

(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

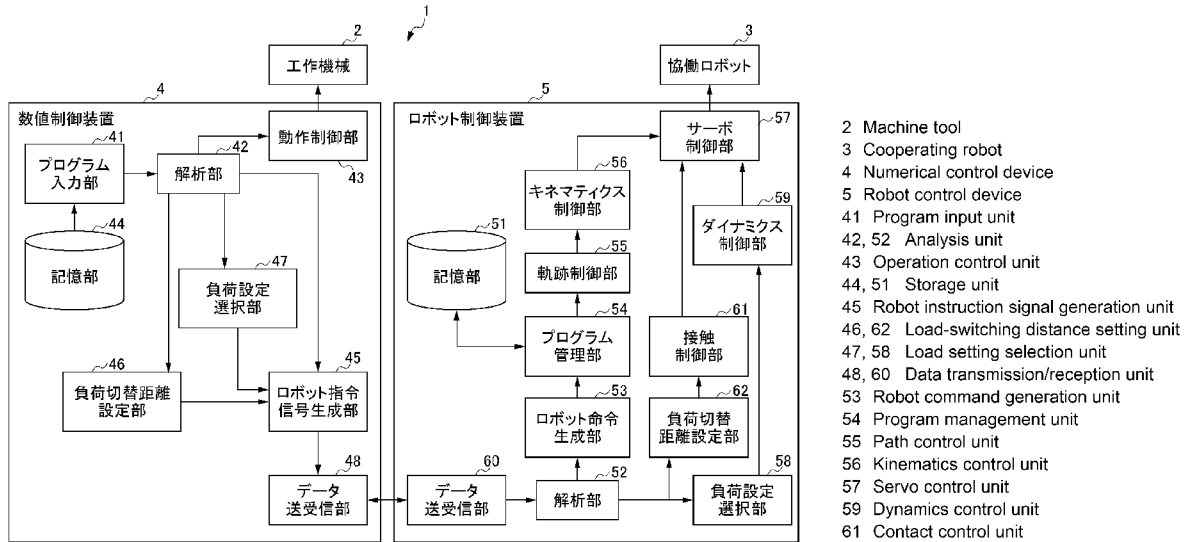
WO 2024/100718 A1

- (51) 国際特許分類:
G05B 19/18 (2006.01) B25J 19/06 (2006.01) 字古馬場 3 5 8 0 番地 ファナック株式会社内 Yamanashi (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/041386 (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).
- (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
- (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, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,

(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

[図2]



(57) Abstract: The present invention provides a numerical control device and a numerical control system that can prevent accidental contact stops when a cooperating robot acts on a workpiece. The numerical control device uses a numerical control program to control a robot via a robot control device, and comprises: an analysis unit; a load-switching distance setting unit that generates a signal for setting a load-switching distance according to the robot control instruction analyzed by the analysis unit; a load setting selection unit that generates a signal for selecting a load setting for the robot according to the robot control instruction; and a robot instruction signal generation unit that generates a robot instruction signal according to the robot control instruction and transmits the robot instruction signal to the robot control device. After switching the load setting, the robot control device prohibits the robot from performing a contact stop operation to stop the

[続葉有]

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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

motion of the robot in response to an external contact force while the robot is moving within the load-switching distance.

(57) 要約: 協働ロボットがワークに作用するときに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は、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、負荷切替距離を設定するための信号を生成する負荷切替距離設定部と、前記ロボット制御指令に応じて、前記ロボットの負荷設定を選択するための信号を生成する負荷設定選択部と、前記ロボット制御指令に応じて、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、前記負荷設定の切り替え後、前記ロボット制御装置は、前記ロボットが前記負荷切替距離内を移動している間、前記ロボットが外部からの接触力に応じて前記ロボットの動作を停止する接触停止動作を禁止させる。

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] 協働ロボットがワークを取る又はワークを置くとき、協働ロボットに外力が掛かる。ワークに合わせた負荷設定を変更するタイミングと、実際のロボットがワークを取る又はワークを置くタイミングにはずれが生じる。そのため、負荷設定と実際の負荷との間にずれが生じ、ロボット制御装置は、正確な接触力を算出できず、接触状態であると誤判定することによって、協働ロボットの動作が停止する場合がある。

[0006] また、数値制御プログラムによって協働ロボットにワークを取る及び置く動作を指令する際、負荷設定を変更するタイミングと協働ロボットの負荷状態とがずれると、協働ロボットは、正確な接触力を算出できない場合がある。

[0007] よって、協働ロボットがワークに作用するときに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

[0008] 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、前記ロボットの負荷設定の切替に必要な負荷切替距離を設定するための信号を生成する負荷切替距離設定部と、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、前記ロボットの負荷設定を選択するための信号を生成する負荷設定選択部と、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、前記負荷切替距離を設定するための信号及び前記ロボットの負荷設定を選択するための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、前記負荷設定の切り替え後、前記ロボット制御装置は、前記ロボットが前記負荷切替距離内を移動している間、前記ロボットが外部からの接触力に応じて前記ロボットの動作を停止する接触停止動作を禁止させる、数値制御装置である。

[0009] 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、前記ロボットの負荷設定の切替に必要な負荷切替距離を設定するための信号を生成する負荷切替距離設定部と、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、前記ロボットの負荷設定を選択するための信号を生成する負荷設定選択部と、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、前記負荷切替距離を設定するための信号及び前記ロボットの負荷設定を選択するための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

ロボット制御装置は、前記ロボット指令信号に基づいて、前記負荷設定を切り替えるロボット側負荷設定選択部と、前記ロボット指令信号に基づいて、前記負荷設定に応じて前記ロボットの逆動力学計算を行うダイナミクス制御部と、前記ロボット指令信号に基づいて、前記負荷切替距離を設定するロボット側負荷切替距離設定部と、前記負荷設定の通知による前記負荷設定の切替後、前記ロボットが前記負荷切替距離内を移動している間、前記ロボットが外部からの接触力に応じて前記ロボットの動作を停止する接触停止動作を禁止させる接触制御部と、を備える数値制御システムである。

[0010] 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、前記ロボットの接触停止動作を禁止するための接触停止動作禁止信号を生成する禁止信号出力部と、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、前記ロボットの負荷設定を選択するための信号を生成する負荷設定選択部と、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、前記接触停止動作禁止信号及び前記ロボットの負荷設定を選択するための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、前記負荷設定の切り替え後、前記ロボット制御装置は、前記接触停止動作禁止信号に応じて、前記ロボットが外部からの接触力に応じて前記ロボットの動作を停止する接触停止動作を禁止させる、数値制御装置である。

[0011] 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、前記ロボットの接触停止動作を禁止するための接触停止動作禁止信号を生成する禁止信号出力部と、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、前記ロボットの負荷設定を選択するための信号を生成する負荷設定選択部と

、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、前記接触停止動作禁止信号及び前記ロボットの負荷設定を選択するための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、前記ロボット制御装置は、前記ロボット指令信号に基づいて、前記負荷設定を切り替えるロボット側負荷設定選択部と、前記ロボット指令信号に基づいて、前記負荷設定に応じて前記ロボットの逆動力学計算を行うダイナミクス制御部と、前記負荷設定の通知による前記負荷設定の切替後、前記接触停止動作禁止信号に応じて、前記ロボットが外部からの接触力に応じて前記ロボットの動作を停止する接触停止動作を禁止させる接触制御部と、を備える数値制御システムである。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本実施形態に係る数値制御システムの構成を示すブロック図である。

[図2]第1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]負荷情報の一例を示す図である。

[図4]図3中のグループ1を選択したときに表示されるグループ1の負荷情報を示す図である。

[図5]協働ロボットの動作領域を設定することの一例を示す図である。

[図6]第1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7]図6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8]第2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9]第2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10]図9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。

発明を実施するための形態

- [0013] 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の概略図である。
- [0014] 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。
- [0015] 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。
- [0016] 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。
- [0017] 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。

[0018] 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。

[0019] [第1実施形態]

図2は、第1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。

[0020] 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 4 3 と、記憶部 4 4 と、ロボット指令信号生成部 4 5 と、負荷切替距離設定部 4 6 と、負荷設定選択部 4 7 と、データ送受信部 4 8 と、を備える。

[0021] プログラム入力部 4 1 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 4 4 から読み出し、これを逐次解析部 4 2 へ入力する。

[0022] 解析部 4 2 は、プログラム入力部 4 1 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 4 3 及びロボット指令信号生成部 4 5 へ出力する。より具体的には、解析部 4 2 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 4 3 へ送信する。解析部 4 2 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（以下、ロボット制御指令ともいう）をロボット指令信号生成部 4 5 へ出力する。

[0023] 動作制御部 4 3 は、解析部 4 2 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 4 3 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。

[0024] 記憶部 4 4 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 4 4 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 4 4 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。

[0025] また、記憶部 4 4 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。

[0026] 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。

[0027] 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。

[0028] 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48に書き込む。

[0029] 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48に書き込む。

- [0030] 負荷切替距離設定部 4 6 は、解析部 4 2 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 の負荷設定の切替に必要な負荷切替距離を設定するための信号を生成し、生成した信号をロボット指令信号生成部 4 5 に送信する。
- [0031] 具体的には、負荷切替距離設定部 4 6 は、解析部 4 2 により解析したロボット制御指令から負荷切替距離設定指令が抽出されると、負荷切替距離設定指令に応じて、負荷切替距離を設定するための信号を生成し、生成した信号をロボット指令信号生成部 4 5 に送信する。これにより、数値制御装置 4 は、ロボット制御装置 5 へ負荷切替距離を通知することができる。
- [0032] 負荷設定選択部 4 7 は、解析部 4 2 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 の負荷設定を選択するための信号を生成し、生成した信号をロボット指令信号生成部 4 5 に送信する。
- [0033] 具体的には、負荷設定選択部 4 7 は、解析部 4 2 により解析したロボット制御指令から負荷設定を選択する指令が抽出されると、負荷設定を選択する指令に応じて、協働ロボット 3 の負荷設定を選択するための信号を生成し、生成した信号をロボット指令信号生成部 4 5 に送信する。これにより、数値制御装置 4 は、ロボット制御装置 5 へ負荷設定を選択する指令を通知することができる。
- [0034] また、ロボット指令信号生成部 4 5 は、上述した負荷切替距離を設定するための信号、又は負荷設定を選択するための信号を含むロボット指令信号をデータ送受信部 4 8 に書き込む。
- [0035] データ送受信部 4 8 は、ロボット制御装置 5 のデータ送受信部 6 0 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 4 8 は、ロボット指令信号生成部 4 5 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 6 0 へ送信する。
- [0036] また、データ送受信部 4 8 は、解析部 4 2 により解析したロボット制御指令に応じて、負荷切替距離を設定するための信号及び協働ロボット 3 の負荷設定を選択するための信号を含むロボット指令信号を、ロボット制御装置 5

へ送信する。

[0037] 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 5 1、解析部 5 2、ロボット命令生成部 5 3、プログラム管理部 5 4、軌跡制御部 5 5、キネマティクス制御部 5 6、サーボ制御部 5 7、負荷設定選択部 5 8、ダイナミクス制御部 5 9、データ送受信部 6 0、接触制御部 6 1、及び負荷切替距離設定部 6 2 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。

[0038] 記憶部 5 1 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 5 1 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 5 1 は、ロボット制御装置 5 に設けられているが、記憶部 5 1 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。

[0039] ここで、協働ロボット 3 の負荷設定は、負荷情報と共に、負荷設定の切替を許可する協働ロボット 3 の動作領域を設定することを含む。負荷情報は、負荷の設定番号、負荷の重量、負荷の重心位置、負荷のイナーシャ等を含む。これらの負荷情報は、オペレータにより予め入力され、記憶部 5 1 に記憶される。

[0040] 図 3 は、負荷情報の一例を示す図である。これらの負荷情報は、数値制御装置 4 の表示装置における表示画面に表示される。図 3 に示されるように、例えば負荷重量 5 0 k g のグループは、複数の負荷設定番号（No. 1 から 1 0）を付与される。

[0041] 図 4 は、図 3 中のグループ 1 を選択したときに表示されるグループ 1 の負荷情報を示す図である。グループ 1 の負荷情報は、負荷の重量、負荷の重心位置及び負荷のイナーシャ値が記憶されている。このように、負荷ごとに重量、重心位置及びイナーシャが対応付けられて記憶部 5 1 に記憶されている

。

[0042] 図5は、協働ロボット3の動作領域を設定することの一例を示す図である。図5に示されるように、ロボット制御装置5は、負荷設定の切替を許可する協働ロボット3の動作領域A1を設定する。動作領域A1は、図5における位置1から位置2の間に設定される。動作領域A1は、例えば、ワークの近傍に設定される。これにより、ロボット制御装置5は、動作領域A1内において、協働ロボット3の負荷設定を切り替えることができる。

[0043] なお、動作領域A1は、ワークの近傍以外の位置に設定されると、負荷設定を切り替えた後に、協働ロボット3がユーザと接触した場合、協働ロボット3が停止動作を行わないため、動作領域A1は、ワークの近傍のような協働ロボット3及びユーザの作業に影響を与えない位置に設定されることが好ましい。

[0044] 図2に戻り、データ送受信部60は、数値制御装置4のデータ送受信部48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。

[0045] 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。

[0046] また、解析部52は、ロボット指令信号から協働ロボット3の負荷設定を選択するための信号が検出されると、後述の負荷設定選択部58へ負荷設定を通知する。解析部52は、ロボット指令信号から負荷切替距離を設定するための信号が検出されると、後述の負荷切替距離設定部62へ負荷切替距離を通知する。

[0047] 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。

[0048] 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。

[0049] 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。

[0050] 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。

[0051] 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。

[0052] サーボ制御部57は、キネマティクス制御部56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57は、後述のダイナミクス制御部59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。

[0053] 負荷設定選択部58は、解析部52により解析されたロボット指令信号に応じて、記憶部51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59へ通知する。

[0054] ダイナミクス制御部59は、負荷設定選択部58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59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。

[0055] 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）。

[0056] 負荷切替距離設定部 6 2 は、解析部 5 2 から負荷切替距離が通知されると、接触制御部 6 1 に負荷切替距離を設定する。ここで、協働ロボット 3 の負荷切替距離は、負荷の重量及び負荷のイナーシャの少なくとも 1 つに応じて設定されてもよい。また、負荷切替距離は、協働ロボット 3 の各座標軸の座標軸方向毎に設定されてもよい。

[0057] 接触制御部 6 1 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。接触制御部 6 1 は、負荷切替距離設定部 6 2 による負荷設定の切替後、協働ロボット 3 が負荷切替距離内を移動している間、すなわち、協働ロボット 3 が負荷切替距離の移動を完了するまで、接触停止動作を禁止させる。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 の動作を停止する動作を示す。

[0058] 図 6 は、第 1 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 7 は、図 6 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 6 に示される数値制御プログラムは、上述したような、負荷設定を選択し、負荷設定切替距離を設定する指令を含む。

[0059] 数値制御プログラムにおいて、まず、“G 1 0 0” が指令され、負荷設定 1（負荷が協働ロボット 3 のハンドのみ）を選択する。“G 1 0 0” が指令されると、負荷設定選択部 4 7 は、協働ロボット 3 の負荷設定 1 を選択する

ための信号を生成し、生成した信号を、データ送受信部48を介してロボット制御装置5へ送信する。

[0060] これにより、数値制御装置4は、負荷設定1における負荷の重心、負荷の重心位置及び負荷のイナーシャ情報をロボット制御装置5へ通知することができる。ロボット制御装置5は、通知された負荷設定1に基づいて、逆動力学計算により協働ロボット3に入力するトルクの計算を開始する。

[0061] 次に、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、各軸座標系上の指定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。

[0062] 次に、 “G68.9”が指令され、直交座標系が選択される。“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（ワーク位置）へ協働ロボット3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。

[0063] 次に、図6及び図7の（1）に示すように、“G200.1”が指令され、負荷切替距離設定部46は、+方向における負荷切替距離を設定するための信号を生成し、生成した信号を、ロボット指令信号生成部45及びデータ送受信部48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、+方向における負荷切替距離を更新し、協働ロボット3が+Z方向に5.0mm移動するまで接触停止動作を禁止（無効化）させる。

[0064] 更に、“G200.2”が指令され、負荷切替距離設定部46は、一方向における負荷切替距離を設定するための信号を生成し、生成した信号を、データ送受信部48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、一方向における負荷切替距離を更新し、協働ロボット3が、一方向に対する接触停止動作を有効にさせる。また、ロボット制御装

置5は、次回に負荷設定を切り替えたときに、接触停止動作を無効にすることができる。なお、ロボット制御装置5は、次回ではなく、今回の負荷設定を切り替えたタイミングで、接触停止動作を無効にしてもよい。

[0065] 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のハンドを閉じることでワークを把持させる。その後、“G101”が指令されることにより、記憶部51に予め記憶されていた、把持したワークに対応した負荷設定2が選択される。選択された負荷設定2は、負荷設定選択部58により、既に設定されていた負荷設定1から新しく通知された負荷設定2に更新される。そして、ダイナミクス制御部59は、更新された負荷設定2に基づいて逆動力学を計算し、協働ロボット3は、計算された入力トルクを反映したロボット制御指令に従って制御される。接触制御部61は、負荷設定1を負荷設定2に切り替えたため、協働ロボット3が負荷切替距離内を移動中、接触停止動作を無効にする。

[0066] 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へ協働ロボット3を直線移動させ、協働ロボット3は、ワークを持ち上げる。接触制御部61は、協働ロボット3が負荷切替距離外へ移動すると、接触停止動作を有効にする。

[0067] その後、“M50”が指令され、ロボット制御装置5は、協働ロボット3のチャックを開く。“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、チャック位置へ協働ロボット3を直線移動させ、位置決めする。次いで、“M51”が指令され、ロボット制御装置5は、協働ロボット3のチャックを閉じる。

[0068] 次いで、図6及び図7の(2)に示すように、“G200.1”が指令され、負荷切替距離設定部46は、+方向における負荷切替距離を設定するための信号を生成し、生成した信号を、ロボット指令信号生成部45及びデータ送受信部48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、協働ロボット3が、+X方向に5.0mm移動するまで接触停止動作を禁止（無効化）させる。

[0069] 更に、“G 2 0 0 . 2”が指令され、負荷切替距離設定部 4 6 は、一方向における負荷切替距離を設定するための信号を生成し、生成した信号を、ロボット指令信号生成部 4 5 及びデータ送受信部 4 8 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、一方向における負荷切替距離を更新し、一方向に対する接触停止動作を有効にさせる。また、ロボット制御装置 5 は、次回に負荷設定を切り替えたときに、接触停止動作を無効にすることができる。なお、ロボット制御装置 5 は、次回ではなく、今回の負荷設定を切り替えたタイミングで、接触停止動作を無効にしてもよい。

[0070] 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 のハンドを開くことでワークを開放させる。その後、“G 1 0 0”が指令されることにより、記憶部 5 1 に予め記憶されていた、ハンドに対応した負荷設定 1 が選択される。負荷設定選択部 5 8 により、既に設定されていた負荷設定 2 から新しく通知された負荷設定 1 に更新される。そして、ダイナミクス制御部 5 9 は、更新された負荷設定 1 に基づいて逆動力学を計算し、協働ロボット 3 は、計算された入力トルクを反映したロボット制御指令に従って制御される。接触制御部 6 1 は、負荷設定 2 を負荷設定 1 に切り替えたため、協働ロボット 3 が負荷切替距離内を移動中、接触停止動作を無効にする。

[0071] 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、チャック位置から協働ロボット 3 のハンドを直線移動させ、協働ロボット 3 のハンドをチャック位置から退避させる。接触制御部 6 1 は、協働ロボット 3 が負荷切替距離外へ移動すると、接触停止動作を有効にする。次いで、“M 3 0”が指令され、数値制御プログラムは終了する。

[0072] 以上説明したように第 1 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 4 2 と、解析部 4 2 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 の負荷設定の切替に

必要な負荷切替距離を設定するための信号を生成する負荷切替距離設定部46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の負荷設定を選択するための信号を生成する負荷設定選択部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、負荷切替距離を設定するための信号及び協働ロボット3の負荷設定を選択するための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、負荷設定の切り替え後、ロボット制御装置5は、協働ロボット3が負荷切替距離内を移動している間、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の動作を停止する接触停止動作を禁止させる。

[0073] このような構成によって、数値制御装置4は、負荷設定を変更した後に、指定した負荷切替距離内において協働ロボット3が接触停止を行わなくなるため、協働ロボット3がワークを取る又はワークを置く等のような協働ロボット3がワークに作用するときに誤った接触停止を防ぐことができる。

[0074] また、協働ロボット3の負荷設定は、負荷情報と共に、負荷設定の切替を許可する前記ロボットの動作領域を設定することを含む。このような構成によって、数値制御装置4は、負荷設定の切替及び負荷設定距離の設定を好適に行うことができる。

[0075] また、協働ロボット3の負荷切替距離は、負荷の重量及びイナーシャの少なくとも1つに応じて設定されてもよい。また、協働ロボット3の負荷切替距離は、協働ロボット3の各座標軸の座標軸方向毎に設定されてもよい。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の動作に適した負荷設定距離を設定することができる。

[0076] また、数値制御システム1において、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の負荷設定の切替に必要な負荷切替距離を設定するための信号を生成する負荷切替距離設定部46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の負

荷設定を選択するための信号を生成する負荷設定選択部 4 7 と、解析部 4 2 により解析したロボット制御指令に応じて、負荷切替距離を設定するための信号及び協働ロボット 3 の負荷設定を選択するための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 4 5 と、を備える。

[0077] 更に、ロボット制御装置 5 は、ロボット指令信号に基づいて、負荷設定を切り替える負荷設定選択部 5 8 と、ロボット指令信号に基づいて、負荷設定に応じて協働ロボット 3 の逆動力学計算を行うダイナミクス制御部と、ロボット指令信号に基づいて、負荷切替距離を設定する負荷切替距離設定部 6 2 と、負荷設定の通知による負荷設定の切替後、協働ロボット 3 が負荷切替距離内を移動している間、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 の動作を停止する接触停止動作を禁止させる接触制御部 6 1 と、を備える。

[0078] このような構成によって、数値制御システム 1 は、負荷設定を変更した後に、指定した負荷切替距離内において協働ロボット 3 が接触停止を行わなくなるため、協働ロボット 3 がワークを取る又はワークを置く等のような協働ロボット 3 がワークに作用するときに誤った接触停止を防ぐことができる。

[0079] [第 2 実施形態]

図 8 は、第 2 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。なお、第 2 実施形態の説明にあたっては、第 1 実施形態と同一の構成要件については同一符号を付し、その説明を省略もしくは簡略化する。第 2 実施形態の数値制御装置 4 及びロボット制御装置 5 は、禁止信号出力部 4 9 及び動作切替部 6 3 を備える点が第 1 実施形態とは主として異なり、他の構成は、図 2 及び 3 に示される第 1 実施形態と同様の構成を備える。

[0080] 負荷設定選択部 4 7 は、解析部 4 2 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 の負荷設定を選択するための信号を生成し、生成した信号をロボット指令信号生成部 4 5 に送信する。

- [0081] 具体的には、負荷設定選択部４７は、解析部４２により解析したロボット制御指令から負荷設定を選択する指令が抽出されると、負荷設定を選択する指令に応じて、協働ロボット３の負荷設定を選択するための信号を生成し、生成した信号をロボット指令信号生成部４５に送信する。これにより、数値制御装置４は、ロボット制御装置５へ負荷設定を選択する指令を通知することができる。
- [0082] 禁止信号出力部４９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の接触停止動作を禁止するための接触停止動作禁止信号を生成し、生成した接触停止動作禁止信号をロボット指令信号生成部４５に送信する。
- [0083] 具体的には、禁止信号出力部４９は、解析部４２により解析したロボット制御指令から接触停止動作禁止信号を有効にする指令が抽出されると、接触停止動作禁止信号を有効にする指令に応じて、接触停止動作禁止信号を生成し、生成した接触停止動作禁止信号をロボット指令信号生成部４５に送信する。これにより、数値制御装置４は、ロボット制御装置５へ接触停止動作を禁止する（無効にする）指令を通知することができる。
- [0084] また、禁止信号出力部４９は、解析部４２により解析したロボット制御指令から接触停止動作禁止信号を無効にする指令が抽出されると、接触停止動作禁止信号を無効にする指令に応じて、接触停止動作禁止信号を無効にする信号を生成し、生成した信号をロボット指令信号生成部４５に送信する。これにより、数値制御装置４は、ロボット制御装置５へ接触停止動作を有効にする指令を通知することができる。
- [0085] 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４８に書き込む。また、ロボット指令信号生成部４５は、上述した負荷設定を選択するための信号、接触停止動作禁止信号又は接触停止動作禁止信号を無効にする信号を含むロボット指令信号をデータ送受信部４８に書き込む。

- [0086] データ送受信部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、接触停止動作禁止信号、接触停止動作禁止信号を無効にする信号及び協働ロボット3の負荷設定を選択するための信号を含むロボット指令信号を、ロボット制御装置5へ送信する。
- [0087] 動作切替部63は、解析部52により解析されたロボット指令信号に応じて、接触制御部61における接触停止動作の有効又は無効を切り替える。具体的には、動作切替部63は、ロボット指令信号から接触停止動作禁止信号が抽出された場合、次回に負荷設定を切り替えた後に、接触停止動作を無効に設定する。また、動作切替部63は、ロボット指令信号から接触停止動作禁止信号を無効にする（オフにする）信号が抽出された場合、次回に負荷設定を切り替えた後に、接触停止動作を有効に設定する。
- [0088] 接触制御部61は、負荷設定の通知による負荷設定の切替後、接触停止動作禁止信号に応じて、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の動作を停止する接触停止動作を禁止させる。
- [0089] 具体的には、接触制御部61は、接触停止動作禁止信号に応じて動作切替部63によって接触停止動作を無効にされると、次回に負荷設定を切り替えた後に、接触停止動作を無効に設定する。また、接触制御部61は、接触停止動作禁止信号を無効にする信号に応じて動作切替部63によって接触停止動作を有効にされると、次回に負荷設定を切り替えた後に、接触停止動作を有効に設定する。
- [0090] 図9は、第2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10は、図9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9に示される数値制御プログラムは、上述したような、負荷設定を選択し、接触停止動作禁止信号を出力する指令を含む。
- [0091] 数値制御プログラムにおいて、先ず、“G100”が指令され、負荷設定1（負荷が協働ロボット3のハンドのみ）を選択する。“G100”が指令されると、負荷設定選択部47は、協働ロボット3の負荷設定1を選択する

ための信号を生成し、生成した信号を、ロボット指令信号生成部45及びデータ送受信部48を介してロボット制御装置5へ送信する。

[0092] これにより、数値制御装置4は、負荷設定1における負荷の重心、負荷の重心位置及び負荷のイナーシャ情報をロボット制御装置5へ通知することができる。ロボット制御装置5は、通知された負荷設定1に基づいて、逆動力学計算により協働ロボット3に入力するトルクの計算を開始する。

[0093] 次に、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、各軸座標系上の指定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。

[0094] 次に、 “G68.9”が指令され、直交座標系が選択される。“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（ワーク位置）へ協働ロボット3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。

[0095] 次に、 “M100”が指令され、ロボット制御装置5は、協働ロボット3のハンドを閉じることでワークを把持させる。

[0096] 次に、図9及び図10の(11)に示すように、“G200.1”が指令され、禁止信号出力部49は、協働ロボット3の接触停止動作を禁止するための接触停止動作禁止信号を生成し、生成した接触停止動作禁止信号をロボット指令信号生成部45及びデータ送受信部48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、接触停止動作禁止信号に応じて、次回に負荷設定を切り替えたときに、接触停止動作を無効にすることができる。

[0097] 次に、 “G101”が指令されることにより、記憶部51に予め記憶されていた、把持したワークに対応した負荷設定2が選択される。選択された負荷設定2は、負荷設定選択部58により、それまで設定されていた負荷設

定 1 から新しく通知された負荷設定 2 に更新される。そして、ダイナミクス制御部 59 は、更新された負荷設定 2 に基づいて逆動力学を計算し、協働ロボット 3 は、計算された入力トルクを反映したロボット制御指令に従って制御される。そして、接触制御部 61 は、負荷設定 1 を負荷設定 2 に切り替えたため、協働ロボット 3 の接触停止動作を無効にする。

[0098] 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（ワーク位置）へ協働ロボット 3 を直線移動させ、ワークを持ち上げる。

[0099] 次いで、図 9 及び図 10 の（12）に示すように、“G 2 0 0. 0” が指令され、禁止信号出力部 49 は、協働ロボット 3 の接触停止動作を禁止するための接触停止動作禁止信号を生成し、生成した接触停止動作禁止信号を無効にする（オフにする）信号をロボット指令信号生成部 45 及びデータ送受信部 48 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、接触停止動作禁止信号を無効にする信号に応じて、接触停止動作を有効にすることができる。

[0100] その後、“M 5 0” が指令され、ロボット制御装置 5 は、協働ロボット 3 のチャックを開く。“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、チャック位置へ協働ロボット 3 を直線移動させ、位置決めする。

[0101] 次いで、“M 5 1” が指令され、ロボット制御装置 5 は、協働ロボット 3 のチャックを閉じる。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 のハンドを開くことでワークを開放させる。

[0102] 次いで、図 9 及び図 10 の（13）に示すように、“G 2 0 0. 1” が指令され、禁止信号出力部 49 は、協働ロボット 3 の接触停止動作を禁止するための接触停止動作禁止信号を生成し、生成した接触停止動作禁止信号をロボット指令信号生成部 45 及びデータ送受信部 48 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、接触停止動作禁止信号に応じて、次回に負荷設定を切り替えたときに、接触停止動作を無効にす

ることができる。

[0103] 次いで“G 1 0 0”が指令されることにより、記憶部 5 1 に予め記憶されていた、把持したワークに対応した負荷設定 1 が選択される。選択された負荷設定 2 は、負荷設定選択部 5 8 により、既に設定されていた負荷設定 2 から新しく通知された負荷設定 1 に更新される。そして、ダイナミクス制御部 5 9 は、更新された負荷設定 1 に基づいて逆動力学を計算し、協働ロボット 3 は、計算された入力トルクを反映したロボット制御指令に従って制御される。そして、接触制御部 6 1 は、負荷設定 2 を負荷設定 1 に切り替えたため、協働ロボット 3 の接触停止動作を無効にする。

[0104] 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、チャック位置から協働ロボット 3 を直線移動させ、協働ロボット 3 をチャック位置から退避させる。

[0105] 次いで、図 9 及び図 1 0 の（1 4）に示すように、“G 2 0 0. 0”が指令され、禁止信号出力部 4 9 は、協働ロボット 3 の接触停止動作を禁止するための接触停止動作禁止信号を生成し、生成した接触停止動作禁止信号を無効にする（オフにする）信号をロボット指令信号生成部 4 5 及びデータ送受信部 4 8 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、接触停止動作禁止信号を無効にする信号に応じて、接触停止動作を有効にすることができる。次いで、“M 3 0”が指令され、数値制御プログラムは終了する。

[0106] 以上説明したように第 2 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 4 2 と、解析部 4 2 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 の接触停止動作を禁止するための接触停止動作禁止信号を生成する禁止信号出力部 4 9 と、解析部 4 2 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 の負荷設定を選択するための信号を生成する負荷設定選択部 4 7 と、解析部 4 2 により解析したロボット制御指令に応じて、接触停止動作禁止信号及び協働ロボット 3 の負荷設定を選択するための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 4 5 と、を備え、負荷設定の切り替え後、ロボット制御装置 5 は、接触停止動作禁止信号に応じて、ロボット指令信号生成部 4 5 が外部からの接触力に応じてロボット指令信号生成部 4 5 の動作を停止する接触停止動作を禁止させる。

[0107] このような構成によって、数値制御装置 4 は、負荷設定を変更した後に、指定した負荷切替距離内において協働ロボット 3 が接触停止を行わなくなるため、協働ロボット 3 がワークを取る又はワークを置く等のような協働ロボット 3 がワークに作用するときに誤った接触停止を防ぐことができる。

[0108] また、数値制御システム 1 において、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 4 2 と、解析部 4 2 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 の接触停止動作を禁止するための接触停止動作禁止信号を生成する禁止信号出力部 4 9 と、解析部 4 2 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 の負荷設定を選択するための信号を生成する負荷設定選択部 4 7 と、解析部 4 2 により解析したロボット制御指令に応じて、接触停止動作禁止信号及び協働ロボット 3 の負荷設定を選択するための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 4 5 と、を備える。

[0109] 更に、ロボット制御装置 5 は、ロボット指令信号に基づいて、負荷設定を切り替える負荷設定選択部 5 8 と、ロボット指令信号に基づいて、負荷設定に応じて協働ロボット 3 の逆動力学計算を行うダイナミクス制御部 5 9 と、負荷設定の通知による負荷設定の切替後、接触停止動作禁止信号に応じて、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 の動作を停止する接触停止動作を禁止させる接触制御部 6 1 と、を備える。

[0110] このような構成によって、数値制御システム 1 は、負荷設定を変更した後に、指定した負荷切替距離内において協働ロボット 3 が接触停止を行わなくなるため、協働ロボット 3 がワークを取る又はワークを置く等のような協働

ロボット3がワークに作用するときに誤った接触停止を防ぐことができる。

[0111] 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。

[0112] 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。

[0113] 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。

[0114] 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 (4 2) 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、前記ロボットの負荷設定の切替に必要な負荷切替距離を設定するための信号を生成する負荷切替距離設定部 (4 6) 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、前記ロボットの負荷設定を選択するための信号を生成する負荷設定選択部 (4 7) 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、前記負荷切替距離を設定するための信号及び前記ロボットの負荷設定を選択するための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 (4 5) と、
を備え、

前記負荷設定の切り替え後、前記ロボット制御装置 (5) は、前記ロボットが前記負荷切替距離内を移動している間、前記ロボットが外部からの接触力に応じて前記ロボットの動作を停止する接触停止動作を禁止させる、
数値制御装置 (4)。

(付記 2)

前記ロボットの負荷設定は、負荷情報と共に、前記負荷設定の切替を許可する前記ロボットの動作領域を設定することを含む、付記 1 に記載の数値制御装置 (4)。

(付記 3)

前記ロボットの負荷切替距離は、負荷の重量及びイナーシャの少なくとも 1 つに応じて設定される、付記 1 に記載の数値制御装置 (4)。

(付記 4)

前記ロボットの負荷切替距離は、前記ロボットの各座標軸の座標軸方向毎

に設定される、付記 1 に記載の数値制御装置（4）。

（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（4）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（4 2）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、前記ロボットの負荷設定の切替に必要な負荷切替距離を設定するための信号を生成する負荷切替距離設定部（4 6）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、前記ロボットの負荷設定を選択するための信号を生成する負荷設定選択部（4 7）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、前記負荷切替距離を設定するための信号及び前記ロボットの負荷設定を選択するための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（4 5）と、

を備え、

前記ロボット制御装置（5）は、

前記ロボット指令信号に基づいて、前記負荷設定を切り替えるロボット側負荷設定選択部（5 8）と、

前記ロボット指令信号に基づいて、前記負荷設定に応じて前記ロボットの逆動力学計算を行うダイナミクス制御部（5 9）と、

前記ロボット指令信号に基づいて、前記負荷切替距離を設定するロボット側負荷切替距離設定部（6 2）と、

前記負荷設定の通知による前記負荷設定の切替後、前記ロボットが前記負

荷切替距離内を移動している間、前記ロボットが外部からの接触力に応じて前記ロボットの動作を停止する接触停止動作を禁止させる接触制御部（61）と、

を備える数値制御システム（1）。

（付記7）

前記ロボットの負荷設定は、負荷情報と共に、前記負荷設定の切替を許可する前記ロボットの動作領域を設定することを含む、付記6に記載の数値制御システム（1）。

（付記8）

前記ロボットの負荷切替距離は、負荷の重量及びイナーシャの少なくとも1つに応じて設定される、付記6に記載の数値制御システム（1）。

（付記9）

前記ロボットの負荷切替距離は、前記ロボットの各座標軸の座標軸方向毎に設定される、付記6に記載の数値制御システム（1）。

（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。

（付記11）

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（42）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、前記ロボットの接触停止動作を禁止するための接触停止動作禁止信号を生成する禁止信号出力部（49）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、前記ロボットの負荷設定を選択するための信号を生成する負荷設定選択部（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、前記接触停止

動作禁止信号及び前記ロボットの負荷設定を選択するための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、

前記負荷設定の切り替え後、前記ロボット制御装置（５）は、前記接触停止動作禁止信号に応じて、前記ロボットが外部からの接触力に応じて前記ロボットの動作を停止する接触停止動作を禁止させる、
数値制御装置（４）。

（付記１２）

前記ロボットの負荷設定は、負荷情報と共に、前記負荷設定の切替を許可する前記ロボットの動作領域を設定することを含む、付記１１に記載の数値制御装置（４）。

（付記１３）

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１１に記載の数値制御装置。

（付記１４）

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（４）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（４２）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、前記ロボットの接触停止動作を禁止するための接触停止動作禁止信号を生成する禁止信号出力部（４９）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、前記ロボットの負荷設定を選択するための信号を生成する負荷設定選択部（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、前記接触停止動作禁止信号及び前記ロボットの負荷設定を選択するための信号を含むロボ

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、

前記ロボット制御装置（５）は、

前記ロボット指令信号に基づいて、前記負荷設定を切り替えるロボット側負荷設定選択部（５８）と、

前記ロボット指令信号に基づいて、前記負荷設定に応じて前記ロボットの逆動力学計算を行うダイナミクス制御部（５９）と、

前記負荷設定の通知による前記負荷設定の切替後、前記接触停止動作禁止信号に応じて、前記ロボットが外部からの接触力に応じて前記ロボットの動作を停止する接触停止動作を禁止させる接触制御部（６１）と、

を備える数値制御システム（１）。

（付記１５）

前記ロボットの負荷設定は、負荷情報と共に、前記負荷設定の切替を許可する前記ロボットの動作領域を設定することを含む、付記１４に記載の数値制御システム。

（付記１６）

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１４に記載の数値制御システム。

符号の説明

- [0115]
- 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
 - ４１ プログラム入力部
 - ４２ 解析部
 - ４３ 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 負荷切替距離設定部
- 4 7 負荷設定選択部
- 4 8 データ送受信部
- 4 9 禁止信号出力部
- 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 接触制御部
- 6 2 負荷切替距離設定部
- 6 3 動作切替部

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、前記ロボットの負荷設定の切替に必要な負荷切替距離を設定するための信号を生成する負荷切替距離設定部と、
- 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、前記ロボットの負荷設定を選択するための信号を生成する負荷設定選択部と、
- 、
- 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、前記負荷切替距離を設定するための信号及び前記ロボットの負荷設定を選択するための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、
- 前記負荷設定の切り替え後、前記ロボット制御装置は、前記ロボットが前記負荷切替距離内を移動している間、前記ロボットが外部からの接触力に応じて前記ロボットの動作を停止する接触停止動作を禁止させる、
- 数値制御装置。
- [請求項2] 前記ロボットの負荷設定は、負荷情報と共に、前記負荷設定の切替を許可する前記ロボットの動作領域を設定することを含む、請求項1に記載の数値制御装置。
- [請求項3] 前記ロボットの負荷切替距離は、負荷の重量及びイナーシャの少なくとも1つに応じて設定される、請求項1に記載の数値制御装置。
- [請求項4] 前記ロボットの負荷切替距離は、前記ロボットの各座標軸の座標軸方向毎に設定される、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、前記ロボットの負荷設定の切替に必要な負荷切替距離を設定するための信号を生成する負荷切替距離設定部と、

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、前記ロボットの負荷設定を選択するための信号を生成する負荷設定選択部と

、

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、前記負荷切替距離を設定するための信号及び前記ロボットの負荷設定を選択するための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、

前記ロボット制御装置は、

前記ロボット指令信号に基づいて、前記負荷設定を切り替えるロボット側負荷設定選択部と、

前記ロボット指令信号に基づいて、前記負荷設定に応じて前記ロボットの逆動力学計算を行うダイナミクス制御部と、

前記ロボット指令信号に基づいて、前記負荷切替距離を設定するロボット側負荷切替距離設定部と、

前記負荷設定の通知による前記負荷設定の切替後、前記ロボットが前記負荷切替距離内を移動している間、前記ロボットが外部からの接触力に応じて前記ロボットの動作を停止する接触停止動作を禁止させ

る接触制御部と、
を備える数値制御システム。

[請求項7] 前記ロボットの負荷設定は、負荷情報と共に、前記負荷設定の切替を許可する前記ロボットの動作領域を設定することを含む、請求項6に記載の数値制御システム。

[請求項8] 前記ロボットの負荷切替距離は、負荷の重量及びイナーシャの少なくとも1つに応じて設定される、請求項6に記載の数値制御システム。

[請求項9] 前記ロボットの負荷切替距離は、前記ロボットの各座標軸の座標軸方向毎に設定される、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。

[請求項11] 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、前記ロボットの接触停止動作を禁止するための接触停止動作禁止信号を生成する禁止信号出力部と、

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、前記ロボットの負荷設定を選択するための信号を生成する負荷設定選択部と、

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、前記接触停止動作禁止信号及び前記ロボットの負荷設定を選択するための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、

前記負荷設定の切り替え後、前記ロボット制御装置は、前記接触停

止動作禁止信号に応じて、前記ロボットが外部からの接触力に応じて前記ロボットの動作を停止する接触停止動作を禁止させる、
数値制御装置。

[請求項12] 前記ロボットの負荷設定は、負荷情報と共に、前記負荷設定の切替を許可する前記ロボットの動作領域を設定することを含む、請求項11に記載の数値制御装置。

[請求項13] 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11に記載の数値制御装置。

[請求項14] 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、前記ロボットの接触停止動作を禁止するための接触停止動作禁止信号を生成する禁止信号出力部と、

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、前記ロボットの負荷設定を選択するための信号を生成する負荷設定選択部と、
、

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、前記接触停止動作禁止信号及び前記ロボットの負荷設定を選択するための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、

前記ロボット制御装置は、

前記ロボット指令信号に基づいて、前記負荷設定を切り替えるロボット側負荷設定選択部と、

前記ロボット指令信号に基づいて、前記負荷設定に応じて前記ロボ

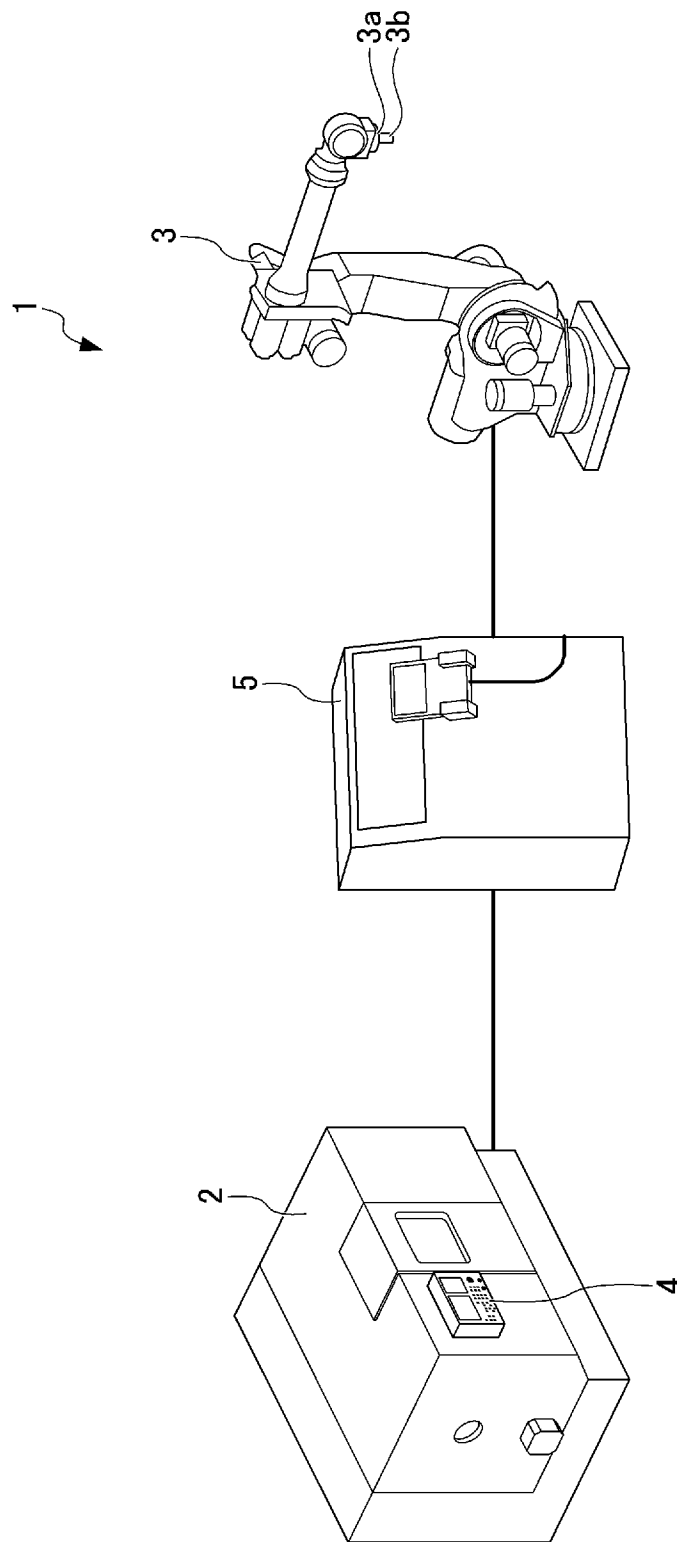
ットの逆動力学計算を行うダイナミクス制御部と、

前記負荷設定の通知による前記負荷設定の切替後、前記接触停止動作禁止信号に応じて、前記ロボットが外部からの接触力に応じて前記ロボットの動作を停止する接触停止動作を禁止させる接触制御部と、を備える数値制御システム。

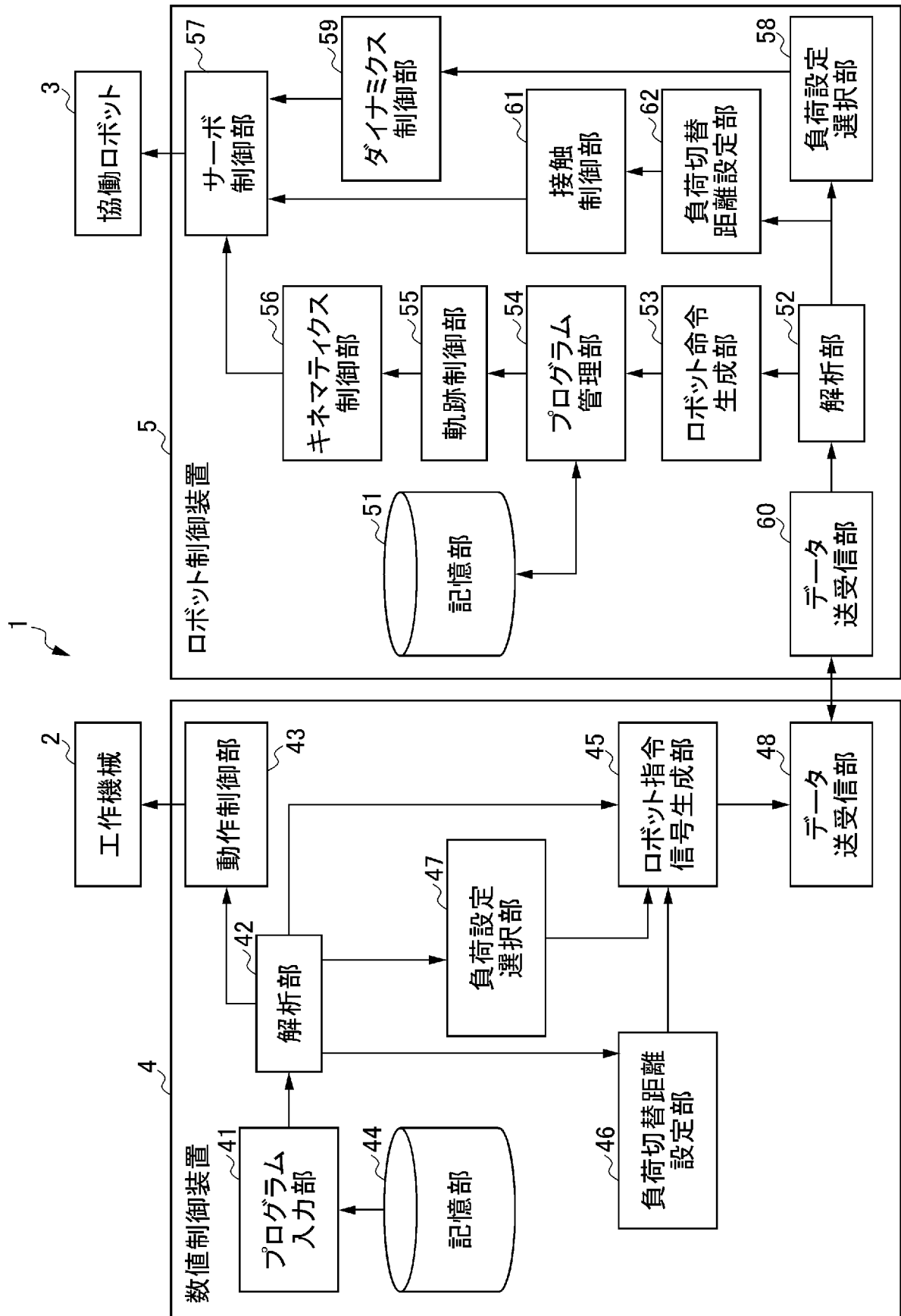
[請求項15] 前記ロボットの負荷設定は、負荷情報と共に、前記負荷設定の切替を許可する前記ロボットの動作領域を設定することを含む、請求項14に記載の数値制御システム。

[請求項16] 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14に記載の数値制御システム。

[図1]



[図2]



[図3]

動作性能						
グループ 1					1/10	
No.	負荷重量 [kg]			コメント		
1	50.00	[			]	
2	50.00	[			]	
3	50.00	[			]	
4	50.00	[			]	
5	50.00	[			]	
6	50.00	[			]	
7	50.00	[			]	
8	50.00	[			]	
9	50.00	[			]	
10	50.00	[			]	
選択されている負荷設定番号 = 0						
	[画面]	グループ	詳細	機器設定	切替	>

[図4]

動作性能 / 負荷設定						
グループ 1				1/8		
1	条件	No	[1]	[*****]		
2	負荷の重量		[kg]	50.00		
3	負荷の重心位置 X		[cm]	0.00		
4	負荷の重心位置 Y		[cm]	0.00		
5	負荷の重心位置 Z		[cm]	0.00		
6	負荷のイナーシャ X		[kgfcms^2]	0.00		
7	負荷のイナーシャ Y		[kgfcms^2]	0.00		
8	負荷のイナーシャ Z		[kgfcms^2]	0.00		
	[画面]	グループ	番号	標準値	ヘルプ	

[図5]

DCS			
直交 位置チェック		1/10	
No. 1		状態 : CHGD	
1	コメント :	[*****]	
2	有効 / 無効 :	有効	
3	指定方法 (安全側) :	対角 (内側)	
4	グループ :	1	
5	対象モデル 1 :	1	
6	対象モデル 2 :	0	
7	対象モデル 3 :	0	
(0 : 無効, -1 : ロボットモデル, -2 : ツールモデル)			
8	ユーザ座標 :	0	
位置 (mm) :			
	現在位置	位置 1	位置 2
9	X 1110.0	1000.0	800.0
10	Y 0.0	-1000.0	100.0
11	Z 940.0	600.0	800.0
12	停止方法 :	停止しない	
13	無効信号 :	--- [0 :]	
	[画面]	前	次
		位置記憶	元に戻
			>

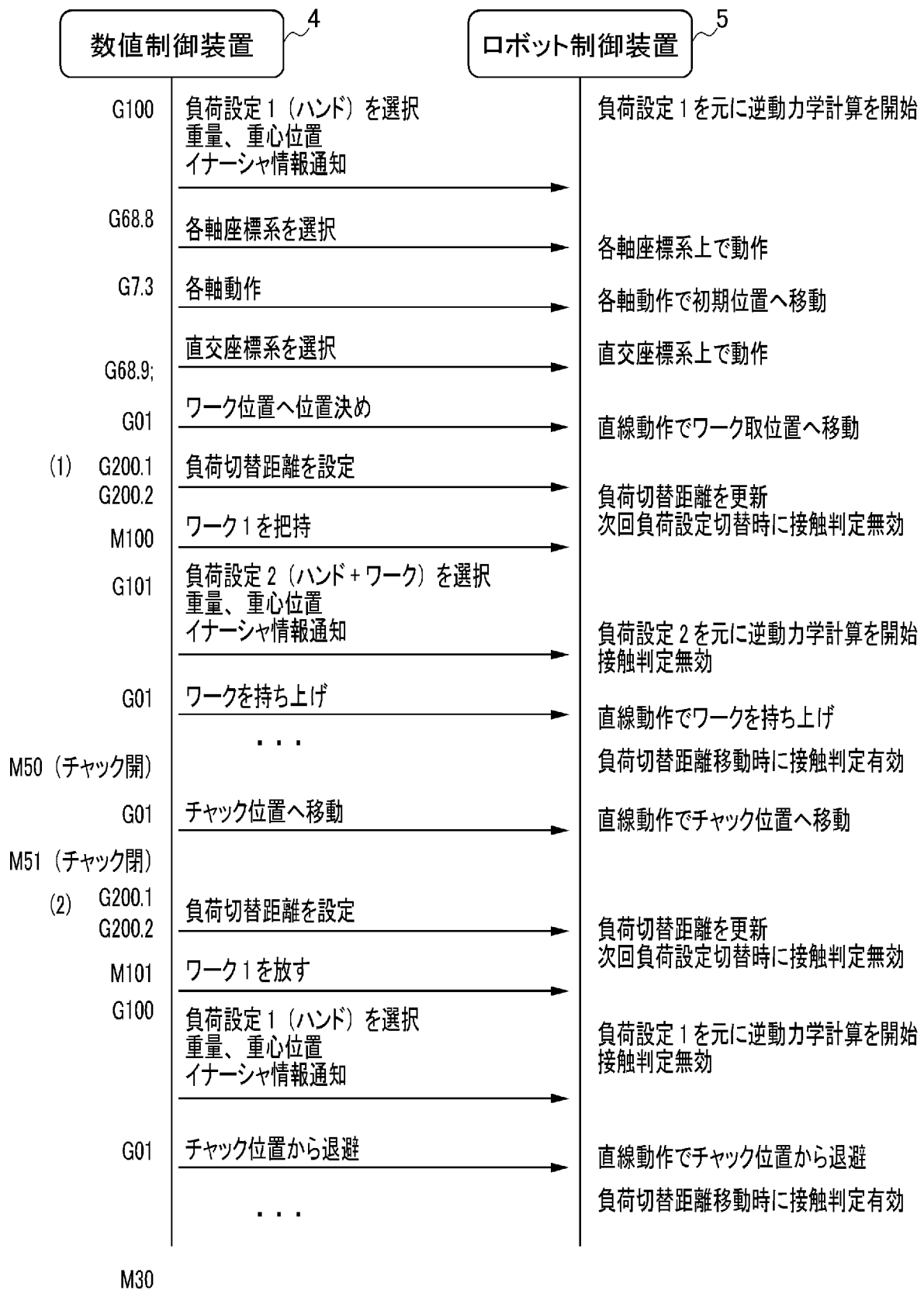
[図6]

数値制御プログラム例

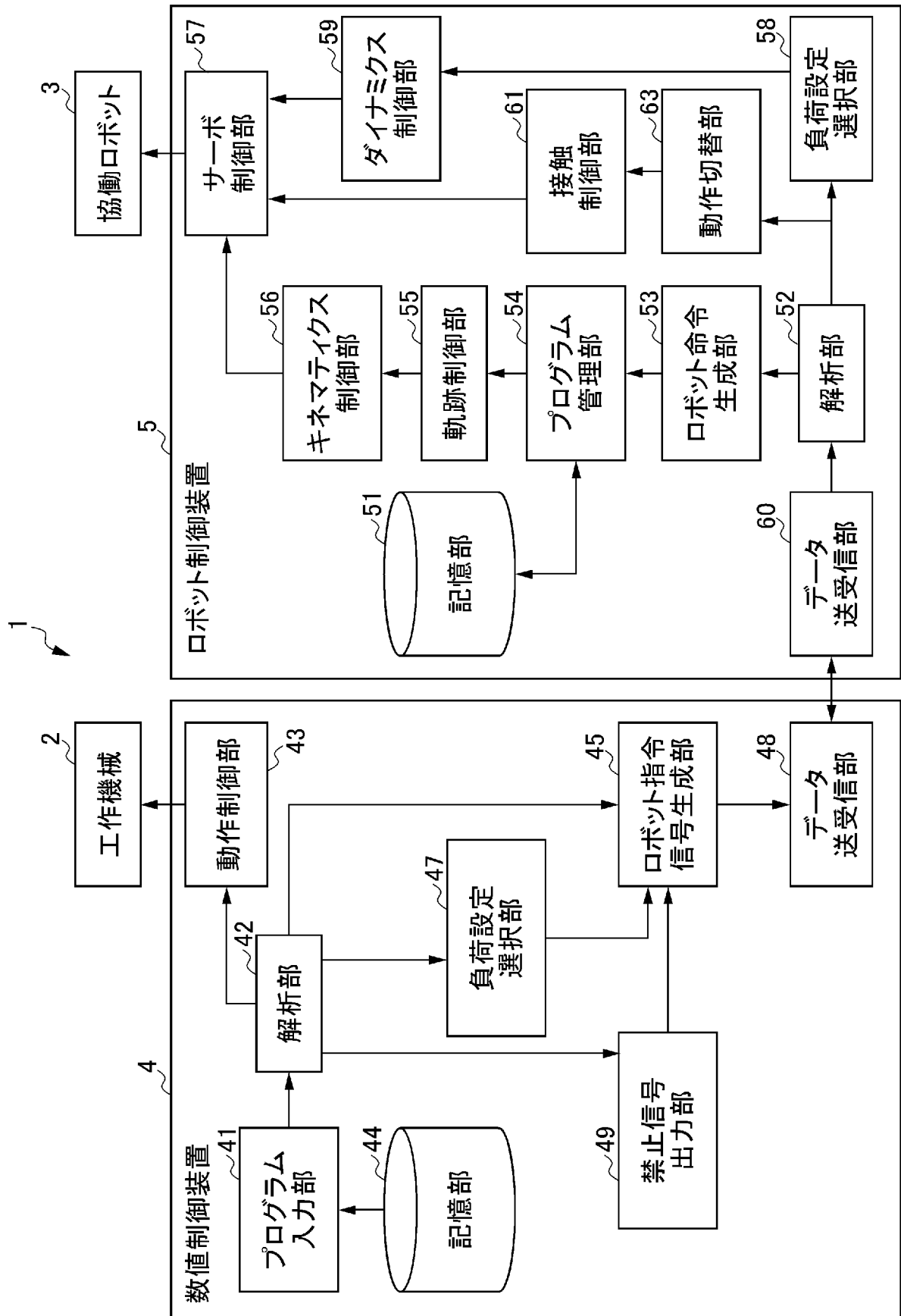
O123	
G100;	
G68.8;	
G7.3 J1=_J2=_J3=_J4=_J5=_J6=;	
...	
G68.9;	
G01 X_Y_Z_A_B_C_P_;	(1)
G200.1 X0.0 Y0.0 Z5.0	
G200.2 X0.0 Y0.0 Z0.0	
M100;	
G101;	
G01 X_Y_Z_A_B_C_P_;	
...	
M50 ;	
G01 X_Y_Z_A_B_C_P_;	
M51 ;	
G200.1 X5.0 Y0.0 Z0.0	(2)
G200.2 X0.0 Y0.0 Z0.0	
M101;	
G100;	
G01 X_Y_Z_A_B_C_P_;	
...	
M30 ;	

- ←負荷設定 1 (ハンドのみ) を選択
- ←各軸座標系を選択
- ←各軸動作で初期位置へ位置決め
- ←直交座標系を選択
- ←ワークの取り位置へ直線移動
- + 方向負荷切替距離設定 +Z 方向に 5.0mm 移動するまで接触停止無効
- 方向負荷切替距離設定 - 方向は接触停止有効
- ←ハンド閉 (ワークを把持)
- ←負荷設定 2 (ハンド + ワーク) を選択
- ←ワークを持ち上げ
- ←チャック開
- ←チャック位置へ直線移動
- ←チャック閉
- + 方向負荷切替距離設定 +X 方向に 5.0mm 移動するまで接触停止無効
- 方向負荷切替距離設定 - 方向は接触停止有効
- ←ハンド開 (ワークを放す)
- ←負荷設定 1 (ハンドのみ) を選択
- ←チャック位置から退避

[図7]



[図8]

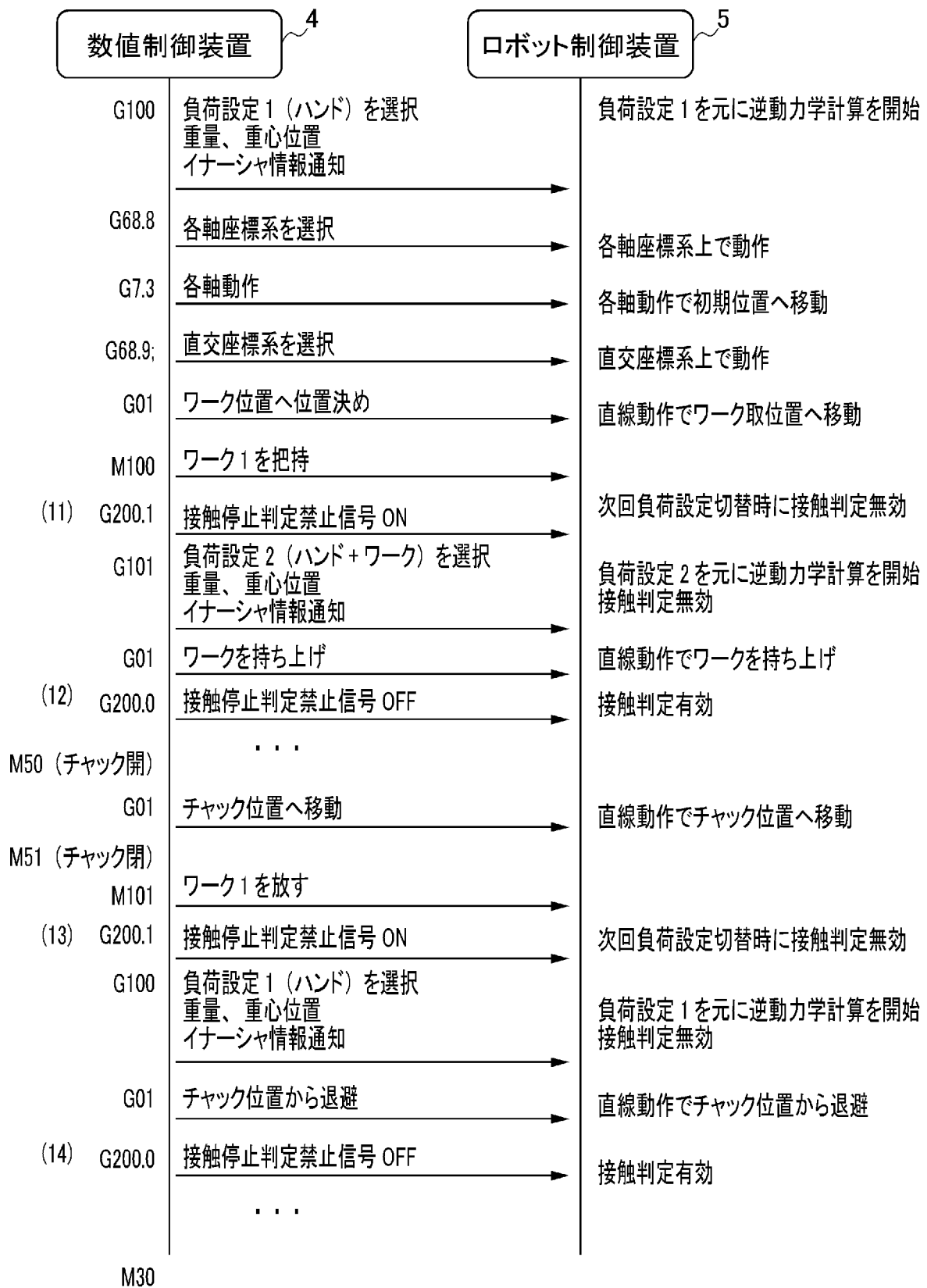


[図9]

数値制御プログラム例

O123	
G100;	←負荷設定 1 (ハンドのみ) を選択
G68.8;	←各軸座標系を選択
G7.3 J1=_J2=_J3=_J4=_J5=_J6=;	←各軸動作で初期位置へ位置決め
. . .	
G68.9;	←直交座標系を選択
G01 X_Y_Z_A_B_C_P_;	←ワークの取り位置へ直線移動
M100;	←ハンド閉 (ワークを把持)
G200.1;	←負荷切替後の接触停止判定禁止信号 ON
G101;	←負荷設定 2 (ハンド+ワーク) を選択
G01 X_Y_Z_A_B_C_P_;	←ワークを持ち上げ
G200.0;	←負荷切替後の接触停止判定禁止信号 OFF
.	
M50 ;	←チャック開
G01 X_Y_Z_A_B_C_P_;	←チャック位置へ直線移動
M51 ;	←チャック閉
M101;	←ハンド開 (ワークを放す)
G200.1;	←負荷切替後の接触停止判定禁止信号 ON
G100;	←負荷設定 1 (ハンドのみ) を選択
G01 X_Y_Z_A_B_C_P_;	←チャック位置から退避
G200.0;	←負荷切替後の接触停止判定禁止信号 OFF
. . .	
M30 ;	

[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/041386

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	1-16
A	JP 2009-50958 A (FANUC CORP.) 12 March 2009 (2009-03-12) paragraphs [0014], [0015]	1-16
A	JP 2008-183680 A (YASKAWA ELECTRIC CORP.) 14 August 2008 (2008-08-14) paragraph [0013]	1-16
A	WO 2020/045483 A1 (NACHI-FUJIKOSHI CORP.) 05 March 2020 (2020-03-05) paragraph [0025]	1-16
A	JP 6647472 B1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 14 February 2020 (2020-02-14)	1-16

☐ 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/JP2022/041386

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)	
JP	2009-50958	A	12 March 2009	US 2009/0058342	A1
				paragraphs [0018], [0019]	
				EP 2030741	A2
				CN 101376249	A
JP	2008-183680	A	14 August 2008	(Family: none)	
WO	2020/045483	A1	05 March 2020	JP 2021-191594	A
JP	6647472	B1	14 February 2020	US 2022/0011754	A1
				WO 2020/144772	A1
				CN 113260931	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 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	1-16
A	JP 2009-50958 A（ファナック株式会社）12.03.2009（2009-03-12） 段落0014-0015	1-16
A	JP 2008-183680 A（株式会社安川電機）14.08.2008（2008-08-14） 段落0013	1-16
A	WO 2020/045483 A1（株式会社不二越）05.03.2020（2020-03-05） 段落0025	1-16
A	JP 6647472 B1（三菱電機株式会社）14.02.2020（2020-02-14）	1-16
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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 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/JP2022/041386

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)			
JP	2009-50958	A	12.03.2009	US	2009/0058342	A1	
				[0018]-[0019]			
				EP	2030741	A2	
				CN	101376249	A	
JP	2008-183680	A	14.08.2008	(ファミリーなし)			
WO	2020/045483	A1	05.03.2020	JP	2021-191594	A	
JP	6647472	B1	14.02.2020	US	2022/0011754	A1	
				WO	2020/144772	A1	
				CN	113260931	A	