(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3月12日(12.03.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/049973 A1

(51) 国際特許分類:
B23Q 17/24 (2006.01)　*G01B 11/245* (2006.01)
B23Q 17/20 (2006.01)　*G05B 19/401* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2019/031959

(22) 国際出願日：　2019年8月14日(14.08.2019)

(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 2018-167081　2018年9月6日(06.09.2018)　JP

(71) 出願人：ＤＭＧ森精機株式会社(**DMG MORI CO., LTD.**) [JP/JP]；〒6391160 奈良県大和郡山市北郡山町１０６番地 Nara (JP).

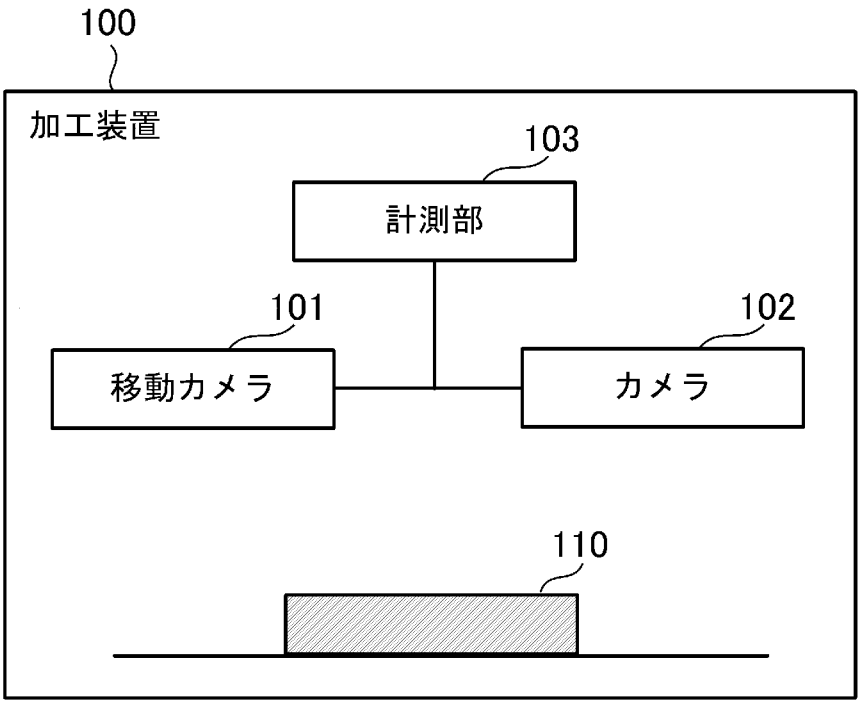
(72) 発明者：山田　智明 (**YAMADA Tomoaki**)；〒6391160 奈良県大和郡山市北郡山町１０６番地 ＤＭＧ森精機株式会社内 Nara (JP). 西川 静雄(**NISHIKAWA Shizuo**)；〒6391160 奈良県大和郡山市北郡山町１０６番地 ＤＭＧ森精機株式会社内 Nara (JP). 中尾 大樹(**NAKAO Hiroki**)；〒6391160 奈良県大和郡山市北郡山町１０６番地 ＤＭＧ森精機株式会社内 Nara (JP).

(74) 代理人：加藤 卓士(**KATO Takashi**)；〒1620818 東京都新宿区築地町４　神楽坂テクノス５Ｆ 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,

(54) **Title:** PROCESSING DEVICE, CONTROL METHOD FOR PROCESSING DEVICE, AND CONTROL PROGRAM FOR PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称：　加工装置、加工装置の制御方法および加工装置の制御プログラム



100　Processing device
101　Moving camera
102　Camera
103　Measurement unit

(57) **Abstract:** The purpose of the present invention is to perform measurement with high accuracy on the basis of an image. The processing device includes: at least two cameras including at least one moving camera; and a measurement unit which uses images acquired by the at least two cameras to measure the stereoscopic shape of a subject to be imaged.

(57) 要約：映像に基づいた精度の高い計測をすること。加工装置であって、少なくとも１つの移動カメラを含む少なくとも２つのカメラと、少なくとも２つのカメラで取得した画像を用いて、撮影対象物の立体形状を計測する計測部と、を備えた。

WO 2020/049973 A1

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, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

— 補正された請求の範囲 (条約第19条(1))

明　細　書

発明の名称 ：

加工装置、加工装置の制御方法および加工装置の制御プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、加工装置、加工装置の制御方法および加工装置の制御プログラムに関する。

背景技術

[0002] 上記技術分野において、特許文献１には、工作機械の機内にカメラを配置し、当該カメラを用いて機内を撮影して、表示する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１８－９４６８９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、上記文献に記載の技術では、所望の映像を得ることができなかったため、映像に基づいた精度の高い計測をすることができなかった。

[0005] 本発明の目的は、上述の課題を解決する技術を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するため、本発明に係る加工装置は、

少なくとも１つの移動カメラを含む少なくとも２つのカメラと、

前記少なくとも２つのカメラで取得した画像を用いて、撮影対象物の立体形状を計測する計測手段と、

を備えた。

[0007] 上記目的を達成するため、本発明に係る加工装置の制御方法は、

少なくとも１つの移動カメラを含む少なくとも２つのカメラを備えた加工装置の制御方法であって、

前記少なくとも２つのカメラで撮影した画像を取得する取得ステップと、

取得した前記画像を用いて、撮影対象物の立体形状を計測する計測ステップと、

を含む。

[0008] 上記目的を達成するため、本発明に係る加工装置の制御プログラムは、

少なくとも１つの移動カメラを含む少なくとも２つのカメラを備えた加工装置の制御プログラムであって、

前記少なくとも２つのカメラで撮影した画像を取得する取得ステップと、

取得した前記画像を用いて、撮影対象物の立体形状を計測する計測ステップと、

をコンピュータに実行させる。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、映像に基づいた精度の高い計測をすることができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の第１実施形態に係る加工装置の構成を示す図である。

[図2A]本発明の第２実施形態に係る加工装置の構成の一例の概要を示す図である。

[図2B]本発明の第２実施形態に係る加工装置の構成の他の例の概要を示す図である。

[図3]本発明の第２実施形態に係る加工装置の構成を示すブロック図である。

[図4]本発明の第２実施形態に係る加工装置の備えるカメラテーブルの一例を示す図である。

[図5]本発明の第２実施形態に係る加工装置のハードウェア構成を示すブロック図である。

[図6]本発明の第２実施形態に係る加工装置の処理手順を説明するフローチャートである。

[図7]本発明の第３実施形態に係る加工装置の構成の一例の概要を示す図である。

[図8]本発明の第３実施形態に係る加工装置の備えるカメラテーブルの一例を示す図である。

[図9]本発明の第３実施形態に係る加工装置の処理手順を説明するフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0011] 以下に、本発明を実施するための形態について、図面を参照して、例示的に詳しく説明記載する。ただし、以下の実施の形態に記載されている、構成、数値、処理の流れ、機能要素などは一例に過ぎず、その変形や変更は自由であって、本発明の技術範囲を以下の記載に限定する趣旨のものではない。

[0012] ［第１実施形態］

本発明の第１実施形態としての加工装置１００について、図１を用いて説明する。加工装置１００は、カメラ画像から立体形状を計測する装置である。

[0013] 図１に示すように、加工装置１００は、移動カメラ１０１、カメラ１０２および計測部１０３を含む。さらに、加工装置１００は、少なくとも１つの移動カメラ１０１を含む少なくとも２つのカメラ１０１，１０２を有する。計測部１０３は、少なくとも２つのカメラ１０１，１０２で取得した画像を用いて、撮影対象物１１０の立体形状を計測する。

[0014] 本実施形態によれば、映像に基づいた精度の高い計測をすることができる。

[0015] ［第２実施形態］

次に本発明の第２実施形態に係る加工装置について、図２Ａ乃至図６を用いて説明する。図２Ａは、本実施形態に係る加工装置の構成の一例の概要を示す図である。加工装置２００は、回転ステージ２３０（加工台）に載置された撮影対象物２１０の加工を行う。加工装置２００は、装置内にカメラが少なくとも２台配置されている。

[0016] 加工装置２００は、移動カメラ２０１と固定カメラ２０２とを有する。移動カメラ２０１は、工具主軸２２０に取り付けられている。工具主軸２２０

には、スピンドルが取り付けられており、移動カメラ２０１は、例えば、スピンドルを介して工具主軸２２０に取り付けられる。そして、移動カメラ２０１は、工具主軸２２０またはスピンドルの移動に合わせて動く。つまり、移動カメラ２０１は、移動式のカメラとなっている。なお、スピンドルは、回転するが、移動カメラ２０１は、スピンドルの回転に合わせて回転しないように取り付けてもよい。

[0017] 固定カメラ２０２は、加工装置２００の天井に取り付けられている。固定カメラ２０２は、加工装置２００の天井に取り付けられ、移動できない（位置が変わらない）ので、固定式のカメラとなっている。

[0018] 加工装置２００は、移動カメラ２０１および固定カメラ２０２で撮影し、取得した画像を重ね合わせることで、いわゆるステレオカメラと同じく、立体的な映像を得る。得られた立体的な映像を用いて、加工装置２００は、撮影対象物２１０（ワーク、加工対象物など）の立体形状や、撮影対象物に加工された穴の深さ、段差の大きさなどを計測する。また、加工装置２００は、立体形状を計測することにより、工具と撮影対象物２１０との衝突や、加工装置２００の部品と撮影対象物２１０との衝突などを回避することが可能となる。

[0019] また、２台のカメラのうち一方を工具主軸２２０に取り付けて移動カメラ２０１とし、もう一方を加工装置２００の内部に固定して固定カメラ２０２とすることで、より広範囲の画像が得られる。

[0020] このように、移動カメラ２０１および固定カメラ２０２を加工装置２００に取り付ければ、装置内の立体映像が得られるので、加工装置２００の内部を外部から確認するためのガラス製の窓を設ける必要がなくなる。そのため、仮に、加工装置２００の内部で工具の破損や撮影対象物２１０の破壊などの事故が発生しても、破損した工具などの破片等により窓が壊れて、加工装置２００の外部に被害が及ぶことがなくなる。

[0021] 次に、移動カメラ２０１および固定カメラ２０２の撮影姿勢および設置位置を決定する方法について説明する。移動カメラ２０１および固定カメラ２

０２で取得した画像を用いて計測した撮影対象物２１０の立体形状の精度は、ベースアングルが大きくなるほど高くなる。ここで、ベースアングルは、移動カメラ２０１と固定カメラ２０２と撮影対象物２１０とが作る三角形の角度である。このように、立体形状の精度は、ベースアングルが大きいほど高くなるが、一方で、特徴点が２つのカメラ（移動カメラ２０１、固定カメラ２０２）で捉えられていないとならない。

[0022] また、移動カメラ２０１のＺ方向の位置は、カメラの視野（ＦＯＶ;Field of View）を変えるため、撮影対象物２１０がカメラの視野に収まるか否かの判断で足りる（決定できる）。移動カメラ２０１のＸ方向の位置は、撮影対象物２１０が視野中央に来るような位置であればよい。移動カメラ２０１のＹ方向の位置は、ベースアングルが最大となり、撮影対象物２１０の面の観察が可能な位置となればよい。

[0023] 移動カメラ２０１および固定カメラ２０２の撮影姿勢および設置位置は、具体的には、例えば、次の手順に従って決定できる。（１）撮影対象物２１０（ワーク）のモデルから注目領域を設定する。（２）注目領域の中心と固定カメラ２０２のなす角をＳＰ軸の角を合致させエピポーララインとカメラの画素方向とを合致させる。（３）注目領域の中心と視野中心とが合致するように移動カメラ２０１のＸ座標を決める。（４）注目領域の大きさと移動カメラ２０１の画角とからＺ位置を決定する。（５）撮影対象物２１０の各ファセットの法線ベクトルのＹ成分の分布を求める。（６）移動カメラ２０１から撮影対象物２１０に向かうベクトルと（５）の法線ベクトルとのなす角があらかじめ定められた値（例えば、７０°）以下となるように移動カメラ２０１の撮影方向を決める。（７）（６）で求めた角度と（４）で求めたＺ座標とからＹ座標を求める。

[0024] 図２Ｂは、本実施形態に係る加工装置の構成の他の例の概要を示す図である。加工装置２４０は、加工装置２００と同様に装置内にカメラが少なくとも２台配置されている。加工装置２４０では、回転ステージ２３０がスライドしてＹ軸方向（鉛直方向）に移動する。加工装置２４０では、２台の移動

カメラ２０１）が、回転ステージ２３０に取り付けられている。円盤状のパレット２５０は、あらかじめ加工対象物（ワーク）などの撮影対象物２１０が設置されており、図示しない搬送用ロボットなどで回転ステージ２３０の上へと搬送される。

[0025] ２台の移動カメラ２０１）で取得した画像を用いて、加工装置２４０の内部の撮影対象物２１０などを立体形状として捉えることができるので、搬送用ロボットの制御を閉ループ制御とすることができる。また、加工装置２４０は、立体形状を計測するので、ワークや加工対象物などの撮影対象物２１０の搬送中に撮影対象物２１０に応答するＮＣ（Numerical Control）プログラムの適不適の判断や応答するプログラムを選択できる。

[0026] また、加工装置２４０は、工具主軸２２０に取り付けられたスピンドルの一部の立体形状を計測できるので、衝突後の自己チェック、切粉の巻きつきなどをチェックすることができる。加工装置２４０が、加速度センサ等を備えて衝突などの異常検知ができる装置であれば、異常検出後に立体形状としてスピンドル自体を保存することにより異常状態の検証が容易になる。

[0027] なお、加工装置２００，２４０の内部に配置される移動カメラ２０１の台数は、１台であっても、複数台であってもよく、加工装置内部における複数台のカメラが全て移動カメラ２０１であってもよい。移動カメラの台数が１台である時には、加工装置２００，２４０の内部に配置される固定カメラ２０２は、少なくとも１台必要になるが、固定カメラ２０２は複数台であってもよい。

[0028] 図３は、本実施形態に係る加工装置の構成を示すブロック図である。加工装置２００は、移動カメラ２０１と固定カメラ２０２と計測部３０１と検出部３０２とを有する。移動カメラ２０１は、加工装置２００内を移動可能となっている。また、移動カメラ２０１は、加工装置２００の内部を撮影して、画像を取得する。なお、移動カメラ２０１は、移動しながら撮影をして、画像を取得しても、撮影の際には、静止した状態で撮影して、画像を取得してもよい。

[0029] 固定カメラ２０２は、加工装置２００の内部の所定の位置に取り付けられたカメラである。つまり、固定カメラ２０２は、動かないカメラである。固定カメラ２０２は、加工装置２００の内部を撮影して、画像を取得する。

[0030] 移動カメラ２０１および固定カメラ２０２は、加工装置２００の内部に存在するものを撮影対象とする。図３においては、移動カメラ２０１および固定カメラ２０２の撮影対象物２１０は、回転ステージ２３０（加工台）に載置された加工対象物としている。しかし、撮影対象物２１０は、例えば、加工装置２００の加工対象となる加工対象物（ワーク）や、加工対象物を載せる加工台、工具主軸、工具ホルダ、チャック、刃具などであってもよく、加工装置２００の内部に存在するものであれば、これらには限定されない。また、移動カメラ２０１で固定カメラ２０２を撮影しても、固定カメラ２０２で移動カメラ２０１を撮影してもよい。

[0031] 計測部３０１は、移動カメラ２０１および固定カメラ２０２で撮影し、取得した画像を用いて、撮影対象物２１０の立体形状を計測する。計測部３０１は、撮影対象物２１０を複数の異なる方向から同時に撮影された画像、すなわち、移動カメラ２０１および固定カメラ２０２で取得した画像を用いることにより、撮影対象物２１０の奥行き方向の情報を得られる。これにより、計測部３０１は、撮影対象物２１０の立体形状を測定できる。

[0032] また、検出部３０２は、固定カメラ２０２を用いて移動カメラ２０１の位置を検出して、キャリブレーションを実行する。まず、計測部３０１は、固定カメラ２０２により撮影した移動カメラ２０１の映像を取得する。そして、検出部３０２は、移動カメラ２０１と固定カメラ２０２との内部パラメータ、外部パラメータ、歪係数などのパラメータを求めて、キャリブレーションを行う。キャリブレーションを実行して、上述のパラメータが求まれば、エピポーラ幾何学的な拘束条件により、対応点探索やレクティフィケーションなどを効率的に行うことができる。なお、検出部３０２は、加工装置２００の起動時などのタイミングでキャリブレーションを行う。検出部３０２によりキャリブレーションを実行するタイミングは、これには限定されず、加

工途中や加工完了後などのタイミングであってもよい。因みに、キャリブレーションを行うことなく８点アルゴリズムにより直接三次元座標を算出してもよい。

[0033] さらに、計測部３０１は、撮影対象物２１０の立体形状として、撮影対象物２１０に加工された穴の深さおよび撮影対象物２１０に加工された段差の大きさのうち少なくとも１つを計測する。これにより、撮影対象物２１０の加工状態や加工の進捗状況などが分かるので、加工装置２００は、加工条件などを変更したり、制御したりすることができる。なお、計測部３０１が計測する立体形状は、穴の深さや段差の大きさには限定されず、例えば、穴の直径や溝の深さおよび長さ、などであってもよい。

[0034] 図４は、本実施形態に係る加工装置の備えるカメラテーブルの一例を示す図である。カメラテーブル４０１は、カメラＩＤ（Identifier）４１１に関連付けて、移動／固定４１２、位置４１３、スペック４１４および撮影画像４１５を格納する。カメラＩＤ４１１は、カメラを識別するための識別子である。移動／固定４１２は、カメラが移動式のカメラか固定式のカメラかを示す。位置４１３は、カメラ（移動カメラ２０１，固定カメラ２０２）の位置を示す。スペック４１４は、カメラの性能を示し、画角やＦ値、焦点距離、画素数、倍率などが含まれるが、これらには限定されない。撮影画像４１５は、カメラ（移動カメラ２０１，固定カメラ２０２）で撮影した画像である。加工装置２００は、例えば、カメラテーブル４０１を参照して、撮影対象物の立体形状を計測する。また、加工装置２００は、カメラテーブル４０１を参照して、移動カメラ２０１の位置を検出する。

[0035] 図５は、本実施形態に係る加工装置のハードウェア構成を示すブロック図である。ＣＰＵ(Central Processing Unit)５１０は、演算制御用のプロセッサであり、プログラムを実行することで図３の加工装置２００の機能構成部を実現する。ＣＰＵ５１０は複数のプロセッサを有し、異なるプログラムやモジュール、タスク、スレッドなどを並行して実行してもよい。ＲＯＭ(Read Only Memory)５２０は、初期データおよびプログラムなどの固定データおよ

びその他のプログラムを記憶する。また、ネットワークインタフェース５３０は、ネットワークを介して他の装置などと通信する。なお、ＣＰＵ５１０は１つに限定されず、複数のＣＰＵであっても、あるいは画像処理用のＧＰＵ(Graphics Processing Unit)を含んでもよい。また、ネットワークインタフェース５３０は、ＣＰＵ５１０とは独立したＣＰＵを有して、ＲＡＭ(Random Access Memory)５４０の領域に送受信データを書き込みあるいは読み出しするのが望ましい。また、ＲＡＭ５４０とストレージ５５０との間でデータを転送するＤＭＡＣ(Direct Memory Access Controller)を設けるのが望ましい（図示なし）。さらに、ＣＰＵ５１０は、ＲＡＭ５４０にデータが受信あるいは転送されたことを認識してデータを処理する。また、ＣＰＵ５１０は、処理結果をＲＡＭ５４０に準備し、後の送信あるいは転送はネットワークインタフェース５３０やＤＭＡＣに任せる。

[0036] ＲＡＭ５４０は、ＣＰＵ５１０が一時記憶のワークエリアとして使用するランダムアクセスメモリである。ＲＡＭ５４０には、本実施形態の実現に必要なデータを記憶する領域が確保されている。位置５４１は、移動カメラ２０１および固定カメラ２０２の加工装置２００の内部での位置のデータである。スペック５４２は、移動カメラ２０１および固定カメラ２０２の性能などに関するデータである。撮影画像５４３は、移動カメラ２０１および固定カメラ２０２で撮影した画像のデータである。パラメータ５４４は、キャリブレーションにより求められた、移動カメラ２０１と固定カメラ２０２との間の内部パラメータや外部パラメータ、歪係数などである。

[0037] 送受信データ５４５は、ネットワークインタフェース５３０を介して送受信されるデータである。また、ＲＡＭ５４０は、各種アプリケーションモジュールを実行するためのアプリケーション実行領域５４６を有する。

[0038] ストレージ５５０には、データベースや各種のパラメータ、あるいは本実施形態の実現に必要な以下のデータまたはプログラムが記憶されている。ストレージ５５０は、カメラテーブル４０１を格納する。カメラテーブル４０１は、図４に示した、カメラＩＤ４１１と撮影画像４１５などとの関係を管

理するテーブルである。

[0039] ストレージ５５０は、さらに、計測モジュール５５１および検出モジュール５５２を格納する。計測モジュール５５１は、移動カメラ２０１および固定カメラ２０２で撮影し、取得した画像を用いて、撮影対象物２１０の立体形状を計測するモジュールである。また、計測モジュール５５１は、立体形状として、撮影対象物２１０に加工された穴の深さおよび撮影対象物２１０に加工された段差の大きさのうち少なくとも１つを計測するモジュールである。検出モジュール５５２は、固定カメラ２０２を用いて移動カメラ２０１の位置を検出するモジュールである。これらのモジュール５５１～５５２は、ＣＰＵ５１０によりＲＡＭ５４０のアプリケーション実行領域５４６に読み出され、実行される。制御プログラム５５３は、加工装置２００の全体を制御するためのプログラムである。

[0040] 入出力インタフェース５６０は、入出力機器との入出力データをインタフェースする。入出力インタフェース５６０には、表示部５６１、操作部５６２、が接続される。また、入出力インタフェース５６０には、さらに、記憶媒体５６４が接続されてもよい。さらに、音声出力部であるスピーカ５６３や、音声入力部であるマイク（図示せず）、あるいは、ＧＰＳ位置判定部が接続されてもよい。なお、図５に示したＲＡＭ５４０やストレージ５５０には、加工装置２００が有する汎用の機能や他の実現可能な機能に関するプログラムやデータは図示されていない。

[0041] 図６は、本実施形態に係る加工装置の処理手順を説明するフローチャートである。このフローチャートは、図５のＣＰＵ５１０がＲＡＭ５４０を使用して実行し、図３の加工装置２００の機能構成部を実現する。

[0042] ステップＳ６０１において、加工装置２００は、装置の起動作業を実行する。ステップＳ６０３において、加工装置２００は、キャリブレーションが必要か否かを判断する。キャリブレーションが必要でない場合（ステップＳ６０３のＮＯ）、加工装置２００は、ステップＳ６０９へ進む。キャリブレーションが必要な場合（ステップＳ６０３のＹＥＳ）、加工装置２００は、

ステップＳ６０５へ進む。

[0043] ステップＳ６０５において、加工装置２００は、固定カメラ２０２を用いて移動カメラ２０１の位置を検出する。ステップＳ６０７において、加工装置２００は、キャリブレーションを実行して、移動カメラ２０１と固定カメラ２０２との内部パラメータ、外部パラメータ、歪係数などのパラメータを求める。

[0044] ステップＳ６０９において、加工装置２００は、移動カメラ２０１および固定カメラ２０２で撮影し、取得した画像を取得する。ステップＳ６１１において、加工装置２００は、移動カメラ２０１および固定カメラ２０２で取得した画像を用いて、撮影対象物２１０の立体形状を計測する。加工装置２００は、例えば、立体形状として撮影対象物２１０に加工された穴の深さおよび撮影対象物２１０に加工された段差の大きさのうち少なくとも１つを計測する。ステップＳ６１３において、加工装置２００は、計測を終了するか否かを判断する。計測を終了しないと判断した場合（ステップＳ６１３のＮＯ）、加工装置２００は、ステップＳ６０９へと戻る。計測を終了すると判断した場合（ステップＳ６１３のＹＥＳ）、加工装置２００は、処理を終了する。

[0045] 本実施形態によれば、映像に基づいた精度の高い計測をすることができる。また、固定カメラを用いて移動カメラの位置を検出するので、カメラのキャリブレーションを行うことができる。さらに、立体形状として撮影対象物に加工された穴の深さや撮影対象物に加工された段差の大きさを計測できる。

[0046] ［第３実施形態］

次に本発明の第３実施形態に係る加工装置について、図７乃至図９を用いて説明する。図７は、本実施形態に係る加工装置の構成の一例の概要を示す図である。本実施形態に係る加工装置は、上記第２実施形態と比べると、工具マガジンおよびカメラ交換部を有する点で異なる。その他の構成および動作は、第２実施形態と同様であるため、同じ構成および動作については同じ

符号を付してその詳しい説明を省略する。

[0047] 加工装置７００は、工具マガジン７０１とカメラ交換部７０２とを有する。工具マガジン７０１は、複数の工具（工具類）とともに複数種類のカメラを収容する。工具マガジン７０１は、例えば、ＡＴＣ（Automatic Tool Changer）マガジンであり、工具格納、工具選択、工具交換などの役割を有する。なお、工具マガジン７０１は、タレット式、マガジン収納式のいずれであってもよい。

[0048] カメラ交換部７０２は、選択されたカメラを工具マガジン７０１から取り出し、加工装置７００の内部の所定の位置に取り付ける。カメラ交換部７０２は、例えば、ロボットアームであり、工具マガジン７０１からカメラを取り出し、加工装置７００の内部の所定の位置に取り付けることができる。なお、カメラ交換部７０２は、カメラの交換ができる装置などであれば、いずれの装置でもよい。

[0049] 図８は、本実施形態に係る加工装置の備えるカメラテーブルの一例を示す図である。カメラテーブル８０１は、カメラＩＤ４１１に関連付けて収容位置８１１を格納する。収容位置８１１は、工具マガジン７０１において、カメラが収容されている位置を示す。加工装置７００は、カメラテーブル８０１を参照して、目的に応じたカメラを選択し、交換する。

[0050] 図９は、本実施形態に係る加工装置の処理手順を説明するフローチャートである。このフローチャートは、図５のＣＰＵ５１０がＲＡＭ５４０を使用して実行し、図７の加工装置７００の機能構成部を実現する。ステップＳ９０１において、加工装置７００は、カメラの交換が必要か否かを判断する。カメラの交換が必要ないと判断した場合（ステップＳ９０１のＮＯ）、加工装置７００は、ステップＳ６０３へ進む。カメラの交換が必要と判断した場合（ステップＳ９０１のＹＥＳ）、加工装置７００は、ステップＳ９０３へ進む。ステップＳ９０３において、加工装置７００は、複数種類のカメラの中から用途に応じたカメラを選択し、交換する。

[0051] 本実施形態によれば、カメラを選択的に交換できるので、様々な用途に合

わせた計測を行える。

[0052] ［他の実施形態］

以上、実施形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記実施形態に限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明のスコープ内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。また、それぞれの実施形態に含まれる別々の特徴を如何様に組み合わせたシステムまたは装置も、本発明の範疇に含まれる。

[0053] この出願は、２０１８年９月６日に出願された日本出願特願２０１８－１６７０８１を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

請求の範囲

[請求項1] 少なくとも１つの移動カメラを含む少なくとも２つのカメラと、

前記少なくとも２つのカメラで取得した画像を用いて、撮影対象物の立体形状を計測する計測手段と、

を備えた加工装置。

[請求項2] 前記少なくとも２つのカメラは、前記加工装置の内部に取り付けられた固定カメラを含み、

前記固定カメラを用いて前記移動カメラの位置を検出する検出手段をさらに備えた請求項１に記載の加工装置。

[請求項3] 前記移動カメラは、工具主軸に取り付けられる請求項１または２に記載の加工装置。

[請求項4] 前記計測手段は、前記立体形状として、前記撮影対象物に加工された穴の深さおよび前記撮影対象物に加工された段差の大きさのうち少なくとも１つを計測する請求項１乃至３のいずれか１項に記載の加工装置。

[請求項5] 複数の工具とともに複数種類のカメラを収容する工具マガジンと、

収容された前記複数種類のカメラを選択的に交換するカメラ交換手段と、

をさらに備えた請求項１乃至４のいずれか１項に記載の加工装置。

[請求項6] 少なくとも１つの移動カメラを含む少なくとも２つのカメラを備えた加工装置の制御方法であって、

前記少なくとも２つのカメラで撮影した画像を取得する取得ステップと、

取得した前記画像を用いて、撮影対象物の立体形状を計測する計測ステップと、

を含む加工装置の制御方法。

[請求項7] 少なくとも１つの移動カメラを含む少なくとも２つのカメラを備えた加工装置の制御プログラムであって、

前記少なくとも２つのカメラで撮影した画像を取得する取得ステップと、

取得した前記画像を用いて、撮影対象物の立体形状を計測する計測ステップと、

をコンピュータに実行させる加工装置の制御プログラム。

補正された請求の範囲
[2019年12月20日(20.12.2019)国際事務局受理]

[請求項1] （補正後）加工に用いられる工具を取り付けるための工具主軸と、
少なくとも１つの移動カメラを含む少なくとも２つのカメラと、
前記少なくとも２つのカメラで取得した画像を用いて、撮影対象物の立体形状を計測する計測手段と、
工具とともに前記移動カメラを収容する工具マガジンと、
前記工具マガジンに収容された前記移動カメラを前記工具主軸に取り付けるカメラ取付手段と、
を備えた加工装置。

[請求項2] 前記少なくとも２つのカメラは、前記加工装置の内部に取り付けられた固定カメラを含み、
前記固定カメラを用いて前記移動カメラの位置を検出する検出手段をさらに備えた請求項１に記載の加工装置。

[請求項3] （補正後）前記計測手段は、前記立体形状として、前記撮影対象物に加工された穴の深さおよび前記撮影対象物に加工された段差の大きさのうち少なくとも１つを計測する請求項１または２に記載の加工装置。

[請求項4] （補正後）前記工具マガジンは、複数種類の前記移動カメラを収容する請求項１乃至３のいずれか１項に記載の加工装置。

[請求項5] （補正後）加工に用いられる工具を取り付けるための工具主軸と、
少なくとも１つの移動カメラを含む少なくとも２つのカメラと、
前記少なくとも２つのカメラで取得した画像を用いて、撮影対象物の立体形状を計測する計測手段と、
工具とともに前記移動カメラを収容する工具マガジンと、
前記工具マガジンに収容された前記移動カメラを前記工具主軸に取り付けるカメラ取付手段と、
を備えた加工装置の制御方法であって、
前記工具マガジンに収容された前記移動カメラを前記工具主軸に取

り付けるカメラ取付ステップと、

前記移動カメラで撮影した画像を取得する取得ステップと、

取得した前記画像を用いて、撮影対象物の立体形状を計測する計測ステップと、

を含む加工装置の制御方法。

[請求項6] （補正後）加工に用いられる工具を取り付けるための工具主軸と、

少なくとも１つの移動カメラを含む少なくとも２つのカメラと、

前記少なくとも２つのカメラで取得した画像を用いて、撮影対象物の立体形状を計測する計測手段と、

工具とともに前記移動カメラを収容する工具マガジンと、

前記工具マガジンに収容された前記移動カメラを前記工具主軸に取り付けるカメラ取付手段と、

を備えた加工装置の制御プログラムであって、

前記工具マガジンに収容された前記移動カメラを前記工具主軸に取り付けるカメラ取付ステップと、

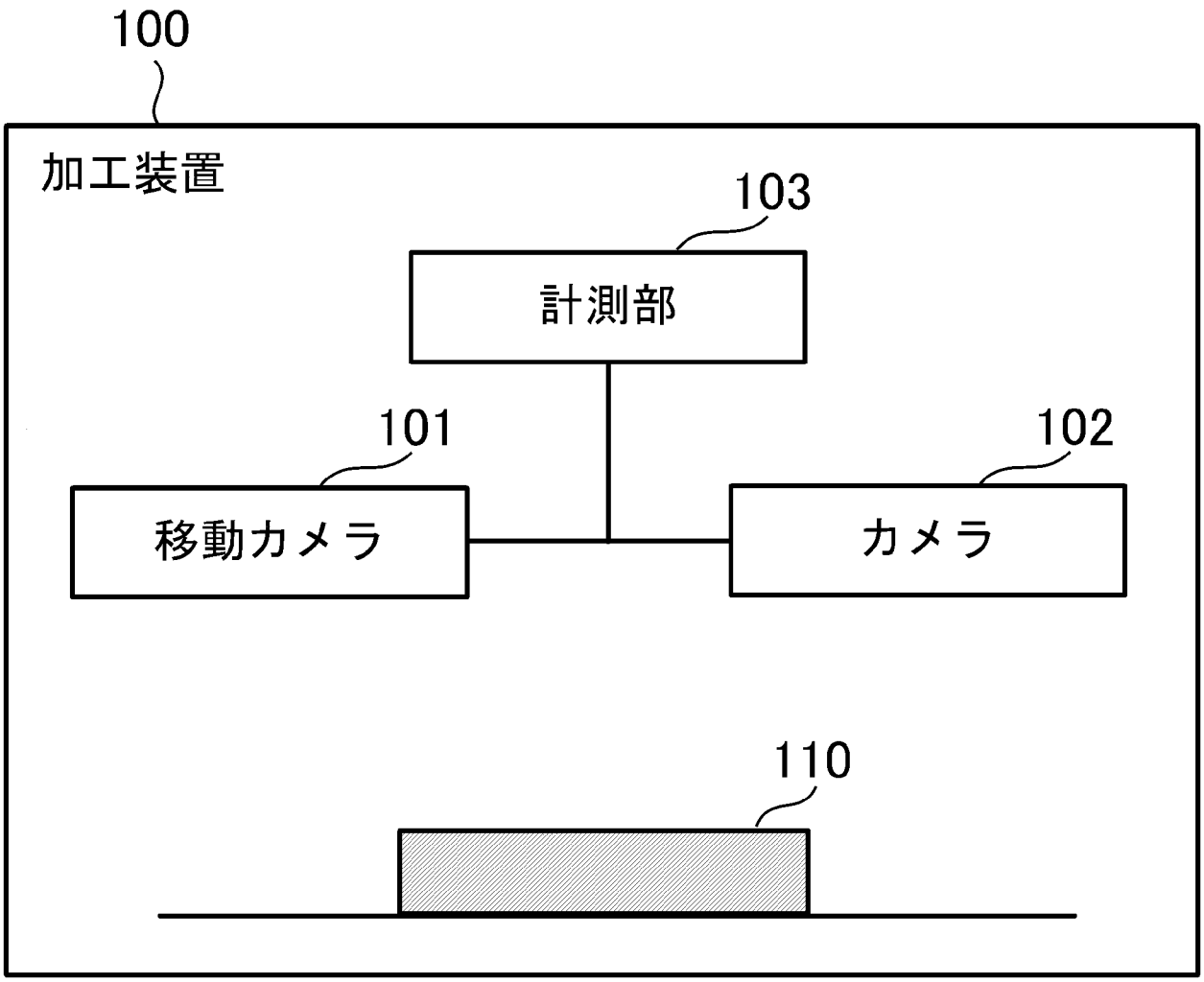
前記移動カメラで撮影した画像を取得する取得ステップと、

取得した前記画像を用いて、撮影対象物の立体形状を計測する計測ステップと、

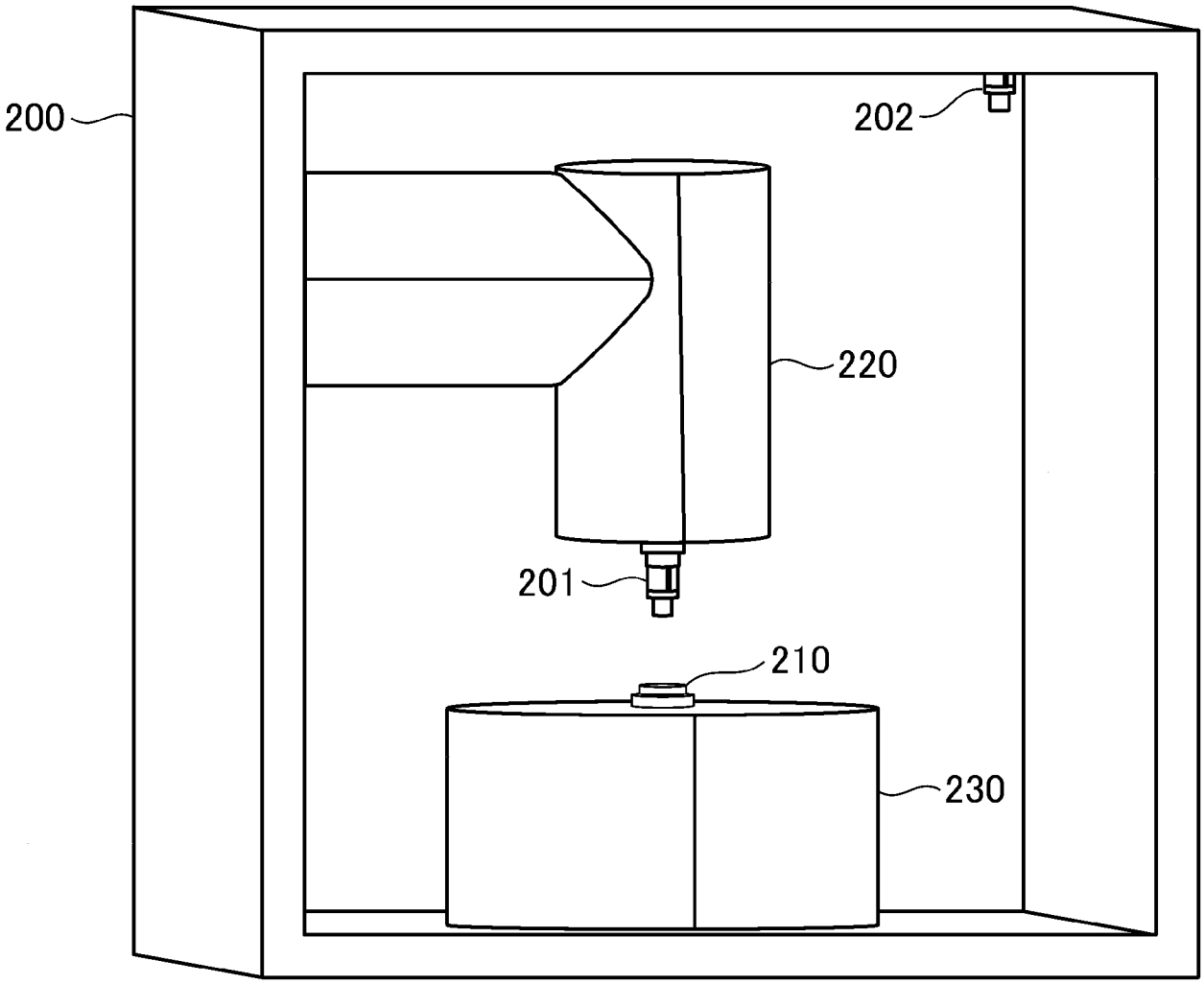
をコンピュータに実行させる加工装置の制御プログラム。

[請求項7] （削除）

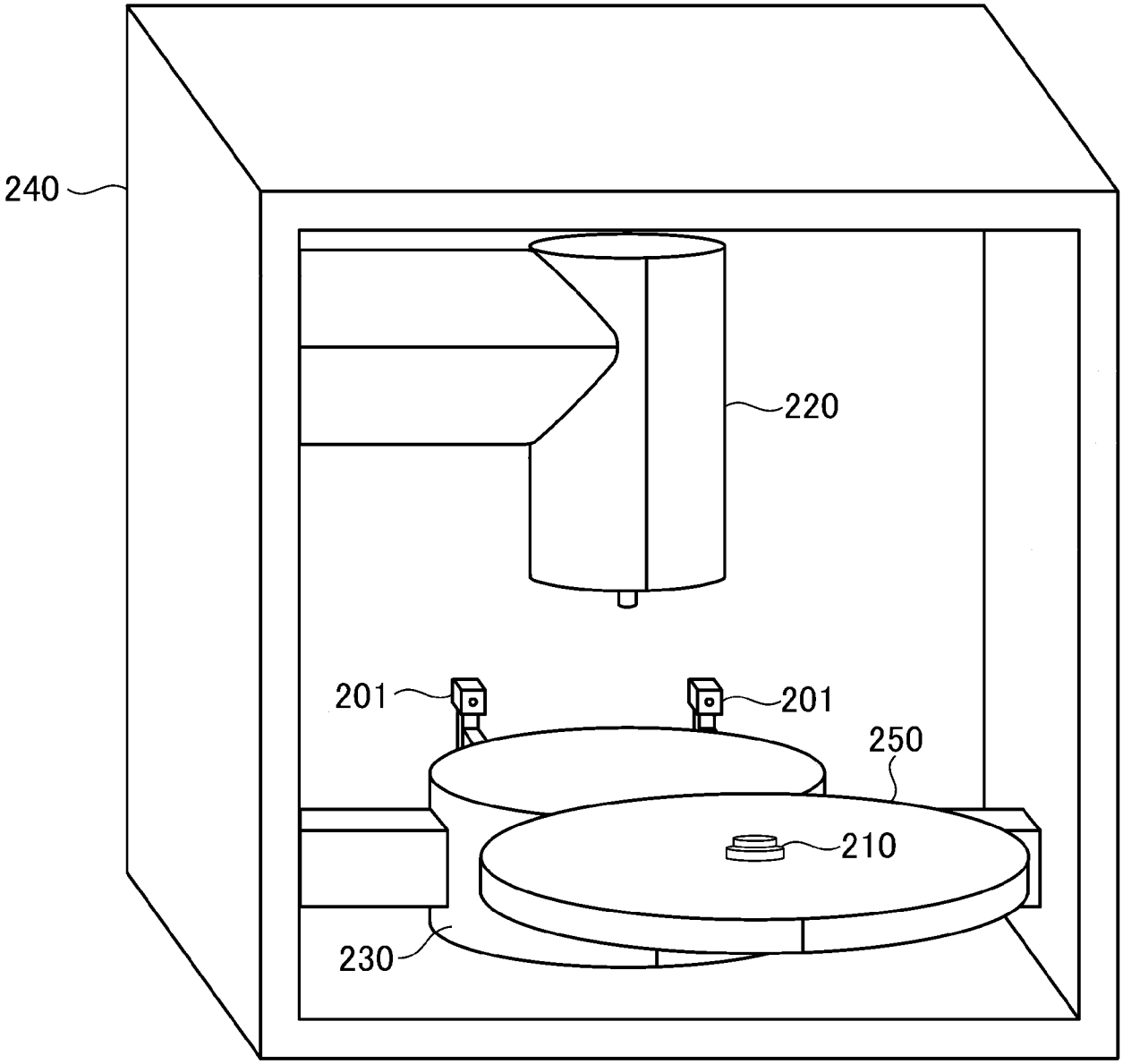
[図1]



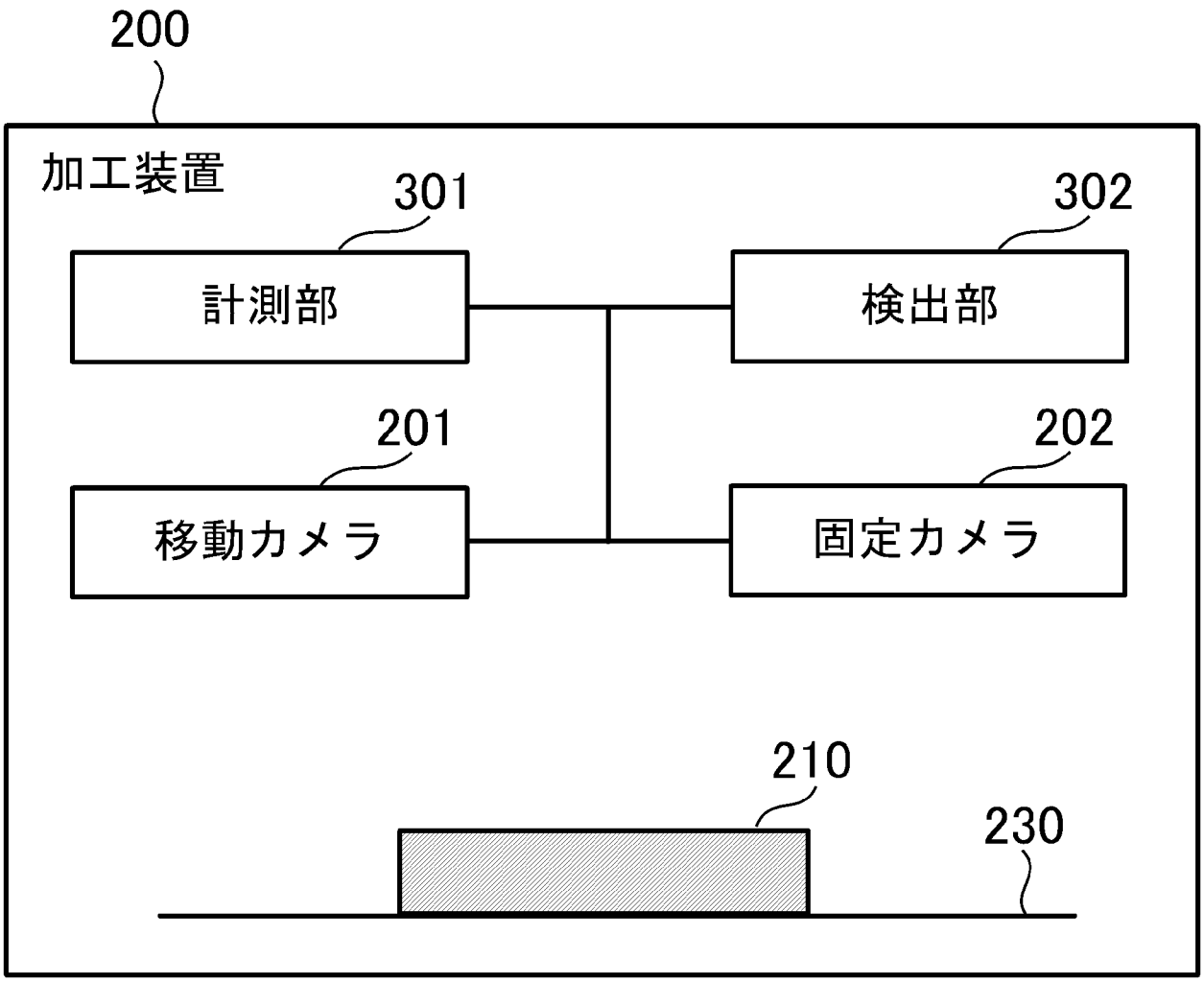
[図2A]



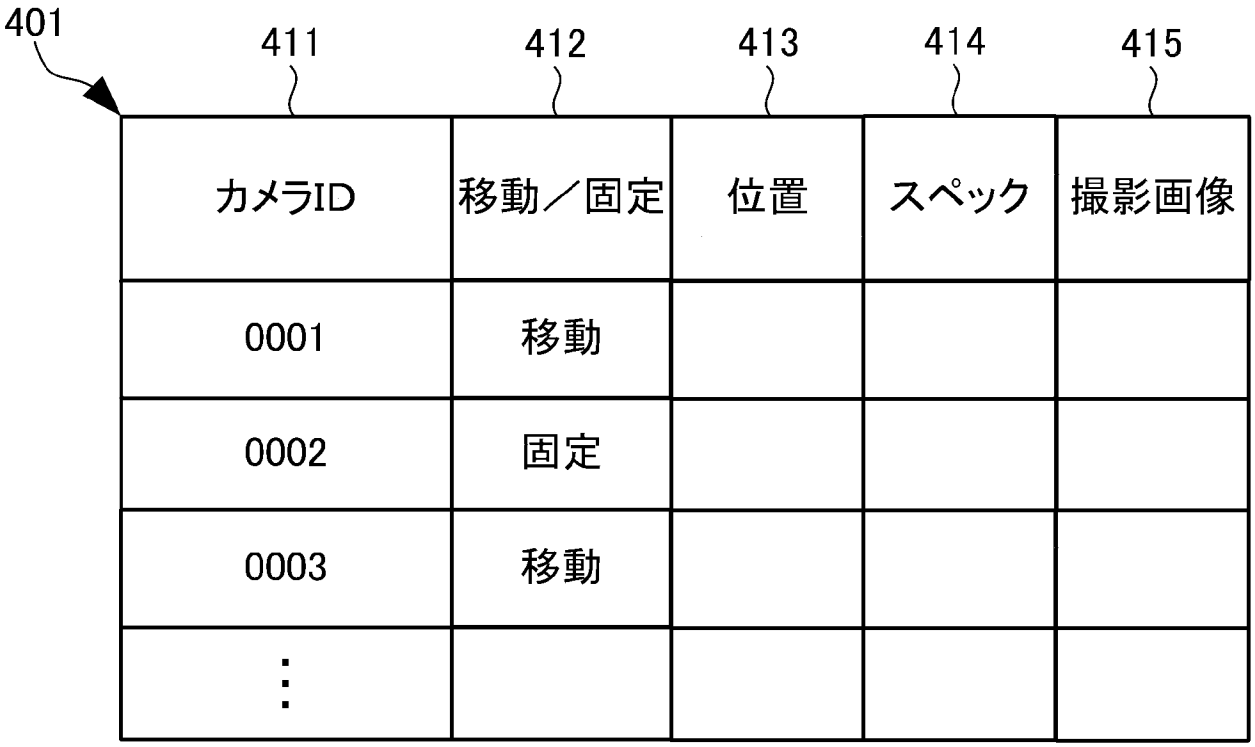
[図2B]



[図3]

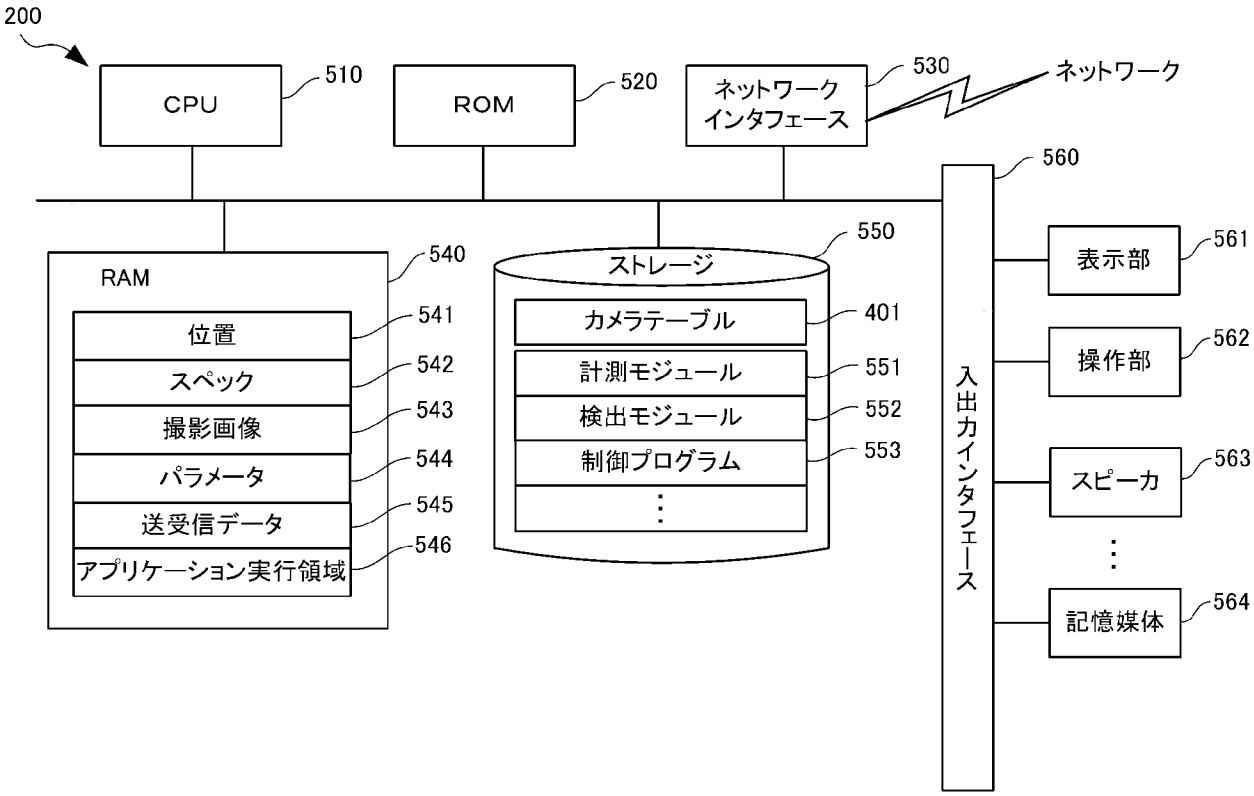


[図4]

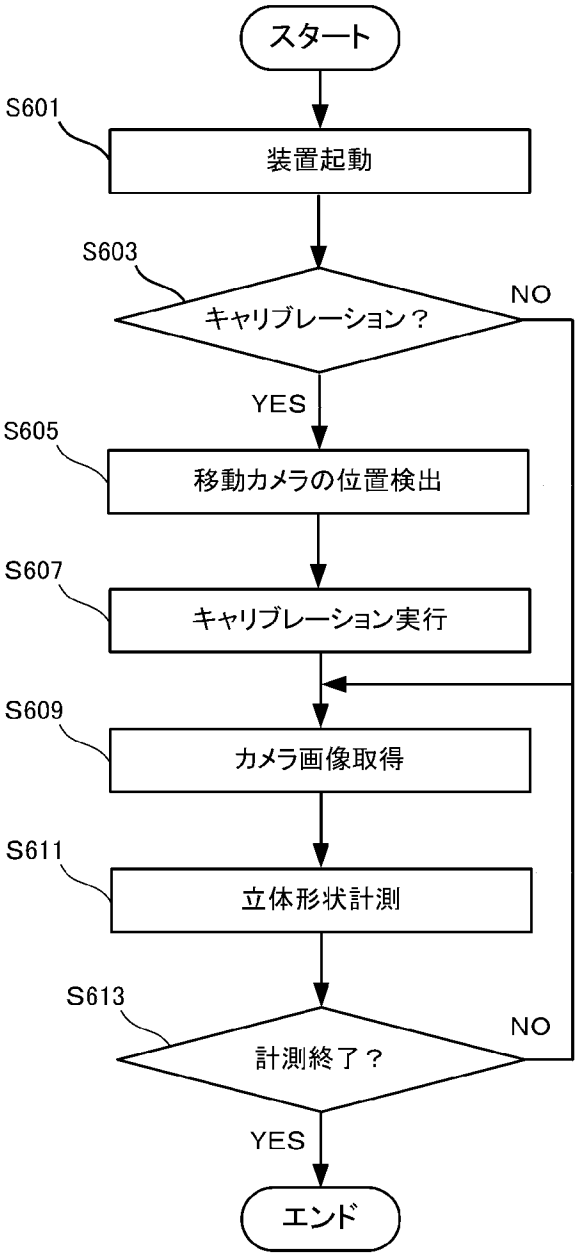


カメラID	移動／固定	位置	スペック	撮影画像
0001	移動			
0002	固定			
0003	移動			
⋮				

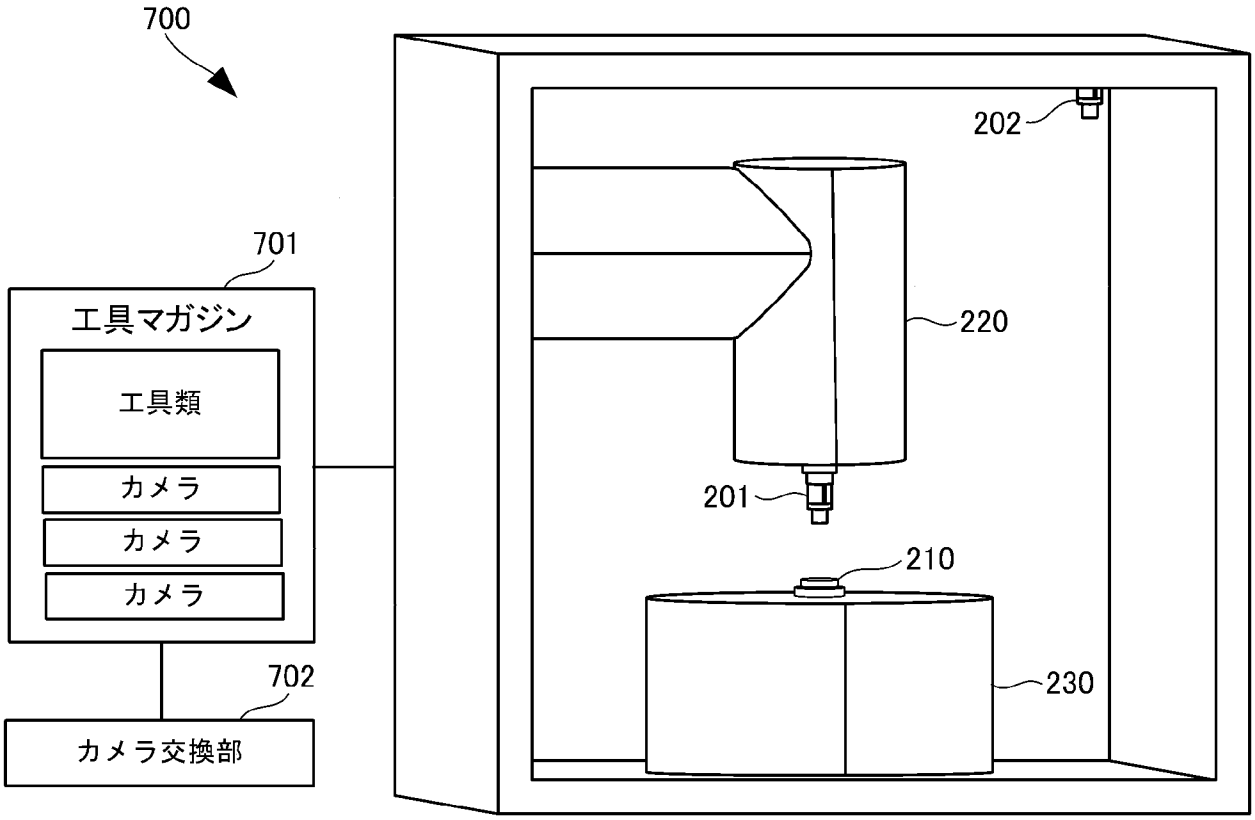
[図5]


200
CPU
510
ROM
520
ネットワーク
インタフェース
530
ネットワーク
560
RAM
540
位置
541
スペック
542
撮影画像
543
パラメータ
544
送受信データ
545
アプリケーション実行領域
546
ストレージ
550
カメラテーブル
401
計測モジュール
551
検出モジュール
552
制御プログラム
553
入出力インタフェース
表示部
561
操作部
562
スピーカ
563
記憶媒体
564

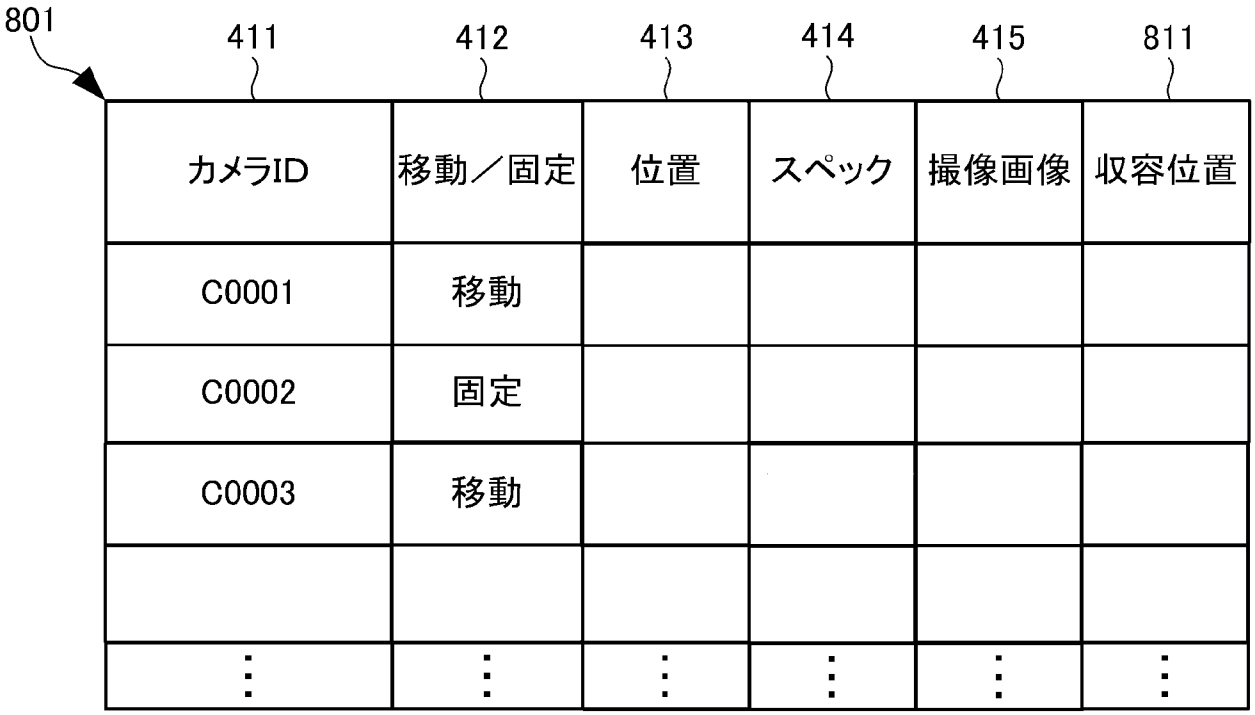
[図6]


スタート
S601
装置起動
S603
キャリブレーション？
NO
YES
S605
移動カメラの位置検出
S607
キャリブレーション実行
S609
カメラ画像取得
S611
立体形状計測
S613
計測終了？
NO
YES
エンド

[図7]

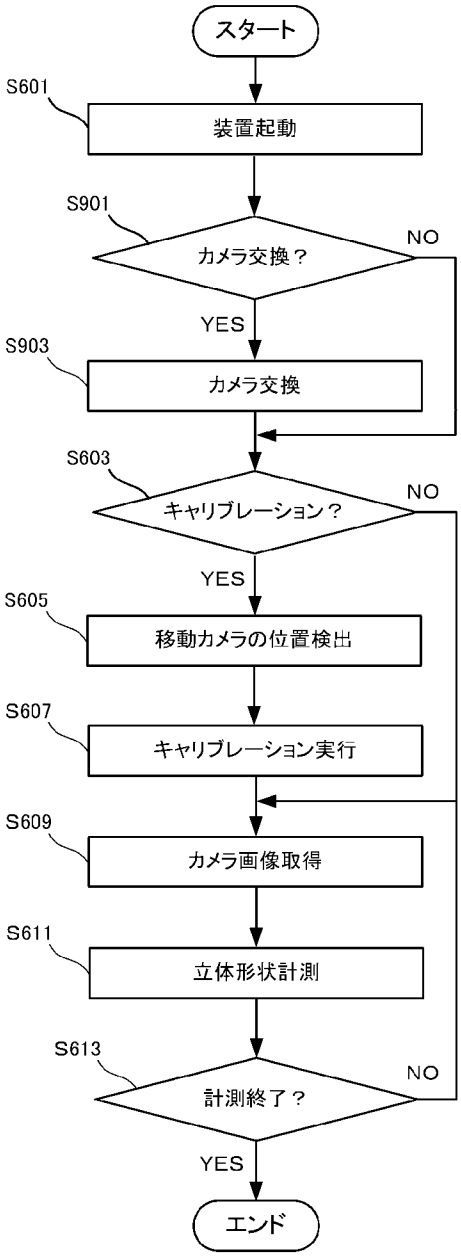


[図8]



カメラID	移動／固定	位置	スペック	撮像画像	収容位置
C0001	移動				
C0002	固定				
C0003	移動				
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

[図9]


スタート
S601
装置起動
S901
カメラ交換？
NO
YES
S903
カメラ交換
S603
キャリブレーション？
NO
YES
S605
移動カメラの位置検出
S607
キャリブレーション実行
S609
カメラ画像取得
S611
立体形状計測
S613
計測終了？
NO
YES
エンド

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/031959

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. B23Q17/24(2006.01)i, B23Q17/20(2006.01)i, G01B11/245(2006.01)i, G05B19/401(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. B23Q17/20-17/24, G01B11/00-11/30, G05B19/18-19/401, G06T7/00-7/90, B23Q3/155-3/157

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.
X A	US 2018/0150062 A1 (GLOWFORGE INC.) 31 May 2018, paragraphs [0058]-[0065], [0080], fig. 1 & WO 2018/098399 A1	1-4, 6-7 5
A	JP 2000-180106 A (KOKKO KK) 30 June 2000 (Family: none)	1
A	JP 2000-131032 A (HITACHI SEIKI KK) 12 May 2000 (Family: none)	1
A	JP 2008-168372 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 24 July 2008 (Family: none)	1
A	JP 9-61140 A (DENSO CORPO.) 07 March 1997 (Family: none)	1

☒ 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
30.08.2019	10.09.2019

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/031959

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 2005-300512 A (RICOH CO., LTD.) 27 October 2005 (Family: none)	1

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／０３１９５９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B23Q17/24(2006.01)i, B23Q17/20(2006.01)i, G01B11/245(2006.01)i, G05B19/401(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.　B23Q17/20-17/24, G01B11/00-11/30, G05B19/18-19/401, G06T7/00-7/90, B23Q3/155-3/157

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
X A	US 2018/0150062 A1 (GLOWFORGE INC.) 2018.05.31, [0058]-[0065], [0080], Fig.1 & WO 2018/098399 A1	1-4,6-7 5
A	JP 2000-180106 A (株式会社国興) 2000.06.30, (ファミリーなし)	1
A	JP 2000-131032 A (日立精機株式会社) 2000.05.12, (ファミリーなし)	1

☑　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
３０．０８．２０１９	１０．０９．２０１９

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）　３Ｃ　９７１９
亀田　貴志
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３２４

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 2008-168372 A（トヨタ自動車株式会社）2008.07.24,（ファミリーなし）	1
A	JP 9-61140 A（株式会社デンソー）1997.03.07,（ファミリーなし）	1
A	JP 2005-300512 A（株式会社リコー）2005.10.27,（ファミリーなし）	1