

(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2011-107140

(P2011-107140A)

(43) 公開日 平成23年6月2日(2011.6.2)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
GO 1 B 11/02 (2006.01)	GO 1 B 11/02 H	2 F 0 6 5
GO 1 B 11/24 (2006.01)	GO 1 B 11/24 K	

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2010-255198 (P2010-255198)	(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
(22) 出願日	平成22年11月15日(2010.11.15)	(74) 代理人	100079108 弁理士 稲葉 良幸
(31) 優先権主張番号	09176628.7	(74) 代理人	100109346 弁理士 大貫 敏史
(32) 優先日	平成21年11月20日(2009.11.20)	(74) 代理人	100117189 弁理士 江口 昭彦
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)	(74) 代理人	100134120 弁理士 内藤 和彦
		(72) 発明者	マーチン ヤンセン オランダ国, カスターレン ビービー-5 529

最終頁に続く

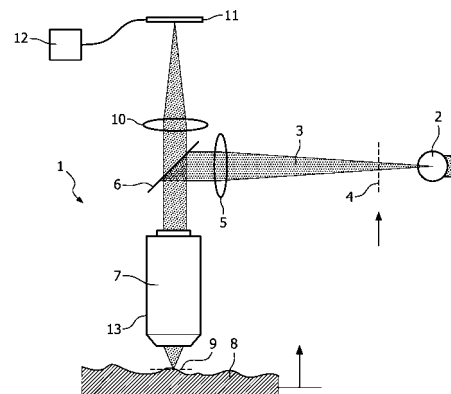
(54) 【発明の名称】 物体表面の高さマップを求める方法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】 より高い速度で物体表面の高さマップを求める方法および装置を提供する。

【解決手段】 物体表面の高さマップを求める方法であって、光源の光軸方向に沿って、物体表面に対し対物レンズの焦点面を走査するステップと、その走査中に、前記光軸に垂直な方向に周期性を有する周期的パターンを当該光軸の垂直方向に移動させながら、当該周期的パターンが付与された光を対物レンズを通じて物体表面に照射するステップと、光検出器により前記物体表面で反射した前記光を検出するステップと、その光検出器で検出した光の強度の振幅が最大となる走査位置を特定するステップと、その光の強度の振幅が最大となる走査位置から物体表面の高さを求めるステップと、を有する。光を検出するステップでは、複数の走査位置で当該各走査位置毎に一回ずつ光が検出される。走査の速度と、周期的パターンの位相の移動速度が一定の関係を有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体表面の高さマップを求める方法であって、
光源の光軸方向に沿って、物体表面に対し対物レンズの焦点面を走査するステップと、
前記走査中に、前記光軸に垂直な方向に周期性を有する周期的パターンを当該光軸の垂直方向に移動させながら、当該周期的パターンが付与された光を前記対物レンズを通じて前記物体表面に照射するステップと、

光検出器により前記物体表面で反射した前記光を検出するステップと、

前記光検出器で検出した光の強度の振幅が最大となる走査位置を特定するステップと、
前記光の強度の振幅が最大となる走査位置から前記物体表面の高さを求めるステップと、
を有し、

前記光を検出するステップでは、複数の走査位置で当該各走査位置毎に一回ずつ光が検出され、

前記走査の速度と、前記周期的パターンの位相の移動速度が一定の関係を有する、方法。

【請求項 2】

前記走査と前記周期的パターンの位相の移動は、それぞれ等速で行われる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記周期的パターンは、正弦波周期パターンまたは 2 値周期ストライプパターンである、請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記周期的パターンの位相が 1 周期移動する間に 2 回以上の光が検出される、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の方法。

【請求項 5】

前記光源は、光パルスが前記周期的パターンの位相の移動速度に同期されたストロボ光を生成する、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の方法。

【請求項 6】

前記光の強度の振幅が最大となる走査位置を特定する計算が、コヒーレンスピーク検出方法を実施することにより行われる、請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の方法。

【請求項 7】

前記走査位置を特定する計算は、

前記光の強度信号をフーリエ変換するステップと、

前記フーリエ変換された信号の、前記周期的パターンの位相の移動に関係しない信号成分を除去するステップと、

前記フーリエ変換された信号の位相共役周波数成分を除去するステップと、

前記除去して得られた信号を逆フーリエ変換するステップと、

前記逆フーリエ変換された信号の絶対値をとるステップと、

前記絶対値が最大に達する走査位置を特定するステップと、を有する、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の方法を実行するデジタル命令を含むデータ記憶媒体。

【請求項 9】

物体表面の高さマップを求める装置であって、

光源と、

光検出器と、

前記光源の光軸に垂直な方向において周期性を有し当該光軸の垂直方向に移動可能な周期的パターンを光に付与するパターン付与手段と、

前記周期的パターンが付与された光を、対物レンズを通じて前記物体表面に向け、前記物体表面で反射した光を前記光検出器に向ける光学手段と、

10

20

30

40

50

光軸方向に沿って、前記物体表面に対し前記対物レンズの焦点面を走査する走査手段と

、
前記走査手段による走査動作と前記パターン付与手段による周期的パターンの移動を制御し、前記光検出器で検出した光の情報を物体表面の高さマップに変換する処理装置と、を有し、

前記処理装置は、

前記走査手段により光源の光軸方向に沿って物体表面に対し対物レンズの焦点面を走査させるステップと、

その走査中に、前記光軸の垂直方向に周期的パターンを移動させながら、当該周期的パターンが付与された光を前記対物レンズを通じて前記物体表面に照射するステップと、

前記光検出器により前記物体表面で反射した前記光を検出するステップと、

前記光検出器で検出した光の強度の振幅が最大となる走査位置を特定するステップと、

前記光の強度の振幅が最大となる走査位置から前記物体表面の高さを求めるステップと

、を実行し、

前記光を検出するステップでは、複数の走査位置で当該各走査位置毎に一回ずつ光が検出され、

前記走査の速度と、前記周期的パターンの位相の移動速度が一定の関係性を有している、装置。

【請求項 10】

前記処理装置は、前記走査と前記周期的パターンの位相の移動がそれぞれ等速で行われるように前記走査手段と前記パターン付与手段を制御する、請求項 9 に記載の装置。

【請求項 11】

前記周期的パターンは、正弦波周期パターンまたは 2 値周期ストライプパターンである、請求項 9 または 10 に記載の装置。

【請求項 12】

前記処理装置は、前記周期的パターンの位相が 1 サイクル移動する間に 2 回以上の光を検出するように前記光検出器を制御する、請求項 9 ~ 11 のいずれかに記載の装置。

【請求項 13】

前記光源は、光パルスが前記周期的パターンの位相の移動速度に同期されたストロボ光を生成する、請求項 9 ~ 12 のいずれかに記載の装置。

【請求項 14】

前記処理装置は、前記光の強度の振幅が最大となる走査位置を特定する計算を、コヒーレンスピーク検出方法を実施することにより行う、請求項 9 ~ 13 のいずれかに記載の装置。

【請求項 15】

前記処理装置は、前記走査位置を特定する計算を、

前記光の強度信号をフーリエ変換するステップと、

前記フーリエ変換された信号の、前記周期的パターンの位相の移動に関係しない信号成分を除去するステップと、

前記フーリエ変換された信号の位相共役周波数成分を除去するステップと、

前記除去して得られた信号を逆フーリエ変換するステップと、

前記逆フーリエ変換された信号の絶対値をとるステップと、

前記絶対値が最大に達する走査位置を特定するステップと、を実行することにより行う

、請求項 14 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、物体表面の高さマップを求める方法及びその装置に関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

国際公開第 98 / 145745 号パンフレットには、試料上のいくつかの空間的位置の高さを特定し、前記試料の表面の高さマップを定める方法であって、光軸に垂直な方向に周期性を有し、周期パターンが周期性を有する方向に移動する空間的周期パターン (spatial periodic pattern) を備える光で試料の表面を照明するステップと、光軸方向において表面を走査するステップと、表面の位置毎に、走査中に検出器により試料に反射した光を検出するステップと、検出器の出力信号を解析するステップであって、検出器の空間的位置毎に、走査中に検出された信号の振幅を特定することおよび振幅が最大の走査位置を特定することを含むステップとを含む方法が開示されている。

【0003】

この従来技術による方法では、パターンの位相をずらした 3 つ以上の画像を走査位置毎に撮影する必要がある。これら複数の画像は、各走査位置の振幅を正確に計算できるように、パターンの全幅にわたる強度信号の再構築を可能にするために必要である。しかし、同じ走査位置でパターンの位相をずらして複数の画像を撮影するためには、画像を撮影するために走査移動を停止する必要がある。これは、走査移動を妨げるのみならず、かなりの時間を要し、プロセスの時間を長くする。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】国際公開第 98 / 145745 号パンフレット

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の目的は、上記の欠点が回避される新規の方法及び装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

この目的は、上記で参照された種類の方法により達成され、その方法は、任意の走査位置において光情報が一回取得され、走査速度が、周期的パターンの位相の移動速度に対して一定の関係を有するものである。つまり、本発明は、物体表面の高さマップを求める方法であって、光源の光軸方向に沿って、物体表面に対し対物レンズの焦点面を走査するステップと、前記走査中に、前記光軸に垂直な方向に周期性を有する周期的パターンを当該光軸の垂直方向に移動させながら、当該周期的パターンが付与された光を前記対物レンズを通じて前記物体表面に照射するステップと、光検出器により前記物体表面で反射した前記光を検出するステップと、物体表面上の各位置について、前記光検出器で検出した光の強度の振幅が最大となる走査位置を特定するステップと、前記光の強度の振幅が最大となる走査位置から物体表面上の各位置の高さを求めるステップと、を有し、前記光を検出するステップでは、複数の走査位置で当該各走査位置毎に一回ずつ光が検出され、前記走査の速度と、前記周期的パターンの位相の移動速度が一定の関係を有するものである。

30

【0007】

光軸の方向での走査移動と光軸に対して垂直なパターンの位相の移動との関係は、高さマップを再構築する後続画像処理に使用できる関係であって、異なる走査位置で検出された光情報間の関係を確立する。

40

【0008】

したがって、両移動を停止せずに行うことができるため、比較的高速で実行することができ、それにより、測定速度が増す。

【0009】

同じ特徴は、物体表面の高さマップを求める装置であって、光源と、光検出器と、前記光源の光軸に垂直な方向において周期性を有し当該光軸の垂直方向に移動可能な周期的パターンを光に付与するパターン付与手段と、前記周期的パターンが付与された光を、対物レンズを通じて前記物体表面に向け、前記物体表面で反射した光を前記光検出器に向ける光学手段と、光軸方向に沿って、前記物体表面に対し対物レンズの焦点面を走査する走査

50

手段と、前記走査手段による走査動作と前記パターン付与手段による周期的パターンの移動を制御し、前記光検出器で検出した光の情報を物体表面の高さマップに変換する処理装置と、を有し、前記処理装置は、前記走査手段により光源の光軸方向に沿って物体表面に対し対物レンズの焦点面を走査させるステップと、その走査中に、前記光軸の垂直方向に周期的パターンを移動させながら、当該周期的パターンが付与された光を前記対物レンズを通じて前記物体表面に照射するステップと、前記光検出器により前記物体表面で反射した前記光を検出するステップと、物体表面上の各位置について、前記光検出器で検出した光の強度の振幅が最大となる走査位置を特定するステップと、前記光の強度の振幅が最大となる走査位置から物体表面上の各位置の高さを求めるステップを実行し、前記光を検出するステップでは、複数の走査位置で当該各走査位置毎に一回ずつ光が検出され、前記走査の速度と、前記周期的パターンの位相の移動速度が一定の関係を有する、装置でも表される。

10

【0010】

本発明では、光軸に対して垂直な方向において周期性を有する周期的パターンを有する光線を生じる光源は、LCOSディスプレイ、LCDディスプレイ、DMDディスプレイ、LED配列、傾斜平行板による投射マスクパターンの走査、物理格子の走査、ダイヤまたはマスクパターン、走査ミラーレーザ投射システムに基づくシステムにより実施することができる。重要なことは、試料の表面が、光軸に垂直な方向において周期性を有する周期的パターンを備える光で照明されることである。上述したように、これを達成できるいくつかの方法がある。

20

【0011】

好ましい実施形態によれば、周期的パターンの移動は等速移動であり、走査移動は等速移動である。等速移動は、本明細書では、加速または減速しない連続移動を含むものとして理解される。この実施形態では、加速および減速が除かれるが、本発明の本質的な特徴は、光軸の方向における走査速度と、投射された周期的パターンの位相変化とが固定された関係にあることである。

【0012】

この点に関して、投射される周期的パターンの等速移動が、等速移動で移動しない物理格子画像を投射することによっても取得可能なことが注目される。ストロボ源を使用しながら、物理パターンが周期的に移動する場合、観測される周期的パターンが観測カメラにとって等速移動しているように見えるようなストロボシーケンスを選択することができる。

30

【0013】

同じ実施形態は、処理装置が、等速移動するように投射される周期的パターンの移動を制御し、等速移動するように走査移動を制御するように構成される、上記で参照した種類の装置を提供する。

【0014】

さらなる好ましい実施形態は、周期的パターンが正弦波周期パターン (sinusoidal periodic pattern) である特徴を提供する。この正弦波パターンは、正弦波成分自体の周波数であり、いかなる高調波も含まず、それにより、最小数の画像でパターンを再構築できるようにする単一の周波数成分のみを有するパターンである。

40

【0015】

周期的パターンの別の可能性は、2値周期ストライプパターン (binary periodic stripe pattern) である。このパターンは多数の高調波をもたらし、高調波を使用して、強度信号が最大の軸方向位置を特定する可能性を提供する。

【0016】

したがって、好ましい同実施形態は、パターン付与手段が、正弦波周期パターンまたは2値周期ストライプパターンを生成するように構成される、前記種類の装置を提供する。

【0017】

別の好ましい実施形態は、周期的パターンの位相が1周期移動する間に2つ以上の光情

50

報が検出される特徴を提供する。正弦波信号の周波数が分かり、前記信号の2つ以上のサンプルが分かっている場合に、正弦波信号を再構築できるようである。この実施形態では、パターンの速度および周波数が分かっているため、ナイキストサンプリング限界 (Nyquist sampling limit) を超えずに信号を再構築するには、2つ以上のサンプルで十分である。ここで、サイクル毎の光情報の数が整数である必要はないことに留意する。

【0018】

この実施形態は、処理装置が、周期的パターンの位相が1周期移動する間に2つ以上の光情報を検出するように構成される、装置を提供する。

【0019】

好ましくは、光源は、光パルスが周期的パターンの位相と同期されたストロボ光を生成する。ストロボ光源の使用により、検出器のシャッタが必要なくなり、装置の構造がより単純になる。さらに、格子をパターン生成器として使用し、格子のみが制限された往復移動を行う必要がある可能性を提供する。

10

【0020】

同実施形態は、光源が、光パルスが周期的パターンの位相と同期されたストロボ光を生成する、上記で参照した種類の装置を提供する。

【0021】

試料上のポイントの高さ位置を見つけるために、カメラピクセルの信号が、垂直走査白色干渉法 (vertical scanning white light interferometry) に一般に使用されるコヒーレンスピーク検出方法により通常行われる方法と同様の方法で処理される。より詳細には、好ましい実施形態は、周期的パターンの振幅の計算が、コヒーレンスピーク検出方法を実行することにより実行される特徴を提供する。これら方法では、高さ位置は、変調が、空間的投光器により空間変調信号を観測することに代えて、干渉現象により生じることを除き、時間変調信号の変調振幅に関連する焦点位置を特定することによっても導出される。このような方法の例は、米国特許出願公開第5,633,715号、May 1, 1992 / Vol. 17, No. 9/OPTICS LETTERS, "Electronically scanned white-light interferometry: a novel noise-resistant signal processing", Electronics Letters, 12th march 1992, vol 28 no6, "Fringe order identification in optical fibre white-light interferometry using centroid algorithm method", またはLEFEVRE H. C.: "White-light interferometry for optical fibre sensors", Proc. OFS'7, Sydney, Australia, December 1990, Pub. IREE, ISBN 0-909-384-24-5, pp. 345-352に開示されている。

20

30

【0022】

試料上のポイントの高さ位置、つまり光の強度の振幅が最大となる走査位置を特定する計算の好ましい例は、

前記光の強度信号をフーリエ変換するステップと、

前記フーリエ変換された信号の、前記周期的パターンの変調に関係しない信号成分を除去するステップと、

前記フーリエ変換された信号の位相共役周波数成分を除去するステップと、

前記除去して得られた信号を逆フーリエ変換するステップと、

前記逆フーリエ変換された信号の絶対値をとるステップと、

40

前記絶対値が最大に達する走査位置を特定するステップと、を有する。完全な高さマップを得るために、これらのステップの計算が、例えば各カメラピクセル配列からの信号に対して行われる。異なる走査位置で検出された光情報間の関係が、強度信号内に新しい周波数成分をもたらす。これらは、フィルタリングを使用することにより除去することができる。

【0023】

この実施形態は、処理装置が、垂直走査白色光干渉法に一般に使用されるコヒーレンスピーク検出方法により、強度信号から、光の強度の振幅が最大となる走査位置を特定する計算を行うように構成される、装置、最も好ましくは、処理装置が、

前記光の強度信号をフーリエ変換するステップと、

50

前記フーリエ変換された信号の、前記周期的パターンの変調に関係しない信号成分を除去するステップと、

前記フーリエ変換された信号の位相共役周波数成分を除去するステップと、

前記除去して得られた信号を逆フーリエ変換するステップと、

前記逆フーリエ変換された信号の絶対値をとるステップと、

前記絶対値が最大に達する走査位置を特定するステップと、を実行する装置を提供する。

【0024】

最後に、本発明は、任意の方法請求項に定義される方法を実行するデジタル命令を含むデータ記憶媒体にも関する。

10

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本発明による方法の実行に使用することができる装置を示す。

【図2】3つの異なる位置での周期パターン、3点で捕捉された画像、および結果として生成される、従来技術による変調深度を表す曲線を示す。

【図3】本発明における変調強度信号を表す曲線を示す。

【図4】本発明による方法を表す図を示す。

【図5】本発明による方法を表す図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0026】

20

続けて、添付図面を用いて本発明について説明する。

【0027】

図1に示すように、本発明による物体表面の高さマップを求める装置1は、光線3を生成するように構成された光源2と、光線3の光軸に垂直な方向に移動可能なパターン付与手段としての空間パターンフィルタ4と、レンズ5と、光学手段としてのビームスプリッタ6とを備える。さらに、装置1は、光線3を受け、透過させる対物レンズ7と、物体表面9の高さマップを特定する対象の物体8を固定する、図示されていない手段を備える。装置1には、第2のレンズ10、受けた光線を電気信号に変換するように構成された二次元光検出器11がさらに設けられ、電気信号は、好ましくは、デジタルコンピュータ12により形成される処理装置に送信される。また、装置1には、光軸方向に沿って、物体表面9に対し対物レンズ7の焦点面を走査する走査手段13が設けられている。走査手段13は、例えば軸方向において物体8に対し対物レンズ7側を走査するように構成されるが、これは、物体8を移動させることにより達成されてもよい。デジタルコンピュータ12は、走査手段13による走査動作と空間パターンフィルタ4の移動を制御し、光検出器11で検出した光の情報を物体表面9の高さマップに変換する。より具体的には、デジタルコンピュータ12は、走査手段13により光源2の光軸方向に沿って物体表面9に対し対物レンズ7の焦点面を走査させるステップと、その走査中に、光軸の垂直方向に空間パターンフィルタ4を移動させながら、当該周期的パターンが付与された光線3を対物レンズ7を通じて物体表面9に照射するステップと、光検出器11により物体表面9で反射した光を検出するステップと、光検出器11で検出した光の強度の振幅が最大となる走査位置を特定するステップと、光の強度の振幅が最大となる走査位置から物体表面9の高さを求めるステップを実行する。光を検出するステップでは、複数の走査位置で当該各走査位置毎に一回ずつ光が検出され、走査の速度と、周期的パターンの位相の移動速度が一定の関係性を有している。

30

40

【0028】

装置1において、光源により生成される光線3は、空間パターンフィルタ4を通り、レンズ5を通過してビームスプリッタ6まで伝わり、ビームスプリッタ6は、光線3を対物レンズ7に逸らし、対物レンズ7は光線を物体8の表面9に向ける。物体8で反射した光線3は、対物レンズ7、ビームスプリッタ6、および第2のレンズ10を通過して伝わり、光検出器11に衝突する。光検出器11において所定のタイミングで光情報が検出される。

50

【0029】

空間パターンフィルタ4は、一方向において周期性を有する周期的パターンを備え、例えばストライプのようなパターンを得る。周期性を有する任意の周期的パターンを使用し得るが、正弦波パターンの使用が有利なようである。上述したように、空間パターンフィルタ4は、光線3の軸に垂直な方向において移動するように構成される。ストライプパターンのストライプも、光線3の軸に垂直に、かつ移動方向に垂直に延びる。これは、正弦波の変動する方向が、移動方向に平行に延びることを示す。そのような周期的パターンは、図2の左側に示される。これら3つのパターンは、空間パターンフィルタ4の移動により相互に 120° ($2/3$) だけシフトされている。

【0030】

さらに、従来技術の装置を使用した場合、図2の中央部分に示されるような、対物レンズ7の各々の走査位置において、光検出器11により、周期的パターンの位相がずれた複数の画像が撮影される。これら3枚の画像から検出器により変換された信号が、処理ユニットにより処理されて、パターンのシフトの位相の関数として、検出器および試料の表面全体内の総てのピクセルまたは空間単位の強度関数が再構築される。信号ピクセルのそのような再構築は、図2の右側部分に示される。空間フィルタまたは代替の投射手段の異なる位相位置の3枚の写真の使用により、強度信号を再構築することができる。空間的位置毎に、変調深度または振幅が計算される。空間フィルタまたは投射手段の投射画像が合焦される位置において、前記ピクセルまたは空間的位置の信号の振幅が最大になる。この振幅が最大になる走査位置は、試料の高さと想定される。この方法では、走査位置毎に3つの画像が必要であるため、走査移動は断続的である。

【0031】

それとは逆に、本発明による新規の方法および装置では、対物レンズ7の焦点面を走査しながら、周期的パターンも光軸の垂直方向に移動させ、複数の走査位置で光情報としての画像を取得する。この場合、各走査位置では、取得される画像が1枚のみであるため、連続した走査移動が可能である。これは、本発明による方法および装置により撮影される画像が、必然的に異なる走査位置に関連することを示す。しかし、連続した画像間での走査位置の異なりが制限され、走査移動と、投射された周期的パターンの位相変化との間に固定された関係が存在することにより、必要とされる強度信号の再構築に使用することができる後続画像間に関係がある。最も重要なのは、投射された周期的パターンの位相と対物レンズまたは物体の走査移動との間の固定された関係である。これらの結果、物体表面9上の各位置について、図3に示すような走査位置に対する、光検出器11で検出した光の強度が得られる。

【0032】

本発明の方法を好適に機能させるには、いくつかの境界条件がある。まず、強度信号の再構築を可能にするために、カメラのシャッタの周波数またはストロボ光源のストロボ周波数が、ナイキスト基準を満たすように、周期的パターンフィルタの1周期中に2枚以上の画像が撮影されるように設計される。従来技術とは対照的に、周期毎の画像数は整数である必要はない。

【0033】

さらに、変調速度と走査速度との比は、必要とされる被写界深度に関連する。周期毎に予め選択された数の画像を使用する場合、これは、より低速であるが、より正確な被写界深度を得るには、より多数の画像を撮影しなければならない。

【0034】

本発明による方法は、連続して走査することを含み、走査中、上記制約に従って画像が撮影される。走査から生成される画像の光信号は、デジタルコンピュータ12に供給される。従来技術と同じように、その光の変調振幅信号は、光検出器11のピクセル毎の走査移動の関数として特定される。これは、図3に示したような信号をもたらす。

【0035】

次に、物体表面9上の各位置について、光検出器11で検出した光の強度の振幅信号が

10

20

30

40

50

最大となる走査位置を特定するステップと、光の強度の振幅信号が最大となる走査位置から物体表面 9 上の各位置の高さを求めるステップを実行する。振幅が最大の走査位置が、光学システムが合焦する、求められる位置である。前記位置を特定するために、図 4 及び図 5 に示すステップが、処理ユニットの制御下で実行される。

【 0 0 3 6 】

図 4 の上枠は、光検出器 1 1 のある位置に対応する物体表面 9 上の位置に関連する光強度の信号を示す。その信号は、図 4 のステップ 1 に示すように、デジタルコンピュータ 1 2 で行われたその他の位置に関連する信号と一緒に、まずフーリエ変換を受ける。結果として生成される周波数スペクトルが示される。さらに、ステップ 2 において、周期的パターンの変調周波数に関連する周波数成分のみが残るように、選択マスクまたはフィルタがフーリエ変換された信号に適用される。信号の位相共役部分も除去される。結果として生成される周波数スペクトルが示される。図 5 のステップ 3 において、結果として生成された信号は逆フーリエ変換される。結果として生成される信号から、絶対値がとられる。

10

【 0 0 3 7 】

この結果得られた図 5 のステップ 4 において示された光強度の振幅のスペクトルから、最後に、前記絶対値が最大値となる走査位置が特定される。これは、ピーク位置、すなわちシステムが合焦している最大振幅を有する位置であり、この位置は、物体表面 9 の高さを表す。物体表面 9 の各位置において、同様の処理が行われ、その結果として得られた各位置の高さが組み合わせられて、物体表面 9 全体の高さマップが形成される。

20

【 0 0 3 8 】

添付の特許請求の範囲において定義される本発明の範囲内で多くの変形が可能なことが明らかである。

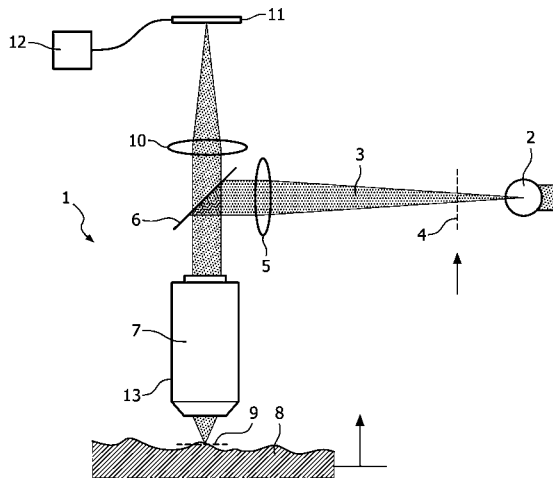
【 符号の説明 】

【 0 0 3 9 】

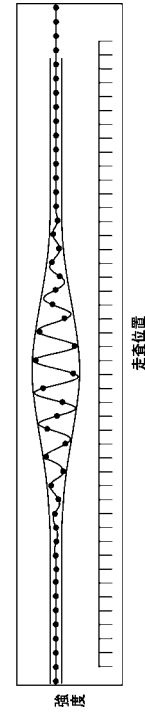
- 1 装置
- 2 光源
- 3 光線
- 4 空間パターンフィルタ
- 5 レンズ
- 6 ビームスプリッタ
- 7 対物レンズ
- 8 物体
- 9 表面
- 1 0 第 2 のレンズ
- 1 1 光検出器
- 1 2 デジタルコンピュータ
- 1 3 走査手段

30

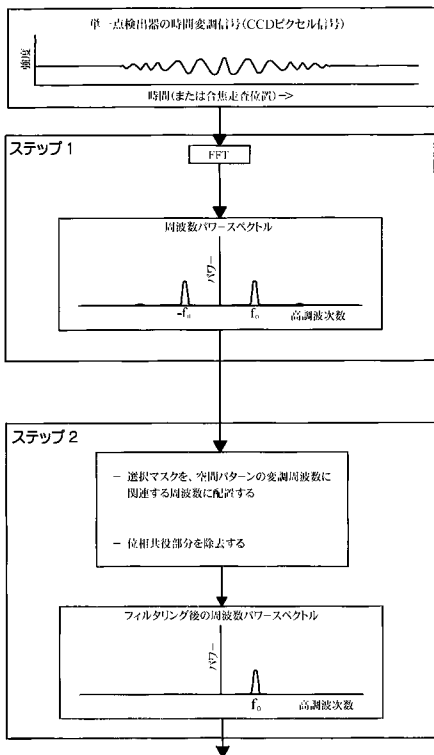
【 図 1 】



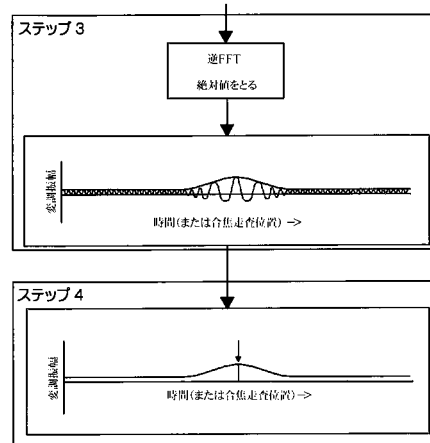
【 図 3 】



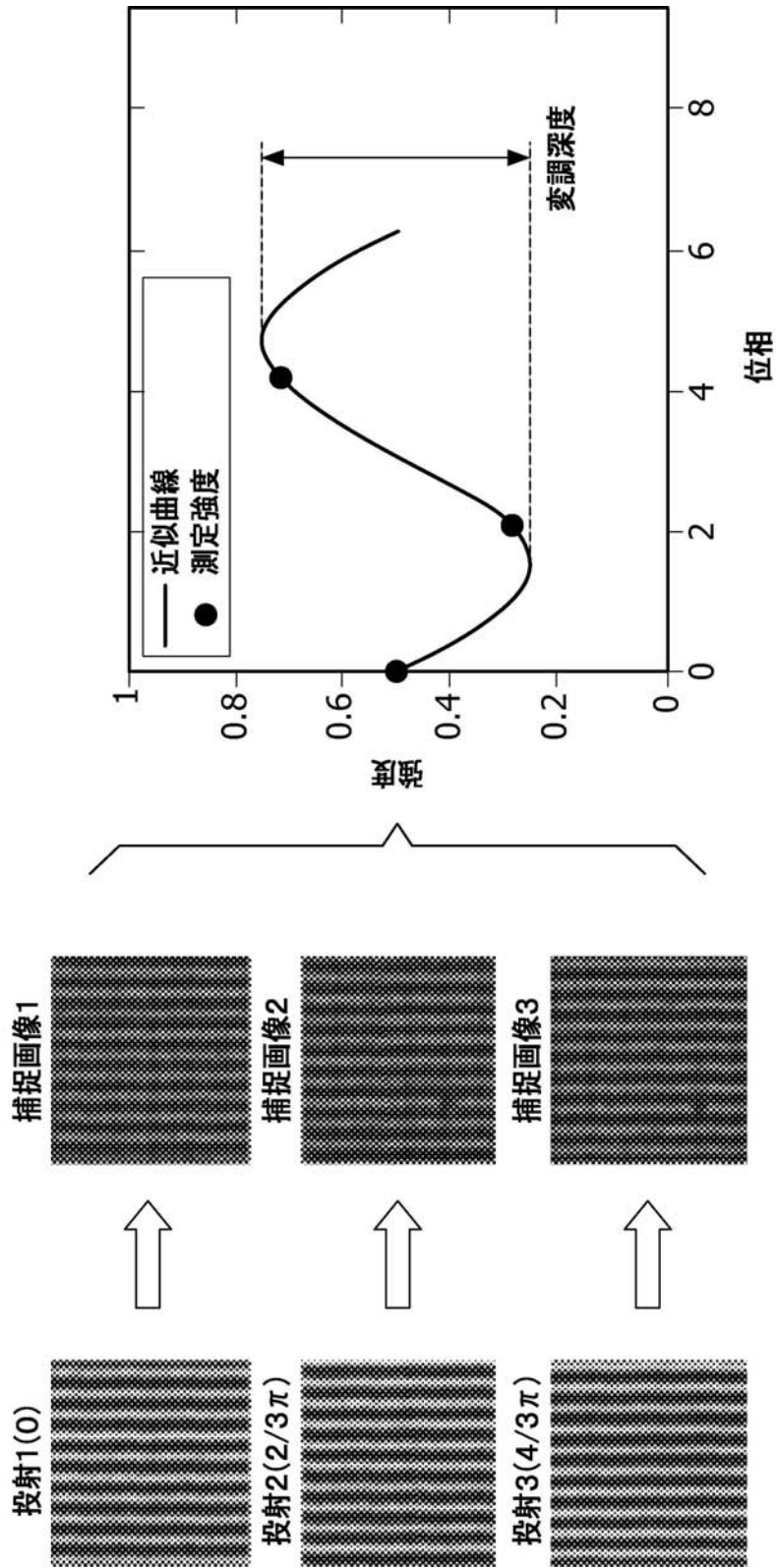
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 2 】



フロントページの続き

(72)発明者 フランス ド ヌーイ

オランダ国, ベスト ピージェー - 5 6 8 4 デ リジン 1 8 , ミットヨリサーチセンター
ヨーロッパ ビー . ブイ .

Fターム(参考) 2F065 AA06 AA24 AA53 BB27 DD06 FF01 FF10 FF41 GG04 GG07
GG08 JJ03 JJ19 LL21 LL46 MM02 MM07 QQ16 QQ29