

(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
2024年5月16日(16.05.2024)



(10) 国際公開番号
WO 2024/100720 A1

- (51) 国際特許分類:
G05B 19/18 (2006.01) **B25J 19/06** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/041388
- (22) 国際出願日: 2022年11月7日(07.11.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (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: 今 西 一 剛 (**IMANISHI Kazutaka**); 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草

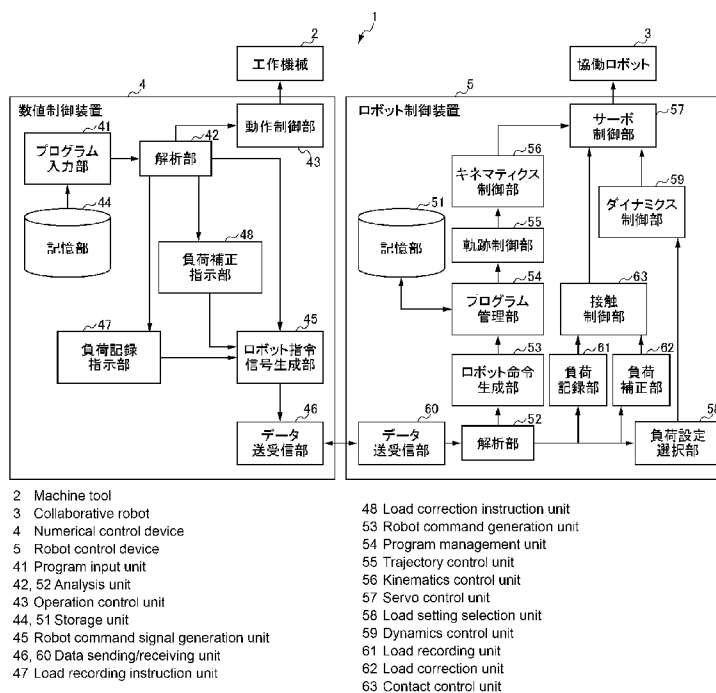
字古馬場 3 5 8 0 番地 ファナック株式会社内 Yamanashi (JP).

(74) 代理人: 正林 真之, 外(**SHOBAYASHI Masayuki et al.**); 〒1000005 東京都千代田区丸の内 1 - 7 - 1 2 サピアタワー 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,

(54) **Title:** NUMERICAL CONTROL DEVICE AND NUMERICAL CONTROL SYSTEM

(54) 発明の名称: 数値制御装置及び数値制御システム



(57) **Abstract:** Provided are a numerical control device and a numerical control system that can prevent erroneous stopping of contact of a collaborative robot due to a fluctuating load. This numerical control device comprises: an analysis unit; a load recording instruction unit that generates, in accordance with a robot control command, signals for starting and stopping recording of a load of the robot; a load correction instruction unit that generates, in accordance with the robot control command, signals for starting and stopping load correction of the robot; and a robot command signal generation



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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

unit that generates a robot command signal including the signals generated by the load recording instruction unit and the load correction instruction unit, and sends the robot command signal to the robot control device. The robot command signal subtracts the load recorded in accordance with the signal generated by the load recording instruction unit from the load detected by the robot during execution of the load correction in the robot control device.

(57) 要約: 変動負荷による協働ロボットの誤った接触停止を防ぐことができる数値制御装置及び数値制御システムを提供する。数値制御装置は、解析部と、ロボット制御指令に応じて、前記ロボットにおける負荷の記録を開始及び停止するための信号を生成する負荷記録指示部と、前記ロボット制御指令に応じて、前記ロボットにおける負荷補正を開始及び停止するための信号を生成する負荷補正指示部と、前記負荷記録指示部及び前記負荷補正指示部によって生成した信号を含むロボット指令信号を生成し、前記ロボット指令信号を前記ロボット制御装置へ送信するロボット指令信号生成部と、を備え、前記ロボット指令信号は、前記ロボット制御装置において、前記負荷補正の実行中、前記ロボットが検出した負荷から、前記負荷記録指示部によって生成した信号に従って記録した負荷を減算させる。

明 細 書

発明の名称： 数値制御装置及び数値制御システム

技術分野

[0001] 本開示は、数値制御装置及び数値制御システムに関する。

背景技術

[0002] 従来、人との接触を検知して動作を停止する協働ロボットに関する技術が開示されている。例えば、協働ロボットの接触力を正確に計測するため、保持するワークの負荷情報を設定する技術が開示されている。

[0003] また、加工現場を自動化するため、工作機械からロボットを操作するシステムに関する技術が開示されている。例えば、工作機械のユーザが慣れ親しんだ数値制御指令を用いてロボットの運転を行う技術が開示されている（例えば、特許文献1 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2014-241018号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ドアの開閉動作又は操作盤上のキーの押下等のような協働ロボットが物体に接触しながら移動し、外部からの反力（変動負荷）を受ける作業を行う場合、ロボット制御装置は、検出した反力により外部から力が加えられたと判定し、意図せず協働ロボットの動作を停止してしまう。

[0006] また、数値制御プログラムで協働ロボットに物体を接触しながら行う動作を指令した際、作業中に加わる力により協働ロボットの接触停止が発生し、数値制御プログラムの指令通りの動作を行うことができない場合がある。よって、変動負荷による協働ロボットの誤った接触停止を防ぐことができる数値制御装置及び数値制御システムが望まれている。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示の一態様は、数値制御プログラムを用いてロボット制御装置を介してロボットを制御する数値制御装置であって、前記数値制御プログラム中のロボット制御指令を解析する解析部と、前記解析部により解析した前記ロボット制御指令に応じて、前記ロボットにおける負荷の記録を開始及び停止するための信号を生成する負荷記録指示部と、前記解析部により解析した前記ロボット制御指令に応じて、前記ロボットにおける負荷補正を開始及び停止するための信号を生成する負荷補正指示部と、前記負荷記録指示部及び前記負荷補正指示部によって生成した信号を含むロボット指令信号を生成し、前記ロボット指令信号を前記ロボット制御装置へ送信するロボット指令信号生成部と、を備え、前記ロボット指令信号は、前記ロボット制御装置において、前記負荷補正の実行中、前記ロボットが検出した負荷から、前記負荷記録指示部によって生成した信号に従って記録した負荷を減算させる。

[0008] 本開示の一態様は、数値制御装置の数値制御プログラムを用いてロボット制御装置を介してロボットを制御する数値制御システムであって、前記数値制御装置は、前記数値制御プログラム中のロボット制御指令を解析する解析部と、前記解析部により解析した前記ロボット制御指令に応じて、前記ロボットにおける負荷の記録を開始及び停止するための信号を生成する負荷記録指示部と、前記解析部により解析した前記ロボット制御指令に応じて、前記ロボットにおける負荷補正を開始及び停止するための信号を生成する負荷補正指示部と、前記負荷記録指示部及び前記負荷補正指示部によって生成した信号を含むロボット指令信号を生成し、前記ロボット制御装置へ送信するロボット指令信号生成部と、を備え、前記ロボット制御装置は、前記ロボット指令信号に基づいて、前記ロボットにおける負荷の記録を開始及び停止する負荷記録部と、前記ロボット指令信号に基づいて、前記ロボットにおける負荷補正を開始及び停止をする負荷補正部と、を備え、前記負荷補正部は、前記負荷補正の実行中、前記ロボットが検出した負荷から、前記負荷記録指示部によって生成した信号に従って記憶した負荷を減算させる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本実施形態に係る数値制御システムの機能ブロック図である。

[図2]本実施形態に係る数値制御装置及びロボット制御装置の機能ブロック図である。

[図3]負荷記録指令の一例を示す図である。

[図4]負荷補正指令の一例を示す図である。

[図5]本実施形態に係る数値制御プログラムの例を示す図である。

[図6]図5に示される数値制御プログラムを実行した際における数値制御装置とロボット制御装置との間の信号及び情報の流れを示すシーケンス図である。

[図7]負荷記録の一例を示す図である。

[図8]本実施形態に係る数値制御プログラムの例を示す図である。

[図9]図8に示される数値制御プログラムを実行した際における数値制御装置とロボット制御装置との間の信号及び情報の流れを示すシーケンス図である。

[図10]補正された負荷の記録の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本開示の実施形態の一例について説明する。図1は、本実施形態に係る数値制御システム1の機能ブロック図である。

[0011] 数値制御システム1は、図示しないワークを加工する工作機械2と、この工作機械2の動作を制御する数値制御装置（CNC）4と、工作機械2の近傍に設けられた協働ロボット3と、協働ロボット3の動作を制御するロボット制御装置5と、を備える。数値制御システム1は、互いに通信可能に接続された数値制御装置4及びロボット制御装置5を用いることによって、工作機械2及び協働ロボット3の動作を連動して制御する。

[0012] 工作機械2は、数値制御装置4から送信される工作機械制御信号に応じて図示しないワークを加工する。ここで工作機械2は、例えば、旋盤、ボール盤、フライス盤、研削盤、レーザ加工機、及び射出成形機等であるが、これらに限らない。

[0013] 協働ロボット3は、ロボット制御装置5による制御下において動作し、例えば工作機械2によって加工されるワークに対し所定の作業を行う。協働ロボット3は、例えば多関節ロボットであり、そのアーム先端部3aにはワークを把持したり、加工したり、検査したりするためのツール3bが取り付けられている。以下では、協働ロボット3は、6軸の多関節ロボットとした場合について説明するが、これに限らない。また以下では、協働ロボット3は、6軸の多関節ロボットとした場合について説明するが、軸数はこれに限らない。

[0014] 協働ロボット3は、接触停止機能、退避モード機能、反転動作機能等のような機能を有し、人と協働で安全に作業することができる。接触停止機能は、人と軽い力（例えば、10から20N（すなわち、1から2kgf））で接触したとき、即座に停止する機能である。退避モード機能は、人が協働ロボット3のアームを押すことによってアームを各軸において退避可能な機能である。反転動作機能は、協働ロボット3が硬い物体と接触した場合、アームが即座に反転することによって、挟み込みを軽減する機能である。協働ロボット3は、人との接触等のような外力を検出するために、外力検出センサを備える。外力検出センサは、例えば、トルクセンサ、力センサ等である。すなわち、協働ロボット3は、外力検出センサによって人との接触を検知し、ロボット制御装置5は、外力検出センサによって検出された外力に応じて協働ロボット3の動作を停止する。これにより、協働ロボット3は、人と協働で安全に作業することができる。

[0015] 数値制御装置4及びロボット制御装置5は、それぞれCPU（Central Processing Unit）等の演算処理手段、各種コンピュータプログラムを格納したHDD（Hard Disk Drive）やSSD（Solid State Drive）等の補助記憶手段、演算処理手段がコンピュータプログラムを実行する上で一時的に必要とされるデータを格納するためのRAM（Random Access Memory）といった主記憶手段、オペレータが各種操作を行うキーボードといった操作手

段、及びオペレータに各種情報を表示するディスプレイといった表示手段等のハードウェアによって構成されるコンピュータである。これら数値制御装置4及びロボット制御装置5は、例えばイーサネット（登録商標）によって相互に各種信号を送受信することが可能となっている。

[0016] 図2は、本実施形態に係る数値制御装置4及びロボット制御装置5の機能ブロック図である。まず、数値制御装置4の詳細な構成について説明する。図2に示すように数値制御装置4は、上記ハードウェア構成によって、工作機械2の動作を制御する機能、協働ロボット3の制御軸の動作経路を生成する機能等のような各種機能を実現する。

[0017] 数値制御装置4は、数値制御プログラムを用いてロボット制御装置5を介して協働ロボット3を制御する。すなわち、数値制御装置4は、ロボット用の数値制御プログラムに従って、協働ロボット3及びツール3bの動作を制御するための各種指令を生成し、ロボット制御装置5へ送信する。より具体的には、数値制御装置4は、プログラム入力部41と、解析部42と、動作制御部43と、記憶部44と、ロボット指令信号生成部45と、データ送受信部46と、負荷記録指示部47と、負荷補正指示部48と、を備える。

[0018] プログラム入力部41は、複数のロボット指令ブロックによって構成されるロボット用の数値制御プログラムを記憶部44から読み出し、これを逐次解析部42へ入力する。

[0019] 解析部42は、プログラム入力部41から入力される数値制御プログラムに基づく指令種別を指令ブロックごとに解析し、その解析結果を動作制御部43及びロボット指令信号生成部45へ出力する。より具体的には、解析部42は、指令ブロックの指令種別が工作機械2に対する工作機械用数値制御指令である場合、この工作機械用数値制御指令を動作制御部43へ送信する。解析部42は、指令ブロックの指令種別が協働ロボット3に対するロボット用数値制御指令である場合、このロボット用数値制御指令をロボット指令信号生成部45へ出力する。

[0020] 動作制御部43は、解析部42から送信される解析結果に応じて工作機械

2の動作を制御するための工作機械制御信号を生成し、工作機械2の各種軸を駆動するアクチュエータへ入力する。工作機械2は、動作制御部43から入力される工作機械制御信号に応じて動作し、図示しないワークを加工する。

[0021] 記憶部44は、例えば、オペレータによる操作に基づいて作成された複数の数値制御プログラムを格納する。より具体的には、記憶部44は、工作機械2の動作を制御するための工作機械2に対する複数の指令ブロックや協働ロボット3の動作を制御するための協働ロボット3に対する複数の指令ブロック等によって構成される数値制御プログラムを格納する。記憶部44に格納されている数値制御プログラムは、GコードやMコード等、工作機械2の動作を制御するため既知のプログラム言語で記述されている。

[0022] また、記憶部44は、例えば、上記数値制御プログラムの下で作動する工作機械2の各種軸の位置（すなわち、工作機械2の刃物台やテーブル等の位置）を示す機械座標値を格納する。なお、これら機械座標値は、工作機械2上又は工作機械2の近傍の任意の位置に定められた基準点を原点とする工作機械座標系の下で定義される。記憶部44には、数値制御プログラムの下で逐次変化する機械座標値の最新値が格納されるよう、図示しない処理によって逐次更新される。

[0023] また、記憶部44は、例えば、ロボット制御装置5の制御下で作動する協働ロボット3の制御点（例えば、協働ロボット3のアーム先端部3a）の位置及び姿勢、換言すれば協働ロボット3の各制御軸の位置を示すロボット座標値が格納されている。なお、これらロボット座標値は、上述したように工作機械座標系とは異なるロボット座標系の下で定義される。記憶部44には、数値制御プログラムの下で逐次変化するロボット座標値の最新値が格納されるよう、図示しない処理によりロボット制御装置5から取得されたロボット座標値によって逐次更新される。

[0024] また、記憶部44は、例えば、オペレータにより入力された協働ロボット3の始点及び終点といった教示位置を記憶する。具体的には、記憶部44は

、ティーチペンダント等から入力された協働ロボット3の教示位置、キーボード等から入力された教示位置等を記憶する。協働ロボット3の教示位置には、協働ロボット3の各制御軸の位置を示すロボット座標値が含まれ、これらロボット座標値は、工作機械座標系とは異なるロボット座標系の下で定義される。

[0025] ロボット指令信号生成部45は、解析部42から入力されるロボット指令ブロック毎の解析結果に基づいて、ロボット指令ブロック毎にロボット指令信号を生成し、生成したロボット指令信号をデータ送受信部46に書き込む。

[0026] 具体的には、ロボット指令信号生成部45は、解析部42から入力される解析結果としてのロボット用数値制御指令に基づいて、ロボット指令ブロック毎にロボット指令信号を生成し、生成したロボット指令信号をデータ送受信部46に書き込む。

[0027] データ送受信部46は、ロボット制御装置5のデータ送受信部60との間で指令及びロボット座標値等の各種データを送受信する。具体的には、データ送受信部46は、ロボット指令信号生成部45によって生成されたロボット指令信号をロボット制御装置5のデータ送受信部60へ送信する。

[0028] 負荷記録指示部47は、解析部42により解析したロボット制御指令に応じて、協働ロボット3における負荷の記録を開始及び停止するための信号を生成する。負荷補正指示部48は、解析部42により解析したロボット制御指令に応じて、協働ロボット3における負荷補正を開始及び停止するための信号を生成する。

[0029] 負荷記録指示部47及び負荷補正指示部48によって生成した信号を含むロボット指令信号は、協働ロボット3の動作と対応付けられる。ロボット指令信号は、協働ロボット3の動作中における負荷の記録を開始及び停止すること、及び負荷補正を開始及び停止することをロボット制御装置5に指示する。

[0030] 例えば、負荷記録指示部47及び負荷補正指示部48によって生成した信

号を含むロボット指令信号は、協働ロボット 3 における各関節角度又は手先位置及び姿勢に応じて、負荷の記録を開始及び停止すること、及び負荷補正を開始及び停止することをロボット制御装置 5 に指示してもよい。

[0031] また、負荷記録指示部 4 7 及び負荷補正指示部 4 8 によって生成した信号を含むロボット指令信号は、協働ロボット 3 が他の物体の接触を伴う動作中における負荷の記録を開始及び停止すること、及び負荷補正を開始及び停止することをロボット制御装置 5 に指示してもよい。

[0032] 具体的には、解析部 4 2 は、数値制御プログラムから負荷記録開始指令が抽出されると、負荷記録指示部 4 7 へ指令を通知する。負荷記録指示部 4 7 は、解析部 4 2 からの指令の通知に応じて、協働ロボット 3 における負荷の記録を開始するための信号を生成し、ロボット指令信号生成部 4 5 へ通知する。

[0033] ロボット指令信号生成部 4 5 は、負荷の記録を開始するための信号を含むロボット用数値制御指令を生成し、データ送受信部 4 6 を介してロボット制御装置 5 へ送信する。これにより、ロボット制御装置 5 は、負荷の記録を開始するための信号に応じて、負荷の記録を開始する。

[0034] また、解析部 4 2 は、数値制御プログラムから負荷記録停止指令が抽出されると、負荷記録指示部 4 7 へ指令を通知する。負荷記録指示部 4 7 は、解析部 4 2 からの指令の通知に応じて、協働ロボット 3 における負荷の記録を停止するための信号を生成し、ロボット指令信号生成部 4 5 へ通知する。

[0035] ロボット指令信号生成部 4 5 は、負荷の記録を停止するための信号を含むロボット用数値制御指令を生成し、データ送受信部 4 6 を介してロボット制御装置 5 へ送信する。これにより、ロボット制御装置 5 は、負荷の記録を停止するための信号に応じて、負荷の記録を停止する。

[0036] また、解析部 4 2 は、数値制御プログラムから負荷補正開始指令が抽出されると、負荷補正指示部 4 8 へ指令を通知する。負荷補正指示部 4 8 は、協働ロボット 3 における負荷補正を開始するための信号を生成し、ロボット指令信号生成部 4 5 へ通知する。

- [0037] ロボット指令信号生成部45は、負荷補正を開始するための信号を含むロボット用数値制御指令を生成し、データ送受信部46を介してロボット制御装置5へ送信する。これにより、ロボット制御装置5は、負荷補正を開始するための信号に応じて、負荷補正を開始する。
- [0038] また、解析部42は、数値制御プログラムから荷補正停止指令が抽出されると、負荷補正指示部48へ指令を通知する。負荷補正指示部48は、協働ロボット3における負荷補正を停止するための信号を生成し、ロボット指令信号生成部45へ通知する。
- [0039] ロボット指令信号生成部45は、負荷補正を停止するための信号を含むロボット用数値制御指令を生成し、データ送受信部46を介してロボット制御装置5へ送信する。これにより、ロボット制御装置5は、負荷補正を停止するための信号に応じて、負荷補正を停止する。
- [0040] 更に、ロボット指令信号生成部45によって生成されたロボット指令信号は、ロボット制御装置5において、負荷補正の実行中、協働ロボット3が検出した負荷から、負荷記録指示部47によって生成した信号に従って記憶した負荷を減算させる。
- [0041] 次に、ロボット制御装置5の構成について詳細に説明する。図2に示すように、ロボット制御装置5には、上記ハードウェア構成によって、記憶部51、解析部52、ロボット命令生成部53、プログラム管理部54、軌跡制御部55、キネマティクス制御部56、サーボ制御部57、負荷設定選択部58、ダイナミクス制御部59、データ送受信部60、負荷記録部61、負荷補正部62、及び接触制御部63等の各種機能が実現される。ロボット制御装置5は、これらのような機能部を用いることによって、数値制御装置4から送信される指令に基づいて協働ロボット3の動作を制御する。
- [0042] 記憶部51は、協働ロボット3を制御するためのロボットプログラム及び各種情報を記憶する。また、記憶部51は、協働ロボット3の負荷設定を記憶する。なお、本実施形態では、記憶部51は、ロボット制御装置5に設けられているが、記憶部51は、数値制御装置4に設けられてもよく、数値制

御装置 4 及びロボット制御装置 5 の外部の電子機器や外部サーバー等に設けられてもよい。

[0043] データ送受信部 60 は、数値制御装置 4 のデータ送受信部 46 から送信されるロボット指令信号を受信する。また、データ送受信部 60 は、受信したロボット指令信号を逐次、解析部 52 へ出力する。

[0044] 解析部 52 は、データ送受信部 60 から入力されるロボット指令信号を解析する。また、解析部 52 は、その解析結果をロボット命令生成部 53 へ出力する。

[0045] ロボット命令生成部 53 は、解析部 52 から入力されるロボット指令信号の解析結果に基づいて、ロボット指令信号に応じたロボット命令を生成する。ロボット命令生成部 53 は、生成したロボット命令をプログラム管理部 54 へ出力する。

[0046] プログラム管理部 54 は、ロボット命令生成部 53 からロボット命令が入力されると、ロボット命令を逐次実行することにより、上記ロボット指令信号に応じた協働ロボット 3 の動作計画を生成し、軌跡制御部 55 へ出力する。

[0047] また、プログラム管理部 54 は、ロボット命令生成部 53 から入力されるロボット命令がブロックロボット命令である場合には、記憶部 51 に格納されているロボットプログラムに、入力されたブロックロボット命令を追加する。これにより記憶部 51 には、数値制御装置 4 から送信されるロボット指令信号に応じたロボットプログラムが生成されて記憶される。記憶されたロボットプログラムは、プログラム管理部 54 がロボット命令としてロボットプログラム起動指令を受けることにより、起動及び再生される。

[0048] 軌跡制御部 55 は、プログラム管理部 54 から動作計画が入力されると、協働ロボット 3 の制御点の時系列データを算出し、キネマティクス制御部 56 へ出力する。

[0049] キネマティクス制御部 56 は、入力された時系列データから協働ロボット 3 の各関節の目標角度を算出し、サーボ制御部 57 へ入力する。

- [0050] サーボ制御部 5 7 は、キネマティクス制御部 5 6 から入力される目標角度が実現するように協働ロボット 3 の各サーボモータをフィードバック制御することによって協働ロボット 3 に対するロボット制御信号を生成し、協働ロボット 3 のサーボモータへ入力する。また、サーボ制御部 5 7 は、後述のダイナミクス制御部 5 9 により計算されたトルクを反映したロボット制御信号を生成する。これにより、ロボット制御装置 5 は、負荷設定に基づいて協働ロボット 3 を制御可能となっている。
- [0051] 負荷設定選択部 5 8 は、解析部 5 2 により解析されたロボット指令信号に応じて、記憶部 5 1 に記憶された負荷設定を選択し、選択した負荷設定をダイナミクス制御部 5 9 へ通知する。
- [0052] ダイナミクス制御部 5 9 は、負荷設定選択部 5 8 により選択された負荷設定に基づいて、逆動力学計算により協働ロボット 3 に入力するトルクを計算する。ダイナミクス制御部 5 9 は、計算により取得したトルクを、サーボ制御部 5 7 へ出力する。
- [0053] ここで、協働ロボット 3 の逆動力学計算とは、協働ロボット 3 の動作軌跡計画で算出される望みの運動（各関節の位置、速度、加速度の時系列データ）に基づいて、協働ロボット 3 に加わる手先負荷や重力、自重を考慮し、そのような応答を実現するための各モータへの入力トルクを計算する手法である。このような逆動力学計算に関するものとして、例えば、計算トルク法やニュートン・オイラー法等の数値計算方法が開示されている（例えば、特開平 8 - 1 1 8 2 7 5 号公報、特開 2 0 1 5 - 5 8 5 2 0 号公報）。
- [0054] 接触制御部 6 3 は、協働ロボット 3 における外力検出センサによる外力の検出結果に応じて、接触停止動作を制御する。ここで、接触停止動作は、協働ロボット 3 が外部からの接触力に応じて協働ロボット 3 の動作を停止することを示す。
- [0055] 負荷記録部 6 1 は、ロボット指令信号に基づいて、協働ロボット 3 における負荷の記録を開始及び停止する。負荷補正部 6 2 は、ロボット指令信号に基づいて、協働ロボット 3 における負荷補正を開始及び停止する。更に、負

荷補正部 6 2 は、負荷補正の実行中、協働ロボット 3 が検出した負荷から、負荷記録指示部 4 7 によって生成した信号に従って記憶した負荷を減算させる。

[0056] 負荷記録部 6 1 は、ロボット指令信号に基づいて、協働ロボット 3 における各関節角度又は手先位置及び姿勢に応じて協働ロボット 3 の動作中における前記負荷の記録を開始及び停止してもよい。この場合、負荷補正部 6 2 は、ロボット指令信号に基づいて、協働ロボット 3 における各関節角度又は手先位置及び姿勢に応じて負荷補正を開始及び停止する。

[0057] また、負荷記録部 6 1 は、ロボット指令信号に基づいて、協働ロボット 3 が他の物体の接触を伴う動作中における協働ロボット 3 の動作中における負荷の記録を開始及び停止してもよい。この場合、負荷補正部 6 2 は、ロボット指令信号に基づいて、協働ロボット 3 が他の物体の接触を伴う動作中における負荷補正を開始及び停止する。

[0058] 詳細には、負荷記録部 6 1 は、負荷の記録を開始するための信号を含むロボット指令信号に基づいて、接触制御部 6 3 に負荷の記録の開始を通知し、協働ロボット 3 の位置に応じた負荷を記録する。また、負荷記録部 6 1 は、負荷の記録を停止するための信号を含むロボット指令信号に基づいて、接触制御部 6 3 に負荷の記録の停止を通知し、協働ロボット 3 の位置に応じた負荷の記録を停止する。

[0059] 負荷補正部 6 2 は、負荷補正を開始するための信号を含むロボット指令信号に基づいて、接触制御部 6 3 に負荷補正の開始を通知する。そして、負荷補正部 6 2 は、協働ロボット 3 が検出し、かつ接触制御部 6 3 が取得した負荷から、記録された負荷を減算する。接触制御部 6 3 は、減算された値を用いて、協働ロボット 3 への外部からの接触判定を実行する。

[0060] 負荷補正部 6 2 は、負荷補正の停止するための信号を含むロボット指令信号に基づいて、接触制御部 6 3 に負荷補正の停止を通知する。そして、負荷補正部 6 2 は、負荷補正を行わず、接触制御部 6 3 は、協働ロボット 3 が検出し、かつ接触制御部 6 3 が取得した負荷のみを用いて、協働ロボット 3 へ

の外部からの接触判定を実行する。

[0061] 図3は、負荷記録指令の一例を示す図である。図3に示されるように、負荷記録指令は、複数の変動負荷（No. 1から10）と、各変動負荷に対応する指令（Gコード）とを含む。各変動負荷は、協働ロボット3の様々な動作ごとの負荷である。各変動負荷に対応する指令は、負荷記録の停止又は開始を示す。負荷記録を停止する指令は、それぞれ、G200.0からG209.0であり、負荷記録を開始する指令は、それぞれ、G200.1からG209.1である。

[0062] 図4は、負荷補正指令の一例を示す図である。図4に示されるように、負荷補正指令は、複数の変動負荷（No. 1から10）と、各変動負荷に対応する指令（Gコード）とを含む。各変動負荷に対応する指令は、負荷補正の停止又は開始を示す。負荷補正を停止する指令は、それぞれ、G300.0からG309.0であり、負荷補正を開始する指令は、それぞれ、G300.1からG309.1である。

[0063] 図5は、本実施形態に係る数値制御プログラムの例を示す図である。図6は、図5に示される数値制御プログラムを実行した際における数値制御装置4とロボット制御装置5との間の信号及び情報の流れを示すシーケンス図である。図7は、負荷記録の一例を示す図である。

[0064] 図5から図7に示される例では、数値制御装置4は、変動負荷を記録したい動作区間に負荷記録開始指令及び負荷記録停止指令を含む数値制御プログラムを実行し、各動作位置に対応した負荷を取得する。

[0065] 先ず、協働ロボット3の位置が不明であるため、“G68.8”が入力され、各軸座標系が選択される。“G7.3 J1=__J2=__J3=__J4=__J5=__J6=__”が指令されると、ロボット制御装置5は、各軸座標系上の初期位置に協働ロボット3を位置決めする。なお、コマンド中のアンダーバーの部分には、協働ロボット3の指定位置の座標値が入力される。

[0066] 次いで、“M100”が指令され、ロボット制御装置5は、協働ロボット3のハンドを開くことによって、協働ロボット3は、ドアのハンドルを開放

（初期化）する。次いで、“G 6 8. 9” が指令され、直交座標系が選択される。“G 0 1 X__Y__Z__A__B__C__P__” が指令されると、ロボット制御装置 5 は、直交座標系上の指定位置（ドア把持位置）へ協働ロボット 3 0 を直線移動させ、位置決めする。なお、コマンド中のアンダーバーの部分には、協働ロボット 3 の指定位置の座標値が入力される。

[0067] 次いで、“M 1 0 1” が指令され、ロボット制御装置 5 は、協働ロボット 3 のハンドを閉じることによって、協働ロボット 3 のハンドは、作業対象であるドアのハンドルを把持する。

[0068] 次いで、図 5 及び図 6 の（1）に示すように、“G 2 0 0. 1” が指令され、負荷記録指示部 4 7 は、解析部 4 2 からの負荷記録指令（変動負荷 N o. 1 に対応する指令）の通知に応じて、協働ロボット 3 における負荷の記録を開始するための信号を生成し、ロボット指令信号生成部 4 5 へ通知する。ロボット制御装置 5 の負荷記録部 6 1 は、負荷の記録を開始するための信号を含むロボット指令信号に基づいて、接触制御部 6 3 に負荷の記録の開始を通知し、変動負荷 N o. 1 についての負荷を記録する。

[0069] 次いで、“G 0 1 X__Y__Z__A__B__C__P__” が指令されると、ロボット制御装置 5 は、直交座標系上の指定位置（ドア開端位置）へ協働ロボット 3 0 を直線移動させ、位置決めする。

[0070] 次いで、図 5 及び図 6 の（2）に示すように、“G 2 0 0. 0” が指令され、負荷記録指示部 4 7 は、解析部 4 2 からの負荷記録指令（変動負荷 N o. 1 に対応する指令）の通知に応じて、協働ロボット 3 における負荷の記録を停止するための信号を生成し、ロボット指令信号生成部 4 5 へ通知する。ロボット制御装置 5 の負荷記録部 6 1 は、負荷の記録を停止するための信号を含むロボット指令信号に基づいて、接触制御部 6 3 に負荷の記録の停止を通知し、変動負荷 N o. 1 についての負荷の記録を停止する。

[0071] 次いで、図 5 及び図 6 の（3）に示すように、“G 2 0 1. 1” が指令され、負荷記録指示部 4 7 は、解析部 4 2 からの負荷記録指令（変動負荷 N o. 2 に対応する指令）の通知に応じて、協働ロボット 3 における負荷の記録

を開始するための信号を生成し、ロボット指令信号生成部45へ通知する。

ロボット制御装置5の負荷記録部61は、負荷の記録を開始するための信号を含むロボット指令信号に基づいて、接触制御部63に負荷の記録の開始を通知し、変動負荷No. 2についての負荷を記録する。

[0072] 次いで、“G01 X__Y__Z__A__B__C__P__”が指令されると、ロボット制御装置5は、直交座標系上の指定位置（ドア閉端位置）へ協働ロボット30を直線移動させ、位置決めする。

[0073] 次いで、図5及び図6の（4）に示すように、“G201.0”が指令され、負荷記録指示部47は、解析部42からの負荷記録指令（変動負荷No. 2に対応する指令）の通知に応じて、協働ロボット3における負荷の記録を停止するための信号を生成し、ロボット指令信号生成部45へ通知する。ロボット制御装置5の負荷記録部61は、負荷の記録を停止するための信号を含むロボット指令信号に基づいて、接触制御部63に負荷の記録の停止を通知し、変動負荷No. 2についての負荷の記録を停止する。

[0074] 次いで、“M100”が指令され、ロボット制御装置5は、協働ロボット3のハンドを開くことによって、協働ロボット3のハンドは、作業対象であるドアのハンドルをリリースする。次いで、“M30”が指令され、数値制御プログラムは終了する。

[0075] 図7に示されるように、ロボット制御装置5は、上述した負荷記録指令によって負荷記録を取得する。図7に示す図は、横軸に時間を示し、縦軸に負荷を示す。取得された負荷記録は、記憶部51に記憶される。

[0076] 図8は、本実施形態に係る数値制御プログラムの例を示す図である。図9は、図8に示される数値制御プログラムを実行した際における数値制御装置4とロボット制御装置5との間の信号及び情報の流れを示すシーケンス図である。図10は、補正された負荷の記録の一例を示す図である。

[0077] 図8から図10に示される例では、数値制御装置4は、記録した変動負荷を補正する動作区間に負荷補正開始及び負荷補正停止指令を含む数値制御プログラムを実行し、協働ロボット3が検出した負荷から変動負荷を減算する

。

[0078] 先ず、協働ロボット3の位置が不明であるため、“G 6 8. 8”が入力され、各軸座標系が選択される。“G 7. 3 J 1 = __ J 2 = __ J 3 = __ J 4 = __ J 5 = __ J 6 = __”が指令されると、ロボット制御装置5は、各軸座標系上の初期位置に協働ロボット3を位置決めする。

[0079] 次いで、“M 1 0 0”が指令され、ロボット制御装置5は、協働ロボット3のハンドを開かせる。次いで、“G 6 8. 9”が指令され、直交座標系が選択される。“G 0 1 X __ Y __ Z __ A __ B __ C __ P __”が指令されると、ロボット制御装置5は、直交座標系上の指定位置（ドア把持位置）へ協働ロボット30を直線移動させ、位置決めする。

[0080] 次いで、“M 1 0 1”が指令され、ロボット制御装置5は、協働ロボット3のハンドを閉じることによって、協働ロボット3のハンドは、作業対象であるドアのハンドルを把持する。

[0081] 次いで、図8及び図9の（5）に示すように、“G 3 0 0. 1”が指令され、負荷補正指示部48は、解析部42からの負荷補正指令（変動負荷No. 1に対応する指令）の通知に応じて、協働ロボット3における負荷補正を開始するための信号を生成し、ロボット指令信号生成部45へ通知する。

[0082] ロボット制御装置5の負荷補正部62は、負荷補正を開始するための信号を含むロボット指令信号に基づいて、接触制御部63に負荷補正の開始を通知する。負荷補正部62は、協働ロボット3が検出し、かつ接触制御部63が取得した負荷から、記録された負荷を減算する。接触制御部63は、減算された値を用いて、協働ロボット3への外部からの接触判定を実行する。

[0083] 次いで、“G 0 1 X __ Y __ Z __ A __ B __ C __ P __”が指令されると、ロボット制御装置5は、直交座標系上の指定位置（ドア開端位置）へ協働ロボット30を直線移動させ、位置決めする。次いで、図8及び図9の（6）に示すように、“G 3 0 0. 0”が指令され、負荷補正指示部48は、解析部42からの負荷補正指令（変動負荷No. 1に対応する指令）の通知に応じて、協働ロボット3における負荷補正を停止するための信号を生成し、ロボ

ット指令信号生成部４５へ通知する。

[0084] 負荷補正部６２は、負荷補正の停止するための信号を含むロボット指令信号に基づいて、接触制御部６３に負荷補正の停止を通知する。そして、負荷補正部６２は、負荷補正を行わず、接触制御部６３は、協働ロボット３が検出し、かつ接触制御部６３が取得した負荷のみを用いて、協働ロボット３への外部からの接触判定を実行する。

[0085] 次いで、図８及び図９の（７）に示すように、“Ｇ３０１．１”が指令され、負荷補正指示部４８は、解析部４２からの負荷補正指令（変動負荷Ｎｏ．２に対応する指令）の通知に応じて、協働ロボット３における負荷補正を開始するための信号を生成し、ロボット指令信号生成部４５へ通知する。

[0086] ロボット制御装置５の負荷補正部６２は、負荷補正を開始するための信号を含むロボット指令信号に基づいて、接触制御部６３に負荷補正の開始を通知する。負荷補正部６２は、協働ロボット３が検出し、かつ接触制御部６３が取得した負荷から、記録された負荷を減算する。接触制御部６３は、減算された値を用いて、協働ロボット３への外部からの接触判定を実行する。

[0087] 次いで、“Ｇ０１ Ｘ__Ｙ__Ｚ__Ａ__Ｂ__Ｃ__Ｐ__”が指令されると、ロボット制御装置５は、直交座標系上の指定位置（ドア閉端位置）へ協働ロボット３０を直線移動させ、位置決めする。

[0088] 次いで、図８及び図９の（８）に示すように、“Ｇ３０１．０”が指令され、負荷補正指示部４８は、解析部４２からの負荷補正指令（変動負荷Ｎｏ．２に対応する指令）の通知に応じて、協働ロボット３における負荷補正を停止するための信号を生成し、ロボット指令信号生成部４５へ通知する。

[0089] 負荷補正部６２は、負荷補正の停止するための信号を含むロボット指令信号に基づいて、接触制御部６３に負荷補正の停止を通知する。そして、負荷補正部６２は、負荷補正を行わず、接触制御部６３は、協働ロボット３が検出し、かつ接触制御部６３が取得した負荷のみを用いて、協働ロボット３への外部からの接触判定を実行する。

[0090] 次いで、“Ｍ１００”が指令され、ロボット制御装置５は、協働ロボット

3のハンドを開くことによって、協働ロボット3のハンドは、作業対象であるドアのハンドルをリリースする。次いで、“M30”が指令され、数値制御プログラムは終了する。

[0091] 以上説明したように本実施形態によれば、数値制御装置4は、数値制御プログラム中のロボット制御指令を解析する解析部42と、解析部42により解析したロボット制御指令に応じて、協働ロボット3における負荷の記録を開始及び停止するための信号を生成する負荷記録指示部47と、解析部42により解析したロボット制御指令に応じて、協働ロボット3における負荷補正を開始及び停止するための信号を生成する負荷補正指示部48と、負荷記録指示部47及び負荷補正指示部48によって生成した信号を含むロボット指令信号を生成し、ロボット指令信号をロボット制御装置5へ送信するロボット指令信号生成部45と、を備え、ロボット指令信号は、ロボット制御装置5において、負荷補正の実行中、協働ロボット3が検出した負荷から、負荷記録指示部47によって生成した信号に従って記録した負荷を減算させる。

[0092] このような構成によって、数値制御装置4は、協働ロボット3が検出した外力から、記録した変動負荷を減算することによって、反力の影響を除いた外力を算出できる。そのため、数値制御装置4は、変動負荷による誤った接触停止判定を防ぎ、数値制御プログラムを用いて、協働ロボットが物体に接触しながら作業することを可能にする。

[0093] 負荷記録指示部47及び負荷補正指示部48によって生成した信号を含むロボット指令信号は、協働ロボット3の動作と対応付けられる。ロボット指令信号は、協働ロボット3の動作中における負荷の記録を開始及び停止すること、及び負荷補正を開始及び停止することをロボット制御装置5に指示する。このような構成によって、数値制御装置4は、協働ロボット3の動作と対応する負荷の記録の開始及び停止、並びに負荷補正の開始及び停止を行うことができる。

[0094] また、負荷記録指示部47及び負荷補正指示部48によって生成した信号

を含むロボット指令信号は、協働ロボット 3 における各関節角度又は手先位置及び姿勢に応じて、負荷の記録を開始及び停止すること、及び負荷補正を開始及び停止することをロボット制御装置 5 に指示してもよい。このような構成によって、数値制御装置 4 は、協働ロボット 3 における各関節角度又は手先位置及び姿勢に応じて、負荷の記録及び負荷補正を実行することができる。

[0095] また、負荷記録指示部 4 7 及び負荷補正指示部 4 8 によって生成した信号を含むロボット指令信号は、協働ロボット 3 が他の物体の接触を伴う動作中における負荷の記録を開始及び停止すること、及び負荷補正を開始及び停止することをロボット制御装置 5 に指示してもよい。このような構成によって、数値制御装置 4 は、協働ロボット 3 が他の物体の接触を伴う動作中における負荷の記録及び負荷補正を実行することができる。

[0096] 負荷記録部 6 1 は、ロボット指令信号に基づいて、協働ロボット 3 における各関節角度又は手先位置及び姿勢に応じて協働ロボット 3 の動作中における前記負荷の記録を開始及び停止してもよい。この場合、負荷補正部 6 2 は、ロボット指令信号に基づいて、協働ロボット 3 における各関節角度又は手先位置及び姿勢に応じて負荷補正を開始及び停止する。このような構成によって、数値制御システム 1 は、協働ロボット 3 における各関節角度又は手先位置及び姿勢に応じて、負荷の記録及び負荷補正を実行することができる。

[0097] また、負荷記録部 6 1 は、ロボット指令信号に基づいて、協働ロボット 3 が他の物体の接触を伴う動作中における協働ロボット 3 の動作中における前記負荷の記録を開始及び停止してもよい。この場合、負荷補正部 6 2 は、ロボット指令信号に基づいて、協働ロボット 3 が他の物体の接触を伴う動作中における負荷補正を開始及び停止する。このような構成によって、数値制御システム 1 は、協働ロボット 3 が他の物体の接触を伴う動作中における負荷の記録及び負荷補正を実行することができる。

[0098] 以上、本発明の実施形態について説明したが、上記の数値制御システム 1 は、ハードウェア、ソフトウェア又はこれらの組み合わせにより実現するこ

とができる。また、上記の数値制御システム 1 により行なわれる制御方法も、ハードウェア、ソフトウェア又はこれらの組み合わせにより実現することができる。ここで、ソフトウェアによって実現されるとは、コンピュータがプログラムを読み込んで実行することにより実現されることを意味する。

[0099] プログラムは、様々なタイプの非一時的なコンピュータ可読媒体 (non-transitory computer readable medium) を用いて記憶され、コンピュータに供給することができる。非一時的なコンピュータ可読媒体は、様々なタイプの実体のある記録媒体 (tangible storage medium) を含む。非一時的なコンピュータ可読媒体の例は、磁気記録媒体 (例えば、ハードディスクドライブ)、光磁気記録媒体 (例えば、光磁気ディスク)、CD-ROM (Read Only Memory)、CD-R、CD-R/W、半導体メモリ (例えば、マスクROM、PROM (Programmable ROM)、EPROM (Erasable PROM)、フラッシュROM、RAM (random access memory)) を含む。

[0100] 本開示について詳述したが、本開示は上述した個々の実施形態に限定されるものではない。これらの実施形態は、本開示の要旨を逸脱しない範囲で、または、特許請求の範囲に記載された内容とその均等物から導き出される本開示の趣旨を逸脱しない範囲で、種々の追加、置き換え、変更、部分的削除等が可能である。また、これらの実施形態は、組み合わせて実施することもできる。例えば、上述した実施形態において、各動作の順序や各処理の順序は、一例として示したものであり、これらに限定されるものではない。また、上述した実施形態の説明に数値又は数式が用いられている場合も同様である。

[0101] 上記実施形態及び変形例に関し、更に以下の付記を開示する。

(付記 1)

数値制御プログラムを用いてロボット制御装置 (5) を介してロボット (3) を制御する数値制御装置 (4) であって、

前記数値制御プログラム中のロボット制御指令を解析する解析部（４１）と、

前記解析部により解析した前記ロボット制御指令に応じて、前記ロボットにおける負荷の記録を開始及び停止するための信号を生成する負荷記録指示部（４７）と、

前記解析部により解析した前記ロボット制御指令に応じて、前記ロボットにおける負荷補正を開始及び停止するための信号を生成する負荷補正指示部（４８）と、

前記負荷記録指示部及び前記負荷補正指示部によって生成した信号を含むロボット指令信号を生成し、前記ロボット指令信号を前記ロボット制御装置へ送信するロボット指令信号生成部（４５）と、
を備え、

前記ロボット指令信号は、前記ロボット制御装置において、前記負荷補正の実行中、前記ロボットが検出した負荷から、前記負荷記録指示部によって生成した信号に従って記録した負荷を減算させる、
数値制御装置。

（付記２）

前記負荷記録指示部及び前記負荷補正指示部によって生成した信号を含む前記ロボット指令信号は、前記ロボットの動作と対応付けられ、前記ロボット指令信号は、前記ロボットの動作中における前記負荷の記録を開始及び停止すること、及び前記負荷補正を開始及び停止することを前記ロボット制御装置に指示する、付記１に記載の数値制御装置。

（付記３）

前記負荷記録指示部及び前記負荷補正指示部によって生成した信号を含む前記ロボット指令信号は、前記ロボットにおける各関節角度又は手先位置及び姿勢に応じて、前記負荷の記録を開始及び停止すること、及び前記負荷補正を開始及び停止することを前記ロボット制御装置に指示する、付記１に記載の数値制御装置。

(付記 4)

前記負荷記録指示部及び前記負荷補正指示部によって生成した信号を含む前記ロボット指令信号は、前記ロボットが他の物体の接触を伴う動作中における前記負荷の記録を開始及び停止すること、及び前記負荷補正を開始及び停止することを前記ロボット制御装置に指示する、付記 1 に記載の数値制御装置。

(付記 5)

前記ロボットは、人との接触を検知して動作を停止する協働ロボットである、付記 1 に記載の数値制御装置。

(付記 6)

数値制御装置 (4) の数値制御プログラムを用いてロボット制御装置 (5) を介してロボット (3) を制御する数値制御システム (1) であって、

前記数値制御装置は、

前記数値制御プログラム中のロボット制御指令を解析する解析部 (41) と、

前記解析部により解析した前記ロボット制御指令に応じて、前記ロボットにおける負荷の記録を開始及び停止するための信号を生成する負荷記録指示部 (47) と、

前記解析部により解析した前記ロボット制御指令に応じて、前記ロボットにおける負荷補正を開始及び停止するための信号を生成する負荷補正指示部 (48) と、

前記負荷記録指示部及び前記負荷補正指示部によって生成した信号を含むロボット指令信号を生成し、前記ロボット制御装置へ送信するロボット指令信号生成部 (45) と、

を備え、

前記ロボット制御装置は、

前記ロボット指令信号に基づいて、前記ロボットにおける負荷の記録を開始及び停止する負荷記録部 (61) と、

前記ロボット指令信号に基づいて、前記ロボットにおける負荷補正を開始及び停止をする負荷補正部（62）と、
を備え、

前記負荷補正部は、前記負荷補正の実行中、前記ロボットが検出した負荷から、前記負荷記録指示部によって生成した信号に従って記憶した負荷を減算させる、
数値制御システム。

（付記7）

前記負荷記録指示部及び前記負荷補正指示部によって生成した信号を含む前記ロボット指令信号は、前記ロボットの動作と対応付けられ、

前記負荷記録部は、前記ロボット指令信号に基づいて、前記ロボットの動作中における前記負荷の記録を開始及び停止し、

前記負荷補正部は、前記ロボット指令信号に基づいて、前記負荷補正を開始及び停止する、
付記6に記載の数値制御システム。

（付記8）

前記負荷記録部は、前記ロボット指令信号に基づいて、前記ロボットにおける各関節角度又は手先位置及び姿勢に応じて前記ロボットの動作中における前記負荷の記録を開始及び停止し、

前記負荷補正部は、前記ロボット指令信号に基づいて、前記ロボットにおける各関節角度又は手先位置及び姿勢に応じて前記負荷補正を開始及び停止する、
付記6に記載の数値制御システム。

（付記9）

前記負荷記録部は、前記ロボット指令信号に基づいて、前記ロボットが他の物体の接触を伴う動作中における前記ロボットの動作中における前記負荷の記録を開始及び停止し、

前記負荷補正部は、前記ロボット指令信号に基づいて、前記ロボットが他

の物体の接触を伴う動作中における前記負荷補正を開始及び停止する、
付記 6 に記載の数値制御システム。

(付記 10)

前記ロボットは、人との接触を検知して動作を停止する協働ロボットである、付記 6 に記載の数値制御システム。

符号の説明

- [0102]
- 1 数値制御システム
 - 2 工作機械
 - 3 協働ロボット
 - 4 数値制御装置
 - 5 ロボット制御装置
 - 4 1 プログラム入力部
 - 4 2 解析部
 - 4 3 動作制御部
 - 4 4 記憶部
 - 4 5 ロボット指令信号生成部
 - 4 6 データ送受信部
 - 4 7 負荷記録指示部
 - 4 8 負荷補正指示部
 - 5 1 記憶部
 - 5 2 解析部
 - 5 3 ロボット命令生成部
 - 5 4 プログラム管理部
 - 5 5 軌跡制御部
 - 5 6 キネマティクス制御部
 - 5 7 サーボ制御部
 - 5 8 負荷設定選択部
 - 5 9 ダイナミクス制御部

6 0 データ送受信部

6 1 負荷記録部

6 2 負荷補正部

6 3 接触制御部

請求の範囲

- [請求項1] 数値制御プログラムを用いてロボット制御装置を介してロボットを制御する数値制御装置であって、
- 前記数値制御プログラム中のロボット制御指令を解析する解析部と、
- 、
- 前記解析部により解析した前記ロボット制御指令に応じて、前記ロボットにおける負荷の記録を開始及び停止するための信号を生成する負荷記録指示部と、
- 前記解析部により解析した前記ロボット制御指令に応じて、前記ロボットにおける負荷補正を開始及び停止するための信号を生成する負荷補正指示部と、
- 前記負荷記録指示部及び前記負荷補正指示部によって生成した信号を含むロボット指令信号を生成し、前記ロボット指令信号を前記ロボット制御装置へ送信するロボット指令信号生成部と、
- を備え、
- 前記ロボット指令信号は、前記ロボット制御装置において、前記負荷補正の実行中、前記ロボットが検出した負荷から、前記負荷記録指示部によって生成した信号に従って記録した負荷を減算させる、
- 数値制御装置。
- [請求項2] 前記負荷記録指示部及び前記負荷補正指示部によって生成した信号を含む前記ロボット指令信号は、前記ロボットの動作と対応付けられ、前記ロボット指令信号は、前記ロボットの動作中における前記負荷の記録を開始及び停止すること、及び前記負荷補正を開始及び停止することを前記ロボット制御装置に指示する、請求項1に記載の数値制御装置。
- [請求項3] 前記負荷記録指示部及び前記負荷補正指示部によって生成した信号を含む前記ロボット指令信号は、前記ロボットにおける各関節角度又は手先位置及び姿勢に応じて、前記負荷の記録を開始及び停止するこ

と、及び前記負荷補正を開始及び停止することを前記ロボット制御装置に指示する、請求項 1 に記載の数値制御装置。

[請求項4] 前記負荷記録指示部及び前記負荷補正指示部によって生成した信号を含む前記ロボット指令信号は、前記ロボットが他の物体の接触を伴う動作中における前記負荷の記録を開始及び停止すること、及び前記負荷補正を開始及び停止することを前記ロボット制御装置に指示する、請求項 1 に記載の数値制御装置。

[請求項5] 前記ロボットは、人との接触を検知して動作を停止する協働ロボットである、請求項 1 に記載の数値制御装置。

[請求項6] 数値制御装置の数値制御プログラムを用いてロボット制御装置を介してロボットを制御する数値制御システムであって、

前記数値制御装置は、

前記数値制御プログラム中のロボット制御指令を解析する解析部と、

前記解析部により解析した前記ロボット制御指令に応じて、前記ロボットにおける負荷の記録を開始及び停止するための信号を生成する負荷記録指示部と、

前記解析部により解析した前記ロボット制御指令に応じて、前記ロボットにおける負荷補正を開始及び停止するための信号を生成する負荷補正指示部と、

前記負荷記録指示部及び前記負荷補正指示部によって生成した信号を含むロボット指令信号を生成し、前記ロボット制御装置へ送信するロボット指令信号生成部と、

を備え、

前記ロボット制御装置は、

前記ロボット指令信号に基づいて、前記ロボットにおける負荷の記録を開始及び停止する負荷記録部と、

前記ロボット指令信号に基づいて、前記ロボットにおける負荷補正

を開始及び停止をする負荷補正部と、
を備え、

前記負荷補正部は、前記負荷補正の実行中、前記ロボットが検出した負荷から、前記負荷記録指示部によって生成した信号に従って記憶した負荷を減算させる、
数値制御システム。

[請求項7] 前記負荷記録指示部及び前記負荷補正指示部によって生成した信号を含む前記ロボット指令信号は、前記ロボットの動作と対応付けられ、

前記負荷記録部は、前記ロボット指令信号に基づいて、前記ロボットの動作中における前記負荷の記録を開始及び停止し、

前記負荷補正部は、前記ロボット指令信号に基づいて、前記負荷補正を開始及び停止する、
請求項6に記載の数値制御システム。

[請求項8] 前記負荷記録部は、前記ロボット指令信号に基づいて、前記ロボットにおける各関節角度又は手先位置及び姿勢に応じて前記ロボットの動作中における前記負荷の記録を開始及び停止し、

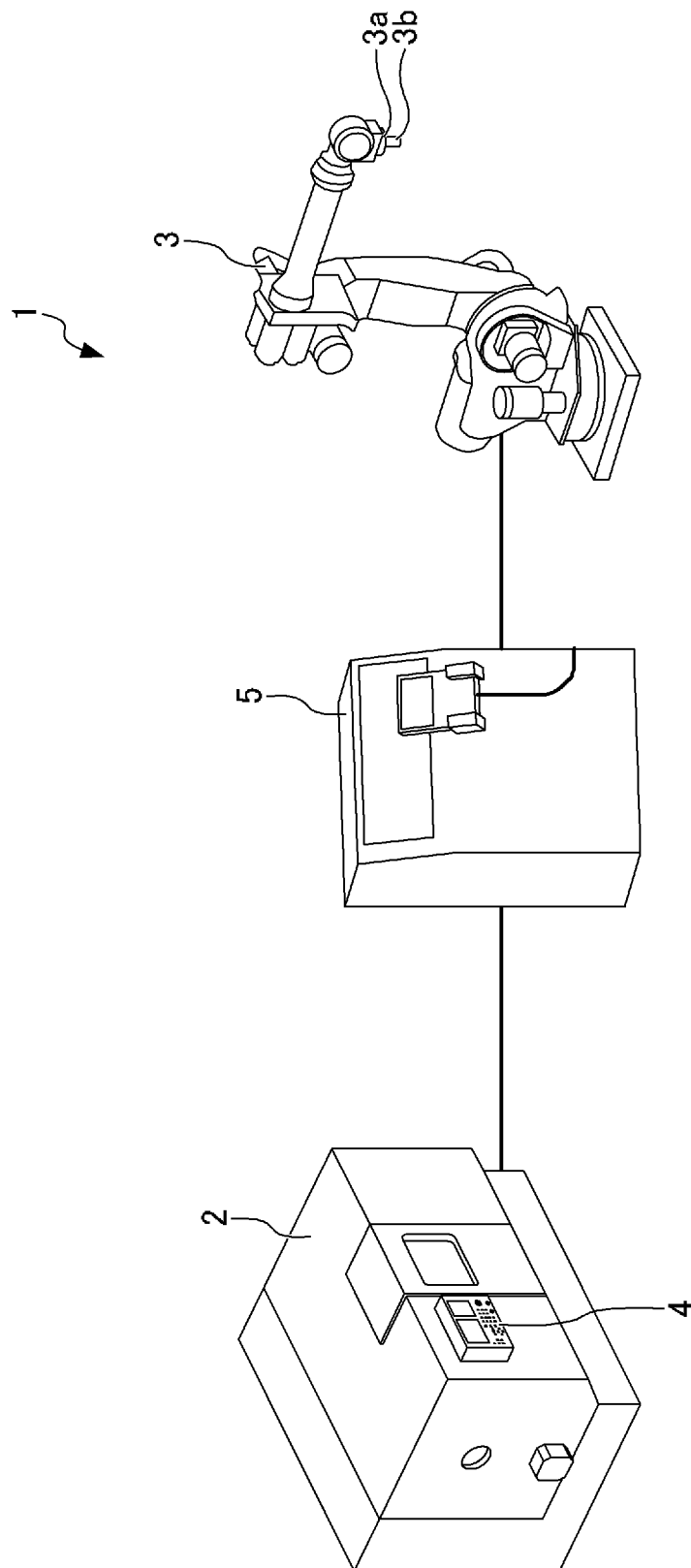
前記負荷補正部は、前記ロボット指令信号に基づいて、前記ロボットにおける各関節角度又は手先位置及び姿勢に応じて前記負荷補正を開始及び停止する、
請求項6に記載の数値制御システム。

[請求項9] 前記負荷記録部は、前記ロボット指令信号に基づいて、前記ロボットが他の物体の接触を伴う動作中における前記ロボットの動作中における前記負荷の記録を開始及び停止し、

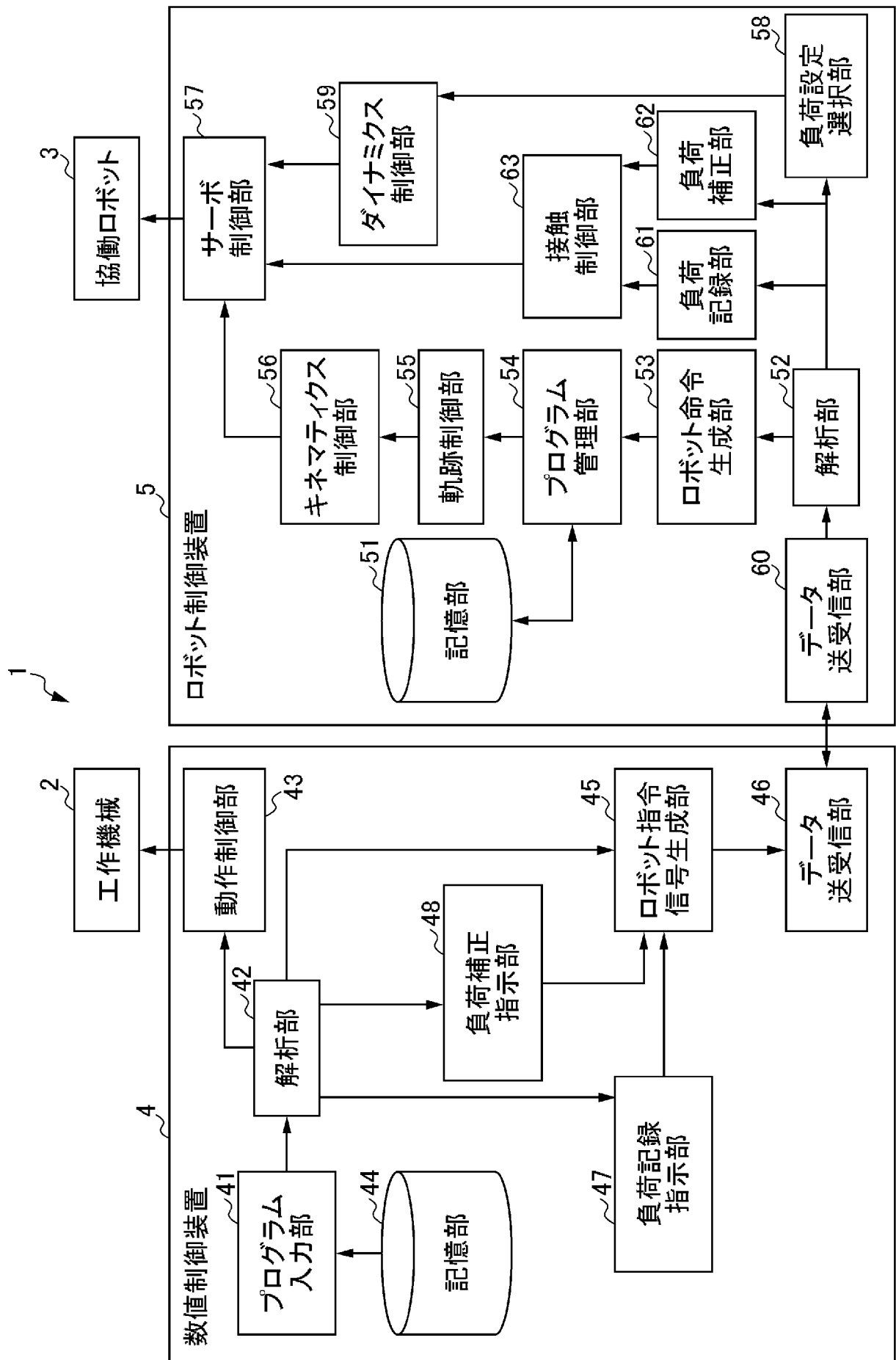
前記負荷補正部は、前記ロボット指令信号に基づいて、前記ロボットが他の物体の接触を伴う動作中における前記負荷補正を開始及び停止する、
請求項6に記載の数値制御システム。

[請求項10] 前記ロボットは、人との接触を検知して動作を停止する協働ロボットである、請求項6に記載の数値制御システム。

[図1]



[図2]



[図3]

変動負荷	対応指令（停止 / 開始）
No.1	G200.0/G200.1
No.2	G201.0/G201.1
No.3	G202.0/G202.1
No.4	G203.0/G203.1
No.5	G204.0/G204.1
No.6	G205.0/G205.1
No.7	G206.0/G206.1
No.8	G207.0/G207.1
No.9	G208.0/G208.1
No.10	G209.0/G209.1

[図4]

変動負荷	対応指令（停止 / 開始）
No.1	G300.0/G300.1
No.2	G301.0/G301.1
No.3	G302.0/G302.1
No.4	G303.0/G303.1
No.5	G304.0/G304.1
No.6	G305.0/G305.1
No.7	G306.0/G306.1
No.8	G307.0/G307.1
No.9	G308.0/G308.1
No.10	G309.0/G309.1

[図5]

数値制御プログラム例

O123

G68.8;

G7.3 J1=_J2=_J3=_J4=_J5=_J6=_;

M100;

. . .

G68.9;

G01 X_Y_Z_A_B_C_P_;

M101;

G200.1;

(1)

G01 X_Y_Z_A_B_C_P_;

G200.0;

(2)

. . .

G201.1;

(3)

G01 X_Y_Z_A_B_C_P_;

G201.0;

(4)

M100;

M30 ;

←各軸座標系を選択

←各軸動作で初期位置へ移動

←ハンド開（初期化）

←直交座標系を選択

←ドア把持位置へ直線移動

←ハンド閉（ドアハンドルを把持）

←負荷記録 No.1 開始

←ドア開端位置へ移動

←負荷記録 No.1 停止

←負荷記録 No.2 開始

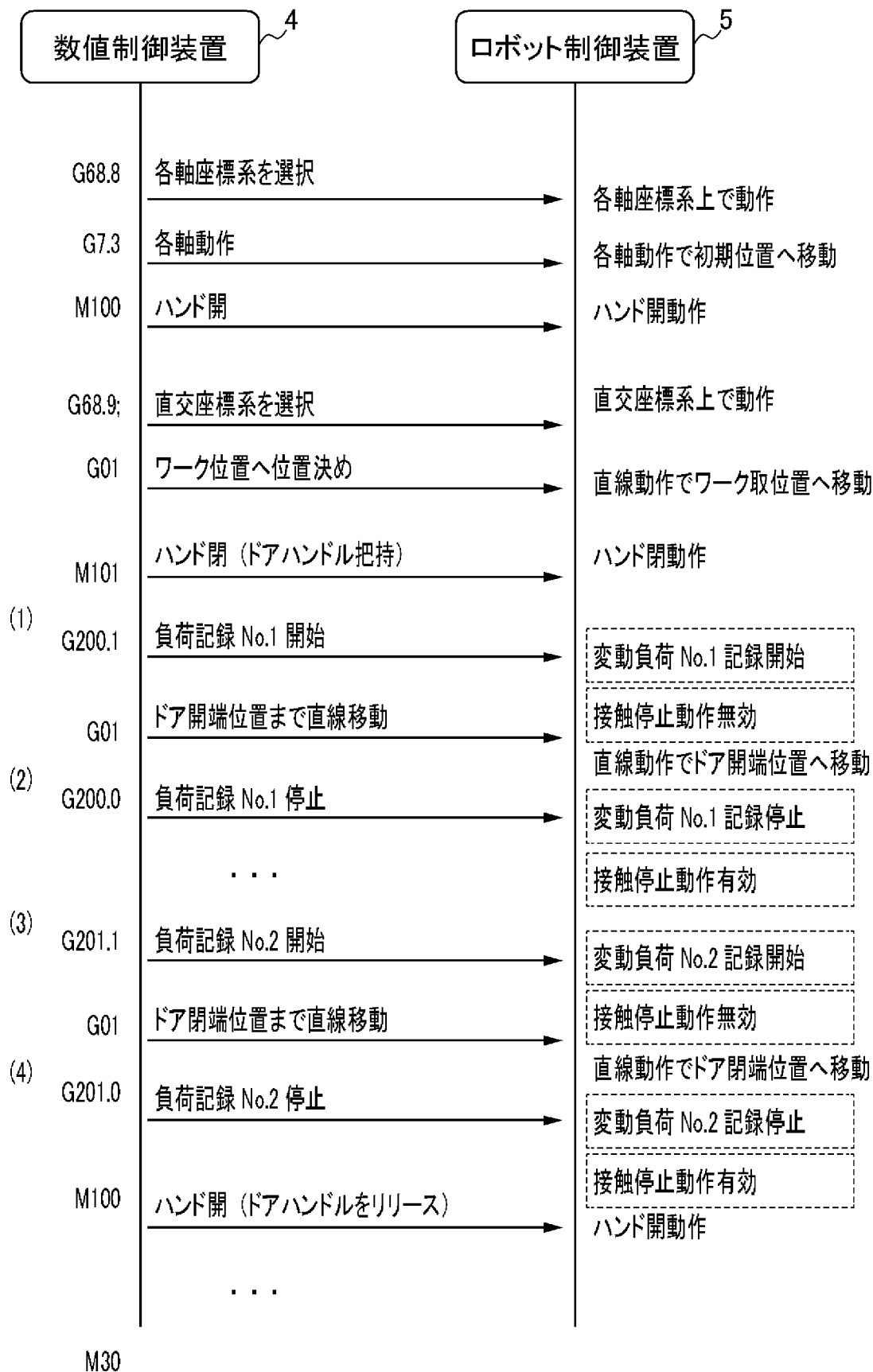
←ドア閉端位置へ移動

←負荷記録 No.2 停止

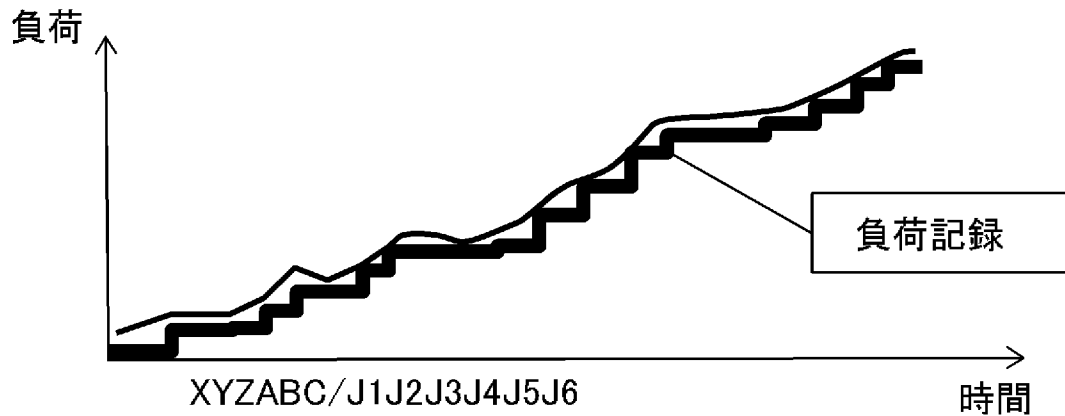
←ハンド開（ドアハンドルをリリース）

←プログラム終了

[図6]



[図7]



[図8]

数値制御プログラム例

O123

G68.8;

G7.3 J1=_J2=_J3=_J4=_J5=_J6=;

. . .

G68.9;

G01 X_Y_Z_A_B_C_P_;

M101;

G300.1;

G01 X_Y_Z_A_B_C_P_;

G300.0;

. . .

G301.1;

G01 X_Y_Z_A_B_C_P_;

G301.0;

M100;

M30 ;

←各軸座標系を選択

←各軸動作で初期位置へ移動

←直交座標系を選択

←ドア把持位置へ直線移動

←ハンド閉（ドアハンドルを把持）

←変動負荷補正 No.1 開始

←ドア開端位置へ移動

←変動負荷補正 No.1 停止

←変動負荷補正 No.2 開始

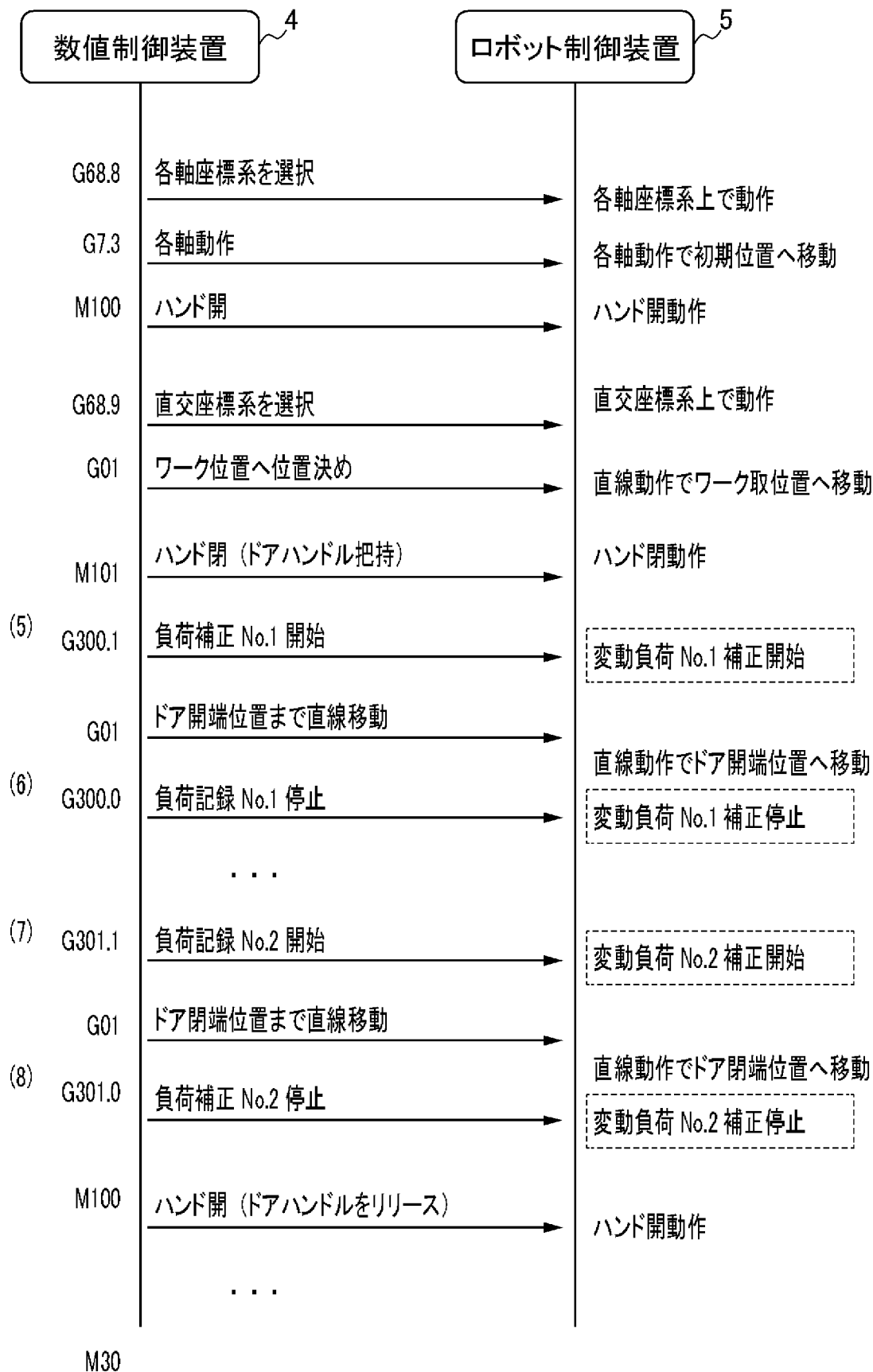
←ドア閉端位置へ移動

←変動負荷補正 No.2 停止

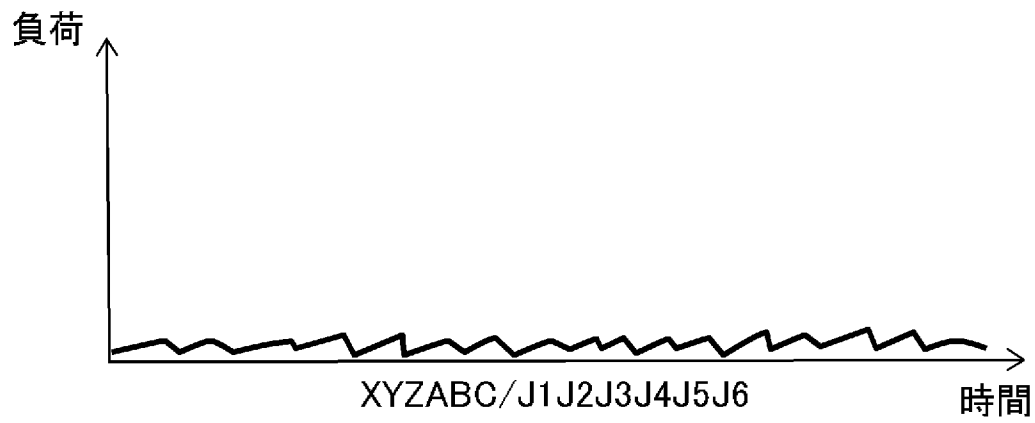
←ハンド開（ドアハンドルリリース）

←プログラム終了

[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/041388

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G05B 19/18**(2006.01)i; **B25J 19/06**(2006.01)i

FI: G05B19/18 X; B25J19/06

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)

G05B19/18-19/46; B25J9/00-13/08; B25J19/06; B23Q15/00

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 1971-2022

Registered utility model specifications of Japan 1996-2022

Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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	WO 2022/224425 A1 (FANUC CORP) 27 October 2022 (2022-10-27) paragraphs [0013]-[0058], fig. 1-5	1-10
A	WO 2021/009903 A1 (YASKAWA ELECTRIC CORP) 21 January 2021 (2021-01-21) paragraphs [0065]-[0068]	1-10
A	JP 2020-37172 A (FANUC CORP) 12 March 2020 (2020-03-12) paragraphs [0011]-[0013]	1-10
A	US 2019/0015975 A1 (PEAK ANALYSIS AND AUTOMATION LIMITED) 17 January 2019 (2019-01-17)	1-10

☐ 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

21 December 2022

Date of mailing of the international search report

10 January 2023

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/JP2022/041388

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2022/224425	A1	27 October 2022	(Family: none)	
WO	2021/009903	A1	21 January 2021	US 2022/0134553 A1 paragraphs [0087]-[0090] EP 4000820 A1 CN 114126811 A	
JP	2020-37172	A	12 March 2020	US 2020/0070357 A1 paragraphs [0017]-[0019] DE 102019122416 A1 CN 110871456 A	
US	2019/0015975	A1	17 January 2019	GB 2564480 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G05B 19/18(2006.01)i; B25J 19/06(2006.01)i FI: G05B19/18 X; B25J19/06										
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）） G05B19/18-19/46; B25J9/00-13/08; B25J19/06; B23Q15/00										
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>1971-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2022年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2022年	日本国実用新案登録公報	1996-2022年	日本国登録実用新案公報	1994-2022年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2022年									
日本国実用新案登録公報	1996-2022年									
日本国登録実用新案公報	1994-2022年									
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）										
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
A	WO 2022/224425 A1（ファナック株式会社）27.10.2022（2022-10-27） 段落0013-0058、図1-5	1-10								
A	WO 2021/009903 A1（株式会社安川電機）21.01.2021（2021-01-21） 段落0065-0068	1-10								
A	JP 2020-37172 A（ファナック株式会社）12.03.2020（2020-03-12） 段落0011-0013	1-10								
A	US 2019/0015975 A1（PEAK ANALYSIS AND AUTOMATION LIMITED）17.01.2019（2019-01-17）	1-10								
☐ 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 “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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 </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 “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 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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						
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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 21.12.2022	国際調査報告の発送日 10.01.2023									
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） 亀田 貴志 3C 9719 電話番号 03-3581-1101 内線 3324									

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/JP2022/041388

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2022/224425	A1	27.10.2022	(ファミリーなし)	
WO	2021/009903	A1	21.01.2021	US 2022/0134553	A1
				[0087]-[0090]	
				EP 4000820	A1
				CN 114126811	A
JP	2020-37172	A	12.03.2020	US 2020/0070357	A1
				[0017]-[0019]	
				DE 102019122416	A1
				CN 110871456	A
US	2019/0015975	A1	17.01.2019	GB 2564480	A