

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6788593号  
(P6788593)

(45) 発行日 令和2年11月25日(2020.11.25)

(24) 登録日 令和2年11月4日(2020.11.4)

(51) Int. Cl.	F 1	
<b>B 2 5 J 13/06 (2006.01)</b>	B 2 5 J 13/06	
<b>B 2 5 J 13/00 (2006.01)</b>	B 2 5 J 13/00	A
<b>B 2 5 J 19/04 (2006.01)</b>	B 2 5 J 13/00	Z
<b>B 2 3 P 21/00 (2006.01)</b>	B 2 5 J 19/04	
<b>B 2 3 P 19/04 (2006.01)</b>	B 2 3 P 21/00	3 0 3 A
請求項の数 6 (全 15 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2017-536167 (P2017-536167)  
 (86) (22) 出願日 平成28年5月27日(2016.5.27)  
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2016/002582  
 (87) 国際公開番号 W02017/033355  
 (87) 国際公開日 平成29年3月2日(2017.3.2)  
 審査請求日 令和1年5月24日(2019.5.24)  
 (31) 優先権主張番号 特願2015-165479 (P2015-165479)  
 (32) 優先日 平成27年8月25日(2015.8.25)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関  
 日本国(JP)

(73) 特許権者 000000974  
 川崎重工業株式会社  
 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号  
 (74) 代理人 110000556  
 特許業務法人 有古特許事務所  
 (72) 発明者 橋本 康彦  
 兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社 明石工場内  
 (72) 発明者 下村 信恭  
 兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社 明石工場内  
 (72) 発明者 前原 毅  
 兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社 明石工場内  
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マニピュレータシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

移動装置によって移動するワークに対して作業を行うマニピュレータシステムであって、

1以上の関節を有し、前記ワークに対して作業を行うためのツールが取り付けられるロボットアームと、

前記ワークの移動に追従しながら当該ワークを撮像するための第1撮像手段と、

前記ワークに対する作業の様子を撮像するために作業エリアに固定して設けられた第2撮像手段と、

前記第1撮像手段によって撮像された映像及び前記第2撮像手段によって撮像された映像を作業者に表示する表示手段と、

前記作業者が前記表示手段の表示を視認しながら前記ロボットアームを操作するための操作デバイスと、

前記移動装置によって移動する前記ワークの移動量を検出することで、前記ワークの移動量に応じて前記ロボットアームに前記ワークを追従させる動作を生成し、前記操作デバイスの操作指令に基づく前記ロボットアームの動作を、前記生成された動作に付加するように、前記ロボットアームの動作を制御する制御装置と、を備える、マニピュレータシステム。

【請求項2】

前記マニピュレータシステムは、1以上の駆動軸を備えたコンベア又はポジションナによ

って移動するワークに対して作業を行うものであって、

前記制御装置は、前記コンベア又は前記ポジョナの駆動軸の駆動量に基づいて、前記ワークの移動量を検出する、請求項 1 に記載のマニピュレータシステム。

【請求項 3】

前記第 1 撮像手段は、前記ロボットアームの先端に取り付けられる、請求項 1 又は 2 に記載のマニピュレータシステム。

【請求項 4】

前記表示手段は、前記第 1 撮像手段によって撮像された映像と、前記第 2 撮像手段によって撮像された映像とを切替えながら表示する、請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載のマニピュレータシステム。

10

【請求項 5】

前記表示手段は、前記第 1 撮像手段によって前記ワークの移動に追従しながら当該ワークに対する作業の様子が撮像された映像と、前記第 2 撮像手段によって前記作業エリアにおける所定位置と前記移動装置との間で前記ワークを搬送する作業の様子が撮像された映像とを切替えながら表示する、請求項 4 に記載のマニピュレータシステム。

【請求項 6】

前記第 1 撮像手段は、移動装置の移動方向に沿って並んで配置された複数の固定カメラであって、

前記表示手段は、前記複数の固定カメラで撮像された映像を、前記ワークの移動に追従するように順次切り替えて表示する、請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載のマニピュレータシステム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マニピュレータシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、産業用マニピュレータの制御装置において、コンベアの流れの動きに同期して、スレーブアームをトラッキングさせる技術がある（例えば特許文献 1 乃至 3 を参照）。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 6 - 2 6 2 5 4 5 号公報

【特許文献 2】特開平 4 - 3 0 0 1 7 3 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 1 1 - 9 3 0 6 2 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、近年、生産性向上の観点から、ロボットと作業者が共同して作業を行うことが提案されている。例えば、ロボットが製品の組み立てラインに導入され、ベルトコンベアにより搬送される機械（ワーク）に対し、部品の取り付けや小加工等の作業を行うことが想定される。特にロボットは、重量ワークの運搬等といった人の苦手な作業に適している。

40

【0005】

しかし、従来技術では、コンベア上方に位置するスレーブアーム手先の現座標値とコンベアの速度設定値から同期指令値を演算していたため、制御装置はコンベア上のワークの位置を正確に検出することができなかった。このため、コンベアにより搬送されるワークに対して作業を行うにはその精度に改善の余地があった。このような課題は、コンベアだけでなく、ポジョナ等のその他の移動装置により移動するワークに対して作業を行うマニピュレータシステムで共通する。

50

## 【0006】

そこで本発明は、移動装置により移動するワークに対して精度良く作業可能なマニピュレータシステムを提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

本発明の一態様に係るマニピュレータシステムは、移動装置によって移動するワークに対して作業を行うマニピュレータシステムであって、1以上の関節を有し、前記ワークに対して作業を行うためのツールが取り付けられるロボットアームと、前記ロボットアームを操作するための操作デバイスと、前記ワークの移動に追従しながら当該ワークを撮像するための第1撮像手段と、前記ワークに対する作業の様子を撮像するために作業エリアに固定して設けられた第2撮像手段と、前記第1撮像手段によって撮像された映像及び第2撮像手段によって撮像された映像を表示する表示手段と、前記移動装置によって移動する前記ワークの移動量を検出し、前記ワークの移動量に応じて前記ロボットアームを追従制御しつつ、前記操作デバイスの操作指令に基づいて前記ロボットアームの動作を制御する制御装置と、を備える。

10

## 【0008】

上記構成によれば、移動装置によって移動中のワークの移動量を検出することにより、ロボットアームをワークの移動量に応じて正確に追従制御させることができる。一方、第1撮像手段(追従カメラ)により、移動するワークに追従しつつ撮像された映像では、ワークは静止しているように見えるので、作業者は、操作デバイスによりツールを操作しやすくなる。また、作業者は第2撮像手段(固定カメラ)により、撮像された映像を見ながら、ロボットアームを操作してワークに対する作業を行うことができる。よって、作業精度が向上する。尚、表示手段は、第1撮像手段の映像と第2撮像手段の映像とを同時に表示してもよいし、切り替えながら表示してもよい。

20

## 【0009】

前記マニピュレータシステムは、1以上の駆動軸を備えたコンベア又はポジションによって移動するワークに対して作業を行うものであって、前記制御装置は、コンベア又はポジションの駆動軸の駆動量に基づいて、前記ワークの移動量を検出してもよい。

## 【0010】

上記構成によれば、コンベア又はポジションの駆動軸の駆動量に基づいてワークの移動量を検出することにより、ロボットアームを正確に追従制御できる。

30

## 【0011】

前記第1撮像手段は、前記ロボットアームの先端に取り付けられてもよい。上記構成によれば、ロボットアーム先端をワークに追従させながらワークを撮像することができる。

## 【0012】

前記表示手段は、前記第1撮像手段によって撮像された映像と、前記第2撮像手段によって撮像された映像とを切替えながら表示してもよい。

## 【0013】

前記表示手段は、前記第1撮像手段によって前記ワークの移動に追従しながら当該ワークに対する作業の様子が撮像された映像と、前記第2撮像手段によって前記作業エリアにおける所定位置と前記移動装置との間で前記ワークを搬送する作業の様子が撮像された映像とを切替えながら表示してもよい。

40

## 【0014】

前記第1撮像手段は、移動装置の移動方向に沿って並んで配置された複数の固定カメラであって、前記表示手段は、前記複数の固定カメラで撮像された映像を、前記ワークの移動に追従するように順次切り替えて表示してもよい。

## 【発明の効果】

## 【0015】

本発明によれば、移動装置により移動するワークに対して精度良く作業可能なマニピュレータシステムを提供することができる。

50

## 【 0 0 1 6 】

本発明の上記目的、他の目的、特徴、及び利点は、添付図面参照の下、以下の好適な実施態様の詳細な説明から明らかにされる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 7 】

【 図 1 】 図 1 は、第 1 実施形態に係るマニピュレータシステムを示す概略図である。

【 図 2 】 図 2 は、図 1 のマニピュレータシステムの制御系の構成を示したブロック図である。

【 図 3 】 図 3 は、図 1 のロボットアームの追従制御の様子を示した平面図である。

【 図 4 】 図 4 は、第 1 撮像手段により撮像された映像を表示したモニタ画面の一例である

10

。

【 図 5 】 図 5 は、第 2 撮像手段により撮像された映像を表示したモニタ画面の一例である

。

【 図 6 】 図 6 は、第 1 実施形態の変形例に係るマニピュレータシステムを示す概略図である。

【 図 7 】 図 7 は、第 2 実施形態に係るマニピュレータシステムを示す概略図である。

【 図 8 】 図 8 は、ワークを把持した図 7 のロボットアームの構成を示した平面図である。

【 図 9 】 図 9 は、第 2 実施形態の変形例に係るマニピュレータシステムを示す概略図である。

【 図 1 0 】 図 1 0 は、その他の実施形態に係るマニピュレータシステムを示す概略図である。

20

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 1 8 】

本発明の実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。以下では、全ての図面を通じて同一又は相当する要素には同じ符号を付して、重複する説明は省略する。

( 第 1 実施形態 )

## [ 移動装置 ]

図 1 は、第 1 実施形態に係るマニピュレータシステムを示す概略図である。図 1 に示すように、マニピュレータシステム 1 0 0 は、移動装置 3 0 によって移動するワーク W に対して作業を行う。本実施形態では、移動装置 3 0 は作業エリア 2 0 0 に配置され、ワーク W を一定方向に搬送するコンベアである。コンベアは、無端ベルト状のコンベアベルト 3 1 と、コンベアベルト 3 1 の一端側を、駆動軸を中心に巻回した原動プーリ 3 2 と、コンベアベルト 3 1 の他端側を、従動軸を中心に巻回した従動プーリ 3 3 と、コンベア制御装置 3 4 とを備える。尚、原動プーリ 3 2 は駆動軸を介して原動プーリ 3 2 を回転駆動するモータ ( 図示せず ) を備え、モータには駆動軸の駆動量を検出するコンベアエンコーダ 3 2 a が取り付けられる。コンベア制御装置 3 4 は、コンベアエンコーダ 3 2 a からの検出信号に応じてモータのフィードバック制御を実行する。モータに連動した原動プーリ 3 2 の回転によりコンベアベルト 3 1 が循環し、コンベアベルト 3 1 上に載置したワーク W が一定方向 ( 図 1 に示す矢印方向 ) に搬送される。尚、本実施形態ではモータは定速で駆動されるが、間欠的に駆動されてもよいし、加速又は減速して駆動されてもよい。

30

40

## 【 0 0 1 9 】

本実施形態では、ワーク W に対する作業は、コンベアで流れてくるワーク W を運搬し、ワーク W の収納棚 1 9 内の所定の位置に収納する作業である。本実施形態では、ワーク W は、ケーシング等の金属部品、成形前の金属素材、及び金属部品を製造するための金型等の重量ワークである。つまり、マニピュレータシステム 1 0 0 は、人の苦手な重量ワークの運搬作業を行う。尚、ワーク W は、重量ワークに限定されず、百キロ以下のワークでもよい。

## [ マニピュレータシステム ]

マニピュレータシステム 1 0 0 は、ロボットアーム 1 と、操作デバイス 2 と、第 1 撮像手段 3 A と、第 2 撮像手段 3 B と、表示手段 4 と、制御装置 5 とを備える。

50

## 【 0 0 2 0 】

ロボットアーム 1 は、1 以上の関節を有し、ワーク W に対して作業を行うためのツール 1 5 が取り付けられる。本実施形態では、ロボットアーム 1 は、作業エリア 2 0 0 に配置された基台 1 0 の上に設けられ、関節 1 1 ~ 関節 1 4 を有する。ここで関節 1 1 及び関節 1 4 はねじり関節であり、関節 1 2 及び関節 1 3 は曲げ関節である。各関節はモータで構成されたアクチュエータ（図示せず）を備える。ツール 1 5 は、ロボットアーム 1 の先端のフランジ状のツール取付部 1 6 に取り付けられる。

## 【 0 0 2 1 】

本実施形態では、ツール 1 5 はワーク W を把持するためのロボットハンドである。ロボットハンドは、ロボットアーム 1 のツール取付部 1 6 に取り付けられたハンド本体と、例えばモータで構成されたアクチュエータ（図示せず）で駆動される 2 本の指部とを備える。アクチュエータが動作すると 2 本の指部がハンド本体に対して移動する。つまり、ロボットハンドの 2 本の指部は互いに近接又は離隔するように移動可能であり、2 本の指部でワーク W を把持することができる。

10

## 【 0 0 2 2 】

操作デバイス 2 は、ロボットアーム 1 を操作するための装置である。本実施形態では、操作デバイス 2 は作業エリア 2 0 0 から離れた位置（作業エリア 2 0 0 外）に配置され、制御装置 5 と有線又は無線により通信可能に接続される。操作デバイス 2 は作業エリア 2 0 0 外にいる作業員 8 0 が操作するための操作子 2 a と、操作子 2 a の操作データが入力される処理部（図示せず）とを備える。処理部は、操作子 2 a の操作データに応じたロボットアーム 1 の操作指令を生成し、これを制御装置 5 に出力するように構成される。操作デバイス 2 はスマートホンやタブレット等の携帯型端末でもよい。操作子 2 a はここではジョイスティックであるが、例えば携帯型端末の操作キーにより実現されてもよい。図 1 では操作デバイス 2 は、作業員 8 0 が右手で操作し易いように机 1 7 の上の右側に配置される。

20

## 【 0 0 2 3 】

第 1 撮像手段 3 A は、ワーク W に追従して移動しながらワーク W を撮像するための装置である。本実施形態では、第 1 撮像手段 3 A はロボットアーム 1 先端のツール取付部 1 6 に取り付けられる。ここでは第 1 撮像手段 3 A は、ツール 1 5 前方の様子を撮像するような方向に配置される。

30

## 【 0 0 2 4 】

第 2 撮像手段 3 B は、ワーク W に対する作業の様子を撮像するために作業エリア 2 0 0 に固定して設けられる。本実施形態では、第 2 撮像手段 3 B は作業エリア 2 0 0 の天井 9 0 に固定して設置される。ここでは第 2 撮像手段 3 B は、収納棚 1 9 の方向に配置され、ロボットがワーク W を収納棚 1 9 に収納する作業の様子を撮影する。尚、第 2 撮像手段 3 B は複数設置されてもよい。この場合は、例えば別の第 2 撮像手段 3 B が、作業エリア 2 0 0 全体の様子撮影してもよいし、例えば作業エリア 2 0 0 の床に載置されたワーク W をコンベア上の所定位置まで搬送する作業の様子を撮像してもよい。本実施の形態では、第 1 撮像手段 3 A 及び第 2 撮像手段 3 B は、CCD（Charge Coupled Device）カメラにより構成される。なお、これらの撮像手段は、CCD カメラ以外に、CMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）カメラなどにより構成されてもよい。

40

## 【 0 0 2 5 】

表示手段 4 は、第 1 撮像手段 3 A によって撮像された映像及び第 2 撮像手段 3 B によって撮像された映像を表示する。表示手段 4 は、ロボットアーム 1 に取り付けられた第 1 撮像手段 3 A としての追従カメラの映像を表示するモニタ 4 A と、天井 9 0 に取り付けられた第 2 撮像手段 3 B としての固定カメラの映像を表示するモニタ 4 B で構成されている。表示手段 4 は、追従カメラの映像と固定カメラの映像を一つのモニタ画面に表示するように構成されていてもよい。本実施形態では、表示手段 4 はモニタであるが、ヘッドマウント型のディスプレイでもよい。また、表示手段 4 は、操作デバイス 2 と一体的に構成されてもよい。つまり、操作デバイス 2 と表示手段 4 が、例えばノートパソコンや携帯型端末

50

の操作キーとモニタにより実現されてもよい。

【0026】

制御装置5は、インターフェース(図示せず)を介して、ロボットアーム1、操作デバイス2、及び移動装置30と接続され、ロボットアーム1の動作を制御するロボットコントローラである。制御装置5は単一の装置とは限らず、複数の装置で構成されてもよい。本実施形態では、制御装置5は、移動装置30の駆動軸の駆動量に基づいて、ワークWの移動量を検出し、ワークWの移動量に応じてロボットアーム1を追従制御しつつ、操作デバイス2の操作指令に基づいてロボットアーム1の動作を制御する。図2は、マンピュレータシステム100の制御系の構成を示したブロック図である。図2に示すように、制御装置5は、演算処理器51と、モータ制御器52と、メモリ53と、入出力インタフェース及び通信インタフェース(図示せず)を備える。メモリ53にはロボットアーム1を動作させるための様々な動作プログラム及び情報が記憶されている。例えば自動運転プログラムが実行されることにより、ロボットアーム1が自動的に動作する(以下では、自動運転という)。ここでロボットアーム1の関節11~14及びロボットハンド(ツール15)を構成するモータM1~M5にはこれらの回動量を検出するためのエンコーダ11a~15aが設けられている。エンコーダ11a~15aは各モータM1~M5の回動量に応じた検出信号を制御装置5に出力するようになっている。また、コンペアエンコーダ32aは、コンペアモータの駆動量を表す検出信号を制御装置5に出力するようになっている。

10

【0027】

演算処理器51は、モータ回動量検出部55と、ワーク移動量検出部56と、第1位置姿勢演算部61~第3位置姿勢演算部63と、逆変換演算部64と、第1加算部65及び第2加算部66とを備える。これら各部は演算処理器51において、所定のプログラムが実行されることによって、実現される機能ブロックである。

20

【0028】

モータ回動量検出部55は、エンコーダ11a~14aから入力される検出信号に基づいてモータM1~M5の回動量を検出し、これを第1位置姿勢演算部61に出力する。

【0029】

ワーク移動量検出部56はコンペアエンコーダ32aから入力される検出信号に基づいてワークWの移動量を検出し、これを第2位置姿勢演算部62に出力する。

30

【0030】

第1位置姿勢演算部61は、メモリ53に記憶された自動運転プログラムに基づいて各モータM1~M4の指令値を座標変換し、予め教示されたロボットアーム1先端の教示位置(X座標値、Y座標値及びZ座標値)及び姿勢(角度A、角度O及び角度T)を算出する。ここでロボットアーム1先端の位置とは、ツール15のツールセンターポイントである。ここでは位置に関する変数として、ツールセンターポイントの座標値であるX座標値、Y座標値及びZ座標値が用いられる。また、姿勢に関する変数として、ツール15の姿勢である角度A、角度O及び角度T(オイラー角)が用いられる。つまり、本実施形態では、ロボットアーム1先端の位置及び姿勢は6つの変数で表される。一方、第1位置姿勢演算部61は、モータ回動量検出部55から入力されたモータM1~M5の回動量を座標変換し、ロボットアーム1先端の現在の位置及び姿勢を算出する。そして、第1位置姿勢演算部61は、ロボットアーム1先端の位置及び姿勢の目標値を設定し、これを第1加算部65に出力する。

40

【0031】

第2位置姿勢演算部62は、ワーク移動量検出部56から入力されるワークWの移動量に基づいてロボットアーム1先端の位置及び姿勢の移動量(ロボットアーム1の「ワーク追従量」ともいう)を算出し、これを第1加算部65に出力する。

【0032】

第1加算部65はロボットアーム1先端の位置及び姿勢の目標値にロボットアーム1先端のワーク追従量を加算し、これを第2加算部66に出力する。

50

## 【 0 0 3 3 】

第3位置姿勢演算部63は、操作デバイス2から入力されるロボットアーム1の操作指令に基づいて、ロボットアーム1先端の位置及び姿勢の移動量（ロボットアーム1の「操作量」ともいう）とツール15の駆動量（ツール15の「操作量」ともいう）を算出し、これを第2加算部66に出力する。

## 【 0 0 3 4 】

逆変換演算部64は、第2加算部66から入力されるロボットアーム1先端の目標値にワーク追従量及び操作量を加算した値を、ヤコビ行列を用いて逆変換して各モータM1～M5の電流指令値を算出し、これをモータ制御器52に出力する。

## 【 0 0 3 5 】

モータ制御器52は、逆変換演算部64から入力される電流指令値に基づいて電流を発生し、発生した電流をモータM1～M5に供給する。つまり、モータ制御器52は、電流指令値に応じてモータM1～M5の駆動電流を発生する増幅器である。このように制御装置5は、自動運転プログラム、コンベアエンコーダ32aのセンサ信号、及び操作デバイス2からの操作信号に基づいて、ロボットアーム1の動作を制御するように構成される。

## 【 0 0 3 6 】

画像処理部40は、第1撮像手段3A（追従カメラ）により得られた映像信号及び第2撮像手段3B（固定カメラ）により得られた映像信号を処理し、表示用の映像信号を生成してモニタ4A及びモニタ4Bにそれぞれ出力する。本実施形態ではモニタ4A及びモニタ4Bは、第1撮像手段3A（追従カメラ）の映像と第2撮像手段3B（固定カメラ）の映像を同時に表示する。

## 【 0 0 3 7 】

次に、コンピュータシステム100の動作について図面を用いて説明する。図3は、図1のロボットアームの追従制御の様子を示した平面図である。図3に示すように、まず、制御装置5は、自動運転プログラムを実行し、ロボットアーム1の先端のツールセンターポイントPを予め教示された位置及び姿勢に移動させる。尚、座標系は任意であるが、ここでは操作者がロボットアーム1を操作する場合において、地面と平行で、コンベアの搬送方向を正方向としてX軸を設定している。また、地面と平行でX軸に対して垂直な方向に沿ってY軸を設定している。さらに、地面と垂直な方向に沿ってZ軸を設定している。また図3ではロボットアーム1の教示位置に対応してコンベアベルト上にワークWが配置されている。自動運転では、制御装置5には、操作デバイス2からの操作指令は入力されない。制御装置5は自動運転プログラム及びエンコーダ11a～14aからのセンサ信号に基づいて、ロボットアーム1先端の位置及び姿勢の目標値を設定し、各モータM1～M5を駆動してロボットアーム1先端を教示点に移動させる（図2参照）。

## 【 0 0 3 8 】

そして、移動装置30（コンベア）が動作を開始して、コンベアベルト31がX軸の正方向（図3の矢印方向）に循環することにより、コンベアベルト31上に載置されたワークWがX軸の正方向に搬送される。このとき制御装置5にコンベアエンコーダ32aの検出信号が入力され、制御装置5は追従制御を開始する。制御装置5は、コンベアエンコーダ32aから入力される検出信号に基づいてワークWの移動量を検出し、ワークWの移動量に基づいてロボットアーム1先端のワーク追従量を算出する。制御装置5は、ロボットアーム1先端の位置及び姿勢の目標値にロボットアーム1先端のワーク追従量を加算し、これを各モータM1～M5の電流指令値に反映させる（図2参照）。これにより、ロボットアーム1の先端を、コンベアで搬送されるワークWに追従させることができる。

## 【 0 0 3 9 】

一方、ロボットアーム1先端の第1撮像手段3Aは、追従制御されるロボットアーム1の先端の様子を撮像する。図4は、第1撮像手段3Aにより撮像された映像を表示したモニタ画面の一例である。図4に示すように、モニタ4Aの画面には、追従制御されるロボットアーム1の先端の様子が表示される。は画面上には、ロボットアーム1先端に位置するツール15、その前方に位置するコンベア及びコンベア上のワークWが表示されている

10

20

30

40

50

。作業者80は、ロボットアーム1がワークWを追従している間に、モニタ画面を見ながら、操作デバイス2を操作してロボットアーム1先端のツール15を動作させる。ロボットアーム1が移動するワークWに追従しているため、第1撮像手段(カメラ)3Aにより、撮像された映像では、ワークWは静止しているように見える。作業者は、操作デバイス2によりロボットハンド(ツール15)を操作しやすい。ロボットハンドによりワークWを把持できる。

#### 【0040】

次に、作業者は、ロボットハンドによりワークWを把持した後に、ロボットアーム1の制御を追従制御から手動制御に切り替える。制御の切り替えは、例えば操作デバイス2を操作することにより手動で行われてもよいし、自動で行われてもよい。手動制御では、操作デバイス2で生成された操作指令のみに従って、ロボットアーム1の動作が制御される。図5は、第2撮像手段3Bにより撮像された映像を表示したモニタ画面の一例である。ここで第2撮像手段3Bは天井90に固定して設置され、且つ、収納棚19の方向に配置されているので、モニタ4Bの画面には収納棚19の周囲の様子が表示されている。第2撮像手段3Bは、コンベアとワークWの収納棚19との間でロボットハンドによってワークWをコンベアから収納棚19付近まで搬送する作業の様子を撮像する。作業者は、モニタ4Bの画面で収納棚19の周囲の様子を確認しながら、操作デバイス2を操作することによりロボットハンドで把持されたワークWを収納棚19内の所定の位置に収納する。このようにして、コンベアで搬送されてくる重量ワークの運搬作業を精度良く行うことができる。

#### [変形例：移動装置]

尚、第1実施形態では、移動装置30はコンベアとしたが、1以上の駆動軸を備え、ワークWを移動可能な装置であれば例えばポジションでもよい。図6は、第1実施形態の変形例に係るマニピュレータシステム100Aを示す概略図である。図6に示すように、本変形例では移動装置30Aは、ワークWを載置する回転テーブル37と、回転軸38と、ベース39を備える。回転軸38は駆動モータ(図示せず)を備え、回転軸38を基準として回転テーブル37を回転させる。駆動モータには回転軸38の駆動量を検出するポジションエンコーダ38aが取り付けられ、検出信号を制御装置5に出力するようになっている。このように移動装置30Aは、回転軸38を基準としてワークWを回転させるポジションである。また、ポジションは、例えば直動軸を基準としてワークWを平行移動させる構成でもよい。

#### (第2実施形態)

次に、第2実施形態について説明する。以下では、第1実施形態と共通する構成の説明は省略し、相違する構成についてのみ説明する。

#### 【0041】

図7は、第2実施形態に係るマニピュレータシステムを示す概略図である。図7に示すように、本実施形態のマニピュレータシステム100Bは、座席シート(ワークW2)を把持し、コンベア(移動装置30)によって搬送される自動車の車体フレーム(ワークW1)に対して座席シート(ワークW2)の取り付け作業を行う。

#### 【0042】

また、本実施形態の第2撮像手段(固定カメラ)3Bは、作業エリア内の移動装置30(コンベア)の近傍に立てられた支柱91に固定して設置される。ここでは第2撮像手段3Bは、座席シート(ワークW2)の方向に配置され、ロボットハンド(ツール15)によりワークW2を把持する作業の様子を撮影する。つまり、第2撮像手段3Bは、座席シート(ワークW2)が載置された床(所定位置)とコンベアとの間で、ロボットハンドによって座席シート(ワークW2)を所定位置からコンベア付近に搬送する作業の様子を撮像する。尚、第2撮像手段3Bは複数設置されてもよい。例えば別の第2撮像手段3Bが、作業エリア全体の様子を撮影してもよい。

#### 【0043】

本実施形態のツール15は、ロボットアーム1の先端に取り付けられたロボットハンド

10

20

30

40

50

に把持され、且つ、座席シート(W2)を支持するための固定具18と含む。図8は、座席シート(W2)を把持したロボットアーム1の構成を示した平面図である。図8に示すように、固定具18は、ロボットハンドに把持される本体部18aと、本体部18aの長手方向に突出した3本の爪部18bを有する。ここでは本体部18aに第1撮像手段3Aが取り付けられる。3本の爪部18bのうち1本は、本体部18aの上方の位置から突出し、残りの2本は本体部18aの上記1本の突出位置よりも下方の位置であって、同じ高さ且つ互いに所定の間隔を空けた位置から突出している。これにより、3本の爪部18bの間に座席シート(W2)を挟んで固定することができる。

#### 【0044】

本実施形態では、まず、作業者は、第2撮像手段3Bによって撮像された映像を表示手段4で確認しながら、操作デバイス2を操作することにより、ロボットハンドで座席シート(W2)を把持する。次に、作業者は、ロボットアーム1の制御を手動制御から追従制御に切り替える。図8は、ワークW2を把持したロボットアーム1の追従制御の様子を示している。図8に示すように、制御装置5は、コンベアの駆動軸の駆動量に基づいて、車体フレーム(W1)の移動量を検出し、車体フレーム(W1)の移動量に応じて、車体フレーム(W1)の長手方向に対してロボットハンドの長手方向が平行、且つ、固定具18の長手方向が垂直になるように、ロボットアーム1を追従制御する。これにより、シート(W2)を支持する固定具18のみを車体フレーム(W1)内部にシート(W2)とともに挿入することができ、シート(W2)を取り付け位置70に取り付けやすくなる。このように、ロボットアーム1を追従制御しつつコンベア上の車体フレーム(W1)に座席シート(W2)の取り付け作業を好適に行うことができる。

#### 【0045】

また、本実施形態の操作デバイス2Aは、ロボットアーム1をスレーブアームとして、このスレーブアームと相似構造を有するマスターアーム20を備える(図6参照)。ここで「相似構造」とは、アームの外形が相似である場合と、アームの関節構造が相似である場合の両方を含む。これにより、作業者はマスターアーム20の先端部20aを直接的に操作することにより、直観的な操作が可能になる。よって、作業精度が向上する。

#### [変形例]

尚、第2実施形態では、操作デバイス2Aは、マスターアーム20を備える構成としたが、これに限られるものではない。図9は、第2実施形態の変形例に係るマニピュレータシステム100Cを示す概略図である。図9に示すように、操作デバイス2Bは、マスターアーム20によって作業されるダミーワーク21を、マスターアーム20の先端部20aに備える。ここではダミーワーク21の形状は自動車のシート(W2)と相似形状である。これにより、作業者はダミーワーク21を直接的に操作することにより、より直観的な操作が可能になる。

(その他の実施形態)

尚、上記実施形態では第1撮像手段3A(追従カメラ)の映像と第2撮像手段3B(固定カメラ)の映像を同時に表示するように構成したが、第1撮像手段3Aによって撮像された映像と、第2撮像手段3Bによって撮像された映像とを切替えながら表示してもよい。この場合、画像処理部は、操作デバイスから入力された操作信号に応じて、追従カメラからの映像信号と固定カメラからの映像信号を切り替えてモニタに出力するように構成される。作業者は作業状況に応じて、画面表示を適宜切替える。これにより、モニタは、追従カメラによってワークの移動に追従しながらワークに対する作業の様子が撮像された映像と、固定カメラによって作業エリアにおける所定位置とコンベアとの間でワークを搬送する作業の様子が撮像された映像とを切替えながら表示する。

#### 【0046】

尚、上記実施形態では、第1撮像手段3Aはロボットアーム1の先端に取り付けられたが、ワークWを撮像可能な方向に配置されていれば、移動装置30であるコンベアのコンベアベルト31(図1)やポジションの回転テーブル37(図6)に取り付けられてもよい。図10は、その他の実施形態に係るマニピュレータシステム100Dを示す概略図で

10

20

30

40

50

ある。図10に示すように、本実施形態の第1撮像手段3Aは、移動装置30の移動方向（図中の矢印方向）に沿って並んで配置された複数の固定カメラである。ここでは10個の固定カメラが移動装置30（コンベア）の搬送方向に沿って並んで配置されている。複数の固定カメラの各々で撮像された映像信号は画像処理部40に送信される。制御装置5は、コンベアエンコーダ32aからの検出信号に応じて各固定カメラの映像信号の出力タイミングを制御するように構成されている。画像処理部40は、制御装置5からの制御指令に基づいて、複数の固定カメラで撮像された映像信号の出力タイミングを、ワークWの移動に追従するように順次切り替えて、モニタ4Aに出力する。このような構成でも、ワークWの移動に追従しながらワークWを撮像することができる。つまり、第1撮像手段3Aの複数の固定カメラが順次切り替えられることにより、モニタ4Aに表示された映像ではワークWは静止しているように見える。

10

## 【0047】

尚、制御装置5が、コンベアエンコーダ32aからの検出信号に応じて複数の固定カメラの動作を制御するように構成され、複数の固定カメラの各々の動作タイミングを、ワークWの移動に追従するように順次切り替えてもよい。

## 【0048】

尚、上記実施形態では、ロボットアーム1の作業は重量ワークの運搬作業、又は自動車の艀装作業であったが人間が苦手なワークの移動を伴う作業であればこれに限定されるものではない。ロボットアーム1による作業は、ロボットの組立作業でもよいし、塗装作業でもよい。例えばロボットの組立作業の場合は、一定速度で搬送されるロボットアームに減速機やモータ等の構成部品を取り付ける。例えば小物の塗装工程では、一定速度で移動しているハンガーに吊られたワークを操縦により塗装する。また、アーク溶接作業やこれと同様な接着剤塗布作業でもよい。例えばアーク溶接では、低速であるが一定速度で溶接ツールを制御するが、ワークが均一でない場合や、環境が悪い場合にはセンサによる補正での自動運転が困難な場合がある。そこで、このような場合に、作業者がカメラで作業状態を確認しながら、ツールの進行方向に対して、垂直な方向に対してのみ、操縦操作を加えることにより、ツールがワークに対して一定速度を保ちながら、位置の補正が可能になる。

20

## 【0049】

尚、上記各実施形態では、第2撮像手段3B（固定カメラ）は天井90又は支柱91に固定して設置されたが、作業の様子を撮像するために作業エリア200に固定して設けられれば、これらの形態に限られることはない。

30

## 【0050】

尚、上記各実施形態では、本実施形態のロボットアーム1は、シングルアームタイプとしたが、同軸で駆動するダブルアームタイプでもよい。これにより、設置スペースが小さく、且つ人間による細かな手作業と同様な作業を実行できるので、生産ラインで人間と容易に置き換えることができる。

## 【0051】

上記説明から、当業者にとっては、本発明の多くの改良や他の実施形態が明らかである。従って、上記説明は、例示としてのみ解釈されるべきであり、本発明を実行する最良の態様を当業者に教示する目的で提供されたものである。本発明の精神を逸脱することなく、その構造及び機能の双方又は一方の詳細を実質的に変更できる。

40

## 【産業上の利用可能性】

## 【0052】

本発明は、コンベア等により移動するワークに対して作業を行うマニピュレータシステムに有用である。

## 【符号の説明】

## 【0053】

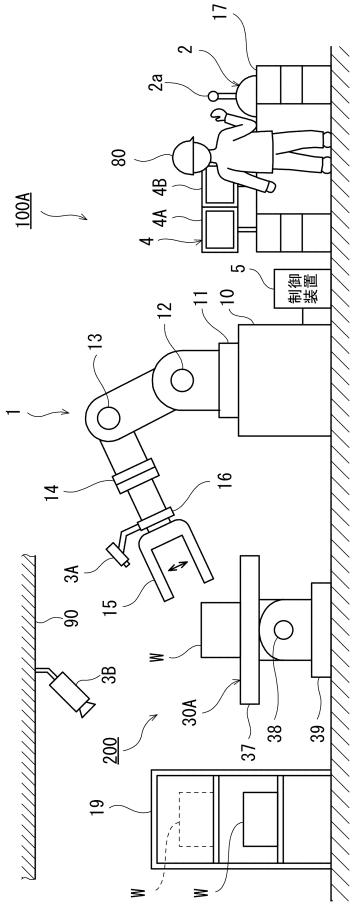
- 1 ロボットアーム
- 2, 2A, 2B 操作デバイス

50

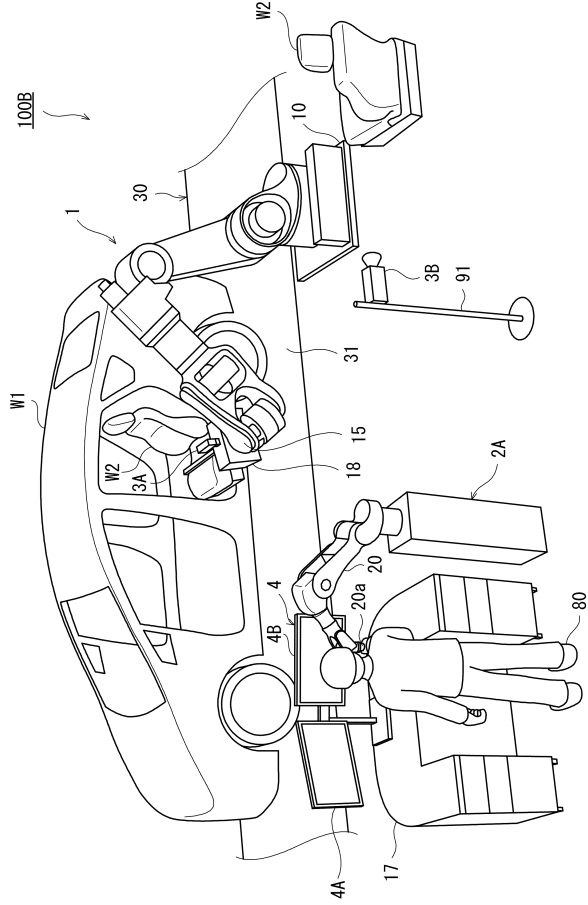
2 a	ジョイスティック	
3 A	第1撮像手段(追従カメラ)	
3 B	第2撮像手段(固定カメラ)	
4	表示手段	
4 A, 4 B	モニタ	
5	制御装置	
1 0	ベース	
1 1 ~ 1 4	関節	
1 5	ツール	
1 1 a ~ 1 5 a	エンコーダ	10
1 6	ツール取付部	
1 7	机	
1 8	固定具	
1 9	ワーク収納棚	
2 0	マスターアーム	
2 1	ダミーワーク	
3 0, 3 0 A	移動装置(コンベア, ポジショナ)	
3 1	コンベアベルト	
3 2	原動プーリ(駆動軸)	
3 2 a	コンベアエンコーダ	20
3 3	従動プーリ(従動軸)	
3 4	コンベア制御装置	
3 7	回転テーブル	
3 8	回転軸	
3 8 a	ポジショナエンコーダ	
3 9	ベース	
4 0	画像処理部	
5 1	演算処理器	
5 2	モータ制御器	
5 3	メモリ	30
5 5	モータ回動量検出部	
5 6	ワーク移動量検出部	
6 1	位置姿勢演算部(自動運転)	
6 2	位置姿勢演算部(ワーク位置追従)	
6 3	位置姿勢演算部(操作デバイス)	
6 4	逆変換演算部	
6 5, 6 6	加算部	
8 0	作業者	
9 0	天井	
9 1	支柱	40
1 0 0	マニピュレータシステム	
2 0 0	作業エリア	
M 1 ~ M 5	モータ	
W, W 1, W 2	ワーク	



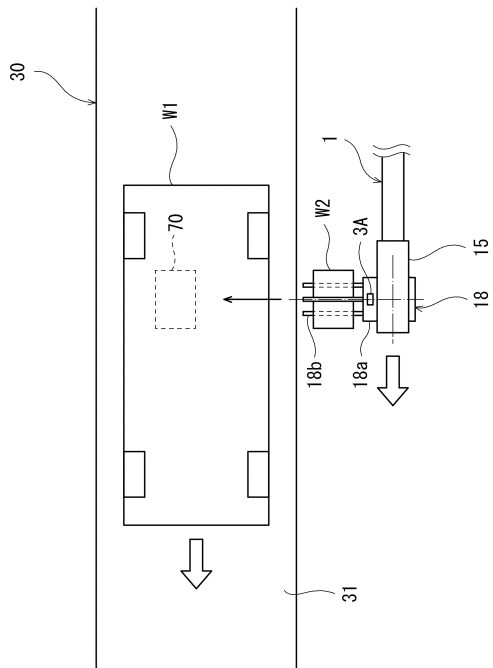
【図6】



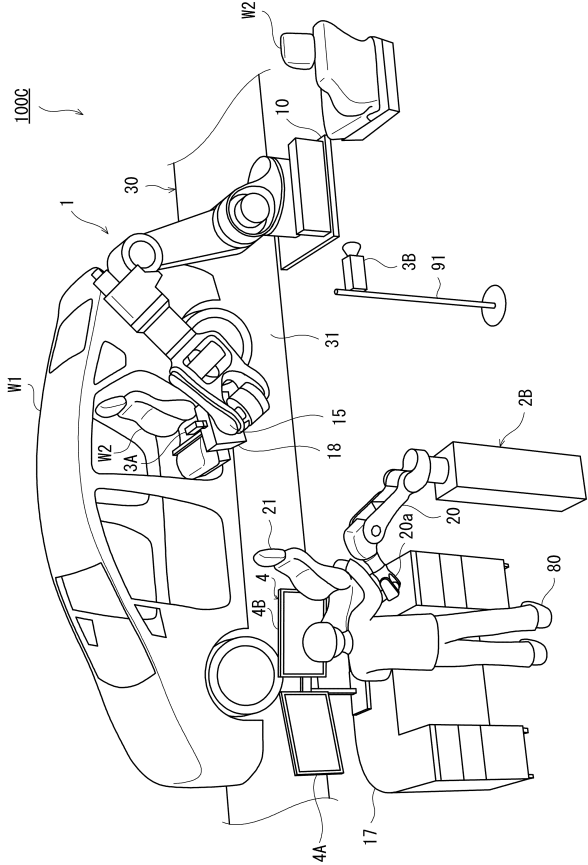
【図7】



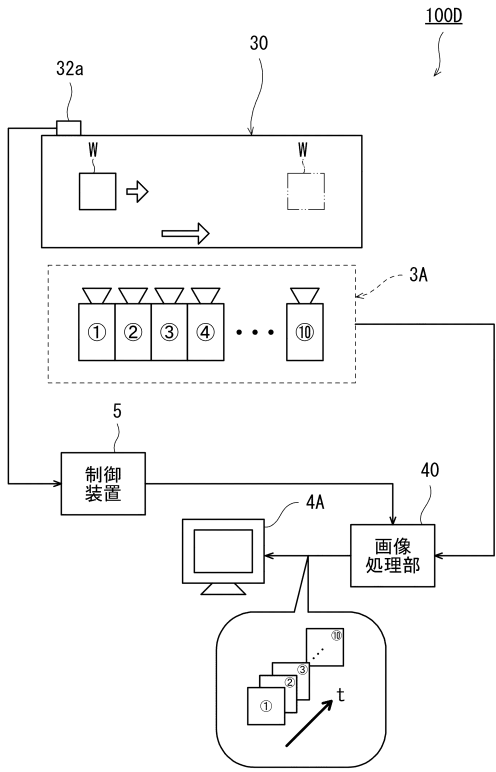
【図8】



【図9】



【図10】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
B 2 3 P 19/04 G

(72)発明者 掃部 雅幸  
兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社 明石工場内

(72)発明者 田中 繁次  
兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社 明石工場内

審査官 松浦 陽

(56)参考文献 特開2011-073128(JP,A)  
米国特許出願公開第2010/0017033(US,A1)  
特開2004-001122(JP,A)  
特開2011-093062(JP,A)  
米国特許出願公開第2011/0082586(US,A1)  
米国特許第04942538(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B 2 5 J 1 / 0 0 - 2 1 / 0 2  
B 2 3 P 1 9 / 0 4  
B 2 3 P 2 1 / 0 0