

(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
2022年2月3日(03.02.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/025072 A1

(51) 国際特許分類:

B25J 9/10 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2021/027780

(22) 国際出願日:

2021年7月27日(27.07.2021)

(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 2020-130903 2020年7月31日(31.07.2020) JP

(71) 出願人: ファナック株式会社 (FANUC CORPORATION) [JP/JP]; 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 Yamanashi (JP).

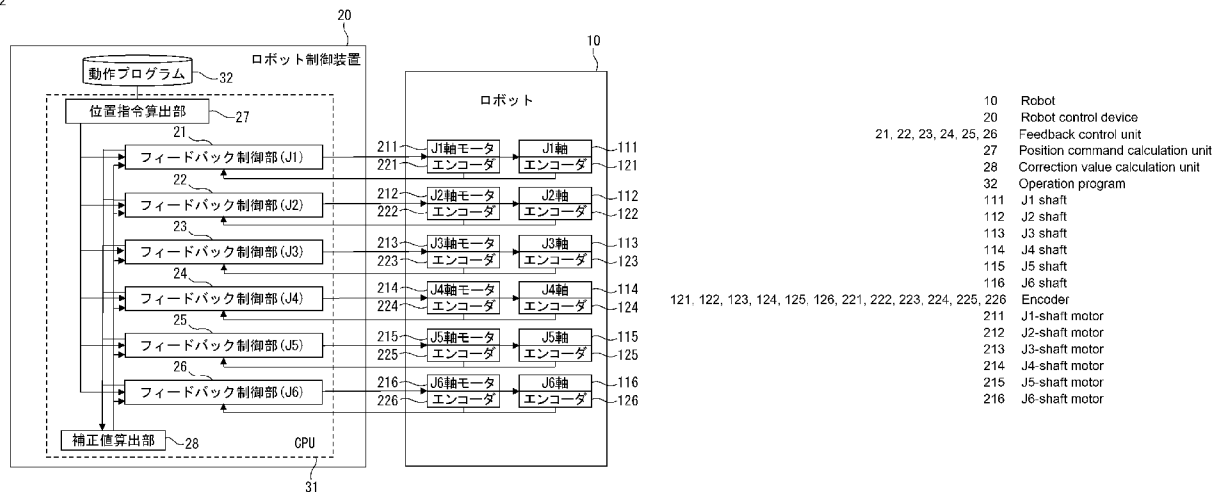
(72) 発明者: 有田 創一 (ARITA, Soichi); 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファナック株式会社内 Yamanashi (JP). 小栗 健一郎 (OGURI, Kenichiro); 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファナック株式会社内 Yamanashi (JP). 澤田 和輝 (SAWADA, Kazuki); 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファナック株式会社内 Yamanashi (JP).

(74) 代理人: 青木 篤, 外 (AOKI, Atsushi et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目 2 3 番 1 号 虎ノ門ヒルズ森タワー 青和特許法律事務所 Tokyo (JP).

(54) Title: CONTROL DEVICE AND ROBOT SYSTEM

(54) 発明の名称: 制御装置及びロボットシステム

【図2】
図2



(57) Abstract: Provided is a control device that is capable of executing appropriate control in a fully-closed control scheme even when some shafts are in a corotational relation. A control device 20 for controlling operation of a machine in which a plurality of shafts have a corotational relation is provided with: shaft position detectors 121-126; motor position detectors 221-226; a position command calculation unit 27 that calculates a position command for each of the shafts on the basis of an operation program; a position control unit 261 that outputs a speed command of each motor on the basis of the position command and the detection position of the corresponding shaft; a speed control unit 262 that controls each motor on the basis of the speed command; and a correction value calculation unit 28 that calculates a correction value for correcting, on the basis of the corotational relation, the speed command of a motor with a to-be-controlled shaft which is a shaft rotating dependent on the corotational relation. The speed control unit 262 corresponding to the to-be-controlled shaft corrects the speed command on the basis of the correction value so as to be applied to control of the motor with

(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, IT, 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))

the to-be-controlled shaft.

(57) 要約: 連れ回り関係にある軸がある場合においても、適切なフルクローズド制御方式の制御を実行可能な制御装置を提供する。複数の軸が連れ回り関係を有する機械の動作を制御する制御装置20において、軸位置検出器121-126と、モータ位置検出器221-226と、動作プログラムに従って軸の各々に対する位置指令を算出する位置指令算出部27と、位置指令と、軸の検出位置とに基づいてモータの速度指令を出力する位置制御部261と、速度指令に基づいてモータを制御する速度制御部262と、連れ回り関係に依存した回転をする軸である制御対象軸のモータに対する速度指令を、該連れ回り関係に基づいて補正するための補正値を算出する補正値算出部28と、を備え、制御対象軸に対応する速度制御部262は、速度指令を補正値に基づいて補正して制御対象軸のモータの制御に適用する、制御装置20である。

明 細 書

発明の名称： 制御装置及びロボットシステム

技術分野

[0001] 本発明は、制御装置及びロボットシステムに関する。

背景技術

[0002] 多関節ロボットは、各関節軸に配置されたサーボモータをサーボ制御することによって動作制御される。このような多関節ロボットの制御装置の例が、特許文献1に記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2019／012942号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 多関節ロボットの各関節軸に配置したサーボモータのエンコーダからのモータ位置・速度情報をフィードバック情報として用いる制御方式は、セミクロード制御方式とも称される。さらに精度の高い動作制御を行うため、各関節軸にアーム（軸）の位置（角度）を検出するエンコーダを配置し、このエンコーダからのアーム（軸）位置情報をフィードバック情報として用いる制御方式は、フルクロード制御方式とも称される。ところで、多関節ロボット等の複数の軸を備えた機械では、複数の軸の一部が、ある軸の動作に伴い他の軸が連れまわる連れ回り関係にある場合がある。連れ回り関係にある軸がある場合においても、適切なフルクロード制御方式による制御が可能な制御装置及びロボットシステムが求められている。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の一態様は、複数の軸を備える機械であって該複数の軸のうち一の軸の回転が他の一の軸の回転を生じさせる連れ回り関係を有する機械の動作を制御する制御装置において、前記複数の軸の各々の位置を検出する軸位置

検出器と、前記複数の軸をそれぞれ駆動する複数のモータの各々の位置を検出するモータ位置検出器と、動作プログラムに従って前記複数の軸の各々に対する位置指令を算出する位置指令算出部と、前記位置指令と、前記複数の軸の各々の検出位置とに基づいて、前記複数の軸の各々に対応する前記モータの速度指令を出力する位置制御部と、前記速度指令に基づいて各々の前記モータを制御する速度制御部と、前記複数の軸のうち前記連れ回り関係に依存した回転をする軸である制御対象軸の前記モータに対する前記速度指令を、該連れ回り関係に基づいて補正するための補正值を算出する補正值算出部と、を備え、前記制御対象軸に対応する前記速度制御部は、前記制御対象軸の前記モータに対する前記速度指令を前記補正值に基づいて補正して前記制御対象軸の前記モータの制御に適用する、制御装置である。

[0006] 本開示の別の態様は、上記制御装置と、上記機械としての構成を有する多関節ロボットと、を備えるロボットシステムである。

発明の効果

[0007] 上記構成によれば、複数の軸に連れ回り関係がある場合であっても、制御対象軸の制御に連れ回り関係を考慮した制御を適用することができ、機械の位置制御の性能を向上させることができる。

[0008] 添付図面に示される本発明の典型的な実施形態の詳細な説明から、本発明のこれらの目的、特徴および利点ならびに他の目的、特徴および利点がさらに明確になるであろう。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]一実施形態に係るロボット制御装置を含むロボットシステムの構成を表す図である。

[図2]ロボット制御装置及びロボットの機能ブロック図である。

[図3]実施形態にかかるフルクローズド制御方式によるフィードバック制御回路のブロック線図である。

[図4A]参考例として一般的なセミクローズド制御方式によるフィードバック制御回路のブロック線図である。

[図4B]参考例として一般的なフルクローズド制御方式によるフィードバック制御回路のブロック線図である。

[図5]参考例として、連れ回り関係があるロボットアームの構成例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 次に、本開示の実施形態について図面を参照して説明する。参照する図面において、同様の構成部分または機能部分には同様の参照符号が付けられている。理解を容易にするために、これらの図面は縮尺を適宜変更している。また、図面に示される形態は本発明を実施するための一つの例であり、本発明は図示された形態に限定されるものではない。

[0011] 図1は、一実施形態に係るロボット制御装置20を含むロボットシステム100の構成を表す図である。図2は、ロボット制御装置20及びロボット10の機能ブロック図である。以下で詳細に説明するように、ロボット制御装置20は、フルクローズド制御方式によるフィードバック制御において、ロボット10の関節軸に連れ回り関係がある場合を考慮した適切な制御を実行する。

[0012] 図1に示すように、ロボットシステム100は、ロボット10とロボット制御装置20とを含む。ロボット10は、本実施形態では6軸の垂直多関節ロボットであるものとする。ロボット10として他のタイプのロボットが用いられても良い。ロボット制御装置20は、動作プログラムにしたがってロボット10の動作を制御する。なお、ロボット制御装置20は、CPU、ROM、RAM、記憶装置、操作部、表示部、入出力インタフェース、ネットワークインタフェース等を有する一般的なコンピュータとしての構成を有していても良い。ロボット制御装置20には、教示装置（不図示）が接続されていても良い。

[0013] 図1に示すように、ロボット10は6軸ロボットであり、6つの関節軸（以下、単に軸とも記載する）J1軸-J6軸を有する。J1軸-J6軸は、それぞれ図1中の矢印で示すように回転可能である。また、ロボット10は

、各軸の位置（角度）を検出する検出器としてエンコーダを各軸に備えている。これにより、ロボット 10 は、各軸の検出位置（検出角度）に基づくフルクローズド制御方式によるフィードバック制御を行うことができる。

[0014] 複数の軸を含むロボットでは、アームの構造上、複数の軸に、ある軸の回転が他の軸の回転を生じさせる連れ回りの関係がある場合がある。なお、本明細書において、連れ回り関係とは、複数の軸のうち少なくとも一つの軸の回転が、他の軸のうちの少なくとも一つの回転を生じさせるあらゆる場合を含むものとする。参考例として、連れ回り関係があるロボットアームの構成例を図 5 を参照して説明する。図 5 に示すロボットアームは、第 1 アーム 331 と第 2 アーム 332 とを含む。このようなロボットアームの機構が、例えば多関節ロボットのアーム先端部分の機構として用いられる。サーボモータ 301 は B 軸（連れ回り要因軸）を駆動し、サーボモータ 302 は A 軸（連れ回り軸）を駆動する。サーボモータ 301 が回転すると、ギヤ 311a、311b を介して第 1 アーム 331 が回転する。すなわち B 軸はサーボモータ 301 の回転によって回転制御される。サーボモータ 302 が回転すると、ギヤ 312a、312b を介して軸 321 が回転し、さらに傘歯ギヤ 322a、322b を介して軸 323 が回転し、第 2 アーム 332 が回転する。すなわち A 軸はサーボモータ 302 の回転によって回転制御される。

[0015] ここで、第 1 アーム 331 と第 2 アーム 332 は機構上接続されているため、第 1 アーム 331 が B 軸回りに回転すると、傘歯ギヤ 322b の回転を生じ、第 2 アーム 332 にも A 軸回りの回転（すなわち、連れ回り）を生じる。このため、サーボモータ 301 が回転すると、B 軸が回転して第 1 アーム 331 が回転し、第 2 アーム 332 が A 軸回りで連れ回る。

[0016] 本実施形態に係る連れ回りを考慮したフルクローズド制御方式による各軸制御の理解の便宜のため、参考例として、モータ位置（回転角度）・速度を検出するエンコーダを用いたセミクローズド制御方式と、アーム（各軸）の位置を検出するエンコーダを用いた一般的なフルクローズド制御方式について図 4A、図 4B を参照して説明する。

[0017] 図4 Aにセミクローズド制御方式によるフィードバック制御回路のブロック線図を示す。図4 Aに示されるように、セミクローズド制御方式のフィードバック制御回路には、指令としてモータ位置指令が入力され、モータ位置指令は位置制御部4 1 ($G_p(s)$)によりモータ速度指令に変換され、さらに、速度制御部4 2 ($G_v(s)$)は速度指令にしたがってモータ4 3を制御する指令(電流指令等)を出力する。なお、図4 A(他のブロック線図においても同様)においてロボット機構を「ねじれ系」と記載している。図4 Aのフィードバック制御回路では、モータ速度がマイナーループとしてフィードバック制御され、モータ位置のフィードバック信号とモータ位置指令との偏差を用いて位置制御部4 1が制御を実行する。

[0018] 図4 Bは、一般的なフルクローズド制御方式によるフィードバック制御回路を示す。図4 Bのフィードバック制御回路には、指令としてアーム(軸)位置指令が与えられ、位置制御部5 1 ($G_p(s)$)はアーム位置指令をモータ速度指令に変換する。速度制御部5 2 ($G_v(s)$)は、モータ速度指令にしたがってモータ5 3を制御する指令(電流指令等)を出力する。図4 Bのフィードバック制御回路では、モータ速度がマイナーループとしてフィードバック制御され、アーム(軸)位置のフィードバック信号とアーム(軸)位置指令との偏差を用いて位置制御部5 1が制御を実行する。図4 Bの一般的なフルクローズド制御方式では、制御対象軸に配置された単一のモータ5 3のモータ速度のみに基づき制御を行う構成であるため、制御対象軸の位置が他の軸にも依存する連れ回り関係が考慮されていないことが理解される。

[0019] 以下、図2及び図3を参照し、本実施形態に係るロボット制御装置2 0による、連れ回りを考慮したフルクローズド制御方式について説明する。図2に示すように、ロボット制御装置2 0は、動作プログラム及びその他ロボット1 0の制御に係わる各種情報を記憶する記憶部3 2と、動作プログラムにしたがって運動学的な計算によりロボット1 0の動作を制御するための各軸の位置(角度)指令を算出する位置指令算出部2 7と、J 1軸-J 6軸に対

してフルクローズド制御方式によるフィードバック制御をそれぞれ実行するフィードバック制御部21-26とを備える。

[0020] ロボット制御装置20は、さらに、連れ回り関係に基づいて、連れ回り軸の速度指令に対する補正値を計算する補正値算出部28を備えている。なお、ロボット制御装置20における、位置指令算出部27、フィードバック制御部21-26、補正値算出部28等の機能ブロックは、ロボット制御装置20のCPU31が、各種ソフトウェアを実行することで実現されても良く、或いは、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) 等のハードウェアを主体とした構成により実現されても良い。

[0021] ロボット10は、J1軸111、J2軸112、J3軸113、J4軸114、J5軸115、及びJ6軸116を有し、これら6つの軸にはそれぞれ軸位置（角度）を検出する軸位置検出器としてエンコーダ121-126が設けられている。エンコーダ121-126は、例えば光学式のロータリエンコーダであっても良い。エンコーダ121-126はそれぞれ軸の位置情報をフィードバック制御部21-26にフィードバックする。J1軸からJ6軸には、サーボモータであるモータ211-216が配置されている。モータ211-216には、回転位置を検出するモータ位置検出器としてエンコーダ221-226がそれぞれ設けられている。エンコーダ221-226は、例えば光学式のロータリエンコーダであっても良い。エンコーダ221-226は、モータの位置情報及び速度情報をそれぞれフィードバック制御部21-26にフィードバックする。

[0022] ロボット10の軸に連れ回り関係がある場合に、連れ回り関係を考慮してフルクローズド制御方式を実現することについて検討する。6軸ロボットにおいてアーム（軸）位置を θ_{jn} ($n=1, \dots, 6$)、モータ位置を θ_{mn} ($n=1, \dots, 6$)とする。この場合、連れ回りが無い場合のアーム位置 θ_{jn} は、以下の数式(1)の様に表される。なお、数式(1)では、モータ位置 θ_{mn} ($n=1, \dots, 6$)をアーム位置 θ_{jn} ($n=1, \dots, 6$)に変換する係数をそれぞれA, B, C, D, E, Fとする。

[数1]

$$\begin{bmatrix} \theta_{J1} \\ \theta_{J2} \\ \theta_{J3} \\ \theta_{J4} \\ \theta_{J5} \\ \theta_{J6} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & & & & & \\ & B & & & 0 & \\ & & C & & & \\ & & & D & & \\ & 0 & & & E & \\ & & & & & F \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta_{m1} \\ \theta_{m2} \\ \theta_{m3} \\ \theta_{m4} \\ \theta_{m5} \\ \theta_{m6} \end{bmatrix} \quad \dots (1)$$

[0023] 上記数式（１）では、右辺の行列は対角成分のみが非ゼロであり対角成分以外はゼロである。よって、各軸の位置は、当該軸が有するモータ位置のみに依存することが理解できる。よって、数式（１）は、軸に連れ回りの関係がない場合を表す。

[0024] 連れ回り関係がある場合のアーム位置 θ_{Jn} とモータ位置を θ_{mn} との関係は下記数式（２）のように表すことができる。数式（２）の右辺の行列では、対角成分以外も非ゼロであるため、ある軸の位置が当該軸に設けられたモータ位置に加え、当該軸以外の軸に設けられたモータ位置にも依存する。なお、数式（２）の右辺の行列において、対角成分以外の成分のうち少なくとも一つに非ゼロの成分がある場合に、連れ回り関係があることとなる。

[数2]

$$\begin{bmatrix} \theta_{J1} \\ \theta_{J2} \\ \theta_{J3} \\ \theta_{J4} \\ \theta_{J5} \\ \theta_{J6} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & & & & & \\ & B & & & \text{非 0} & \\ & & C & & & \\ & & & D & & \\ & \text{非 0} & & & E & \\ & & & & & F \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta_{m1} \\ \theta_{m2} \\ \theta_{m3} \\ \theta_{m4} \\ \theta_{m5} \\ \theta_{m6} \end{bmatrix} \quad \dots (2)$$

[0025] 一例として、ロボット１０において、Ｊ６軸の位置がＪ４軸及びＪ５軸のモータ位置に依存する連れ回りの関係がある場合を想定する。この場合、Ｊ

6軸の位置は、下記の数式（3）の様に表される。ここで、J 6軸の位置に対するJ 4軸、J 5軸のそれぞれのモータ位置による影響を表す係数をそれぞれ α 、 β とする。

[数3]

$$\begin{bmatrix} \theta_{J1} \\ \theta_{J2} \\ \theta_{J3} \\ \theta_{J4} \\ \theta_{J5} \\ \theta_{J6} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & & & & & \\ & B & & & & \\ & & C & & & \\ & & & D & & \\ & \text{非 0} & & & E & \\ & & & \alpha & \beta & F \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta_{m1} \\ \theta_{m2} \\ \theta_{m3} \\ \theta_{m4} \\ \theta_{m5} \\ \theta_{m6} \end{bmatrix} \quad \dots (3)$$

[0026] すなわち、上記例の場合、J 6軸の位置は下記の数式（4）により表される。

[数4]

$$\theta_{J6} = \alpha\theta_{m4} + \beta\theta_{m5} + F\theta_{m6} \quad \dots (4)$$

[0027] 上記数式（4）を変形し、J 6軸のモータ2 1 6の位置（角度）を表す下記の数式（5）を得る。

[数5]

$$\theta_{m6} = \frac{\theta_{J6}}{F} - \frac{\alpha}{F}\theta_{m4} - \frac{\beta}{F}\theta_{m5} \quad \dots (5)$$

[0028] 上記数式（5）の両辺を微分することでJ 6軸のモータ2 1 6の速度は下記数式（6）のように表される。

[数6]

$$\frac{d\theta_{m6}}{dt} = \frac{1}{F} \cdot \frac{d\theta_{J6}}{dt} - \frac{\alpha}{F} \cdot \frac{d\theta_{m4}}{dt} - \frac{\beta}{F} \cdot \frac{d\theta_{m5}}{dt} \quad \dots (6)$$

[0029] 数式（６）において右辺の第２項及び第３項が、数式（４）で表される連れ回り関係がある場合に、Ｊ６軸のモータ２１６の速度指令に対して適用すべき補正值（下記数式（７））である。

[数7]

$$(\text{補正值}) = -\frac{\alpha}{F} \cdot \frac{d\theta_{m4}}{dt} - \frac{\beta}{F} \cdot \frac{d\theta_{m5}}{dt} \cdot \cdot \cdot (7)$$

[0030] 数式（４）で示した連れ回り関係がある場合、補正值算出部２８が、数式（７）のように補正值を算出し、算出した補正值を制御対象軸のフィードバック制御部（この場合はフィードバック制御部２６）に適用する。なお、補正值算出部２８は、連れ回り関係が上述の例以外の場合にも、上述の例に沿って、連れ回り関係に依存した回転をする制御対象軸の位置と、制御対象軸に連れ回りを生じさせる少なくとも一つの軸に対応するモータの位置との間の対応関係（上記例において数式（４））に基づいて補正值を算出する。

[0031] 図３は、Ｊ６軸に関するフルクローズド制御方式によるフィードバック制御をブロック線図として表している。なお、他の軸のフルクローズド制御方式も図３と同様である。図４Ｂに示した構成と同様に、図３のフィードバック制御回路は、アーム（軸）位置指令に基づいてモータ２１６の速度指令を算出する位置制御部２６１と、速度指令にしたがってモータ２１６を駆動するための駆動信号を出力する速度制御部２６２とを備える。図３における位置制御部２６１及び速度制御部２６２が、図２におけるＪ６軸のフィードバック制御部２６に対応している。

[0032] 図３のフィードバック制御回路では、モータ速度がマイナーループとしてフィードバック制御され、軸位置がフィードバックされてアーム位置指令との偏差を用いて位置制御部２６１が制御を実行する。Ｊ６軸が上記数式（４）で示す連れ回り関係にある場合、補正值算出部２８によって算出された補正值（数式（７））としてのモータ速度補正值が、位置制御部２６１が出力する速度指令値に加算されることで速度指令の補正が行われる。したがって

、J 6 軸に対し、連れ回り関係を考慮した速度制御が実現される。このような構成により、J 6 軸のフィードバック制御部 2 6 は、補正值算出部 2 8 が算出した補正值に基づいて補正が成された速度指令に基づいて速度制御を行うことができる。

[0033] 以上述べたように、本実施形態によれば、ロボットの軸に連れ回り関係がある場合であっても、制御対象軸の制御に連れ回り関係を考慮した制御を適用することができ、ロボットアームの位置制御の性能を向上させることができる。特に、連れ回り関係にある軸を含む複数の軸を制御しながらロボットアームを動作させる場合の動的性能が向上する。

[0034] 以上、典型的な実施形態を用いて本発明を説明したが、当業者であれば、本発明の範囲から逸脱することなしに、上述の各実施形態に変更及び種々の他の変更、省略、追加を行うことができるのを理解できるであろう。

[0035] 上述の実施形態で示した各軸位置とモータ位置との間の係数 A - F、 α 、 β 等は、ロボット制御装置 2 0 の記憶部 3 2 に予め記憶されていても良く、或いは、ロボット制御装置 2 0 の操作部（不図示）を介してユーザが設定可能であっても良い。或いは、これらの係数は、外部装置からロボット制御装置 2 0 に対して入力されても良い。

[0036] 上述の実施形態に構成は、連れ回り関係にある軸を含む各種の機械に適用することができる。

[0037] 図 2 に示したロボット制御装置 2 0 の機能構成は例示であり、様々な変形を行っても良い。例えば、図 2 の構成例では、ロボット制御装置 2 0 が一つの補正值算出部 2 8 を有し、この補正值算出部 2 8 が制御対象軸の制御に適用すべき補正值を算出して制御対象軸のフィードバック制御部に適用する構成となっているが、このような構成に替えて、フィードバック制御部 2 1 - 2 6 の各々がその内部に補正值を算出する補正值算出部の機能を有する構成も有り得る。

符号の説明

[0038] 1 0 ロボット

2 0 ロボット制御装置

2 1 － 2 6 フィードバック制御部

2 7 位置指令算出部

2 8 補正值算出部

3 1 C P U

3 2 記憶部

1 0 0 ロボットシステム

1 1 1 J 1 軸

1 1 2 J 2 軸

1 1 3 J 3 軸

1 1 4 J 4 軸

1 1 5 J 5 軸

1 1 6 J 6 軸

1 2 1 － 1 2 6 エンコーダ

2 1 1 － 2 1 6 モータ

2 2 1 － 2 2 6 エンコーダ

2 6 1 位置制御部

2 6 2 速度制御部

請求の範囲

- [請求項1] 複数の軸を備える機械であって該複数の軸のうちの軸の回転が他の一の軸の回転を生じさせる連れ回り関係を有する機械の動作を制御する制御装置において、
- 前記複数の軸の各々の位置を検出する軸位置検出器と、
- 前記複数の軸をそれぞれ駆動する複数のモータの各々の位置を検出するモータ位置検出器と、
- 動作プログラムに従って前記複数の軸の各々に対する位置指令を算出する位置指令算出部と、
- 前記位置指令と、前記複数の軸の各々の検出位置とに基づいて、前記複数の軸の各々に対応する前記モータの速度指令を出力する位置制御部と、
- 前記速度指令に基づいて各々の前記モータを制御する速度制御部と、
- 、
- 前記複数の軸のうち前記連れ回り関係に依存した回転をする軸である制御対象軸の前記モータに対する前記速度指令を、該連れ回り関係に基づいて補正するための補正値を算出する補正値算出部と、を備え、
- 、
- 前記制御対象軸に対応する前記速度制御部は、前記制御対象軸の前記モータに対する前記速度指令を前記補正値に基づいて補正して前記制御対象軸の前記モータの制御に適用する、制御装置。
- [請求項2] 前記補正値算出部は、前記連れ回り関係に依存した回転をする前記制御対象軸の位置と、前記制御対象軸に連れ回りを生じさせる少なくとも一つの軸に対応する前記モータの位置との間の対応関係に基づいて前記補正値を算出する、請求項1に記載の制御装置。
- [請求項3] 前記機械は6軸ロボットであり、
- 前記制御対象軸を第6軸とし、該第6軸の位置が第4軸及び第5軸にそれぞれ対応する前記モータの位置に依存する連れ回り関係がある

場合において、
当該連れ回り関係を、
[数1]

$$\theta_{J6} = \alpha\theta_{m4} + \beta\theta_{m5} + F\theta_{m6}$$

ただし、 θ_{J6} は第6軸の位置、
 θ_{m4} 、 θ_{m5} 、 θ_{m6} は、それぞれ第4から第6軸に対応するモータの位置、
 α 、 β 、 F は係数、
と表すとき、
前記補正值算出部は、前記補正值を、
[数2]

$$(\text{補正值}) = -\frac{\alpha}{F} \cdot \frac{d\theta_{m4}}{dt} - \frac{\beta}{F} \cdot \frac{d\theta_{m5}}{dt}$$

により求める、請求項1又は2に記載の制御装置。

[請求項4] 請求項1から3のいずれか一項に記載の制御装置と、
前記機械としての構成を有する多関節ロボットと、
を備えるロボットシステム。

[図1]

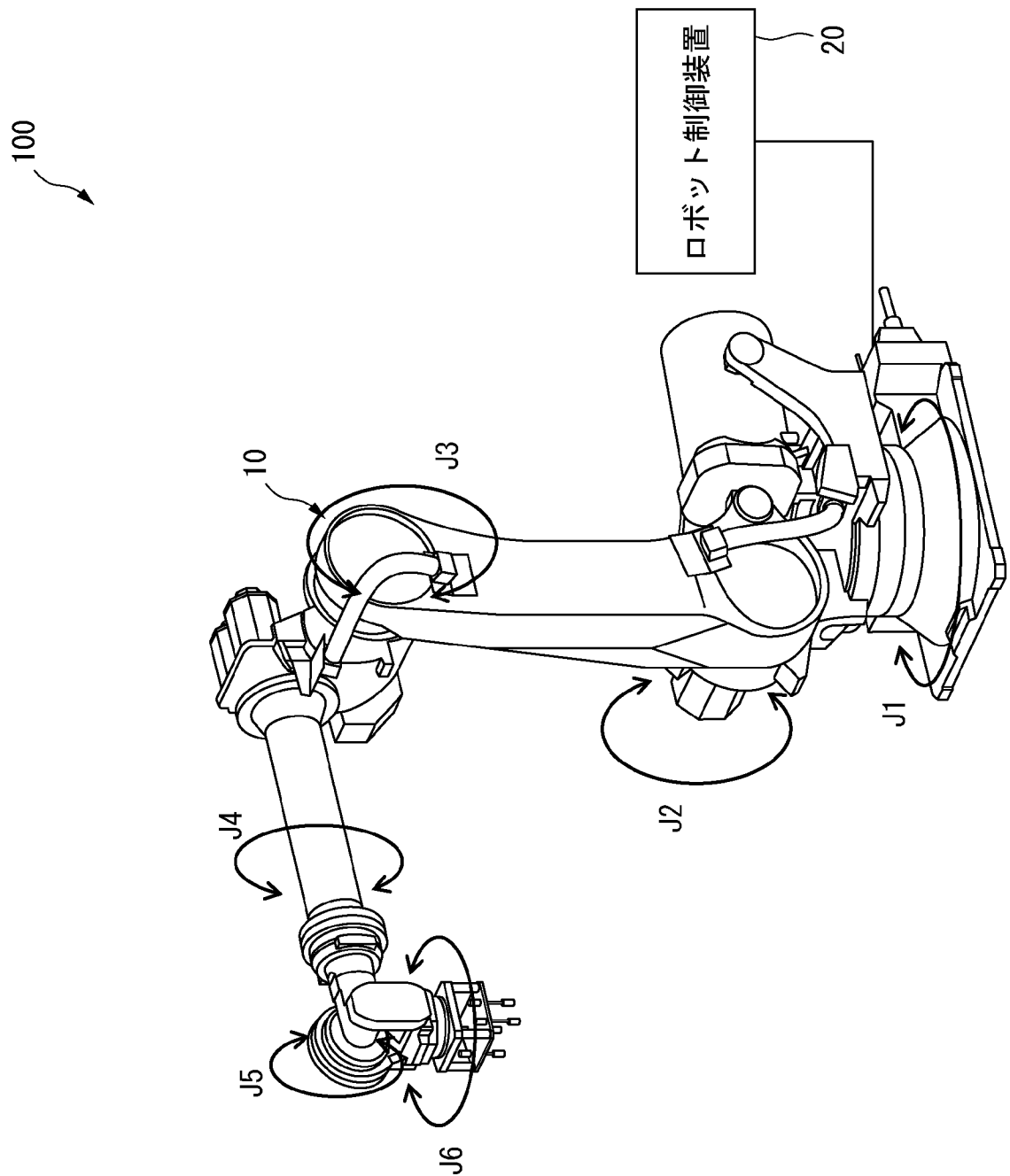
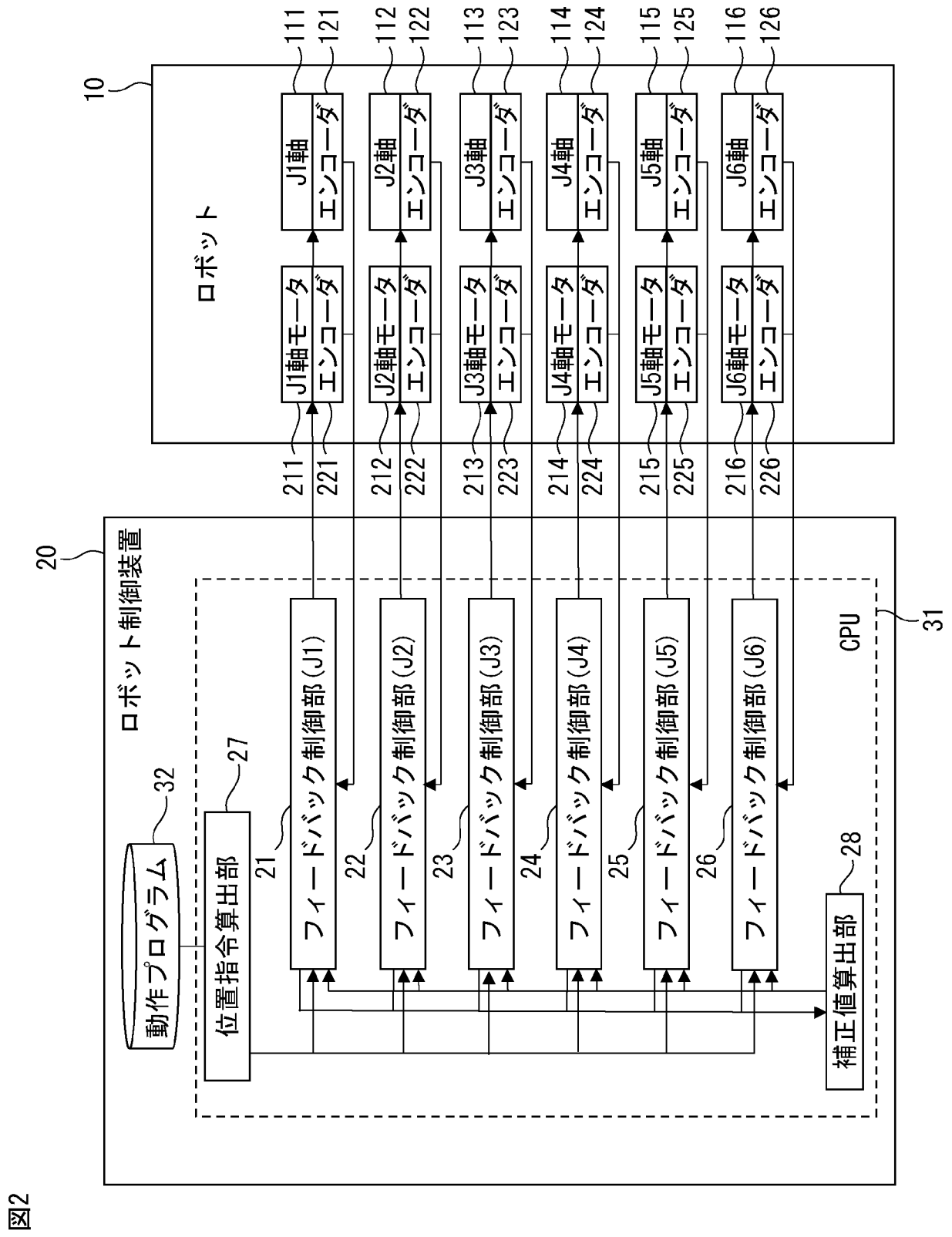
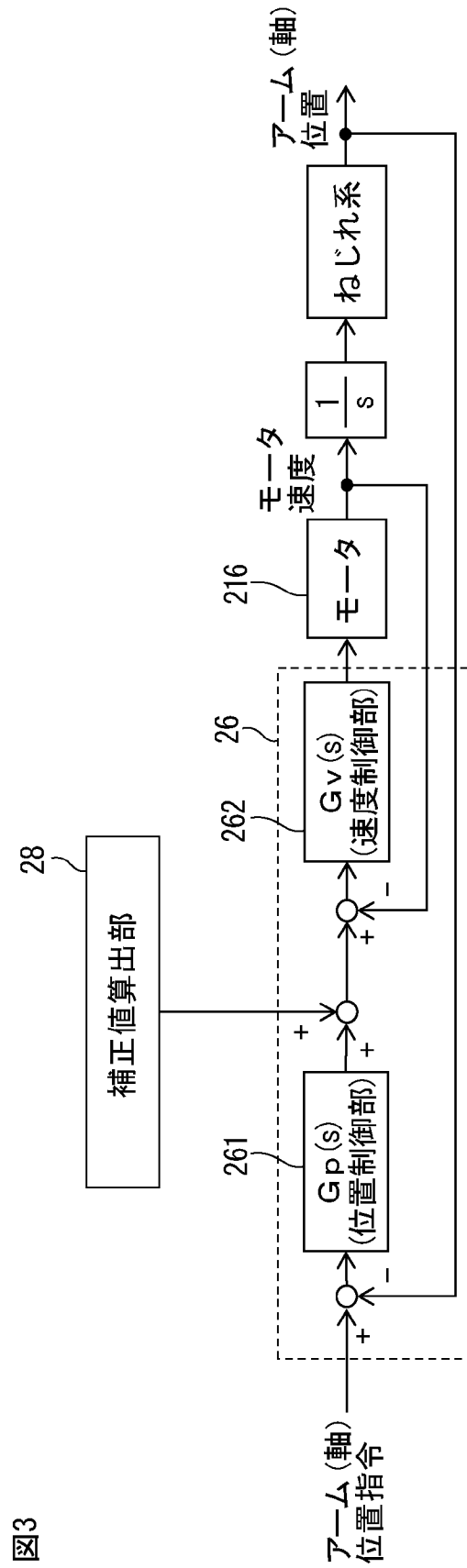


図1

[図2]

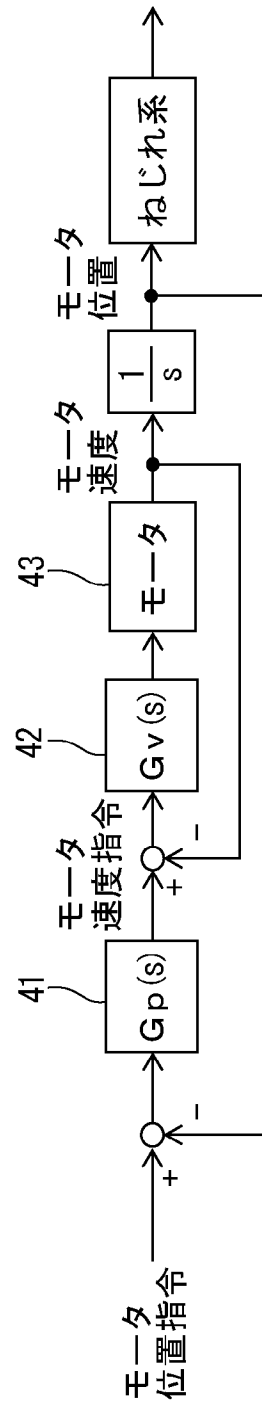


[図3]



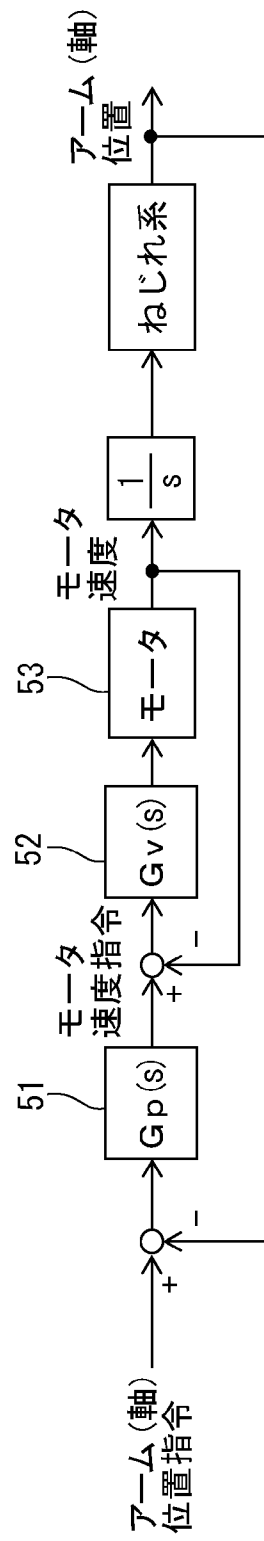
[図4A]

図4A



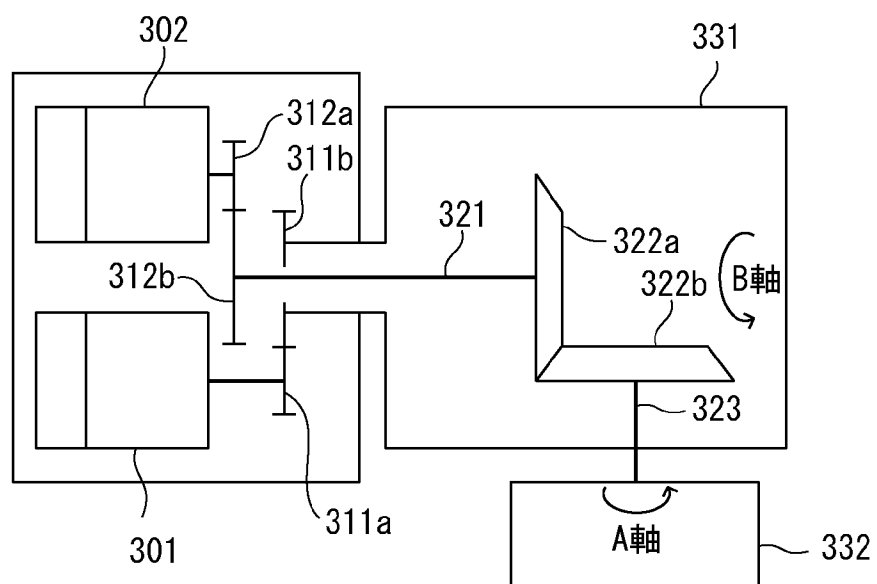
[図4B]

図4B



[図5]

図5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/027780

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B25J 9/10**(2006.01)i

FI: B25J9/10 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)

B25J9/10

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 1971-2021

Registered utility model specifications of Japan 1996-2021

Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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 2000-785 A (MEIDENSHA ELECTRIC MANUFACTURING CO., LTD.) 07 January 2000 (2000-01-07) paragraphs [0005]-[0006], [0012]-[0019]	1-4
A	JP 3-281083 A (FANUC LTD.) 11 December 1991 (1991-12-11) page 3, lower right column, lines 9-19	1-4

☐ 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

27 September 2021

Date of mailing of the international search report

12 October 2021

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/027780

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2000-785	A	07 January 2000	(Family: none)	
JP	3-281083	A	11 December 1991	US 5216222 A column 4, lines 17-34 WO 1991/014531 A1 EP 0480046 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B25J 9/10(2006.01)i FI: B25J9/10 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）） B25J9/10 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年													
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 2000-785 A（株式会社明電舎）07.01.2000（2000 - 01 - 07） [0005]-[0006], [0012]-[0019]	1-4												
A	JP 3-281083 A（ファナック株式会社）11.12.1991（1991 - 12 - 11） 第3頁右下欄第9-19行	1-4												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“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	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 27.09.2021	国際調査報告の発送日 12.10.2021													
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） 牧 初 3U 9064 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/JP2021/027780

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2000-785	A	07.01.2000	(ファミリーなし)	
JP	3-281083	A	11.12.1991	US 5216222 A	
				第4欄第17-34行	
				WO 1991/014531 A1	
				EP 0480046 A1	