(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3559306号
(P3559306)
(45)発行日　平成16年9月2日(2004.9.2)　(24)登録日　平成16年5月28日(2004.5.28)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
G05B 19/18	G05B	19/18	C
B23P 19/04	B23P	19/04	Z
B25J 9/16	B25J	9/16	
B25J 13/00	B25J	13/00	Z
G05D 3/00	G05D	3/00	Q

請求項の数 9　(全 18 頁)

(21)出願番号　特願平6-101603
(22)出願日　平成6年4月15日(1994.4.15)
(65)公開番号　特開平7-281721
(43)公開日　平成7年10月27日(1995.10.27)
審査請求日　平成13年4月9日(2001.4.9)
審判番号　不服2002-10705(P2002-10705/J1)
審判請求日　平成14年6月13日(2002.6.13)

(73)特許権者　390008235
ファナック株式会社
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場３５８０番地
(74)代理人　100082304
弁理士　竹本　松司
(74)代理人　100088351
弁理士　杉山　秀雄
(74)代理人　100093425
弁理士　湯田　浩一
(74)代理人　100102495
弁理士　魚住　高博
(72)発明者　渡辺　淳
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場３５８０番地　ファナック株式会社　内
最終頁に続く

(54)【発明の名称】走行ロボット装置及び該装置を用いた組立作業実行方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
組立対象物供給領域に組立対象物を供給する手段と、前記組立対象物供給領域と組立作業実行領域の間に配置された１本の共通ロボット走行軌道または互いに平行関係にある２本のロボット走行軌道上に各々搭載され、前記組立対象物供給領域に供給された組立対象物を前記組立作業実行領域に移して組立作業を行なうために使用される２台のロボットと、これら２台のロボットを制御する手段を備えた走行ロボット装置であって、
前記制御手段は、前記２台のロボットの前記走行軌道上における位置を独立に制御する手段と、前記２台のロボットの動作を独立に制御する手段と、前記２台のロボットの前記ロボット走行軌道上における相対的な位置関係を一定に保ちながら前記２台のロボットに協調動作を行わせる手段を備えていることを特徴とする前記走行ロボット装置。
【請求項２】
組立対象物供給領域に組立対象物を少なくとも２系列の供給経路を介して供給する手段と、組立作業領域内に配置された組立テーブル手段と、前記組立対象物供給領域と組立作業領域の間に配置された１本の共通ロボット走行軌道または互いに平行関係にある２本のロボット走行軌道上に各々搭載され、前記組立対象物供給領域に供給された組立対象物を前記組立作業実行領域に移して組立作業を行なうために使用される２台のロボットと、これら２台のロボットを制御する手段を備えた走行ロボット装置であって、
前記制御手段は、前記２台のロボットの前記走行軌道上における位置を独立に制御する手段と、前記２台のロボットの動作を独立に制御する手段と、前記２台のロボットの前記ロ

ボット走行軌道上における相対的な位置関係を一定に保ちながら前記２台のロボットに協調動作を行わせる手段を備えていることを特徴とする前記走行ロボット装置。

【請求項３】

組立対象物供給領域に組立対象物を少なくとも２系列の供給経路を介して供給する手段と、組立作業領域内に配置された組立テーブル手段と、前記組立対象物供給領域と組立作業領域の間に配置された１本の共通ロボット走行軌道または互いに平行関係にある２本のロボット走行軌道上に各々搭載され、前記組立対象物供給領域に供給された組立対象物を前記組立作業実行領域に移して組立作業を行なうために使用される２台のロボットと、これら２台のロボットを制御する手段と、前記少なくとも２系列の供給経路に挟まれた領域内に配置された動的なハンド置き台手段を備えた走行ロボット装置であって、

前記制御手段は、前記２台のロボットの前記走行軌道上における位置を独立に制御する手段と、前記２台のロボットの動作を独立に制御する手段と、前記２台のロボットの前記ロボット走行軌道上における相対的な位置関係を一定に保ちながら前記２台のロボットに協調動作を行わせる手段と、前記動的なハンド置き台の動作をロボット動作と関連させて制御する手段を備えたことを特徴とする前記走行ロボット装置。

【請求項４】

前記１本の共通ロボット走行軌道上に各々搭載された２台のロボットを前記ロボット軌道上で相互に連結する作動状態と該連結を解除した非作動状態をとり得る機械的連結手段を備え、前記２台のロボットを制御する制御手段が、前記機械的連結手段の作動及び不作動状態を切換制御する手段を含んでいることを特徴とする請求項１～請求項３のいずれか１項に記載された走行ロボット装置。

【請求項５】

前記１本の共通ロボット走行軌道上に各々搭載された２台のロボットを前記ロボット軌道基部に対して一括して固定する作動状態と該固定を解除した非作動状態をとり得る機械的結合手段を備え、前記２台のロボットを制御する制御手段が、前記機械的結合手段の作動及び不作動状態を切換制御する手段を含んでいることを特徴とする請求項１～請求項３のいずれか１項に記載された走行ロボット装置。

【請求項６】

組立対象物供給領域に組立対象物を少なくとも２系列の供給経路を介して供給する手段と、組立作業領域内に配置された組立テーブル手段と、前記組立対象物供給領域と組立作業領域の間に配置された１本の共通ロボット走行軌道または互いに平行関係にある２本のロボット走行軌道上に各々搭載され、前記組立対象物供給領域に供給された組立対象物を前記組立作業実行領域に移して組立作業を行なうために使用される２台のロボットと、これら２台のロボットを制御する手段を備えると共に、

前記制御手段が前記２台のロボットの前記走行軌道上における位置を独立に制御する手段と、前記２台のロボットの動作を独立に制御する手段と、前記２台のロボットの前記ロボット走行軌道上における相対的な位置関係を一定に保ちながら前記２台のロボットに協調動作を行なわせる手段を備えている走行ロボット装置を用いて組立作業を実行する方法であって、

前記組立対象物供給領域に組立対象物を前記少なくとも２系列の供給経路を介して供給する段階と、

前記少なくとも２系列の供給経路を前記２台のロボットに対して各々割り当てて、前記２台のロボットを前記制御手段によって独立に制御することにより、各割り当てられた経路を介して供給された組立対象物を各ロボットのハンドに把持させて前記組立テーブル手段上に搬送する段階と、

組立作業の少なくとも一部組立工程について、前記２台のロボットを前記制御手段によって協調動作させることによって前記組立工程を実行する段階を含むことを特徴とする前記方法。

【請求項７】

組立対象物供給領域に組立対象物を少なくとも２系列の供給経路を介して供給する手段と

、組立作業領域内に配置された組立テーブル手段と、前記組立対象物供給領域と組立作業領域の間に配置された１本の共通ロボット走行軌道または互いに平行関係にある２本のロボット走行軌道上に各々搭載され、前記組立対象物供給領域に供給された組立対象物を前記組立作業実行領域に移して組立作業を行なうために使用される２台のロボットと、これら２台のロボットを制御する手段と、前記少なくとも２系列の供給経路に挟まれた領域内に配置された動的なハンド置き台手段を備えると共に、
前記制御手段が、前記２台のロボットの前記走行軌道上における位置を独立に制御する手段と、前記２台のロボットの動作を独立に制御する手段と、前記２台のロボットの前記ロボット走行軌道上における相対的な位置関係を一定に保ちながら前記２台のロボットに協調動作を行なわせる手段と、前記動的なハンド置き台の動作をロボット動作と関連させて制御する手段を備えている走行ロボット装置を用いて組立作業を実行する方法であって、
前記組立対象物供給領域に組立対象物を前記少なくとも２系列の供給経路を介して供給する段階と、
前記少なくとも２系列の供給経路を前記２台のロボットに対して各々割り当てて、前記２台のロボットを前記制御手段によって独立に制御することにより、各割り当てられた経路を介して供給された組立対象物を各ロボットのハンドに把持させて前記組立テーブル手段上に搬送する段階と、
組立作業の少なくとも一部組立工程について、前記２台のロボットを前記制御手段によって協調動作させることによって前記組立工程を実行する段階と、
前記動的なハンド置き台の動作をロボット動作と関連させて制御することによってハンドを交換する段階を含むことを特徴とする前記方法。

【請求項８】
組立対象物供給領域に組立対象物を少なくとも２系列の供給経路を介して供給する手段と、組立作業領域内に配置された組立テーブル手段と、前記組立対象物供給領域と組立作業領域の間に配置された１本の共通ロボット走行軌道上に各々搭載され、前記組立対象物供給領域に供給された組立対象物を前記組立作業実行領域に移して組立作業を行なうために使用される２台のロボットと、これら２台のロボットを制御する手段と、前記２台のロボットを前記ロボット軌道基部に対して一括して固定する作動状態と該固定を解除した非作動状態をとり得る機械的結合手段を備えると共に、
前記制御手段が前記２台のロボットの前記走行軌道上における位置を独立に制御する手段と、前記２台のロボットの動作を独立に制御する手段と、前記２台のロボットの前記ロボット走行軌道上における相対的な位置関係を一定に保ちながら前記２台のロボットに協調動作を行なわせる手段と、前記機械的結合手段の作動及び不作動状態を切換制御する手段を含んでいる走行ロボット装置を用いて組立作業を実行する方法であって、
前記組立対象物供給領域に組立対象物を前記少なくとも２系列の供給経路を介して供給する段階と、
前記少なくとも２系列の供給経路を前記２台のロボットに対して各々割り当てて、前記２台のロボットを前記制御手段によって独立に制御することにより、各割り当てられた経路を介して供給された組立対象物を各ロボットのハンドに把持させて前記組立テーブル手段上に搬送する段階と、
組立作業の少なくとも一部組立工程について、前記２台のロボットを前記制御手段によって協調動作させることによって前記組立工程を実行する段階と、
前記２台のロボットの協調動作時に前記機械的結合手段を作動状態とする段階を含むことを特徴とする前記方法。

【請求項９】
組立対象物供給領域に組立対象物を少なくとも２系列の供給経路を介して供給する手段と、組立作業領域内に配置された組立テーブル手段と、前記組立対象物供給領域と組立作業領域の間に配置された１本の共通ロボット走行軌道上に各々搭載され、前記組立対象物供給領域に供給された組立対象物を前記組立作業実行領域に移して組立作業を行なうために使用される２台のロボットと、これら２台のロボットを制御する手段と、前記２台のロボ

ットを前記ロボット軌道上で相互に連結する作動状態と該連結を解除した非作動状態をとり得る機械的連結手段を備えると共に、
前記制御手段が前記２台のロボットの前記走行軌道上における位置を独立に制御する手段と、前記２台のロボットの動作を独立に制御する手段と、前記２台のロボットの前記ロボット走行軌道上における相対的な位置関係を一定に保ちながら前記２台のロボットに協調動作を行なわせる手段と、前記機械的連結手段の作動及び不作動状態を切換制御する手段を含んでいる走行ロボット装置を用いて組立作業を実行する方法であって、
前記組立対象物供給領域に組立対象物を前記少なくとも２系列の供給経路を介して供給する段階と、
前記少なくとも２系列の供給経路を前記２台のロボットに対して各々割り当てて、前記２台のロボットを前記制御手段によって独立に制御することにより、各割り当てられた経路を介して供給された組立対象物を各ロボットのハンドに把持させて前記組立テーブル手段上に搬送する段階と、
組立作業の少なくとも一部組立工程について、前記２台のロボットを前記制御手段によって協調動作させることによって前記組立工程を実行する段階と、
前記２台のロボットの協調動作時に前記機械的連結手段を作動状態とする段階を含むことを特徴とする前記方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】

本願発明は各種部品の組立工程あるいはこれに関連あるいは類似じた工程を含むアセンブリング乃至組立加工作業一般（本願においては、これらを総称して「組立作業」と呼ぶこととする）の自動化、省力化に利用される走行ロボット装置と該装置を用いた組立作業実行方法に関し、特に、２台のロボットの協調動作（双腕ロボット状態）と独立動作（非双腕ロボット状態）の使い分けが可能な走行ロボット装置とこれを用いた組立作業実行方法に関する。

【０００２】

【従来の技術】

ロボットを用いて物品の把持・搬送を含む組立作業を実行する場合には、ハンドを装着した２本のロボットアームに協調動作を行なわせる双腕ロボット方式が採用されることが多い。双腕ロボット方式は、２台のロボットを共通の制御手段で制御することによって実現される。このような制御手段としては、２台のロボットを一括制御するロボットコントローラあるいは各ロボットに接続された２台のロボットコントローラを通信回線で接続したものが利用出来る（当出願人に係る特願平５－１９１６４９号参照）。

【０００３】

ところで、一般に、機械部品の組立作業には複数種の部品が関係し、また、ロボットが遂行しなければならない作業の種類の多様であり、双腕協調を要する作業と独立動作が適している作業とが混在している。例えば、部品供給領域に供給された小型軽量の部品を組立テーブル位置まで運ぶだけの作業であれば単腕ロボットで十分であるが、組立時に各ロボットアームに別個の部品を把持して組み付け工程を実行する場合などには、双腕協調が要求される可能性が高い。

【０００４】

また、これら多様に作業の中には２台のロボットが接近乃至密着していなければ実行困難な作業とそうでない作業とが含まれている。即ち、ロボット装置を双腕ロボット状態で動作させる作業では、両ロボットのロボットの運動領域の重なり部分（双腕ロボットの作業領域）を大きくとる為に両ロボットは接近乃至密着している必要があるが、各ロボットを単腕で動作させる作業においては、むしろ両ロボットはある程度離れていた方が、各ロボット個々の作業領域を広くとる上で好都合である。

【０００５】

従って、２台のロボットで構成される双腕ロボットを含むロボット装置は、上記したよう

なような状況に適切に対処し得る能力を備えていることが望まれる。
【０００６】
下記（１）～（５）に列記したように、これまでにも双腕ロボットに関する技術が多々提案されているが、上記対応能力を備えたロボット装置は未提案である。
【０００７】
（１）実開平０４－２５７７号、実開平０４－２５７８号、特開平０１－３１０８７４号、特開平０１－３１０８７５号、特開平０５－９２３７９号、特開平０５－３０１１８０号の各公報には、マスタスレーブ方式の双腕アームの制御に関する技術が開示されているが、機械的構成に関する言及は無く、組立作業に双腕アームを利用することに関する具体的な記載もなされていない。
【０００８】
（２）特開平０５－２６２４０６号公報には、双腕ロボットに対する教示に関する技術が示されているが、やはり、機械的構成に関する言及が無く、組立作業に双腕アームを利用することに関する具体的な記載もなされていない。
【０００９】
（３）実開平０５－２０８８２号、特開平０２－２７１４０２号、特開平０５－２３３０５６号の各公報には、双腕ロボットの機械的構成に関する記述があり、２台のロボットで双腕ロボットを構成することが示されているが、両ロボットのベースが連結された状態で使用されるものであり、２台のロボットの相対的な位置を変更して多様な作業に対応する技術は開示されていない。
【００１０】
（４）特開平０１－２９５７７３号公報には、２台のロボットを１つの回転台上に連結し、更にこの回転台をガイドレール上で走行させるシステムが開示されているが、このシステムは、２台のロボットを個別にガイドレール上で移動させる形態で使用するものではない。
【００１１】
（５）実公平５－４６８６５号公報には、２台のロボットを１つの回転台上に連結し、２台のロボットを同時に回転移動させることが記載されているが、２台のロボットを独立に移動させる形態で使用することに関する具体的な記載は無い。
【００１２】
【発明が解決しようとする課題】
上記説明したように、従来の技術においては、２台のロボットを双腕ロボット状態と２機の独立した単腕ロボットとして使い分けることは行なわれておらず、また、双腕アームを用いて組立作業等を実行する際に２台のロボット間の相対的な位置関係は連結されたままでであり、自由な選択が許されていない。このような制約により、従来技術では次のような問題点が生じている。
【００１３】
（１）組立作業等において、２台のロボットの協調動作、即ち双腕による協調制御によって、複雑な作業を含む工程を実行する場合、あるいは、部品を所定位置に連結する治具等の使用を出来るだけ少なくしたシステムで作業を遂行しようとした場合には、組み付け対象となる部品はすべて双腕アームが届く範囲に供給しなければならない。
【００１４】
これでは、供給された部品によって双腕アームの動作範囲が制限を受けたり、部品を立体的に配置する形で供給する為の大がかりなコンベアシステムを必要とする事態を招くことになり、不利である。
【００１５】
また、多くの部品を周辺から供給する必要がある場合には、部品の流れが複雑になる。更に、双腕ロボットの利点を生かして、両ロボットに共通の作業領域を多くしようとすると、個々のロボットの作業領域は狭くなってしまう。逆に、部品供給を容易にする為に、個々の作業領域を広くしようとすると、共通の作業領域が狭くなってしまう。

【００１６】
（２）上記公知文献の一部に示されているように、双腕ロボットを構成する２台のロボットを旋回する基台上に搭載してロボットの向きを変え得るシステムを採用することで動作領域の拡張を図り、供給部品の分散配置をある程度実現することが可能になるが、このようなシステムにおいては、部品供給の流れが求心的にならざるを得ず、供給ラインを含めた配置の自由度が乏しくなる。また、２本の腕が常に同じ方向にしか向かず、部品搬送の効率が悪い。
【００１７】
（３）双腕ロボットを走行軌道上に搭載して走行させるシステムを採用すれば部品の分散配置が可能になるが、２本の腕を走行軌道上で個別に指定された位置に移動させることが出来ないので、作業効率に限界がある。
【００１８】
以上のような問題点（１）～（３）の他にハンド交換に関連した次の問題点（４）がある。
（４）双腕ロボットを利用して組立作業等を実行する場合には、ロボットに装着するハンドを必要に応じて交換しながら各工程の作業を進めることによって、多くの工程をその双腕ロボットに集約して割り当てることが可能となり、作業効率が改善される。しかし、２台のロボットの双腕に使用するハンドを各ロボットの動作領域内に配置すると、そのハンドの為に動作領域が制限を受けて狭められる。
【００１９】
また、ハンド交換用に、工作機械におけるタレットの様なインデックス（位置割り出し）機構を備えたテーブルにハンドを装備して交換用に供給することも考えられるが、インデックス動作の制御とロボットの動作の制御が独立して行なわれることになり、作業効率が良くない。
【００２０】
本願発明の目的は、これらの問題点を解決することが出来る走行ロボット装置を提供し、また、該走行ロボット装置を使用して組立作業を実行する方法を併せて提案したものである。
【００２１】
【課題を解決するための手段】
本願発明は、上記課題を解決し得る走行ロボット装置の基本構成として、請求項１に記載された走行ロボット装置を提案したものである。
【００２２】
また、複数系列の組立対象物の供給経路を設定した場合の基本構成として、請求項２に記載された走行ロボット装置を提案したものである。
【００２３】
更に、ハンド交換を考慮に入れた構成として、請求項３に記載された走行ロボット装置を提案したものである。
【００２４】
そして、以上の各構成を有する走行ロボット装置による作業実行時に大きな反力を受けることを想定した付加構成要件として、請求項４及び請求項５に記載された構成を提案したものである。
【００２５】
一方、上記２系列の組立対象物供給経路に対応した型の走行ロボット装置を用いて組立作業を実行する方法としては、請求項６に記載された方法を提案したものである。
【００２６】
また、ハンド交換、２台のロボット相互の機械的連結あるいは走行軌道基部への一括固定を含む上記方法として、請求項８に記載された方法並びに請求項９に記載された方法を併せて提案したものである。
【００２７】

なお、これら方法を規定した請求項６～請求項９の文言において、各「段階」は記載順序の通りのシーケンスを必ずしも意味するものでなく、作業の種類によっては順不同に実行されることを許容するものである。例えば、ハンド交換、各機械的連結手段の作動状態への切換は、作業内容に適合したフェイズ乃至タイミングで実行される性質のものである。

【００２８】

【作用】

本願発明の走行ロボット装置においては、組立対象物が供給される領域と組立作業が実行される領域の間に１本の共通ロボット走行軌道または互いに平行関係にある２本のロボット走行軌道が設けられる。共通のロボット走行軌道あるいは２本の平行ロボット走行軌道の各々は、１本または２本以上のガイドレールで構成される。即ち、「ロボット走行軌道」を数える単位はガイドレールの本数を必ずしも意味するものではない。

【００２９】

１本の共通ロボット走行軌道が設定される場合には、この共通ロボット走行軌道上に２台のロボットが搭載される。また、互いに平行関係にある２本のロボット走行軌道上が設定される場合には、各ロボット走行軌道に１台づつのロボットが搭載される。後者の場合、両ロボット走行軌道間の距離は、少なくとも両ロボットの協調動作が可能な程度に小さく選択される。

【００３０】

これら２台のロボットの走行動作、並びにそれ以外のロボット動作（以下、単に「ロボット動作」と言う。は、共通した制御手段によって制御される。この制御手段は、２台のロボットの制御系統を一括してバス結合で統括したロボットコントローラで構成することが出来るが、独立動作時（非協調状態）には各ロボット用のロボットコントローラとして使用される２台のロボットコントローラを通信回線で結合したもので構成しても良い。

【００３１】

制御手段は、２台のロボットの走行軌道上における位置を独立に制御することも出来るし、２台のロボットの動作を独立に制御することも出来る。また、２台のロボットのロボット走行軌道上における相対的な位置関係を一定に保つように制御しながら２台のロボットに協調動作を行なわせることも出来る。

【００３２】

機械部品等の組立対象物は、通常２系列以上の供給経路を介して供給されるから、各供給系列にロボットの一方を割り当てる形態で、供給された組立対象物の搬送工程を実行することが出来る。組立対象物は、通常、ロボット走行軌道を挟んで存在する組立作業領域内に配置された組立テーブル上まで搬送される。この作業は、２台のロボットの独立制御（非双腕ロボット状態）で実行されることが普通であるが、場合によっては、協調動作によっても構わない。

【００３３】

組立作業に必要な部品が組立テーブルに運ばれると、対象物順序に適合した作業のシーケンスに従って、組立工程が実行される。この工程についても、独立動作と協調動作が適宜使い分けられる。

いずれの作業においても、２台のロボットを協調動作させる場合には、２台のロボットのロボット走行軌道上の位置関係は不変に保たれる。

【００３４】

また、走行ロボット装置をハンド交換に効率的に対処し得るものとする為には、少なくとも２系列の供給経路に挟まれた領域内（３系列以上の供給経路がある場合には、その中央付近）に、タレット型ハンド置き台のような動的なハンド置き台手段が設置される。このハンド置き台の制御についても、２台のロボットの共通の制御手段によって行なわれる。具体的には、例えば、タレット型ハンド置き台の回転駆動を該制御手段によって制御されるサーボモータによって行なうようにすれば良い。

【００３５】

本願発明の一形態によれば、走行ロボット装置には、組立対象物が重量物である場合など

には、作業時にロボットを反力による悪影響から守る為に、２台のロボットを前記ロボット軌道上で相互に連結する機械的連結手段、あるいは、２台のロボットをロボット軌道基部に対して一括して固定する機械的結合手段が設けられる。

【００３６】

これらの機械的連結手段は、作動状態と非作動状態の切換が可能であり、その切換制御も、２台のロボットを制御する制御する制御手段によって行なわれる。具体的には、例えばロボットコントローラからの指令に従って電気的空気圧手段あるいは電磁的付勢手段に結合されたクランプ部材を作動位置と非作動位置の間で切換移動させることによって、作動状態と非作動状態の切換が行なわれる。

【００３７】

これらの機械的連結手段が作動状態とされるのは、協調作業時である場合が一般的であると考えられるが、場合によっては、独立作業時に作動させることも有り得る。

【００３８】

なお、２台のロボットを協調動作させて双腕ロボット状態を実現させる制御方法自体には、特に制限は無く、これまでに提案されているマスタスレーブアーム方式の制御方式を適宜利用することが出来る。

【００３９】

これら諸制御を含めて、２台のロボット共通の制御手段を、２台のロボットの制御系統を一括してバス結合で統括したロボットコントローラで構成した場合、及び、各ロボット用のロボットコントローラに所属した２台のロボットコントローラを通信回線で結合したもので構成した場合、各々のケースについての協調動作制御の詳細例については、当出願人に係る前出の特願平５－１９１６４９号に添付された明細書に記されている。

【００４０】

【実施例】

図１は、本願発明に従った走行ロボット装置の全体構成を要部ブロック図で示したものである。

【００４１】

走行ロボット装置を含むシステム全体は大別して、ロボットコントローラ１、ロボット走行軌道（走行軸）２、該ロボット走行軌道上に搭載された２台のロボットＲ１，Ｒ２、供給・搬出コンベアコントローラ３、供給・搬出各コンベア３１，３２、回転式ハンド置き台４で構成されている。また、必要に応じて連結装置とそのエア駆動部ＫＬ１及び／または対基部結合装置とそのエア駆動部ＫＬ２が装備される。

【００４２】

ロボットコントローラ１は、システム全体の制御装置を兼ねており、中央演算処理装置（メインＣＰＵ、以下単にＣＰＵと言う。）１０１を有し、該ＣＰＵ１０１には、ＲＡＭ及びＲＯＭからなるメモリ１０２、運動の教示・座標設定等を行う為の教示操作盤１０４に接続された教示操作盤用インターフェイス１０３、供給・搬出コンベアコントローラ３に接続された入出力インターフェイス１０５及びサーボ制御部＃１～＃１５がバス１０６を介して接続されている。

【００４３】

各サーボアンプを介して、サーボ制御部＃１～＃６はロボットＲ１の各軸モータに接続され、サーボ制御部＃８～＃１３はロボットＲ２の各軸モータに接続されている。また、サーボ制御部＃７はロボットＲ１の走行台１の駆動モータＭ１に接続され、サーボ制御部＃１４はロボットＲ２の走行台２の駆動モータＭ２に接続されている。更に、サーボ制御部＃１４は回転式ハンド置き台４の駆動軸を減速機構を介して駆動するモータＭ３に接続されている。

【００４４】

連結装置とそのエア駆動部ＫＬ１及び／または対基部結合装置とそのエア駆動部ＫＬ２が装備される場合には、エア駆動部ＫＬ１及び／またはエア駆動部ＫＬ２が入出力インターフェイス１０５に接続される。

【００４５】
本実施例においては、ロボットＲ１，Ｒ２の独立制御（走行制御を含む）、双腕協調制御、回転式ハンド置き台４との協調制御等は、ロボットコントローラ１のメモリ１０２に格納された動作プログラムに従って、メインＣＰＵ１０１によって統括的に遂行される。また、エア駆動部ＫＬ１及び／またはエア駆動部ＫＬ２の作動／非作動状態の切換制御や供給・搬出コンベアコントローラとの各種信号授受は、ＣＰＵ１０１の制御の下に、入出力インターフェイス１０５を介して行なわれる。
【００４６】
なお、既述したように、装置全体を統括制御する制御手段は、必ずしも本例のように両ロボットのロボットアーム各軸、走行軸等をバス結合で統括したロボットコントローラで構成する必要はない。例えば、独立動作時（非協調状態）には各ロボット用のロボットコントローラとして使用される２台のロボットコントローラを通信回線で結合したもので構成しても良い。その場合には、図１におけるサーボ制御部の数を必要数に減じ、バス１０６に通信インターフェイスを接続したロボットコントローラ２台を使用することが出来る。
【００４７】
図２は、本願発明に従った走行ロボット装置の全体構成を要部外観図で示したもので、（１）はロボットＲ１，Ｒ２を密着させての双腕協調時、（２）はロボットＲ１，Ｒ２を離隔させての独立動作時の外観を表わしている。
【００４８】
また、図３は図２（１）に対応した斜視図で、２台のロボットが互いに近接した位置で双腕協調動作中にある状況を概念的に表わし、図４は図２（１）と図２（２）の中間的状態に対応した斜視図で、２台のロボットが、図３の状態から若干離れた状況を概念的に表わしている。更に、図５は図２（２）に対応した斜視図で、２台のロボットが、図３の状態から図４の状態を経て、完全に離れて独立動作で作業を行なう態勢にある状況を概念的に表わしている。
【００４９】
これらの図を参照して、先ず、システム全体のレイアウトについて説明すると、ガイドレール状のロボット走行軌道２には、ボールネジ機構等公知の走行軸機構を介して各走行台１０，２０が走行可能に取り付けられており、各走行台上にはロボットＲ１，Ｒ２のベースＢ１，Ｂ２が固定されている。ロボットＲ１，Ｒ２は必ずしも同型、同サイズのものであるとは限らず、例えば、立体的な作業をやり易くする為に、ベースＢ１，Ｂ２の高さが異なる２機のロボットを使用することが出来る。また、ベースＢ１，Ｂ２の内部を給電用ケーブル、信号ケーブル等（図示省略）の収容に利用しても良い。
【００５０】
ロボット走行軌道２の一方側には、２つの供給系列群ＳＰ１，ＳＰ２に分かれた配置で多数の供給コンベア３１の各供給端が設けられている。
【００５１】
各コンベアには、種々の組立部品Ｗ１　～Ｗｎ　多数載置されており、ロボットによる組立作業の進行に応じて次々とロボットＲ１，Ｒ２による把持位置に供給される。各コンベアの延在方向は、ロボット走行軌道２に対して交差（ここでは直交）しているので、いずれの供給端もロボット走行軌道２の近傍領域に沿って位置することになる。
【００５２】
供給系列群ＳＰ１とＳＰ２に属するコンベア列の間には、回転式ハンド置き台４が配置され、両ロボットＲ１，Ｒ２が随時容易にアクセス出来るようになっている。回転式ハンド置き台４上には、ハンドマガジンＭＧが設けられ、種々のハンド（例えば、把持ハンド、ネジ締めハンドなど）が収容されている。
【００５３】
この回転式ハンド置き台４の位置は、ロボット走行軌道２の長さ方向のほぼ中間点位置に対応している。そして、ロボット走行軌道２を挟んで回転式ハンド置き台４と対応した位置には組立テーブルＴＢが設けられており、その近傍には組立作業を終えた完成ユニット

品Wを搬出する搬出コンベア３２が配置されている。

【００５４】

各ロボットＲ１，Ｒ２のアーム先端部には次に行なう作業工程の遂行に適したハンドＨ１，Ｈ２が、公知のハンド交換機構を含む装着部（図示省略）を介して装着されている。ハンド交換の必要がある場合には、ロボットＲ１またはＲ２を回転式ハンド置き台４の近くに走行及び移動させ、ロボットＲ１またはＲ２と回転式ハンド置き台４を協調動作させながら、ハンド交換機構を介してハンド交換を行なう。

【００５５】

このように本願発明の走行ロボット装置を使用すると、組立作業システム全体のレイアウトが極めてコンパクトにまとめられ、しかも、各ロボットによってアクセスされる必要のあるいずれの要素も、ロボット走行軌道２の中央部を中心にロボット走行軌道２に沿って配列されることになるので、作業効率を高める上で極めて有利である。

【００５６】

一般に、ロボットＲ１，Ｒ２による双腕協調動作は、ロボット走行軌道２上におけるロボットＲ１，Ｒ２間の間隔を一定に保った状態で行なわれる。この間隔は自由に選択可能である。図３では、両ロボットのベースＢ１，Ｂ２を密着させた状態で双腕協調動作が行なわれている例を示している。このような双腕協調動作は、組立テーブルＴＢ上における組立作業の遂行に多く利用される。なお、図３～図５において、把持部品の図示は省略されている。

【００５７】

今、仮に図３の状態で、組立テーブルＴＢ上における双腕協調動作による１工程が終了し、次の部品群（Ｗ１　～Ｗｎ　）を組み立てるステップに移行しようとする場合を想定する。本願発明の走行ロボット装置の典型的な組立作業遂行形態に従えば、ロボットＲ１，Ｒ２はここで次の部品群（Ｗ１　～Ｗｎ　）から必要な部品を組立テーブルＴＢ上に搬送する為に、一旦、双腕協調状態を解除し、各ロボットＲ１，Ｒ２を独立に走行させ、図４の状態を経て、図５の状態とする。

【００５８】

図３（２）に示された外観に対応したこの図５の状態では、両ロボットＲ１，Ｒ２は完全に離れて独立動作で作業を行なう態勢にあり、その位置は各分担された供給系列ＳＰ１，ＳＰ２のコンベア供給端の近傍にある。

【００５９】

各ロボットＲ１，Ｒ２は、図５乃至図３（２）に示された位置で、必要な部品を把持し、組立テーブルＴＢまで搬送する。次の工程に関与する２個またはそれ以上の部品が組立テーブルＴＢ上に用意された時点で、再度ロボットＲ１，Ｒ２を図４の状態を経て図３の双腕協調状態に復帰させ、組立作業を組立テーブルＴＢ上で実行する。組立作業が終了したユニット完成品は、ロボットコントローラからの指令によって制御される搬出コンベア３２上に載置され、次工程へ送り出される。

【００６０】

以上が本願発明の走行ロボット装置を用いた典型的な組立作業実行手順であるが、独立動作、協調動作を使い分け及びロボットの走行移動とアームの運動によるロボット移動の使い分け等を含む作業シーケンスの具体的内容は実際の作業内容に即して作成された一連の動作プログラムよって定められるものである。　さて、一般に、組立工程（例えば、ネジ締め）におけるロボット動作には高い精度が要求されることが多いから、上記図３に示したような密着状態で双腕協調動作による組立工程を遂行する際には、ロボットが反力によって不安定になることを極力避けることが望ましい。

図６及び図７は、この課題を解決する為に提案されたロボット連結装置及び対基部結合装置の実施例を表わしている。

【００６１】

先ず、図６にはエア駆動により２台の走行台部分を連結する連結装置の一例の概略構成が示されている。連結装置は両走行台１０，２０の最下部の符号Ｆで示した部分に設けられ

ている。図には、この領域Ｆを拡大した様子が併記されている。

【００６２】

この拡大図を参照すると、連結装置は一方の走行台２０上に設けられたエアシリンダ２１、ガイドブッシュ２２を備え、連結バー２４のガイドピン２３がガイドブッシュ２２内に挿入されている。また、他方の走行台１０側には、連結ブッシュ１１が設けられている。エアシリンダ２１には、クランプ時及びクランプ解除時にエア供給を行なう為のエア供給ホース２６，２７が接続されている。

【００６３】

図２（１）あるいは図３に示したようなロボット密着時には、ロボットコントローラからの指令によって、図示しないエア供給源からエア供給ホース２６を介してエア供給が行なわれ、双方向矢印の下向き方向に空気圧によって連結バー２４が移動し、ガイドピン２３、連結ピン２５が各々ガイドブッシュ２２と連結ブッシュ１１内に嵌入される。これによって、両ロボットＲ１，Ｒ２の機械的な連結が実現されるから、作業中に反力を受けてもロボットが不安定になること避けられる。

【００６４】

ロボットＲ１，Ｒ２を離間させ、連結状態を解除して、図３の状態から図４、図５の状態への移行する際には、ロボットコントローラからの指令によって、図示しないエア供給源からエア供給ホース２７を介してエア供給が行なわれ、空気圧によって連結バー２４が双方向矢印の上向き方向に移動し、ガイドピン２３、連結ピン２５が各々ガイドブッシュ２２と連結ブッシュ１１から離脱する。これによって、両ロボットＲ１，Ｒ２の機械的な連結が解除され、ロボット走行軌道２上の独立走行が可能な状態となる。

【００６５】

次に、図７にはエア駆動により２台の走行台部分をロボット走行軌道２の基部（ここでは、床面ベース）に固定する結合装置の一例の概略構成が示されている。結合装置は両走行台１０，２０の最下部の符号Ｇで示した付近の床面ベース上に設けられている。図には、この領域Ｇを拡大した様子が併記されている。

【００６６】

この拡大図を参照すると、結合装置は床面ベースに対して固設されたＶ字ピンベース５１と該Ｖ字ピンベースに対して水平方向（双方向矢印で指示）にスライド可能に取り付けられたＶ字ピン５２，５３を備えている。

【００６７】

Ｖ字ピン５２，５３に対向した走行台１０，２０の各部分には、これらのピンを受容するＶ字状凹部１９，２９が形成されている。また、Ｖ字ピンベース５１には、図６に示した連結装置の場合と同様に、エア供給ホースが接続されている（図示は省略）。

【００６８】

図２（１）あるいは図３に示したようなロボット密着時には、ロボットコントローラからの指令によって、図示しないエア供給源からエア供給ホースを介してエア供給が行なわれ、Ｖ字ピン５２，５３が同時にＶ字状凹部１９，２９内に受容・係合される。これによって、両ロボットＲ１，Ｒ２が一括して床面ベースに対して固定されるから、作業中に反力を受けてもロボットが不安定になることが避けられる。

【００６９】

ロボットＲ１，Ｒ２を離間させ、床面ベースへの固定結合状態を解除して、図３の状態から図４、図５の状態への移行する際には、ロボットコントローラからの指令によって、図示しないエア供給源からの結合解除用のエア供給によってＶ字ピン５２，５３がＶ字状凹部１９，２９らら離脱する。これによって、両ロボットＲ１，Ｒ２の床面ベースに対する機械的な結合が解除され、ロボット走行軌道２上の独立走行が可能な状態となる。

【００７０】

最後に、作業開始前～終了後までのいずれかの時点において、ロボットハンドの交換を行なう場合のロボットＲ１またはＲ２と回転式ハンド置き台４の協調動作について説明する。

図８は、ロボットＲ１またはＲ２が、現在装着してハンドＨを、回転式ハンド置き台４のハンドマガジン内に準備されたハンドＨ’に交換する場合を例にとって、ロボットと回転式置き台の協調動作の各段階の推移を概念的に表わした図である。ここでは、符号Ｓ１～Ｓ７で指示された各段階別に協調動作の概略を説明する。図中羽根付矢印はハンド置き台４の回転を表わし、羽根無し矢印はロボットアームの動きを表わしている。これらの動きは、いずれもロボットコントローラによるロボット各軸モータ及び回転式ハンド置き台４を駆動するサーボモータＭ３の制御によって統括的に行なわれる。なお、二重線矢印は、動作段階の推移を表わしている。

【００７１】

（Ｓ１）；回転式ハンド置き台４は、ハンドＨの置き位置がロボット（Ｒ１またはＲ２、以下略。）に近づくように回転する。一方、ハンドＨが回転式ハンド置き台４に近づき、ハンドＨの置き位置に形成されたハンド保持溝Ｃに正対する位置で両者が接近遭遇するようにロボットを動作させる。

【００７２】

（Ｓ２）；ハンドＨとハンド保持溝Ｃが近接正対する状態になったら、ハンド交換の為の回転式ハンド置き台４の回転方向を決定する。この回転方向は、通常はハンドＨとＨ’の置き位置間の角度間隔が長くならない方向（角度間隔が１８０度以下となる方向）と一致するように選ばれる。

【００７３】

（Ｓ３）；回転方向が決定したら、回転式ハンド置き台４はその方向へ回転を始める。ロボットには、この回転に追従した動きに、回転式ハンド置き台４の中心へ向かう運動を重畳した動作を行わせ、ハンドＨをハンド保持溝Ｃ内へはめ込む。

【００７４】

（Ｓ４）；ロボットは、ハンドＨを取り外した時点で、回転式ハンド置き台４への追従動作を中止し、次に装着するハンドＨ’の位置へ移動する。この時、回転式ハンド置き台４は回転を続行しているので、回転式ハンド置き台４の回転速度とロボット手首部の移動速度に基づいて、次に追従動作を開始すべき位置を算出し、その点へ向かって移動する。（ハンド置き位置の回転半径をｒ、ハンドＨ，Ｈ’の置き位置間の中心角をφ、回転式ハンド置き台の回転速度をω、ロボットの移動速度をｖ、置き位置の描く円弧上の任意の位置をＭとして、ハンドＨ位置から位置Ｍへの直線移動所要時間ｔ１　及び、ハンドＨ’位置から位置Ｍへの所要回転時間ｔ２　を計算し、ｔ１　＝ｔ２　が成立するような位置Ｍへロボット手首部を移動させる。）。

【００７５】

（Ｓ５）；位置Ｍへ到達した状態を表わしている。

【００７６】

（Ｓ６）；位置Ｍより、ロボットは回転式ハンド置き台４に追従動作を行いながら、ハンドＨ’を装着する。

【００７７】

（Ｓ７）；ハンドＨ’を装着したら、ロボットは回転式ハンド置き台４から離れ、追従動作を中止する。以上でハンドＨからＨ’への交換が（協調動作）が完了したことになる。以後、ハンドＨ’を装着した状態で、次の動作へ移行する。

【００７８】

以上、１本の共通のロボット走行軌道上に２台のロボットを搭載した実施例について説明を行なったが、上記実施例に関連した説明に含まれる技術事項は、平行に配置された２本のロボット走行軌道上に１台づつロボットを搭載した構成に対しても、ロボット連結装置（図６参照）や対基部結合装置（図７参照）に若干の設計的変更が必要な他は、特に変更を要することなくほぼそのまま成立することは言うまでもない。

【００７９】

【発明の効果】

以上詳述したように、本願発明によれば、２台のロボットが、両ロボットに共通したロボ

ット走行軌道または互いに平行関係にある２本のロボット走行軌道上に搭載され、「２台の走行ロボットとしての独立動作」と「２台のロボットを一定の位置関係に保っての協調動作（双腕ロボット状態）」のいずれもが可能とされている。従って、独立動作ロボットとして、各ロボットに独自の搬送作業等を効率的に行なわせることが出来ると同時に、２台のロボットの密着乃至接近状態を維持しながら協調双腕動作によって、複雑な組立作業等を行なわせることが出来る。即ち、２台の単腕の走行ロボットの利点と、１台の双腕走行ロボットの利点を合わせ持った走行ロボット装置が提供される。

【００８０】

また、実行作業の種類に応じて、双腕動作時においても２台のロボットの相対位置を選択出来るから、双腕間距離が可変な双腕ロボットとしての機能を有している。

【００８１】

更に、走行軌道に沿った広がりのある部分に、各ロボットの動作領域が存在するので、そこに複数系列の経路を介して組立部品等を供給することが可能であり、
部品の種類、数、サイズ、形状等に応じたコンベアを配置して、コンベアの配列幅をカバー出来る長さを有する走行軌道を用意すれば、供給系列数が増加してもシステム構成に支障を来さない。また、ロボット側の制約の為に、供給部品の流れを無理に変更する必要が生じない。

【００８２】

組立テーブルの配置に関しても、作業効率を考えて最適の位置に設定することが出来る。例えば、走行軌道を挟んでその延在方向中央付近に、供給コンベアと組立テーブルを対向配置することにより、各供給コンベアの供給端から組立テーブルまでの距離がほぼ一定とし、独立走行ロボットとして動作した場合の作業効率を高めることが出来る。

【００８３】

ロボット走行軌道を挟んで供給領域と組立作業領域を設け、供給コンベアと組立テーブルを配置したレイアウトは、前段工程あるいは後続工程との円滑な接続が容易であり、製造ラインの流れを作り出す上で有利である。

【００８４】

ハンド交換に対処する際にも、複数系列の供給経路に挟まれた領域内（３系列以上の供給経路がある場合には、その中央付近）に、タレット型ハンド置き台のような動的なハンド置き台手段を設置し、これをロボット制御手段によって制御される軸で駆動することが出来るから、ハンド交換時にハンド置き台とロボットとを協調動作させることも可能である。従って、ハンド交換が迅速的確に実行される。

【００８５】

そして、本願発明の一形態においては、組立対象物に重量物が含まれる場合などに想定される作業時の反力による悪影響からロボットを守る為に、２台のロボットを前記ロボット軌道上で相互に連結する機械的連結手段、あるいは、２台のロボットをロボット軌道基部に対して一括して連結する機械的連結手段を装備させ、これらの機械的連結手段あるいは結合手段の作動状態と非作動状態の切換を２台のロボットを制御する制御手段によって遂行させ得る構成を採用した。これにより、双腕協調作業による重量物に対する作業等反力を受ける作業についても、ロボットを安定した状態で実行させることが可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図１】

本願発明に従った走行ロボット装置の全体構成を要部ブロック図で示したものである。

【図２】

本願発明に従った走行ロボット装置の全体構成を要部外観図で示したもので、（１）はロボットＲ１，Ｒ２を密着させての双腕協調時、（２）はロボットＲ１，Ｒ２を離隔させての独立動作時の外観を表わしている。

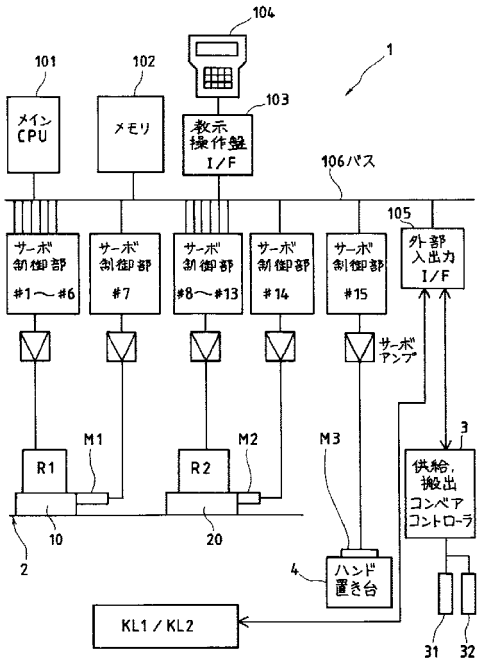
【図３】

図２（１）に対応した斜視図で、２台のロボットが互いに近接した位置で双腕協調動作中にある状況を概念的に表わしている。

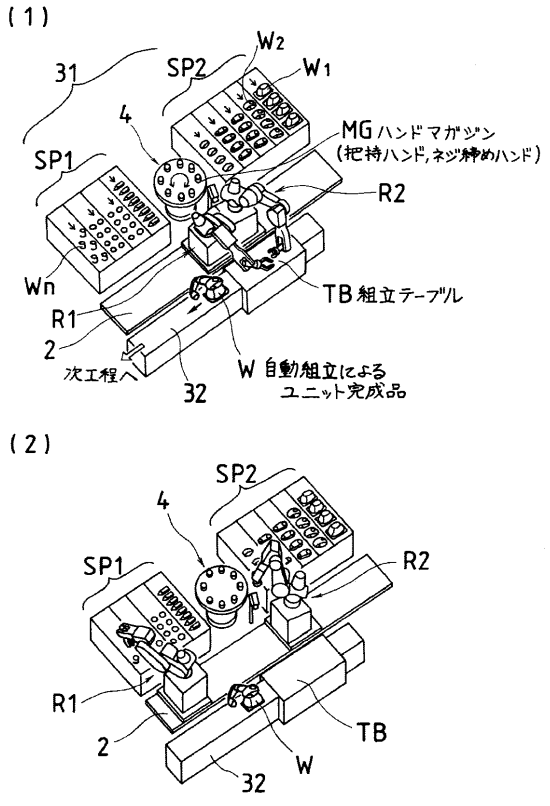
【図４】
図２（１）と図２（２）の中間的状態に対応した斜視図で、２台のロボットが、図３の状態から若干離れた状況を概念的に表わしている。
【図５】
図２（２）に対応した斜視図で、２台のロボットが、図３の状態から図４の状態を経て、完全に離れて独立動作で作業を行なう態勢にある状況を概念的に表わしている。
【図６】
２台のロボットの走行台部分を連結する連結装置の実施例を表わした模式図であり、連結装置部分の拡大図が併記されている。
【図７】
２台のロボットの走行台部分をロボット走行軌道の基部に固定する結合装置の実施例を表わした模式図であり、結合装置部分の拡大図が併記されている。
【図８】
ロボットが、現在装着してハンドＨを、回転式ハンド置き台のハンドマガジン内に準備されたハンドＨ’に交換する場合を例にとって、ロボットと回転式置き台の協調動作の各段階の推移を概念的に表わした図である。
【符号の説明】
１　ロボットコントローラ
２　ロボット走行軌道（走行軸）
３　供給・搬出コンベアコントローラ
４　回転式ハンド置き台
１０，２０　走行台
１１　連結ブッシュ
１９，２９　Ｖ字状凹部
２１　エアシリンダ
２２　ガイドブッシュ
２３　ガイドピン
２４　連結バー
２５　連結ピン
２６，２７　エア供給ホース
３１　供給コンベア
３２　搬出コンベア
５１　Ｖ字ピンベース
５２，５３　Ｖ字ピン
１０１　中央演算処理装置（メインＣＰＵ）
１０２　メモリ
１０３　教示操作盤用インターフェイス
１０４　教示操作盤
１０５　入出力インターフェイス
１０６　バス
Ｈ１，Ｈ２　ハンド
ＫＬ１　連結装置エア駆動部
ＫＬ２　対基部固定装置エア駆動部
Ｍ１，Ｍ２　走行軸駆動モータ
Ｍ３　回転式ハンド置き台駆動モータ
ＭＧ　ハンドマガジン
Ｒ１，Ｒ２　ロボット
ＳＰ１，ＳＰ２　供給コンベア列（供給系列群）
ＴＢ　組立テーブル
Ｗ１　～Ｗｎ　　供給部品

W　ユニット完成品

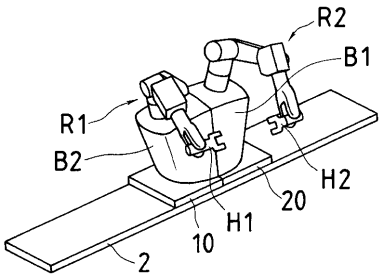
【図１】



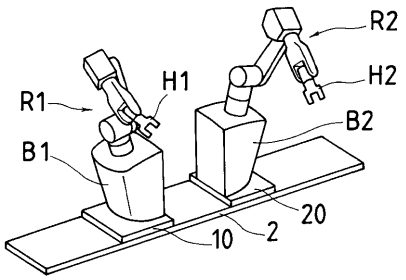
【図２】



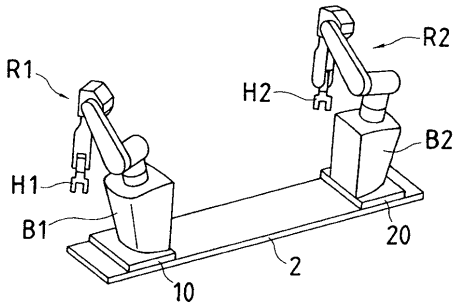
【図３】


R2
B1
R1
B2
H2
20
H1
10
2

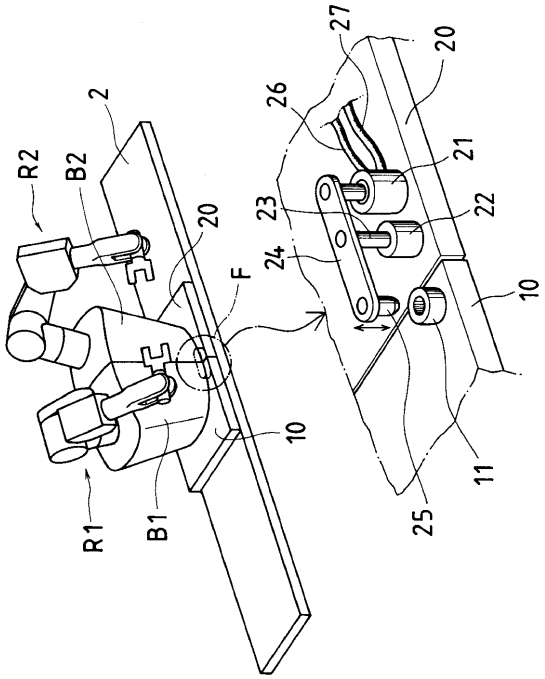
【図４】


R2
H1
R1
H2
B2
B1
20
10
2

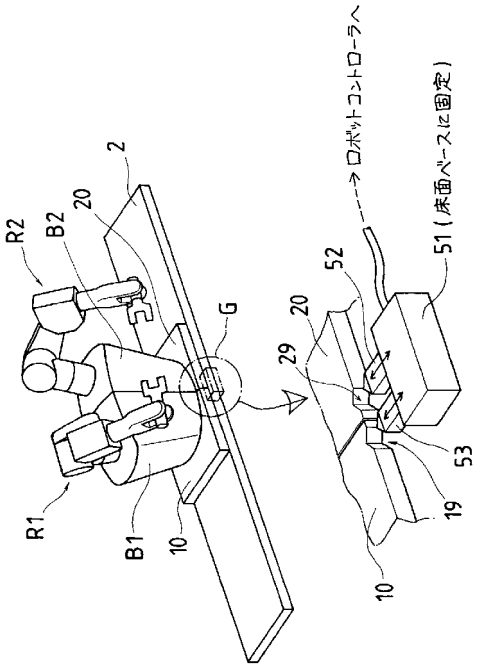
【図５】


R1
R2
H2
B2
H1
B1
20
10
2

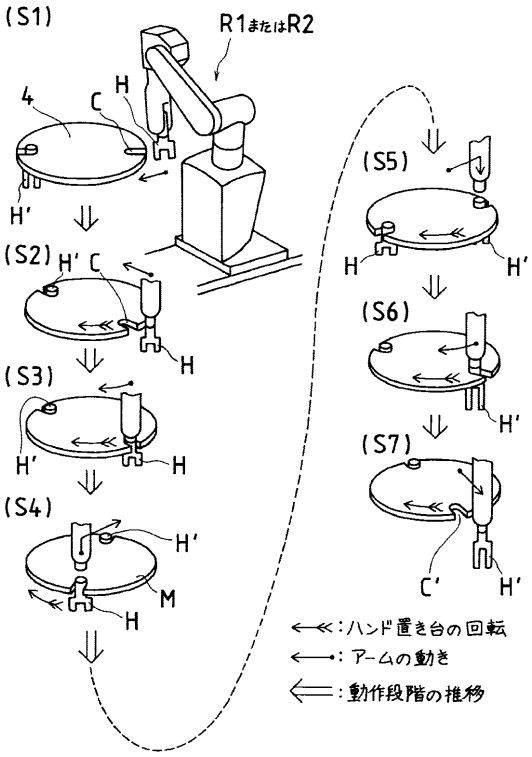
【図６】


27
20
2
26
R2
B2
21
23
22
20
F
24
10
10
11
R1
B1
25

【図７】


ロボットコントローラへ
51（床面ベースに固定）
2
R2
B2
20
52
G
20
29
53
19
R1
B1
10
10

【図８】


(S1)
R1またはR2
4
C
H
H'
(S2)
H'
C
H
(S3)
H'
H
(S4)
H'
M
H
(S5)
H
H'
(S6)
H'
(S7)
C'
H'
⟸≪：ハンド置き台の回転
⟸：アームの動き
⟸：動作段階の推移

フロントページの続き

(72)発明者　二瓶　亮
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場３５８０番地　ファナック株式会社　内
(72)発明者　寺田　彰弘
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場３５８０番地　ファナック株式会社　内
(72)発明者　伴　一訓
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場３５８０番地　ファナック株式会社　内

合議体
審判長　宮崎　侑久
審判官　上原　徹
審判官　三原　彰英

(56)参考文献　特開平３－１７０２８５（ＪＰ，Ａ）
特開平５－５０３８７（ＪＰ，Ａ）
特開平４－２５０９９３（ＪＰ，Ａ）
特開平３－２５１３７９（ＪＰ，Ａ）
特開平３－１２６１０２（ＪＰ，Ａ）
特開平１－３１１９６９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.^{7}，ＤＢ名)
G05B 19/18
G05D 3/00
B23P 19/04
B25J 9/16
B25J 13/00