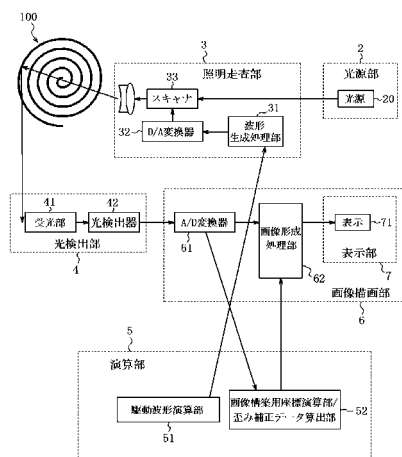




【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光源部と、
前記光源部からの光を走査して対象物に照射する、照明走査部と、
前記対象物からの光を検出する光検出部と、
前記照明走査部による光の走査パターンを与えるための駆動波形、及び画像構築用座標を演算する演算部と、
前記光検出部により検出された光、及び前記画像構築用座標に基づいて画像を描画する画像描画部と、を備え、
前記演算部は、前記照明走査部に複数の異なる光の走査パターンを与え、前記複数の異なる走査パターンで光を走査した際の、前記光検出部が検出した光のデータ間の比較により、歪み補正データを算出するように構成されたことを特徴とする、光走査型画像形成装置。

10

【請求項 2】

前記複数の異なる光の走査パターンは、光の走査方向が異なる、請求項 1 に記載の光走査型画像形成装置。

【請求項 3】

前記複数の異なる光の走査パターンは、光の走査方向が逆の部分有する、請求項 1 又は 2 に記載の光走査型画像形成装置。

【請求項 4】

前記複数の異なる光の走査パターンは、らせん状であり、回転方向の歪みが互いに逆向きとなる 2 つの走査パターンである、請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の光走査型画像形成装置。

20

【請求項 5】

前記演算部は、前記 2 つの走査パターンで光を走査した際の、前記光検出部が検出した光のデータ間の比較により、歪み補正データを算出する、請求項 4 に記載の光走査型画像形成装置。

【請求項 6】

前記演算部は、前記 2 つの走査パターンで光を走査した際の、一定時間における、前記光検出部が検出した光のデータ列を取り出し、前記 2 つの走査パターンのうちの一方の走査パターンでの光のデータ列を逆方向に変換して配列した際に、変換後のデータ列と他方の走査パターンでの光のデータ列との差異が最小になるように、2 つのデータ列を整列させた際の、前記 2 つのデータ列間の比較により、前記歪み補正データを算出する、請求項 4 又は 5 に記載の光走査型画像形成装置。

30

【請求項 7】

前記画像描画部は、前記歪み補正データを算出した後の光の走査において、前記光検出部により検出された光のデータを前記歪み補正データを用いて補正し、画像描画する、請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の光走査型画像形成装置。

【請求項 8】

前記複数の異なる走査パターンは、ラスタ走査であり、高速軸方向で互いに逆方向となる走査パターンを用いる、請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の光走査型画像形成装置。

40

【請求項 9】

走査型内視鏡に用いられる、請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の光走査型画像形成装置。

【請求項 10】

光源部からの光を走査して対象物に照射する照明走査部に複数の異なる光の走査パターンを与える工程と、
演算部により、前記複数の異なる走査パターンで光を走査した際に光検出部が検出した光のデータ間の比較によって歪み補正データを算出する工程と、を含むことを特徴とする

50

、光走査型画像形成方法。

【請求項 1 1】

前記複数の異なる光の走査パターンは、光の走査方向が異なる、請求項 1 0 に記載の光走査型画像形成方法。

【請求項 1 2】

前記複数の異なる光の走査パターンは、光の走査方向が逆の部分有する、請求項 1 0 又は 1 1 に記載の光走査型画像形成方法。

【請求項 1 3】

前記複数の異なる光の走査パターンは、らせん状であり、回転方向の歪みが互いに逆向きとなる 2 つの走査パターンである、請求項 1 0 ～ 1 2 のいずれか一項に記載の光走査型画像形成方法。

10

【請求項 1 4】

前記演算部は、前記 2 つの走査パターンで光を走査した際の、前記光検出部が検出した光のデータ間の比較により、歪み補正データを算出する、請求項 1 3 に記載の光走査型画像形成方法。

【請求項 1 5】

前記歪み補正データは、らせん状走査パターンの周回ごとのデータ列である、請求項 1 4 に記載の光走査型画像形成方法。

【請求項 1 6】

前記演算部は、前記 2 つの走査パターンで光を走査した際の、一定時間における、前記光検出部が検出した光のデータ列を取り出し、前記 2 つの走査パターンのうちの一方の走査パターンでの光のデータ列を逆方向に変換して配列した際に、変換後のデータ列と他方の走査パターンでの光のデータ列との差異が最小になるように、2 つのデータ列を整列させた際の、前記 2 つのデータ列間の比較により、前記歪み補正データを算出する、請求項 1 3 ～ 1 5 のいずれか 1 項に記載の光走査型画像形成方法。

20

【請求項 1 7】

前記歪み補正データを算出する工程の後の光の走査において、

画像描画部により、前記光検出部により検出された光のデータを前記歪み補正データを用いて補正し、画像描画する工程をさらに含む、請求項 1 0 ～ 1 6 のいずれか一項に記載の光走査型画像形成方法。

30

【請求項 1 8】

前記複数の異なる走査パターンは、ラスタ走査であり、高速軸方向で互いに逆方向となる走査パターンを用いる、請求項 1 0 ～ 1 2 のいずれか一項に記載の光走査型画像形成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、光走査型画像形成装置及び光走査型画像形成方法に関するものである。

【背景技術】

【0 0 0 2】

40

従来、光ファイバの先端部から光を対象物に向けて走査し、対象物で反射、散乱等される光、あるいは、対象物で発生する蛍光等を検出する光走査型の画像形成装置が知られている。このような装置では、照射する光を対象物上で走査させるため、光を出射する先端部が揺動可能な状態で光ファイバの一部を支持し、この支持部の近傍にアクチュエータを配置することによって、光ファイバを振動させている。

【0 0 0 3】

光ファイバの特性（ヤング率や密度等）は常に一定ではなく、温度変化等の周囲の環境変化、構成部材の経年変化、および、使用時の対象物との間の衝撃等によって経時変化する。また、駆動機構を構成する圧電素子等のアクチュエータや接着剤などの部材の特性も、経時変化する。光ファイバや駆動機構の特性が経時変化すると、光ファイバの先端部の

50

共振周波数、振動の減衰係数（Q 値）および駆動機構の駆動力が変化する。その結果、光ファイバの走査軌跡が当初想定していた走査軌跡と異なる軌跡に変化してしまう。この様子を、図 1、図 2 を用いて説明する。

【0004】

図 1 は、単純化した例として、円軌道による光ファイバの走査を示す図であり、図 1（a）は、X 方向の光ファイバの先端の軌跡を示し、図 1（b）は Y 方向の光ファイバの先端の軌跡を示す。また、図 1（c）は、XY 平面内での光走査の軌跡を示している。X 方向のファイバ先端の振動と Y 方向のファイバ先端の振動とは、位相を 90 度異ならせているので、ファイバの先端は円軌道を描く。一方、図 2 は、経時変化後の光ファイバの走査を示す図である。共振周波数、振動の Q 値および駆動機構の駆動力の変化は、図 2（a）、（b）の X 方向および Y 方向のファイバ先端の軌跡に見られるように、位相や振幅を変化させる。このため、図 2（c）のように対象物上での光走査の軌跡も変形する。

10

【0005】

上記は、円軌道の場合であったが、例えばらせん走査をする場合、走査軌跡 101 は図 3 の実線で示すように、当初想定された軌跡（破線）102 から変形する。このように光走査の軌跡が変形した場合、予め想定した光ファイバの軌道に基づいて、2 次元座標に画素データをマッピングして対象物の画像を形成すると、実際とは異なる歪んだ画像が生成される。より具体的には、図 4 に示すように、実際の軌跡（一定の時間間隔毎に白丸のプロットで示している）は、理想の軌跡（一定の時間間隔毎に黒丸のプロットで示している）に対して振幅及び位相がずれてしまう。特に、位相ずれ θ_n が生じると、図 5（a）に示すような本来の画像が、図 5（b）に示すように、特に中心部が円周方向に捻じ曲がったような画像として形成されてしまうという問題があった。

20

【0006】

このような問題に対応するため、特許文献 1 に記載の発明では、PSD（Position Sensor Device）などの走査位置検出手段を用いて、実際の走査軌跡の座標値を取得し、該座標値の情報を有するルックアップテーブルを作成して、このルックアップテーブルに基づいて画素に割り当てる座標を補正している。

【0007】

特許文献 1 に記載の発明では、PSD 等により実際の走査軌跡を取得し、これを全てメモリに格納する。メモリには、照明位置を獲得するためのキャリブレーションコード、照明位置とスキャンパターン中の時間を対応させるためのキャリブレーションコード、照明位置と時間との相関コード、及び画像を構築するためのイメージコードを格納する必要があるため、メモリ容量が膨大になり、ハードウェアに制約を与えるという問題があった。

30

【0008】

また、特許文献 2 に記載の発明においては、反射画像を用いて画像歪みを補正する手法として、特定のリファレンスチャートをメモリ等に格納しておき、該リファレンスチャートと取得した実際の走査軌跡との比較を行うことが提案されている。

【0009】

しかしながら、特許文献 2 に記載に手法においても、リファレンスチャートをメモリ等に格納する必要があるため、ハードウェアに制約を与えるという問題があった。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献 1】特表 2008-514342 号公報

【特許文献 2】米国特許出願公開 2008/016536 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明は、上記の課題を解決しようとするものであり、その目的は、簡易な手法により画像の歪みを補正することのできる、光走査型画像形成装置及び光走査型画像形成方法を

50

提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の要旨構成は、以下の通りである。

本発明の光走査型画像形成装置は、光源部と、前記光源部からの光を走査して対象物に照射する、照明走査部と、前記対象物からの光を検出する光検出部と、前記照明走査部による光の走査パターンを与えるための駆動波形、及び画像構築用座標を演算する演算部と、前記光検出部により検出された光、及び前記画像構築用座標に基づいて画像を描画する画像描画部と、を備え、

前記演算部は、前記照明走査部に複数の異なる光の走査パターンを与え、前記複数の異なる走査パターンで光を走査した際の、前記光検出部が検出した光のデータ間の比較により、歪み補正データを算出するように構成されたことを特徴とするものである。

【0013】

また、本発明の光走査型画像形成装置においては、前記複数の異なる光の走査パターンは、光の走査方向が異なることが好ましい。

【0014】

さらに、本発明の光走査型画像形成装置では、前記複数の異なる光の走査パターンは、光の走査方向が逆の部分を含むことが好ましい。

ここで、「光の走査方向が逆」とは、画像形成時に画像の歪みの方向が互いに逆となるような関係をいうものとする。

【0015】

ここでまた、本発明の光走査型画像形成装置にあっては、前記複数の異なる光の走査パターンは、らせん状であり、回転方向の歪みが互いに逆向きとなる2つの走査パターンであることが好ましい。

この場合において、前記演算部は、前記2つの走査パターンで光を走査した際の、前記光検出部が検出した光のデータ間の比較により、歪み補正データを算出することが好ましい。

上記の場合において、前記演算部は、前記2つの走査パターンで光を走査した際の、一定時間における、前記光検出部が検出した光のデータ列を取り出し、前記2つの走査パターンのうちの一方の走査パターンでの光のデータ列を逆方向に変換して配列した際に、変換後のデータ列と他方の走査パターンでの光のデータ列との差異が最小になるように、2つのデータ列を整列させた際の、前記2つのデータ列間の比較により、前記歪み補正データを算出することが好ましい。

【0016】

さらにまた、本発明の光走査型画像形成装置は、前記画像描画部は、前記歪み補正データを算出した後の光の走査において、前記光検出部により検出された光のデータを前記歪み補正データを用いて補正し、画像描画することが好ましい。

【0017】

また、本発明の光走査型画像形成装置では、前記複数の異なる走査パターンは、ラスタ走査であり、高速軸方向で互いに逆方向となる走査パターンを用いることが好ましい。

【0018】

加えて、本発明の光走査型画像形成装置は、走査型内視鏡に用いられることが好ましい。

【0019】

ここで、本発明の光走査型画像形成方法は、光源部からの光を走査して対象物に照射する照明走査部に複数の異なる光の走査パターンを与える工程と、

演算部により、前記複数の異なる走査パターンで光を走査した際に光検出部が検出した光のデータ間の比較によって歪み補正データを算出する工程と、を含むことを特徴とする。

【0020】

10

20

30

40

50

また、本発明の光走査型画像形成方法では、前記複数の異なる光の走査パターンは、光の走査方向が異なることが好ましい。

【0021】

また、本発明の光走査型画像形成方法では、前記複数の異なる光の走査パターンは、光の走査方向が逆の部分有することが好ましい。

【0022】

さらに、本発明の光走査型画像形成方法においては、前記複数の異なる光の走査パターンは、らせん状であり、回転方向の歪みが互いに逆向きとなる2つの走査パターンであることが好ましい。

この場合において、前記演算部は、前記2つの走査パターンで光を走査した際の、前記光検出部が検出した光のデータ間の比較により、歪み補正データを算出することが好ましい。

10

また上記の場合において、前記歪み補正データは、らせん状走査パターンの周回ごとのデータ列であることが好ましい。

さらに、上記の場合において、前記演算部は、前記2つの走査パターンで光を走査した際の、一定時間における、前記光検出部が検出した光のデータ列を取り出し、前記2つの走査パターンのうちの一方の走査パターンでの光のデータ列を逆方向に変換して配列した際に、変換後のデータ列と他方の走査パターンでの光のデータ列との差異が最小になるように、2つのデータ列を整列させた際の、前記2つのデータ列間の比較により、前記歪み補正データを算出することが好ましい。

20

【0023】

さらにまた、本発明の光走査型画像形成方法は、前記歪み補正データを算出する工程の後の光の走査において、

画像描画部により、前記光検出部により検出された光のデータを前記歪み補正データを用いて補正し、画像描画する工程をさらに含むことが好ましい。

【0024】

加えて、本発明の光走査型画像形成方法では、前記複数の異なる走査パターンは、ラスタ走査であり、高速軸方向で互いに逆方向となる走査パターンを用いることが好ましい。

【発明の効果】

30

【0025】

本発明によれば、簡易な手法により画像の歪みを補正することのできる、光走査型画像形成装置及び光走査型画像形成方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】円軌道による光ファイバの走査を示す図であり、図1(a)は、X方向の光ファイバの先端の軌跡、図1(b)はY方向の光ファイバの先端の軌跡、図1(c)はXY平面内で光走査の軌跡を示す。

【図2】図1の走査軌跡が経時変化により変形した例を示す図であり、図2(a)は、X方向の光ファイバの先端の軌跡、図2(b)はY方向の光ファイバの先端の軌跡、図2(c)はXY平面内での光走査の軌跡を示す。

40

【図3】変形したらせん走査の軌跡の例を示す図である。

【図4】振幅及び位相ずれについて説明するための図である。

【図5】(a)本来の画像を示す模式図である。(b)中心が捻じ曲がった画像を示す模式図である。

【図6】本発明の一実施形態にかかる光走査型画像形成装置のブロック図である。

【図7】光源部の概略構成を示す図である。

【図8】光走査型画像形成装置のスクープを概略的に示す概観図である。

【図9】図8の光走査型画像形成装置のスクープの先端部の断面図である。

【図10】図10(a)は、光走査型内視鏡装置の振動駆動機構および照明用光ファイバ

50

の揺動部を示す側面図であり、図 10 (b) は、図 10 (a) の A-A 断面図である。

【図 11】 検出部の概略構成を示す図である。

【図 12】 図 12 (a) (b) は、回転方向の歪みが互いに逆向きとなる 2 つのらせん状の走査パターンを示す図である。図 12 (c) は、図 12 (a) (b) の 2 つの走査パターンで光を走査した際の、一定時間における、光検出部が検出した光のデータ列を示す図である。図 12 (d) は、図 12 (c) に示す 2 つの走査パターンのうちの一方の走査パターンでの光のデータ列を逆方向に変換して配列した様子を示す図である。図 12 (e) は、図 12 (d) に示す 2 つの光のデータの差異が最小になるように、2 つのデータ列を整列させた様子を示す図である。

【図 13】 本発明の一実施形態にかかる光走査型画像形成方法のフロー図である。

10

【図 14】 本発明の一実施形態にかかる光走査型画像形成方法のフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照して詳細に例示説明する。

【0028】

<光走査型画像形成装置>

図 6 は、本発明の一実施形態にかかる光走査型画像形成装置（内視鏡装置）のブロック図である。図 6 に示すように、この光走査型画像形成装置 1 は、光源部 2 と、光源部 2 からの光を走査して対象物に照射する、照明走査部 3 と、対象物からの光を検出する光検出部 4 と、照明走査部 3 による光の走査パターンを与えるための駆動波形、及び画像構築用座標を演算する演算部 5 と、光検出部 4 により検出された光、及び画像構築用座標に基づいて画像を描画する画像描画部 6 と、表示部 7 と、を備えている。

20

【0029】

光源部 2 は、光源 20 を有し、例えば赤、緑及び青の三原色の CW（連続発振）レーザー光を射出する 3 つのレーザー光源からの光を合波して白色光として出射する。レーザー光源としては、例えば DPSS レーザ（半導体励起固体レーザー）やレーザーダイオードを使用することができる。もちろん、光源 20 の構成はこれに限られず、1 つのレーザー光源を用いるものであっても、他の複数の光源を用いるものであっても良い。

【0030】

図 7 は、光源部 2 の概略構成を示す図である。光源部 2 は、赤、緑及び青の三原色の CW（連続発振）レーザー光を射出するレーザー光源 21 R、21 G、21 B と、ダイクロイックミラー 22 a、22 b と、レンズ 23 と、を備える。赤色のレーザー光源 21 R は、例えば、LD（半導体レーザー）を使用することができる。緑色のレーザー光源 21 G は、例えば、DPSS レーザ（半導体励起固体レーザー）を使用することができる。青色のレーザー光源 21 B は、例えば、LD を使用することができる。

30

【0031】

レーザー光源 21 R から射出された赤色のレーザー光は、ダイクロイックミラー 22 a 及びダイクロイックミラー 22 b を順次透過する。レーザー光源 21 G から射出された緑色のレーザー光は、ダイクロイックミラー 22 a で反射されて赤色のレーザー光と同軸に合波されてダイクロイックミラー 22 b を透過する。レーザー光源 21 B から射出された青色のレーザー光は、ダイクロイックミラー 22 b で反射されて、赤色のレーザー光及び緑色のレーザー光と同軸に合波される。これにより、ダイクロイックミラー 22 b から赤、緑、青の 3 原色のレーザー光が合波された白色のレーザー光が射出される。

40

【0032】

なお、レーザー光源 21 R、21 G、21 B 及びダイクロイックミラー 22 a、22 b は、図 7 の配置に限らず、例えば、緑色及び青色のレーザー光を合波した後、赤色のレーザー光を合波するようにしても良い。

【0033】

図 6 に戻って、照明走査部 3 は、演算部 5 の演算結果に基づいて駆動波形を生成する、波形生成処理部 31 と、該駆動波形を D/A 変換する D/A 変換器 32 と、光源部 2 から

50

の光を走査して対象物に照射するスキャナ 33 とを備えている。

ここで、図 8 は、内視鏡装置のスコープを概略的に示す概観図である。スキャナ 33 は、スコープ 200 の先端部 240 (図 8 における破線部内の部分) に配置されている。図 8 に示すように、一例として、スコープ 200 は、操作部 220 および挿入部 230 を備え、操作部 220 の一方の端部と挿入部 230 の一方の端部とは接続されて一体となっている。操作部 220 には、光源部 2 からの照明用光ファイバ 110、検出部 4 からの検出用光ファイババンドル 120、および、D/A 変換器 32 からスキャナ 33 への配線ケーブル 130 が、それぞれ接続されている。これら照明用光ファイバ 110、検出用光ファイババンドル 120 および配線ケーブル 130 は挿入部 230 内部を通じて、挿入部 230 の操作部 220 と接続されている端部とは別の端部である先端部 240 まで導かれている。

10

【0034】

図 9 は、図 8 のスコープ 200 の挿入部 230 の先端部 240 を拡大して示す断面図である。先端部 240 は、スキャナ 33、投影用レンズ 250 a、250 b および図示しない検出用レンズを備えるとともに、挿入部 230 を通る照明用光ファイバ 110 および検出用光ファイババンドル 120 が延在している。

【0035】

スキャナ 33 は、取付環 260 によりスコープ 200 の挿入部 230 の内部に固定されたアクチュエータ管 270、並びに、アクチュエータ管 270 内に配置される圧電素子 280 a~280 d 及びファイバ保持部材 290 (図 10 (a) および (b) 参照) を含んで構成される。照明用光ファイバ 11 は、ファイバ保持部材 290 で支持されるとともにファイバ保持部材 290 で支持された固定端 110 a から先端部 110 c まだが、揺動可能に支持された揺動部 110 b となっている。一方、検出用光ファイババンドル 120 は挿入部 230 の外周部を通るように配置され、先端部 240 の先端まで延びている。

20

【0036】

さらに、投影用レンズ 250 a、250 b および検出用レンズは、先端部 240 の最先端に配置される。投影用レンズ 250 a、250 b は、照明用光ファイバ 110 の先端部 110 c から射出されたレーザ光が、被観察物 100 上に略集光するように構成されている。また、検出用レンズは、被観察物 100 上に集光されたレーザ光が、被観察物 100 により反射、散乱、屈折等をした光 (被観察物 100 と相互作用した光) 又は蛍光等を検出光として取り込み、検出用レンズの後に配置された検出用光ファイババンドル 120 に集光、結合させるように配置される。なお、投影用レンズは、二枚構成に限られず、一枚や他の複数枚のレンズにより構成しても良い。

30

【0037】

図 10 (a) は、光走査型画像表示装置 1 の振動駆動機構および照明用光ファイバ 110 の揺動部 110 b を示す図であり、図 10 (b) は図 10 (a) の A-A 断面図、図 10 (c) は図 10 (a) の B-B 断面図である。照明用光ファイバ 110 は角柱状の形状を有するファイバ保持部材 290 の中央を貫通し、これによってファイバ保持部材 290 によって固定され保持される。したがって、照明用光ファイバ 110 のファイバ保持部材 290 を貫通する部分は、照明用光ファイバ 110 の固定部である。ファイバ保持部材 290 の 4 つの側面は、それぞれ +Y 方向および +X 方向並びにこれらの反対方向に向いている。そして、ファイバ保持部材 290 の +Y 方向および -Y 方向には Y 方向駆動用の一対の圧電素子 280 a、280 c が固定され +X 方向および -X 方向には X 方向駆動用の一対の圧電素子 280 b、280 d が固定される。

40

【0038】

各圧電素子 280 a~280 d は、配線ケーブル 130 が接続される。駆動電圧生成部は、X 方向駆動用の圧電素子 280 b、280 d と Y 方向駆動用の圧電素子 280 a、280 c とを、それぞれ独立して異なる振動周波数で電圧を印加し、振動駆動させることができる。Y 方向駆動用の圧電素子 280 a、280 c と X 方向駆動用の圧電素子 280 b、280 d とをそれぞれ振動駆動させると、照明用光ファイバ 110 の揺動部 110 b が

50

振動し、先端部 110c が偏向するので、先端部 110c から出射されるレーザ光は被観察物 100 の表面を順次走査する。

【0039】

図 6 に戻って、光検出部 4 は、対象物が反射、散乱する光、または対象物が発生する蛍光等の光を受光する受光部 41 と、受光した光を検出する光検出器 42 とを有する。光検出器 42 は、例えば、光ファイババンドルにより伝送された信号光をスペクトル成分に分離し、分離した信号光を電気信号に光電変換する。

【0040】

図 11 は、光検出器 42 の概略構成を示す図である。検出部 42 は、赤、緑及び青の各色に対応する光を検出するためのフォトダイオードを用いた受光器 410R、410G、410B、ダイクロイックミラー 420a、420b 及びレンズ 430 を備える。光検出器 42 には、光ファイババンドル 120 が接続されている。

10

【0041】

光ファイババンドル 120 の射出端から射出される信号光は、レンズ 430 により略平行な光束に変換された後、ダイクロイックミラー 420a で青色の波長帯域の光が反射されて分離され、赤色及び緑色の波長帯域の光はダイクロイックミラー 420a を透過する。ダイクロイックミラー 420a で分離された青色の波長帯域の光は、受光器 410B により受光されて光電変換される。また、ダイクロイックミラー 420a を透過した赤色及び緑色の波長帯域の光は、ダイクロイックミラー 420b で緑色の波長帯域の光が反射され、赤色の波長帯域の光は透過されてそれぞれ分離される。ダイクロイックミラー 420b で分離された緑色及び赤色の信号光は、それぞれ受光器 410G 及び受光器 410R により受光されて光電変換される。

20

【0042】

受光器 410R、410G 及び 410B の光電変換出力は、画像描画部 6 に入力される。なお、受光器 410R、410G、410B 及びダイクロイックミラー 420a、420b は、図 11 の配置に限らず、例えば、信号光から赤色の光を分離した後、さらに緑色と青色の信号光を分離するような配置としても良い。

【0043】

再び図 6 に戻って、演算部 5 は、圧電素子 280a～280d 等のアクチュエータに与える駆動波形の駆動周波数及び周期等の基本的なパラメータを設定可能な駆動波形演算部 51 と、その設定したパラメータに基づいて、駆動波形、及び画像構築用座標を演算する画像構築用座標演算部／歪み補正データ算出部 52 とを備える。そして、演算された駆動波形は、照明走査部 3 の波形生成処理部 31 に送信され、照明走査部 3 による光の走査パターンが与えられる。また、演算された画像構築用座標は、画像描画部 6 に送信される。

30

【0044】

光走査型画像表示装置 1 による観察を行う際には、演算部 5 の制御のもとで、波形生成処理部 31 が駆動され配線ケーブル 130 を介してスキャナ 33 を構成する圧電素子 280a～280d に振動電圧が印加され、照明用光ファイバ 110 の揺動部 110b を振動させる。例えばラスタ走査を行う場合には、Y 方向駆動用の圧電素子 280a、280c は、照明用光ファイバ 110 の揺動部 110b の Y 方向の共振周波数、例えば数 kHz で振動駆動し、一方で X 駆動用の圧電素子 280b、280d は、Y 方向の共振周波数よりもかなり低速な、例えば 30 Hz 程度の非共振周波数で振動駆動する。

40

【0045】

次に、図 6 に示すように、画像描画部 6 は、光検出部により検出された光を A/D 変換器 61 によりデジタル信号に変換する。そして、そのデジタル信号及び演算部 5 により演算された画像構築用座標に関する情報を受信した画像形成処理部 62 は、当該情報に基づいてフレームを分割し、取得した画像データを各フレームに割り当て、表示部 7 の表示 71 に画像を表示する。

【0046】

ここで、本実施形態の光走査型画像形成装置は、演算部 5 が、照明走査部 3 に複数の異

50

なる光の走査パターンを与え、これら複数の異なる走査パターンで光を走査した際の、光検出部 4 が検出した光のデータ間の比較により、歪み補正データを算出することを特徴とするものである。以下、図 1 2 (a) ~ (e) を参照して具体的に説明する。

【0047】

図 1 2 (a) (b) に示すように、本実施形態では、演算部 5 は、照明走査部 3 に光の走査方向が異なる複数の (図示例で 2 つの) 異なる光の走査パターンを与える。図 1 2 (a) (b) に示すように、これら 2 つの異なる光の走査パターンは、光の走査方向が逆である。すなわち、これら 2 つの光の走査パターンは、それぞれらせん状であり、回転方向の歪みが互いに逆向きとなる 2 つの走査パターンである。図 1 2 (a) (b) に示すように、被写体に固有の点を設定する。図示例では、3 点「a」、「b」、「c」を設定しているが、少なくとも 1 点設定すればよい。これらの点は、図 1 2 (a) (b) に示すように、異なる走査パターンが共通して通過して光を照射可能な位置にある。

【0048】

本実施形態では、演算部 5 の画像構築用座標演算部 / 歪み補正データ算出部 5 2 は、図 1 2 (a) (b) にそれぞれ示した 2 つの走査パターンで光を走査した際の、光検出部 4 が検出した光のデータ間の比較により、歪み補正データを算出する。

具体的には、演算部 5 2 は、図 1 2 (a) (b) にそれぞれ示した 2 つの走査パターンで光を走査した際の、一定時間 (例えば駆動波形の周期) において光検出部 4 が検出した光のデータ列を取り出し (図 1 2 (c) 参照)、2 つの走査パターンのうちの一方の走査パターンでの光のデータ列 (図 1 2 (c) の上側のデータ列) を逆方向に変換して配列した際に (図 1 2 (d) 参照)、変換後のデータ列と他方の走査パターンでの光のデータ列との差異が最小になるように、2 つのデータ列を整列させた際の (図 1 2 (e) 参照)、2 つのデータ列間の比較により、歪み補正データを算出することができる。なお、図 1 2 (e) に示すように、変換後のデータ列と他方の走査パターンでの光のデータ列との差異が最小になるように、2 つのデータ列を整列させる手法としては、例えば最小 2 乗法を用いることができる。

【0049】

ここで、図 1 2 (a) (b) に示すように、光の走査軌跡は、ファイバの機械的位相遅れなどによる位相ずれが生じている場合がある。しかし、本実施形態では、図 1 2 (a) (b) に示す 2 つの光の走査パターンは異なっており、具体的には、これら 2 つの異なる光の走査パターンはらせん状であり、光の走査方向が逆であり、回転方向の歪みが互いに逆向きとなる 2 つの走査パターンである。

従って、位相ずれは、互いに逆向きとなるため、図 1 2 (e) に示すように 2 つのデータ列を整列させた際のデータシフト量は、理想的には位相ずれの 2 倍となる。よって、図 1 2 (e) に示すように、2 つのデータ列を整列させた際のデータシフト量を求めることにより、位相ずれを算出して、これにより歪み補正データを算出することができる。すなわち、データシフト量に $1/2$ を乗じた値を位相ずれ量として算出することができる。

このような位相ずれ量をらせん走査の異なる周回 (すなわち異なる半径) ごとに複数算出することができる。

【0050】

算出された周回ごとの歪み補正データは、演算部 5 の画像構築用座標演算部 / 歪み補正データ算出部 5 2 から画像描画部 6 の画像形成処理部 6 2 に送信され、画像描画部 6 の画像形成処理部 6 2 は、歪み補正データを算出した後の光の走査において、光検出部 4 により検出された光を算出した歪み補正データを用いて補正を行った上で画像描画を行うことができる。

【0051】

従って、本実施形態の光走査型画像形成装置によれば、簡易な手法により画像の歪みを補正することができる。また、本実施形態によれば、周回ごとに歪み補正用データを算出するようにしたので、全周回に存在する膨大なデータを演算する場合に比べ、単に周回ごとに分割した以上の計算上の負荷軽減をもたらし、制御も簡単化するという利点がある。

また、本実施形態によれば、P S D等により得た実際の走査軌跡やリファレンスチャートをメモリに格納する必要が無い。さらに、本実施形態によれば、複数の画像を取得することができれば、補正が可能であるため、例えば走査型内視鏡の場合、走査型内視鏡が被験者の体内にある場合にも歪みの補正が可能である。加えて、使用環境で補正ができるため、温度等の環境変化にも容易に対応することができる。

【0052】

<光走査型画像形成方法>

次に、図13、図14を参照して、本発明の一実施形態にかかる光走査型画像形成方法について説明する。

まず、本実施形態の光走査型画像形成方法を開始すると（ステップS101）、走査波形の駆動パラメータを設定する（ステップS102）。この処理は、図6に示すように、演算部5の駆動波形演算部51において行うことができる。駆動パラメータとしては、圧電素子280a～280d等のアクチュエータに与える駆動波形の駆動周波数及び周期等の基本的なパラメータを含めることができる。

【0053】

次いで、設定した駆動パラメータを受信した照明走査部3の波形生成処理部31により、走査パターン（駆動波形）を生成する（ステップS103）。そして、当該走査パターンでスキャナ33によるスキャン駆動を開始する（ステップS104）。

ここで、1周目のスキャン駆動としては、例えば、図12（a）に示すようならせん状の走査パターンで駆動することができる。

【0054】

次いで、図6、図13に示すように、光検出部4の受光部41により受光した光を光検出器42により検出し、受光した光のアナログデータをA/D変換器61によりデジタルデータに変換し、光検出データを収集する（ステップS105）。

【0055】

次いで、演算部5は、異なる走査パターンが必要であるか否かを判定する（ステップS106）。ここで、本実施形態の光走査型画像形成方法は、光源部2からの光を走査して対象物に照射する照明走査部3に複数の異なる光の走査パターンを与える工程を含むものである。従って、1周目と異なる走査パターンを与える必要があるため、ステップS103に戻る。ここで、複数の異なる走査パターンは、上述したように光の走査方向が異なることが好ましく、光の走査方向が逆の部分を含むことがより好ましい。

【0056】

本実施形態の光走査型画像形成方法では、2周目においては、図12（b）に示すような、らせん状の走査パターンで駆動することができる（ステップS103）。すなわち、複数の異なる走査パターンを、回転方向の歪みが互いに逆向きとなる、らせん状の2つの走査パターンとすることができる。そして、1周目と同様に、上述したステップS104、ステップS105を実行する。

【0057】

本実施形態において、図12（a）（b）の2つの走査パターンを用いた場合には、先に図12（c）～（e）を用いて説明したような手法により位相補正を行うことができるため、これ以上の異なる走査パターンは必要ではないと判定する（ステップS106）。

次いで、演算部5により、複数の異なる走査パターン（上記の例では、図12（a）（b）に示すパターン）で光を走査した際に光検出部4が検出した光のデータ間の比較によって歪み補正データを算出する（ステップS107）。

歪みの補正データの算出は、上述したように、演算部5が、2つの走査パターン（上記の例では、図12（a）（b）に示すパターン）で光を走査した際の、一定時間（例えば駆動波形の周期）における、光検出部4が検出した光のデータ列を取り出し、2つの走査パターンのうちの一方の走査パターンでの光のデータ列を逆方向に変換して配列した際に、変換後のデータ列と他方の走査パターンでの光のデータ列との差異が最小になるように（例えば、最小2乗法を用いる）、2つのデータ列を整列させた際の、2つのデータ列間

10

20

30

40

50

の比較により、歪み補正データを算出することが好ましい。例えば、図12(e)を用いて説明したように、2つのデータ列を整列させた際のデータシフト量に $1/2$ を乗じた値を位相ずれ量として求めることができる。

算出された歪み補正データは、演算部5の画像構築用座標演算部／歪み補正データ算出部52から画像描画部6の画像形成処理部62に送信され、メモリに保存される。

【0058】

次に、図14を用いて、図13に示した歪み補正データを算出する工程の後の、画像を描画するための工程について説明する。

まず、画像を描画するための工程を開始すると（ステップS201）、走査波形の駆動パラメータを設定する（ステップS202）。この処理は、上述したように、図6に示すように、演算部5の駆動波形演算部51において行うことができる。駆動パラメータとしては、圧電素子280a～280d等のアクチュエータに与える駆動波形の駆動周波数及び周期等の基本的なパラメータを含めることができる。

【0059】

次いで、設定した駆動パラメータを受信した照明走査部3の波形生成処理部31により、走査パターン（駆動波形）を生成する（ステップS203）。この走査パターンは、少なくとも1フレーム分用意しておく。同時に、演算部5の画像構築用座標演算部／歪み補正データ算出部52により、画像構築用座標を演算する（ステップS203）。演算した画像構築用座標は、画像構築用座標演算部／歪み補正データ算出部52から画像描画部6の画像形成処理部62に送信される。そして、用意した走査パターンでスキャナ33によるスキャン駆動を開始する（ステップS204）。

【0060】

次いで、図6、図13に示すように、光検出部4の受光部41により受光した光を光検出器42により検出し、受光した光のアナログデータをA/D変換器61によりデジタルデータに変換し、光検出データを収集する（ステップS205）。

【0061】

そして、画像描画部6は、光検出データ、及び、既に送信された画像構築用座標及び歪み補正データを用いて（ステップS206）、周回ごとに連続的に画像描画処理を行うことで1フレーム内の描画を完了する（ステップS207）。

【0062】

次に、1フレーム分の描画が完了した、すなわち全周回について歪み補正データによる光検出データの補正処理が終了したか否かを判定し（ステップS208）、1フレーム分の描画が完了していない場合は、上述したステップS205～ステップS207を繰り返す。1フレーム分の描画が完了した場合は、走査が終了したか否かを判定する（ステップS209）。走査が終了していない場合は、ステップS205～ステップS207を繰り返し、走査が終了した場合は、画像描画処理を終了する（ステップS210）。

【0063】

本実施形態の光走査型画像形成方法によれば、簡易な手法により画像の歪みを補正することができる。また、本実施形態の方法によれば、PSD等により得た実際の走査軌跡やリファレンスチャートをメモリに格納する必要が無い。さらに、本実施形態の方法によれば、複数の画像を取得することができれば補正が可能であるため、例えば走査型内視鏡の場合、走査型内視鏡が被験者の体内にある場合にも歪みの補正が可能である。加えて、使用環境で補正ができるため、温度等の環境変化にも容易に対応することができる。

【0064】

以上、本発明の実施形態について説明したように、本発明の光走査型画像形成装置及び光走査型画像形成方法は、光走査の方向、速度等が異なるような、複数の光の走査パターンを含む画像形成技術に適用され、とくに1フレーム内または複数のフレーム間で予定された走査パターンとは異なる挙動を瞬間的または経時的に生じ得るような技術課題を有するあらゆる光走査技術に適用可能である。したがって本発明は、上記の実施形態に何ら限定されるものではない。例えば、複数の異なる走査パターンとしては、ラスタ走査を用

10

20

30

40

50

いることができ、この場合、例えば、高速軸方向で互いに逆方向となり、低速軸方向で互いに同方向となる2つの走査パターンを用いることができる。あるいは、複数の異なる走査パターンとしては、リサージュ走査を用いることもできる。この場合、例えば平面視で線対称な走査軌跡となる2つの走査パターンを用いることができる。また、アクチュエータとしては、上述したような圧電素子を用いる圧電方式以外にも、例えば磁性体を設けた光ファイバを振動させる電磁方式であってもよい。また、例えば、上記の実施形態では、画像構築用座標の演算と歪み補正データの算出との両方を実行することができる、画像構築用座標演算部／歪み補正データ算出部52を有するものとしたが、これらは別々の機能部として有することもできる。他にも本発明の主旨に則り、種々の変形や修正が可能である。また、メモリに保存された歪み補正データを周回ごと及び／又はフレームごとに比較しその変化量が分かるような表現（例えば図、数値、グラフ）で表示部に表示することにより、走査状況の確認や解析を随時行えるようにしてもよい。

10

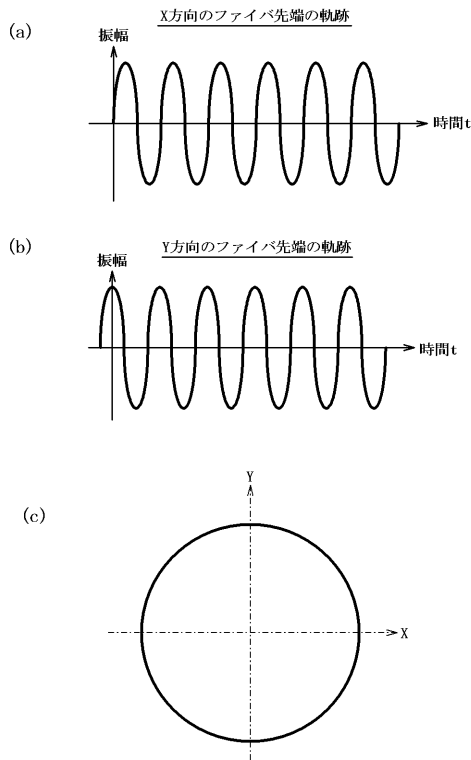
【符号の説明】

【0065】

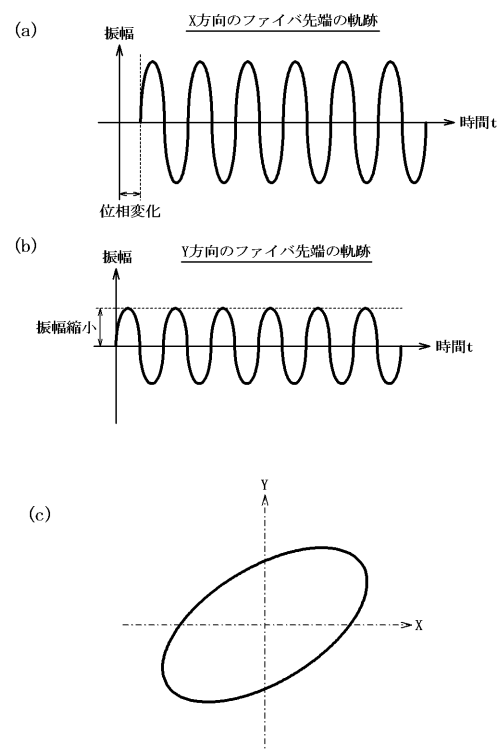
- 1 光走査型画像形成装置
- 2 光源部
- 3 照明走査部
- 4 光検出部
- 5 演算部
- 6 画像描画部
- 7 表示部

20

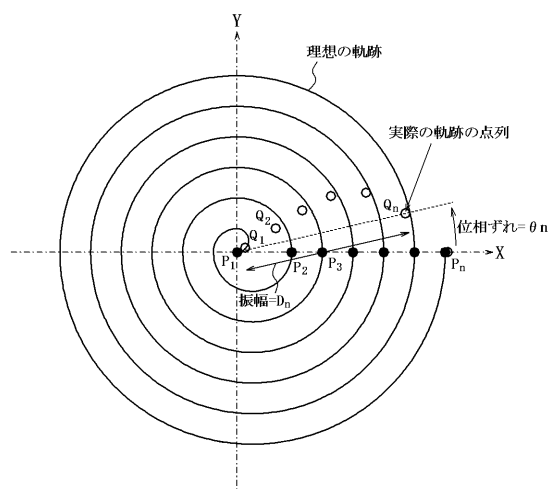
【図1】



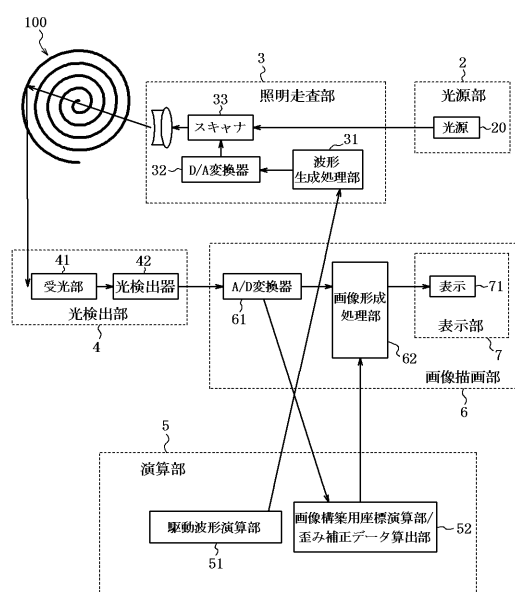
【図2】



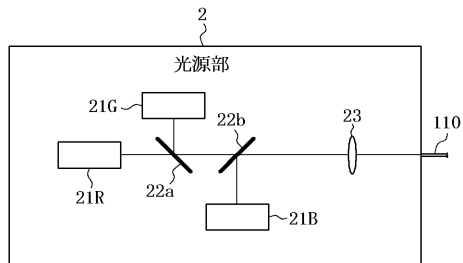
【図 4】



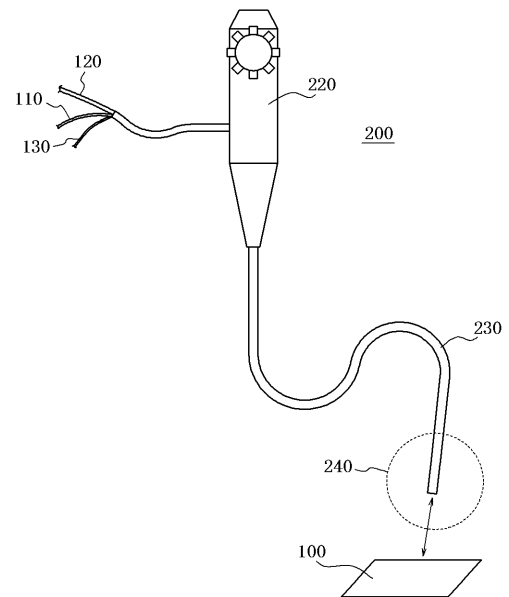
【图 6】



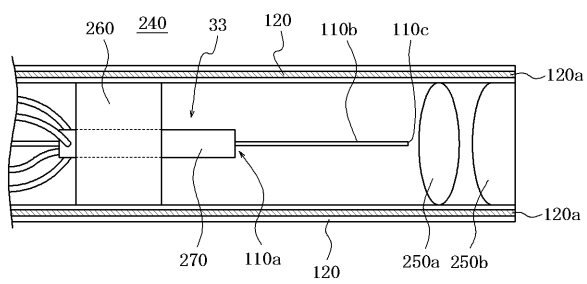
【図 7】



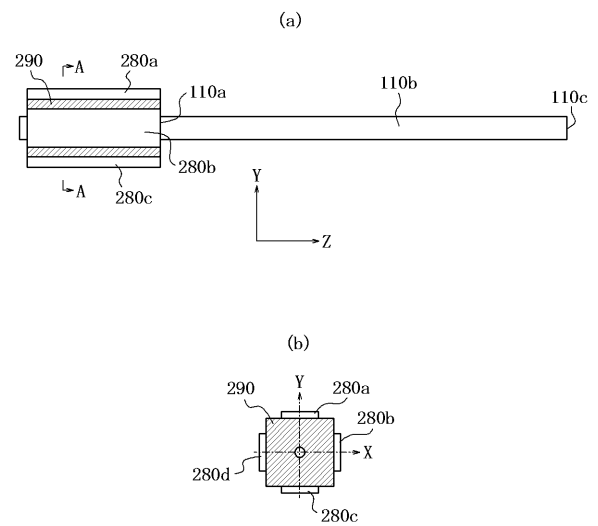
【図 8】



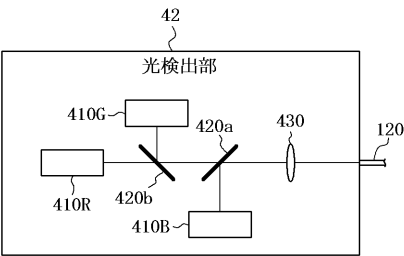
【図 9】



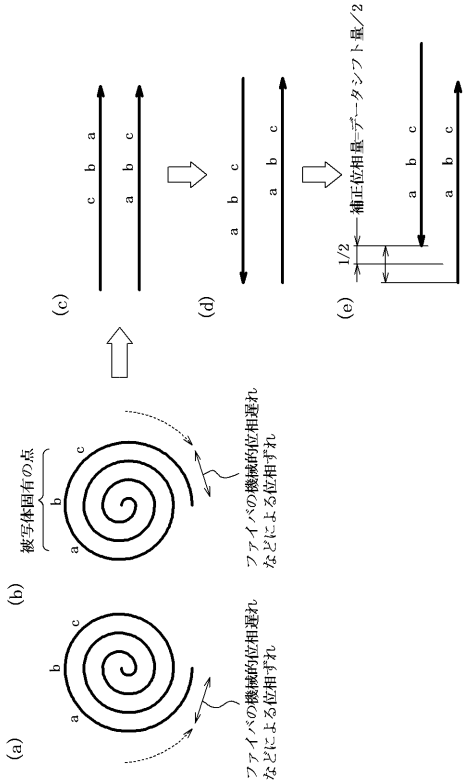
【図 10】



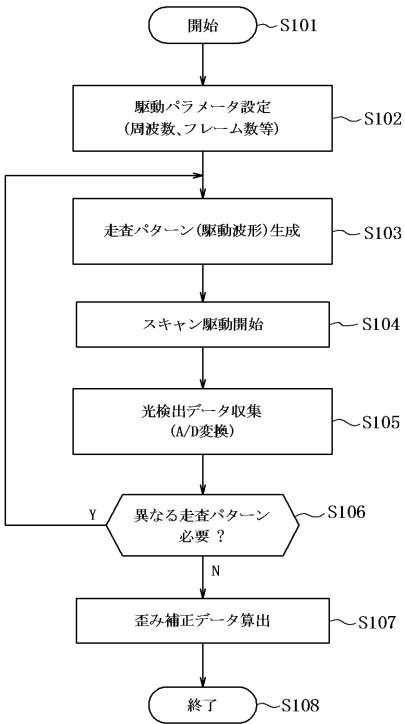
【図 1 1】



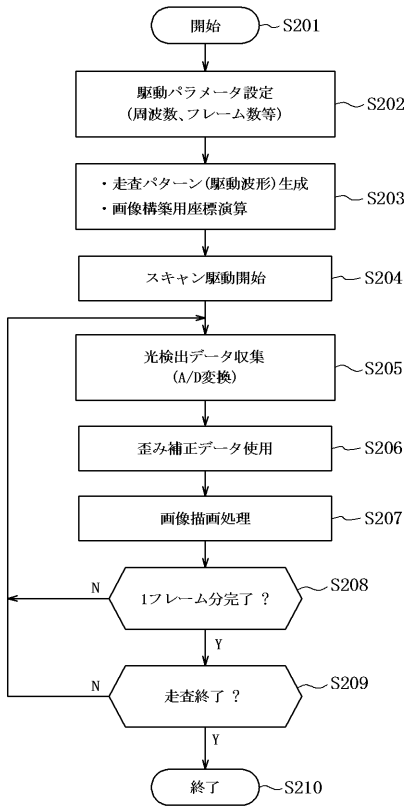
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4C161 BB02 CC07 FF40 JJ17 MM10 NN01 SS21

专利名称(译)	光学扫描型图像形成装置和光学扫描型图像形成方法		
公开(公告)号	JP2015206981A	公开(公告)日	2015-11-19
申请号	JP2014089149	申请日	2014-04-23
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	西村 淳一		
发明人	西村 淳一		
IPC分类号	G02B26/10 A61B1/00 G02B23/24		
CPC分类号	H04N9/3135 A61B1/00006 A61B1/00172 A61B1/07 G02B23/24 G02B23/2469 G02B23/26 G02B26/10 G02B26/103 H04N9/3155 H04N9/3185 H04N9/3194		
FI分类号	G02B26/10.109 G02B26/10.C A61B1/00.300.T G02B23/24.B A61B1/00.523 A61B1/00.524 A61B1/00.730 A61B1/045.610 G02B26/10.109.Z		
F-TERM分类号	2H040/CA04 2H040/CA11 2H040/CA13 2H040/CA22 2H040/DA03 2H040/DA14 2H040/DA17 2H045/AE02 2H045/AE05 2H045/BA13 2H045/BA14 4C161/BB02 4C161/CC07 4C161/FF40 4C161/JJ17 4C161/MM10 4C161/NN01 4C161/SS21		
代理人(译)	杉村健二 下地健一 山口佑介		
其他公开文献	JP6203109B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种能够通过简单的方法校正图像畸变的光学扫描型图像形成装置和光学扫描型图像形成方法。光源单元，照明扫描单元，光检测单元，用于通过照明扫描单元给出光的扫描图案的驱动波形，以及用于计算图像构造坐标的操作单元；图像绘制单元6基于由检测单元检测到的光和图像构造坐标绘制图像，并且计算单元为照明扫描单元提供多个不同的光扫描图案和多个不同的图案。通过将当光被扫描时由光电检测器检测到的光的数据与扫描图案进行比较来计算畸变校正数据。进一步，提供步骤：将多个不同的光扫描图案提供给照明扫描部，该照明扫描部扫描来自光源部的光并照射物体；以及当计算部通过多个不同的扫描图案扫描光时进行光检测。通过比较本机检测到的光数据来计算失真校正数据。[选择图]图6

(21) 出願番号	特願2014-89149 (P2014-89149)	(71) 出願人	000000376
(22) 出願日	平成26年4月23日 (2014. 4. 23)		オリンパス株式会社 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
		(74) 代理人	100147485 弁理士 杉村 憲司
		(74) 代理人	100147692 弁理士 下地 健一
		(74) 代理人	100164448 弁理士 山口 雄輔
		(72) 発明者	西村 淳一 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オ リンパス株式会社内
		Fターム(参考)	2H040 CA04 CA11 CA13 CA22 DA03 DA14 DA17 2H045 AE02 AE05 BA13 BA14 最終頁に続く