

(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
2016 年 3 月 3 日(03.03.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/031364 A1

- (51) 国際特許分類:
G01B 11/24 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/067879
- (22) 国際出願日: 2015 年 6 月 22 日(22.06.2015)
- (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 2014-174756 2014 年 8 月 29 日(29.08.2014) 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: 谷口 敦史 (TANIGUCHI Atsushi); 〒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). 宮田 一史 (MIYATA Kazushi); 〒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: 特許業務法人浅村特許事務所(ASAMURA PATENT OFFICE, P.C.); 〒1408776 東京都品川区東品川 2 丁目 2 番 2 4 号 天王洲セントラルタワー Tokyo (JP).

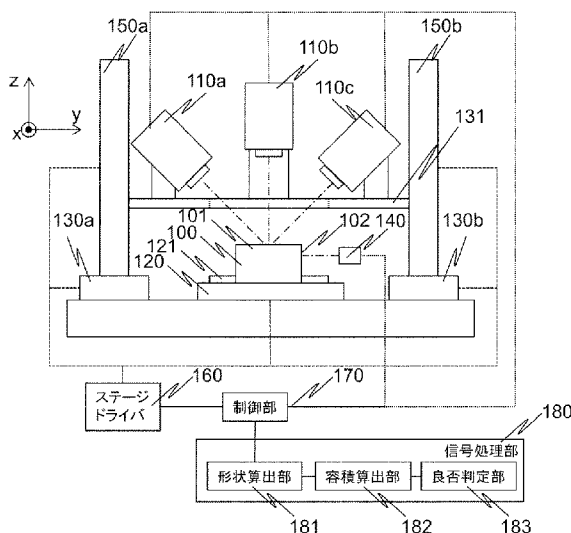
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, 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), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING COMPONENT AND MANUFACTURING DEVICE USING SUCH METHOD, AND VOLUME MEASURING METHOD

(54) 発明の名称: 部品の製造方法及びそれを用いた製造装置、容積測定方法



160 Stage driver
170 Control unit
180 Signal processing means
181 Shape calculation means
182 Volume calculation means
183 Good or defective determination means

(57) Abstract: Conventionally, the volume of a component has been measured using a method known as the optical cutting method only from a single direction, and if the inclination of a surface is steep with respect to incident light rays, accuracy decreases and the desired results cannot be obtained. In a manufacturing method that uses such a volume measuring means, it was difficult to manufacture a highly precise product. The present invention provides a method for manufacturing a highly precise component and a manufacturing device using such method. The present invention is able to provide the foregoing by including: a processing step for processing a component; an examination step for measuring and calculating, using an optical means, the volume of the component which was discharged from the processing step; an evaluation step for determining the quality of the component by comparing a component volume-value which was obtained in the examination step and a reference value which was set beforehand; a diverging step for sorting the components on the basis of the evaluation results of the evaluation step and causing the components to diverge; and a conveyance step for conveying the components which were diverged in the diverging step.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/031364 A1



従来は光切断法と呼ばれる手法を単一の方向からのみ用いて製品の容積を測定しており、面の傾きが入射光線に対して急峻な場合、精度が低下し所望の結果を得られない。このような容積測定手段を利用した製造方法では精度の高い製品を製造することが困難であった。本発明は、部品を加工する加工ステップと、加工ステップから排出された部品の容積を光学的手段で測定し算出する検査ステップと、検査ステップで得た部品の容積値とあらかじめ設定した基準値とを比較し部品の品質を判定する評価ステップと、評価ステップの評価結果に基づき部品を選別し分岐させる分岐ステップと、分岐ステップにより分岐された部品を搬送する搬送ステップとを備えることにより、精度の高い部品の製造方法、及びそれを用いた製造装置を提供する。

明 細 書

発明の名称：

部品の製造方法及びそれを用いた製造装置、容積測定方法

参照による取り込み

[0001] 本出願は、2014年8月29日に出願された日本特許出願第2014-174756号の優先権を主張し、その内容を参照することにより本出願に取り込む。

技術分野

[0002] 本発明は、部品の製造方法及びそれを用いた製造装置、容積測定方法に関する。

背景技術

[0003] 特許文献1には、被測定物に直線状のスリット光を照射して上記スリット光の長手方向と垂直方向に所定距離だけ離間した位置から上記被測定物の光切断線を撮像して上記被測定物の断面積を算出し、上記スリット光をその長手方向と垂直方向に相対移動させ、上記光切断線から得られる断面積を累積して上記被測定物の容積を測定する容積測定装置において、測定開始信号を供給された後マスタクロックを発生するマスタクロック発生器を有し、上記マスタクロックに基づいて上記スリット光の相対移動を行なわせると共に、上記マスタクロックに基づいて上記断面積を算出するための光切断線の取込みを行なうよう構成された容積測定装置について記載されている。

特許文献2には、測定装置測定物を所定方向に所定距離移動する移動台と、前記測定物にスリット光を照射するスリット光源と、このスリット光源から出力されたスリット光が被測定物に当たっている時のスリット画像を撮影するカメラと、前記カメラから得られるスリット画像から3次元データを画像処理し1スリット画像毎の容積を演算し、これらを積分して容積全体を求める機能を有する画像処理手段とから非接触容積測定装置を構成されている非接触容積測定装置について記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平7－208945

特許文献2：特開平4－301707

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1, 2のような形状計測を応用した容積測定手段では、一般に光切断法と呼ばれる手法を単一方向からのみ用いており、面の傾きが入射光線に対して急峻な場合、精度が低下し所望の結果を得られない。そのため、このような容積測定手段を利用した製造方法では精度の高い製品を製造することが困難であった。そこで本発明は、精度の高い部品の製造方法等を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するため、本発明の製造方法は、部品を加工する加工ステップと、加工ステップから排出された部品の容積を光学的手段で測定し算出する検査ステップと、検査ステップで得た部品の容積値とあらかじめ設定した基準値とを比較し部品の品質を判定する評価ステップと、評価ステップの評価結果に基づき部品を選別し分岐させる分岐ステップと、分岐ステップにより分岐された部品を搬送する搬送ステップとを備える。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、高精度な製品の製造が可能となり、製品の品質管理水準が向上する。

本発明の他の目的、特徴及び利点は添付図面に関する以下の本発明の実施例の記載から明らかになるであろう。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の実施例1に係る非接触容積計測装置の構成図である。

[図2]本発明の実施例1に係る非接触容積計測装置の走査軌跡を表す模式図で

ある。

[図3]本発明の実施例1に係る非接触容積計測装置の計測手順を示すフロー図である。

[図4]本発明の実施例1に係る計測面と距離センサのレーザ入射方向を表す模式図である。

[図5]本発明の実施例1に係る距離センサの計測誤差の面傾き依存性を示す模式図である。

[図6]本発明の実施例1に係る $\phi = \theta = 0$ のときの計測可能範囲を表す模式図である。

[図7]本発明の実施例1に係る3つの距離センサの最適値、それぞれの計測可能範囲を表す模式図である。

[図8]本発明の実施例1に係る3つの距離センサの計測範囲の統合結果を表す模式図である。

[図9]本発明の実施例1に係る3つの距離センサの照射位置を表す模式図である。

[図10]本発明の実施例1に係る形状計測部の処理手順を表すフロー図である。

[図11]本発明の実施例1に係る形状データ算出時のデータフロー図である。

[図12]本発明の実施例1に係る形状データ算出の概略図である。

[図13]本発明の実施例1に係る校正用の基準サンプルの模式図である。

[図14]本発明の実施例1に係る容積算出部分を示す模式図である。

[図15]本発明の実施例1に係る高さ基準を表す模式図である。

[図16]本発明の実施例1に係る形状比較による合否判定手順を表すフロー図である。

[図17]本発明の実施例1に係る3つの距離センサの照射位置と偏光板の配置を示す図である。

[図18]本発明の実施例2に係る非接触容積計測装置の構成図である。

[図19]本発明の実施例3に係るピストン製造装置及び製造方法を示す図

[図20]本発明の実施例3に係るピストン製造装置及び製造方法を示すフロー図

発明を実施するための形態

実施例 1

[0009] 本発明の実施例1を図1～図17を用いて説明する。

[0010] 図1に本実施例のピストン容積検査装置の構成図を示す。試料100の上面の計測面101の形状を3台のレーザを用いた非接触式の距離センサ110a～110cにて計測する構成となっており、試料を回転ステージ120にて回転させながら、距離センサ110a～110cをx軸ステージ130a、130bにてx軸方向に走査することで計測面101をらせん状に全面計測する。距離センサとしては、3角測量に基づく光切断方式センサ、光の位相差を利用するTOF (Time of Flight) 方式、FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave) 方式、光コム方式、光の干渉を利用したOCT (Optical Coherence Tomography)、コノスコピックホログラフィを応用した手法など、様々なセンサの利用が考えられる。x軸ステージはx軸ステージマスター軸130aとx軸ステージスレーブ軸130bからなり、これら2軸が同期して同時に移動する構成とすることで、距離センサ110a～110cを搭載したプレート131を安定して移動させることができる。ここで、距離センサ110a～110cは計測面の任意形状を高精度で計測できる適切な配置となっている。センサ配置の最適化に関しては後述する。

[0011] 図2に、X軸を移動することで距離センサ110a～110cの測定位置を計測面101の中心より外周部に向けて走査した場合の計測点の軌跡105を模式的に表す。また、試料100を外周から抑え込み固定するシリンダ機構121、距離センサ110a～110cと試料100の高さを調整するz軸ステージ、試料100と回転ステージ120の中心位置関係を計測する側面用距離センサ140を搭載している。

- [0012] 試料100が円柱状に近い形状の場合には、回転ステージ120を回転させながら、側面用距離センサ140にて距離を連続的に計測し、その距離変動を計測することで、回転ステージ120が1回転する間に距離が正弦的に変動する。試料中心と回転ステージ120の回転中心のずれ量はこの正弦波の振幅から、ずれ方向は位相から算出することができ、計測前に試料中心と回転ステージ120の回転中心の位置関係を把握することができる。
- [0013] また、試料が円筒状に近い場合、この計測結果より事前に試料中心と回転中心が合わせることで、回転により装置全体に生じる振動を低減する効果が得られる。z軸ステージもx軸ステージと同様にz軸ステージマスター軸150aとz軸ステージスレーブ軸150bの2軸が同期して同時に移動する構成としている。距離センサ110a～110cからのレーザが計測面101に届くようプレート131には穴を開けてある。回転ステージ120、x軸ステージ130a、130b、z軸ステージ150a、150bはステージドライバ160により駆動し、制御部170を用いて回転ステージ120とx軸ステージ130a、130bと距離センサ110a～110c、側面用距離センサ140の同期検出を行う。計測結果は、信号処理部180にて試料100の良否判定が自動で行われる。また、信号処理部180は形状算出部181、容積算出部182、容積良否判定部183からなる。
- [0014] 本実施例では、ステージを回転及びX軸方向に移動させることにより図2に示したような軌跡を描いているが、必ずしもステージを移動する方法に限らず、例えば距離センサを回転及びX軸方向に移動させることによっても実現される。また、回転とX軸方向の移動との組合せ以外にも、回転の代わりにY軸方向の移動を採用して、X軸方向の移動とY軸方向の移動との組合せで測定面の全域を走査することも可能である。
- [0015] 図3に検査フローを示す。試料を回転ステージ上に載置し（S100）、S100にて載置された試料をシリンダ機構121にて抑え固定し（S101）する。非接触の距離センサと計測面との距離を距離センサ110a～110cのワーキングディスタンス以内に抑えるためzステージにて高さを調

整する（S102）。試料の高さ情報が既知の場合、適切なz軸ステージの位置を自動で算出することができる。次に、回転ステージとx軸ステージを走査しながら、距離センサにて計測面を計測し、ステージ座標から位置データを、距離センサから距離データを計測する（S103）。S103にて計測した、回転ステージとx軸ステージとz軸ステージの位置データと各距離センサにて計測した距離データより、3次元座標系に分布する計測点群を算出し、3つの距離センサの計測点群より計測面の形状を算出する（S104）。S104にて算出した形状より、別途与えられる高さ基準の値を用いて計測面の容積を算出し（S105）、算出した容積と設計データより算出した容積、もしくは良品試料を用いてS100～S105の手順で同様に算出した容積との比較を行い、あらかじめ設定した閾値以下のものは良品、閾値以上のものは不良品と判断する合否判定を行う（S106）。

（距離センサ配置最適化）

図4に計測面と距離センサのレーザ入射方向を表す模式図を示す。図1に示す距離センサ110a～110cは、計測面101の任意形状が計測できるよう適切に配置する必要がある。ここで、非接触のレーザを利用した距離センサの計測精度は、計測面の傾きに大きく依存する。図4に示すように、計測面の法線ベクトル102の向きを θ_s 、 ϕ_s 、距離センサの入射レーザ方向ベクトル112の向きを θ_l 、 ϕ_l と表すこととする。また、計測される距離を l とする。計測面101の法線ベクトル102と距離センサの入射レーザ方向ベクトル112のなす角の絶対値を α とし、距離センサの計測誤差の α 依存性の一例を図5に示す。一般に計測誤差は α が大きくなるにつれて大きくなる傾向がある。したがって、事前に、図5に示す誤差の α 依存性を基礎データとして取得しておき、計測に必要な誤差の最大値を設定することで、装置構成を決める判断材料となる α の最大値を決めることができる。

[0016] ここで、距離センサの設定条件の最適化について考える。計測面の向き θ_s 、 ϕ_s が $0 < \theta_s < 90$ 、 $0 < \phi_s < 360$ のあらゆる面方向を含んでいる場合を想定する。 $\alpha < \alpha_{th}$ が計測可能範囲とする。図6に距離センサの

入射方向を $\theta_1 = 0$ 、 $\phi_1 = 0$ としたときの、計測面の向きに対する計測可否を示す。斜線部分が計測可能領域 200 であり、 $0 < \theta_s < 90$ 、 $0 < \phi_s < 360$ の全領域の面積に対する計測可能領域の面積をカバー率 γ とすると、 $\gamma = \alpha_{th} / 90$ となる。複数の距離センサの設定位置を組み合わせ、 $\gamma = 1$ となる条件を探索する。そのときの距離センサの設定位置を最適化条件とする。 $\theta_1 = \theta_{1i}$ 、 $\phi_1 = \phi_{1i}$ のときの計測可能領域を A_i と表すと、カバー率 γ は

$$\gamma = \frac{\bigcup_i^N A_i(\theta_{1i}, \phi_{1i})}{90 \times 360} \quad (\text{数式 1})$$

[0017] と表すことができる。ここで N は組み合わせ数を示す。なるべく小さな N において $\gamma = 1$ を達成する条件を探索する。例えば、 $\alpha_{th} = 70^\circ$ を想定し、最適条件を求めると、 $\theta_{11} = \theta_{12} = \theta_{13} = 45^\circ$ 、 $|\phi_{11} - \phi_{12}| = |\phi_{12} - \phi_{13}| = |\phi_{13} - \phi_{11}| = 120^\circ$ もしくは 240° と算出される。

[0018] 図 7 に $\phi_{11} = 0$ のときの各条件、図 8 に 3 つの条件を合わせた領域を表す。このような最適化を行うことで、最小の計測回数にてあらゆる形状に対応した計測装置の構成を導出することができる。図 1 の装置構成では、スループット向上のため、3 つの検出条件を同時に計測するため 3 センサを搭載している。1 つの距離センサを用いて 3 回計測することでも $\gamma = 1$ を達成することが可能である。

[0019] ここで、3 つの距離センサを同時に扱う場合の装置構成について説明する。レーザを利用した距離センサでは、距離センサから発振したレーザを測定試料に照射し、計測面からの反射、散乱光を受光し、その位相や強度情報から距離を計測する。したがって、複数の距離センサを用いる場合、ある距離センサの入射レーザ 113a ~ 113c により生じる計測面からの反射、散乱光を、他の距離センサにて受光すると、距離計測精度が低下する可能性がある。この計測精度低下は、お互いの距離センサの受光面に、他の距離セン

サのレーザ光が入らないように装置構成を工夫することで解決できる。図9にその一例を示す。前述した3つの距離センサの装置構成を想定しており、各距離センサからのレーザが試料に照射されている。ここでは、各距離センサの受光面は入射レーザと同軸にあるとする。計測面の計測箇所におけるz軸の最低点をZ_aとする。また3つの距離センサからのレーザの交点のz軸座標をZ_bとする。距離センサの試料面でのスポットをdだけ離したいときは、

$$d = (Z_a - Z_b) \tan^{-1} \theta \quad (\text{数式 2})$$

[0020] と設定する。ここでθは、距離センサのz軸からの傾きを表しており、この例では、3つの距離センサともに45°である。今回は計測面よりzが小さい位置にてレーザが交差することを考えたが、計測面よりzが大きい場合も同様に考え計測面でのレーザスポットを離すことができる。上記のように、各距離センサのレーザスポット位置が重ならないよう一定以上の距離を離すことにより、形状計測精度を低下させることなく、複数距離センサの同時利用が可能となる。スポット間の距離dは、使用する距離センサや、計測対象の面状態を考慮し適切に決める。例えば、散乱光がより多く発生する場合にはdは大きめに設定する必要がある。

[0021] また、他のレーザからのノイズの影響を更に低減するための方策として、距離センサ前に偏光板114a、114bを配置した装置構成を図17に示す。偏光板114aは、距離センサの入射レーザ113aを透過する方位に設定する。試料からの反射、散乱光も同様の偏光状態を保持するため偏光板114aを透過し、検出され、距離が計測される。同様に偏光板114bの方位は入射レーザ113bに合わせて設定する。ここで、入射レーザ113aと113bは、入射方向が異なるため、入射レーザ113aによる反射、散乱光は偏光板114bにて低減され、同様に入射レーザ113bによる反射、散乱光は偏光板114aにて低減される。このように、他の距離センサに起因するレーザ光を偏光板で低減することにより精度低下を抑制すること

が可能となる。

(信号処理部)

距離センサによる距離計測結果は、信号処理部にて各種処理が施され、最終的に試料の良否判定まで自動で行う。ここで、信号処理部は、ステージ位置情報と距離センサにて計測した資料と距離センサ間の距離情報より形状を算出する形状算出部、形状算出部にて算出した形状と任意に設定した高さ基準を用いてピストン冠面上の容積を算出する容積算出部、容積算出部にて算出した容積の良否判定を行う良否判定部からなる。以下、各部に関して詳細に説明する。

(形状算出部)

図10に形状算出部のフローを示し、図11に形状データ算出時のデータフロー図を示す。図11のように各距離センサからの距離データ301、x軸ステージと θ ステージの座標データ302、そして距離センサとステージの位置関係を表す校正データ303より、 $x y z$ 座標系に各計測点を変換し、形状データ(点群)310を算出する(S201a~S201c)。S201a~S201cにて算出した各形状データに対し、はずれ値などのノイズ成分を統計的処理により除去する(S202a~S202c)。S202a~S202cにノイズ除去された形状データに対し、距離センサのレーザ入射方向と計測面の方向のなす角 α が閾値以上となる精度が低いと想定される点は除去する(S203a~S203c)。

[0022] 図12に、形状算出部における処理の概念図を示す。ここでは簡単のため点群を2次元で表す。実線で表された計測面101に対し、計測点を点で表す。初めに、計測点それぞれの法線方向を推定する。着目する計測点を中心として、3次元空間内において領域を設定し、その領域に含まれる複数の点の統計的分布より法線を推定する。法線の推定には、主成分分析(PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS、PCA)を用いる。まず、設定した領域内の計測点の集合の重心を算出し、重心と各点の差分より、分散共分散行列を生成する。この分散共分散行列は 3×3 行列であり、固

有値を3つ持つ。冠面計測の場合、計測点は平面を形成しており、3つの固有値の中で1つの固有値がその他の2つの固有値に対し、小さな値をとる。ここで、小さな固有値の方向が領域内の計測点集合の法線方向を示す。この法線方向を着目する計測点の法線ベクトル102とする。このとき、領域の設定は、点の数が一定となるよう設定してもよいし、あらかじめ決めた形状・体積の領域でもよい。距離センサの入射レーザ方向を既知とすると、上述の主成分分析より求めた各点の面方向を用いて、不適点の除去した形状データを得ることができる。S203a～S203cにて算出した各形状データを表す点群を、ICPなどを用いた位置合わせを行い統合し統合形状データを取得し(S204)、S204にて算出した統合形状データは場所により密度が大きく異なる場合がある。特に平坦部はどの距離センサでも計測値があるため、傾斜部に比べ密度が高くなる傾向がある。必要以上に点群の密度が高い箇所は、その後の処理に時間がかかるため、低密度化する処理を施し、場所ごとの点群密度を平準化し(S205)、最終的な高精度形状データを得る。

[0023] ここで、距離センサとステージの位置関係を表す校正データ303の取得方法について説明する。図13に示すような基準平面(平面で一定の傾き)401、基準高さ402が既知の基準サンプルを用いて計測を行い、距離センサとステージの位置関係を補正する。具体的には計測値が基準サンプルの設計値となるような距離センサの校正データ θ_1 、 ϕ_1 、 l を各距離センサごとに算出する。

(容積算出部)

図14を参照しながら容積算出部を説明する。形状算出部で得た高精度形状データと任意の高さ基準312とで構成される領域の容積313を算出し、試料上面の容積とする。このとき高さ基準312は、試料100が図15に示すピストンの場合、ピストンピン穴の中心位置から一定の高さを高さ基準312aとする、もしくは冠面上の一部を高さ基準312bとする方法がある。冠面上に高さ基準312bを用いる場合は、あらかじめ高さ基準31

2 bを製造時に作りこんでおくにより高精度な容積検査が可能となる。

(良否判定部)

良否判定部では、容積算出部で算出した容積の良否を判定する。例えば設計値、もしくは良品より求めた容積に対して、閾値を設定し、閾値以上は不良品、閾値以下は良品とする。また、良否判定の傾向から、不良値が続く場合には、製造プロセスへのフィードバックを行うこともできる。試料が鋳物製品の場合は金型の摩耗や、欠損の早期発見に繋がる。さらに、形状算出部にて算出した高精度形状データを設計形状もしくは良品形状と比較することで、より高精度に金型の摩耗、欠損の量、部位を正確に特定することが可能となる。

[0024] 図16に良否判定部の処理フローを示す。S401～S404までは、図3に示すS101～S104と同様の処理である。S404で算出した形状データを、設計形状(CAD: Computer Aided Design)、良品形状と比較し、その差異に閾値を設定し、合否判定を行う。例えば、各点のずれ量の標準偏差、最大ずれ量、平均ずれ量、重要箇所に重み付けし算出したずれ量の指標などがある。

実施例 2

[0025] 図18を用いて本発明の実施例2を説明する。実施例1を示す図1では距離センサを3つ搭載していたが、本実施例を示す図18では2つとなっている。実施例1ではx軸ステージ130の走査距離は試料中心から外周部までであった。この場合、計測面101の任意形状を高精度に計測するには3つの距離センサの組合せが必要であった。実施例2では、x軸ステージ130の走査距離を試料中心を通る外周から外周までの試料直径分だけ走査することで2つの距離センサに計測面101の任意形状を計測することができる。

[0026] この場合、実施例1と同様にセンサ配置の最適化を行うと、 $\theta_{11} = \theta_{12} = 45^\circ$ 、 $|\phi_{11} - \phi_{12}| = 90^\circ$ と導かれる。

[0027] 実施例2ではセンサ数が2つであるため、実施例1に比べ装置構成が単純となりコスト低減が図れる。一方、計測時間は倍かかるため、高速検査を行

う場合には実施例 1 の構成を用いることが望ましい。なお、距離センサを 2 つとした場合の処理センサの配置は、図 18 に限定されるものではなく、任意の位置に配置することも可能である。

実施例 3

[0028] 図 19, 20 を用いて本発明の実施例 3 を説明する。図 19 は、ピストン製造ライン中に配置した容積検査部にて加工したピストンを検査する工程を示している。ピストン 1 を加工するピストン加工部 500、加工したピストン 1 を搬送する搬送部 510、ピストンの容積を検査する容積検査部 520、容積検査部による良否判定結果を表示する表示部 530 と、良否判定結果に応じて良品ピストン 1a と不良品ピストン 1b の搬送路を分岐する分岐部 540、検査合格の良品ピストン 1a を搬送する良品ライン 510a、検査不合格の不良品ピストン 1b を搬送する不良品ライン 510b からなる。

[0029] 各部位の詳細を図 20 の検査フロー図を参照しながら説明する。鑄造工程 501、および機械加工工程 502 からなるピストン加工部 500 によりピストン 1 が加工され、ピストン種や製造番号など識別可能な番号が付与されその情報は刻印等でピストン 1 にマーキングされ (S500)、S500 にて加工されたピストン 1 は搬送部 510 により容積検査部 520 へと搬送される (S501)。S501 にて搬送されたピストン 1 は、情報読み取り部 521 にて、ピストン 1 の種類、製造番号などが読み取られ (S502)、続いて、3 つの距離センサ 110a、110b、110c と回転・並進ステージ部 155 にて距離計測が行われ、その計測データを元に信号処理部 180 にて容積を算出する (S503)。また、信号処理部 180 では、算出した計測容積と基準容積との差分を計測し (S504)、しきい値判定により良否判定を行い (S504)、その結果と情報読み取り部 521 が読み取った情報とともに表示部 530 に表示する。容積検査部 520 の装置構成、容積算出方法、良否判定方法は、実施例 1 と同様であるため、詳細は割愛する。表示部 530 には、ピストン 1 の種類 531、製造番号 532、基準容積値 533、計測容積値 534、基準容積値と計測容積値との差分および良否判

定結果 5 3 5 が表示される。信号処理部 1 8 0 にて良否判定されたピストン 1 は、良品ピストン 1 a と不良品ピストン 1 b に分岐部 5 4 0 にて分岐、搬送される。不良品ピストン 1 b は不良品ライン 5 1 0 b へ搬送され (S 5 0 6)、不良部分を追加工・修正するか否かが判断され (S 5 0 7)、追加工・修正する場合は追加工・修正後、再び容積検査部へと搬送され (S 5 0 8)、しない場合はそのまま廃棄される (S 5 0 9)。追加工・修正を行うか、そのまま廃棄するか判断は、容積検査の結果より決定する。例えば、容積が小さい場合には、加工が不十分で考えられるため、加工不足箇所を追加工する。また、不良品の頻度、傾向から、加工装置の不具合の推定なども可能である。一方、良品と判定されたピストン 1 は良品ピストン 1 a として良品ライン 5 1 0 a へと搬送され (S 5 1 0)、梱包・出荷される (S 5 1 1)。

また、不良の個数、種類の履歴を保存しておき、特定の不良数が一定割合を超えた場合に、加工部 5 0 0 の鑄造工程 5 0 1、機械加工工程 5 0 2 の加工条件を変更する、もしくは加工を停止することで加工されるピストンの品質確保を行うことも可能である。

[0030] 容積検査部 5 2 0 では、ピストンの形状から容積を算出しているため、計測したピストン形状と、設計情報や良品とわかっているピストンを計測した結果などの基準ピストン形状を比較することによっても良否判定を行うことができる。形状を元に良否判定を行う際は、管理すべき寸法や、計測した形状と基準形状とを比較し、相違箇所とその偏差の大きさ等にしきい値を設け良否判定を行う。指標が複数ある場合には、それらを重み付けし加算した統合指標を設定し、統合指標に対してしきい値処理を行ってもよい。この場合、表示部 5 3 0 には、寸法 5 3 6、5 3 7、形状比較結果 5 3 8 と偏差の大きさを表すカラーバー 5 3 8 a、比較結果の標準偏差 5 3 9 などを表示する。

[0031] また、欠陥の形状から欠陥種を認識し、分類を行うことで、問題工程を特定し、加工工程の条件変更を自動で行う、もしくは製造ラインを停止するこ

ともできる。計測された欠陥は、寸法、アスペクト比、深さ、欠陥部体積、発生個所などにより分類する。欠陥の分類結果に応じて、加工工程のどこに問題が発生しているかを、過去の加工データ、もしくは物理的な工程の特徴から推定し、それに応じた改善、もしくは停止命令を出す。過去の加工データを用いる場合、過去データを分析し、発生した欠陥の種類と、実際に問題となっていた工程をテーブルとして保存しておき、発生した欠陥に応じて問題工程を特定する。工程の特徴を用いる場合、凹欠陥が発生したら鋳巣と判断し鋳造工程が起因と推定したり、アスペクト比の高い欠陥の場合、キズと判断し加工工程で生じた欠陥と推定したりする。このようにピストン製造検査に冠面形状を用いることにより、冠面容積だけと比べより詳細な問題工程の特定、改善が可能となる。

[0032] これまで説明してきた実施例は、何れも本発明を実施するにあたっての具体化の一例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されない。すなわち、本発明はその技術思想、又はその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施することができる。

上記記載は実施例についてなされたが、本発明はそれに限らず、本発明の精神と添付の請求の範囲の範囲内で種々の変更および修正をすることができることは当業者に明らかである。

符号の説明

- [0033]
- 1 ピストン
 - 1 a 良品ピストン
 - 1 b 不良品ピストン
 - 100 試料
 - 101 計測面
 - 102 法線ベクトル
 - 105 軌跡
 - 110 a ~ 110 c 距離センサ
 - 112 入射レーザ方向ベクトル

- 1 1 3 a ~ 1 1 3 c 入射レーザ
- 1 1 4 a、1 1 4 b 偏光板
- 1 2 0 回転ステージ
- 1 2 1 シリンダ機構
- 1 3 0 a x軸ステージマスター軸
- 1 3 0 b x軸ステージスレーブ軸
- 1 3 1 プレート
- 1 4 0 側面用距離センサ
- 1 5 0 a z軸ステージマスター軸
- 1 5 0 b z軸ステージスレーブ軸
- 1 6 0 ステージドライバ
- 1 7 0 制御部
- 1 8 0 信号処理部
- 1 8 1 形状算出部
- 1 8 2 容積算出部
- 1 8 3 良否判定部
- 2 0 0 計測可能領域
- 3 0 1 距離データ
- 3 0 2 座標データ
- 3 0 3 較正データ
- 3 1 0 形状データ
- 3 1 1 高精度形状データ
- 3 1 2、3 1 2 a、3 1 2 b 高さ基準
- 3 1 3 容積
- 4 0 1 基準平面
- 4 0 2 基準高さ
- 5 0 0 ピストン加工部
- 5 0 1 鋳造工程

- 5 0 2 機械加工工程
- 5 1 0 搬送部
- 5 1 0 a 良品ライン
- 5 1 0 b 不良品ライン
- 5 2 0 容積検査部
- 5 2 1 情報読み取り部
- 5 3 0 表示部
- 5 3 1 種類
- 5 3 2 製造番号
- 5 3 3 基準容積値
- 5 3 4 計測容積値
- 5 3 5 基準容積値と計測容積値との差分
- 5 3 6, 5 3 7 寸法
- 5 3 8 形状比較結果
- 5 3 8 a 偏差の大きさを表すカラーバー
- 5 3 9 比較結果の標準偏差
- 5 4 0 分岐部

請求の範囲

[請求項1]

所定の空間容積を有する部品の製造方法であって、
部品を加工する加工ステップと、
前記加工ステップから排出された部品の容積を光学的手段で測定し算出する検査ステップと、
前記検査ステップで得た部品の容積値とあらかじめ設定した基準値とを比較し部品の品質を判定する評価ステップと、
前記評価ステップの評価結果に基づき部品を選別し分岐させる分岐ステップと、
前記分岐ステップにより分岐された部品を搬送する搬送ステップと、
を備えることを特徴とする空間容積を有する部品の製造方法。

[請求項2]

請求項1記載の製造方法であって、
前記検査ステップは、光学的手段による複数の距離センサにより前記部品との距離を計測するステップと、
少なくとも該計測した距離データ、前記走査部の位置情報、前記距離センサと前記走査部との相対位置データを含むデータ群から部品形状の3次元分布を算出するステップと、
前記距離センサの方向と前記データ群から算出された計測面の方向との成す角が所定値以上となる計測点を除いた測定点群から部品の形状を算出するステップと、
を備えた製造方法。

[請求項3]

請求項2に記載の製造方法であって、
前記算出された形状データのうち、他の計測点の形状データとの差が所定値以上となる計測点の形状データを形状算出の基礎データから除外して形状を算出することを特徴とする製造方法。

[請求項4]

請求項2又は3のいずれかに記載の製造方法であって、
各距離センサから得た形状データを統合し、該統合された形状デー

タの計測点群の密度を平準化することを特徴とする製造方法。

[請求項5]

所定の空間容積を有する部品の製造装置であって、

部品を加工する加工部と、

前記加工部から排出された部品の容積を光学的手段で測定し算出する検査部と、

前記検査部で得た部品の容積知とあらかじめ設定した基準値とを比較し部品の品質を判定する評価部と、

前記評価部の評価結果に基づき部品を選別し分岐させる分岐部と、

前記分岐部により分岐された部品を搬送する搬送部と、

を備えることを特徴とする空間容積を有する部品の製造装置。

[請求項6]

請求項5記載の製造装置であって、

前記検査部は、光学的手段による複数の距離センサを備える距離計測部と、

前記部品と前記距離計測部との少なくとも一方を走査する走査部と

、

少なくとも前記距離計測部にて取得した距離データ、前記走査部の位置情報データ、前記距離センサと前記走査部との相対位置データを含むデータ群から部品形状の3次元分布を算出し、前記距離センサの方向と前記データ群から算出された計測面の方向との成す角が所定値以上となる計測点を除いた測定点群から部品の形状を算出する形状算出部と、

を備えることを特徴とする製造装置。

[請求項7]

請求項6記載の製造装置であって、

更に前記形状算出部は、前記算出された形状データのうち、他の計測点の形状データとの差が所定値以上となる計測点の形状データを形状算出の基礎データから除外して形状を算出することを特徴とする製造装置。

[請求項8]

請求項6又は7いずれかに記載の製造装置であって、

更に、前記部品の中心と回転中心を算出するための距離計測センサを備えることを特徴とする製造装置。

[請求項9] 請求項6乃至8のいずれかに記載の製造装置であって、
更に前記形状算出部は、各距離センサから得た形状データを統合し、該統合された形状データの計測点群の密度を平準化することを特徴とする製造装置。

[請求項10] 請求項6乃至9のいずれかに記載の製造装置であって、
前記評価部は、前記形状算出部で算出した形状と所定の基準高さとの囲まれた領域の容積を算出し、該算出された容積と設計値との差が所定の値以上である場合には不良品であると判定することを特徴とする製造装置。

[請求項11] 請求項10記載の製造装置であって、更に、
前記判定部による判定結果に基づき、不良品の割合が一定値以上となった場合に、製造工程の条件変更を自動で行うか、もしくは製造ラインを停止することを特徴とする製造装置。

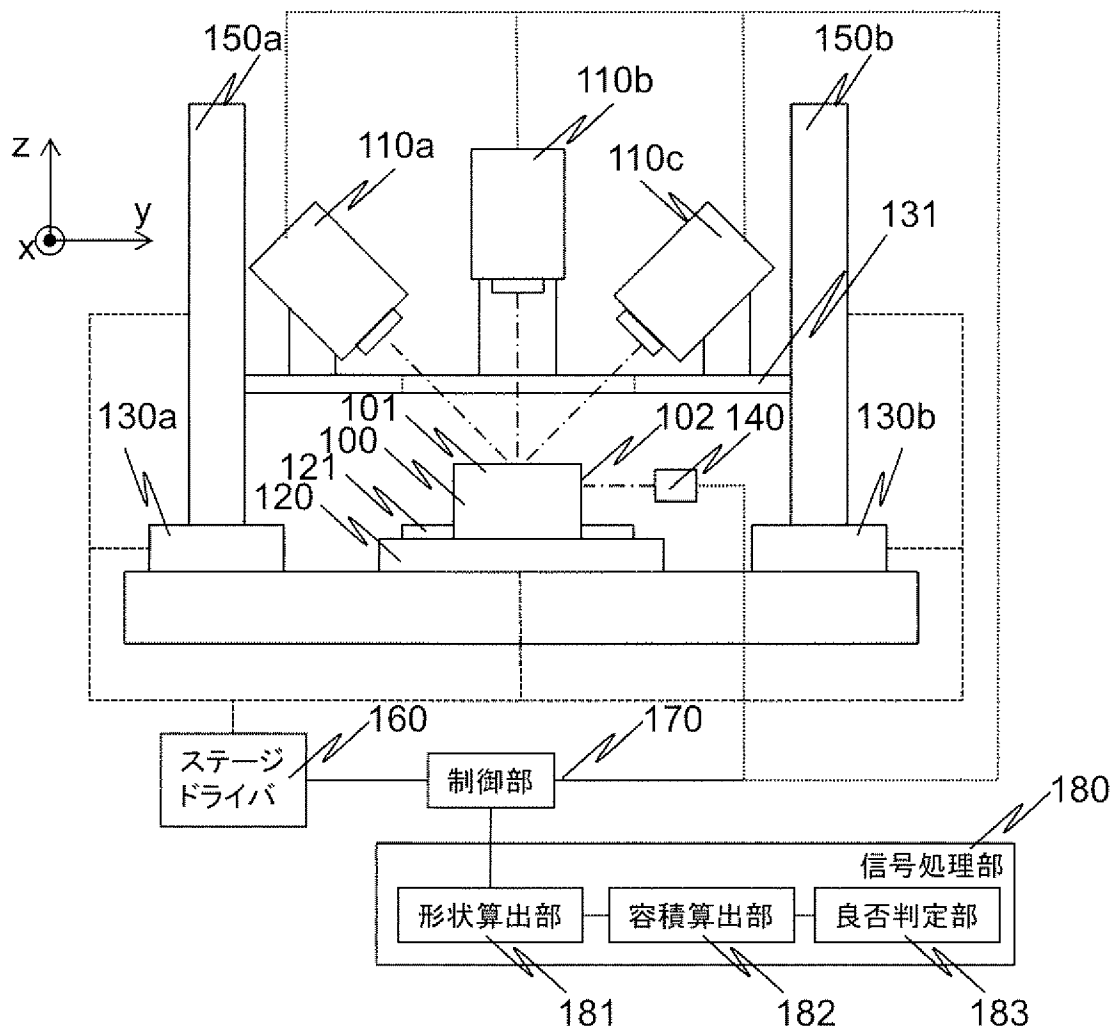
[請求項12] 請求項5乃至11のいずれかに記載の製造装置であって、
前記部品は、ピストンであることを特徴とする製造装置。

[請求項13] 請求項5乃至12のいずれかに記載の製造装置であって、
前記加工部は、鋳造、又は機械加工を行うことを特徴とする製造装置。

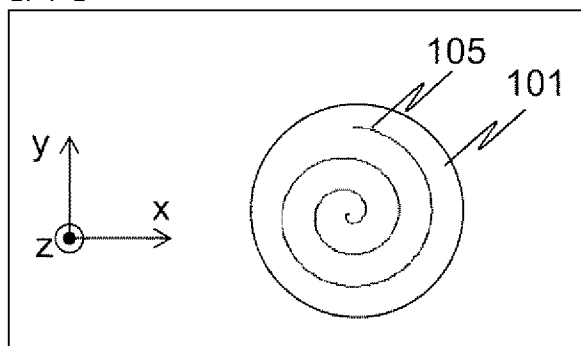
[請求項14] 光学的手段による複数の距離センサにより前記試料との距離を計測するステップと、
少なくとも該計測した距離データ、前記走査部の位置情報、前記距離センサと前記走査部との相対位置データを含むデータ群から試料形状の3次元分布を算出するステップと、
前記距離センサの方向と前記データ群から算出された計測面の方向との成す角が所定値以上となる計測点を除いた測定点群から試料の形状を算出するステップと、

を備えた容積測定方法。

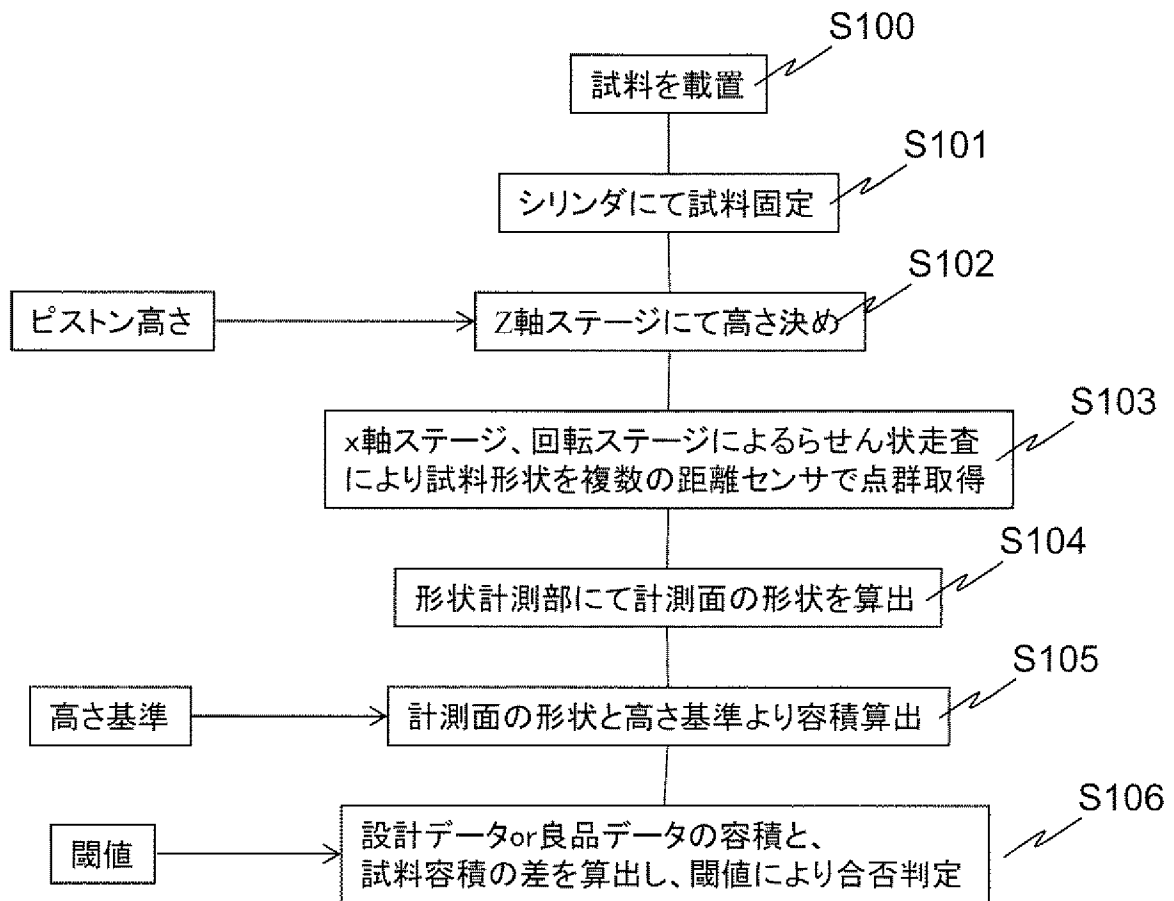
[図1]



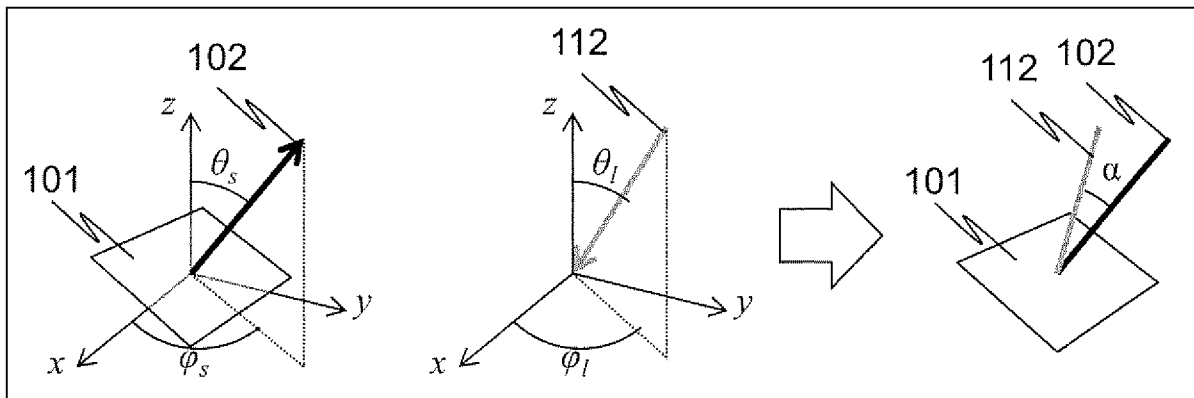
[図2]



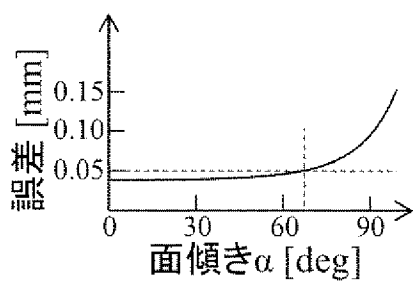
[図3]



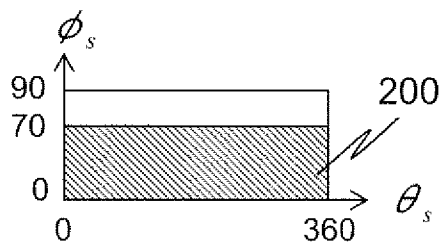
[図4]



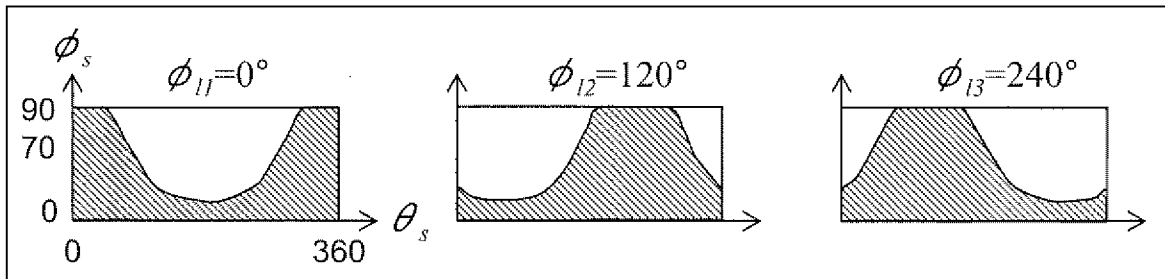
[図5]



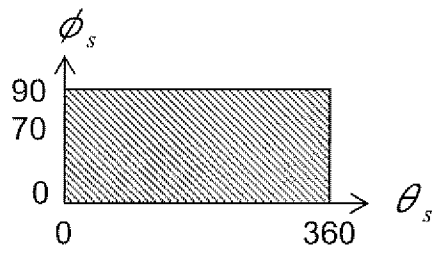
[図6]



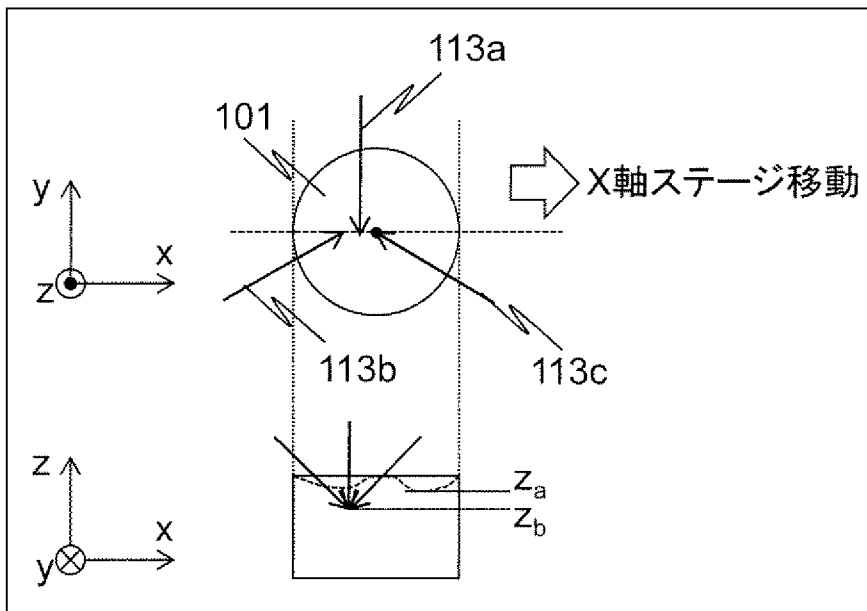
[図7]



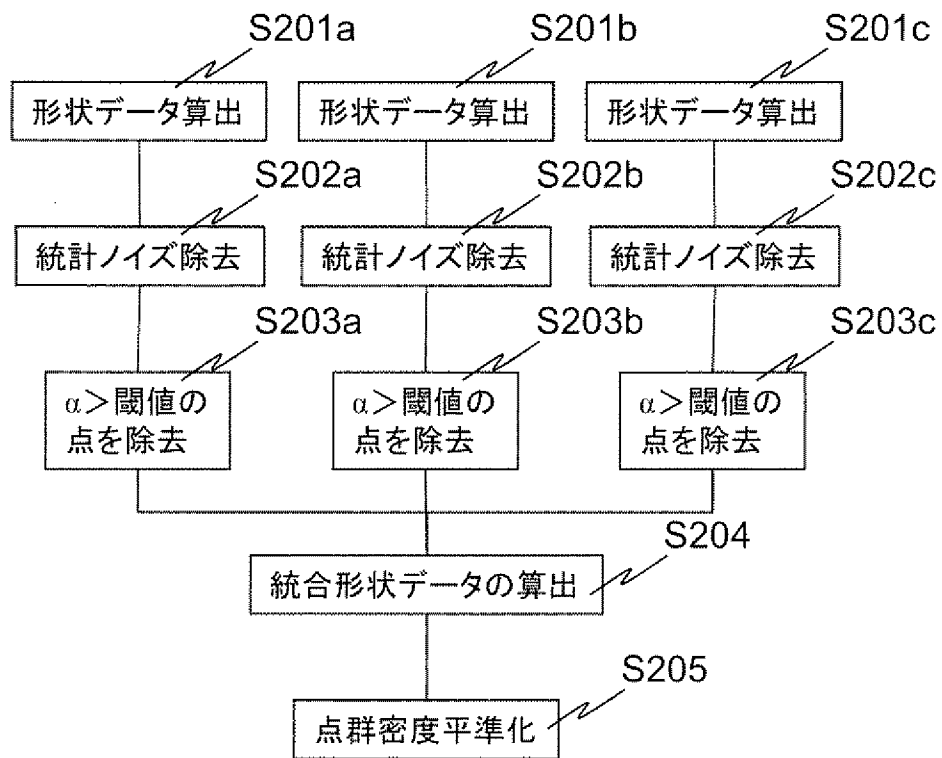
[図8]



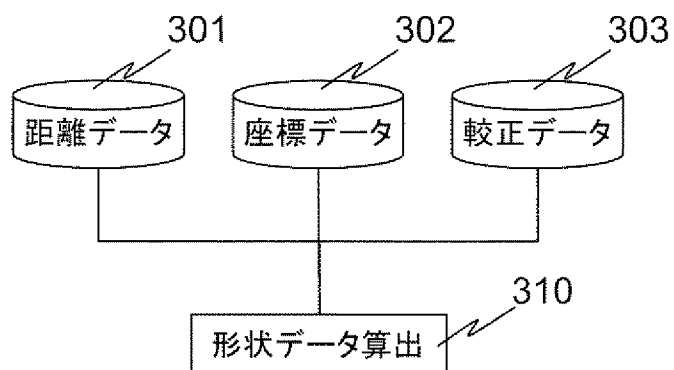
[図9]



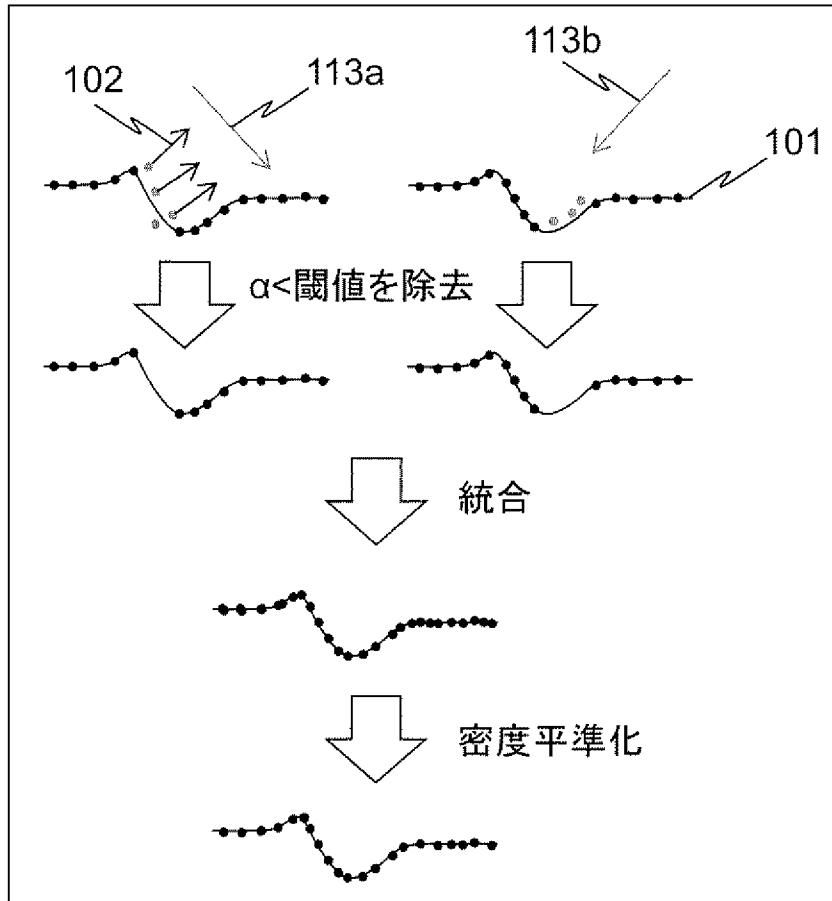
[図10]



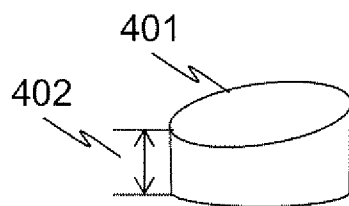
[図11]



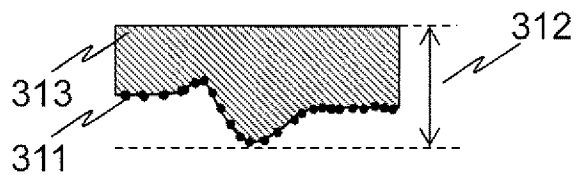
[図12]



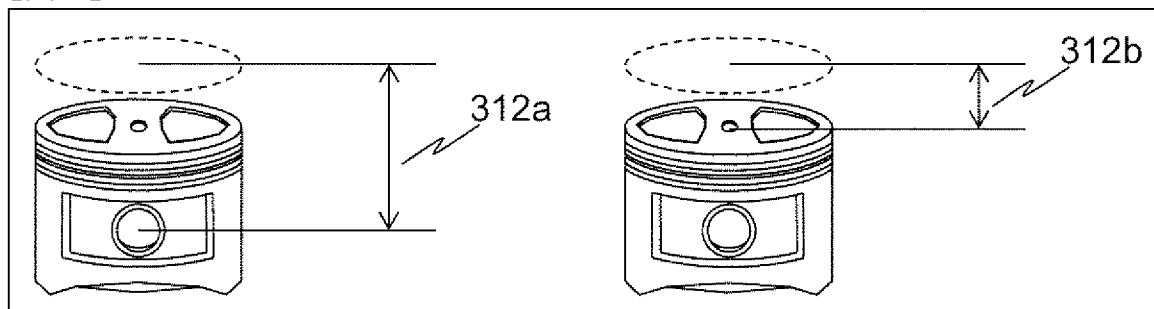
[図13]



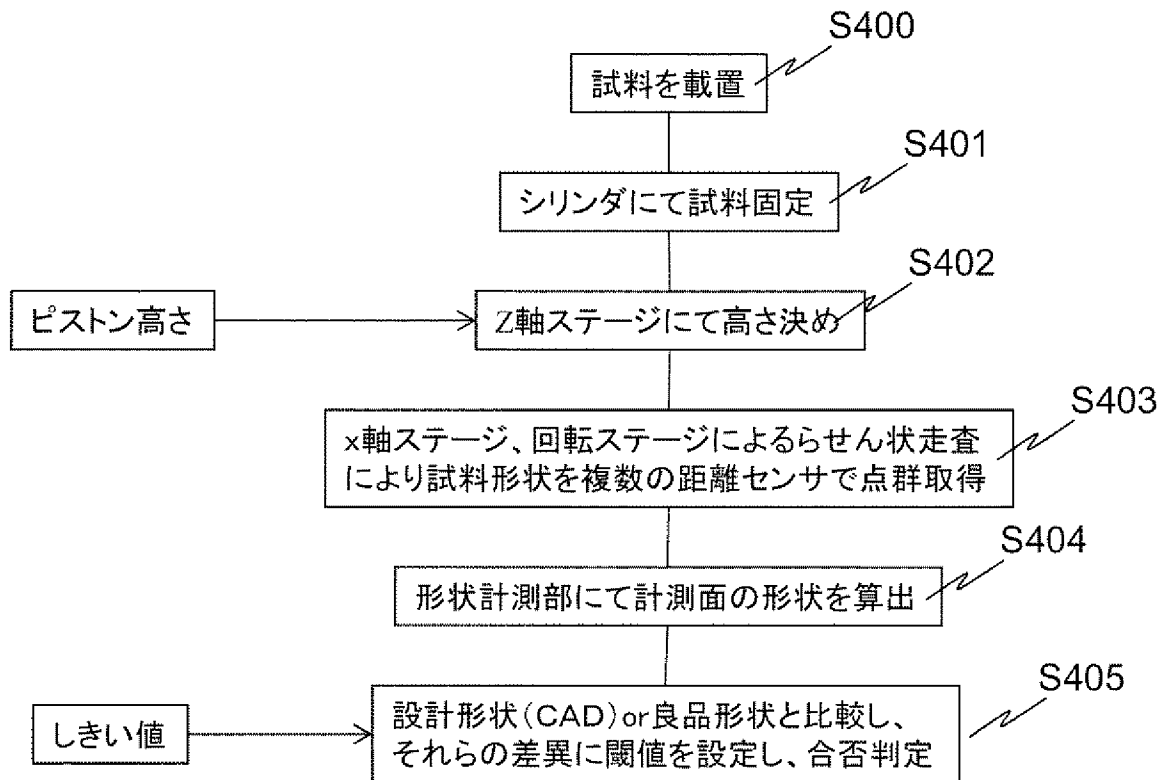
[図14]



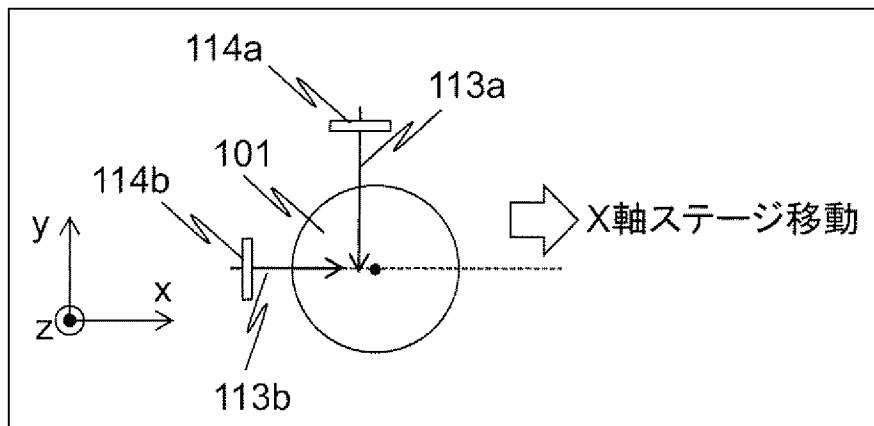
[図15]



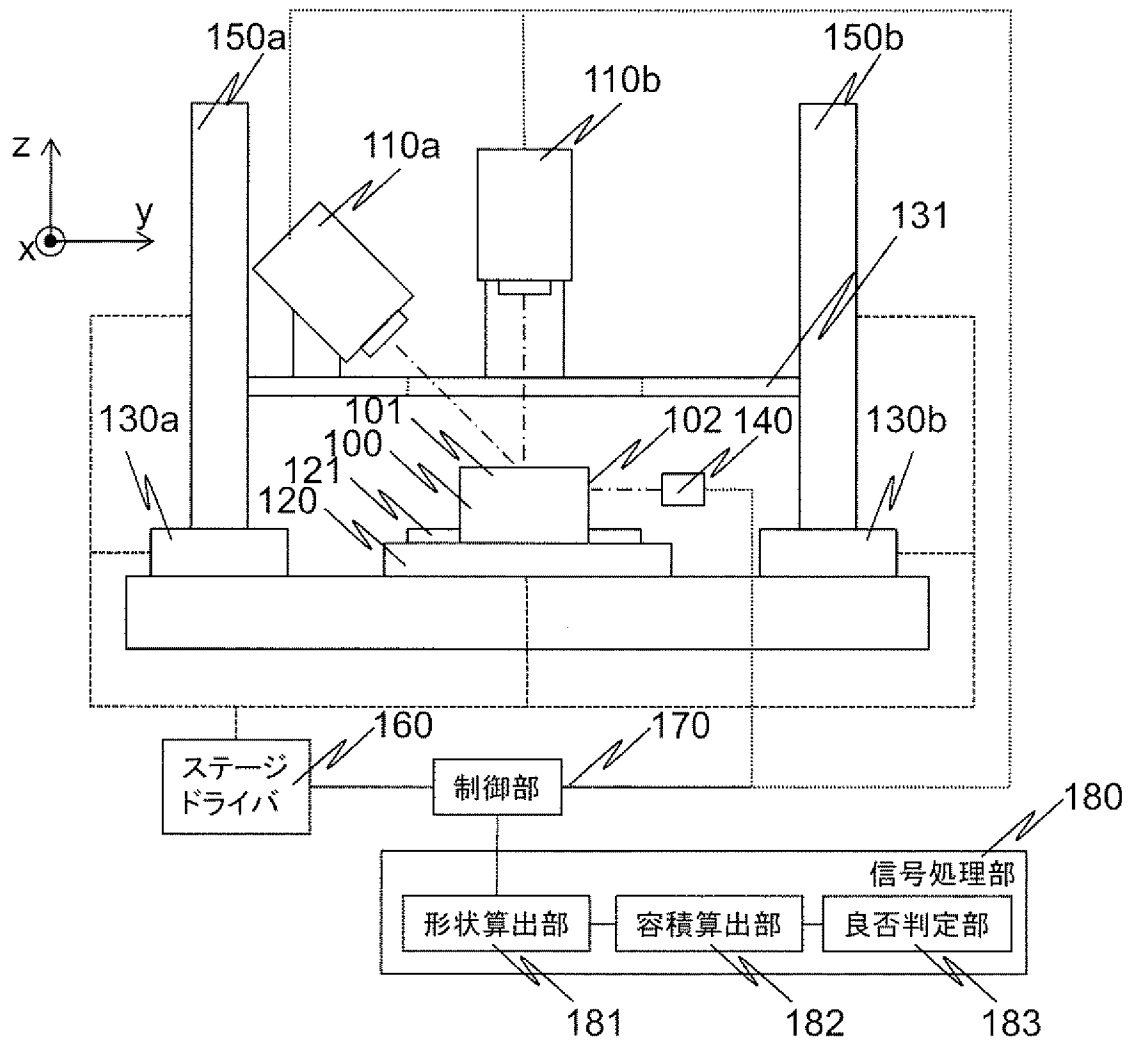
[図16]



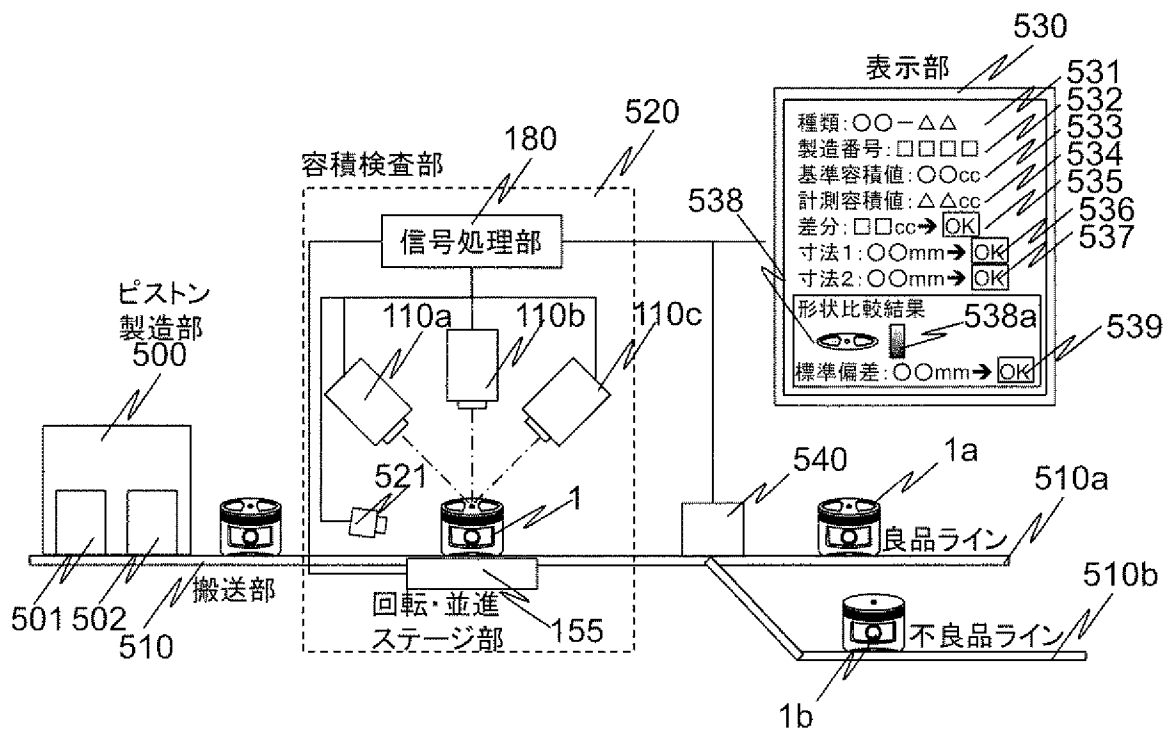
[図17]



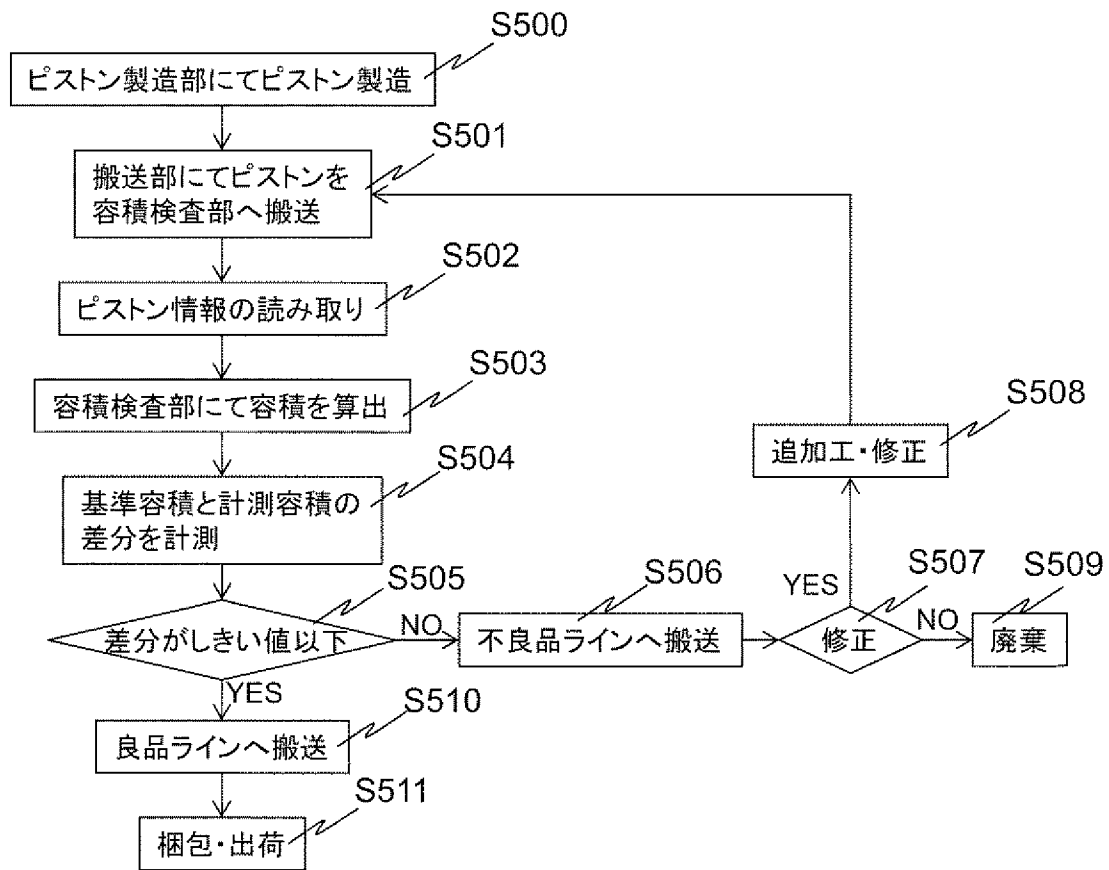
[図18]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/067879

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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)

G01B11/00-11/30

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
Y	JP 6-241737 A (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 02 September 1994 (02.09.1994), paragraphs [0001] to [0007], [0012] to [0018] (Family: none)	1, 5, 12-13
Y	JP 3-31712 A (Fuji Valve Co., Ltd.), 12 February 1991 (12.02.1991), page 2, lower left column, line 5 to page 3, lower left column, line 13 (Family: none)	1, 5, 12-13
A	JP 4-301707 A (Aisin Seiki Co., Ltd.), 26 October 1992 (26.10.1992), paragraphs [0007] to [0009] (Family: none)	1-14

☒ 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
28 August 2015 (28.08.15)

Date of mailing of the international search report
08 September 2015 (08.09.15)

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/JP2015/067879

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 2006-090879 A (Soatec, Inc.), 06 April 2006 (06.04.2006), paragraphs [0006] to [0011], [0018] to [0020] (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

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（I P C））

Int.Cl. G01B11/00-11/30

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	1971-2015年
日本国実用新案登録公報	1996-2015年
日本国登録実用新案公報	1994-2015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
Y	JP 6-241737 A（株式会社豊田中央研究所）1994. 09. 02, [0001]-[0007], [0012]-[0018]（ファミリーなし）	1, 5, 12-13
Y	JP 3-31712 A（富士バルブ株式会社）1991. 02. 12, 第2頁左下欄第5行-第3頁左下欄第13行（ファミリーなし）	1, 5, 12-13
A	JP 4-301707 A（アイシン精機株式会社）1992. 10. 26, [0007]-[0009]（ファミリーなし）	1-14

☒ 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

28. 08. 2015

国際調査報告の発送日

08. 09. 2015

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/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）

梶田 真也

電話番号 03-3581-1101 内線 3258

2 S

5 5 5 1

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 2006-090879 A (株式会社ソアテック) 2006. 04. 06, [0006]-[0011], [0018]-[0020] (ファミリーなし)	1-14