

(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2011-217836

(P2011-217836A)

(43) 公開日 平成23年11月4日(2011.11.4)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)
<b>A 6 1 B</b>	<b>1/04</b>	<b>(2006.01)</b>	A 6 1 B	1/04	3 7 0	2 H 0 4 0
<b>A 6 1 B</b>	<b>1/00</b>	<b>(2006.01)</b>	A 6 1 B	1/00	3 2 0 Z	4 C 0 6 1
<b>G 0 2 B</b>	<b>23/24</b>	<b>(2006.01)</b>	A 6 1 B	1/00	3 0 0 Y	4 C 1 6 1
<b>G 0 2 B</b>	<b>23/26</b>	<b>(2006.01)</b>	G 0 2 B	23/24	B	
			G 0 2 B	23/26	B	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2010-87829 (P2010-87829)  
 (22) 出願日 平成22年4月6日 (2010.4.6)

(71) 出願人 000113263  
 H O Y A 株式会社  
 東京都新宿区中落合2丁目7番5号  
 (74) 代理人 100078880  
 弁理士 松岡 修平  
 (74) 代理人 100148895  
 弁理士 荒木 佳幸  
 (72) 発明者 小林 将太郎  
 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 H O  
 Y A 株式会社内  
 Fターム(参考) 2H040 CA11 CA23 DA12 GA02 GA05  
 GA11  
 4C061 CC06 FF40 FF46 FF47 HH51  
 JJ17 MM10 NN01 TT20  
 4C161 CC06 FF40 FF46 FF47 HH51  
 JJ17 MM10 NN01 TT20

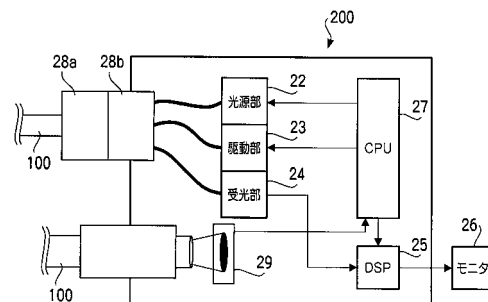
(54) 【発明の名称】 電子内視鏡装置

(57) 【要約】

【課題】内視鏡の光ファイバの形状を検出して好適な画像生成を行う。

【解決手段】 R G B 光とは異なる波長の特定光を発生させる光源と、走査用光ファイバを伝搬して走査用光ファイバから出射される特定光を、観察対象物上を走査させることなく複数の受光用光ファイバに入射させる光学手段と、複数の受光用光ファイバの先端側から基端側にかけて、異なる受光用光ファイバの異なる位置に光損失部を複数箇所設けた光損失部群と、特定光を受光する受光部と、受光用光ファイバが屈曲すると、受光部により検出される光損失部における光損失量に基づいて受光用光ファイバの曲率を求める手段と、演算された異なる位置における曲率の接線を順次結ぶことによって走査用光ファイバの形状を算出する手段と、走査用光ファイバの走査位置を特定する手段と、走査位置に基づいて画像信号の画素位置を補正する手段とを有することを特徴とする電子内視鏡装置を提供する。

【選択図】 図 1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

圧電素子によって走査用光ファイバの先端部が共振されて走査され、該走査が所定の周期で繰り返され、該所定の周期で該走査用光ファイバから出射される R G B 光が、光学素子を介して観察対象物上を走査され、該観察対象物から反射した反射光は、該走査用光ファイバを中心として円環状に配置された第 1 の複数の受光用光ファイバを伝搬して、ビデオプロセッサ内の第 1 の受光部に到達し、該第 1 の受光部で光電変換された電気信号を画像処理して画像信号を生成し、モニタに出力する、電子内視鏡装置において、

前記 R G B 光とは異なる波長を有する特定光を発生させる光源と、

前記走査用光ファイバを伝搬して該走査用光ファイバから出射される前記特定光を、観察対象物上を走査させることなく、該走査用光ファイバの外周に円環状に配置された第 2 の複数の受光用光ファイバに入射させる光学手段と、

前記第 2 の複数の受光用光ファイバのうち 1 つの受光用光ファイバの外周面と、該 1 つの受光用光ファイバと所定の配置関係にある別の受光用光ファイバの外周面とに、前記特定光の光量を減少させる光損失部を少なくとも 1 つずつ前記走査用光ファイバの長手方向において互いに同位置に設けることによる一対の光損失部群を、前記第 2 の複数の受光用光ファイバの先端側から基端側にかけて、異なる受光用光ファイバの異なる位置に設けた複数対の光損失部群と、

前記第 2 の複数の受光用光ファイバの基端側に設けられる、前記特定光を受光する第 2 の受光部と、

前記第 2 の受光部により検出される前記光損失部での光損失量に基づいて、前記複数対の光損失部群が設けられた複数の異なる位置における前記第 2 の複数の受光用光ファイバの曲率を求める曲率演算手段と、

前記曲率演算手段によって演算された前記複数の異なる位置における曲率の接線を順次結ぶことによって、屈曲時の前記走査用光ファイバの形状を算出する形状演算手段と、

前記走査用光ファイバの形状から該走査用光ファイバの走査位置を特定する走査位置特定手段と、

前記走査用光ファイバの走査位置に基づいて前記画像信号の画素位置を補正する画素位置補正手段と、を有する、

ことを特徴とする電子内視鏡装置。

**【請求項 2】**

前記光学手段は、

前記光学素子の 1 つを形成し、前記走査用光ファイバの出射端面と対向する面が凹面である光学素子を有し、

前記凹面には、前記 R G B 光を透過し前記特定光を反射する反射膜が施されている、ことを特徴とする請求項 1 に記載の電子内視鏡装置。

**【請求項 3】**

前記所定の配置関係は、前記走査用光ファイバの光軸を中心として 90 度離れた位置関係であることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の電子内視鏡装置。

**【請求項 4】**

前記特定光が赤外光であることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の電子内視鏡装置。

**【請求項 5】**

前記光損失部は、受光用光ファイバの外周面を研磨、エッチング、切り込みなどの加工方法で形成された欠損部であることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の電子内視鏡装置。

**【請求項 6】**

前記光損失部は、受光用光ファイバのクラッドの一部に光吸収物質や光透過物質を用いることで形成することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の電子内視鏡装置。

10

20

30

40

50

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、電子内視鏡装置に関連し、詳しくは、極細径の光ファイバの先端を共振させて出射した光により対象物を走査し画像情報を取得する走査型内視鏡において、走査用光ファイバとして使用する走査用光ファイバの外周に配置された受光用光ファイバの曲率を検出し、この検出結果に基づいて走査用光ファイバの走査位置を検出し、検出した走査位置に基づいて正確な画像補正を行う装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

医師が患者の体腔内を観察するとき使用する装置として一般的に電子内視鏡が知られている。従来一般的な電子内視鏡の撮像素子には、CCD (Charge Coupled Device) やCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) などが用いられているが、これらの代替となるものとして特許文献1に開示される次世代の撮像システムが提案されている。この撮像システムでは、走査用光ファイバとレーザを用いて観察対象物を走査し、観察対象物のドット毎の色情報を得て画像化する。

10

## 【0003】

特許文献1には、このような撮像システムを用いた従来走査型内視鏡における、内視鏡挿入部の先端部が示されている。円筒型の圧電素子に走査用光ファイバが挿し通されている。圧電素子には電極が設けられ、この電極によって圧電素子が駆動される。圧電素子は、固定材によって内視鏡挿入部のシース内に固定されるとともに、接着剤によって走査用光ファイバと接合されている。

20

## 【0004】

圧電素子は走査用光ファイバの先端部を共振させ、これによって、走査用光ファイバの先端部が螺旋状に走査され、かかる螺旋状の走査が所定の周期で繰り返される。この所定の周期で走査用光ファイバから出射された光は、光学レンズによって観察対象物に集光され、観察対象物上を上記の走査パターンで走査し、観察対象物からの反射光は、走査用光ファイバを中心として円環状に配置された複数の受光用光ファイバを伝搬してビデオプロセッサ内の受光部に到達する。なお、走査用光ファイバの先端部の螺旋状の走査が所定期間で繰り返し実行され、これにより、フルカラー画像がモニタに表示される技術原理は、特許文献1のみならず、特許文献2や非特許文献1などの技術文献などに記載されており、公の技術となっている。

30

## 【0005】

また、図1に示すように、従来では、術者は施術前に内視鏡挿入部100の先端部をビデオプロセッサに差し込み、走査用光ファイバから出射される光をビデオプロセッサ内の光位置センサ29に所定時間だけ受光させる。光位置センサ29は半導体位置検出素子とも呼ばれる光センサである。基本的にはフォトダイオードのような1つの接合面を持つPIN構造の半導体であって、半導体面上に光が入射すると電荷が発生し、発生した電荷が両端の電極に到達する。到達した電荷の量はスポット光の位置から電極までの距離に反比例することに基づき、受光スポットの位置を算出する。CPU27は、光位置センサ29から把握される走査用光ファイバからの出射光の受光スポット位置を用いて走査用光ファイバの走査経路などを記憶する。その後、術者は患者の体腔内に内視鏡を挿入して観察を開始する。

40

## 【0006】

観察対象物からの反射光は内視鏡の先端部から受光用光ファイバを伝搬して受光部24に到達する。受光部24に到達した光は光電変換され、光電変換された信号に対して増幅、色調整、画素位置補正などのさまざまな処理が施された後に画像信号が生成される。これらの処理において、走査用光ファイバの螺旋走査によって検出される画素信号に応じた画面上での画素位置が定められる。そして、画像信号と画素位置とを関連付けることにより内視鏡が撮像する全体の画像が生成され、生成された画像がモニタに出力される。術者

50

は、このようにして得られた体腔内の映像をモニタ上で観察して検査や施術などを行うことができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】米国特許第6,563,105号明細書

【特許文献2】米国特許第6,856,712号明細書

【非特許文献】

【0008】

【非特許文献1】SPIE会報、オプティカルエンジニアリング、2006年2月、第6083巻、シーベルその他「フルカラー走査型ファイバ内視鏡」 Seibel et al. "A full-color scanning fiber endoscope" Proceeding of SPIE, Vol. 6083, Optical Engineering, February, 2006

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

ところが、上記の従来の内視鏡では、患者の体腔内の対象物を撮像している間は走査用光ファイバの位置をリアルタイムで把握しているわけではない。このため、温度変化により走査用光ファイバの屈曲状態が変わったり、経年変化により走査用光ファイバの特性が変わったり、走査用光ファイバの先端部の駆動条件が変わったりすると、光位置センサで把握した画素位置と実際に受光している画像情報に対応する画素位置との間にずれが生じる。そのため、画素信号に応じた画面上での画素位置が正確に検出できなくなり、生成される画像が歪むなどの現象が発生してしまう。

20

【0010】

本発明は上記の事情に鑑みてなされたものである。本発明の目的は、電子内視鏡において、既存の構成を大きく変更することなく、リアルタイムで走査用光ファイバの形状を把握して、画素信号に応じた画面上での正確な画素位置を検出し、画像補正を行って歪みのない画像を生成することができる装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の一実施形態よれば、圧電素子によって走査用光ファイバの先端部が共振されて走査され、走査が所定の周期で繰り返され、所定の周期で走査用光ファイバから出射されるRGB光が、光学素子を介して観察対象物上を走査され、観察対象物から反射した反射光は、走査用光ファイバを中心として円環状に配置された第1の複数の受光用光ファイバを伝搬して、ビデオプロセッサ内の第1の受光部に到達し、第1の受光部で光電変換された電気信号を画像処理して画像信号を生成し、モニタに出力する、電子内視鏡装置において、RGB光とは異なる波長を有する特定光を発生させる光源と、走査用光ファイバを伝搬して走査用光ファイバから出射される特定光を、観察対象物上を走査させることなく、走査用光ファイバの外周に円環状に配置された第2の複数の受光用光ファイバに入射させる光学手段と、第2の複数の受光用光ファイバのうち1つの受光用光ファイバの外周面と、1つの受光用光ファイバと所定の配置関係にある別の受光用光ファイバの外周面とに、特定光の光量を減少させる光損失部を少なくとも1つずつ走査用光ファイバの長手方向において互いに同位置に設けることによる一対の光損失部群を、第2の複数の受光用光ファイバの先端側から基端側にかけて、異なる受光用光ファイバの異なる位置に設けた複数対の光損失部群と、第2の複数の受光用光ファイバの基端側に設けられる、特定光を受光する第2の受光部と、第2の受光部により検出される光損失部での光損失量に基づいて、複数対の光損失部群が設けられた複数の異なる位置における第2の複数の受光用光ファイバの曲率を求める曲率演算手段と、曲率演算手段によって演算された複数の異なる位置における曲率の接線を順次結ぶことによって、屈曲時の走査用光ファイバの形状を算出する形状演算手段と、走査用光ファイバの形状から走査用光ファイバの走査位置を特定する走査

30

40

50

位置特定手段と、走査用光ファイバの走査位置に基づいて画像信号の画素位置を補正する画素位置補正手段とを有する。

【0012】

好ましくは、光学手段は、光学素子の1つを形成し、走査用光ファイバの出射端面と対向する面が凹面である光学素子を有し、凹面には、RGB光を透過し特定光を反射する反射膜が施されている。このため、特別な光学系を追加することなく、光学素子の表面を加工するだけで特定光を受光用光ファイバに導光することが可能になる。

【0013】

さらに好ましくは、上記所定の配置関係は、走査用光ファイバの光軸を中心として90度離れた位置関係である。また、特定光が赤外光である。そして、光損失部は、受光用光ファイバの外周面を研磨やエッチング、切り込みなどの加工方法で形成された欠損部であってもよいし、受光用光ファイバのクラッドの一部に光吸収物質や光透過物質を用いることで形成してもよい。

10

【発明の効果】

【0014】

本発明の電子内視鏡装置によれば、走査用光ファイバの走査位置をリアルタイムで把握することができる。そして、動作環境の変化により走査用光ファイバの駆動が変化しても、走査位置と受光した光から得られる画像信号とをより正確に対応付けることができるため、撮像画像における画素位置の補正を正確に行って歪みのない画像を生成することができる。したがって、術者はより正確な判断に基づく施術を行うとともに検査時間を短縮することができる。さらに、走査用光ファイバの走査動作を記憶するための光位置センサをビデオプロセッサ内に設ける必要がなくなるため、ビデオプロセッサの小型化や製造コストの低減をもたらすことも期待することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】図1は、従来における電子内視鏡装置のビデオプロセッサの構成を示すブロック図である。

【図2】図2は、本発明の実施形態における電子内視鏡装置が設けられる内視鏡挿入部の先端部を示す概略図である。

【図3】図3は、本発明の実施形態における電子内視鏡装置のビデオプロセッサの構成要素を示すブロック図である。

30

【図4】図4(a)及び(b)は、本発明の実施形態における電子内視鏡装置の走査用光ファイバの先端部と走査用光ファイバを中心としてその外周に円環状に配置された複数の第2の受光用光ファイバとの関係を示す概略断面図である。

【図5】図5(a)は、第2の受光用光ファイバ $18_{x_1}$ ,  $18_{y_1}$ 及び $18_{x_2}$ ,  $18_{y_2}$ の光損失部を示す第2の受光用光ファイバの側断面図であり、図5(b)は、図5(a)のA-A, B-B, A'-A', B'-B'各線に沿って切断した断面図である。

【図6】図6は、本発明の実施形態における第2の受光用光ファイバの展開図である。

【図7】図7は、本発明の実施形態における電子内視鏡装置の受光部の概略図である。

【図8】図8(a)及び(b)は、本発明の実施形態における電子内視鏡装置の走査用光ファイバの屈曲形状の検出方法を示す概略図である。

40

【図9】図9(a)~(d)は、電子内視鏡の走査用光ファイバにより撮像されるテストチャート及びテストチャートの表示を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、図面を参照して、本発明の一実施形態における電子内視鏡装置について説明する。なお、複数の図にまたがって同じ部材を示す場合は同じ番号を付すこととする。また、以下の説明において、各部材の先端とはそれぞれ内視鏡挿入部の先端側の端部を意味し、各部材の基端とはそれぞれ内視鏡挿入部の基端側の端部を意味するものとする。

【0017】

50

図 2 は、本実施形態の電子内視鏡装置における内視鏡挿入部 100 の先端部を示す概略図である。図 2 に示すように、内視鏡挿入部 100 の長手方向に Z 軸を定め、内視鏡挿入部の先端側に向かう方向を Z 軸の正の方向とする。そして、Z 軸に垂直な平面を X Y 直交座標系の平面 (X Y 平面) とする。紙面に垂直で奥に進む方向を X 軸の正の方向、紙面上方向を Y 軸の正の方向とする。また、図 3 は本実施形態の電子内視鏡装置におけるビデオプロセッサ 200 の構成要素を示すブロック図である。光源部 22 には、赤 (R)、緑 (G)、青 (B) 及び赤外 (IR) の各波長に対応する光を発振するレーザ光源 (図示せず) が個別に設けられている。R、G、B の各波長に対応する光は、ダイクロミックミラーなどで構成された光結合器 (図示せず) によって結合され R G B 光として、内視鏡挿入部 100 内の走査用光ファイバ 17 の光源側端面に入射する。また、IR 光はそのまま走査用光ファイバ 17 の光源側端面に入射する。なお、光源部 22 としては、可視から赤外にわたる広帯域なスーパーコンティニウム光を発振する単一の光源とすることもできる。また、レーザ光源に限らず、例えば、LED (Light Emitting Diode) を用いるなど、種々の光源とすることができる。

10

20

30

40

50

#### 【0018】

走査用光ファイバ 17 は、光源側端面に入射した R G B 光及び IR 光を走査用光ファイバ先端部 12 の出射端まで導光し、対物レンズ群 15 に向けて出射する。走査用光ファイバ 17 の先端側の中途部は、圧電素子 10 及び電極 11 などから構成された円筒型あるいは箱型の圧電素子ユニットに挿し通されており、接着剤 20 によって圧電素子ユニットの先端と接着固定されている。圧電素子ユニットは固定材 13 によってシース 14 内に固定されている。電極 11 には電線 11a ~ 11d が接続されており、各電線は、内視鏡挿入部 100 の基端に設けられたコネクタ 28a まで延びている。内視鏡側のコネクタ 28a とビデオプロセッサ 200 側のコネクタ 28b を接続したときに、各電線は、ビデオプロセッサ 200 の駆動部 23 内の X 軸ドライバ (図示せず) 又は Y 軸ドライバ (図示せず) に接続される。

#### 【0019】

圧電素子 10 は走査用光ファイバ先端部 12 を共振させる一対のアクチュエータからなる。アクチュエータは圧電アクチュエータである。X 軸ドライバは、CPU 27 から送信される駆動制御信号に基づいて一方のアクチュエータに第 1 の交流電圧を印加する。また、Y 軸ドライバは、CPU 27 から送信される駆動制御信号に基づいて他方のアクチュエータに第 1 の交流電圧と同一の周波数で位相が直交する第 2 の交流電圧を印加する。

#### 【0020】

2 つのアクチュエータは印加される第 1 及び第 2 の交流電圧に応じて振動し、走査用光ファイバ先端部 12 の X 軸方向及び Y 軸方向への共振運動を生じさせる。その結果、走査用光ファイバ先端部 12 の出射端は、アクチュエータが発生させる X 軸方向及び Y 軸方向への運動エネルギーの合成により、X Y 平面に近似する面 (以後、「X Y 近似面」とする) 上において内視鏡挿入部 100 の中心軸 A X を中心とする所定半径の円の軌跡を描く。

#### 【0021】

そして、走査用光ファイバ先端部 12 の出射端が所定半径の円の軌跡を描いている状態で、アクチュエータへの交流電圧の印加が停止され、走査用光ファイバ先端部 12 の共振が減衰する。この減衰により、出射端は X Y 近似面上において渦巻パターンの軌跡を描きながら中心軸 A X に向かい、最終的に中心軸 A X 上で停止する。なお、アクチュエータへの交流電圧の印加が停止されてから出射端が中心軸 A X 上で停止するまでの期間を渦巻パターン期間と呼ぶ。出射端が中心軸 A X 上で停止した後、再びそれぞれのアクチュエータに交流電圧が印加され、出射端は上記所定半径の円の軌跡を描く状態になる。こうして走査用光ファイバ先端部 12 は上記動作を繰り返す。

#### 【0022】

図 4 (a)、(b) は、走査用光ファイバ先端部 12 と受光用光ファイバ 18 の断面を示す概略図である。説明を簡便にするため、走査用光ファイバ先端部 12 は中心軸 A X 上で停止しているものとする。したがって、走査用光ファイバ先端部 12 の光軸は内視鏡先

端部 100 の中心軸 AX と同一とみなすことができる。また、図 5 ( a ) は、図 4 ( a ) における受光用光ファイバ  $18_{x_1}$  ,  $18_{y_1}$  ,  $18_{x_2}$  ,  $18_{y_2}$  の光損失部を示す側面図である。そして、図 5 ( b ) は、図 5 ( a ) の A - A , B - B , A' - A' , B' - B' の各線に沿ってそれぞれ切断した断面を示す図である。走査用光ファイバ先端部 12 の外周には、複数本からなる受光用光ファイバ 18 が接着剤によって走査用光ファイバ先端部 12 に接着固定されている。1つの受光用光ファイバ  $18_{x_1}$  には、その外周面上で、中心軸 AX と受光用光ファイバ  $18_{x_1}$  の中心とを結ぶ線上に光損失部 41 を設ける。さらに、図 5 ( a ) に示すように、受光用光ファイバ  $18_{x_1}$  の軸方向に、光損失部 41 と同じ光学特性を有する光損失部 42 , 43 を順次等間隔で並んで設ける。また、受光用光ファイバ  $18_{x_1}$  に対して、中心軸 AX を中心として 90 度離れた位置にある別の受光用光ファイバ  $18_{y_1}$  にも、受光用光ファイバ  $18_{x_1}$  に設けられた光損失部 41 ~ 43 と同じ長手方向の位置に、光損失部 41 ~ 43 と同じ光学特性を有する光損失部 44 ~ 46 が設けられている。図 5 ( a ) から分かるように、光損失部 41 ~ 43 と光損失部 44 ~ 46 は、X 軸方向及び Y 軸方向にそれぞれ配置されている。なお、光損失部 41 ~ 46 は、受光用光ファイバ  $18_{x_1}$  の受光部 24 側の端面から光損失部 41 ~ 43 までの各距離と、受光用光ファイバ  $18_{y_1}$  の受光部 24 側の端面から光損失部 44 ~ 46 までの各距離とがそれぞれ等しくなるように設ける。また、光損失部は、たとえばファイバに研磨やエッチング、切り込みなど種々の加工方法によって欠損部を作成したり、クラッドの一部に光吸収物質や光透過物質を用いたりすることで形成される。

10

20

30

40

50

#### 【0023】

ここで、1つの受光用光ファイバにおいて、1個又は複数個（本実施形態においては、等間隔で3個）設けた光損失部を1つの群とみなし、これと中心軸 AX を中心として 90 度離れた位置にある受光用光ファイバに設けられた同様な光損失部群を一对とする。そして、この一对の光損失部群が設けられた位置における受光用光ファイバの X 軸方向及び Y 軸方向の曲率をそれぞれ検出し、検出された X 軸方向及び Y 軸方向の曲率を合成することによって、一对の光損失部群が設けられた位置での受光用光ファイバの曲率が求められる。この一对の光損失部群は、受光用光ファイバの曲率を検出したい位置に設ける必要があるため、受光用光ファイバ  $18_{x_1}$  に隣接する受光用光ファイバ  $18_{x_2}$  と受光用光ファイバ  $18_{y_1}$  に隣接する受光用光ファイバ  $18_{y_2}$  にも、受光用光ファイバ  $18_{x_1}$  及び受光用光ファイバ  $18_{y_1}$  と同様に、光損失部 141 ~ 146 が設けられる。光損失部 141 ~ 146 の位置は、図 5 ( a ) から明らかなように光損失部 41 ~ 46 の位置と異なっている。そして、本実施形態においては、先端側から基端側に向けて、同様な一对の光損失部群が順次設けられていくことにより、長手方向においてそれぞれ異なる位置における X 軸方向及び Y 軸方向の曲率を合成した受光用光ファイバの曲率を検出することができる。なお、光損失部は1つの受光用光ファイバ上に1個あれば曲率を検出することができるが、複数個の光損失部を設けることで曲率の検出精度を高めることができる。

#### 【0024】

図 5 ( a ) に示す受光用光ファイバにおいては、光損失部 41 , 44 , 141 , 144 が設けられている側を先端側、光損失部 43 , 46 , 143 , 146 が設けられている側を基端側とする。また、便宜上、受光用光ファイバ  $18_{x_1}$  及び受光用光ファイバ  $18_{y_1}$  の光損失部 41 ~ 46 が設けられている位置を  $z_n$ 、光損失部 141 ~ 146 が設けられている位置を  $z_{n-1}$  とする。 $z_n$  及び  $z_{n-1}$  は、図 8 ( a ) , ( b ) に示す  $z_n$  及び  $z_{n-1}$  に対応するものである。従って、図 5 ( a ) には示さないが、図 8 ( a ) の  $z_1$  から  $z_3$  に示す位置にも、上記のような一对の光損失部群が設けられている。

#### 【0025】

また、受光用光ファイバの曲率の検出精度を高めるために、光損失部群を二対設け、位置  $z_k$  (  $k$  は自然数 ;  $1 \leq k \leq n$  ) における曲率を 2 重に測定することもできる。図 6 は、図 4 ( a ) に示す受光用光ファイバの長手方向における光損失部群の配置を示す概略図である。図 6 では、位置  $z_n$  にて、二対の受光用光ファイバ  $18_{x_1}$  ,  $18_{y_1}$  と  $18_{x_4}$  ,  $18_{y_4}$  において、光損失部の配置位置と配置間隔が互いに同じである光損失部群を

設けている。すなわち、受光用光ファイバ  $18_{x4}$  と  $18_{y4}$  において、光損失部  $241 \sim 246$  は、それぞれ光損失部  $41 \sim 46$  に対応するものであると考えることができる。受光用光ファイバ  $18_{x4}$  と  $18_{y4}$  の位置関係も、受光用光ファイバ  $18_{x1}$  と  $18_{y1}$  の位置関係と同様に、受光用光ファイバ  $18_{y4}$  は、受光用光ファイバ  $18_{x4}$  に対して中心軸  $AX$  を中心として  $90$  度離れた位置にある。受光用光ファイバ  $18_{x1}$  と  $18_{y1}$  と対になる受光用光ファイバは、受光用光ファイバ  $18_{x2}$  と  $18_{y2}$  や  $18_{x3}$  と  $18_{y3}$  としてもよい。

#### 【0026】

図4(a)では、中心軸  $AX$  に対して直交する方向にある受光用光ファイバを組として光損失部群を設けているが、図4(b)に示すように、隣り合う受光用光ファイバ、例えば  $18_{x1}'$  と  $18_{y1}'$ 、を組として一方の受光用光ファイバ  $18_{y1}'$  に  $Y$  軸方向を向く光損失部を、また他方の受光用光ファイバ  $18_{x1}'$  に  $X$  軸方向を向く光損失部を設け、他の隣り合う受光用光ファイバの組  $18_{x2}'$  と  $18_{y2}'$ 、 $18_{x3}'$  と  $18_{y3}'$ 、 $\dots$  においても同様に光損失部を設けても、上記説明と同様に受光用光ファイバの長手方向における各位置の曲率を求めることができる。また、受光用光ファイバ  $18$  をシース(図示せず)により被覆して走査用光ファイバと一体化してもよいし、複数のコアを有する光ファイバを用いて走査用光ファイバ及び受光用光ファイバとして機能させてもよい。走査用光ファイバと受光用光ファイバを一体化することにより、光ファイバの駆動を安定させ、より安定した曲率計算を行うことができる。なお、光損失部は、接着剤  $20$  の先端に相当する位置から出射端に至るまでの走査用光ファイバ  $17$  の全長にわたって設けられている。

10

20

#### 【0027】

走査用光ファイバ先端部  $12$  の出射端からは  $RGB$  光と  $IR$  光が出射される。出射された  $RGB$  光は、対物レンズ群  $15$  により集光されて観察対象物上にスポットを形成する。なお、走査用光ファイバ先端部  $12$  の出射端にはコリメートレンズ(図示せず)が取り付けられてもよい。この場合、 $RGB$  光は、出射端から平行光として出射されて対物レンズ群  $15$  を介して観察対象物上にスポットを形成する。スポットは、一枚の画像を得るために観察対象物上に渦巻パターンを描くように形成される。渦巻パターンの間隔は、走査用光ファイバ先端部  $12$  の出射端の運動速度や各光源の変調周波数などに依存して決まる。

#### 【0028】

観察対象物で反射した  $RGB$  光は、シース  $14$  の外周に中心軸  $AX$  を中心として円環状に配置された複数の受光用光ファイバ  $21$  に入射し、受光用光ファイバ  $21$  を伝搬してビデオプロセッサ  $200$  内の受光部  $24$  に到達する。なお、渦巻パターンにおけるスポット位置と受光部  $24$  で受光した  $RGB$  光を関連付けることで、スポットにおける画像を得ることができる。受光部  $24$  における  $RGB$  光の処理及びスポット位置の決定処理については後述する。図2に示す断面図からわかるように、複数の受光用光ファイバ  $21$  は、外被チューブ  $19$  によってシース  $14$  と挟まれるように被覆されている。対物レンズ群  $15$  は、本実施形態では、4枚の光学素子  $15a \sim 15d$  (光学レンズを含む) から構成される。対物レンズ群  $15$  は、シース  $14$  内に各光軸を  $AX$  軸に一致させて保持固定されている。

30

40

#### 【0029】

光学素子  $15a$  は凹レンズであり、光学素子  $15a$  の走査用光ファイバ先端部  $12$  に向向する面  $16$  が凹部を形成している。面  $16$  には、 $RGB$  光を透過して  $IR$  光を反射する  $IR$  光反射膜が施されている。面  $16$  は、 $IR$  光を受光用光ファイバ  $18$  の先端面に向けて反射するように設計されている。なお、受光用光ファイバ  $18$  が走査用光ファイバ  $17$  の外周に配置されているため、 $IR$  光反射膜は、面  $16$  に入射する  $IR$  光がある程度の散乱角をもって反射するような特性を有することが望ましい。こうして、走査用光ファイバ先端部  $12$  から出射された  $IR$  光は、面  $16$  で反射して、受光用光ファイバ  $18$  の先端面に入射する。なお、本実施形態では、面  $16$  を図2に示す断面において曲線となるように構成しているが、 $IR$  光を受光用光ファイバ  $18$  に導光することができれば任意の形状で

50

面 16 を構成してもよい。また、本実施形態では、面 16 に I R 光反射膜を施した構成としているが、面 16 以外の光学素子 15 a ~ 15 d の面に I R 光反射膜などを施して I R 光を受光用光ファイバ 18 に導光するように構成してもよい。また、I R 光反射膜の代わりに、R G B 光を透過して I R 光を反射するバンドパスフィルタやホットミラーをはじめとする種々の光学フィルタや光学ミラーを用いることもできる。I R 光は、受光用光ファイバ 18 に導光された後、一部が受光用光ファイバ 18 の光損失部において、漏洩したり、光吸収物質に吸収されたり、光透過物質を透過したりして、受光部 24 に到達する。

#### 【0030】

受光部 24 で受光した I R 光の光量情報に基づき、走査用光ファイバ先端部 12 における受光用光ファイバ 18 の曲率を算出し、走査用光ファイバ先端部 12 の形状をリアルタイムで検出することができる。したがって、走査用光ファイバ先端部 12 の出射端が停止した状態から所定半径を有する円の軌跡を描く状態に達するまでにかかる時間、渦巻パターン期間の時間、渦巻パターンの X Y 近似面における走査用光ファイバ先端部 12 の出射端の位置（又は観察対象物上におけるスポット形成位置）を把握することができる。そのため、C P U 27 は、これらの情報に基づいて、X 軸ドライバ及び Y 軸ドライバに対するタイミング制御、つまり、各アクチュエータに対する交流電圧の印加と停止のタイミング制御と、渦巻パターン期間中における各レーザ光源の変調制御を、フレームレートに応じた周期で繰り返す。

#### 【0031】

ここで、図 3 を参照する。光源部 22 や駆動部 23、D S P (Digital Signal Processor) 25 などの動作は、C P U 27 によって制御される。駆動部 23 は、内視鏡挿入部 100 の先端部に設けられている圧電素子 10 の電極 11 に印加する電圧を変化させて、圧電素子 10 の駆動を制御する。圧電素子 10 の駆動を制御することによって、走査用光ファイバ先端部 12 の共振を制御することができる。走査用光ファイバ先端部 12 から出射されて観察対象物から反射した R G B 光は、受光用光ファイバ 21 の先端面に入射される。また、走査用光ファイバ先端部 12 から出射されて I R 光反射用の面 16 で反射された I R 光は、受光用光ファイバ 18 の先端面に入射される。それぞれの受光用光ファイバを伝搬した R G B 光及び I R 光は受光部 24 に伝搬される。受光部 24 は、検出した R G B 各色の光及び I R 光を個々に分離し（詳細は後述する）、分離した各光を光電変換によって入射光量に応じたアナログ信号に変換し、D S P 25 に入力する。D S P 25 は、入力されるアナログ信号をデジタル信号に変換し、このデジタル信号に基づいて増幅処理、色調整、画素位置補正処理などのさまざまな処理を行って画像情報を生成する。生成された画像情報は図示しないエンコーダなどを介して N T S C (National Television System Committee) や P A L (Phase Alternating Line) などの所定の規格に準拠する映像信号に変換されてモニタ 26 に出力される。これにより、観察対象物の映像や内視鏡挿入部 100 の形状画像がモニタ 26 に表示される。

#### 【0032】

ここで、受光用光ファイバ  $18_{x_1}$  における曲率の演算について説明する。光損失部群における光量の損失量と曲率とは比例関係にあり、所定の関数  $C = f(l)$  ( $C$  は曲率； $l$  は光量の損失量) を満たす。よって、受光用光ファイバ  $18_{x_1}$  における光量の損失量を検出することができれば、関数  $C = f(l)$  より光損失部 41 ~ 43 からなる光損失部群における X 軸方向の曲率が求められる。同様に、関数  $C = f(l)$  より光損失部 44 ~ 46 からなる光損失部群における Y 軸方向の曲率が求められ、X 軸方向の曲率と Y 軸方向の曲率を合成することにより、 $z_n$  の位置における受光用光ファイバの曲率を求めることができる。他の受光用光ファイバについても同様にして光損失部群における曲率が求められる。なお、同じ受光用光ファイバの別の位置には光損失部群を設けないようにする。たとえば、受光用光ファイバ  $18_{x_1}$  には位置  $z_n$  に光損失部 41 ~ 43 からなる光損失部群が設けられているため、受光用光ファイバ  $18_{x_1}$  の  $z_n$  以外の位置には光損失部群を設けない。1 つの受光用光ファイバ上の複数の位置に光損失部群を設けると、受光部側では受光用光ファイバのどの位置でどの程度の光量の損失が発生しているかを把握すること

10

20

30

40

50

ができなくなるからである。走査用光ファイバ先端部 1 2 の別の位置における曲率を検出するには、図 5 ( a ) に示すように、たとえば、受光用光ファイバ  $18_{x_1}$  ,  $18_{y_1}$  とは別の 1 組の受光用光ファイバ  $18_{x_2}$  ,  $18_{y_2}$  において、所望の位置 (ここでは位置  $z_{n-1}$ ) に光損失部 1 4 1 ~ 1 4 6 からなる光損失部群を設ける。

#### 【 0 0 3 3 】

I R 光は、後述する受光部 2 4 の曲率検出用受光部 5 3 によって検出されて光量が測定される。なお、受光用光ファイバの曲率が 0 であるときの I R 光の光量は既知であるため、この既知の光量と測定値とを比較することによって光量の損失量がわかる。そして、光量の損失量に基づいて受光用光ファイバ 1 8 の光損失部群が設けられている位置の曲率を演算することができる。なお、受光用光ファイバ 1 8 の曲げによる放射損失に係る光損失量と光損失部での光損失量とは、光損失部での光損失量の方が損失量のオーダーが大きいため、ファイバの曲率を求める際はファイバの曲げによる光の放射損失量は無視することができる。

10

#### 【 0 0 3 4 】

このように、組になった受光用光ファイバの光損失部を用いて走査用光ファイバ先端部 1 2 のさまざまな位置における X 軸方向並びに Y 軸方向の受光用光ファイバの曲率並びにその合成の曲率を検出すると、この検出結果に基づいて走査用光ファイバ先端部 1 2 の形状を把握することができる。図 8 ( a ) に走査用光ファイバ先端部 1 2 の形状検出の概略図を示す。番号  $z_1$  ,  $z_2$  ,  $z_3$  . . .  $z_{n-1}$  ,  $z_n$  (  $n$  は自然数 ) は、それぞれ受光用光ファイバに光損失部群が設けられている位置を示し、内視鏡の基端側から先端側に向けて順に割り当てられる。また、位置  $z_n$  における X 方向及び Y 方向の曲率を合成した曲率を  $C_{x,y,n}$  とする。図 8 ( b ) は、受光用光ファイバの曲率に基づく内視鏡挿入部の形状検出を模式的に示す図である。便宜上、図 8 ( b ) では Y 方向の曲率のみに基づく形状検出を示すが、X 方向と Y 方向それぞれの曲率を合成した曲率に基づく形状検出も図 8 ( b ) に示すものと概念上は変わらない。

20

#### 【 0 0 3 5 】

受光用光ファイバ 1 8 の基端から位置  $z_1$  (  $1$  は自然数 ;  $1 \leq z_1 \leq n$  ) までの距離  $d_1$  は既知であり、位置  $z_1$  における曲率  $C_{y,1}$  と距離  $d_1$  とから位置  $z_1$  における受光用光ファイバの形状を規定する曲線が得られる。そして、この曲線の接線方向を受光用光ファイバの延伸方向とし、この延伸方向と平行な方向を走査用光ファイバの延伸方向とみなして走査用光ファイバの形状を検出する。このように各光損失部群における走査用光ファイバの形状を検出して位置  $z_1$  から順に位置  $z_n$  まで繋げることで走査用光ファイバ先端部 1 2 全体の形状を検出することができる。なお、受光用光ファイバの曲率検出や走査用光ファイバの形状検出に必要なデータは CPU 2 7 が保持し、CPU 2 7 が上記の演算を行う。

30

#### 【 0 0 3 6 】

以上により、リアルタイムで走査用光ファイバ先端部 1 2 の全体の形状及び出射端の位置を精度良く把握することができるため、検出した出射端の位置と受光部 2 4 で取得した R G B 光の画像情報とを関連付けることで、動作環境の変化に伴う走査用光ファイバの走査経路や走査タイミングのずれの影響を受けることなく、撮像画像における画素位置の補正を正確に行って歪みのない画像を生成することができる。

40

#### 【 0 0 3 7 】

ところで、圧電素子は、ヒステリシス特性があることや、製造時に電極や駆動部の非対称性が発生すると動作時に不正振動などの影響が生じること、構成部品の温度特性により性能 (共振) が変化することなどにより、撮像画像に歪みが生じる。特に、走査用光ファイバ先端部の出射端が停止状態から動作状態に移行する際に、圧電素子の不安定な動作の影響が大きくなる。例えば、図 9 ( a ) 及び ( c ) には、走査用光ファイバ先端部を螺旋状に走査させる場合とラスタスキャンによって走査させる場合とで用いられるそれぞれのテストチャートの一例を示す。また、図 9 ( b ) 及び ( d ) には、図 9 ( a ) 及び ( c ) に示すテストチャートを撮像して本発明における補正を行わずにモニタに表示した場合の

50

それぞれの画像の例を示す。図9(b)及び(d)に示すように、走査用光ファイバ先端部の走査が螺旋状である場合は、テストチャートを構成する各直線が、画面の中心、すなわち中心軸AXを中心とする円の円周方向に歪む。また、図9(d)に示すように、走査用光ファイバ先端部の走査がラスタスキャンである場合は、テストチャートを構成する直線の帯が左右水平方向にずれる。本発明では、これらの画像の歪みを補正して観察や診断に好適な画像を生成することができる。そして、以上説明から理解されるように、本発明においては、走査用光ファイバ先端部の走査パターンは螺旋状に限らず、ラスタスキャン、ジグザグスキャン、リサーチスキャンなどの任意の走査経路を用いることができる。

#### 【0038】

なお、本実施形態では2本1組の受光用光ファイバで走査用光ファイバ先端部12の形状を検出しているが、3本以上の受光用光ファイバを1組として走査用光ファイバ先端部12の形状を検出するように構成してもよい。

#### 【0039】

図7は、本実施形態における電子内視鏡装置の受光部24の概略図である。ここで、図7を参照しながら受光部24の詳細について説明する。なお、便宜上、受光用光ファイバ18, 21の受光部24側の端面は、どちらも端面51に揃えてあるものとする。ただし、本発明における課題を解決する上では、受光用光ファイバ18と受光用光ファイバ21とで受光部24側の端面を揃える必要はない。受光用光ファイバ18の受光部側の端面51から受光部24に出射されたIR光は、RGB光を透過してIR光を反射する光学特性を有する光学素子52(例えば、ダイクロイックミラーやダイクロイックプリズムなど)によって反射され、曲率検出用受光部53へと導かれる。曲率検出用受光部53には、各受光用光ファイバに対応する受光素子がアレイ状に設けられており、各受光素子は、対応する受光用光ファイバから出射されるIR光の光量情報に応じた電気信号を曲率信号として生成してDSP25に送る。DSP25は、受信した曲率信号に対して所定の処理を実行して走査用光ファイバ先端部12の形状に関する情報を生成する。この情報に基づいて走査用光ファイバ先端部12の走査位置を算出し、算出した走査位置と、後述するように受光部24において受光したRGB光から生成される画像情報とを関連付け、画素位置補正処理を行う。これらの処理を走査用光ファイバ先端部12の走査経路全体わたって行うことにより、歪みのない観察対象物の撮像画像を得ることができる。

#### 【0040】

光学素子52の後段には、RGB光のB成分の光を反射するダイクロイックミラー55と、G成分の光を反射するダイクロイックミラー57が設けられている。観察対象物によって反射されたRGB光は、受光用光ファイバ21を伝搬して受光用光ファイバの受光部側の端面51から出射される。出射されたRGB光は、そのB成分の光がダイクロイックミラー55によって反射されてB成分検出用の光電子増倍管54に導かれる。同様に、G成分の光はダイクロイックミラー57によって反射されてG成分検出用の光電子増倍管56に導かれる。なお、R成分の光はダイクロイックミラー55, 57によって反射されることなくR成分検出用の光電子増倍管58に進行する。

#### 【0041】

各光電子増倍管で検出されたRGB各成分の光は光電変換された後、DSP25に送られ、画素位置補正などの処理が実行されて画像信号に変換される。画像信号は、図示しないエンコーダなどを介してNTSCやPALなどの所定の規格に準拠した映像信号に変換されてモニタ26に出力される。これによって、観察対象物の映像がモニタ26に表示される。

#### 【0042】

なお、図7ではB成分とG成分の光をダイクロイックミラー55, 57によってそれぞれ反射しているが、RGB各成分の光を、対応する光電子増倍管に導くことができれば、ダイクロイックミラー55, 57で反射させる光の成分は任意に決めることができる。また、光学素子52とダイクロイックミラー55, 57の配置も任意に構成することができる。さらに、光電子増倍管の代わりにフォトダイオードやアバランシェフォトダイオード

10

20

30

40

50

などの受光素子を用いて R G B 光の各成分を検出してもよい。また、各成分に専用の受光素子を用いずに、面順次の撮像方式を採用して単一の受光素子を用いて R G B 成分を検出する構成にしてもよい。

【 0 0 4 3 】

上記のような内視鏡形状検出装置では、走査用光ファイバの形状検出に用いる光を伝搬するための光ファイバを走査用光ファイバの外周に配置しているため、内視鏡挿入部自体の径を太くする必要がない。また、走査用光ファイバの形状検出に用いる光は、観察対象物の画像生成に用いる光とは波長が異なるため、観察対象物の画像劣化などを引き起こすこともない。

【 0 0 4 4 】

また、上記実施形態の説明では、走査用光ファイバの形状検出に用いる光を I R 光としたが、観察対象物の画像生成に用いる光と波長が異なる光であれば I R 光に限らず種々の波長の光を用い、その光のみを損失又は減衰させる光損失部やその光のみを反射する光学素子によって本発明の内視鏡形状検出装置を構成することもできる。

【 符号の説明 】

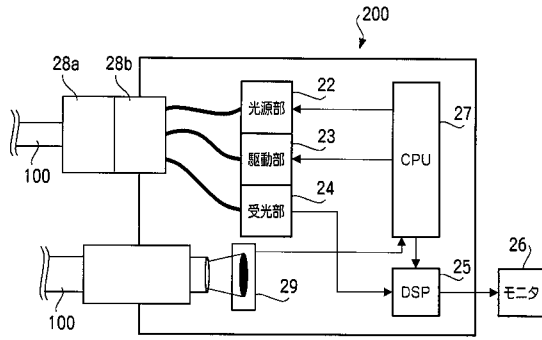
【 0 0 4 5 】

- 1 0 圧電素子
- 1 1 電極
- 1 7 走査用光ファイバ
- 1 8 , 2 1 受光用光ファイバ
- 2 2 光源部
- 2 6 モニタ
- 4 1 ~ 4 6 , 1 4 1 ~ 1 4 6 , 2 4 1 ~ 2 4 6 光損失部
- 1 5 a ~ 1 5 d , 5 2 光学素子
- 1 0 0 内視鏡挿入部
- 2 0 0 ビデオプロセッサ

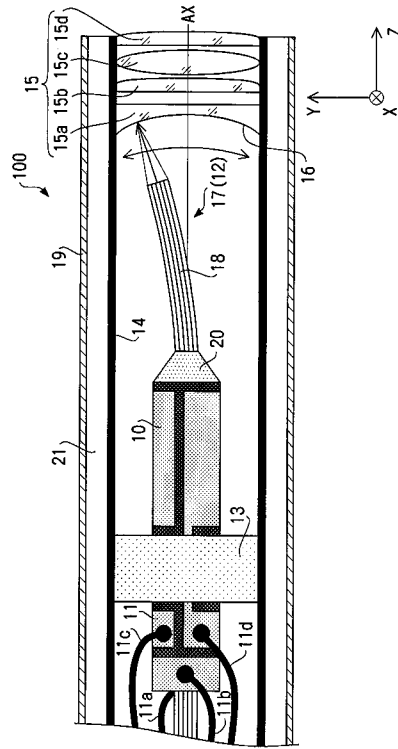
10

20

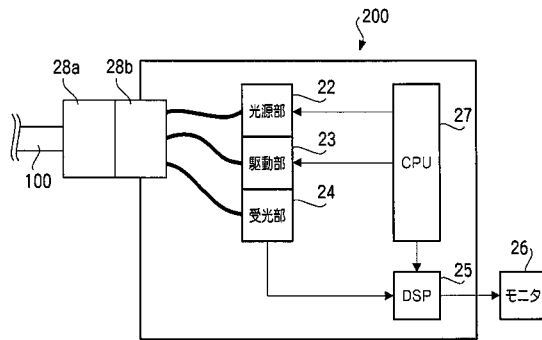
【 図 1 】



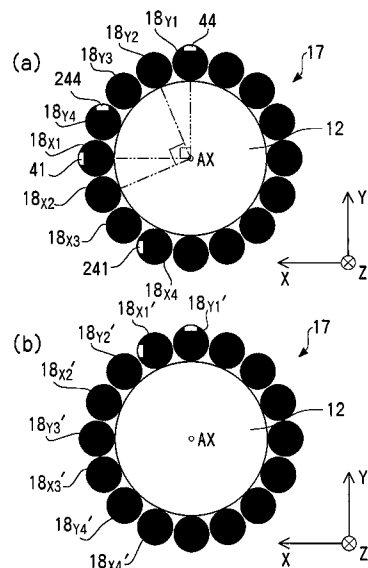
【 図 2 】



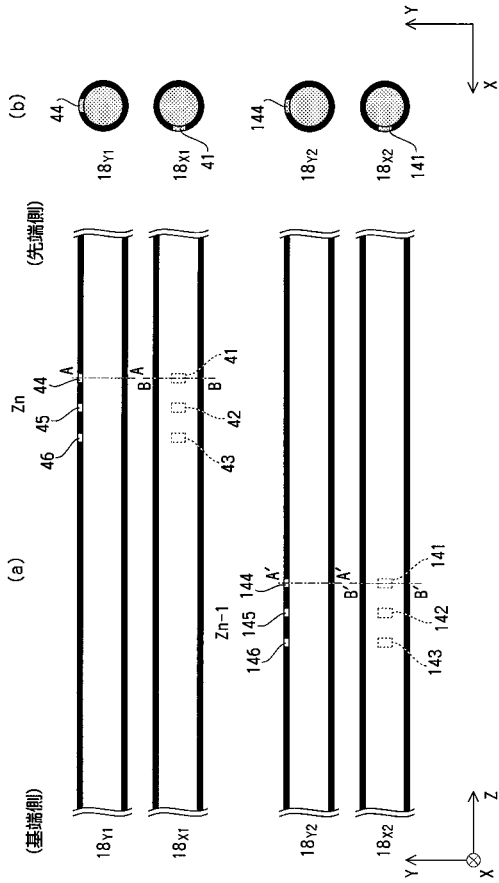
【 図 3 】



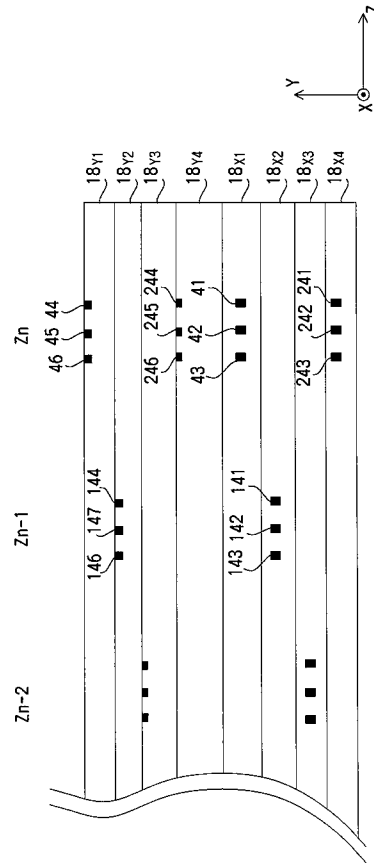
【 図 4 】



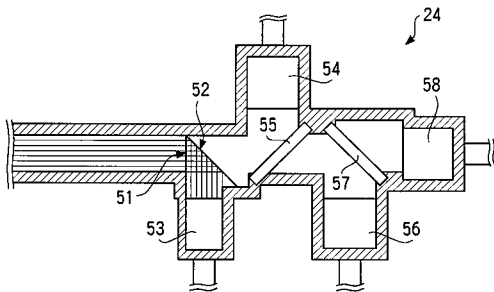
【 図 5 】



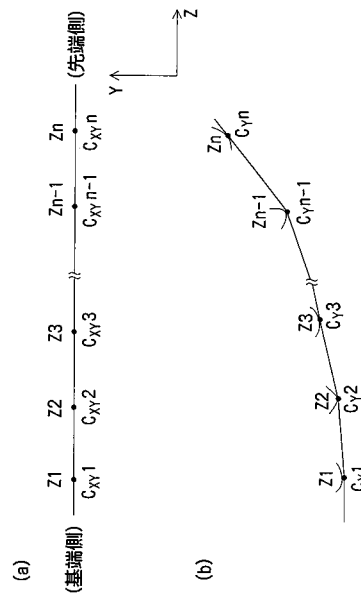
【 図 6 】



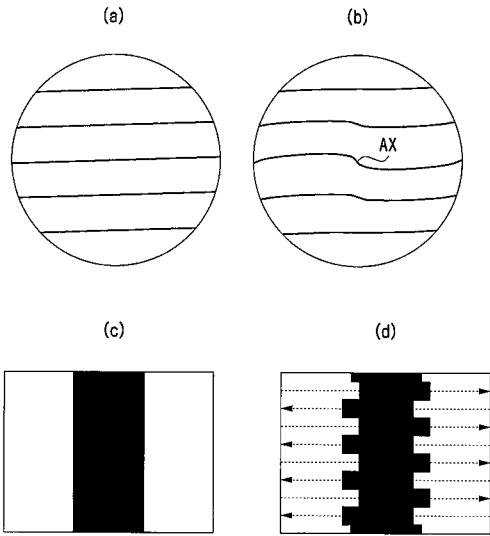
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



专利名称(译)	电子内视镜装置		
公开(公告)号	<a href="#">JP2011217836A</a>	公开(公告)日	2011-11-04
申请号	JP2010087829	申请日	2010-04-06
[标]申请(专利权)人(译)	保谷股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	HOYA株式会社		
[标]发明人	小林将太郎		
发明人	小林 将太郎		
IPC分类号	A61B1/04 A61B1/00 G02B23/24 G02B23/26		
FI分类号	A61B1/04.370 A61B1/00.320.Z A61B1/00.300.Y G02B23/24.B G02B23/26.B A61B1/00.524 A61B1/00.731 A61B1/01 A61B1/04 A61B1/045.610		
F-TERM分类号	2H040/CA11 2H040/CA23 2H040/DA12 2H040/GA02 2H040/GA05 2H040/GA11 4C061/CC06 4C061/FF40 4C061/FF46 4C061/FF47 4C061/HH51 4C061/JJ17 4C061/MM10 4C061/NN01 4C061/TT20 4C161/CC06 4C161/FF40 4C161/FF46 4C161/FF47 4C161/HH51 4C161/JJ17 4C161/MM10 4C161/NN01 4C161/TT20 4C161/HH55		
代理人(译)	荒木义行		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

要解决的问题：通过检测内窥镜光纤的形状来形成合适的图像。  
 ŽSOLUTION：一种电子内窥镜系统，包括：用于发射波长不同于RGB光的特定光的光源；光学装置，用于将通过扫描光纤传播的特定光从扫描光纤传播到多个光接收光纤而不扫描观察对象的表面；在从多个光接收光纤的前端侧到其基端侧的范围内，在不同光接收光纤的不同位置的多个位置处设置光损耗部分的光损失部分组；用于接收特定光的光接收部件；一种用于在多个光接收光纤弯曲时，根据光接收部分检测到的光损失部分中的光损耗量计算多个光接收光纤的曲率的装置；用于通过在不同位置连续地结合所操作的曲率的切线来计算扫描光纤的形状的装置；用于指定扫描光纤的扫描位置的装置和用于根据扫描位置校正图像信号的像素位置的装置。Ž

