

(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
2018年3月29日(29.03.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/055745 A1

(51) 国際特許分類:

B25J 13/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2016/078075

(22) 国際出願日:

2016年9月23日(23.09.2016)

(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: ヤマハ発動機株式会社 (YAMAHA HATSUDOKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4388501 静岡県磐田市新貝2500番地 Shizuoka (JP).

(72) 発明者: 藤田 貴吉 (FUJITA, Takayoshi); 〒4388501 静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機株式会社内 Shizuoka (JP). 村松 啓

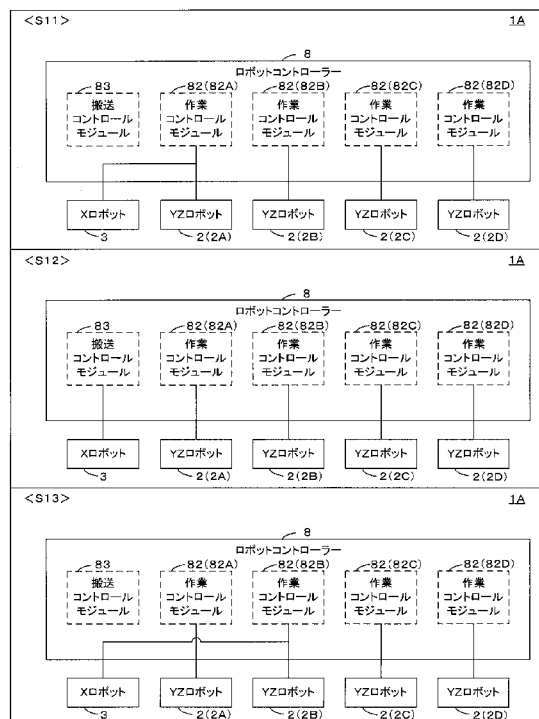
且(MURAMATSU, Hirokatsu); 〒4388501 静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機株式会社内 Shizuoka (JP). 齋賀 大賢(SAIGA, Hiroyoshi); 〒4388501 静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機株式会社内 Shizuoka (JP). 上野 賢治(UENO, Kenji); 〒4388501 静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機株式会社内 Shizuoka (JP).

(74) 代理人: 振角 正一, 外(FURIKADO, Shoichi et al.); 〒5300047 大阪府大阪市北区西天満5丁目1番19号 高木ビル4階 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,

(54) Title: ROBOT SYSTEM, ROBOT CONTROLLER, ROBOT CONTROL METHOD, AND ROBOT PROGRAM

(54) 発明の名称: ロボットシステム、ロボットコントローラー、ロボットコントロール方法、ロボットプログラム



2 (2A), 2 (2B), 2 (2C), 2 (2D) YZ robot
3 X robot
8 Robot controller
82 (82A), 82 (82B), 82 (82C), 82 (82D) Work control module
83 Conveyance control module

(57) Abstract: The present invention allows simple switching between a mode in which one robot performs work independently of other robots and a mode in which the one robot and the other robots perform work in a coordinated manner. The present invention is equipped with first-type robots (2), first-type control units (82) in charge of driving control of the first-type robots, a second-type robot (3), and a second-type control unit (83) in charge of driving control of the sec-



CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

ond-type robot. When the first-type robots (2) and the second-type robot (3) perform work on a same object in a coordinated manner, the driving control of the second-type robot (3) is transferred from the second-type control unit (83) to the first-type control units (82), and the first-type control units (82) take charge of the driving control of the first-type robots (2) and the second-type robot (3).

(57) 要約: 一のロボットが他のロボットから独立して作業を実行する態様と、一のロボットと他のロボットとが協調して作業を実行する態様とを簡便に切り換え可能とする。第1種ロボット(2)と、第1種ロボットの駆動制御を担当する第1種コントロール部(82)と、第2種ロボット(3)と、第2種ロボットの駆動制御を担当する第2種コントロール部(83)とを備え、第1種ロボット(2)と第2種ロボット(3)とが同一の対象物に協働して作業を行う場合には、第2種ロボット(3)の駆動制御の担当が第2種コントロール部(83)から第1種コントロール部(82)に移行し、第1種コントロール部(82)が第1種ロボット(2)および第2種ロボット(3)の駆動制御を担当する。

明 細 書

発明の名称：

ロボットシステム、ロボットコントローラー、ロボットコントロール方法、ロボットプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、同一の対象物に協働して作業を実行する複数のロボットの駆動を制御する技術に関する。

背景技術

[0002] 従来、製品の組立現場等では、モーターを内蔵するロボットが一般に用いられている。また、特許文献1の図2では、ロボットが内蔵するモーターを複数同時に制御する技術が記載されている。具体的には、複数のモーターのそれぞれに対応してコントローラーを設けて、各コントローラーを通信ケーブルで連結することで、多軸同時制御を可能としている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平9－174345号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、複数のロボットが設けられた環境では、多様な内容の作業に対応するために、一のロボットに独立して作業を実行させる態様と、一のロボットと他のロボットとに協調して作業を実行させる態様とを簡便に切り換えられることが好適となる。そこで、特許文献1の技術を応用することが考えられる。つまり、これらのロボットのそれぞれに対応してコントロール部を設け、各コントロール部を通信ケーブルで接続する。そして、前者のモードでは、コントロール部が対応する一のロボットを制御することで、一のロボットに他のロボットから独立して作業を実行させる。一方、後者のモードで

は、各コントロール部が通信ケーブルを介した通信に基づきそれぞれのロボットの制御タイミングを調整することで、一のロボットと他のロボットとに協調して作業を実行させる。

[0005] しかしながら、実際のところ求められる精度や速度で、各コントロール部が相互間の通信に基づきロボットの制御タイミングを的確に調整して、一のロボットと他のロボットとの作業を協調させることは必ずしも容易ではない。したがって、特許文献1の技術を応用することは必ずしも適当ではなかった。

[0006] 本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、一のロボットが他のロボットから独立して作業を実行する態様と、一のロボットと他のロボットとが協調して作業を実行する態様とを簡便に切り換え可能とする技術の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明に係るロボットシステムは、第1種ロボットと、第1種ロボットの駆動制御を担当する第1種コントロール部と、第2種ロボットと、第2種ロボットの駆動制御を担当する第2種コントロール部とを備え、第1種ロボットと第2種ロボットとが同一の対象物に協働して作業を行う場合には、第2種ロボットの駆動制御の担当が第2種コントロール部から第1種コントロール部に移行し、第1種コントロール部が第1種ロボットおよび第2種ロボットの駆動制御を担当する。

[0008] 本発明に係るロボットコントローラーは、第1種ロボットの駆動制御を担当する第1種コントロール部と、第2種ロボットの駆動制御を担当する第2種コントロール部とを備え、第1種ロボットと第2種ロボットとが同一の対象物に協働して作業を行う場合には、第2種ロボットの駆動制御の担当が第2種コントロール部から第1種コントロール部に移行し、第1種コントロール部が第1種ロボットおよび第2種ロボットの駆動制御を担当する。

[0009] 本発明に係るロボットコントロール方法は、第1種コントロール部が第1種ロボットの駆動制御を担当しつつ、第2種コントロール部が第2種ロボッ

トの駆動制御を担当する工程と、第2種ロボットの駆動制御の担当を第2コントロール部から第1種コントロール部へ移行し、第1種コントロール部が第1種ロボットおよび第2種ロボットの駆動制御を担当することで、第1種ロボットと第2種ロボットとに同一の対象物への作業を協働して行わせる工程とを備える。

[0010] 本発明に係るロボットプログラムは、第1種コントロール部が第1種ロボットの駆動制御を担当しつつ、第2種コントロール部が第2種ロボットの駆動制御を担当する工程と、第2種ロボットの駆動制御の担当を第2コントロール部から第1種コントロール部へ移行し、第1種コントロール部が第1種ロボットおよび第2種ロボットの駆動制御を担当することで、第1種ロボットと第2種ロボットとに同一の対象物への作業を協働して行わせる工程とをコンピューターに実行させる。

[0011] このように構成された本発明（ロボットシステム、ロボットコントローラ、ロボットコントロール方法、ロボットプログラム）では、第1種コントロール部が第1種ロボットの駆動制御を担当しつつ、第2種コントロール部が第2種ロボットの駆動制御を担当する。したがって、第1種コントロール部が第1種ロボットの駆動制御を実行することで、第1種ロボットに第2種ロボットから独立して作業を実行させることができる。あるいは、第2種コントロール部が第2種ロボットの駆動制御を実行することで、第2種ロボットに第1種ロボットから独立して作業を実行させることができる。また、第2種ロボットの駆動制御の担当を第2コントロール部から第1種コントロール部へ移行し、第1種コントロール部が第1種ロボットおよび第2種ロボットの駆動制御を担当することで、第1種ロボットと第2種ロボットとに同一の対象物への作業を協働して行わせることができる。つまり、第2種ロボットの駆動制御の担当を第2コントロール部から第1コントロール部へ切り換えることで、第1種ロボットと第2種ロボットとに協働して作業を実行させることができる。こうして、一のロボットが他のロボットから独立して作業を実行する態様と、一のロボットと他のロボットとが協調して作業を実行す

る態様とを簡便に切り換え可能となっている。

[0012] また、第1種ロボットと第2種ロボットとが協働して実行する作業が完了すると、第2種ロボットの駆動制御の担当が第1種コントロール部から第2種コントロール部に移行するように、ロボットシステムを構成しても良い。これによって、第1種ロボットと第2種ロボットとが協働して実行する作業が完了すると、第2種コントロール部が第2種ロボットの制御を担当して、第2種ロボットに第1種ロボットから独立して作業を実行させることができる。

[0013] また、第2種ロボットは、複数の第1種ロボットの間で対象物を搬送し、各第1種ロボットは、第2種ロボットが搬送してきた対象物に、第2種ロボットと協働して作業を実行し、第2種コントロール部は、異なる第1種ロボットの間で対象物を搬送する第2種ロボットの駆動制御を担当する一方、第2種ロボットが複数の第1種ロボットのうち対象物の搬送先である第1種ロボットと協働して作業を実行する場合には、搬送先である第1種ロボットの駆動制御を担当する第1種コントロール部に、第2種ロボットの駆動制御の担当が移行するように、ロボットシステムを構成しても良い。

[0014] かかる構成では、第2種ロボットが複数の第1種ロボットの間で対象物を搬送し、各第1種ロボットは第2種ロボットが搬送してきた対象物に作業を実行する。こうして、複数の第1種ロボットを用いた流れ作業によって、対象物に効率的に作業を実行できる。また、各第1種ロボットは、第2種ロボットが搬送してきた対象物に第2種ロボットと協働して作業を実行する。このように第1種ロボットと第2種ロボットとを協働させることで、作業の実行にあたり第2種ロボットの自由度を有効活用できる。

[0015] また、第2種ロボットは、互いに直交する第1方向、第2方向および第3方向のうち第1方向へ自由度を持って対象物を第1方向に搬送するとともに、第2方向および第3方向へ自由度を持たず、第1種ロボットは、対象物に作業を行うエンドエフェクターを有し、第2方向および第3方向へ自由度を持つとともに第1方向へ自由度を持たず、第1種コントロール部は、第1種

ロボットと第2種ロボットとが協働して行う作業において、対象物に対してエンドエフェクターを第1方向へ相対移動させる作業を第2種ロボットに実行させ、対象物に対してエンドエフェクターを第2方向および第3方向へ相対移動させる作業を第1種ロボットに実行させるように、ロボットシステムを構成しても良い。

[0016] かかる構成では、第1種ロボットのエンドエフェクターを対象物に対して相対移動させるにあたり、その搬送方向である第1方向に自由度を持つ第2種ロボットが第1方向への相対移動を分担し、第2方向および第3方向に自由度を持つ第1種ロボットが第2方向および第3方向への相対移動を分担する。こうして、第1種ロボットと第2種ロボットとで役割を分担しつつこれらに協働して作業を実行させることで、第1種ロボットおよび第2種ロボットそれぞれが持つ自由度（換言すれば軸数）を最小限に抑えることができ、構成の簡素化を図ることができる。

[0017] また、第2種ロボットは、互いに直交する第1方向、第2方向および第3方向のうち第1方向および第2方向へ自由度を持って対象物を第1方向および第2方向へ搬送するとともに、第3方向へ自由度を持たず、第1種ロボットは、対象物に作業を行うエンドエフェクターを有し、第3方向へ自由度を持つとともに第1方向および第2方向へ自由度を持たず、第1種コントロール部は、第1種ロボットと第2種ロボットとが協働して行う作業において、エンドエフェクターに対して対象物を第1方向および第2方向へ相対移動させる作業を第2種ロボットに実行させ、対象物に対してエンドエフェクターを第3方向へ相対移動させる作業を第1種ロボットに実行させるように、ロボットシステムを構成しても良い。

[0018] かかる構成では、第1種ロボットのエンドエフェクターを対象物に対して相対移動させるにあたり、その搬送方向である第1方向および第2方向に自由度を持つ第2種ロボットが第1方向および第2方向への相対移動を分担し、第3方向に自由度を持つ第1種ロボットが第3方向への相対移動を分担する。こうして、第1種ロボットと第2種ロボットとで役割を分担しつつこれ

らに協働して作業を実行させることで、第1種ロボットおよび第2種ロボットそれぞれが持つ自由度（換言すれば軸数）を最小限に抑えることができ、構成の簡素化を図ることができる。

[0019] また、第2種ロボットは、互いに直交する第1方向、第2方向および第3方向のうち第1方向へ自由度を持って対象物を前記第1方向へ搬送し、第1種ロボットは、第1方向、第2方向および第3方向へ自由度を持ち、第1種コントロール部は、第1種ロボットと第2種ロボットとが協働して行う作業において、第1方向へ対象物を搬送させる作業を第2種ロボットに実行させ、対象物に対してエンドエフェクターを第1方向、第2方向および第3方向へ相対移動させる作業を第1種ロボットに実行させるように、ロボットシステムを構成しても良い。

[0020] かかる構成では、第1種ロボットと第2種ロボットとが協働して行う作業において、第1方向へ対象物を搬送させる作業を第2種ロボットに実行させ、対象物に対してエンドエフェクターを第1方向、第2方向および第3方向へ相対移動させる作業を第1種ロボットに実行させる。したがって、対象物への作業中においても対象物が第1方向へ継続して搬送されるため、対象物の搬送を速やかに行って、タクトタイムの短縮化を図るのに有利となる。

[0021] また、第3種ロボットと、第3種ロボットの駆動制御を担当する第3種コントロール部とをさらに備え、第1種ロボット、第2種ロボットおよび第3種ロボットが協働して作業を行う場合には、第3種ロボットの駆動制御の担当が第3種コントロール部から第1種コントロール部に移行し、第1種コントロール部が第1種ロボット、第2種ロボットおよび第3種ロボットの駆動制御を担当するように、ロボットシステムを構成しても良い。このように第3種ロボットをさらに備える場合には、第3種ロボットの駆動制御の担当を第3コントロール部から第1コントロール部へ切り換えることで、第1種ロボット、第2種ロボットおよび第3種ロボットに協働して作業を実行させることができる。

発明の効果

[0022] 本発明によれば、一のロボットが他のロボットから独立して作業を実行する態様と、一のロボットと他のロボットとが協調して作業を実行する態様とを簡便に切り換え可能となる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]本発明の第1実施形態に係るロボットシステムの構成を模式的に示す図。

[図2]図1のロボットシステムが備える電氣的構成を示すブロック図。

[図3]本発明の第2実施形態に係るロボットシステムの構成を模式的に示す図。

[図4]図3のロボットシステムが備える電氣的構成を示すブロック図。

[図5]本発明の第3実施形態に係るロボットシステムの構成を模式的に示す図。

[図6]図5のロボットシステムが備える電氣的構成を示すブロック図。

[図7]本発明の第4実施形態に係るロボットシステムの構成を模式的に示す図。

[図8]図7のロボットシステムが備える電氣的構成を示すブロック図。

発明を実施するための形態

[0024] 図1は本発明の第1実施形態に係るロボットシステムの構成を模式的に示す図であり、図2は図1のロボットシステムが備える電氣的構成を示すブロック図である。なお、図1および図2では、ロボットシステム1Aで実行される互いに異なる工程S11、S12、S13が例示されている。また、図1および以下の図面では、XY平面を水平面とし、Z方向を鉛直方向とするXYZ直交座標系を適宜示す。

[0025] このロボットシステム1Aは、互いに同一の構成を具備する4台のYZロボット2を備える。なお、図1および図2では、4台のYZロボット2を区別するために、異なる符号2A～2Dが併記されている。各YZロボット2は、エンドエフェクター21を有し、Y方向とZ方向に自由度を持つ。つまり、YZロボット2は、Y方向およびZ方向にそれぞれ対応して2軸のモー

ターを内蔵し、これらのモーターによってエンドエフェクター 21 を Y 方向および Z 方向それぞれに移動させることができる。なお、エンドエフェクター 21 の具体的な種類は種々想定される。例えば、対象物 W に対して描画を行う場合には、エンドエフェクター 21 は、ペンあるいは塗布用のノズルとなる。また、対象物 W に対して部品の実装を行う場合には、エンドエフェクター 21 は部品を吸着するノズルあるいは部品を把持する把持装置となる。

[0026] さらに、ロボットシステム 1 A は 1 台の X ロボット 3 を備える。この X ロボット 3 は、対象物 W を支持するテーブル 31 を有し、X 方向に自由度を有する。具体的には、ロボットシステム 1 A では、X 方向に平行に設けられたネジを内蔵するリニアガイド 30 が配置され、X ロボット 3 のテーブル 31 に取り付けられたナットがリニアガイド 30 のネジに螺合してボールネジを構成する。そして、X ロボット 3 は内蔵するモーター（例えば中空モーター）でナットを回転させることで、テーブル 31 を伴って一体的に X 方向へ移動する。こうして、X ロボット 3 は対象物 W を支持するテーブル 31 を X 方向に移動させることができる。なお、この X ロボット 3 はリニアガイド 30 に対して着脱自在であり、X ロボット 3 は、X 方向の一端からリニアガイド 30 に入り込んだり、X 方向の他端からリニアガイド 30 から抜け出したりできる。なお、テーブル 31 を X 方向へ移動させるための機構は、上述した機構に限定されるものではなく、ナットおよびネジを用いない例えばリニアモーターを使用しても良い。この場合、リニアモーターの可動子をテーブル 31 に、リニアモーターの固定子をリニアガイド 30 に、それぞれ取り付けても良い。

[0027] 4 台の Y Z ロボット 2 はリニアガイド 30 に隣接して X 方向に沿って並び、X ロボット 3 はテーブル 31 を X 方向へ移動させることで、4 台の Y Z ロボット 2 の間で X 方向に対象物 W を搬送する。そして、各 Y Z ロボット 2 は、搬送されてきた対象物 W に作業を行う。この際、Y Z ロボット 2 と X ロボット 3 とが協働して対象物 W に対する作業を実行する。例えば、対象物 W に円形のマークを描く描画作業を実行する場合、Y Z ロボット 2 はエンドエフ

ェクター 2 1 を Z 方向に下降させて X ロボット 3 のテーブル 3 1 上の対象物 W に接触させる。続いて、 Y Z ロボット 2 がエンドエフェクター 2 1 を Y 方向に単振動させつつ、 X ロボット 3 がエンドエフェクター 2 1 の単振動と逆位相でテーブル 3 1 を X 方向へ単振動させる。これによって、対象物 W に円形のマークが描かれる。この描画作業が完了すると、 Y Z ロボット 2 がエンドエフェクター 2 1 を Z 方向に上昇させるとともに、 X ロボット 3 がテーブル 3 1 を X 方向へ移動させて、対象物 W を別の Y Z ロボット 2 にまで搬送する。そして、この Y Z ロボット 2 が X ロボット 3 と協働して新たな作業を対象物 W に実行する。

[0028] かかるロボットシステム 1 A は、各 Y Z ロボット 2 および X ロボット 3 の駆動を制御するためのロボットコントローラー 8 を備える。そして、ロボットシステム 1 A に実行させる作業を規定したロボットプログラム P をロボットコントローラー 8 が実行することで、例えば上述の作業が対象物 W に実行される。なお、ロボットプログラム P は、ユーザーによって作成されて、ロボットコントローラー 8 に予めロードされる。

[0029] このロボットコントローラー 8 は C P U (Central Processing Unit) やメモリーを搭載したコンピューターである。そして、ロボットコントローラー 8 は搭載されたメモリーに格納されたロボットプログラム P を実行することで、作業コントロールモジュール 8 2 および搬送コントロールモジュール 8 3 を仮想的に構築する。作業コントロールモジュール 8 2 は Y Z ロボット 2 毎に生成され、 4 台の Y Z ロボット 2 に一対一で対応して 4 個の作業コントロールモジュール 8 2 が生成される。そして、各作業コントロールモジュール 8 2 は対応する Y Z ロボット 2 のモーターの駆動制御を担当する。また、搬送コントロールモジュール 8 3 は X ロボット 3 のモーターの駆動制御を担当する。

[0030] なお、図 2 では、 4 個の作業コントロールモジュール 8 2 を区別するために、異なる符号 8 2 A ~ 8 2 D が併記されている。また、図 2 は、各コントロールモジュール 8 2、 8 3 それぞれが結線されたロボット 2、 3 の駆動制

御を担当することを示す。

[0031] このロボットシステム 1 A は、ロボットプログラム P の内容に応じて各種の動作を実行可能である。ここでは、4 台の Y Z ロボット 2 に対して左から順に X ロボット 3 が対象物 W を搬送しつつ、各 Y Z ロボット 2 と X ロボット 3 とが協働して対象物 W に作業を実行する例について説明する。

[0032] ステップ S 1 1 では、Y Z ロボット 2 A に X ロボット 3 が対象物 W を搬送した状態にある。この状態に際しては、作業コントロールモジュール 8 2 A が Y Z ロボット 2 A と X ロボット 3 とのドッキングを要求する。これによって、Y Z ロボット 2 A と X ロボット 3 とが仮想的にドッキングして 1 台の X Y Z ロボットとして機能する。具体的には、ロボットコントローラー 8 は、X ロボット 3 の駆動制御の担当を搬送コントロールモジュール 8 3 から作業コントロールモジュール 8 2 A に移行し、作業コントロールモジュール 8 2 A が Y Z ロボット 2 A の駆動制御と X ロボット 3 の駆動制御とを担当する（図 2 のステップ S 1 1）。そして、作業コントロールモジュール 8 2 A はロボットプログラム P に規定された規定作業を実行するためのモーションを Y Z ロボット 2 A および X ロボット 3 それぞれにつき演算により作成する。そして、作業コントロールモジュール 8 2 A が、Y Z ロボット 2 A のモーションの実行と X ロボット 3 のモーションの実行を同期させる。これによって、Y Z ロボット 2 A および X ロボット 3 が協働して、対象物 W に対して規定作業を実行する。

[0033] Y Z ロボット 2 A および X ロボット 3 がこの規定作業を完了すると、作業コントロールモジュール 8 2 A は、Y Z ロボット 2 A からの X ロボット 3 の離脱を要求する。これによって、X ロボット 3 と Y Z ロボット 2 A とが離脱して、それぞれ独立して作業可能となる。具体的には、図 2 のステップ S 1 2 に示すように、ロボットコントローラー 8 は、X ロボット 3 の駆動制御の担当を作業コントロールモジュール 8 2 A から搬送コントロールモジュール 8 3 に移行し、搬送コントロールモジュール 8 3 が X ロボット 3 の駆動制御を担当する。搬送コントロールモジュール 8 3 はロボットプログラム P に規

定された搬送作業を実行するためのモーションを演算により作成する。そして、搬送コントロールモジュール 83 からの指令を受けて、X ロボット 3 はそのモーションを実行することで、対象物 W を Y Z ロボット 2 A から Y Z ロボット 2 B に移動させる（図 1 のステップ S 12）。このように、搬送コントロールモジュール 83 は、異なる Y Z ロボット 2 の間で対象物 W を搬送する X ロボット 3 の駆動制御を担当する。

[0034] 対象物 W が Y Z ロボット 2 B に移動してくると（図 1 のステップ S 13）、作業コントロールモジュール 82 B が Y Z ロボット 2 B と X ロボット 3 とのドッキングを要求する。これによって、図 2 のステップ S 13 に示すように、X ロボット 3 と Y Z ロボット 2 B とが仮想的にドッキングして 1 台の X Y Z ロボットとして機能する。そして、上述と同様の要領で、Y Z ロボット 2 B と X ロボット 3 とが協働して、対象物 W に対して規定作業を実行する。

[0035] Y Z ロボット 2 B および X ロボット 3 がこの規定作業を完了すると、上述と同様の要領で、X ロボット 3 が対象物 W を X 方向に搬送し、Y Z ロボット 2 C および Y Z ロボット 2 D のそれぞれと、対象物 W に対する規定作業を協働して実行する。これによって、ロボットシステム 1 A での対象物 W に対する全規定作業が完了する。

[0036] 以上に説明した第 1 実施形態では、作業コントロールモジュール 82 が Y Z ロボット 2 の駆動制御を担当しつつ、搬送コントロールモジュール 83 が X ロボット 3 の駆動制御を担当する。したがって、搬送コントロールモジュール 83 が X ロボット 3 の駆動制御を実行することで、Y Z ロボット 2 から独立して X ロボット 3 に対象物 W の搬送作業を実行させることができる。また、X ロボット 3 の駆動制御の担当を搬送コントロールモジュール 83 から作業コントロールモジュール 82 へ移行し、作業コントロールモジュール 82 が Y Z ロボット 2 および X ロボット 3 の駆動制御を担当することができる。具体的には、作業コントロールモジュール 82 は、Y Z ロボット 2 および X ロボット 3 それぞれのモーションの実行を同期させ、Y Z ロボット 2 と X ロボット 3 とに同一の対象物 W への規定作業を協働して行わせることができ

る。このように、Xロボット3の駆動制御の担当を搬送コントロールモジュール83から作業コントロールモジュール82へ切り換えることで、YZロボット2とXロボット3とに協働して規定作業を実行させることができる。こうして、Xロボット3がYZロボット2から独立して作業を実行する態様と、Xロボット3とYZロボット2とが協調して作業を実行する態様とを簡便に切り換え可能となっている。

[0037] 特に、通信ケーブルを介して通信上で各ロボットの同期を取るのではなく、CPUおよびメモリーにより仮想的に構築したコントロールモジュール82、83の間でXロボット3の駆動制御の担当を切り換えることで、YZロボット2およびXロボット3の各モーションを同期させている。したがって、通信上の制約を受けることなく、YZロボット2とXロボット3とを同期させて、YZロボット2とXロボット3との同期を高速かつ高精度に実行することが可能となる。その結果、ロボットプログラムPに規定される各規定作業を速やかに完了して、タクトタイム（すなわち、対象物Wに対する全規定作業の完了に要する時間）を短縮化できる。

[0038] また、YZロボット2とXロボット3とが協働して実行する規定作業が完了すると、Xロボット3の駆動制御の担当が作業コントロールモジュール82から搬送コントロールモジュール83に移行する。これによって、YZロボット2から独立してXロボット3に搬送作業を開始させることができる。

[0039] また、Xロボット3が複数のYZロボット2の間で対象物Wを搬送し、各YZロボット2はXロボット3が搬送してきた対象物Wに規定作業を実行する。こうして、複数のYZロボット2を用いた流れ作業によって、対象物Wに効率的に作業を実行できる。また、各YZロボット2は、Xロボット3が搬送してきた対象物WにXロボット3と協働して作業を実行する。このようにYZロボット2とXロボット3とを協働させることで、規定作業の実行にあたりXロボット3の自由度を有効活用できる。

[0040] つまり、YZロボット2のエンドエフェクター21を対象物Wに対して相対移動させるにあたり、その搬送方向であるX方向に自由度を持つXロボッ

ト3がX方向への相対移動を分担し、Y方向およびZ方向に自由度を持つYZロボット2がY方向およびZ方向への相対移動を分担する。こうして、YZロボット2とXロボット3とで役割を分担しつつこれらに協働して規定作業を実行させることで、YZロボット2およびXロボット3それぞれが持つ自由度（換言すれば軸数）を最小限（2軸+1軸=3軸）に抑えることができ、ロボットシステム1Aの構成の簡素化が図られている。

[0041] 図3は本発明の第2実施形態に係るロボットシステムの構成を模式的に示す図であり、図4は図3のロボットシステムが備える電氣的構成を示すブロック図である。なお、図3および図4では、ロボットシステム1Bで実行される互いに異なる工程S21、S22、S23が例示されている。以下では、上記実施形態との差異点について主に説明することとし、共通点については相当符号を付して適宜説明を省略する。ただし、上記実施形態と共通する構成を備えることで、同様の効果を奏することは言うまでも無い。

[0042] このロボットシステム1Bは、互いに同一の構成を具備する4台のZロボット4を備える。なお、図3および図4では、4台のZロボット4を区別するために、異なる符号4A~4Dが併記されている。各Zロボット4は、エンドエフェクター41を有し、Z方向に自由度を持つ。つまり、Zロボット4はZ方向に対応して1軸のモーターを内蔵し、このモーターによってエンドエフェクター41をZ方向に移動させることができる。

[0043] さらに、ロボットシステム1Bは1台のXYロボット5を備える。このXYロボット5は、対象物Wを支持するテーブル51を有し、X方向およびY方向に自由度を有する。つまり、XYロボット5はX方向およびY方向にそれぞれに対応して2軸のモーターを内蔵し、これらのモーターによってテーブル51をX方向およびY方向それぞれに移動させることができる。より具体的には、XYロボット5は、Y方向に設けられたYガイド5Yと、Yガイド5Yの上でX方向に設けられたXガイド5Xと、Xガイド5Xの上に設けられたテーブル51とを有し、Yガイド5YにY軸モーターが内蔵されるとともに、Xガイド5XにX軸モーターが内蔵されている。そして、Xガイド

５Ｘは、Ｙ軸モーターによる駆動力を受けてＹガイド５Ｙに沿ってＹ方向に移動自在であり、テーブル５１は、Ｘ軸モーターによる駆動力を受けてＸガイド５Ｘに沿ってＸ方向に移動自在である。こうして、Ｙガイド５ＹおよびＸガイド５Ｘが協働して対象物Ｗの搬送を実行する。

[0044] ４台のＺロボット４はＸＹロボット５のテーブル５１の可動範囲内に配置され、ＸＹロボット５はテーブル５１をＸ方向およびＹ方向に移動させることで、４台のＺロボット４の間で対象物Ｗを搬送する。そして、各Ｚロボット４は、搬送されてきた対象物Ｗに作業を行う。この際、Ｚロボット４とＸＹロボット５とが協働して対象物Ｗに対する作業を実行する。例えば、対象物Ｗに円形のマークを描く描画作業を実行する場合、Ｚロボット４はエンドエフェクター４１をＺ方向に下降させてＸＹロボット５のテーブル５１上の対象物Ｗに接触させる。続いて、ＸＹロボット５がテーブル５１に円運動させる。これによって、対象物Ｗに円形のマークが描かれる。この描画作業が完了すると、Ｚロボット４はエンドエフェクター４１をＺ方向に上昇させ、ＸＹロボット５は、テーブル５１をＸ方向あるいはＹ方向へ移動させて、対象物Ｗを別のＺロボット４にまで搬送する。そして、このＺロボット４がＸＹロボット５と協働して新たな作業を対象物Ｗに実行する。

[0045] また、例えば対象物Ｗに電子部品等の部品を実装する場合、あるいは対象物Ｗに塗布材料を塗布する場合、ＸＹロボット５がテーブル５１をＸ方向あるいはＹ方向へ移動させることで、対象物Ｗにおいて部品を実装する箇所、あるいは塗布材料を塗布する箇所をエンドエフェクター４１の下方に位置させる。そして、Ｚロボット４はエンドエフェクター４１をＺ方向に下降させることで、保持している部品を実装位置に実装する、あるいは塗布材料を塗布位置に塗布する。この作業が完了するとＺロボット４はエンドエフェクター４１をＺ方向に上昇させ、ＸＹロボット５はテーブル５１をＸ方向あるいはＹ方向に移動させて、対象物Ｗを別のＺロボット４にまで搬送する。そして、このＺロボット４がＸＹロボット５と協働して新たな作業を対象物Ｗに実行する。

[0046] また、Zロボット4およびXYロボット5の駆動を制御するために、ロボットコントローラー8はロボットプログラムPを実行することで、作業コントロールモジュール84および搬送コントロールモジュール85を仮想的に構築する。作業コントロールモジュール84はZロボット4毎に生成され、4台のZロボット4に一対一で対応して4個の作業コントロールモジュール84が生成される。そして、各作業コントロールモジュール84はZロボット4のモーターの駆動制御を担当する。また、搬送コントロールモジュール85はXYロボット5のモーターの駆動制御を担当する。なお、図4では、4個の作業コントロールモジュール84を区別するために、異なる符号84A～84Dが併記されている。

[0047] このロボットシステム1Bは、ロボットプログラムPの内容に応じて各種の動作を実行可能である。ここでは、4台のZロボット4に対して左上から順に時計回りでXYロボット5が対象物Wを搬送しつつ、各Zロボット4とXYロボット5とが協働して対象物Wに作業を実行する例について説明する。

[0048] ステップS21では、Zロボット4AにXYロボット5が対象物Wを搬送した状態にある。この状態に際しては、作業コントロールモジュール84AがZロボット4AとXYロボット5とのドッキングを要求する。これによって、Zロボット4AとXYロボット5とが仮想的にドッキングして1台のXYZロボットとして機能する。具体的には、ロボットコントローラー8は、XYロボット5の駆動制御の担当を搬送コントロールモジュール85から作業コントロールモジュール84Aに移行し、作業コントロールモジュール84AがZロボット4Aの駆動制御とXYロボット5の駆動制御とを担当する（図4のステップS21）。そして、作業コントロールモジュール84Aは、ロボットプログラムPに規定された規定作業を実行するためのモーションをZロボット4AおよびXYロボット5それぞれにつき演算により作成する。そして、作業コントロールモジュール84Aは、Zロボット4のモーションの実行と、XYロボット5のモーションの実行とを同期させる。これによ

って、Zロボット4 AおよびXYロボット5が協働して、対象物Wに対して規定作業を実行する。

[0049] Zロボット4 AおよびXYロボット5がこの規定作業を完了すると、作業コントロールモジュール8 4 Aは、Zロボット4 AからのXYロボット5の離脱を要求する。これによって、Zロボット4 AとXYロボット5とが離脱して、それぞれ独立して作業可能となる。具体的には、図4のステップS 2 2に示すように、ロボットコントローラー8は、XYロボット5の駆動制御の担当を作業コントロールモジュール8 4 Aから搬送コントロールモジュール8 5に移行し、搬送コントロールモジュール8 5がXYロボット5の駆動制御を担当する。搬送コントロールモジュール8 5はロボットプログラムPに規定された搬送作業を実行するためのモーションを演算により作成する。そして、搬送コントロールモジュール8 5からの指令を受けて、XYロボット5はそのモーションを実行することで、対象物WをZロボット4 AからZロボット4 Bに移動させる（図1のステップS 2 2）。このように、搬送コントロールモジュール8 5は、異なるZロボット4の間で対象物Wを搬送するXYロボット5の駆動制御を担当する。

[0050] 対象物WがZロボット4 Bに移動してくると（図3のステップS 2 3）、作業コントロールモジュール8 4 BがZロボット4 BとXYロボット5とのドッキングを要求する。これによって、図4のステップS 2 3に示すように、XYロボット5とZロボット4 Bとが仮想的にドッキングして1台のXYZロボットとして機能する。そして、上述と同様の要領で、Zロボット4 BとXYロボット5とが協働して、対象物Wに対して規定作業を実行する。

[0051] Zロボット4 BおよびXYロボット5がこの規定作業を完了すると、上述と同様の要領で、XYロボット5が対象物Wを搬送し、Zロボット4 CおよびZロボット4 Dのそれぞれと、対象物Wに対する規定作業を協働して実行する。これによって、ロボットシステム1 Bでの対象物Wに対する全規定作業が完了する。

[0052] 以上に説明した第2実施形態では、XYロボット5の駆動制御の担当を搬

送コントロールモジュール 85 から作業コントロールモジュール 84 へ切り換えることで、Z ロボット 4 と X Y ロボット 5 とに協働して規定作業を実行させることができる。こうして、X Y ロボット 5 が Z ロボット 4 から独立して作業を実行する態様と、X Y ロボット 5 と Z ロボット 4 とが協調して作業を実行する態様とを簡便に切り換え可能となっている。

[0053] また、Z ロボット 4 と X Y ロボット 5 とが協働して実行する規定作業が完了すると、X Y ロボット 5 の駆動制御の担当が作業コントロールモジュール 84 から搬送コントロールモジュール 85 に移行する。これによって、Z ロボット 4 から独立して X Y ロボット 5 に搬送作業を開始させることができる。

[0054] また、X Y ロボット 5 が複数の Z ロボット 4 の間で対象物 W を搬送し、各 Z ロボット 4 は X Y ロボット 5 が搬送してきた対象物 W に規定作業を実行する。こうして、複数の Z ロボット 4 を用いた流れ作業によって、対象物 W に効率的に作業を実行できる。また、各 Z ロボット 4 は、X Y ロボット 5 が搬送してきた対象物 W に X Y ロボット 5 と協働して作業を実行する。このように Z ロボット 4 と X Y ロボット 5 とを協働させることで、規定作業の実行にあたり X Y ロボット 5 の自由度を有効活用できる。

[0055] つまり、Z ロボット 4 のエンドエフェクター 41 を対象物 W に対して相対移動させるにあたり、その搬送方向である X 方向および Y 方向に自由度を持つ X Y ロボット 5 が X 方向および Y 方向への相対移動を分担し、Z 方向に自由度を持つ Z ロボット 4 が Z 方向への相対移動を分担する。こうして、Z ロボット 4 と X Y ロボット 5 とで役割を分担しつつこれらに協働して規定作業を実行させることで、Z ロボット 4 および X Y ロボット 5 それぞれが持つ自由度（換言すれば軸数）を最小限（1 軸 + 2 軸 = 3 軸）に抑えることができ、ロボットシステム 1 B の構成の簡素化が図られている。

[0056] 図 5 は本発明の第 3 実施形態に係るロボットシステムの構成を模式的に示す図であり、図 6 は図 5 のロボットシステムが備える電氣的構成を示すブロック図である。なお、図 5 および図 6 では、ロボットシステム 1 C で実行さ

れる互いに異なる工程 S 3 1、S 3 2、S 3 3 が例示されている。以下では、上記実施形態との差異点について主に説明することとし、共通点については相当符号を付して適宜説明を省略する。ただし、上記実施形態と共通する構成を備えることで、同様の効果を奏することは言うまでも無い。

[0057] このロボットシステム 1 C は、互いに同一の構成を具備する 4 台のスカラロボット 6 を備える。なお、図 5 および図 6 では、4 台のスカラロボット 6 を区別するために、異なる符号 6 A ~ 6 D が併記されている。各スカラロボット 6 は、エンドエフェクター 6 1 を有し、X 方向、Y 方向および Z 方向に自由度を持つ。具体的には、スカラロボット 6 は、Z 方向に延設された基軸 6 2 と、基軸 6 2 の上端に取り付けられた回転関節 6 3 と、回転関節 6 3 から水平方向に延設されたアーム 6 4 と、アーム 6 4 の先端に取り付けられた回転関節 6 5 と、回転関節 6 5 から水平方向に延設されたアーム 6 6 とを備え、アーム 6 6 の先端にエンドエフェクター 6 1 が取り付けられている。回転関節 6 3、6 5 はそれぞれ Z 方向に平行な回転軸を中心に回転自在であるとともに、エンドエフェクター 6 1 は Z 方向に昇降自在である。そして、回転関節 6 3 を回転させる R 3 モーターが基軸 6 2 に内蔵され、回転関節 6 5 を回転させる R 5 モーターがアーム 6 4 に内蔵され、エンドエフェクター 6 1 を昇降させる Z モーターがアーム 6 6 に内蔵されている。したがって、R 3 モーターにより回転関節 6 3 を回転させつつ、R 5 モーターにより回転関節 6 5 を回転させることでエンドエフェクター 6 1 を X 方向および Y 方向に移動させることができる。さらに、Z モーターによりエンドエフェクター 6 1 を Z 方向に移動させることができる。つまり、スカラロボット 6 は、X 方向、Y 方向および Z 方向のそれぞれにエンドエフェクター 6 1 を移動させることができる。なお、エンドエフェクター 6 1 は、アーム 6 6 に内蔵された R 6 1 モーターによる駆動力を受けて回転（自転）することも可能である。さらに、ロボットシステム 1 C は、これら 4 台のスカラロボット 6 の他に、第 1 実施形態で説明した構成を有する X ロボット 3 を備える。

[0058] 4 台のスカラロボット 6 はリニアガイド 3 0 に隣接して X 方向に沿って並

び、Xロボット3はテーブル31をX方向へ移動させることで、4台のスカラロボット6の間でX方向に対象物Wを搬送する。そして、各スカラロボット6は、搬送されてきた対象物Wに作業を行う。この際、スカラロボット6とXロボット3とが協働して対象物Wに対する作業を実行する。例えば、対象物Wに円形のマークを描く描画作業を実行する場合は次の通りである。

[0059] Xロボット3は、スカラロボット6Bへ向けてX方向へのテーブル31の移動を継続する。これに対して、スカラロボット6は、エンドエフェクター61をZ方向に下降させてエンドエフェクター61を対象物Wに接触させた後、テーブル31の直線運動に円運動を合成した運動をXY面内でエンドエフェクター61に実行させる。これによって、X方向に移動中の対象物Wに円形のマークが描かれる。この描画作業が完了すると、スカラロボット6はエンドエフェクター61をZ方向に上昇させる一方、Xロボット3はテーブル31のX方向への移動を継続して、対象物Wを別のスカラロボット6にまで搬送する。そして、このスカラロボット6がXロボット3と協働して新たな作業を対象物Wに実行する。この際、Xロボット3は、スカラロボット6Aと協働して作業を実行している間のテーブル31の移動速度よりも速い速度で、スカラロボット6Aからスカラロボット6Bにテーブル31を移動させる。これによって、スカラロボット6BとXロボット3とによる作業を迅速に開始することができる。

[0060] また、各スカラロボット6およびXロボット3の駆動を制御するために、ロボットコントローラ8はロボットプログラムPを実行することで、作業コントロールモジュール86および搬送コントロールモジュール83を仮想的に構築する。作業コントロールモジュール86はスカラロボット6毎に生成され、4台のスカラロボット6に一つ一つに対応して4個の作業コントロールモジュール86が生成される。そして、各作業コントロールモジュール86は対応するスカラロボット6のモーターの駆動制御を担当する。また、搬送コントロールモジュール83はXロボット3のモーターの駆動制御を担当する。なお、図6では、4個の作業コントロールモジュール86を区別する

ために、異なる符号 8 6 A ～ 8 6 D が併記されている。

[0061] このロボットシステム 1 C は、ロボットプログラム P の内容に応じて各種の動作を実行可能である。ここでは、4 台のスカラロボット 6 に対して左から順に X ロボット 3 が対象物 W を搬送しつつ、各スカラロボット 6 と X ロボット 3 とが協働して対象物 W に作業を実行する例について説明する。

[0062] ステップ S 3 1 では、スカラロボット 6 A に X ロボット 3 が対象物 W を搬送した状態にある。この状態に際しては、作業コントロールモジュール 8 6 A がスカラロボット 6 A と X ロボット 3 とのドッキングを要求する。これによって、スカラロボット 6 A と X ロボット 3 とが仮想的にドッキングして 1 台のロボットとして機能する。具体的には、ロボットコントローラ 8 は、X ロボット 3 の駆動制御の担当を搬送コントロールモジュール 8 3 から作業コントロールモジュール 8 6 A に移行し、作業コントロールモジュール 8 6 A がスカラロボット 6 A の駆動制御と X ロボット 3 の駆動制御とを担当する（図 6 のステップ S 3 1）。そして、作業コントロールモジュール 8 6 A はロボットプログラム P に規定された規定作業を実行するためのモーションをスカラロボット 6 A および X ロボット 3 それぞれにつき演算により作成する。

[0063] この規定作業は、テーブル 3 1 を X 方向へ継続的に移動させつつ、エンドエフェクター 6 1 を動作させるものである。つまり、作業コントロールモジュール 8 6 A は、スカラロボット 6 B（すなわち、搬送方向 X の下流側）へ向けてテーブル 3 1 を移動させるモーションを X ロボット 3 について作成する。また、作業コントロールモジュール 8 6 は、静止する対象物 W に対して規定作業を実行する際のエンドエフェクター 6 1 の運動にテーブル 3 1 の直線運動を合成したモーションをスカラロボット 6 A について作成する。そして、作業コントロールモジュール 8 6 A は、スカラロボット 6 A のモーションの実行と、X ロボット 3 のモーションの実行とを同期させる。これによって、スカラロボット 6 A および X ロボット 3 が協働して、対象物 W に対して規定作業を実行する。

- [0064] スカラロボット 6 A および X ロボット 3 がこの規定作業を完了すると、作業コントロールモジュール 8 6 A は、スカラロボット 6 A からの X ロボット 3 の離脱を要求する。これによって、X ロボット 3 とスカラロボット 6 A とが離脱して、それぞれ独立して作業可能となる。具体的には、図 6 のステップ S 3 2 に示すように、ロボットコントローラー 8 は、X ロボット 3 の駆動制御の担当を作業コントロールモジュール 8 6 A から搬送コントロールモジュール 8 3 に移行し、搬送コントロールモジュール 8 3 が X ロボット 3 の駆動制御を担当する。搬送コントロールモジュール 8 3 はロボットプログラム P に規定された搬送作業を実行するためのモーションを演算により作成する。そして、搬送コントロールモジュール 8 3 からの指令を受けて、X ロボット 3 はそのモーションを実行することで、対象物 W をスカラロボット 6 A からスカラロボット 6 B に移動させる（図 5 のステップ S 3 2）。このように、搬送コントロールモジュール 8 3 は、異なるスカラロボット 6 の間で対象物 W を搬送する X ロボット 3 の駆動制御を担当する。
- [0065] 対象物 W がスカラロボット 6 B に移動してくると（図 5 のステップ S 3 3）、作業コントロールモジュール 8 6 B がスカラロボット 6 B と X ロボット 3 とのドッキングを要求する。これによって、図 6 のステップ S 3 3 に示すように、X ロボット 3 とスカラロボット 6 B とが仮想的にドッキングして 1 台のロボットとして機能する。そして、上述と同様の要領で、スカラロボット 6 B と X ロボット 3 とが協働して、対象物 W に対して規定作業を実行する。
- [0066] スカラロボット 6 B および X ロボット 3 がこの規定作業を完了すると、上述と同様の要領で、X ロボット 3 が対象物 W を X 方向に搬送し、スカラロボット 6 C およびスカラロボット 6 D のそれぞれと、対象物 W に対する規定作業を協働して実行する。これによって、ロボットシステム 1 C での対象物 W に対する全規定作業が完了する。
- [0067] 以上に説明した第 3 実施形態では、X ロボット 3 の駆動制御の担当を搬送コントロールモジュール 8 3 から作業コントロールモジュール 8 6 へ切り換

えることで、スカラロボット6とXロボット3とに協働して規定作業を実行させることができる。こうして、Xロボット3がスカラロボット6から独立して作業を実行する態様と、Xロボット3とスカラロボット6とが協調して作業を実行する態様とを簡便に切り換え可能となっている。

[0068] また、スカラロボット6とXロボット3とが協働して実行する規定作業が完了すると、Xロボット3の駆動制御の担当が作業コントロールモジュール86から搬送コントロールモジュール83に移行する。これによって、スカラロボット6から独立してXロボット3に搬送作業を実行させることができる。

[0069] また、スカラロボット6とXロボット3とが協働して行う規定作業において、X方向へ対象物Wを搬送させる作業をXロボット3に実行させ、対象物Wに対してエンドエフェクター61をX方向、Y方向およびZ方向へ相対移動させる作業をスカラロボット6に実行させる。したがって、対象物Wへの作業中においても対象物WがX方向へ継続して搬送されるため、対象物Wの搬送を速やかに行って、タクトタイムの短縮化を図るのに有利となる。

[0070] 図7は本発明の第4実施形態に係るロボットシステムの構成を模式的に示す図であり、図8は図7のロボットシステムが備える電氣的構成を示すブロック図である。なお、図7および図8では、ロボットシステム1Dで実行される互いに異なる工程S41、S42、S43が例示されている。以下では、上記実施形態との差異点について主に説明することとし、共通点については相当符号を付して適宜説明を省略する。ただし、上記実施形態と共通する構成を備えることで、同様の効果を奏することは言うまでも無い。

[0071] このロボットシステム1Dは、4台のスカラロボット6（6A～6D）と、Xロボット3を備える。4台のスカラロボット6はリニアガイド30に隣接してX方向に沿って並び、Xロボット3はテーブル31をX方向へ移動させることで、4台のスカラロボット6の間でX方向に対象物Wを搬送する。そして、各スカラロボット6は、搬送されてきた対象物Wに作業を行う。特にこの実施形態では、2台のスカラロボット6A、6Bが対象物Wに対して

協働して作業を実行した後に、2台のスカラロボット6 C、6 Dが対象物Wに対して協働して作業を実行する。ちなみに、この例では、スカラロボット6 A、6 Cのそれぞれが本発明の「第1種ロボット」の一例として機能し、スカラロボット6 C、6 Dのそれぞれが本発明の「第3種ロボット」の一例として機能する。

[0072] つまり、作業コントロールモジュール8 6および搬送コントロールモジュール8 3を仮想的に構築する。作業コントロールモジュール8 6はスカラロボット6毎に生成され、4台のスカラロボット6に一对一で対応して4個の作業コントロールモジュール8 6（8 6 A～8 6 D）が生成される。そして、各作業コントロールモジュール8 6は対応するスカラロボット6のモーターの駆動制御を担当する。また、搬送コントロールモジュール8 3はXロボット3のモーターの駆動制御を担当する。

[0073] ステップS 4 1では、スカラロボット6 A、6 BにXロボット3が対象物Wを搬送した状態にある。この状態に際しては、作業コントロールモジュール8 6 Aがスカラロボット6 Aに対するXロボット3およびスカラロボット6 Bのドッキングを要求する。これによって、スカラロボット6 AとXロボット3とが仮想的にドッキングするとともに、スカラロボット6 Aとスカラロボット6 Bとが仮想的にドッキングし、スカラロボット6 A、6 BおよびXロボット3が1台のロボットとして機能する。具体的には、ロボットコントローラー8は、Xロボット3の駆動制御の担当を搬送コントロールモジュール8 3から作業コントロールモジュール8 6 Aに移行し、さらにスカラロボット6 Bの駆動制御の担当を作業コントロールモジュール8 6 Bから作業コントロールモジュール8 6 Aに移行する。その結果、作業コントロールモジュール8 6 Aがスカラロボット6 A、6 Bの駆動制御とXロボット3の駆動制御とを担当する（図8のステップS 4 1）。そして、作業コントロールモジュール8 6 AはロボットプログラムPに規定された規定作業を実行するためのモーションをスカラロボット6 A、6 BおよびXロボット3それぞれにつき演算により作成する。そして、作業コントロールモジュール8 6 Aは

、スカラロボット6 A、6 BおよびXロボット3それぞれのモーションの実行を同期させる。これによって、スカラロボット6 A、6 BおよびXロボット3が協働して、対象物Wに対して規定作業を実行する。

[0074] スカラロボット6 A、6 BおよびXロボット3がこの規定作業を完了すると、作業コントロールモジュール8 2 Aは、スカラロボット6 AからのXロボット3およびスカラロボット6 Bの離脱を要求する。これによって、Xロボットとスカラロボット6 A、6 Bとが互いに離脱して、それぞれ独立して作業可能となる。具体的には、図8のステップS 4 2に示すように、ロボットコントローラー8は、Xロボット3の駆動制御の担当を作業コントロールモジュール8 6 Aから搬送コントロールモジュール8 3に移行するとともに、スカラロボット6 Bの駆動制御の担当を作業コントロールモジュール8 6 Aから作業コントロールモジュール8 6 Bに移行する。これによって、搬送コントロールモジュール8 3がXロボット3の駆動制御を担当し、作業コントロールモジュール8 6 Bがスカラロボット6 Bの駆動制御を担当する。続いて、搬送コントロールモジュール8 3はロボットプログラムPに規定された搬送作業を実行するためのモーションを演算により作成する。そして、搬送コントロールモジュール8 3からの指令を受けて、Xロボット3はそのモーションを実行することで、対象物Wをスカラロボット6 A、6 Bからスカラロボット6 C、6 Dに移動させる（図7のステップS 4 2）。このように、搬送コントロールモジュール8 3は、異なるスカラロボット6の間で対象物Wを搬送するXロボット3の駆動制御を担当する。

[0075] 対象物Wがスカラロボット6 C、6 Dに移動してくると（図7のステップS 4 3）、作業コントロールモジュール8 6 Cがスカラロボット6 Cに対するXロボット3およびスカラロボット6 Dのドッキングを要求する。これによって、図8のステップS 4 3に示すように、スカラロボット6 CとXロボット3とが仮想的にドッキングするとともに、スカラロボット6 Cとスカラロボット6 Dとが仮想的にドッキングし、スカラロボット6 C、6 DおよびXロボット3が1台のロボットとして機能する。そして、上述と同様の要領

で、スカラロボット 6 C、6 D と X ロボット 3 とが協働して、対象物 W に対して規定作業を実行する。これによって、ロボットシステム 1 D での対象物 W に対する全規定作業が完了する。

[0076] 以上に説明した第 4 実施形態では、X ロボット 3 の駆動制御の担当を搬送コントロールモジュール 8 3 から作業コントロールモジュール 8 6 A へ切り換えるとともに、スカラロボット 6 B の駆動制御の担当を作業コントロールモジュール 8 6 B から作業コントロールモジュール 8 6 A に切り換えることで、スカラロボット 6 A、6 B と X ロボット 3 とに協働して規定作業を実行させることができる。こうして、X ロボット 3 がスカラロボット 6 A、6 B から独立して作業を実行する態様と、X ロボット 3 とスカラロボット 6 A、6 B とが協調して作業を実行する態様とを簡便に切り換え可能となっている。また、X ロボット 3 とスカラロボット 6 C、6 D についても同様の制御が実行可能である。

[0077] また、スカラロボット 6 と X ロボット 3 とが協働して実行する規定作業が完了すると、X ロボット 3 の駆動制御の担当が作業コントロールモジュール 8 6 から搬送コントロールモジュール 8 3 に移行する。これによって、スカラロボット 6 から独立して X ロボット 3 に搬送作業を実行させることができる。

[0078] このように上記の実施形態では、ロボットシステム 1 A ~ 1 D のそれぞれが本発明の「ロボットシステム」の一例に相当し、ロボットコントローラ 8 が本発明の「ロボットコントローラ」の一例に相当し、ロボットプログラム P が本発明の「ロボットプログラム」の一例に相当し、対象物 W が本発明の「対象物」の一例に相当する。また、第 1 実施形態では、Y Z ロボット 2 が本発明の「第 1 種ロボット」の一例に相当し、エンドエフェクター 2 1 が本発明の「エンドエフェクター」の一例に相当し、X ロボット 3 が本発明の「第 2 種ロボット」の一例に相当し、作業コントロールモジュール 8 2 が本発明の「第 1 種コントロール部」の一例に相当し、搬送コントロールモジュール 8 3 が本発明の「第 2 種コントロール部」の一例に相当し、X 方向が

本発明の「第1方向」の一例に相当し、Y方向およびZ方向が本発明の「第2方向」および「第3方向」に相当する。第2実施形態では、Zロボット4が本発明の「第1種ロボット」の一例に相当し、エンドエフェクター41が本発明の「エンドエフェクター」の一例に相当し、XYロボット5が本発明の「第2種ロボット」の一例に相当し、作業コントロールモジュール84が本発明の「第1種コントロール部」の一例に相当し、搬送コントロールモジュール85が本発明の「第2種コントロール部」の一例に相当し、X方向およびY方向が本発明の「第1方向」および「第2方向」の一例に相当し、Z方向が本発明の「第3方向」の一例に相当する。第3実施形態では、スカラロボット6が本発明の「第1種ロボット」の一例に相当し、エンドエフェクター61が本発明の「エンドエフェクター」の一例に相当し、Xロボット3が本発明の「第2種ロボット」の一例に相当し、作業コントロールモジュール86が本発明の「第1種コントロール部」の一例に相当し、搬送コントロールモジュール83が本発明の「第2種コントロール部」の一例に相当し、X方向が本発明の「第1方向」の一例に相当し、Y方向およびZ方向が本発明の「第2方向」および「第3方向」の一例に相当する。また、第4実施形態では、スカラロボット6A、6Cが本発明の「第1種ロボット」の一例に相当し、Xロボット3が本発明の「第2種ロボット」の一例に相当し、スカラロボット6B、6Dが本発明の「第3種ロボット」の一例に相当し、作業コントロールモジュール86A、86Cが本発明の「第1種コントロール部」の一例に相当し、搬送コントロールモジュール83が本発明の「第2種コントロール部」の一例に相当し、作業コントロールモジュール86B、86Dが本発明の「第3種コントロール部」の一例に相当する。

[0079] なお、本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない限りにおいて上述したもの以外に種々の変更を行うことが可能である。例えば、垂直多関節型ロボットあるいはパラレルリンク機構を用いたロボットに対しても本発明を適用可能である。

[0080] また、例えば、上記実施形態では、リニアガイド30に対して1台のXロ

ロボット3が装着されていた。しかしながら、複数台のXロボット3をリニアガイド30に装着しても良い。このように構成した場合、ロボットコントローラ8は、複数のXロボット3に一つ一つに対応して複数の搬送コントロールモジュール83を構築し、各搬送コントロールモジュール83が対応するXロボット3の駆動制御を担当する。また、各Xロボット3がYZロボット2やスカラロボット6と協働して規定作業を実行する場合には、上述と同様にこれらをドッキングする。

[0081] ロボットプログラムPに従ってロボットをドッキングさせる態様についても適宜変更が可能である。したがって、例えばYZロボット2、Zロボット4あるいはスカラロボット6に隣接して近接センサーを設けておき、この近接センサーが対象物Wの接近を検知すると、例えばYZロボット2、Zロボット4あるいはスカラロボット6と、Xロボット3あるいはXYロボット5とをドッキングするように、ロボットプログラムPを構成しても良い。

[0082] また、YZロボット2、Zロボット4あるいはスカラロボット6の台数は上記の例に限られず、適宜変更が可能である。

[0083] さらに、Xロボット3やXYロボット5の具体的な構成も適宜変更が可能であり、例えばリニアモーター等によってこれらを構成しても良い。

産業上の利用可能性

[0084] この発明は、複数のロボットを駆動して、これらに作業を実行させる技術全般に適用可能である。

符号の説明

[0085] 1…ロボットシステム、2…YZロボット、21…エンドエフェクター、3…Xロボット、4…Zロボット、41…エンドエフェクター、5…XYロボット、6、6A～6D…スカラロボット、61…エンドエフェクター、8…ロボットコントローラ、82…作業コントロールモジュール、83…搬送コントロールモジュール、84…作業コントロールモジュール、85…搬送コントロールモジュール、86、86A～86D…作業コントロールモジュール、P…ロボットプログラム、W…対象物、X…X方向、Y…Y方向、

Z ... Z 方向、

請求の範囲

- [請求項1] 第1種ロボットと、
 前記第1種ロボットの駆動制御を担当する第1種コントロール部と、
 、
 第2種ロボットと、
 前記第2種ロボットの駆動制御を担当する第2種コントロール部と
 を備え、
 前記第1種ロボットと前記第2種ロボットとが同一の対象物に協働
 して作業を行う場合には、前記第2種ロボットの駆動制御の担当が前
 記第2種コントロール部から前記第1種コントロール部に移行し、前
 記第1種コントロール部が前記第1種ロボットおよび前記第2種ロボ
 ットの駆動制御を担当するロボットシステム。
- [請求項2] 前記第1種ロボットと前記第2種ロボットとが協働して実行する作
 業が完了すると、前記第2種ロボットの駆動制御の担当が前記第1種
 コントロール部から前記第2種コントロール部に移行する請求項1に
 記載のロボットシステム。
- [請求項3] 前記第2種ロボットは、複数の前記第1種ロボットの間で前記対象
 物を搬送し、
 前記各第1種ロボットは、前記第2種ロボットが搬送してきた前記
 対象物に、前記第2種ロボットと協働して作業を実行し、
 前記第2種コントロール部は、異なる前記第1種ロボットの間で前
 記対象物を搬送する前記第2種ロボットの駆動制御を担当する一方、
 前記第2種ロボットが前記複数の前記第1種ロボットのうち前記対
 象物の搬送先である前記第1種ロボットと協働して作業を実行する場
 合には、前記搬送先である前記第1種ロボットの駆動制御を担当する
 前記第1種コントロール部に、前記第2種ロボットの駆動制御の担当
 が移行する請求項1または2に記載のロボットシステム。
- [請求項4] 前記第2種ロボットは、互いに直交する第1方向、第2方向および

第3方向のうち前記第1方向へ自由度を持って前記対象物を前記第1方向に搬送するとともに、前記第2方向および前記第3方向へ自由度を持たず、

前記第1種ロボットは、前記対象物に作業を行うエンドエフェクターを有し、前記第2方向および前記第3方向へ自由度を持つとともに前記第1方向へ自由度を持たず、

前記第1種コントロール部は、前記第1種ロボットと前記第2種ロボットとが協働して行う作業において、前記対象物に対して前記エンドエフェクターを前記第1方向へ相対移動させる作業を前記第2種ロボットに実行させ、前記対象物に対して前記エンドエフェクターを前記第2方向および前記第3方向へ相対移動させる作業を前記第1種ロボットに実行させる請求項3に記載のロボットシステム。

[請求項5]

前記第2種ロボットは、互いに直交する第1方向、第2方向および第3方向のうち前記第1方向および前記第2方向へ自由度を持って前記対象物を前記第1方向および前記第2方向へ搬送するとともに、前記第3方向へ自由度を持たず、

前記第1種ロボットは、前記対象物に作業を行うエンドエフェクターを有し、前記第3方向へ自由度を持つとともに前記第1方向および前記第2方向へ自由度を持たず、

前記第1種コントロール部は、前記第1種ロボットと前記第2種ロボットとが協働して行う作業において、前記エンドエフェクターに対して前記対象物を前記第1方向および前記第2方向へ相対移動させる作業を前記第2種ロボットに実行させ、前記対象物に対して前記エンドエフェクターを前記第3方向へ相対移動させる作業を前記第1種ロボットに実行させる請求項3に記載のロボットシステム。

[請求項6]

前記第2種ロボットは、互いに直交する第1方向、第2方向および第3方向のうち前記第1方向へ自由度を持って前記対象物を前記第1方向へ搬送し、

前記第1種ロボットは、前記第1方向、前記第2方向および前記第3方向へ自由度を持ち、

前記第1種コントロール部は、前記第1種ロボットと前記第2種ロボットとが協働して行う作業において、前記第1方向へ前記対象物を搬送させる作業を前記第2種ロボットに実行させ、前記対象物に対して前記エンドエフェクターを前記第1方向、前記第2方向および前記第3方向へ相対移動させる作業を前記第1種ロボットに実行させる請求項3に記載のロボットシステム。

[請求項7]

第3種ロボットと、

前記第3種ロボットの駆動制御を担当する第3種コントロール部とをさらに備え、

前記第1種ロボット、前記第2種ロボットおよび前記第3種ロボットが協働して作業を行う場合には、前記第3種ロボットの駆動制御の担当が前記第3種コントロール部から第1種コントロール部に移行し、前記第1種コントロール部が前記第1種ロボット、前記第2種ロボットおよび前記第3種ロボットの駆動制御を担当する請求項1ないし6のいずれか一項に記載のロボットシステム。

[請求項8]

第1種ロボットの駆動制御を担当する第1種コントロール部と、

第2種ロボットの駆動制御を担当する第2種コントロール部とを備え、

前記第1種ロボットと前記第2種ロボットとが同一の対象物に協働して作業を行う場合には、前記第2種ロボットの駆動制御の担当が前記第2種コントロール部から前記第1種コントロール部に移行し、前記第1種コントロール部が前記第1種ロボットおよび前記第2種ロボットの駆動制御を担当するロボットコントローラー。

[請求項9]

第1種コントロール部が第1種ロボットの駆動制御を担当しつつ、第2種コントロール部が第2種ロボットの駆動制御を担当する工程と、

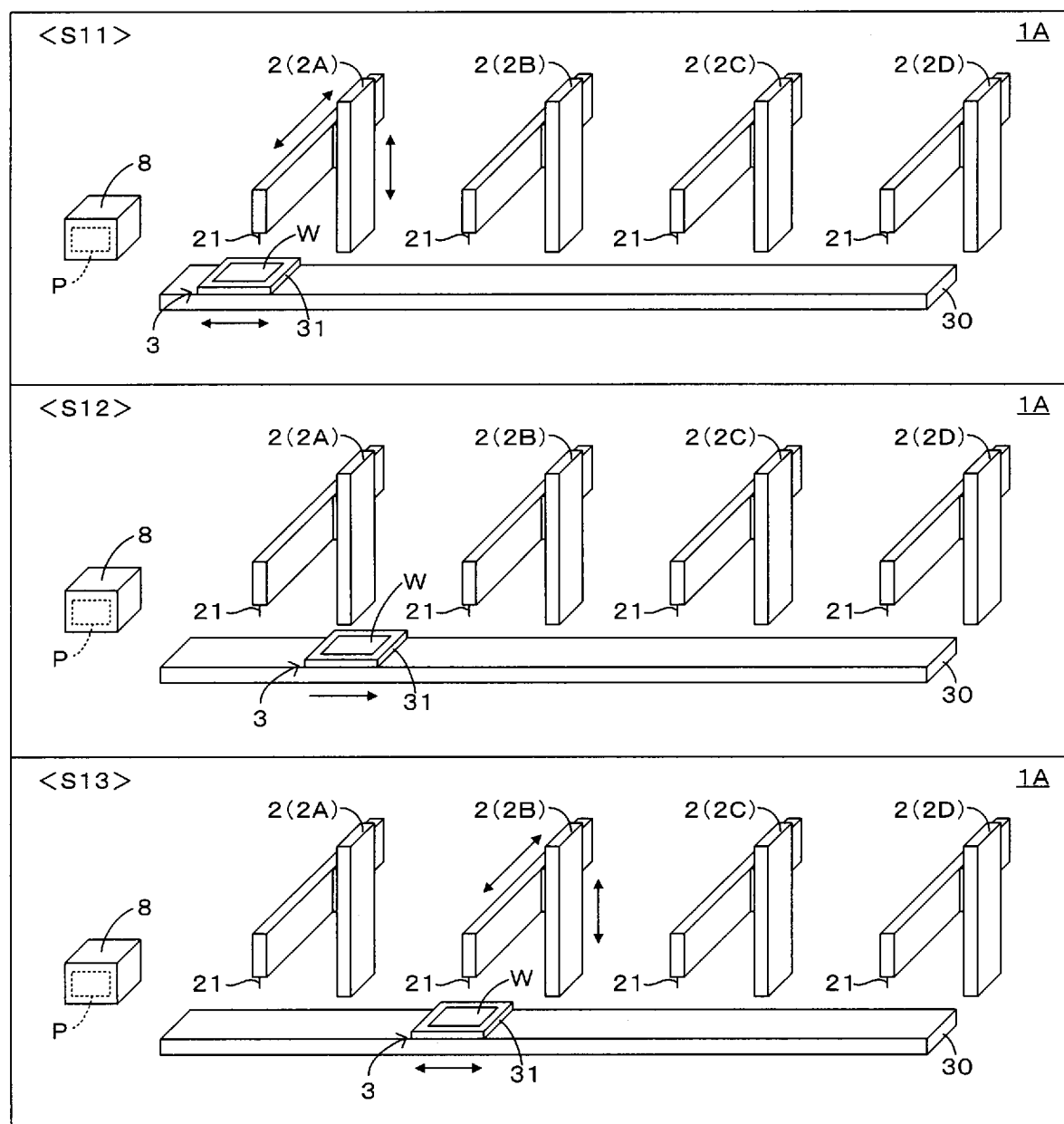
前記第2種ロボットの駆動制御の担当を前記第2コントロール部から前記第1種コントロール部へ移行し、前記第1種コントロール部が前記第1種ロボットおよび前記第2種ロボットの駆動制御を担当することで、前記第1種ロボットと前記第2種ロボットとに同一の対象物への作業を協働して行わせる工程と
を備えるロボットコントロール方法。

[請求項10]

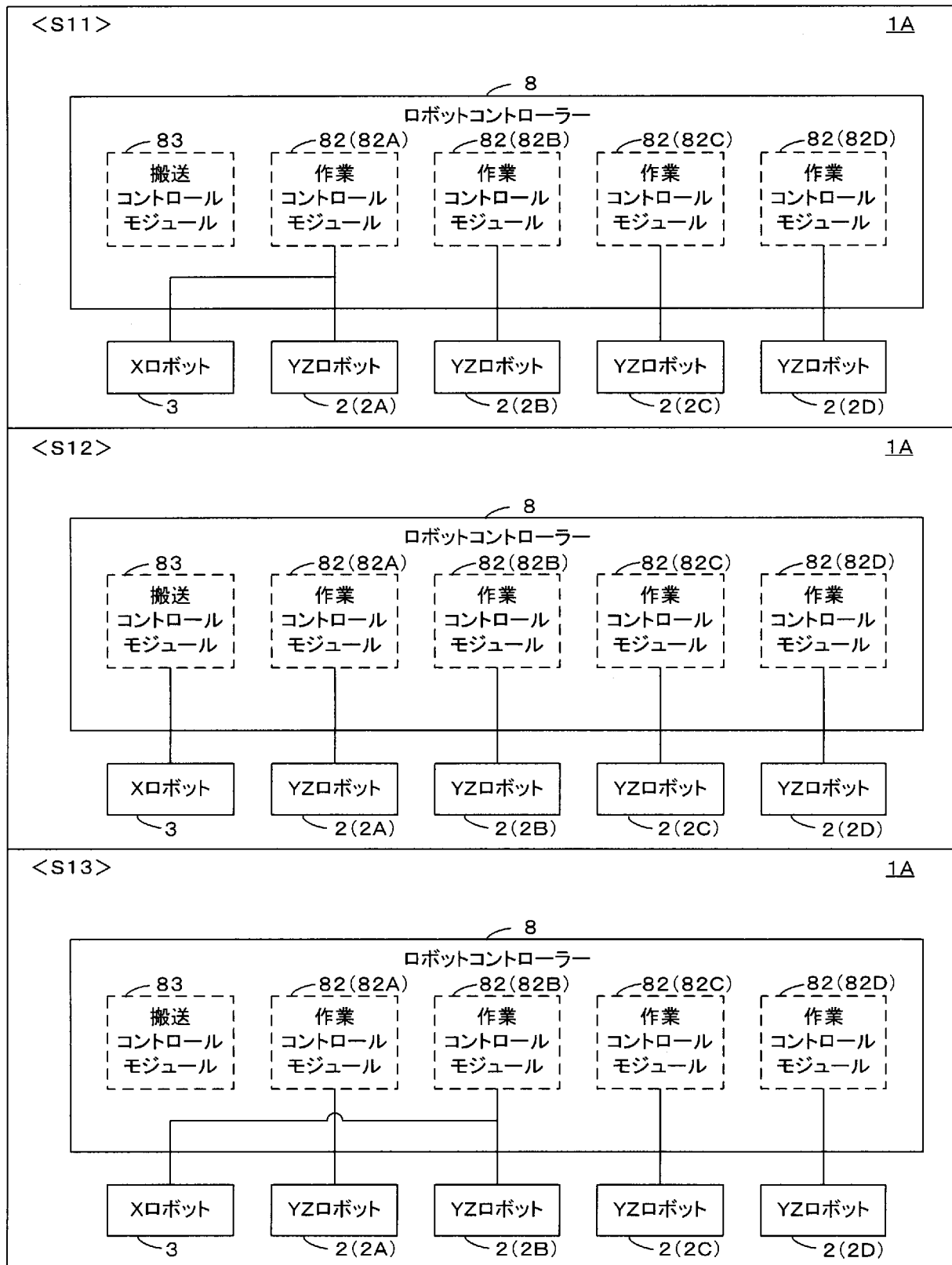
第1種コントロール部が第1種ロボットの駆動制御を担当しつつ、第2種コントロール部が第2種ロボットの駆動制御を担当する工程と、

前記第2種ロボットの駆動制御の担当を前記第2コントロール部から前記第1種コントロール部へ移行し、前記第1種コントロール部が前記第1種ロボットおよび前記第2種ロボットの駆動制御を担当することで、前記第1種ロボットと前記第2種ロボットとに同一の対象物への作業を協働して行わせる工程と
をコンピューターに実行させるロボットプログラム。

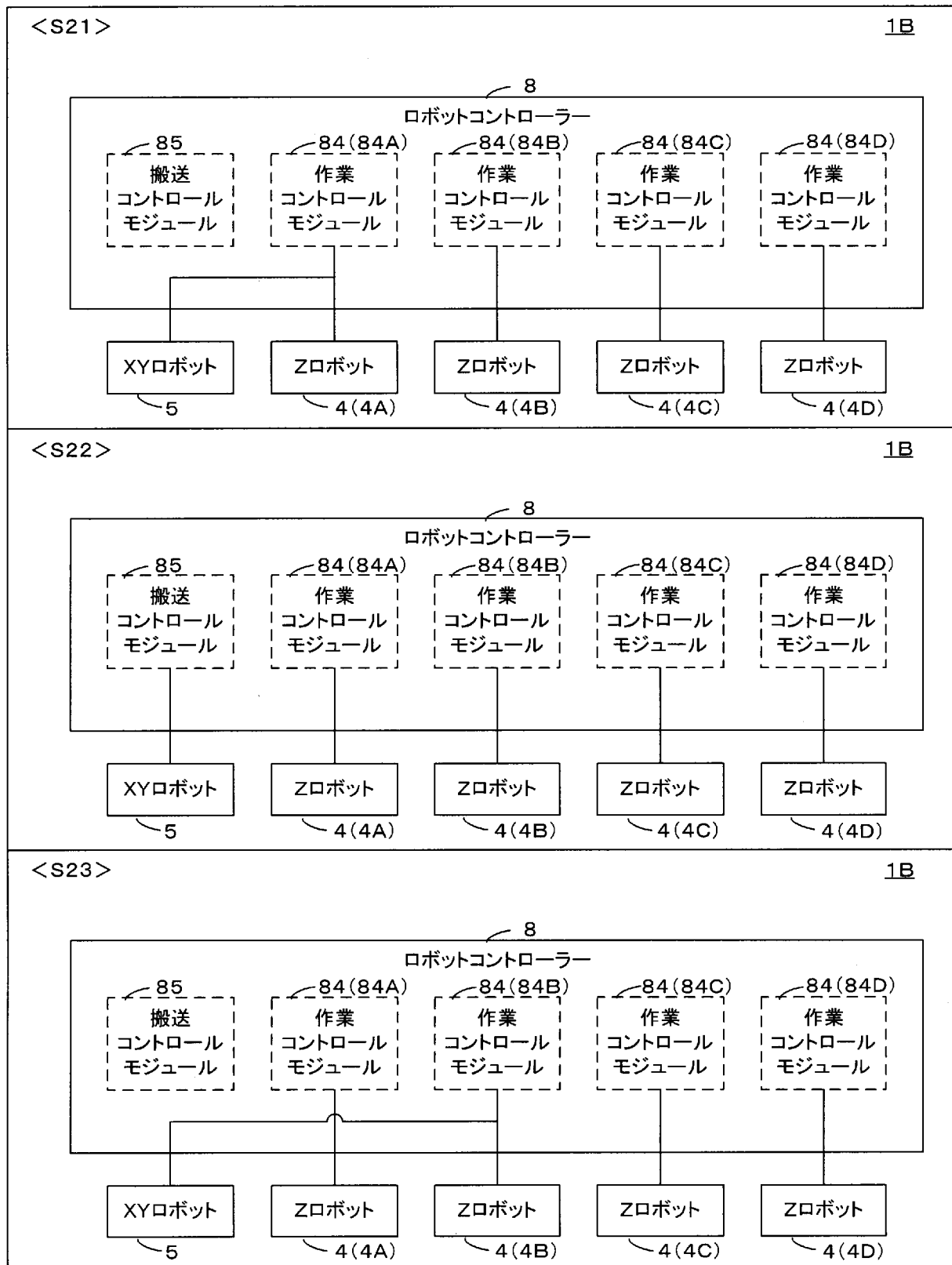
[図1]



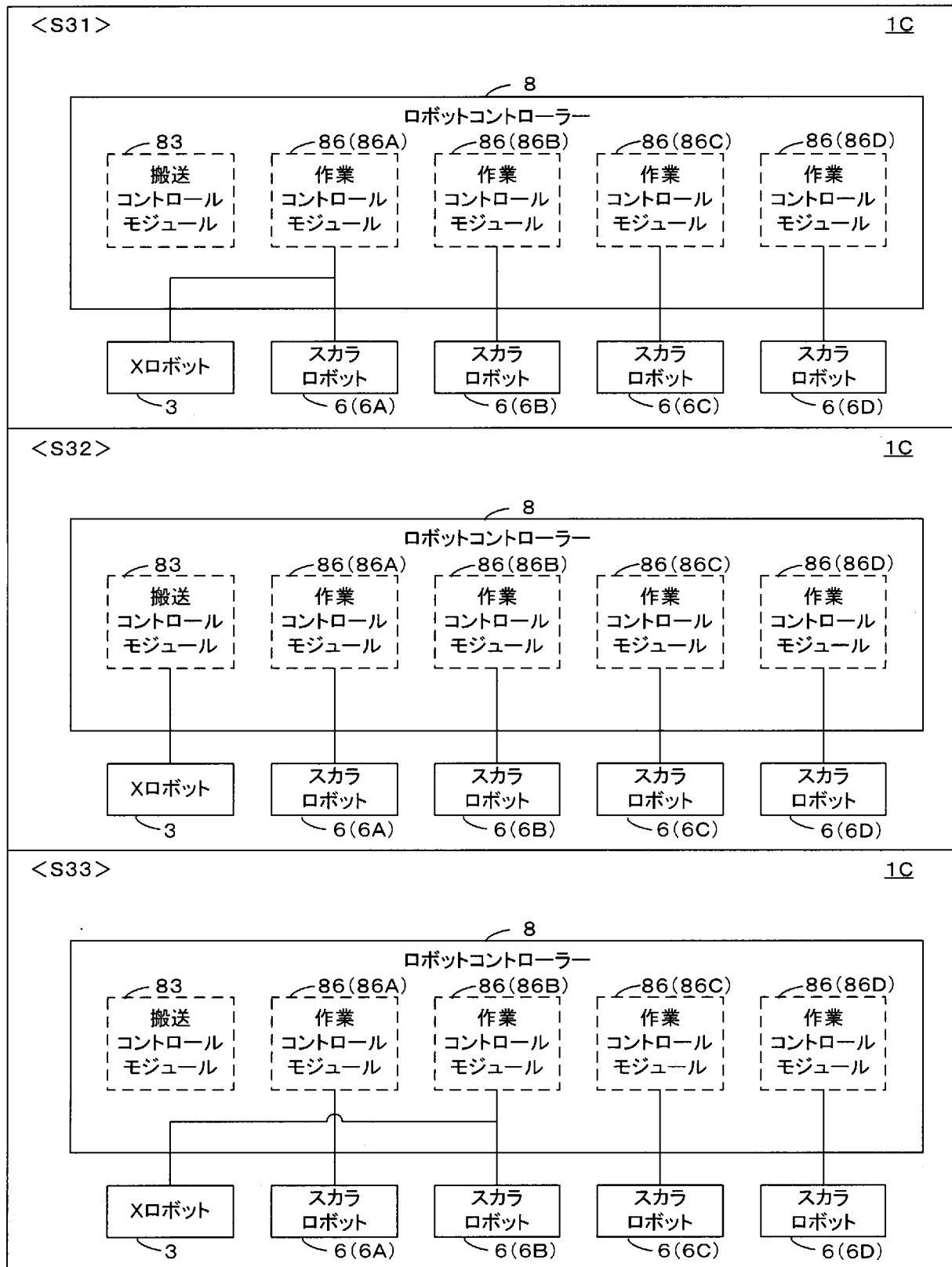
[図2]



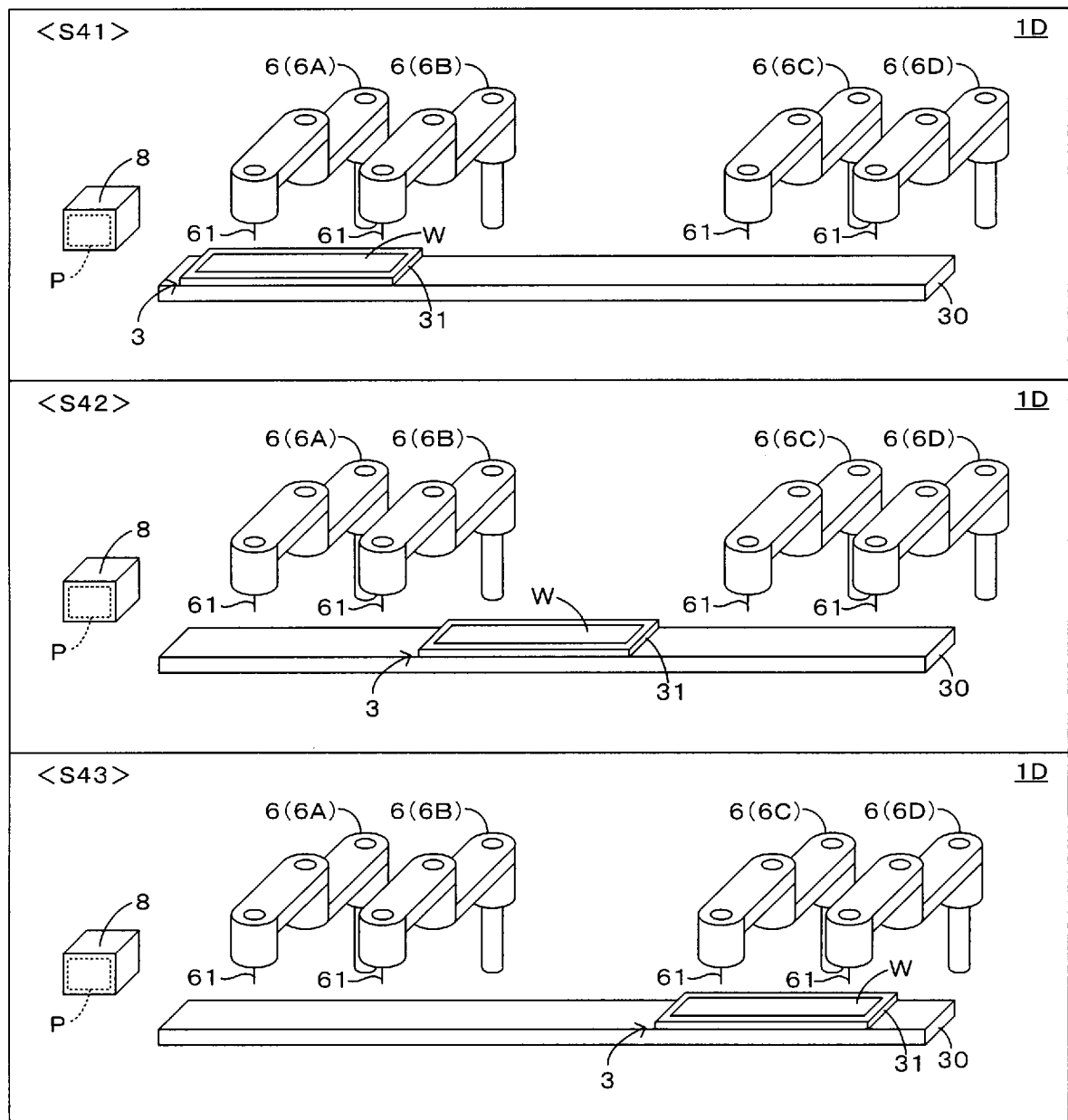
[図4]



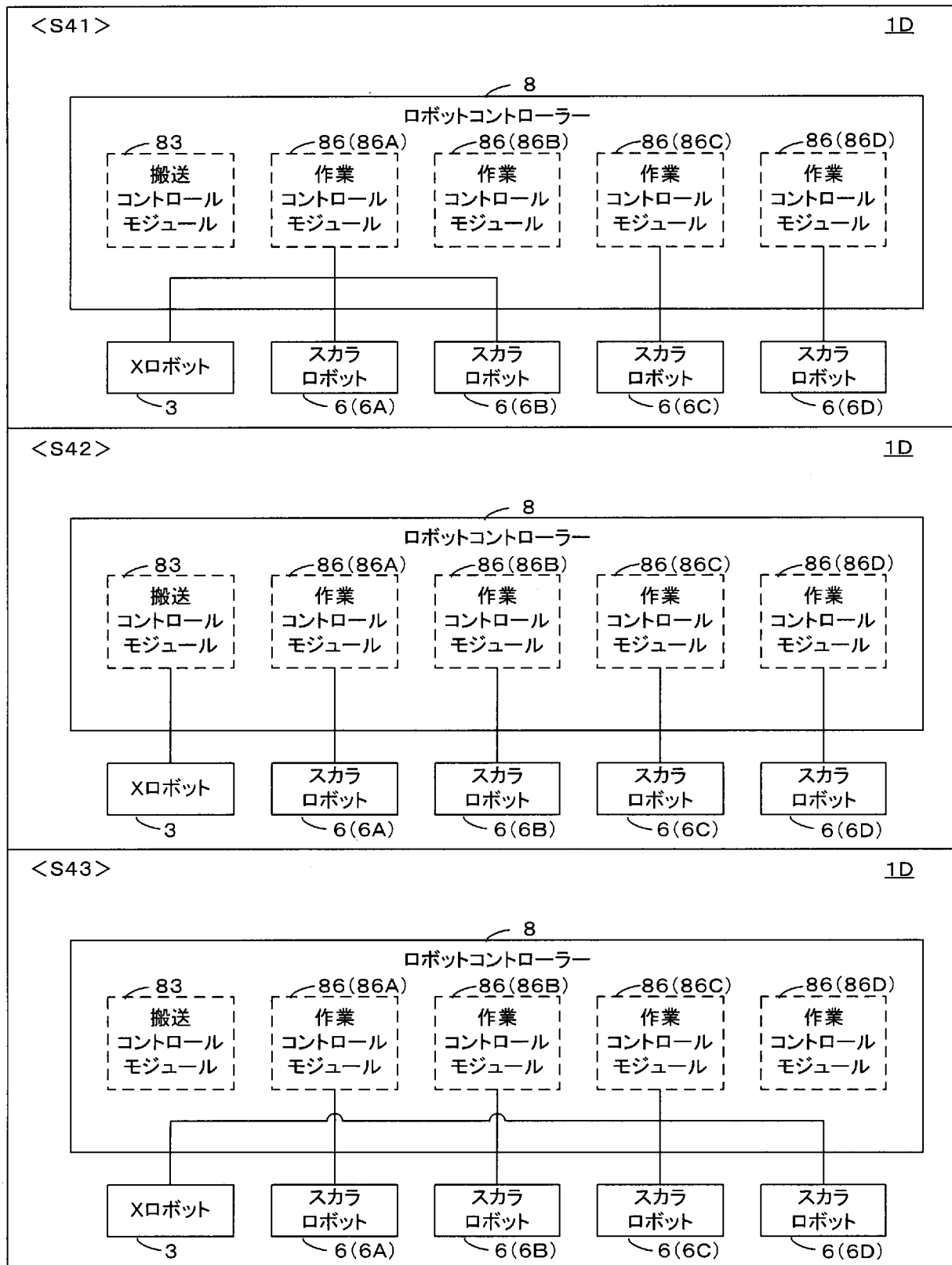
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/078075

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 08-141957 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 04 June 1996 (04.06.1996), paragraphs [0015] to [0054]; fig. 1 to 11 (Family: none)	1-10
Y	JP 2015-9324 A (Fanuc Ltd.), 19 January 2015 (19.01.2015), paragraphs [0054] to [0055]; fig. 14 to 15 & US 2015/0005923 A1 paragraphs [0086] to [0087]; fig. 14 to 15 & DE 102014108956 A1 & CN 104249195 A	1-10
Y	JP 2013-82042 A (Seiko Epson Corp.), 09 May 2013 (09.05.2013), paragraphs [0022] to [0032]; fig. 1 (Family: none)	4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
25 November 2016 (25.11.16)

Date of mailing of the international search report
06 December 2016 (06.12.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/078075

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2015-186295 A (Fanuc Ltd.), 22 October 2015 (22.10.2015), paragraphs [0001] to [0005]; fig. 1 & US 2015/0268658 A1 paragraphs [0003] to [0006]; fig. 1 & DE 102015003243 A1 & CN 104965482 A	5
Y	JP 2001-150372 A (Fanuc Ltd.), 05 June 2001 (05.06.2001), paragraphs [0008] to [0018]; fig. 1 to 7 & US 6330493 B1 column 3, line 43 to column 5, line 62; fig. 1 to 7 & EP 1090722 A2 & DE 60035651 D	7
A	JP 06-155364 A (Mitsubishi Electric Corp.), 03 June 1994 (03.06.1994), paragraphs [0008] to [0018]; fig. 1 to 7 (Family: none)	1, 6
A	JP 2006-312237 A (FANUC Robotics America, Inc.), 16 November 2006 (16.11.2006), paragraphs [0017] to [0032]; fig. 1 to 2 & US 2006/0287769 A1 paragraphs [0025] to [0040]; fig. 1 to 2 & DE 102006021065 A1 & CA 2545908 A1 & CN 1857877 A	1

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 08-141957 A（松下電器産業株式会社） 1996.06.04, [0015]—[0054]、図1-11（ファミリーなし）	1-10
Y	JP 2015-9324 A（ファナック株式会社） 2015.01.19, [0054]—[0055]、図14-15 & US 2015/0005923 A1, [0086]—[0087]、図14-15 & DE 102014108956 A1 & CN 104249195 A	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。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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

25.11.2016

国際調査報告の発送日

06.12.2016

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）

中田 善邦

3U

3225

電話番号 03-3581-1101 内線 3364

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
Y	JP 2013-82042 A (セイコーエプソン株式会社) 2013. 05. 09, [0 0 2 2] – [0 0 3 2], 図 1 (ファミリーなし)	4
Y	JP 2015-186295 A (ファナック株式会社) 2015. 10. 22, [0 0 0 1] – [0 0 0 5], 図 1 & US 2015/0268658 A1, [0 0 0 3] – [0 0 0 6], 図 1 & DE 102015003243 A1 & CN 104965482 A	5
Y	JP 2001-150372 A (ファナック株式会社) 2001. 06. 05, [0 0 0 8] – [0 0 1 8], 図 1 – 7 & US 6330493 B1, 第 3 欄第 4 3 行 – 第 5 欄第 6 2 行、図 1 – 7 & EP 1090722 A2 & DE 60035651 D	7
A	JP 06-155364 A (三菱電機株式会社) 1994. 06. 03, [0 0 0 8] – [0 0 1 8], 図 1 – 7 (ファミリーなし)	1, 6
A	JP 2006-312237 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) 2006. 11. 16, [0 0 1 7] – [0 0 3 2], 図 1 – 2 & US 2006/0287769 A1, [0 0 2 5] – [0 0 4 0], 図 1 – 2 & DE 102006021065 A1 & CA 2545908 A1 & CN 1857877 A	1