

(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2010-19671

(P2010-19671A)

(43) 公開日 平成22年1月28日(2010.1.28)

(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 0 6 5

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2008-180084 (P2008-180084)
(22) 出願日 平成20年7月10日 (2008.7.10)(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 100092820
弁理士 伊丹 勝
(74) 代理人 100106389
弁理士 田村 和彦
(72) 発明者 山縣 正意
神奈川県川崎市高津区坂戸1丁目20番1号 株式会社ミットヨ内
(72) 発明者 高▲濱▼ 康弘
神奈川県川崎市高津区坂戸1丁目20番1号 株式会社ミットヨ内

最終頁に続く

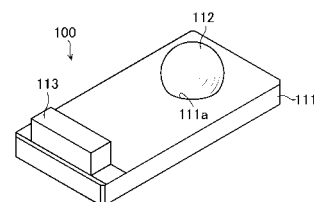
(54) 【発明の名称】 校正用治具、形状測定装置、及びオフセット算出方法

(57) 【要約】

【課題】 価格を低価格に抑えることが可能になると共に、高精度でオフセットを算出可能な校正用治具、形状測定装置、及び形状測定装置のオフセット算出方法を提供する。

【解決手段】 校正用治具100は、基準球112と、基準球112を下方から支持し且つ基準球112が上方から照明された場合の光を正反射させる反射板111とを備える。また、校正用治具100は、反射板111上に形成され上面が平面を有する基準ブロック113を備える。基準球112の表面は、鏡面にて構成されている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基準球と、

前記基準球を下方から支持し且つ前記基準球が上方から照明された場合の光を正反射させる反射板と

を備えることを特徴とする校正用治具。

【請求項 2】

前記基準球の表面は、鏡面にて構成されている

ことを特徴とする請求項 1 記載の校正用治具。

【請求項 3】

前記反射板上に形成され上面が平面を有する基準ブロック

を備えることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の校正用治具。

【請求項 4】

基準球と、

前記基準球を下方から支持し且つ光を透過させる透過板と

を備えることを特徴とする校正用治具。

【請求項 5】

被測定物からの反射光に基づく画像を撮像することにより前記被測定物の形状に関する情報を取得する第 1 プローブと、

前記第 1 プローブと異なる位置に設けられ前記被測定物の形状に関する情報を取得する第 2 プローブと、

前記第 1 プローブ及び前記第 2 プローブにより測定される校正用治具と、

前記第 1 プローブ及び前記第 2 プローブにより前記校正用治具を測定して第 1 測定結果及び第 2 測定結果を求める測定部と、

前記第 1 測定結果及び前記第 2 測定結果を比較してオフセットを算出するオフセット算出部とを備え、

前記校正用治具は、

基準球と、

前記基準球を下方から支持し且つ前記基準球が上方から照明された場合の光を正反射させる反射板とを備える

ことを特徴とする形状測定装置。

【請求項 6】

被測定物からの透過光に基づく画像を撮像することにより前記被測定物の形状に関する情報を取得する第 3 プローブと、

前記第 3 プローブと異なる位置に設けられ前記被測定物の形状に関する情報を取得する第 2 プローブと、

前記第 3 プローブ及び前記第 2 プローブにより測定される校正用治具と、

前記第 3 プローブ及び前記第 2 プローブにより前記校正用治具を測定して第 3 測定結果及び第 2 測定結果を生成する測定部と、

前記第 3 測定結果及び前記第 2 測定結果を比較してオフセットを求めるオフセット算出部とを備え、

前記校正用治具は、

基準球と、

前記基準球を下方から支持し且つ光を透過させる透過板とを備える

ことを特徴とする形状測定装置。

【請求項 7】

被測定物からの反射光に基づく画像を撮像することにより前記被測定物の形状に関する情報を取得する第 1 プローブと、前記第 1 プローブと異なる位置に設けられ前記被測定物の形状に関する情報を取得する第 2 プローブと、前記第 1 プローブ及び前記第 2 プローブ

により測定される校正用治具とを備え、前記校正用治具は、基準球と、前記基準球を下方

10

20

30

40

50

から支持し且つ前記基準球が上方から照明された場合の光を正反射させる反射板とを備える形状測定装置を用いて、当該形状測定装置のオフセットを算出するオフセット算出方法であって、

前記第 1 プローブ及び前記第 2 プローブにより前記校正用治具を測定して第 1 測定結果及び第 2 測定結果を求める測定ステップと、

前記第 1 測定結果及び前記第 2 測定結果を比較してオフセットを算出するオフセット算出ステップと

を備えることを特徴とするオフセット算出方法。

【請求項 8】

被測定物からの透過光に基づく画像を撮像することにより前記被測定物の形状に関する情報を取得する第 3 プローブと、前記第 3 プローブと異なる位置に設けられ前記被測定物の形状に関する情報を取得する第 2 プローブと、前記第 3 プローブ及び前記第 2 プローブにより測定される校正用治具とを備え、前記校正用治具は、基準球と、前記基準球を下方から支持し且つ光を透過させる透過板とを備える形状測定装置を用いて、当該形状測定装置のオフセットを算出するオフセット算出方法であって、

前記第 3 プローブ及び前記第 2 プローブにより前記校正用治具を測定して第 3 測定結果及び第 2 測定結果を求める測定ステップと、

前記第 3 測定結果及び前記第 2 測定結果を比較してオフセットを算出するオフセット算出ステップと

を備えることを特徴とするオフセット算出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、校正用治具、形状測定装置、及び形状測定装置のオフセット算出方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、CCDカメラ等の撮像手段で被測定物（ワーク）を撮像して得られた画像から被測定対象の輪郭形状等を測定する形状測定装置（画像測定装置）が知られている。また、このような形状測定装置において上下方向すなわち Z 方向の測定精度の向上のため、撮像手段に加えレーザプローブ等の非接触式光学プローブを併設した形状測定装置が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

このような撮像手段による画像測定機能と、非接触式光学プローブにより非接触変位検出機能との間にオフセットが存在する場合、このオフセットを定量的に特定する必要がある。このオフセット値の算出のため、様々な治具が用いられている。

【0004】

例えば特許文献 1 では、平板状の基板上に、非平行な 2 つの直線のナイフエッジを有する台形パターンの金属膜が形成された校正用治具が提案されている。その他、図 13 に示すように、基板 81 上に、上面が平面で中空の円筒形状のブロック 82 を形成した校正用治具、或いは図 14 に示すように、基板 81 上に 4 辺のナイフエッジを有する矩形状金属ブロック 83 を形成し、その周囲をアクリルブロック 84 で囲うことにより、金属ブロックの 4 辺の画像測定及び光学プローブによる測定を可能にした校正用治具も知られている。しかし、これらの校正用治具は、オフセット値の算出誤差がブロックの平面度や直角度に依存しているため、部品を組み立てた状態での調整加工が必要になり、治具の価格が高いという問題がある。また、特許文献 1 や図 14 の校正用治具の場合、ブロックの各辺を測定機の測定座標に対して位置合わせする必要があり、作業性が悪いという問題がある。

【0005】

これに対し、タッチプローブを用いた 3 次元測定機においては、装置の校正のため予め精密に測定され半径が既知の基準球をオフセット算出のために用いている。基準球は方向

10

20

30

40

50

性を持たないため、測定座標に対する位置合わせ等は不要であるというメリットがある。しかし、画像測定機においては、基準球はオフセット調整のためには使用することは困難であった。画像測定の場合、落射照明、透過照明、斜め照明等を使用しても基準球のエッジ部分が明確に特定できず、従って基準球の中心位置を正確に算出することができないためである。

【 0 0 0 6 】

そこで、上記の課題に対して、球と拡散面（光を拡散させる面）を有する校正用治具が、特許文献 2 に開示されている。この校正用治具は、球と拡散面との間のエッジを用いてオフセットを求めるためのものである。しかしながら、特許文献 2 における校正用治具を用いた場合、その球の直径値、及び球の中心から拡散面までの距離を正確に設定する必要がある。

10

【 0 0 0 7 】

【特許文献 1】特開平 1 1 - 8 3 4 3 8 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 7 - 7 8 6 3 5 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

本発明は、この問題に鑑み、価格を低価格に抑えることが可能になると共に、高精度でオフセットを算出可能な校正用治具、形状測定装置、及び形状測定装置のオフセット算出方法を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

上記目的を達成するため、本発明の一態様に係る校正用治具は、基準球と、前記基準球を下方から支持し且つ前記基準球が上方から照明された場合の光を正反射させる反射板とを備えることを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

上記構成により、基準球上方から照射された光は、基準球の頂点付近、及び反射板で正反射（入射方向と同方向に戻る）される。一方、基準球上方から照射された光は、基準球の頂点付近以外の箇所では正反射されず撮像光学系には入射しない。これにより、基準球のエッジを明確に特定することができる。

30

【 0 0 1 1 】

前記基準球の表面は、鏡面にて構成されていることが望ましい。補正用治具は、さらに、前記反射板上に形成され上面が平面を有する基準ブロックを備える構成であってもよい。

【 0 0 1 2 】

本発明の一態様に係る校正用治具は、基準球と、前記基準球を下方から支持し且つ光を透過させる透過板とを備えることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

上記構成により、基準球下方から照射された光は、基準球が設けられた領域以外で、透過する。これにより、基準球のエッジを明確に特定することができる。

40

【 0 0 1 4 】

本発明の一態様に係る形状測定装置は、被測定物からの反射光に基づく画像を撮像することにより前記被測定物の形状に関する情報を取得する第 1 ブローブと、前記第 1 ブローブと異なる位置に設けられ前記被測定物の形状に関する情報を取得する第 2 ブローブと、前記第 1 ブローブ及び前記第 2 ブローブにより測定される校正用治具と、前記第 1 ブローブ及び前記第 2 ブローブにより前記校正用治具を測定して第 1 測定結果及び第 2 測定結果を求める測定部と、前記第 1 測定結果及び前記第 2 測定結果を比較してオフセットを算出するオフセット算出部とを備え、前記校正用治具は、基準球と、前記基準球を下方から支持し且つ前記基準球が上方から照明された場合の光を正反射させる反射板とを備えることを特徴とする。

50

【 0 0 1 5 】

本発明の一態様に係る形状測定装置は、被測定物からの透過光に基づく画像を撮像することにより前記被測定物の形状に関する情報を取得する第3プローブと、前記第3プローブと異なる位置に設けられ前記被測定物の形状に関する情報を取得する第2プローブと、前記第3プローブ及び前記第2プローブにより測定される校正用治具と、前記第3プローブ及び前記第2プローブにより前記校正用治具を測定して第3測定結果及び第2測定結果を求める測定部と、前記第3測定結果及び前記第2測定結果を比較してオフセットを算出するオフセット算出部とを備え、前記校正用治具は、基準球と、前記基準球を下方から支持し且つ光を透過させる透過板とを備えることを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

本発明の一態様に係るオフセット算出方法は、被測定物からの反射光に基づく画像を撮像することにより前記被測定物の形状に関する情報を取得する第1プローブと、前記第1プローブと異なる位置に設けられ前記被測定物の形状に関する情報を取得する第2プローブと、前記第1プローブ及び前記第2プローブにより測定される校正用治具とを備え、前記校正用治具は、基準球と、前記基準球を下方から支持し且つ前記基準球が上方から照明された場合の光を正反射させる反射板とを備える形状測定装置を用いて、当該形状測定装置のオフセットを算出するオフセット算出方法であって、前記第1プローブ及び前記第2プローブにより前記校正用治具を測定して第1測定結果及び第2測定結果を求める測定ステップと、前記第1測定結果及び前記第2測定結果を比較してオフセットを算出するオフセット算出ステップとを備えることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

本発明の一態様に係るオフセット算出方法は、被測定物からの透過光に基づく画像を撮像することにより前記被測定物の形状に関する情報を取得する第3プローブと、前記第3プローブと異なる位置に設けられ前記被測定物の形状に関する情報を取得する第2プローブと、前記第3プローブ及び前記第2プローブにより測定される校正用治具とを備え、前記校正用治具は、基準球と、前記基準球を下方から支持し且つ光を透過させる透過板とを備える形状測定装置を用いて、当該形状測定装置のオフセットを算出するオフセット算出方法であって、前記第3プローブ及び前記第2プローブにより前記校正用治具を測定して第3測定結果及び第2測定結果を求める測定ステップと、前記第3測定結果及び前記第2測定結果を比較してオフセットを算出するオフセット算出ステップとを備えることを特徴とする。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 8 】

本発明によれば、価格を低価格に抑えることが可能になると共に、高精度でオフセットを算出可能な校正用治具、形状測定装置、及び形状測定装置のオフセット算出方法を提供することが可能となる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 9 】

次に、本発明の一実施形態を、図面を参照して詳細に説明する。

【 0 0 2 0 】

〔 第 1 実施形態 〕

（ 第 1 実施形態に係る校正用治具の構成 ）

先ず、図1を参照して、第1実施形態に係る校正用治具100の構成について説明する。図1は、本発明の第1実施形態に係る校正用治具100の斜視図である。校正用治具100は、後述する撮像プローブ34、及びレーザプローブ35により測定されるものである。校正用治具100は、反射板111と、基準球112と、基準ブロック113とを備える。

【 0 0 2 1 】

反射板111は、基準球112を下方から支持する。反射板111は、基準球112が上方から落射照明等により照明された光を正反射させるように構成されている。反射板1

10

20

30

40

50

１１は、クロム等を蒸着したミラーにて構成されている。反射板１１１は、矩形板状の形状を有する。反射板１１１は、平行度の良好な平面を有する。反射板１１１は、その中央付近に窪んだ凹部１１１aを有する。

【００２２】

基準球１１２は、その下部が反射板１１１の凹部１１１aに嵌合するように設けられている。基準球１１２は、予め精密に測定された寸法が既知（直径D）の鋼製の球（高精度ベアリング球）である。基準球１１２は、高反射率の表面を有する。すなわち、基準球１１２の表面は、鏡面にて構成されている。

【００２３】

基準ブロック１１３は、反射板１１１の一端上部に設けられている。基準ブロック１１３は、表面が平面となるように形成された鋼製の矩形のブロックである。

10

【００２４】

（第１実施形態に係る形状測定装置の構成）

次に、図２～図４を参照して、第１実施形態に係る形状測定装置２００の構成について説明する。

【００２５】

図２は、第１実施形態に係る形状測定装置２００の概略斜視図である。図２に示すように、形状測定装置２００は、形状測定機１と、この形状測定機１を駆動制御すると共に必要なデータ処理を実行するコンピュータシステム２とにより構成されている。

【００２６】

20

形状測定機１は、次のように構成されている。即ち、架台１１上には、被測定物を載置する測定テーブル１３が装着されており、この測定テーブル１３は、図示しないＹ軸駆動機構によってＹ軸方向に駆動される。架台１１の両側縁中央部には上方に延びる支持アーム１４、１５が固定されており、この支持アーム１４、１５の両上端部を連結するようにＸ軸ガイド１６が固定されている。このＸ軸ガイド１６には、測定ユニット１７が支持されている。測定ユニット１７は、図示しないＸ軸駆動機構によってＸ軸ガイド１６に沿って駆動される。なお、測定テーブル１３の上には、上述した校正用治具１００が配置されている。

【００２７】

図３は、第１実施形態に係る測定ユニット１７の拡大斜視図である。図３に示すように、測定ユニット１７は、Ｘ軸ガイド１６に沿って移動可能にスライダ３１を備えており、このスライダ３１に一体にＺ軸ガイド３２が固定されている。このＺ軸ガイド３２には、支持板３３がＺ軸方向に摺動自在に設けられ、この支持板３３に、画像測定用の撮像手段である撮像プローブ（第１プローブ、ＣＣＤカメラ）３４と、非接触変位計であるレーザプローブ（第２プローブ）３５とが併設されている。これにより、撮像プローブ３４とレーザプローブ３５とは、一定の位置関係を保ってＸ、Ｙ、Ｚの３軸方向に同時に移動できるようになっている。撮像プローブ３４には、撮像範囲を照明するための照明装置３６が付加されている。レーザプローブ３５の近傍位置には、レーザプローブ３５のレーザビームによるワークの測定位置を確認するために、測定位置の周辺を撮像するＣＣＤカメラ３８と、レーザプローブ３５の測定位置を照明するための照明装置３９とが設けられている。レーザプローブ３５は、撮像ユニット１７の移動の際にレーザプローブ３５を退避するための上下動機構４０と、レーザビームの方向性を最適な方向に適合させるための回転機構４１とにより支持されている。

30

40

【００２８】

上記構成を換言すると、撮像プローブ（第１プローブ）３４は、被測定物からの反射光に基づく画像（落射照明光による画像）を撮像することにより被測定物の形状に関する情報を取得する。また、レーザプローブ（第２プローブ）３５は、撮像プローブ３４と異なる位置に設けられ被測定物の形状に関する情報を取得する。

【００２９】

コンピュータシステム２は、コンピュータ本体２１、キーボード２２、ジョイスティック

50

クボックス（以下、Ｊ／Ｓと呼ぶ）２３、マウス２４、ＣＲＴ２５、及びプリンタ２６を備えて構成されている。

【００３０】

コンピュータ本体２１は、図４に示すように構成されている。図４は、第１実施形態に係るコンピュータ本体２１を示すブロック図である。

【００３１】

図４に示すように、撮像プローブ３４から入力される画像情報は、インタフェース（以下、Ｉ／Ｆと呼ぶ）５１ａを介して画像メモリ５２に格納される。レーザプローブ３５から入力される情報は、インタフェース５１ｂを介してＨＤＤ５３に格納される。

【００３２】

また、図示しないＣＡＤシステムにより作成される被測定物のＣＡＤデータは、例えば、ＣＡＤデータによるオフラインティーチングが実行される場合、Ｉ／Ｆ５４を介してＣＰＵ（制御部）５５に入力され、ＣＰＵ５５で画像形式を変換された後、画像メモリ５２に格納される。画像メモリ５２に格納された画像情報は、表示制御部５６を介してＣＲＴ２５に表示される。

【００３３】

一方、キーボード２２、Ｊ／Ｓ２３、及びマウス２４から入力されるコード情報及び位置情報等は、Ｉ／Ｆ５６を介してＣＰＵ５５に入力される。ＣＰＵ５５は、ＲＯＭ５７に格納されたマクロプログラム及びＨＤＤ５３からＩ／Ｆ５８を介してＲＡＭ５９に格納された測定実行プログラム、オフセット算出プログラム等に従って測定実行処理、オフセット算出処理等を実行する。

【００３４】

ＣＰＵ５５は、ＨＤＤ５３から測定実行プログラムを読み出し、測定部として機能する。また、ＣＰＵ５５は、ＨＤＤ５３からオフセット算出プログラムを読み出し、オフセット算出部として機能する。ここで、測定部は、撮像プローブ３４及びレーザプローブ３５により校正用治具１００を測定して撮像測定結果（第１測定結果）及びレーザプローブ測定結果（第２測定結果）を求める。また、オフセット算出部は、撮像測定結果及びレーザプローブ測定結果を比較して撮像プローブ３４とレーザプローブ３５と間のオフセットを算出する。

【００３５】

ＨＤＤ５３は、ＣＡＤデータ、測定実行プログラム、オフセット算出プログラム等を格納する記録媒体である。ＲＡＭ５９は、各種プログラムを格納する他、各種処理のワーク領域を提供する。

【００３６】

[第１実施形態に係る形状測定装置２００のオフセット算出動作]

次に、図５～図８を参照して、第１実施形態に係る形状測定装置２００のオフセット算出動作について説明する。第１実施形態に係る形状測定装置２００は、第１及び第２のオフセット算出動作を実行可能に構成されている。図５は、第１実施形態に係る形状測定装置２００の第１のオフセット算出動作を示すフローチャートである。図６は、後述する画像ＩＭ１の測定の概略を説明する図である。図７は、撮像プローブ３４による画像ＩＭ１及びその輝度情報ＩＭａ１を示す図である。図８は、第１実施形態に係る形状測定装置２００の第２のオフセット算出動作を示すフローチャートである。なお、以下に示す動作は、制御部（ＣＰＵ）５５がＨＤＤ５３に格納されたプログラムを読み出し実行することにより実現される。

【００３７】

まず、第１のオフセット算出動作について説明する。第１のオフセット算出動作は、高倍率で焦点深度の浅い光学系を有した撮像プローブに適している。

【００３８】

図５に示すように、はじめに、制御部５５は、撮像プローブ３４を用いて、基準球１１２の輪郭部に合わせるようにフォーカス動作を行い（焦点を合わせ）、フォーカス高さＺ

10

20

30

40

50

を調整する（ステップ S 1 0 1）。ここで、フォーカス高さ Z は、テーブル 1 3 と撮像プロープ 3 4 との間の距離を示す。

【 0 0 3 9 】

続いて、制御部 5 5 は、撮像プロープ 3 4 を用いて、校正用治具 1 0 0 からの反射光に基づく画像 I M 1 を測定する（ステップ S 1 0 2）。

【 0 0 4 0 】

ここで、上記ステップ S 1 0 2 の動作の概略は、図 6 のようになる。すなわち、図 6 に示すように、基準球 1 1 2 の頂点付近に照射された光 L 1 は、上方に正反射する。また、反射板 1 1 1 の上面に照射された光 L 2 は、上方に正反射する。一方、基準球 1 1 2 の頂点付近以外の領域に照射された光 L 3 は、正反射されず撮像プロープ 3 4 には入射しない。よって、撮像プロープ 3 4 は、光 L 1、L 2 の反射光に基づく画像 I M 1 を測定する。

【 0 0 4 1 】

画像 I M 1 には、図 7 に示すように、外径 D をもつドーナツ状の暗部 A R 1 が表示される。この画像 I M 1 の輝度情報 I M a 1 においては、基準球 1 1 2 と反射板 1 1 1 との境界部分（エッジ）が、高コントラストで示される。

【 0 0 4 2 】

再び図 5 に示すように、続いて、制御部 5 5 は、画像 I M 1、及びフォーカス高さ Z に基づいて基準球 1 1 2 の中心座標 P 1（ X_{P1} 、 Y_{P1} 、 Z_{P1} ）を算出する（ステップ S 1 0 3）。ここで、制御部 5 5 は、画像 I M 1 について 3 箇所以上の暗部 A R 1 の輪郭部（エッジ）を特定することで、中心座標 P 1 を求める。

【 0 0 4 3 】

次に、制御部 5 5 は、レーザプロープ 3 5 を用いて校正用治具 1 0 0（基準球 1 1 2）の表面を 4 箇所以上測定する（ステップ S 1 0 4）。続いて、制御部 5 5 は、レーザプロープ 3 5 による測定結果に基づき基準球 1 1 2 の中心座標 P 2（ X_{P2} 、 Y_{P2} 、 Z_{P2} ）を算出する（ステップ S 1 0 5）。

【 0 0 4 4 】

そして、制御部 5 5 は、以下に示す（数式 1）のように、撮像プロープ 3 4 とレーザプロープ 3 5 との間のオフセット O を算出する（ステップ S 1 0 6）。以上で、第 1 のオフセット算出動作は、終了する。

【 0 0 4 5 】

【 数 1 】

$$O = (X_O, Y_O, Z_O) = P2 - P1 = (X_{P2} - X_{P1}, Y_{P2} - Y_{P1}, Z_{P2} - Z_{P1}) \quad \cdots \text{（数式 1）}$$

【 0 0 4 6 】

なお、上記第 1 のオフセット算出動作を換言すると、以下ようになる。すなわち、制御部 5 5 は、ステップ S 1 0 1 ～ S 1 0 5 において、撮像プロープ 3 4 及びレーザプロープ 3 5 により校正用治具 1 0 0 を測定して中心座標（第 1 測定結果）P 1、中心座標（第 2 測定結果）P 2 を求める。また、制御部 5 5 は、ステップ S 1 0 6 において、中心座標 P 1 及び中心座標 P 2 を比較してオフセット O を算出する。

【 0 0 4 7 】

次に、第 2 のオフセット算出動作について説明する。第 2 のオフセット算出動作は、低倍率で焦点深度の深い光学系を有した撮像プロープに適している。

【 0 0 4 8 】

図 8 に示すように、先ず、制御部 5 5 は、撮像プロープ 3 4 を用いて、フォーカス動作を行い（焦点を合わせ）、フォーカス高さ Z a を調整する（ステップ S 2 0 1）。ここで、ステップ S 2 0 1 におけるフォーカス動作は、基準球 1 1 2 の輪郭部が最も鮮明に観察できる高さに、フォーカス高さ Z a を合わせるように行う。

なお、フォーカス高さ Z a は、基準球 1 1 2 の中心位置を正確に捉えていない可能性が高いため、後述する処理に用いることはない。

【 0 0 4 9 】

次に、制御部 5 5 は、撮像プローブ 3 4 を用いて、校正用治具 1 0 0 からの反射光に基づく画像 I M 1 を測定する（ステップ S 2 0 2）。

【 0 0 5 0 】

続いて、制御部 5 5 は、画像 I M 1 に基づいて基準球 1 1 2 の座標値 P 3（ $P 3 = X_{P 3}$ 、 $Y_{P 3}$ ）を算出する（ステップ S 2 0 3）。なお、座標値 P 3 は、Z 軸方向を除く座標（X Y 座標）を示す。

【 0 0 5 1 】

次に、制御部 5 5 は、レーザプローブ 3 5 を用いて校正用治具 1 0 0（基準球 1 1 2）の表面を 4 箇所以上測定する（ステップ S 2 0 4）。続いて、制御部 5 5 は、レーザプローブ 3 5 による測定結果に基づき基準球 1 1 2 の座標値 P 4（ $P 4 = X_{P 4}$ 、 $Y_{P 4}$ ）を算出する（ステップ S 2 0 5）。なお、座標値 P 4 は、Z 軸方向を除く座標（X Y 座標）を示す。

10

【 0 0 5 2 】

次に、制御部 5 5 は、以下に示す（数式 2）のように、座標差 E 1（ X_E 、 Y_E ）を算出する（ステップ S 2 0 6）。なお、座標差 E 1 は、撮像プローブ 3 4 とレーザプローブ 3 5 との間の X Y 方向のオフセットを意味する。

【 0 0 5 3 】

【 数 2 】

$$E1 = (X_E, Y_E) = P4 - P3 = (X_{P4} - X_{P3}, Y_{P4} - Y_{P3}) \quad \cdots \text{（数式 2）}$$

20

【 0 0 5 4 】

続いて、制御部 5 5 は、撮像プローブ 3 4 を用いて、基準ブロック 1 1 3 の上面に合わせるようにフォーカス動作を行い、フォーカス高さ Z b を調整する（ステップ S 2 0 7）。

【 0 0 5 5 】

次に、制御部 5 5 は、撮像プローブ 3 4 を用いて、校正用治具 1 0 0 からの正反射光に基づく画像 I M 1 を測定する（ステップ S 2 0 8）。続いて、制御部 5 5 は、画像 I M 1、及びフォーカス高さ Z b に基づき基準ブロック 1 1 3 の上面の所定位置の座標値 P 5（ $X_{P 5}$ 、 $Y_{P 5}$ 、 $Z_{P 5}$ ）を算出する（ステップ S 2 0 9）。

30

【 0 0 5 6 】

次に、制御部 5 5 は、レーザプローブ 3 5 を用いて、所定位置にて基準ブロック 1 1 3 の上面を測定する（ステップ S 2 1 0）。このステップ S 2 1 0 において、制御部 5 5 は、レーザプローブ 3 5 にて上記測定を行わせるため、レーザプローブ 3 5 を座標差 E 1（ X_E 、 Y_E ）だけ移動させる。

【 0 0 5 7 】

続いて、制御部 5 5 は、レーザプローブ 3 5 による測定結果に基づき基準ブロック 1 1 3 の上面の所定位置の座標値 P 6（ $X_{P 6}$ 、 $Y_{P 6}$ 、 $Z_{P 6}$ ）を算出する（ステップ S 2 1 1）。

40

【 0 0 5 8 】

次に、制御部 5 5 は、以下に示す（数式 3）のように、座標差 E 2（ Z_E ）を算出する（ステップ S 2 1 2）。なお、座標差 E 2 は、撮像プローブ 3 4 とレーザプローブ 3 5 との間の Z 方向のオフセットを意味する。

【 0 0 5 9 】

【 数 3 】

$$E2 = (Z_E) = (Z_{P6} - Z_{P5}) \quad \cdots \text{（数式 3）}$$

【 0 0 6 0 】

50

そして、制御部 55 は、以下に示す（数式 4）のように、座標差 E_1 、 E_2 に基づき撮像プローブ 34 とレーザプローブ 35 との間のオフセット O_a （ X_{O_a} 、 Y_{O_a} 、 Z_{O_a} ）を算出する（ステップ S213）。以上で、第 2 のオフセット算出動作は、終了する。

【0061】

【数 4】

$$O_a = (X_{O_a}, Y_{O_a}, Z_{O_a}) = (X_{P4} - X_{P3}, Y_{P4} - Y_{P3}, Z_{P4} - Z_{P3}) \quad \cdots \text{（数式 4）}$$

【0062】

なお、上記第 2 のオフセット算出動作を換言すると、以下ようになる。すなわち、制御部 55 は、ステップ S201～S212 において、撮像プローブ 34 及びレーザプローブ 35 により校正用治具 100 を測定して座標値（第 1 測定結果） P_3 、 P_5 、及び座標値（第 2 測定結果） P_4 、 P_6 を求める。また、制御部 55 は、ステップ S213 において、座標値 P_3 、 P_5 及び座標値 P_4 、 P_6 を比較してオフセット O_a を算出する。

10

【0063】

（第 1 実施形態に係る効果）

次に、第 1 実施形態に係る校正用治具 100、及び形状測定装置 200、及びそのオフセット算出方法の効果について説明する。第 1 実施形態に係る校正用治具 100 は、従来の校正治具のように、部品を組み立てた状態での調整加工が不要となるため、価格を安く抑えることができる。

20

【0064】

第 1 実施形態に係る校正用治具 100 は、高コントラストで基準球 112 のエッジを撮像することができる。これにより、高精度で、形状測定装置 200 の校正（オフセットの算出）を行うことができる。

【0065】

第 1 実施形態に係る校正用治具 100 は、反射板 111 により光を正反射させるので、照射した光量に対する反射光の損失を抑制することができる。したがって、第 1 実施形態に係る校正用治具 100 は、少ない光量でも十分なコントラストをもつ画像を測定することができる。すなわち、第 1 実施形態に係る校正用治具 100 は、照明光による治具自体の温度上昇に伴う線膨張を抑制し、測定誤差を低減させることができる。また、第 1 実施形態に係る校正用治具 100 は、明るい光源が不要であるので、省エネルギー化が図れる。

30

【0066】

また、第 1 実施形態に係る形状測定装置 200、及びそのオフセット算出方法は、上記構成を有する校正用治具 100 と同様の効果を奏する。

【0067】

〔第 2 実施形態〕

（第 2 実施形態に係る校正用治具の構成）

次に、図 9 を参照して、第 2 実施形態に係る校正用治具 100a の構成について説明する。図 9 は、本発明の第 2 実施形態に係る校正用治具 100a の斜視図である。なお、第 2 実施形態において、第 1 実施形態と同様の構成については、同一符号を付し、その説明を省略する。

40

【0068】

校正用治具 100a は、撮像プローブ 34、及びレーザプローブ 35 により測定されるものである。校正用治具 100a は、透過板 114 と、基準球 112 と、基準ブロック 113 とを備える。つまり、校正用治具 100a は、第 1 実施形態の反射板 111 の代わりに、透過板 114 を備える。

【0069】

透過板 114 は、基準球 112 を下方から支持する。透過板 114 は、光を透過するように構成されている。透過板 114 は、例えば、ガラスにて構成されている。透過板 11

50

4 は、矩形板状の形状を有する。透過板 1 1 4 は、その上面に窪んだ凹部 1 1 4 a を有する。

【 0 0 7 0 】

ここで、形状測定装置において透過照明光を用いた場合、基準球 1 1 2 にて遮られた光の分布が画像として測定される。このとき、基準球 1 1 2 が光軸に対して傾いて配置されたとしても、その配置は、測定される画像に影響を及ぼさない（常に一定の円形の暗部が測定される）。よって、透過板 1 1 4 は、平行度を要求されない。

【 0 0 7 1 】

基準球 1 1 2 は、その下部が透過板 1 1 4 の凹部 1 1 4 a に嵌合するように設けられている。

10

【 0 0 7 2 】

基準ブロック 1 1 3 は、透過板 1 1 4 の一端上部に設けられている。

【 0 0 7 3 】

（第 2 実施形態に係る形状測定装置の構成）

次に、図 1 0 を参照して、第 2 実施形態に係る形状測定装置の構成について説明する。図 1 0 は、第 2 実施形態に係る測定ユニット 1 7 の拡大斜視図である。

【 0 0 7 4 】

第 2 実施形態に係る形状測定機は、第 1 実施形態と異なる測定テーブル 1 3 a を有する。また、第 2 実施形態に係る形状測定機は、さらに照明装置 7 1 を有する。

20

【 0 0 7 5 】

測定テーブル 1 3 a は、光を透過するように構成されている。なお、測定テーブル 1 3 a 上には、上述した校正用治具 1 0 0 a が設けられている。

【 0 0 7 6 】

照明装置 7 1 は、測定テーブル 1 3 a 内に設けられている。照明装置 7 1 は、測定テーブル 1 3 a を介して、上方に光を照射するように構成されている。照明装置 7 1 は、撮像プローブ 3 4 の移動に同期して、X Y 方向に移動可能に構成されている。

【 0 0 7 7 】

つまり、第 2 実施形態において、撮像プローブ 3 4（第 3 プローブ）は、被測定物からの透過光に基づく画像（透過照明光による画像）を撮像することにより被測定物の形状に関する情報を取得するように構成されている。

30

【 0 0 7 8 】

（第 2 実施形態に係る形状測定装置のオフセット算出動作）

次に、図 1 1 及び図 1 2 を参照して、第 2 実施形態に係る形状測定装置のオフセット算出動作について説明する。第 2 実施形態に係る形状測定装置は、第 1 実施形態と同様に、第 1 及び第 2 のオフセット算出動作を実行可能に構成されている。図 1 1 は、後述する画像 I M 4 の測定の概略を説明する図である。図 1 3 は、撮像プローブ 3 4 による画像 I M 4 及びその輝度情報 I M a 4 を示す図である。

【 0 0 7 9 】

第 2 実施形態に係る形状測定装置のオフセット算出動作において、撮像プローブ 3 4 による画像の測定方法が、第 1 実施形態と異なる。

40

【 0 0 8 0 】

制御部 5 5 は、撮像プローブ 3 4 を用いて、校正用治具 1 0 0 a からの透過光に基づく画像 I M 4 を測定する。すなわち、図 1 1 に示すように、照明部 7 1 から基準球 1 1 2 に照射された光 L a 1 は、基準球 1 1 2 にて遮られる。一方、基準球 1 1 2 の以外の領域（透過板 1 1 4）に照射された光 L a 2 は、透過板 1 1 4 を介して透過される。よって、撮像プローブ 3 4 は、光 L a 2（透過光）に基づく画像 I M 4 を測定する。

【 0 0 8 1 】

画像 I M 4 には、図 1 2 に示すように、直径 D をもつ円形状の暗部 A R 2 が表示される。この画像 I M 4 の輝度情報 I M a 4 においては、基準球 1 1 2 と透過板 1 1 4 との境界部分（エッジ）が、高コントラストで示される。

50

【 0 0 8 2 】

(第 2 実施形態に係る効果)

次に、第 2 実施形態に係る効果を説明する。第 2 実施形態に係る校正用治具 1 0 0 a は、第 1 実施形態に係る反射板 1 1 1 の代わりに、平行度を要求されない透過板 1 1 4 を有する。したがって、第 2 実施形態に係る校正用治具 1 0 0 a は、第 1 実施形態よりも安価に製造可能である。

【 0 0 8 3 】

また、第 2 実施形態に係る形状測定装置、及びそのオフセット算出方法は、上記校正用治具 1 0 0 と同様の効果を奏する。

【 0 0 8 4 】

以上、発明の一実施形態を説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、発明の趣旨を逸脱しない範囲内において、様々な置換、追加、削除等が可能である。例えば、上記実施形態では、Z 方向のオフセット値の算出のため基準ブロック 1 1 3 を備えているが、基準球 1 1 2 の頂点への撮像プローブ 3 4 のオートフォーカスが精度良く行うことができる場合には基準ブロック 1 1 3 は省略してもよい。また、基準球 1 1 2 の支持方法として、基準球 1 1 2 を反射板 1 1 1 (又は透過板 1 1 4) に嵌合する方法が記述されているが、これに限定されるものではない。例えば、単純に基準球 1 1 2 を反射板 1 1 1 (又は透過板 1 1 4) に接着することで支持してもよい。

【 0 0 8 5 】

また、上記実施形態の第 2 のオフセット算出動作において、制御部 5 5 は、基準ブロック 1 1 3 の上面の所定位置を測定する (ステップ S 2 0 7) ものとしたが、基準球 1 1 2 の頂点部分を測定するものとしても良いし、反射板 1 1 1 や透過板 1 1 4 の平面度が良好であれば、板上の任意の位置を測定するものとしても良い。

【 0 0 8 6 】

また、上記実施形態における形状測定装置は、レーザプローブ 3 5 を有する構成であるが、レーザプローブ 3 5 の代わりにタッチプローブ (接触型プローブ) を有する構成であってもよいし、俵いプローブを有する構成であってもよい。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 8 7 】

【 図 1 】 本発明の第 1 実施形態に係る校正用治具 1 0 0 の斜視図である。

【 図 2 】 第 1 実施形態に係る形状測定装置 2 0 0 の概略斜視図である。

【 図 3 】 第 1 実施形態に係る測定ユニット 1 7 の拡大斜視図である。

【 図 4 】 第 1 実施形態に係るコンピュータ本体 2 1 を示すブロック図である。

【 図 5 】 第 1 実施形態に係る形状測定装置 2 0 0 の第 1 のオフセット算出動作を示すフローチャートである。

【 図 6 】 画像 I M 1 の測定の概略を説明する図である。

【 図 7 】 撮像プローブ 3 4 による画像 I M 1 及びその輝度情報 I M a 1 を示す図である。

【 図 8 】 第 1 実施形態に係る形状測定装置 2 0 0 の第 2 のオフセット算出動作を示すフローチャートである。

【 図 9 】 本発明の第 2 実施形態に係る校正用治具 1 0 0 a の斜視図である。

【 図 1 0 】 第 2 実施形態に係る測定ユニット 1 7 の拡大斜視図である。

【 図 1 1 】 画像 I M 4 の測定の概略を説明する図である。

【 図 1 2 】 撮像プローブ 3 4 による画像 I M 4 及びその輝度情報 I M a 4 を示す図である。

。

【 図 1 3 】 従来の校正用治具の一例を示す図である。

【 図 1 4 】 従来の校正用治具の一例を示す図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 8 】

1 0 0、1 0 0 a ... 校正用治具、 1 1 1 ... 反射板、 1 1 2 ... 基準球、 1 1 3 ... 基準ブロック、 1 1 4 ... 透過板、 2 0 0 ... 形状測定装置、 1 1 ... 架台、 1 3、1 3 a ... 測定

10

20

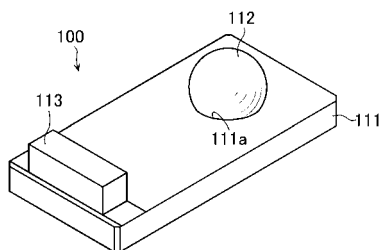
30

40

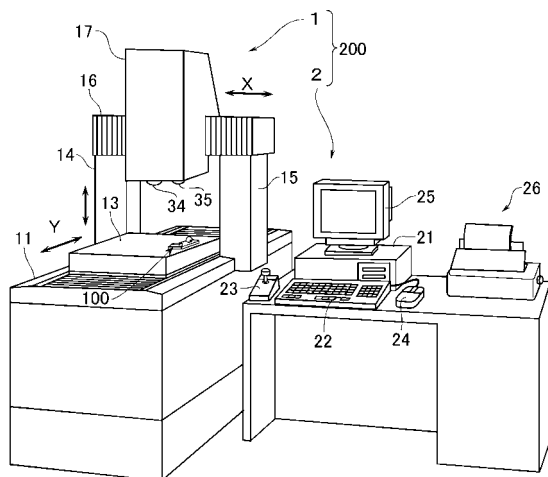
50

テーブル、 14、 15 ... 支持アーム、 16 ... X 軸ガイド、 17 ... 測定ユニット、 34 ... 撮像プローブ、 38 ... C C D カメラ、 35 ... レーザプローブ、 36、 39、 71 ... 照明装置、 40 ... 上下動機構、 41 ... 回転機構。

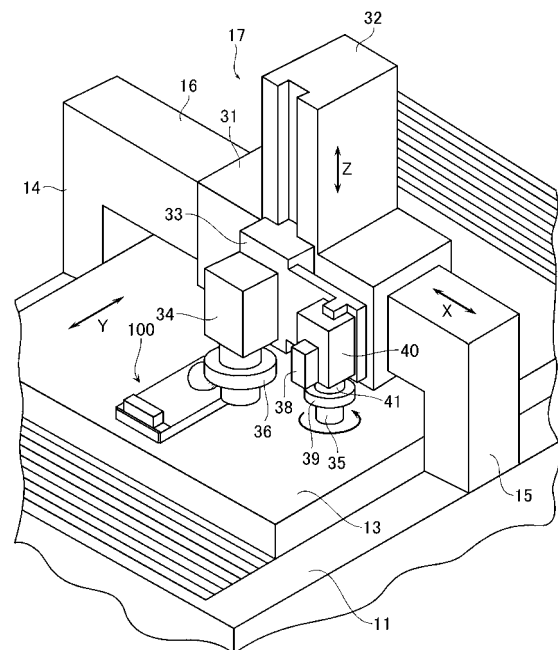
【図 1】



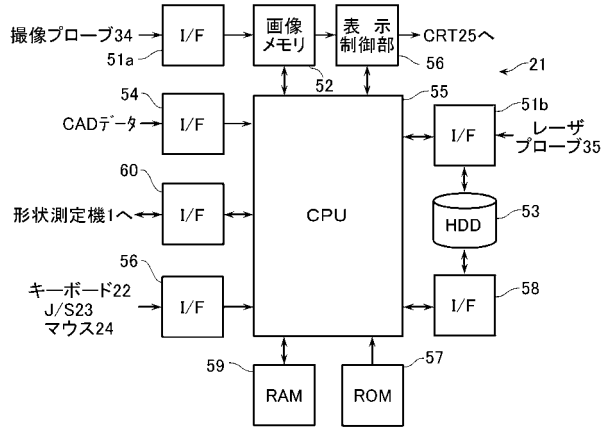
【図 2】



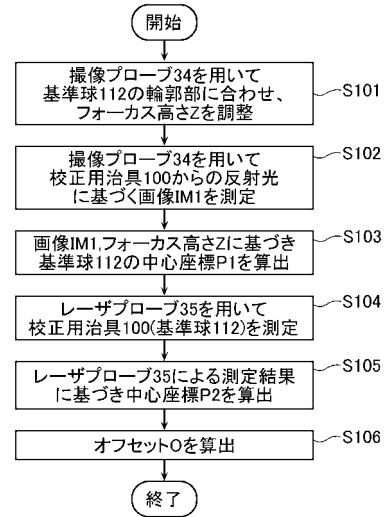
【図 3】



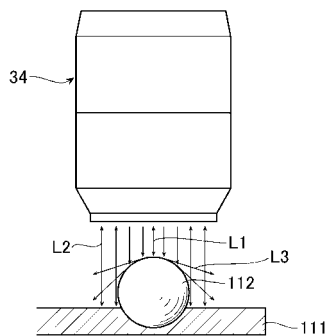
【図4】



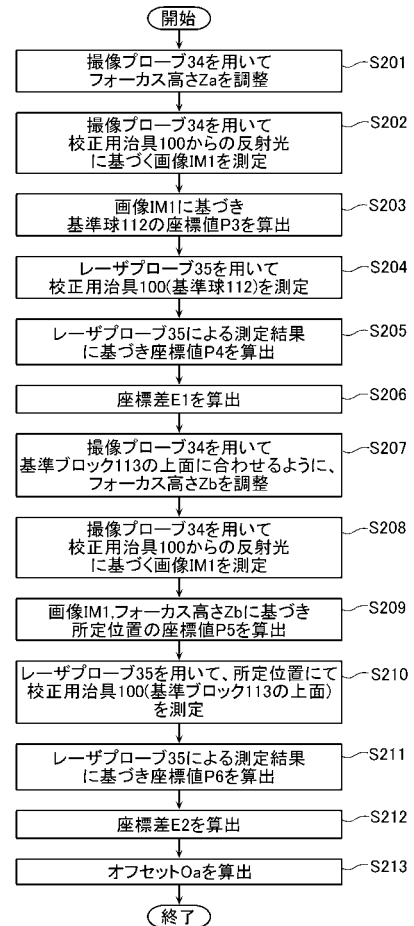
【図5】



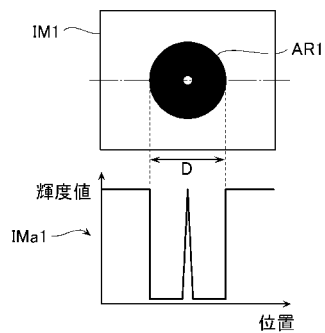
【図6】



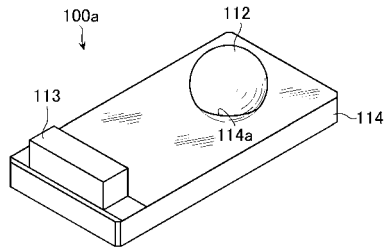
【図8】



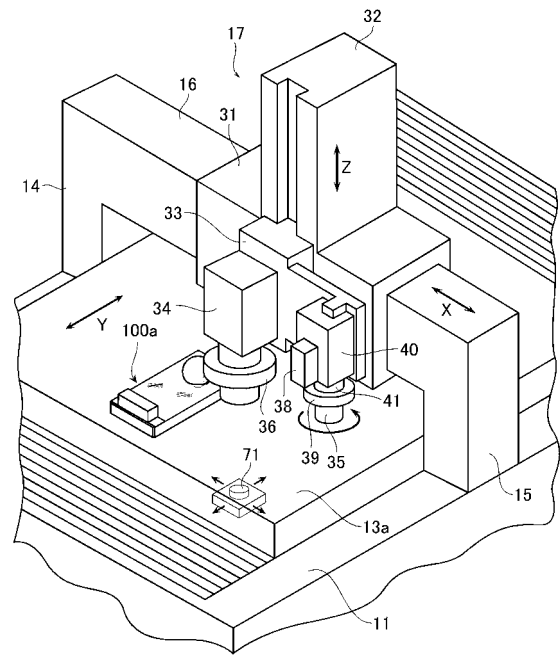
【図7】



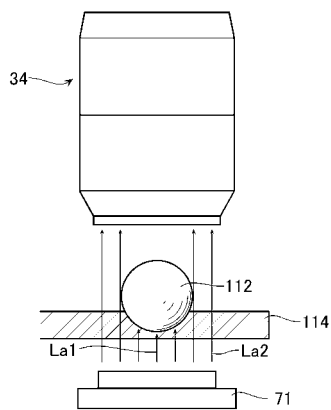
【図 9】



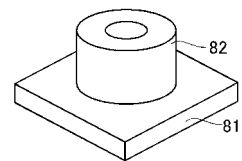
【図 10】



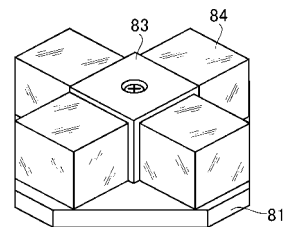
【図 11】



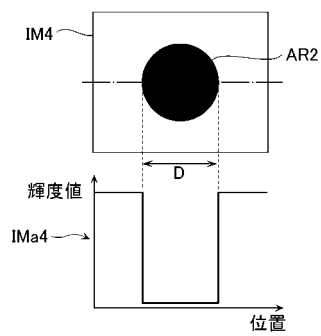
【図 13】



【図 14】



【図 12】



フロントページの続き

(72)発明者 石山 拓

神奈川県川崎市高津区坂戸 1 丁目 2 0 番 1 号 株式会社ミットヨ内

(72)発明者 根本 賢太郎

神奈川県川崎市高津区坂戸 1 丁目 2 0 番 1 号 株式会社ミットヨ内

F ターム(参考) 2F065 AA53 DD03 FF04 FF11 FF61 MM07 PP04 QQ25 RR05