(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6460944号
(P6460944)
(45)発行日　平成31年1月30日(2019.1.30)　(24)登録日　平成31年1月11日(2019.1.11)

(51)Int.Cl.　F I
G01B 11/24 (2006.01)　G01B 11/24 K
G01B 11/24 D

請求項の数 12　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願2015-176410(P2015-176410)
(22)出願日　平成27年9月8日(2015.9.8)
(65)公開番号　特開2017-53670(P2017-53670A)
(43)公開日　平成29年3月16日(2017.3.16)
審査請求日　平成30年7月31日(2018.7.31)

早期審査対象出願

(73)特許権者　000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
(74)代理人　100114775
弁理士　高岡　亮一
(74)代理人　100121511
弁理士　小田　直
(72)発明者　中島　匡貴
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号　キヤノン株式会社内

審査官　河内　悠

最終頁に続く

(54)【発明の名称】被測定物の位置姿勢測定方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
被測定物の位置および姿勢を測定する測定方法であって、
光が照射された前記被測定物を撮像して得られる画像データに基づく形状測定データを取得する測定工程と、
前記測定工程で取得した前記形状測定データと、事前に取得した前記被測定物の形状情報との相関度が所定の閾値を超えるか否かを判定する判定工程と、
前記相関度が前記所定の閾値を超えると判定された場合に、前記測定工程で取得した形状測定データを用いて被測定物の位置および姿勢を求める工程と、を有し、
前記判定工程において前記相関度が前記所定の閾値を超えないと判定された場合、
前記被測定物の測定領域を変更して、光が照射された前記被測定物を撮像して得られる画像データに基づく形状測定データを取得し、
前記測定領域の変更前に得られた形状測定データと前記測定領域の変更後に得られた形状測定データとを合わせた形状測定データと、事前に取得した前記被測定物の形状情報との相関度が所定の閾値を超えるか否かを判定する、ことを特徴とする測定方法。
【請求項２】
前記形状情報は前記被測定物の３次元設計形状データ又は被測定物の形状測定結果であることを特徴とする請求項１に記載の測定方法。
【請求項３】
前記画像データの外周部に、前記被測定物と前記被測定物を載置する搭載台との境界が

存在するか否かを判定し、
前記境界が存在すると判定された場合、前記被測定物の輪郭が連続する方向に前記測定領域を変更する
ことを特徴とする請求項１または請求項２に記載の測定方法。
【請求項４】
前記境界は、光強度が大きく変わる箇所である
ことを特徴とする請求項３に記載の測定方法。
【請求項５】
前記変更は、前記被測定物を撮像する撮像手段および前記被測定物のうち少なくともひとつを移動させて行うことを特徴とする請求項３または請求項４に記載の測定方法。
【請求項６】
前記変更は、前記測定領域の変更前の画像データの一部と前記測定領域の変更後の画像データの一部とが重なるように行われる
ことを特徴とする請求項３乃至５のうちいずれか１項に記載の測定方法。
【請求項７】
前記被測定物の輪郭が連続する方向は、
前記被測定物を透過照明で測定する場合、前記画像データの外周部において、光強度が低い画素が存在する方向である、
ことを特徴とする請求項３乃至６のうちいずれか１項に記載の測定方法。
【請求項８】
前記被測定物の輪郭が連続する方向は、
前記被測定物を落射照明で測定する場合、前記画像データの外周部において、前記搭載台の反射率が前記被測定物の反射率よりも高い場合は光強度が低い画素が存在する方向、前記被測定物の反射率が前記搭載台の反射率よりも高い場合は光強度が高い画素が存在する方向である
ことを特徴とする請求項３乃至６のうちいずれか１項に記載の測定方法。
【請求項９】
前記測定領域の変更前の測定データと、前記測定領域の変更後の測定データとを繋ぎ合せた画像データと、事前に取得した前記被測定物の形状情報との相関度が所定の閾値を超えるか否かを判定する
ことを特徴とする請求項１乃至８のうちいずれか１項に記載の測定方法。
【請求項１０】
前記被測定物を透過照明で測定する場合、取得される測定データは２次元データである、
ことを特徴とする請求項１乃至９のうちいずれか１項に記載の測定方法。
【請求項１１】
前記被測定物を落射照明で測定する場合、取得される測定データは３次元データである
ことを特徴とする請求項１乃至９のうちいずれか１項に記載の測定方法。
【請求項１２】
前記境界が存在しないと判定された場合、所定の方向に前記測定領域を変更する
ことを特徴とする請求項３乃至８のうちいずれか１項に記載の測定方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、被測定物の位置姿勢測定方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
照明手段と撮像手段とを備えた測定装置を用いて、照明手段により光が照射された被測定物を撮像手段で撮像して得られた測定データと、被測定物の設計値情報とをマッチングすることで、被測定物の位置および姿勢を測定する方法がある。ひとつの測定データに基

づくマッチングから位置および姿勢を測定できない場合、撮像位置を移動させ、複数の撮像位置で得られた各測定データに対しマッチングを行う方法がある。特許文献１は、撮像位置の移動方向および撮像回数（マッチング回数）を予め定めておく測定方法を開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】特開平５－１２４２１号公報

【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に開示された方法においては、被測定物の位置および姿勢の測定が完了する前に撮像回数が規定の回数に達してしまう場合がある。また、予め定めた撮像位置の移動方向によっては、移動前後で得られた測定データをマッチングできない場合がある。この場合は、マッチングが可能な撮像位置になるまで移動と撮像を繰り返すことになり、測定効率の点で不利になる。

【０００５】

そこで、本発明は、例えば、被測定物の位置および姿勢の測定効率の点で有利な位置姿勢測定方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００６】

上記課題を解決するために、本発明は、被測定物の位置および姿勢を測定する測定方法を提供する。測定方法は、光が照射された前記被測定物を撮像して得られる画像データに基づく形状測定データを取得する測定工程と、前記測定工程で取得した前記形状測定データと、事前に取得した前記被測定物の形状情報との相関度が所定の閾値を超えるか否かを判定する判定工程と、前記相関度が前記所定の閾値を超えると判定された場合に、前記測定工程で取得した形状測定データを用いて被測定物の位置および姿勢を求める工程と、を有する。前記判定工程において前記相関度が前記所定の閾値を超えないと判定された場合、前記被測定物の測定領域を変更して、光が照射された前記被測定物を撮像して得られる画像データに基づく形状測定データを取得し、前記測定領域の変更前に得られた形状測定データと前記測定領域の変更後に得られた形状測定データとを合わせた形状測定データと、事前に取得した前記被測定物の形状情報との相関度が所定の閾値を超えるか否かを判定する。

【発明の効果】

【０００７】

本発明によれば、例えば、被測定物の位置および姿勢の測定効率の点で有利な位置姿勢測定方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【０００８】

【図１】第１実施形態の形状計測装置を示した図である。

【図２】第１実施形態の位置姿勢測定工程フローを示した図である。

【図３】被測定物と搭載台の境界について示した図である。

【図４】被測定物が連続する方向について示した図である。

【図５】測定位置移動前後における共通領域について示した図である。

【図６】測定データに被測定物と搭載台の境界が無い場合について示した図である。

【図７】第２実施形態の形状計測装置を示した図である。

【図８】第２実施形態の位置姿勢測定工程フローを示した図である。

【図９】第２実施形態の測定領域の拡大について示した図である。

【図１０】第３実施形態の形状計測装置を示した図である。

【図１１】第３実施形態の位置姿勢測定工程フローを示した図である。

【図１２】第４実施形態の形状計測装置を示した図である。
【図１３】第４実施形態の位置姿勢測定工程フローを示した図である。
【発明を実施するための形態】
【０００９】
（第１実施形態）
図１は、第１実施形態における形状計測装置の一例を示す図である。第１実施形態では、透過照明を用いた形状計測装置において、形状測定データの繋ぎ合せを行い、被測定物の被測定領域を拡大する場合の説明を行う。光源１は、コヒーレント又はインコヒーレントな光源であり、例えばレーザやＬＥＤ、ランプなどである。光源１から射出される光束を被測定物３の底面から照射することで、画像データを取得する。光源１から射出された光束は、ガラスや拡散板でできたガラスや拡散板でできた搭載台２の上に載置された被測定物３に照射される。搭載台２は、被測定物３を測定位置まで移動させる為、搭載台２駆動する駆動部６を備える。被測定物３によって遮られなかった光束は、対物レンズ４ａ、結像レンズ４ｂを経て、二次元撮像素子５に入光し、被測定物３の輪郭形状が光強度画像データ（２次元データ）として取得される。そして、制御・解析部７において、二次元撮像素子５にて取得した光強度画像データを基に、記憶部８に事前に保存されていた被測定物の形状情報とのパターンマッチングを行い、被測定物３の位置姿勢を測定する。
【００１０】
図２に第１位実施形態の位置姿勢測定方法のフローを示す。Ｓ１０１にて、被測定物の輪郭形状を測定する。光源１により被測定物３を底面から照明して、二次元撮像素子５により被測定物３をある撮像範囲で撮像し、被測定物３の輪郭形状を光強度画像データ（形状測定データ）として取得し、光強度画像情報を記憶部８に保存する。Ｓ１０２において、制御・解析部７にて、形状測定データと記憶部８に以前に登録された被測定物の形状とを照合し、被測定物３の位置姿勢を判別する。Ｓ１０１にて得られた形状測定データと、記憶部８に事前に登録された被測定物の形状情報のある一部のデータとの相関度を計算する。記憶部８に事前に登録された被測定物のデータは、例えば、ＣＡＤデータなどの３次元設計形状データや被測定物全体の形状測定結果である。相関度を計算する領域を変更しながらこの計算を繰り返し行い、相関度が位置姿勢を特定する為に十分な値を超え、且つ最も高くなる被測定物の領域と方位情報を算出する。そして、被測定物の形状情報と相関度が最も高い領域と方位情報が、閾値を越えるか否かで被測定物の位置姿勢情報を判定する。この時点で、被測定物３の位置姿勢が測定できた場合は処理を終了する。
【００１１】
Ｓ１０２にて十分な相関度が得られず、被測定物３の位置姿勢が測定できなかった場合は、Ｓ１０３に進む。Ｓ１０３では、制御・解析部７にて、Ｓ１０１にて得られた形状測定データの外周部に被測定物３と搭載台２の境界が存在するかを判定する（境界判定）。図３（Ａ）の領域３１が、Ｓ１０１において二次元撮像素子５によって撮像される測定範囲である。図３（Ｂ）に示すように、二次元撮像素子５によって取得された形状測定データ（画像）の外周部の画素において、微分フィルタ等を適用することによりエッジ判定を行い、被測定物と搭載台との境界が存在するかを判定する。領域３２に示すように、被測定物３と搭載台２との境界は、光強度が大きく変わる箇所に存在するため、形状測定データの外周部の画素において、光強度が大きく変わる箇所が存在するか判定する。
【００１２】
Ｓ１０３にて、形状測定データの外周部に被測定物と搭載台の境界が存在する場合、Ｓ１０４に進む。Ｓ１０４では、制御・解析部７にて、被測定物３と搭載台２との境界の位置から被測定物の連続する方向を認識し、駆動部６により、被測定物が連続する方向に搭載台２を駆動して、被測定物３の測定位置（測定範囲）を移動させる。ここで被測定物が連続する方向は、Ｓ１０３にて判定した形状測定データ外周部における被測定物と搭載台の境界の向き及び形状測定データにおける光強度情報から認識する。
【００１３】
図４に示すように、被測定物３と搭載台の境界（領域３２）が存在する画素が分かれば

、被測定物３の輪郭が連続する方向が分かる。また、透過照明による測定では、光強度が低い部分が被測定物に相当するので、形状測定データの外周部において光強度が低い画素が存在する方向が、被測定物が連続する方向となる。そのため、輪郭が連続する方向も考慮して被測定物が連続する方向を認識することができる。

【００１４】

また、被測定物３の測定位置を移動させる際には、繋ぎ合せ後の輪郭形状に切れ目がないようにする為に、共通領域を持つように測定位置を変更させることが望ましい。具体的には、図５の格子線領域５５のように、変更前の被測定領域と変更後の被測定領域において共通領域を持つように測定位置を変更させることが望ましい。さらに、第１実施形態では搭載台２を駆動させて測定位置の移動を行っているが、対物レンズ４ａや撮像素子５等を含む測定系を駆動して測定位置を移動させてもよい。

【００１５】

またＳ１０３にて、図６（Ａ）に示すように測定領域６１にまったく被測定物３が存在しない、また図６（Ｂ）に示すように測定領域６１全域に被測定物３が存在するなどして、形状測定データの外周部に被測定物と搭載台の境界が存在しない場合、Ｓ１０５に進む。Ｓ１０５において、駆動部６により搭載台２を駆動し測定位置を所定の方向に移動させる。この時移動させる方向は、予め設定しておいても、その都度ランダムに決定してもよい。ここでもＳ１０４と同様に対物レンズ４ａや撮像素子５等を含む測定系を駆動して測定位置を移動させてもよい。

【００１６】

次に、Ｓ１０６にてＳ１０１と同様に被測定物の輪郭形状を測定する。光源１にて被測定物３を底面から照明して、被測定物３の輪郭形状を光強度画像データとして取得し、光強度画像を記憶部８に保存する。次に、Ｓ１０７にて形状測定データを繋ぎ合せる。Ｓ１０１とＳ１０６にて得られた形状測定データを繋ぎ合せ、被測定物の被測定領域を拡大する。ここでＳ１０１とＳ１０６にて得られる形状測定データは、被測定物３を底面から照明して被測定物３の輪郭形状を光強度画像として取得したものであり、被測定物３の影を光強度画像データとして捉えている。そこでＳ１０５にて被測定物３の測定位置を移動させた移動量を基に、Ｓ１０１とＳ１０６で取得した形状測定データの相対位置関係を算出し、被測定物３の影を繋ぎ合せる。

【００１７】

図５において、Ｓ１０１における形状測定データの測定範囲は領域５１、Ｓ１０６における形状測定データの測定範囲は領域５３である。Ｓ１０１の測定範囲における被測定物３の被測定領域（格子線部と右下がり斜線部の和）は、格子線領域５５と斜線領域５２の和である。一方、Ｓ１０６の測定範囲における被測定物３の被測定領域（格子線部と右上がり斜線部の和）は、格子線領域５５と斜線領域５４の和である。形状測定データを繋ぎ合せることにより、Ｓ１０１の測定範囲における被測定物３の被測定領域（格子線領域５５と斜線領域５２の和）に対して右上がり斜線部（斜線領域５４）の領域が追加され、被測定物の被測定領域が拡大されることとなる。

【００１８】

次にＳ１０８において、Ｓ１０７にて被測定領域を拡大した形状測定データを用いて、制御・解析部７にて、形状測定データと記憶部８に事前に登録された被測定物の形状とを照合し、再度被測定物３の位置姿勢の判別を行う。複数の形状測定データを繋ぎ合せることにより、被測定領域を拡大することができ、より広範囲にわたって形状情報との相関を算出することが可能となり、被測定物３の位置姿勢を測定できる可能性が高まる。それでも被測定物３の位置姿勢が測定できない場合は再度Ｓ１０３からＳ１０７を繰り返し、更なる被測定領域の拡大を行う。これを、Ｓ１０８にて被測定物３の位置姿勢を測定できるまで繰り返す。これによりエラーがなく、余分な測定を繰り返すことなく被測定物３の位置姿勢を測定することができる。

【００１９】

（第２実施形態）

図７は、第２実施形態における形状計測装置の一例を示す図である。第２実施形態では、落射照明を用いた形状計測装置において、形状測定データの繋ぎ合せを行い、被測定物の被測定領域を拡大する場合の説明を行う。光源９はコヒーレントな光源であり、例えばレーザなどである。光源９から射出される光束は拡大レンズ１０ａで光束を拡大し、コリメートレンズ１０ｂにて平行光束にされ、ビームスプリッタ１１により参照面１２に向かう光束と、被測定物１３とに向かう光束とに分割される。まず、参照面１２に向かう光束は、参照面１２にて反射され参照光として再度ビームスプリッタ１１に戻る。一方、被測定物１３に向かう光束は、搭載台１４に載置された被測定物１３に照射される。ここで搭載台１４は、被測定物１３を測定位置まで移動させる為、搭載台１４駆動する駆動部１５を備える。その後、被測定物１３に向かった光束は、被測定物１３で反射され、被検光として再度ビームスプリッタ１１に戻り、参照面１２から反射された参照光と干渉を起こし、結像レンズ１０ｃ及び結像レンズ１０ｄを経て二次元撮像素子１６上に干渉縞を形成する。参照面１２を制御・解析部１７にて微小に移動させながら干渉縞を複数枚取得し、得られた複数枚の画像から被測定物１３の輪郭や高さ形状を測定する。高さは、光量の違いから測定できる。記憶部１８には、事前に登録された被測定物の形状が保存されており、また、形状測定データも保存される。

【００２０】

図８に第２位実施形態の位置姿勢測定方法のフローを示す。Ｓ２０１にて被測定物の落射照明により被測定物の形状測定を行う。光源９にて被測定物１３を照明し、制御・解析部１７にて、参照面１２を移動させながら干渉縞を取得し、４バケット法等の方法を用いて被測定物１３の輪郭や高さ形状を測定する。そして、得られた形状測定データを記憶部１８に保存する。形状測定データは、輪郭と高さをあわせた３次元データであってもよいし、輪郭と高さを個別に扱ったデータでもよい。

【００２１】

Ｓ２０２において、制御・解析部１７は、形状測定データと記憶部１８に事前に登録された被測定物の形状と照合し、被測定物１３の位置姿勢を判別する。第１実施形態のＳ１０２と同様に相関度を計算し、閾値を越えるか否かで被測定物１３の位置姿勢の測定を行う。また第２実施形態では第１実施形態と比較して、輪郭形状に追加して被測定物の高さ情報を取得する事ができる。そこで相関度を計算する際に輪郭形状のみならず高さ情報も考慮することにより、被測定物１３の位置姿勢を測定できる可能性が高くなる。この時点で被測定物１３の位置姿勢が判定できた場合は処理を終了する。

【００２２】

Ｓ２０２にて十分な相関が得られず、被測定物１３の位置姿勢が判定できなかった場合、Ｓ２０３に進む。Ｓ２０３において、制御・解析部１７は、形状測定データの外周部に被測定物１３と搭載台１４の境界が存在するかを判定する（境界判定）。具体的には、形状測定データの外周部の画素において、微分フィルタ等を適用することによりエッジ判定を行い、被測定物と搭載台との境界が存在するかを判定する。被測定物１３と搭載台１４との境界は、光強度が大きく変わる箇所に存在するため、形状測定データの外周部の画素において、光強度が大きく変わる箇所が存在するか判定する。このとき、被測定物自体の高さの差によっても、光強度が大きく変わる箇所が存在してしまう。しかし、第２位実施形態においては、高さを計測することができるため、光強度が大きく変わる箇所が被測定物１３と搭載台１４との境界であるか、被測定物１３の高さの差によるものか区別できる。

【００２３】

Ｓ２０３にて形状測定データの外周部に被測定物と搭載台の境界が存在すると判定された場合、Ｓ２０４に進む。Ｓ２０４では第１実施形態のＳ１０４と同様に被測定物１３が連続する方向を認識し、被測定物が連続する方向に駆動部１５により搭載台１４を駆動して測定位置を移動させる。ただし、第２実施形態では、落射照明による測定の為に、形状測定データ外周部において、搭載台１４の反射率が被測定物１３の反射率よりも高い場合は、光強度が低い画素が存在する方向が、被測定物が連続する方向である。反対に、被測

定物１３の反射率が搭載台１４の反射率よりも高い場合は、光強度が高い画素が存在する方向が、被測定物が連続する方向となる。輪郭が連続する方向も考慮して被測定物が連続する方向を認識することができる。測定位置を移動させる際には繋ぎ合せ後の輪郭形状に切れ目がないように、また共通領域から各形状測定データの相対位置関係を算出する為に、共通領域を持つように測定位置を変更させることが望ましい。具体的には、図５の格子線領域５５のように変更前の被測定領域と変更後の被測定領域において共通領域を持つように測定位置を移動させることが望ましい。また、第２実施形態でもビームスプリッタ１１や撮像素子１６等を含む測定系を駆動して測定位置を移動させてもよい。

【００２４】

またＳ２０３にて、図６（Ａ）に示すように測定領域にまったく被測定物が存在しない、また図６（Ｂ）に示すように測定領域全域に被測定物が存在するなどして、形状測定データの外周部に被測定物と搭載台の境界が存在しないと判定された場合、Ｓ２０５に進む。Ｓ２０５にて、駆動部１５により搭載台１４を駆動し測定位置を所定の方向に移動させる。この時移動させる方向は予め設定しておいても、その都度ランダムに決定してもよい。ここでもＳ２０４と同様にビームスプリッタ１１や撮像素子１６等を含む測定系を駆動して測定位置を移動させてもよい。

【００２５】

Ｓ２０６にて、Ｓ２０１と同様に被測定物の形状を測定する。光源９にて被測定物１３を照明し、参照面１２を移動させながら干渉縞を取得し、４バケット法等の方法を用いて被測定物１３の形状を測定する。そして形状測定データを記憶部１８に保存する。Ｓ２０７にて、形状測定データを繋ぎ合せる。Ｓ２０１とＳ２０６にて得られた形状測定データを繋ぎ合せ、被測定物の被測定領域を拡大する。ここでＳ２０１とＳ２０６にて得られる形状測定データは被測定物１３を上面から照明して４バケット法等の方法を用いて被測定物１３の輪郭形状や高さを測定したものである。そこで、Ｓ２０５にて測定位置を移動させた移動量や、測定位置の変更前後の被測定領域におけるそれぞれの共通領域の高さ情報から相関が最も高くなる位置を算出するなどして、Ｓ２０１とＳ２０６で得られた形状測定データの相対位置関係を算出する。そして、被測定物１３の輪郭形状及び高さ情報を繋ぎ合せ、被測定物１３の被測定領域を拡大する。

【００２６】

Ｓ２０８において、Ｓ２０７にて被測定物の被測定領域を拡大した形状測定データを用いて、再度、被測定物１３の位置姿勢の判別を行う。第１実施形態と同様に、Ｓ２０３からＳ２０７を、被測定物１３の位置姿勢を測定できるまで繰り返す。これによりエラーがなく、余分な測定を繰り返すことなく被測定物１３の位置姿勢を測定することができる。

【００２７】

（第３実施形態）

図９は、第３実施形態における形状計測装置の一例を示す図である。第３実施例では、透過照明を用いた形状計測装置において、測定光学系の倍率を変更し、測定範囲を広げることにより被測定物の被測定領域を拡大する場合の説明を行う。図９の装置を構成するものは、基本的に図１と同じである。しかし、ズーム光学系４ｃが追加されており、ズーム光学系による倍率変更により、輪郭形状を測定する範囲を拡大する点が第１実施形態と異なる。各部の機能も図１と同様である。図１と異なる点は、ズーム光学系４ｃが制御・解析部７とつながれており、位置姿勢判別結果を基に制御・解析部７によりズーム光学系４ｃを駆動して測定範囲を拡大しながら測定を行うことである。これにより、被測定物の被測定領域を拡大しながら被測定物の位置姿勢を測定する。

【００２８】

図１０に、第３実施形態における測定方法を示す。Ｓ３０１は、図２のＳ１０１と同様である。被測定物の輪郭形状を測定する。光源１にて被測定物３を底面から照明して被測定物３の輪郭形状を光強度画像データとして取得し、光強度画像情報を記憶部８に保存する。次にＳ３０２は、図２のＳ１０２と同様である。制御・解析部７にてＳ３０１で得られた形状測定データと記憶部８に事前に登録された被測定物の形状と照合し、被測定物３

の位置姿勢を判別する。具体的には、記憶部８に事前に登録された被測定物の形状情報のある一部のデータとの相関度を計算する。相関度を計算する領域を変更しながらこの計算を繰り返し行い、相関度が位置姿勢を特定する為に十分な値を超え、且つ最も高くなる被測定物の領域と方位情報を算出する。そして被測定物の形状情報と相関が最も高い領域と方位情報から、閾値を越えるか否かで被測定物の位置姿勢情報を判定する。この時点で被測定物３の位置姿勢が判定できた場合は処理を終了する。

【００２９】

Ｓ３０２にて被測定物３の位置姿勢が判定できなかった場合、Ｓ３０３にて制御・解析部７によりズーム光学系４ｃを駆動して測定倍率を変更し、図１１に示すように測定範囲を広げることにより被測定物の被測定領域を拡大する。図１１において、元の測定範囲が領域７１であり、拡大した測定範囲が領域７３である。また、元の測定範囲における被測定物３の被測定領域が格子領域７２であり、拡大した測定範囲における被測定物３の被測定領域が格子領域７２と斜線領域７４の和である。

【００３０】

第３実施形態の測定においては、被測定物３の位置姿勢を測定するのみならず、被測定物の輪郭形状から被測定物の寸法を測定する目的がある。その為、測定の際は高倍率で測定を行い、高精細なデータを取得することが望ましい。そこで第３実施形態の工程フローでは、一度目の形状測定データで被測定物の位置姿勢を測定できる場合を考慮し、始めに高倍率で測定を行い、その形状測定データを用いて被測定物の位置姿勢が判定できない場合にズーム光学系の倍率を下げて測定を行う。そして、拡大した被測定領域において再度３０１の測定とＳ３０２の位置姿勢判別を行い、被測定物３の位置姿勢を測定する。これを被測定物３の位置姿勢を測定できるまで測定範囲を広げ、被測定領域を拡大しながら繰り返し行う。また、被測定領域を拡大と併せて、搭載台２や、対物レンズ４ａや撮像素子５等を含む測定系を駆動して測定位置を変更させてもよい。倍率を下げて被測定領域を拡大していくことが望ましいが、それに限られず、倍率を上げて被測定領域を縮小することも可能である。

【００３１】

これにより、エラーがなく、余分な測定を繰り返すことなく被測定物３の位置姿勢を測定することができる。また判定した被測定物の位置姿勢を基にズーム光学系４ｃの倍率が最大の場合において被測定物の全体を包含するような測定位置座標を自動で算出する。そして算出した各位置で測定を行い、形状測定データを繋ぎ合せることで、高解像度で被測定物の全体を測定することができる。

【００３２】

（第４実施形態）

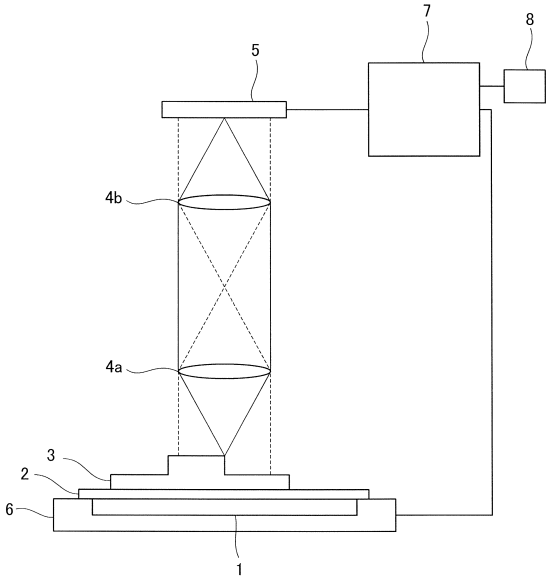
図１２は、第４実施形態における形状計測装置の一例を示す図である。第４実施形態は、落射照明を用いた形状計測装置において、測定光学系の倍率を変更し、測定範囲を広げることにより被測定物の被測定領域を拡大する場合の説明を行う。図１２の装置を構成するものは基本的に図７と同じである。しかしズーム光学系１０ｅが追加されており、ズーム光学系により倍率変更により測定範囲を広げることにより被測定物の被測定領域を拡大する点が第２実施形態と異なる。また各部の機能も図７と同様である。図７と異なる点は、ズーム光学系１０ｅが制御・解析部７とつながれており、位置姿勢判別結果を基に制御・解析部１７がズーム光学系１０ｅを駆動して測定範囲を広げながら測定を行い、被測定物の位置姿勢を測定する点である。

【００３３】

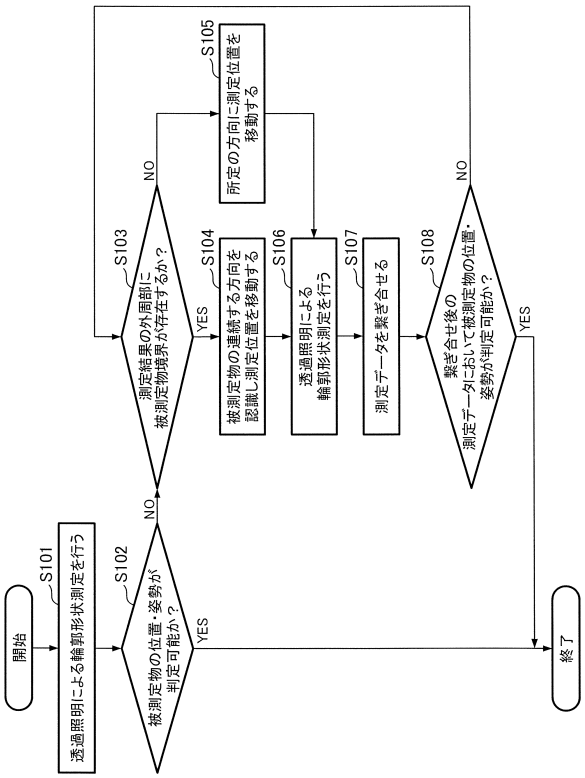
図１３に、第４実施形態における測定方法を示す。Ｓ４０１は、図８のＳ２０１と同様である。被測定物の落射照明により被測定物の形状測定を行う。光源９にて被測定物１３を照明し、参照面１２を移動させながら干渉縞を取得し、４バケット法等の方法を用いて被測定物１３の輪郭形状及び高さ形状を測定する。そして形状測定データを記憶部１８に保存する。形状測定データは、輪郭と高さをあわせた３次元データであってもよいし、輪郭と高さを個別に扱ったデータでもよい。

【００３４】
Ｓ４０２は、図８のＳ２０２と同様である。制御・解析部１７にてＳ４０１で得られた形状測定データと記憶部１８に事前に登録された被測定物の形状と照合し、被測定物１３の位置姿勢を判別する。具体的には、記憶部１８に事前に登録された被測定物の形状情報のある一部のデータとの相関度を計算する。相関度を計算する領域を変更しながらこの計算を繰り返し行い、相関度が位置姿勢を特定する為に十分な値を超え、且つ最も高くなる被測定物の領域と方位情報を算出する。そして被測定物の形状情報と相関度が最も高い領域と方位情報から、閾値を越えるか否かで被測定物の位置姿勢情報を判定する。この時点で被測定物１３の位置姿勢が判定できた場合は処理を終了する。
【００３５】
Ｓ４０２にて被測定物１３の位置姿勢が判定できなかった場合、Ｓ４０３にて、制御・解析部１７によりズーム光学系１０ｅを駆動して測定倍率を変更し、図１１に示すように測定範囲を広げる。そして、測定範囲を広げることにより拡大した被測定領域において再度４０１の測定とＳ４０２の位置姿勢判別を行い、被測定物１３の位置姿勢を測定する。これを被測定物１３の位置姿勢を測定できるまで、被測定領域を拡大しながら繰り返し行う。
【００３６】
これによりエラーがなく、余分な測定を繰り返すことなく被測定物１３の位置姿勢を測定することができる。また判定した被測定物の位置姿勢を基にズーム光学系１０ｅの倍率が最大の場合において被測定物の全体を包含するような測定位置座標を自動で算出する。そして算出した各位置で測定を行い、形状測定データを繋ぎ合せることにより高解像度で被測定物の全体を測定することができる。
【００３７】
以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明は、これらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形および変更が可能である。
【符号の説明】
【００３８】
１　光源
２　搭載台
３　被測定物
４ａ　対物レンズ
４ｂ　結像レンズ
５　撮像素子
６　搭載台駆動部
７　制御・解析部
８　記憶部

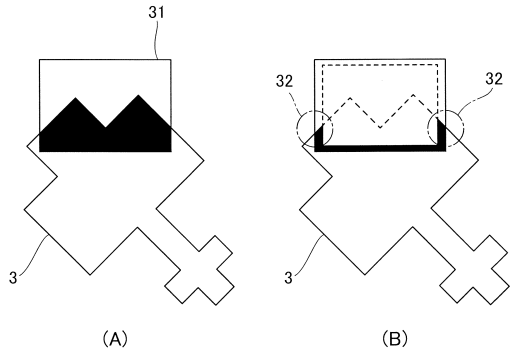
【図１】



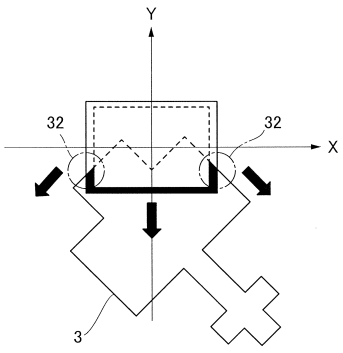
【図２】



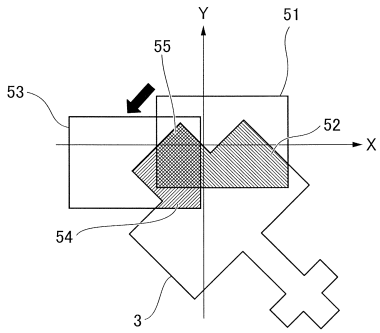
【図３】



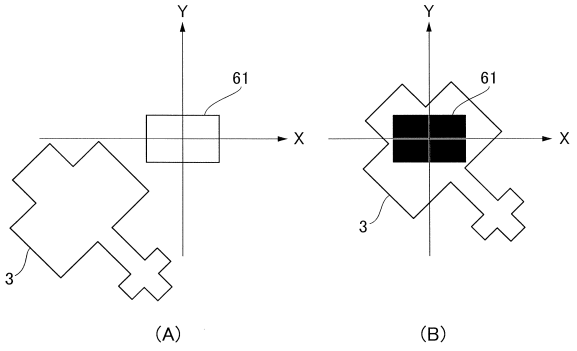
【図４】



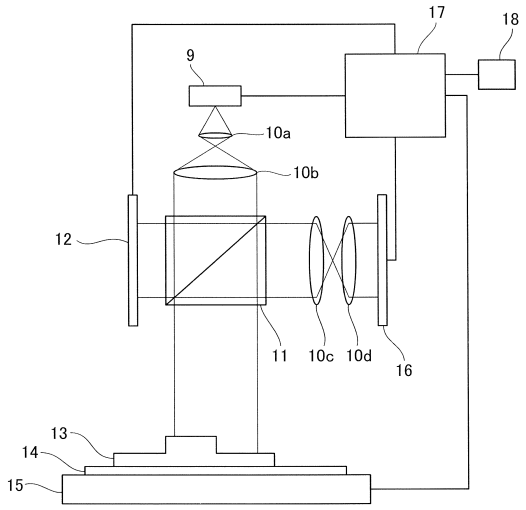
【図５】



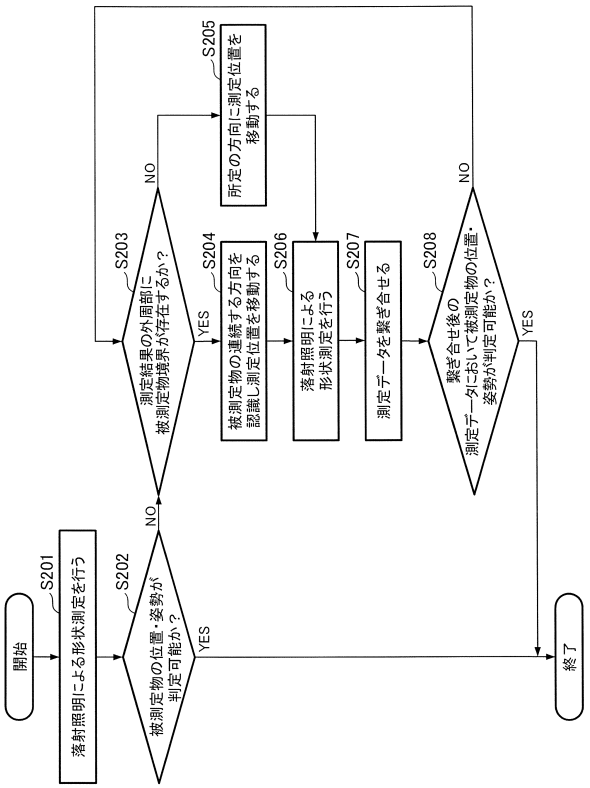
【図６】



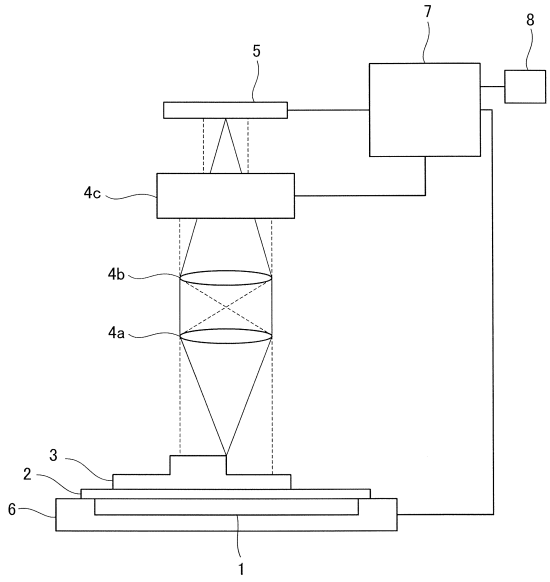
【図７】



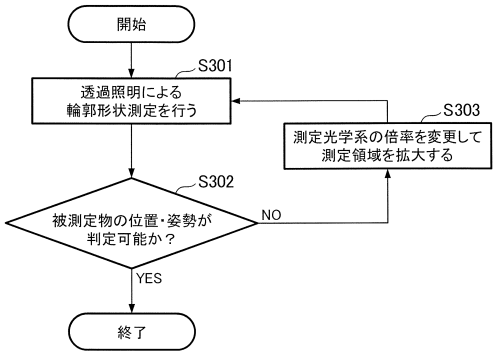
【図８】



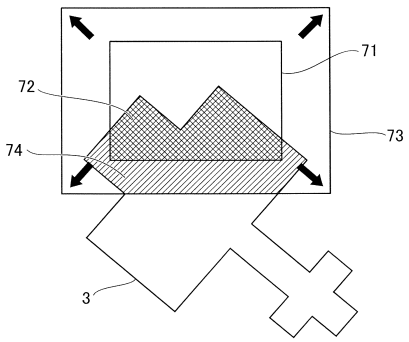
【図９】



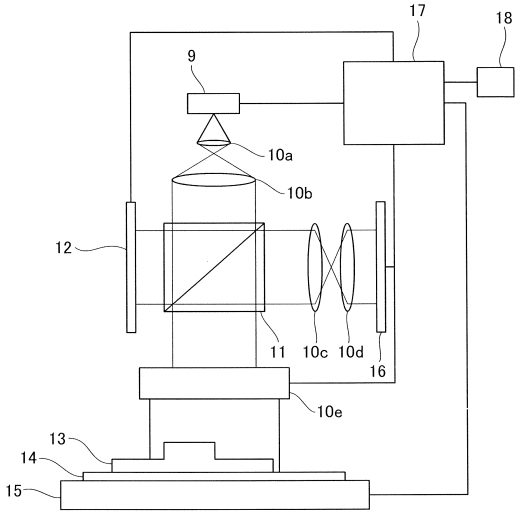
【図１０】



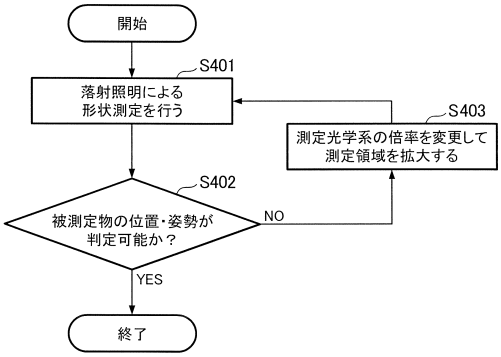
【図１１】



【図１２】


17
18
9
10a
10b
12
11
10c
10d
16
10e
13
14
15

【図１３】


開始
S401
落射照明による
形状測定を行う
S403
測定光学系の倍率を変更して
測定領域を拡大する
S402
被測定物の位置・姿勢が
判定可能か？
NO
YES
終了

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０５－０１２４２１（ＪＰ，Ａ）
特開２０１４－０５５８６４（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－０３２３３１（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－１９７４４９（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－１６８３７２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０１Ｂ １１／００－１１／３０
Ｇ０１Ｎ ２１／８４－２１／９８５
Ｇ０６Ｔ ７／００－ ７／９０