

(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9月3日(03.09.2020)



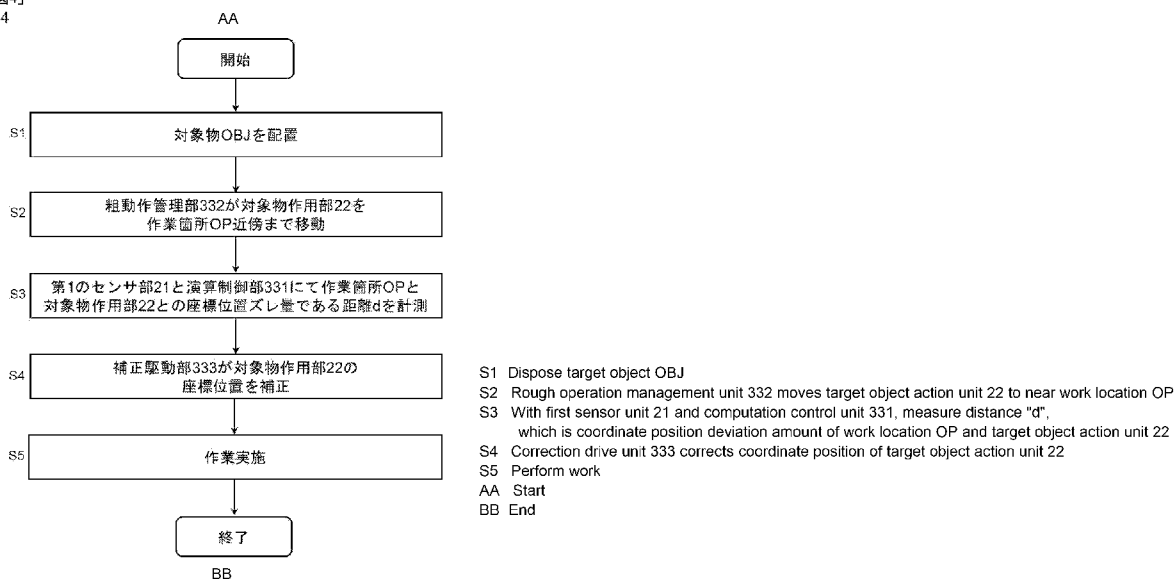
(10) 国際公開番号
WO 2020/175425 A1

- (51) 国際特許分類:
B25J 13/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/007310
- (22) 国際出願日: 2020年2月25日(25.02.2020)
- (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 2019-031790 2019年2月25日(25.02.2019) JP
- (71) 出願人: 国立大学法人 東京大学 (THE UNIVERSITY OF TOKYO) [JP/JP]; 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目3番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 石川 正俊 (ISHIKAWA Masatoshi); 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内 Tokyo (JP). 妹尾 拓 (SENOO Taku); 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内 Tokyo (JP). 山川 雄司(YAMAKAWA Yuji); 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内 Tokyo (JP). 黄 守仁(HUANG Shouren); 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 I P X (IPX PATENT PARTNERS); 〒1070061 東京都港区北青山二丁目7番20号 第二猪瀬ビル3階 Tokyo (JP).

(54) Title: ROBOT SYSTEM, ROBOT CONTROL DEVICE, AND ROBOT CONTROL PROGRAM

(54) 発明の名称: ロボットシステム、ロボットの制御装置、およびロボットの制御プログラム

[図4]
図4



(57) Abstract: [Problem] To provide a robot system, a robot control device, and a robot control program which are capable of executing high precision work without preparing a tool corresponding to a target object, even if individual target objects each have a different shape. [Solution] This robot system comprises a robot and a control device that controls the robot. The robot is provided with a first sensor unit. The first sensor unit is configured to be able to measure, at a first operation frequency, a coordinate position deviation amount between a target location and a work location defined for each of a



WO 2020/175425 A1

- (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, JP, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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))

plurality of types of target objects, each having a different shape, or a physical amount that changes due to the deviation amount. The control device comprises a rough operation management unit, a computation control unit, and a correction drive unit. The rough operation management unit is configured to be able to move the target location to near the target object, at a second operation frequency. The computation control unit is configured to be able to generate, at a third operation frequency, a control signal for correcting the deviation amount such that the target location approaches the work location. The correction drive unit is configured to be able to execute a correction operation, on the basis of the control signal, that causes the target location position to align with the work location position. The second operation frequency is one-half or less than the first and the third operation frequencies.

(57) 要約 : 【課題】対象物が個々に形状が異なる場合であっても、対象物に対応した冶具を用意すること無しに高精度な作業を実施可能なロボットシステム、ロボットの制御装置、およびロボットの制御プログラムを提供すること。【解決手段】本発明によれば、ロボットシステムであって、ロボットと、前記ロボットを制御する制御装置とを備え、前記ロボットは、第1のセンサ部を備え、前記第1のセンサ部は、個々の形状が異なる複数種類の対象物毎に定義される作業箇所と目標箇所との座標位置のズレ量、または前記ズレ量に起因して変化する物理量を第1の動作周波数で計測可能に構成され、前記制御装置は、粗動作管理部と、演算制御部と、補正駆動部とを備え、前記粗動作管理部は、第2の動作周波数で前記目標箇所を前記対象物近傍まで移動可能に構成され、前記演算制御部は、前記目標箇所が前記作業箇所に近づくように前記ズレ量を補正する制御信号を第3の動作周波数で生成可能に構成され、前記補正駆動部は、前記制御信号に基づいて、前記目標箇所を前記作業箇所に位置を整合させる補正動作を実施可能に構成され、ここで、前記第2の動作周波数は、前記第1および第3の動作周波数の $1/2$ 以下の周波数である、ロボットシステムが提供される。

明 細 書

発明の名称：

ロボットシステム、ロボットの制御装置、およびロボットの制御プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、産業用と医療用および家庭用などのロボット、特に高精度での作業が必要なロボットシステム、ロボットの制御装置、およびロボットの制御プログラムに関する。

背景技術

[0002] 工業、商業、農業などの産業界、手術や看護・介護などの医療界、さらには清掃など家庭においてもロボットの活用が急激に進んでいる。その中で、例えば生産現場では、オーダーメイドや多品種少量生産などのニーズの多様化に合わせて、ロボットの対象物も頻繁に変化している。そのため、ロボット側にも迅速で柔軟な対応が求められている。また、高品質実現のためには高精度な作業が必要不可欠である。

[0003] 高精度なワーク加工処理を行なう装置として特許文献1が提案されている。特許文献1では請求項1に記載の通り、加工対象であるワークに対して投射手段から基準パターンを投射し、投射された基準パターン込みでワークを撮像することで位置ズレデータを演算し、位置ズレデータに基づいて三次元加工データを較正し、産業ロボットの加工原点とワークの被加工原点を一致させている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第5622250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は基準パターンを投射撮像し、加工データを校正することで加工精度を高めているが下記の通り問題点を有している。加工対象であるワークを変更する度に、基準パターンの作成とワークを位置決め精度高く保持する治具が必要となるため、容易に加工対象ワークを変更出来ない。また撮像カメラが加工原点から離れた場所に固定されており、加工原点での精度高い観測が出来ない。

[0006] 本発明は、かかる事情を鑑みてなされたものであり、対象物が個々に形状が異なる場合であっても、対象物に対応した治具を用意すること無しに高精度な作業を実施可能なロボットシステム、ロボットの制御装置、およびロボットの制御プログラム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] 本発明によれば、ロボットシステムであって、ロボットと、前記ロボットを制御する制御装置とを備え、前記ロボットは、第1のセンサ部を備え、前記第1のセンサ部は、個々の形状が異なる複数種類の対象物毎に定義される作業箇所と目標箇所との座標位置のズレ量、または前記ズレ量に起因して変化する物理量を第1の動作周波数で計測可能に構成され、前記制御装置は、粗動作管理部と、演算制御部と、補正駆動部とを備え、前記粗動作管理部は、第2の動作周波数で前記目標箇所を前記対象物近傍まで移動可能に構成され、前記演算制御部は、前記目標箇所が前記作業箇所に近づくように前記ズレ量を補正する制御信号を第3の動作周波数で生成可能に構成され、前記補正駆動部は、前記制御信号に基づいて、前記目標箇所を前記作業箇所に位置を整合させる補正動作を実施可能に構成され、ここで、前記第2の動作周波数は、前記第1および第3の動作周波数の $1/2$ 以下の周波数である、ロボットシステムが提供される。

[0008] 本発明に係るロボットシステムでは、前記第1のセンサ部にて対象物毎に異なる作業箇所と目標箇所の座標位置のズレを計測し、前記補正駆動部を介して前記目標箇所の位置を補正することが出来る。このとき、前記第1のセンサ部の動作周波数である第1の動作周波数と前記演算制御部の第3の動作

周波数は、前記粗動作管理部の2倍以上の高周波数であり、迅速な位置合わせが可能となる。すなわち、対象物が個々に形状が異なる場合であっても、対象物に対応した治具を用意すること無しに高精度な作業をスムーズに実施することができるという有利な効果を奏する。

図面の簡単な説明

- [0009] [図1]本発明の実施形態に係るロボットシステムの機能ブロック図。
[図2]第1実施形態に係るロボットの対象物作用部と第1のセンサ部の構成図。
。
[図3]第1実施形態に係るロボットの作業位置画像情報を示す図。
[図4]第1実施形態に係るロボットシステムの単発作業制御フロー図。
[図5]第1実施形態に係るロボットシステムの連続作業制御フロー図。
[図6]第2実施形態に係るロボットの対象物作用部と第1のセンサ部の構成図。
。
[図7]第3実施形態に係るオンライン補正を用いた連続作業制御フロー図。
[図8]第4実施形態に係るニューラルネットワークの概要図。
[図9]第4実施形態に係る人工知能を活用した高レベル知能化ロボットシステムの概念図。
[図10]第5実施形態に係る作業前に高精度位置情報を計測する制御フロー図。
。

発明を実施するための形態

- [0010] 以下、図面を用いて本発明の実施形態について説明する。以下に示す実施形態中で示した各種特徴事項は、互いに組み合わせ可能である。特に、本明細書において「部」とは、例えば、広義の回路によって実施されるハードウェア資源と、これらのハードウェア資源によって具体的に実現されうるソフトウェアの情報処理とを合わせたものも含みうる。また、本実施形態においては様々な情報を取り扱うが、これら情報は、0または1で構成される2進数のビット集合体として信号値の高低によって表され、広義の回路上で通信・演算が実行されうる。

[0011] また、広義の回路とは、回路 (Circuit)、回路類 (Circuitry)、プロセッサ (Processor)、およびメモリ (Memory) 等を少なくとも適当に組み合わせることによって実現される回路である。すなわち、特定用途向け集積回路 (Application Specific Integrated Circuit: ASIC)、プログラマブル論理デバイス (例えば、単純プログラマブル論理デバイス (Simple Programmable Logic Device: SPLD)、複合プログラマブル論理デバイス (Complex Programmable Logic Device: CPLD)、およびフィールドプログラマブルゲートアレイ (Field Programmable Gate Array: FPGA)) 等を含むものである。

[0012] 1. 全体構成

第1節では、ロボットシステム1の全体構成について図面を用いて説明する。図1は、本実施形態に係るロボットシステム1の構成概要を示す図である。ロボットシステム1は、ロボット2と、ロボット2を制御するための制御装置3とを備え、これらが電氣的に接続されたシステムである。ロボットシステム1は作業毎に与えられる対象物OBJ (図2参照) に対して予め定められた作業を実施するものである。

[0013] 1. 1 ロボット2

本実施形態に係るロボットシステム1において、ロボット2の全体形態は特に限定されるものではないが、第1のセンサ部21と対象物作用部22 (目標箇所) とを備えていることが特徴である。これら2つの構成要素の詳細に関しては後述する。その他、作業者が作業内容を指定するユーザーインターフェイス機能、対象物OBJを供給する機能、静的な位置調整機能など、ロボット一般に有する機能は図中における本体20で実現しているものとし、ここでは詳述しない。

[0014] 対象物作用部22は座標位置を変位可能であり、かつ個々の形状が異なる複数種類の対象物OBJに対して、所定の作業を実施可能であるように構成

される。座標位置の変位手法は限定するものでは無く、軸状をスライドするタイプや多関節タイプなど、任意の手法が使用可能である。

[0015] 第1のセンサ部21は、対象物OBJ毎に定義される作業箇所OPと、前記対象物作用部22（目標箇所）との座標位置のズレ量である距離d、または前記座標位置のズレ量に起因して変化する物理量である力若しくはトルクを計測可能に構成されるものである。この第1のセンサ部21の動作周波数を第1の動作周波数と定義する。座標位置のズレ量である距離d、力およびトルクの計測方法は限定するものでは無く、可視光、赤外光、紫外光のうち少なくとも1つを検知するカメラや、超音波ソナー、トルクセンサなど、任意の手法が使用可能である。以下では、簡単のため、ズレ量である距離dを計測するものとして説明する。

[0016] 対象物作用部22として高速2次元アクチュエータ22aを、第1のセンサ部21として単眼の高フレームレートカメラ21aを用いた構成を図2に示す。なお本体20は図示していない。高速2次元アクチュエータ22aは水平面上をx軸y軸それぞれに移動可能な構成となっており、高速2次元アクチュエータ22aの先端には例として切削具CTを配置している。図2ではロボットシステムの作業内容を切削として切削具CTを配置しているが、前記ロボットシステムの作業内容に応じて塗布具やレーザ射出部などに適宜置き換えることが可能である。

[0017] 図2において第1のセンサ部21とした高フレームレートカメラ21aは特定の視野角内の情報を画像信号として取得可能なものである。ここでは切削具CTおよび対象物OBJ上の作業箇所OPを視野角内に捕捉出来るように配置されている。高速かつ高精度な位置合わせの目的には、フレームレート（第1の動作周波数）が100fps以上と高いものが好ましく、さらに好ましいのは500fps以上である。具体的には例えば、100、120、140、160、180、200、220、240、260、280、300、320、340、360、380、400、420、440、460、480、500、520、540、560、580、600、620、6

40、660、680、700、720、740、760、780、800、820、840、860、880、900、920、940、960、980、1000、1020、1040、1060、1080、1100、1120、1140、1160、1180、1200、1220、1240、1260、1280、1300、1320、1340、1360、1380、1400、1420、1440、1460、1480、1500、1520、1540、1560、1580、1600、1620、1640、1660、1680、1700、1720、1740、1760、1780、1800、1820、1840、1860、1880、1900、1920、1940、1960、1980、2000であり、ここで例示した数値の何れか2つの間の範囲内であってもよい。

[0018] 高フレームレートカメラ21aは対象物OBJ全体を見渡す位置に固定することも可能であるが、対象物作用部22と機構的に連動動作させることで、常に作業箇所OPを追従して精度高く拡大画像情報を得ることができる。その際には後述する粗動作管理部332用に第2のセンサ部（不図示）を別途配置し、第2のセンサ部の計測結果に基づいて対象物作用部22および高フレームレートカメラ21a双方を対象物OBJ近傍まで移動させると良い。特に、高フレームレートカメラ21aは、後述のズレ量を2次元座標情報として計測し、後述の補正駆動部333は、2次元の補正動作を行なうことに留意されたい。

[0019] 1. 2 制御装置3

図1に示す通り、制御装置3は通信部31と、記憶部32と、制御部33とを有し、これらの構成要素が制御装置3の内部において通信バス30を介して電氣的に接続されている。以下、各構成要素についてさらに説明する。

[0020] <通信部31>

通信部31は、ロボット2との間で情報の授受を行なうものである。USB、IEEE1394、Thunderbolt、有線LANネットワーク通信等といった有線型の通信手段が好ましいものの、無線LANネットワー

ク通信、5G/LTE/3G等のモバイル通信、Bluetooth（登録商標）通信等を必要に応じて含めてもよい。これらは一例であり、専用の通信規格を採用してもよい。すなわち、これら複数の通信手段の集合として実施することがより好ましい。

[0021] 図1においては、通信部31からロボット2内の第1のセンサ部21および本体20それぞれ別に接続している様子を示しているが、物理的な接続はまとめて1つとし、ロボット2内で論理的に分配する構成としても良い。

[0022] <記憶部32>

記憶部32は、様々な情報を記憶する揮発性または不揮発性の記憶媒体である。これは、例えばソリッドステートドライブ（Solid State Drive：SSD）等のストレージデバイスとして、あるいは、プログラムの演算に係る一時的に必要な情報（引数、配列等）を記憶するランダムアクセスメモリ（Random Access Memory：RAM）等のメモリとして実施されうる。また、これらの組合せであってもよい。

[0023] 特に、記憶部32は、個々の作業種別や作業内容に関する各種パラメータ、個々の対象物OBJに関して形状や材質に関する情報、連続作業時における過去の作業位置情報を記憶している。

[0024] また、記憶部32は、制御部33によって実行される制御装置3に係る種々のプログラム等を記憶している。具体的には例えば、対象物OBJ毎に定義される対象物作用部22の粗動作管理を実施したり、第1のセンサ部21から入力される情報を元に、対象物OBJ毎に定義される作業箇所OPと対象物作用部22の座標位置ズレを計算したり、対象物作用部22を作業箇所OPに近づけるべく対象物作用部22に対する補正動作を計算し指示するプログラムである。

[0025] <制御部33>

制御部33は、制御装置3に関連する全体動作の処理・制御を行う。制御部33は、例えば不図示の中央処理装置（Central Processing Unit：CPU）である。制御部33は、記憶部32に記憶され

た所定のプログラムを読み出すことによって、制御装置 3 に係る種々の機能を実現する。具体的には、対象物 O B J 毎に予め与えられた情報、第 1 のセンサ部 2 1 その他センサからの情報を元に対象物 O B J に定義される作業箇所 O P と現時点の対象物作用部 2 2 間の座標位置ズレ情報を計算し、対象物作用部 2 2 および第 1 のセンサ部 2 1 の粗動作を管理し、対象物作用部 2 2 の高精度な補正動作を実施する機能が該当する。

[0026] すなわち、ソフトウェア（記憶部 3 2 に記憶されている）による情報処理がハードウェア（制御部 3 3）によって具体的に実現されることで、演算制御部 3 3 1、粗動作管理部 3 3 2、および補正駆動部 3 3 3 として実行される。なお、図 1 においては、単一の制御部 3 3 として表記されているが、実際はこれに限るものではなく、機能ごとに複数の制御部 3 3 を有するように実施してもよい。またそれらの組合せであってもよい。以下、演算制御部 3 3 1、粗動作管理部 3 3 2、補正駆動部 3 3 3 についてさらに詳述する。

[0027] [演算制御部 3 3 1]

演算制御部 3 3 1 はソフトウェア（記憶部 3 2 に記憶されている）による情報処理がハードウェア（制御部 3 3）によって具体的に実現されているものである。演算制御部 3 3 1 は、通信部 3 1 を介して第 1 のセンサ部 2 1 から得た情報、および対象物 O B J 毎に予め与えられたパラメータを元に作業箇所 O P および対象物作用部 2 2 の空間座標を特定する演算を行なう。このとき、演算を行なう頻度は第 1 のセンサ部 2 1 の動作周波数である第 1 の動作周波数である。例えば図 2 の構成の場合では、切削具 C T の形状や長さ、対象物 O B J の厚さ、および作業箇所 O P に予め付けられたマークを画像認識する際の明度閾値などがパラメータとなる。得られた作業箇所 O P と対象物作用部 2 2 の空間座標間の位置ズレ情報を元に位置を補正する制御信号を生成する。その制御信号は後述する補正駆動部 3 3 3 単独あるいは粗動作管理部 3 3 2 および補正駆動部 3 3 3 双方にて活用される。

[0028] この制御信号を生成する演算頻度を第 3 の動作周波数と定義する。この第 3 の動作周波数は第 1 の動作周波数と同一であっても何ら問題は無いが必ず

しも同一である必要は無い。第1および第3の動作周波数が高い周波数であることにより、ロボットシステム1全体として高速な作業を行なうことができる。

[0029] また、第2のセンサ部が存在する場合には、演算制御部331は、前記通信部31を介して前記第2のセンサ部から得た情報、および対象物OBJ毎に予め与えられたパラメータを元に作業箇所OPおよび前記対象物作用部22の空間座標を特定する演算を行なう。第2のセンサ部からの情報を元に演算した空間座標は前記第1のセンサ部21から演算した空間座標に比して必ずしも高精度では無く、更新頻度（動作周波数）も前記第1のセンサ部の動作周波数である第1の動作周波数に比して高く無い。この前記第2のセンサ部から演算した空間座標位置情報は粗動作管理部332にて活用される。

[0030] [粗動作管理部332]

粗動作管理部332は、ソフトウェア（記憶部32に記憶されている）による情報処理がハードウェア（制御部33）によって具体的の実現されているものである。粗動作管理部332は前記対象物作用部22単独あるいは前記対象物作用部22と前記第1のセンサ部21双方の粗動作を管理するものである。ここでの粗動作とは、前記対象物作用部22単独あるいは前記対象物作用部22と前記第1のセンサ部21双方を、対象物OBJ毎に定義される作業箇所OP近傍まで近づけるものである。この作業場所近傍とは、記憶部32に記憶されているソフトウェア内で定義されている情報を活用する場合、前記第1のセンサ部21からの情報を基に演算制御部331で演算した空間座標位置情報を活用する場合、前記第2のセンサ部からの情報を基に演算制御部331で演算した空間座標位置情報を活用する場合がある。また、これらの組み合わせも可能である。

[0031] 粗動作管理部332が対象物作用部22の位置を調整する動作頻度を第2の動作周波数と定義する。本発明では、この第2の動作周波数は、前記第1のセンサ部の動作周波数である第1の動作周波数および後述する演算制御部331の動作周波数である第3の動作周波数に比べて $1/2$ 以下の周波数と

する。このように粗動作管理部 3 3 2 の動作を低周波数とすることで、本体 2 0 が比較的大型で反応が鈍い場合であっても本体 2 0 を粗動作に活用することができる。なお、前記第 1 のセンサ部 2 1 から演算した第 1 の動作周波数で更新される空間座標位置情報を用いる場合は、時間軸的に間引くあるいは複数個の情報の平均を取るなどして、情報の更新頻度を第 2 の動作周波数程度まで低くする点に留意されたい。

[0032] [補正駆動部 3 3 3]

補正駆動部 3 3 3 はソフトウェア（記憶部 3 2 に記憶されている）による情報処理がハードウェア（制御部 3 3）によって具体的の実現されているものである。補正駆動部 3 3 3 は演算制御部 3 3 1 から提供された位置補正信号を基に、前記対象物作用部 2 2 に対する位置補正を実施し、前記対象物作用部 2 2 の作用点を対象物 O B J 毎に定義される作用箇所へ整合させる。この場合、前記第 1 のセンサ部 2 1 と前記対象物作用部 2 2 が有する空間的な分解能の範囲内となる高精度な座標位置合わせが可能となる。

[0033] 2. ロボット 2 の制御方法

第 2 節では、個々の対象物 O B J に対してロボットが高精度な作業を行なうための、ロボットシステム 1 におけるロボット 2 の制御方法について説明する。具体例として、図 2 で例示した構成において対象物 O B J の一部分を高フレームレートカメラ 2 1 a で撮影した画像情報を図 3 に示す。また、単発作業時の制御フローを図 4 に、連続作業時の制御フローを図 5 に示す。以下、図面を参照しながら説明する。

[0034] 2. 1 単発作業制御フロー

ロボットシステム 1 が対象物 O B J に対して単発作業を行なう場合の制御フローである。制御フロー図は図 4 を参照されたい。

[0035] [単発作業開始]

(ステップ S 1)

対象物 O B J をロボット作業可能領域に配置する。この際の位置精度は後段の処理にて、第 1 のセンサ部 2 1（高フレームレートカメラ 2 1 a）の視

野内に、対象物OBJ上の作業箇所OP（作業指定点）と、対象物作用部22の作用点（切削具CTの先端）TP（目標箇所）が存在し、かつ対象物作用部22（高速2次元アクチュエータ22a）の補正動作許容範囲に入っていれば良い。位置決めのためだけに高精度に作製された対象物OBJを保持する治具を用意する必要はない。

[0036]（ステップS2）

粗動作管理部332が、対象物作用部22を対象物OBJ上にある作業箇所OP近傍まで移動させる。この際、作業箇所OPは、予め記憶部32に記憶させておいた、個々の対象物OBJごとについての作業箇所OP座標位置情報を粗動作管理部332に入力して利用しても良い。あるいは第2のセンサ部として、一般的なカメラから取得した画像情報を演算制御部331に入力して演算した結果得られた座標情報を粗動作管理部332が利用する方法でも良い。

[0037]（ステップS3）

図3は上記ステップS2の粗動作管理が終了した時点におけるもので、図3左側が対象物OBJ全体図、図3右側が高フレームレートカメラ21aで撮影した画像データIMである。作業箇所OPと切削具CTの先端位置TPの間に距離dの位置ズレが発生している。この高フレームレートカメラ21a（第1のセンサ部21）が捉えた画像情報は通信部31を介して演算制御部331に入力され、演算制御部331にて座標位置ズレ量情報を演算する。

[0038]（ステップS4）

上記ステップS3で求めた座標位置ズレ情報を補正駆動部333に伝達する。補正駆動部333は切削具CTの先端位置TPが作業箇所OPに来るように、高速2次元アクチュエータ22a（対象物作用部22）に対して座標位置補正移動制御を実施する。その結果、作業箇所OPと切削具CTの先端位置TPは、高フレームレートカメラ21a（第1のセンサ部21）と高速2次元アクチュエータ22a（対象物作用部22）の分解能の範囲内まで高精度

に近づけることが出来る。

[0039] (ステップS5)

ロボット2が対象物OBJに対して作業を実施する。

[単発作業終了]

[0040] 2. 2 連続作業制御フロー

ロボットシステム1が対象物OBJに対して連続作業を行なう場合の制御フローである。制御フロー図は図5を参照されたい。

[0041] [連続作業開始]

(ステップS1)

対象物OBJをロボット2の作業可能領域に配置する。図3を用いて説明する。図3左側には連続補足動作時の画像情報例を示す。図3左側の点線がライン状の連続作業指定位置RT1である。先ず連続作業指定位置RT1上における作業開始の位置を連続作業開始点STとし、対象物OBJを連続作業開始点STに対するロボットの作業可能領域に配置する。この際の位置精度は後段の処理にて、第1のセンサ部21(高フレームレートカメラ21a)の視野内に、対象物OBJ上の連続作業開始点STと、対象物作用部22の作用点(切削具CTの先端)TP(目標箇所)が存在し、かつ対象物作用部22(高速2次元アクチュエータ22a)の補正動作許容範囲に入れば良いのは単発作業と同様である。位置決めのためだけに高精度に作製された対象物OBJを保持する治具を用意する必要はないのも単発作業と同じである。

[0042] (ステップS2)

粗動作管理部332が、対象物作用部22を対象物OBJ上にある連続作業指定位置RT1上の連続作業開始点STから開始して作業毎に連続作業終了点EN方向に向かう、作業毎に更新される作業箇所OP近傍まで移動させる。この際、作業箇所OPは、予め記憶部32に記憶させておいた、個々の対象物OBJ毎についての連続作業指定位置RT1上にて毎回の作業毎に更新される作業箇所OP座標位置情報を粗動作管理部332に入力して利用し

ても良い。あるいは第2のセンサ部として、一般的なカメラから取得した画像情報を演算制御部331に入力して演算した結果得られた座標情報を粗動作管理部332が利用する方法でも良いのは単発動作と同じである。連続作業指定位置RT1は作業者がマークを塗布するなど明示的に示しても良いし、対象物OBJ内に複数の物体が存在する場合などで境界線を連続作業指定位置RT1と定義できる場合はその境界線を画像認識して活用することも可能である。図3左側の制御軌跡RT2に粗動作管理部332が制御を行った軌跡を表す。連続作業指定位置RT1に対する粗動作管理部の制御軌跡RT2の距離が、第1のセンサ部21（高フレームレートカメラ21a）の視野内、かつ対象物作用部22での補正動作範囲内であることが重要である。

[0043]（ステップS3）

連続動作内での各作業回での座標位置ズレ計測と補正作業は単発作業と同じである。図3は各回での上記ステップS2の粗動作管理が終了した時点におけるもので、図3右側が高フレームレートカメラ21aで撮影した画像データIMである。作業箇所OPと切削具CTの先端位置TPの間に位置ズレ（距離d）が発生している。この高フレームレートカメラ21a（第1のセンサ部21）が捉えた画像情報は通信部31を介して演算制御部331に入力され、演算制御部331にて座標位置ズレ量情報を演算する。

[0044]（ステップS4）

上記ステップS3で求めた座標位置ズレ情報を補正駆動部333に伝達する。補正駆動部333は切削具CTの先端位置TPが作業箇所OPに来るように、高速2次元アクチュエータ22a（対象物作用部22）に対して座標位置補正移動制御を実施する。その結果、作業箇所OPと切削具CTの先端位置TPは、高フレームレートカメラ21a（第1のセンサ部21）と高速2次元アクチュエータ22a（対象物作用部22）の分解能の範囲内まで高精度に近づけることが出来ることは単発作業と同じである。

[0045]（ステップS5）

ロボット2が対象物OBJに対して作業を実施するのは単発作業と同じで

ある。

[0046] (ステップS6)

連続作業が終了したかどうか判断する。予め記憶部32に記憶させておいた個々の対象物OBJ毎の連続作業指定位置RT1での作業が全て終了したかで判断できる。あるいは第2のセンサ部として一般的なカメラを利用する場合であれば、例えばマーキングされた作業指示ラインの終点まで到達したことなどで判断しても良い。連続作業が終了していなければステップS2に戻って作業を続ける。

[連続作業終了]

[0047] 2.3 効果

上記の様な制御方法を実施することにより、対象物OBJが個々に形状が異なる場合であっても、対象物OBJを保持する治具を用意することなく、高精度にロボット2を制御することが出来る。一連の連続作業が終了した時点でループを抜ける。

[0048] 3. 変形例

第3節では、本実施形態に係る変形例について説明する。すなわち、次のような態様によって、本実施形態に係るロボットシステム1をさらに創意工夫してもよい。

[0049] [3次元座標位置ズレ補正動作]

図6に3次元位置ズレ補正動作実施例構成図を示す。図6では本体20は図示していない。高速3次元アクチュエータ22bは3次元座標上をx軸y軸z軸それぞれに移動可能な構成となっており、高速3次元アクチュエータ22bの先端には例として切削具CTを配置している。図6ではロボットシステムの作業内容を切削として切削具CTを配置しているが、前記ロボットシステム1の作業内容に応じて塗布具やレーザ射出部などに適宜置き換えることが可能である。

[0050] 第1のセンサ部21の例として2個の高フレームレートカメラ21a, 21bを配置している。2個もしくはそれ以上の光学カメラ用いて、それぞれ

異なる角度から対象物OBJの画像情報を取得すれば、演算制御部331での演算により対象物OBJ上の作業箇所OPの3次元座標を明らかにすることが出来る。3次元計測であっても個々の高フレームレートカメラ21a, 21bに対する要求は1、2節で述べた2次元向け高フレームレートカメラ21aと変わらず、高速かつ高精度な位置合わせの目的には、フレームレート（撮像レート）が100fps以上と高いものが好ましく、さらに好ましいのは500fps以上である。具体例は省略する。高フレームレートカメラ21a, 21bは対象物OBJ全体を見渡す位置に固定することも可能であるが、対象物作用部22（目標箇所）と機構的に連動させることで常に作業箇所OPを追従して精度高く拡大画像情報を得ることが出来る事は2次元補正の場合と同じである。つまり、高フレームレートカメラ21aおよび21bは、ズレ量を3次元座標情報として計測し、補正駆動部333は、3次元座標の補正動作を行なうことに留意されたい。

[0051] 図6に示す如く、空間的な3次元座標計測が可能である第1のセンサ部21、および3次元補正移動可能な対象物作用部22を用意すれば、3次元座標位置ズレ補正を伴うロボットシステム1が実現できる。その際、制御フローとしては第2節で説明したものがそのまま流用できる。

[0052] [オンライン補正を用いた連続作業]

2.2にて説明した、連続作業制御フローでは、粗動作管理部332が利用する連続作業指定位置RT1は、予め記憶部32に記憶されているか、第2のセンサ部（一般的なカメラなど）からの情報を利用する方法を採用している。ここでは第1のセンサ部21が特定した作業箇所座標位置を基に、粗動作管理部332が利用する移動情報を更新する実施形態の制御フローを説明する。対象物作用部22（目標箇所）と第1のセンサ部21の構成図は図2、画像情報は図3、制御フロー図は図7を参照されたい。

[連続作業開始]

(ステップS1)

対象物OBJをロボット2の作業可能領域に配置する。2.2連続作業と

同様であり、説明は省略する。

[0053] (ステップS 2)

粗動作管理部 3 3 2 が、対象物作用部 2 2 を対象物 O B J 上にある連続作業指定位置 R T 1 上の連続作業開始点 S T から開始して作業毎に連続作業終了点 E N 方向に向かう、作業毎に更新される作業箇所 O P 近傍まで移動させる。この際の移動情報は、ステップ S 8 にて後述するごとく、第 1 のセンサ部 2 1 が特定した作業箇所 O P 情報を用いて更新する場合もある。連続作業指定位置 R T 1 は作業者がマークを塗布するなど明示的に示しても良いし、対象物 O B J 内に複数の物体が存在する場合などで境界線を連続作業指定位置 R T 1 と定義できる場合はその境界線を画像認識して活用することも可能であることは 2. 2 と同様である。

[0054] (ステップS 3)

連続動作内での各作業回での座標位置ズレ計測と補正作業は、2. 1 単発作業、2. 2 連続作業と同様であり、説明は省略する。なお、高フレームレートカメラ 2 1 a (第 1 のセンサ部 2 1) が特定した作業箇所 O P が図 3 における画像データ I M 内の何処に存在するかの情報を、後述のステップ S 7、ステップ S 8 で利用する。

[0055] (ステップS 4)

上記ステップ S 3 で求めた座標位置ズレ情報を補正駆動部 3 3 3 に伝達し、対象物作用部 2 2 に対して座標位置補正移動制御を実施するのは 2. 1 単発作業、2. 2 連続作業と同様であり、説明は省略する。

[0056] (ステップS 5)

ロボット 2 が対象物 O B J に対して作業を実施するのは 2. 1 単発作業、2. 2 連続作業と同じである。

[0057] (ステップS 6)

予め記憶部 3 2 に記憶させておいた連続作業の全工程が終了したかどうかを判断する。連続作業が終了していなければステップ S 7 に進み作業を継続する。

[0058] (ステップS7)

ステップS3にて高フレームレートカメラ21a(第1のセンサ部21)が特定した作業箇所OPが、画像データIMの許容範囲内に位置するので、粗動作管理部332で用いる移動情報を更新するかどうかを判断する。具体的には、例えば現在の作業箇所OPが画像データIMの中心付近にあり、次回の作業箇所と切削具CT(対象物作用部22)の先端位置TPの間に距離dの位置ズレが小さく補正駆動部333が処理できる範囲であると推定できれば、許容範囲以下であり現状位置で作業を継続することとしてステップS2に戻る。許容範囲超と判断されたらステップS8に進む。なお、閾値である許容範囲を0と設定して必ずステップS8に進む制御も可能である。

[0059] (ステップS8)

高フレームレートカメラ21a(第1のセンサ部21)が特定した作業箇所OP情報を基に粗動作管理部332において使用する移動情報を更新する。具体的には、例えば作業箇所OPが画像データIM内で中心から上方向にずれた場合には、ロボット2を上方向に移動させることで作業箇所OPを中心方向に近づけることが出来る。この様な演算を演算制御部331が行い、粗動作管理部332が使用する移動情報を更新し、ステップS2に戻って連続作業を続ける。

[0060] この際、高速2次元アクチュエータ22a(対象物作用部22)内にエンコーダなど実際の移動距離を計測する手段がある場合には、対象物作用部22で計測した前記実際の移動距離情報も加味した演算を行う事も可能である。

[連続作業終了]

[0061] [人工知能を用いた正確かつ効率的な製品加工]

本実施形態に係るロボットシステム1に人工知能(Artificial Intelligence: AI)分野で盛んに研究されている機械学習を加えることで、正確かつ効率的な製品加工が期待されうる。ところで、[課題を解決するための手段]において記載した通り、ロボットシステム1は

、対象物OBJがオーダーメイドや多品種少量生産である場合に特に適している。オーダーメイドや多品種少量生産品は、詳細な形状や寸法は当然に多種多様であっても、用途、材質、形状、寸法等、物品の属性という観点では従来品に共通する部分が多く見られる。そこで、ロボットシステム1によって加工する物品の属性を機械学習させて、加工中または将来の加工をより正確かつ効率的に行うことができる。

[0062] 例えば、機械学習の一例として、ニューラルネットワークを用いたものが採用されうる。図8は、ニューラルネットワークの概要図である。各種パラメータにより規定される入力信号が第1層L1に入力される。ここでの入力信号は、これから加工する物品の属性（例えば、用途、材質、形状、寸法、加工の工程等を含む情報）である。また、これらの属性が既知である過去の加工データを事前の学習データとして蓄積させておく。特にクラウドサーバにアップロードして学習データが共有されていることが好ましい。入力信号は、第1層L1の計算ノードN₁₁～N₁₃から、第2層L2の計算ノードN₂₁～N₂₅にそれぞれ出力される。このとき、計算ノードN₁₁～N₁₃から出力された値に対し、各計算ノードN間に設定された重みwを掛け合わせた値が計算ノードN₂₁～N₂₅に入力される。

[0063] 計算ノードN₂₁～N₂₅は、計算ノードN₁₁～N₁₃からの入力値を足し合わせ、かかる値（又はこれに所定のバイアス値を加算した値）を所定の活性化関数に入力する。そして、活性化関数の出力値が次ノードである計算ノードN₃₁に伝搬される。このとき、計算ノードN₂₁～N₂₅と計算ノードN₃₁との間に設定された重みwと上記出力値を掛け合わせた値が計算ノードN₃₁に入力される。計算ノードN₃₁は、入力値を足し合わせ、合計値を出力信号として出力する。このとき、計算ノードN₃₁は、入力値を足し合わせ、合計値にバイアス値を加算した値を活性化関数に入力してその出力値を出力信号として出力してもよい。これにより、これから加工を行う対象物OBJの加工計画データが最適化されて出力される。また、かかる加工計画データは、例えば、粗動作管理部332に

よる粗動作の決定に使用される。

[0064] 人工知能（AI）を活用した高レベル知能化ロボットシステムの概念図を図9に示す。図9下部では低レベルの知能化（Low-level intelligence）であっても、従来の教示・再生手法や既存のモデルベースフィードバック制御手法と比較して、本実施形態の提案手法により、高速度（SPEED）と高い絶対精度（ABSOLUTE ACCURACY）及び高い柔軟性（適応性）（FLEXIBILITY）を実現できている。

[0065] さらに人工知能（AI）を活用することにより、中レベル知能化（Middle-level intelligence）や高レベル知能化（High-level intelligence）に進化可能で、インダストリアル（Industrial）4.0におけるタスク管理にも対応できる。

[0066] [作業位置を事前トレースする制御方法]

第2節ではロボット2が対象物作用部22を有した状態で、対象物作用部22の位置を補正しながら定められた作業を行なう場合を説明した。一方で対象物作用部22の重量が大きい場合などでは、ロボットシステム1の本番作業前に作業を行なう目標箇所的位置情報を高精度に把握し、ロボットシステム1の本番作業をより短時間で実行したい場合もある。

[0067] この様な場合でも、図1におけるロボット2から対象物作用部22を一旦取り外し、第1のセンサ部21を活用して、目標箇所の高精度位置情報を特定することが出来る。本番作業が連続である場合における制御フローを図10に示す。対象物作用部22と第1のセンサ部21の構成図は図2、画像情報は図3を参照されたい。

[0068] [作業開始]

[0069] (ステップS1)

対象物作用部22をロボット2から取り外した状態で対象物OBJをロボット作業可能領域に配置する。この際、図3左側の連続作業指定位置RT1

上における連続作業開始点S Tが第1のセンサ部2 1（高フレームレートカメラ2 1 a）の視野内に収まる様にする。このとき、対象物作用部2 2は取り外しており、対象物作用部2 2の作用点（切削具C Tの先端）T Pも存在しないため留意する必要は無い。

[0070]（ステップS 2）

ここでは図3中R T 1を本番作業の目標箇所とする。粗動作管理部3 3 2が、第1のセンサ部2 1を対象物O B J上にある連続作業指定位置R T 1上の連続作業開始点S T近傍から開始して連続作業終了点E N近傍方向に向かう。ここで連続作業指定位置R T 1は、予め記憶部3 2に記憶させておいた情報を活用しても良い。あるいは、第2のセンサ部として、一般的なカメラから取得した画像情報を演算制御部3 3 1に入力して演算した結果得られた座標情報を粗動作管理部3 3 2が利用する方法でも良い。連続作業指定位置R T 1は作業者がマークを塗布するなど明示的に示しても良いし、対象物O B J内に複数の物体が存在する場合などで境界線を連続作業指定位置R T 1と定義できる場合はその境界線を画像認識して活用することも可能であることは、第2節で記述した連続作業制御フローと同じである。

[0071]（ステップS 3）

高フレームレートカメラ2 1 a（第1のセンサ部2 1）で撮影した画像データI Mから目標箇所の高精度位置情報を求める。画像データI Mは通信部3 1を介して演算制御部3 3 1に入力され、演算制御部3 3 1にて画像データ中心部からの座標位置ズレ量情報を演算し、粗動作管理部3 3 2による移動量と合わせて目標箇所の高精度位置情報とする。

[0072]（ステップS 4）

ステップS 3で演算した高精度位置情報を記憶部3 2に記憶する。

[0073]（ステップS 5）

連続作業指定位置全体の計測が終了したかどうかを判定する。終了していればステップS 6に進み、終了していなければステップS 2に戻って計測を続行する。

[0074] (ステップS6)

切削具CT (対象物作用部22) をロボット2に取り付けて作業を実施する。この際、記憶部32に記憶されている高精度位置情報に基づき、切削具CTの先端位置TPを移動させながら連続作業を行なう。予め高精度位置情報が記憶されているので作業中にフィードバック制御を行なう必要は無い。

[作業終了]

[0075] 4. 結言

以上の様に、本実施形態によれば、ロボットシステム1において、対象物OBJが個々に形状が異なる場合であっても、対象物OBJに対応した冶具を用意すること無しに高精度な作業を実施可能なロボットシステム1を実施することが出来る。

[0076] かかるロボットシステム1は、ロボット2と、前記ロボット2を制御する制御装置3とを備え、前記ロボット2は、第1のセンサ部21とを備え、前記第1のセンサ部21は、前記対象物OBJ毎に定義される作業箇所OPと目標箇所とのズレ量である距離d、または前記ズレ量に起因して変化する物理量を第1の動作周波数で計測可能に構成され、前記制御装置3は、粗動作管理部332と、演算制御部331と、補正駆動部333とを備え、前記粗動作管理部332は、第2の動作周波数で前記対象物作用部22を前記対象物OBJ近傍まで移動可能に構成され、前記演算制御部331は、前記対象物作用部が前記作業箇所OPに近づくように前記ズレ量である距離dを補正する制御信号を第3の動作周波数で生成可能に構成され、前記補正駆動部333は、前記制御信号に基づいて、前記対象物作用部22を前記作業箇所OPに位置を整合させる補正動作を実施可能に構成され、ここで、前記第2の動作周波数は、前記第1および第3の動作周波数の $1/2$ 以下の周波数である。

[0077] また、ロボットシステム1において、対象物OBJが個々に形状が異なる場合であっても、対象物OBJに対応した冶具を用意すること無しに高精度な作業を実施可能となるロボット2の制御装置3を実施することができる。

[0078] かかるロボット2の制御装置3は、前記ロボット2とは、第1の動作周波数で動作する第1のセンサ部21を有するもので、前記第1のセンサ部21は、対象物OBJ毎に定義される作業箇所OPと目標箇所とのズレ量である距離d、または前記ズレ量に起因して変化する物理量を第1の動作周波数で計測可能に構成され、当該制御装置3は、粗動作管理部332と、演算制御部331と、補正駆動部333とを備え、前記粗動作管理部332は、第2の動作周波数で目標箇所（前記対象物作用部22）を前記対象物OBJ近傍まで移動可能に構成され、前記演算制御部331は、前記対象物作用部22が前記作業箇所OPに近づくように前記ズレ量である距離dを補正する制御信号を第3の動作周波数で生成可能に構成され、前記補正駆動部333は、前記制御信号に基づいて、目標箇所（前記対象物作用部22）を前記作業箇所OPに位置を整合させる補正動作を実施可能に構成され、ここで、前記第2の動作周波数は、前記第1および第3の動作周波数の $1/2$ 以下の周波数である。

[0079] また、ロボットシステムにおいて、対象物OBJが個々に形状が異なる場合であっても、対象物OBJに対応した治具を用意すること無しに高精度な作業を実施可能なロボット2の制御装置3またはロボットシステム1をハードウェアとして実施するためのソフトウェアを、プログラムとして実施することもできる。そして、このようなプログラムを、コンピュータが読み取り可能な非一時的な記録媒体として提供してもよいし、外部のサーバからダウンロード可能に提供してもよいし、外部のコンピュータで当該プログラムを起動させて、クライアント端末で各機能を実施可能な、いわゆるクラウド・コンピューティングを実施してもよい。

[0080] かかるロボット2の制御プログラムは、前記ロボット2とは、第1の動作周波数で動作する第1のセンサ部21を有するもので、前記第1のセンサ部21は、対象物OBJ毎に定義される作業箇所OPと目標箇所とのズレ量である距離d、または前記ズレ量に起因して変化する物理量を第1の動作周波数で計測可能に構成され、当該制御プログラムは、コンピュータに、粗動作

管理機能と、演算制御機能と、補正駆動機能とを実行させるもので、前記粗動作管理機能によれば、第2の動作周波数で目標箇所（前記対象物作用部22）を前記対象物OBJ近傍まで移動させ、前記演算制御機能によれば、目標箇所（前記対象物作用部22）が前記作業箇所OPに近づくように前記ズレ量である距離dを補正する制御信号を第3の動作周波数で生成させ、前記補正駆動機能によれば、前記制御信号に基づいて、目標箇所（前記対象物作用部22）を前記作業箇所OPに位置を整合させる補正動作を実施させ、ここで、前記第2の動作周波数は、前記第1および第3の動作周波数の $1/2$ 以下の周波数である。

[0081] 最後に、本発明に係る種々の実施形態を説明したが、これらは、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。当該新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。当該実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

符号の説明

- [0082] 1 : ロボットシステム
2 : ロボット
3 : 制御装置
20 : 本体
21 : 第1のセンサ部
21a : 高フレームレートカメラ
21b : 高フレームレートカメラ
22 : 対象物作用部
22a : 高速2次元アクチュエータ
22b : 高速3次元アクチュエータ
30 : 通信バス
31 : 通信部

3 2	: 記憶部
3 3	: 制御部
3 3 1	: 演算制御部
3 3 2	: 粗動作管理部
3 3 3	: 補正駆動部
C T	: 切削具
I M	: 画像データ
O B J	: 対象物
O P	: 作業箇所
R T 1	: 連続作業指定位置
R T 2	: 制御軌跡
T P	: 先端位置
d	: 距離

請求の範囲

[請求項1]

ロボットシステムであって、

ロボットと、前記ロボットを制御する制御装置とを備え、

前記ロボットは、第1のセンサ部を備え、

前記第1のセンサ部は、個々の形状が異なる複数種類の対象物毎に定義される作業箇所と目標箇所との座標位置のズレ量、または前記ズレ量に起因して変化する物理量を第1の動作周波数で計測可能に構成され、

前記制御装置は、粗動作管理部と、演算制御部と、補正駆動部とを備え、

前記粗動作管理部は、第2の動作周波数で前記目標箇所を前記対象物近傍まで移動可能に構成され、

前記演算制御部は、前記目標箇所が前記作業箇所に近づくように前記ズレ量を補正する制御信号を第3の動作周波数で生成可能に構成され、

前記補正駆動部は、前記制御信号に基づいて、前記目標箇所を前記作業箇所に位置を整合させる補正動作を実施可能に構成され、

ここで、前記第2の動作周波数は、前記第1および第3の動作周波数の $1/2$ 以下の周波数である、

ロボットシステム。

[請求項2]

請求項1に記載のロボットシステムにおいて、

前記ズレ量に起因して変化する物理量とは、

力又はトルクである、

ロボットシステム。

[請求項3]

請求項1または請求項2に記載のロボットシステムにおいて、

前記目標箇所とは、対象物作用部であり、

前記対象物作用部は、

座標位置を変位可能に構成され、かつ

前記対象物に対して、所定の作業を実施可能に構成される、
ロボットシステム。

[請求項4]

請求項3に記載のロボットシステムにおいて、

前記対象物作用部は、切削具、塗布具、またはレーザ射出部を有する、
ロボットシステム。

[請求項5]

請求項3に記載のロボットシステムにおいて、

前記第1のセンサ部とは異なる第2のセンサ部をさらに備え、
前記第1のセンサ部は、前記対象物作用部と連動して動作可能に構成され、

前記第2のセンサ部は、前記作業箇所を計測可能に構成され、
前記粗動作管理部は、前記第2のセンサ部の計測結果に基づいて、
前記対象物作用部を前記対象物近傍まで移動させる、
ロボットシステム。

[請求項6]

請求項1～請求項5の何れか1つに記載のロボットシステムにおいて、

前記第1のセンサ部は、単眼のカメラであって、前記ズレ量を2次元座標情報として計測し、

前記補正駆動部は、2次元の前記補正動作を行なう、
ロボットシステム。

[請求項7]

請求項1～請求項5の何れか1つに記載のロボットシステムにおいて、

前記第1のセンサ部は、複数のカメラであって、前記ズレ量を3次元座標情報として計測し、

前記補正駆動部は、3次元の前記補正動作を行なう、
ロボットシステム。

[請求項8]

請求項1～請求項7の何れか1つに記載のロボットシステムにおいて、

前記第1および第3の動作周波数は、100Hz以上である、
ロボットシステム。

[請求項9] 請求項1～請求項8の何れか1つに記載のロボットシステムにおいて、

前記第1のセンサ部で特定した前記作業箇所座標位置に基づいて、
前記粗動作管理部が利用する移動情報を更新可能に構成される、
ロボットシステム。

[請求項10] ロボットの制御装置であって、

前記ロボットとは、第1のセンサ部を有するもので、前記第1のセンサ部は、個々の形状が異なる複数種類の対象物毎に定義される作業箇所と目標箇所との座標位置のズレ量、または前記ズレ量に起因して変化する物理量を第1の動作周波数で計測可能に構成され、

当該制御装置は、粗動作管理部と、演算制御部と、補正駆動部とを備え、

前記粗動作管理部は、第2の動作周波数で前記目標箇所を前記対象物近傍まで移動可能に構成され、

前記演算制御部は、前記目標箇所が前記作業箇所に近づくように前記ズレ量を補正する制御信号を第3の動作周波数で生成可能に構成され、

前記補正駆動部は、前記制御信号に基づいて、前記目標箇所を前記作業箇所に位置を整合させる補正動作を実施可能に構成され、

ここで、前記第2の動作周波数は、前記第1および第3の動作周波数の $1/2$ 以下の周波数である、

ロボットの制御装置。

[請求項11] ロボットの制御プログラムであって、

前記ロボットとは、第1のセンサ部を有するもので、前記第1のセンサ部は、個々の形状が異なる複数種類の対象物毎に定義される作業箇所と目標箇所との座標位置のズレ量、または前記ズレ量に起因し

て変化する物理量を第1の動作周波数で計測可能に構成され、

当該制御プログラムは、コンピュータに、粗動作管理機能と、演算制御機能と、補正駆動機能とを実行させるもので、

前記粗動作管理機能によれば、第2の動作周波数で前記目標箇所を前記対象物近傍まで移動させ、

前記演算制御機能によれば、前記目標箇所が前記作業箇所に近づくように前記ズレ量を補正する制御信号を第3の動作周波数で生成させ

、

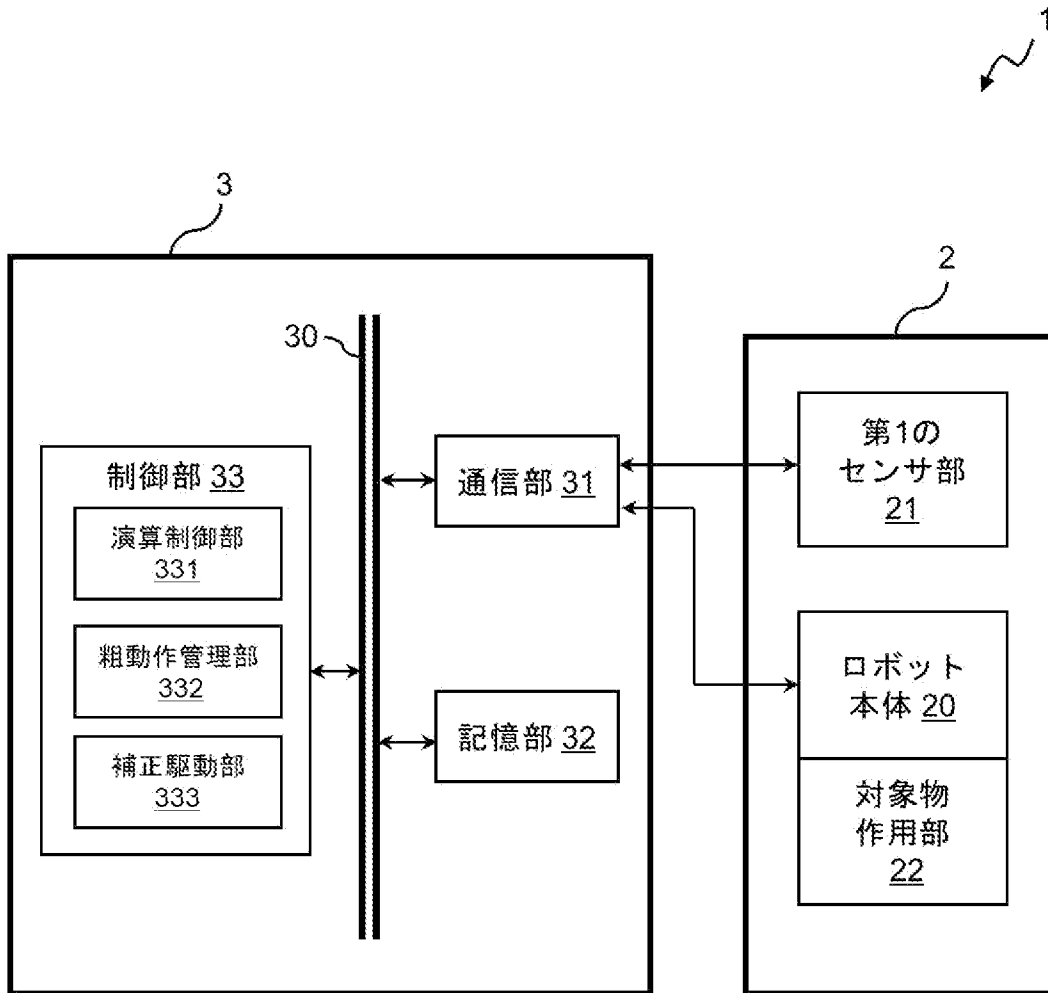
前記補正駆動機能によれば、前記制御信号に基づいて、前記目標箇所を前記作業箇所に位置を整合させる補正動作を実施させ、

ここで、前記第2の動作周波数は、前記第1および第3の動作周波数の $1/2$ 以下の周波数である、

ロボットの制御プログラム。

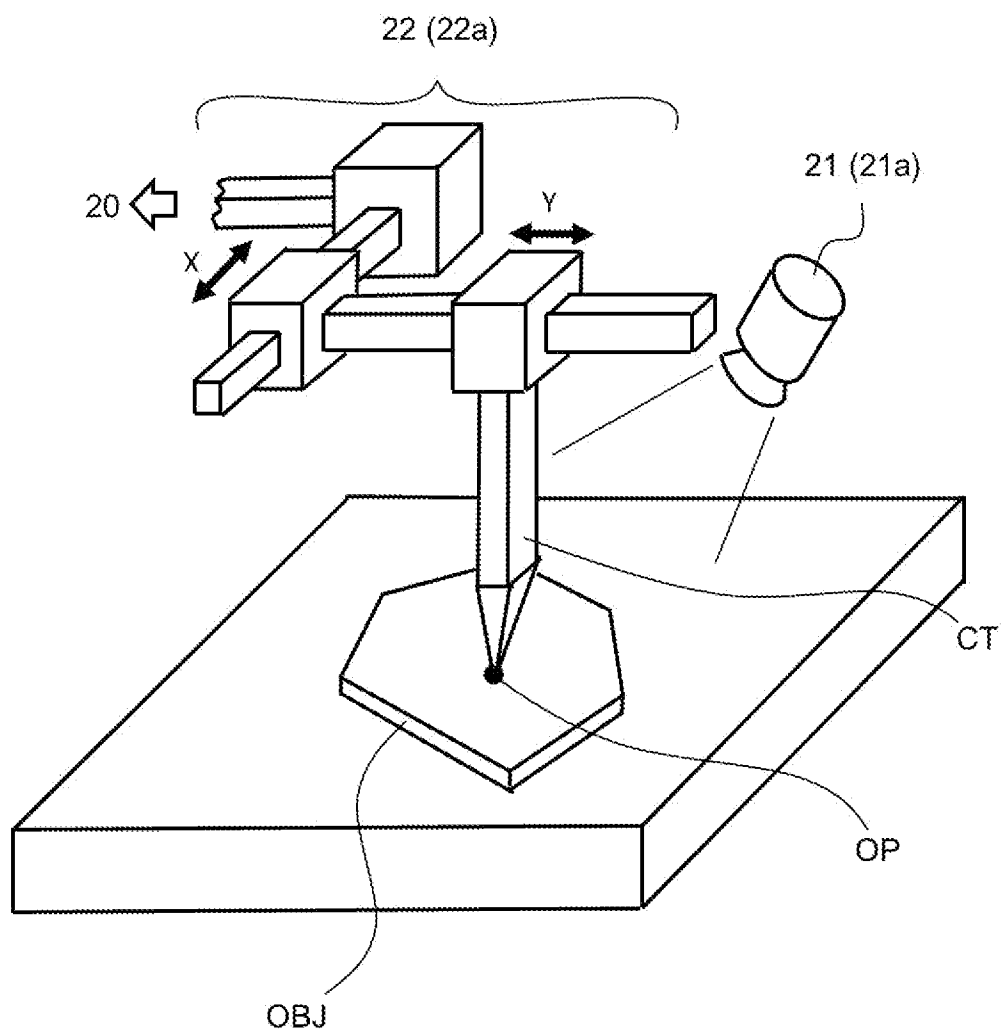
[図1]

図1



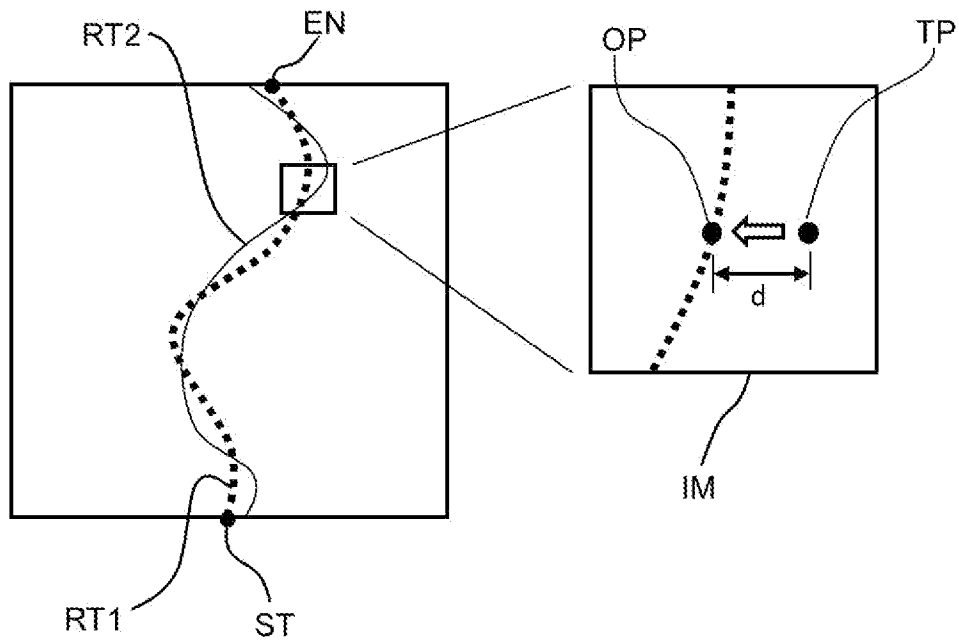
[図2]

図2



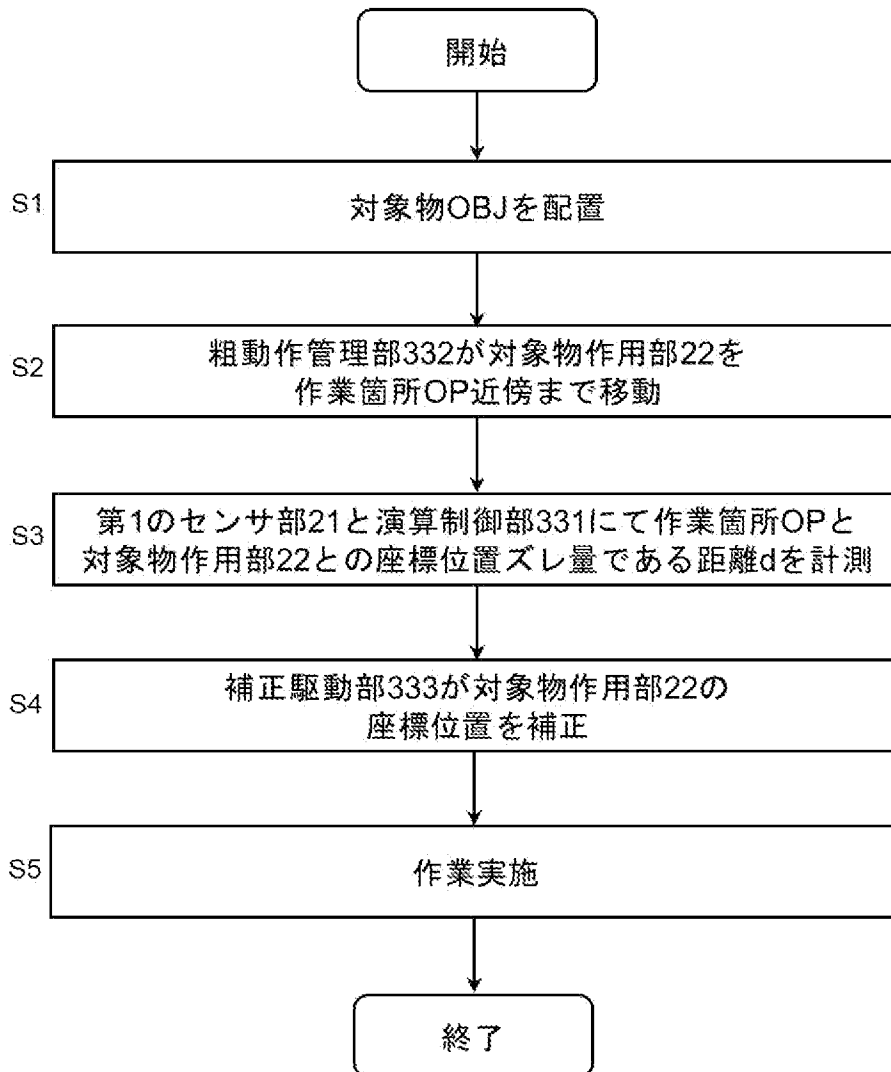
[図3]

図3



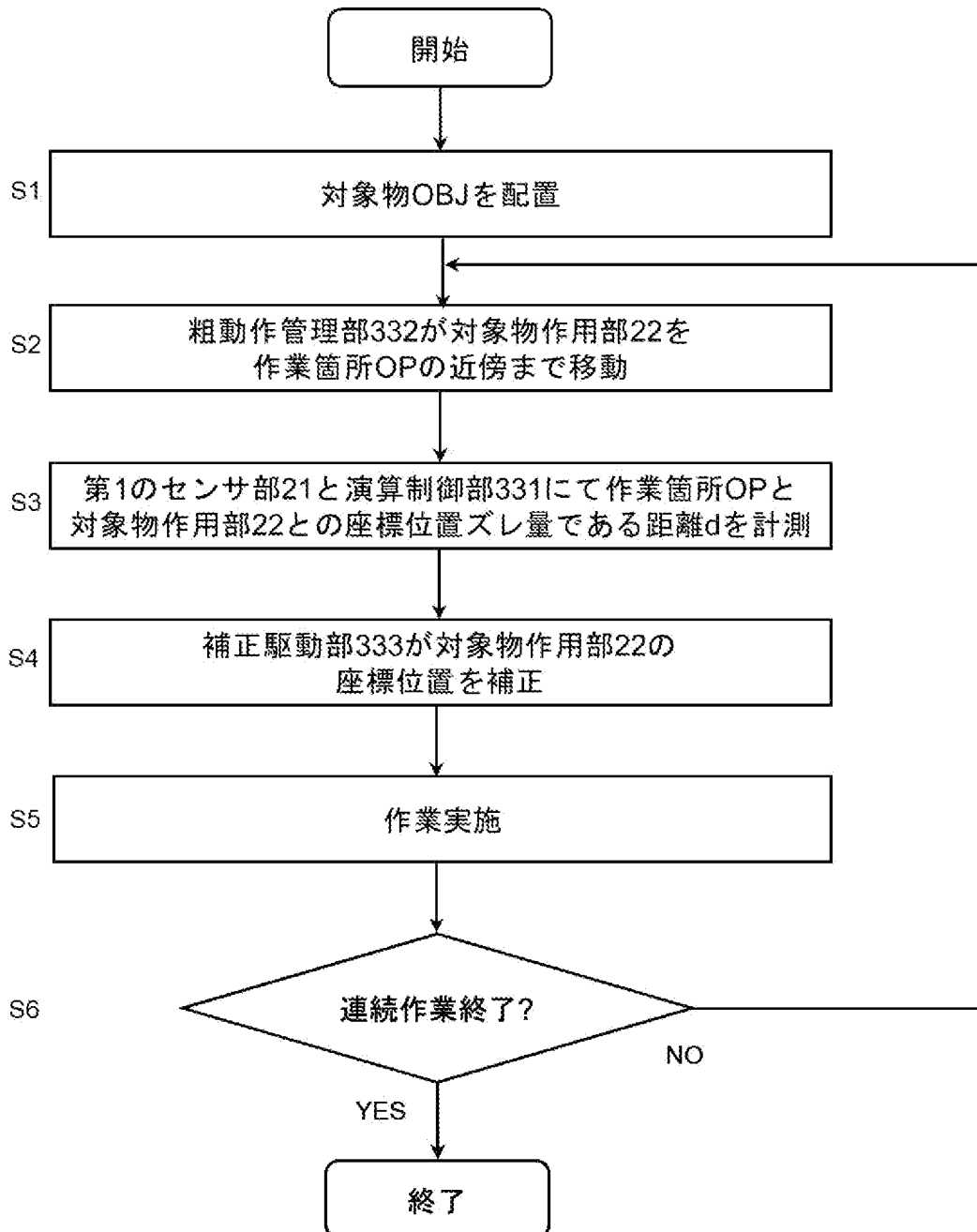
[図4]

図4



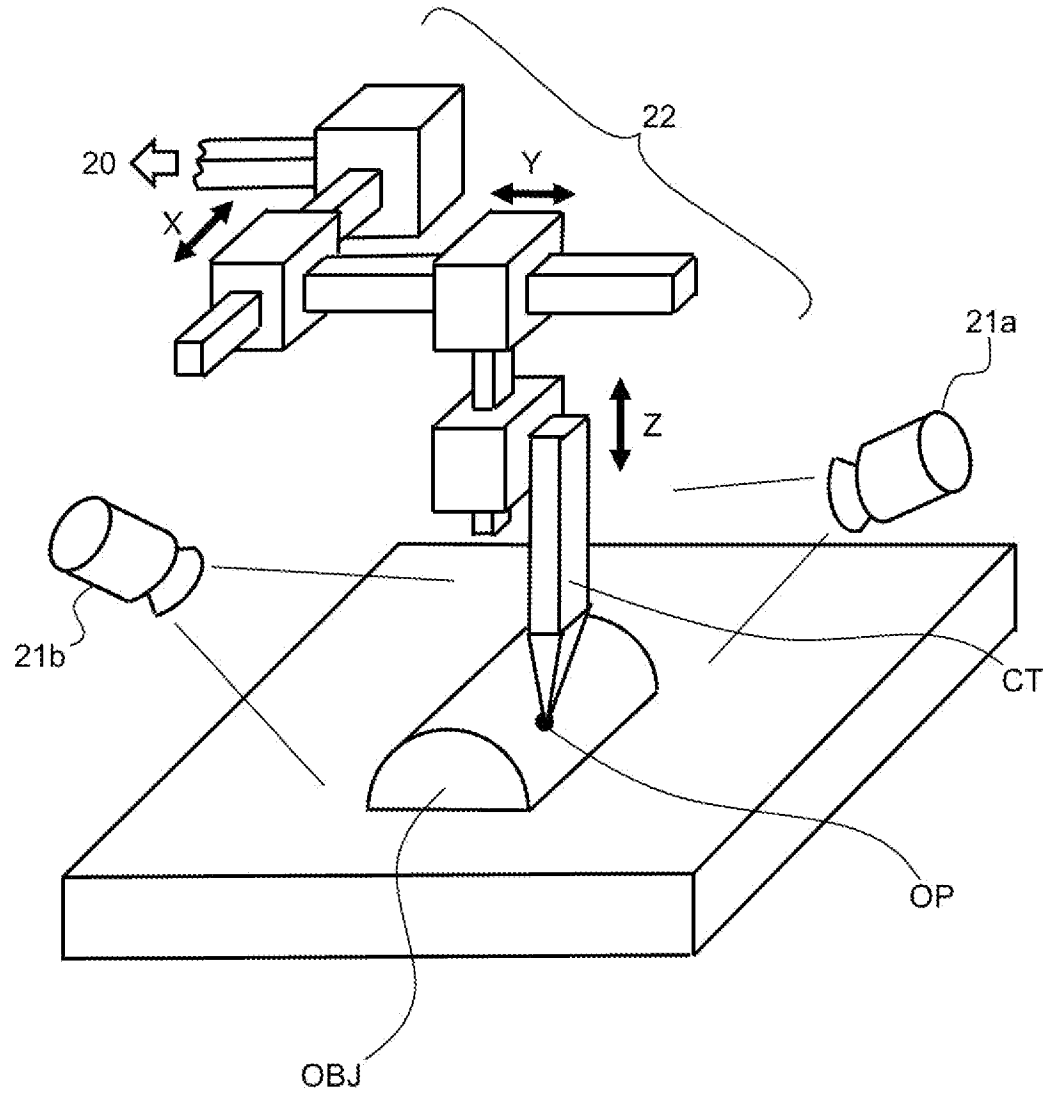
[図5]

図5

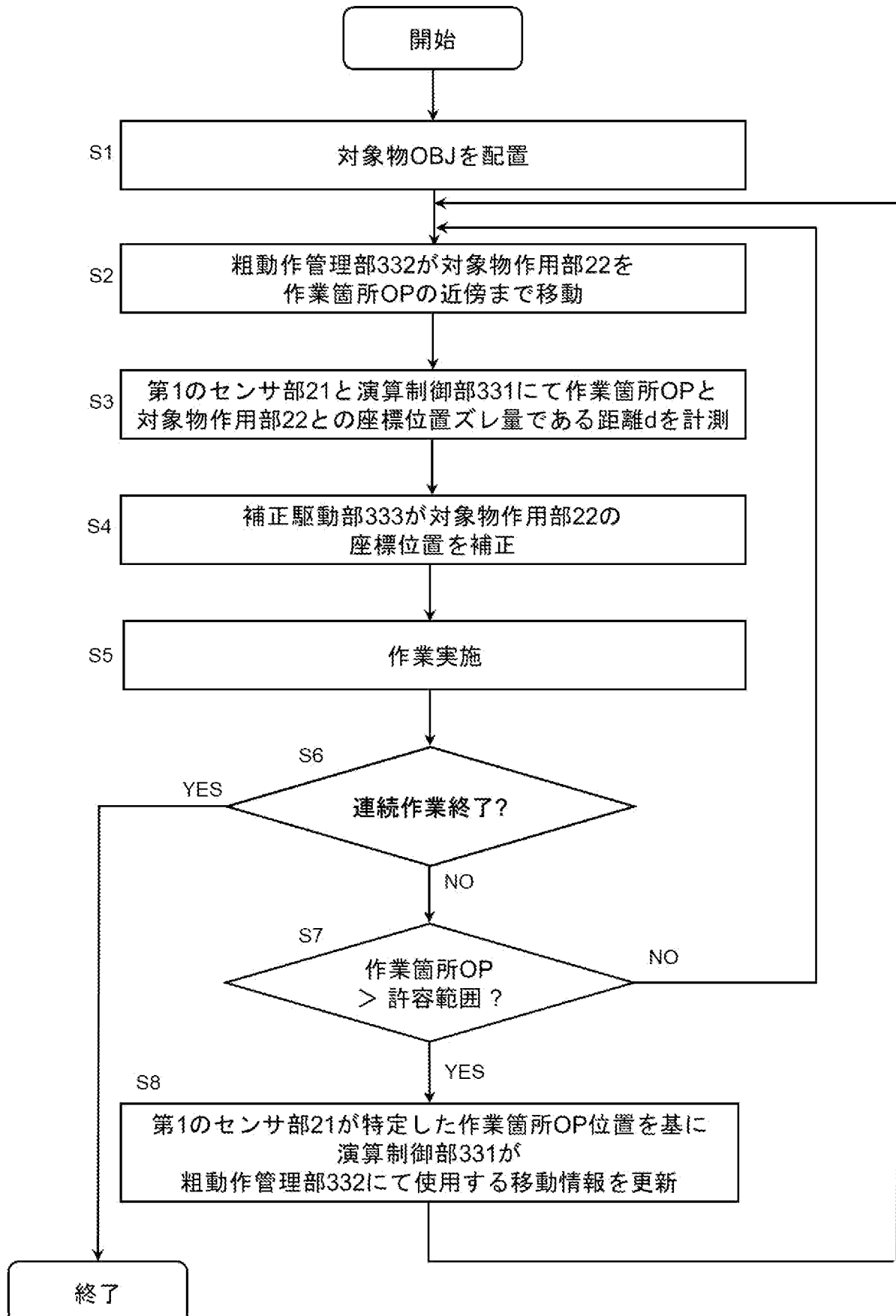


[図6]

図6

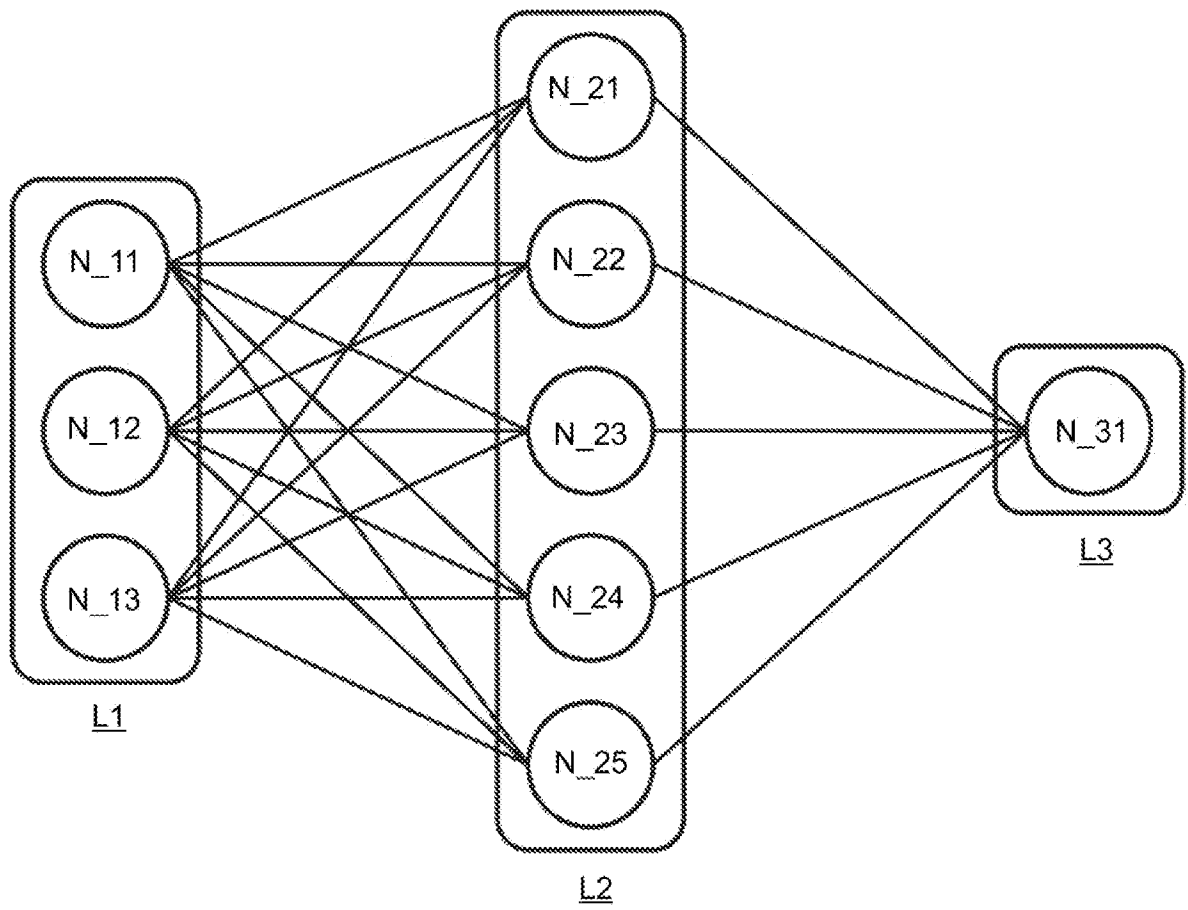


[図7]
図7



[8]

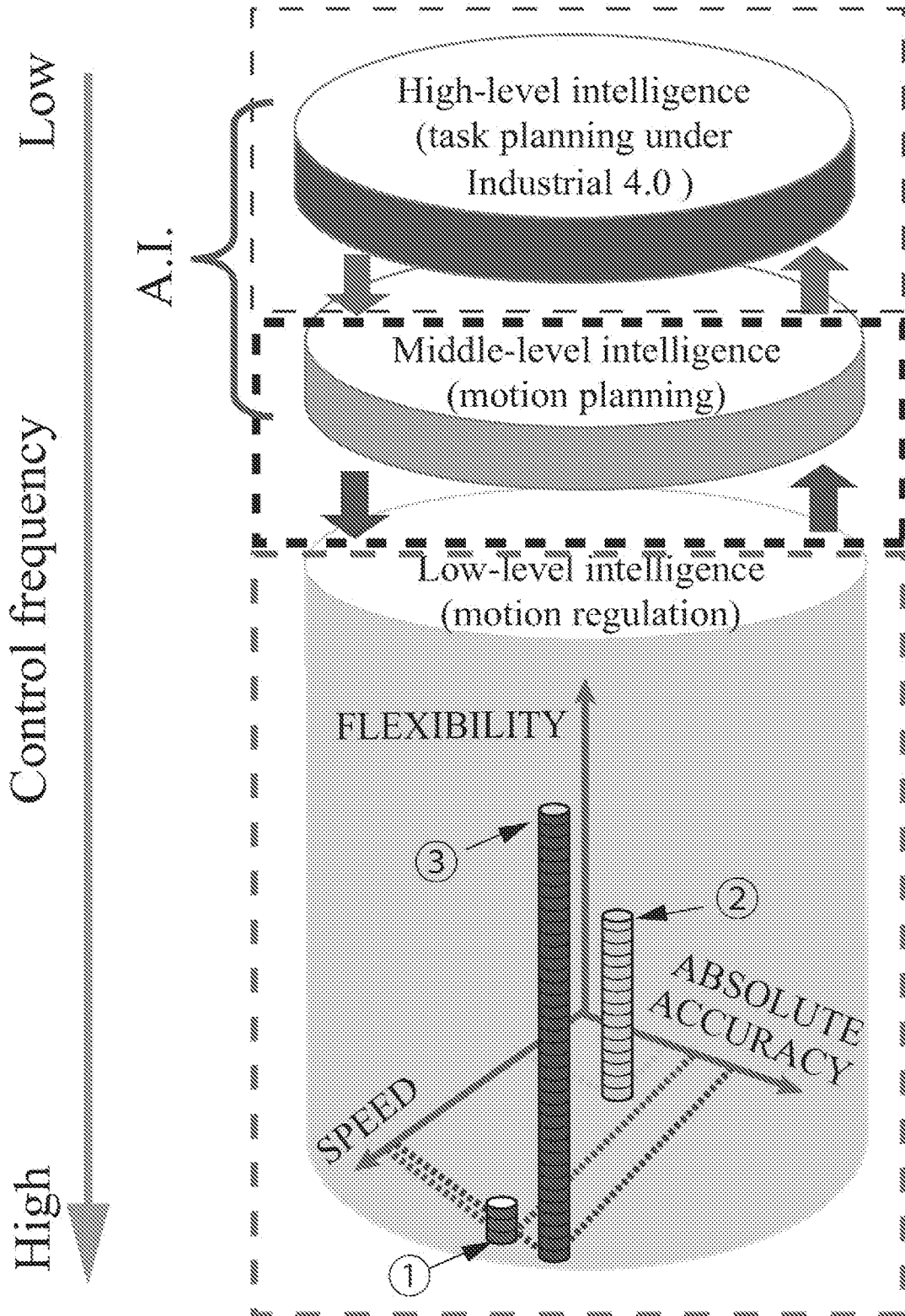
8



[図9]

図9

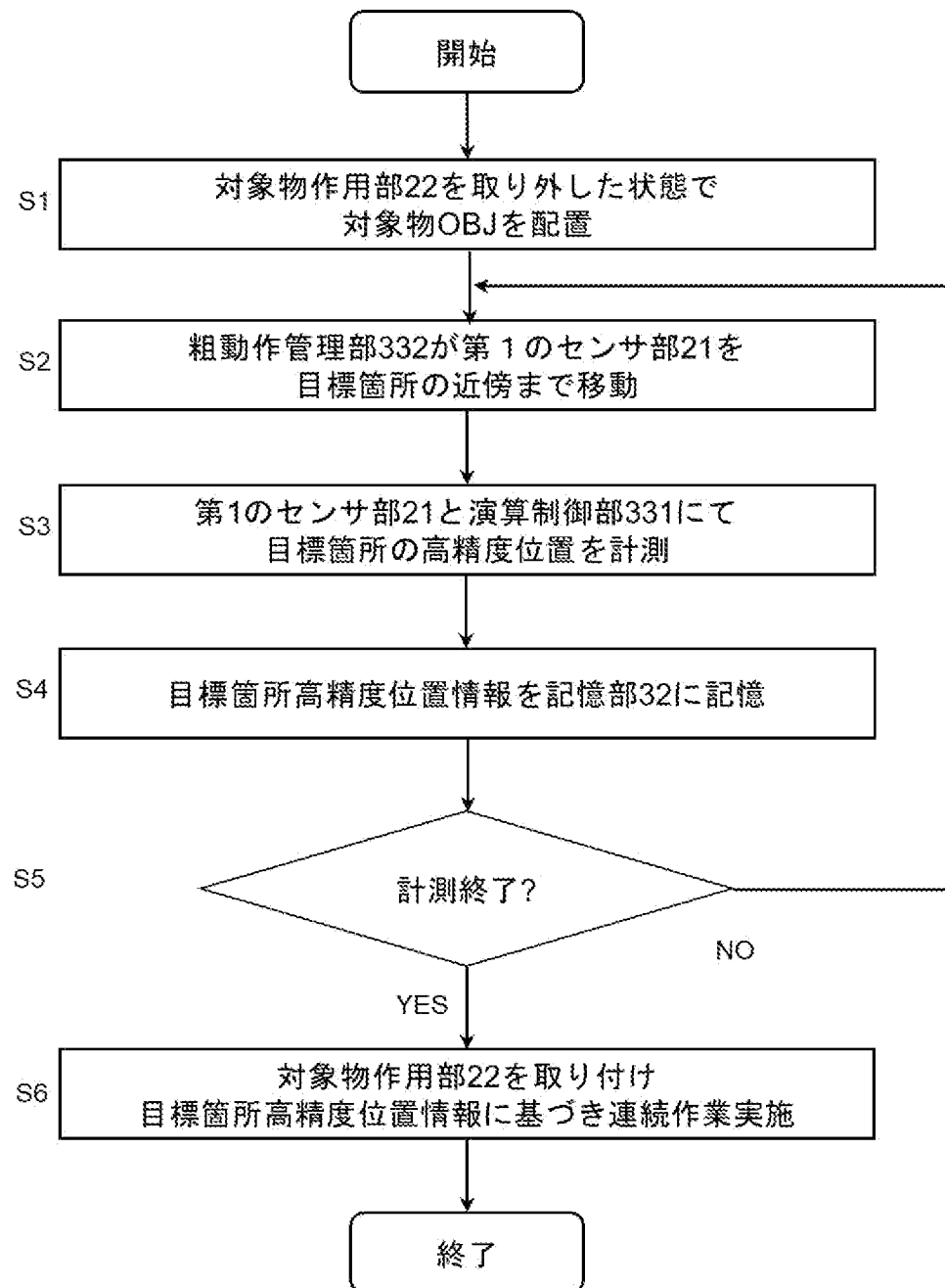
INTELLIGENCE ARCHITECTURE FOR INDUSTRIAL ROBOTS



- ① 従来の教示・再生手法
- ② 既存のモデルベースフィードバック制御手法
- ③ 本実施形態の提案

[図10]

図10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/007310

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B25J 13/08 (2006.01) i
FI: B25J13/08 A
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)
B25J13/08

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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	WO 2018/043525 A1 (KURABO INDUSTRIES LTD.) 08.03.2018 (2018-03-08) paragraphs [0028]-[0059], fig. 1-2	1-11
Y	JP 2013-63474 A (YASKAWA ELECTRIC CORPORATION) 11.04.2013 (2013-04-11) paragraphs [0016]-[0064], fig. 1-10	1-11
Y	JP 2019-18339 A (FANUC CORPORATION) 07.02.2019 (2019-02-07) paragraphs [0018]-[0050], fig. 1-2	1-11
Y	JP 2017-87325 A (CANON INC.) 25.05.2017 (2017-05- 25) paragraph [0011], fig. 1	2-5, 8-9
A	JP 2013-78825 A (YASKAWA ELECTRIC CORPORATION) 02.05.2013 (2013-05-02) paragraphs [0015]-[0038], fig. 1-2	1-11
A	JP 2018-158439 A (TOSHIBA CORP.) 11.10.2018 (2018- 10-11) entire text, all drawings	1-11

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 16 March 2020 (16.03.2020)	Date of mailing of the international search report 24 March 2020 (24.03.2020)
---	--

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/JP2020/007310

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 97/24206 A1 (FANUC CORPORATION) 10.07.1997 (1997-07-10) entire text, all drawings	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/007310

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2018/043525 A1	08 Mar. 2018	(Family: none)	
JP 2013-63474 A	11 Apr. 2013	US 2013/0073089 A1 paragraphs [0021]- [0076], fig. 1-10 EP 2570241 A2 CN 102990678 A	
JP 2019-18339 A	07 Feb. 2019	US 2019/0015973 A1 paragraphs [0013]- [0058], fig. 1-2 DE 102018116413 A1 CN 109249390 A	
JP 2017-87325 A	25 May 2017	(Family: none)	
JP 2013-78825 A	02 May 2013	US 2013/0085604 A1 paragraphs [0030]- [0053], fig. 1-2 EP 2578366 A2 CN 103029118 A	
JP 2018-158439 A	11 Oct. 2018	(Family: none)	
WO 97/24206 A1	10 Jul. 1997	US 5987591 A EP 812662 A1 DE 69637413 T2	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B25J 13/08(2006.01)i FI: B25J13/08 A		
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）） B25J13/08 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 - 2020年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2020年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2020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	WO 2018/043525 A1 (倉敷紡績株式会社) 08.03.2018 (2018-03-08) [0028] - [0059]、【図1】 - 【図2】	1-11
Y	JP 2013-63474 A (株式会社安川電機) 11.04.2013 (2013-04-11) [0016] - [0064]、【図1】 - 【図10】	1-11
Y	JP 2019-18339 A (ファナック株式会社) 07.02.2019 (2019-02-07) [0018] - [0050]、【図1】 - 【図2】	1-11
Y	JP 2017-87325 A (キャノン株式会社) 25.05.2017 (2017-05-25) [0011]、【図1】	2-5, 8-9
A	JP 2013-78825 A (株式会社安川電機) 02.05.2013 (2013-05-02) [0015] - [0038]、【図1】 - 【図2】	1-11
A	JP 2018-158439 A (株式会社東芝) 11.10.2018 (2018-10-11) 全文、全図	1-11
A	WO 97/24206 A1 (ファナック株式会社) 10.07.1997 (1997-07-10) 全文、全図	1-11
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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抵触するものではなく、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 16.03.2020	国際調査報告の発送日 24.03.2020	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 武市 匡紘 3U 4414 電話番号 03-3581-1101 内線 3364	

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/007310

引用文献			公表日	パテントファミリー文献		公表日
WO	2018/043525	A1	08.03.2018	(ファミリーなし)		
JP	2013-63474	A	11.04.2013	US	2013/0073089 A1	
					[0021]-[0076], FIG.1-10	
				EP	2570241 A2	
				CN	102990678 A	
JP	2019-18339	A	07.02.2019	US	2019/0015973 A1	
					[0013]-[0058], FIG.1-2	
				DE	102018116413 A1	
				CN	109249390 A	
JP	2017-87325	A	25.05.2017	(ファミリーなし)		
JP	2013-78825	A	02.05.2013	US	2013/0085604 A1	
					[0030]-[0053], FIG.1-2	
				EP	2578366 A2	
				CN	103029118 A	
JP	2018-158439	A	11.10.2018	(ファミリーなし)		
WO	97/24206	A1	10.07.1997	US	5987591 A	
				EP	812662 A1	
				DE	69637413 T2	