24より以前の工程は図20及び図21を代用して説明する。

【0130】(構成)図24において、撮像素子233の撮像面234にはカバーガラス235を介してイメージファイババンドル211と口金221が取り付けられている。

【0131】(作用)前記イメージファイババンドル211と前記撮像素子233の位置合わせ方法は、以下の第1から第3の加工工程からなる。

【0132】まず、図20に示す第1の加工工程と図21に示す第2の加工工程を行う。次に、第3の加工工程では、撮像素子233に取り付けたカバーガラス235の表面にイメージファイババンドル211の端面211bと口金221の端面221bを接着する。これにより、イメージファイババンドル211と撮像素子233の撮像面234を当て付けている。

【0133】(効果)第7の実施の形態によれば、イメージファイババンドル211と撮像素子233の撮像面234の傾きを小さくできる。

【0134】なお、撮像素子233のカバーガラス235は省略しても良い。これにより、イメージファイババンドル211の端面211bと撮像素子233の撮像面234を近接することができ、コントラストの高い像を伝達できる。

【0135】[付記]以上詳述したような本発明の前記実施の形態によれば、以下の如き構成を得ることができる。

【0136】(付記項1) 複数のユニットからなる撮影光学系と、撮像素子とを備えた内視鏡であって、前記撮影光学系は、物体側から順に、対物レンズと、イメージファイババンドルと、テーパファイバとを少なくとも有して構成され、前記テーパファイバは、小さい側の端面を前記イメージファイババンドルに向け、大きい側の端面を前記撮像素子に向けて配置され、前記イメージファイババンドルからの物体像を前記撮像素子に結像することを特徴とする内視鏡。

【0137】(付記項2) 複数のユニットからなる撮影光学系と、撮像素子とを備えた内視鏡であって、前記

撮影光学系は、物体側から順に、対物レンズと、イメージファイババンドルとを少なくとも有して構成され、前記イメージファイババンドルは、ファイバ 1 本ごとに、一方の端面が他方の端面より大きく広がった形状であり、前記イメージファイババンドル全体としても一方の端面が他方の端面より大きく広がった形状であり、前記イメージファイババンドルは、小さい側の端面を対物レンズに向け、大きい側の端面を撮像素子に向けて配置され、前記対物レンズからの物体像を前記撮像素子に結像することを特徴とする内視鏡。

【0138】(付記項 3) 複数のユニットからなる撮影光学系と、撮像素子とを備えた内視鏡であって、前記撮影光学系は、物体側から順に、対物レンズと、イメージファイババンドルと、収束性光伝導体とを少なくとも有して構成され、前記収束性光伝導体は、物体像を前記撮像素子に結像する場合に、前記イメージファイババンドル端面の像を前記撮像素子の撮像面に拡大再結像することを特徴とする内視鏡。

【0139】(付記項 4) 前記収束性光伝導体を光軸方向に分割配置したことを特徴とする付記項 3 に記載の内視鏡。

【0140】(付記項 5) 前記収束性光伝導体を光軸方向に沿って移動可能に設けたことを特徴とする付記項 3 に記載の内視鏡。

【0141】(付記項 6) 前記撮像素子の赤外感度を補正する赤外カットフィルタを簡略化するか、あるいは撮影光学系からの赤外線を撮像素子の受光部に直接入射するようにしたことを特徴とする付記項 1 乃至 3 のいずれか一つに記載の内視鏡。

【0142】(付記項 7) 複数のユニットからなる撮影光学系と、撮像素子とを備えた内視鏡であって、前記撮影光学系は、物体側から順に、対物レンズと、イメージファイババンドルと、再結像光学系とを少なくとも有して構成され、前記イメージファイババンドルと前記再結像光学系と前記撮像素子の位置合わせ方法が、前記イメージファイババンドルの端面に口金を被嵌させる第 1 の加工工程と、前記イメージファイババンドルの端面と前記口金の端面を同時に加工し、前記イメージファイババンドルの端面と前記口金の端面を同一平面にする第 2 の加工工程と、前記口金の外周面に対して前記口金の端面が直角で且つ同軸になるように、前記口金の外周面を加工する第 3 の加工工程と、前記イメージファイババンドルの口金に、再結像光学系及び前記撮像素子を固定した鏡枠を嵌着する第 4 の加工工程と、から成ることを特徴とする内視鏡。

【0143】

【発明の効果】以上述べた様に請求項 1 乃至 6 に記載の内視鏡によれば、簡易な構成の再結像光学系を用いるとともに、イメージファイババンドルを 180°ねじる工程が不要になるので、製造コストを低減できる。

\*【0144】請求項 1 及び 6 に記載の内視鏡によれば、テーパファイバで撮像素子のカバーガラスを代用し、撮像素子のカバーガラスを省略することも可能で、より構成を簡易にすることができる。

【0145】請求項 2 及び 6 に記載の内視鏡によれば、イメージファイババンドルで撮像素子のカバーガラスを代用し、撮像素子のカバーガラスを省略することも可能で、より構成を簡易にすることができる。

【0146】請求項 4 及び 6 に記載の内視鏡によれば、収束性光伝導体が 1 つの場合に対して結像倍率を大きくしやすく、また、結像性能上有利である。

【0147】請求項 5 及び 6 に記載の内視鏡によれば、収束性光伝導体を移動可能に設けることで結像倍率を変化させることが可能になるので、簡単な構造で結像倍率を変化させることが可能になる。

【0148】請求項 7 に記載の内視鏡によれば、イメージファイババンドル、再結像光学系及び撮像素子の傾き調整あるいは光軸調整が、不要あるいは簡易であり、イメージファイババンドル、再結像光学系及び撮像素子を保持する枠構成の簡素化に有利である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態に係る内視鏡システムの全体構成を示す説明図。

【図 2】本発明の第 1 の実施の形態に係るテーパファイバ及びその周辺部を示す側面図。

【図 3】本発明の第 1 の実施の形態に係る内視鏡の結像反転作用を示す説明図。

【図 4】本発明の第 1 の実施の形態に係るイメージファイババンドルとテーパファイバの配置方法を示す第 1 の説明図。

【図 5】本発明の第 1 の実施の形態に係るイメージファイババンドルとテーパファイバの配置方法を示す第 2 の説明図。

【図 6】本発明の第 1 の実施の形態に係るイメージファイババンドルとテーパファイバの配置方法を示す第 3 の説明図。

【図 7】本発明の第 1 の実施の形態に係るテーパファイバと撮像素子の配置方法を示す第 1 の説明図。

【図 8】本発明の第 1 の実施の形態に係るテーパファイバと撮像素子の配置方法を示す第 2 の説明図。

【図 9】本発明の第 1 の実施の形態に係るテーパファイバと撮像素子の配置方法を示す第 3 の説明図。

【図 10】本発明の第 2 の実施の形態に係る内視鏡の内部構成を示す側面図。

【図 11】本発明の第 2 の実施の形態に係るイメージファイババンドル及びその周辺部を示す側面図。

【図 12】本発明の第 2 の実施の形態に係る内視鏡の結像反転作用を示す説明図。

【図 13】本発明の第 3 の実施の形態に係る内視鏡の撮影光学系を示す側面図。

【図 14】図 13 に示した第 3 の実施の形態に係る収束性光伝導体の第 1 の他の例を示す側面図。

【図 15】図 13 に示した第 3 の実施の形態に係る収束性光伝導体の第 2 の他の例を示す側面図。

【図 16】図 13 に示した第 3 の実施の形態に係る収束性光伝導体の第 3 の他の例を示す側面図。

【図 17】本発明の第 4 の実施の形態に係る内視鏡の撮影光学系を示す側面図。

【図 18】本発明の第 5 の実施の形態に係る内視鏡システムの結像倍率を大きくした場合の要部を示す説明図。 10

【図 19】本発明の第 5 の実施の形態に係る内視鏡システムの結像倍率を小さくした場合の要部を示す説明図。

【図 20】本発明の第 6 の実施の形態に係る内視鏡のイメージファイババンドルと再結像光学系と撮像素子の位置合わせ方法を示す第 1 の加工工程の説明図。

【図 21】本発明の第 6 の実施の形態に係る内視鏡のイメージファイババンドルと再結像光学系と撮像素子の位置合わせ方法を示す第 2 の加工工程の説明図。

【図 22】本発明の第 6 の実施の形態に係る内視鏡のイメージファイババンドルと再結像光学系と撮像素子の位置合わせ方法を示す第 3 の加工工程の説明図。 20

【図 23】本発明の第 6 の実施の形態に係る内視鏡のイメージファイババンドルと再結像光学系と撮像素子の位置合わせ方法を示す第 4 の加工工程の説明図。

【図 24】本発明の第 7 の実施の形態に係る内視鏡のイメージファイババンドルと撮像素子の位置合わせ方法を\*

\*示す説明図。

【図 25】従来の再結像光学系を内視鏡操作部内に組み込んだ内視鏡システムの全体構成を示す説明図。

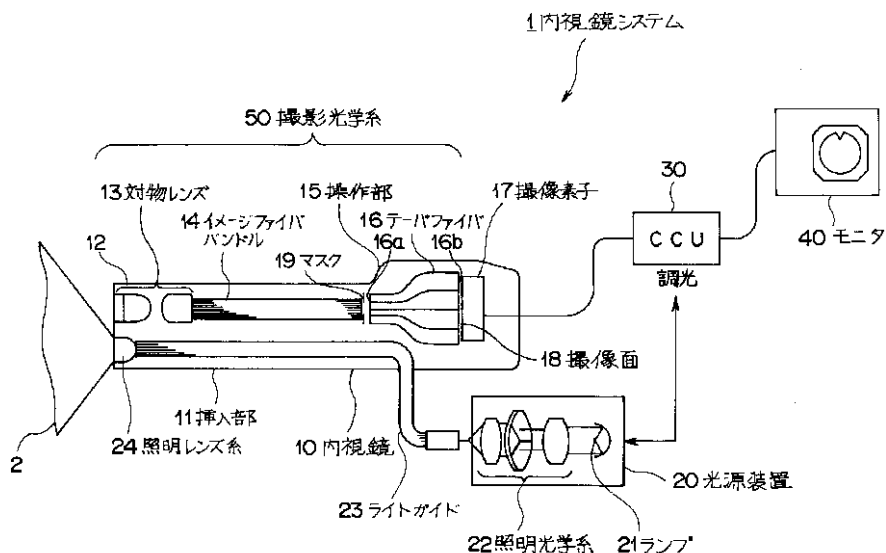
【図 26】従来の電子内視鏡の像の伝送を示す説明図。

【図 27】従来の再結像光学系を使った内視鏡の像の伝送を示す説明図。

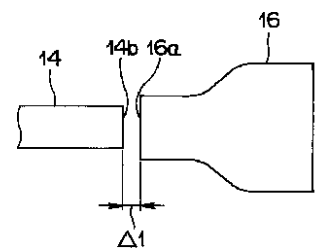
【符号の説明】

- 1 ...内視鏡システム
- 10 ...内視鏡
- 11 ...挿入部
- 13 ...対物レンズ
- 14 ...イメージファイババンドル
- 15 ...操作部
- 16 ...テーパファイバ
- 17 ...撮像素子
- 18 ...撮像面
- 19 ...マスク
- 20 ...光源装置
- 21 ...ランプ
- 22 ...照明光学系
- 23 ...ライトガイド
- 24 ...照明レンズ系
- 30 ...カメラコントロールユニット
- 40 ...モニタ
- 50 ...撮影光学系

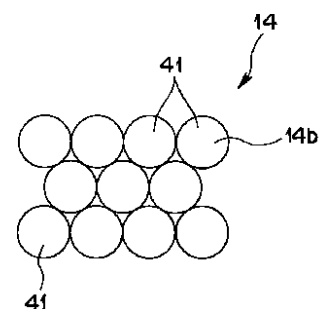
【図 1】



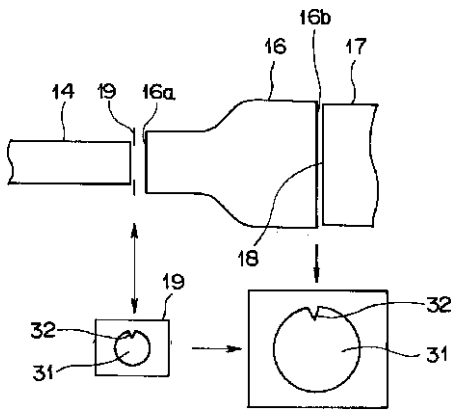
【図 4】



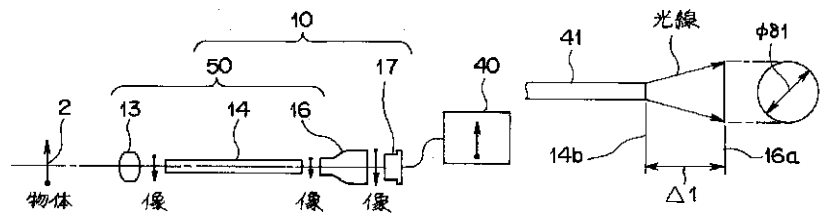
【図 5】



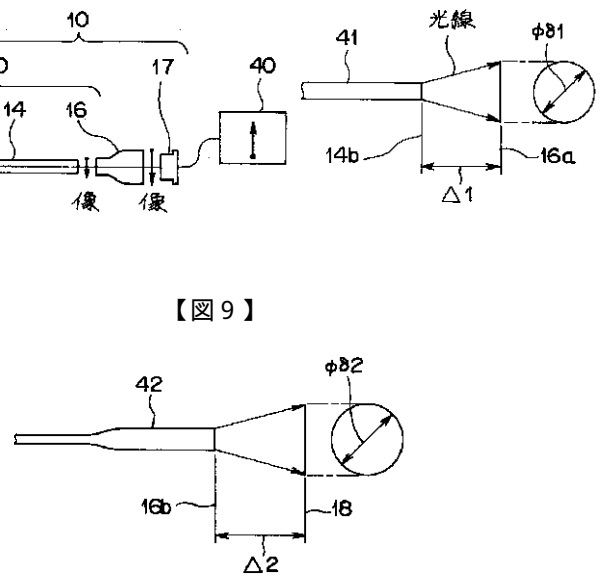
【図2】



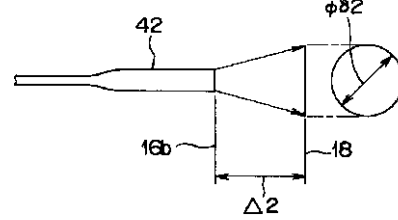
【図3】



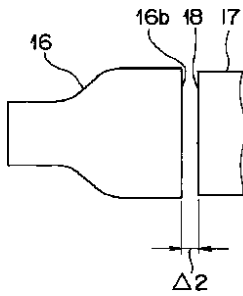
【図6】



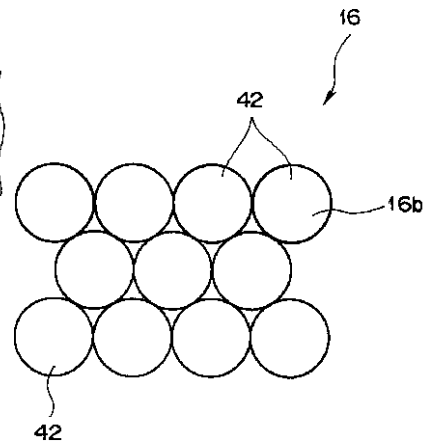
【図9】



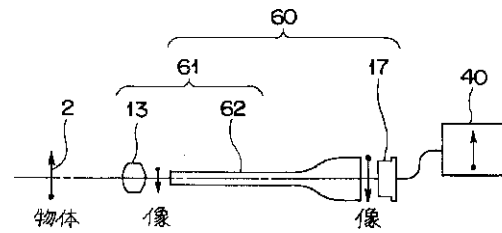
【図7】



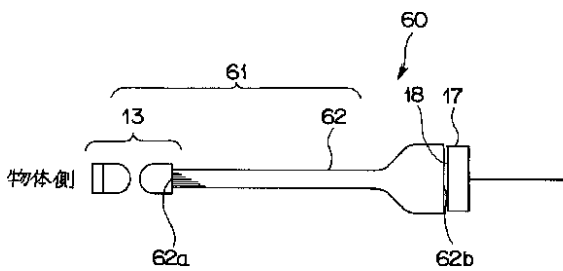
【図8】



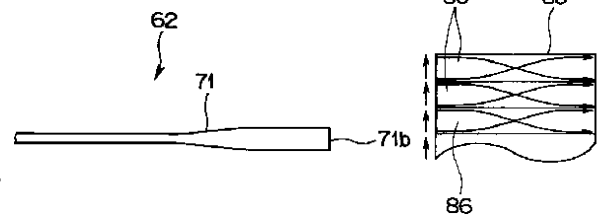
【図12】



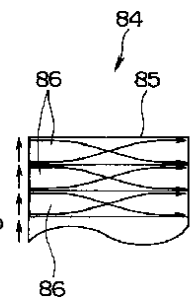
【図10】



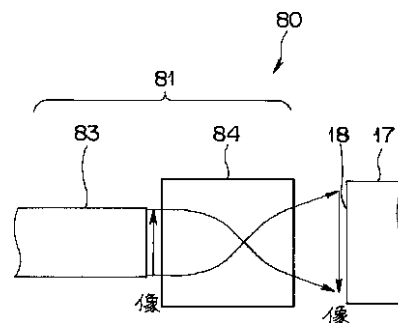
【図11】



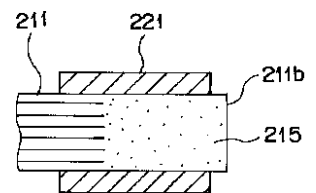
【図14】



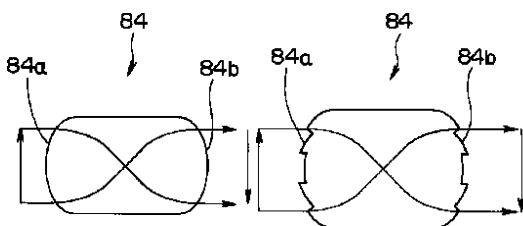
【図13】



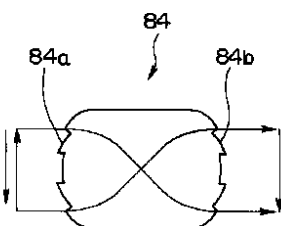
【図20】



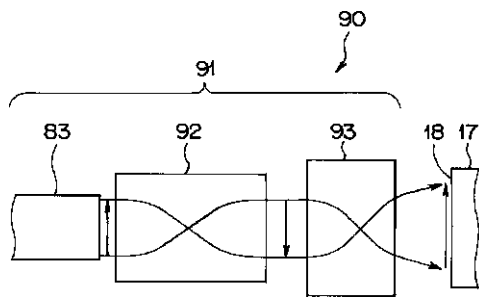
【図15】



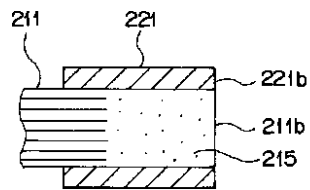
【図16】



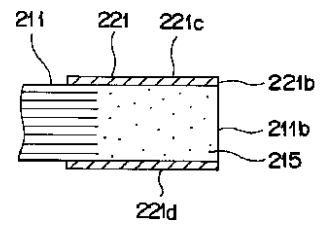
【図 17】



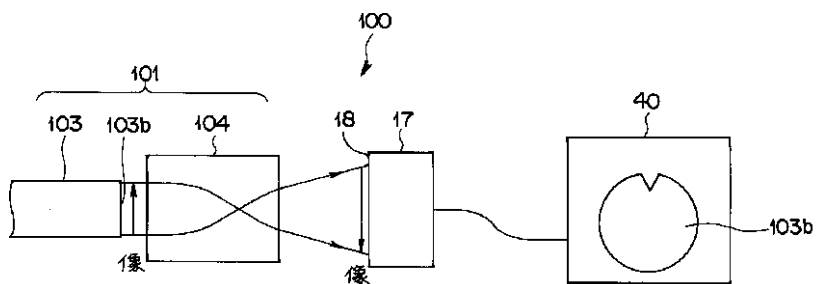
【図 21】



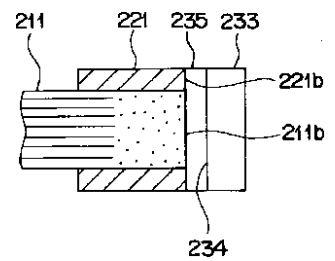
【図 22】



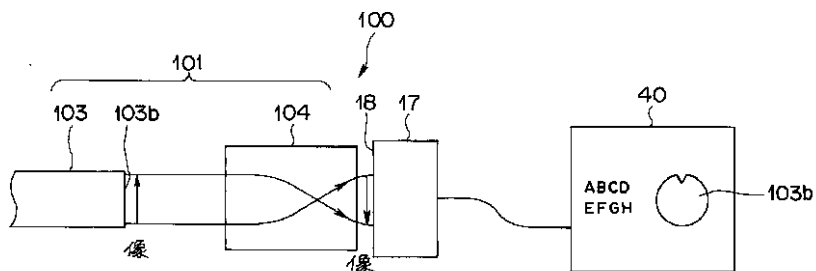
【図 18】



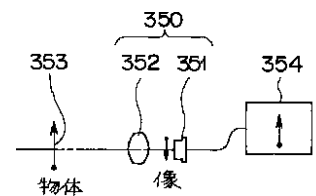
【図 24】



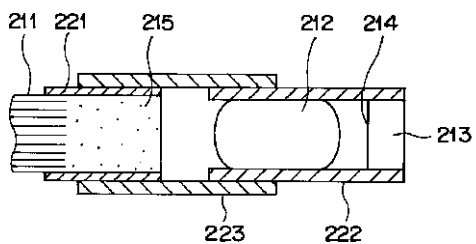
【図 19】



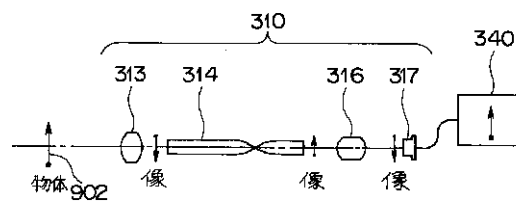
【図 26】



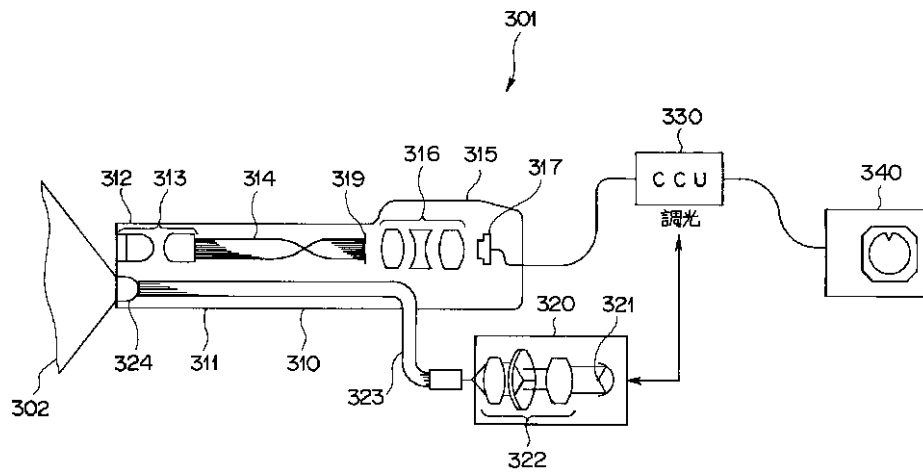
【図 23】



【図 27】



【図25】



-----

フロントページの続き

(72)発明者 窪谷 俊之  
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

(72)発明者 滝川 岳志  
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

(72)発明者 須藤 賢  
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

(72)発明者 中村 剛明  
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

Fターム(参考) 2H040 BA00 BA01 CA22 CA26 CA27  
GA03  
4C061 CC07 FF46

|                |                                                                                                               |         |            |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 内视镜                                                                                                           |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">JP2003210400A</a>                                                                                 | 公开(公告)日 | 2003-07-29 |
| 申请号            | JP2002009027                                                                                                  | 申请日     | 2002-01-17 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 奥林巴斯株式会社                                                                                                      |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | オリンパス光学工業株式会社                                                                                                 |         |            |
| [标]发明人         | 鵜澤 勉<br>菊池 昭<br>窪谷 俊之<br>滝川 岳志<br>須藤 賢<br>中村 剛明                                                               |         |            |
| 发明人            | 鵜澤 勉<br>菊池 昭<br>窪谷 俊之<br>滝川 岳志<br>須藤 賢<br>中村 剛明                                                               |         |            |
| IPC分类号         | G02B23/26 A61B1/04                                                                                            |         |            |
| FI分类号          | A61B1/04.370 G02B23/26.A G02B23/26.C A61B1/00.731 A61B1/00.732 A61B1/04                                       |         |            |
| F-TERM分类号      | 2H040/BA00 2H040/BA01 2H040/CA22 2H040/CA26 2H040/CA27 2H040/GA03 4C061/CC07 4C061/FF46 4C161/CC07 4C161/FF46 |         |            |
| 代理人(译)         | 伊藤 进                                                                                                          |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a>                                                                                     |         |            |

#### 摘要(译)

要解决的问题：使用简单构造的重新成像光学系统，并且不需要将图像纤维束扭转180°的步骤。解决方案：内窥镜10具有由多个单元和成像元件17组成的成像光学系统50。成像光学系统50包括从物体侧依次具有至少物镜13，图像光纤束14和锥形光纤16。锥形光纤16布置成在其朝向图像光纤束14的较小侧上面向其端面并且在朝向成像装置17的较大侧上面向其端面，以便从成像装置17形成物体图像。图像光纤束14到成像装置17

