

(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2010-8168

(P2010-8168A)

(43) 公開日 平成22年1月14日(2010.1.14)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 N 21/17 (2006.01)	GO 1 N 21/17 6 3 0	2 G 0 5 9
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 3 0 0 D	2 H 0 4 5
GO 2 B 26/10 (2006.01)	GO 2 B 26/10 1 0 4 Z	4 C 0 6 1
	GO 2 B 26/10 C	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2008-166498 (P2008-166498)	(71) 出願人	000005832
(22) 出願日	平成20年6月25日 (2008. 6. 25)		パナソニック電気株式会社
			大阪府門真市大字門真1048番地
		(74) 代理人	100084375
			弁理士 板谷 康夫
		(74) 代理人	100121692
			弁理士 田口 勝美
		(74) 代理人	100125221
			弁理士 水田 慎一
		(72) 発明者	野毛 宏
			大阪府門真市大字門真1048番地 松下
			電気株式会社内
		(72) 発明者	河野 清彦
			大阪府門真市大字門真1048番地 松下
			電気株式会社内
			最終頁に続く

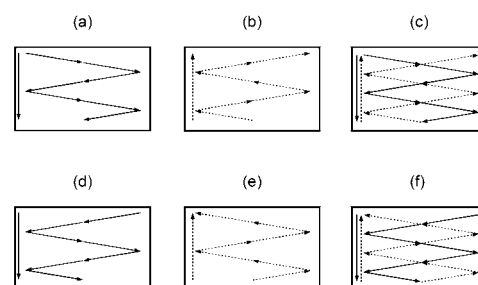
(54) 【発明の名称】 撮像装置、内視鏡装置、断層像撮影装置、及びそれらに用いられる撮像方法

(57) 【要約】

【課題】 撮像装置において、解像度の高い画像を撮像可能にし、且つ、製造コストを低くする。

【解決手段】 撮像装置 1 は、制御回路の制御に基づき、光源から入射された光線を 2 軸型の偏向器により偏向させて、対象物に、水平方向及び垂直方向にそれぞれ第 1 走査周波数 f_H 、第 2 走査周波数 f_V で 2 次元的に走査する。各走査周波数は、 f_H が f_V の倍数ではなく、且つ、 $2 \times f_H$ が f_V の倍数となるように設定されており、垂直方向に 1 往復走査するとき光線の走査経路が重ならないように構成されている。制御回路は、対象物からの反射光を受光することにより受光器から出力される受光信号と光線の走査位置とに基づいて、画像を再構成する。光線が、垂直方向に 1 往復走査される間に 1 つの撮像フレームの画像データ得ることができ、実効的な走査線の数を増加させて画像を撮像することができる。

【選択図】 図 3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源からの光線を 2 軸それぞれについて所定の走査周波数で 2 次元的に走査し対象物に照射する 2 軸の偏向器と、前記偏向器から照射され前記対象物で反射された反射光を検出する受光器と、前記受光器の受光信号と前記偏向器の走査位置情報に基づき前記対象物を示す画像を電氣的に再構成する制御回路とを備えた撮像装置において、

前記 2 軸それぞれについての走査周波数は、走査周波数が高い方の軸についての走査周波数を f_H とし走査周波数が低い方の軸についての走査周波数を f_V としたとき、 f_H は f_V の倍数ではなく、かつ、 N を 2 以上の自然数として、 $N \times f_H$ が f_V の倍数となるように設定されていることを特徴とする撮像装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の撮像装置を有する内視鏡装置であって、対象物からの光を集光するための集光レンズが設けられた筐体内部に、少なくとも前記偏向器が収納されていることを特徴とする内視鏡装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の撮像装置を有する断層像撮影装置であって、

前記光源からの光線を前記対象物への照射光と参照光とに分岐すると共に、前記対象物からの反射光と前記参照光との干渉光を発生する光干渉部をさらに備え、

前記受光器は、前記反射光に替えて前記干渉光を検出するように構成されており、干渉の位相間隔をスweepすることによって深さ方向の分解能をさらに有するように構成されていることを特徴とする断層像撮影装置。

20

【請求項 4】

光源からの光線を 2 軸それぞれについて所定の走査周波数で 2 次元的に走査して対象物に照射し、その対象物からの反射光及び光線の走査位置情報に基づき前記対象物を示す画像を電氣的に再構成する撮像方法において、

前記 2 軸それぞれについての走査周波数は、走査周波数が高い方の軸についての走査周波数を f_H とし走査周波数が低い方の軸についての走査周波数を f_V としたとき、 f_H は f_V の倍数ではなく、かつ、 N を 2 以上の自然数として、 $N \times f_H$ が f_V の倍数となるように設定されていることを特徴とする撮像方法。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、光線を 2 次元的に走査しながら対象物に照射し、その反射光を 1 台の受光器（1 つの受光素子）で検出して対象物の映像を電氣的に再構成する撮像装置に関し、特に光ファイバを伝送路に用いて体内の画像診断を行う小型の内視鏡装置や光の干渉効果を用いて組織の断層像を得る断層像撮影（光コヒーレンス・トモグラフィ）装置及びそれらに用いられる撮像方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、撮像装置としては、光線を 2 次元的に走査しながら対象物に照射し、その反射光を 1 台の受光器で検出して対象物の映像を電氣的に再構成するものが知られている。このような撮像装置において、一般に、走査周波数が高い水平走査の周波数を f_H 、低い垂直走査の周波数を f_V としたとき、 f_H は f_V の整数倍とされている。すなわち、撮像装置は、例えば垂直走査を 1 / 2 周期行う間に、1 フレームの画像を撮像する。

40

【0003】

また、特許文献 1 には、このような撮像装置の変形例として、例えば小口径の筐体に組み込まれており、光源および反射光と外部との結合に光ファイバおよび集光レンズを用いて構成された、小型の内視鏡が開示されている。特許文献 1 に記載の内視鏡装置は、波長走査型光コヒーレントトモグラフィシステム（Optical Coherence Tomography）であり、水平方向と深さ方向の 2 次元画像を撮像可能に構成されている。

50

【0004】

ところで、例えば垂直方向及び水平方向に光線の走査を行う場合、撮影できる画像の垂直方向の解像度にあたる走査線数は、水平方向の走査周波数と垂直方向の走査周波数の比に一致するため、高解像度の画像を撮像するにはその走査周波数の比を大きくする必要がある。しかしながら、偏向器の構造上又は製造コスト上の制約等から一方の軸の走査周波数を高くするには限界があり、必要なフレームレートを確保するため他方の軸の走査周波数を低くすることもできない場合がある。そのため、走査周波数の比を大きくするには限界があり、所望の解像度の画像を撮像することができない場合がある。このような問題は、例えば設定可能な走査周波数の選択範囲が狭くなるような小型の偏向器を用いる必要がある場合には、さらに顕著になる。特許文献1には、このような問題点に関する解決策は開示されていない。

10

【特許文献1】特開2007-24677号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、上記問題点を鑑みてなされたものであり、実効的な走査線の数を増やすことができ、解像度の高い画像を表示可能で、且つ、製造コストが低い撮像装置、内視鏡装置、断層像撮影装置、及びそれらに用いられる撮像方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

20

上記目的を達成するため、請求項1の発明は、光源からの光線を2軸それぞれについて所定の走査周波数で2次元的に走査し対象物に照射する2軸の偏向器と、前記偏向器から照射され前記対象物で反射された反射光を検出する受光器と、前記受光器の受光信号と前記偏向器の走査位置情報に基づき前記対象物を示す画像を電氣的に再構成する制御回路とを備えた撮像装置において、前記2軸それぞれについての走査周波数は、走査周波数が高い方の軸についての走査周波数を f_H とし走査周波数が低い方の軸についての走査周波数を f_V としたとき、 f_H は f_V の倍数ではなく、かつ、 N を2以上の自然数として、 $N \times f_H$ が f_V の倍数となるように設定されているものである。

【0007】

請求項2の発明は、請求項1に記載の撮像装置を有する内視鏡装置であって、対象物からの光を集光するための集光レンズが設けられた筐体内部に、少なくとも前記偏向器が収納されているものである。

30

【0008】

請求項3の発明は、請求項1に記載の撮像装置を有する断層像撮影装置であって、前記光源からの光線を前記対象物への照射光と参照光とに分岐すると共に、前記対象物からの反射光と前記参照光との干渉光を発生する光干渉部をさらに備え、前記受光器は、前記反射光に替えて前記干渉光を検出するように構成されており、干渉の位相間隔をスweepすることによって深さ方向の分解能をさらに有するように構成されているものである。

【0009】

請求項4の発明は、光源からの光線を2軸それぞれについて所定の走査周波数で2次元的に走査して対象物に照射し、その対象物からの反射光及び光線の走査位置情報に基づき前記対象物を示す画像を電氣的に再構成する撮像方法において、前記2軸それぞれについての走査周波数は、走査周波数が高い方の軸についての走査周波数を f_H とし走査周波数が低い方の軸についての走査周波数を f_V としたとき、 f_H は f_V の倍数ではなく、かつ、 N を2以上の自然数として、 $N \times f_H$ が f_V の倍数となるように設定されているものである。

40

【発明の効果】

【0010】

請求項1の発明によれば、走査周波数が低い方の軸についての走査方向に $N/2$ 往復走査する毎に1画面（1フレーム）分の撮像を行うことにより、撮像した画像の走査線の数

50

を実効的にN倍にすることができる。従って、2軸それぞれについての走査周波数の比が大きくない偏向器を用いた場合でも、従来と比較して解像度の高い画像を撮像可能であり、且つ、製造コストを低減することができる。また、光線を略水平に走査するラスタ走査に近い方法で走査して画像を撮像することができるため、受光信号と偏向器の走査位置情報に基づいて撮像した画像を再構成することも容易である。

【0011】

請求項2の発明によれば、特に偏向器が小型であることを要求され、走査周波数の比を大きくすることができない内視鏡装置においても、上述と同様に、解像度の高い画像を撮像することができる。

【0012】

請求項3の発明によれば、断層像撮影装置により、光線の走査周波数が低い方の軸について解像度が高い断層像を撮像することが可能になる。

【0013】

請求項4の発明によれば、上述と同様に、実効的に走査線の数にN倍にすることができるので、2軸それぞれについての走査周波数の比が大きくない偏向器を用いた場合でも、従来と比較して解像度の高い画像を撮像可能であり、且つ、製造コストを低減することができる。また、光線を略水平に走査するラスタ走査に近い方法で走査して画像を撮像することができるため、受光信号と偏向器の走査位置情報に基づいて撮像した画像を再構成することも容易である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

(第1実施形態)

以下、本発明の第1実施形態について図面を参照して説明する。図1は、第1実施形態に係る撮像装置の一例を示すブロック構成図である。撮像装置1は、入射された光線を偏向させて撮像対象物（以下、対象物と称する）101に向け反射する偏向器10と、例えばレーザダイオードを用いた光源2と、光源2を駆動し光線を出射させる光源電源2aと、対象物101で反射された反射光を検出しそれに応じて受光信号を出力する受光器3と、受光器3から出力された受光信号を増幅する増幅器3aと、偏向器10を駆動する駆動回路部4と、駆動回路部4を制御すると共に受光信号に基づき撮像画像を電氣的に再構成する制御回路5等で構成されている。偏向器10は、後述するように、光源2から出射された光線を2次元的に走査可能に構成されたいわゆる2軸型のものである。撮像装置1は、制御回路5による制御の下、受光信号に基づいて撮像画像を示すマトリクス画像データ（画像データ）を生成し、当該画像データを例えば外部のパーソナルコンピュータ100等に出力可能に構成されている。なお、撮像装置1は、パーソナルコンピュータ100に限られず、モニタ機器やプリンタ等、種々の機器に、撮像した画像データを出力可能に構成されている。

【0015】

偏向器10は、それぞれ1軸について揺動し、それぞれ入射する光線を直線的に往復運動走査する第1ミラー装置11及び第2ミラー装置12を有し、2軸について光線を走査可能に構成されている。本実施形態では、1軸型の第1ミラー装置11及び第2ミラー装置12を組み合わせることにより、2軸の偏向器10を容易に構成することができ、製造コストを低減することができる。また、偏向器10の大きさや形状、及び走査角の大きさ等を、用いる光線の種類や必要な走査範囲に応じて比較的自由に設定することができるので、種々の用途に応じて、撮像装置1を容易に製造することができる。

【0016】

受光器3は、後述するように偏向器10により光線が走査されて対象物101の表面で反射した反射光を受光可能に配置されている。受光器3は、入射した光をその強度に応じた受光信号に変換して出力する。受光信号は、増幅器3aにて増幅された後、制御回路5に入力される。本実施形態では、受光器3として、画素アレイを有するイメージセンサのようなものではなく、受光素子として例えば1つのフォトダイオードを有するものを用い

10

20

30

40

50

ることができる。また、受光器 3 の受光効率を向上させるため、受光器 3 の前面にレンズや凹面鏡を配置してもよい。

【0017】

図 2 は、第 1 ミラー装置 11 を示す。第 1 ミラー装置 11 は、酸化物である絶縁層 110a をボックス層とする SOI (Silicon On Insulator) 基板 110 をいわゆるマイクロマシニング技術により加工して作製された MEMS (Micro Electro Mechanical System) 素子である。第 1 ミラー装置 11 は、金属膜であって入射した光線を反射するミラー部 111 と、ミラー部 111 が上面に設けられた例えば矩形形状の可動板 112 と、可動板 112 の両側部に、梁状で一例に並ぶように形成された 2 つのねじりばね 113 と、可動板 112 の周囲を囲むように配されねじりばね 113 の端部を支持する固定部 114 とを有している。可動板 112 は、ねじりばね 113 を介して、固定部 114 に対し、ねじりばね 113 をねじりながら揺動可能に支持されている。可動板 112 のうち、ねじりばね 113 が接続されていない自由端側の側縁部と、固定部 114 のうち当該側縁に対向する部分には、互いに噛み合うような櫛歯電極 115 が形成されている。櫛歯電極 115 のうち可動板 112 側の電極と固定部 114 側の電極との間に周期的に電圧が印加されると、両電極間に静電引力が発生し、この静電引力が可動板 112 の側端部に略垂直に作用する。すなわち、第 1 ミラー装置 11 は、櫛歯電極 115 に駆動電圧が印加されて可動板 112 に発生するねじりばね 113 まわりの静電トルクにより駆動され、可動板 112 は、ねじりばね 113 を回動軸として揺動する。第 1 ミラー装置 11 は、後述のように所定の第 1 走査周波数で可動板 112 を揺動させるように構成されている。

【0018】

第 2 ミラー装置 12 は、例えば、反射ミラー (図示せず) を、MEMS 素子ではない小型モータやその他小型アクチュエータ等を動力源として、周期的に揺動させるものである。本実施形態において、第 2 ミラー装置 12 は、例えば、小型モータの回転運動を往復運動に変換し反射ミラーの揺動軸に伝達する伝達機構を有している。第 2 ミラー装置 12 は、例えば、所定の駆動電圧が小型モータに継続して印加されている間、所定の周波数 (第 2 走査周波数) で、反射ミラーを揺動させるように構成されている。なお、第 2 ミラー装置 12 として、上記の第 1 ミラー装置 11 のような MEMS 素子型のものを用いてもよいし、第 1 ミラー装置 11 として、第 2 ミラー装置 12 のような MEMS 素子ではないものを用いてもよい。

【0019】

第 1 ミラー装置 11 のミラー部 111 には、光源 2 から出射された光線が入射する。ミラー部 111 により反射され第 1 ミラー装置 11 により走査された光線は、第 2 ミラー装置 12 の反射ミラーに入射し、対象物 101 に向けて反射される。本実施形態において、第 2 ミラー装置 12 は、第 1 ミラー装置 11 による光線の走査方向とは直交する方向に光線を走査するように配置されている。本実施形態において、第 1 ミラー装置 11 による走査方向は対象物 101 に向けて水平方向に対応し、第 2 ミラー装置 12 による走査方向は、対象物 101 に向けて垂直方向に対応している。対象物 101 には、光源 2 から出射された光線が、第 1 ミラー装置 11 及び第 2 ミラー装置 12 により、2 軸について、互いに直交する 2 方向に、例えば、水平方向、垂直方向に 2 次元的に走査される。

【0020】

駆動回路部 4 は、第 1 ミラー装置 11 を駆動する水平ミラー駆動回路 41 と、第 2 ミラー装置 12 を駆動する垂直ミラー駆動回路 42 を有している。水平ミラー駆動回路 41 は、制御回路 5 から送信される第 1 駆動信号に基づき、第 1 ミラー装置 11 にそれを揺動駆動するための駆動電圧を印加し、第 1 ミラー装置 11 を駆動する。また、垂直ミラー駆動回路 42 は、制御回路 5 から送信される第 2 駆動信号に基づき、第 2 ミラー装置 12 にそれを揺動駆動するための駆動電圧を印加し、第 2 ミラー装置 12 を駆動する。第 2 ミラー装置 12 は、上述のように垂直ミラー駆動回路 42 から駆動電圧が印加されることにより、第 2 走査周波数で揺動駆動される。

【0021】

本実施形態において、制御回路 5 は、第 1 ミラー装置 11 の可動板 112 が共振現象を伴い揺動するように制御を行う。制御回路 5 は、第 1 走査周波数が第 1 ミラー装置 11 のミラー部 111 及び可動板 112 とねじりばね 113 により構成される振動系の共振周波数となるように、その共振周波数の略 2 倍の周波数の第 1 駆動信号を送信する。水平ミラー駆動回路 41 は、この第 1 駆動信号に基づき、第 1 走査周波数の略 2 倍の周波数の矩形波状の駆動電圧を第 1 ミラー装置 11 に印加する。これにより、第 1 ミラー装置 11 は、共振現象を伴って第 1 走査周波数で駆動され、その揺動角が大きくなるように構成されている。揺動角が大きくなると、光線を広角に走査することができるため、撮像装置 1 により撮像する画像の画角を大きく確保することができる。なお、駆動電圧の印加態様や駆動周波数は、上述に限られるものではなく、また、例えば、駆動電圧が正弦波形等で印加されるように構成されていてもよい。

10

【0022】

制御回路 5 は、上述のように駆動回路部 4 に駆動信号を送信し偏向器 10 を駆動させるのに伴い、受光器 3 から増幅器 3a を介して入力された受光信号と偏向器 10 の走査位置情報に基づき、撮像された対象物 101 を示す画像を電氣的に再構成する。本実施形態において、画像は、光線の走査方向に対応する水平方向及び垂直方向にそれぞれ所定の数の画素がマトリクス状に並んで構成されている。このようなマトリクス画像の再構成は、後述のように、各画素の明るさ等を示す受光信号を走査位置情報に応じて各画素に割り付けていくことにより行われる。偏向器 10 の走査位置情報としては、例えば、偏向器 10 を駆動するために駆動回路部 4 に送出する駆動信号に応じて制御回路 5 により算出可能な、光線の走査位置を示す情報を用いることができる。これにより、他に走査位置を検知するためのセンサ等を設ける必要なく、走査位置情報を算出することができる。なお、例えば他の偏向器 10 の第 1 ミラー装置 11 や第 2 ミラー装置 12 の揺動角を検出するようなセンサ等を用いて走査位置情報が算出されるように構成されていてもよい。

20

【0023】

ここで、本実施形態において、第 1 走査周波数は第 2 走査周波数よりも高く設定されており、これら 2 軸それぞれについての走査周波数は、互いに所定の関係を有するように設定されている。以下、走査周波数が高い方の軸についての走査周波数、すなわち第 1 ミラー装置 11 の第 1 走査周波数を f_H とし、走査周波数が低い方の軸についての走査周波数、すなわち第 2 ミラー装置 12 の第 2 走査周波数を f_V とする。本実施形態において、第 1 走査周波数 f_H は第 2 走査周波数 f_V の倍数ではなく、かつ、 $2 \times f_H$ が第 2 走査周波数 f_V の倍数となるように設定されている。制御回路 5 は、第 1 ミラー装置 11 及び第 2 ミラー装置 12 を、このように設定された第 1 走査周波数及び第 2 走査周波数でそれぞれ駆動し、後述の走査経路を経由するように光線を走査させる。また、制御回路 5 は、受光器 3 から入力された受光信号を、第 1 走査周波数と第 2 走査周波数との関係に応じた所定の手順すなわち $2 \times f_H$ が f_V の倍数である場合に対応する所定の手順で、マトリクス画像を示す画像データに変換する。画像データは、パーソナルコンピュータ 100 等に出力されるので、当該パーソナルコンピュータ 100 等においてその画像データが示す撮像画像の表示や録画等を行うことが可能である。なお、撮像装置 1 自体に液晶表示パネルや記憶装置等が設けられており、撮像装置 1 単体で撮像画像の表示や録画等を行うことができるように構成されていてもよい。以下に、撮像装置 1 による光線の走査動作及び画像データの再構成動作について説明する。

30

40

【0024】

先ず、光線の走査経路について説明する。図 3 (a) 乃至 (f) 及び図 4 は、光線の走査経路（走査線）を示す。説明を簡単にするため、水平走査と垂直走査の走査周波数比を 3 : 5 とし、略矩形形状の光線の走査範囲の左上端部を始点として、光線が、走査範囲の上から下へ、水平走査されながら垂直走査されるとする。まず、光線が上から下へ垂直走査される際には、光線は、図 3 (a) に示すように、下方に走査位置が変位しながら、左から右（1 本目の走査線）、右から左（2 本目の走査線）、左から右（3 本目の走査線）と変位する。その後、光線の走査位置は、右から左に向け走査される途中の左右中央あた

50

りで、走査範囲の下端に到達する。すなわち、上から下への垂直走査時には、3.5本の走査線が対象物101に照射され、撮像されることになる。次に、図3(b)に示すように、光線が下から上へ垂直走査される際には、光線は、上から下への垂直操作時に走査範囲の下端となった左右中央部から上方に走査位置が変位しながら、中央部から左に向けて走査される。このとき、上から下への垂直走査時に半分だけ走査した部分を含め、4本目の走査線が走査されることになる。その後、光線は、左から右(5本目の走査線)、右から左(6本目の走査線)、左から右(7本目の走査線)と変位し、走査範囲の右上端部に到達する。これにより、下から上への垂直操作時においても、3.5本の走査線が照射され、撮像されることになる。すなわち、本実施形態においては、図3(c)に示すように、垂直方向に上下1往復走査される間に、合計7本の走査線が、互いに重なることなく対象物101に照射されることになる。

10

【0025】

上記のように、光線が走査範囲の左上端部から垂直方向に上下1往復走査された後は、図3(d)に示すように、光線は、走査範囲の右上端部から下方左向きに走査され(1本目の走査線)、左から右(2本目の走査線)、右から左(3本目の走査線)と走査される。その後、左から右に向け走査される途中の走査範囲の左右中央部で、走査範囲の下端に到達する。その後、図3(e)に示すように、光線が下から上へ垂直走査され、光線は、上から下への垂直操作時に走査範囲の下端となった左右中央部から上方に走査位置が変位しながら、中央部から右に向けて走査(4本目の走査線)される。そして、光線は、右から左(5本目の走査線)、左から右(6本目の走査線)、右から左(7本目の走査線)と走査され、走査範囲の左上端部に到達する。このように、上から下への垂直走査時には、3.5本の走査線が対象物101に照射され、撮像されることになる。下から上への垂直操作時においても、3.5本の走査線が照射され、撮像されることになる。このように、 $2 \times fH$ が第2走査周波数 fV の倍数となるように設定されている場合には、垂直走査を上下に2往復する間に、7本の走査線で構成される撮像フレームを2つ撮像し、光線が元の位置に戻るようになる。

20

【0026】

次に、撮像した画像の再構成手順について説明する。本実施形態では、垂直走査が上下に1往復行われる間の合計7本の走査線数で、1つの画像を示す1つの撮像フレームを構成することにより、第1走査周波数と第2走査周波数の比を3.5としたときに決まる走査線の数(3.5本)より大きい、当該走査線の数2倍の本数の走査線で画像を撮像することができる。すなわち、この撮像装置1では、従来と比較し垂直方向で2倍の解像度に相当する画像を撮像することができる。以下の説明では、上述のように $2 \times fH$ が第2走査周波数 fV の倍数となるように設定されている場合について、 $X \times Y$ ($X = 1, 2, \dots, NHA$ とし、 $Y = 1, 2, \dots, NVA$ とする)の画素からなるマトリクス画像データの画像の撮像を行う際の画像再構成手順の一例を示す。制御回路5は、シリアルデータである受光信号に基づいて、駆動回路部4へ出力する駆動信号から算出した光線の走査位置情報に応じて、マトリクス映像データの複数の画素からなる所定の部分毎に画像の再構成を行う。マトリクス画像データの再構成は、以下のように、再構成するマトリクス画像データの各行を行の中央で2分割して、時系列的な受光信号を相補的に割り付けることにより行われる。

30

40

【0027】

図4は、本実施形態における、2つの撮像フレーム分に対応する第1走査フレームから第4走査フレームまでの光線の走査順を示す。図4において言う第1走査フレームと第2走査フレームは、それぞれ、図3(a)と図3(b)に対応する。また、図4において言う第3走査フレームと第4走査フレームとは、それぞれ、図3(c)と図3(d)に対応する。制御回路5は、1つの撮像フレームに相当する受光信号のシリアルデータのうち前半部分を、図4において言う第1走査フレームに相当する部分のマトリクス画像データとして取り扱う。また、その受光信号のシリアルデータのうち後半部分を、図4において言う第2走査フレームに相当する部分のマトリクス画像データとして取り扱う。制御回路5

50

は、これら第1及び第2走査フレーム分の画像データを合わせ、1つの撮像フレーム分の画像データを構成する。また、制御回路5は、その次の1つの撮像フレームに相当する受光信号のシリアルデータのうち、前半部分を第3走査フレームに、後半部分を第4走査フレームにそれぞれ相当するマトリクス画像データとして取り扱う。制御回路5は、これら第3及び第4走査フレーム分の画像データを合わせ、当該撮像フレーム分の画像データを構成する。

【0028】

まず、第1走査フレームについて、光線を偏向器10が走査範囲の上から下へ垂直交差するのに同期して、時系列にデジタル化した受光信号データを順次マトリクス画像データの一部に割り付ける。制御回路5は、マトリクス画像データとして、行については $j = 1 \rightarrow NVA$ の順すなわち1からNVAに向けた順に割り付け、列については下記のような順で割り付ける。すなわち、列については、行が $j = 4n + 1$ ($n = 0, 1, 2, \dots$) 行である場合には $i = 1 \rightarrow NHA/2$ の順で割り付ける。また、列については、行が $j = 4n + 2$ 行である場合には、 $i = NHA/2 \rightarrow NHA$ の順で割り付ける。列については、行が $j = 4n + 3$ 行である場合には、 $i = NHA \rightarrow NHA/2$ の順で割り付ける。また、列については、行が $j = 4n + 4$ 行である場合には、 $i = NHA/2 \rightarrow 1$ の順で割り付ける。このとき、1回の水平走査を行う間に、マトリクス画像データの2行分だけ垂直方向に走査位置が変わることになる。

【0029】

第2走査フレームについて、光線を偏向器10が走査範囲の下から上へ垂直交差するのに同期して、制御回路5は、マトリクス画像データとして、行については $j = NVA \rightarrow 1$ の順で割り付け、列については下記のような順で割り付ける。すなわち、列については、行が $j = 4n + 3$ 行である場合には、 $i = NHA/2 \rightarrow 1$ の順で割り付ける。また、列については、行が $j = 4n + 2$ 行である場合には、 $i = 1 \rightarrow NHA/2$ の順で割り付ける。さらにまた、列について、行が $j = 4n + 1$ 行である場合には、 $i = NHA/2 \rightarrow NHA$ の順で割り付ける。また、列について、 $j = 4n + 4$ 行である場合には、 $i = NHA \rightarrow NHA/2$ の順で割り付ける。このとき、1回の水平走査を行う間に、マトリクス画像データの2行分だけ垂直方向に走査位置が変わることになる。

【0030】

同様に、第3走査フレームについて、光線を偏向器10が走査範囲の上から下へ垂直交差するのに同期して、制御回路5は、マトリクス画像データとして、行については $j = 1 \rightarrow NVA$ の順で割り付け、列については下記のような順で割り付ける。すなわち、列については、行が $j = 4n + 1$ 行である場合には $i = NHA \rightarrow NHA/2$ の順で割り付ける。また、列について、行が $j = 4n + 2$ 行である場合には、 $i = NHA/2 \rightarrow 1$ の順で割り付ける。さらにまた、列については、行が $j = 4n + 3$ 行である場合には、 $i = 1 \rightarrow NHA/2$ の順で割り付ける。また、列については、 $j = 4n + 4$ 行である場合には、 $i = NHA/2 \rightarrow NHA$ の順で割り付ける。このとき、1回の水平走査を行う間に、マトリクス画像データの2行分だけ垂直方向に走査位置が変わることになる。

【0031】

また、第4走査フレームについて、光線を偏向器10が走査範囲の下から上へ垂直交差するのに同期して、制御回路5は、マトリクス画像データとして、行については $j = NVA \rightarrow 1$ の順で割り付け、列については下記のような順で割り付ける。すなわち、列については、行が $j = 4n + 3$ 行である場合には、 $i = NHA/2 \rightarrow NHA$ の順で割り付ける。また、列について、行が $j = 4n + 2$ 行である場合には、 $i = NHA \rightarrow NHA/2$ の順で割り付ける。さらにまた、列について、行が $j = 4n + 1$ 行である場合には $i = NHA/2 \rightarrow 1$ の順で割り付ける。また、列について、 $j = 4n + 4$ 行である場合には、 $i = 1 \rightarrow NHA/2$ の順で割り付ける。このとき、1回の水平走査を行う間に、マトリクス画像データの2行分だけ垂直方向に走査位置が変わることになる。

【0032】

制御回路5は、このようにして作成した第1走査フレーム分と第2走査フレーム分のマ

トリクス画像データを1つの撮像フレームとして合成し、また第3走査フレーム分と第4走査フレーム分のマトリクス画像データを1つの撮像フレームとして合成する。制御回路5は、この画像の再構成処理を、例えば1つ又は2つの撮像フレーム分の受光信号を制御回路5内のメモリ等に蓄積して行うように構成されている。すなわち、制御回路5は、メモリ等からこの受光信号を上記所定の手順で読み出して、偏向器10の水平走査および垂直走査に同期するように駆動回路部4に送信する駆動信号に応じて撮像フレームの生成を行い、画像データとして出力する。なお、上記のように垂直走査を1往復行う間の受光信号と1つの撮像フレーム分のマトリクス画像データとを必ずしも1対1に対応させる必要はなく、例えば、撮像画像の一部分に非表示部分を設けたい場合には、受光信号に表示部分に対応する空白データを付け加えた上で、再構成処理を実施すればよい。

10

【0033】

このように、本実施形態においては第1の走査周波数 f_H が第2の走査周波数 f_V の倍数でなく、 $2 \times f_H$ が f_V の倍数になるように設定されていることにより、一般的な水平走査周波数 f_H を垂直走査周波数 f_V の倍数と設定する方法に比べて、実効的な走査線の数を2倍にすることができる。従って、2軸それぞれについての走査周波数の比が大きくない偏向器10を用いた場合でも、従来と比較して解像度の高い画像を撮像可能であり、且つ、偏向器10を安価に構成可能になるため、製造コストを低減することができる。また、光線を略水平に走査するラスタ走査に近い方法で走査して画像を撮像することができるため、受光信号と偏向器の走査位置情報に基づいて撮像した画像を容易に再構成することができる。

20

【0034】

(第2実施形態)

図5は、本発明の第2の実施形態に係る撮像装置を用いた内視鏡装置の構成を示す。第2実施形態の説明において、上述の第1実施形態と同様の構成要素には同一の符号を付し、上述の第1実施形態と相違する部分についてのみ説明する。内視鏡装置(撮像装置)21は、内視鏡装置本体21aと、小型の内視鏡先端部(以下、先端部と称する)21bと、内視鏡装置本体21aと先端部21bとを接続するケーブル部21c等で構成されている。内視鏡装置21は、先端部21bに近接した位置にある対象物101を撮像し、撮像した画像を外部のパーソナルコンピュータ100等に画像データとして出力するように構成されている。内視鏡装置21は、第1実施形態の撮像装置1と比較して、1軸型の第1ミラー装置11及び第2ミラー装置12を用いた偏向器10に替えて、2軸ジンバル型のミラー装置を用いて構成された偏向器20を有している。また、内視鏡装置21は、駆動回路部4に替えて、偏向器20を駆動するための駆動回路部24を有している。

30

【0035】

内視鏡装置本体21aには、光源2及び光源電源2aと、受光器3及び増幅器3aと、制御回路5と、駆動回路部24等が収納されている。先端部21bは、小型の筐体26に覆われており、偏向器20と、対象物101からの反射光を集光するための集光レンズ27を有している。偏向器20は、筐体26の内部に収納されており、集光レンズ27は、筐体26の表面に設けられている。ケーブル部21cは、例えば、光源2から出射された光線を筐体26の内部に導光し、また、集光レンズ27で集光された反射光を筐体26の内部から受光器3まで導光する光ファイバ29を有している。また、ケーブル部21cは、駆動回路部24から偏向器20に駆動電圧を印加するための配線(図示せず)等を有している。

40

【0036】

図6は、偏向器20を示す。偏向器20は、第1ミラー装置11と同様に、SOI基板110をいわゆるマイクロマシニング技術により加工して作製されたMEMS素子である。偏向器20は、金属膜であって入射した光線を反射するミラー部211と、ミラー部211が上面に設けられた例えば矩形形状の可動板212を有している。可動板212の両側部には、梁状で一列に並ぶように形成された2つの第1ねじりばね213が設けられている。可動板212の周囲には、可動板212を囲むように配され第1ねじりばね213

50

の端部を支持する可動フレーム 2 1 4 が設けられている。可動フレーム 2 1 4 の両側端部には、第 1 ねじりばね 2 1 3 の長手方向とは略直交するように梁状で一行に並ぶように形成された 2 つの第 2 ねじりばね 2 1 5 が設けられている。可動フレーム 2 1 4 の周囲には、可動フレーム 2 1 4 を囲むように配され第 2 ねじりばね 2 1 5 の端部を支持する固定部 2 1 6 が形成されている。第 1 ねじりばね 2 1 3 は、可動板 2 1 2 の回動軸を成し、第 2 ねじりばね 2 1 5 は、可動フレーム 2 1 4 の回動軸を成している。第 1 ねじりばね 2 1 3 と第 2 ねじりばね 2 1 5 は、可動板 2 1 2 の回転中心となるそれぞれが成す軸が、上面視で可動板 2 1 2 の重心位置を通過するように、可動板 2 1 2 の正面すなわち後述するように光線が走査される方向から見て互いに略直交するように形成されている。第 1 ねじりばね 2 1 3 及び第 2 ねじりばね 2 1 5 の幅寸法は、例えば、それぞれ、 $5\ \mu\text{m}$ 程度、 $30\ \mu\text{m}$ 程度である。この偏向器 2 0 も、上述の第 1 ミラー装置 1 1 と同様に、静電力を用いて可動板 2 1 2 を回動させるものである。可動板 2 1 2 を回動させるため、可動板 2 1 2 と可動フレーム 2 1 4 との間の第 1 ねじりばね 2 1 3 が形成されていない部位には第 1 櫛歯電極 2 1 7 が形成されており、可動フレーム 2 1 4 と固定部 2 1 6 との間の第 2 ねじりばね 2 1 5 が形成されていない部位には第 2 櫛歯電極 2 1 8 が形成されている。第 1 櫛歯電極 2 1 7 及び第 2 櫛歯電極 2 1 8 は、互いに一對に噛み合うように形成された櫛歯を有している。

【0037】

この偏向器 2 0 では、固定部 2 1 6 の上面に形成された例えば 3 つの電極部 2 1 9 のそれぞれの電位を変更することにより、第 1 櫛歯電極 2 1 7 を構成する一對の櫛歯間、及び第 2 櫛歯電極 2 1 8 を構成する一對の櫛歯間に、それぞれ独立して駆動電圧を印加することができるように構成されている。第 1 櫛歯電極 2 1 7 及び第 2 櫛歯電極 2 1 8 は、それぞれに駆動電圧が印加されることにより、櫛歯間で互いに引き合う方向に作用する静電力を発生する。可動板 2 1 2 は、第 1 櫛歯電極 2 1 7 の静電力を駆動力として、第 1 ねじりばね 2 1 3 を回動軸として可動フレーム 2 1 4 に対し揺動する。また、可動板 2 1 2 は、可動フレーム 2 1 4 が、可動板 2 1 2 を含めて、第 2 櫛歯電極 2 1 8 の静電力を駆動力として第 2 ねじりばね 2 1 5 を回動軸とし固定部 2 1 6 に対し揺動することにより、固定部 2 1 6 に対し第 1 ねじりばね 2 1 3 についての揺動方向とは略直交する方向に揺動する。すなわち、偏向器 2 0 は、ミラー部 2 1 1 が形成された可動板 2 1 2 が 2 軸について揺動可能な、2 軸ジンバル型のミラー装置を用いて構成されている。

【0038】

駆動回路部 2 4 は、制御回路 5 からの駆動信号に基づき、偏向器 2 0 の第 1 櫛歯電極 2 1 7 及び第 2 櫛歯電極 2 1 8 にそれぞれ周期的に駆動電圧を印加し、偏向器 2 0 を駆動する。第 2 実施形態においては、制御回路 5 は、駆動回路部 2 4 から第 1 櫛歯電極 2 1 7 へ、上述の第 1 ねじりばね 2 1 3 と可動板 2 1 2 との系の固有振動数の 2 倍の周期の駆動電圧を印加させる。これにより、可動板 2 1 2 は、第 1 ねじりばね 2 1 3 について、当該固有振動数に等しい第 1 走査周波数で駆動され揺動する。また、制御回路 5 は、同様に、駆動回路部 2 4 から第 2 櫛歯電極 2 1 8 へ、上述の第 2 ねじりばね 2 1 5 と可動フレーム 2 1 4 及び可動板 2 1 2 との系の固有振動数の 2 倍の周期の駆動電圧を印加させる。これにより、可動フレーム 2 1 4 及び可動板 2 1 2 は、第 2 ねじりばね 2 1 5 について、当該固有振動数に等しい第 2 走査周波数で駆動され揺動する。このように、本実施形態においては、偏向器 2 0 は、2 軸両方について、それぞれ共振現象を伴い揺動されるので、2 軸両方について、光線の走査角を大きくすることができ、広い範囲の撮像を行うことが可能になる。なお、偏向器 2 0 の駆動方法はこれに限られず、第 1 走査周波数又は第 2 走査周波数のいずれか一方のみをそれに対応する振動系の固有振動数として、一方の軸についてのみ共振現象を伴い揺動させるようにしてもよい。また、2 軸とも、共振現象を伴わない任意の周波数で揺動させるようにしてもよい。

【0039】

第 2 実施形態では、偏向器 2 0 を用いることにより、1 つのミラー素子を用いて、光源 2 から出射される光線を対象物 1 0 1 に走査することができる。第 2 実施形態において、

第1ねじりばね213と、第2ねじりばね215とのばね定数の差や、可動板212と、可動板212を含む可動フレーム214との質量差から、第1走査周波数に比べて第2走査周波数が相当小さくなる。偏向器20は、可動板212の第1ねじりばね213についての揺動により、ミラー部211により反射された光線を対象物101に向けて略水平方向に走査する。また、偏向器20は、可動板212が可動フレーム214と共に第2ねじりばね215について揺動することにより、ミラー部211により反射された光線を対象物101に向けて略垂直方向に走査する。従って、内視鏡装置21は、対象物101上に光線を2次元的に走査して画像を撮像することができる。このとき、制御回路5は、例えば上述の第1実施形態と同様に、第1走査周波数を f_H とし第2走査周波数を f_V としたとき、 f_H は f_V の倍数ではなく、 $2 \times f_H$ が f_V の倍数となるように、駆動回路部24を制御する。また、画像の再構成処理も第1実施形態と同様に行う。これにより、上述と同様に、実効的な走査線の数を増加させて撮像することができ、従来と比較して解像度の高い画像を撮像可能であり、且つ、製造コストを低減することができる。

10

【0040】

第2実施形態では、第1実施形態のように1軸型のミラー装置を2つ組み合わせて用いる場合と比較して、偏向器20を小型化することができる。また、ミラー部211の中心位置は駆動時にほとんど変位しないので、ミラー部211に入射させる光線の大きさを、ミラー部211の大きさに応じて光源2から出射されたレーザ径と同等の1mmから5mm程度の直径以下に小さくすることができる。偏向器20をさらに小さな体積にすることができる。従って、内視鏡装置21の先端部21bを、より小型化することができる。

20

【0041】

なお、第2実施形態において、上記説明したように光源2や受光器3等の内視鏡装置本体21a内に設けられている各部は、それぞれ、例えば先端部21b内に収納されていてもよい。また、光源2及び受光器3が偏向器20と共に先端部21b内に収納されている場合には、ケーブル部21cとして、光ファイバを用いず、電気信号を通す配線のみを配することができる。さらにまた、偏向器20に替えて、上述の第1実施形態のような1軸型のミラー装置を2つ用いた偏向器を用いてもよい。

【0042】

(第3実施形態)

図7は、本発明の第3実施形態に係る撮像装置を用いた断層像撮影装置の構成を示す。断層像撮影装置(撮像装置)31は、光源の光と反射光とを干渉させ、干渉の位相間隔をスイープすることによって深さ方向の分解能を有する断層像を撮影するものである。断層像撮影装置31は、例えば、人体の一部等の被検体の診断を非侵襲で行うシステムとして用いられるものであり、光コヒーレントトモグラフィ(Optical Coherence Tomography)システム(以下、OCTと称する)とも呼ばれる。OCTとしては、時間領域OCT(TD-OCT)と周波数領域OCT(FD-OCT)が知られているが、断層像撮影装置31は、時間領域OCTである。

30

【0043】

図に示すように、断層像撮影装置31は、光源2と、制御回路5の制御に基づき光源2から光線を出射させる光源ドライバ32aと、光源2からの光線を参照光と対象物101への照射光に分岐し、対象物101からの反射光と参照光との干渉光を発生する光干渉部36と、参照光の位相を走査する位相走査部37とを備える。また、断層像撮影装置31は、光源2から出射された光線を対象物101に2次元走査する偏向器20と、偏向器20を駆動する駆動回路部24と、干渉光を検出する受光器3と、受光器3からの受光信号を増幅し制御回路5に入力する増幅器3aを備える。本実施形態においては、光源2と光干渉部36、光干渉部36と偏向器20、位相走査部37、及び受光器3とは、それぞれ、光ファイバ29を用いて導光可能に接続されている。また、光干渉部36としては、例えば光カプラ(スプリッタ)を用いている。なお、断層像撮像装置31には、必ずしも光ファイバを用いる必要はなく、また、光を干渉させるためには、光カプラに替えてハーフミラーやビームスプリッタを用いてもよい。

40

50

【0044】

偏向器20は、例えば第2実施形態において説明したものと同様の2軸ジンバルミラー型のものであるが、第1実施形態において説明したものと同様の1軸型のミラー装置を組み合わせたものであってもよい。位相走査部37は、例えば、コリメータレンズや可動ミラーを光路に備え、可動ミラーを光路方向に動かすことによって実現されるが、光路における光の遅延を利用する他の構成であってもよい。

【0045】

制御回路5は、光源ドライバ32aに変調信号を送信し、光源2による光線の出射を制御する。また、制御回路5は、駆動回路部24に上述の第1実施形態等と同様にして駆動信号を送信し、偏向器20を2軸について所定の走査周波数で駆動させる。制御回路5は、例えば上述の第1実施形態と同様に、偏向器20の第1走査周波数を f_H とし第2走査周波数を f_V としたとき、 f_H は f_V の倍数ではなく、 $2 \times f_H$ が f_V の倍数となるように、駆動回路部24を制御する。また、制御回路5は、受光器3により出力され増幅器3aにより増幅された受光信号が入力され、上述の第1実施形態等と同様に、当該受光信号と走査位置情報とに基づいて、画像の再構成処理を実行する。

【0046】

第3実施形態において、光源2からの光線は、例えば、光ファイバ29を介して光干渉部36に導かれる。光干渉部36からの参照光は、光ファイバ29を介して位相走査部37に導かれる。位相走査部37において、参照光は、コリメータレンズで平行光となり可動ミラーによって反射され、光ファイバ29を介して光干渉部36に戻る。一方、光干渉部36からの照射光は、偏向器20によって反射され、対象物101に照射される。照射光は、レンズ38a、38bによって、対象物101に焦点を結び、偏向器20によって対象物101を2次元走査される。照射光としては、赤外線が好ましく、特に近赤外線が好ましい。近赤外光は、対象物101を透過する能力が高く、水の吸収スペクトルが小さいので、例えば血液など水溶液中の生体成分の測定に適するからである。照射光は、対象物101内部の様々なところで吸収・反射され、反射光は、偏向器20、レンズ38b、38aを経て、光干渉部36に戻る。

【0047】

ここで、光干渉部36において、反射光と参照光は、位相が合致するときに強め合うように干渉する。光干渉部36からの干渉光は、コリメータレンズ3cを経て、受光器3に入力される。この断層像撮影装置31は、位相走査部37により参照光と照射光との干渉の位相間隔をスイープさせることによって、対象物101の深さ方向の分解能を得て、断層像を得ることができる。受光器3からの受光信号は、制御回路5によって処理され、対象物101の生体成分の3次元分布等が測定される。ここで、3次元とは、対象物101の表面に沿った2次元に対象物101の内部方向の1次元を加えて3次元とするものである。生体成分の3次元分布とは、測定対象の生体成分の3次元的な有無又は、生体成分の3次元的な濃度分布のことである。偏向器20による照射光の2次元走査に、上述のようにOCTによる内部方向すなわち深さ方向の測定が加わり、対象物101のこのような3次元の測定が可能となっている。

【0048】

制御回路5においては、例えば、測定結果である3次元分布を示す断層像を示す画像データが生成される。この画像データの生成は、第1実施形態等と同様に、受光信号と走査位置情報とに基づいて、 $2 \times f_H$ が f_V の倍数である場合に対応する所定の手順で行われる。生成された画像データは、表示部300に出力され、当該画像データに基づいて表示部300に画像が表示される。表示部300は、例えばディスプレイであり、プリンタであってもよい。なお、制御回路5が行う処理は、生体成分の3次元分布の測定だけに限定されず、特定の生体成分による光吸収のない波長域の光源を用いた被検体の断層像の形成等を実行可能に構成されていてもよい。

【0049】

第3実施形態においては、上述の通り、第1実施形態等と同様に、対象物101に走査

10

20

30

40

50

する照射光のうち、水平方向の走査線の数、実効的に増加させることができる。従って、製造コストを高くすることなく、従来のような水平走査周波数 f_H が垂直走査周波数 f_V の倍数であるような 2 次元の偏向器を用いる場合と比較して、走査周波数が低い方の軸である垂直軸についてすなわち垂直方向についての解像度を高くして、3 次元的な断層像撮影を行うことができる。

【0050】

なお、本発明は上記実施形態の構成に限定されるものではなく、発明の趣旨を変更しない範囲で適宜に種々の変形が可能である。例えば、上記第 1 乃至第 3 実施形態において、第 1 走査周波数を f_H 、第 2 走査周波数を f_V としたとき、 f_H は f_V の倍数ではなく、且つ、 N を 2 以上の自然数として、 $N \times f_H$ が f_V の倍数となるように各走査周波数を設定してもよい。これにより、実効的には第 1 走査周波数と第 2 走査周波数との比の N 倍の走査線数で光線を走査することができ、撮像する画像を高解像度化することができる。このとき、制御回路 5 は、受光信号と走査位置情報に基づいて、 N の値に対応する所定の手順で、マトリクス画像を示す画像データに変換すればよい。なお、上記第 1 乃至第 3 実施形態の撮像装置 1、内視鏡装置 2 1、及び断層像撮影装置 3 1 は、それぞれ、 $N = 2$ となるように各走査周波数が設定されているものと換言することができ、このとき、制御回路 5 は、画像の再構成処理を $N = 2$ に対応するように上述のように行っている。

【0051】

以下に、上記の一例として、図 8 (a) 乃至 (f) 及び図 9 (a)、(b) を参照し、例えば第 1 実施形態のような構成において $N = 3$ となるように走査周波数が設定されている撮像装置の光線の走査経路の一例を具体的に説明する。説明の簡単のため、水平走査と垂直走査の走査周波数比を $10 : 3$ とし、光線の走査範囲の左上端部を始点として、光線が、走査範囲の上から下へ、水平走査されながら垂直走査されとする。まず、光線が上から下へ垂直走査される際には、光線は、図 8 (a) に示すように、下方に走査位置が変位しながら、左から右 (1 本目の走査線)、右から左 (2 本目の走査線)、左から右 (3 本目の走査線) と変位する。その後、光線の走査位置は、右から左に向け走査される途中の、右端から左右の幅の $1/3$ 程左側に寄った位置で、走査範囲の下端に到達する。すなわち、上から下への垂直走査時においては、3 本と $1/3$ 本の走査線が、走査されることになる。次に、図 8 (b) に示すように、光線が下から上へ垂直走査される際には、光線は、上から下への垂直操作時に走査範囲の下端となった部位から上方に走査位置が変位しながら、左に向けて変位する。このとき、上から下への垂直走査時に $1/3$ だけ走査した部分を含め、4 本目の走査線が走査されることになる。光線は、左から右 (5 本目の走査線)、右から左 (6 本目の走査線) と走査され、左から右に向け走査される途中の左端から $2/3$ 程右側に寄った位置で走査範囲の上端に到達し、垂直走査の方向が下方に変わる。その後、図 8 (c) に示すように、光線は、右端部まで走査され (7 本目)、右から左 (8 本目)、左から右 (9 本目)、右から左 (10 本目) と走査され、左下端部に到達する。

【0052】

このとき、制御回路 5 は、受光信号と光線の走査位置情報に基づいて、 $N = 3$ の値に対応する所定の手順で、画像の再構成処理を行う。すなわち、制御回路 5 は、上述の第 1 の実施形態で示すような $N = 2$ の場合についての場合と同様に、行については垂直方向に $1/3$ 周期分の走査フレーム毎に上下交互の方向順になるように、受光信号が示すデータをマトリクス画像データとして割り付けを行う。また、列については、そのマトリクス画像データの行に応じて、当該走査フレームにおいて光線が走査された範囲の画像データとして、光線の走査方向に対応する順で、受光信号が示すデータの割り付けを行う。このように、 $N = 3$ の値に対応する所定の手順で受光信号が示すデータを画像データとして割り付けることにより、適正に画像データを再構成することができる。なお、このように画像の再構成処理を上記 N の値に対応する手順に基づき行う場合には、制御回路 5 の当該処理による負荷が、 N の値が大きくなるほど大きくなる。従って、 N の値は、例えば 9 以下程度にするのが好ましい。

【0053】

図9(a)は、このときの図8(a)乃至(c)に示す走査線の経路を合成したものである。このように、 $N=3$ の場合、垂直走査を上下に1.5往復する間に、合計10本の走査線が、互いに重なることなく走査されるので、合計10本の走査線数で1つの撮像フレームを構成することにより、撮像画像を高解像度化することができる。すなわち、 $N=3$ の場合、第1走査周波数と第2走査周波数との比を10:3としたときに決まる通常の走査線の数の3倍の本数の走査線で画像を撮像することができ、従来と比較し、実効的に垂直方向に3倍の解像度に相当する画像を撮像することができる。なお、これと同様に、その後垂直走査が1.5往復する間にも、図8(d)乃至(f)及び図9(b)に示すように、合計10本の走査線が互いに重なることなく走査される。すなわち、 $N=3$ の場合、垂直走査を上下に3往復する間に、10本の走査線で構成される撮像フレームが2つ撮像され、光線が元の位置に戻ることになる。

10

【0054】

なお、上記のように、本発明の説明では、説明の簡単のため、第1走査周波数と第2走査周波数の比を仮に3.5(7:2)や10:3等として説明したが、実際はこれに限られるものではなく、種々の比の設定が可能である。この走査周波数の比は、より望ましくは、第1走査周波数と第2走査周波数との比を10:1より大きい程度にすればよく、この比が大きいほど、垂直方向の往復で走査可能な例えば水平方向の走査線の数が増加する。それにより、実効的な走査線の数を $10 \times N$ 本より多くし、さらに高解像度の画像を撮像することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0055】

【図1】本発明の第1実施形態に係る撮像装置の一例を示すブロック図。

【図2】上記撮像装置の第1ミラー装置を示す斜視図。

【図3】(a)は上記撮像装置の第1走査フレームの光線の走査経路を示す図、(b)は同撮像装置の第2走査フレームの光線の走査経路を示す図、(c)は(a)と(b)とを合成して示す図、(d)は同撮像装置の第3走査フレームの光線の走査経路を示す図、(e)は同撮像装置の第4走査フレームの光線の走査経路を示す図、(f)は(d)と(e)とを合成して示す図。

【図4】上記撮像装置の第1乃至第4走査フレームの画像の再構成手順について示す図。

30

【図5】本発明の第2実施形態に係る内視鏡装置の一例を示すブロック図。

【図6】上記内視鏡装置の偏向器を示す斜視図。

【図7】本発明の第3実施形態に係る断層像撮影装置の一例を示すブロック図。

【図8】(a)乃至(f)は、本発明の第1実施形態に係る撮像装置の光線の走査経路の一変形例を示す図。

【図9】(a)は、図8(a)乃至(c)の光線の走査経路を合成して示す図、(b)は、図8(d)乃至(e)の光線の走査経路を合成して示す図。

【符号の説明】

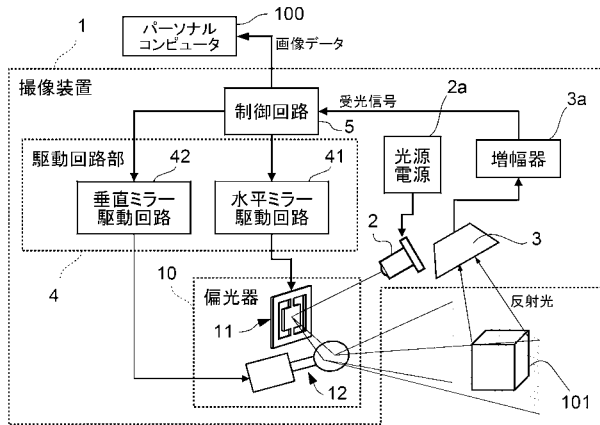
【0056】

- 1 撮像装置
- 2 光源
- 5 制御回路
- 10, 20 偏向器(ミラー装置)
- 11 第1ミラー装置
- 12 第2ミラー装置
- 21 内視鏡装置(撮像装置)
- 26 集光レンズ
- 27 筐体
- 31 断層像撮影装置(撮像装置)
- 36 光干渉部

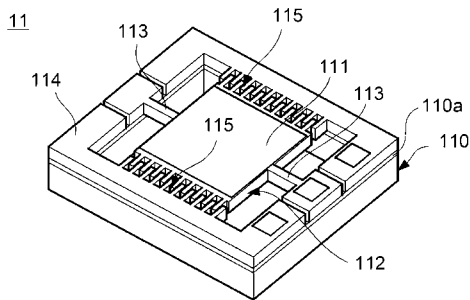
40

50

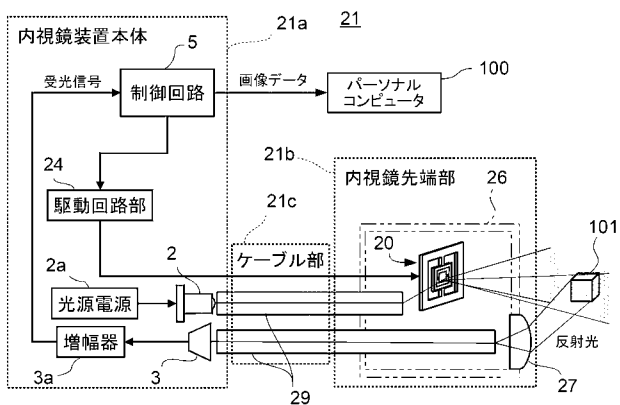
【図 1】



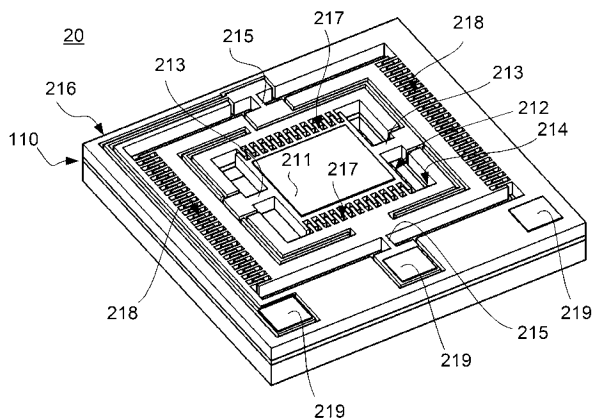
【図 2】



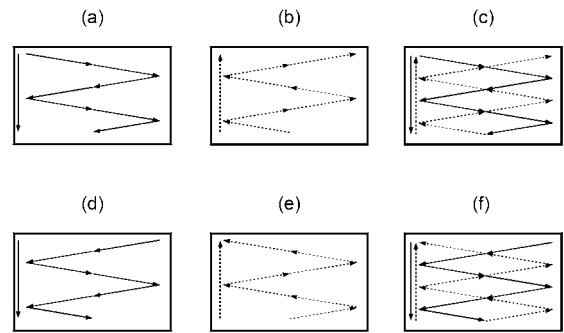
【図 5】



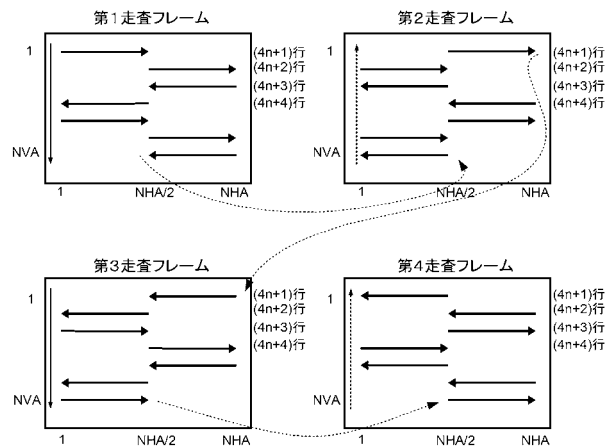
【図 6】



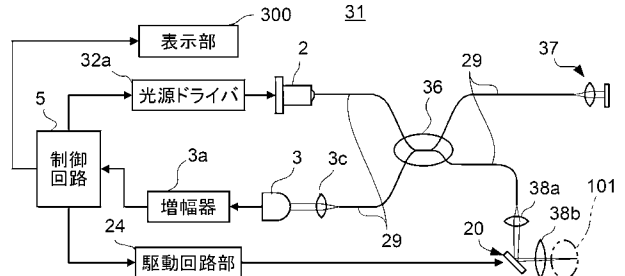
【図 3】



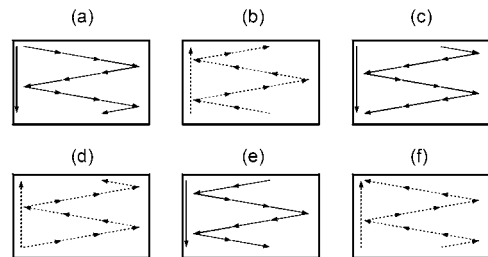
【図 4】



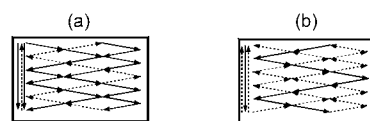
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 上田 英喜

大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地 松下電工株式会社内

Fターム(参考) 2G059 AA05 BB12 EE02 EE09 FF02 GG01 GG02 JJ11 JJ14 JJ15

JJ17 KK01

2H045 AB13 AB24 AB38 BA13 BA16

4C061 CC04 CC06 FF40 FF46 HH51 NN01 QQ09 RR06 RR19 RR26

专利名称(译)	成像设备，内窥镜设备，断层图像捕获设备和用于其的成像方法		
公开(公告)号	JP2010008168A	公开(公告)日	2010-01-14
申请号	JP2008166498	申请日	2008-06-25
[标]申请(专利权)人(译)	松下电工株式会社		
申请(专利权)人(译)	松下电工有限公司		
[标]发明人	野毛宏 河野清彦 上田英喜		
发明人	野毛 宏 河野 清彦 上田 英喜		
IPC分类号	G01N21/17 A61B1/00 G02B26/10		
FI分类号	G01N21/17.630 A61B1/00.300.D G02B26/10.104.Z G02B26/10.C A61B1/00.526 A61B1/00.550 A61B1/07.733		
F-TERM分类号	2G059/AA05 2G059/BB12 2G059/EE02 2G059/EE09 2G059/FF02 2G059/GG01 2G059/GG02 2G059/JJ11 2G059/JJ14 2G059/JJ15 2G059/JJ17 2G059/KK01 2H045/AB13 2H045/AB24 2H045/AB38 2H045/BA13 2H045/BA16 4C061/CC04 4C061/CC06 4C061/FF40 4C061/FF46 4C061/HH51 4C061/NN01 4C061/QQ09 4C061/RR06 4C061/RR19 4C061/RR26 4C161/CC04 4C161/CC06 4C161/FF40 4C161/FF46 4C161/HH51 4C161/NN01 4C161/QQ09 4C161/RR06 4C161/RR19 4C161/RR26		
代理人(译)	田口克己		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：拍摄具有高分辨率的图像并降低成像设备的生产成本。

解决方案：成像设备1被构造使得从光源发出的光在双轴偏转器的控制电路的控制的基础上被偏转，并且物体在水平方向和垂直方向上被二维扫描。第一扫描频率 f_H 和第二扫描频率 f_V 。设定各个扫描频率，使得不是 f_H 而是 $2 \times f_H$ 可以变为 f_V 的倍数，并且构成为使得在垂直方向上的一次往复扫描中光的扫描路径可以不相互重叠。控制电路通过检测来自物体的反射光，基于从光检测器输出的光检测信号重构图像。可以在垂直方向上的一次往复扫描期间获得一个成像帧的图像数据，并且增加有效扫描线的数量以拍摄图像。Ž

