

(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  
2014年9月25日(25.09.2014)



(10) 国際公開番号  
WO 2014/148032 A1

- (51) 国際特許分類:  
B25J 13/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/001499
- (22) 国際出願日: 2014年3月17日(17.03.2014)
- (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 2013-056339 2013年3月19日(19.03.2013) JP
- (71) 出願人: パナソニック株式会社 (PANASONIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 小松 嵩宙 (KOMATSU, Takamichi). 池田 達也 (IKEDA, Tatsuya).
- (74) 代理人: 徳田 佳昭, 外 (TOKUDA, Yoshiaki et al.); 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

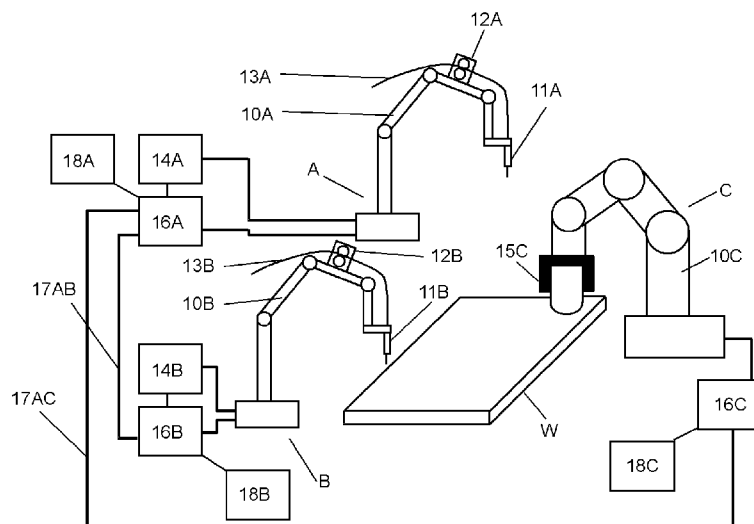
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロピア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: ROBOT SYSTEM CONTROL METHOD AND ROBOT SYSTEM

(54) 発明の名称: ロボットシステムの制御方法およびロボットシステム



(57) Abstract: The robot system control method according to the present disclosure comprises a first step to a fifth step. In particular, in the second step, a second transformation matrix representing the positional relationship between a first slave robot and a second slave robot is generated and the second transformation matrix is stored in a master robot. In the fourth step, the master robot directs the actions of the second slave robot on the basis of a second command determined using a first transformation matrix and the second transformation matrix. In the fifth step, the first slave robot and the second slave robot are operated in concert with the mater robot. As a result, it becomes possible to designate a work robot for which TCP positioning with all other robots cannot be performed as the master robot and operate all robots in concert.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/148032 A1

---

本開示のロボットシステムの制御方法は、第1のステップ～第5のステップを有する。特に、第2のステップでは、第1のスレーブロボットと第2のスレーブロボットとの位置関係を表す第2の変換行列を生成し、第2の変換行列をマスターロボットに記憶する。第4のステップでは、マスターロボットは、第1の変換行列および第2の変換行列を用いて求めた第2の指令に基づいて、第2のスレーブロボットの動作を指示する。第5のステップでは、第1のスレーブロボットおよび第2のスレーブロボットは、マスターロボットと協調して動作する。これにより、他のロボット全てとはTCP位置合わせが行えない作業ロボットを、マスターロボットとし、全てのロボットを協調動作することが可能となる。

## 明 細 書

発明の名称：

ロボットシステムの制御方法およびロボットシステム

### 技術分野

[0001] 本開示は、産業用ロボット等を用いたロボットシステムの制御方法およびロボットシステムに関し、特に、複数のロボットが協調して作業を行うロボットシステムに関する。

### 背景技術

[0002] 近年、ロボットシステムには、多種多様で、かつ、複雑なワークへの作業が求められている。特に、ロボットシステムには、多品種少量生産への適用や、ロボットを含む設備の数や設置面積の抑制が求められている。そのため、ワークごとに固有の治具を用いず、作業用ツールを把持するロボットと、ワークを把持するロボットとを協調して動作させる（以下、協調動作という）ロボットシステムが導入されている。

[0003] 図9は、2台のロボットを用いた従来のロボットシステムの一例を示す図である。図9において、ロボットDは、作業ツール31を把持しているマスタロボットである。ロボットEは、ハンドリング装置34を把持しているスレーブロボットである。ロボットDは、ロボットEがハンドリング装置34で把持しているワークWに対して、ロボットEと協調して作業を行う。以下、作業ツールを把持しているロボットを「作業ロボット」、ハンドリング装置を把持しているロボットを「ハンドリングロボット」とする。また、スレーブロボットに動作を指示するロボットを「マスタロボット」、マスタロボットの指示に従って動作するロボットを「スレーブロボット」とする。

[0004] 作業ロボットであるロボットDとハンドリングロボットであるロボットEとを協調動作させるためには、ロボットDのロボット座標系 $\Sigma d$ とロボットEのロボット座標系 $\Sigma e$ との位置関係を示す変換行列 $T_{DE}$ が必要である。ロボットDおよびロボットEはそれぞれ、制御点であるツールセンターポイン

ト（以下、TCP）を有しており、従来は、ロボットDのTCPとロボットEのTCPを、一直線上ではない3点で一致させることで、変換行列 $T_{DE}$ を算出していた。この作業を「TCP位置合わせ」という。ロボットEが把持するワークは、ロボットEのロボット座標系 $\Sigma_e$ で示されるため、変換行列 $T_{DE}$ により、協調動作時には、ロボットDを、ロボットEのTCPを座標原点とするワーク座標系 $\Sigma_w$ によって示される軌跡や速度で、動作させることができる。

[0005] このロボットシステムに、さらに作業ロボットFを追加し、より効率よく作業させるためには、追加した作業ロボットFと既存のロボットDおよびロボットEと間の変換行列 $T_{DF}$ および変換行列 $T_{EF}$ を新たに生成し、それぞれのロボットが自らに関係する変換行列を制御装置に記憶する必要がある。

[0006] この問題を解決するための方法の1つとして、以下のものが知られている。1台のマスタロボットが複数台のスレーブロボットそれぞれとTCP位置合わせを行い、スレーブロボットの台数分の変換行列を生成し、制御装置に記憶する。このとき、スレーブロボット同士でのTCP位置合わせを行う必要はない。自動運転時には、マスタロボットは、マスタロボットの教示点や補間点の位置データを複数台のスレーブロボットに送信する。複数台のスレーブロボットそれぞれは、マスタロボットから送信された教示点や補間点の位置データに基づき、スレーブロボット自身のプログラムの教示点または補間点を補正する。これにより、3台以上のロボットを協調して動作させる（例えば、特許文献1参照）。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0007] 特許文献1：特開2001-150372号公報

## 発明の概要

[0008] 特許文献1に記載されている方法を用いる場合、マスタロボットのTCPを、複数台のスレーブロボットのTCPと、位置合わせをする必要がある。しかし、ロボットシステムを構成する複数台のロボットの配置により、作業

ロボット同士のTCP位置合わせが困難な場合もある。この場合、全ての作業ロボットとTCPの位置合わせが行えるハンドリングロボットをマスタロボットにしなければならない。しかし、ロボットシステムの稼働中に作業者が最も頻繁に使用するロボットはマスタロボットであり、教示作業といったロボットシステムの準備段階で作業者が最も頻繁に使用するロボットは作業ロボットである。ハンドリングロボットがマスタロボットであると、作業者は、ロボットシステムの準備段階と稼働中で、操作するロボットを変更しなければならない、作業効率が悪かった。

[0009] 本開示は、上記課題に鑑み、3台以上のロボットを使用する場合でも、作業効率が良いロボットシステムの制御方法およびロボットシステムを提供する。

[0010] 上記課題を解決するために、本開示のロボットシステムの制御方法は、第1のステップ～第5のステップを有する。第1のステップでは、マスタロボットと第1のスレーブロボットとの位置関係を表す第1の変換行列を生成し、第1の変換行列をマスタロボットに記憶する。第2のステップでは、第1のスレーブロボットと第2のスレーブロボットとの位置関係を表す第2の変換行列を生成し、第2の変換行列をマスタロボットに記憶する。第3のステップでは、マスタロボットは、第1の変換行列を用いて求めた第1の指令に基づいて、第1のスレーブロボットの動作を指示する。第4のステップでは、マスタロボットは、第1の変換行列および第2の変換行列を用いて求めた第2の指令に基づいて、第2のスレーブロボットの動作を指示する。第5のステップでは、第1のスレーブロボットおよび第2のスレーブロボットは、マスタロボットと協調して動作する。

[0011] また、本開示のロボットシステムは、マスタロボットと、第1のスレーブロボットと、第2のスレーブロボットとを有する。マスタロボットは、第1の記憶部と、第2の記憶部と、第1の演算部とを有する。第1のスレーブロボットおよび第2のスレーブロボットは、マスタロボットに接続されている。第1の記憶部は、マスタロボットと第1のスレーブロボットとの位置関係

を表す第1の変換行列を記憶する。第2の記憶部は、第1のスレーブロボットと第2のスレーブロボットとの位置関係を表す第2の変換行列を記憶する。第1の演算部は、第1の変換行列を用いて第1の指令を求め、第1のスレーブロボットの動作を指示する。第1の演算部は、第1の変換行列および第2の変換行列を用いて第2の指令を求め、第2のスレーブロボットの動作を指示する。第1のスレーブロボットおよび第2のスレーブロボットは、マスタロボットと協調して動作する。

[0012] 以上のように、本開示によれば、他のロボット全てとはTCP位置合わせが行えない作業ロボットを、マスタロボットとし、全てのロボットを協調動作することが可能となる。これにより、作業者の作業効率を向上できる。

### 図面の簡単な説明

[0013] [図1]図1は、本開示の実施の形態1におけるロボットシステムの概略構成を示す図である。

[図2]図2は、本開示の実施の形態1における制御装置間の接続の概要を示す図である。

[図3]図3は、本開示の実施の形態1における変換行列を生成するためのTCP位置合わせを説明する図である。

[図4]図4は、本開示の実施の形態1における目標位置命令の構成を示す図である。

[図5]図5は、本開示の実施の形態1におけるプログラム実行処理のフローチャートである。

[図6]図6は、本開示の実施の形態1における各ロボットの座標系を説明するための図である。

[図7]図7は、本開示の実施の形態1における補間制御処理のフローチャートである。

[図8]図8は、本開示の実施の形態1におけるシステムの構成を説明するための図である。

[図9]図9は、従来のロボットシステムを示す図である。

## 発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明を実施するための形態について、図1から図8を用いて説明する。

[0015] (実施の形態1)

図1は、本実施の形態における、3台のロボットを協調動作させることで溶接作業を行うロボットシステムを示す図である。このロボットシステムにおいて、ロボットA（マスタロボット）とロボットB（第2のスレーブロボット）とは、溶接作業を行う作業ロボットであり、ロボットC（第1のスレーブロボット）は、ワークを把持するハンドリングロボットである。

[0016] ロボットAは、マニピュレータ10A、溶接トーチ11A、溶接ワイヤ送給装置12A、溶接ワイヤ13A、溶接機14A、制御装置16Aを有する。溶接機14Aは、溶接トーチ11Aに電氣的に接続され、溶接電流や溶接電圧を制御している。また、溶接機14Aは、溶接ワイヤ送給装置12Aに電氣的に接続され、溶接ワイヤ13Aの送給速度を制御する。

[0017] ロボットBは、マニピュレータ10B、溶接トーチ11B、溶接ワイヤ送給装置12B、溶接ワイヤ13B、溶接機14B、制御装置16Bを有する。溶接機14Bは、溶接トーチ11Bに電氣的に接続され、溶接電流や溶接電圧を制御している。また、溶接機14Bは、溶接ワイヤ送給装置12Bに電氣的に接続され、溶接ワイヤ13Bの送給速度を制御する。

[0018] ロボットCは、マニピュレータ10C、ハンドリング装置15C、制御装置16Cを有し、ハンドリング装置15Cによって、ワークWを把持することが可能である。

[0019] また、ロボットAは制御装置16Aによって制御され、ロボットBは制御装置16Bによって制御されている。より具体的には、制御装置16A、16Bは、溶接電圧、溶接電流、ワイヤ送給速度といった溶接条件を溶接機14A、14Bに指示すると共に、マニピュレータ10A、10Bの動きを指示する。ロボットA、Bは、この指示を実行することで、ワークWに溶接作業を行う。ロボットCは、制御装置16Cによって制御されている。より具

体的には、制御装置16Cは、ハンドリング装置15Cのハンドの開閉をハンドリング装置15Cに指示すると共に、マニピュレータ10Cの動きを指示する。ロボットCは、この指示を実行することで、ハンドリング装置15Cのハンドの開閉を行い、ワークWの保持、手放し、移動を行う。

[0020] 本実施の形態のロボットシステムでは、ロボットAをマスタロボットとし、ロボットBとロボットCをスレーブロボットとして動作させる。マスタロボットは、スレーブロボットに対して、協調動作を行わせるための通信を行う。そのため、制御装置16Aと制御装置16Bとを、光ファイバケーブル17ABによって接続している。また、制御装置16Aと制御装置16Cとを、光ファイバケーブル17ACによって接続している。

[0021] なお、本実施の形態のロボットシステムでは、制御装置間をつなぐ通信線として、電気ノイズに強い光ファイバケーブルを用いている。しかし、通信線としては、LAN (Local Area Network) やシリアル通信などのケーブルを用いても構わないし、通信線を用いない無線通信であっても構わない。

[0022] また、制御装置16A、16B、16Cそれぞれは、入力装置であるティーチペンダント18A、18B、18Cに接続される。作業者は、ティーチペンダントを用いて、ロボットの操作や、マスタモードとスレーブモードとのモード切り替えなどを制御装置に設定する。ティーチペンダント18A、18B、18Cは、ロボット操作部（図示せず）、スレーブロボットの状態とマスタロボットの状態とを切り替えるモード切替部（図示せず）、溶接電流やワイヤ送給速度といった各種データを表示するデータ表示部（図示せず）、各種データを設定するデータ設定部（図示せず）等を有している。

[0023] 図2は、制御装置16A、16B、16Cの構成を示している。

[0024] マスタロボットであるロボットAの制御装置16Aは、演算部20Aと、教示データ記憶部21Aと、マニピュレータ制御部22Aと、溶接条件指令部23Aと、通信部24Aと、スレーブロボット通信部25AB、25ACと、キャリブレーションポイント記憶部26AC、26BCと、変換行列記

憶部 27AC (第1の記憶部)、27BC (第2の記憶部) を有する。

[0025] 演算部 20A は、様々な内部演算等を行う CPU や、メモリなどで構成される。教示データ記憶部 21A は、自動運転時にプレイバック動作させるために教示されたデータを記憶する。マニピュレータ制御部 22A は、演算部 20A で演算された結果に基づいてマニピュレータ 10A を制御する。溶接条件指令部 23A は、溶接機 14A に溶接電流などの溶接条件を指令する。通信部 24A は、ティーチペンダント 18A との通信を行う。スレーブロボット通信部 25AB は、スレーブロボットであるロボット B への動作指令や溶接指令を送信すると共に、ロボット B からの情報を受信する。スレーブロボット通信部 25AC は、スレーブロボットであるロボット C への動作指令やハンドリング指令を送信すると共に、ロボット C からの情報を受信する。ロボット A からロボット B への指示を第2の指令、ロボット A からロボット C への指示を第1の指令とする。キャリブレーションポイント記憶部 26AC は、ロボット A とロボット C との協調動作に必要となる、それぞれのロボットの TCP 位置と TCP 方向ベクトルを記憶する。変換行列記憶部 27AC は、キャリブレーションポイント記憶部 26AC のデータから計算されるロボット A とロボット C との変換行列  $T_{CA}$  (第1の変換行列) を記憶する。キャリブレーションポイント記憶部 26BC は、ロボット B とロボット C との協調動作に必要となる、それぞれのロボットの TCP 位置と TCP 方向ベクトルを記憶する。変換行列記憶部 27BC は、キャリブレーションポイント記憶部 26BC のデータから計算されるロボット B とロボット C との変換行列  $T_{CB}$  (第2の変換行列) を記憶する。

[0026] 一方、スレーブロボットであるロボット B の制御装置 16B は、演算部 20B と、マニピュレータ制御部 22B と、溶接条件指令部 23B と、通信部 24B と、マスタロボット通信部 25BA を有する。演算部 20B、マニピュレータ制御部 22B、溶接条件指令部 23B、通信部 24B などは制御装置 16A と同様の機能である。また、マスタロボット通信部 25BA は、本実施の形態においては、マスタロボットであるロボット A からの動作指令や

溶接指令を受信し、ロボットBの情報を送信する。しかし、マスタロボット通信部25BAが送受信するデータの内容はロボットBの役割によって異なっても構わず、また、ロボットBがマスタロボットとして機能することができるように、制御装置16Bは制御装置16Aと同様の構成であっても構わない。

[0027] 一方、スレーブロボットであるロボットCの制御装置16Cは、演算部20Cと、マニピュレータ制御部22Cと、ハンドリング指令部26Cと、通信部24Cと、マスタロボット通信部25CAを有する。演算部20C、マニピュレータ制御部22C、通信部24Cなどは制御装置16Aと同様の機能である。また、マスタロボット通信部25CAは、本実施の形態においては、マスタロボットであるロボットAからの動作指令やハンドリング指令を受信し、ロボットCの情報を送信する。しかし、マスタロボット通信部25CAが送受信するデータの内容はロボットCの役割によって異なっても構わず、また、ロボットCがマスタロボットとして機能することができるように、制御装置16Cは制御装置16Aと同様の構成であっても構わない。

[0028] 本実施の形態において、マスタロボットであるロボットAの制御装置16Aは、教示データ記憶部21Aに、ロボットAとロボットBとロボットCが1つの組となった教示点を記憶している。教示データ記憶部21Aに記憶されているデータは、プレイバック動作時に演算部20Aによって読み出される。演算部20Aでは、各ロボットの動作量を算出し、ロボットAの動作と溶接は、マニピュレータ制御部22Aと溶接条件指令部23Aを介して制御される。

[0029] また、スレーブロボットであるロボットBの動作と溶接は、スレーブロボット通信部25ABを介して、制御装置16Aから制御装置16Bに送信された指令によって制御される。具体的には、制御装置16Bは、マスタロボット通信部25BAで受信した制御装置16Aからの指令を演算部20Bにより処理する。そして、ロボットBの動作と溶接は、マニピュレータ制御部22Bおよび溶接条件指令部23Bを介して制御される。また、制御装置1

6 Bは、現在のロボットBの姿勢や溶接出力状態などの情報を、マスタロボット通信部25BAを介して、制御装置16Aに送信する。

[0030] 同様に、スレーブロボットであるロボットCの動作とハンドリングは、スレーブロボット通信部25ACを介して、制御装置16Aから制御装置16Cに送信された指令によって制御される。具体的には、マスタロボット通信部25CAで受信した制御装置16Aからの指令を演算部20Cにより処理する。そして、ロボットCの動作とハンドリングは、マニピュレータ制御部22Cおよびハンドリング指令部26Cを介して制御される。また、制御装置16Cは、現在のロボットCの姿勢やハンドリング装置15Cの出力状態などの情報を、マスタロボット通信部25CAを介して、制御装置16Aに送信する。

[0031] 上記構成により、溶接機を有する2台のロボットと、ハンドリング装置を有する1台のロボットを同時に制御できる。

[0032] 次に、ロボットA～Cが協調動作するために必要となる変換行列を生成する方法について説明する。変換行列とは、異なる2つの座標系の関係を示すもので、これにより、一方の座標系で示された位置ベクトルをもう一方の座標系で示される位置ベクトルに変換することができる。本実施の形態においては、作業ロボットであるロボットAとロボットBが、ハンドリングロボットであるロボットCに協調して動作する必要がある。従って、変換行列を生成するためには、ロボットAとロボットCの位置関係と、ロボットBとロボットCの位置関係とが必要となる。

[0033] 始めに、ロボットAとロボットCの変換行列 $T_{CA}$ を生成する方法について、図3を用いて説明する。図3に示すように、ロボットAのマニピュレータ10Aの先端に取り付けられた溶接トーチ11Aに教示用チップC1を取り付ける。そして、ロボットAの手首先端（マニピュレータ10Aの先端）から教示用チップC1の先端までのオフセットを正しく設定しておく。このようにすることで、教示用チップC1の先端がロボットAのTCPとなる。なお、TCPとは、ロボットの制御点である。

- [0034] また、ロボットCは、マニピュレータ10Cの先端に取り付けられたハンドリング装置15Cの一部を基準点とし、ロボットCの手首先端（マニピュレータ10Cの先端）から基準点までのオフセット値を正しく設定しておく。例えば、ハンドリング装置15Cの両ハンドの先端の中心を基準値とする。なお、ハンドリング装置15Cに適切な基準点をとることができない場合は、図3に示すように、ハンドリング装置15Cを取り外し、基準点を確実にとれる治具C2をロボットCのマニピュレータ10Cの先端に取り付けてもよい。いずれかの方法で設けられた基準点がロボットCのTCPとなる。
- [0035] 次に、作業者がティーチペンダント18Cを操作し、制御装置16Cをスレーブロボットのモードに切り替える。そして、マスタロボットであるロボットAのティーチペンダント18Aを用いて、作業者がマスタロボットであるロボットAおよびスレーブロボットであるロボットCの両方を操作する。そして、図3に示すように、ロボットAのTCPとロボットCのTCPとを、両TCPの方向ベクトルを変更しない状態で、同一直線上にない空間上の3点（P1、P2、P3）で一致させる。
- [0036] このとき、3点に関して、ロボットA、Cの基準点を原点とするロボット座標系 $\Sigma a$ 、 $\Sigma c$ における、それぞれのロボットのTCP位置とTCP方向ベクトルをキャリブレーションポイント記憶部26ACに記憶する。そして、求められたロボットAの3つのTCP位置データおよび方向ベクトルデータと、ロボットCの3つのTCP位置データおよび方向ベクトルデータとから、ロボットCのロボット座標系 $\Sigma c$ からロボットAのロボット座標系 $\Sigma a$ への変換行列 $T_{cA}$ を演算部20Aで計算によって求めることができる。変換行列 $T_{cA}$ は、変換行列記憶部27ACに記憶される。
- [0037] 次に、ロボットBとロボットCとの変換行列 $T_{cB}$ を生成する方法について説明する。基本的には、前述のロボットAとロボットCとの間で変換行列 $T_{cA}$ を求める方法と同様である。まず、ロボットBのマニピュレータ10Bの先端に取り付けられた溶接トーチ11Bに、教示用チップC1を取り付ける。そして、ロボットBの手首先端（マニピュレータ10Bの先端）から教示用

チップC 1の先端までのオフセットを正しく設定しておく。このようにすることで、教示用チップC 1の先端がロボットBのTCPとなる。

[0038] 次に、作業者がティーチペンダント18Bとティーチペンダント18Cを操作し、制御装置16Bと制御装置16Cとをスレーブロボットのモードに切り替える。そして、作業者がマスタロボットであるロボットAのティーチペンダント18Aを用いて、スレーブロボットであるロボットBおよびロボットCの両方を操作する。そして、ロボットAとロボットCの変換行列を求めた時と同様に、ロボットBのTCPとロボットCのTCPとを、両TCPの方向ベクトルを変更しない状態で、同一直線上にない空間上の3点で合わせる。

[0039] このとき、3点に関して、ロボットB、Cの基準点を原点とするロボット座標系 $\Sigma_b$ 、 $\Sigma_c$ における、それぞれのロボットのTCP位置とTCP方向ベクトルをキャリブレーションポイント記憶部26BCに記憶する。そして、求められたロボットBの3つのTCP位置データおよび方向ベクトルデータと、ロボットCの3つのTCP位置データおよび方向ベクトルデータとから、ロボットCのロボット座標系 $\Sigma_c$ からロボットBのロボット座標系 $\Sigma_b$ への変換行列 $T_{cB}$ を演算部20Aで計算によって求めることができる。変換行列 $T_{cB}$ は、変換行列記憶部27BCに記憶される。

[0040] これら変換行列 $T_{cA}$ と変換行列 $T_{cB}$ を用いることで、ロボットAとロボットBのTCPを、ロボットCのマニピュレータ10Cの先端を座標原点としたワーク座標系 $\Sigma_w$ で表すことが可能となる。そして、ロボットAおよびロボットBのTCPを、ワーク座標系 $\Sigma_w$ で示される速度や軌跡で、ロボットCと協調動作させることが可能となり、複雑なワークを溶接するのに適している。

[0041] 次に、上記構成を用いて、3台のロボットを協調して動作させる方法の詳細について、図面を参照して説明する。

[0042] 演算部20Aは、教示データ記憶部21AからロボットA~Cを協調して動作させる動作プログラムを呼び出す。そして、演算部20Aは、動作プロ

グラムで示される作業手順に従って、ロボットA～Cへの指示やロボットA～Cから集められた情報の処理などを行う。動作プログラムは、協調動作において特徴的な命令である目標位置命令を含んだ、さまざまな命令から構成されている。目標位置命令には、図4に示すように、ロボットA～Cのマニピュレータ10A～10Cを構成する各軸の目標角度と動作速度（回転速度）、2点間をTCPに直線動作させるか曲線動作させるか、複数のロボットでの協調動作をさせるかさせないか、などのマニピュレータの動作に関する指令が記録されている。

[0043] 図5に、演算部20Aが動作プログラムを処理するときのフローチャートを示す。演算部20Aは、教示データ記憶部21Aから動作プログラムを読み出し、動作プログラムの命令が目標位置命令かどうかを判別する。そして、図5では、協調動作を行う目標位置命令を読み出したときの処理について、詳しく説明する。

[0044] 演算部20Aは、読み出した命令が目標位置命令であれば、ロボットA～Cの現在のTCP位置と現在のTCPの方向ベクトルを表す、「現在位置ベクトル $S_{ni}$  ( $i = a, b, c$ )」と、目標位置命令に記載されたマニピュレータの各軸の角度から計算されるロボットA～Cの目標となるTCP位置と目標となるTCPの方向ベクトルを表す「目標位置ベクトル $S_{ri}$  ( $i = a, b, c$ )」を計算する。この現在位置ベクトルと目標位置ベクトルを算出する工程をSTEP1とする。

[0045] ロボットAのTCPの現在位置ベクトル $S_{na}$ は、ロボットAのロボット座標系が3次元であり、各次元についてのロボットAのTCPの位置および角度を示すため、6つのパラメータで表される。例えば、図6に示すように、現在位置ベクトル $S_{na}$ は、ロボットAのロボット座標系 $\Sigma_a$ では、( $X_{an}, Y_{an}, Z_{an}, U_{an}, V_{an}, W_{an}$ )とあらわされる。同じように、ロボットBおよびロボットCについても、現在位置ベクトル $S_{nb}$ や現在位置ベクトル $S_{nc}$ がそれぞれのロボットのロボット座標系 $\Sigma_b$ 、 $\Sigma_c$ において6つのパラメータで示される。ロボットAの目標位置ベクトル $S_r$

a、ロボットBの目標位置ベクトル $S_{rb}$ 、ロボットCの目標位置ベクトル $S_{rc}$ についても、それぞれのロボットのロボット座標系 $\Sigma a$ 、 $\Sigma b$ 、 $\Sigma c$ において6つのパラメータで示される。

[0046] 次に、既に求めてあり、変換行列記憶部27ACに記憶されている変換行列 $T_{CA}$ を用いて、ロボットAの現在位置ベクトル $S_{na}$ および目標位置ベクトル $S_{ra}$ を変換する。変換行列 $T_{CA}$ によって、ロボットAのロボット座標系 $\Sigma a$ を、ワーク座標系 $\Sigma w$ にまで変換することができる。これにより、ロボットAの現在位置ベクトル $S_{na}$ および目標位置ベクトル $S_{ra}$ は、それぞれ、ワーク座標系 $\Sigma w$ での変換現在位置ベクトル $S_{wna}$ および変換目標位置ベクトル $S_{wra}$ に変換される。同様に、変換行列記憶部27BCに記憶されている変換行列 $T_{CB}$ を用いて、ロボットBの現在位置ベクトル $S_{nb}$ および目標位置ベクトル $S_{rb}$ を変換する。変換行列 $T_{CB}$ によって、ロボットBのロボット座標系 $\Sigma b$ を、ワーク座標系 $\Sigma w$ にまで変換することができる。これにより、ロボットBの現在位置ベクトル $S_{nb}$ および目標位置ベクトル $S_{rb}$ は、それぞれ、ワーク座標系 $\Sigma w$ での変換現在位置ベクトル $S_{wnb}$ および変換目標位置ベクトル $S_{wrb}$ に変換される。なお、ロボットCのロボット座標系 $\Sigma c$ とワーク座標系 $\Sigma w$ とはすでにロボットCのTCPにおいて関連付けられているため、変換は不要である。この変換現在位置ベクトルと変換目標位置ベクトルを算出する工程をSTEP2とする。

[0047] 次に、変換現在位置ベクトル $S_{wna}$ から変換目標位置ベクトル $S_{wra}$ へ指定した速度でロボットAのTCPを動作させるための補間分割数 $N$ を算出する。補間分割数 $N$ を算出する工程をSTEP3とする。

[0048] 通常、ロボットは、固定の補間時間 $T_s$ 毎に各軸の角度を制御しており（以下、補間制御とする）、この補間制御を繰り返すことで、指定された動作を完了するものである。補間制御により、ロボットは動作の軌跡に沿うように制御される。そのため、指定された速度で動作するためには、何回の補間制御を繰り返すことで、現在位置ベクトル $S_{na}$ 、 $S_{nb}$ 、 $S_{nc}$ から目標位置ベクトル $S_{ra}$ 、 $S_{rb}$ 、 $S_{rc}$ までのTCPの動作を完了できるかを

算出する必要がある。本実施の形態では、マスタロボットであるロボットAのTCPが現在位置ベクトル $S_{na}$ から目標位置ベクトル $S_{ra}$ まで直線で動作する動きを基準として補間制御の回数を算出する。補間分割数 $N$ は次の計算式で求めることができる。

$$[0049] \quad N = (S_{ra} - S_{na}) \div \text{動作速度} \div T_s$$

なお、基準となるロボットは、マスタロボットであるロボットAではなく、スレーブロボットであるロボットBであっても構わない。その場合は、 $S_{na}$ および $S_{ra}$ を、 $S_{nb}$ および $S_{rb}$ に置き換えるだけでよい。スレーブロボットであるロボットCについても、ロボットBと同様である。

[0050] 補間分割数 $N$ が求まった後は、補間制御の繰り返し処理となる。補間制御の繰り返し処理をSTEP4とする。すなわち、補間制御を $N$ 回繰り返すことで、ロボットA~CのTCPそれぞれについて、現在位置ベクトルから目標位置ベクトルまでの移動が行われ、目標位置命令が完了される。

[0051] 以上のように、制御装置16Aは、1つの目標位置命令を完了すると、次命令の有無を判断し、次命令がある場合は、次命令を読み出して実行する。次命令が目標位置命令であれば、STEP1~4を再度実行する。そして、次命令がなくなると、動作プログラムが完了される。

[0052] ここで、STEP4の補間制御について、図7を用いて詳細に説明する。

[0053] 補間制御の繰り返しをするには、1回の補間制御について、図7に示すように、軌跡制御の元となるワーク座標系 $\Sigma_w$ での変換目標位置ベクトルを算出する。ロボットAおよびロボットBに関しては、ワーク座標系 $\Sigma_w$ での軌跡を算出するため、ワーク座標系 $\Sigma_w$ での変換現在位置ベクトル $S_{na}$ 、 $S_{nb}$ と変換目標位置ベクトル $S_{ra}$ 、 $S_{rb}$ を用いた計算を行う。ロボットAにおいて、補間制御繰り返しのうちの $j$ 回目の補間制御の変換軌跡目標位置ベクトル $S_{wa_j}$ は次のように求めることができる。

$$[0054] \quad S_{wa_j} = S_{ra} - (S_{ra} - S_{na}) \times (N - j) \div N \quad (\text{式 } 1)$$

同様に、ロボットBにおいて、j回目の補間制御の変換軌跡目標位置ベクトル $S_{wbj}$ は次のように求めることができる。

$$[0055] \quad S_{wbj} = S_{wrb} - (S_{wrb} - S_{wnb}) \times (N - j) \div N \quad (\text{式} 2)$$

(式1)と(式2)は、補間開始時のロボットAおよびBの変換現在位置ベクトル $S_{wna}$ および $S_{wnb}$ から、補間制御回数を重ねるごとにロボットAおよびBの変換目標位置ベクトル $S_{wra}$ および $S_{wrb}$ に向かっていくことを示している。そして(式1)と(式2)は、最後のN回目の補間制御を完了すると、ロボットAおよびBのTCPがそれぞれの変換目標位置ベクトル $S_{wra}$ および $S_{wrb}$ に到着することを意味している。

[0056] 一方、ロボットCにおいては、ワーク座標系 $\Sigma_w$ を基準とした動作を行わないため、ロボットCのロボット座標系 $\Sigma_c$ での軌跡目標位置ベクトル $S_{cj}$ を次式で求める。

$$[0057] \quad S_{cj} = S_{rc} - (S_{rc} - S_{nc}) \times (N - j) \div N \quad (\text{式} 3)$$

これは、ロボットCのTCPは、ロボットCのロボット座標系 $\Sigma_c$ において、N回の補間制御を完了するとロボットCの目標位置ベクトル $S_{rc}$ に到着することを意味している。この変換軌跡目標位置ベクトルを算出する工程をSTEP4-1とする。

[0058] ロボットA、Bについて、ワーク座標系 $\Sigma_w$ での変換軌跡目標位置ベクトル $S_{waj}$ 、 $S_{wbj}$ を算出すると、次に、ロボット座標系 $\Sigma_a$ 、 $\Sigma_b$ での軌跡目標位置ベクトル $S_{aj}$ 、 $S_{bj}$ への変換を行う。STEP4-1で算出したロボットAの変換軌跡目標位置ベクトル $S_{waj}$ 、ロボットBの変換軌跡目標位置ベクトル $S_{wbj}$ は、ワーク座標系 $\Sigma_w$ での値である。そして、ワーク座標系 $\Sigma_w$ は、ロボットCのロボット座標系 $\Sigma_c$ を関連付けられている。そのため、変換軌跡目標位置ベクトル $S_{waj}$ 、 $S_{wbj}$ は、変換行列 $T_{cA}$ および変換行列 $T_{cB}$ などから、ロボット座標系 $\Sigma_a$ 、 $\Sigma_b$ での軌跡目標位置ベクトル $S_{aj}$ 、 $S_{bj}$ に変換できる。この軌跡目標位置ベクトルを算出する工程をSTEP4-2とする。

- [0059] ロボット座標系 $\Sigma a$ 、 $\Sigma b$ 、 $\Sigma c$ での軌跡目標位置ベクトル $S a_j$ 、 $S b_j$ 、 $S c_j$ を算出すると、次に、軌跡目標位置ベクトル $S a_j$ 、 $S b_j$ 、 $S c_j$ からマニピュレータ10A、10B、10Cの各軸の角度への変換が行なわれる。この変換は、一般的に用いられる逆運動学を演算することで行われ、この変換工程をSTEP4-3とする。
- [0060] それぞれの軸角度への変換が完了した後、モータ駆動の加減速の調整などが行なわれ、制御装置16AからロボットA~Cへ動作指令が行われる。この動作指令をSTEP4-4とする。
- [0061] ロボットAに関しては、制御装置16Aの演算部20Aで計算されたマニピュレータ10Aの各軸の目標角度がマニピュレータ制御部22Aに指令される。マニピュレータ制御部22Aは、補間時間 $T_s$ で目標角度に到達するようにマニピュレータ10Aのモータの制御を行う。
- [0062] ロボットBには、制御装置16Aの演算部20Aで計算されたマニピュレータ10Bの各軸の目標角度が、スレーブロボット通信部25ABを通じて、制御装置16Bの演算部20Bに送信される。演算部20Bは、受信したマニピュレータ10Bの軸角度をマニピュレータ制御部22Bに指令する。マニピュレータ制御部22Bは、補間時間 $T_s$ で目標角度に到達するようにマニピュレータ10Bのモータの制御を行う。
- [0063] ロボットCに関しても、ロボットBと同様に、マスタロボットであるロボットAの制御装置16Aからの指令に基づき、ロボットCがマニピュレータ10Cのモータの制御を行う。
- [0064] この補間制御をN回繰り返すことで、ロボットA~Cを変換現在位置ベクトル $S w n a$ 、 $S w n b$ 、 $S n c$ から、変換軌跡目標位置ベクトル $S w a_j$ 、 $S w b_j$ 、 $S c_j$ を経由して、変換目標位置ベクトル $S w r a$ 、 $S w r b$ 、 $S r c$ に到達させる。これは、ロボットA、Bについては、現在位置ベクトル $S n a$ 、 $S n b$ から軌跡目標位置ベクトル $S a_j$ 、 $S b_j$ を経由して目標位置ベクトル $S r a$ 、 $S r b$ に到達させていることになる。
- [0065] 以上が、補間制御に関する説明である。次に、本実施の形態の作用につい

て説明する。

[0066] 本実施の形態では、1台のマスタロボット（ロボットA）に2台のスレーブロボット（ロボットB、C）を接続している。そして、マスタロボットであるロボットAの制御装置16Aは、ハンドリングロボットである第1のスレーブロボット（ロボットC）とマスタロボット（ロボットA）との変換行列 $T_{CA}$ だけでなく、第2のスレーブロボット（ロボットB）と第1のスレーブロボット（ロボットC）との変換行列 $T_{CB}$ も記憶している。また、3台のロボットA～Cのマニピュレータ10A、10B、10Cの各軸の目標角度を記憶した動作プログラムが一括して処理されることで、3台のロボットA～Cの同期をスムーズに行なうことができ、高い精度で協調動作を行うことも可能である。

[0067] ここで、スレーブロボット同士の変換行列を、マスタロボットに記憶させる利点について、図8を用いて説明する。図8は、ワークを把持するハンドリングロボットに対して、両サイドから、2台の作業ロボットが溶接作業を行うロボットシステムを示している。このロボットシステムにおいて、1台のマスタロボットが2台のスレーブロボットとの変換行列を生成するためには、1台のマスタロボットは、2台のスレーブロボットそれぞれと、前述のTCP位置合わせが必要となる。しかし、ロボットAとBの配置間隔が大きいといったロボットシステムの構成によっては、マスタロボットである溶接ロボットとスレーブロボットである溶接ロボットとのTCP位置合わせが、不可能な場合がある。なお、スレーブロボットであるハンドリングロボットは、マスタロボットである溶接ロボットおよびスレーブロボットである溶接ロボットの両方とTCP位置合わせが可能な位置に配置されている。

[0068] この場合、ハンドリングロボットをマスタロボットとし、2台の溶接ロボットとの変換行列を生成することは可能である。しかし、マスタロボットは、作業者が最も頻繁に使用するロボットが好ましく、具体的作業を伴う溶接ロボットは、作業条件の変更などを行なう頻度が多い。従って、マスタロボットは、溶接ロボットであることが望ましい。

[0069] 図8のようにロボットが配置されたロボットシステムであっても、本実施の形態の制御方法を用いると、スレーブロボット同士でTCP位置合わせによって生成された変換行列をマスタロボットが記憶する。そのため、スレーブロボットとTCP位置合わせを直接行うことができないロボットをマスタロボットとして協調動作をさせることが可能となる。

[0070] このように、本実施の形態を用いることで、より自由度の高い協調動作を行うことができ、3台以上のロボットを有するロボットシステムを構築できる。

[0071] なお、上記では、2台の溶接ロボットと1台のハンドリングロボットとが協調動作する例を示した。しかし、溶接ロボットは3台以上でも構わない。その場合は、本実施の形態と同様に、スレーブロボット同士の変換行列の生成を複数回行なうことで、協調動作を実現できる。

[0072] なお、本実施の形態では、現在位置ベクトルから目標位置ベクトルまで単純にワーク座標系 $\Sigma_w$ を直線で動作する例を示した。しかし、現在位置ベクトルから目標位置ベクトルに向かう軌跡は、円弧状など任意の形状も可能である。

[0073] なお、本実施の形態では、具体的作業として溶接作業の例を示した。しかし、溶接だけでなく、塗装や搬送などの作業も可能である。

### 産業上の利用可能性

[0074] 本開示によれば、3台以上のロボットを高い自由度で協調動作させることができ、例えば1台のハンドリングロボットが把持したワークに複数台の溶接ロボットが協調動作をしながら溶接を行うロボットシステムおよびその制御方法として産業上有用である。

### 符号の説明

[0075] A, B, C, D, E ロボット  
10A, 10B, 10C マニピュレータ  
11A, 11B 溶接トーチ  
12A, 12B 溶接ワイヤ送給装置

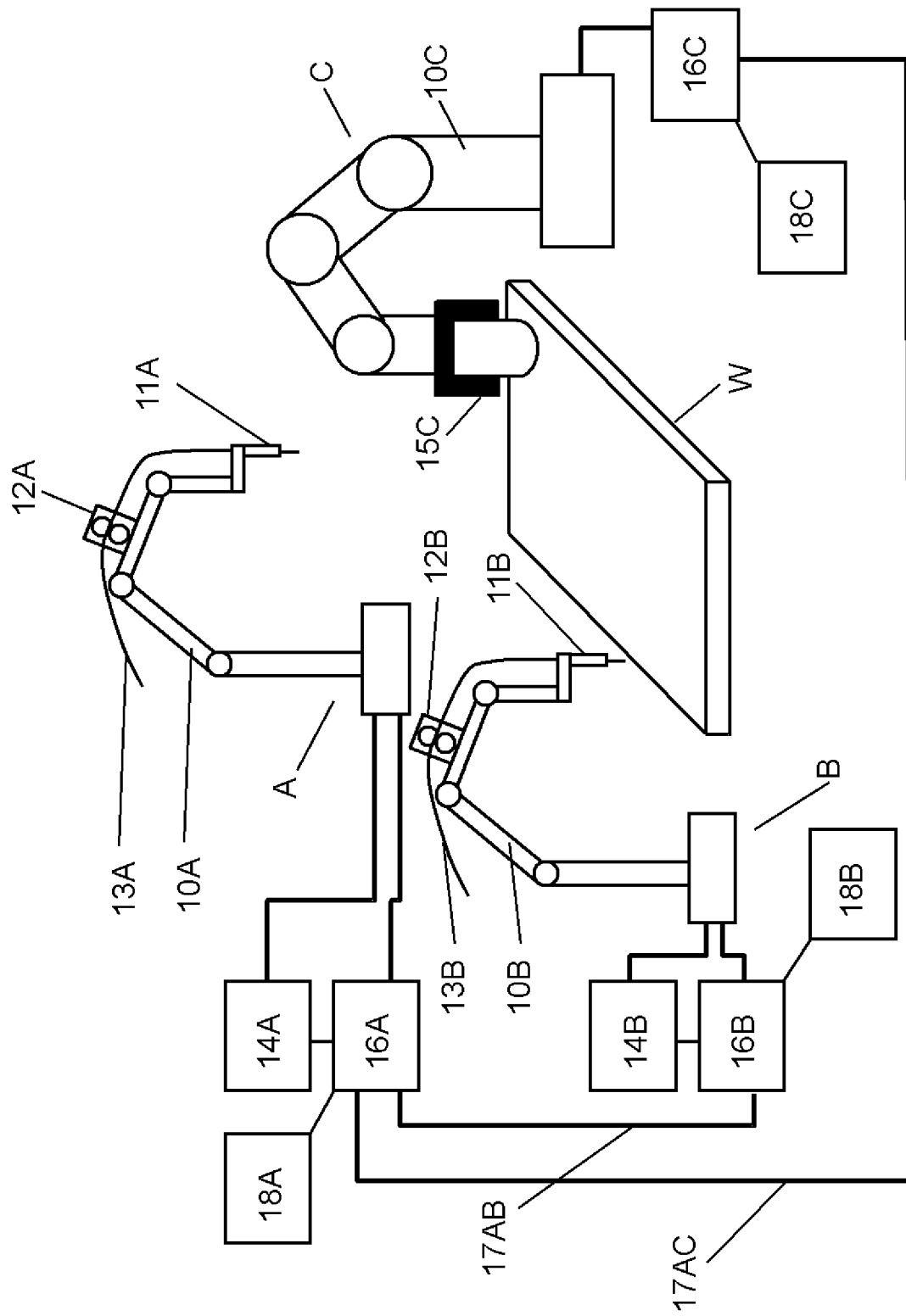
13 A, 13 B 溶接ワイヤ  
14 A, 14 B 溶接機  
15 C, 34 ハンドリング装置  
16 A, 16 B, 16 C 制御装置  
17 AB, 17 AC 光ファイバケーブル  
18 A, 18 B, 18 C ティーチペンダント  
20 A, 20 B, 20 C 演算部  
21 A 教示データ記憶部  
22 A, 22 B, 22 C マニピュレータ制御部  
23 A, 23 B 溶接条件指令部  
24 A, 24 B, 24 C 通信部  
25 AB, 25 AC スレーブロボット通信部  
25 BA, 25 CA マスタロボット通信部  
26 C ハンドリング指令部  
26 AC, 26 BC キャリブレーションポイント記憶部  
27 AC, 27 BC 変換行列記憶部  
Sna, Snb, Snc 現在位置ベクトル  
Swna, Swnb 変換現在位置ベクトル  
Sra, Srb, Src 目標位置ベクトル  
Swra, Swrb 変換目標位置ベクトル  
Swaj, Swbj 変換軌跡目標位置ベクトル  
Saj, Sbj, Scj 軌跡目標位置ベクトル

## 請求の範囲

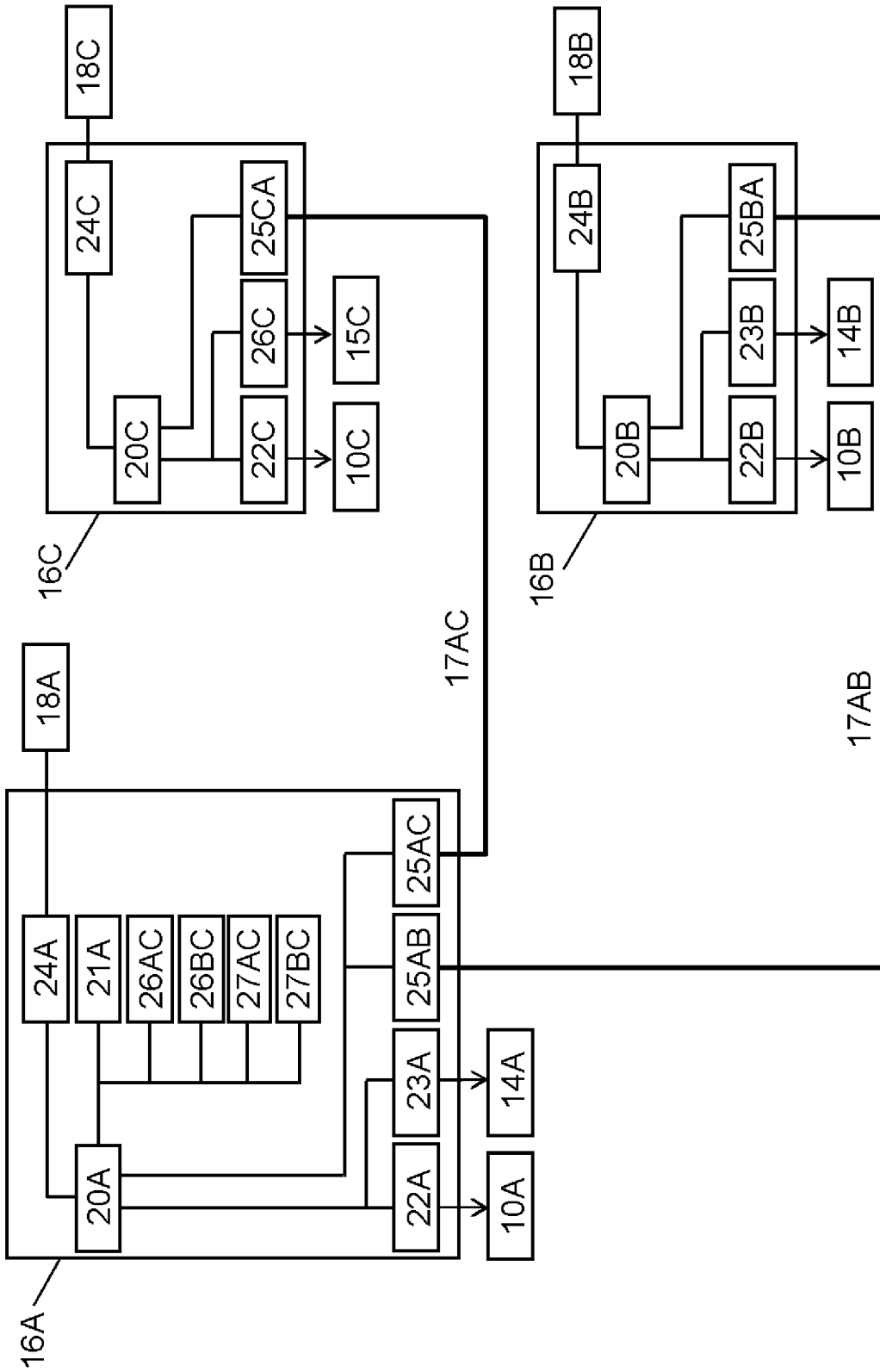
- [請求項1]        マスタロボットと第1のスレーブロボットとの位置関係を表す第1の変換行列を生成し、前記第1の変換行列を前記マスタロボットに記憶する第1のステップと、
- 前記第1のスレーブロボットと第2のスレーブロボットとの位置関係を表す第2の変換行列を生成し、前記第2の変換行列を前記マスタロボットに記憶する第2のステップと、
- 前記マスタロボットは、前記第1の変換行列を用いて求めた第1の指令に基づいて、前記第1のスレーブロボットの動作を指示する第3のステップと、
- 前記マスタロボットは、前記第1の変換行列および前記第2の変換行列を用いて求めた第2の指令に基づいて、前記第2のスレーブロボットの動作を指示する第4のステップと、
- 前記第1のスレーブロボットおよび前記第2のスレーブロボットは、前記マスタロボットと協調して動作する第5のステップと、を備えたロボットシステムの制御方法。
- [請求項2]        前記第1のステップでは、前記マスタロボットのTCPと前記第1のスレーブロボットのTCPとを、3箇所の異なる位置において一致させることで前記第1の変換行列を生成する請求項1に記載のロボットシステムの制御方法。
- [請求項3]        前記第2のステップでは、前記第1のスレーブロボットのTCPと前記第2のスレーブロボットのTCPとを、3箇所の異なる位置において一致させることで前記第1の変換行列を生成する請求項1または2に記載のロボットシステムの制御方法。
- [請求項4]        前記マスタロボットと前記第2のスレーブロボットとは、前記マスタロボットのTPCと前記第1のスレーブロボットのTCPとを一致させることができないように離れて配置されている請求項3に記載のロボットシステムの制御方法。

- [請求項5] 前記第5のステップでは、前記マスタロボットと前記第1のスレーブロボットと前記第2のスレーブロボットとは、軌跡に沿うように制御される補間制御を繰り返すように動作する請求項1～4のいずれかに記載のロボットシステムの制御方法。
- [請求項6] 前記マスタロボットおよび前記第2のスレーブロボットは溶接作業を行い、前記第1のスレーブロボットはワークを保持する請求項1～5のいずれかに記載のロボットシステムの制御方法。
- [請求項7] 第1の記憶部と、第2の記憶部と、第1の演算部とを有するマスタロボットと、  
前記マスタロボットに接続された第1のスレーブロボットと、  
前記マスタロボットに接続された第2のスレーブロボットとを備え、  
前記第1の記憶部は、前記マスタロボットと前記第1のスレーブロボットとの位置関係を表す第1の変換行列を記憶し、  
前記第2の記憶部は、前記第1のスレーブロボットと前記第2のスレーブロボットとの位置関係を表す第2の変換行列を記憶し、  
前記第1の演算部は、前記第1の変換行列を用いて第1の指令を求め、前記第1のスレーブロボットの動作を指示し、  
前記第1の演算部は、前記第1の変換行列および前記第2の変換行列を用いて第2の指令を求め、前記第2のスレーブロボットの動作を指示し、  
前記第1のスレーブロボットおよび前記第2のスレーブロボットは、前記マスタロボットと協調して動作するロボットシステム。

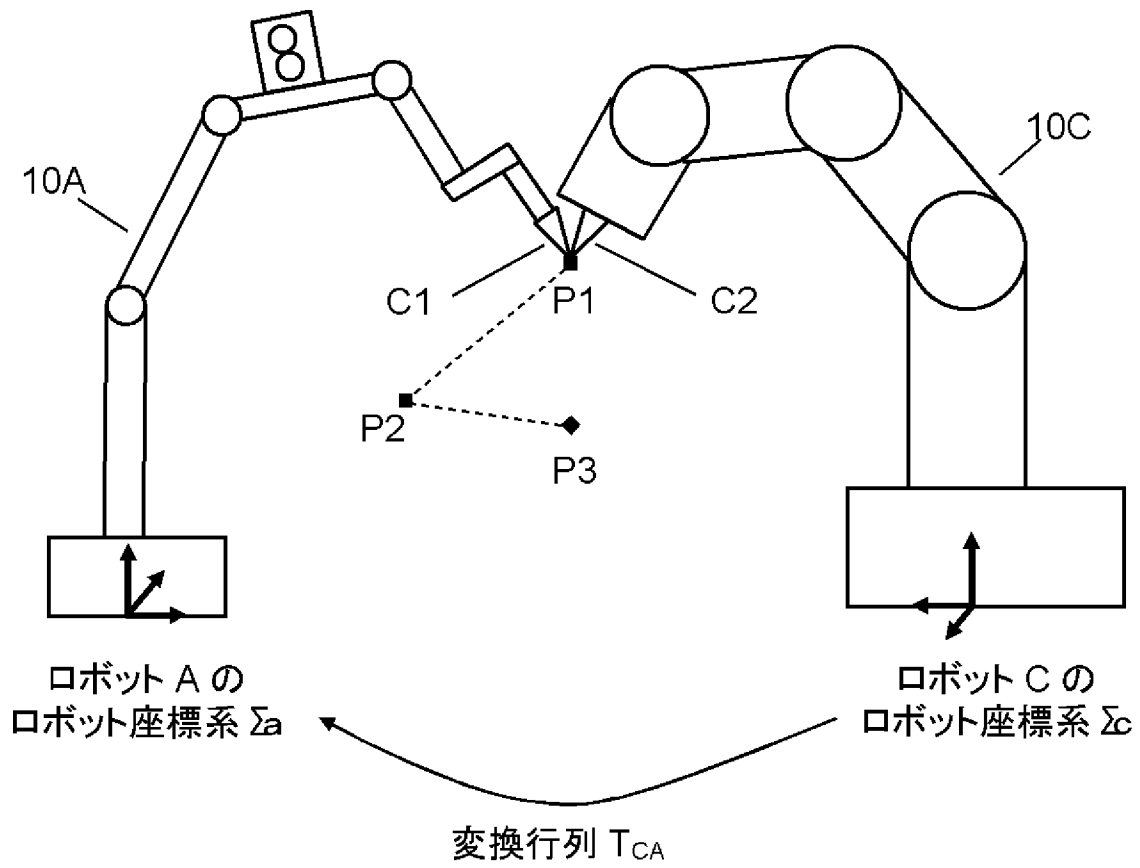
[図1]



[図2]

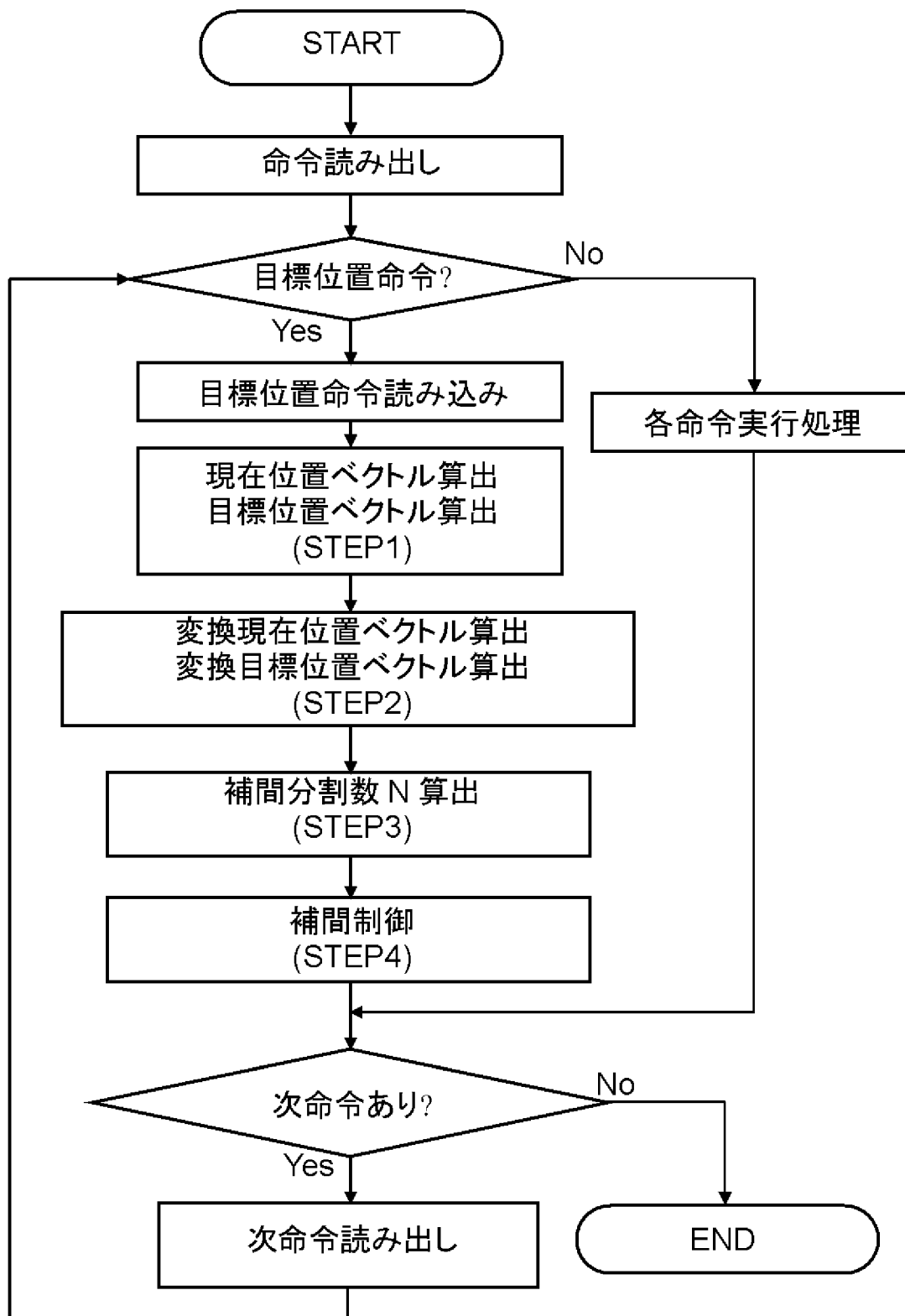


[図3]

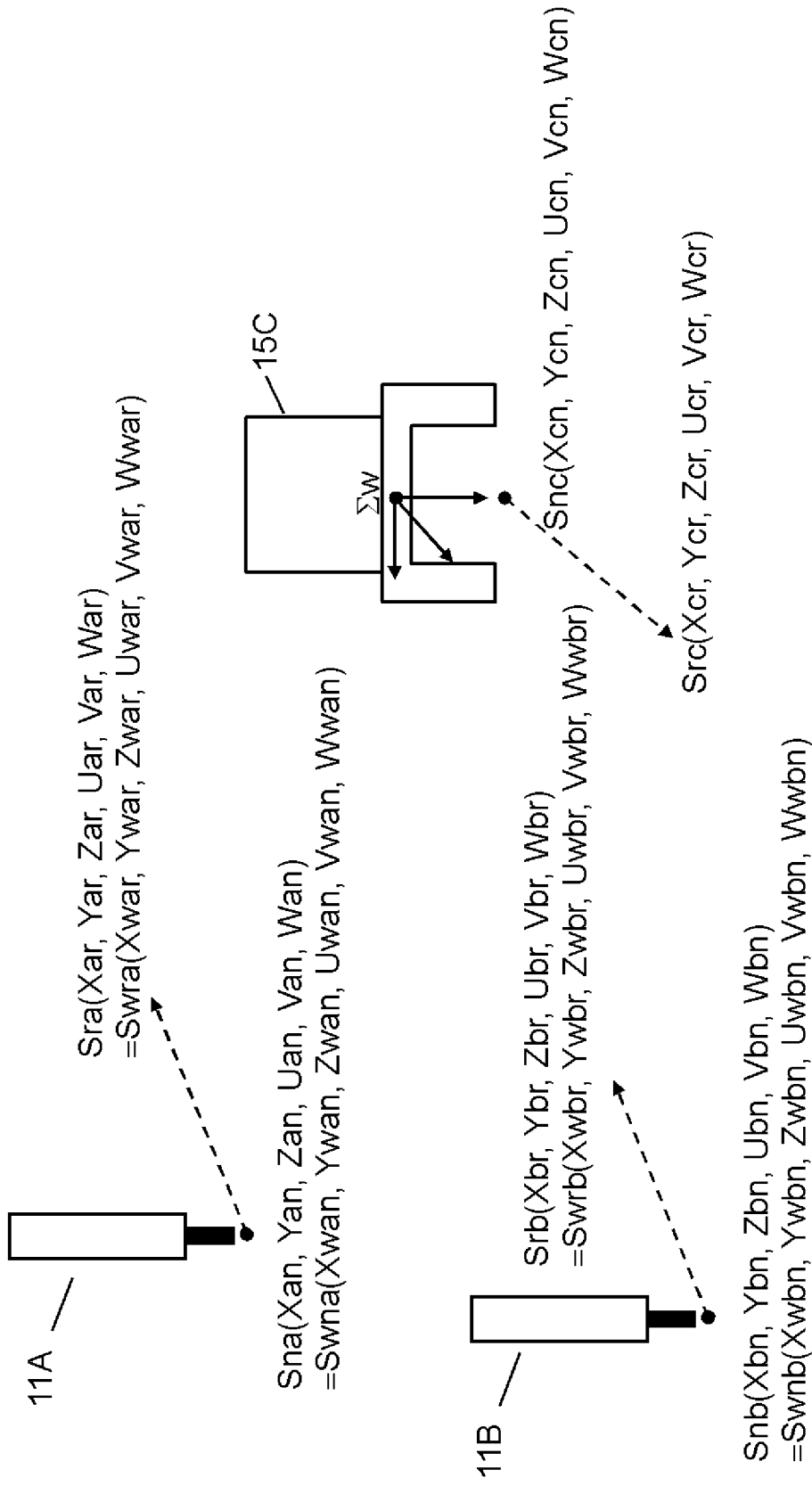




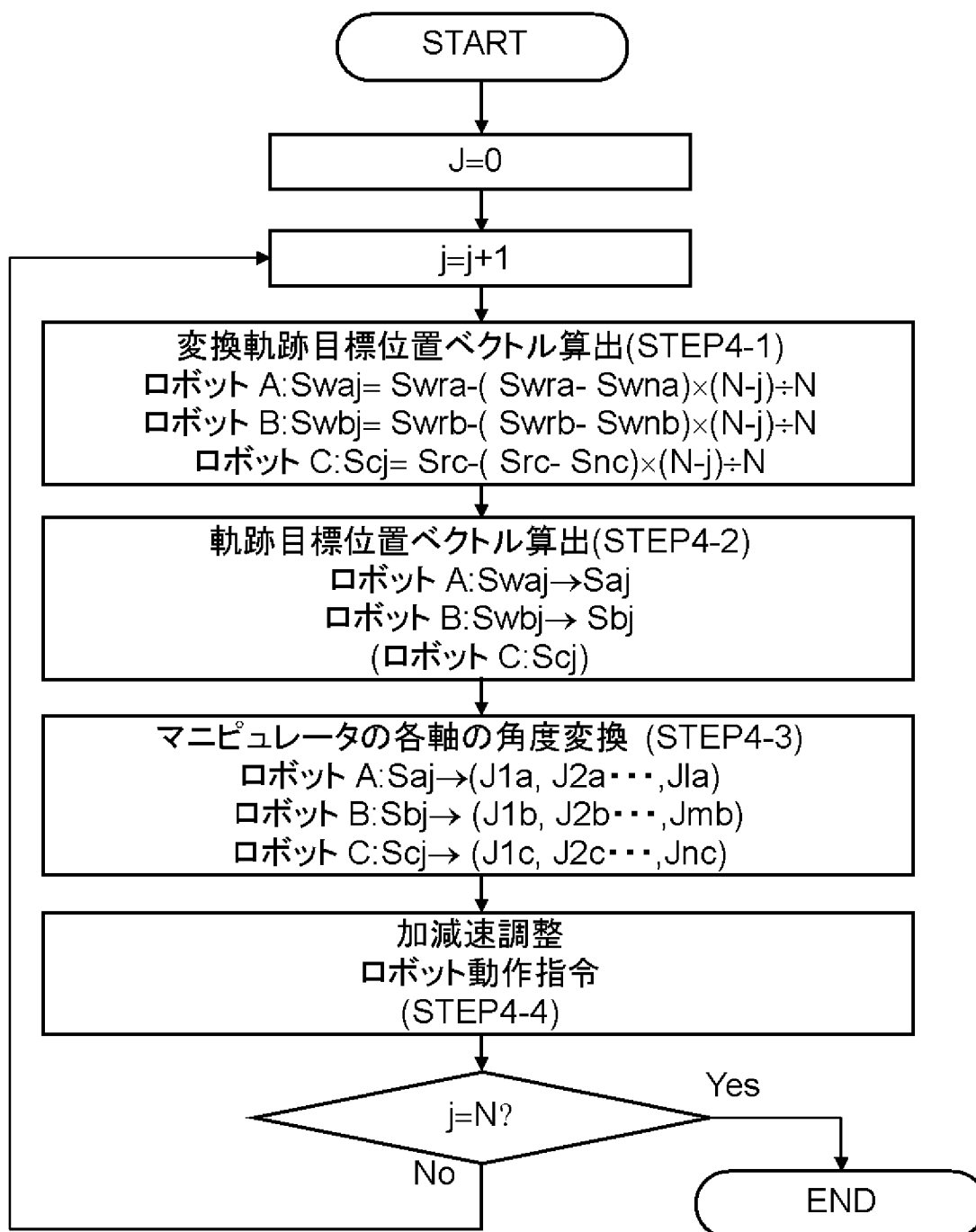
[図5]



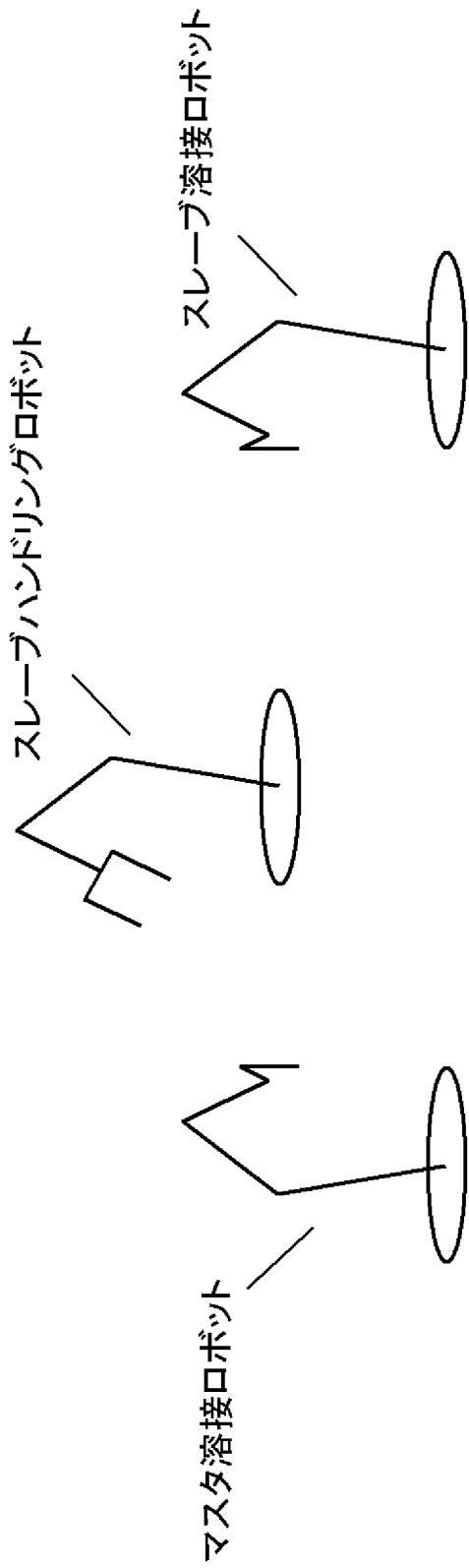
[図6]



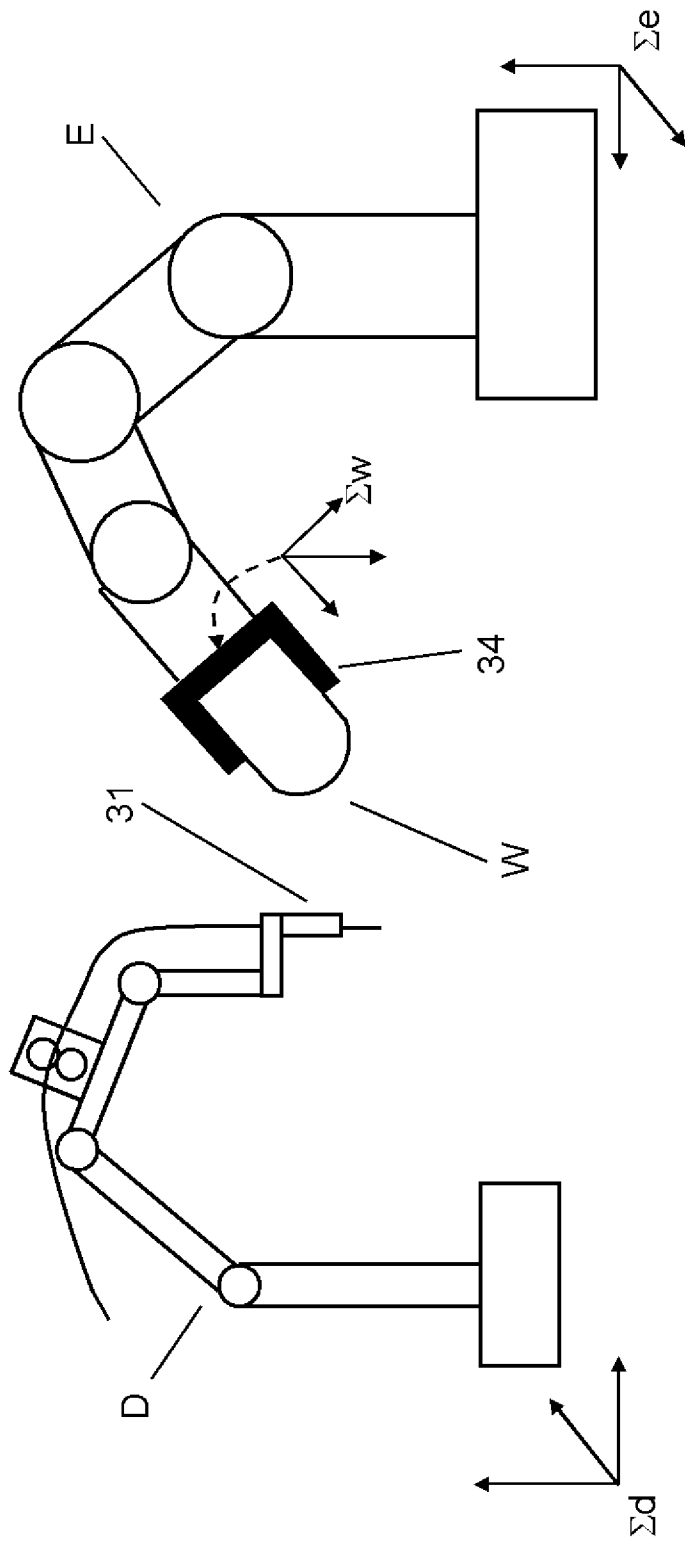
[図7]



[図8]



[図9]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2014/001499

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
B25J13/00(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
B25J13/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 2005-173849 A (Yaskawa Electric Corp.), 30 June 2005 (30.06.2005), paragraphs [0010] to [0015]; fig. 1, 3 (Family: none)	1-7
A	JP 2005-262369 A (Yaskawa Electric Corp.), 29 September 2050 (29.09.2050), paragraphs [0013] to [0022]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-7
A	JP 2001-150372 A (Fanuc Ltd.), 05 June 2001 (05.06.2001), paragraphs [0010] to [0016], [0036] to [0039] & US 6330493 B1 & EP 1090722 A2 & DE 60035651 D	1-3, 7

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

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 27 March, 2014 (27.03.14)	Date of mailing of the international search report 08 April, 2014 (08.04.14)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/001499

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-145462 A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 20 May 2003 (20.05.2003), paragraphs [0055], [0056]; fig. 7 & US 2005/0055132 A1 & EP 1468791 A1 & WO 2003/039817 A1	2, 3, 7
A	JP 2005-246543 A (Yaskawa Electric Corp.), 15 September 2005 (15.09.2005), paragraphs [0017] to [0020]; fig. 1, 2, 7 (Family: none)	1, 7
A	JP 2009-148890 A (FANUC Robotics America, Inc.), 09 July 2009 (09.07.2009), fig. 1 & US 2006/0287769 A1 & DE 102006021065 A & CA 2545908 A1	1, 7
A	WO 2004/048049 A1 (Yaskawa Electric Corp.), 10 June 2004 (10.06.2004), fig. 1, 2 (Family: none)	1, 7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. B25J13/00(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. B25J13/00		
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 1971-2014年 日本国実用新案登録公報 1996-2014年 日本国登録実用新案公報 1994-2014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	JP 2005-173849 A（株式会社安川電機）2005.06.30, 段落【0010】-【0015】、【図1】【図3】（ファミリーなし）	1-7
A	JP 2005-262369 A（株式会社安川電機）2005.09.29, 段落【0013】-【0022】、【図1】-【図4】（ファミリーなし）	1-7
A	JP 2001-150372 A（ファナック株式会社）2001.06.05, 段落【0010】-【0016】【0036】-【0039】 & US 6330493 B1 & EP 1090722 A2 & DE 60035651 D	1-3, 7
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	27.03.2014	国際調査報告の発送日
		08.04.2014
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 前崎 渉 電話番号 03-3581-1101 内線 3324	3U 3820

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2003-145462 A (川崎重工業株式会社) 2003.05.20, 段落【0055】【0056】, 【図7】 & US 2005/0055132 A1 & EP 1468791 A1 & WO 2003/039817 A1	2, 3, 7
A	JP 2005-246543 A (株式会社安川電機) 2005.09.15, 段落【0017】 - 【0020】, 【図1】【図2】【図7】 (ファミリーなし)	1, 7
A	JP 2009-148890 A (ファナック ロボティクス アメリカ, インコーポレイティド) 2009.07.09, 【図1】 & US 2006/0287769 A1 & DE 102006021065 A & CA 2545908 A1	1, 7
A	WO 2004/048049 A1 (株式会社安川電機) 2004.06.10, 【図1】【図2】 (ファミリーなし)	1, 7