

(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
2017年5月26日(26.05.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/086484 A1

- (51) 国際特許分類:
G01B 11/24 (2006.01) G01N 21/88 (2006.01)
G01B 21/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/084426
- (22) 国際出願日: 2016年11月21日(21.11.2016)
- (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 2015-227433 2015年11月20日(20.11.2015) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.)
[JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 小西 孝明(KONISHI, Takaaki); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 定岡 紀行(SADAOKA, Noriyuki); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 松江 博文(MATSUE, Hirofumi); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内

Ibaraki (JP). 高橋 寿一(TAKAHASHI, Toshiichi); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).

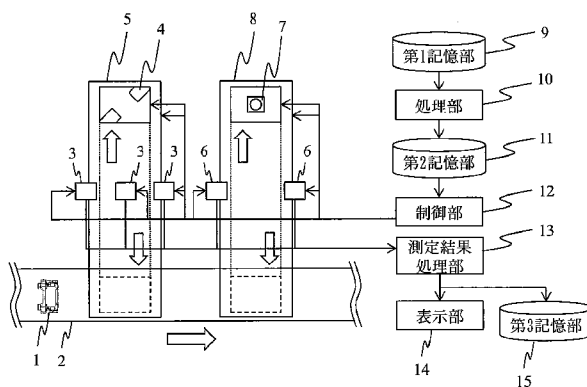
- (74) 代理人: 永井 冬紀(NAGAI, Fuyuki); 〒1080075 東京都港区港南一丁目6番41号 品川クリスタルスクエア 901 永井特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, 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, 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

[続葉有]

(54) Title: SURFACE INSPECTION METHOD, SURFACE INSPECTION DEVICE

(54) 発明の名称: 表面検査方法、表面検査装置

[図1]



- 9... FIRST STORAGE UNIT
10... PROCESSING UNIT
11... SECOND STORAGE UNIT
12... CONTROL UNIT
13... MEASUREMENT RESULT PROCESSING UNIT
14... DISPLAY UNIT
15... THIRD STORAGE UNIT

(57) Abstract: In this surface inspection device, an object to be inspected is moved along a first scanning direction, and when the object to be inspected moves along the first scanning direction, the shape of a first surface of the object to be inspected is measured by a measuring machine. After measuring the shape of the first surface, the object to be inspected is rotated at a first axis of rotation. After being rotated at the first axis of rotation, the object to be inspected is moved along a second scanning direction, and when the object to be inspected moves along the second scanning direction, the shape of a second surface of the object to be inspected which differs from the first surface is measured by the measuring machine. After measuring the shape of the second surface, the object to be inspected is moved along a third scanning direction, and when the object to be inspected moves along the third scanning direction, the shape of a third surface of the object to be inspected is measured by the measuring machine. After measuring the shape of the third surface, the object to be measured is rotated at a second axis of rotation which differs from the first axis of rotation. After being rotated at the second axis of rotation, the object to be inspected is moved along a fourth scanning direction, and when the object to be inspected moves along the fourth scanning direction, the shape of a fourth surface of the object to be inspected which differs from the third surface is measured by the measuring machine, and the object to be inspected is inspected on the basis of the shape measurements results of the first, second, third, and fourth surfaces.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/086484 A1



ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, 添付公開書類:

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).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

表面検査方法は、被検査物を第 1 の走査方向に沿って移動させ、被検査物が第 1 の走査方向に沿って移動する際に、被検査物の第 1 の表面の形状を測定機により測定し、第 1 の表面の形状測定後、被検査物を第 1 の回転軸で回転させ、第 1 の回転軸で回転させた後、被検査物を第 2 の走査方向に沿って移動させ、被検査物が第 2 の走査方向に沿って移動する際に、第 1 の表面とは異なる被検査物の第 2 の表面の形状を測定機により測定し、第 2 の表面の形状測定後、被検査物を第 3 の走査方向に沿って移動させ、被検査物が第 3 の走査方向に沿って移動する際に、被検査物の第 3 の表面の形状を測定機により測定し、第 3 の表面の形状測定後、被検査物を第 1 の回転軸とは異なる第 2 の回転軸で回転させ、第 2 の回転軸で回転させた後、被検査物を第 4 の走査方向に沿って移動させ、被検査物が第 4 の走査方向に沿って移動する際に、第 3 の表面とは異なる被検査物の第 4 の表面の形状を測定機により測定し、第 1、第 2、第 3 および第 4 の表面の形状測定結果に基づいて、被検査物を検査する。

明 細 書

発明の名称：表面検査方法、表面検査装置

技術分野

[0001] 本発明は、表面検査方法および表面検査装置に関する。

背景技術

[0002] 鋳造部品の量産現場においては、鋳造プロセス終了後に各部品について欠陥の有無を検査し、欠陥なしと判定された部品を次の機械加工プロセスへ提供する必要がある。鋳造プロセスでは、種々の要因により、部品の表面や内部に様々な形状の欠陥が発生しうる。特に、部品表面に発生する湯境欠陥については、外部荷重がかかる環境下において疲労亀裂の起点となる可能性があるため、鋳造プロセス終了後の検査工程において確実に検出することが重要である。

[0003] 鋳造部品の検査工程において、従来は人手による目視検査が主に行われていた。しかし、大量にある量産品の全数を検査する場合、目視検査は非効率であり、また欠陥の見落としが発生するリスクも高い。そのため、鋳造部品のように三次元形状を有する立体構造物の表面検査に対して、従来の目視検査に代わる自動検査技術のニーズが高まっている。近年では、こうした立体構造物の表面に対する自動検査技術に関して種々の提案がなされている。たとえば特許文献1には、複数の測定条件で実行される形状測定において生じる測定対象物の測定困難領域をそれぞれ推定して認識可能に表示し、形状測定時には使用者に選択された測定条件で立体形状データを生成する装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特開2014-55815号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献 1 に記載の装置では、測定条件ごとに測定対象物の測定困難領域を使用者に認識させることはできるが、複雑な三次元形状を有する測定対象物の表面形状を高精度で洩れなく測定するものではない。本発明は、こうした事情に鑑みてなされたものであり、本発明の主な目的は、複雑な三次元形状を有する被検査物の表面形状を高精度で洩れなく測定し、信頼性の高い検査を実現することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明による表面検査方法は、被検査物を第 1 の走査方向に沿って移動させ、前記被検査物が前記第 1 の走査方向に沿って移動する際に、前記被検査物の第 1 の表面の形状を測定機により測定し、前記第 1 の表面の形状測定後、前記被検査物を第 1 の回転軸で回転させ、前記第 1 の回転軸で回転させた後、前記被検査物を第 2 の走査方向に沿って移動させ、前記被検査物が前記第 2 の走査方向に沿って移動する際に、前記第 1 の表面とは異なる前記被検査物の第 2 の表面の形状を測定機により測定し、前記第 2 の表面の形状測定後、前記被検査物を第 3 の走査方向に沿って移動させ、前記被検査物が前記第 3 の走査方向に沿って移動する際に、前記被検査物の第 3 の表面の形状を測定機により測定し、前記第 3 の表面の形状測定後、前記被検査物を前記第 1 の回転軸とは異なる第 2 の回転軸で回転させ、前記第 2 の回転軸で回転させた後、前記被検査物を第 4 の走査方向に沿って移動させ、前記被検査物が前記第 4 の走査方向に沿って移動する際に、前記第 3 の表面とは異なる前記被検査物の第 4 の表面の形状を測定機により測定し、前記第 1、第 2、第 3 および第 4 の表面の形状測定結果に基づいて、前記被検査物を検査する。

本発明による表面検査装置は、被検査物を第 1 および第 2 の走査方向に沿ってそれぞれ移動させる第 1 走査部と、前記被検査物が前記第 1 の走査方向に沿って移動する際に、前記被検査物の第 1 の表面の形状を測定し、前記被検査物が前記第 2 の走査方向に沿って移動する際に、前記第 1 の表面とは異なる前記被検査物の第 2 の表面の形状を測定する第 1 測定機と、前記第 1 の表面の形状測定後かつ前記第 2 の表面の形状測定前に、前記被検査物を保持

した状態で第1の回転軸を中心に回転して前記被検査物の姿勢変換を行う第1保持部と、前記被検査物を第3および第4の走査方向に沿ってそれぞれ移動させる第2走査部と、前記被検査物が前記第3の走査方向に沿って移動する際に、前記被検査物の第3の表面の形状を測定し、前記被検査物が前記第4の走査方向に沿って移動する際に、前記第3の表面とは異なる前記被検査物の第4の表面の形状を測定する第2測定機と、前記第3の表面の形状測定後かつ前記第4の表面の形状測定前に、前記被検査物を保持した状態で前記第1の回転軸とは異なる第2の回転軸を中心に回転して前記被検査物の姿勢変換を行う第2保持部と、を備え、前記第1、第2、第3および第4の表面の形状測定結果に基づいて、前記被検査物を検査する。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、複雑な三次元形状を有する被検査物の表面形状を高精度で洩れなく測定し、信頼性の高い検査を実現することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の一実施形態に係る表面検査方法を実施するための検査装置の概要を示す図である。

[図2]本発明の一実施形態に係る表面検査方法を用いた検査プロセスを示すブロック図である。

[図3]本発明の一実施形態に係る制御データの算出プロセスを示すブロック図である。

[図4]測定条件の設定および測定可能領域の算出の詳細について説明する図である。

[図5]第1の走査方向に沿って構造物が移動する際の構造物の姿勢と第1測定機の測定範囲を示す図である。

[図6]第1保持部による構造物の姿勢変換の様子を示す図である。

[図7]第2の走査方向に沿って構造物が移動する際の構造物の姿勢と第1測定機の測定範囲を示す図である。

[図8]第3の走査方向に沿って構造物が移動する際の構造物の姿勢と第2測定

機の測定範囲を示す図である。

[図9]第2保持部による構造物の姿勢変換の様子を示す図である。

[図10]第4の走査方向に沿って構造物が移動する際の構造物の姿勢と第2測定機の測定範囲を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明の実施形態について、図面を用いて説明する。

[0010] 図1は、本発明の一実施形態に係る表面検査方法を実施するための検査装置の概要を示す図である。この検査装置は、複雑な三次元形状を有する被検査物である構造物1の表面検査を行う装置であり、搬送路2、第1測定機3、第1保持部4、第1走査部5、第2測定機6、第2保持部7、第2走査部8、第1記憶部9、処理部10、第2記憶部11、測定結果処理部13、表示部14および第3記憶部15を備えている。なお、構造物1は、たとえば鋳造により製造されるものである。

[0011] 搬送路2は、構造物1を製造ラインから第1走査部5および第2走査部8へ搬送すると共に、検査実施後には構造物1の払い出しを行う。図1において、構造物1は、搬送路2上を図の左側から右側に向かって搬送される。

[0012] 第1走査部5は、搬送路2から構造物1を抜き出して第1の走査方向に沿って移動させ、その後、構造物1を第2の走査方向に沿って移動させて搬送路2に戻すように、第1保持部4を駆動する。なお、図1では、第1走査部5における上向きの矢印が第1の走査方向を表し、下向きの矢印が第2の走査方向を表している。すなわち、第1走査部5は、構造物1が保持された状態で第1保持部4を図の上下方向に往復駆動することで、構造物1を第1および第2の走査方向に沿って移動させることができる。ただし、第1、第2の走査方向は図1の向きに限定されない。

[0013] 第1測定機3は、構造物1が第1の走査方向に沿って移動する際に、構造物1の表面形状を測定する。また、構造物1が第2の走査方向に沿って移動する際に、第1の走査方向で測定したのとは異なる構造物1の表面形状を測定する。なお、図1では同時に三つの表面を測定できるように三個の第1測

定機 3 が図示されているが、第 1 測定機 3 の個数はこれに限定されない。

[0014] 第 1 保持部 4 は、構造物 1 を保持（把持）した状態で第 1 走査部 5 上を図の上下方向に往復駆動される。第 1 保持部 4 において、構造物 1 を保持する部分は、所定の回転軸を中心に回転可能な回転機構を有している。第 1 測定機 3 が第 1 の走査方向で構造物 1 の表面形状を測定した後、第 2 の走査方向で構造物 1 の表面形状を測定する前に、第 1 保持部 4 は、構造物 1 を保持した状態で、上記の回転機構を所定の回転角度だけ回転させる。これにより構造物 1 が回転され、構造物 1 の姿勢変換が行われる。

[0015] 第 2 走査部 8 は、搬送路 2 から構造物 1 を抜き出して第 3 の走査方向に沿って移動させ、その後、構造物 1 を第 4 の走査方向に沿って移動させて搬送路 2 に戻すように、第 2 保持部 7 を駆動する。なお、図 1 では、第 2 走査部 8 における上向きの矢印が第 3 の走査方向を表し、下向きの矢印が第 4 の走査方向を表している。すなわち、第 2 走査部 8 は、構造物 1 が保持された状態で第 2 保持部 7 を図の上下方向に往復駆動することで、構造物 1 を第 3 および第 4 の走査方向に沿って移動させることができる。ただし、第 3、第 4 の走査方向は図 1 の向きに限定されない。

[0016] 第 2 測定機 6 は、構造物 1 が第 3 の走査方向に沿って移動する際に、第 1 測定機 3 とは異なる測定条件で構造物 1 の表面形状を測定する。また、構造物 1 が第 4 の走査方向に沿って移動する際に、第 3 の走査方向で測定したのとは異なる構造物 1 の表面形状を測定する。なお、図 1 では同時に二つの表面を測定できるように二個の第 2 測定機 6 が図示されているが、第 2 測定機 6 の個数はこれに限定されない。

[0017] 第 2 保持部 7 は、構造物 1 を保持（把持）した状態で第 2 走査部 8 上を図の上下方向に往復駆動される。第 2 保持部 7 において、構造物 1 を保持する部分は、第 1 保持部 4 の回転軸とは異なる所定の回転軸を中心に回転可能な回転機構を有している。第 2 測定機 6 が第 3 の走査方向で構造物 1 の表面形状を測定した後、第 4 の走査方向で構造物 1 の表面形状を測定する前に、第 2 保持部 7 は、構造物 1 を保持した状態で、上記の回転機構を所定の回転角

度だけ回転させる。これにより構造物 1 が回転され、第 1 保持部 4 とは異なる向きで構造物 1 の姿勢変換が行われる。

[0018] 第 1 記憶部 9 には、構造物 1 の表面形状に関する設計データを含む各種情報が格納されている。処理部 10 は、第 1 記憶部 9 に格納されている情報に基づいて、構造物 1 の表面形状を測定する際の測定条件として、各第 1 測定機 3 および各第 2 測定機 6 の測定範囲や構造物 1 の姿勢などを設定し、測定条件に応じた制御データを生成する。第 2 記憶部 11 には、第 1 測定機 3、第 1 保持部 4、第 1 走査部 5、第 2 測定機 6、第 2 保持部 7 および第 2 走査部 8 の動作設定に関する制御データが、構造物 1 の種類ごとに格納されている。制御部 12 は、第 2 記憶部 11 に格納されている制御データに基づいて、第 1 測定機 3、第 1 保持部 4、第 1 走査部 5、第 2 測定機 6、第 2 保持部 7 および第 2 走査部 8 を制御し、構造物 1 の表面形状の測定を行う。

[0019] 測定結果処理部 13 は、各第 1 測定機 3 および各第 2 測定機 6 からそれぞれ送信される構造物 1 の各表面の形状測定結果を受信し、これらの測定結果に基づいて構造物 1 の表面検査を行う。表示部 14 は、測定結果処理部 13 により行われた構造物 1 の表面検査結果を表示する。第 3 記憶部 15 は、測定結果処理部 13 による構造物 1 の表面検査結果を記憶する。

[0020] 図 2 は、本発明の一実施形態に係る表面検査方法を用いた検査プロセスを示すブロック図である。図 2 では、一個の構造物 1 を被検査物とした場合の検査プロセスの一例を示している。

[0021] ステップ S100 において、被検査物である構造物 1 が製造ラインから払い出され、搬送路 2 により検査装置へと搬送される。ステップ S101 において、検査装置は、構造物 1 の検査を開始する。ステップ S102 において、検査装置は、制御部 12 により、被検査物である構造物 1 の種類を判別し、第 2 記憶部 11 に予め格納されている様々な種類の物体に関する制御データの中から、判別した構造物 1 の種類に対応する制御データ 104 を選択する。なお、構造物 1 の種類の判別は、オペレータ等からの入力情報に基づいて行ってもよいし、画像認識等により自動的行ってもよい。また、ステッ

プS 1 0 2の処理は、図2のようにステップS 1 0 0、S 1 0 1の処理と並行して行ってもよいし、あるいは、ステップS 1 0 0またはS 1 0 1の処理を実行した後に行ってもよい。

[0022] ステップS 1 0 3において、検査装置は、第1走査部5と第1保持部4を駆動することにより、構造物1を搬送ラインから抜き出す。具体的には、搬送路2を搬送中の構造物1を第1保持部4により保持（把持）し、その後に第1走査部5により第1保持部4と共に構造物1を第1の走査方向に沿って移動させることで、構造物1を搬送路2から抜き出す。このとき制御部12は、ステップS 1 0 2で選択した制御データ104に基づいて、第1走査部5と第1保持部4の動作を制御する。なお、制御データ104は、後述のように第1保持部4による構造物1の保持位置に関する情報を含む。そのため、制御データ104に基づいて第1保持部4の動作を制御することで、構造物1を抜き出す際に第1保持部4が適切な位置で構造物1を保持することができる。

[0023] ステップS 1 0 5において、検査装置は、第1走査部5により第1の走査方向に沿って移動中の構造物1の表面形状を、第1測定機3により測定する。このとき制御部12は、ステップS 1 0 2で選択した制御データ104に基づいて、各第1測定機3の動作を制御する。測定した結果は、形状測定データ106として、後述するステップS 1 1 5の処理に送られる。

[0024] ステップS 1 0 7において、検査装置は、ステップS 1 0 5で表面形状の測定を終えた構造物1の姿勢変換を行う。具体的には、前述の回転機構を用いて、構造物1を保持した状態の第1保持部4を所定の回転軸および回転角度で回転させることにより、構造物1の姿勢をそれまでの姿勢から変化させる。このとき制御部12は、ステップS 1 0 2で選択した制御データ104に基づいて、第1保持部4の動作を制御する。姿勢変換後の構造物1は、第1走査部5により第2の走査方向に沿って移動される。

[0025] ステップS 1 0 8において、検査装置は、第1走査部5により第2の走査方向に沿って移動中の構造物1の表面形状を、第1測定機3により測定する

。このとき制御部１２は、ステップＳ１０２で選択した制御データ１０４に基づいて、各第１測定機３の動作を制御する。測定した結果は、形状測定データ１０６として、後述するステップＳ１１５の処理に送られる。

[0026] ステップＳ１０９において、検査装置は、第１走査部５と第１保持部４を駆動して、構造物１を搬送路２上に置くことにより、構造物１を搬送ラインへと戻す。これにより、第１測定機３、第１保持部４および第１走査部５を用いた構造物１の表面形状の測定が終了する。

[0027] ステップＳ１１０において、検査装置は、第２走査部８と第２保持部７を駆動することにより、構造物１を搬送ラインから抜き出す。具体的には、搬送路２を搬送中の構造物１を第２保持部７により保持（把持）し、その後に第２走査部８により第２保持部７と共に構造物１を第３の走査方向に沿って移動させることで、構造物１を搬送路２から抜き出す。このとき制御部１２は、ステップＳ１０２で選択した制御データ１０４に基づいて、第２走査部８と第２保持部７の動作を制御する。なお、制御データ１０４は、後述のように第２保持部７による構造物１の保持位置に関する情報を含む。そのため、制御データ１０４に基づいて第２保持部７の動作を制御することで、ステップＳ１０３と同様に、構造物１を抜き出す際に第２保持部７が適切な位置で構造物１を保持することができる。

[0028] ステップＳ１１１において、検査装置は、第２走査部８により第３の走査方向に沿って移動中の構造物１の表面形状を、第２測定機６により測定する。このとき制御部１２は、ステップＳ１０２で選択した制御データ１０４に基づいて、各第２測定機６の動作を制御する。測定した結果は、形状測定データ１０６として、後述するステップＳ１１５の処理に送られる。

[0029] ステップＳ１１２において、検査装置は、ステップＳ１１１で表面形状の測定を終えた構造物１の姿勢変換を行う。具体的には、前述の回転機構を用いて、構造物１を保持した状態の第２保持部７を所定の回転軸および回転角度で回転させることにより、構造物１の姿勢をそれまでの姿勢から変化させる。このとき制御部１２は、ステップＳ１０２で選択した制御データ１０４

に基づいて、第2保持部7の動作を制御する。姿勢変換後の構造物1は、第2走査部8により第4の走査方向に沿って移動される。

[0030] ステップS113において、検査装置は、第2走査部8により第4の走査方向に沿って移動中の構造物1の表面形状を、第2測定機6により測定する。このとき制御部12は、ステップS102で選択した制御データ104に基づいて、各第2測定機6の動作を制御する。測定した結果は、形状測定データ106として、後述するステップS115の処理に送られる。

[0031] ステップS114において、検査装置は、第2走査部8と第2保持部7を駆動して、構造物1を搬送路2上に置くことにより、構造物1を搬送ラインへと戻す。これにより、第2測定機6、第2保持部7および第2走査部8を用いた構造物1の表面形状の測定が終了する。

[0032] ステップS115において、検査装置は、ステップS105、S108、S111およびS113の各形状測定処理で得られた形状測定データ106に基づいて、構造物1の表面形状の測定結果を算出する。次のステップS116において、検査装置は、測定結果処理部13により、第1記憶部9に記憶されている構造物1の形状データ119と、ステップS115で算出した表面形状の測定結果とを比較し、その比較結果に基づいて構造物1に対する表面形状の合否判定を行うことにより、構造物1の検査を行う。その結果、合格と判定した場合はステップS117に進み、不合格と判定した場合はステップS118に進む。

[0033] ステップS117において、検査装置は、構造物1の表面検査を終了し、合格品である構造物1の払い出しを行う。ステップS118において、検査装置は、不良品である構造物1を搬出して後工程から排除する。ステップS117またはS118の処理を終えることで、図2に示した構造物1の検査プロセスが完了する。

[0034] 次に、図2のブロック図で説明した検査プロセスにおいて用いられる制御データ104を算出する方法について説明する。図3は、本発明の一実施形態に係る制御データの算出プロセスを示すブロック図である。

- [0035] ステップS 1 2 0において、処理部 1 0は、第 1 記憶部 9に格納されている設計データのうち、制御データ 1 0 4の算出対象とする構造物 1に関する設計データを取り出す。ここで、第 1 記憶部 9には、互いに異なる三次元形状を有する複数種類の物体についての設計データが予め格納されており、この物体の中には構造物 1 も含まれる。ステップS 1 2 0で取り出された構造物 1 の設計データは、設計データ 1 2 1として、続くステップS 1 2 3の処理に送られる。なお、設計データ 1 2 1は、たとえば製品設計情報に記載されたC A D情報および型番情報などのように、検査対象である構造物 1 を特定するための形状データと固体番号を含むものとするのが好ましい。
- [0036] ステップS 1 2 3において、処理部 1 0は、設計データ 1 2 1の読み込みを行う。ステップS 1 2 4において、処理部 1 0は、ステップS 1 2 3で読み込んだ設計データ 1 2 1と、予め設定された各第 1 測定機 3と第 1 保持部 4の位置関係および各第 2 測定機 6と第 2 保持部 7の位置関係とに基づいて、構造物 1 に対する測定条件の設定を行う。ここでは、後で詳述するような方法により、測定時における各第 1 測定機 3および各第 2 測定機 6の測定範囲と、第 1 保持部 4、第 1 走査部 5、第 2 保持部 7および第 2 走査部 8によって制御される構造物 1 の姿勢とを、仮想的に設定する。なお、構造物 1 の姿勢には、第 1 保持部 4や第 2 保持部 7による構造物 1 の保持位置も含まれる。
- [0037] ステップS 1 2 5において、処理部 1 0は、ステップS 1 2 4で設定した測定条件に基づいて、構造物 1 の各表面における測定可能領域を算出する。ステップS 1 2 6において、処理部 1 0は、ステップS 1 2 5で算出した測定可能領域に基づいて、構造物 1 の各表面において第 1 測定機 3および第 2 測定機 6では測定できない死角領域の有無を判定する。その結果、死角領域ありと判定した場合はステップS 1 2 7に進み、死角領域なしと判定した場合はステップS 1 2 9に進む。具体的には、構造物 1 の表面のいずれか少なくとも一つにおいて測定可能領域に含まれない部分がある場合には、死角領域ありと判定してステップS 1 2 7に進む。一方、構造物 1 の全ての表面が

測定可能領域に含まれる場合には、死角領域なしと判定してステップS 1 2 9に進む。なお、ステップS 1 2 6では、第1保持部4や第2保持部7による構造物1の保持位置も考慮して、死角領域の有無を判定することが好ましい。

[0038] ステップS 1 2 7において、処理部10は、死角領域が最小であるか否かを判定する。その結果、死角領域が最小であると判定した場合はステップS 1 2 9に進み、最小でないと判定した場合はステップS 1 2 8に進む。ステップS 1 2 8では、ステップS 1 2 4で設定した測定条件を変更し、ステップS 1 2 5に戻る。以上説明したステップS 1 2 5～S 1 2 8の処理を繰り返すことにより、死角領域が最小となる測定条件が求められる。なお、ステップS 1 2 7では、死角領域が最小か否かを判定する代わりに、死角領域が所定の範囲内か否かを判定してもよい。このようにすれば、ステップS 1 2 5～S 1 2 8の処理を繰り返す回数を減らしつつ、所望の条件を満たす測定条件を求めることができる。

[0039] ステップS 1 2 9において、処理部10は、ステップS 1 2 4またはステップS 1 2 8で最後に設定した測定条件を、実測時における構造物1の測定条件として決定する。これにより、死角領域が最小または所定の範囲内となるように、構造物1に対する測定条件が決定される。

[0040] ステップS 1 3 0において、処理部10は、ステップS 1 2 9で決定した測定条件に基づいて、構造物1に対応する制御データ104を生成する。こうして生成される制御データ104は、構造物1の測定条件に関する情報として、各第1測定機3および各第2測定機6の測定範囲に関する情報や、第1保持部4、第1走査部5、第2保持部7および第2走査部8によって制御される構造物1の姿勢に関する情報や、第1保持部4および第2保持部7による構造物1の保持位置に関する情報などを含む。ステップS 1 3 0で生成した制御データ104は、第2記憶部11に格納される。

[0041] 処理部10は、様々な種類の物体について、以上説明した制御データの算出プロセスを事前に実行する。これにより、表面形状を測定する際の測定条

件に関する制御データが、各物体の種類ごとに対応して第2記憶部11に予め記憶される。こうして第2記憶部11に格納された様々な物体の制御データの中から、検査対象とされた構造物1に対応する制御データ104が、図2のステップS102において制御部12により選択される。選択された制御データ104は、前述のようにステップS103～S113の各処理において、第1測定機3、第1保持部4、第1走査部5、第2測定機6、第2保持部7および第2走査部8の動作制御に利用される。

[0042] 次に、上記の検査プロセスおよび制御データの算出プロセスにおける処理の詳細について説明する。まず、図4を参照して、図3のステップS124、S125における測定条件の設定および測定可能領域の算出の詳細について説明する。

[0043] ステップS124において、処理部10は、図1の検査装置における第1測定機3と第1保持部4の位置関係および第1保持部4の回転軸と、第2測定機6と第2保持部7の位置関係および第2保持部7の回転軸とに基づいて、第1測定機3、第2測定機6および構造物1の配置を設定する。そして、設定した配置に従って、各第1測定機3、各第2測定機6および構造物1を仮想空間上に配置することにより、測定条件の設定を行う。第1測定機3および第2測定機6には、たとえば、構造物1の表面を直交走査して計測を行うラインレーザ距離計などが用いられる。第1測定機3および第2測定機6の測定幅と走査範囲に基づいて、たとえば図4(a)に示すような測定範囲21が決定される。なお、同様の測定結果が得られるのであれば、ラインレーザ距離計以外のものを第1測定機3および第2測定機6として用いてもよい。

[0044] ステップS125において、処理部10は、ステップS124で設定された測定条件での配置に従って、構造物1に対する各第1測定機3および各第2測定機6の測定可能領域を仮想空間上で求める。たとえば図4(a)に示すように、第1測定機3または第2測定機6からy軸の負方向に向かって構造物1の測定が実施されるものとする。この場合、第1測定機3または第2

測定機 6 は、構造物 1 の上側表面、すなわち中心点から見て y 軸の正方向に位置する表面の形状を測定する。このときの上側表面における測定可能領域は、仮想空間上で測定範囲 2 1 を当該表面に投影することによって求められる。

[0045] ステップ S 1 2 5 では、以上説明したような処理を仮想空間上で各第 1 測定機 3 および各第 2 測定機 6 について行うことで、構造物 1 の各表面に対する測定可能領域を求める。その結果、たとえば図 4 (b) のように、各第 1 測定機 3 について破線枠で示すような測定範囲 2 1 a が仮想空間上で設定され、これらの測定範囲 2 1 a に対して構造物 1 の各表面の測定可能領域が求められる。なお、図 4 (b) では、図 2 のステップ S 1 0 5、S 1 0 8 において三個の第 1 測定機 3 をそれぞれ用いることで、図中の矢印に示す各方向から構造物 1 の表面形状を測定した場合の例を示している。また同様に、たとえば図 4 (c) のように、各第 2 測定機 6 について破線枠で示すような測定範囲 2 1 b が仮想空間上で設定され、これらの測定範囲 2 1 b に対して構造物 1 の各表面の測定可能領域が求められる。なお、図 4 (c) では、図 2 のステップ S 1 1 1、S 1 1 3 において二個の第 2 測定機 6 をそれぞれ用いることで、図中の矢印に示す各方向から構造物 1 の表面形状を測定した場合の例を示している。

[0046] 図 4 (b) の例において、各第 1 測定機 3 による測定可能領域は、測定範囲 2 1 a を x、y、z 軸それぞれの正負方向から構造物 1 の各表面に投影した領域として設定される。一方、図 4 (c) の例において、各第 2 測定機 6 による測定可能領域は、測定範囲 2 1 b を x、y、z 軸とは異なる方向から構造物 1 の各表面に投影した領域として設定される。なお、測定範囲 2 1 a、2 1 b の設定角度や設定数はこれらの例に限定されず、任意に設定可能である。

[0047] なお、ステップ S 1 2 4 では第 1 測定機 3 の測定条件のみを設定してもよい。この場合、ステップ S 1 2 5 において、処理部 1 0 は、ステップ S 1 2 4 で設定した測定条件に応じた第 1 測定機 3 の測定可能領域と設計データ 1

21の形状情報を比較することで、測定可能領域以外の部分を死角領域として算出する。そして、死角領域の有無を判定し、死角領域がない場合には、設定した測定条件で第1測定機3により構造物1の各表面を死角なく測定可能であるため、ステップS129において、その測定条件を最終的な測定条件として設定する。その後、ステップS130において、この測定条件における測定範囲および構造物1の姿勢に基づいて、第1測定機3の測定範囲および第1保持部4の回転軸の条件を決定し、制御データ104を生成する。

[0048] しかしながら、構造物1が複雑な形状、たとえばコの字型に入り組んだような形状を有している場合には、第1測定機3の測定範囲21aに対して構造物1自身が影となることで、いずれかの表面において死角領域となる部分が発生する。この場合、ステップS128において、処理部10は、ステップS124で設定した第1測定機3の測定条件に加えて、第2測定機6の測定条件をさらに設定することで、測定条件の変更を行う。これにより、続くステップS125において、第1測定機3による測定範囲21aと第2測定機6による測定範囲21bとを仮想空間上にそれぞれ設定し、これらの測定範囲に対する測定可能領域を算出する。そして、ステップS120において死角領域の有無を判定し、死角領域がない場合には、ステップS129において、その測定条件を最終的な測定条件として設定する。その後、ステップS130において、この測定条件における測定範囲および構造物1の姿勢に基づいて、第1測定機3の測定範囲および第1保持部4の回転軸の条件と、第2測定機6の測定範囲および第2保持部7の回転軸の条件とを決定し、制御データ104を生成する。

[0049] さらに、上記の処理を行ってもまだ死角領域が残っている場合には、処理部10は、再びステップS128の処理を実行することで測定条件を変更する。これにより、第1測定機3の測定範囲、第1保持部4の回転軸、第2測定機6の測定範囲、第2保持部7の回転軸のいずれか少なくとも一つが変更される。その後は、同様にステップS125において測定可能領域を算出した後、ステップS126において死角領域を算出し、死角領域の有無を

判定する。その結果、死角領域が存在する場合には、ステップS 1 2 7において測定条件の変更前後における死角領域を比較し、現在の測定条件による死角領域が最小であるかを判定する。このようにして、ステップS 1 2 6で死角領域がなくなったと判定されるか、あるいはS 1 2 7において死角領域が最小と判定されるまで、処理部10はステップS 1 2 8およびステップS 1 2 5の処理を繰り返す。

[0050] 以上により、構造物1の各表面において第1測定機3および第2測定機6が測定できない死角領域がなくなるか、または最小となるように、検査装置の測定条件が決定される。この測定条件に応じて、第1測定機3の測定範囲、第1把持部4の回転軸、第2測定機6の測定範囲、第2把持部7の回転軸の条件が決定され、制御データ104として各装置の制御に反映される。

[0051] 次に、図5から図7を参照して、図2のステップS 1 0 3からステップS 1 0 9における構造物1の姿勢制御および表面形状測定の詳細について説明する。図5は、第1の走査方向に沿って構造物1が移動する際の構造物1の姿勢と第1測定機3の測定範囲を示す図である。図6は、第1保持部4による構造物1の姿勢変換の様子を示す図である。図7は、第2の走査方向に沿って構造物1が移動する際の構造物1の姿勢と第1測定機3の測定範囲を示す図である。なお、図5(a)、図6(a)および図7(a)では、構造物1、第1測定機3、第1保持部4および第1走査部5を上方からz軸負方向に沿って見た平面図により、これらの位置関係を示している。一方、図5(b)、図6(b)および図7(b)では、構造物1、第1測定機3、第1保持部4および第1走査部5を前方からx軸負方向に沿って見た正面図により、これらの位置関係を示している。

[0052] ステップS 1 0 3において、検査装置は、構造物1を保持(把持)した状態で第1保持部4を移動させることで、構造物1を搬送路2から抜き出す。このとき第1保持部4は、たとえば図5(a)、(b)に示すように、x軸とy軸に対してそれぞれ45°の方向で構造物1を把持し、この把持方向に直交する平面内で構造物1を回転可能な状態とする。こうして構造物1を第

1 保持部 4 により保持した状態で第 1 走査部 5 を駆動することで、第 1 保持部 4 と共に構造物 1 を第 1 の走査方向、すなわち図 5 (a)、(b) の x 軸正方向に沿って移動させる。

[0053] ステップ S 1 0 5 において、検査装置は、図 5 (a)、(b) に示すように、構造物 1 に対して z 軸上方に配置された第 1 測定機 3 と、y 軸方向に構造物 1 を挟んで配置された二つの第 1 測定機 3 とを用いて、第 1 の走査方向に沿って移動中の構造物 1 の各表面形状を測定する。構造物 1 に対して z 軸上方に配置された第 1 測定機 3 は、構造物 1 に向けて z 軸負方向に測定範囲を有しており、構造物 1 を y 軸方向に挟んで配置された二つの第 1 測定機 3 は、構造物 1 に向けて y 軸正負方向に測定範囲をそれぞれ有している。ここで前述のように、第 1 測定機 3 には、たとえば構造物 1 の表面を直交走査して計測を行うラインレーザ距離計などが用いられる。なお、第 1 測定機 3 の配置や測定方向は図 5 (a)、(b) の例に限らず、任意の配置や測定方向とすることができる。また、第 1 測定機 3 の配置数も図 5 (a)、(b) のように三台に限らず、たとえば二台または四台以上などの任意の台数としてよい。

[0054] 第 1 測定機 3 による構造物 1 の測定が完了し、構造物 1 が第 1 走査部 5 の所定位置まで移動されると、ステップ S 1 0 7 の処理が開始される。ステップ S 1 0 7 において、検査装置は、第 1 保持部 4 による構造物 1 の姿勢変換を行う。このとき第 1 保持部 4 は、上記のように x 軸と y 軸に対してそれぞれ 45° の方向で構造物 1 を把持した状態で、この把持方向を回転軸として、図 6 (a) (b) に示すような回転動作を行うことにより、構造物 1 の姿勢を変化させる。こうした回転動作を回転軸周りに 180° 行うことで、構造物 1 の姿勢が図 7 (a)、(b) に示すような状態へと変化する。その結果、続いて行われるステップ S 1 0 8 の形状測定時には、構造物 1 についてステップ S 1 0 5 とは異なる面領域の形状測定が可能となる。なお、第 1 保持部 4 による構造物 1 の回転角および回転方向は、上記の例に限るものではない。すなわち、構造物 1 において姿勢変化の前後で異なる面の測定が可能

であれば、任意の回転角や回転方向としてよい。また、第1保持部4の回転軸は一つに限らず、複数の回転軸を有する構成としてもよい。

[0055] ステップS107で姿勢変換が完了した後、構造物1が第2の走査方向に沿って移動されると、ステップS108において、検査装置は、図7(a)、(b)に示すように、前述した三つの第1測定機3を用いて、第2の走査方向に沿って移動中の構造物1の各表面形状を測定する。これにより、ステップS105で測定したのとは異なる表面について、構造物1の表面形状が測定される。

[0056] 以上説明したステップS105およびS108の測定処理により、構造物1の六面、すなわち上下、左右および前後の各表面についての形状測定が行われる。その後、ステップS109において、検査装置は、第1保持物4による構造物1の把持を解放し、構造物1を搬送路2へと戻す。

[0057] 次に、図8から図10を参照して、図2のステップS110からステップS114における構造物1の姿勢制御および表面形状測定の詳細について説明する。図8は、第3の走査方向に沿って構造物1が移動する際の構造物1の姿勢と第2測定機6の測定範囲を示す図である。図9は、第2保持部7による構造物1の姿勢変換の様子を示す図である。図10は、第4の走査方向に沿って構造物1が移動する際の構造物1の姿勢と第2測定機6の測定範囲を示す図である。なお、図8(a)、図9(a)および図10(a)では、構造物1、第2測定機6、第2保持部7および第2走査部8を上方からz軸負方向に沿って見た平面図により、これらの位置関係を示している。一方、図8(b)、図9(b)および図10(b)では、構造物1、第2測定機6、第2保持部7および第2走査部8を前方からx軸負方向に沿って見た正面図により、これらの位置関係を示している。

[0058] ステップS110において、検査装置は、構造物1を保持(支持)した状態で第2保持部7を移動させることで、構造物1を搬送路2から抜き出す。このとき第2保持部7は、たとえば図8(a)、(b)に示すように、上面に載置された構造物1を下からz軸正方向に向かって支持し、この支持方向

に直交する平面内で構造物 1 を回転可能な状態とする。こうして構造物 1 を第 2 保持部 7 により保持した状態で第 2 走査部 8 を駆動することで、第 2 保持部 7 と共に構造物 1 を第 3 の走査方向、すなわち図 8 (a)、(b) の x 軸正方向に沿って移動させる。

[0059] ステップ S 1 1 1 において、検査装置は、図 8 (a)、(b) に示すように、構造物 1 に対して y 軸方向に構造物 1 を挟んで配置された二つの第 2 測定機 6 を用いて、第 3 の走査方向に沿って移動中の構造物 1 の各表面形状を測定する。二つの第 2 測定機 6 は、第 1 測定機 3 での死角領域を測定できるように、構造物 1 に向けて y 軸正負方向に測定範囲をそれぞれ有している。ここで前述のように、第 2 測定機 6 には第 1 測定機 3 と同様に、たとえば構造物 1 の表面を直交走査して計測を行うラインレーザ距離計などが用いられる。なお、第 1 測定機 3 と同様に、第 2 測定機 6 の配置や測定方向は図 8 (a)、(b) の例に限らず、任意の配置や測定方向とすることができる。また、第 2 測定機 6 の配置数も図 8 (a)、(b) のように二台に限らず、たとえば一台または三台以上などの任意の台数としてよい。

[0060] 第 2 測定機 6 による構造物 1 の測定が完了し、構造物 1 が第 2 走査部 8 の所定位置まで移動されると、ステップ S 1 1 2 の処理が開始される。ステップ S 1 1 2 において、検査装置は、第 2 保持部 7 による構造物 1 の姿勢変換を行う。このとき第 2 保持部 7 は、上記のように z 軸正方向に向けて構造物 1 を支持した状態で、この支持方向を回転軸として、図 9 (a) (b) に示すような回転動作を行うことにより、ステップ S 1 0 7 とは異なる回転軸で構造物 1 の姿勢を変化させる。こうした回転動作を回転軸周りに 90° 行うことで、構造物 1 の姿勢が図 10 (a)、(b) に示すような状態へと変化する。その結果、続いて行われるステップ S 1 1 3 の形状測定時には、構造物 1 についてステップ S 1 1 1 とは異なる面領域の形状測定が可能となる。なお、第 2 保持部 7 による構造物 1 の回転角および回転方向は、上記の例に限るものではない。すなわち、構造物 1 において姿勢変化の前後で異なる面の測定が可能であれば、任意の回転角や回転方向としてよい。また、第 2 保

持部 7 の回転軸は一つに限らず、複数の回転軸を有する構成としてもよい。

[0061] ステップ S 1 1 2 で姿勢変換が完了した後、構造物 1 が第 4 の走査方向に沿って移動されると、ステップ S 1 1 3 において、検査装置は、図 1 0 (a)、(b) に示すように、前述した二つの第 2 測定機 6 を用いて、第 4 の走査方向に沿って移動中の構造物 1 について、各表面の入り組んだ構造部分における形状を測定する。これにより、ステップ S 1 1 1 で測定したのとは異なる表面について、第 1 測定機 3 での死角領域を測定できるように、構造物 1 の表面形状が測定される。

[0062] 以上説明したステップ S 1 1 1 および S 1 1 3 の測定処理により、ステップ S 1 0 5 および S 1 0 8 では測定できなかった構造物 1 の死角領域についての形状測定が行われる。その後、ステップ S 1 1 4 において、検査装置は、第 2 保持物 7 による構造物 1 の支持を解放し、構造物 1 を搬送路 2 へと戻す。

[0063] 以上説明したように、検査装置は、構造物 1 を異なる回転軸でそれぞれ回転させることにより姿勢変換を行い、それぞれの姿勢変化の前後で構造物 1 の各表面形状を測定する。これにより、構造物 1 の全表面に対して、死角領域を最小限とした形状測定が完了する。その後、ステップ S 1 1 6 において、測定結果処理部 1 3 は、得られた各表面の形状測定データ 1 0 6 に基づいて、構造物 1 の表面形状の合否判定を行う。ここでは、たとえば、構造物 1 の設計情報などから抽出した形状データ 1 1 9 と、形状測定データ 1 0 6 とを比較する。その結果、これらのデータ間における各部分形状の偏差が所定の値以内であれば合格と判定し、所定の値を超えれば不合格と判定する。なお、表面形状の合否判定方法はこれに限らない。たとえば、形状測定データ 1 0 6 から構造物 1 の局所変位や局所曲率などを求め、これらが所定の値を超えれば不合格と判定するなど、目的に沿った任意の判定方法を採用することができる。また、複数の形状測定データ 1 0 6 を所定の基準座標に基づいて合成し、全表面形状を算出してから合否判定を実施してもよい。あるいは、各形状測定データ 1 0 6 を個別に合否判定し、その判定結果を総合して全

体形状の可否を判定してもよい。

[0064] 以上説明した本発明の一実施形態によれば、以下の作用効果を奏する。

[0065] (1) 検査装置は、第1走査部5と、第1測定機3と、第1保持部4と、第2走査部8と、第2測定機6と、第2保持部7とを備える。第1走査部5は、被検査物である構造物1を第1および第2の走査方向に沿ってそれぞれ移動させる(ステップS103、S107)。第1測定機3は、構造物1が第1の走査方向に沿って移動する際に、構造物1の第1の表面の形状を測定し(ステップS105)、構造物1が第2の走査方向に沿って移動する際に、第1の表面とは異なる構造物1の第2の表面の形状を測定する(ステップS108)。第1保持部4は、第1の表面の形状測定後かつ第2の表面の形状測定前に、構造物1を保持した状態で第1の回転軸を中心に回転して構造物1の姿勢変換を行う(ステップS107)。第2走査部8は、構造物1を第3および第4の走査方向に沿ってそれぞれ移動させる(ステップS110、S112)。第2測定機6は、構造物1が第3の走査方向に沿って移動する際に、構造物1の第3の表面の形状を測定し(ステップS111)、構造物1が第4の走査方向に沿って移動する際に、第3の表面とは異なる構造物1の第4の表面の形状を測定する(ステップS113)。第2保持部7は、第3の表面の形状測定後かつ第4の表面の形状測定前に、構造物1を保持した状態で第1の回転軸とは異なる第2の回転軸を中心に回転して構造物1の姿勢変換を行う(ステップS112)。そして、測定結果処理部13により、第1、第2、第3および第4の表面の形状測定結果に基づいて、構造物1を検査する(ステップS116)。このようにしたので、複雑な三次元形状を有する被検査物の表面形状を高精度で洩れなく測定し、信頼性の高い検査を実現することができる。

[0066] (2) 検査装置は、第2記憶部11と、制御部12とをさらに備える。第2記憶部11は、構造物1の第1、第2、第3および第4の表面の形状をそれぞれ測定する際の測定条件に関する制御データ104を記憶する。制御部12は、ステップS103～S113の各処理において、制御データ104に

基づいて、第1測定機3、第1保持部4、第2測定機6および第2保持部7を制御する。このようにしたので、第1測定機3、第1保持部4、第2測定機6および第2保持部7の各機器を適切に制御して、構造物1の検査を行うことができる。

[0067] (3) 構造物1は、互いに異なる三次元形状を有する複数種類の物体のいずれかである。検査装置は、図3に示した制御データの算出プロセスを処理部10において事前に行うことで、第1、第2、第3および第4の表面の形状をそれぞれ測定する際の測定条件に関する制御データを、構造物1の種類ごとに対応して第2記憶部11に予め記憶しておく。そして制御部12により、構造物1の種類を判別し、第2記憶部11に記憶された制御データの中から、判別した構造物1の種類に対応する制御データ104を選択する(ステップS102)。制御部12は、ステップS103～S113の各処理において、ステップS102で選択した制御データ104に基づいて、第1測定機3および第2測定機6の動作と、第1保持部4および第2保持部7の動作に応じた構造物1の姿勢とを制御する。このようにしたので、互いに異なる形状を有する様々な種類の被検査物が存在する場合にも対応できる。

[0068] (4) 検査装置は、ステップS105、S108において、第1の回転軸を中心に回転可能な第1保持部4で構造物1を保持した状態で、構造物1を第1および第2の走査方向に沿って移動させることにより、第1および第2の表面の形状をそれぞれ測定する際の構造物1の姿勢を制御する。また、ステップS111、S113において、第2の回転軸を中心に回転可能な第2保持部7で構造物1を保持した状態で、構造物1を第3および第4の走査方向に沿って移動させることにより、第3および第4の表面の形状をそれぞれ測定する際の構造物1の姿勢を制御する。これらの処理で用いられる制御データ104は、第1保持部4および第2保持部7による構造物1の保持位置に関する情報を含む。このようにしたので、第1保持部4および第2保持部7が適切な位置で構造物1をそれぞれ保持することができる。

[0069] (5) 検査装置は、処理部10により、第1測定機3と第2測定機6の測定

範囲および構造物 1 の姿勢を仮想的に設定し（ステップ S 1 2 4）、設定した第 1 測定機 3 と第 2 測定機 6 の測定範囲および構造物 1 の姿勢と、構造物の設計データとに基づいて、第 1、第 2、第 3 および第 4 の表面における測定可能領域をそれぞれ算出する（ステップ S 1 2 5）。そして、算出した測定可能領域に基づいて測定条件を決定し、決定した測定条件に基づいて制御データ 1 0 4 を生成する（ステップ S 1 3 0）。具体的には、ステップ S 1 2 5 で算出した測定可能領域に基づいて、第 1、第 2、第 3 および第 4 の表面について第 1 測定機 3 および第 2 測定機 6 が測定できない死角領域をそれぞれ判定し、この死角領域が最小または所定の範囲内となるように、測定条件を決定する（ステップ S 1 2 6 ～ S 1 2 9）。このようにしたので、複雑な三次元形状を有する構造物 1 に対して、測定時の死角領域が最小限となるような制御データを自動的に生成できる。

[0070] 以上説明したように、本実施形態による検査装置では、複雑な三次元形状をした構造物 1 に対して死角領域がなるべく発生しないように、測定時に用いられる各装置の制御を行うことができる。そのため、見落としが少なく信頼性の高い全表面検査が可能となる。あるいは、死角領域を明確にして各装置を制御することで、オペレータ等に死角領域を明示してもよい。

[0071] なお、本実施形態では、図 1 に示したように、第 1 走査部 5 および第 2 走査部 8 が搬送路 2 に対してそれぞれ直交する方向に配置されており、第 1、第 2、第 3 および第 4 の走査方向として、構造物 1 がこの方向に沿って移動する例を説明したが、本発明はこれに限定されない。上記で説明したのと同様の測定が可能であれば、第 1 走査部 5 や第 2 走査部 8 を任意の配置とし、第 1、第 2、第 3 および第 4 の走査方向をそれぞれ任意の方向に設定してよい。また、本実施形態では、二つの走査部として第 1 走査部 5 および第 2 走査部 8 を設け、これにより第 1、第 2、第 3 および第 4 の走査方向を実現した例を説明したが、本発明はこれに限定されない。たとえば、三つ以上の走査部を設けることでより多くの走査方向を設定してもよいし、一つの走査部で第 1、第 2、第 3 および第 4 の走査方向を全て実現してもよい。

[0072] 本発明は上記の実施形態に限定されるものではない。本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の態様も本発明の範囲内に含まれる。

[0073] 次の優先権基礎出願の開示内容は引用文としてここに組み込まれる。

日本国特許出願 2015 年第 227433 号（2015 年 11 月 20 日出願）

符号の説明

- [0074]
- 1 . . . 構造物
 - 2 . . . 搬送路
 - 3 . . . 第 1 測定機
 - 4 . . . 第 1 保持部
 - 5 . . . 第 1 走査部
 - 6 . . . 第 2 測定機
 - 7 . . . 第 2 保持部
 - 8 . . . 第 2 走査部
 - 9 . . . 第 1 記憶部
 - 10 . . . 処理部
 - 11 . . . 第 2 記憶部
 - 12 . . . 制御部
 - 13 . . . 測定結果処理部
 - 14 . . . 表示部
 - 15 . . . 第 3 記憶部

請求の範囲

[請求項1]

被検査物を第1の走査方向に沿って移動させ、

前記被検査物が前記第1の走査方向に沿って移動する際に、前記被検査物の第1の表面の形状を測定機により測定し、

前記第1の表面の形状測定後、前記被検査物を第1の回転軸で回転させ、

前記第1の回転軸で回転させた後、前記被検査物を第2の走査方向に沿って移動させ、

前記被検査物が前記第2の走査方向に沿って移動する際に、前記第1の表面とは異なる前記被検査物の第2の表面の形状を測定機により測定し、

前記第2の表面の形状測定後、前記被検査物を第3の走査方向に沿って移動させ、

前記被検査物が前記第3の走査方向に沿って移動する際に、前記被検査物の第3の表面の形状を測定機により測定し、

前記第3の表面の形状測定後、前記被検査物を前記第1の回転軸とは異なる第2の回転軸で回転させ、

前記第2の回転軸で回転させた後、前記被検査物を第4の走査方向に沿って移動させ、

前記被検査物が前記第4の走査方向に沿って移動する際に、前記第3の表面とは異なる前記被検査物の第4の表面の形状を測定機により測定し、

前記第1、第2、第3および第4の表面の形状測定結果に基づいて、前記被検査物を検査する表面検査方法。

[請求項2]

請求項1に記載の表面検査方法において、

前記被検査物は、互いに異なる三次元形状を有する複数種類の物体のいずれかであり、

前記第1、第2、第3および第4の表面の形状をそれぞれ測定する

際の測定条件に関する制御データを、前記被検査物の種類ごとに対応して記憶部に予め記憶しておき、

前記被検査物の種類を判別し、

前記記憶部に記憶された前記制御データの中から、判別した前記被検査物の種類に対応する制御データを選択し、

選択した前記制御データに基づいて、前記測定機の動作および前記被検査物の姿勢を制御する表面検査方法。

[請求項3] 請求項2に記載の表面検査方法において、

前記第1の回転軸を中心に回転可能な第1保持部で前記被検査物を保持した状態で、前記被検査物を前記第1および第2の走査方向に沿って移動させることにより、前記第1および第2の表面の形状をそれぞれ測定する際の前記被検査物の姿勢を制御し、

前記第2の回転軸を中心に回転可能な第2保持部で前記被検査物を保持した状態で、前記被検査物を前記第3および第4の走査方向に沿って移動させることにより、前記第3および第4の表面の形状をそれぞれ測定する際の前記被検査物の姿勢を制御し、

前記制御データは、前記第1保持部および前記第2保持部による前記被検査物の保持位置に関する情報を含む表面検査方法。

[請求項4] 請求項2または3に記載の表面検査方法において、

前記測定機の測定範囲および前記被検査物の姿勢を仮想的に設定し、

設定した前記測定機の測定範囲および前記被検査物の姿勢と、前記被検査物の設計データとに基づいて、前記第1、第2、第3および第4の表面における測定可能領域をそれぞれ算出し、

算出した前記測定可能領域に基づいて、前記測定条件を決定し、

決定した前記測定条件に基づいて、前記制御データを生成する表面検査方法。

[請求項5] 請求項4に記載の表面検査方法において、

算出した前記測定可能領域に基づいて、前記第 1、第 2、第 3 および第 4 の表面について前記測定機が測定できない死角領域をそれぞれ判定し、

前記死角領域が最小または所定の範囲内となるように、前記測定条件を決定する表面検査方法。

[請求項6] 被検査物を第 1 および第 2 の走査方向に沿ってそれぞれ移動させる第 1 走査部と、

前記被検査物が前記第 1 の走査方向に沿って移動する際に、前記被検査物の第 1 の表面の形状を測定し、前記被検査物が前記第 2 の走査方向に沿って移動する際に、前記第 1 の表面とは異なる前記被検査物の第 2 の表面の形状を測定する第 1 測定機と、

前記第 1 の表面の形状測定後かつ前記第 2 の表面の形状測定前に、前記被検査物を保持した状態で第 1 の回転軸を中心に回転して前記被検査物の姿勢変換を行う第 1 保持部と、

前記被検査物を第 3 および第 4 の走査方向に沿ってそれぞれ移動させる第 2 走査部と、

前記被検査物が前記第 3 の走査方向に沿って移動する際に、前記被検査物の第 3 の表面の形状を測定し、前記被検査物が前記第 4 の走査方向に沿って移動する際に、前記第 3 の表面とは異なる前記被検査物の第 4 の表面の形状を測定する第 2 測定機と、

前記第 3 の表面の形状測定後かつ前記第 4 の表面の形状測定前に、前記被検査物を保持した状態で前記第 1 の回転軸とは異なる第 2 の回転軸を中心に回転して前記被検査物の姿勢変換を行う第 2 保持部と、を備え、

前記第 1、第 2、第 3 および第 4 の表面の形状測定結果に基づいて、前記被検査物を検査する表面検査装置。

[請求項7] 請求項 6 に記載の表面検査装置において、

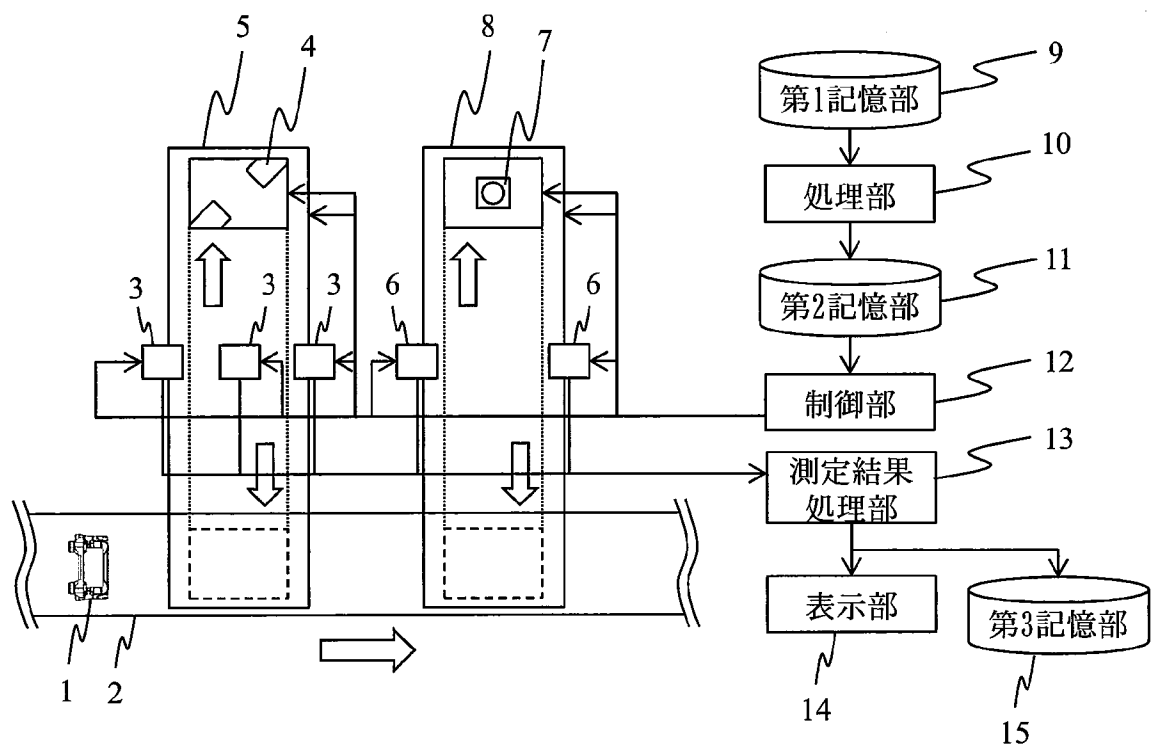
前記第 1、第 2、第 3 および第 4 の表面の形状をそれぞれ測定する

際の測定条件に関する制御データを記憶する記憶部と、

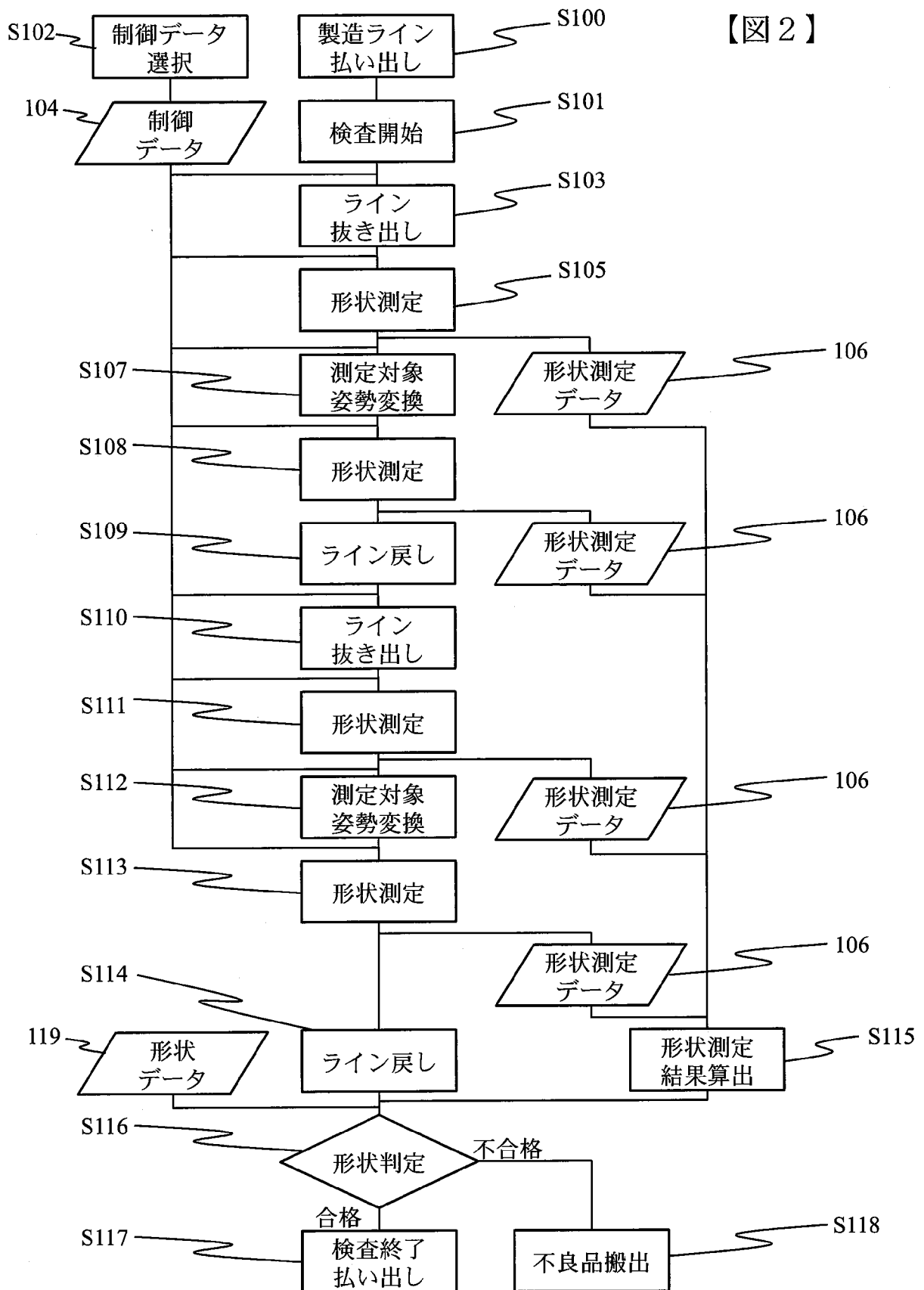
前記制御データに基づいて、前記第 1 測定機、前記第 1 保持部、前記第 2 測定機および前記第 2 保持部を制御する制御部と、をさらに備える表面検査装置。

【図1】

【図 1】

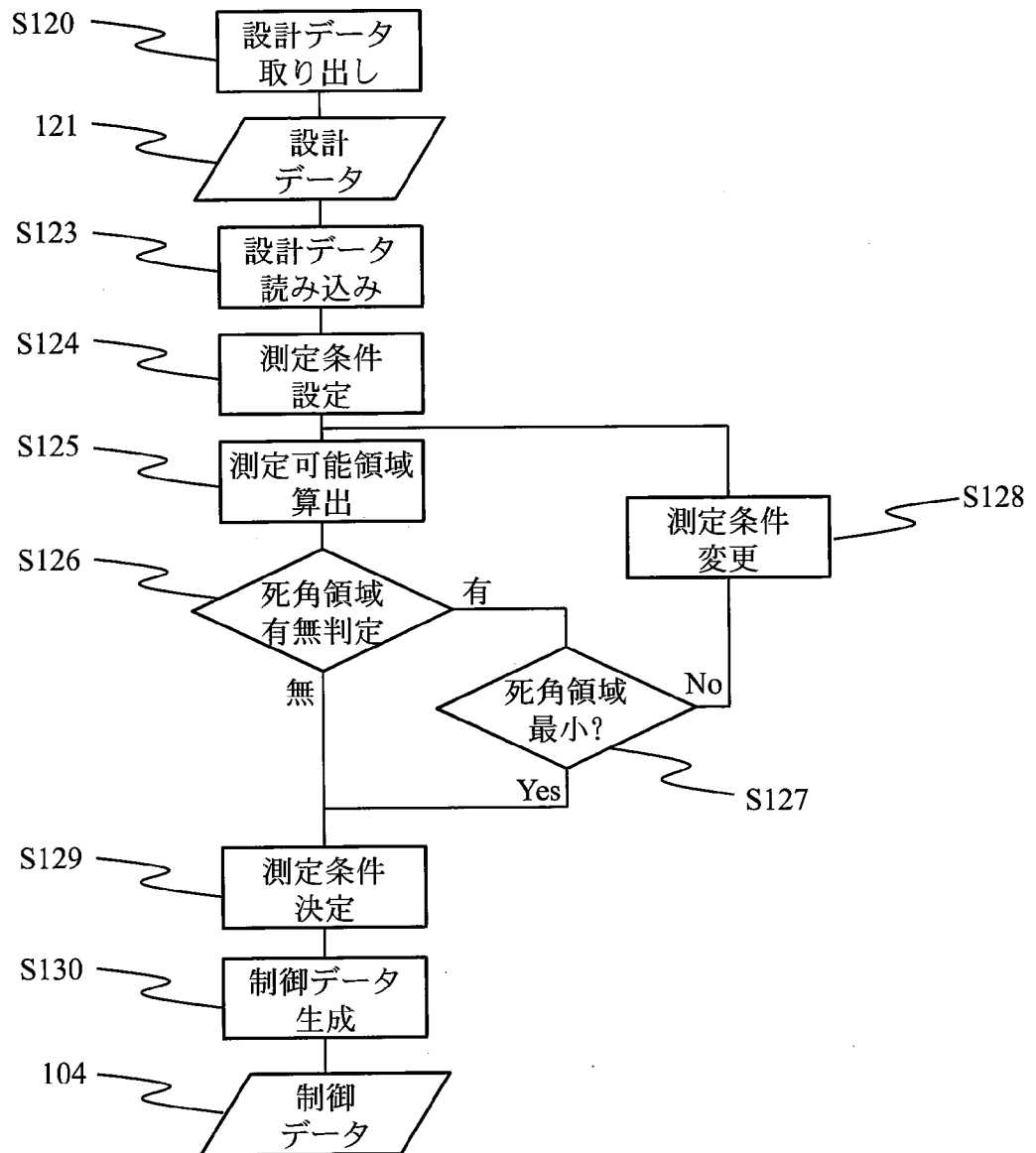


【図2】



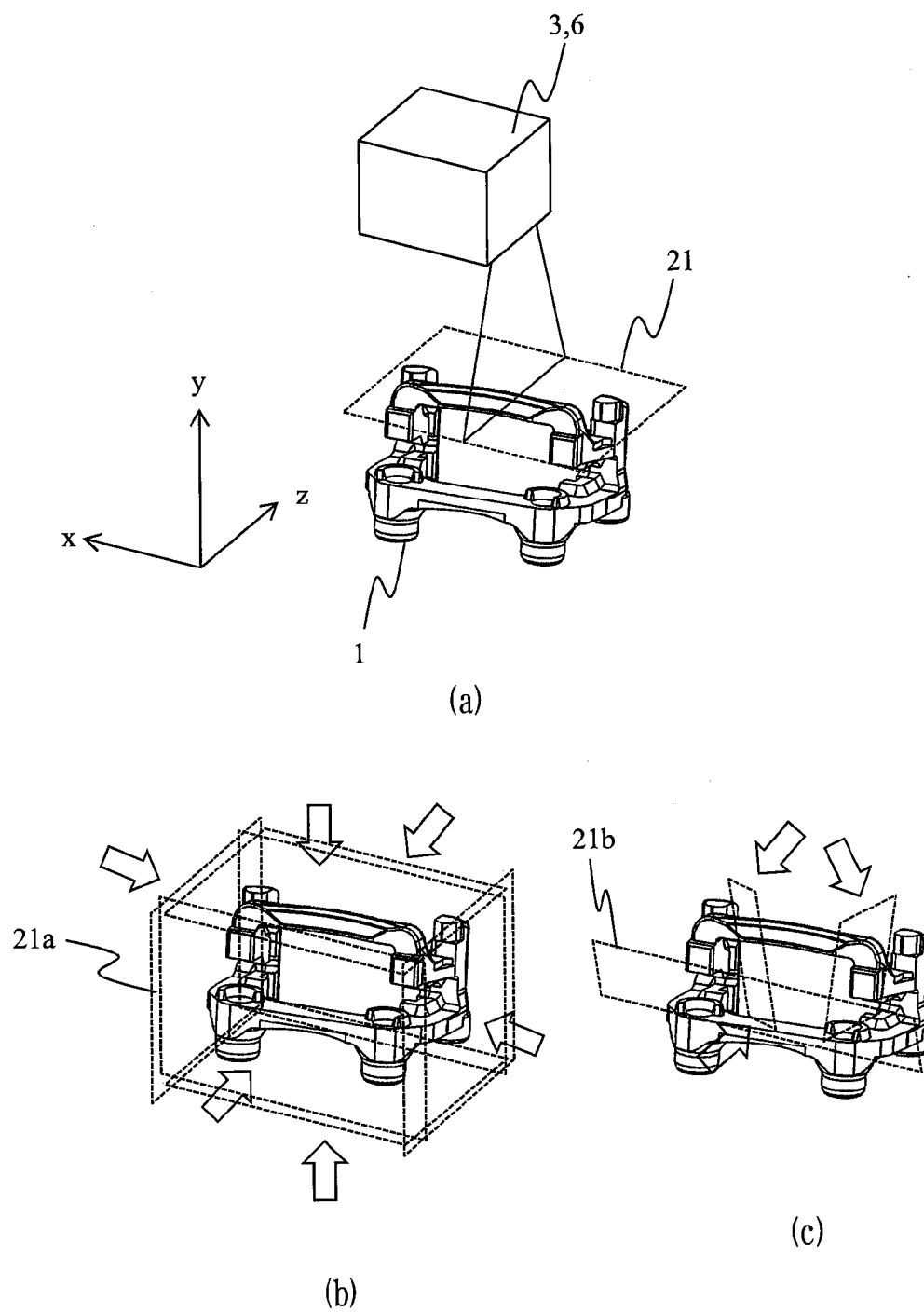
[図3]

【図3】



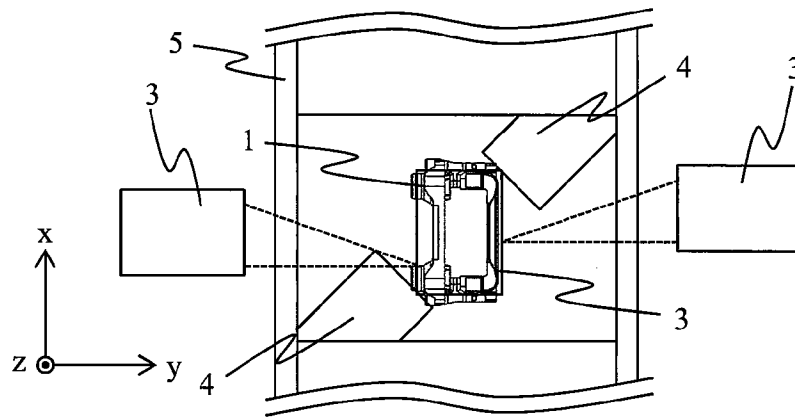
[図4]

【図4】

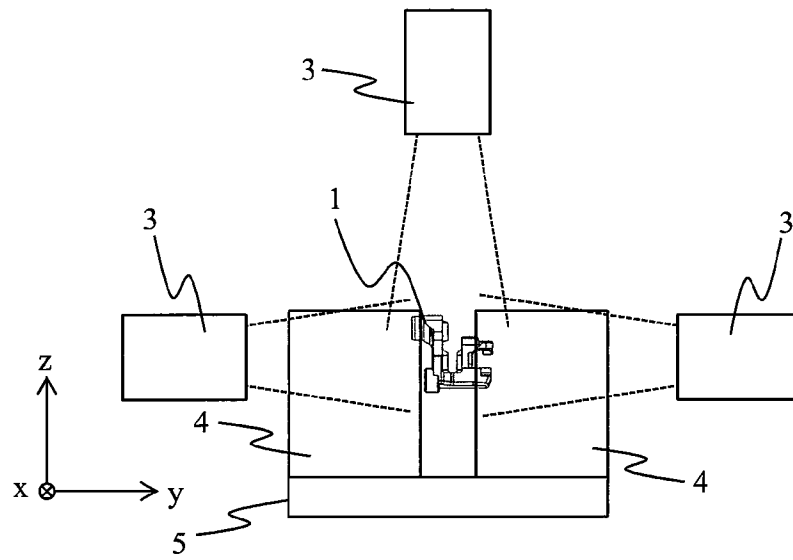


[図5]

【図 5】



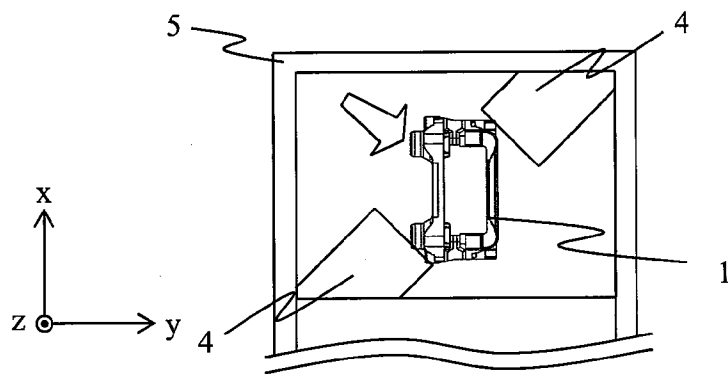
(a)



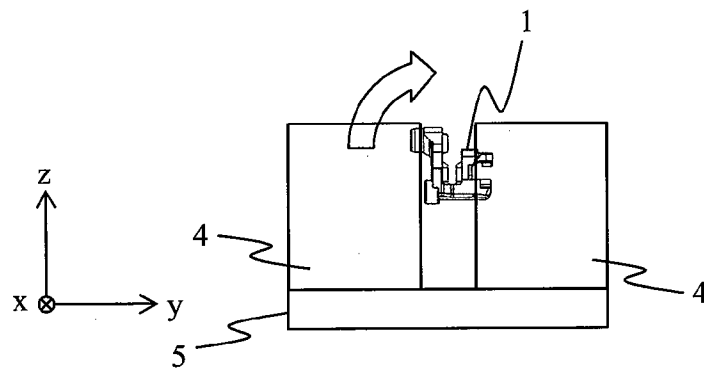
(b)

[図6]

【図 6】



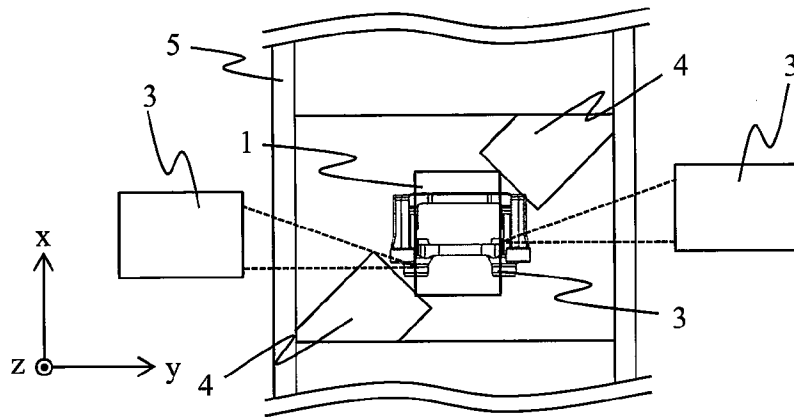
(a)



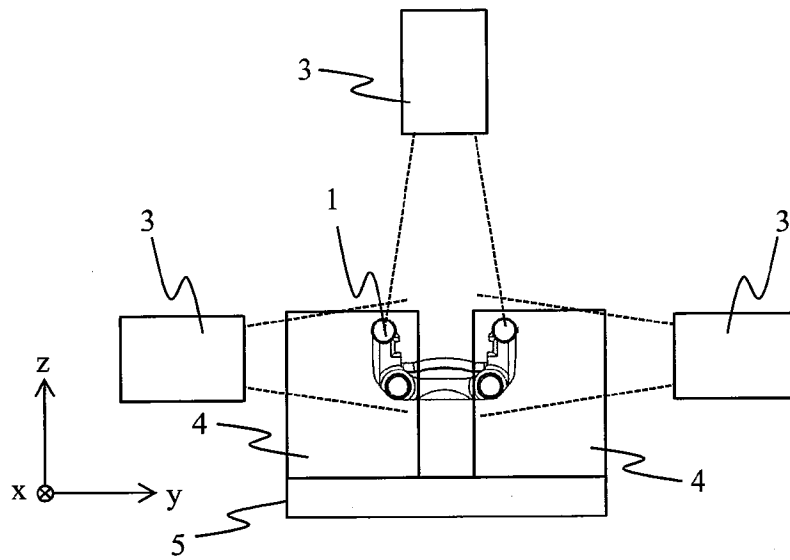
(b)

[図7]

【図 7】



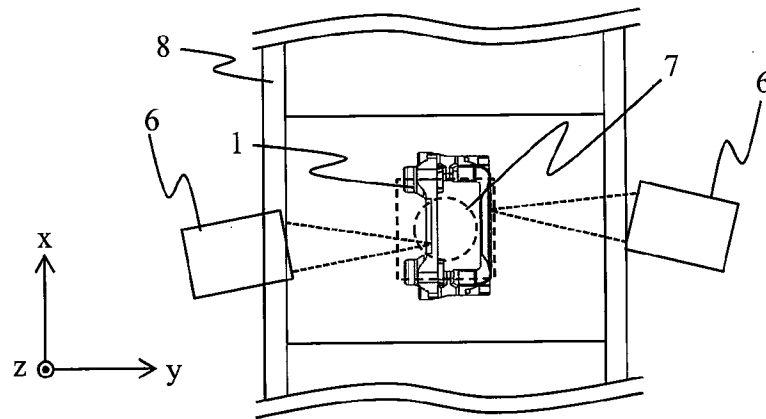
(a)



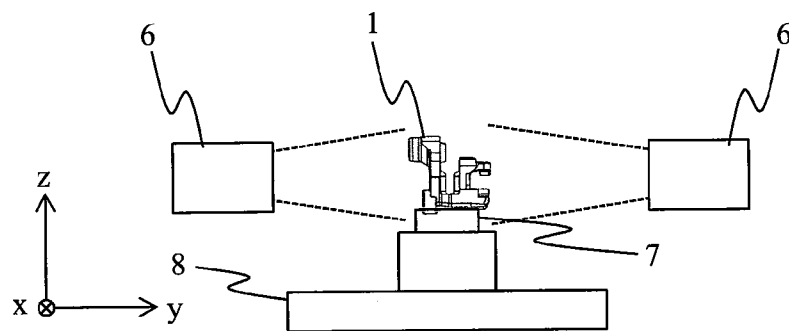
(b)

[図8]

【図 8】



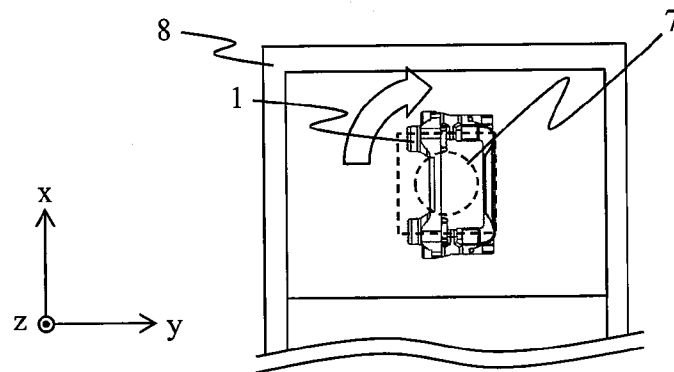
(a)



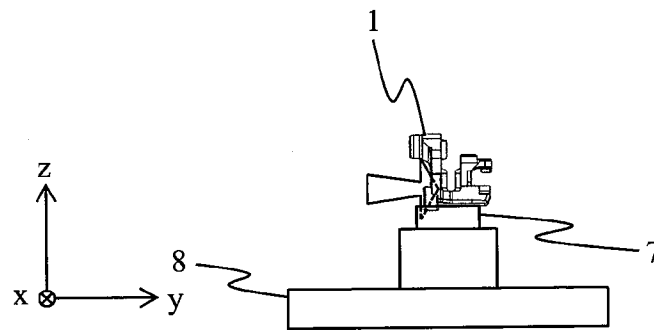
(b)

[図9]

【図 9】



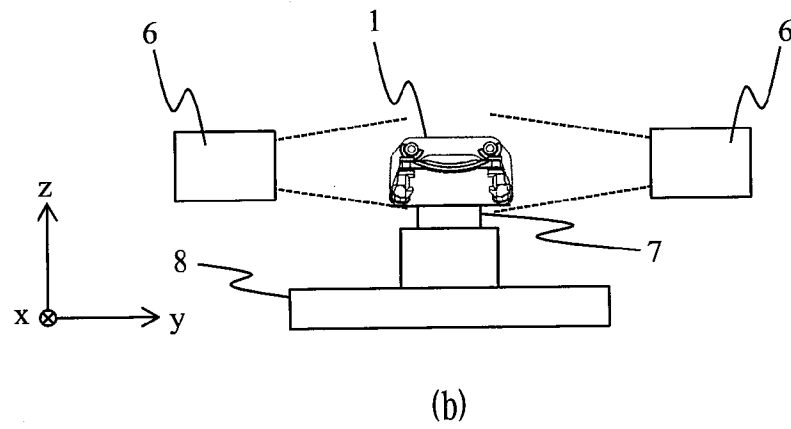
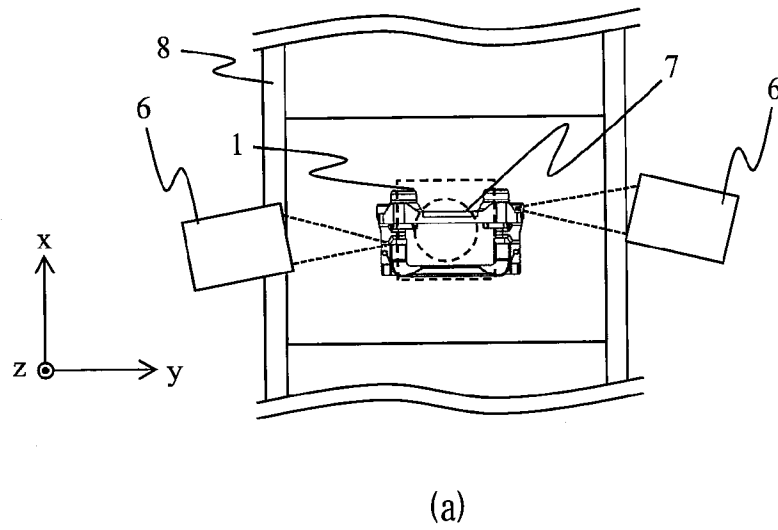
(a)



(b)

[図10]

【図 10】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/084426

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B11/24(2006.01)i, G01B21/20(2006.01)i, G01N21/88(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)

G01B11/00-11/30, G01B21/00-21/32, G01N21/84-21/958

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 2009-188175 A (Tokyo Seimitsu Co., Ltd.), 20 August 2009 (20.08.2009), paragraphs [0031] to [0036]; fig. 8 (Family: none)	1-7
A	JP 2003-148951 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 21 May 2003 (21.05.2003), paragraph [0022]; fig. 2 (Family: none)	1-7
A	JP 2012-198162 A (Pulstec Industrial Co., Ltd.), 18 October 2012 (18.10.2012), paragraph [0079] (Family: none)	1-7

☒ 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
10 February 2017 (10.02.17)

Date of mailing of the international search report
21 February 2017 (21.02.17)

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/JP2016/084426

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 2010-160014 A (Hitachi, Ltd.), 22 July 2010 (22.07.2010), paragraphs [0025], [0026] (Family: none)	1-7

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, G01B21/20(2006.01)i, G01N21/88(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, G01N21/84-21/958

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 2009-188175 A（株式会社東京精密） 2009.08.20, [0031] - [0036]、[図8] (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2003-148951 A（信越半導体株式会社） 2003.05.21, [0022]、[図2] (ファミリーなし)	1-7

☒ 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

10.02.2017

国際調査報告の発送日

21.02.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

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）

八木 智規

2 S

4847

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 2012-198162 A (パルステック工業株式会社) 2012.10.18, [0079] (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2010-160014 A (株式会社日立製作所) 2010.07.22, [0025]、[0026] (ファミリーなし)	1-7