

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4737209号  
(P4737209)

(45) 発行日 平成23年7月27日 (2011.7.27)

(24) 登録日 平成23年5月13日 (2011.5.13)

(51) Int. Cl.	F 1
<b>B 2 5 J 13/08 (2006.01)</b>	B 2 5 J 13/08 Z
<b>B 2 3 P 21/00 (2006.01)</b>	B 2 3 P 21/00 3 0 3 A
<b>B 2 3 P 19/04 (2006.01)</b>	B 2 3 P 19/04 F
<b>B 6 6 F 19/00 (2006.01)</b>	B 6 6 F 19/00 D
	B 6 6 F 19/00 G

請求項の数 2 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2008-46060 (P2008-46060)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成20年2月27日 (2008.2.27)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2009-202268 (P2009-202268A)	(74) 代理人	100080621 弁理士 矢野 寿一郎
(43) 公開日	平成21年9月10日 (2009.9.10)	(72) 発明者	村山 英之 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
審査請求日	平成21年3月10日 (2009.3.10)	審査官	松浦 陽
前置審査			

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パワーアシスト装置およびその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ワークを保持するためのワーク保持装置と、  
該ワーク保持装置に設けられ、作業者による操作部となるハンドルと、  
前記ワーク保持装置に設けられ、前記ハンドルに作用する作業者の操作力を計測する力センサと、

前記ワーク保持装置を支持するロボットアームと、  
前記力センサの計測結果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、  
を備えるパワーアシスト装置であって、  
前記ワーク保持装置は、ロール・ピッチ・ヨーの各回転方向に対して相互に干渉することなく自由に回転できる構成とした継手部材を介して前記ロボットアームに吊り持ち支持されており、

前記ワーク保持装置のロボットアームに対する回動中心が、ワークを水平に保持した場合の重心の直上に位置しており、

前記ワーク保持装置には、  
該ワーク保持装置の傾斜角度を計測する角度センサが備えられ、  
前記力センサにより計測される前記操作力のワーク保持装置に対する垂直成分 ( S ) に、

ワークがワーク保持装置によって水平方向に保持されている状態でハンドルに作用する重力 ( M g ) をオフセット値として設定し、

さらに、前記角度センサにより計測された傾斜角度において前記ハンドルに作用する重力のワーク保持装置に対する垂直成分 ( $M g \cos$ ) を、オフセット値として設定することにより、

前記力センサの計測結果を補正して補正計測値を算出し、  
前記補正計測値に基づいて、  
前記ロボットアームの動作を制御する、  
ことを特徴とするパワーアシスト装置。

【請求項 2】

ワークを保持するためのワーク保持装置と、  
該ワーク保持装置に設けられ、作業者による操作部となるハンドルと、  
前記ワーク保持装置に設けられ、前記ハンドルに作用する作業者の操作力を計測する力センサと、

10

前記ワーク保持装置を支持するロボットアームと、  
前記力センサの計測結果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、  
を備えるパワーアシスト装置の制御方法であって、  
前記ワーク保持装置は、ロール・ピッチ・ヨーの各回転方向に対して相互に干渉することなく自由に回転できる構成とした継手部材を介して前記ロボットアームに吊り持ち支持されており、

前記ワーク保持装置のロボットアームに対する回動中心が、ワークを水平に保持した場合の重心の直上に位置しており、

20

前記ワーク保持装置には、  
該ワーク保持装置の傾斜角度を計測する角度センサが備えられ、  
前記力センサにより計測される前記操作力のワーク保持装置に対する垂直成分 ( $S$ ) に、

ワークがワーク保持装置によって水平方向に保持されている状態でハンドルに作用する重力 ( $M g$ ) をオフセット値として設定し、

さらに、前記角度センサにより計測された傾斜角度において前記ハンドルに作用する重力のワーク保持装置に対する垂直成分 ( $M g \cos$ ) を、オフセット値として設定することにより、

前記力センサの計測結果を補正して補正計測値を算出し、  
前記補正計測値に基づいて、  
前記ロボットアームの動作を制御する、  
ことを特徴とするパワーアシスト装置の制御方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、パワーアシスト装置の技術に関し、より詳しくは、パワーアシスト装置およびその制御方法の技術に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、工業製品の製造現場等において、作業者による重量物（ワーク）の搬送を補助する装置としてパワーアシスト装置が用いられている。

40

ワークの組み付け作業は、ワークの搬送と位置決めから成り立つ作業であるが、作業者とパワーアシスト装置でワークを協調搬送することにより、ワークの搬送に必要な力はパワーアシスト装置に負担させることができ、ワークの位置決めについてもパワーアシスト装置にティーチングすることで効率よく位置決めをすることができる。つまり、パワーアシスト装置を用いるねらいは、作業者の労力軽減を図るとともに、作業性の向上を図ることにある。

【0003】

例えば、特許文献 1 に記載のパワーアシスト装置のように、複数のアームに対して、ア

50

ームごとにモータやアクチュエータ等の駆動機構を備え、かつ、アームに加えられる操作力を検出するセンサをアームごとに備える構成としたパワーアシスト装置が知られている。このパワーアシスト装置では、作業者が所望する方向にアームを操作することにより、その操作力をアームごとに備えるセンサによって計測し、そのセンサにより計測した操作力と同等の操作力を駆動機構により発生させることにより、作業者がより軽い操作でワークの搬送を行うことができる。

【特許文献1】特開平11-198077号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、従来のパワーアシスト装置では、ワークを傾斜させて搬送する場合に操作性が悪いという問題がある。作業者がパワーアシスト装置の操作性が悪いと感じる原因は、例えば、作業者が操作に要する力（操作力）が大きかったり、また作業者が所望する操作方向と実際にワークが変位する方向が一致しなかったりという現象が生じるためである。

【0005】

ここで、従来のパワーアシスト装置について、図6～図9を用いて説明する。図6は従来のパワーアシスト装置の全体構成を示す模式図、図7(a)は従来のワーク保持装置の全体構成を示す平面模式図、図7(b)は従来のワーク保持装置の全体構成を示す側面模式図、図8は従来の力センサの取付状態を示す斜視図、図9は従来の制御装置の接続状態を示す模式図である。

尚、説明の便宜上、図6中に示すXYZ座標系にパワーアシスト装置が設けられているものとし、X軸回りの回転をロール回転、Y軸回りの回転をピッチ回転、Z軸回りの回転をヨー回転と規定して以後の説明を行っていく。

【0006】

図6に示す如く、従来のパワーアシスト装置21は、ロボットアーム22、ワーク保持装置23およびフリージョイント24、制御装置25等により構成している。

本実施例に示すロボットアーム22は、ホイスト27によってX軸方向に走行可能に支持される構成としている。

【0007】

図7(a)・(b)に示す如く、ワーク保持装置23は、略平板状の本体部23aと、搬送対象物（ワーク）たるウィンドウ30の保持部となる吸盤23b・23b・・・と、ハンドル23c・23cと、力センサ23d・23dと、接圧センサ23e・23e・・・等を備えており、本体部23aに固設されるフリージョイント24を介してロボットアーム22に連結される構成としている。

【0008】

吸盤23b・23b・・・は、該吸盤23b・23b・・・による吸着作用のON-OFFが切替可能な構成としている。また、吸盤23b・23b・・・には、接圧センサ23e・23e・・・を内蔵しており、吸着保持されたウィンドウ30が外界と接触する際に受ける圧力（反力）を計測することができる構成としている。

【0009】

図7(a)・(b)および図8に示す如く、作業者の把持部となるハンドル23c・23cの基部には、力センサ23d・23dを備える構成としている。

尚、図8に示す如く、力センサ23dには、力センサ23dによる計測値を表すための基準として座標系を規定している。そして、作業者の操作力は、軸方向の操作力を $F_x$ 、軸方向の操作力を $F_y$ 、軸方向の操作力を $F_z$ として表すものとする。また、力センサ23dによる計測値は、軸方向の計測値を $S_x$ 、軸方向の計測値を $S_y$ 、軸方向の計測値を $S_z$ と表すようにしている。

尚、以下の説明では、説明の便宜上、軸方向には作業者の操作力が作用しない場合について説明をする。

10

20

30

40

50

## 【0010】

フリージョイント24は、ロール・ピッチ・ヨーの各回転方向に対して相互に干渉することなく自由に回転できる構成とした継手部材である。また、フリージョイント24にはブレーキ機構24aを備えており、制御装置25からの指令に基づいてロール・ピッチ・ヨーの回転方向ごとに独立して回転を規制することができる構成としている。

## 【0011】

図9に示す如く、制御装置25は、ロボットアーム22のアクチュエータ22aおよびモータ22bと接続しており、制御装置25からの指示に基づいて、ロボットアーム22の姿勢を制御する構成としている。また制御装置25はワーク保持装置23の力センサ23d・23dと接続しており、作業者がハンドル23c・23cを把持してワーク保持装置23を所望する方向へ操作するとき、制御装置25によって、そのときの操作方向・操作量・操作速度等を算出する構成としている。

10

## 【0012】

つまり、力センサ23d・23dによる計測値( $S_x$ 、 $S_y$ )が制御装置25に入力されると、この計測値( $S_x$ 、 $S_y$ )に基づいて、作業者の操作力( $F_x$ 、 $F_y$ )を推定し、作業者の所望する操作(操作方向・操作量・操作速度等)を判断し、アクチュエータ22aやモータ22bの動作を制御してロボットアーム22の姿勢を制御する構成としている。

尚、力センサ23d・23dとしては、6分力ロードセルを用いる構成が知られている。

20

## 【0013】

ここで、従来のパワーアシスト装置によるワークの保持状態について、図10を用いて説明する。図10(a)は従来のパワーアシスト装置によりワークを水平に保持する状態を示す模式図、図10(b)は従来のパワーアシスト装置によりワークを傾斜させて保持する状態を示す模式図である。

尚、パワーアシスト装置21は、ワーク保持装置23の対面する2方向にハンドル23c・23cおよび力センサ23d・23d等を備える構成であるが、以後の説明では説明の便宜上、片側のハンドル23cおよび力センサ23dに着目して説明をする。

## 【0014】

図10(a)に示す如く、従来のパワーアシスト装置21において、ウィンドウ30がワーク保持装置23によって水平方向に保持されている状態では、ハンドル23cの重量がMであるとき、ハンドル23cには重力Mgが作用している。この重力Mgの力センサ23dによる計測値( $S_x$ 、 $S_y$ )は、以下ようになる。

30

$$S_x = 0$$

$$S_y = -Mg$$

## 【0015】

そこで従来は、ハンドル23cに作用する重力Mgを考慮して、力センサ23dによる計測値 $S_x$ により推定する軸方向の操作力 $F_x$ には、オフセット値(+Mg)を設定している。

つまり従来、作業者の操作力( $F_x$ 、 $F_y$ )は、制御装置25によって以下の数式に基づいて求められている。

40

$$F_x = S_x$$

$$F_y = S_y + Mg$$

## 【0016】

これにより、ウィンドウ30がワーク保持装置23によって水平方向に保持されている状態では、力センサ23dによる計測値( $S_x$ 、 $S_y$ )に基づいて、制御装置25によって、作業者の操作力( $F_x$ 、 $F_y$ )を精度良く推定することができる。

## 【0017】

ところが、図10(b)に示す如く、従来のパワーアシスト装置21において、ワークたるウィンドウ30が角度 $\theta$ だけ傾斜させた状態でワーク保持装置23によって保持され

50

ている状態では、操作力を計測する力センサ 23 d やハンドル 23 c 等もそれに伴って傾斜している。このとき力センサ 23 d には、ハンドル 23 c に作用する重力  $Mg$  が作用している。この重力  $Mg$  の力センサ 23 d による計測値 ( $S_x$ 、 $S_y$ ) は、以下のようになる。

$$S_x = -Mg \sin \theta$$

$$S_y = -Mg \cos \theta$$

【0018】

つまり、ワーク保持装置 23 の傾斜角度  $\theta$  に応じて、重力  $Mg$  による影響が計測値 ( $S_x$ 、 $S_y$ ) に現れることとなるが、従来は、ワーク保持装置 23 の傾斜角度  $\theta$  を考慮してオフセット値を求めていなかった。

10

【0019】

このため、従来のパワーアシスト装置 21 のように、ハンドル 23 c に作用する重力  $Mg$  を考慮して、力センサ 23 d による  $x$  軸方向の計測値  $S_x$  に基づいて推定する操作力  $F_x$  に、オフセット値 ( $+Mg$ ) を設定するだけでは、ウィンドウ 30 がワーク保持装置 23 によって角度  $\theta$  だけ傾斜させた状態で保持されている状態においては、力センサ 23 d による計測値 ( $S_x$ 、 $S_y$ ) に基づいて、作業者の操作力 ( $F_x$ 、 $F_y$ ) を精度良く推定することができなかった。

【0020】

そして、作業者の操作力 ( $F_x$ 、 $F_y$ ) が精度良く推定することができない場合には、制御装置 25 によって算出するパワーアシスト装置 21 に必要とされるアシスト量がうまく算出できなくなってしまう。そして、作業者が操作に要する力 (操作力) が大きくなったり、また作業者が所望する操作方向と実際にウィンドウ 30 が変位する方向が一致しなかったりするという現象が生じてしまい、パワーアシスト装置の操作性が悪くなってしまっていた。

20

【0021】

このため、従来のパワーアシスト装置では、ワークを傾斜させて搬送する場合には、ワークを所望する方向に搬送することが難しく、位置決め精度の確保が困難となり、またワークの位置決めに時間を要してしまい搬送効率が思うように改善されないという問題点があった。

【0022】

本発明は、係る現状を鑑みて成されたものであり、ワークを傾斜させながら搬送する場合であっても、パワーアシスト装置による位置決め精度を確保しつつ、搬送効率の改善を図るべく、ワークを傾斜させながら搬送する場合であっても、作業者が操作に要する力 (操作力) が小さく、また作業者が所望する操作方向と実際にワークが変位する方向が一致する、操作性の良いパワーアシスト装置およびその制御方法を提供することを課題としている。

30

【課題を解決するための手段】

【0023】

本発明の解決しようとする課題は以上の如くであり、次にこの課題を解決するための手段を説明する。

40

【0024】

即ち、請求項 1 においては、ワークを保持するためのワーク保持装置と、該ワーク保持装置に設けられ、作業者による操作部となるハンドルと、前記ワーク保持装置に設けられ、前記ハンドルに作用する作業者の操作力を計測する力センサと、前記ワーク保持装置を支持するロボットアームと、前記力センサの計測結果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、を備えるパワーアシスト装置であって、前記ワーク保持装置は、ロール・ピッチ・ヨーの各回転方向に対して相互に干渉することなく自由に回転できる構成とした継手部材を介して前記ロボットアームに吊り持ち支持されており、前記ワーク保持装置のロボットアームに対する回動中心が、ワークを水平に保持した場合の重心の直上に位置しており、前記ワーク保持装置には、該ワーク保持装置の傾斜角度を計測する角

50

度センサが備えられ、前記力センサにより計測される前記操作力のワーク保持装置に対する垂直成分 ( $S$ ) に、ワークがワーク保持装置によって水平方向に保持されている状態でハンドルに作用する重力 ( $Mg$ ) をオフセット値として設定し、さらに、前記角度センサにより計測された傾斜角度において前記ハンドルに作用する重力のワーク保持装置に対する垂直成分 ( $Mg \cos$ ) を、オフセット値として設定することにより、前記力センサの計測結果を補正して補正計測値を算出し、前記補正計測値に基づいて、前記ロボットアームの動作を制御するものである。

【0025】

請求項2においては、ワークを保持するためのワーク保持装置と、該ワーク保持装置に設けられ、作業者による操作部となるハンドルと、前記ワーク保持装置に設けられ、前記ハンドルに作用する作業者の操作力を計測する力センサと、前記ワーク保持装置を支持するロボットアームと、前記力センサの計測結果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、を備えるパワーアシスト装置の制御方法であって、前記ワーク保持装置は、ロール・ピッチ・ヨーの各回転方向に対して相互に干渉することなく自由に回転できる構成とした継手部材を介して前記ロボットアームに吊り持ち支持されており、前記ワーク保持装置のロボットアームに対する回動中心が、ワークを水平に保持した場合の重心の直上に位置しており、前記ワーク保持装置には、該ワーク保持装置の傾斜角度を計測する角度センサが備えられ、前記力センサにより計測される前記操作力のワーク保持装置に対する垂直成分 ( $S$ ) に、ワークがワーク保持装置によって水平方向に保持されている状態でハンドルに作用する重力 ( $Mg$ ) をオフセット値として設定し、さらに、前記角度センサにより計測された傾斜角度において前記ハンドルに作用する重力のワーク保持装置に対する垂直成分 ( $Mg \cos$ ) を、オフセット値として設定することにより、前記力センサの計測結果を補正して補正計測値を算出し、前記補正計測値に基づいて、前記ロボットアームの動作を制御するものである。

【発明の効果】

【0026】

本発明の効果として、以下に示すような効果を奏する。

【0027】

請求項1においては、パワーアシスト装置によって、ワークを傾斜させた状態で搬送する場合において、作業者の操作力を、傾斜角度に応じて適切に補正することができ、作業者の操作力を精度良く推定することができる。これにより、作業者の操作力を軽減するとともに、作業者が所望する操作方向と実際の搬送方向を一致させることが可能となり、パワーアシスト装置による搬送効率を改善することができる。

また、容易に力センサによる計測値を補正することができ、作業者の操作力を精度良く推定することができる。

【0028】

請求項2においては、パワーアシスト装置によって、ワークを傾斜させた状態で搬送する場合において、作業者の操作力を、傾斜角度に応じて適切に補正することができ、作業者の操作力を精度良く推定することができる。これにより、作業者の操作力を軽減するとともに、作業者が所望する操作方向と実際の搬送方向を一致させることが可能となり、パワーアシスト装置による搬送効率を改善することができる。

また、容易に力センサによる計測値を補正することができ、作業者の操作力を精度良く推定することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0029】

次に、発明の実施の形態を説明する。

まず始めに、本発明の一実施例に係るパワーアシスト装置について、図1～図4を用いて説明する。図1は本発明の一実施例に係るパワーアシスト装置の全体構成を示す模式図、図2(a)は本発明の一実施例に係るワーク保持装置の全体構成を示す平面模式図、図2(b)は本発明の一実施例に係るワーク保持装置の全体構成を示す側面模式図、図3は

10

20

30

40

50

本発明の一実施例に係る力センサの取付状態を示す斜視図、図4は本発明の一実施例に係る制御装置の接続状態を示す模式図である。

尚、説明の便宜上、図1中に示すXYZ座標系にパワーアシスト装置1が設けられているものとし、X軸回りの回転をロール回転、Y軸回りの回転をピッチ回転、Z軸回りの回転をヨー回転と規定して以後の説明を行っていく。

【0030】

図1に示す如く、本発明の一実施例にかかるパワーアシスト装置1は、従来のパワーアシスト装置21と同様に、ロボットアーム2、ワーク保持装置3およびフリージョイント4、制御装置5、角度センサ6等により構成している。

【0031】

本実施例に示すロボットアーム2は、ホイスト7によってX軸方向に走行可能に支持される構成としている。尚、本発明を適用するパワーアシスト装置1に用いるロボットアームは、本実施例に示すアーム形状を有するロボットアーム2に限定するものではなく、他の構成のロボットアームを用いることも可能である。

【0032】

図1および図2(a)・(b)に示す如く、ワーク保持装置3は、従来のワーク保持装置23と同様に、略平板状の本体部3aと、搬送対象物(ワーク)たるウィンドウ10の保持部となる吸盤3b・3b・・・と、ハンドル3c・3cと、力センサ3d・3dと、接圧センサ3e・3e・・・等を備えており、本体部3aに固設されるフリージョイント4を介してロボットアーム2に連結される構成としている。

【0033】

吸盤3b・3b・・・は、該吸盤3b・3b・・・による吸着作用のON-OFFが切替可能な構成としている。また、吸盤3b・3b・・・には、接圧センサ3e・3e・・・を内蔵しており、吸着保持されたウィンドウ10が外界と接触する際に受ける圧力(反力)を計測することができる構成としている。

【0034】

図2(a)・(b)および図3に示す如く、作業者の把持部となるハンドル3c・3cの基部には、力センサ3d・3dを備える構成としている。

尚、図3に示す如く、力センサ3dには、従来の力センサ23dと同様に、力センサ3dによる計測値を表すための基準としてXYZ座標系を規定している。そして、作業者の操作力は、X軸方向の操作力を $F_x$ 、Y軸方向の操作力を $F_y$ 、Z軸方向の操作力を $F_z$ として表すものとする。また、力センサ23dによる計測値は、X軸方向の計測値を $S_x$ 、Y軸方向の計測値を $S_y$ 、Z軸方向の計測値を $S_z$ と表すようにしている。

つまり、力センサ3dは、作業者の操作力を、X軸、Y軸、およびZ軸の各軸方向の成分として計測可能に構成されている。

また、以下の説明では、説明の便宜上、Z軸方向には作業者の操作力が作用しない場合について説明をする。

【0035】

フリージョイント4は、ロール・ピッチ・ヨーの各回転方向に対して相互に干渉することなく自由に回転できる構成とした継手部材である。また、フリージョイント4にはブレーキ機構4aを備えており、制御装置5からの指令に基づいてロール・ピッチ・ヨーの回転方向ごとに独立して回転を規制することができる構成としている。

【0036】

図4に示す如く、制御装置5は、ロボットアーム2のアクチュエータ2aおよびモータ2bと接続しており、制御装置5からの指示に基づいて、ロボットアーム2の姿勢を制御する構成としている。また制御装置5はワーク保持装置3の力センサ3d・3dと接続しており、作業者がハンドル3c・3cを把持してワーク保持装置3を所望する方向へ操作するときに、制御装置5によって、そのときの操作方向・操作量・操作速度等を、力センサ3d・3dの計測値に基づいて算出する構成としている。

【0037】

10

20

30

40

50

つまり、力センサ 3 d・3 d による計測値 (  $S_x$ 、 $S_y$  ) が制御装置 5 に入力されると、この計測値 (  $S_x$ 、 $S_y$  ) に基づいて、作業者の操作力 (  $F_x$ 、 $F_y$  ) を推定し、作業者の所望する操作 ( 操作方向・操作量・操作速度等 ) を判断し、アクチュエータ 2 a やモータ 2 b の動作を制御してロボットアーム 2 の姿勢を制御する構成としている。

【 0 0 3 8 】

角度センサ 6 は、ワーク保持装置 3 に固設されており、ワーク保持装置 3 の傾斜角度を計測することができる。角度センサ 6 は制御装置 5 と接続しており、角度センサ 6 によるワーク保持装置 3 の傾斜角度 の計測結果を制御装置 5 に取り込むことにより、制御装置 5 によって、X Y Z 座標系におけるワーク保持装置 3 のロール・ピッチ・ヨー方向の傾斜角度を算出する構成としている。

10

尚、本実施例では、ワーク保持装置 3 に角度センサ 6 を備える構成とし、角度センサ 6 によって X Y Z 座標系におけるワーク保持装置 3 のロール・ピッチ・ヨー方向の角度を計測する構成を示しているが、例えば、ロボットアーム 2 およびフリージョイント 4 の姿勢に関する情報から制御装置 5 によってワーク保持装置 3 の傾斜角度を算出する構成とすることも可能であり、ワーク保持装置 3 の傾斜角度を計測する手法によって、本発明を限定するものではない。

【 0 0 3 9 】

ここで、本発明の一実施例に係るパワーアシスト装置によるワークの保持状態について、図 5 を用いて説明する。図 5 ( a ) は本発明の一実施例に係るパワーアシスト装置によりワークを水平に保持する状態を示す模式図、図 5 ( b ) は本発明の一実施例に係るパワーアシスト装置によりワークを傾斜させて保持する状態を示す模式図である。

20

尚、パワーアシスト装置 1 は、ワーク保持装置 3 の対面する 2 方向にハンドル 3 c・3 c および力センサ 3 d・3 d 等を備える構成であるが、以後の説明では説明の便宜上、片側のハンドル 3 c および力センサ 3 d に着目して説明をする。

【 0 0 4 0 】

図 5 ( a ) に示す如く、本発明の一実施例に係るパワーアシスト装置 1 においては、従来のパワーアシスト装置 2 1 と同様に、ウィンドウ 1 0 がワーク保持装置 3 によって水平方向に保持されている状態では、ハンドル 3 c の重量が  $M$  であるとき、ハンドル 3 c には重力  $M g$  が作用している。この重力  $M g$  の力センサ 3 d による計測値 (  $S_x$ 、 $S_y$  ) は、以下のようなになる。

30

$$S_x = 0$$

$$S_y = - M g$$

【 0 0 4 1 】

本発明の一実施例に係るパワーアシスト装置 1 においては、従来と同様に、ハンドル 3 c に作用する重力  $M g$  を考慮して、力センサ 3 d による計測値  $S_x$  により推定する 軸方向の操作力  $F_x$  には、オフセット値 (  $+ M g$  ) を設定している。

つまり、本発明の一実施例に係るパワーアシスト装置 1 においても、ウィンドウ 1 0 がワーク保持装置 3 によって水平方向に保持されている状態では、作業者の操作力 (  $F_x$ 、 $F_y$  ) は、制御装置 5 によって以下の数式に基づいて求めることができる。

$$F_x = S_x$$

$$F_y = S_y + M g$$

40

【 0 0 4 2 】

また、図 5 ( b ) に示す如く、本発明の一実施例に係るパワーアシスト装置 1 においては、ウィンドウ 1 0 がワーク保持装置 3 によって角度  $\theta$  だけピッチ方向に傾斜させた状態で保持されている状態では、操作力を計測する力センサ 3 d やハンドル 3 c 等もそれに伴ってピッチ方向に傾斜している。このとき力センサ 3 d には、ハンドル 3 c に作用する重力  $M g$  が作用している。この重力  $M g$  の力センサ 3 d による計測値 (  $S_x$ 、 $S_y$  ) は、以下のようなになる。

$$S_x = - M g \sin \theta$$

$$S_y = - M g \cos \theta$$

50

## 【0043】

そこで本発明に係るパワーアシスト装置1では、ウィンドウ10がワーク保持装置3によって角度 $\theta$ だけピッチ方向に傾斜させた状態で保持されている状態においては、ハンドル3cに作用する重力 $Mg$ の $x$ 軸方向の成分( $-Mg \sin \theta$ )と $y$ 軸方向の成分( $-Mg \cos \theta$ )を考慮して、力センサ3dの検出値( $S_x$ 、 $S_y$ )に対して、ワーク保持装置3の傾斜角度 $\theta$ に応じたオフセット値を設定するようにしている。

## 【0044】

ここで、オフセット値の設定方法について説明する。

まず、ウィンドウ10がワーク保持装置3によって水平方向に保持されている状態において、前述したオフセット値を設定する。

つまり、 $x$ 方向の操作力 $F_x$ にオフセット値( $+Mg$ )を設定し、作業者の操作力( $F_x$ 、 $F_y$ )を、制御装置5によって以下の数式に基づいて求めるようにしておく。

$$F_x = S_x$$

$$F_y = S_y + Mg$$

## 【0045】

次に、 $x$ 方向の操作力 $F_x$ にオフセット値( $+Mg$ )を設定した状態で、ワーク保持装置3を角度 $\theta$ だけ傾斜させる。すると、このときの力センサ3dの計測値( $S_x$ 、 $S_y$ )は、それぞれ以下ようになる。

$$S_x = -Mg \sin \theta$$

$$S_y = Mg - Mg \cos \theta$$

## 【0046】

そして、このときの計測値( $S_x$ 、 $S_y$ )をオフセット値として設定する。

つまり、計測値( $S_x$ 、 $S_y$ )からハンドル3cの重力成分を除いた補正計測値( $H_x$ 、 $H_y$ )は、以下の数式で与えられるようになる。

$$H_x = S_x - S_x$$

$$= S_x - (-Mg \sin \theta)$$

$$= S_x + Mg \sin \theta$$

$$H_y = S_y - S_y$$

$$= S_y - (Mg - Mg \cos \theta)$$

$$= S_y - Mg(1 - \cos \theta)$$

## 【0047】

そして、制御装置5によって、力センサ3dの計測値( $S_x$ 、 $S_y$ )と角度センサ6の計測値(角度 $\theta$ )から前記数式に基づいて補正計測値( $H_x$ 、 $H_y$ )を求めるようにしている。

さらに、求めた補正計測値( $H_x$ 、 $H_y$ )に基づいて、制御装置5によって、作業者の所望する操作(操作方向・操作量・操作速度等)を判断し、アクチュエータ2aやモータ2bの動作を制御してロボットアーム2の姿勢を制御する構成としている。

## 【0048】

即ち、制御装置5は、角度センサ6の計測結果(角度 $\theta$ )と、ハンドル3cの重量 $M$ に基づいてオフセット値を算出し、さらに、力センサ3dによる計測結果(即ち、計測値( $S_x$ 、 $S_y$ ))と、オフセット値を合算して、補正した力センサ3dの計測結果(即ち、補正計測値( $H_x$ 、 $H_y$ ))を算出している。

このような構成とすることにより、容易に力センサ3dによる計測値( $S_x$ 、 $S_y$ )を補正することができ、作業者の操作力( $F_x$ 、 $F_y$ )を精度良く推定することができるのである。

## 【0049】

また、本発明の一実施例に係るパワーアシスト装置1およびその制御方法は、ワークたるウィンドウ10を保持するためのワーク保持装置3と、ワーク保持装置3に設けられ、作業者による操作部となるハンドル3cと、ワーク保持装置3に設けられ、ハンドル3cに作用する作業者の操作力( $F_x$ 、 $F_y$ )を計測する力センサ3dと、ワーク保持装置3

10

20

30

40

50

を支持するロボットアーム 2 と、力センサ 3 d の計測結果 (  $S_x$ 、 $S_y$  ) に基づいてロボットアーム 2 の動作を制御する制御装置 5 と、を備えるパワーアシスト装置 1 およびその制御方法であって、ワーク保持装置 3 には、ワーク保持装置 3 の傾斜角度を計測する角度センサ 6 が備えられ、制御装置 5 によって、角度センサ 6 の計測結果 ( 角度  $\theta$  ) に基づいて力センサ 3 d の計測結果 ( 即ち、計測値 (  $S_x$ 、 $S_y$  ) ) を補正して、補正した力センサ 3 d の計測結果 ( 即ち、補正計測値 (  $H_x$ 、 $H_y$  ) ) に基づいて、ロボットアーム 2 の動作を制御する構成としている。

【 0 0 5 0 】

このような構成とすることにより、パワーアシスト装置 1 によって、ウィンドウ ( 即ち、ワーク ) 1 0 を傾斜させた状態で搬送する場合において、作業者の操作力 (  $F_x$ 、 $F_y$  ) を、傾斜角度  $\theta$  に応じて適切に補正することができる ( 即ち、補正計測値 (  $H_x$ 、 $H_y$  ) を求めることができる ) のである。これにより、制御装置 5 によって、作業者の操作力を精度良く推定することができるようになり、作業者の操作力 (  $F_x$ 、 $F_y$  ) を軽減するとともに、作業者が所望する操作方向と実際の搬送方向を一致させることが可能となるのである。そして、パワーアシスト装置 1 による搬送効率を改善することができるのである。

なお、本実施例においては、説明の便宜上、 $X$  軸方向には作業者の操作力が作用しない場合について説明をしたが、 $X$  軸方向、 $Z$  軸方向、および  $Y$  軸方向の全てに作業者の操作力が作用する場合についても、同様にロボットアーム 2 の動作の制御を行うことができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 1 】

【 図 1 】 本発明の一実施例に係るパワーアシスト装置の全体構成を示す模式図。

【 図 2 】 ( a ) 本発明の一実施例に係るワーク保持装置の全体構成を示す平面模式図、( b ) 本発明の一実施例に係るワーク保持装置の全体構成を示す側面模式図。

【 図 3 】 本発明の一実施例に係る力センサの取付状態を示す斜視図。

【 図 4 】 本発明の一実施例に係る制御装置の接続状態を示す模式図。

【 図 5 】 ( a ) 本発明の一実施例に係るパワーアシスト装置によりワークを水平に保持する状態を示す模式図、( b ) 本発明の一実施例に係るパワーアシスト装置によりワークを傾斜させて保持する状態を示す模式図。

【 図 6 】 従来のパワーアシスト装置の全体構成を示す模式図。

【 図 7 】 ( a ) 従来ワーク保持装置の全体構成を示す平面模式図、( b ) 従来ワーク保持装置の全体構成を示す側面模式図。

【 図 8 】 従来力センサの取付状態を示す斜視図。

【 図 9 】 従来制御装置の接続状態を示す模式図。

【 図 1 0 】 ( a ) 従来パワーアシスト装置によりワークを水平に保持する状態を示す模式図、( b ) 従来パワーアシスト装置によりワークを傾斜させて保持する状態を示す模式図。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 2 】

- 1      パワーアシスト装置
- 2      ロボットアーム
- 3      ワーク保持装置
- 3 c    ハンドル
- 3 d    力センサ
- 4      フリージョイント
- 5      制御装置
- 6      角度センサ

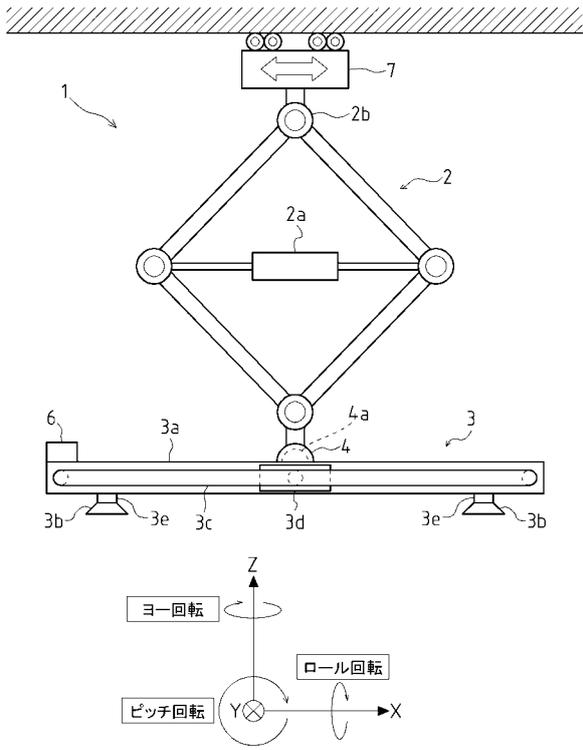
10

20

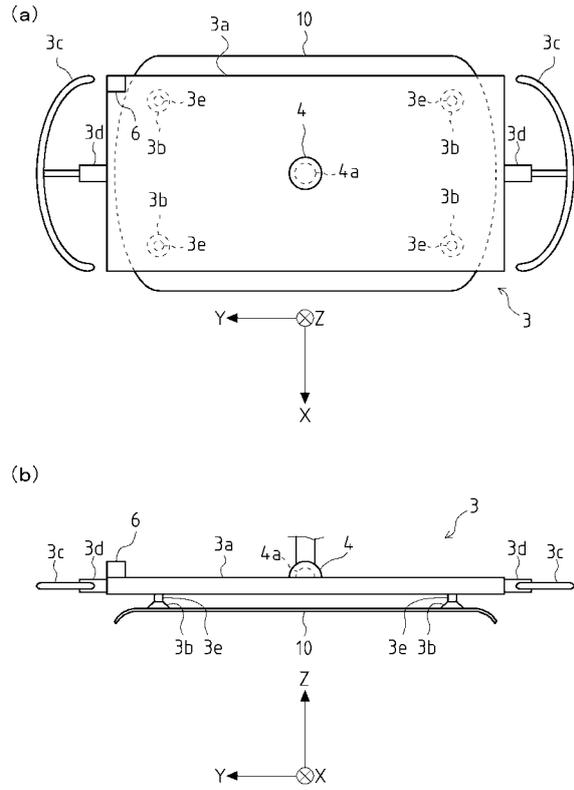
30

40

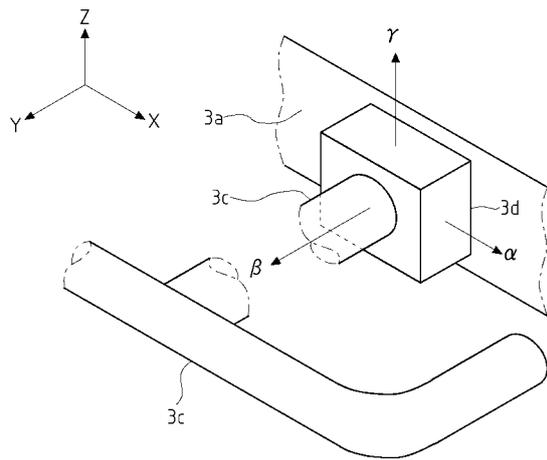
【図1】



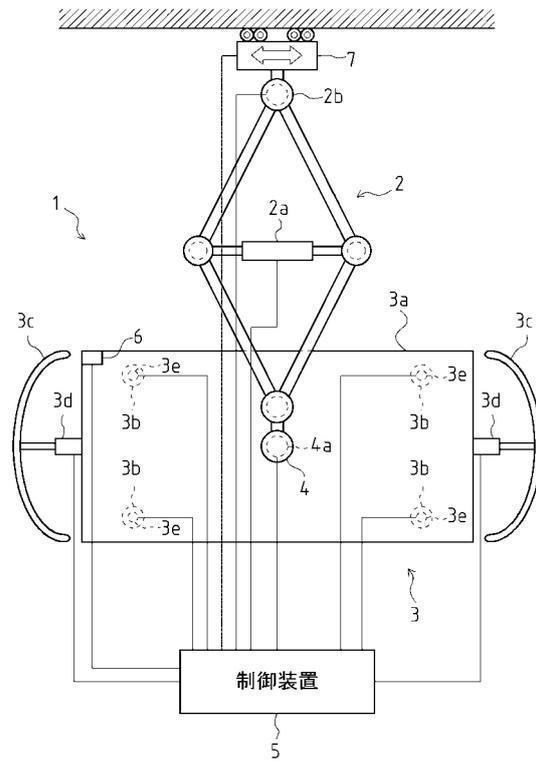
【図2】



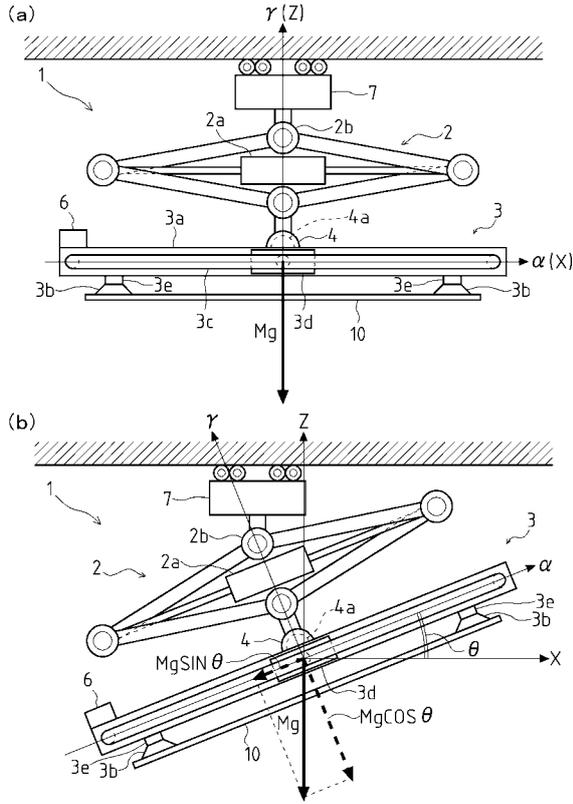
【図3】



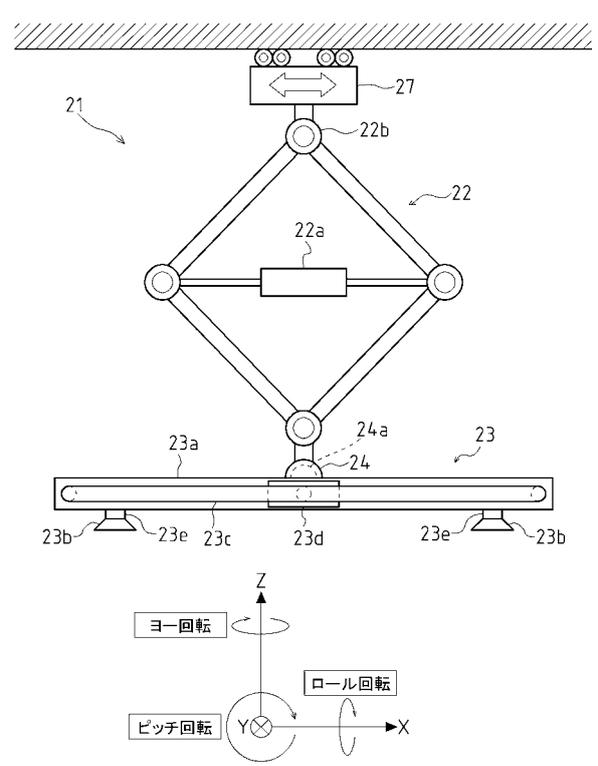
【図4】



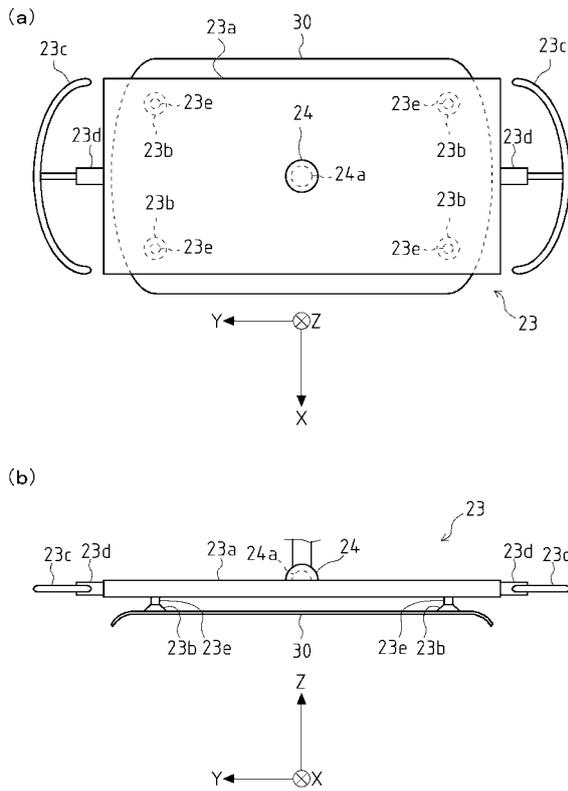
【図5】



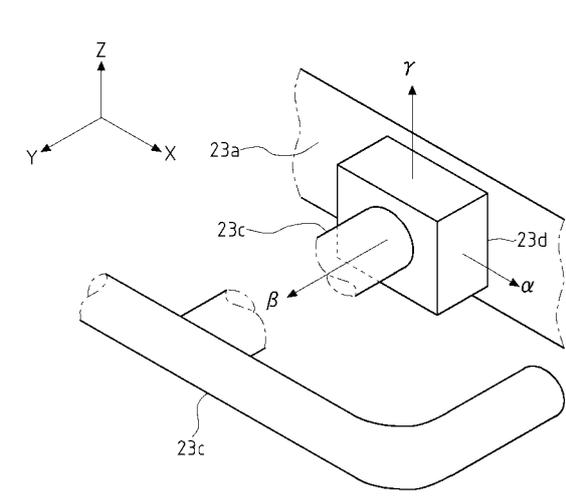
【図6】



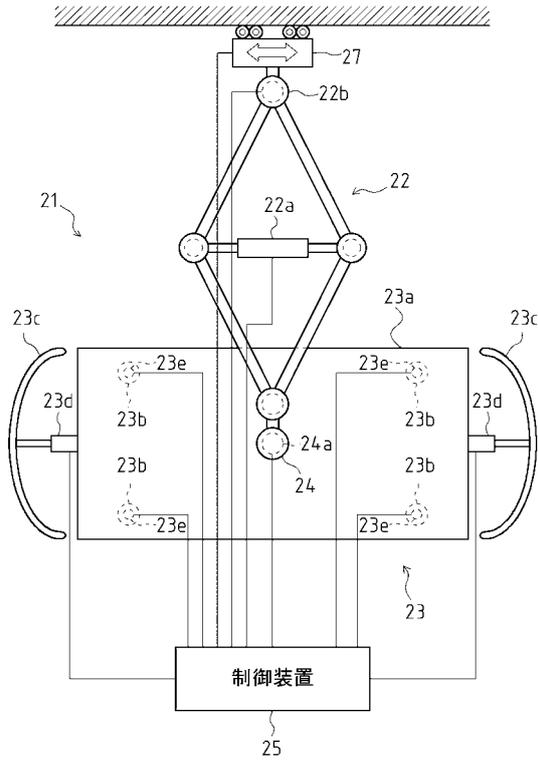
【図7】



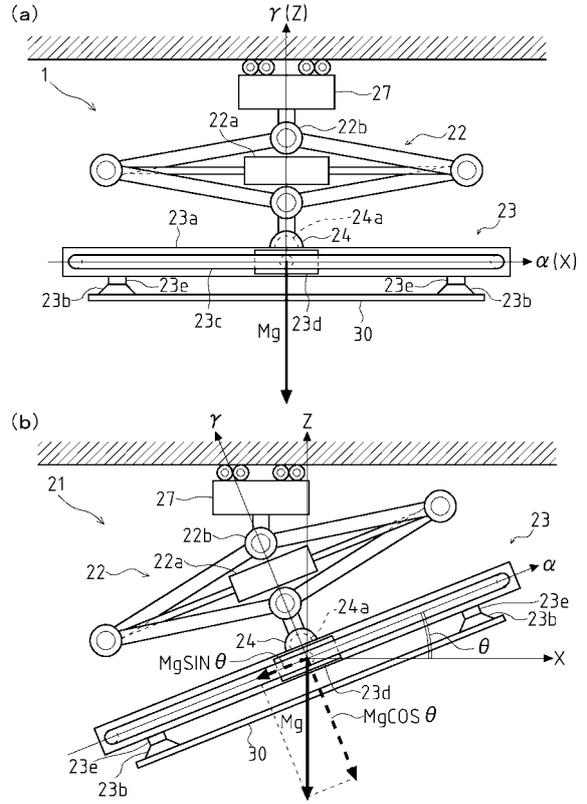
【図8】



【図9】



【図10】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平04 - 023016 (JP, A)  
特開2007 - 076807 (JP, A)  
特開2005 - 154047 (JP, A)  
特開2006 - 247794 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25J 1/00 - 21/02  
B66F 19/00  
B23P 19/00 - 21/00