

(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2012-122893

(P2012-122893A)

(43) 公開日 平成24年6月28日 (2012. 6. 28)

(51) Int. Cl.
G 0 1 B 11/24 (2006.01)

F I
G O 1 B 11/24

テーマコード (参考)
2 F O 6 5

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2010-274845 (P2010-274845)
(22) 出願日 平成22年12月9日 (2010. 12. 9)

(71) 出願人 000137694
株式会社ミットヨ
神奈川県川崎市高津区坂戸一丁目20番1号
(74) 代理人 100079108
弁理士 稲葉 良幸
(74) 代理人 100109346
弁理士 大貫 敏史
(74) 代理人 100117189
弁理士 江口 昭彦
(74) 代理人 100134120
弁理士 内藤 和彦
(72) 発明者 古嶋 宏光
神奈川県川崎市高津区坂戸1-20-1
株式会社ミットヨ内

最終頁に続く

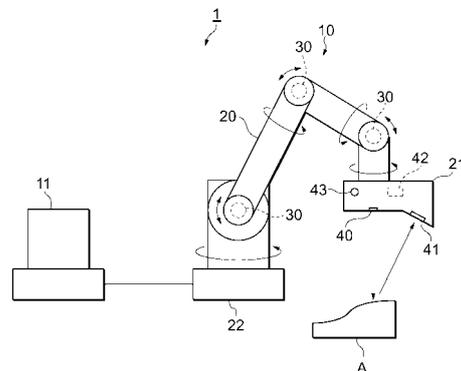
(54) 【発明の名称】 形状測定システム及び形状測定方法

(57) 【要約】

【課題】 スキャナを用いた形状測定システムにおいて、いわゆる手振れによる測定誤差を低減することをその目的とする。

【解決手段】 形状測定システム1は、多関節アームの先端に取り付けられ、測定対象Aに対し手動で移動可能であり、測定対象Aに対しレーザ光を照射しその反射光を、光センサ61の複数の受光ラインで順次検出するスキャナ21と、スキャナ21の手振れ情報を光センサ61の受光ライン毎に取得する加速度センサ42と、各受光ラインのスキャナ21の手振れ情報に基づいて、受光ライン毎に画像の位置情報を補正する手振れ補正部80と、スキャナ21の画像情報と手振れ補正部80で補正された画像の位置情報に基づいて、測定対象Aの画像を生成する画像生成部100と、を有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

測定対象の形状を測定する形状測定システムであって、
多関節アームの先端に取り付けられ、測定対象に対し手動で移動可能であり、前記測定対象に対しレーザ光を照射しその反射光を、光センサの複数の受光ラインで順次検出して、
前記測定対象の形状を表す画像に関する情報を取得するスキャナと、
前記スキャナの手振れに関する情報を前記光センサの受光ライン毎に取得する手振れ情報取得部と、
前記各受光ラインの前記スキャナの手振れに関する情報に基づいて、前記受光ライン毎に、前記スキャナの画像に関する情報に対応する画像の位置情報を補正する手振れ補正部と、
前記スキャナの画像に関する情報と、前記手振れ補正部で補正された画像の位置情報に基づいて、前記測定対象の形状を表す画像を生成する画像生成部と、を有する、形状測定システム。

10

【請求項 2】

前記手振れ情報取得部により取得された前記スキャナの手振れに関する情報と、前記多関節アームに設けられたエンコーダにより取得された前記スキャナの手振れに関する情報とを比較する手振れ情報比較部と、
前記手振れ情報比較部による比較結果に基づいて、前記手振れ情報取得部により取得された前記スキャナの手振れに関する情報を補正する手振れ情報補正部と、をさらに有する、請求項 1 に記載の形状測定システム。

20

【請求項 3】

前記手振れ情報取得部の前記スキャナの手振れに関する情報に基づいて、前記受光ライン毎に前記測定対象に対するレーザ光の次の照射位置を予測し、当該次の照射位置におけるレーザパワーを調整するレーザパワー調整部を、さらに有する、請求項 1 又は 2 に記載の形状測定システム。

【請求項 4】

前記レーザパワー調整部は、予め設定されている、照射位置と当該位置における適正なレーザパワーとの相関テーブルに基づいて、前記次の照射位置における前記レーザパワーを調整する、請求項 3 に記載の形状測定システム。

30

【請求項 5】

前記手振れ情報取得部は、前記スキャナの手振れに関する情報として前記スキャナの加速度を検出する、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の形状測定システム。

【請求項 6】

前記手振れ情報取得部は、前記多関節アームに設けられたエンコーダによりも短い周期で前記手振れに関する情報を取得する、請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の形状測定システム。

【請求項 7】

測定対象の形状を測定する形状測定方法であって、
多関節アームの先端に取り付けられたスキャナを前記測定対象に対し移動させながら、前記測定対象に対し前記スキャナのレーザ光を照射し当該反射光を、光センサの複数の受光ラインで順次検出して、前記測定対象の形状を表す画像に関する情報を取得するステップと、

40

手振れ情報取得部により、前記スキャナの手振れに関する情報を前記光センサの受光ライン毎に取得するステップと、

前記各受光ラインの前記スキャナの手振れに関する情報に基づいて、前記受光ライン毎に、前記スキャナの画像に関する情報に対応する画像の位置情報を補正するステップと、

前記スキャナの画像に関する情報と、前記補正された画像の位置情報に基づいて、前記測定対象の形状を表す画像を生成するステップと、を有する、形状測定方法。

【請求項 8】

50

前記手振れ情報取得部により取得された前記スキャナの手振れに関する情報と、前記多関節アームに設けられたエンコーダにより取得された前記スキャナの手振れに関する情報とを比較するステップと、

前記比較結果に基づいて、前記手振れ情報取得部により取得された前記スキャナの手振れに関する情報を補正するステップと、をさらに有する、請求項 7 に記載の形状測定方法。

【請求項 9】

前記手振れ情報取得部の前記スキャナの手振れに関する情報に基づいて、前記受光ライン毎に前記測定対象に対するレーザ光の次の照射位置を予測し、当該次の照射位置におけるレーザパワーを調整するステップを、さらに有する、請求項 7 又は 8 に記載の形状測定方法。

10

【請求項 10】

前記レーザパワーを調整するステップは、予め設定されている、照射位置と当該位置における適正なレーザパワーとの相関テーブルに基づいて、前記次の照射位置における前記レーザパワーを調整する、請求項 9 に記載の形状測定方法。

【請求項 11】

前記手振れ情報取得部は、前記スキャナの手振れに関する情報として前記スキャナの加速度を検出する、請求項 7 ~ 10 のいずれかに記載の形状測定方法。

【請求項 12】

前記手振れ情報取得部は、前記多関節アームに設けられたエンコーダによりも短い周期で前記手振れに関する情報を取得する、請求項 7 ~ 11 のいずれかに記載の形状測定方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、形状測定システム及び形状測定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

物体の形状を測定する形状測定システムとして、多関節アームの先端にスキャナが取り付けられたものがある。スキャナは、レーザ光を照射する光源と、その反射光を検出する CMOS センサなどの光センサを有している。スキャナは、測定対象に対し移動しながらレーザ光を照射し当該反射光を検出して、測定対象の形状に関する情報を取得している。当該情報は、例えばコンピュータで処理され、測定対象の形状が画像として出力されて形状の測定が行われている（特許文献 1、2 参照）。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特表 2010 - 515028 号公報

【特許文献 2】特表 2005 - 517914 号公報

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、上述の形状測定システムでは、光センサのシャッター方式として、例えばローリングシャッター方式が用いられている。ローリングシャッター方式は、例えば図 18、図 19 に示すように光センサ 200 の一画面 R を構成する複数の受光ライン L1 ~ Ln において、当該受光ライン毎に順次情報を得て、それらの複数の受光ラインの情報を処理して一つの画像を生成している。かかるローリングシャッター方式では、受光ライン毎に情報を得て順次処理できるので、画面全体の情報が取得するまで処理が開始できないグローバルシャッター方式に比べて、処理時間を短縮できる。

【0005】

50

しかしながら、上述のような形状測定システムでは、測定者がスキャナを持って移動させながらレーザ光を測定対象に照射し、その反射光の情報から画像を生成するので、例えば測定者が操作ボタンを押す時などにスキャナの大きな速度ムラ、いわゆる手振れが生じた場合に、取得した情報と、それに対応させる画像上の位置がずれて測定誤差となる。よって、高精度の形状測定ができなくなる。特に、ローリングシャッタ方式の場合、受光ライン毎に順次画像の情報を取得するので、最終的に生成される画像に手振れによる影響が出やすくなる。

【0006】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、スキャナを用いた形状測定システムにおいて、いわゆる手振れによる測定誤差を低減することをその目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するための本発明は、測定対象の形状を測定する形状測定システムであって、多関節アームの先端に取り付けられ、測定対象に対し手動で移動可能であり、前記測定対象に対しレーザ光を照射しその反射光を、光センサの複数の受光ラインで順次検出して、前記測定対象の形状を表す画像に関する情報を取得するスキャナと、前記スキャナの手振れに関する情報を前記光センサの受光ライン毎に取得する手振れ情報取得部と、前記各受光ラインの前記スキャナの手振れに関する情報に基づいて、前記受光ライン毎に、前記スキャナの画像に関する情報に対応する画像の位置情報を補正する手振れ補正部と、前記スキャナの画像に関する情報と、前記手振れ補正部で補正された画像の位置情報に基づいて、前記測定対象の形状を表す画像を生成する画像生成部と、を有するものである。

【0008】

本発明によれば、スキャナの手振れの影響を光センサの受光ライン毎に補正できるので、手振れによる測定誤差を飛躍的に低減できる。

【0009】

前記形状測定システムは、前記手振れ情報取得部により取得された前記スキャナの手振れに関する情報と、前記多関節アームに設けられたエンコーダにより取得された前記スキャナの手振れに関する情報とを比較する手振れ情報比較部と、前記手振れ情報比較部による比較結果に基づいて、前記手振れ情報取得部により取得された前記スキャナの手振れに関する情報を補正する手振れ情報補正部と、をさらに有してもよい。

【0010】

以上の形状測定システムは、前記手振れ情報取得部の前記スキャナの手振れに関する情報に基づいて、前記受光ライン毎に前記測定対象に対するレーザ光の次の照射位置を予測し、当該次の照射位置におけるレーザパワーを調整するレーザパワー調整部を、さらに有してもよい。

【0011】

前記形状測定システムにおける前記レーザパワー調整部は、予め設定されている、照射位置と当該位置における適正なレーザパワーとの相関テーブルに基づいて、前記次の照射位置における前記レーザパワーを調整するようにしてもよい。

【0012】

前記手振れ情報取得部は、前記スキャナの手振れに関する情報として前記スキャナの加速度を検出してもよい。また、前記手振れ情報取得部は、前記多関節アームに設けられたエンコーダによりも短い周期で前記手振れに関する情報を取得するようにしてもよい。

【0013】

別の観点による本発明は、測定対象の形状を測定する形状測定方法であって、多関節アームの先端に取り付けられたスキャナを前記測定対象に対し移動させながら、前記測定対象に対し前記スキャナのレーザ光を照射し当該反射光を、光センサの複数の受光ラインで順次検出して、前記測定対象の形状を表す画像に関する情報を取得するステップと、手振れ情報取得部により、前記スキャナの手振れに関する情報を前記光センサの受光ライン毎に取得するステップと、前記各受光ラインの前記スキャナの手振れに関する情報に基づい

10

20

30

40

50

て、前記受光ライン毎に、前記スキャナの画像に関する情報に対応する画像の位置情報を補正するステップと、前記スキャナの画像に関する情報と、前記補正された画像の位置情報に基づいて、前記測定対象の形状を表す画像を生成するステップと、を有するものである。

【0014】

本発明によれば、スキャナの手振れの影響を光センサの受光ライン毎に補正できるので、手振れによる測定誤差を飛躍的に低減できる。

【0015】

前記形状測定方法は、前記手振れ情報取得部により取得された前記スキャナの手振れに関する情報と、前記多関節アームに設けられたエンコーダにより取得された前記スキャナの手振れに関する情報とを比較するステップと、前記比較結果に基づいて、前記手振れ情報取得部により取得された前記スキャナの手振れに関する情報を補正するステップと、をさらに有していてもよい。

10

【0016】

以上の形状測定方法は、前記手振れ情報取得部の前記スキャナの手振れに関する情報に基づいて、前記受光ライン毎に前記測定対象に対するレーザ光の次の照射位置を予測し、当該次の照射位置におけるレーザパワーを調整するステップを、さらに有していてもよい。

【0017】

前記レーザパワーを調整するステップは、予め設定されている、照射位置と当該位置における適正なレーザパワーとの相関テーブルに基づいて、前記次の照射位置における前記レーザパワーを調整するようにしてもよい。

20

【0018】

上記形状測定方法における前記手振れ情報取得部は、前記スキャナの手振れに関する情報として前記スキャナの加速度を検出してもよい。また、前記手振れ情報取得部は、前記多関節アームに設けられたエンコーダによりも短い周期で前記手振れに関する情報を取得してもよい。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、レーザ光を照射するスキャナを用いた形状測定システムにおいて、手振れによる測定誤差を低減できる。

30

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】形状測定システムの概略図である。

【図2】スキャナの構成を示す模式図である。

【図3】レーザ光源と光センサの関係を示す説明図である。

【図4】受光ラインの受光時間を示す説明図である。

【図5】スキャナの回路構成を示すブロック図である。

【図6】DSPのブロック図である。

【図7】コンピュータのブロック図である。

40

【図8】形状測定プロセスのフローチャートである。

【図9】手振れ情報比較部、手振れ情報補正部を有するDSPのブロック図である。

【図10】受光ライン上の光量分布の一例を示す説明図である。

【図11】受光ライン上の光量分布の補正のイメージを示す説明図である。

【図12】画像の位置情報の補正ステップを説明する概念図である。

【図13】エンコーダ手振れ情報を用いる場合の形状測定プロセスのフローチャートである。

【図14】レーザパワー調整部を有する場合のDSPのブロック図である。

【図15】レーザパワー調整を行う場合の形状測定プロセスのフローチャートである。

【図16】受光ライン毎にレーザパワーを調整する場合の光センサの受光タイミングを示

50

す説明図である。

【図 1 7】次画像の位置予測に位置・レーザパワーテーブルを用いる場合の形状測定プロセスのフローチャートである。

【図 1 8】光センサの受光ラインを示す模式図である。

【図 1 9】光センサの受光タイミングを示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、図面を参照して、本発明の好ましい実施の形態について説明する。図 1 は、本実施の形態にかかる形状測定システム 1 の構成を示す模式図である。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

10

【0022】

形状測定システム 1 は、例えば形状測定器 10 と、コンピュータ 11 を有している。形状測定器 10 は、例えば多関節アーム 20 と、多関節アーム 20 の先端に取り付けられたスキャナ 21 と、コンピュータ 11 との間で情報を通信する通信制御部 22 を有している。

【0023】

多関節アーム 20 は、複数の間接を有し、先端のスキャナ 21 は、手動で所定の三次元空間内の任意の向き、任意の位置に移動できる。多関節アーム 20 の各関節部には、各関節の回転角度を検出するエンコーダ 30 が設けられている。エンコーダ 30 で検出された情報は、通信制御部 22 やスキャナ 21 に出力される。このエンコーダ 30 により、三次元座標上のスキャナ 21 の位置や速度に関する情報を取得できる。例えばコンピュータ 11 において、このスキャナ 21 の位置情報から、スキャナ 21 で取得した画像情報に対応する画像の位置情報を算出できる。

20

【0024】

スキャナ 21 は、レーザ発光部 40 と、レーザ受光部 41 と、手振れ情報取得部としての加速度センサ 42 と、測定の開始時や停止時に操作される測定ボタン 43 等を有している。レーザ発光部 40 は、例えば図 2 に示すようにレーザダイオードなどのレーザ光源 50 と、レーザ光を集光するコリメートレンズ 51 と、レーザ光を面状に出力するロッドレンズ 52 等を有している。レーザ発光部 40 からのレーザ光の照射により、測定対象 A 上にライン状の照射ラインができる。

30

【0025】

レーザ受光部 41 は、結像レンズ 60 と、CMOS センサなどの光センサ 61 を有している。光センサ 61 は、図 3 に示すように一画面 R となる複数の受光ライン L1 ~ Ln (n は正の整数) を有し、レーザ光源 50 から出力され測定対象 A で反射した反射光を受光ライン L1 ~ Ln 毎に検出できる。光センサ 61 は、図 4 に示すようにローリングシャッター方式であり、複数の受光ラインで順次反射光を検出して、測定対象 A の形状を表す画像に関する情報 (画像情報) を取得できる。

【0026】

加速度センサ 42 は、図 2 に示すようにスキャナ 21 の本体内に設置され、光センサ 61 の各受光ライン L1 ~ Ln 毎に、スキャナ 21 の手振れに関する情報 (手振れ情報) である速度情報と位置情報を検出できる。なお、エンコーダ 30 もスキャナ 21 の速度情報と位置情報を検出できるが、この加速度センサ 42 は、エンコーダ 30 によりも短い時間 (周期) で手振れ情報を取得する。

40

【0027】

スキャナ 21 は、例えば図 5 に示すような回路構成を有している。つまりスキャナ 21 は、加速度センサ 42、レーザ光源 50、光センサ 61 に加え、FPGA (Field Programmable Gate Array) 70 と、メモリ 71 と、DSP (Digital Signal Processor) 72 と、外部インターフェイス 73 (外部 I/F) を有している。

【0028】

50

FPGA70は、レーザ光源50や光センサ61と接続されており、例えばレーザ光源50に対する発光命令やその停止命令を出力したり、光センサ61で得た画像情報を取得できる。

【0029】

DSP72は、加速度センサ42と接続されている。DSP72は、例えば図6に示すように手振れ補正部80を有している。手振れ補正部80は、加速度センサ42による受光ラインL1~Ln毎のスキナ21の手振れ情報に基づいて、受光ラインL1~Ln毎に、スキナ21の画像情報に対応する画像の位置情報を補正できる。

【0030】

メモリ71は、形状測定を実行するための各種プログラムや情報が記憶される。外部インターフェイス73は、測定ボタン43と、エンコーダインターフェイス(エンコーダI/F)90及びコンピュータインターフェイス(コンピュータI/F)91と接続されている。エンコーダインターフェイス90は、エンコーダ30に対して情報通信を行うためのインターフェイスであり、コンピュータインターフェイス91は、コンピュータ11に対して情報通信を行うためのインターフェイスである。

【0031】

通信制御部22は、スキナ21やエンコーダ30で取得した情報をコンピュータ11に送信したり、コンピュータ11の情報をスキナ21に送信できる。

【0032】

コンピュータ11は、図7に示すように少なくとも画像生成部100を有している。画像生成部100は、スキナ21で取得した画像情報と、手振れ補正部80で補正された画像の位置情報に基づいて、測定対象Aの形状を表す画像を生成する。

【0033】

次に、以上の構成を有する形状測定システム1で行われる形状測定方法について説明する。図8は、形状測定方法のプロセスの一例を示すフローチャートである。

【0034】

例えば測定者によりスキナ21の測定ボタン43が押され測定が開始されると、レーザ光源50から測定対象Aにレーザ光が照射される。測定者は、スキナ21を手動で移動させ、測定対象A上の照射ラインを移動させる。測定対象Aで反射した反射光は、光センサ61で受光され、測定対象Aの形状を表す、光量などの画像情報が読み取られる(図8の工程S1)。光センサ61では、ローリングシャッタ方式が採用され、図4に示したように受光ライン毎に、例えば受光ラインL1から受光ラインLnの順に画像情報が読み取られる。読み取った画像情報は、例えばメモリ71に転送され、記憶される。各受光ラインL1~Lnで画像情報を取得した時のスキナ21の位置は、エンコーダ30により認識されている。

【0035】

一方、例えばスキナ21の起動時には、加速度センサ42が作動し、測定時のスキナ21の加速度が読み取られる(図8の工程K1)。このとき、加速度は、光センサ61の受光ラインL1~Ln毎、つまり各受光ラインL1~Lnで画像情報の読み取りが行われるときに同期して検出される。次に、加速度は、DSP72において積分計算により、スキナ21の手振れ情報としての移動速度及び位置情報に変換される(図8の工程K2)。この加速度の読み取り工程K1と、移動速度及び位置情報の算出工程K2は、繰り返し行われる。

【0036】

次に、DSP72の手振れ補正部80において、スキナ21の移動速度と位置情報に基づいて、受光ラインL1~Ln毎に画像の位置情報が補正される(図8の工程S2)。補正される画像の位置情報は、受光ラインL1~Lnにより情報を得た画像の測定対象A上の位置情報(例えば画像の情報が測定対象A上のどの位置に相当するものかの情報)であり、エンコーダ30により取得されたレーザ光照射時のスキナ21の位置情報から求められている。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 7 】

この工程 S 2 では、例えば図 9 に示すように手振れ前において、画像の位置情報が F 1 の場合に、手振れによるスキャナ 2 1 の受光ライン L 1 ~ L n 毎の加速度から移動速度 V や移動量 S が算出され、手振れ後の画像の位置情報 F 2 が、当該移動速度 V や移動量 S と、手振れ前の画像の位置情報 F 1 に基づいて、受光ライン L 1 ~ L n 毎に算出される。

【 0 0 3 8 】

続いて、スキャナ 2 1 の光センサ 6 1 で取得された画像情報と、手振れ補正部 8 0 で補正された画像の位置情報が、通信制御部 2 2 からコンピュータ 1 1 に転送され、それらの情報に基づいて、測定対象 A の形状を表す画像が生成される（図 8 の工程 S 3）。具体的な例として、各受光ライン L 1 ~ L n 毎に、画像情報として図 1 0 に示すような光量分布 H 1 が得られるが、図 1 1 に示すようにこれらの光量分布 H 1 が、加速度センサ 4 2 から得られた手振れ情報である位置ずれ情報により補正される。その後、補正後の光量分布 H 2 に基づいて、受光ライン L 1 ~ L n に対応する測定対象 A の部分形状を表す画像、より具体的には例えば各受光ライン L 1 ~ L n の光量分布 H 2 の重心を求めてその重心の位置を測定対象 A の表面高さとし、各受光ライン L 1 ~ L n の測定対象 A の表面高さが合成されて、光センサ 6 1 に対応する測定対象 A の部分形状を表す画像が生成される。なお、手振れ情報は、手振れ方向毎に求められ、画像情報は、手振れ方向毎に補正されてもよい。

10

【 0 0 3 9 】

本実施の形態によれば、スキャナ 2 1 の手振れの影響を補正できるので、測定形状の手振れによる誤差を低減できる。また、光センサ 6 1 の受光ライン L 1 ~ L n 毎に加速度を検出し、受光ライン L 1 ~ L n 毎に画像の位置情報を補正するので、測定誤差を飛躍的に低減できる。

20

【 0 0 4 0 】

また、加速度センサ 4 2 は、エンコーダ 3 0 によりも短い周期で手振れ情報を取得するので、手振れを高い精度で検出し高い精度の手振れ補正を行うことができる。

【 0 0 4 1 】

以上の実施の形態において、エンコーダ 3 0 により取得されるスキャナ 2 1 の手振れに関する情報に基づいて、加速度センサ 4 2 により検出されたスキャナ 2 1 の手振れ情報を補正してもよい。

30

【 0 0 4 2 】

例えば図 1 2 に示すように DSP 7 2 には、加速度センサ 4 2 により取得されたスキャナ 2 1 の手振れに関する情報（センサ手振れ情報）と、エンコーダ 3 0 により取得されたスキャナ 2 1 の手振れに関する情報（エンコーダ手振れ情報）とを比較する手振れ情報比較部 1 1 0 と、手振れ情報比較部 1 1 0 による比較結果に基づいて、センサ手振れ情報を補正する手振れ情報補正部 1 1 1 とが設けられている。

【 0 0 4 3 】

かかる場合、例えば図 1 3 に示すようにエンコーダ 3 0 でエンコーダ手振れ情報としてのスキャナ 2 1 の位置情報と速度情報が取得され（図 1 3 の工程 H 1）、そのエンコーダ手振れ情報が、センサ手振れ情報としての位置情報と速度情報と比較される（図 1 3 の工程 K 3）。そして、例えばエンコーダ手振れ情報とセンサ手振れ情報が、予め設定された所定の閾値より差がある場合には、センサ手振れ情報が補正される（図 1 3 の工程 K 4）。また、互いに差がない場合には、センサ手振れ情報が補正されない。その後、このセンサ手振れ情報に基づいて、上述のように画像の位置情報が補正される（図 1 3 の工程 S 2）。

40

【 0 0 4 4 】

この例によれば、加速度センサ 4 2 により加速度から算出されたスキャナ 2 1 の位置情報及び速度情報が、エンコーダ 3 0 により多関節アーム 2 0 の実際の角度から算出されたスキャナ 2 1 の位置情報及び速度情報に基づいて補正されるので、例えば加速度センサ 4 2 の設置位置や外気の温度などの影響により加速度センサ 4 2 の検出精度が下がる場合で

50

あっても、最終的に精度の高い手振れ補正を行うことができる。

【0045】

以上の実施の形態において、加速度センサ42のスカナ21の手振れ情報に基づいて、受光ラインL1～Ln毎に測定対象Aに対するレーザ光の次の照射位置を予測し、当該次の照射位置におけるレーザパワーを調整するようにしてもよい。

【0046】

かかる場合、例えば図14に示すようにFPGA70には、レーザパワー調整部120が設けられている。

【0047】

図15には、この例のプロセスのフローチャートを示す。レーザパワー調整部120において、まず光センサ61の各受光ラインL1～Lnの読み取りデータから、各受光ラインL1～Lnの光量が算出され、レーザパワーに換算される(図15の工程G1)。このレーザパワーが基準値となる。次に、加速度センサ42により取得された速度情報、位置情報から、受光ラインL1～Ln単位で、レーザ光の次の照射位置が予測される(図15の工程G2)。次に、当該次の照射位置における適正なレーザパワーが算出され、先のレーザパワーの基準値に対し換算値が加算されて、レーザパワーが調整される(図15の工程G3)。なお、適正なレーザパワーの算出は、例えば測定対象A上の周囲の照射位置におけるレーザ光の反射状況や反射傾向などから算出される。

10

【0048】

この例によれば、スカナ21の照射位置が移動して測定対象Aの反射率等が変動しても、測定対象Aに対し適正なパワーでレーザ光を照射し、反射光を適切に受光できるので、測定精度を向上できる。また、光センサ61の一画面R毎にレーザパワーを調整すると、一画面R全体の光センサ61の受光が終了してからレーザ光を調整する必要があるが、この例では、受光ラインL1～Ln毎にレーザ光を調整できるので、図16に示すように一画面R全体の受光の終了を待つことなく、次のレーザ光の照射を開始できる。よって、測定時間を短縮できる。

20

【0049】

前記例において、レーザパワー調整部120は、予め設定されている、照射位置と当該位置における適正なレーザパワーとの相関テーブルに基づいて、次の照射位置におけるレーザパワーを調整するようにしてもよい。かかる場合、例えば図17に示すように予め照射位置と適正なレーザパワーの相関テーブルが登録される(図17の工程G4)。次の照射位置が予測された(図17の工程G2)後、相関テーブルから適正なレーザパワーが導出される(図17の工程G5)。その後、当該適正なレーザパワーになるようにレーザパワーが調整される(図16の工程G3)。この例によれば、相関テーブルを用いるので、適正なレーザパワーの算出を簡単かつ適切に行うことができる。なお、このようなレーザパワーを調整するプロセスは、上述の図13で示したようなエンコーダ手振れ情報を用いてセンサ手振れ情報を補正するプロセスのある形状測定にも適用できる。

30

【0050】

以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施の形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

40

【0051】

例えば以上の実施の形態では、手振れ情報取得部として加速度センサ42を用いていたが、他のセンサを用いてもよい。また、画像生成部100は、コンピュータ11に設けられていたが、形状測定器10に内蔵されていてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0052】

本発明は、スカナを用いた形状測定システムにおいて、いわゆる手振れによる測定誤差を低減する際に有用である。

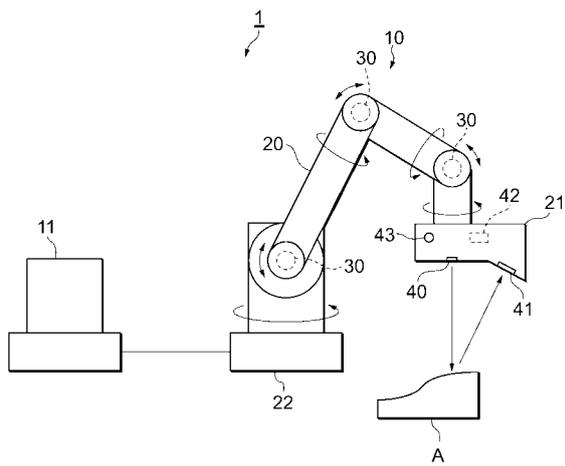
50

【符号の説明】

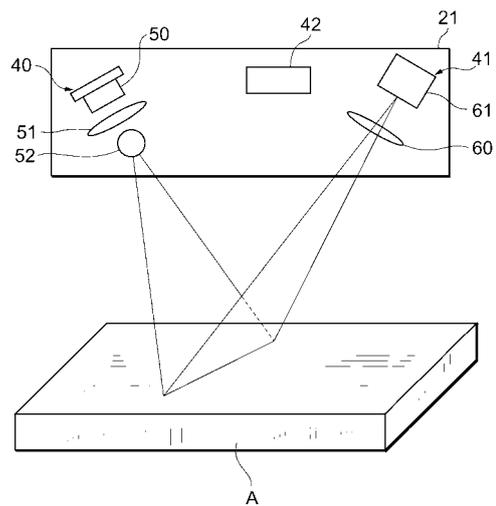
【0053】

- 1 形状測定システム
- 10 形状測定器
- 11 コンピュータ
- 21 スキャナ
- 30 エンコーダ
- 42 加速度センサ
- 50 レーザ光源
- 61 光センサ
- A 測定対象

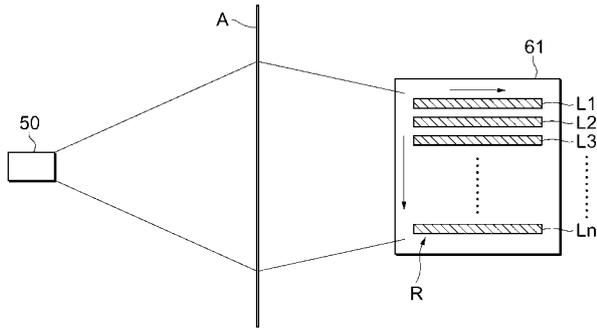
【図1】



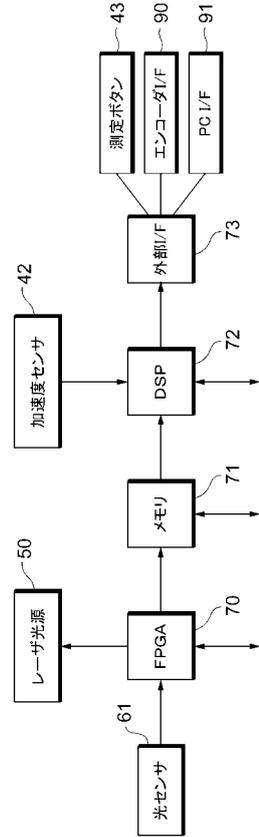
【図2】



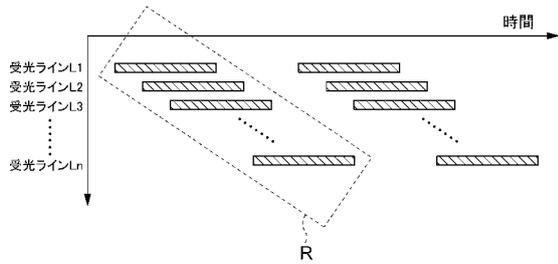
【 図 3 】



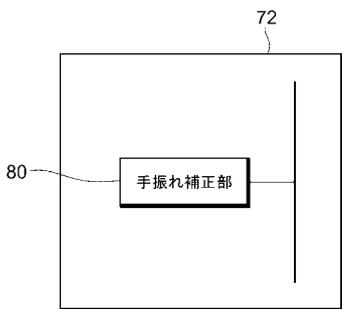
【 図 5 】



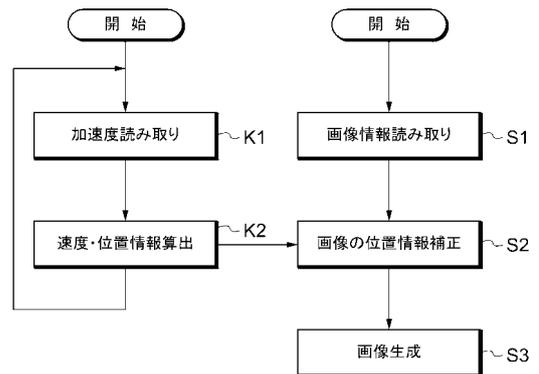
【 図 4 】



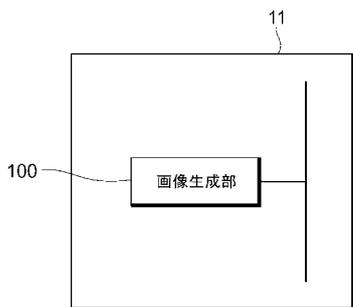
【 図 6 】



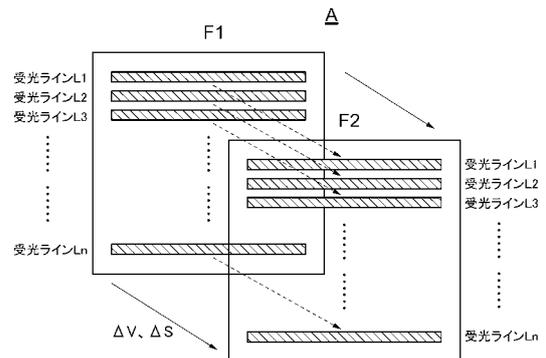
【 図 8 】



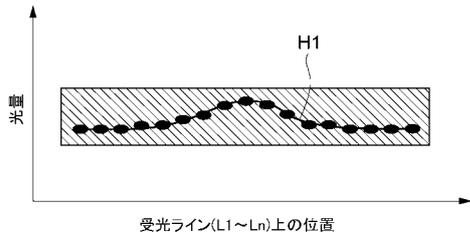
【 図 7 】



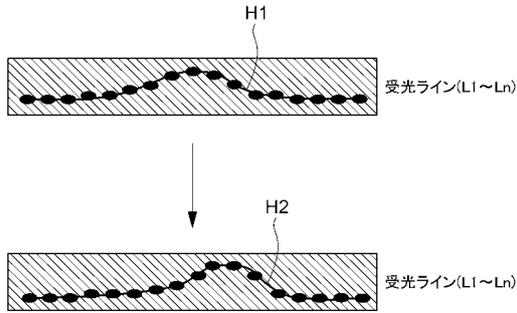
【 図 9 】



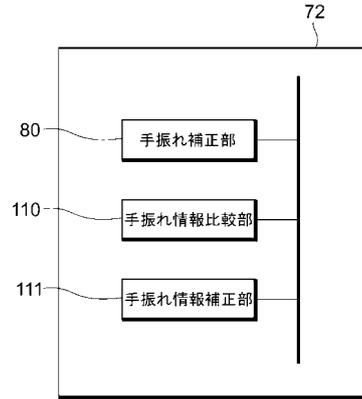
【図10】



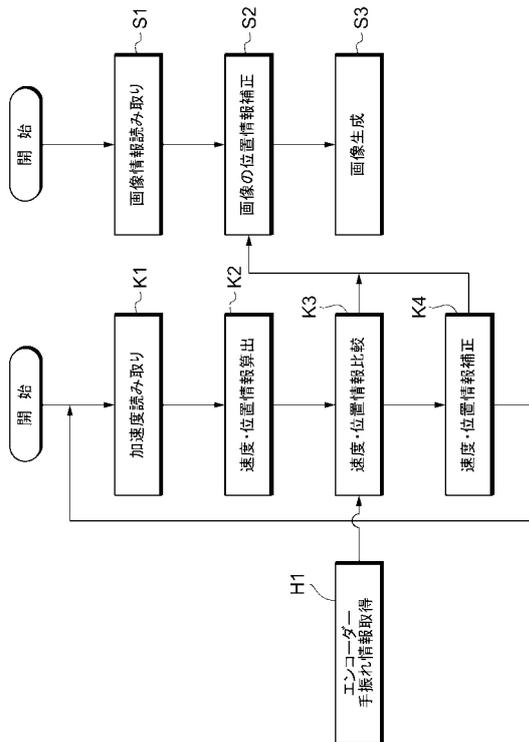
【図11】



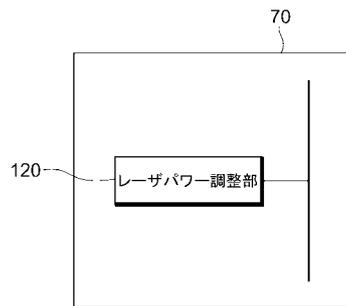
【図12】



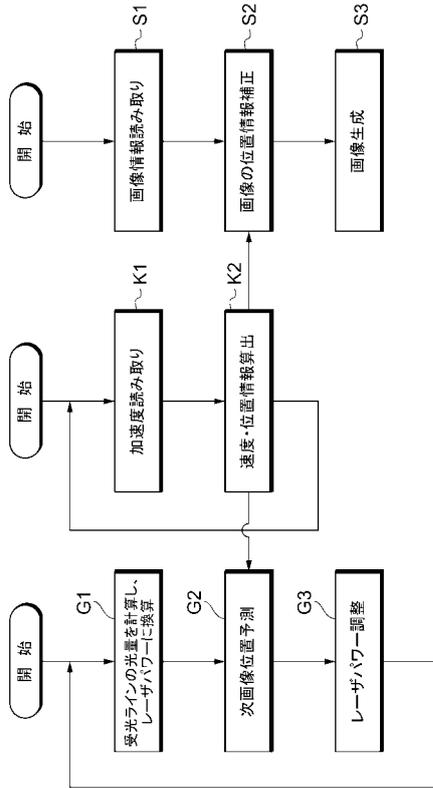
【図13】



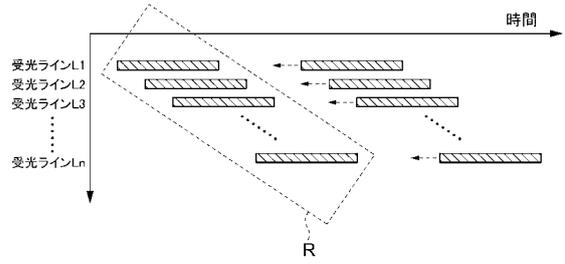
【図14】



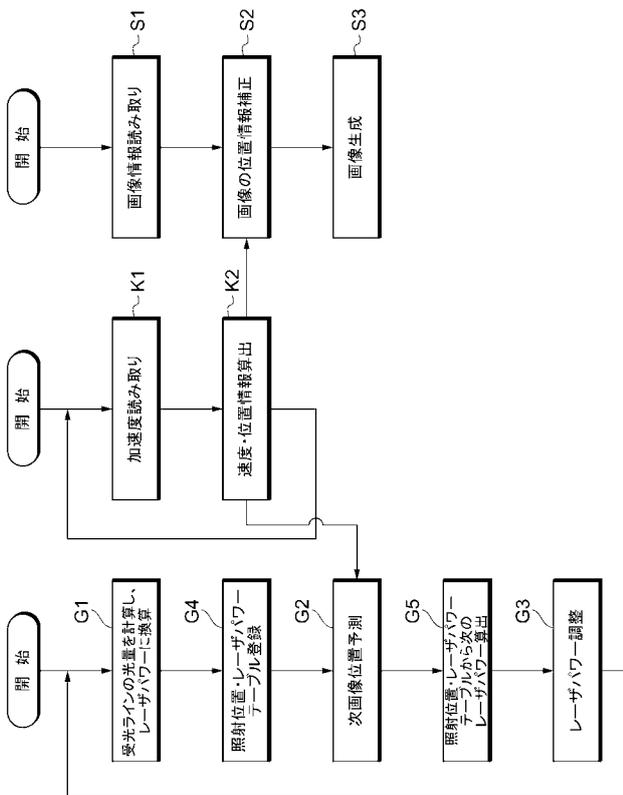
【図15】



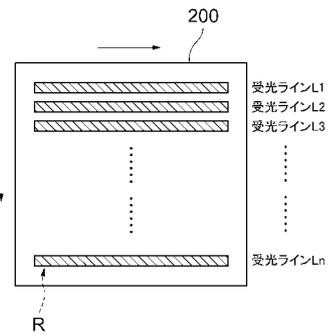
【図16】



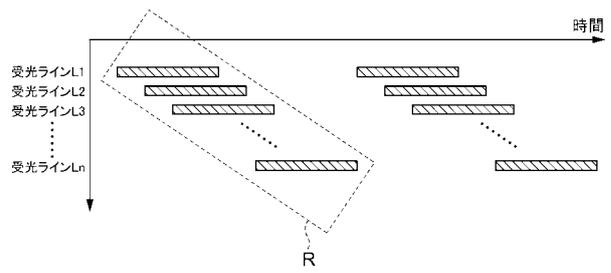
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F065 AA53 BB05 EE06 FF04 FF09 FF15 FF42 FF64 FF67 FF70
GG04 HH05 LL04 LL08 MM06 MM07 NN02 PP04 PP05 PP22
PP25 QQ14 QQ24 QQ25 QQ28 QQ31