

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5190267号
(P5190267)

(45) 発行日 平成25年4月24日 (2013. 4. 24)

(24) 登録日 平成25年2月1日 (2013. 2. 1)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 B 1/00 (2006.01)

A 6 1 B 1/00 3 0 0 D

請求項の数 50 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2007-534550 (P2007-534550)
 (86) (22) 出願日 平成16年10月1日 (2004. 10. 1)
 (65) 公表番号 特表2008-514342 (P2008-514342A)
 (43) 公表日 平成20年5月8日 (2008. 5. 8)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2004/031999
 (87) 国際公開番号 W02006/041452
 (87) 国際公開日 平成18年4月20日 (2006. 4. 20)
 審査請求日 平成19年9月5日 (2007. 9. 5)

(73) 特許権者 507107486
 ユニバーシティ・オブ・ワシントン
 アメリカ合衆国・98105-4608・
 ワシントン州・シアトル・11ティエイチ
 アベニュー ノースイースト・4311・
 スイート 500
 (74) 代理人 100064621
 弁理士 山川 政樹
 (74) 代理人 100098394
 弁理士 山川 茂樹
 (72) 発明者 ジョンソン, リチャード・エス
 アメリカ合衆国・98075・ワシントン
 州・サマミシュ・サウスイースト 28テ
 イエイチ ストリート・25524

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 イメージの歪みを減らす再マッピング法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

走査ビーム・デバイスによって獲得された、または生成されたイメージを再マッピング
 する方法であって、

この方法は、

前記走査ビーム・デバイスで人体を除く目標エリアを走査する前に、前記走査ビーム
 ・デバイスの走査パターンを特徴付けるステップと、

イメージを生成するステップとを含み、

前記走査パターンを特徴付けるステップは、

(i) 前記走査パターンで照射スポットを走査するステップと、

(i i) 前記走査パターンにおける選択された複数の時間ポイントで前記走査照射スポ
 ットの位置をキャプチャするステップとを含み、

前記イメージを生成するステップは、

(i) 前記走査パターンにおける複数の時間ポイントで人体を除く目標エリアからの
 後方散乱光をキャプチャするステップと、

(i i) 前記キャプチャされた後方散乱光を、前記走査パターンを特徴付けるステップ
 のサブステップである前記キャプチャするステップ中の前記走査パターンにおける同一の
 時間ポイントに関する前記照射スポットの位置に対応するピクセル位置に配置することに
 より、前記目標エリアのイメージを構築するステップとを含む、前記再マッピングする方
 法。

10

20

【請求項 2】

前記走査ビーム・デバイスは内視鏡である請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記照射スポットはミラーを使用して走査される請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記照射スポットは片持ち光ファイバを使用して走査される請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記照射スポットを走査するステップは、振れ駆動アセンブリを使用して、前記片持ち光ファイバを振れさせることを含む請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記照射スポットを走査するステップは、前記光ファイバを、前記光ファイバの実質的に共振周波数で駆動することを含む請求項 4 に記載の方法。

【請求項 7】

前記振れ駆動アセンブリは圧電駆動アセンブリを含む請求項 5 に記載の方法。

【請求項 8】

前記照射スポットの前記キャプチャされた位置を前記時間ポイントと一緒にルックアップ・テーブルの中に、またはアルゴリズムとして記憶することを含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記照射スポットの前記キャプチャされた位置は、駆動信号の開始の後の前記照射スポットの時刻に基づき、前記ルックアップ・テーブルの中で順次に索引が付けられる請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記照射スポットを走査するステップと、前記走査照射スポットの位置をキャプチャするステップは較正チャンバ内で実行される請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

前記較正チャンバは感光位置センサを含み、走査照射スポットの位置をキャプチャするステップは、前記感光位置センサを使用して実行される請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記走査パターンはらせん走査パターンである請求項 1 に記載の方法。

【請求項 13】

前記走査ビーム・デバイスはディスプレイである請求項 1 に記載の方法。

【請求項 14】

走査ビーム・デバイスから獲得されたデータを再マッピングするためのシステムであって、

プロセッサと、

前記プロセッサによる実行のための複数のコード・モジュールを記憶するように構成された、前記プロセッサに結合されたメモリとを含み、

前記複数のコード・モジュールは、

目標サイトを走査する前に、デバイスの較正のために走査パターンで走査されている照射スポットの位置をキャプチャして、前記走査パターンを特徴付けし、前記位置を走査パターンにおける時間ポイントと同期させるための較正コード・モジュールと、

前記照射スポットの前記キャプチャされた位置を、対応する時間ポイントと一緒に記憶するための記憶コード・モジュールと、

目標サイトのイメージをピクセルごとに構築するためのイメージ・コード・モジュールとを含み、

前記イメージ・コード・モジュールは、複数の時間ポイントで収集された収集済みの後方散乱光を、前記走査パターンにおける対応する時間ポイントの記憶済みのキャプチャされた位置に対応するピクセル位置に配置するように構成された、システム。

【請求項 15】

内視鏡である前記走査ビーム・デバイスをさらに含む請求項 1 4 に記載のシステム。

【請求項 1 6】

照射源が、前記走査ビーム・デバイスの走査要素に照射を送ることを可能にするハードウェアと、

駆動信号で前記走査要素を駆動して、前記照射スポットを前記走査パターンで走査させるハードウェアとをさらに含む請求項 1 4 に記載のシステム。

【請求項 1 7】

前記走査要素はミラーである請求項 1 6 に記載のシステム。

【請求項 1 8】

前記走査要素は光ファイバである請求項 1 6 に記載のシステム。

10

【請求項 1 9】

前記光ファイバを駆動する振れ駆動アセンブリをさらに含む請求項 1 8 に記載のシステム。

【請求項 2 0】

前記振れ駆動アセンブリは、前記光ファイバを、実質的に前記光ファイバの共振周波数で駆動するように構成可能である請求項 1 9 に記載のシステム。

【請求項 2 1】

前記振れ駆動アセンブリは、圧電駆動アセンブリを含む請求項 1 9 に記載のシステム。

【請求項 2 2】

校正チャンバをさらに含む請求項 1 4 に記載のシステム。

20

【請求項 2 3】

前記校正チャンバは感光位置センサを含み、走査照射スポットの位置をキャプチャすることが前記感光位置センサを使用して実行される請求項 2 2 に記載のシステム。

【請求項 2 4】

前記走査パターンはらせん走査パターンである請求項 1 4 に記載のシステム。

【請求項 2 5】

走査ビーム・デバイスの駆動信号を変更する方法であって、この方法は、

(a) 前記走査ビーム・デバイスで目標エリアを走査する前に、前記走査ビーム・デバイスの走査パターンを特徴付けるステップであって、

(i) 照射源が走査要素に照射を送るステップと、

(i i) 駆動信号で前記走査要素を駆動して、照射スポットを走査パターンで走査させるステップと、

30

(i i i) 前記走査パターンにおける複数の時間ポイントで前記走査照射スポットの位置をキャプチャするステップと、

(i v) 出力データを生成するために、前記照射スポットの前記キャプチャされた位置と、前記走査パターンにおける選択された時間ポイントの前記照射スポットの理想的位置を比較するステップとを含む、前記走査パターンを特徴付けるステップと、

(b) 前記照射スポットの前記キャプチャされた位置と、記照射スポットの理想的位置を比較することから生成された出力データを使用して、前記駆動信号の少なくとも一部分を変更して、前記変更された駆動信号が、前記選択された時間ポイントのそれぞれにおける前記理想的位置により近づいて前記照射スポットを走査するようにするステップと、

40

(c) 前記走査パターンにおける複数の時間ポイントで人体を除く目標エリアからの後方散乱光をキャプチャするステップと、そして

(d) 前記キャプチャされた後方散乱光を、前記走査パターンを特徴付けるステップのサブステップである前記キャプチャするステップ中の前記走査パターンにおける同一の時間ポイントに関する前記照射スポットの位置に対応するピクセル位置に配置することにより、前記目標エリアのイメージを構築するステップと

を含む方法。

【請求項 2 6】

前記走査ビーム・デバイスを人体を除く前記目標エリアの付近に位置付け、前記変更さ

50

れた駆動信号で前記走査要素を駆動して、前記目標エリアにわたって前記照射スポットを前記走査パターンで走査させるステップを前記ステップ(c)の前にさらに含む請求項25に記載の方法。

【請求項27】

前記照射スポットの前記キャプチャされた位置と、前記照射スポットの前記理想的位置を比較するステップが、リアルタイムの閉ループ・フィードバック制御システムを使用して、前記変更された駆動信号を生成して、実行される請求項25に記載の方法であって、

前記変更された駆動信号を使用して、前記走査ビーム・デバイスを駆動するステップをさらに含む方法。

【請求項28】

10

前記照射スポットの前記キャプチャされた位置と、前記照射スポットの前記理想的位置を比較するステップが、反復手続きを使用して、前記走査照射スポットの前記キャプチャされた位置が、前記理想的走査パターンにおける前記照射スポットの前記理想的位置に対して確立された許容誤差の範囲に入るまで、前記走査パターンを漸進的に変更することによって実行される請求項25に記載の方法。

【請求項29】

前記走査要素を駆動するステップと、前記走査照射スポットの位置をキャプチャするステップとは、較正チャンバ内で実行される請求項25に記載の方法。

【請求項30】

前記較正チャンバは感光位置センサを含み、走査照射スポットの位置をキャプチャするステップが、前記感光位置センサを使用して実行される請求項29に記載の方法。

20

【請求項31】

前記走査パターンはらせん走査パターンである請求項25に記載の方法。

【請求項32】

前記走査ビーム・デバイスは内視鏡である請求項25に記載の方法。

【請求項33】

前記走査ビーム・デバイスはディスプレイである請求項25に記載の方法。

【請求項34】

前記走査要素はミラーである請求項25に記載の方法。

【請求項35】

30

前記走査要素は光ファイバである請求項25に記載の方法。

【請求項36】

前記走査要素を駆動するステップが、振れ駆動アセンブリを使用して、前記光ファイバを振れさせることを含む請求項35に記載の方法。

【請求項37】

前記振れ駆動アセンブリは圧電駆動アセンブリを含む請求項36に記載の方法。

【請求項38】

前記ファイバを駆動するステップは、前記ファイバを、実質的に前記ファイバの共振周波数で駆動することを含む請求項35に記載の方法。

【請求項39】

40

走査ビーム・デバイスを駆動するのに使用される駆動信号を変更するためのシステムであって、

プロセッサと、

前記プロセッサによる実行のための複数のコード・モジュールを記憶するように構成された、前記プロセッサに結合されたメモリとを含み、

前記複数のコード・モジュールは、

照射スポットを走査パターンで走査するため前記駆動信号で走査要素を駆動し、目標サイトを走査する前に、前記走査パターンにおける複数の時間ポイントで前記走査照射スポットの位置をキャプチャして、前記走査パターンを特徴付けし、前記位置を走査パターンにおける時間ポイントと同期させるための較正コード・モジュールと、

50

出力データを生成するために、前記照射スポットの前記キャプチャされた位置と前記照射スポットの理想的位置を比較するためのコード・モジュールと、

前記照射スポットの前記キャプチャされた位置と、前記照射スポットの理想的位置を比較することから生成された出力データを使用して、前記走査要素の後の駆動において、前記走査照射スポットが、前記照射スポットの前記理想的位置により厳密に対応するように、前記駆動信号を変更するためのコード・モジュールと、そして

目標サイトのイメージをピクセルごとに構築するためのイメージ・コード・モジュール
とを含み、

前記イメージ・コード・モジュールは、前記走査パターンにおける前記複数の時間ポイントで前記走査照射スポットの前記キャプチャされた位置に対応する前記イメージのピクセル位置に収集された後方散乱光を配置するように構成されている
ことを特徴とする前記再マッピングするためのシステム。

10

【請求項 4 0】

内視鏡である前記走査ビーム・デバイスと照射源とをさらに含む請求項 3 9 に記載のシステム。

【請求項 4 1】

前記走査要素がミラーである、前記走査ビーム・デバイスと照射源とをさらに含む請求項 3 9 に記載のシステム。

【請求項 4 2】

前記走査要素が光ファイバである、前記走査ビーム・デバイスと照射源とをさらに含む請求項 3 9 に記載のシステム。

20

【請求項 4 3】

前記走査要素を駆動する振れ駆動アセンブリをさらに含む請求項 4 2 に記載のシステム。

【請求項 4 4】

前記振れ駆動アセンブリは、前記光ファイバを、実質的に前記光ファイバの共振周波数で駆動するように構成可能である請求項 4 3 に記載のシステム。

【請求項 4 5】

前記振れ駆動アセンブリは圧電駆動アセンブリを含む請求項 4 4 に記載のシステム。

【請求項 4 6】

校正チャンバをさらに含む請求項 3 9 に記載のシステム。

30

【請求項 4 7】

前記校正チャンバが感光位置センサを含み、走査照射スポットの位置をキャプチャすることが前記感光位置センサを使用して実行される請求項 4 6 に記載のシステム。

【請求項 4 8】

前記走査パターンはらせん走査パターンである請求項 3 9 に記載のシステム。

【請求項 4 9】

走査ビーム・デバイスによって獲得された、または生成されたイメージの歪みを減らす方法であって、

目標エリアを走査する前に、走査パターンの特徴付けのために照射スポットを走査パターンで走査する駆動信号を提供するステップと、

40

出力データを生成するために、前記走査パターンにおける複数の時間ポイントの前記照射スポットの位置と、前記走査パターンにおける選択された時間ポイントの前記照射スポットの理想的位置を比較するステップと、

前記複数の時間ポイントの前記照射スポットの前記走査パターンが、前記走査パターンにおける選択された時間ポイントの前記照射スポットの理想的位置を含む理想的走査パターンと一致するように、前記複数の時間ポイントの前記照射スポットの位置と、前記選択された時間ポイントの前記照射スポットの理想的位置を比較することから生成された出力データを使用して、前記駆動信号を変更するステップと、

前記変更された駆動信号を使用して、前記照射スポットを再マッピングされた走査パタ

50

ーンで走査するステップと、

前記再マッピングされた走査パターンにおける選択された時間ポイントで前記照射スポットをキャプチャして、保存するステップと、

前記再マッピングされた走査パターンにおける複数の時間ポイントで人体を除く目標エリアからの後方散乱光をキャプチャするステップと、そして

前記再マッピングされた走査パターンにおける前記複数の時間ポイントに対して前記照射スポットの前記保存された位置に対応する前記イメージのピクセル位置に同一の前記複数の時間ポイントでキャプチャされた前記キャプチャされた後方散乱光を配置することにより前記目標エリアのイメージを構成するステップと

を含む方法。

10

【請求項 50】

前記走査ビーム・デバイスを人体を除く目標エリアの付近に位置付けるステップと、そして

前記変更された駆動信号を使用して、前記目標エリアにわたって前記照射スポットを前記再マッピングされた走査パターンで走査するステップと

を前記後方散乱光をキャプチャするステップの前にさらに含む請求項 49 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、一般に、走査ビーム・デバイスによって獲得されるイメージの歪みを減らすための較正方法と再マッピング法に関する。より具体的には、本発明は、走査パターン中に走査要素の位置の不確定性によって生じる歪みを減らすイメージ再マッピング法と駆動再マッピング法に関する。

【背景技術】

【0002】

1つの将来性のあるタイプの走査ビーム・デバイスが走査ファイバ・デバイスである。走査ファイバ・デバイスでは、光が、単一の片持ち光ファイバの終端部から投射される。光ファイバは、光学レンズ系を通して、目標エリアにわたって照射スポットを走査するように、1次元または2次元において走査パターンで振動させられ、走査される。理論上、照射スポットの走査パターンを生じさせた駆動信号を知ることにより、コントローラが、走査パターン全体にわたる照射スポットの正確な位置を知ることが可能になる。したがって、これにより、イメージのピクセルごとの構築が可能になる。走査ファイバ・デバイスが、イメージを形成するのに使用される場合、光ファイバの終端部から投射される光は、目標エリア上で所望のパターンを形成するように、ピクセル位置に応じて走査パターン中に変調させられる。目標エリアのイメージを獲得するのに、照射スポットが目標エリアにわたって走査パターンで走査され、後方散乱光が光センサによって時系列でキャプチャされる。ファイバの動きは、予測可能であるので、感知された光は、目標エリア上の照射スポットのキャプチャの時間位置と互いに関係付けられ、目標エリアの2次元イメージが1ピクセルずつ作成される。いくつかの例示的な走査ファイバ・デバイスが、参照により開示全体が本明細書に組み込まれている、米国特許第6,294,755B1号(Seibel)、米国特許第6,563,105B2号(Seibel)、米国特許出願第2001/0055462A1号(Seibel)、米国特許出願第2002/0064341A1号(Seibel)において説明されている。

30

40

【0003】

しかし、ピクセルごとのイメージを適切に構築するためには、光ファイバなどの走査要素の正確な位置情報が、走査パターンのすべての時間ポイントに関して、コントローラによって知られていなければならない。位置の不正確さ(例えば、照射スポット位置が、しかるべきところでない)は、イメージの歪みをもたらす。理論上、光ファイバを走査するのに使用される駆動信号を知ることにより、コントローラが、走査パターン中のすべての

50

ポイントにおける照射スポットの正確な位置を知ることが可能になるはずである。しかし、実際には、非線形の駆動電子機器、非線形の駆動機構、ファイバ走査システムのイメージング・システムにおける収差、共振周波数の近くにおける走査ファイバ・デバイスの感度、その他の要因などの、環境変数や製造変数が、走査パターン中の照射スポットの位置の不正確さを増大させ、走査ファイバ・デバイスによって構築されるイメージに歪みを加える。

【 0 0 0 4 】

光ファイバは、任意の周波数で走査されるが、ほとんどの実施形態において、駆動信号は、共振周波数における走査が、最小のエネルギー使用量で所望の径方向の変位をもたらすので、光ファイバの共振周波数と実質的に合うように選択される。しかし、共振周波数における走査は、照射スポットが、駆動信号に対して正確に 180 度、位相がずらされる。したがって、光ファイバは、共振周波数のすぐ近くにおける周波数変化に影響されやすい。例えば、駆動信号が、正確に共振周波数にない場合、照射スポットは、180 度の位相ずれから動いて、駆動信号と同相に近づき、これにより、イメージに歪みがさらに加えられる。

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

したがって、必要とされているのは、走査ファイバ・デバイスなどの走査ビーム・デバイスによって作成される、または獲得されるイメージにおけるイメージ歪みを減らすことができる方法、システム、ソフトウェア、キットである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 6 】

本発明は、走査ビーム・デバイスによって獲得される、または生成されるイメージの歪みを減らすための方法とシステムを提供する。

【 0 0 0 7 】

本発明の諸方法は、イメージに生じる歪みが、走査ビーム・デバイスによって実行される各走査パターンに関して繰り返すことを認識する。走査ビーム・デバイスによって生成される照射スポットの実際の走査パターンを校正し、特徴付けることにより、本発明は、実際の走査パターンと期待される、つまり、「理想的」走査パターンの位置の差によって生じる歪みを補償することができる。本発明は、通常、実際の走査パターンが、理想的走査パターンと実質的に合致するように、イメージ自体を再マッピングすること、および/または駆動信号を再マッピングすることにより、その差を補償する。

【 0 0 0 8 】

本発明の校正方法は、通常、校正チャンバ内で実行される。校正チャンバは、走査ビーム・デバイスを受け入れるサイズと形状にされる。校正チャンバは、感光位置センサなどのセンサを含む。走査ビーム・デバイスは、感光位置センサ上に光線を走査するように位置付けられる。感光位置センサは、走査パターンにおける様々な時間ポイントで感光位置センサに当たる走査照射スポットの位置を追跡する。次に、それらの時間ポイントと、照射スポットの対応する位置とが、それらの時間ポイントと、照射スポットの対応する位置とを含むルックアップ・テーブルまたはアルゴリズムの形態で、メモリの中に一時的に、または永久に記憶される。

【 0 0 0 9 】

デバイスの走査パターンが特徴付けられた後、測定された走査パターンと理想的走査パターンの差によって、生じる歪みを補償するように、イメージが再マッピングされ、かつ/または駆動信号が再マッピングされる。

【 0 0 1 0 】

イメージ再マッピング法では、走査パターンが特徴付けられた後（例えば、照射スポットを走査パターンで走査し、走査パターンにおける選択された時間ポイントで、走査照射スポットの位置をキャプチャすること）、走査ビーム・デバイスが目標エリアの付近に位

10

20

30

40

50

置付けられ、照射スポットが、同一の走査パターンで目標エリアにわたって走査される。後方散乱光が、走査パターンにおける複数の時間ポイントで目標エリアからキャプチャされ、目標エリアのイメージが、キャプチャされた後方散乱光を、キャプチャするステップ中の走査パターンにおける同一の時間ポイントに関する照射スポットの位置に対応する、イメージにおけるピクセル位置に配置することによって構築される。

【 0 0 1 1 】

本発明のイメージ再マッピング・システムは、プロセッサに結合されたメモリを含み、そのメモリは、プロセッサによる実行のために複数のコード・モジュールを記憶するように構成される。複数のコード・モジュールは、照射スポットの位置をキャプチャして、その位置を、走査パターンにおけるその位置の時間ポイントと同期させるための校正コード・モジュールと、照射スポットのキャプチャされた位置を、対応する時間ポイントと一緒に記憶するための記憶コード・モジュールと、目標サイトのイメージをピクセルごとに構築するためのイメージ・コード・モジュールとを含み、イメージ・コード・モジュールは、目標エリアからの収集された後方散乱光を、走査パターンにおける対応する時間ポイントの記憶された、キャプチャされた位置に対応する、イメージにおけるピクセル位置に配置するように構成される。

10

【 0 0 1 2 】

駆動信号再マッピング法では、照射スポットの実際の走査パターンが、期待される、つまり、「理想的」走査パターンによりよく似るように、駆動信号が再マッピングされる。駆動信号再マッピング法は、照射源がイメージング要素に照射を送ることと、駆動信号でイメージング要素を駆動して、照射スポットを走査パターンで走査させることを含む。走査照射スポットの位置は、走査パターンにおける複数の時間ポイントでキャプチャされ、照射スポットのキャプチャされた位置が、走査パターンにおける選択された時間ポイントの照射スポットの理想的位置と比較される。この比較は、駆動信号を再マッピングするアルゴリズムの一環として使用される。再マッピングされた駆動信号は、選択された時間ポイントのそれぞれにおける理想的位置に、より近づいて照射スポットを走査する。

20

【 0 0 1 3 】

本発明の駆動信号再マッピング・システムは、プロセッサに結合されたメモリを含む。そのメモリは、プロセッサによる実行のために複数のコード・モジュールを記憶するように構成される。複数のコード・モジュールは、駆動信号でイメージング要素を駆動して、照射スポットを走査パターンで走査させるためのコード・モジュールと、走査パターンにおける複数の時間ポイントで走査照射スポットの位置をキャプチャするためのコード・モジュールと、照射スポットのキャプチャされた位置と照射スポットの理想的位置を比較するためのコード・モジュールと、その比較を使用して、イメージング要素の後の駆動において、走査照射スポットが、照射スポットの理想的位置により厳密に対応するように、駆動信号を再マッピングするためのモジュールとを含む。

30

【 0 0 1 4 】

さらに別の態様では、本発明は、イメージの歪みを減らすために、駆動再マッピング法とイメージ再マッピング法をともに実現する方法とシステムを提供する。そのような方法では、照射スポットを走査パターンで走査するように駆動信号が与えられる。駆動信号は、理想的走査パターンと実質的に一致するように照射スポットの走査パターンを再マッピングする。再マッピングされた駆動信号を使用して、再マッピングされた走査パターンで照射スポットが走査される。照射スポットの位置が、走査パターンにおける選択された時間ポイントでキャプチャされ、その位置情報と時間ポイント情報が保存される。

40

【 0 0 1 5 】

その後、走査ビーム・デバイスが目標エリアの付近に位置付けられる。再マッピングされた駆動信号を使用して、照射スポットが、目標エリアにわたって、再マッピングされた走査パターンで走査される。後方散乱光が、目標エリアから、走査パターンにおける複数の時間ポイントで収集され、その複数の時間ポイントにおいてキャプチャされた、キャプチャ済みの後方散乱光を、再マッピングされた走査パターンにおける同一の時間ポイント

50

に関する照射スポットの保存された位置に対応する、イメージにおけるピクセル位置に配置することにより、目標エリアのイメージが構築される。

【 0 0 1 6 】

本発明のその他の態様、目的、利点は、以下の詳細な説明から明白となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 7 】

本発明は、走査ビーム・システムの走査パターンを校正して、特徴付け、走査ビーム・システムによって構築されるイメージに生じるであろう歪みを減らすようにイメージを再マッピングし、かつ／または駆動信号を再マッピングする方法とシステムを提供する。

【 0 0 1 8 】

本発明の走査ビーム・システムは、走査ビーム・デバイスと、走査ビーム・デバイスを制御するためのベースステーションとを含む。本発明の走査ビーム・デバイスは、様々な形態をとることが可能であるが、通常、イメージを生成するため、または目標エリアのイメージを獲得するための内視鏡、カテーテル、ファイバスコープ、顕微鏡、ポアスコープ、バーコード読み取り装置、イメージ・ディスプレイ、またはその他のデバイスの形態である。本発明の走査ビーム・デバイスは、限定使用デバイス（例えば、使い捨てデバイス）であっても、複数使用デバイスであってもよい。デバイスが、医療用である場合、走査ビーム・デバイスは滅菌できるように、または使用のために密閉封止されたパッケージとして提供されるかのいずれかによって、一般に、無菌である。

【 0 0 1 9 】

本発明の走査ビーム・デバイスは、目標エリア上に光線を走査するための走査要素を含む。走査要素は、好ましくは、単一の片持ち光ファイバを含むが、他の諸実施形態では、走査要素は、MEMS（微小電子機械システム）、ガルバノメータ、ポリゴン、互いに対して動かされる複数の光学素子などの、ミラーの形態をとってもよい。以降の説明は、目標サイトのイメージを獲得するために使用される走査ファイバ・デバイスに関心を絞るが、本発明は、前述したその他のデバイスも含むことが理解されよう。

【 0 0 2 0 】

図1および図2は、本発明に含まれる走査ビーム・システム10を示す。走査ビーム・システム10は、ベースステーション12と、走査ビーム・デバイス14とを含む。走査ビーム・デバイス14は、ベースステーションの入力インタフェース18に結合するように構成されたコネクタ部材16を含む。入力インタフェース18にコネクタ部材16を結合することにより、ベースステーション12の諸要素と、走査ビーム・デバイス14の関連する諸要素との間の、電源バス、駆動信号バス、検出器バス、照射バス、および／またはデータ通信バスが生成される。

【 0 0 2 1 】

図1に示されるとおり、ベースステーション12は、走査ビーム・デバイス14の作動を制御し、イメージの生成を制御することができるゲート・アレイ（図示せず）を含む1つまたは複数のマイクロプロセッサおよび／または1つまたは複数の専用電子機器回路を有するコントローラ20を、通常、含む。また、コントローラ20は、スキャナ駆動電子機器回路、検出器増幅器、およびA/D変換器（図示せず）も含んでもよい。コントローラ内の駆動電子機器回路と、メモリの中に記憶されたソフトウェア・モジュール群は、走査ビーム・デバイス14に関するカスタマイズされた制御ルーチンを提供するのに使用される。当業者には理解されるとおり、本発明の諸方法は、ソフトウェア・モジュール群および／またはコントローラ内の電子機器回路ハードウェアによって実行される。

【 0 0 2 2 】

コントローラ20は、通信バス（図示せず）を介してベースステーション12内部の複数の要素と通信する。通信バスは、通常、コントローラ20、電源供給装置22、メモリ24、ユーザ・インタフェース26、1つまたは複数の光源28、1つまたは複数の出力ディスプレイ30、感光位置センサ82の間における電気通信を可能にする。オプションとして、走査ビーム・デバイス14が検出アセンブリを含む場合、ベースステーション1

10

20

30

40

50

2 は、コントローラ 20 と通信する別個のイメージ記憶デバイス 32 を含むことが可能である。代替の諸実施形態では、イメージ記憶デバイス 32 は、単にメモリ 24 内部のモジュールであってもよい。理解することができるとおり、本発明のベースステーション 12 は、多種様々であり、図 1 に示されているより少ない、または多い要素を含んでもよい。

【0023】

使用される特定の走査ビーム・デバイス 14 に依存して、光源 28 は、連続光線、変調された光線、またはパルス光線を放射する。ベースステーション 12 は、異なる照射能力を有する異なる走査ビーム・デバイスを動作させることができるように、複数の異なる光源 28 を含むことがある。光源 28 は、赤の光源、青の光源、緑の光源（本明細書では、ひとまとめに「RGB 光源」と呼ぶ）、IR 光源、UV 光源、および / または高輝度レーザ源（通常、治療用走査ビーム・デバイス向けの）の 1 つまたは複数を含むことが可能である。光源 28 自体が、第 1 のモード（例えば、連続光線）と第 2 のモード（例えば、パルス光線）の間で切り替え可能であるように構成されてもよい。参照を容易にするため、光源内の他の従来の諸要素は、示していない。例えば、RGB 光源が使用される場合、光源は、異なる光を組み合わせるから、光が光ファイバ 50 に入るようにするコンバイナを含むことが可能である。さらに、光源 28 は、図 2 で、ベースステーション 12 とは別個であるものとして示されているが、他の諸実施形態では、光源 28 は、ベースステーション 12 内部に組み込まれてもよいことを理解されたい。

【0024】

メモリ 24 は、ソフトウェア・モジュール、ルックアップ・テーブル、走査ビーム・デバイス 14 の動作や較正を制御するアルゴリズムを記憶するために使用される。走査ビーム・デバイス 14 を制御するためにコントローラ 20 によって使用される制御ルーチンは、通常、接続されたデバイスの動作パラメータ（例えば、共振周波数、電圧限度、ズーム能力、色能力など）を適合させるように構成可能である。後段で述べるとおり、メモリ 24 は、走査ビーム・デバイスの検出器群 46 から受け取られたイメージ・データを記憶するために使用され、再マッピング・ルックアップ・テーブルとアルゴリズム、再マッピングされた駆動信号、ファイバ走査デバイスのパラメータなども、所望の場合、メモリ 24 の中に記憶される。

【0025】

参照を容易にするため、ベースステーション 12 内の他の従来の諸要素は、示していない。例えば、本発明のベースステーション 12 の諸実施形態は、通常、増幅器、D/A 変換器と A/D 変換器、クロック、波形発生器などの従来の諸要素を含む。

【0026】

本発明の走査ビーム・デバイス 14 は、目標エリア 36 上に光線を送り、走査するための走査要素 34 を含む。光源 28 から走査要素 34 に照射を送るように、通常光ファイバの形態の導波路 38 が光源に光結合される。駆動アセンブリ 40 が、走査要素 34 に結合され、コントローラ 20 から受け取られた駆動信号に応じて走査要素 34 を作動させるように適合される。オプションとして、走査ビーム・デバイス 14 は、走査ビーム・デバイス 14 の識別データまたはパラメータ・データを記憶するための不揮発性メモリ 39 を含むことが可能である。

【0027】

好ましい実施形態では、走査要素 34 は、片持ち光ファイバ 50 である。光ファイバ 50 は、近位部分 52 と、遠位先端部 56 を含む遠位部分 54 とを含む。光ファイバ 50 は、通常、片持ちにされるように光ファイバの少なくとも 1 つの箇所で固定されて、遠位部分 54 が自由に振れることができる。そのような実施形態では、光ファイバの近位部分 52 は導波路 38 であり、光源 28 から光を伝達する。理解することができるとおり、他の諸実施形態では、別個の導波路 38 が、光ファイバの近位部分 52 に光結合されて、光源 28 からの光が、光ファイバ 50 に入り、遠位先端部 56 から出るように誘導される。

【0028】

光ファイバ 50 は、任意の所望の寸法と断面形状を有することが可能である。光ファイ

10

20

30

40

50

バ５０は、デバイスの所望の特性に応じて、対称的な断面の形を有しても、非対称的な断面の形を有してもよい。丸い断面を有する光ファイバ５０は、任意の２つの直交軸のまわりで実質的に同一の共振特性を有するのに対して、非対称的な断面（例えば、楕円）を有する光ファイバは、長軸のまわりと短軸のまわりで異なる共振周波数を有する。所望の場合、光ファイバ５０は、直線的にまたは非直線的に先細りになっていてもよい。

【００２９】

光ファイバの遠位部分５４の振れを実現するのに、光ファイバ５０の片持ちされた遠位部分５４は、駆動アセンブリ４０に結合される。図３Ａに示されるとおり、駆動アセンブリ４０は、通常、片持ちされた遠位部分５４を、共振周波数のＱ因子の範囲内で、好ましくは、アセンブリ４０の機械的共振周波数または振動共振周波数（またはその共振周波数の高調波）で、１次元または２次元の走査パターンにおいて駆動する。理解できるとおり、走査要素３４は、実質的に共振周波数で駆動されなくてもよいが、走査要素３４が、要素３４の共振周波数で走査されない場合は、走査パターンのための所望の径方向の変位をもたらすのに、より多くの量のエネルギーが必要とされる。１つの好ましい実施形態では、駆動アセンブリは圧電駆動アセンブリである。コントローラ２０からの駆動信号が、所望の信号を駆動アセンブリ４０に送る。照射スポットが所望の走査で動かされるように、駆動信号によって、圧電駆動アセンブリが、光ファイバ５０の遠位先端部５６を振れさせる。好ましい駆動アセンブリは、圧電アセンブリであるが、代替の諸実施形態では、駆動アセンブリ４０は、永久磁石、電磁石、静電ドライブ、音波ドライブ、電気機械ドライブなどを含んでもよい。

【００３０】

様々な異なる走査パターンが駆動信号によって実現される。図３Ｂは、本発明に含まれる１つの２Ｄらせん走査パターンを示す。水平正弦波振動駆動信号６２と垂直正弦波振動駆動信号６４を同期させることによってらせん走査パターン６０が生じる。図示される例示的な信号は、三角形パターンで振幅変調されている。通常、水平駆動信号と垂直駆動信号は、それらの信号の間に９０度の位相ずれを有して駆動される。光ファイバが、円形である場合、水平共振振動と垂直共振振動は、同一の周波数で、等しい振幅である（ただし、やはり、９０度、位相がずれている）。図３Ｂに示される駆動信号は、本明細書で、「三角形振幅変調正弦波」と呼ばれる。そのような駆動信号は、中心点から開始して、最大直径の円が生じさせられるまで、照射スポットを外向きにらせん状に動かす。その円の最大直径は、ランプの頂点における正弦波の振幅（とファイバの機械的性質）によって制限される。オプションとして、三角形振幅変調正弦波の減少部分を使用して、照射スポットが、中心点に向かって戻るように内向きにらせん状に動くようにさせてもよい。理解できるとおり、後方散乱光は、増大する走査パターンと、縮小する走査パターンのいずれか１つだけにおいてキャプチャされてもよいが、所望の場合、照射スポットからの後方散乱光は、増大する走査パターンと、縮小する走査パターンの両方においてキャプチャされることが可能である。理解できるとおり、らせん走査パターンは、走査パターンの単に一例に過ぎず、回転プロペラ走査パターン、ラスタ走査パターン、ライン・パターンなどの、他の走査パターンが、本発明によって目標エリア上で照射スポットを走査するのに使用されてもよい。

【００３１】

図２を再び参照すると、デバイス１４は、オプションとして、イメージング光を集束させる１つまたは複数のレンズ５８を光ファイバ５０の遠位端近くに含み、より良好な分解能および／または向上したＦＯＶをもたらすことが可能である。レンズ５８は、走査ファイバ・デバイス１４の外側筐体（図示せず）に結合されて、光ファイバの走査遠位端５６に対して固定されることが可能であり、かつ／またはレンズ５８は、筐体（図示せず）に対して可動であってもよい。

【００３２】

検出アセンブリ４４が、コントローラと通信する１つまたは複数の検出器を含む。検出器は、通常、増幅器とＡ／Ｄ変換器（図示せず）を介してコントローラに結合される。コ

ントローラ（またはコントローラ内部の駆動電子機器回路）は、検出アセンブリ 44 によるデータ獲得のためのタイミング信号を与える同期パルスを供給する。さらに、または代替として、別個のクロック回路（図示せず）が、検出された光を、走査パターンにおける時間ポイントに対応させるのに使用されてもよい。検出アセンブリ 44 は、走査ファイバ・デバイスの筐体上、または筐体内部のどこにでも配置されることが可能であるが、通常目標エリア 36 から反射された後方散乱光をキャプチャするように、光ファイバ 50 の遠位部分 54 に隣接して配置される。検出アセンブリ 44 は、目標エリア 36 からの後方散乱光を受け取る 1 つまたは複数の個々の検出器を含む。例えば、検出アセンブリは、リード線（図示せず）を介してベースステーション 12 に伝送される電気信号を生じさせる光検出器（受光器などの）を含む。代替として、検出アセンブリ 44 は、目標エリアから反射された光をベースステーション 12 内の受光器に伝達する 1 つまたは複数の集光ファイバ（図示せず）を含んでもよい。

【0033】

走査ファイバ・デバイス 14 を使用して目標エリア 36 のイメージを獲得するのに、光が、導波路 38 を介して光源 28 から送られ、目標エリア 36 に照射スポット 42 を形成するように、光ファイバの遠位端 56 から投射される。駆動信号が、電源供給装置を介して送られて、圧電駆動アセンブリ 40 が、実質的に光ファイバの共振周波数で光ファイバを振動させて、照射スポットを走査パターンで目標エリア 36 にわたって走査させる。目標からの後方散乱光が、検出アセンブリ 44 によって順次に収集されて、その光の収集時刻が、走査パターンにおける、その光の時間ポイントと同期させられる。走査パターンのすべてのポイントにおける照射スポットの知られている位置に基づき、順次に収集された光が、次に、走査パターンのその特定の時間における照射スポットの位置に対応するピクセル位置に配置されて、目標エリアのイメージが 1 ピクセルずつ構築される。

【0034】

実際の走査中にレンズを通過した後の照射スポットの位置が、走査パターンの実質的にすべての時間ポイントに関する「理想的」らせん走査パターンと実質的に一致する場合、キャプチャされた後方散乱光は、構築されるイメージ上の適切なピクセル位置に正確に配置され、目標エリアの構築されたイメージは、目標エリアのイメージを正確に再現する。しかし、様々な要因が、走査パターン中の照射スポットの位置に影響を与え、照射スポットの実際の走査パターンは、必ずしも理想的走査パターンと一致するわけではない。例えば、光ファイバの両方の軸が、同一の、またはほぼ同一の共振周波数を有する場合、一方の駆動軸から他方の駆動軸にエネルギーが漏れて、走査パターン中の照射スポットの位置に影響を与える可能性がある。また、光ファイバの共振周波数は、駆動信号の振幅とともにわずかに変化して、走査パターン中の照射スポットの位置にさらに影響を与える可能性がある。さらに、環境要因、非線形の駆動電子機器回路、駆動アセンブリの特性の経時変化、共振周波数位相問題、レンズ歪み、および / またはデバイスの光学系の収差が、走査パターン中の照射スポットの位置に影響を与えることもある。

【0035】

したがって、実線のらせんが理想的走査パターン 66 の照射スポットの経路を示し、破線のらせんが合致しない走査パターン 68 の照射スポットの経路を示す図 4 に示されるとおり、照射スポットの実際の位置は、走査パターンの期待される「理想的」位置と必ずしも合致するわけではない。例えば、図 4 A に示されるとおり、走査パターンの開始後の第 1 の指定された時間ポイント (t_1) で、照射スポットが、理想的走査パターンをたどる場合、照射スポットは、位置 y_1, z_1 にあるはずである。しかし、前述した諸要因のため、実際の走査パターン中、時刻 t_1 における照射スポットは、実際には、位置 y'_1, z'_1 にある。このため、イメージの再構築中、キャプチャされた後方散乱光（例えば、イメージ・ピクセル）を、走査パターンにおける選択された時間ポイントのそれぞれにおける、その光の正しいピクセル位置に配置するのではなく、（例えば、実際の位置、 $y'_1, z'_1, y'_2, z'_2, \dots, y'_n, z'_n$ ）キャプチャされた後方散乱光は、その光の理想的ピクセル位置（例えば、 $y_1, z_1, y_2, z_2, \dots, y_n, z_n$ ）に誤って配置される。理解するこ

10

20

30

40

50

とができるとおり、 y_n, z_n が、 y'_n, z'_n と実質的に等しくはない場合、理想的位置にピクセルを配置することにより、色収差、位相歪み、径方向の歪み（例えば、らせん間の等しくない間隔）などの、構築されたイメージの歪みが生じる。

【0036】

実際の照射スポット走査パターンが理想的走査パターンと合致しなくても、照射スポットが実質的に共振周波数で走査された場合、実際の走査パターンと理想的走査パターンの差は、各走査に関して繰り返される。照射スポットの理想的走査パターンと実際の走査パターンの差によって生じるイメージの歪みを小さくするのに、本発明は、構築されたイメージから歪みを取り除く走査パターン較正方法と、複数の再マッピング法を提供する。

【0037】

本発明の較正方法は、照射スポットの実際の走査パターンを特徴付ける。本発明の再マッピング法は、較正方法を使用して走査方法を調整し、イメージの歪みを小さくする。本発明の様々な再マッピング法は、個々に使用されても、一緒に使用されてもよい。

【0038】

本発明の再マッピング法は、ルックアップ・テーブルまたはアルゴリズムを使用して、イメージの歪みを小さくする。ルックアップ・テーブルまたはアルゴリズムは、様々な異なるコンピュータ可読媒体上に記憶される。例えば、再マッピング較正が、イメージング手続きの直前にベースステーション12における操作者によって行われる場合、ルックアップ・テーブルは、ベースステーション12内のメモリ24の中に記憶される。代替として、較正が、製造中に実行される場合、ルックアップ・テーブルは、走査ファイバ・デバイス14上の不揮発性メモリ39の中に記憶されてもよい。ファイバ走査デバイス内の不揮発性メモリのより完全な説明は、参照により開示全体が本明細書に組み込まれている、「Configuration Memory for a Scanning Beam Device」（整理番号016336-002900US）という名称の、本願と同時に出版した、同時係属の、本発明の所有者が所有する米国特許出願第 号に記載されている。さらに別の実施形態では、ルックアップ・テーブルは、LAN（ローカル・エリア・ネットワーク）、WAN（ワイド・エリア・ネットワーク）、またはインターネットなどの、ネットワークを介してコントローラによってリモートでアクセスされる中央データベースの中に記憶されてもよい。さらに他の諸実施形態では、ルックアップ・テーブルは、走査ファイバ・デバイス14と一緒に出荷されるコンピュータ可読媒体（例えば、CD、DVD、フロッピー（登録商標）・ディスクなど）の中に格納されてもよい。

【0039】

理解することができるとおり、再マッピング・ルックアップ・テーブルとアルゴリズムは、個々の走査ファイバ・デバイスに固有である。このため、本発明の再マッピング法は、照射スポットの実際の走査パターンを特徴付けるように走査ファイバ・デバイスをまず、較正する。走査パターンの特徴付けは、理想的駆動信号を使用して、照射スポットを走査して、走査パターン中の選択された時間ポイントにおける照射スポットの実際の位置をキャプチャすることによって実行される。キャプチャされた位置は、走査パターンにおけるそれらの位置の時間ポイントと同期させられ、それらの時間ポイントと、照射スポットのキャプチャされた位置とが、ルックアップ・テーブルの中で、またはアルゴリズムにおいて使用される。

【0040】

図1と図5に示されるとおり、実際の走査パターンの特徴付けは、通常、較正チャンバ80内で実行される。較正チャンバ80は、ベースステーション12の一部として形成されても、ベースステーション12とは別個であっても、あるいは製造業者の試験機器（図示せず）の一部として組み込まれてもよい。較正チャンバ80は、走査ファイバ・デバイスの予期される環境に適合するように環境的に制御されることもある。較正チャンバ80は、走査ファイバ・デバイス14の少なくとも遠位部分を受け取るようなサイズにされ、走査ファイバ・デバイスを、較正チャンバ80の中央に実質的に位置付けるホルダ（図示せず）を有することが可能である。較正チャンバ80は、コントローラに結合された光検出

10

20

30

40

50

器を有する。光検出器は、好ましくは、走査パターン中に照射スポットの位置をキャプチャするPSD（位置感知検出器）82である。使用中、コントローラは、走査パターンを開始するように構成される。PSD 82からのアナログ信号が、A/D変換器（図示せず）を介してコントローラ内の専用の特化されたハードウェア電子機器回路に送られ、コントローラは、位置データを、走査パターンの時間ポイントと一致させる。オプションとして、校正チャンバは、温度コントローラと、そのコントローラに結合された温度センサとを有する。コントローラは、走査ファイバ・デバイスの走査パターンの特徴付けの前または後に、校正チャンバの温度を測定し、かつ/または調整するように構成されることが可能である。

【0041】

10

走査ファイバ・デバイス14の特性は、異なる動作モード（例えば、異なるズーム・レベルなど）において異なる形で作用する、または異なる環境条件（例えば、温度など）において異なる形で作用することもあるため、走査ファイバ・デバイスが、選択された動作モードおよび/または環境条件のいくつか、またはすべてに関して、校正チャンバ80の中に入っている際に、別々のルックアップ・テーブル、または別々のアルゴリズムを生成させてもよい。選択された動作モードまたは環境条件だけが、ルックアップ・テーブルを生成するのに使用される場合、本発明のコントローラ群は、生成されたルックアップ・テーブル間と、生成されたアルゴリズム間で補間を行って、他のモードや条件のためのルックアップ・テーブルを生成するように構成されることが可能である。

【0042】

20

例えば、一構成では、異なるズーム・レベルに対して別々のルックアップ・テーブルが存在してもよい。ズームは、一般に、走査の振幅を小さくするように、駆動アセンブリ40に送られる最大駆動電圧を低減することによって達せられる。しかし、異なる電圧が、光ファイバと照射スポットにおける単純な振幅の変化以外の、異なる位置の違いをもたらすことも可能である。このため、異なるズーム・レベルに関して異なるルックアップ・テーブルを有することが望ましいであろう。ズーム能力は、多数のルックアップ・テーブルまたはアルゴリズムでメモリが過負荷にならないように、特定のズーム・レベルに制限されてもよい。所定の間隔のズーム・レベルに関する所定の数のルックアップ・テーブルを設けてもよく、それらの所定のズーム・レベルの中間のいずれの特徴付けられていないズーム・レベルも、間隔の開いたズーム・テーブルの間で補間することにより、コントローラによってルックアップ・テーブルを生成させることが可能である。

30

【0043】

さらに、予期される異なる環境条件のための、異なる再マッピング・テーブルまたはアルゴリズムが存在してもよい。例えば、システム10内のメモリが、様々な異なる温度または温度範囲に関する再マッピング・ルックアップ・テーブルまたはアルゴリズムを含むことが可能である。そのような諸実施形態では、走査ファイバ・デバイス14は、光ファイバ50の遠位先端部56付近の温度を測定するように構成され、温度信号をコントローラに送って、コントローラが、いずれのルックアップ・テーブルまたはアルゴリズムを使用すべきかを知るようにするように構成された温度センサ（図示せず）を含む。ズーム・テーブルと同様に、2つ以上の温度または温度範囲に関してだけルックアップ・テーブルを生成することが望ましいであろう。残りの温度または温度範囲に関するルックアップ・テーブルを生成するために、その2つ以上の温度に関するルックアップ・テーブルが、その後、補間される。

40

【0044】

図5、図6は、本発明に含まれる1つの簡略化されたイメージ再マッピング法を示す。このイメージ再マッピング法における最初のステップは、走査ファイバ・デバイスの実際の走査パターンを特徴付ける、ステップ100を含む。好ましい実施形態では、特徴付けステップ100は、ステップ102で、走査ファイバ・デバイスを校正チャンバ80の中に入れること（図5参照）によって実行される。ステップ104において照射源28が、有効にされて、光が、光ファイバ50を介して送られる。ステップ106において駆動信

50

号が、圧電アセンブリに送られて、照射スポットが、図 3 B に示されたらせん走査パターンなどの、走査パターンで走査される。ステップ 108、110 において照射スポットの位置は、走査パターンの所望のイメージ・キャプチャ部分の選択されたポイント (t_1 、 t_2 、 t_3 ... t_n) で、較正チャンバ 80 内のセンサ 82 によってキャプチャされ、メモリ内でルックアップ・テーブルの中に一緒に保存される。照射スポットの任意の所望の数の位置がキャプチャされる。通常、時間ポイントは、アンダーサンプリングされ、走査パターン全体にわたって互いに等間隔にされる。その後、キャプチャされた時間ポイント間で補間を行って、ルックアップ・テーブルに関する残りのポイントを得ることが望ましいであろう。走査パターンにおけるすべてのポイントは生成しないことにより、より遅い D/A を使用してもよく、システム 10 の全体的な費用が低減される。図 4 A に示されるとおり、理想的には、キャプチャされるポイントのタイミングは、イメージ・ピクセルをキャプチャするのに使用されるのと同じのタイミングに設定され、キャプチャされた位置データには、ルックアップ・テーブルの中で、駆動信号の開始 / 走査の開始を過ぎた時刻または数で索引が付けられる。

【0045】

オプションとして、走査パターンの特徴付け中に雑音の効果を抑えるために、走査パターンを複数回繰り返し、照射スポットの位置をキャプチャすることを複数回実行してもよい。その後、コントローラが、各時間ポイント (t_1 、 t_2 ... t_n) に対する照射スポットの平均位置 ($y_{n,avg}$ 、 $z_{n,avg}$) を計算し、その平均位置をルックアップ・テーブルの中に保存し、またはアルゴリズムの中で使用する (図 4 A 参照)。

【0046】

走査パターンが特徴付けられた後、走査ファイバ・デバイスを使用される準備が整っている。走査ファイバ・デバイスが、内視鏡である場合、走査ファイバ・デバイスは、身体の中を進み、目標エリア (例えば、身体の内腔、身体の空洞、中空の臓器など) 付近に位置付けられる。特徴付けステップ (ステップ 100) において照射スポットを走査するのに使用されるのと同じの駆動信号が、目標エリアにわたって照射スポットを走査するのにも使用される。次に、目標エリアからの後方散乱光が順次に収集される、ステップ 112。その後、イメージ再構築中に、イメージ・ピクセルを、理想的走査パターンにおける時間ポイントに基づいて、それらのピクセルの理想的ピクセル位置に配置するのではなく、走査パターンの対応する時間ポイント (t_1 、 t_2 ... t_n) のそれぞれに関して、較正

【0047】

図 7 A は、イメージ再マッピングの前のイメージを示し、図 7 B は、イメージ再マッピングの後のイメージを示す。

【0048】

図 8 は、本発明に含まれる駆動再マッピング法を概略で示す。イメージ再マッピング法と同様に、図 8 の駆動再マッピング法は、走査パターンを特徴付けることを含む、ステップ 120。前述の場合と同様に、特徴付けステップ 120 は、ステップ 122 で、走査ファイバ・デバイスを較正チャンバ 80 の中に入れること (図 5 参照) によって実行される。照射源 28 が有効にされて、光が光ファイバ 50 を介して送られる、ステップ 124。駆動信号が、圧電アセンブリ 40 に送られて、光ファイバ 50 を、図 3 B に示されるらせん走査パターンなどの、走査パターンで走査する、ステップ 126。照射スポットの位置は、走査パターンの所望のイメージ・キャプチャ部分の選択されたポイント (t_1 、 t_2 、 t_3 ... t_n) で、較正チャンバ 80 内のセンサ 82 によってキャプチャされ、オプションとして、メモリ内でルックアップ・テーブルの中に一緒に保存される (一時的に、または永久に)、ステップ 128、130。所望の場合、時間ポイントのそれぞれに対応する「理想的」ポイント (例えば、 y_n 、 z_n) も、ルックアップ・テーブルの中に保存される。

【0049】

ステップ 1 3 2 で、キャプチャされたポイントが、ルックアップ・テーブルの中の時間ポイントのいくつか、またはすべてにおける理想的ポイント（例えば、実際の走査パターンが、理想的走査パターンをたどった場合、照射スポットの位置）と比較される。次に、この比較を利用して、元の駆動信号が再マッピングされる、または別の形で変更される（ステップ 1 3 4）。駆動信号は、変更された駆動信号が、光ファイバを駆動するのに使用された際、照射スポットの位置が、元の「理想的」駆動信号の理想的位置と実質的に一致するように変更される。次に、変更された駆動信号は、新たな駆動信号として、その後、光ファイバを駆動するのに使用されるルックアップ・テーブルとして記憶される。代替として、元の駆動信号を変更するアルゴリズムが、メモリの中に記憶されてもよい、ステップ 1 3 6。

10

【 0 0 5 0 】

駆動信号を変更するのに様々な異なる方法が使用できる。例えば、コントローラ内の専用電子ハードウェアの形態のリアルタイム閉ループ・フィードバック制御が較正チャンバに結合されて、測定される走査パターンが理想的走査パターンの所定の許容差の範囲内に入るまで、リアルタイム制御ループを制御し、実施する。その後、フィードバック制御ループによって光ファイバを駆動するのに使用された駆動信号が、キャプチャされ、変更された駆動信号として使用される。

【 0 0 5 1 】

駆動信号を変更する別の方法は、走査ファイバ・デバイスのパラメータ特性を使用すること、およびそのようなパラメータ特性をソフトウェア・アルゴリズムに入力して、所望の走査パターン（すなわち、理想的走査パターン）とする駆動信号を計算することを含む。そのような諸実施形態では、走査ファイバ・デバイスのパラメータ特性は、走査ファイバ・デバイス 1 4 上のメモリ 3 9 の中に、ベースステーション 1 2 のメモリ 2 4 の中に、またはネットワークを介してアクセスされるリモート・データベースの中に記憶される。

20

【 0 0 5 2 】

理想的駆動信号を変更するさらに別の方法は、駆動信号に対する各漸進的変化が、理想的走査パターンにより近づくように走査パターンを変更するよう、駆動信号を漸進的に変更する反復方法を使用することを含む。駆動信号に対する漸進的変更は、もたらされる走査パターンが、所定の許容誤差限度の範囲内に入るまで続けられることが可能である。測定された走査パターンが、そのような限度の範囲に入ると、その駆動信号が、キャプチャされ、その後、変更された駆動信号として使用される。この反復方法は、リアルタイム制御ループより遅いが、そのような方法は、計算上の要件がはるかに少なく、より遅い、それほど高価でないコントローラを使用することができる。さらに、この反復方法は、専用のリアルタイム電子ハードウェアではなく、ソフトウェア・モジュールを使用して実行されてもよい。

30

【 0 0 5 3 】

理解することができるのとおり、駆動信号を変更するのに使用される前述の方法は、単に例であり、駆動信号を変更する他の従来の、または独自の方法が、本発明によって使用される。

【 0 0 5 4 】

変更された駆動信号がキャプチャされて、ルックアップ・テーブルとして、または元の駆動信号を変更する数式 / アルゴリズムとしてメモリの中に記憶された後、走査ファイバ・デバイスは、使用される準備が整う。走査ファイバ・デバイスが、内視鏡である場合、走査ファイバ・デバイスは、身体の中を進み、目標エリア（例えば、身体の内腔、身体の空洞、中空の臓器など）付近に位置付けられる。照射スポットが、変更された駆動信号を使用して走査されて、後方散乱光が順次に収集される、ステップ 1 3 8。その後、イメージ再構築中、イメージ・ピクセルは、走査パターンにおける時間ポイントに基づき、それらのピクセルの理想的ピクセル位置に配置される、ステップ 1 4 0。

40

【 0 0 5 5 】

有利には、図 8 に示される駆動再マッピング法は、図 6 に示されるイメージ再マッピン

50

グ法と比べて、はるかに小さいルックアップ・テーブルを要する。例えば、各らせんに関して任意の数のポイントを使用することが可能であるが、らせん当たりの「駆動ポイント」の通常の数、約 20 ポイントから約 50 ポイントまでの間であるのに対して、らせん当たりの「ピクセル・ポイント」の通常数は 2000 以上である。このため、ポイント当たり 2 つの 16 ビット語（例えば、1 つの「Z」と 1 つの「Y」の駆動値またはピクセル位置）を有する 250 らせんのイメージに関して、らせん当たり 40 ポイントの駆動再マッピングは、40 KB の情報しか要さない。これに対して、らせん当たり 2000 ポイントのイメージ再マッピングは、2 MB を超える情報を要する。理解することができるとおり、本発明の諸方法は、以上のポイント数とらせん数に限定されず、任意の数の所望の駆動ポイントとらせんを使用することが可能である。

10

【0056】

イメージ再マッピング法は、より多くのメモリを要求するが、イメージ再マッピング法は、さらなる利点をもたらす。例えば、イメージ再マッピング法は、実施するのが単純明快であり、実現するのにコントローラに要求する計算能力はるかに少ない。さらに、イメージ再マッピングは、レンズにおける収差によって生じる 3 つの同時の表色系における色収差を補正することができる。例えば、レンズにおける収差により、異なる色（例えば、赤、緑、青）に関する異なる照射スポットが、目標エリア上に実際に置かれる可能性がある。各色に対して別々のイメージ再マッピング・ルックアップ・テーブルを計算することにより、イメージ再マッピング中に、色収差の大半を除去することができる。有利には、本発明のイメージ再マッピング法は、色収差を除去することができるため、本発明のシステムは、最高品質のレンズを要求せず、それほど高価でないレンズを、イメージを低下

20

【0057】

図 9 は、構築されたイメージの歪みを減らすために、駆動再マッピング法とイメージ再マッピング法をともに使用する方法を示す。駆動再マッピング法は、径方向の歪みを除去すること、およびイメージ再マッピングで生じる可能性がある満たされていないピクセルのいくつかを防止するのに有効である。このため、一緒に使用されると、組み合わせられた方法は、イメージから径方向の歪みと、位相歪みを除去することがより完全にできる。図 9 に示されるとおり、本方法は、前述した駆動再マッピング法を適用して、元の駆動信号を変更する / 再マッピングするステップ 150 を含む。駆動信号の再マッピングは、一般に、図 8 に示された方法のステップ 120 ~ 136 を含む。再マッピングされた駆動信号は、メモリの中に記憶され、理想的走査パターンと実質的に合致する径方向パターンで走査するよう、照射スポットを強制するように、光ファイバを駆動するのに使用される、ステップ 152。理解することができるとおり、再マッピングされた駆動信号は、通常、理想的走査パターンを実際の走査パターンと完全には合致させず、いくつかの違いが、依然として残る。実際の走査パターンと理想的走査パターンの違いによって生じる残りの歪みを除去するのに、実際の走査パターン（変更された駆動信号からの）が、選択されたポイント（ t_1 、 t_2 、 t_3 ... t_n ）で、較正チャンバ 80 内のセンサ 82 によってキャプチャされて、特徴付けられる、ステップ 154。照射スポットの位置と時間ポイントが同期されて、メモリの中にルックアップ・テーブルまたはアルゴリズムとして一緒に保存される、ステップ 156。

30

40

【0058】

走査パターンが、特徴付けられた後、走査ファイバ・デバイスは、使用される準備が整う。走査ファイバ・デバイスが、目標エリアの付近に位置付けられ、変更された駆動信号を使用して、照射スポットが、目標エリアにわたって、走査される。次に、後方散乱光が、目標エリアから、順次に収集される、ステップ 158。その後、イメージ再構築中に、イメージ・ピクセルを、理想的走査パターンにおける時間ポイントに基づく、それらのピクセルの理想的ピクセル位置に配置するのではなく、イメージ・ピクセルは、走査パターンの対応する時間ポイント（ t_1 、 t_2 ... t_n ）のそれぞれに対して、キャプチャリングステップ 154 において見出された、キャプチャされた位置（例えば、 y'_1 、 z'_1 、 y

50

$'_2, z'_2 \dots y'_n, z'_n)$ に配置される、ステップ 160。

【0059】

次に、図10を参照すると、本発明はキット300も含む。キット300は、SFD（走査ファイバ・デバイス）14（内視鏡などの）と、IFU（使用説明書）302と、少なくとも1つのパッケージ304とを含む。オプションとして、キット300は、SFD 14と一体になっている（不揮発性メモリ39などの）、またはSFDとは別個である（例えば、CD、DVD、フロッピー・ディスクなどの）CRM（コンピュータ可読媒体）306を含んでもよい。

【0060】

走査ファイバ・デバイス14は、一般に、前述したとおりであり、IFU（使用説明書）302は、前述した諸方法のいずれかを説明する。パッケージ304は、パウチ、トレイ、ボックス、チューブなどを含む、任意の従来のデバイス・パッケージングであることが可能である。IFU 302は、通常、別個の用紙の上に印刷されるが、全体として、または部分的に、パッケージ304の一部分の上に印刷されてもよい。

【0061】

走査ファイバ・デバイスは、イメージ再マッピング・ルックアップ・テーブルまたはアルゴリズム、再マッピングされた駆動信号、および/または走査ファイバ・デバイスに関する他のパラメータ情報を含むメモリ39を含む。代替として、別個のコンピュータ可読媒体306が、イメージ再マッピング・ルックアップ・テーブルまたはアルゴリズム、再マッピングされた駆動、および/または走査ファイバ・デバイスのパラメータ・データを含んでもよい。

【0062】

本明細書で説明される諸例や諸実施形態は、単に例示目的であり、それらの例や実施形態に鑑みた様々な変形または変更が、当業者には示唆され、本願明細書の趣旨と範囲、さらには添付の特許請求の範囲に含められるものと理解されたい。例えば、以上の説明は、イメージ獲得に関心を絞っているが、以上のシステムと方法は、イメージ表示にも同様に適用可能である。イメージ表示の場合、実際の走査パターンと理想的走査パターンの差は、ピクセル位置の少なくとも一部において、誤ったイメージ・ピクセルが表示されることがある。このため、イメージ再マッピングのため、ルックアップ・テーブルを使用して、センサから受け取ったピクセル・イメージをどこに記憶するかではなく、いずれのイメージ・ピクセルが表示されるかが、判定される。駆動再マッピングに関して、ルックアップ・テーブルは、同一の形で使用される。多数の異なる組合せが、可能であり、そのような組合せは、本発明の一部であると考えられる。

【図面の簡単な説明】

【0063】

【図1】本発明に含まれる走査ビーム・システムを示す概略図である。

【図2】本発明に含まれる簡略化された走査ファイバ・システムを示す図である。

【図3A】共振周波数の近くにおけるQ因子を示す図である。

【図3B】本発明に含まれるらせん走査パターンを生成する水平 - 垂直駆動信号を示す図である。

【図4】理想的らせん走査パターン、および異なる実際の走査パターンの例を示す図である。

【図4A】走査パターンにおける時間ポイント、走査パターンにおける対応する時間ポイントに関する照射スポットの理想的位置（オプション）、および走査パターンにおける対応する時間ポイントに関する照射スポットの測定された位置のリストを提供するサンプル・ルックアップ・テーブルを示す図である。

【図5】本発明の較正チャンバ構成を示す概略図である。

【図6】本発明に含まれる例示的なイメージ再マッピング法を示す流れ図である。

【図7A】本発明のイメージ再マッピング法がイメージに適用される前のイメージである。

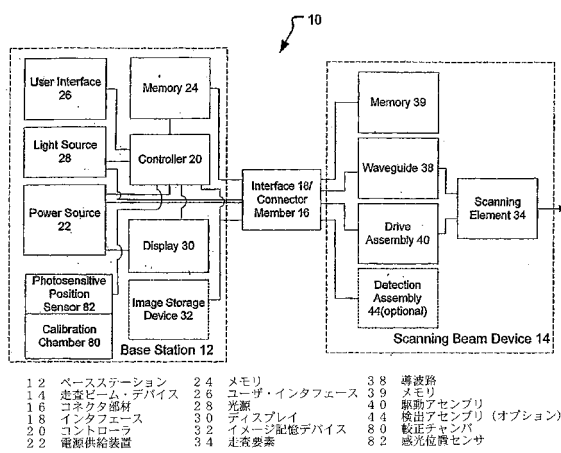
【図 7 B】本発明のイメージ再マッピングがイメージに適用された後の、図 7 A のイメージである。

【図 8】本発明に含まれる例示的な駆動再マッピング法を示す流れ図である。

【図 9】イメージ再マッピング法と駆動再マッピング法をともに使用して、イメージの歪みを減らす例示的な方法を示す簡略化された流れ図である。

【図 10】本発明に含まれるキットを示す図である。

【図 1】



【図 2】

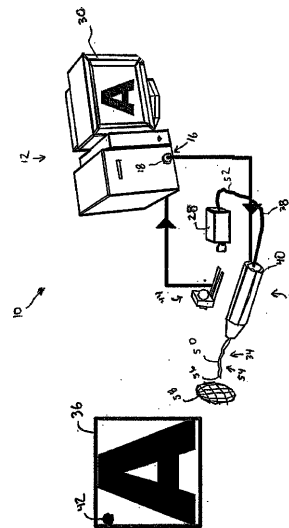
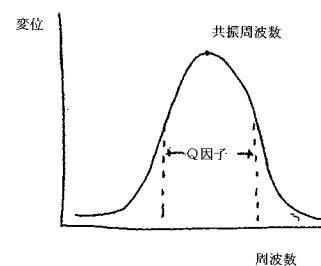
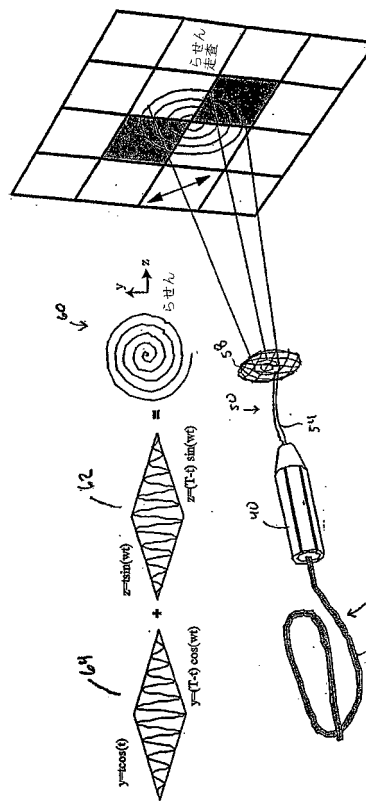


FIG. 2

【図 3 A】



【図 3 B】



【図 4】

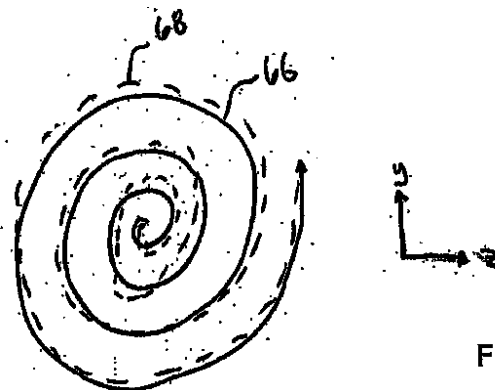
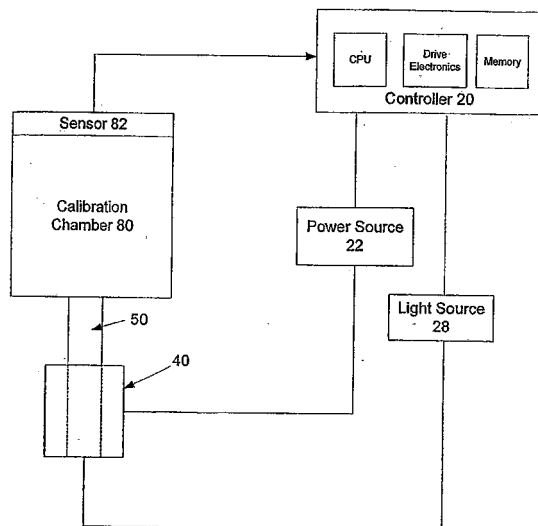


FIG. 4

【図 4 A】

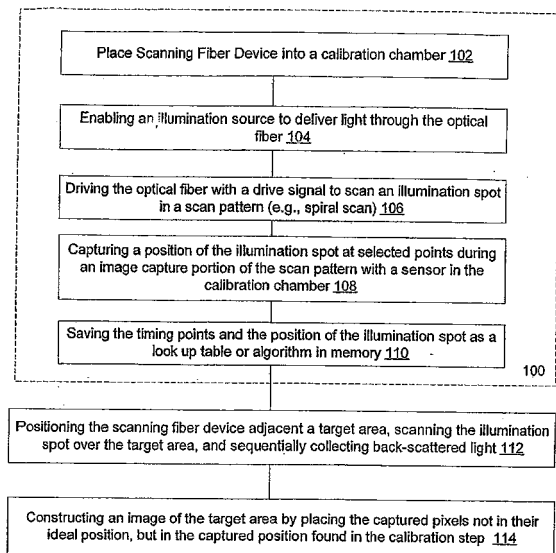
時刻	理想的位	実際の位
t_1	y_1, z_1	y_1, z_1
t_2	y_2, z_2	y_2, z_2
t_3	y_3, z_3	y_3, z_3
t_4	y_4, z_4	y_4, z_4
t_5	y_5, z_5	y_5, z_5
t_6	y_6, z_6	y_6, z_6
t_7	y_7, z_7	y_7, z_7
t_8	y_8, z_8	y_8, z_8
t_9	y_9, z_9	y_9, z_9
t_{10}	y_{10}, z_{10}	y_{10}, z_{10}

【図 5】



20 コントローラ 82 センサ
22 電源供給装置 Drive Electronics: 駆動電子機器回路
28 光源 Memory: メモリ
80 校正チャンバ

【図 6】



- 102 走査ファイバ・デバイスを校正チャンバ102に入れる
104 照射源が、光ファイバを介して光を送ることができるようにする
106 駆動信号で光ファイバを駆動して、照射スポットを走査パターン(例えば、らせん走査)で走査させる
108 校正チャンバ内のセンサを使用して、走査パターンのイメージ・キャプチャ部分中の選択されたポイントで照射スポットの位置をキャプチャする
110 タイミング・ポイント、および照射スポットの位置をルックアップテーブルまたはアルゴリズムとしてメモリの中に保存する
112 目標エリアの付近に走査ファイバ・デバイスを位置付け、目標エリアにわたって照射スポットを走査し、後方散乱光を順次に収集する
114 キャプチャされたピクセルを、それらのピクセルの理想的位置ではなく、校正ステップにおいて見出されたキャプチャ済みの位置に配置することにより、目標エリアのイメージを構築する

【図 7 A】

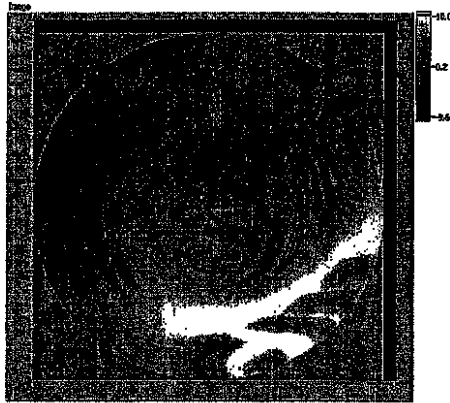


FIG. 7A

【図 7 B】

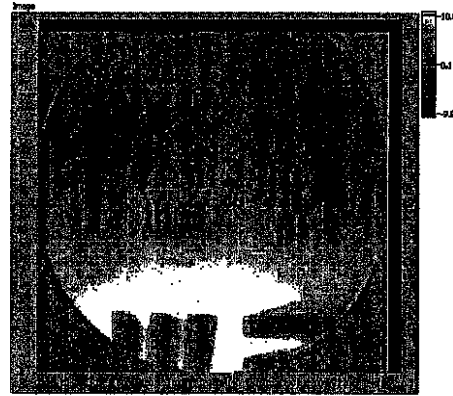
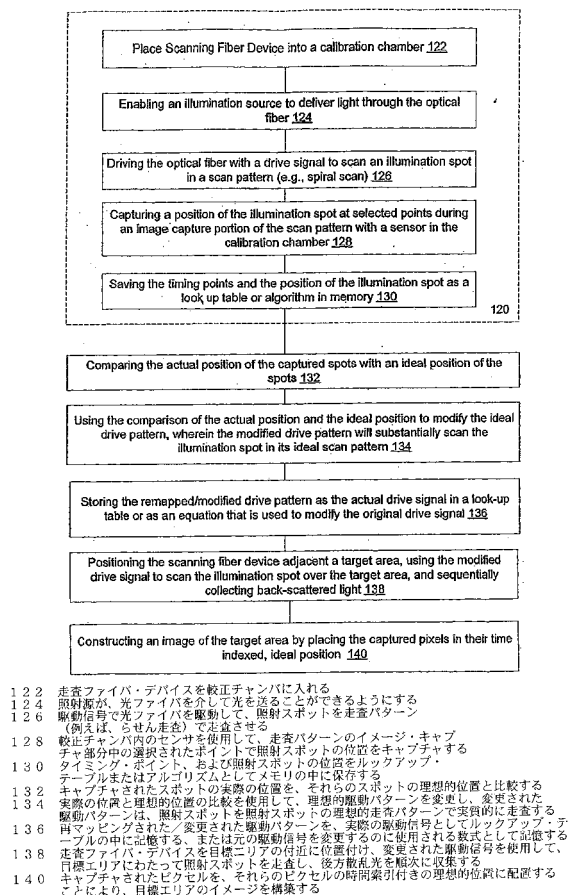
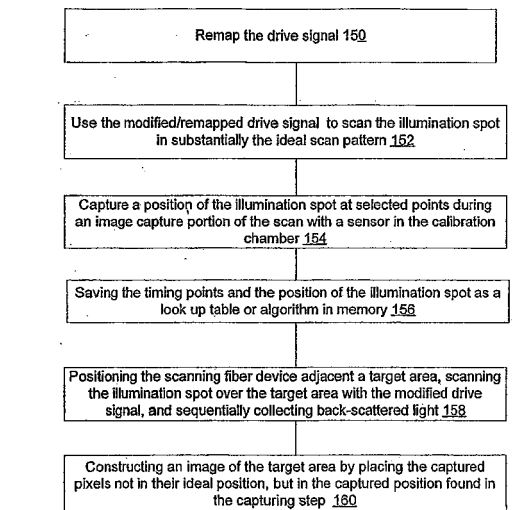


FIG. 7B

【図 8】

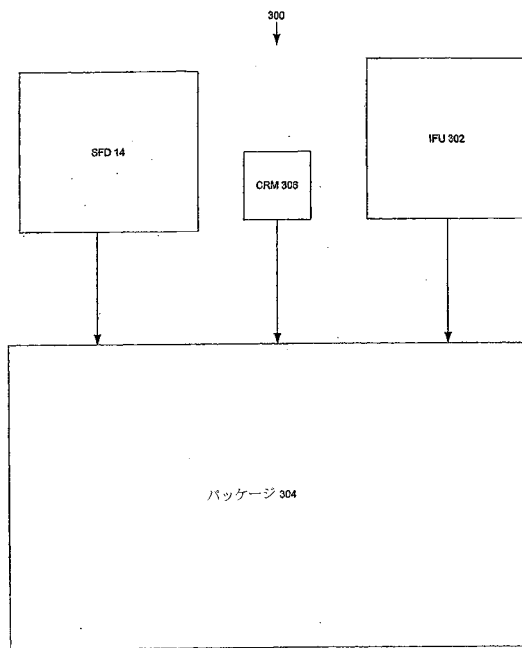


【図 9】



150 駆動信号を再マッピングする
 152 変換された/再マッピングされた駆動信号を使用して、照射スポットを
 154 實質的に理想的走査パターンで走査する
 156 較正チャンバ内のセンサを使用して、走査のイメージ・キャプチャ部分中の
 158 選択されたポイントで照射スポットの位置をキャプチャする
 160 タイミング・ポイント、および照射スポットの位置をルックアップ・テーブル
 またはアルゴリズムとしてメモリの中に保存する
 走査ファイバ・デバイスを目標エリアの付近に位置付け、変更された駆動信号を使用して、
 目標エリアにわたって照射スポットを走査し、後方散乱光を順次に収集する
 キャプチャされたピクセルを、それらのピクセルの時間索引付きの理想的位置に配置する
 ことにより、目標エリアのイメージを構築する

【図10】



フロントページの続き

審査官 小田倉 直人

- (56)参考文献 特開平09-304636(JP,A)
特開平01-237513(JP,A)
米国特許出願公開第2002/0080359(US,A1)
特表平06-511312(JP,A)
特表2003-535659(JP,A)
特表2004-513684(JP,A)
特表2005-501279(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 1/00

专利名称(译)	重新映射方法以减少图像失真		
公开(公告)号	JP5190267B2	公开(公告)日	2013-04-24
申请号	JP2007534550	申请日	2004-10-01
[标]申请(专利权)人(译)	华盛顿大学		
申请(专利权)人(译)	华盛顿大学		
当前申请(专利权)人(译)	华盛顿大学		
[标]发明人	ジョンソンリチャードエス		
发明人	ジョンソン,リチャード・エス		
IPC分类号	A61B1/00		
CPC分类号	A61B1/00009 A61B1/0002 A61B1/00057 A61B1/00172 A61B5/0062 G02B2006/0098		
FI分类号	A61B1/00.300.D		
代理人(译)	山川茂树		
其他公开文献	JP2008514342A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供了用于表征扫描光束设备 (10) 的实际扫描图案 (60) 的软件，方法和系统。实际扫描模式 (60) 的表征可以用在图像重新映射方法和/或驱动信号重新映射方法中，以减少图像中的失真。

