

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2014-509730

(P2014-509730A)

(43) 公表日 平成26年4月21日(2014.4.21)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
G 0 1 B 11/24 (2006.01) G 0 1 B 11/24 K 2 F 0 6 5

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2013-544936 (P2013-544936)	(71) 出願人	000004112
(86) (22) 出願日	平成24年3月29日 (2012. 3. 29)		株式会社ニコン
(85) 翻訳文提出日	平成25年9月30日 (2013. 9. 30)		東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
(86) 国際出願番号	PCT/JP2012/059284	(74) 代理人	100099793
(87) 国際公開番号	W02012/133926		弁理士 川北 喜十郎
(87) 国際公開日	平成24年10月4日 (2012. 10. 4)	(74) 代理人	100154586
(31) 優先権主張番号	特願2011-81751 (P2011-81751)		弁理士 藤田 正広
(32) 優先日	平成23年4月1日 (2011. 4. 1)	(72) 発明者	山田 智明
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		日本国東京都千代田区有楽町一丁目12番1号 株式会社ニコン 知的財産本部内
		(72) 発明者	種村 隆
			日本国東京都千代田区有楽町一丁目12番1号 株式会社ニコン 知的財産本部内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 形状測定装置、形状測定方法、及び構造物の製造方法

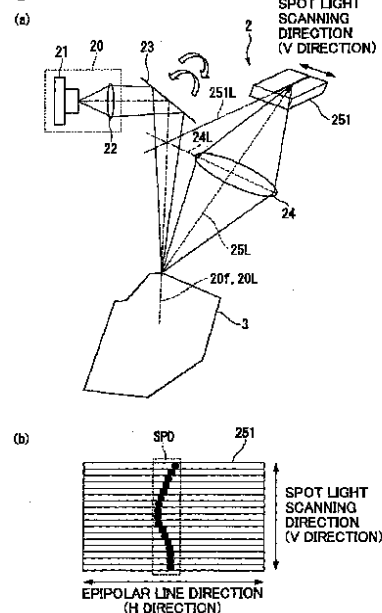
(57) 【要約】

被測定物の形状を精度良く測定するための形状測定装置が提供される。

形状測定装置は、被測定物(3)に光源からの光を照射してスポット状のパターンを形成するように構成された照射部(20)と、照射部から放たれた光の光路中に配置され、被測定物の表面上でスポット状のパターンを相対的に走査するように構成される走査部(23)と、被測定物に照射された光によって生じるスポット状のパターンの像を、被測定物に照射される光の照射方向と異なる方向から検出するように構成された複数の受光画素を含む受光部(25)と、光の照射方向に応じて、スポット状のパターンの像の位置を検出するために用いる信号を取得する位置を変更するように構成された変更部(70)と、受光画素からの信号に基づいて、被測定物の位置情報を算出するように構成された制御部(43)とを備える形状測定装置が提供される。

【選択図】 図2

Fig. 2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被測定物の形状を測定する形状測定装置であって、

被測定物に光源からの光を照射することによりスポット状のパターンを形成する照射部と、

前記被測定物の表面上で前記スポット状のパターンを相対的に走査する走査部と、

複数の受光画素が配列され、前記光が前記被測定物に照射される照射方向と異なる方向から前記光が前記被測定物に照射されたときの前記スポット状のパターンの像を検出する受光部と、

前記光の照射方向に応じて、前記受光部から得る前記スポット状のパターンの像の位置を検出するために用いる信号を取得する位置を変更する変更部と、

前記受光部からの信号に基づいて、前記被測定物の位置情報を算出する制御部と、
を備える形状測定装置。

【請求項 2】

前記受光部は、複数の受光素子が 2 次元的に配列されており、

前記変更部は、前記受光部が有する前記複数の受光画素のうち、前記スポット状のパターンの像の位置を検出するために用いる信号を取得する受光画素を選択する請求項 1 に記載の形状測定装置。

【請求項 3】

前記走査部は、前記光が前記被測定物に照射されるときに照射方向を変えることにより、前記被測定物の表面上で前記スポット状のパターンを走査する請求項 2 に記載の形状測定装置。

【請求項 4】

前記変更部は、

前記受光部上で前記スポット状のパターンの像が結像された位置を含む複数の受光画素であって、前記光を走査した場合に前記スポット状のパターンの像が変位する方向とは異なる方向に並ぶ複数の受光画素を選択する請求項 2 又は 3 に記載の形状測定装置。

【請求項 5】

前記変更部は、

前記複数の受光画素のうち、前記光を走査した場合に前記スポット状のパターンの像が変位する方向と直交する方向に配列した受光画素群を、一つの検出ラインとして設定し、かつ前記スポット状のパターンの像が変位する方向において各々の位置にそれぞれ別々の検出ラインを設定し、複数の前記検出ラインのうちの検出に使用する検出ラインの領域を、前記光の照射方向に応じて選択し、

前記制御部は、

前記受光部に対して、選択された前記検出ラインの領域によって前記スポット状のパターンの像を検出させる請求項 2 ～ 4 のいずれか一項に記載の形状測定装置。

【請求項 6】

前記変更部は、

前記光の照射方向と、複数の前記検出ラインのうちの検出に使用する検出ラインの領域とを関連づけた選択基準に基づいて、前記検出ラインの領域を選択する請求項 5 に記載の形状測定装置。

【請求項 7】

前記選択基準は、前記光の照射方向と、前記使用する検出ラインの領域とを関連づけた選択テーブルにより構成され、

前記選択テーブルを記憶する記憶部を備え、

前記選択テーブルは、

所定の形状の前記被測定物を測定した場合に得られる、前記光の照射方向と、前記使用する検出ラインとに基づいて、予め作成されている請求項 6 に記載の形状測定装置。

【請求項 8】

前記変更部は、

複数の前記検出ラインのうちの検出に使用する検出ラインの領域に応じて、前記走査部に対して前記光の照射方向を変更させる請求項 5 ~ 7 のいずれか一項に記載の形状測定装置。

【請求項 9】

前記受光部は、2次元のローリングシャッタカメラであり、

前記変更部は、

前記光の走査速度と、前記受光部に結像された前記スポット状のパターンの径とに応じて、前記ローリングシャッタカメラにおける前記検出ラインの領域に前記スポット状のパターンの像を露光することができるように露光時間を定める請求項 8 に記載の形状測定装置。

10

【請求項 10】

前記受光部は、2次元のローリングシャッタカメラであり、

前記変更部は、

前記光の走査速度に応じて、前記ローリングシャッタカメラの露光タイミングを変更することを特徴とする請求項 8 又は 9 に記載の形状測定装置。

【請求項 11】

前記変更部は、

前記走査部を制御する制御信号、前記走査部において前記光を照射する角度を検出する角度検出部による検出情報、及び、前記光から分岐した光が照射される受光素子を有し、前記受光素子に照射された前記分岐した光の照射位置を検出する照射位置検出部による検出情報の 1 つに基づいて、前記光の照射方向を検出する請求項 2 ~ 10 のいずれか一項に記載の形状測定装置。

20

【請求項 12】

前記スポット光源部は、

前記検出ラインに垂直な径が、前記検出ラインに平行な径より狭い前記スポット状のパターンを前記被測定物に投影させる光学部を備える請求項 5 ~ 11 のいずれか一項に記載の形状測定装置。

【請求項 13】

前記制御部は、

前記光によるスポット状のパターンの径の最大値に応じて、前記検出ラインに対して垂直方向に連続した複数の受光画素を選択し、各々前記垂直方向に隣接した複数の受光素子からの出力値を積算した検出結果に基づいて、前記被測定物の位置情報を算出する請求項 5 ~ 12 のいずれか一項に記載の形状測定装置。

30

【請求項 14】

前記変更部は、

前記検出ラインの領域を前記スポット状のパターンの径より大きい領域に定め、

前記制御部は、

前記検出ラインの領域において、前記スポット状のパターンの像のうち最も輝度の高い位置を含む前記検出ラインによる検出結果に基づいて、前記被測定物の位置情報を算出する請求項 5 ~ 13 のいずれか 1 項に記載の形状測定装置。

40

【請求項 15】

被測定物の形状を測定する形状測定方法であって、

被測定物に光源からの光を照射することによりスポット状のパターンを形成する照射手順と、

前記被測定物の表面上で前記スポット状のパターンを相対的に走査する走査手順と、

複数の受光画素を含む受光部を用いて、前記光が前記被測定物に照射される照射方向と異なる方向から前記光が前記被測定物に照射されたときの前記スポット状のパターンの像を検出する検出手順と、

前記光の照射方向に応じて、前記受光部から得る前記スポット状のパターンの像の位置

50

を検出するために用いる信号を取得する位置を変更する変更手順と、
前記受光部からの信号に基づいて、前記被測定物の位置情報を算出する制御手順と
を有する形状測定方法。

【請求項 16】

前記複数の受光画素は 2 次元的に配列されており、
前記変更手順において、前記複数の受光画素のうち、前記スポット状のパターンの像の
位置を検出するために用いる信号を取得する受光画素を選択する請求項 15 に記載の形状
測定方法。

【請求項 17】

前記走査手順は、前記光が前記被測定物に照射されるときに照射方向を変えることによ
り、前記被測定物の表面上で前記スポット状のパターンを走査することを特徴とする請求
項 15 又は 16 に記載の形状測定方法。

【請求項 18】

構造物を製造する方法であって、
構造物の形状に関する設計情報を作製する設計工程と、
前記設計情報に基づいて前記構造物を作製する成形工程と、
作製された前記構造物の形状を請求項 15 ~ 17 のいずれか 1 項に記載の形状測定方法
を用いて測定する測定工程と、
前記測定工程で得られた形状情報と、前記設計情報とを比較する検査工程と、
を有する構造物の製造方法。

【請求項 19】

前記検査工程の比較結果に基づいて実行され、前記構造物の再加工を実施するリペア工
程を有する請求項 18 に記載の構造物の製造方法。

【請求項 20】

前記リペア工程は、前記成形工程を再実行する工程である請求項 19 に記載の構造物の
製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、形状測定装置、形状測定方法、及び構造物の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

被測定物の三次元形状を非接触で測定する方法として、光切断法が知られている（例え
ば、特許文献 1 を参照）。光切断法においては、被測定物に投影されるときにスポット状
のパターンが投影される光束を走査して得られるライン光を被測定物に照射して、被測定
物の断面形状に対応して形成される光切断線から被測定物の三次元形状を測定する。特許
文献 1 に記載されているような形状測定装置は、例えば、ラインセンサを備えており、走
査されたスポット光をラインセンサ上に結像させて、被測定物の三次元形状を測定する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】米国特許第 6 4 4 1 9 0 8 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献 1 では、走査されたスポット状の光束をラインセンサ上に結像
するために、例えば、複数のミラーを組み合わせるなどの複雑な構成を調整して
いる。このような複雑な構成を用いる場合、各構成の誤差が積算されるため、場合によっ
ては誤差が大きくなることがある。そのため、ラインセンサ上にスポット状のパターンを
正確に結像できないことがある。このように、特許文献 1 に記載されているような形状測

10

20

30

40

50

定装置は、被測定物の形状を精度良く測定できないという課題があった。

【 0 0 0 5 】

本発明は、上記課題を解決すべくなされたもので、その目的は、被測定物の形状を精度良く測定することを可能とする形状測定装置、形状測定方法、及び構造物の製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

上記問題を解決するために、本発明の第 1 の態様に従えば、被測定物の形状を測定する形状測定装置であって、

被測定物に光源からの光を照射することによりスポット状のパターンを形成する照射部と、

前記被測定物の表面上で前記スポット状のパターンを相対的に走査する走査部と、

複数の受光画素が配列され、前記光が前記被測定物に照射される照射方向と異なる方向から前記光が前記被測定物に照射されたときの前記スポット状のパターンの像を検出する受光部と、

前記光の照射方向に応じて、前記受光部から得る前記スポット状のパターンの像の位置を検出するために用いる信号を取得する位置を変更する変更部と、

前記受光部からの信号に基づいて、前記被測定物の位置情報を算出する制御部と、
を備える形状測定装置が提供される。

【 0 0 0 7 】

また、本発明の第 2 の態様に従えば、被測定物の形状を測定する形状測定方法であって、

被測定物に光源からの光を照射することによりスポット状のパターンを形成する照射手順と、

前記被測定物の表面上で前記スポット状のパターンを相対的に走査する走査手順と、

複数の受光画素を含む受光部を用いて、前記光が前記被測定物に照射される照射方向と異なる方向から前記光が前記被測定物に照射されたときの前記スポット状のパターンの像を検出する検出手順と、

前記光の照射方向に応じて、前記受光部から得る前記スポット状のパターンの像の位置を検出するために用いる信号を取得する位置を変更する変更手順と、

前記受光画素からの信号に基づいて、前記被測定物の位置情報を算出する制御手順と
を有する形状測定方法が提供される。

【 0 0 0 8 】

また、本発明の第 3 の態様に従えば、構造物を製造する方法であって、

構造物の形状に関する設計情報を作製する設計工程と、

前記設計情報に基づいて前記構造物を作製する成形工程と、

作製された前記構造物の形状を本発明の第 2 の態様に従う形状測定方法を用いて測定する測定工程と、

前記測定工程で得られた形状情報と、前記設計情報とを比較する検査工程とを有する構造物の製造方法が提供される。

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、被測定物の形状を精度良く測定することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】本実施形態による形状測定装置の構成を示す模式図である。

【図 2】第 1 の実施形態における光プローブの構成を示す模式図である。

【図 3】第 1 の実施形態における形状測定装置の構成を示す概略ブロック図である。

【図 4】第 1 の実施形態におけるスポット光の走査イメージを示す図である。

【図 5】第 1 の実施形態における C M O S センサの R O I 選択の一例を示す図である。

【図 6】第 2 の実施形態におけるプローブ部の構成を示す模式図である。

【図 7】第 2 の実施形態における形状測定装置の構成を示す概略ブロック図である。

【図 8】第 3 の実施形態におけるスポット光源部の構成を示す概略ブロック図である。

【図 9】第 4 の実施形態における制御部及び光プローブの構成を示す概略ブロック図である。

【図 10】第 4 の実施形態におけるローリングシャッターカメラの動作を示すタイミングチャートである。

【図 11】第 4 の実施形態における露光時間の設定例を説明する図である。

【図 12】第 5 の実施形態における制御部及び光プローブの構成を示す概略ブロック図である。

10

【図 13】第 6 の実施形態による構造物製造システムの構成を示す概略ブロック図である。

【図 14】第 6 の実施形態による構造物製造システムによる処理の流れを示したフローチャートである。

【図 15】本教示に係る形状測定方法を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の一実施形態による形状測定装置について図面を参照して説明する。

図 1 は、本実施形態による形状測定装置 100 の構成を示す図である。本実施形態による形状測定装置 100 は、例えば、図 2 (a) に示すような構成をもち、光切断法を用いて被測定物 3 の 3 次元形状を検出する 3 次元形状測定装置である。形状測定装置 100 は、被測定物 3 の表面に照射されたときにスポット状のパターンとなる光束を被測定物 3 の表面に照射し、被測定物 3 に照射された光束によって生じる散乱光を照射方向と異なる角度から受光する。スポット状のパターン（以下、スポット光という）は、CMOS センサ 251 上にスポット状のパターンの像（以下、スポット光像という）として結像され、CMOS センサ 251 は、CMOS センサ 251 上におけるスポット光像の位置を検出する。形状測定装置 100 は、光束を走査して被測定物 3 の表面に照射し、各スポット光像の位置を検出する。そして、この形状測定装置 100 は、検出したスポット光像の位置に三角測量の原理等を用いて被測定物 3 表面の基準平面からの高さを算出し、被測定物 3 表面の 3 次元形状を求める。なお、光切断法を用いる場合には、各スポット状のパターンが一方向に短周期で走査されるようにスポット光を走査する。このようにして、あたかもライン状のパターンが被測定物に投影されたのと同様にある一つのラインに対して、被測定物の高さ分布がわかるように、スポット光を走査しつつ被測定物に照射する。このように一方向に短周期で走査された光束が順次、その一方向とは垂直な方向に移動するように、被測定物を移動させる。このようにして、被測定物の測定領域全域に渡って、スポット状のパターンが投影される。

20

30

【0012】

なお、図 1 に示される本実施形態による形状測定装置 100 の構成は、後述する各実施形態において共通である。図 1 において、形状測定装置 100 は、測定装置本体 1 及び制御装置 4 を備えている。後述する制御装置 4 は、制御線を介して測定装置本体 1 に接続されており、測定装置本体 1 を制御する。測定装置本体 1 は、プローブ駆動部 11 と、ヘッド部 13 と、定盤 14 と、光プローブ 2 とを備えている。なお、ここでは、一例として、球体の被測定物 3 が図示されており、定盤 14 の上に配置されている。

40

【0013】

定盤 14 は、石製又は鋳鉄製からなるものであり、上面が水平に保たれたものとなっている。

プローブ駆動部 11 は、制御装置 4 から供給される駆動信号に基づいて、互いが直交する X 軸、Y 軸、Z 軸の直交 3 軸の方向にヘッド部 13 を移動させる。また、同様に制御装置 4 から供給される駆動信号に基づいて、X 軸周り、Y 軸周り及び Z 軸周りに光プローブ 2 を回転させることも可能である。プローブ駆動部 11 は、X 軸移動部 111、Y 軸移動

50

部 1 1 2、Z 軸移動部 1 1 3、及び回転機構 1 1 4 を備えている。ここで、X Y 平面とは、定盤 1 4 の上面と平行な面を規定するものである。すなわち、X 軸方向とは、定盤 1 4 の上面と平行な面における一方向を規定するものであり、Y 軸方向とは、定盤 1 4 の上面と平行な面において X 軸方向に直交する方向を規定するものであり、Z 軸方向とは、定盤 1 4 の上面に直交する方向を規定するものである。

【 0 0 1 4 】

X 軸移動部 1 1 1 は、ヘッド部 1 3 を X 軸方向に駆動する X 軸用モータを備え、定盤 1 4 上の所定の範囲内で X 軸方向にヘッド部 1 3 を移動させる。Y 軸移動部 1 1 2 は、ヘッド部 1 3 を Y 軸方向に駆動する Y 軸用モータを備え、定盤 1 4 上の所定の範囲内で Y 軸方向にヘッド部 1 3 を移動させる。また、Z 軸移動部 1 1 3 は、ヘッド部 1 3 を Z 軸方向に駆動する Z 軸用モータを備え、所定の範囲内で Z 軸方向にヘッド部 1 3 を移動させる。また、回転機構 1 1 4 は、X 軸周り、Y 軸周り及び Z 軸周りに光プローブ 2 を回転可能に構成された回転関節機構と、その回転関節機構を駆動する回転駆動モータを備え、X 軸周り、Y 軸周り及び Z 軸周りに光プローブ 2 の姿勢を変位させることができる。なお、ヘッド部 1 3 は、光プローブ 2 の上部に位置し、光プローブ 2 を支持している。すなわち、プローブ駆動部 1 1 は、互いに直交する 3 次元座標系の座標軸方向それぞれに、光プローブ 2 を移動させる。

【 0 0 1 5 】

光プローブ 2 は、被測定物 3 にスポット光を照射し、光の照射方向とは異なる方向からスポット光像を検出する。光プローブ 2 の詳細については、後述する。

【 0 0 1 6 】

[第 1 の実施形態]

次に、第 1 の実施形態について説明する。第 1 の実施形態では、スポット光の照射方向に応じて、使用する C M O S センサ 2 5 1 の領域を選択している。図 2 は、第 1 の実施形態における光プローブ 2 の構成を示す模式図である。図 2 (a) において、光プローブ 2 は、スポット光源部 2 0、走査部 2 3、撮像レンズ 2 4、及び C M O S センサ 2 5 1 を備えている。なお、C M O S センサ 2 5 1 は、後述する受光検出部 2 5 に設けられている。

【 0 0 1 7 】

スポット光源部 2 0 は、被測定物 3 にスポット状の光量分布を有する光束であるスポット光を照射する。すなわち、スポット光源部 2 0 は、被測定物 3 に光源 2 1 からの光を照射することによりスポット状のパターンを形成する。スポット光源部 2 0 は、光源 2 1 と、集光レンズ 2 2 とを備えている。光源 2 1 は、例えば、L E D、レーザー光源、スーパーミネッセントダイオード (S L D) などであり、集光レンズ 2 2 及び走査部 2 3 を介して、被測定物 3 にスポット光を照射する。集光レンズ 2 2 は、光源 2 1 が照射した光束からスポット光を得るためのレンズであり、光源 2 1 と走査部 2 3 との間に配置されている。

【 0 0 1 8 】

走査部 2 3 は、例えば、ガルバノミラーであり、スポット光源部 2 0 と被測定物 3 との間に配置される。走査部 2 3 は、スポット光源部 2 0 から照射されたスポット光を反射して、被測定物 3 に照射する。また、走査部 2 3 は、制御信号に基づいて、あたかもライン状のパターンが被測定物に投影されたのと同じ領域が測定されるように、スポット光が被測定物 3 に照射される照射方向 (照射角度) を変更する。なお、以下の説明において、あたかもライン状のパターンが被測定物に投影されたのと同じ領域が測定されるようにスポット光を走査しながら、順次スポット光の走査方向に直交方向に光プローブ 1 そのものを走査することを、フライングスポット走査と呼ぶこともある。つまり、走査部 2 3 は、スポット光を走査することによって、ライン状の測定領域に順次照射する。すなわち、走査部 2 3 は、スポット光の偏向方向を変更して、被測定物 3 の表面上でスポット光を相対的に走査する。例えば、走査部 2 3 は、光が被測定物 3 に照射されときの照射方向を変えることにより、被測定物 3 の表面上でスポット光 (スポット状のパターン) を走査する。走査部 2 3 の詳細な構成については、後述する。そして、ガルバノミラーによるスポット

10

20

30

40

50

光の走査範囲を全て走査すると、ガルバノミラーによるスポット光の走査方向とは直交する方向に被測定物 3 と光プローブ 2 とを相対的に移動させるために、プローブ駆動部 1 1 を駆動させる。

なお、ガルバノミラーによるスポット光の走査とプローブ駆動部 1 1 による光プローブ 2 と被測定物 3 との相対的な移動を同時に行ってもかまわない。

【0019】

撮像レンズ 2 4 は、被測定物 3 と CMOS センサ 2 5 1 との間に配置され、被測定物 3 により散乱したスポット光を集光して、CMOS センサ 2 5 1 の受光画素面上に結像させる。

【0020】

CMOS センサ 2 5 1 は、複数の受光画素が 2 次元的に配列されており、その受光画素面上に結像されたスポット光像を検出する。CMOS センサ 2 5 1 は、図 2 (b) に示すように、複数の受光画素のうち、スポット光を走査した場合にスポット光像が変位する方向 (スポット光走査方向) と直交する方向 (エピポーラライン方向) に配列した受光画素群が、一つの検出ラインとして設定されている。また、CMOS センサ 2 5 1 は、スポット光像が変位する方向 (スポット光走査方向) において各々の位置 (受光画素) にそれぞれ別々の検出ラインが設定されている。なお、複数の検出ラインのうちの検出に使用する検出ラインの領域は、後述する ROI 選択処理部 7 0 によって、光 (スポット光) の照射方向に応じて選択される。

【0021】

なお、この光プローブ 2 の撮像系は、いわゆるシャインブルーフ光学系になっており、撮像レンズ 2 4 の主平面が、撮像レンズ 2 4 の光軸 2 5 L に対して直交する平面をなしている。また、CMOS センサ 2 5 1 の受光画素面が光軸直交平面に対して傾斜して配置されており、受光画素面と共役関係にある合焦面 2 0 f が、光軸直交平面に対して傾斜されて、撮像レンズ 2 4 の主平面及び受光画素面と同軸上で交わっている。そして、本実施形態での光プローブ 2 は、合焦面 2 0 f がスポット光の照射切断面と一致している。スポット光源部 2 0 と走査部 (ガルバノミラー) 2 3 から被測定物 3 に放たれる光束の中心とが合焦面 2 0 f の面内に含まれるように、合焦面 2 0 f が位置決めされている。したがって、図 2 (a) に示すように、撮像レンズ 2 4 のレンズ中心を通る主平面上の延長線 2 4 L と、CMOS センサ 2 5 1 の検出ラインであるエピポーララインの延長線 2 5 1 L とが、

【0022】

これにより、この光プローブ 2 の撮像系においては、合焦面 2 0 f と一致されている照射光軸 2 0 L 上のスポット光像は、被測定物 3 に関わらず常に合焦状態で撮像することができるになっている。

【0023】

図 2 (b) は、CMOS センサ 2 5 1 に結像されるスポット光像の例を示している。この図は、CMOS センサ 2 5 1 の受光画素面を示している。ここで、図 2 (b) において、CMOS センサ 2 5 1 の縦方向 (V (垂直) 方向) が、スポット光の走査によりスポット光像が変位する方向 (スポット光の走査方向) である。CMOS センサ 2 5 1 の横方向 (H (水平) 方向) が、スポット光像の位置変位を検出する方向 (スポット光像の検出方向) である。図 2 (b) に示すスポット光像 S P 0 は、スポット光の照射方向を変化させることでスポット状のパターンを走査しつつ、各々のタイミングで取得された CMOS センサ 2 5 1 の受光画素面上に結像したスポット光像を示している。各スポット光像は、被測定物 3 の高さ方向 (Z 軸方向) の位置に応じて、スポット光像の検出方向 (H 方向) に変位する。したがって、この H 方向のスポット光像の位置を検出することによって、被測定物 3 の高さ方向 (Z 軸方向) の位置を検出することができる。

【0024】

なお、CMOS センサ 2 5 1 の複数の検出ラインのうちの使用される領域 (ROI (Region of Interest) ともいう) は、後述する ROI 選択部 4 6 1 によって選択される。な

10

20

30

40

50

お、ここでROIとは、CMOSセンサ251の、スポット光像の検出に使用される対象領域のことであり、スポット光像の検出に使用される検出ラインの範囲のことである。

【0025】

次に、図3を参照して、形状測定装置100の構成を詳細に説明する。図3は、第1の実施形態における形状測定装置100の構成を示す概略ブロック図である。なお、この図において、図1及び図2と同じ構成には、同じ符号を附し、その説明を省略する。

【0026】

図3において、形状測定装置100は、測定装置本体1と制御装置4とを備えている。また、測定装置本体1は、上述したプローブ駆動部11、プローブ位置検出部12、及び光プローブ2を備えている。プローブ駆動部11は、制御装置4から供給される駆動信号に基づいて、光プローブ2の位置を変更させる。

10

【0027】

プローブ位置検出部12は、プローブ駆動部11のX軸、Y軸、及びZ軸方向の位置をそれぞれ検出するX軸用エンコーダ、Y軸用エンコーダ、及びZ軸用エンコーダを備える。プローブ位置検出部12は、それらのエンコーダによってプローブ駆動部11の位置を検出し、プローブ駆動部11の位置を示す信号を後述する制御部40（位置情報算出部44及び駆動制御部43）に供給する。

【0028】

光プローブ2は、上述したように、光切断方式により被測定物3の表面形状を検出するために、スポット光源部20、走査部23、及び受光検出部25を備えている。

20

【0029】

受光検出部25（受光部）は、上述したCMOSセンサ251と、A/D（アナログ/デジタル）変換部252とを備え、スポット光が被測定物3に照射されたときのスポット光像を、スポット光が被測定物3に照射される照射方向と異なる方向から検出する。つまり、スポット光源部20からの照射光により被測定物3の表面に形成されるスポット光像（光切断線）を検出し、検出した検出結果を制御部40（位置情報算出部44）に供給する。これにより、制御装置4は、形状測定データを取得する。A/D変換部252は、CMOSセンサ251から供給されるアナログ信号をデジタル信号に変換して、制御部40（位置情報算出部44）に供給する。

【0030】

30

走査部23は、ガルバノミラードライバ部231、ガルバノミラー232、及び角度検出部233を備えている。ガルバノミラードライバ部231は、制御部40（スポット光走査制御部47）から供給される制御信号によって、ガルバノミラー232の角度を変更する。すなわち、ガルバノミラードライバ部231は、ライン状の測定領域に順次スポット光を照射するために、スポット光を被測定物3に照射する方向を変更する。

【0031】

角度検出部233は、例えば、エンコーダであり、ガルバノミラー232の角度を検出する。角度検出部233は、検出した角度情報を制御部40（受光制御部46）に供給する。

【0032】

40

続いて、制御装置4について説明する。制御装置4は、制御部40と、入力装置41と、モニタ42と、記憶部50とを備えている。

【0033】

入力装置41は、ユーザが各種指示情報を入力するキーボードやジョイスティックなどを備える。入力装置41は、入力された指示情報を検出し、検出した指示情報を記憶部50に記憶させる。ジョイスティック等の入力装置41は、ユーザの操作を受けて、その操作に応じてプローブ駆動部11を駆動させる制御信号を生成して制御部40に供給する。モニタ42は、制御部40から供給された測定データ（全測定ポイントの座標値）等を受け取る。モニタ42は、受け取った測定データ（全測定ポイントの座標値）等を表示する。また、モニタ42は、測定画面、指示画面等を表示する。

50

【 0 0 3 4 】

記憶部 5 0 は、入力装置 4 2 から供給された測定条件を記憶する。また、記憶部 5 5 は、テーブル記憶部 5 1 を備えている。テーブル記憶部 5 1 は、後述する選択テーブルを記憶する。テーブル記憶部 5 1 は、この選択テーブルとして、スポット光の照射方向と、複数の検出ラインのうちの検出に使用する検出ラインの領域 (R O I) とを関連付けて記憶している。この選択テーブルを使用することにより、スポット光の照射方向に基づいて、検出に使用する検出ラインの領域 (R O I) を選択することができる。

【 0 0 3 5 】

制御部 4 0 は、形状測定装置 1 0 0 における被測定物 3 の形状を測定する処理の制御を行い、被測定物 3 表面の基準平面からの高さを算出し、被測定物 3 の三次元形状を求める演算処理を行う。つまり、制御部 4 0 (R O I 選択処理部 7 0) は、C M O S センサ 2 5 1 の受光画素面に結像されたスポット光像の位置を検出するために用いる受光画素の信号を選択する。つまり、制御部 4 0 (R O I 選択処理部 7 0) は、C M O S センサ 2 5 1 上でスポット光像が結像された位置を含む複数の受光画素であって、光束を走査した場合にスポット光像が変位する方向 (スポット光の走査方向) とは異なる方向 (エピポーラライン方向又はスポット光像の検出方向) に存在する複数の受光画素を選択する。そして、制御部 4 0 (位置演算処理部 6 0) は、選択した受光画素からの信号に基づいて、被測定物 3 の位置情報を算出する。

【 0 0 3 6 】

また、制御部 4 0 は、駆動制御部 4 3、位置情報算出部 4 4、測定制御部 4 5、受光制御部 4 6、及びスポット光走査制御部 4 7 を備えている。なお、制御部 4 0 の構成のうち、位置情報算出部 4 4 及び測定制御部 4 5 が、位置演算処理部 6 0 (制御部) に対応し、受光制御部 4 6 及びスポット光走査制御部 4 7 が、R O I 選択処理部 7 0 (変更部) に対応する。

【 0 0 3 7 】

駆動制御部 4 3 は、入力装置 4 1 からの操作信号に基づいて、又は、測定制御部 4 5 からの指令信号に基づいて、プローブ駆動部 1 1 に駆動信号を供給して、プローブ駆動部 1 1 を移動させる制御を行う。なお、駆動制御部 4 3 は、プローブ位置検出部 1 2 から供給されるプローブ駆動部 1 1 の位置情報に基づいて、プローブ駆動部 1 1 を移動させる。

【 0 0 3 8 】

位置情報算出部 4 4 は、R O I 選択処理部 7 0 で選択された受光画素からの信号に基づいて、被測定物 3 の位置情報を算出する。つまり、位置情報算出部 4 4 は、プローブ位置検出部 1 2 から供給された光プローブ 2 の位置情報と、受光検出部 2 5 から供給されたスポット光像の変位情報とに基づいて、三角測量の原理等を用いて、被測定物 3 表面の位置を算出する。

【 0 0 3 9 】

測定制御部 4 5 は、記憶部 5 0 に記憶されている測定条件に基づいて、被測定物 3 の形状測定のための各種処理を制御する。例えば、測定制御部 4 5 は、プローブ駆動部 1 1 に対し、光プローブ 2 を移動させる指令信号を供給する。例えば、測定制御部 4 5 は、スポット光源部 2 0 に対して、照射させるスポット光の強度を制御する指令信号を供給する。また、測定制御部 4 5 は、受光制御部 4 6 を介して受光検出部 2 5 に、選択された検出ラインの領域 (R O I) によってスポット光像を検出させる。測定制御部 4 5 は、位置情報算出部 4 4 によって、算出された被測定物 3 の位置情報を記憶部 5 0 に記憶させる。

【 0 0 4 0 】

受光制御部 4 6 は、測定制御部 4 5 から供給される指令信号に基づいて制御される。受光制御部 4 6 は、受光検出部 2 5 に対する各種制御を行う。また、受光制御部 4 6 は、R O I 選択部 4 6 1 を備えている。

【 0 0 4 1 】

R O I 選択部 4 6 1 は、C M O S センサ 2 5 1 の複数の検出ラインのうちの検出に使用する検出ラインの領域 (R O I) を、スポット光の照射方向に応じて選択する。なお、R

10

20

30

40

50

ROI選択部461は、CMOSセンサ251の複数の受光画素のうちから、スポット光を走査した場合にスポット光像が変位する方向と直交する方向に配列した受光画素群を、一つの検出ラインとして設定する。

【0042】

なお、本実施形態では、CMOSセンサ251におけるH方向のラインを検出ラインとする形態を説明するが、検出ラインは、H方向に限らずに、H方向に対して斜め方向のラインとしてもよい。つまり、この検出ラインは、CMOSセンサ251の向きによって設定されるのではなく、スポット光像の検出方向（エピポーラライン方向）によって設定される。

【0043】

また、ここで、スポット光の照射方向を変化させる方向とは、上述したようにスポット状のパターンの走査方向であり、ガルバノミラー232によってスポット光が照射される向きが変更される方向である。ROI選択部461は、走査部23の角度検出部233が検出した角度情報に基づいて、スポット光の照射方向を検出する。

【0044】

ROI選択部461は、スポット光の照射方向と、複数の検出ラインのうちの検出に使用する検出ラインの領域（ROI）とを関連づけた選択基準に基づいて、検出ラインの領域（ROI）を選択する。ここでいう選択基準とは、例えば、選択テーブルや、予め定められた選択ルール、選択関数による演算結果などであり、本実施形態では、一例として、選択テーブルに基づいて、検出ラインの領域（ROI）を選択する場合について説明する。

【0045】

ROI選択部461は、テーブル記憶部51に予め記憶されている選択テーブルに基づいて、検出ラインの領域（ROI）を選択する。ROI選択部461は、スポット光の照射方向に応じて選択した検出ラインの領域（ROI）を指定する情報をCMOSセンサ251に供給する。これにより、スポット光の照射方向に照射されたスポット光によって結像されるスポット光像を含む検出ラインが選択される。

【0046】

スポット光走査制御部47は、測定制御部45から供給される指令信号に基づいてスポット光の走査を制御する。つまり、スポット光走査制御部47は、走査部23のガルバノミラードライバ部231を制御して、ガルバノミラー232の角度を変更する。

【0047】

次に、本実施形態における形状測定装置100の測定動作について説明する。なお、予め、測定条件が設定され、光プローブ2が測定開始位置へ移動している状態からの動作を説明する。まず、測定制御部45は、測定条件に基づいて、スポット光走査制御部47に、スポット光の走査を指令する。スポット光走査制御部47は、測定制御部45から供給された指令信号に基づいて、走査部23のガルバノミラードライバ部231を制御し、ガルバノミラー232の角度を変更させる。これにより、スポット光源部20から照射されたスポット光の照射方向が変更されて、被測定物3に照射される。また、角度検出部233は、ガルバノミラー232の角度を検出して、検出した角度情報を受光制御部46に供給する。

【0048】

図4は、本実施形態におけるスポット光の走査イメージを示す図である。スポット光源部20から照射されたスポット光の照射方向が変更された場合、被測定物3に結像されるスポット光の位置が変位する。そして、図4において、例えば、ポイントP1からポイントP2にスポット光が走査された場合、CMOSセンサ251に結像されるスポット光像の位置は、検出ラインEL1から検出ラインEL2に変位する。

【0049】

次に、受光制御部46のROI選択部461は、走査部23の角度検出部233が検出した角度情報に基づいて、スポット光の照射方向を検出する。ROI選択部461は、ス

10

20

30

40

50

スポット光の照射方向と、テーブル記憶部 5 1 に記憶されている選択テーブルとに基づいて、検出ラインの領域 (R O I) を選択する。 R O I 選択部 4 6 1 は、選択した検出ラインの領域 (R O I) を指定する情報を受光検出部 2 5 の C M O S センサ 2 5 1 に供給する。これにより、スポット光の照射方向に対応する検出ラインの領域 (R O I) が選択される。

【 0 0 5 0 】

次に、 C M O S センサ 2 5 1 は、 R O I 選択部 4 6 1 によって選択された検出ラインの領域 (R O I) に対応する受光画素からの検出信号を読み出し、 A / D 変換部 2 5 2 に供給する。 A / D 変換部 2 5 2 は、 C M O S センサ 2 5 1 から出力されたアナログ信号をデジタル変換し、スポット光像のエピポーラライン方向 (H 方向) における変位情報を含む情報を、位置情報算出部 4 4 に供給する。

10

【 0 0 5 1 】

位置情報算出部 4 4 は、プローブ位置検出部 1 2 から供給された光プローブ 2 の位置情報と、受光検出部 2 5 から供給されたスポット光像の変位情報とに基づいて、三角測量の原理等を用いて、被測定物 3 表面の位置を算出する。位置情報算出部 4 4 は、算出した被測定物 3 の位置情報を測定制御部 4 5 に供給する。

【 0 0 5 2 】

測定制御部 4 5 は、位置情報算出部 4 4 によって、算出された被測定物 3 の位置情報を記憶部 5 0 に記憶させる。また、測定制御部 4 5 は、再び、スポット光走査制御部 4 7 に、スポット光の走査を指令し、スポット光が被測定物に照射される位置を変更させ、受光制御部 4 6、受光検出部 2 5、及び位置情報算出部 4 4 に上述の測定と同様の測定を実行させる。また、スポット光による走査が完了し、ライン状の測定領域にスポット光を照射して、その像を得るという一連の測定が完了したものと同等な場合に、測定制御部 4 5 は、駆動制御部 4 3 に光プローブ 2 の位置を変更させる。例えば、被測定物 3 の表面の、ライン状の測定領域の位置を変更させる。そして、測定制御部 4 5 は、変更された光切断線について、上述と同様の処理を繰り返す。これにより、被測定物 3 の形状が測定される。

20

【 0 0 5 3 】

次に、選択テーブルについて説明する。図 5 は、本実施形態における C M O S センサ 2 5 1 の R O I 選択の一例を示す図である。この図において、 C M O S センサ 2 5 1 は、複数の検出ライン L 1 ~ L N を備えている。例えば、スポット光の照射方向がある方向 (第 1 方向) である場合に対応するスポット像 S P 1 が結像される検出ラインの領域 (R O I) R 1 は、検出ライン L 1 ~ L 3 の 3 ラインである。また、スポット光の照射方向が第 1 方向と異なる方向 (第 2 方向) である場合に対応するスポット像 S P 2 が結像される検出ラインの領域 (R O I) R 2 は、検出ライン L 4 ~ L 5 の 2 ラインである。また、スポット光の照射方向が、第 1、第 2 方向と異なる第 3 方向である場合に対応するスポット像 S P 3 が結像される検出ラインの領域 (R O I) R 3 は、検出ライン L 6 ~ L 8 の 3 ラインである。

30

【 0 0 5 4 】

テーブル記憶部 5 1 に記憶されている選択テーブルは、このような、スポット光の照射方向と検出ラインの領域 (検出ラインの範囲) とを関連付けた情報である。なお、この図に示すように、検出ラインの領域は、結像されるスポット光像の位置に応じて、検出ラインの数が変更されてもよい。あるいは、結像されるスポット光像の位置に関わらず、固定の検出ライン数であってもよい。あるいは、これらが組み合わせられてもよい。つまり、一部の検出ラインの領域においては、結像されるスポット光像の位置に応じて、検出ラインの数が変更され、残りの検出ラインの領域においては、結像されるスポット光像の位置に関わらず、固定の検出ライン数であってもよい。

40

【 0 0 5 5 】

また、選択テーブルは、所定の形状の被測定物 3 を測定した場合に得られる、スポット光の照射方向と、使用する検出ラインとに基づいて、予め作成されている。例えば、被測定物 3 として、図 1 の X Y 平面に平行な物体において、スポット光を走査し、各スポット

50

光の照射方向に対して、実際に結像したスポット光像の検出ラインの範囲（領域）を測定する。この測定結果に基づいて、選択テーブルを作成する。

【 0 0 5 6 】

なお、図 5 において、検出ラインの領域（ R O I ） R 1 及び R 3 の、検出ラインの長手方向とは垂直な方向の長さは、スポット光像の径より大きくなるように設定されている。つまり、 R O I 選択部 4 6 1 は、検出ラインの領域（ R O I ）をスポット光像の径より大きい領域に定め、位置情報算出部 4 4 は、この検出ラインの領域（ R O I ）において、スポット光像の最も輝度の高い位置を含む検出ラインによる検出結果に基づいて、被測定物 3 の位置情報を算出してもよい。この場合、スポット光像の径より大きい領域に定めることにより、確実にスポット光像をとらえることができる。なお、必ずしもスポット光像の最も輝度の高い位置を含む検出ラインによる検出結果に基づいて被測定物 3 の位置情報を算出しなくてもよい。例えば、スポット光像の光量分布の重心位置を含む検出ラインによる検出結果に基づいて被測定物 3 の位置情報を算出するなど、必要に応じて、スポット光像の測定データに所望の演算処理等を行った上で、被測定物 3 の位置情報を算出することができる。

10

【 0 0 5 7 】

以上のように、本実施形態における形状測定装置 1 0 0 は、スポット光源部 2 0 が、被測定物 3 にスポット光を照射し、走査部 2 3 が、被測定物 3 の表面上でスポット光を相対的に走査する。また、受光検出部 2 5（受光部）は、複数の受光画素が 2 次元的に配列され、スポット光が被測定物 3 に照射される照射方向と異なる方向から、スポット光像を検出する。さらに、 R O I 選択処理部 7 0（変更部）は、受光検出部 2 5 が有する複数の受光画素のうち、スポット光の照射方向に応じて、スポット光像の位置を検出するために用いる受光画素の信号を選択する（変更する）。位置演算処理部 6 0（制御部）は、 R O I 選択処理部 7 0 で選択された受光画素からの信号に基づいて、被測定物 3 の位置情報を算出する。

20

【 0 0 5 8 】

これにより、 2 次元的に配列された受光画素（ C M O S センサ 2 5 1 ）のうち、スポット光の照射方向に対応する受光画素を用いて、スポット光像の位置を検出するため、形状測定装置 1 0 0 は、エピポーラライン外の光（環境光や多重反射光）の影響（誤検出）を低減することができる。そのため、本実施形態における形状測定装置 1 0 0 は、被測定物 3 の形状を精度良く計測することができる。

30

また、走査されたスポット光像を 1 本の検出ラインセンサ上に結像するためには、複雑な機構や高度な調整作業を必要とするが、本実施形態における形状測定装置 1 0 0 は、 2 次元的に配列された受光画素（ C M O S センサ 2 5 1 ）を使用するため、その必要がない。つまり、本実施形態における形状測定装置 1 0 0 は、複雑な機構や高度な調整作業を必要とせずに、被測定物 3 の形状を精度良く計測することができる。

【 0 0 5 9 】

また、本実施形態では、 R O I 選択処理部 7 0（ R O I 選択部 4 6 1 ）は、受光検出部 2 5（ C M O S センサ 2 5 1 ）上でスポット光像が結像された位置を含む複数の受光画素であって、スポット光を走査した場合にスポット光像が変位する方向とは異なる方向に存在する複数の受光画素を選択する。つまり、 R O I 選択部 4 6 1 は、スポット光の照射方向に応じて、 C M O S センサ 2 5 1 上のスポット光走査方向（ V 方向）とは異なるエピポーラライン方向（ H 方向）の複数の受光画素（検出ライン）を選択する。これにより、スポット光像が結像された位置検出を行う方向に複数の受光画素を選択するため、スポット光像が結像された位置を正しく検出することができる。よって、実施形態における形状測定装置 1 0 0 は、被測定物 3 の形状を精度良く計測することができる。

40

【 0 0 6 0 】

また、本実施形態では、 R O I 選択処理部 7 0（ R O I 選択部 4 6 1 ）は、複数の受光画素のうち、スポット光を走査した場合にスポット光像が変位する方向と直交する方向に配列した受光画素群を、一つの検出ラインとして設定し、かつスポット光像が変位する方

50

向において各々の位置にそれぞれ別々の検出ラインを設定する。そして、ＲＯＩ選択処理部７０（ＲＯＩ選択部４６１）は、複数の検出ラインのうちの検出に使用する検出ラインの領域を、スポット光の照射方向に応じて選択する。さらに、位置演算処理部６０（測定制御部４５は、）は、受光検出部２５に対して、選択された検出ラインの領域によってスポット光像を検出させる。

これにより、検出ライン単位によって検出領域（ＲＯＩ）を設定し、検出ライン単位によって、スポット光像が変位位置を読み出すことができるため、測定時間を短縮することができる。また、検出ラインの領域（測定に用いられる検出ラインの数）は、スポット光の照射方向に応じて可変にすることができるため、スポット光の照射方向に応じて検出に必要な検出ライン数が変わるような場合であっても対応することができる。

10

【００６１】

また、本実施形態では、ＲＯＩ選択処理部７０（ＲＯＩ選択部４６１）は、スポット光の照射方向と、複数の検出ラインのうちの検出に使用する検出ラインの領域とを関連づけた選択基準に基づいて、検出ラインの領域を選択する。つまり、ＲＯＩ選択処理部７０（ＲＯＩ選択部４６１）は、例えば、選択テーブルや、予め定められた選択ルール、選択関数による演算結果などの選択基準に基づいて、検出ラインの領域を選択する。

これにより、簡易な方法により、最適な検出ラインの領域を選択することができるため、本実施形態における形状測定装置１００は、被測定物３の形状を精度良く計測することができる。

【００６２】

20

また、本実施形態では、スポット光の照射方向と、使用する検出ラインの領域とを関連づけた選択テーブルが、上述の選択基準となっている。また、形状測定装置１００は、選択テーブルを記憶するテーブル記憶部５１（記憶部）を備え、選択テーブルは、所定の形状の被測定物３を測定した場合に得られる、スポット光の照射方向と、使用する検出ラインとに基づいて、予め作成されている。

これにより、作成された選択テーブルを用いることによって、製造された形状測定装置１００に対して、キャリブレーションを行うことができる。例えば、製造された複数の形状測定装置１００ごとに、ＣＭＯＳセンサ２５１の位置が、多少ばらつくことが考えられる。しかしながら、本実施形態によれば、各形状測定装置１００ごとに、所定の形状の被測定物３を測定した場合に得られる、スポット光の照射方向と、使用する検出ラインとに基づいて、上述のような選択テーブルを作成することができる。そして、この選択テーブルを用いることによって、いずれの形状測定装置１００においても、ＲＯＩ選択処理部７０（ＲＯＩ選択部４６１）は、最適な検出ラインの領域を選択することができる。そのため、ＣＭＯＳセンサ２５１の位置合わせを過度に厳密に行う必要がないため、ＣＭＯＳセンサ２５１の位置合わせのための調整の工数をふやさずに形状測定装置１００を組み立てることができる。よって、本実施形態における形状測定装置１００は、被測定物３の形状を精度良く計測することができる。

30

【００６３】

[第２の実施形態]

次に、第２の実施形態について説明する。第２の実施形態においては、角度検出部２３３が検出した角度情報に代えて、実際にスポット光が照射された位置を検出することによって、スポット光の照射方向を検出している。

40

図６は、第２の実施形態における光プローブ２ａの構成を示す模式図である。

図６において、光プローブ２ａは、スポット光源部２０、走査部２３、撮像レンズ２４、ＣＭＯＳセンサ２５１、及び照射位置検出部２６を備えている。この図において、図１及び図２と同じ構成には、同じ符号を附し、その説明を省略する。

【００６４】

照射位置検出部２６は、スポット光を分岐する光路分岐部２６１と、スポット光を分岐した分岐スポット光が照射される分岐光受光部２６２（受光素子）とを有し、分岐光受光部２６２に照射された分岐スポット光の照射位置を検出する。

50

光路分岐部 261 は、例えば、ハーフミラーであり、スポット光の一部（分岐スポット光）を分岐させて、分岐光受光部 262 に照射させる。

分岐光受光部 262 は、例えば、CMOS センサなどの受光素子であり、分岐スポット光の位置を検出する。

【0065】

図 7 は、第 2 の実施形態における形状測定装置 100 の構成を示す概略ブロック図である。なお、この図において、図 1 から図 3 と同一の（あるいは対応する）構成には同一の符号を同じ符号を附し、その説明を省略する。

【0066】

図 7 において、本実施形態における形状測定装置 100 は、光プローブ 2 が図 6 に示される光プローブ 2a に置き換わっている点を除いて、図 3 と同一である。

10

【0067】

本実施形態では、光プローブ 2a が、照射位置検出部 26 を備え、検出した検出情報（分岐スポット光の位置情報）を受光制御部 46 に供給する。

受光制御部 46 の ROI 選択部 461 は、照射位置検出部 26（分岐光受光部 262）が検出した検出情報に基づいて、スポット光の照射方向を検出する。つまり、ROI 選択部 461 は、ガルバノミラー 232 の角度情報ではなく、実際に照射された分岐スポット光の位置に基づいて、スポット光の照射方向を検出する。

【0068】

以上のように、本実施形態では、実際に照射された分岐スポット光の位置から、スポット光の照射方向を検出するため、正確なスポット光の照射方向を検出することができる。

20

また、本実施形態における形状測定装置 100 は、第 1 の実施形態と同様に、複雑な機構や高度な調整作業を必要とせず、被測定物 3 の形状を精度良く測定することができる。

【0069】

なお、スポット光の照射方向を検出する方法は、スポット光走査制御部 47 による走査部 23 を制御する制御信号に基づいて検出する方法でもよい。この場合、角度検出部 233 及び照射位置検出部 26 を備える必要がないため、簡易な構成により、スポット光の照射方向を検出することができる。

【0070】

30

また、ROI 選択処理部 70（ROI 選択部 461）は、走査部 23 を制御する制御信号、走査部 23 においてスポット光を照射する角度を検出する角度検出部 233 による検出情報、及び、スポット光を分岐した分岐スポット光が照射される分岐光受光部 262（受光素子）を有し、分岐光受光部 262 に照射された分岐スポット光の照射位置を検出する照射位置検出部 26 による検出情報のうちのいずれか 1 つ又は組み合わせに基づいて、スポット光の照射方向を検出してよい。

なお、組み合わせに基づいて、スポット光の照射方向が検出された場合には、複数の系統によりスポット光の照射方向を検出できるため、正確なスポット光の照射方向を検出することができる。

【0071】

40

[第 3 の実施形態]

次に、第 3 の実施形態について説明する。第 3 の実施形態は、スポット光源部 20 の別の形態を示す実施形態である。本実施形態における形状測定装置 100 は、スポット光源部 20 の代わりにスポット光源部 20a を備える点を除き、上述した各実施形態と同様である。

【0072】

図 8 は、第 3 の実施形態におけるスポット光源部 20a の構成を示す概略ブロック図である。図 8（a）において、本実施形態におけるスポット光源部 20a は、光源 21、集光レンズ 22、及びシリンドリカルレンズ 27 を備えている。シリンドリカルレンズ 27（光学部）は、集光レンズ 22 の後ろに配置され、検出ラインに垂直なスポット光像の径

50

が、検出ラインに平行なスポット光像の径より狭いスポット光像を受光検出部 25 (CMOS センサ 251) に結像させる。すなわち、シリンドリカルレンズ 27 は、検出ラインに垂直な径が、検出ラインに平行な径より狭いスポット光 (スポット状のパターン) を被測定物 3 に投影させる。

【0073】

図 8 (b) は、スポット光源部 20a によって、CMOS センサ 251 上に結像されたスポット光像 SP4 を示している。この図に示すように、スポット光源部 20a は、シリンドリカルレンズ 27 を用いて、検出ライン EL3 のスポット光走査方向の幅 D2 内に入るように、スポット光像 SP4 を結像させる。また、スポット光源部 20a は、スポット光像 SP4 のエピポーラライン方向の幅 D1 を、スポット光像 SP4 における変位の測定が可能な幅に結像させる。したがって、スポット光源部 20a は、スポット光像 SP4 を、検出ラインに垂直な径が D2 検出ラインに平行な径 D1 より狭く結像するように、スポット光を照射する。

10

【0074】

これにより、スポット光走査方向に狭い楕円形のスポット光像を CMOS センサ 251 上に結像させることができるため、エピポーラライン外の光 (環境光や多重反射光) を誤検出してしまいう可能性を低減することができる。したがって、本実施形態における形状測定装置 100 は、被測定物 3 の形状を精度良く測定することができる。

また、検出ラインの領域を狭めることができるため、測定時間 (検出ラインの領域の検出結果の読み出し時間) を低減することができる。

20

【0075】

[第 4 の実施形態]

次に、第 4 の実施形態について説明する。上述の各実施形態では、走査部 23 によるスポット光の照射方向が変更されるのに同期して、CMOS センサ 251 上の検出ラインの領域 (ROI) を変更する形態を説明したが、本実施形態は、別の方式により、スポット光の照射方向と検出ラインの領域 (ROI) とを対応させる。本実施形態においては、受光検出部 25 にローリングシャッタカメラ 25a を用いて、ローリングシャッタカメラ 25a の露光領域に同期して、走査部 23 にスポット光の照射方向を変更させている。

【0076】

図 9 は、第 4 の実施形態における制御部 40 及び光プロープ 2b の構成を示す概略ブロック図である。

30

なお、図 9 は、本実施形態を説明する上で必要な構成のみを記載しており、他の構成は、上述の各図における構成と同様である。

【0077】

図 9 において、光プロープ 2b は、ローリングシャッタカメラ 25a (受光検出部) と、走査部 23 とを備えている。

ローリングシャッタカメラ 25a は、トリガ信号によって、露光 (検出) を開始し、クロック信号 CK1 に同期して、CMOS センサ 251 上のスポット光走査方向 (V 方向) に順次、検出ラインを変更して露光する。

【0078】

走査部 23 の角度検出部 233 は、角度情報の一部として、ガルバノミラー 232 の走査の起点である原点に、ガルバノミラー 232 があることを示す原点信号をスポット光走査制御部 47a に供給する。つまり、この原点信号は、スポット光の照射方向が走査の開始位置にある場合に供給される。

40

【0079】

ROI 選択処理部 70 は、複数の検出ラインのうちの検出に使用する検出ラインの領域に応じて、走査部 23 に対してスポット光の照射方向を変更させる。ROI 選択処理部 70 は、受光制御部 46a 及びスポット光走査制御部 47a を備えている。

【0080】

受光制御部 46a は、CMOS センサ制御部 462 を備える。CMOS センサ制御部 4

50

6 2 は、ローリングシャッタカメラ 2 5 a の制御を行い、ローリングシャッタカメラ 2 5 a に対してトリガ信号及びクロック信号 C K 1 を供給する。C M O S センサ制御部 4 6 2 は、スポット光走査制御部 4 7 a に位相比較器 4 7 1 にトリガ信号を供給する。

また、C M O S センサ制御部 4 6 2 は、スポット光の走査速度と、C M O S センサ 2 5 1 に結像されたスポット光像の径とに応じて、ローリングシャッタカメラ 2 5 a における検出ラインの領域 (R O I) にスポット光像を露光することができるよう露光時間 (内部露光時間) を定める。

【 0 0 8 1 】

スポット光走査制御部 4 7 a は、位相比較器 4 7 1 を備える。位相比較器 4 7 1 は、角度検出部 2 3 3 から供給される原点信号と、C M O S センサ制御部 4 6 2 から供給されるトリガ信号とに基づいて、ガルバノミラー 2 3 2 の角度を変更させる制御信号を生成する。つまり、位相比較器 4 7 1 は、この原点信号の位相とトリガ信号の位相とを比較し、この 2 つの位相が一致するように、ガルバノミラー 2 3 2 の角度を変更させる制御信号を生成する。すなわち、位相比較器 4 7 1 は、原点信号の出力タイミングと、トリガ信号の出力タイミングとを同期させる。

【 0 0 8 2 】

これにより、スポット光の走査開始タイミングと、ローリングシャッタカメラ 2 5 a の露光開始タイミングが一致され、さらに、スポット光の走査期間と、ローリングシャッタカメラ 2 5 a の一画面露光に必要な期間が等しくなる。結果として、スポット光走査制御部 4 7 a は、ローリングシャッタカメラ 2 5 a の検出ラインの領域 (露光領域) に対応するように、ガルバノミラー 2 3 2 の角度を変更する。

【 0 0 8 3 】

図 1 0 は、本実施形態におけるローリングシャッタカメラ 2 5 a の動作を示すタイミングチャートである。

この図において、横軸は、時間を示し、縦軸は、上から順に (a) 外部トリガ (ここでいうトリガ信号) 、 (b) 内部露光時間設定、 (c) センサ読み出し開始信号、 (d) 露光 (露光領域) 、 (e) カメラデータ出力、 (f) グローバル露光タイミング出力、及び (g) トリガレディ出力を示している。なお、ここでいう露光時間とは、露光する時間の長さ又は時間幅のことである。

【 0 0 8 4 】

この例では、 (b) 露光時間 (内部露光時間) が S T 1 に設定されている。時刻 T 1 において、C M O S センサ制御部 4 6 2 が、 (a) 外部トリガを出力すると、ローリングシャッタカメラ 2 5 a は、内部で (c) センサ読み出し開始信号を生成し、 (d) 露光を開始する。ローリングシャッタカメラ 2 5 a は、 (d) 露光に示すように、露光時間 S T 1 の間隔によって、各検出ラインの露光タイミング (t 1 から t n まで) を順番に露光する。また、一方で、 (a) 外部トリガに応じて、ローリングシャッタカメラ 2 5 a は、 (g) トリガレディ出力を、L (ロウ) 状態に遷移させる。これは、ローリングシャッタカメラ 2 5 a が (a) 外部トリガを受け付けられない状態 (ビジー) であることを示している。

【 0 0 8 5 】

時刻 T 2 において、ローリングシャッタカメラ 2 5 a は、 (d) 露光を完了し、制御部 4 0 は、 (f) グローバル露光タイミング出力後に出力される (e) カメラデータ出力によりスポット光像の検出情報を取得する。

【 0 0 8 6 】

時刻 T 3 において、ローリングシャッタカメラ 2 5 a は、 (e) カメラデータ出力を完了し、時刻 T 4 から時刻 T 5 において再び (d) 露光が繰り返される。なお、上述したように、位相比較器 4 7 1 は、時刻 T 1 から時刻 T 4 の期間にスポット光の走査期間を一致させる。

【 0 0 8 7 】

図 1 1 は、本実施形態における露光時間の設定例を説明する図である。この図において

10

20

30

40

50

、ＣＭＯＳセンサ２５１の各検出ラインは、露光タイミング（ t_1 から t_n ）によって露光される。ここで、スポット光像の走査方向の径 D_3 は、検出ライン（ここでは走査線ともいう） EL_4 から EL_5 の３検出ラインに収まる大きさである。そのため、ＣＭＯＳセンサ制御部４６２は、この３検出ラインが走査される時間（時間幅）を、露光時間（図１０の ST_1 ）として定める。

【００８８】

つまり、この露光時間は、検出ラインが走査される周期と、スポット光像の走査方向の径 D_3 とに基づいて設定される。なお、検出ラインが走査される周期は、スポット光の走査周期に対応している。また、スポット光の走査周期は、スポット光の走査速度に対応する。そのため、この露光時間は、スポット光の走査速度と、スポット光像の径とに基づいて設定される。なお、スポット光は、走査部２３によって、照射される角度が変更される。そのため、ここでいうスポット光の走査速度とは、単位時間当たりの角度変更量（すなわち、角速度）を示している。

【００８９】

以上のように、本実施形態では、ＲＯＩ選択処理部７０（選択部）は、複数の検出ラインのうちの検出に使用する検出ラインの領域（ＲＯＩ）に応じて、走査部２３に対してスポット光の照射方向を変更させる。

これにより、スポット光の照射方向に対応した検出ラインの領域（ＲＯＩ）によって、スポット光像の検出が可能となるため、本実施形態における形状測定装置１００は、上記の各実施形態と同様に、複雑な機構や高度な調整作業を必要とせずに、被測定物３の形状を精度良く測定することができる。

【００９０】

また、本実施形態では、受光検出部は、２次元のローリングシャッタカメラ２５ａであり、ＲＯＩ選択処理部７０（ＣＭＯＳセンサ制御部４６２）は、スポット光の走査速度と、ローリングシャッタカメラ２５ａのＣＭＯＳセンサ２５１に結像されたスポット光像の径とに応じて、ローリングシャッタカメラ２５ａにおける検出ラインの領域（ＲＯＩ）にスポット光像を露光できるように露光時間を定める。これにより、ローリングシャッタカメラ２５ａは、確実にスポット光像を検出することができる。

【００９１】

〔第５の実施形態〕

次に、第５の実施形態について説明する。第５の実施形態は、第４の実施形態の変形例であり、スポット光の走査速度に応じて、ローリングシャッタカメラ２５ａの露光タイミングを変更している。

【００９２】

図１２は、第５の実施形態における制御部４０及び光プローブ２ｂの構成を示す概略ブロック図である。なお、図１２は、本実施形態を説明する上で必要な構成のみを記載しており、他の構成は、上述の各図における構成と同様である。この図において、スポット光走査制御部４７ｂに、図９の構成に、電圧制御発振器（ VCO ）４７２が追加された構成である。

【００９３】

VCO ４７２は、位相比較器４７１の比較結果（電圧）に基づいて、原点信号の位相とトリガ信号の位相とが一致するように、クロック信号 CK_2 の周波数を変更する。また、 VCO ４７２は、周波数を変更したクロック信号 CK_2 をＣＭＯＳセンサ制御部４６２に供給する。

【００９４】

ＣＭＯＳセンサ制御部４６２は、 VCO ４７２から供給されたクロック信号 CK_2 に基づいて、クロック信号 CK_1 を生成し、生成したクロック信号 CK_1 をＣＭＯＳセンサ２５１に供給する。つまり、走査部２３によるスポット光の走査速度に応じて、クロック信号 CK_1 の周波数が変更され、ローリングシャッタカメラ２５ａの露光タイミングが変更される。すなわち、ＲＯＩ選択処理部７０（スポット光走査制御部４７ｂ）は、スポット

光の走査速度に応じて、ローリングシャッタカメラ 25a の露光タイミングが変更させる。

【0095】

これにより、原点信号の出力タイミングと、トリガ信号の出力タイミングとが、同期され、スポット光の走査開始タイミングと、ローリングシャッタカメラ 25a の露光開始タイミングが一致される。さらに、スポット光の走査期間と、ローリングシャッタカメラ 25a の一画面露光に必要な期間（時間幅）が等しくなる。結果として、スポット光走査制御部 47b は、ローリングシャッタカメラ 25a の検出ラインの領域（露光領域）に対応するように、ガルバノミラー 232 の角度を変更する。

【0096】

以上のように、本実施形態では、スポット光の照射方向に対応した検出ラインの領域（ROI）によって、スポット光像の検出が可能となるため、形状測定装置 100 は、上記の各実施形態と同様に、複雑な機構や高度な調整作業を必要とせずに、被測定物 3 の形状を精度良く測定することができる。なお、クロック信号 CK1 の周波数が変更された場合、測定制御部 45 は、クロック信号 CK1 の周波数に応じて、スポット光源部 20 の照射強度を変更してもよい。つまり、例えば、周波数が大きい場合は、露光時間が短くなるため、測定制御部 45 は、スポット光源部 20 に対して、その露光時間短縮分を補うように、照射強度を強くさせる。

【0097】

〔第 6 の実施形態〕

次に、上述した形状測定装置 100 を備えた構造物製造システムについて説明する。図 13 は、構造物製造システム 200 のブロック構成図である。構造物製造システム 200 は、上述した形状測定装置 100 と、設計装置 110 と、成形装置 120 と、制御装置（検査装置）130 と、リペア装置 140 とを備える。

【0098】

設計装置 110 は、構造物の形状に関する設計情報を作製し、作成した設計情報を成形装置 120 に送信する。また、設計装置 110 は、作成した設計情報を制御装置 130 の後述する座標記憶部 131 に記憶させる。ここで、設計情報とは、構造物の各位置の座標を示す情報である。成形装置 120 は、設計装置 110 から入力された設計情報に基づいて上記構造物を作製する。成形装置 120 の成形工程には、鋳造、鍛造、または切削等が含まれる。

形状測定装置 100 は、作製された構造物（被測定物）の座標を測定し、測定した座標を示す情報（形状情報）を制御装置 130 へ送信する。

【0099】

制御装置 130 は、座標記憶部 131 と、検査部 132 とを備える。座標記憶部 131 には、前述の通り、設計装置 110 により設計情報が記憶される。検査部 132 は、座標記憶部 131 から設計情報を読み出す。検査部 132 は、形状測定装置 100 から受信した座標を示す情報（形状情報）と座標記憶部 131 から読み出した設計情報とを比較する。

【0100】

検査部 132 は、比較結果に基づき、構造物が設計情報通りに成形されたか否かを判定する。換言すれば、検査部 132 は、作製された構造物が良品であるか否かを判定する。検査部 132 は、構造物が設計情報通りに成形されていない場合、修復可能であるか否かを判定する。修復できる場合、検査部 132 は、比較結果に基づき、不良部位と修復量を算出し、リペア装置 140 に不良部位を示す情報と修復量を示す情報とを送信する。

【0101】

リペア装置 140 は、制御装置 130 から受信した不良部位を示す情報と修復量を示す情報とに基づき、構造物の不良部位を加工する。

【0102】

図 14 は、構造物製造システム 200 による処理の流れを示したフローチャートである

10

20

30

40

50

。まず、設計装置 110 が、構造物の形状に関する設計情報を作製する（ステップ S101）。次に、成形装置 120 は、設計情報に基づいて上記構造物を作製する（ステップ S102）。次に、形状測定装置 100 は、上述のような方法で、作製された上記構造物の形状を測定する（ステップ S103）。その後、制御装置 130 の検査部 132 は、形状測定装置 100 で得られた形状情報と、上記設計情報とを比較することにより、構造物が誠設計情報通りに作製されたか否か検査する（ステップ S104）。

【0103】

次に、制御装置 130 の検査部 132 は、作製された構造物が良品であるか否かを判定する（ステップ S105）。作製された構造物が良品である場合（ステップ S105 YES）、構造物製造システム 200 はその処理を終了する。一方、作製された構造物が良品でない場合（ステップ S105 NO）、制御装置 130 の検査部 132 は、作製された構造物が修復できるか否かを判定する（ステップ S106）。

10

【0104】

作製された構造物が修復できる場合（ステップ S106 YES）、リペア装置 140 は、構造物の再加工を実施し（ステップ S107）、ステップ S103 の処理に戻る。一方、作製された構造物が修復できない場合（ステップ S106 YES）、構造物製造システム 200 はその処理を終了する。以上で、本フローチャートの処理を終了する。

【0105】

以上により、上記の実施形態における形状測定装置 100 が構造物の座標（構造物の三次元形状）を正確に測定することができるので、構造物製造システム 200 は、作製された構造物が良品であるか否かを判定することができる。また、構造物製造システム 200 は、構造物が良品でない場合、構造物の再加工を実施し、修復することができる。

20

【0106】

なお、本実施形態におけるリペア装置 140 が実行するリペア工程は、成形装置 120 が成形工程を再実行する工程に置き換えられてもよい。その際には、制御装置 130 の検査部 132 が修復できると判定した場合、成形装置 120 は、成形工程（鍛造、切削等）を再実行する。具体的には、例えば、成形装置 120 は、構造物において本来切削されるべき箇所であって切削されていない箇所を切削する。これにより、構造物製造システム 200 は、構造物を正確に作製することができる。

【0107】

なお、上記の実施形態によれば、図 15 に示されるように、本教示に係る形状測定方法は、形状測定装置 100 が実行する形状測定方法であって、被測定物 3 にスポット光を照射するスポット光照射手順（S201）と、被測定物 3 の表面上でスポット光を相対的に走査する走査手順（S202）と、複数の受光画素を用いて、スポット光が被測定物 3 に照射される照射方向と異なる方向からスポット光が被測定物 3 に照射された場合のスポット光像を検出する検出手順（S203）と、スポット光の照射方向に応じて、スポット光像の位置を検出するために用いる信号を取得する受光画素の位置を変更する変更手順（S204）と、前記受光画素からの信号に基づいて、被測定物 3 の位置情報を算出する制御手順（S205）とを有する。なお、前記複数の受光素子は 2 次元的に配列されていてもよく、前記変更手順（S204）において、前記複数の受光画素のうち、前記スポット状のパターンの像の位置を検出するために用いる信号を取得する受光画素を選択してもよい。これにより、複雑な機構や高度な調整作業を必要とせずに、被測定物 3 の形状を精度良く測定することができる。なお、上記手順は、必ずしもこの順序で実施されなければならないわけではなく、必要に応じて適宜順番を入れ替えることができることは言うまでもない。

30

40

【0108】

なお、本発明は、上記の各実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で変更可能である。

例えば、上記の各実施形態において、位置演算処理部 60（制御部）は、スポット光の径の最大値に応じて、検出ラインに対して垂直方向に連続した複数の受光画素を積算した

50

検出結果に基づいて、被測定物 3 の位置情報を算出してもよい。つまり、位置演算処理部 60 は、受光検出部 25 又はローリングシャッタカメラ 25a から、複数の受光画素を積算した検出結果を読み出して、この検出結果に基づいて、被測定物 3 の位置情報を算出してもよい。この場合、読み出し時間を短縮できるため、形状測定装置 100 は、測定処理時間を短縮することができる。また、位置演算処理部 60 は、複数の受光画素の検出結果を読み出した後に、検出結果を積算して、被測定物 3 の位置情報を算出してもよい。なお、位置演算処理部 60 は、測定レンジ（分解能）に応じて、これらの方法を選択的に使用してもよい。

【0109】

また、上記の各実施形態において、ROI 選択部 461 は、検出ラインの領域（ROI）をスポット光像の径より大きい領域に定め、位置情報算出部 44 は、この検出ラインの領域（ROI）において、スポット光像の最も輝度の高い位置を含む検出ラインによる検出結果に基づいて、被測定物 3 の位置情報を算出してもよい。例えば、図 5 に示すように検出ラインの領域（ROI）R1 及び R3 は、スポット光像の径より大きい領域に定めている。この場合、スポット光像の径より大きい領域に定めることにより、確実にスポット光像をとらえることができる。

【0110】

また、上記の各実施形態において、走査部 23 は、ガルバノミラーを用いる形態を説明したが、スポット光の照射方向を変更せずに、光プローブ 2 に対して被測定物 3 を相対的移動させることでスポット光像を走査するようにしてもよい。この場合はスポット光の照射方向（角度）が一定なので、検出ラインの領域も変わらない。一方、スポット光の照射方向（角度）を変更することで、スポット光像を被測定物 3 に対して走査する場合、スポット光の照射方向（角度）を変更できる構成であれば他の形態でもよい。例えば、ポリゴンミラー、DMD（Digital Micromirror Device）などの MEMS（Micro Electro Mechanical Systems）ミラーを用いる形態でもよく、AOM（Acousto Optic Modulator）などの回折現象を利用する光学素子などを用いる形態でもよい。

【0111】

また、上記の各実施形態において、スポット光の照射方向を変更するのに同期して検出ラインの領域（ROI）を変更する形態、及び、検出ラインの領域（ROI）を変更するのに同期して、走査部 23 にスポット光の照射方向を変更させる形態を説明したが、これらに限定されるものではない。例えば、形状測定装置 100 は、受光検出部 25 の全受光画素分の検出結果を読み出した後に、スポット光の照射方向に対応する領域の検出結果を選択して使用する形態でもよい。

【0112】

上記の各実施形態において、選択テーブルは予め作成されたものを使用する形態を説明したが、定期的に測定しなおして更新する形態でもよい。また、形状測定装置 100 は、この選択テーブルを内部で生成する機能を備えてもよい。また、テーブル記憶部 51 は、測定レンジ（分解能）や測定条件に応じて、複数の選択テーブルを記憶する形態でもよい。また、上記の各実施形態において、受光画素は必ずしも二次元的に配列されていなくてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0113】

本発明は、製造された構造物が良品であるか否かを判定できる構造物製造システムに適用することができる。

【符号の説明】

【0114】

3 ... 被測定物、20, 20a ... スポット光源部、23 ... 走査部、25 ... 受光検出部、26 ... 照射位置検出部、27 ... シリンドリカルレンズ、51 ... テーブル記憶部、60 ... 位置演算処理部、70 ... ROI 選択処理部、233 ... 角度検出部、100 ... 形状測定装置

10

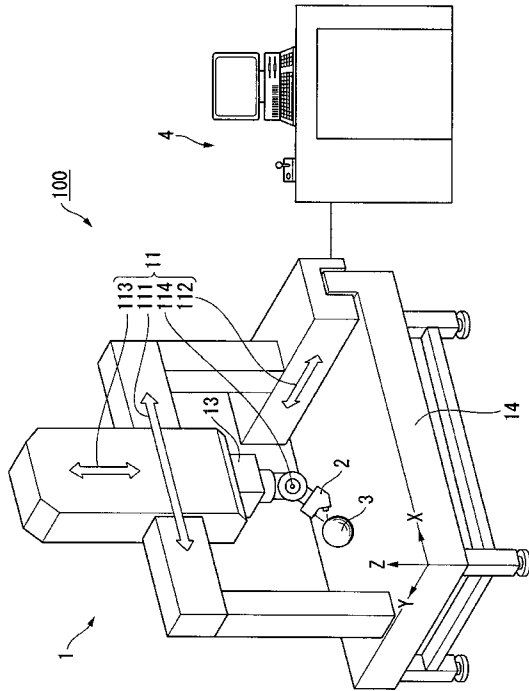
20

30

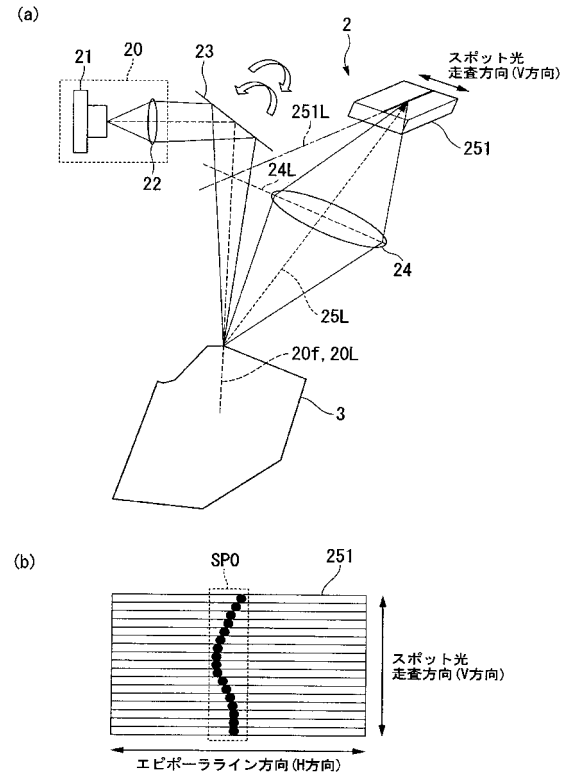
40

50

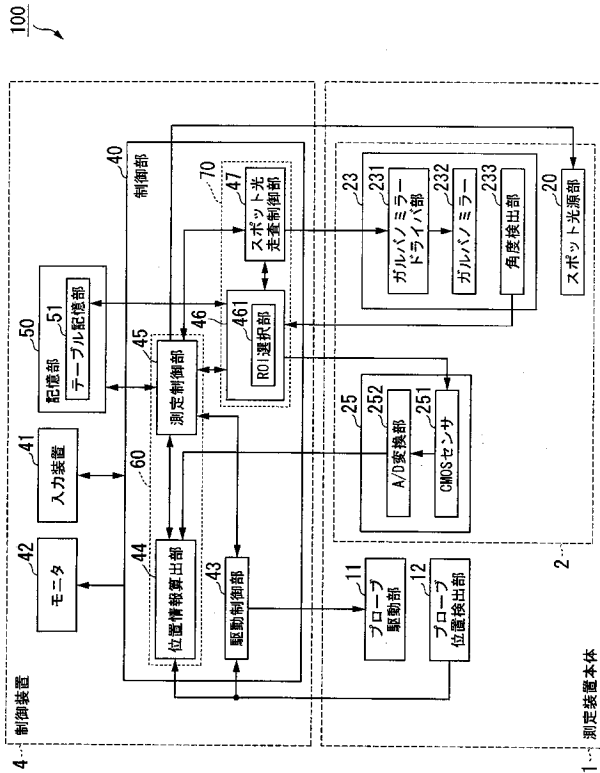
【図 1】



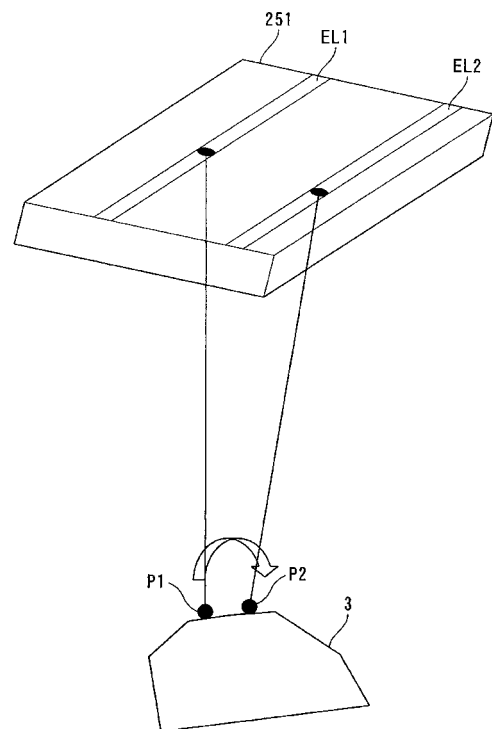
【図 2】



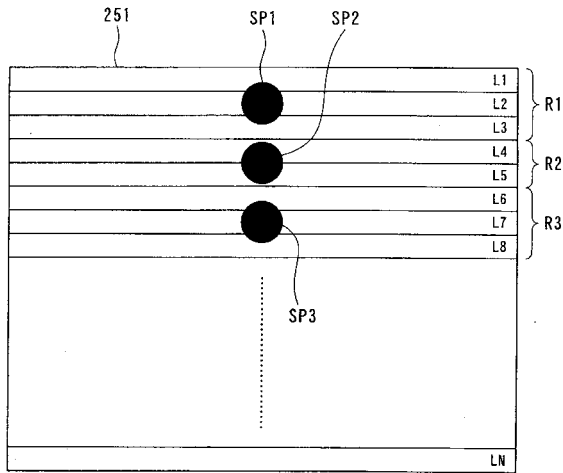
【図 3】



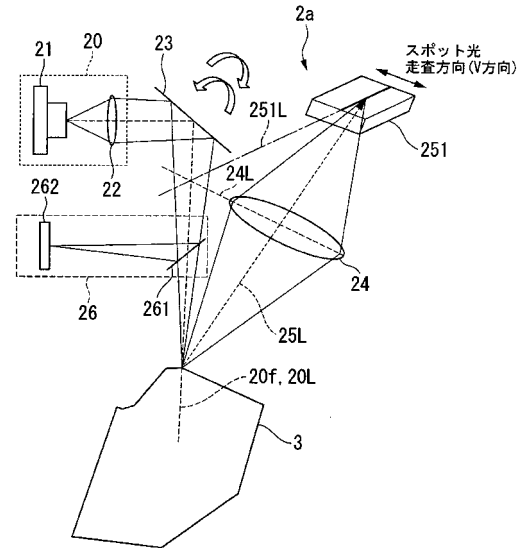
【図 4】



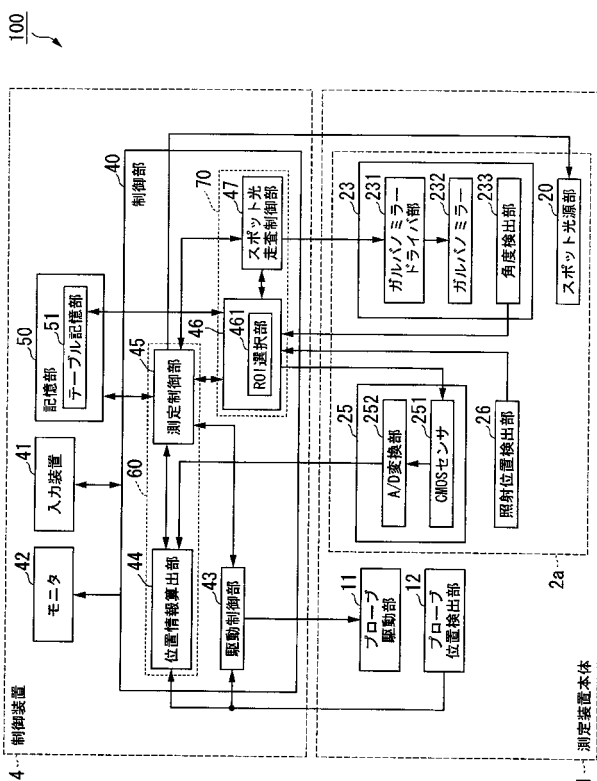
【 図 5 】



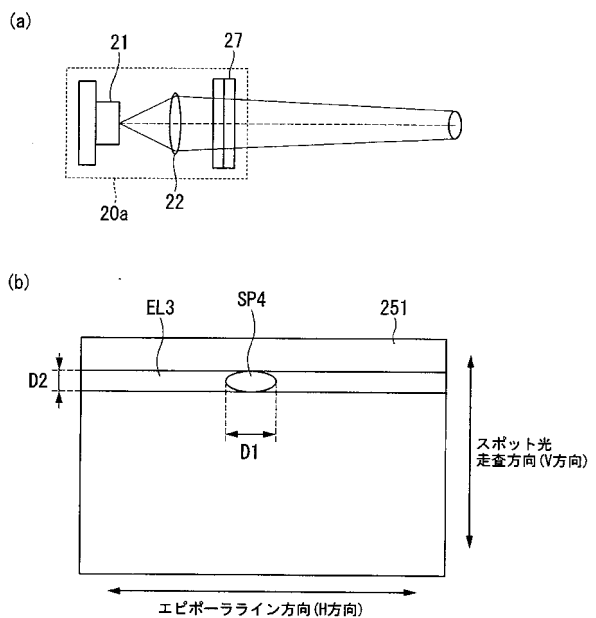
【 図 6 】



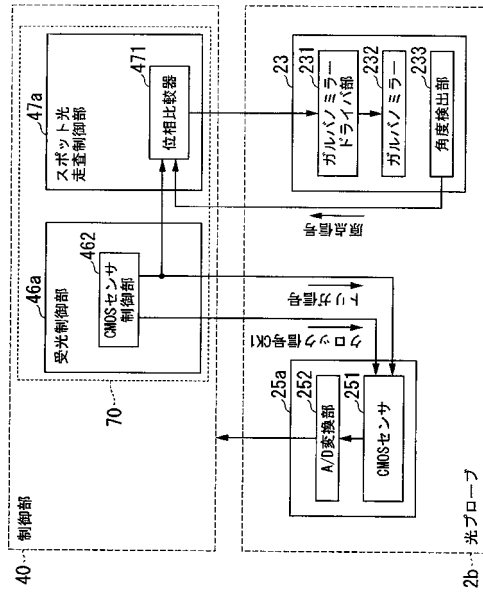
【 図 7 】



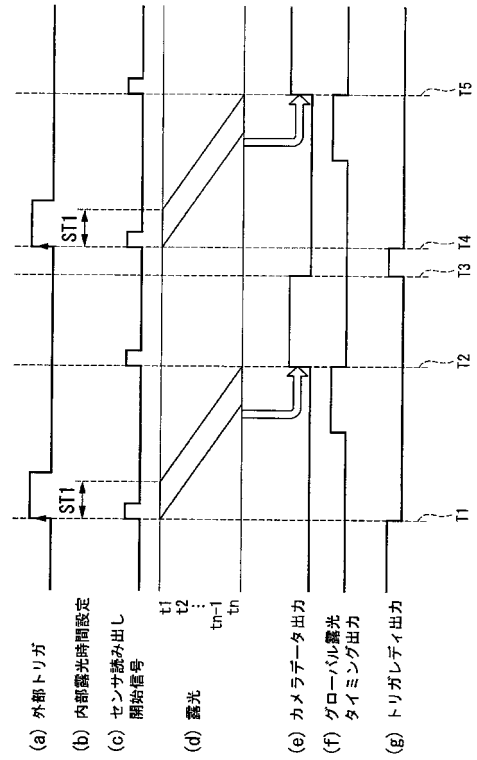
【圖 8】



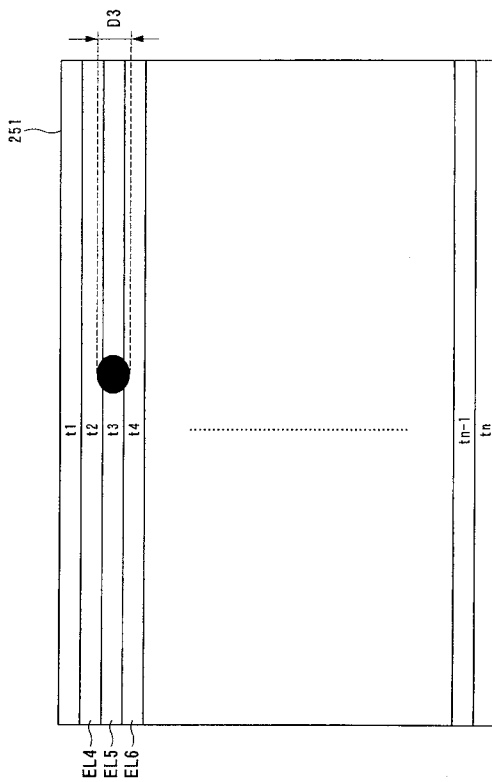
【図 9】



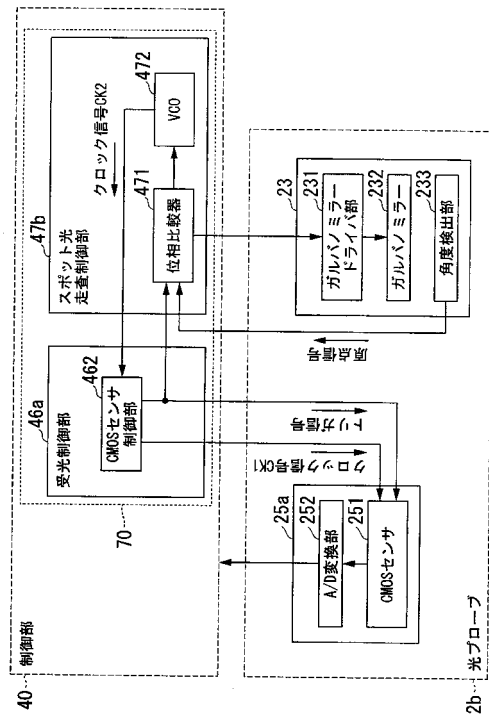
【図 10】



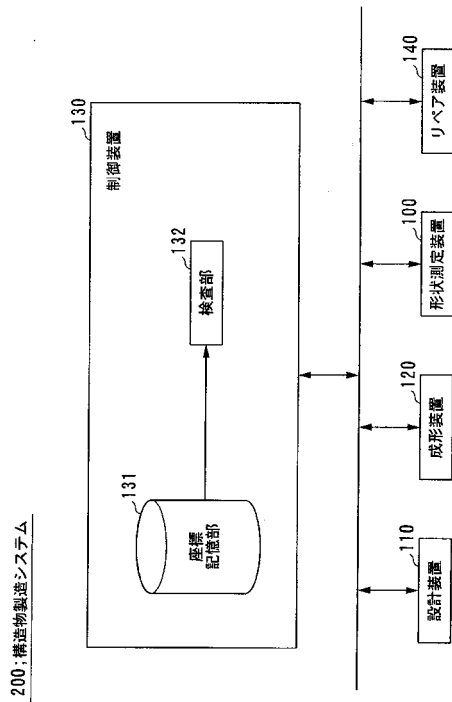
【図 11】



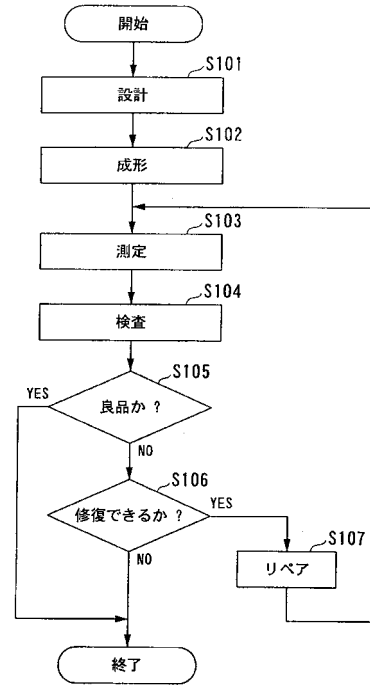
【図 12】



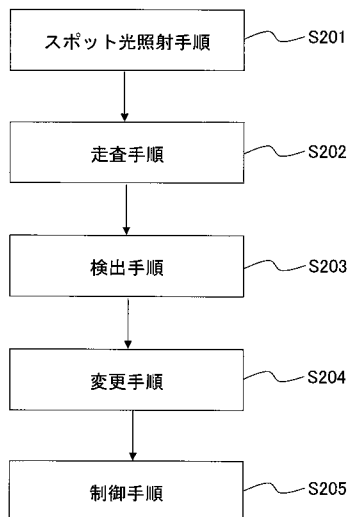
【図 13】



【図 14】



【図 15】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/JP2012/059284

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G01B11/25
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01B G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2007/125081 A1 (METRIS N V [BE]; CRAMPTON STEPHEN JAMES [GB]; CHAMP PETER [GB]) 8 November 2007 (2007-11-08)	1-5,8-17
Y	page 28, line 22 - page 32, line 36 figures 2,8,9A,10A-10F, 13	6,7, 18-20
Y	----- EP 1 596 158 A1 (KONICA MINOLTA SENSING INC [JP]) 16 November 2005 (2005-11-16) paragraph [0102]	6,7
A	----- US 7 375 826 B1 (LAVELLE JOSEPH P [US] ET AL) 20 May 2008 (2008-05-20) column 3, line 20 - column 5, line 62; figures 1,3,	1-17
A	----- US 6 542 250 B1 (MICHAELIS BERND [DE] ET AL) 1 April 2003 (2003-04-01) column 4, line 64 - column 5, line 5	1-17
	----- -/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 September 2012

Date of mailing of the international search report

01/10/2012

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Fazio, Valentina

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/JP2012/059284

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2006/098212 A1 (FORSTER FRANK [DE] ET AL) 11 May 2006 (2006-05-11) paragraphs [0001], [0054]; figure 1 -----	18-20
Y	US 2003/002052 A1 (HOFFMANN CHRISTIAN [DE]) 2 January 2003 (2003-01-02) paragraph [0001] -----	18-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/JP2012/059284

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2007125081 A1	08-11-2007	AT 441087 T EP 2010863 A1 EP 2096403 A1 JP 2009534969 A US 2009205088 A1 US 2012026510 A1 WO 2007125081 A1	15-09-2009 07-01-2009 02-09-2009 24-09-2009 13-08-2009 02-02-2012 08-11-2007
EP 1596158 A1	16-11-2005	DE 602005003610 T2 EP 1596158 A1 JP 4111166 B2 JP 2005321278 A US 2005249400 A1	27-11-2008 16-11-2005 02-07-2008 17-11-2005 10-11-2005
US 7375826 B1	20-05-2008	NONE	
US 6542250 B1	01-04-2003	AT 214501 T DE 19928341 A1 EP 1065628 A1 ES 2173062 T3 US 6542250 B1	15-03-2002 18-01-2001 03-01-2001 16-10-2002 01-04-2003
US 2006098212 A1	11-05-2006	AT 366404 T AU 2003250787 A1 CN 1668890 A DE 10232690 A1 DK 1523654 T3 EP 1523654 A1 ES 2286468 T3 JP 4988155 B2 JP 2005538347 A US 2006098212 A1 WO 2004010076 A1	15-07-2007 09-02-2004 14-09-2005 12-02-2004 29-10-2007 20-04-2005 01-12-2007 01-08-2012 15-12-2005 11-05-2006 29-01-2004
US 2003002052 A1	02-01-2003	DE 19963333 A1 EP 1242786 A1 JP 3571325 B2 JP 2003518614 A US 2003002052 A1 WO 0148438 A1	12-07-2001 25-09-2002 29-09-2004 10-06-2003 02-01-2003 05-07-2001

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN

F ターム(参考) 2F065 AA04 AA53 BB05 CC14 DD03 FF01 FF04 FF09 FF17 GG04
GG07 HH04 JJ03 JJ19 JJ26 LL13 LL30 LL62 MM06 MM16
QQ31