(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年2月13日(13.02.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/031964 A1

(51) 国際特許分類:
G01B 11/24 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/030740

(22) 国際出願日： 2019年8月5日(05.08.2019)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2018-151978 2018年8月10日(10.08.2018) JP

(71) 出願人: オムロン株式会社 (**OMRON CORPORATION**) [JP/JP]; 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 加藤 豊(**KATO, Yutaka**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 金谷 義宏(**KANETANI, Yoshihiro**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP).

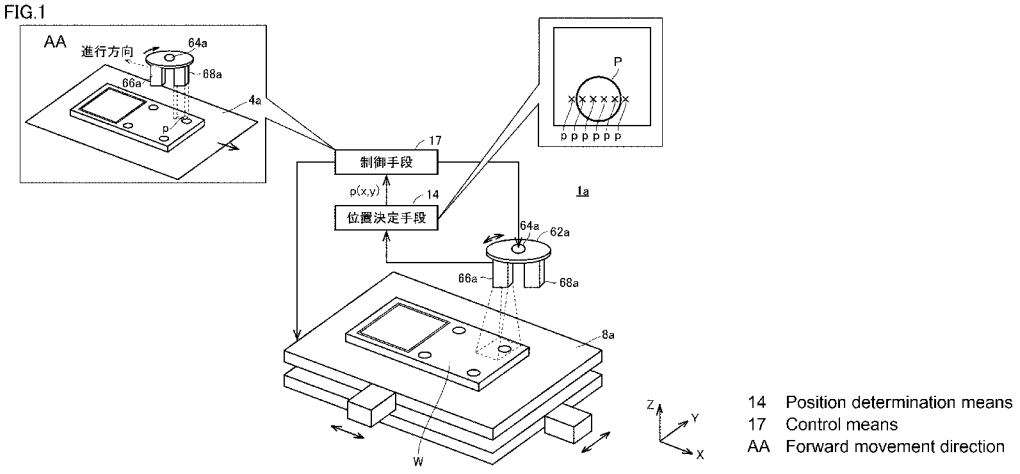
(74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所(**FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.**); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島三丁目２番４号 中之島フェスティバルタワー・ウエスト Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) **Title:** MEASUREMENT SYSTEM, MEASUREMENT METHOD, AND MEASUREMENT PROGRAM

(54) 発明の名称： 計測システム、計測方法、および計測プログラム

FIG.1



(57) **Abstract:** The purpose of the present invention is to provide a measurement system, measurement device, and measurement method suitable for measuring over a wide range by changing a measurable range. In this measurement system, a changing mechanism and adjustment mechanism are controlled such that each of a plurality of measurement portions is imaged using an imaging unit while the position of the imaging unit in the forward movement direction of a base part is made to be forward from a sensor. The changing mechanism and adjustment mechanism are controlled such that measurement positions for each of the plurality of measurement portions determined on the basis of images imaged by the imaging unit pass through the measurement range of the sensor.

WO 2020/031964 A1

[続葉有]

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約:計測可能な範囲を変えて、広範囲の計測を行なうのに適した計測システム、計測装置、および計測方法を提供することを目的とする。計測システムにおいては、ベース部の進行方向に対する撮像部の位置がセンサの前方となるようにしつつ複数の計測部分の各々を撮像部で撮像するように変化機構と調整機構が制御され、複数の計測部分の各々については、撮像部が撮像した画像に基づいて決定された計測位置がセンサの計測範囲を通過するように、変化機構および調整機構が制御される。

明　細　書

発明の名称 ： 計測システム、計測方法、および計測プログラム

技術分野

[0001] 複数の計測部分の各々を計測するための計測システム、計測方法、および計測プログラムに関する。

背景技術

[0002] ＦＡ（Factory Automation）分野において、計測対象の形状を計測する計測システムが知られている。

[0003] 計測対象の形状を計測する計測システムとして、例えば、特開２０１６－４８１９５号公報（特許文献１）は、測定対象であるワークを撮像して得られる画像からワークの位置および姿勢を特定し、ワークの位置および姿勢ならびに、マスター画像に対して指定された測定箇所に基づいて、変位計とワークとを相対的に移動させて、高さの測定値を求める技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１６－４８１９５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、特許文献１に開示された計測システムは、測定対象を撮像して得られる画像内の測定箇所を変位計のようなセンサで計測するものであって、カメラの撮像領域を変え、広範囲の計測を行なうことについて十分に考慮されていなかった。

[0006] 本願発明は、計測可能な範囲を変えて、広範囲の計測を行なうのに適した計測システム、計測装置、および計測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

[0007] 本開示の一例によれば、複数の計測部分の各々を計測するための計測シス

テムが提供される。計測システムは、撮像部と、センサと、撮像部およびセンサが配置されるベース部と、ベース部と計測対象との間の相対位置を変化させる変化機構と、ベース部の進行方向に対する撮像部およびセンサの位置関係を調整する調整機構と、撮像部により撮像された計測部分の画像に基づいて、センサにより計測する計測位置を決定する位置決定手段と、ベース部の進行方向に対する撮像部の位置がセンサの前方となるようにしつつ複数の計測部分の各々を撮像部の撮像視野を通過させるとともに、複数の計測部分の各々について位置決定手段により決定された計測位置がセンサの計測範囲を通過するように、変化機構および調整機構を制御する制御手段とを含む。

[0008] この開示によれば、ベース部の進行方向に対して前方に位置する撮像部により撮像された画像に基づいてセンサの計測位置を決定し、決定した計測位置に合わせてセンサの計測範囲を計測位置が通過するように変化機構および調整機構が制御される。そのため、先に撮像部で計測部位を撮像した後、撮像部が撮像した計測部位上をセンサが通過することとなるため、撮像部よりも先にセンサが計測部位上を通過する場合に比べて、時間や移動量のロスを減らすことができる。その結果、計測可能な範囲を変えて、広範囲の計測を行なうのに適した計測システムが提供される。

[0009] 上述の開示において、調整機構は、ベース部を回転させる回転機構であってもよい。

この開示によれば、回転というシンプルな機構で撮像部とセンサとの間の位置関係を調整することができるため、調整が容易である。

[0010] 上述の開示において、計測システムは、複数の計測部分のうちの少なくとも一の計測部分について、計測部分を撮像して得られる画像特徴の位置に対して、複数の計測位置が予め定められていてもよい。位置決定手段は、計測部分の画像に基づいて画像特徴の位置を特定することで、画像特徴の位置に対する複数の計測位置の各々を決定してもよい。

[0011] この開示によれば、一の計測部分に対して複数の計測位置が予め定められており、一の撮像で複数の計測位置の各々が決定するため、撮像回数を減ら

すことができ、その結果、全体の計測時間を短くすることができる。

[0012] 上述の開示において、センサは、変位センサであってもよい。

上述の開示において、変化機構の変位、および変化機構の変位に対応付けられた調整機構の変位からなる基準経路が予め定められていてもよい。制御手段は、基準経路に沿って変化機構および調整機構を制御することで複数の計測部分の各々が撮像部の撮像視野を通過させるようにするとともに、複数の計測部分の各々については、位置決定手段により決定された計測位置がセンサの計測範囲を通過するように基準経路を修正してもよい。

[0013] この開示によれば、基準経路が予め定められているため、計測システム全体の処理を簡略化することができ、その結果、計測システムにおける処理負担を軽減することができる。

[0014] 上述の開示において、制御手段は、複数の計測部分の各々については、基準経路のうちの変化機構の変位を修正することなく調整機構の変位を修正してもよい。

[0015] この開示によれば、調整機構の変位だけを修正するため、修正対象が少なく、計測システム全体の処理を簡略化することができ、その結果、計測システムにおける処理負担を軽減することができる。

[0016] 上述の開示において、位置決定手段は、計測部分の画像に基づいて、基準経路に応じて定められる基準位置に対する計測部分の位置ずれ値を取得する取得手段をさらに含んでもよい。計測システムは、取得手段により取得された位置ずれ値が、予め定められた許容値を超えているか否かを判定する判定手段と、判定手段の判定結果をユーザに通知する通知手段とをさらに含んでもよい。

[0017] この開示によれば、基準位置に対する計測部分の位置ずれが大きく、基準経路の修正量が多くなるような場合にユーザに通知することができ、ユーザフレンドリーな計測システムを提供することができる。

[0018] 本開示の別の一例によれば、複数の計測部分の各々を計測するための計測方法が提供される。この計測方法においては、撮像部とセンサとがベース部

に配置されているとともに、ベース部と計測対象との相対位置を変化可能であり、ベース部の進行方向に対する撮像部およびセンサの位置関係を調整可能に構成されている。計測方法は、ベース部の進行方向に対する撮像部の位置がセンサの前方となるようにしつつ計測部分が撮像部の撮像視野を通過する第１のステップと、第１のステップにおいて計測部分が撮像視野を通過するときに得られる計測部分の画像に基づいて、センサにより計測する計測位置を決定する第２のステップと、第２のステップにおいて決定された計測位置がセンサの計測範囲を通過する第３のステップとを含み、複数の計測部分の各々に対して第１のステップから第３のステップまでのステップを行う。

[0019] この開示によれば、ベース部の進行方向に対して前方に位置する撮像部により撮像された画像に基づいてセンサの計測位置を決定し、決定した計測位置に合わせてセンサの計測範囲を計測位置が通過するように変化機構および調整機構が制御される。そのため、先に撮像部で計測部位を撮像した後、撮像部が撮像した計測部位上をセンサが通過することとなるため、撮像部よりも先にセンサが計測部位上を通過する場合に比べて、時間や移動量のロスを減らすことができる。その結果、計測可能な範囲を変えて、広範囲の計測を行なうのに適した計測方法が提供される。

[0020] 本開示の別の一例によれば、複数の計測部分の各々を計測するための計測プログラムが提供される。この計測プログラムにおいては、撮像部とセンサとがベース部に配置されているとともに、ベース部と計測対象との相対位置を変化機構により変化可能であり、ベース部の進行方向に対する撮像部およびセンサの位置関係を調整機構により調整可能に構成されている。計測プログラムは、コンピュータに、ベース部の進行方向に対する撮像部の位置がセンサの前方となるようにしつつ計測部分が撮像部の撮像視野を通過するように変化機構および調整機構を制御する第１のステップと、第１のステップにおいて撮像視野を計測部分が通過するときに得られる計測部分の画像に基づいて決定されるセンサにより計測する計測位置がセンサの計測範囲を通過するように変化機構および調整機構を制御する第２ステップとを、複数の計測

部分の各々に対して実行させる。

[0021] この開示によれば、ベース部の進行方向に対して前方に位置する撮像部により撮像された画像に基づいてセンサの計測位置を決定し、決定した計測位置に合わせてセンサの計測範囲を計測位置が通過するように変化機構および調整機構が制御される。そのため、先に撮像部で計測部位を撮像した後、撮像部が撮像した計測部位上をセンサが通過することとなるため、撮像部よりも先にセンサが計測部位上を通過する場合に比べて、時間や移動量のロスを減らすことができる。その結果、計測可能な範囲を変えて、広範囲の計測を行なうのに適した計測プログラムが提供される。

発明の効果

[0022] 本開示の一例によれば、計測可能な範囲を変えて、広範囲の計測を行なうのに適した計測システム、計測装置、および計測方法が提供される。

[0023] 本開示の上記および他の目的、特徴、局面および利点は、添付の図面と関連して理解される本発明に関する次の詳細な説明から明らかとなるであろう。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]本実施の形態に係る計測システムの適用場面を模式的に示す図である。

[図2]本実施の形態に係る計測システムの全体構成を示す模式図である。

[図3]基準経路を示す図である。

[図4]基準経路の修正方法の概略を示す図である。

[図5]計測システムの計測処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図6]計測位置の特定方法を説明するための図である。

[図7]基準経路および計測条件の修正方法を説明するための図である。

[図8]画像処理装置のハードウェア構成を示す模式図である。

[図9]コントローラのハードウェア構成の一例を示す模式図である。

[図10]ＰＬＣのハードウェア構成の一例を示す模式図である。

[図11]経路の修正において機能する計測システムの機能構成の一例を示す図である。

[図12]計測時ならびに経路に沿って移動機構および回転機構を制御するときに機能する計測システムの機能構成の一例を示す図である。

[図13]設定装置７０の機能構成の一例を示す図である。

[図14]変形例に係る計測システムを示す図である。

[図15]変形例に係る計測システムを示す図である。

[図16]変形例に係る計測システムを示す図である。

[図17]変形例に係る計測システムを示す図である。

[図18]変形例に係る調整機構を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、図面を参照しつつ、本発明に従う各実施の形態について説明する。以下の説明では、同一の部品および構成要素には同一の符号を付してある。それらの名称および機能も同じである。したがって、これらについての詳細な説明は繰り返さない。なお、以下で説明される各実施の形態および各変形例は、適宜選択的に組み合わせてもよい。

[0026] §１ 適用例

図１を参照して、本発明が適用される場面の一例について説明する。図１は、本実施の形態に係る計測システム１ａの適用場面を模式的に示す図である。計測システム１ａは、複数の計測部分の各々を計測するために利用される。複数の計測部分は、一のワークに対して設定されていてもよく、また、複数のワークの集合からなる計測対象に対して設定されていてもよい。なお、図１に示す例では、一のワークが計測対象として設定されており、ワーク上に複数の計測部分が設定されている。

[0027] 計測システム１ａは、撮像部６６ａと、センサ６８ａと、ベース部６２ａと、調整機構６４ａと、変化機構８ａと、位置決定手段１４と、制御手段１７とを備える。

[0028] 撮像部６６ａおよびセンサ６８ａは、ベース部６２ａに設けられている。変化機構８ａは、ベース部６２ａとワークＷとの相対位置を変化させる。たとえば、変化機構８ａは、図１に示すようなワークＷを移動させるＸＹステ

ージや、また、ベース部６２ａを動かすロボットなどを含む。

[0029] 調整機構６４ａは、ベース部６２ａの進行方向に対する撮像部６６ａとセンサ６８ａとの間の位置関係を調整する。たとえば、調整機構６４ａは、ベース部６２ａを回転させる回転機構である。なお、調整機構６４ａは、ベース部６２ａの進行方向に対する撮像部６６ａとセンサ６８ａとの間の位置関係を調整できればよく、回転機構に限られない。

[0030] 位置決定手段１４は、撮像部６６ａが撮像した計測部分Ｐの画像に基づいて、計測位置ｐを決定する。たとえば、計測部分Ｐの位置に対応付けて計測位置ｐを予め設定しておくことで計測部分Ｐの画像から計測位置ｐを決定してもよく、また、計測条件を予め設定し、計測条件を満たす位置を特定することで計測位置ｐを決定してもよい。

[0031] 制御手段１７は、変化機構８ａおよび調整機構６４ａを制御する。具体的には、制御手段１７は、ベース部６２ａの進行方向に対して撮像部６６ａが前、センサ６８ａが後ろとなるように調整しながら複数の計測部分の各々が撮像部６６ａの撮像範囲を通過させるようにする。また、複数の計測部分の各々について、制御手段１７は、位置決定手段１４により決定された計測位置ｐがセンサ６８ａの計測範囲を通過するようにする。

[0032] すなわち、計測システム１ａにおいては、ベース部６２ａの進行方向に対して前方に位置する撮像部６６ａによりセンサ６８ａの計測位置を決定し、ベース部６２ａの進行方向に対して後方に位置するセンサ６８ａの位置を決定した計測位置ｐ上を通過するように変化機構８ａおよび調整機構６４ａが制御される。ベース部６２ａの進行方向に対して撮像部６６ａが前方、センサ６８ａが後方となるように制御されるため、撮像部６６ａにより正確な計測位置を特定した上で、その特定された計測位置上をセンサ６８ａが通過するように位置を調整することができる。また、撮像部６６ａで計測部位を撮像した後、撮像部６６ａが撮像した計測部位上をセンサ６８ａが通過することとなるため、撮像部６６ａよりも先にセンサ６８ａが計測部位上を通過する場合に比べて、時間や移動量のロスを減らすことができる。

[0033] §２ 具体例

以下、本発明のより具体的な応用例として、本実施の形態に係る計測システム１のより詳細な構成および処理について説明する。

[0034] ＜Ａ．計測システムの全体構成＞

図２は、本実施の形態に係る計測システム１の全体構成を示す模式図である。計測システム１は、たとえば、対象物であるワークW上の複数の計測部分の各々を計測するために利用可能である。ここで、「計測」は、検査を目的とする計測を含み、最終的な出力が計測値である計測と、最終的な出力がたとえば検査の合否だけである計測とを含む。

[0035] 計測システム１は、計測装置６と、移動機構８と、計測装置６および移動機構８とを制御する制御装置として機能するＰＬＣ（Programmable Logic Controller）１００と、コントローラ２００と、サーボドライバ３００と、画像処理装置４００と、ドライバユニット５００とを備える。

[0036] 計測装置６は、コントローラ２００、サーボドライバ３００、および画像処理装置４００の各々と電気的に接続されている。移動機構８は、ドライバユニット５００と電気的に接続されている。ＰＬＣ１００は、コントローラ２００、サーボドライバ３００、画像処理装置４００およびドライバユニット５００のそれぞれとネットワークＮＷを介して接続されている。ネットワークＮＷは、たとえば、フィールドネットワークである。一例としては、ネットワークＮＷには、ＥｔｈｅｒＣＡＴ（登録商標）やＥｔｈｅｒＮｅｔ／ＩＰ（登録商標）などが採用される。

[0037] なお、本実施の形態において、計測システム１は、７つの装置から構成されるとしたが、６つ以下、あるいは、８つ以上で構成されてもよい。たとえば、電気的に接続されている２以上の装置は、１の装置として構成してもよい。また、ネットワークＮＷを介して接続されている２以上の装置は、互いに内部バスを介して接続させて１の装置として構成してもよい。

[0038] 計測装置６は、回転体６２、回転機構６４、カメラ６６、および変位センサ６８を備える。回転体６２は、本願発明のベース部の一例であって、カメ

ラ６６および変位センサ６８が取り付けられている。

[0039] 回転機構６４は、回転体６２を回転させることで、回転体６２の進行方向に対するカメラ６６および変位センサ６８の位置関係を変化させる。回転機構６４は、たとえば、回転式モータで構成されたサーボモータであって、Ｚ軸に平行な軸を中心に回転体６２を回転駆動する。なお、回転機構６４は、本願発明の調整機構の一例である。調整機構は、回転体６２の進行方向に対するカメラ６６および変位センサ６８の位置関係を変化させることができればよく、図２に示した回転機構６４に限られない。

[0040] カメラ６６は、ワークW上に設定された計測部分の各々を撮像する撮像部である。変位センサ６８は、ワークW上に設定された計測部分の各々について、計測を行なうセンサである。

[0041] 移動機構８は、本願発明の変化機構の一例であって、ワークWを移動させることで、ワークWと計測装置６との間の相対位置を変化させる。移動機構８は、たとえば、水平方向の並進移動をワークWに与えることができるＸＹステージである。なお、変化機構は、ワークWと回転体６２との相対位置を変化させることができれば、図２に示した移動機構８に限られず、たとえば、回転体６２をロボットなどにより移動させる機構や、回転体６２およびワークWの各々を移動させる機構であってもよい。

[0042] 移動機構８は、Ｘステージ８２Ｘと、Ｙステージ８２Ｙと、サーボモータ８４Ｘ，８４Ｙとを備える。サーボモータ８４Ｘ，８４Ｙの各々は、回転式モータで構成される。サーボモータ８４Ｘは、Ｘステージ８２ＸをＸ軸方向に沿って並進駆動する。サーボモータ８４Ｙは、Ｙステージ８２ＹをＹ軸方向に沿って並進駆動する。

[0043] ＰＬＣ１００は、コントローラ２００、サーボドライバ３００、画像処理装置４００およびドライバユニット５００を制御する。具体的には、ＰＬＣ１００は、ワークW上の複数の計測部分の各々をカメラ６６に順次撮像させるとともに、カメラ６６が撮像した画像に基づいて特定される計測位置を変位センサ６８に計測させる。

[0044] コントローラ２００は、ＰＬＣ１００から送られる計測命令に従って変位センサ６８を制御することで、計測結果を出力する。出力先は、ＰＬＣ１００であってもよく、また、コントローラ２００に接続されている表示部２３２（図９参照）であってもよい。

[0045] サーボドライバ３００は、回転体６２の回転量が、ＰＬＣ１００から送られる回転指令に近付くように、回転機構６４に対してフィードバック制御を行なう。

[0046] 画像処理装置４００は、ＰＬＣ１００からの指令に応じて、カメラ６６を制御し、カメラ６６から送られる画像に基づいて、各種画像処理を行ない、処理結果をＰＬＣ１００に送る。

[0047] ドライバユニット５００は、ＰＬＣ１００からの指令に応じて移動機構８に対するフィードバック制御を行なう。ドライバユニット５００は、サーボドライバ５００Ｘ，５００Ｙを含む。サーボドライバ５００Ｘは、Ｙステージ８２Ｘの移動量が移動指令に近付くように、サーボモータ８４Ｘに対してフィードバック制御を行なう。サーボドライバ５００Ｙは、Ｙステージ８２Ｙの移動量が移動指令に近付くように、サーボモータ８４Ｙに対してフィードバック制御を行なう。

[0048] ＰＬＣ１００は、回転体６２の進行方向に対してカメラ６６が前方、変位センサ６８が後方となるようにサーボドライバ３００およびドライバユニット５００を制御し、ワークW上の計測部分の少なくとも一部がカメラ６６の撮像視野に含まれたタイミングで撮像指示を出力するように画像処理装置４００を制御する。画像処理装置４００およびＰＬＣ１００は、カメラ６６が撮像した画像に基づいて、変位センサ６８の計測位置を決定する。

[0049] ＰＬＣ１００は、変位センサ６８の計測範囲内を決定した計測位置が通過するようにサーボドライバ３００およびドライバユニット５００を制御し、変位センサ６８の計測範囲内に計測位置が含まれるタイミングで計測指示を出力するようにコントローラ２００を制御する。

[0050] すなわち、計測システム１においては、回転体６２の進行方向に対して前

方に位置するカメラ６６により変位センサ６８の計測位置を決定し、回転体６２の進行方向に対して後方に位置する変位センサ６８の位置を決定した計測位置上を通過するように変位センサ６８とワークＷとの間の相対位置を調整する。

[0051] 本実施の形態においては、回転体６２の進行方向に対するカメラ６６の位置を変位センサ６８の前方に維持しつつ、ワークＷ上に設定された複数の計測部分を順次撮像するための基準経路が予め定められている。基準経路は、回転体６２とワークＷとの間の相対位置の変化および、相対位置の変化に対応付けられた回転体６２の進行方向に対するカメラ６６と変位センサ６８との間の位置関係の変化を含む。より具体的には、基準経路は、移動機構８の移動量および移動機構８の移動量に対応付けられた回転機構６４の変位量を含む。計測システム１においては、基準経路に沿ってカメラ６６とワークＷとの間の相対位置を変化させつつ、カメラ６６により撮像された計測部分の画像に基づいて計測位置が特定される度に、変位センサ６８の計測範囲を計測位置が通過するように適宜基準経路が修正される。なお、「計測部分」とは、前方に位置するカメラ６６で、後方に位置する変位センサ６８の計測位置を特定する部分であって、ワークＷ上に連続して設定されていてもよく、また、非連続に設定されていてもよい。

[0052] ＜Ｂ．基準経路＞

図３は、基準経路を示す図である。なお、実際には、移動機構８によってワークＷの位置が変化するものの、回転体６２の位置が固定されていることから、説明を簡略化するため、回転体６２がワークＷの上方のＸＹ平面上を動いているように表現している。図３において、実線は、基準経路に従って移動機構８が制御された場合の、回転体６２の回転中心Ｏとワークとの相対位置の変化を示す経路$Ｌ_1$である。破線は、基準経路に従って移動機構８および回転機構６４が制御された場合の、変位センサ６８とワークＷとの相対位置の変化を示す経路$Ｌ_2$である。なお、図３において、便宜上、経路$Ｌ_1$および経路$Ｌ_2$の重なりを解消させて表現している。また、図３において、便宜

上、カメラ６６は四角形で表され、変位センサ６８は三角形で表されている。また、計測位置ｐ，回転体６２，カメラ６６，および変位センサ６８は、便宜上、一部符号を省略している。また、図３においては、計測部分Ｐとして、第１計測部分$Ｐ_1$～第６計測部分$Ｐ_6$が設定されているものとする。

[0053] 基準経路は、たとえば、ワークＷの設計上の外観に基づいて生成される。基準経路が生成されることで、移動機構８および回転機構６４が経時的にどのように動くが決まる。このとき、基準経路は、ワークＷが予め定められた基準状態から計測が開始されるものとして生成される。ここで、基準状態は、ワークＷと回転体６２との間の相対位置および回転体６２に対するワークＷの姿勢を含む概念である。

[0054] 実際の計測時においては、ワークＷの計測が基準状態から開始するとは限らず、また、設計通りのワークＷであるとは限らない。そのため、基準状態からのズレ、および、設置されたワークＷとワークＷの設計値とのズレによっては、図３に示すように、基準経路に従って移動機構８および回転機構６４が制御されたとしても、計測部分Ｐの計測位置ｐ上を変位センサ６８の計測範囲が通過しない。なお、基準経路に従って移動機構８および回転機構６４が制御されたとしても、カメラ６６の撮像範囲を複数の計測部分Ｐの各々が通過するものとする。ここで、計測部分Ｐが撮像範囲を通過するとは、計測部分Ｐの位置を特定するための特徴部位をカメラ６６が撮像可能であればよい。なお、カメラ６６の撮像範囲は、変位センサ６８の計測範囲に比べて広いものとする。

[0055] ＜Ｃ．基準経路の修正＞

図３に示すように、基準経路に従って移動機構８および回転機構６４が制御されたとしても、計測部分Ｐの計測位置ｐ上を変位センサ６８が通過しない。図４を参照して、基準経路の修正方法について説明する。図４は、基準経路の修正方法の概略を示す図である。

[0056] ここでは、第１計測部分$Ｐ_1$上を回転体６２が通過するときを例に説明する。図４においては、回転体６２の動きと、回転中心Ｏの経路と、変位センサ

６８の経路とを別々に示す。また、図４において、基準経路に従って移動機構８および回転機構６４が制御された場合の経路は破線で示されており、修正後の経路は実線で示されている。

[0057] 図４に示すように、回転体６２の回転中心Ｏの経路を変えることなく、変位センサ６８の経路を修正することで、基準経路が修正される。より具体的には、本実施の形態における計測システム１は、移動機構８の経時的な動きを設定時から変えることなく、回転機構６４の経時的な動きを変えることで基準経路を修正する。

[0058] 移動機構８は、ワークＷと計測装置６との間の相対位置を変化させる機構であるのに対して、回転機構６４は、回転体６２の進行方向に対するカメラ６６および変位センサ６８の位置関係を変化させる機構である。すなわち、移動機構８の経時的な動きを変えることなく、回転機構６４の経時的な動きを変えることで基準経路が修正されるとは、ワークＷと計測装置６との間の相対位置の経路を変えることなく、回転体６２の進行方向に対するカメラ６６および変位センサ６８の位置関係の変化を調整することで、基準経路が修正されることを意味する。

[0059] このように、ワークＷと計測装置６との間の相対位置の経路を変えることなく、回転体６２の進行方向に対するカメラ６６および変位センサ６８の位置関係の変化だけを調整することで基準経路が修正されるため、修正対象が少なく、処理を簡略化することができ、その結果、修正に要する処理負担を軽減することができる。より具体的には、修正に要する演算を簡略化することができる。特に、本実施の形態においては、回転体６２を回転させる回転機構６４の動きのみを調整することで基準経路が修正されるため、回転体６２の回転量という１の変数のみを算出すればよく、修正に要する演算をより簡略化することができる。

[0060] ＜Ｄ．計測の流れ＞

図５を参照して、本実施の形態の計測システム１の計測処理の流れの一例について説明する。図５は、計測システム１の計測処理の流れの一例を示す

フローチャートである。

[0061] 計測処理は、移動機構８上にワークＷが設置されたことに基づいて開始される処理である。

[0062] ステップＳ１において、ＰＬＣ１００は、設定されている経路に従って移動機構８および回転機構６４を制御する。設定されている経路は、基準経路が修正されている場合は、修正後の経路であり、基準経路が修正されていない場合は、基準経路である。

[0063] ステップＳ２において、ＰＬＣ１００は、カメラ６６の撮像条件が成立したか否かを判定する。撮像条件は、たとえば、計測部分Ｐがカメラ６６の撮像範囲に位置したことである。計測部分Ｐがカメラ６６の撮像範囲に位置するときの移動機構８の移動量および回転機構６４の回転量は、基準経路にしたがって予め定められている。すなわち、本実施の形態における撮像条件は、移動機構８の移動量が予め定められた目標量に達し、かつ、回転機構６４の回転量が予め定められた目標量に達したことを以て成立する。

[0064] ステップＳ３において、カメラ６６は、ＰＬＣ１００からの撮像指示に基づいて画像処理装置４００から出力される撮像命令に従い、計測部分Ｐを撮像する。このとき、ＰＬＣ１００は、移動機構８および回転機構６４を停止するための指示を出力するようにしてもよい。

[0065] ステップＳ４において、ＰＬＣ１００は、カメラ６６が撮像した画像に基づいて計測位置ｐを特定する。計測位置ｐは、たとえば、計測部分Ｐの位置および姿勢に対応付けて予め定められている。画像処理装置４００は、カメラ６６が撮像した画像から、公知のパターンマッチングを利用して計測部分Ｐの位置および姿勢を特定し、ＰＬＣ１００に出力する。ＰＬＣ１００は、出力された計測部分Ｐの位置および姿勢から計測位置ｐを特定する。なお、計測部分Ｐの形状が上下左右対称の円のような形状である場合、姿勢を特定する必要はない。

[0066] ステップＳ５において、ＰＬＣ１００は、特定した計測位置ｐに基づいて、基準経路を修正する。具体的には、ＰＬＣ１００は、変位センサ６８の計

測範囲内を特定した計測位置ｐが通過するように基準経路を修正する。これにより、変位センサ６８の計測範囲内に特定した計測位置ｐが位置するときの移動機構８の移動量と、回転機構６４の回転量とが特定される。なお、ステップＳ５において、ＰＬＣ１００は、計測位置ｐ上を変位センサ６８の計測範囲が通過した後の経路については、修正しないようにしてもよい。すなわち、計測位置ｐ上を変位センサ６８の計測範囲が通過した後は、基準経路に従って移動機構８および回転機構６４が制御される。

[0067] ステップＳ６において、ＰＬＣ１００は、計測条件が成立しているか否かを判定する。計測条件は、変位センサ６８の計測範囲内に特定した計測位置ｐが位置していることである。より具体的には、ステップＳ５において、変位センサ６８の計測範囲内に特定した計測位置ｐが位置するときの移動機構８の移動量と、回転機構６４の回転量とが特定されるため、計測条件は、移動機構８の移動量と、回転機構６４の回転量とがステップＳ５において特定された値に達したことで成立する。

[0068] ステップＳ７において、変位センサ６８は、計測を行なう。コントローラ２００は、変位センサ６８からの信号を受け、計測結果を算出する。このとき、ＰＬＣ１００は、移動機構８および回転機構６４を停止するための指示を出力するようにしてもよい。

[0069] ステップＳ８において、ＰＬＣ１００は、設定されている全ての計測部分の計測が完了したか否かを判定する。設定されている全ての計測部分の計測が完了したと判定されるまで、ステップＳ２～ステップＳ８までの処理が繰り返され、設定されている全ての計測部分の計測が完了したと判定されると、計測処理は終了される。

[0070] ＜Ｅ．計測位置の特定＞

ＰＬＣ１００および画像処理装置４００は、カメラ６６が撮像した画像に基づいて計測位置ｐを特定する。図６は、計測位置ｐの特定方法を説明するための図である。画像処理装置４００は、まず、計測部分Ｐの位置および姿勢を公知のパターンマッチングを利用して特定する。より具体的には、計測

部分Ｐごとに予め定められている画像特徴の位置および姿勢を特定することで、計測部分Ｐの位置および姿勢（「実測位置姿勢ＳＰ$_m$」とする。）を特定することができる。図６においては、２本の線分が計測部分Ｐの画像特徴である。

[0071] 次に、ＰＬＣ１００は、実測位置姿勢ＳＰ$_m$から、計測部分の位置ずれ量を算出する。具体的には、実際に撮像した画像に基づいて計測された実測位置姿勢ＳＰ$_m$と、基準経路の設定時の条件下で得られる計測部分Ｐ（「基準計測部分Ｐ$_t$」とする。）の位置および姿勢（「基準位置姿勢ＳＰ$_t$」とする。）とを比較して、位置ずれ量を算出する。

[0072] より具体的には、ＰＬＣ１００は、実測位置姿勢ＳＰ$_m$を取得したときの移動機構８の移動量と回転機構６４の回転量とを特定することができる。基準経路の設定時の条件下で、特定した移動量および回転量で移動機構８および回転機構６４を制御した場合の計測部分の位置および姿勢が基準位置姿勢ＳＰ$_t$に相当する。ＰＬＣ１００は、基準位置姿勢ＳＰ$_t$を取得し、式（１）に従って、基準位置姿勢ＳＰ$_t$からの位置ずれ量ΔＰを求める。なお、基準位置姿勢ＳＰ$_t$は、本願発明の基準経路に応じて定められる基準位置の一例である。

[数1]

$$\begin{aligned}\Delta P &= (SP_t - SP_m)\\ &= (X_t - X_m, Y_t - Y_m, \theta_t - \theta_m)\\ &= (\Delta X, \Delta Y, \Delta\theta)\end{aligned} \quad (1)$$

[0073] 計測位置は、計測部分Ｐの位置に対応付けて予め定められている。図６に示す例では、１つの計測部分Ｐに対して、複数の計測位置ｐが設定されている。なお、基準計測部分Ｐ$_t$に対する計測位置を基準位置ｓｐ$_t$（ｘ$_t$，ｙ$_t$）とし、実際の計測部分Ｐに対する計測位置を実測位置ｓｐ$_m$（ｘ$_m$，ｙ$_m$）とする。

[0074] 基準位置ｓｐ$_t$に位置ずれ量ΔＰを反映することで、実測位置ｓｐ$_m$を算出することができる。具体的には、式（２）に基づいて算出される。

[数2]

$$\begin{pmatrix} x_m \\ y_m \end{pmatrix} = R\left(T\begin{pmatrix} x_t \\ y_t \end{pmatrix}\right) \quad (2)$$

[0075] 式（１）において、Ｔ（　）は、並進移動に対応する変換式を示し、Ｘ座標の位置ずれ量ΔＸおよびＹ座標の位置ずれ量ΔＹに基づいて定められる。また、Ｒ（　）は、回転移動に対応する変換式を示し、回転方向の位置ずれ量Δθに基づいて定められる。なお、Ｔ（　）およびＲ（　）は、式（３）から求めることができる。すなわち、基準位置姿勢$ＳＰ_t$および実測位置姿勢$ＳＰ_m$に基づいて、Ｒ（　）およびＴ（　）が算出される。

[数3]

$$\begin{pmatrix} X_m \\ Y_m \\ \theta_m \end{pmatrix} = R\left(T\begin{pmatrix} X_t \\ Y_t \\ \theta_t \end{pmatrix}\right) \quad (3)$$

[0076] 以上のように、ＰＬＣ１００および画像処理装置４００は、カメラ６６が撮像した画像に基づいて実測位置$ｓｐ_m$を特定する。なお、画像処理装置４００が、カメラ６６が撮像した画像に基づいて実測位置$ｓｐ_m$を特定するようにしてもよい。この場合、ＰＬＣ１００から、計測部分Ｐの実測位置姿勢$ＳＰ_m$を取得したときの移動機構８の移動量と回転機構６４の回転量に関する情報を画像処理装置４００は受信する。

[0077] ＜Ｆ．基準経路の修正＞

ＰＬＣ１００は、計測位置ｐが変位センサ６８の計測範囲内を通過するように、基準経路を修正する。図７は、基準経路の修正方法を説明するための図である。

[0078] 図７の中央を通る実線は、回転体６２の回転中心Ｏが通過する経路$Ｌ_1$を表す。前述のように、本実施の形態においては、回転体６２の回転中心Ｏが通過する経路を修正することなく、回転体６２を回転させることで、基準経路を修正して、計測位置ｐが変位センサ６８の計測範囲内を通過するようにする。

[0079] 具体的には、回転体６２の回転中心Ｏが通過する経路は修正されないため

、カメラ６６座標内における経路L_1は、カメラ座標の関数（ｙ＝ｆ（ｘ））で表すことができる。また、変位センサ６８は、回転体６２に固定されているため、回転中心Ｏを中心に回転する。ＰＬＣ１００は、変位センサ６８と回転中心Ｏとの距離を半径Ｒとすると、半径Ｒを画像内のピクセル値に変換した距離ｒ、経路L_1、および特定された計測位置ｐに基づいて、計測位置ｐ上を変位センサ６８が通過するときの回転中心Ｏの位置Ｃ（x_c，y_c）と、回転角度θ_sとを求めることができる。

[0080] 具体的には、ＰＬＣ１００は、計測位置ｐを中心とした半径ｒの円と、経路L_1を表すｙ＝ｆ（ｘ）の直線との交点を求め、回転体６２の進行方向に対して、計測位置ｐよりも前方に位置するという制限を設けることで、位置Ｃ（x_c，y_c）が算出される。ＰＬＣ１００は、算出した位置Ｃ（x_c，y_c）と、実測位置sp_m（x_m，y_m）と、半径ｒとに基づいて、回転角度θ_sを算出する。

[0081] ＰＬＣ１００は、回転体６２の回転中心Ｏが位置Ｃ（x_c，y_c）を通過するときまでに、回転体６２の回転角度がθ_sとなるように回転機構６４を制御する。また、ＰＬＣ１００は、回転体６２の回転中心Ｏが位置Ｃ（x_c，y_c）を通過するときであって、回転体６２の回転角度がθ_sとなったときに、計測条件が成立したものとして、コントローラ２００に計測指令を出力する。計測指令には、位置Ｃ（x_c，y_c）の情報が含まれ、コントローラ２００は、位置Ｃ（x_c，y_c）および位置Ｃにおける変位センサ６８からの信号に基づいて、計測結果を算出し、出力する。

[0082] ＜Ｇ．ハードウェア構成＞

次に、上記で説明した計測を実現するための、計測システム１を構成する各種装置のハードウェア構成について説明する。

[0083] （ｇ１．画像処理装置のハードウェア構成）

図８は、画像処理装置４００のハードウェア構成を示す模式図である。画像処理装置４００は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）やＭＰＵ（Micro-Processing Unit）などのプロセッサ４０２と、ＲＡＭ（Random Access

Memory）４０４と、表示コントローラ４０６と、システムコントローラ４０８と、Ｉ／Ｏ（Input Output）コントローラ４１０と、ハードディスク４１２と、カメラインターフェイス４１４と、コントローラインターフェイス４１８と、通信インターフェイス４２０と、メモリカードインターフェイス４２２とを含む。これらの各部は、システムコントローラ４０８を中心として、互いにデータ通信可能に接続される。

[0084] プロセッサ４０２は、システムコントローラ４０８との間でプログラム（コード）などを交換して、これらを所定順序で実行することで、目的の演算処理を実現する。

[0085] システムコントローラ４０８は、プロセッサ４０２、ＲＡＭ４０４、表示コントローラ４０６およびＩ／Ｏコントローラ４１０とそれぞれバスを介して接続されており、各部との間でデータ交換などを行うとともに、画像処理装置４００全体の処理を司る。

[0086] ＲＡＭ４０４は、典型的には、ＤＲＡＭ（Dynamic Random Access Memory）などの揮発性の記憶装置であり、ハードディスク４１２から読み出されたプログラムや、カメラ６６によって取得された画像（画像データ）、画像に対する処理結果およびワークデータなどを保持する。

[0087] 表示コントローラ４０６は、表示部４３２と接続されており、システムコントローラ４０８からの内部コマンドに従って、各種の情報を表示するための信号を表示部４３２へ出力する。

[0088] Ｉ／Ｏコントローラ４１０は、画像処理装置４００に接続される記録媒体や外部機器との間のデータ交換を制御する。より具体的には、Ｉ／Ｏコントローラ４１０は、ハードディスク４１２と、カメラインターフェイス４１４と、入力インターフェイス４１６と、コントローラインターフェイス４１８と、通信インターフェイス４２０と、メモリカードインターフェイス４２２と接続される。

[0089] ハードディスク４１２は、記憶装置の一例であって、プロセッサ４０２で実行される画像処理プログラム４４０およびプロジェクトファイル４４２を

含む。記憶装置は、ハードディスク４１２のような不揮発性の磁気記憶装置に限らず、フラッシュメモリなどの半導体記憶装置であってもよいし、ＤＶＤ－ＲＡＭ（Digital Versatile Disk Random Access Memory）などの光学記憶装置であってもよい。

[0090] 画像処理プログラム４４０は、ＰＬＣ１００からの撮像指令に従った画像を取得する処理や、パターンマッチングを行なうための処理を実行するためのプログラムである。より具体的には、画像処理プログラム４４０は、プロジェクトファイル４４２に格納された設定条件にしたがって、計測部分Ｐの位置および姿勢を特定するための処理を実行する。画像処理プログラム４４０は、他のプログラムの一部に組み込まれて提供されるものであってもよい。その場合、画像処理プログラム４４０自体は、他のプログラムと協働して予め定められた処理を実行する。すなわち、画像処理プログラム４４０としては、このような他のプログラムに組み込まれた形態であってもよい。また、代替的に、画像処理プログラム４４０の実行により提供される機能の一部もしくは全部を専用のハードウェア回路として実装してもよい。

[0091] カメラインターフェイス４１４は、ワークＷを撮影することで生成された画像データを受け付ける入力部に相当し、カメラ６６とプロセッサ４０２との間のデータ伝送を仲介する。より具体的には、カメラインターフェイス４１４は、１つ以上のカメラ６６と接続が可能であり、プロセッサ４０２からカメラインターフェイス４１４を介してカメラ６６に撮影指示が出力される。これにより、カメラ６６は、被写体を撮影し、生成した画像をカメラインターフェイス４１４を介してプロセッサ４０２に出力する。

[0092] 入力インターフェイス４１６は、プロセッサ４０２とキーボード４３４、マウス、タッチパネル、専用コンソールなどの入力装置との間のデータ伝送を仲介する。

[0093] コントローラインターフェイス４１８は、ＰＬＣ１００とプロセッサ４０２との間のデータ伝送を仲介する。より具体的には、コントローラインターフェイス４１８は、ＰＬＣ１００によって制御される生産ラインの状態に係

る情報やワークWに係る情報、撮像指令などをプロセッサ４０２へ伝送する。

[0094] 通信インターフェイス４２０は、プロセッサ４０２と図示しない他のパーソナルコンピュータやサーバ装置などとの間のデータ伝送を仲介する。通信インターフェイス４２０は、典型的には、イーサネット（登録商標）やＵＳＢ（Universal Serial Bus）などからなる。

[0095] メモリカードインターフェイス４２２は、プロセッサ４０２と記録媒体であるメモリカード４３６との間のデータ伝送を仲介する。メモリカード４３６には、画像処理装置４００で実行される画像処理プログラム４４０などが格納された状態で流通し、メモリカードインターフェイス４２２は、このメモリカード４３６からこれらのプログラムを読み出す。メモリカード４３６は、ＳＤ（Secure Digital）などの汎用的な半導体記憶デバイスや、フレキシブルディスク（Flexible Disk）などの磁気記録媒体や、ＣＤ－ＲＯＭ（Compact Disk Read Only Memory）などの光学記録媒体等からなる。あるいは、通信インターフェイス４２０を介して、配信サーバなどからダウンロードしたプログラムを画像処理装置４００にインストールしてもよい。

[0096] （ｇ２．コントローラ２００のハードウェア構成）

図９を参照して、変位センサ６８を制御するコントローラ２００のハードウェア構成について説明する。図９は、コントローラ２００のハードウェア構成の一例を示す模式図である。

[0097] コントローラ２００は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）やＭＰＵ（Micro-Processing Unit）などのプロセッサ２０２と、ＲＡＭ（Random Access Memory）２０４と、表示コントローラ２０６と、システムコントローラ２０８と、Ｉ／Ｏ（Input Output）コントローラ２１０と、ハードディスク２１２と、センサインターフェイス２１４と、コントローラインターフェイス２１８と、通信インターフェイス２２０と、メモリカードインターフェイス２２２とを含む。これらの各部は、システムコントローラ２０８を中心として、互いにデータ通信可能に接続される。

[0098] プロセッサ２０２は、システムコントローラ２０８との間でプログラム（コード）などを交換して、これらを所定順序で実行することで、目的の演算処理を実現する。

[0099] システムコントローラ２０８は、プロセッサ２０２、ＲＡＭ２０４、表示コントローラ２０６およびＩ／Ｏコントローラ２１０とそれぞれバスを介して接続されており、各部との間でデータ交換などを行うとともに、画像処理装置４００全体の処理を司る。

[0100] ＲＡＭ２０４は、典型的には、ＤＲＡＭ（Dynamic Random Access Memory）などの揮発性の記憶装置であり、ハードディスク２１２から読み出されたプログラムや、変位センサ６８によって取得された画像（画像データ）、画像に対する処理結果およびワークデータなどを保持する。

[0101] 表示コントローラ２０６は、表示部２３２と接続されており、システムコントローラ２０８からの内部コマンドに従って、各種の情報を表示するための信号を表示部２３２へ出力する。

[0102] Ｉ／Ｏコントローラ２１０は、コントローラ２００に接続される記録媒体や外部機器との間のデータ交換を制御する。より具体的には、Ｉ／Ｏコントローラ２１０は、ハードディスク２１２と、センサインターフェイス２１４と、入力インターフェイス２１６と、コントローラインターフェイス２１８と、通信インターフェイス２２０と、メモリカードインターフェイス２２２と接続される。

[0103] ハードディスク２１２は、記憶装置の一例であって、プロセッサ２０２で実行される計測プログラム２４０を含む。記憶装置は、ハードディスク２１２のような不揮発性の磁気記憶装置に限らず、フラッシュメモリなどの半導体記憶装置であってもよいし、ＤＶＤ－ＲＡＭ（Digital Versatile Disk Random Access Memory）などの光学記憶装置であってもよい。

[0104] 計測プログラム２４０は、ＰＬＣ１００からの計測指令に従った変位センサ６８からの信号を取得する処理や、取得した信号に基づいて計測部分Ｐに対する計測結果を算出する処理や、算出した計測結果を出力する処理などを

実行するためのプログラムである。計測プログラム２４０は、他のプログラムの一部に組み込まれて提供されるものであってもよい。その場合、計測プログラム２４０自体は、他のプログラムと協働して予め定められた処理を実行する。すなわち、計測プログラム２４０としては、このような他のプログラムに組み込まれた形態であってもよい。また、代替的に、計測プログラム２４０の実行により提供される機能の一部もしくは全部を専用のハードウェア回路として実装してもよい。

[0105] センサインターフェイス２１４は、変位センサ６８からの信号を受け付ける入力部および、変位センサ６８に計測指示を出力する出力部に相当し、変位センサ６８とプロセッサ２０２との間のデータ伝送を仲介する。より具体的には、センサインターフェイス２１４は、１つ以上の変位センサ６８と接続が可能であり、プロセッサ２０２からセンサインターフェイス２１４を介して変位センサ６８に計測指示が出力される。これにより、変位センサ６８の投光部６１から計測位置ｐに向けて光が投光され、計測位置ｐに反射した光を受光した受光部６３からの信号がセンサインターフェイス２１４を介してプロセッサ２０２に出力される。

[0106] 入力インターフェイス２１６は、プロセッサ２０２とキーボード２３４、マウス、タッチパネル、専用コンソールなどの入力装置との間のデータ伝送を仲介する。

[0107] コントローラインターフェイス２１８は、ＰＬＣ１００とプロセッサ２０２との間のデータ伝送を仲介する。より具体的には、コントローラインターフェイス２１８は、ＰＬＣ１００によって制御される生産ラインの状態に係る情報やワークＷに係る情報、撮像指令などをプロセッサ２０２へ伝送する。

[0108] 通信インターフェイス２２０は、プロセッサ２０２と図示しない他のパーソナルコンピュータやサーバ装置などとの間のデータ伝送を仲介する。通信インターフェイス２２０は、典型的には、イーサネット（登録商標）やＵＳＢ（Universal Serial Bus）などからなる。

[0109] メモリカードインターフェイス２２２は、プロセッサ２０２と記録媒体であるメモリカード２３６との間のデータ伝送を仲介する。メモリカード２３６には、コントローラ２００で実行される計測プログラム２４０などが格納された状態で流通し、メモリカードインターフェイス２２２は、このメモリカード２３６からこれらのプログラムを読み出す。メモリカード２３６は、ＳＤ（Secure Digital）などの汎用的な半導体記憶デバイスや、フレキシブルディスク（Flexible Disk）などの磁気記録媒体や、ＣＤ－ＲＯＭ（Compact Disk Read Only Memory）などの光学記録媒体等からなる。あるいは、通信インターフェイス４２０を介して、配信サーバなどからダウンロードしたプログラムを画像処理装置４００にインストールしてもよい。

[0110] （ｇ３．ＰＬＣ１００のハードウェア構成）

図１０を参照して、ＰＬＣ１００のハードウェア構成について説明する。図１０は、ＰＬＣ１００のハードウェア構成の一例を示す模式図である。

[0111] ＰＬＣ１００は、チップセット１１２と、プロセッサ１１４と、不揮発性メモリ１１６と、主メモリ１１８と、システムクロック１２０と、メモリカードインターフェイス１２２と、通信インターフェイス１２８と、内部バスコントローラ１３０と、フィールドバスコントローラ１３８とを含む。チップセット１１２と他のコンポーネントとの間は、各種のバスを介してそれぞれ結合されている。

[0112] プロセッサ１１４およびチップセット１１２は、典型的には、汎用的なコンピュータアーキテクチャに従う構成を有している。すなわち、プロセッサ１１４は、チップセット１１２から内部クロックに従って順次供給される命令コードを解釈して実行する。チップセット１１２は、接続されている各種コンポーネントとの間で内部的なデータを遣り取りするとともに、プロセッサ１１４に必要な命令コードを生成する。システムクロック１２０は、予め定められた周期のシステムクロックを発生してプロセッサ１１４に出力する。チップセット１１２は、プロセッサ１１４での演算処理の実行の結果得られたデータなどをキャッシュする機能を有する。

[0113] ＰＬＣ１００は、記憶手段として、不揮発性メモリ１１６および主メモリ１１８を有する。不揮発性メモリ１１６は、ＯＳ、システムプログラム、ユーザプログラム１４０、ログ情報などを不揮発的に保持する。主メモリ１１８は、揮発性の記憶領域であり、プロセッサ１１４で実行されるべき各種プログラムを保持するとともに、各種プログラムの実行時の作業用メモリとしても使用される。

[0114] ユーザプログラム１４０は、ユーザによって作成されるプログラムであって、通信インターフェイス１２８を介して接続される設定用の外部ＰＣから送られたり、または、メモリカード１２４に格納された状態で流通したりする。

[0115] ＰＬＣ１００は、通信手段として、通信インターフェイス１２８と、内部バスコントローラ１３０と、フィールドバスコントローラ１３８とを有する。これらの通信回路は、データの送信および受信を行なう。

[0116] 通信インターフェイス１２８は、コントローラ２００や画像処理装置４００との間でデータを遣り取りする。一例として、ＰＬＣ１００は、通信インターフェイス１２８を介して画像処理装置４００に対して撮像指示を出力する。あるいは、ＰＬＣ１００は、通信インターフェイス１２８を介して画像処理装置４００から計測部分Ｐの位置および姿勢に関する計測結果を受け付ける。また、ＰＬＣ１００は、通信インターフェイス１２８を介してコントローラ２００に対して計測指示を出力する。

[0117] 内部バスコントローラ１３０は、内部バス１２６を介したデータの遣り取りを制御する。より具体的には、内部バスコントローラ１３０は、ＤＭＡ（Dynamic Memory Access）制御回路１３２と、内部バス制御回路１３４と、バッファメモリ１３６とを含む。

[0118] メモリカードインターフェイス１２２は、ＰＬＣ１００に対して着脱可能なメモリカード１２４とプロセッサ１１４とを接続する。

[0119] フィールドバスコントローラ１３８は、フィールドネットワークに接続するための通信インターフェイスである。ＰＬＣ１００は、フィールドバスコ

ントローラ１３８を介してサーボドライバ３００やドライバユニット５００と接続される。

[0120] ＜Ｈ．機能構成＞

図１１および図１２を参照して、本実施の形態の計測システム１の機能全体について説明する。図１１は、経路の修正において機能する計測システム１の機能構成の一例を示す図である。図１２は、計測時ならびに経路に沿って移動機構および回転機構を制御するときに機能する計測システム１の機能構成の一例を示す図である。なお、ＰＬＣ１００の各種機能は、ユーザプログラム１４０が実行されることで実現される。画像処理装置４００の各種機能は画像処理プログラム４４０およびプロジェクトファイル４４２に従って処理が実行されることで実現される。

[0121] （ｈ１．経路の修正）

画像処理装置４００は、撮像制御部４２、位置・姿勢計測部４４、およびモデル画像データ４６を備える。

[0122] モデル画像データ４６は、プロジェクトファイル４４２に含まれるデータであって、基準経路を生成するための設定が行われることで生成される。モデル画像データ４６は、計測部分Ｐごとに予め定められている画像特徴を示す画像データである。モデル画像データ４６は、複数の計測部分Ｐの各々を識別するための計測番号と対応付けて記憶されている。

[0123] 画像処理装置４００は、ＰＬＣ１００から送られる、撮像指令と、撮像視野内に含まれる計測部分Ｐの計測番号とに基づいて計測部分Ｐの位置および姿勢を計測し、図６に示した実測位置姿勢$ＳＰ_m$を得る。

[0124] 具体的には、撮像制御部４２は、ＰＬＣ１００からの撮像指令に従ってカメラ６６に撮像を指示する。

[0125] 位置・姿勢計測部４４は、撮像制御部４２からの撮像指示に従ってカメラ６６が撮像することで得られる画像データと、ＰＬＣ１００から送られた計測番号に対応するモデル画像データ４６とを比較することで、計測部分Ｐの位置および姿勢を計測し、実測位置姿勢$ＳＰ_m$を得る。位置・姿勢計測部４４

が計測して得られる実測位置姿勢ＳＰ$_m$をＰＬＣ１００に送信する。

[0126] ＰＬＣ１００は、撮像条件判定部１２と、撮像条件データ１８２と、位置・姿勢取得部１４２と、位置・姿勢データ１８４と、位置ずれ量算出部１４４と、計測位置算出部１４６と、計測位置データ１８６と、計測ポイント算出部１６２と、経路データ１９０と、回転角度算出部１６４と、移動量算出部１６６と、軌道修正部１６８と、計測条件修正部１７０と、計測条件データ１９６とを備える。

[0127] ＰＬＣ１００は、制御周期ごとに各サーボドライバ３００，５００Ｘ，５００Ｙからエンコーダ値を取得する。移動機構８および回転機構６４の各々は、サーボモータごとにエンコーダを備えている。エンコーダはサーボモータの移動量に応じたパルス信号を発生させ、移動量をエンコーダ値として計測する。すなわち、サーボドライバ３００からのエンコーダ値は、回転体６２の初期位置からの回転移動量に相当する。サーボドライバ５００Ｘからのエンコーダ値は、Ｘステージ８４Ｘの初期位置からの並進移動量に相当する。サーボドライバ５００Ｙからのエンコーダ値は、Ｙステージ８４Ｙの初期位置からの並進移動量に相当する。

[0128] 撮像条件データ１８２は、撮像条件を示すデータであって、基準経路が生成されることで得られる情報であって、計測部分Ｐごとに記憶されている。撮像条件は、たとえば、カメラ６６の撮像範囲に計測部分Ｐが位置するときの回転体６２の回転移動量と、Ｘステージ８４Ｘの並進移動量と、Ｙステージ８４Ｙの並進移動量との組合せからなる。撮像条件データ１８２は、計測部分Ｐを識別するための計測番号と、計測番号が示す計測部分Ｐの撮像条件との組合せから構成される。

[0129] 撮像条件判定部１２は、制御周期ごとに取得するエンコーダ値および撮像条件データ１８２に基づいて、撮像条件が成立したか否かを判定する。撮像条件判定部１２は、撮像条件が成立したと判定した場合、撮像制御部４２に対して撮像指令を送るとともに、成立した撮像条件に対応する計測部分Ｐの計測番号を位置・姿勢計測部４４に送る。

[0130] 位置・姿勢取得部１４２は、カメラ６６の撮像時におけるカメラ６６と移動機構８との間の相対位置と、位置・姿勢データ１８４に基づいて、基準経路の設定時の条件下で得られる計測部分Ｐの位置および姿勢を取得する。具体的には、位置・姿勢取得部１４２は、図６に示した基準位置姿勢$ＳＰ_t$を取得する。

[0131] カメラ６６の撮像時におけるカメラ６６と移動機構８との間の相対位置は、カメラ位置であり、カメラ６６が計測部分Ｐを撮像したタイミングにおけるエンコーダ値に基づいて撮像条件判定部１２が推定する。

[0132] 位置・姿勢データ１８４は、カメラ位置と基準位置姿勢$ＳＰ_t$との関係を示すデータであて、基準経路の設定時に用いられるワークＷの表面を示すデータと、設定時のワークＷの設置位置に基づいて得られる。

[0133] 位置・姿勢取得部１４２は、位置・姿勢データ１８４から、撮像条件判定部１２が推定したカメラ位置に対応する基準位置姿勢$ＳＰ_t$を取得する。

[0134] 位置ずれ量算出部１４４は、上述した式（１）に従い、位置・姿勢計測部４４から得られる実測位置姿勢$ＳＰ_m$と、位置・姿勢取得部１４２が取得する基準位置姿勢$ＳＰ_t$とに基づいて位置ずれ量ΔＰを算出する。

[0135] 計測位置算出部１４６は、上述した式（２）に従い、基準計測部分$Ｐ_t$に対する基準位置$ｓｐ_t$との対応関係を示す計測位置データ１８６と、位置ずれ量ΔＰとに基づいて、実測位置$ｓｐ_m$を算出する。計測位置データ１８６は、計測部分Ｐと、計測部分Ｐに対して設定されている計測位置ｐのカメラ座標値（$ｓｐ_t$）とが対応付けられたデータであって、計測番号と計測番号が示す計測部分に対応する基準位置$ｓｐ_t$との組合せから構成され、計測条件を設定する際に生成されるデータである。計測位置算出部１４６は、計測対象としている計測部分Ｐの計測番号に基づいて、計測番号に対応する基準位置$ｓｐ_t$を計測位置データ１８６から取得し、取得した基準位置$ｓｐ_t$に対して、位置ずれ量ΔＰを反映して、実測位置$ｓｐ_m$を算出する。

[0136] 計測ポイント算出部１６２は、計測位置ｐ上を変位センサ６８が通過するときの回転中心Ｏの位置Ｃ（$ｘ_c$，$ｙ_c$）を算出する。計測ポイント算出部１

６２は、計測位置算出部１４６が算出した実測位置ｓｐ$_m$と、回転体６２の回転中心Ｏが通過する経路を示す並進移動データ１９２とに基づいて、カメラ座標系での位置Ｃ（ｘ$_c$，ｙ$_c$）を算出する。

[0137] 経路データ１９０は、ワークＷと回転体６２との相対位置の変化および、ワークＷと変位センサ６８との相対位置の変化を含むデータである。具体的には、経路データ１９０は、移動機構８の経時的な動きを示す並進移動データ１９２と、回転機構６４の経時的な動きを示す回転移動データ１９４とを含む。

[0138] 並進移動データ１９２は、ワークＷと回転体６２との相対位置の変化を示すデータに相当し、言い換えると、ワークＷ上を回転体６２の回転中心Ｏが移動する経路ともいえ、図７中の経路Ｌ$_1$に相当する。

[0139] 計測ポイント算出部１６２は、並進移動データ１９２に基づいて経路Ｌ$_1$をカメラ座標系の関数（ｙ＝ｆ（ｘ））で表し、計測位置ｐを中心とした半径ｒの円と、経路Ｌ$_1$との交点を求めることで位置Ｃを算出する。

[0140] 回転角度算出部１６４は、計測ポイント算出部１６２が算出した位置Ｃと、並進移動データ１９２に基づいて表される経路Ｌ$_1$のカメラ座標系の関数（ｙ＝ｆ（ｘ））と、実測位置ｓｐ$_m$とに基づいて、回転角度θ$_s$を算出する。

[0141] 移動量算出部１６６は、カメラ座標系の位置Ｃ上に回転中心Ｏが位置するときの移動機構８の並進移動量（ΔＸ，ΔＹ）と、回転角度θ$_s$となる回転機構６４の回転移動量（Δθ）とを算出する。

[0142] 軌道修正部１６８は、移動量算出部１６６が求めた並進移動量（ΔＸ，ΔＹ）に達するまでに回転移動量（Δθ）に達するように並進移動データ１９２に対応付けて回転移動データ１９４を修正する。

[0143] 計測条件修正部１７０は、変位センサ６８の計測条件を示す計測条件データ１９６を修正する。具体的には、計測条件修正部１７０は、移動量算出部１６６が求めた並進移動量（ΔＸ，ΔＹ）に達し、かつ、回転移動量（Δθ）に達したときを一の計測条件とする。

[0144] これにより、回転機構６４の経時的な動きと、変位センサ６８の計測条件

とが修正される。

[0145] なお、ＰＬＣ１００は、判定部１７６をさらに備えてもよい。判定部１７６は、位置ずれ量算出部１４４が算出した位置ずれ量ΔＰが予め定められた許容値を超えているか否かを判定する。ここで、予め定められた許容値とは、たとえば、回転体６２を回転させて変位センサ６８とワークＷとの間の相対位置を調整するだけで対応することのできる範囲を示す値である。具体的には、位置ずれ量が、変位センサ６８と回転体６２の回転中心Ｏとの距離Ｒに相当する値以上である場合は、回転体６２を回転させたとしても、変位センサ６８の計測範囲内に計測位置ｐを位置させることができない。

[0146] 判定部１７６は、位置ずれ量ΔＰが、予め定められた許容値を超えている場合に、ユーザに判定結果を通知するため、通知部１７８に判定結果を出力する。通知部１７８は、表示による通知、ランプによる通知、音による通知、または停止信号を出力して処理を停止することによる通知など、種々の方法でユーザに対して通知が可能であって、どのような方法で通知してもよい。

[0147] なお、本実施の形態において、図１１に示す、位置・姿勢計測部４４、位置ずれ量算出部１４４および計測位置算出部１４６によって、本願発明の位置決定手段の機能が実現される。本実施の形態においては、位置決定手段の機能が、画像処理装置４００とＰＬＣ１００とによって実現されるものの、ＰＬＣ１００だけで実現されるものであってもよく、あるいは、画像処理装置４００だけで実現されるものであってもよく、また、他の別の装置を合わせた３つ以上の装置によって実現されるものであってもよい。

[0148] （ｈ２．移動機構および回転機構の制御）

図１２を参照して、経路に沿って移動機構８および回転機構６４を制御するときに機能する計測システム１の機能構成について説明する。ＰＬＣ１００は、目標移動量指定部１７４を備える。

[0149] 目標移動量指定部１７４は、経路データ１９０に従って目標移動量を指定する。経路データ１９０は、カメラ６６によって複数の計測部分Ｐの各々を

順次撮像するとともに、変位センサ６８の計測範囲内を計測位置ｐの各々が通過するようにするための情報であって、前述のように計測部分を撮像するたびに適宜修正される。

[0150] 目標移動量指定部１７４は、サーボドライバ３００，５００Ｘ，５００Ｙの各々から送られるエンコーダ値と、経路データ１９０とに基づいて、サーボドライバ３００，５００Ｘ，５００Ｙの各々の目標移動量ＭＶＸ，ＭＶＹ，ＭＶθを算出し、各サーボドライバ３００，５００Ｘ，５００Ｙに移動命令を出す。

[0151] （ｈ３．変位センサによる計測）

図１２を参照して、変位センサ６８により計測を行なうときに機能する計測システム１の機能構成について説明する。

[0152] ＰＬＣ１００は、計測条件判定部１７２を備える。計測条件判定部１７２は、制御周期ごとに取得するエンコーダ値および計測条件データ１９６に基づいて、計測条件が成立したか否かを判定する。計測条件データ１９６は、計測条件を示すデータであって、計測位置と、計測位置に変位センサ６８の計測範囲内が位置するときの並進移動量（ΔＸ，ΔＹ）および回転移動量（Δθ）の組合せとから構成される。計測条件判定部１７２は、エンコーダ値から算出される移動量が、計測条件データ１９６が示す並進移動量（ΔＸ，ΔＹ）および回転移動量（Δθ）に達しているか否かを判定し、達していると判定した場合に、コントローラ２００に計測指示を出す。

[0153] コントローラ２００は、計測指示に従って変位センサ６８を制御して、計測結果を得る。なお、計測指示には、計測位置ｐの位置情報が含まれる。コントローラ２００は、複数の計測位置ｐを計測することで、複数の計測位置ｐにより指定される部位の形状が得られる。

[0154] ＜Ｉ．基準経路の設定＞

計測システム１は、基準経路、撮像条件、および各計測部分に対応する計測位置を設定するための設定装置７０をさらに備えてもよい。図１３は、設定装置７０の機能構成の一例を示す図である。

[0155] 設定装置７０は、表示部７１と、記憶部７２と、計測位置決定部７３と、モデル画像生成部７４と、経路生成部７５と、移動量決定部７６と、撮像条件決定部７７と、位置・姿勢情報生成部７８と、計測条件決定部７９とを備える。表示部７１は、たとえばタッチパネルである。記憶部７２は、例えば、ハードディスクドライブ、ソリッドステートドライブ等の補助記憶装置であり、計測位置決定部７３と、モデル画像生成部７４と、経路生成部７５と、移動量決定部７６と、撮像条件決定部７７と、位置・姿勢情報生成部７８と、計測条件決定部７９とで実行される処理プログラム、指定経路の設定に関する情報を示すデータおよび、処理プログラムが実行されることで得られるデータ等を記憶する。

[0156] 計測位置決定部７３は、記憶部７２に格納されたワークＷの設計上の表面を示す３次元設計データ（たとえばＣＡＤ（Computer-Aided Design）データ）を読み込み、表示部７１にワークＷの設計上の外観を示す模式図を表示させる。計測位置決定部７３は、ユーザ入力に従って、ワークＷ上の複数の計測部分および計測部分に対応する計測位置を決定し、計測部分と計測位置との対応関係を示す計測位置データ１８６を生成する。

[0157] モデル画像生成部７４は、計測位置決定部７３がユーザの入力に従って決定した計測部分を示すモデル画像を計測部分ごとに対応付けて記憶し、モデル画像データ４６を生成する。

[0158] 経路生成部７５は、計測位置決定部７３が決定した複数の計測位置の各々が変位センサ６８の計測範囲内を通過するような経路を生成する。経路生成部７５は、ユーザ自身で計測位置の各々を繋いだ線を入力し、その入力に従って経路を生成してもよく、また、予め定められた条件を満たす経路を自動で生成してもよい。予め定められた条件は、たとえば、経路の長さが最も短くなることなどを含む。

[0159] 移動量決定部７６は、経路生成部７５が生成した経路に基づき、生成した経路を実現可能な並進移動量の変位と、並進移動量の変位に対応付けられた回転移動量の変位とを決定することで、経路データ１９０を生成する。

[0160] 撮像条件決定部７７は、移動量決定部７６が決定した並進移動量の変位と、並進移動量の変位に対応付けられた回転移動量の変位と、計測部分の位置とに基づいて、計測部分がカメラ６６の撮像範囲に位置するときの並進移動量と回転移動量との組合せを特定する。撮像条件決定部７７は、特定した並進移動量と回転移動量との組合せを撮像条件に決定し、撮像条件データ１８２を生成する。

[0161] 位置・姿勢情報生成部７８は、撮像条件決定部７７が決定した撮像条件下で計測部分を撮像したときの計測部分の位置および姿勢を特定し、位置・姿勢データ１８４を生成する。なお、並進移動量と回転移動量とに基づいてカメラ６６とワークWとの相対位置が特定されることから、並進移動量と回転移動量とカメラ座標系における計測部分の位置および姿勢との関係を求めることができるため、その関係を位置・姿勢データ１８４としてもよい。

[0162] 計測条件決定部７９は、移動量決定部７６が決定した並進移動量の変位と、並進移動量の変位に対応付けられた回転移動量の変位と、計測位置とから、計測位置ごとに、その計測位置が変位センサ６８の計測範囲内に位置するときの並進移動量と回転移動量とを特定する。計測条件決定部７９は、計測位置ごとに特定された並進移動量と回転移動量との関係を計測条件とし、計測条件データ１９６を生成する。

[0163] 設定装置７０が生成した各データ（計測位置データ１８６、モデル画像データ４６、経路データ１９０、撮像条件データ１８２、位置・姿勢データ１８４、計測条件データ１９６）は、ＰＬＣ１００に送られる。ＰＬＣ１００は、モデル画像データ４６を画像処理装置４００に送る。

[0164] ＜Ｊ．作用・効果＞

以上のように、本実施の形態の計測システム１においては、回転体６２の進行方向に対して前方にカメラ６６が位置するようにして複数の計測部分の各々を撮像し、撮像して得られた画像に基づいて変位センサ６８で計測する計測位置を決定して、決定した計測位置上を変位センサ６８の計測範囲が通過するように回転機構６４および移動機構８を制御する。そのため、回転体

６２の進行方向に対してカメラ６６が前方、変位センサ６８が後方となるように制御されるため、カメラ６６により正確な計測位置を特定した上で、その特定された計測位置上を変位センサ６８が通過するように位置を調整することができる。また、カメラ６６で計測部分を撮像した後、カメラ６６が撮像した計測部分上を変位センサ６８が通過することとなるため、カメラ６６よりも先に変位センサ６８が計測部分上を通過する場合に比べて、時間や移動量のロスを減らすことができる。

[0165] また、本実施の形態において、回転体６２の進行方向に対するカメラ６６と変位センサ６８との位置関係を調整する調整機構として回転体６２を回転させる回転機構６４が用いられる。これにより、回転というシンプルな機構でカメラ６６と変位センサ６８との間の位置関係を調整することができるため、容易に調整することができる。

[0166] また、本実施の形態において、図６に示すように、一の計測部分に対して複数の計測位置が設定されており、一の計測部分の位置を特定することで、対応する複数の計測位置の各々が特定される。これにより、撮像回数を減らすことができ、その結果、全体の計測時間を短くすることができる。

[0167] また、本実施の形態においては、基準経路が予め定められており、計測位置を特定する度に修正される。そのため、基準経路が予め定められていない場合に比べて、計測システム全体の処理を簡略化することができ、その結果、計測システムにおける処理負担を軽減することができる。

[0168] また、本実施の形態においては、回転機構６４の変位量（回転移動データ１９４）のみ修正される。そのため、修正対象が少なく、計測システム全体の処理を簡略化することができ、その結果、計測システムにおける処理負担を軽減することができる。

[0169] また、本実施の形態においては、位置ずれ量ΔＰが、予め定められた許容値を超えているか否かを判定し、判定結果がユーザに通知される。そのため、基準位置に対する計測部分の位置ずれが大きく、基準経路の修正量が多くなるような場合にユーザに通知することができ、ユーザフレンドリーな計測

システムを提供することができる。

[0170] ＜Ｋ．変位センサの計測範囲を通過させる方法の変形例＞

本実施の形態においては、回転移動データ１９４と並進移動データ１９２とのうち、並進移動データ１９２のみを修正することで、計測位置上を変位センサ６８の計測範囲が通過するようにした。なお、回転移動データ１９４と並進移動データ１９２とのうち、いずれのデータも修正するようにしてもよく、また、並進移動データ１９２のみを修正するようにしてもよい。

[0171] また、本実施の形態において、軌道修正部１６８は、移動量算出部１６６が求めた並進移動量（ΔＸ，ΔＹ）に達するまでに回転移動量（Δθ）に達するように回転移動データ１９４を修正するとした。なお、修正方法としては、並進移動量に達するまでの時間を調整するようにしてもよく、または、回転移動量に達するまでの時間を調整するようにしてもよい。

[0172] また、本実施の形態においては、予め基準経路を設定し、カメラ６６により撮像した画像に基づいて計測位置を特定し、適宜基準経路を修正することで計測位置上を変位センサ６８の計測範囲が通過するようにした。なお、基準経路を予め設定しなくともよい。具体的には、計測部分の特徴画像を設定し、特徴画像を探索するように移動機構８および回転機構６４を制御し、特徴画像がカメラ６６の撮像視野に位置する度に、計測位置を特定するとともに特定した計測位置上を変位センサ６８の計測範囲が通過するような軌道を生成してもよい。

[0173] ＜Ｌ．計測システム１の変形例＞

図１４～図１７は、変形例に係る計測システムを示す図である。図１４に示される計測システム１ｂは、図２に示す計測システム１と比較して、計測装置６とワークＷとの間の相対位置がロボット５２により変化される点で異なる。ロボット５２はロボットコントローラ５０により制御され、ロボットコントローラ５０は、ＰＬＣ１００からの指示に従ってロボット５２を制御する。

[0174] また、計測装置６とワークＷとの間の相対位置をロボット５２により変化

させる方法としては、図１４に示すようにワークＷを固定して計測装置６をロボット５２により動かす方法と、図１５に示すように計測装置６を固定し、ワークＷをロボット５２により動かす方法とが挙げられる。

[0175] また、図１６に示すように、計測装置６とワークＷとの間の相対位置を変化させる方法としては、計測装置６をロボット５２により動かすとともに、ワークＷを回転テーブル９１の上に載置してもよい。すなわち、計測装置６とワークＷとの双方を動かすことで計測装置６とワークＷとの間の相対位置を変化させてもよい。回転テーブル９１は、ロボットコントローラ５０の指示に応じて回転する。これにより、ワークＷと計測装置６との間の相対位置を容易に変更することができる。

[0176] なお、ロボット５２は、垂直多関節ロボット以外のロボットであってもよい。たとえば、図１７に示すように、直交ロボット５２ａであってもよい。また、水平多関節ロボットなど、他のロボットであってもよい。

[0177] ＜Ｍ．調整機構の変形例＞

図１８は、変形例に係る調整機構を説明するための図である。本実施の形態においては、計測装置６の進行方向に対する変位センサ６８とカメラ６６との位置関係を回転機構６４により調整する例を示した。たとえば、図１８に示すように、回転体６２ｂの回転中心に変位センサ６８ｂを設置し、変位センサ６８ｂの周囲に複数のカメラ６６ｂを配置し、進行方向に合わせて複数のカメラ６６ｂのうちの一のカメラ６６ｂで撮像することで、変位センサ６８ｂよりも先に計測部分をカメラ６６ｂで撮像することができるようにしてもよい。なお、カメラを回転体の中心に設置し、変位センサを複数設けるようにしてもよい。

[0178] また、複数の変位センサまたは複数のカメラから一の変位センサまたはカメラを選択して利用する方法として、機械的に切り替えだけでなく、光学的に切り替えるようにしてもよい。

[0179] ＜Ｎ．センサの変形例＞

本実施の形態においては、センサとして指定された計測点を計測する変位

センサ６８を一例に挙げた。なお、センサは、指定されたライン上の任意の計測点を計測する変位センサであってもよく、また、計測位置を特定するための画像を撮像する撮像部よりも計測範囲の狭いものであれば、画像センサであってもよい。たとえば、画像センサは、撮像部に比べて狭視野高解像度の画像センサである。また、センサは、外観を検査するためのセンサに限らず、温度センサや、硬度計、あるいは超音波センサなどであってもよい。

[0180] ＜Ｏ．その他の利用例＞

また、本実施の形態における計測システムは、一のワークが計測対象として設定されており、ワーク上に複数の計測部分が設定されており、設定された計測部分を順次撮像、計測するシステムである。なお、一のワークが計測対象とする例を挙げたが、複数のワークの集合を計測対象とし、複数のワークの集合からなる計測対象に対して複数の計測部分を設定してもよい。より具体的には、複数のワークの各々が予め定められた位置に配置された計測対象について、各ワークが配置される位置を計測部分として設定し、ワーク自体を特徴画像としてもよい。配置された各ワークの位置および姿勢は、各ワークで異なることがあるものの、撮像部でワークの位置および姿勢を特定し、特定した位置および姿勢に応じてセンサの位置を調整することができる。

[0181] また、本実施の形態における計測システムは、計測位置が予め定められているものとしたが、計測部分のみ予め定めておき、予め定められた計測条件を満たす位置を撮像部により撮像された画像に基づいて特定し、計測条件を満たす位置を計測位置に設定してもよい。たとえば、撮像部により撮像された画像に基づいて、低い精度で外観検査を行ない、外観検査によりピックアップされた位置を計測位置とし、センサにより高い精度で外観検査を行なうようにしてもよい。より具体的には、カメラにより傷や凹みなどを検出し、傷やや凹みの位置を特定した上で、特定した位置の傷や凹みの深さを変位センサにより検出して、検出した深さが検査基準を満たすか否かを判定するアプリケーションとして、計測システムが提供されてもよい。このような計測システムにおいては、正確に欠陥か否かの判定を行なうことができる。

[0182] §３　付記

以上のように、本実施の形態および変形例は以下のような技術思想を開示する。

[0183] ＜構成１＞

複数の計測部分の各々を計測するための計測システム（１，１ａ，１ｂ）であって、

撮像部（６６，６６ａ，６６ｂ）と、

センサ（６８，６８ａ，６８ｂ）と、

前記撮像部および前記センサが配置されるベース部（６４，６４ａ）と、

前記ベース部と計測対象との間の相対位置を変化させる変化機構（８，８ａ）と、

前記ベース部の進行方向に対する前記撮像部および前記センサの位置関係を調整する調整機構（６４，６４ａ）と、

前記撮像部により撮像された前記計測部分の画像に基づいて、前記センサにより計測する計測位置を決定する位置決定手段（１４，４４，１４４，１４６）と、

前記ベース部の進行方向に対する前記撮像部の位置が前記センサの前方となるようにしつつ前記複数の計測部分の各々を前記撮像部の撮像視野を通過させるとともに、前記複数の計測部分の各々について前記位置決定手段により決定された前記計測位置が前記センサの計測範囲を通過するように、前記変化機構および前記調整機構を制御する制御手段（１７４）とを備える、計測システム。

[0184] ＜構成２＞

前記調整機構は、前記ベース部を回転させる回転機構（６４）である、構成１に記載の計測システム。

[0185] ＜構成３＞

前記複数の計測部分のうちの少なくとも一の計測部分について、前記計測部分を撮像して得られる画像特徴の位置に対して、複数の前記計測位置が予

め定められており、

前記位置決定手段は、前記計測部分の画像に基づいて前記画像特徴の位置を特定することで、前記画像特徴の位置に対する複数の前記計測位置の各々を決定する、構成１または構成２に記載の計測システム。

[0186] ＜構成４＞

前記センサは、変位センサ（６８）である、構成１～構成３のうちいずれか１項に記載の計測システム。

[0187] ＜構成５＞

前記変化機構の変位、および当該変化機構の変位に対応付けられた前記調整機構の変位からなる基準経路が予め定められており、

前記制御手段は、前記基準経路に沿って前記変化機構および前記調整機構を制御することで前記複数の計測部分の各々が前記撮像部の撮像視野を通過させるようにするとともに、前記複数の計測部分の各々については、前記位置決定手段により決定された前記計測位置が前記センサの計測範囲を通過するように前記基準経路を修正する（１６８）、構成１～構成４のうちいずれか１項に記載の計測システム。

[0188] ＜構成６＞

前記制御手段は、前記複数の計測部分の各々については、前記基準経路のうちの前記変化機構の変位を修正することなく前記調整機構の変位を修正する、構成５に記載の計測システム。

[0189] ＜構成７＞

前記位置決定手段は、前記計測部分の画像に基づいて、前記基準経路に応じて定められる基準位置に対する前記計測部分の位置ずれ値を取得する取得手段（１４４）をさらに含み、

前記取得手段により取得された前記位置ずれ値が、予め定められた許容値を超えているか否かを判定する判定手段（１７６）と、

前記判定手段の判定結果をユーザに通知する通知手段（１７８）とをさらに備える、構成５または構成６に記載の計測システム。

[0190] ＜構成８＞

複数の計測部分の各々を計測するための計測方法であって、

撮像部（６６，６６ａ，６６ｂ）とセンサ（６８，６８ａ，６８ｂ）とがベース部（６４，６４ａ）に配置されているとともに、前記ベース部と計測対象との相対位置を変化可能であり、前記ベース部の進行方向に対する前記撮像部および前記センサの位置関係を調整可能に構成されており、

前記ベース部の進行方向に対する前記撮像部の位置が前記センサの前方となるようにしつつ前記計測部分が前記撮像部の撮像視野を通過する第１のステップ（Ｓ２）と、

前記第１のステップにおいて前記計測部分が前記撮像視野を通過するときに得られる前記計測部分の画像に基づいて、前記センサにより計測する計測位置を決定する第２のステップ（Ｓ４）と、

前記第２のステップにおいて決定された前記計測位置が前記センサの計測範囲を通過する第３のステップ（Ｓ６）とを備え、

前記複数の計測部分の各々に対して前記第１のステップから前記第３のステップまでのステップを行う、計測方法。

[0191] ＜構成９＞

複数の計測部分の各々を計測するための計測プログラム（１４０）であって、

撮像部（６６，６６ａ，６６ｂ）とセンサ（６８，６８ａ，６８ｂ）とがベース部（６４，６４ａ）に配置されているとともに、前記ベース部と計測対象との相対位置を変化機構（８，８ａ）により変化可能であり、前記ベース部の進行方向に対する前記撮像部および前記センサの位置関係を調整機構（６４，６４ａ）により調整可能に構成されており、

前記計測プログラムは、コンピュータに、

前記ベース部の進行方向に対する前記撮像部の位置が前記センサの前方となるようにしつつ前記計測部分が前記撮像部の撮像視野を通過するように前記変化機構および前記調整機構を制御する第１のステップ（Ｓ１～Ｓ３）と

、

前記第１のステップにおいて前記撮像視野を前記計測部分が通過するときに得られる前記計測部分の画像に基づいて決定される前記センサにより計測する計測位置が前記センサの計測範囲を通過するように前記変化機構および前記調整機構を制御する第２ステップ（Ｓ１，Ｓ４～Ｓ６）とを、前記複数の計測部分の各々に対して実行させる、計測プログラム。

[0192] 今回開示された実施の形態は全ての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内での全ての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0193] １，１ａ，１ｂ　計測システム、６　計測装置、８　移動機構、８ａ　変化機構、１２　撮像条件判定部、１４　位置決定手段、１７　制御手段、４２　撮像制御部、４４　位置・姿勢計測部、４６　モデル画像データ、５０　ロボットコントローラ、５２　ロボット、５２ａ　直交ロボット、６１　投光部、６２，６２ｂ　回転体、６２ａ　ベース部、６３　受光部、６４　回転機構、６４ａ　調整機構、６６，６６ｂ　カメラ、６６ａ　撮像部、６８，６８ｂ　変位センサ、６８ａ　センサ、７０　設定装置、７１，２３２，４３２　表示部、７２　記憶部、７３　計測位置決定部、７４　モデル画像生成部、７５　経路生成部、７６　移動量決定部、７７　撮像条件決定部、７８　位置・姿勢情報生成部、７９　計測条件決定部、８２Ｘ　Ｘステージ、８２Ｙ　Ｙステージ、８４Ｘ，８４Ｙ　サーボモータ、９１　回転テーブル、１００　ＰＬＣ、１１２　チップセット、１１４，２０２，４０２　プロセッサ、１１６　不揮発性メモリ、１１８　主メモリ、１２０　システムクロック、１２２，２２２，４２２　メモリカードインターフェイス、１２４，２３６，４３６　メモリカード、１２６　内部バス、１２８，２２０，４２０　通信インターフェイス、１３０　内部バスコントローラ、１３２　制御回路、１３４　内部バス制御回路、１３６　バッファメモリ、１３８

フィールドバスコントローラ、１４０　ユーザプログラム、１４２　位置・姿勢取得部、１４４　位置ずれ量算出部、１４６　計測位置算出部、１６２　計測ポイント算出部、１６４　回転角度算出部、１６６　移動量算出部、１６８　軌道修正部、１７０　計測条件修正部、１７２　計測条件判定部、１７４　目標移動量指定部、１７６　判定部、１７８　通知部、１８２　撮像条件データ、１８４　位置・姿勢データ、１８６　計測位置データ、１９０　経路データ、１９２　並進移動データ、１９４　回転移動データ、１９６　計測条件データ、２００　コントローラ、２１０，４１０　Ｉ／Ｏコントローラ、２０４，４０４　ＲＡＭ、２０６，４０６　表示コントローラ、２０８，４０８　システムコントローラ、２１２，４１２　ハードディスク、２１４　センサインターフェイス、２１６，４１６　入力インターフェイス、２１８，４１８　コントローラインターフェイス、２３４，４３４　キーボード、２４０　計測プログラム、３００，５００Ｘ，５００Ｙ　サーボドライバ、４００　画像処理装置、４１４　カメラインターフェイス、４４０　画像処理プログラム、４４２　プロジェクトファイル、５００　ドライバユニット、Ｗ　ワーク。

請求の範囲

[請求項1] 複数の計測部分の各々を計測するための計測システムであって、

撮像部と、

センサと、

前記撮像部および前記センサが配置されるベース部と、

前記ベース部と計測対象との間の相対位置を変化させる変化機構と、

前記ベース部の進行方向に対する前記撮像部および前記センサの位置関係を調整する調整機構と、

前記撮像部により撮像された前記計測部分の画像に基づいて、前記センサにより計測する計測位置を決定する位置決定手段と、

前記ベース部の進行方向に対する前記撮像部の位置が前記センサの前方となるようにしつつ前記複数の計測部分の各々を前記撮像部の撮像視野を通過させるとともに、前記複数の計測部分の各々について前記位置決定手段により決定された前記計測位置が前記センサの計測範囲を通過するように、前記変化機構および前記調整機構を制御する制御手段とを備える、計測システム。

[請求項2] 前記調整機構は、前記ベース部を回転させる回転機構である、請求項１に記載の計測システム。

[請求項3] 前記複数の計測部分のうちの少なくとも一の計測部分について、前記計測部分を撮像して得られる画像特徴の位置に対して、複数の前記計測位置が予め定められており、

前記位置決定手段は、前記計測部分の画像に基づいて前記画像特徴の位置を特定することで、前記画像特徴の位置に対する複数の前記計測位置の各々を決定する、請求項１または請求項２に記載の計測システム。

[請求項4] 前記センサは、変位センサである、請求項１～請求項３のうちいずれか１項に記載の計測システム。

[請求項5] 前記変化機構の変位、および当該変化機構の変位に対応付けられた前記調整機構の変位からなる基準経路が予め定められており、

前記制御手段は、前記基準経路に沿って前記変化機構および前記調整機構を制御することで前記複数の計測部分の各々が前記撮像部の撮像視野を通過させるようにするとともに、前記複数の計測部分の各々については、前記位置決定手段により決定された前記計測位置が前記センサの計測範囲を通過するように前記基準経路を修正する、請求項１～請求項４のうちいずれか１項に記載の計測システム。

[請求項6] 前記制御手段は、前記複数の計測部分の各々については、前記基準経路のうちの前記変化機構の変位を修正することなく前記調整機構の変位を修正する、請求項５に記載の計測システム。

[請求項7] 前記位置決定手段は、前記計測部分の画像に基づいて、前記基準経路に応じて定められる基準位置に対する前記計測部分の位置ずれ値を取得する取得手段をさらに含み、

前記取得手段により取得された前記位置ずれ値が、予め定められた許容値を超えているか否かを判定する判定手段と、

前記判定手段の判定結果をユーザに通知する通知手段とをさらに備える、請求項５または請求項６に記載の計測システム。

[請求項8] 複数の計測部分の各々を計測するための計測方法であって、

撮像部とセンサとがベース部に配置されているとともに、前記ベース部と計測対象との相対位置を変化可能であり、前記ベース部の進行方向に対する前記撮像部および前記センサの位置関係を調整可能に構成されており、

前記ベース部の進行方向に対する前記撮像部の位置が前記センサの前方となるようにしつつ前記計測部分が前記撮像部の撮像視野を通過する第１のステップと、

前記第１のステップにおいて前記計測部分が前記撮像視野を通過するときに得られる前記計測部分の画像に基づいて、前記センサにより

計測する計測位置を決定する第２のステップと、

前記第２のステップにおいて決定された前記計測位置が前記センサの計測範囲を通過する第３のステップとを備え、

前記複数の計測部分の各々に対して前記第１のステップから前記第３のステップまでのステップを行う、計測方法。

[請求項9] 複数の計測部分の各々を計測するための計測プログラムであって、

撮像部とセンサとがベース部に配置されているとともに、前記ベース部と計測対象との相対位置を変化機構により変化可能であり、前記ベース部の進行方向に対する前記撮像部および前記センサの位置関係を調整機構により調整可能に構成されており、

前記計測プログラムは、コンピュータに、

前記ベース部の進行方向に対する前記撮像部の位置が前記センサの前方となるようにしつつ前記計測部分が前記撮像部の撮像視野を通過するように前記変化機構および前記調整機構を制御する第１のステップと、

前記第１のステップにおいて前記撮像視野を前記計測部分が通過するときに得られる前記計測部分の画像に基づいて決定される前記センサにより計測する計測位置が前記センサの計測範囲を通過するように前記変化機構および前記調整機構を制御する第２ステップとを、前記複数の計測部分の各々に対して実行させる、計測プログラム。

[図1]

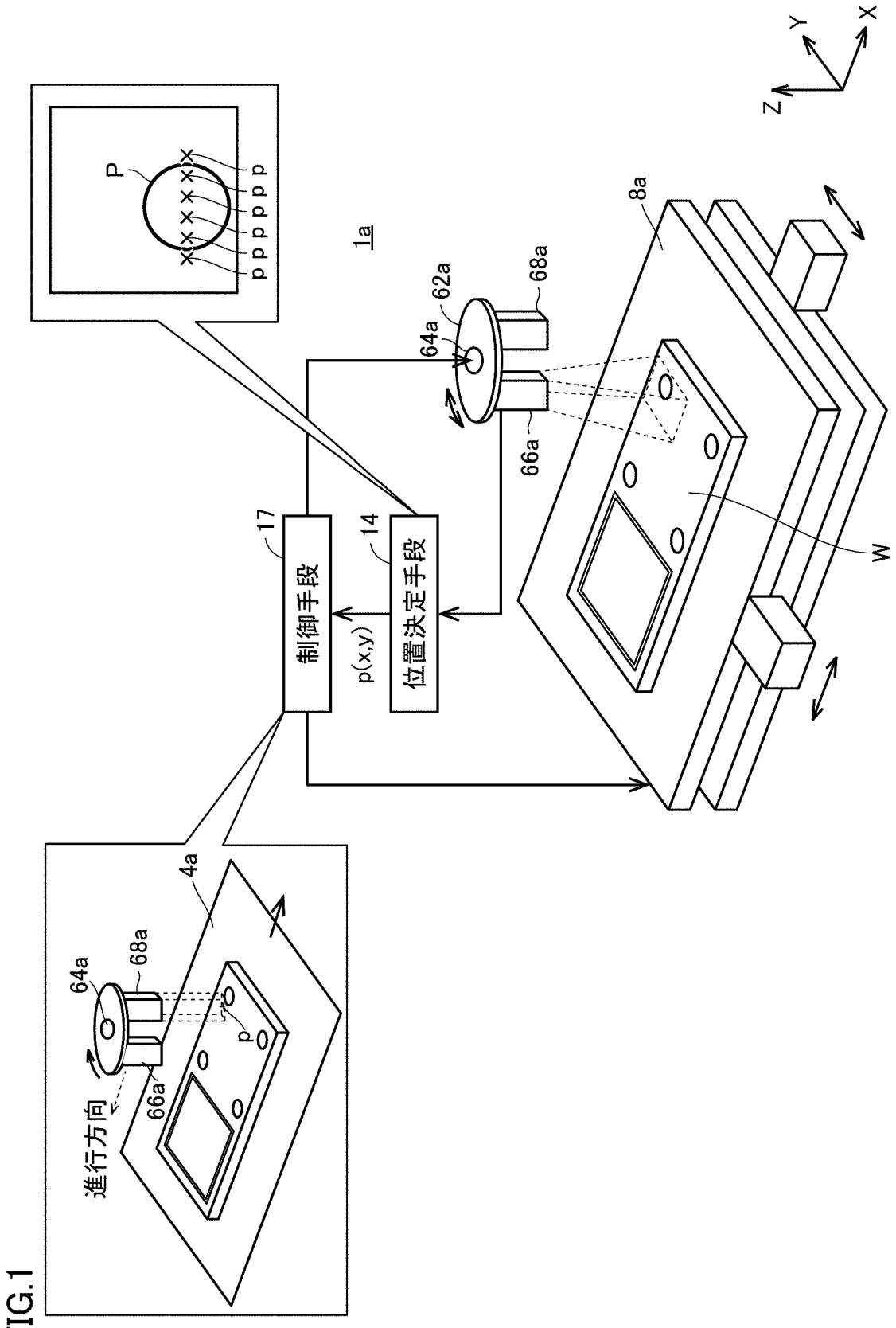

P
p p p p p p
1a
62a
64a
68a
66a
8a
W
17
制御手段
14
位置決定手段
p(x,y)
Z
Y
X
4a
68a
64a
66a
進行方向
p

FIG.1

[図2]

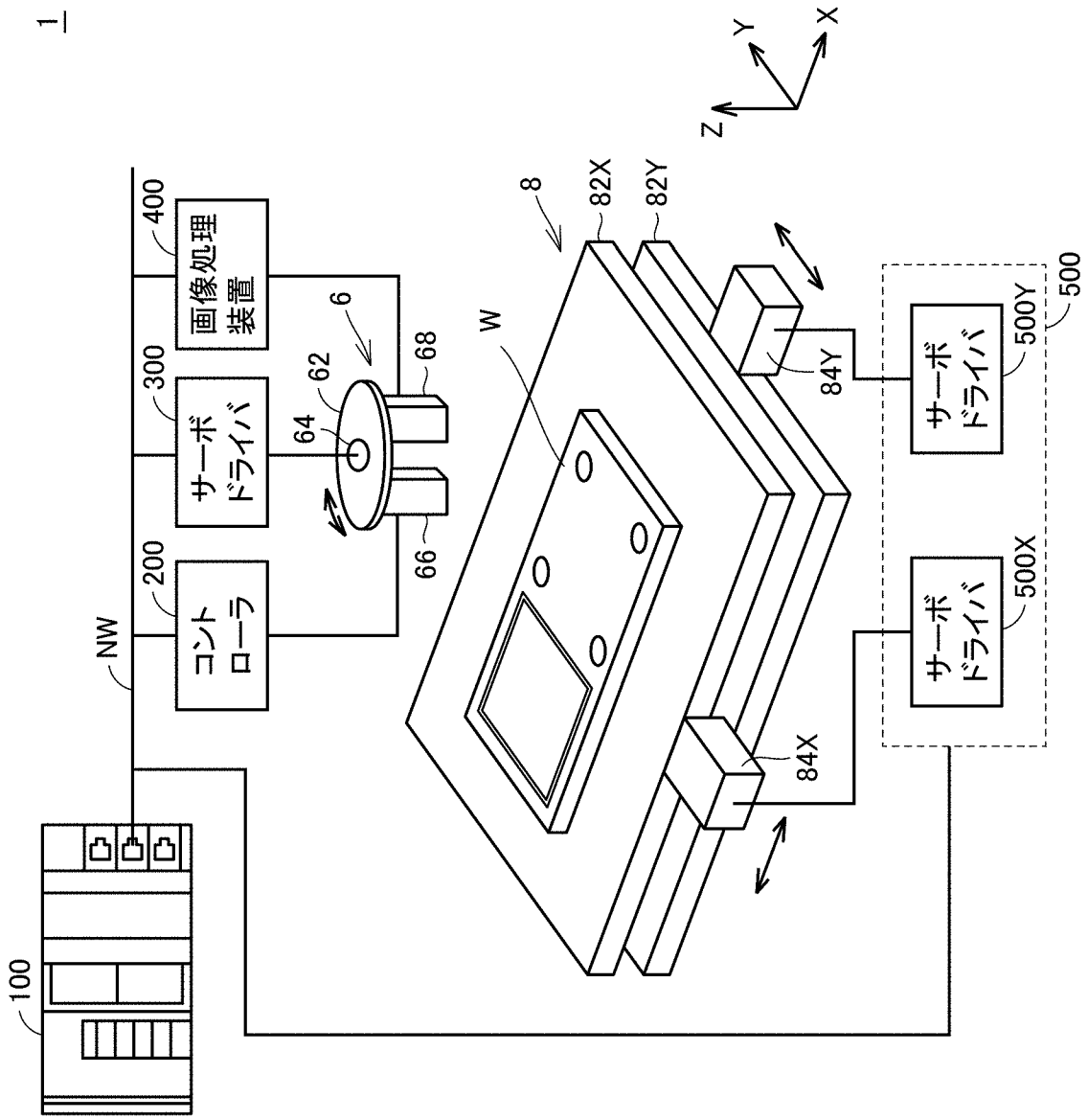
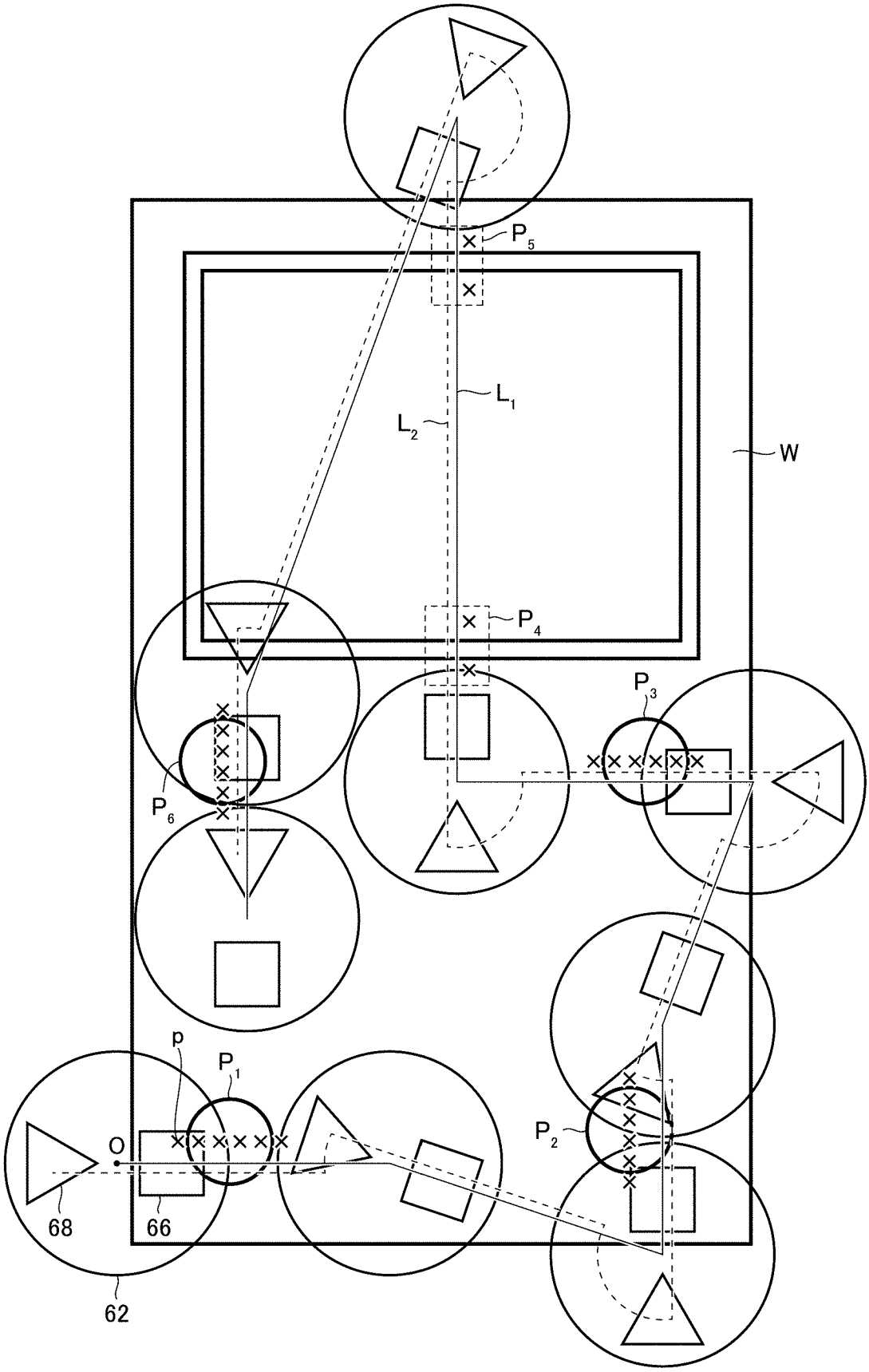

1
Y
X
Z
8
82X
82Y
W
6
62
64
66
68
400
画像処理装置
300
サーボドライバ
200
コントローラ
NW
100
84Y
84X
500
500Y
500X
サーボドライバ
サーボドライバ

FIG.2

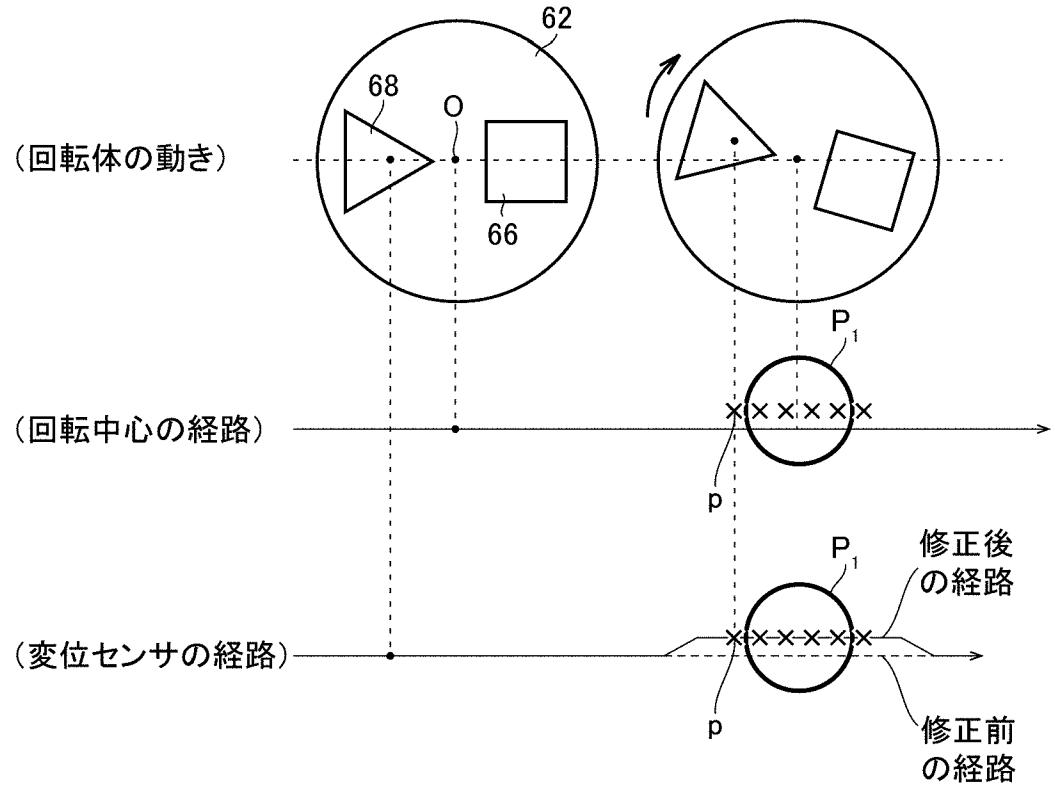
[図3]

FIG.3



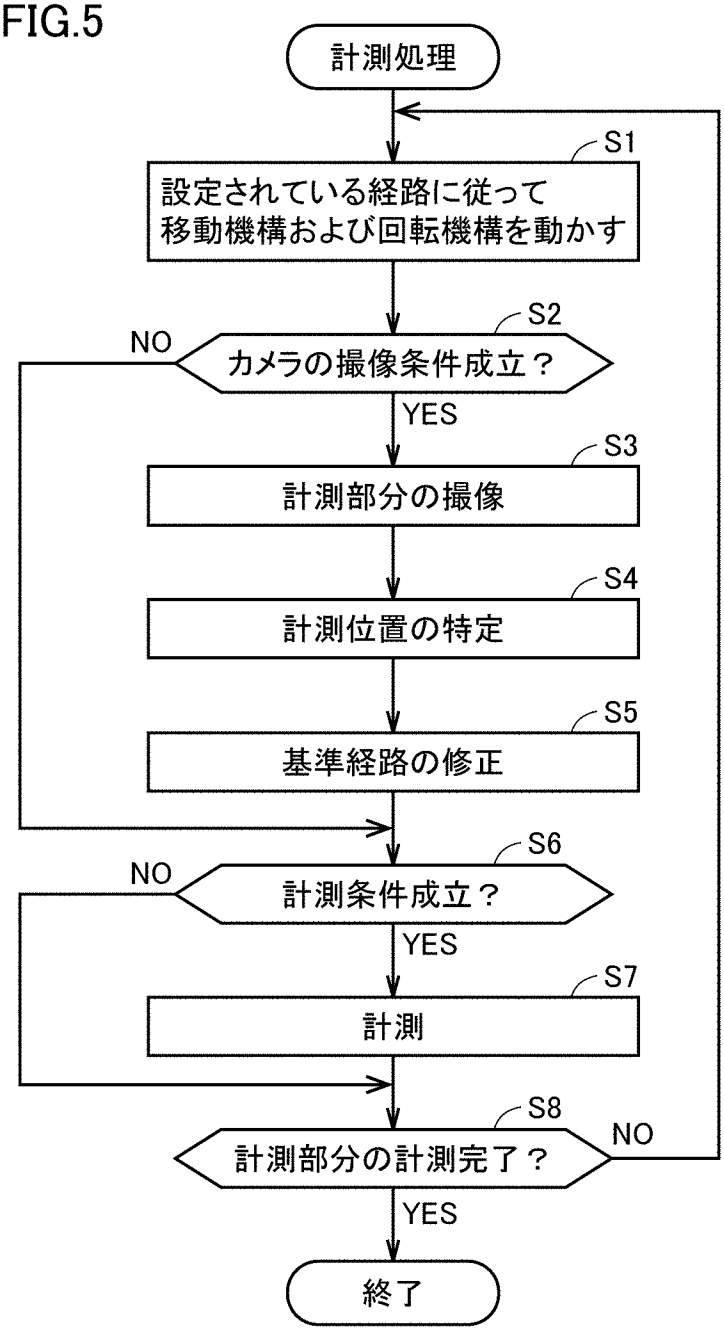
[図4]

FIG.4



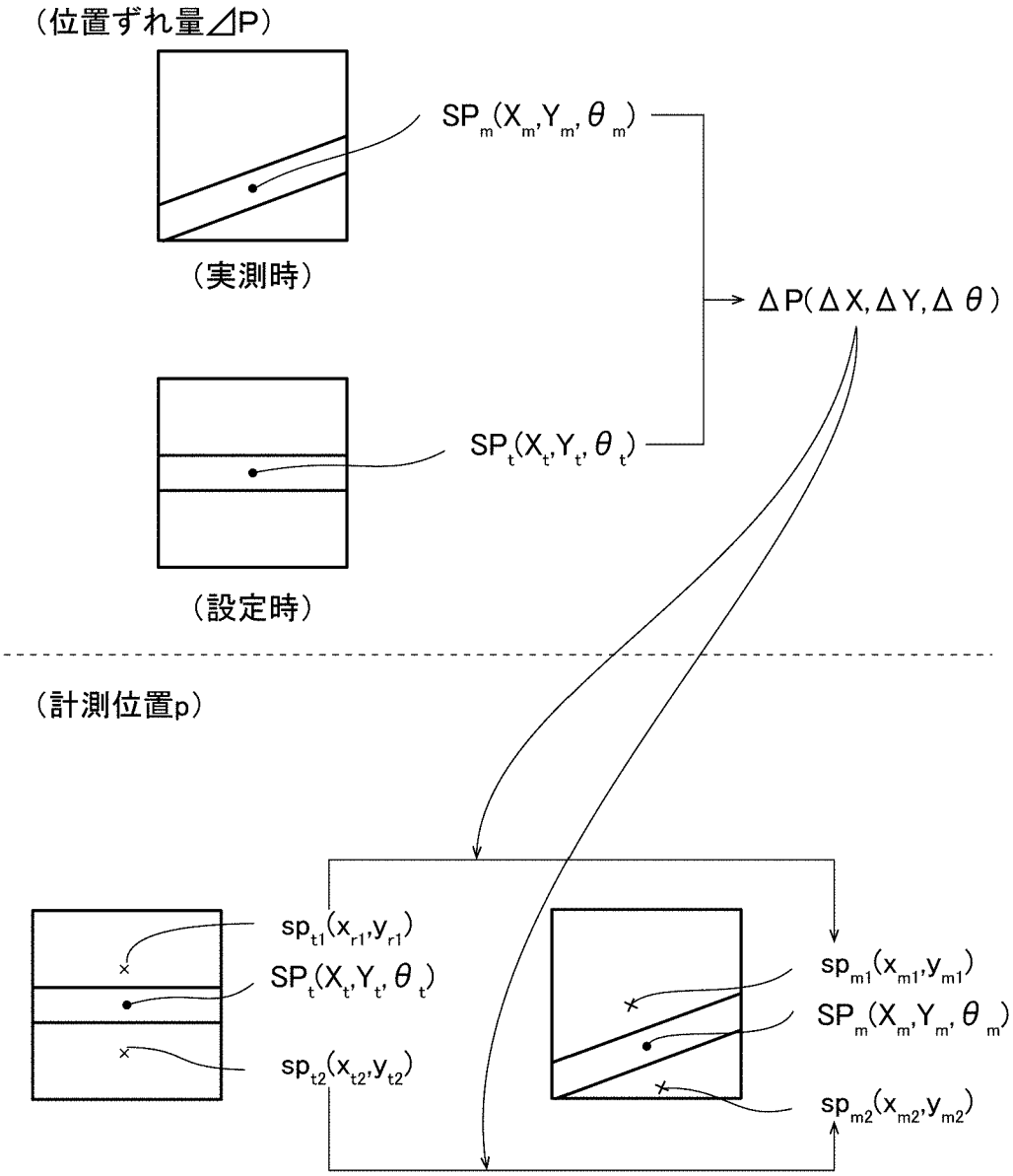
[図5]

FIG.5


計測処理
S1
設定されている経路に従って
移動機構および回転機構を動かす
S2
NO
カメラの撮像条件成立？
YES
S3
計測部分の撮像
S4
計測位置の特定
S5
基準経路の修正
S6
NO
計測条件成立？
YES
S7
計測
S8
NO
計測部分の計測完了？
YES
終了

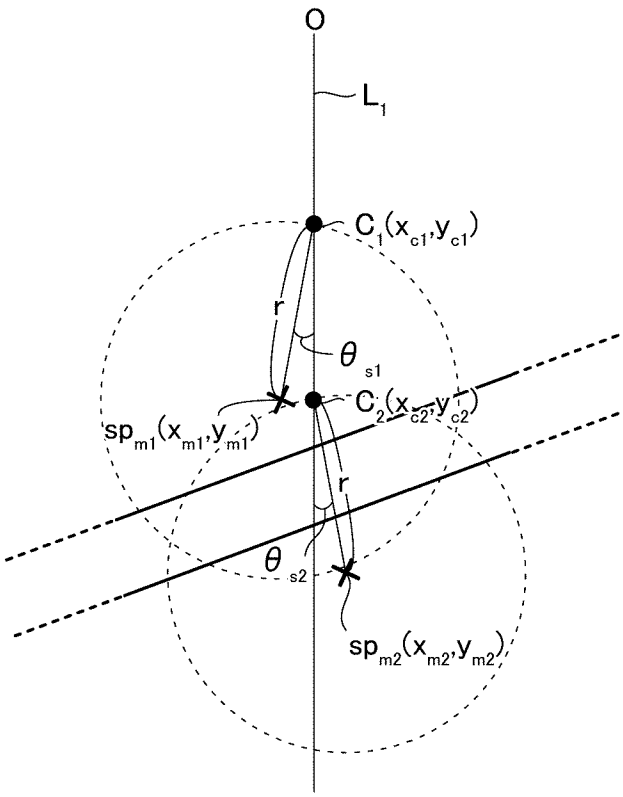
[図6]

FIG.6


（位置ずれ量⊿P）
$SP_m(X_m, Y_m, \theta_m)$
（実測時）
$\Delta P(\Delta X, \Delta Y, \Delta \theta)$
$SP_t(X_t, Y_t, \theta_t)$
（設定時）
（計測位置p）
$sp_{t1}(x_{r1}, y_{r1})$
$SP_t(X_t, Y_t, \theta_t)$
$sp_{t2}(x_{t2}, y_{t2})$
$sp_{m1}(x_{m1}, y_{m1})$
$SP_m(X_m, Y_m, \theta_m)$
$sp_{m2}(x_{m2}, y_{m2})$

[図7]

FIG.7


O
L_1
$C_1(x_{c1},y_{c1})$
r
θ_{s1}
$C_2(x_{c2},y_{c2})$
$sp_{m1}(x_{m1},y_{m1})$
r
θ_{s2}
$sp_{m2}(x_{m2},y_{m2})$

[図8]

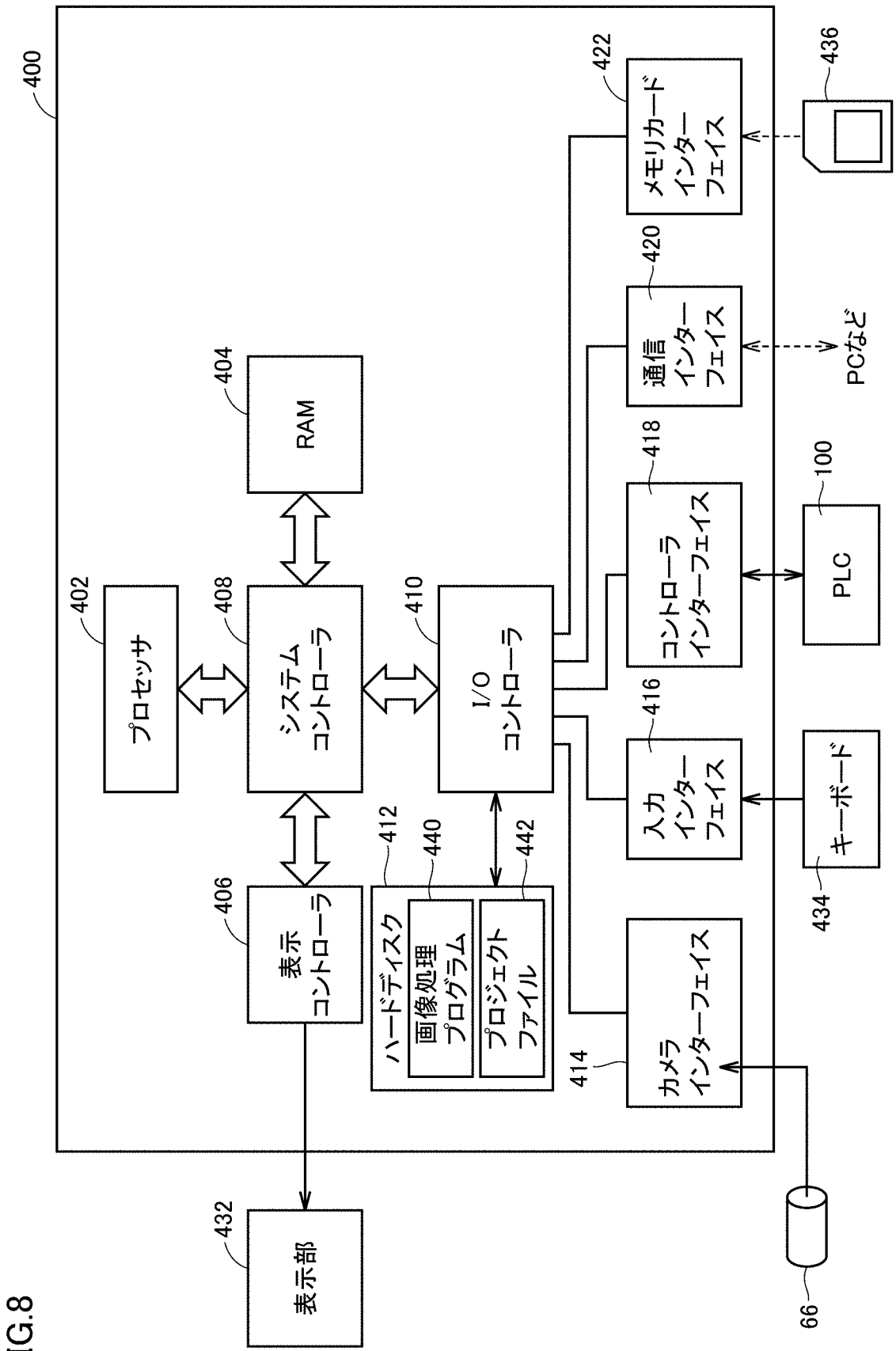

400
402
プロセッサ
404
RAM
406
表示コントローラ
408
システムコントローラ
410
I/Oコントローラ
412
ハードディスク
440
画像処理プログラム
442
プロジェクトファイル
414
カメラインターフェイス
416
入力インターフェイス
418
コントローラインターフェイス
420
通信インターフェイス
422
メモリカードインターフェイス
432
表示部
434
キーボード
436
PCなど
100
PLC
66

FIG.8

[図9]

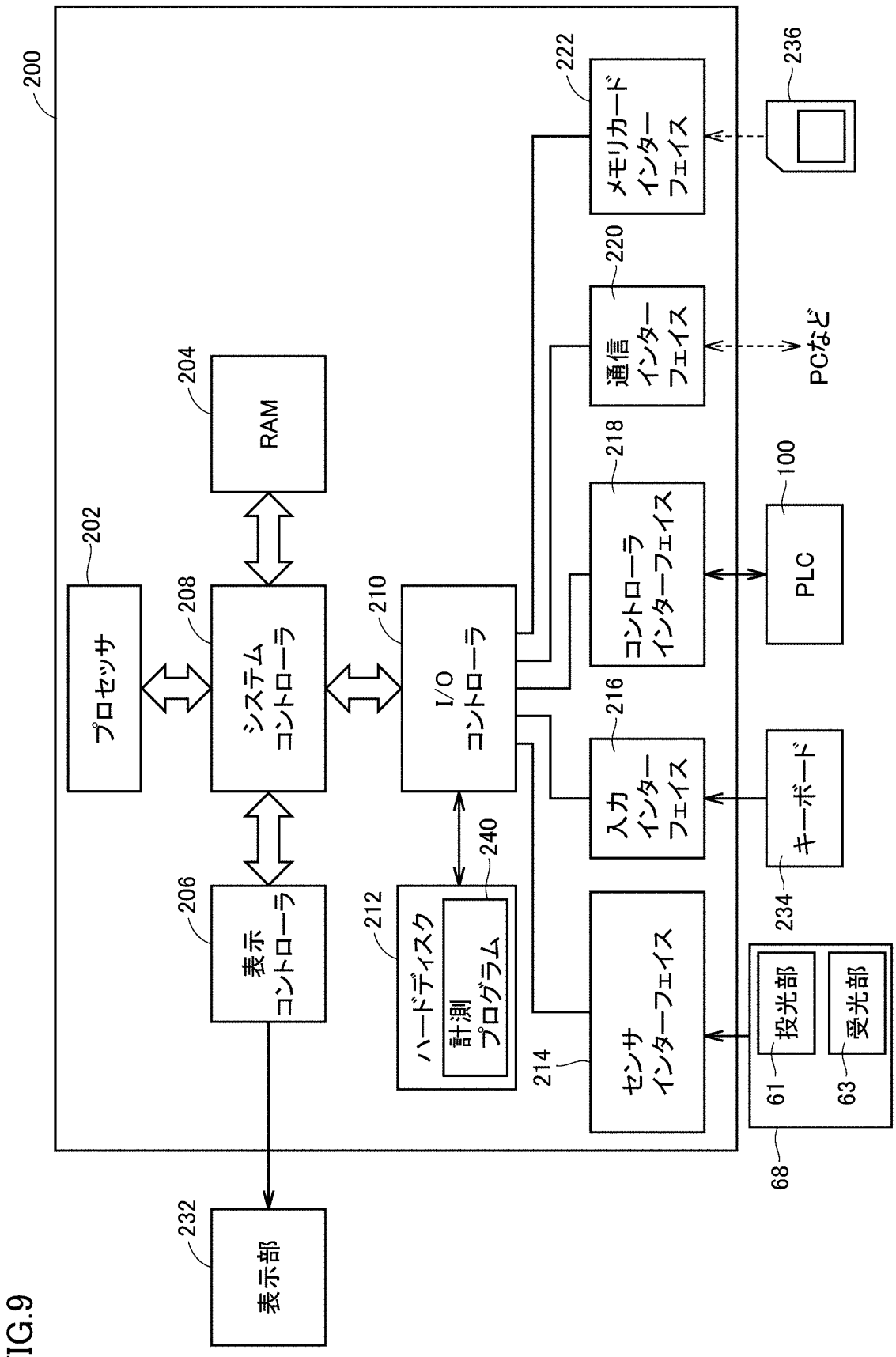

200
202
プロセッサ
204
RAM
206
表示
コントローラ
208
システム
コントローラ
210
I/O
コントローラ
212
ハードディスク
計測
プログラム
240
214
センサ
インターフェイス
216
入力
インターフェイス
218
コントローラ
インターフェイス
220
通信
インターフェイス
222
メモリカード
インター
フェイス
232
表示部
234
キーボード
236
PCなど
100
PLC
61
投光部
63
受光部
68

FIG.9

[図10]

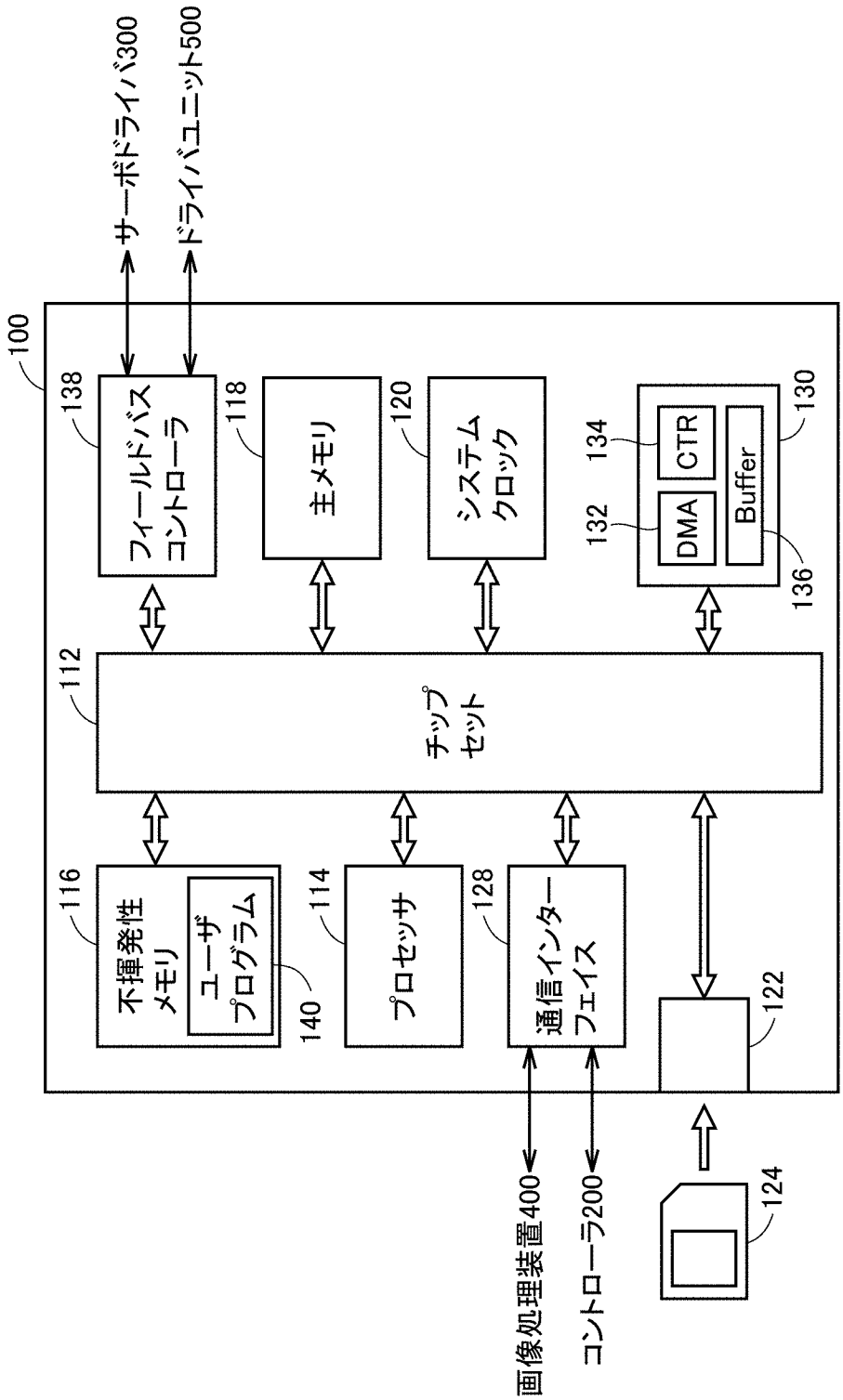

サーボドライバ300
ドライバユニット500
100
138
フィールドバス
コントローラ
118
主メモリ
120
システム
クロック
134
CTR
132
DMA
Buffer
130
136
112
チップ
セット
116
不揮発性
メモリ
ユーザ
プログラム
140
114
プロセッサ
128
通信インター
フェイス
122
124
画像処理装置400
コントローラ200

FIG.10

[図11]

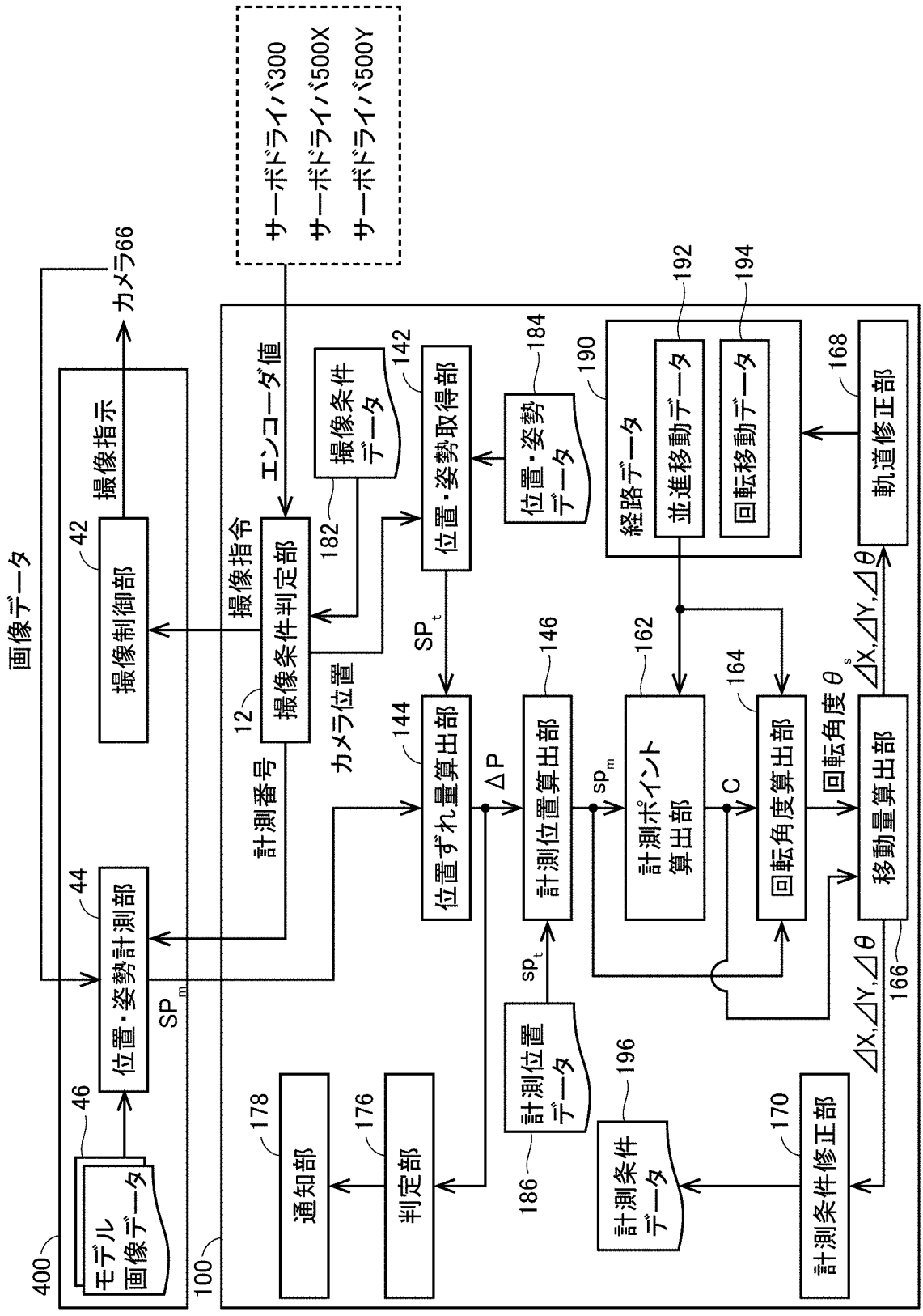
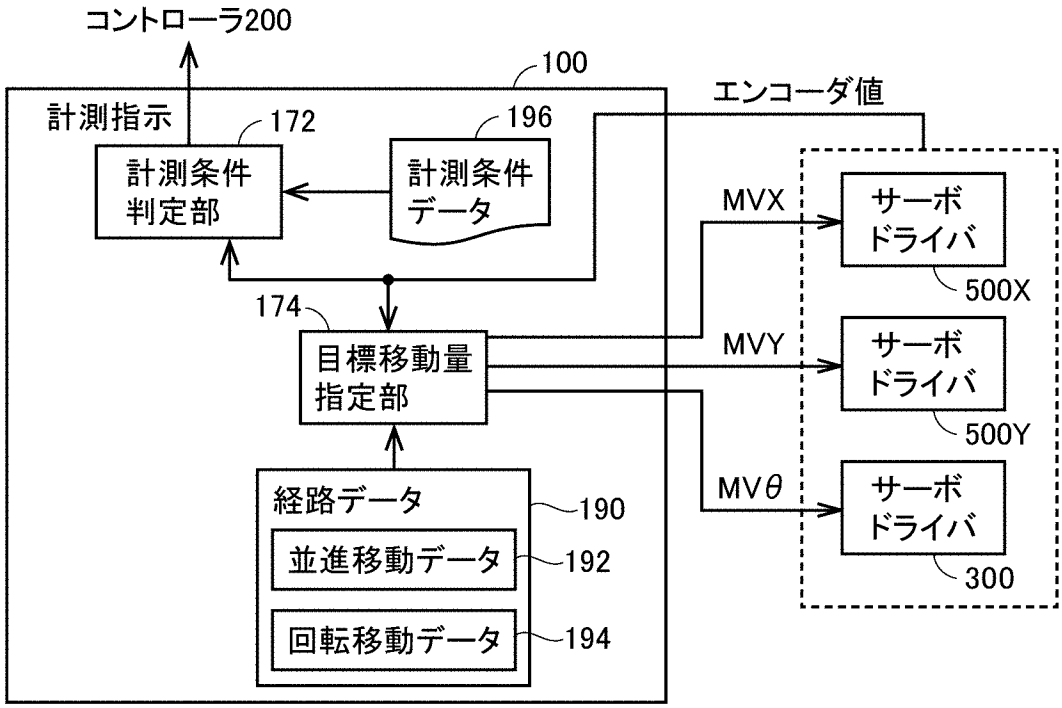

サーボドライバ300
サーボドライバ500X
サーボドライバ500Y
エンコーダ値
カメラ66
撮像指示
撮像制御部
42
撮像指示
撮像条件判定部
12
撮像条件データ
182
142
位置・姿勢取得部
184
位置・姿勢データ
190
経路データ
192
並進移動データ
194
回転移動データ
168
軌道修正部
画像データ
計測番号
カメラ位置
SP_t
位置ずれ量算出部
144
ΔP
計測位置算出部
146
sp_m
計測ポイント算出部
162
C
回転角度算出部
164
回転角度 θ_s
移動量算出部
166
$\Delta X, \Delta Y, \Delta\theta$
SP_m
位置・姿勢計測部
44
46
モデル画像データ
400
100
sp_t
計測位置データ
186
通知部
178
判定部
176
計測条件データ
196
計測条件修正部
170

FIG.11

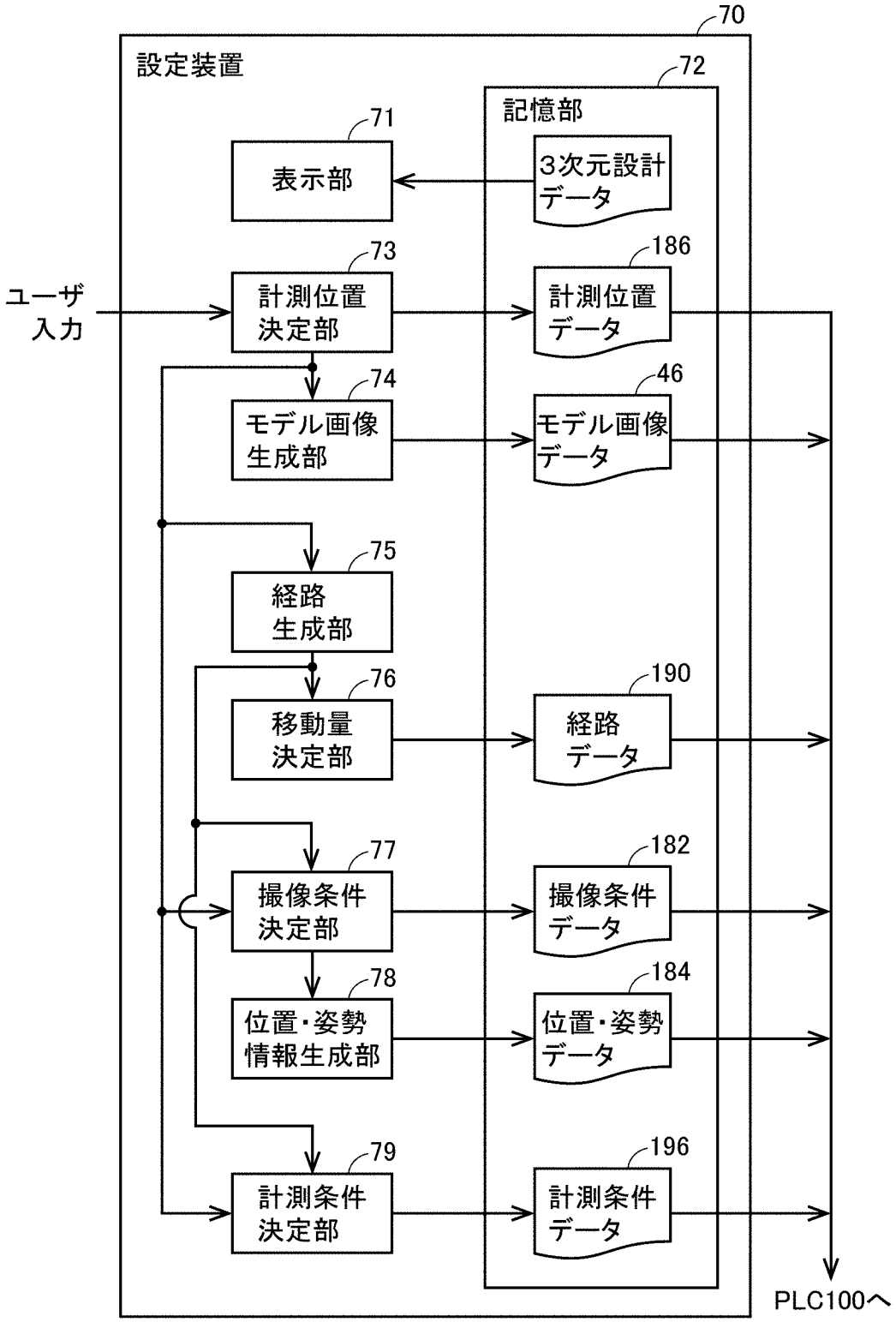
[図12]

FIG.12


コントローラ200
100
計測指示
172
196
計測条件
判定部
計測条件
データ
エンコーダ値
MVX
サーボ
ドライバ
500X
174
目標移動量
指定部
MVY
サーボ
ドライバ
500Y
経路データ
190
MVθ
サーボ
ドライバ
並進移動データ
192
300
回転移動データ
194

[図13]

FIG.13


70
設定装置
72
記憶部
71
表示部
3次元設計データ
ユーザ入力
73
計測位置決定部
186
計測位置データ
74
モデル画像生成部
46
モデル画像データ
75
経路生成部
76
移動量決定部
190
経路データ
77
撮像条件決定部
182
撮像条件データ
78
位置・姿勢情報生成部
184
位置・姿勢データ
79
計測条件決定部
196
計測条件データ
PLC100へ

[図14]

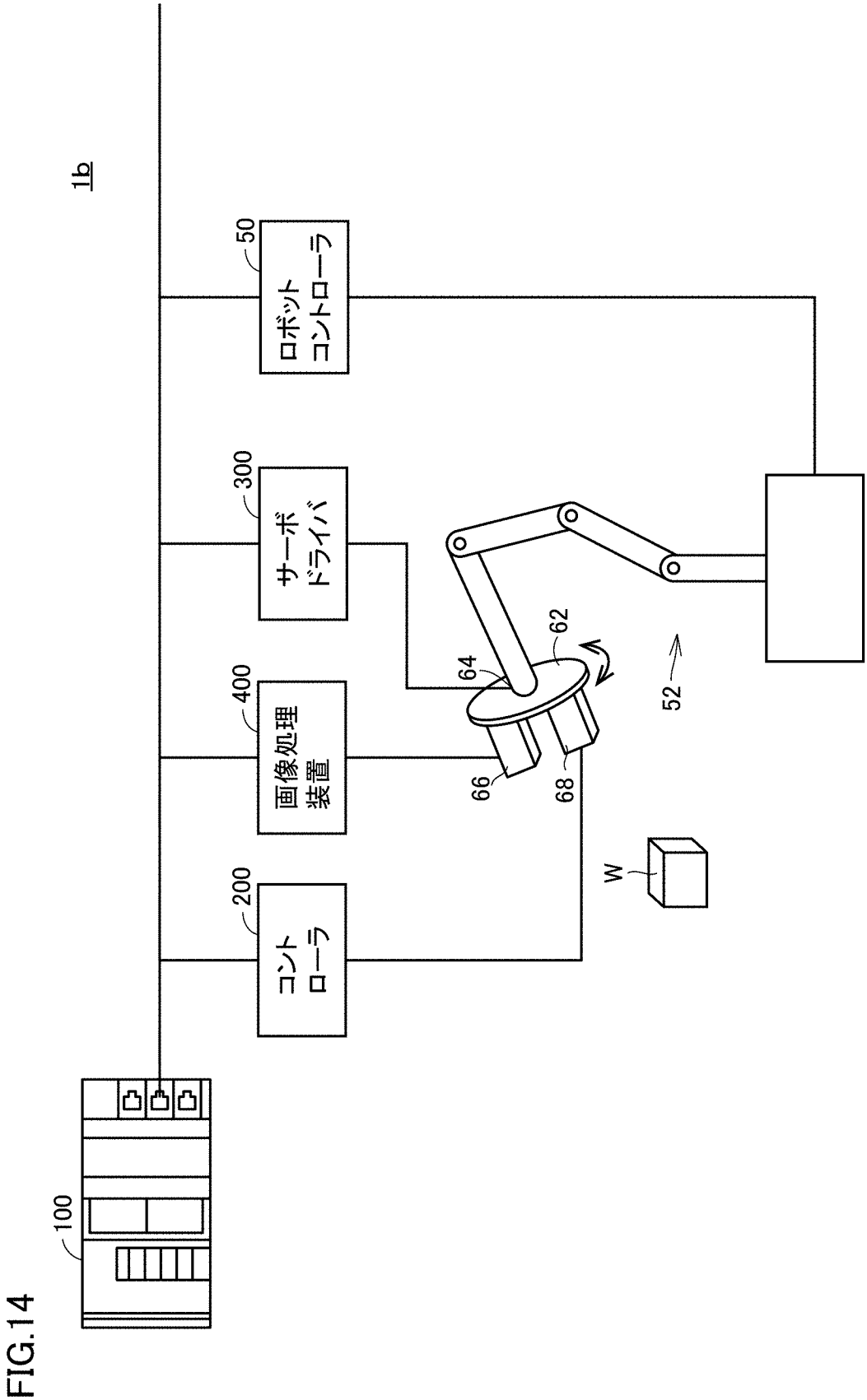
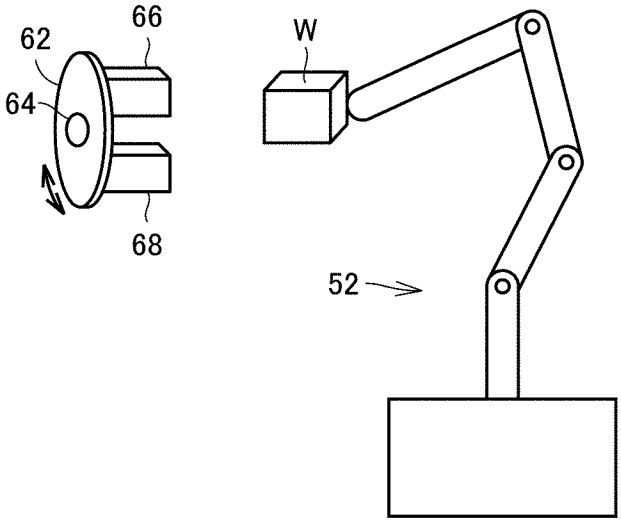

1b
50
ロボット
コントローラ
300
サーボ
ドライバ
400
画像処理
装置
200
コント
ローラ
100
62
64
66
68
52
W

FIG.14

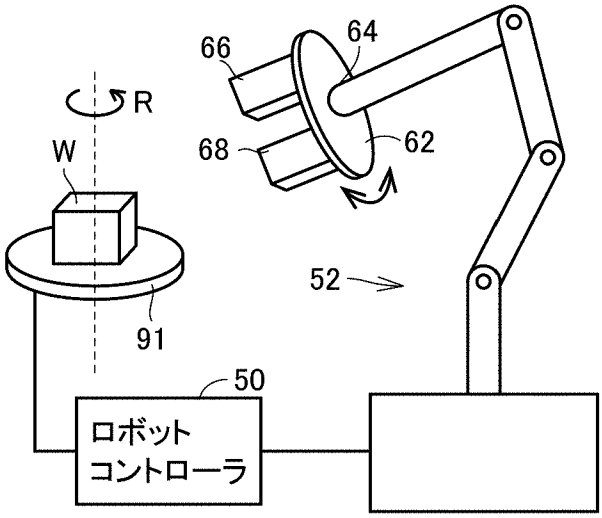
[図15]

FIG.15



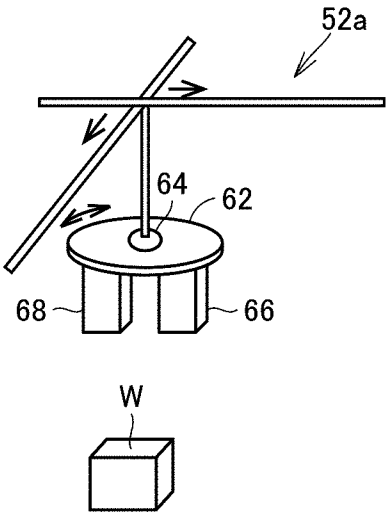
[図16]

FIG.16



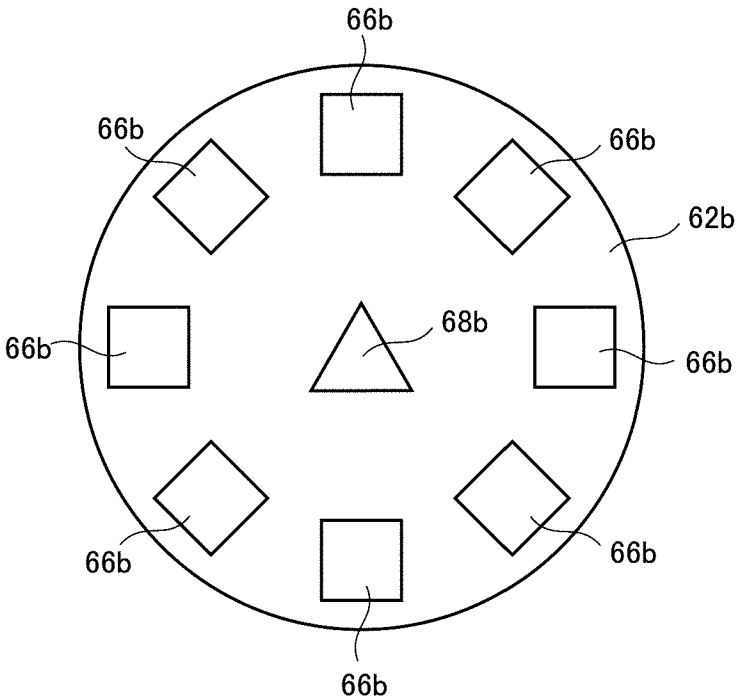
[図17]

FIG.17



[図18]

FIG.18



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/030740

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G01B11/24(2006.01)i

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)
Int.Cl. G01B11/00-11/30, G01B21/00-21/32

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019
Registered utility model specifications of Japan 1996-2019
Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 3-257354 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 15 November 1991, entire text, all drawings & US 5134665 A	1-9
A	JP 2016-514037 A (NORDSON CORPORATION) 19 May 2016, entire text, all drawings & US 2014/0230727 A1 & WO 2014/126694 A1 & DE 112014000865 T & CN 105073275 A & KR 10-2015-0119329 A	1-9

☒ 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	Date of mailing of the international search report
06.09.2019	17.09.2019
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/030740

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 4-237310 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 25 August 1992, entire text, all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2016-31368 A (MITSUTOYO CORP.) 07 March 2016, entire text, all drawings & US 2016/0027194 A1 & EP 2977720 A1 & CN 105318845 A	1-9

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／０３０７４０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01B11/24(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01B11/00-11/30,G01B21/00-21/32

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 3-257354 A (三菱電機株式会社) 1991.11.15, 全文,全図 & US 5134665 A	1-9
A	JP 2016-514037 A (ノードソン　コーポレーション) 2016.05.19, 全文,全図 & US 2014/0230727 A1 & WO 2014/126694 A1 & DE 112014000865 T & CN 105073275 A & KR 10-2015-0119329 A	1-9

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
０６．０９．２０１９	１７．０９．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｓ　３１００
丑田　真悟
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２１６

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 4-237310 A (日本電信電話株式会社) 1992.08.25, 全文,全図（ファミリーなし）	1-9
A	JP 2016-31368 A (株式会社ミツトヨ) 2016.03.07, 全文,全図 & US 2016/0027194 A1 & EP 2977720 A1 & CN 105318845 A	1-9