

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7285937号
(P7285937)

(45)発行日 令和5年6月2日(2023.6.2)

(24)登録日 令和5年5月25日(2023.5.25)

(51)国際特許分類		F I			
B 2 5 J	9/10 (2006.01)	B 2 5 J	9/10	A	
G 0 5 B	19/18 (2006.01)	G 0 5 B	19/18	A	

請求項の数 4 (全23頁)

(21)出願番号	特願2021-543632(P2021-543632)	(73)特許権者	000010076 ヤマハ発動機株式会社 静岡県磐田市新貝2500番地
(86)(22)出願日	令和1年9月2日(2019.9.2)	(74)代理人	100115381 弁理士 小谷 昌崇
(86)国際出願番号	PCT/JP2019/034405	(74)代理人	100127797 弁理士 平田 晴洋
(87)国際公開番号	WO2021/044477	(72)発明者	大塚 一輝 静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ 発動機株式会社内
(87)国際公開日	令和3年3月11日(2021.3.11)	(72)発明者	馬目 俊文 静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ 発動機株式会社内
審査請求日	令和3年10月19日(2021.10.19)	審査官	國武 史帆

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ロボットの原点出し装置及び方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1当接面を有する下面と、前記下面と対向する上面とを有するロボットアームと、前記ロボットアームに対して軸方向の移動及び軸心回りの回転が可能であって、前記上面から前記下面にかけて前記ロボットアームを貫通するように配設される軸部材と、前記ロボットアームの貫通部分よりも下方において前記軸部材に搭載され、前記軸方向において前記第1当接面と対向する第2当接面と、当該第2当接面の外周側に位置する側面と、を有するストッパと、

前記軸部材の前記軸方向の移動によっては前記ストッパと干渉しない位置において、前記ロボットアームの前記下面から下方に突設された第1突起部と、

前記ストッパの前記側面から外側に突設され、前記第1突起部に対して当接が可能な第2突起部と、を備え、

前記第1当接面と前記第2当接面とは、前記軸部材の前記軸方向への移動によって面接触が可能であって、前記面接触によって前記軸部材の前記軸方向の原点出しが行われる当接面であり、

前記第1突起部と前記第2突起部とは、前記軸部材の前記軸心回りの回転によって当接が可能であって、前記当接によって前記軸部材の回転方向の原点出しが行われる突起部である、ロボットの原点出し装置において、

前記ロボットアームの前記下面は、前記第2当接面と対向するように突設された複数の突起物を備え、

前記第 1 当接面は、前記複数の突起物の突出先端側に各々備えられた単位当接面の集合体によって構成され、

前記ストッパは、前記軸部材に外嵌される円筒の形状を有し、

前記第 2 当接面は、前記円筒における前記ロボットアームの前記下面と対向する環状の端面であり、

前記側面は、前記円筒の外周面であって、

前記複数の突起物は、前記環状の端面と対向するように前記ロボットアームの前記下面に環状に配列された複数のボルトからなり、

前記第 1 当接面を構成する前記単位当接面は、前記ボルトのボルト頭の頂面からなる、ロボットの原点出し装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載のロボットの原点出し装置において、

前記ロボットアームに組み付けられ、前記軸部材を軸心回りに回転可能に支持するベアリングと、

前記軸部材に一体化され、前記軸部材に前記軸心回りの回転力を伝達するプーリと、をさらに備え、

前記軸部材が前記軸心回りに回転すると、前記ストッパと前記プーリとは同期回転し、

前記複数のボルトは前記プーリに取り付けられている、ロボットの原点出し装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載のロボットの原点出し装置において、

前記ロボットアームの前記下面と前記ストッパとの間に介在される緩衝部材をさらに備え、

前記緩衝部材は、前記ロボットアームの前記下面と一体若しくは前記ストッパと一体に設けられ、

前記第 1 当接面は前記緩衝部材における前記第 2 当接面と対向する面、若しくは、前記第 2 当接面は前記緩衝部材における前記第 1 当接面と対向する面である、ロボットの原点出し装置。

20

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のロボットの原点出し装置を用いたロボットの原点設定方法であって、

30

前記第 1 当接面と前記第 2 当接面とが面接触するまで前記軸部材を前記軸方向に移動させ、前記軸部材の前記軸方向の原点位置を設定し、

前記軸方向の原点位置から、前記回転方向の原点出しのために設定された特定位置まで、前記軸部材を前記軸方向に移動させ、

前記特定位置に配置された前記軸部材を、前記第 1 突起部と前記第 2 突起部とが当接するまで前記軸心回りに回転させ、前記軸部材の前記回転方向の原点位置を設定する、ロボットの原点設定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

40

本発明は、軸方向の移動及び軸心回りの回転が可能な軸部材を有するロボットの原点出し装置、及び当該装置を用いた原点出し方法に関する。

【背景技術】

【0002】

スカラ型ロボットは、ロボットアームに対して昇降及び回転する作業軸（軸部材）を備えている。例えば、スカラ型ロボットの電源投入時等に、作業軸の軸方向（Z 軸）及び回転方向（R 軸）の原点位置を設定する原点出し作業が必要となる。特許文献 1 には、この原点出し作業を、専用のセンサ類を用いることなく実行するセンサレス原点出し方法が開示されている。当該方法では、ロボットアームの下面に当接片を突設すると共に、軸部材に搭載される Z 軸ストッパの上面に突起部を設ける。そして、軸部材を Z 軸方向に移動さ

50

せ、前記当接片をZ軸ストッパの上面に当接させることでZ軸の原点出しを行う。また、軸部材をZ軸回りに回転させ、前記突起部を前記当接片に当接させることでR軸の原点出しを行う。

【0003】

しかし、特許文献1の方法では、例えばZ軸ストッパが作業軸の暴走防止（抜け止め）の機能を果たす際において、ロボットアーム下面の当接片がZ軸ストッパの上面の一部に衝突することになる。つまり、前記衝突時における前記当接片の衝撃を、ストッパ上面の一部が集中的に受け止める構造となる。このため、可搬質量が大きい作業軸の場合には、前記衝撃によって前記ストッパが破損する可能性がある。従って、作業軸の原点出しをセンサレスで行う方法を、可搬質量の低い小型のスカラ型ロボットにしか適用できないという問題があった。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特許第6117673号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の目的は、軸部材の軸方向及び回転方向の原点出しをセンサレスで行うと共に、軸部材に搭載されるストッパの破損を防止することができるロボットの原点出し装置及び方法を提供することにある。

20

【0006】

本発明の一局面に係るロボットの原点出し装置は、第1当接面を有するベース部材と、前記ベース部材に対して軸方向の移動及び軸心回りの回転が可能な軸部材と、前記軸部材に搭載され、前記軸方向において前記第1当接面と対向する第2当接面と、当該第2当接面の外周側に位置する側面と、を有するストッパと、前記軸部材の前記軸方向の移動によっては前記ストッパと干渉しない位置において、前記ベース部材に突設された第1突起部と、前記ストッパの前記側面から外側に突設され、前記第1突起部に対して当接が可能な第2突起部と、を備え、前記第1当接面と前記第2当接面とは、前記軸部材の前記軸方向への移動によって面接触が可能であって、前記面接触によって前記軸部材の前記軸方向の原点出しが行われる当接面であり、前記第1突起部と前記第2突起部とは、前記軸部材の前記軸心回りの回転によって当接が可能であって、前記当接によって前記軸部材の回転方向の原点出しが行われる突起部であることを特徴とする。

30

【0007】

本発明の他の局面に係るロボットの原点設定方法は、上記のロボットの原点出し装置を用いた原点設定方法であって、前記第1当接面と前記第2当接面とが面接触するまで前記軸部材を前記軸方向に移動させ、前記軸部材の前記軸方向の原点位置を設定し、前記軸方向の原点位置から、前記回転方向の原点出しのために設定された特定位置まで、前記軸部材を前記軸方向に移動させ、前記特定位置に配置された前記軸部材を、前記第1突起部と前記第2突起部とが当接するまで前記軸心回りに回転させ、前記軸部材の前記回転方向の原点位置を設定することを特徴とする。

40

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】図1は、本発明に係るロボットの原点出し装置が適用されるスカラ型ロボットの第1実施形態を示す側面図である。

【図2】図2は、前記スカラ型ロボットを下方側から見た斜視図である。

【図3】図3は、図2の要部拡大図である。

【図4】図4(A)及び図4(B)は、作業軸の軸方向の原点出し動作を示す側面図である。

【図5】図5(A)及び図5(B)は、作業軸の回転方向の原点出し動作を示す平面図で

50

ある。

【図 6】図 6 は、スカラ型ロボットの制御系を示すブロック図である。

【図 7】図 7 は、コントローラによる作業軸の原点設定制御の第 1 例を説明するフローチャートである。

【図 8】図 8 (A)、図 8 (B) 及び図 8 (C) は、上記原点設定制御の状況を模式的に示す図である。

【図 9】図 9 は、上記原点設定制御の第 2 例を説明するフローチャートである。

【図 10】図 10 は、上記原点設定制御の第 3 例を説明するフローチャートである。

【図 11】図 11 は、上記原点設定制御の第 3 例を説明するフローチャートである。

【図 12】図 12 は、本発明に係るロボットの原点出し装置が適用されるスカラ型ロボットの第 2 実施形態を示す要部斜視図である。 10

【図 13】図 13 は、第 2 実施形態に係るスカラ型ロボットの作業軸ユニットを示す側面図である。

【図 14】図 14 は、第 2 アームに組み込まれた状態の、前記作業軸ユニットの上面視の斜視図である。

【図 15】図 15 は、第 2 アームに組み込まれた状態の、前記作業軸ユニットの縦断面図であって、作業軸が下降している状態を示す図である。

【図 16】図 16 は、第 2 アームに組み込まれた状態の、前記作業軸ユニットの縦断面図であって、作業軸が上昇している状態を示す図である。

【図 17】図 17 (A) 及び図 17 (B) は、本発明に係る原点出し装置の第 1 変形例を示す側面図である。 20

【図 18】図 18 は、本発明に係る原点出し装置の第 2 変形例を示す側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の実施形態を、図面に基づいて詳細に説明する。本実施形態では、本発明に係るロボットの原点出し装置が、スカラ型ロボット（水平多関節ロボット）に適用される例を示す。本発明は、スカラ型ロボットに限らず、ベース部材に対して軸方向の移動及び軸心回りの回転が可能な軸部材を備える限りにおいて、各種のロボットに適用可能である。

【0010】 30

< 第 1 実施形態 >

[スカラ型ロボットの全体構造]

図 1 は、本発明に係る原点出し装置が適用されるスカラ型ロボット 1 の第 1 実施形態を示す側面図、図 2 は、スカラ型ロボット 1 を下方側から見た斜視図である。スカラ型ロボット 1 は、所定の基台 10 上に設置される円柱状のアーム支持台 11 と、このアーム支持台 11 に片持ち支持されるアーム 12 と、このアーム 12 の先端部分で支持される作業軸 2（軸部材）とを含む。アーム支持台 11 は、例えば生産ラインの架台等からなる基台 10 に、ボルト締めにて固定される。

【0011】

アーム 12 は、第 1 アーム 13 と第 2 アーム 14（ベース部材）との連結体からなる。第 1 アーム 13 は、水平方向に延びるロボットアームであり、その基端側がアーム支持台 11 によって鉛直方向に延びる a 軸周りに回動可能に支持されている。第 2 アーム 14 も、水平方向に延びるロボットアームであり、その基端側が第 1 アーム 13 の先端側によって鉛直方向に延びる b 軸周りに回動可能に支持されている。アーム支持台 11 と第 2 アーム 14 との間には、第 2 アーム 14 に搭載される電装品への給電及び制御用のケーブルを収容するケーブル保護管 15 が架け渡されている。 40

【0012】

作業軸 2 は、スプライン軸である。作業軸 2 は、第 2 アーム 14 の先端側に、当該第 2 アーム 14 を上下方向に貫通する状態で保持されている。すなわち、作業軸 2 の下端 21 は第 2 アーム 14 の下面 14B よりも下方に位置しており、上端 22 は第 2 アーム 14 の 50

上面 1 4 A よりも上方に位置している。作業軸 2 は、第 2 アーム 1 4 に対して軸方向の移動（Z 軸方向の移動）と、当該作業軸 2 の軸心回りの回転（R 軸方向の移動）とが可能である。以上より、本実施形態のスカラ型ロボット 1 は、移動軸として a 軸、b 軸、Z 軸及び R 軸の 4 つの移動軸を有するロボットである。

【0013】

スカラ型ロボット 1 は、上記 4 つの移動軸についての動作を行わせる駆動源として、第 1 アームモータ 3 1、第 2 アームモータ 3 2、Z 軸モータ 3 3 及び R 軸モータ 3 4 を備えている。第 1 アームモータ 3 1 は、第 1 アーム 1 3 を a 軸回りに回転駆動させるモータであり、アーム支持台 1 1 の内部に配置されている。第 1 アームモータ 3 1 の駆動力は、図略の減速機構を介して第 1 アーム 1 3 に伝達される。第 2 アームモータ 3 2、Z 軸モータ 3 3 及び R 軸モータ 3 4 は、第 2 アーム 1 4 の上面 1 4 A に取り付けられている。第 2 アームモータ 3 2 は、第 2 アーム 1 4 を b 軸回りに回転駆動させるモータである。第 2 アームモータ 3 2 の駆動力は、図略の減速機構を介して第 2 アーム 1 4 に伝達される。

10

【0014】

Z 軸モータ 3 3 は、作業軸 2 を Z 軸方向に移動させるためのモータである。Z 軸モータ 3 3 から作業軸 2 への駆動力の伝達のため、ボールねじ軸 3 5、ヘッドホルダ 3 6 及び Z 軸伝達ベルト 3 3 T が備えられている。ボールねじ軸 3 5 は、第 2 アーム 1 4 の上面 1 4 A から鉛直方向に立設され、軸回りに回転自在である。ヘッドホルダ 3 6 は、ボールねじ軸 3 5 と作業軸 2 とを連結する部材であり、ナット部 3 6 1 と連結部 3 6 2 とを含む。ナット部 3 6 1 は、ボールねじ軸 3 5 に螺合されている。連結部 3 6 2 は、作業軸 2 が R 軸に回転可能な状態で、上端 2 2 を保持する。Z 軸伝達ベルト 3 3 T は、Z 軸モータ 3 3 の駆動力をボールねじ軸 3 5 へ伝達する。Z 軸伝達ベルト 3 3 T は、Z 軸モータ 3 3 の出力軸に取り付けられた図略のプーリと、ボールねじ軸 3 5 の下端に取り付けられた図略のプーリとの間に架け渡されている。

20

【0015】

Z 軸モータ 3 3 が正回転又は逆回転駆動されると、Z 軸伝達ベルト 3 3 T を介して回転駆動力が伝達され、ボールねじ軸 3 5 が軸周りに正回転又は逆回転する。ヘッドホルダ 3 6 は、ボールねじ軸 3 5 の正回転又は逆回転に伴って、当該ボールねじ軸 3 5 に沿って昇降移動する。ヘッドホルダ 3 6 の昇降に伴い、作業軸 2 も昇降する。つまり、作業軸 2 は Z 軸方向に移動する。

30

【0016】

R 軸モータ 3 4 は、作業軸 2 を R 軸方向に移動（Z 軸周りに回転）させるためのモータである。R 軸モータ 3 4 から作業軸 2 への駆動力の伝達のため、中継プーリ 3 7、スプラインプーリ 3 8 及び R 軸伝達ベルト 3 4 T が備えられている。中継プーリ 3 7 は、第 2 アーム 1 4 のアーム延伸方向の中央付近で回転可能に支持されている。スプラインプーリ 3 8 は、スプラインナットを含み、作業軸 2 に取り付けられている。R 軸伝達ベルト 3 4 T は、中継プーリ 3 7 とスプラインプーリ 3 8 との間に架け渡されている。また、R 軸モータ 3 4 の出力軸に取り付けられた図略のプーリと、中継プーリ 3 7 の下段プーリとの間にも、図略の中間伝達ベルトが架け渡されている。

【0017】

R 軸モータ 3 4 が回転されると、上記中間伝達ベルト、中継プーリ 3 7、R 軸伝達ベルト 3 4 T 及びスプラインプーリ 3 8 を介して、その回転駆動力が作業軸 2 へ伝達される。これにより作業軸 2 は、R 軸方向に移動（例えば上方視で時計方向に回転）する。

40

【0018】

スカラ型ロボット 1 は、作業軸 2 の Z 軸及び R 軸の原点出しの装置として、ストッパ 4、当接ボルト 5（第 2 突起部）及び円弧状突片 6（第 1 突起部）を備えている。ストッパ 4 は、作業軸 2 に搭載されている。搭載箇所は、作業軸 2 の下端 2 1 と第 2 アーム 1 4（ベース部材）の下面 1 4 B との間である。ストッパ 4 は、本来的には、作業軸 2 の Z 軸方向への企図しない移動を抑止する役目を果たす。例えば、ストッパ 4 は、スカラ型ロボット 1 の電源が突然落ちた場合等に、第 2 アーム 1 4 を抜けて作業軸 2 が上方方向に移動する

50

ことを防止する。このためストッパ 4 には、第 2 アーム 1 4 の下面 1 4 B との衝突に起因する大きな衝撃力が加わることがある。

【 0 0 1 9 】

ストッパ 4 は、円筒の形状を有し、作業軸 2 に外嵌され、一体化されている。従って、ストッパ 4 は、作業軸 2 が Z 軸及び R 軸に沿って移動すると、同様に Z 軸方向及び R 軸方向に移動する。なお、ストッパ 4 の上面側には、ダンパー 4 4 (緩衝部材) が一体的に装着されている。当接ボルト 5 は、ストッパ 4 に取り付けられている。一方、円弧状突片 6 は、第 2 アーム 1 4 の下面 1 4 B に取り付けられている。円弧状突片 6 は、作業軸 2 の Z 軸方向の移動によってはストッパ 4 にと干渉しない位置において、下面 1 4 B から下方に突設されている。これに対し、当接ボルト 5 と円弧状突片 6 とは当接が可能な位置関係にある。以下、この原点出しの装置の詳細構造を説明する。

10

【 0 0 2 0 】

[原点出しの装置の詳細構造]

図 3 は、図 2 における第 2 アーム 1 4 の先端側の拡大図である。図 4 は、前記先端側の側面図、図 5 は、前記先端側を下方側から見た平面図である。図 4 (A) は作業軸 2 が上限まで上昇してストッパ 4 が第 2 アーム 1 4 に当接した状態を、図 4 (B) は前記当接状態から所定距離だけ作業軸 2 が下降した状態を示している。図 5 (A) と図 5 (B) とでは、作業軸 2 の R 軸方向の位置が異なり、図 5 (B) では当接ボルト 5 と円弧状突片 6 とが当接している状態を示している。

【 0 0 2 1 】

ストッパ 4 は、作業軸 2 を貫通させる円形の中心開口と、径方向に延びるスリット 4 1 1 とを備え、作業軸 2 の軸方向に所定の厚さを有する C リング 4 1 からなる。C リング 4 1 は、スリット 4 1 1 の形成部分において、固定ねじ 4 2 にて作業軸 2 に対して締め付け固定されている。すなわち、C リング 4 1 の外周面 4 3 には、スリット 4 1 1 と直交する方向に凹設されたねじ収容部 4 1 2 が備えられている。C リング 4 1 の内部には、ねじ収容部 4 1 2 の底部からスリット 4 1 1 を跨ぐように、ねじ溝が刻設されている。C リング 4 1 が作業軸 2 に嵌め込まれた状態で、前記ねじ溝に固定ねじ 4 2 を螺合することで、スリット 4 1 1 の幅を締め代として、ストッパ 4 を作業軸 2 に固定することができる。スリット 4 1 1 の幅は僅かであり、ストッパ 4 は円筒型の形状を有している。

20

【 0 0 2 2 】

ダンパー 4 4 は、ウレタン樹脂などの緩衝性を備える部材からなり、C リング 4 1 (ストッパ 4) の上面に載置される態様で、当該 C リング 4 1 に一体的に固定されている。ダンパー 4 4 は、C リング 4 1 の直径よりも僅かに小さい直径を有し、作業軸 2 を貫通させる円形の中心開口を備えた円筒状の緩衝部材である。例えばダンパー 4 4 は、接着剤にて C リング 4 1 の上面に取り付けることができる。このようなダンパー 4 4 の取り付けにより、第 2 アーム 1 4 とストッパ 4 との間に衝撃を緩和する干渉部材が介在されたことになる。本実施形態では、ストッパ 4 にダンパー 4 4 が一体に設けられていることから、第 2 アーム 1 4 の下面 1 4 B と対向するダンパー 4 4 の上側の環状端面 4 S (第 2 当接面) が、下面 1 4 B (後述の環状受け面 1 4 S) に対する当接面となる。

30

【 0 0 2 3 】

既述の通り、ストッパ 4 は実質的に円筒体であり、円周面からなる外周面 4 3 (側面) を有している。外周面 4 3 は、環状端面 4 S よりも外周側に位置する側面である。この外周面 4 3 から外側へ突設する形で、当接ボルト 5 がストッパ 4 に取り付けられている。当接ボルト 5 は、締結用の六角孔を備えた円筒型のボルト頭部と、ねじ切りされたボルト胴部とを備える。ストッパ 4 の外周面 4 3 には、径方向内側に延びるねじ孔が設けられ、当該ねじ孔に当接ボルト 5 が螺合されている。

40

【 0 0 2 4 】

円弧状突片 6 は、環状円板 1 4 1 に一体化された態様で、第 2 アーム 1 4 の下面 1 4 B に取り付けられている。環状円板 1 4 1 は、下面 1 4 B における作業軸 2 の貫通位置に配置され、図には現れない中心孔を備える薄板状の円板である。前記中心孔は、作業軸 2 を

50

貫通させるための開口である。環状円板 141 は、ネジ止め等によって下面 14B に固定され、第 2 アーム 14 に一体化されている。

【0025】

環状円板 141 の全体中心孔の周囲には、環状の平面からなる環状受け面 14S (第 1 当接面) が設けられている。この環状受け面 14S は、ストッパ 4 が第 2 アーム 14 (ベース部材) に対して突き当たる面となる。本実施形態では、上記の通りストッパ 4 側の突き当たり面はダンパー 44 の環状端面 4S であり、環状受け面 14S は環状端面 4S と軸方向において対向している。

【0026】

円弧状突片 6 は、環状円板 141 の周縁付近から下方に向けて突設されている。具体的には円弧状突片 6 は、環状受け面 14S の外周縁の一部に沿うように突設された円弧状の突片である。円弧状突片 6 は、基端部 60、側壁 61、内面 62、外面 63 及び下端面 64 を含む。基端部 60 は、円弧状突片 6 が環状円板 141 から立ち上がる部分であり、図 5 に示すように、環状受け面 14S の外周縁から環状円板 141 自体の外周縁までの環状領域において、下面視で扇形の形状を有している。前記環状領域の全周 (360°) に対して、基端部 60 (円弧状突片 6) が占めている領域は 60° 程度である。前記環状領域に対して、概ね、30° ~ 90° 程度の範囲で、円弧状突片 6 の領域を設定することが望ましい。

10

【0027】

側壁 61 は、環状円板 141 の平面から下方に延びる円弧状突片 6 の側面を形成しており、ストッパ 4 に取り付けられた当接ボルト 5 が突き当たる壁面である。図 4 に示すように、側壁 61 は、側面視において基端部 60 から径方向内側に向かうように傾いた面である。第 2 アーム 14 の環状受け面 14S にストッパ 4 の環状端面 4S が当接した状態 (図 4 (A)) で、当接ボルト 5 の取り付け位置に至る高さ位置まで、側壁 61 の下端部は延在している。

20

【0028】

内面 62 は、円弧状突片 6 においてストッパ 4 の外周面 43 と対向する面である。外面 63 は、円弧状突片 6 の外周面を形成する面であり、径方向内側にテーパ状に傾いた面である。下端面 64 は、円弧状突片 6 の下端面を構成する円弧面である。内面 62 は、外周面 43 の凸曲面と略同じ曲率を有する凹曲面を有し、両者間には円弧状のギャップ G が存在している。このギャップ G により、円弧状突片 6 とストッパ 4 とは互いに干渉しない構造となっている。また、ギャップ G が円弧状であるので、円弧状突片 6 とストッパ 4 とを、なるべく接近した状態で配置することが可能である。このため、ストッパ 4 と円弧状突片 6 とが干渉しない構造をコンパクトに構築することができる。また、当接ボルト 5 の、外周面 43 からの突出長を短くすることができる利点もある。

30

【0029】

なお、作業軸 2 のうち、ストッパ 4 よりも先端側 (下側) は作業用機器の装着領域である。この領域には、スカラ型ロボット 1 が実行する作業に対応した各種のアタッチメントが固定される。

【0030】

[センサレスの原点出し]

本実施形態によれば、上記の通りに構成された原点出しの装置を有するので、作業軸 2 の Z 軸及び R 軸の原点出しをセンサレスで行うことができる。図 4 (A) 及び図 4 (B) には、作業軸 2 の Z 軸方向の原点出し動作が示されている。第 2 アーム 14 に一体化された環状円板 141 の環状受け面 14S (第 1 当接面) と、ストッパ 4 に一体化されたダンパー 44 の環状端面 4S (第 2 当接面) とは、作業軸 2 の Z 軸方向 (軸方向) において対向している。作業軸 2 の Z 軸方向への移動によって、環状受け面 14S と環状端面 4S とは、面接触が可能である。この面接触によって、作業軸 2 の Z 軸方向の原点出しが行われる。

40

【0031】

50

図4(B)では、作業軸2が下降していることに伴い、ストッパ4は第2アーム14に対して下方に離間している状態が示されている。当然、この状態では、環状受け面14Sと環状端面4Sとは離間している。Z軸の原点出しにおいては、図4(B)の状態から作業軸2が上昇される。当該上昇により、やがて図4(A)に示す通り、環状受け面14Sと環状端面4Sとが面接触する。この面接触が実現された作業軸2の高さ位置が、作業軸2のZ軸方向の原点位置として設定される。なお、当接ボルト5の位相によっては、環状受け面14Sと環状端面4Sとの面接触の前に、当接ボルト5と円弧状突片6とが干渉する可能性がある。この場合、原点位置を誤検知することになるが、この誤検知を防ぐ制御については後記で説明する。

【0032】

図5(A)及び図5(B)には、作業軸2のR軸の原点出し動作が示されている。第2アーム14の下面14Bから下方へ突設された態様の円弧状突片6(第1突起部)と、ストッパ4の外周面43から径方向外側へ突設された態様の当接ボルト5(第2突起部)とは、作業軸2のR軸方向の回転によって当接が可能である。本実施形態では、円弧状突片6の側壁61に当接ボルト5のボルト頭が突き当たる。この当接によって、作業軸2のR軸方向の原点出しが行われる。

【0033】

図5(A)では、当接ボルト5が円弧状突片6に対してR軸方向に離間している状態が示されている。R軸の原点出しにおいては、図5(A)の状態から作業軸2が軸心(Z軸)回りに回転される。当該回転により、やがて図5(B)に示す通り、当接ボルト5が円弧状突片6の側壁61に当接する。この当接が実現された作業軸2の回転位置が、作業軸2のR軸方向の原点位置として設定される。

【0034】

[制御構成]

図6は、スカラ型ロボット1の制御系を示すブロック図である。スカラ型ロボット1は、アームコントローラ7を備えている。アームコントローラ7は、作業軸2を含むアーム12の全体の動作を統括的に制御する。アームコントローラ7は、周知のCPU、ROM、RAM等から構成され、所定のプログラムが実行されることで機能的に、主制御部71、記憶部72及びモータドライバ73を含むように動作する。

【0035】

記憶部72は、スカラ型ロボット1の動作制御するためのプログラムやデータが記憶されている。主制御部71は、前記プログラム等に基づき、モータドライバ73に制御信号を出力する。モータドライバ73は、前記制御信号に従って、図1に基づき上述した第1アームモータ31、第2アームモータ32、Z軸モータ33及びR軸モータ34を駆動する。

【0036】

第1アームモータ31にはレゾルバ31Rが付設されている。レゾルバ31Rは、第1アームモータ31の回転軸の角度を検出するセンサである。レゾルバ31Rにより検出される第1アームモータ31の回転角度情報は、主制御部71にフィードバックされる。同様に、第2アームモータ32、Z軸モータ33及びR軸モータ34にも、レゾルバ32R、33R、34Rが各々付設されている。これらレゾルバ32R、33R、34Rが検出する各モータ32、33、34の回転角度情報もまた、主制御部71にフィードバックされる。

【0037】

既述の通り、本実施形態のスカラ型ロボット1は、作業軸2の原点設定のための専用のセンサ類を具備しないセンサレスタイプである。例えば、スカラ型ロボット1への電源投入時等に、記憶部72に記憶されているプログラム等に従い、主制御部71の制御に基づき作業軸2の原点位置設定が行われる。以下、アームコントローラ7による作業軸2の軸方向(Z軸)および回転方向(R軸)の原点設定制御の具体例について説明する。

【0038】

10

20

30

40

50

[原点設定制御の第 1 例]

図 7 は、アームコントローラ 7 による作業軸の原点設定制御の第 1 例を説明するフローチャートである。このフローチャートに示す制御は、スカラ型ロボット 1 の電源投入によりスタートする。この制御がスタートすると、アームコントローラ 7 は、先ず Z 軸の原点出しのため、モータドライバ 7 3 を介して Z 軸モータ 3 3 を駆動させ、作業軸 2 を上昇させる (ステップ S 1)。このとき、R 軸モータ 3 4 は駆動されず、作業軸 2 の回転角度位置を保持した状態とされる。

【 0 0 3 9 】

次いで、アームコントローラ 7 は、作業軸 2 が停止したか否かを判定する (ステップ S 2)。Z 軸モータ 3 3 が駆動状態にあっても、作業軸 2 に取り付けられたストッパ 4 が第 2 アーム 1 4 の下面 1 4 B に突き当たると、作業軸 2 は停止する。詳しくは、第 2 アーム 1 4 側の環状受け面 1 4 S と、ストッパ 4 側の環状端面 4 S とが Z 軸方向に突き当たることにより、作業軸 2 は停止する。アームコントローラ 7 (主制御部 7 1) は、Z 軸モータ 3 3 のレゾルバ 3 3 R から入力される回転角度情報の変化量から、作業軸 2 が停止したか否かを判定する。つまり、作業軸 2 の上昇が停止すると、これに伴いレゾルバ 3 3 R から入力される回転角度情報の変化量がほぼ「0」となるため、これにより作業軸 2 が停止したことを検知することが可能となる。なお、モータドライバ 7 3 から Z 軸モータ 3 3 に供給される電流値の変化に基づいて、作業軸 2 が停止したか否かを判定してもよい。

【 0 0 4 0 】

作業軸 2 が停止していないと判定された場合 (ステップ S 2 で NO)、Z 軸モータ 3 3 の駆動が継続される。一方、作業軸 2 が停止したと判定された場合 (ステップ S 2 で YES)、アームコントローラ 7 は、電源投入時を基準として、Z 軸モータ 3 3 のレゾルバ 3 3 R から入力される回転角度情報に基づき、Z 軸方向における作業軸 2 の停止位置を作業軸 2 の第 1 仮軸方向原点位置 (Z 1) として取得する。また、アームコントローラ 7 は、このときの作業軸 2 の回転角度位置を、作業軸 2 の第 1 回転角度位置 (R 1) として取得する (ステップ S 3)。

【 0 0 4 1 】

次に、アームコントローラ 7 は、Z 軸モータ 3 3 を反転駆動させて、作業軸 2 を予め記憶された所定量 (例えば 10 mm) だけ下降させる (ステップ S 4)。さらにアームコントローラ 7 は、R 軸モータ 3 4 を駆動させて、作業軸 2 を 70° だけ特定方向 (本実施形態では下方から見て反時計回り) に回転させる (ステップ S 5)。回転角 = 70° とされるのは、円弧状突片 6 の中心角が 60° 程度であることを考慮したものである。前記回転角は、円弧状突片 6 の中心角よりもある程度大きい任意の角度に設定することができる。このような回転角に設定することで、仮に一回目の作業軸 2 の上昇 (ステップ S 1) で当接ボルト 5 と円弧状突片 6 が干渉したとしても、二日目の作業軸 2 の上昇 (下記ステップ S 8) では前記干渉が確実に回避できるからである。

【 0 0 4 2 】

その後、アームコントローラ 7 は、作業軸 2 を上昇させる (ステップ S 6)。ステップ S 2 の処理と同様に、作業軸 2 が停止したか否かを判定する (ステップ S 7)。作業軸 2 が停止したと判定すると (ステップ S 7 で YES)、アームコントローラ 7 は、そのときの Z 軸方向における作業軸 2 の停止位置を、作業軸 2 の第 2 仮軸方向原点位置 (Z 2) として取得する。また、アームコントローラ 7 は、このときの作業軸 2 の回転角度位置を、作業軸 2 の第 2 回転角度位置 (R 2) として取得する (ステップ S 8)。

【 0 0 4 3 】

続いて、アームコントローラ 7 は、ステップ S 3、S 8 で取得した Z 1、Z 2 を参照して、Z 1 = Z 2 であるか否かを判定する (ステップ S 9)。Z 1 = Z 2 である場合 (ステップ S 9 で YES)、当接ボルト 5 と円弧状突片 6 とが当接することなく、Z 1、Z 2 が取得されたことを意味する。つまり、Z 軸方向の原点出し作業が完了となる。この場合、アームコントローラ 7 は、第 1 仮軸方向原点位置 (Z 1) を軸方向原点位置 (Z) として設定するとともに、この第 1 仮軸方向原点位置 (Z 1) を基準にして、R 軸の原点出しを

10

20

30

40

50

行う所定の高さ位置（特定位置）に作業軸 2 を Z 軸方向に移動させる（ステップ S 1 0）。前記所定の高さ位置は、回転方向の原点設定用の特定の高さ位置として、予め記憶部 7 2 に記憶されている。

【 0 0 4 4 】

その後、アームコントローラ 7 は、R 軸モータ 3 4 を駆動して、R 軸モータ 3 4 を回転させ（ステップ S 1 1）、続いて作業軸 2 が停止したか否かを判定する（ステップ S 1 2）。R 軸モータ 3 4 が駆動状態にあっても、ストッパ 4 に搭載された当接ボルト 5 が円弧状突片 6 の側壁 6 1 に突き当たると、作業軸 2 の回転は停止する。アームコントローラ 7 は、R 軸モータ 3 4 のレゾルバ 3 4 R から入力される回転角度情報の変化量から、作業軸 2 の回転が停止したか否かを判定する。

10

【 0 0 4 5 】

作業軸 2 が停止していないと判定された場合（ステップ S 1 2 で NO）、R 軸モータ 3 4 の駆動が継続される。一方、作業軸 2 が停止したと判定された場合（ステップ S 1 2 で YES）、作業軸 2 の停止位置を回転方向原点位置（R）として設定する（ステップ S 1 3）。これにより、R 軸の原点出し作業も完了する。

【 0 0 4 6 】

これに対し、ステップ S 9 において Z 1 = Z 2 ではない場合（ステップ S 9 で NO）、アームコントローラ 7 は、現在の第 1 仮軸方向原点位置（Z 1）を破棄し、現在の第 2 仮軸方向原点位置（Z 2）を第 1 仮軸方向原点位置（Z 1）に置き換える（ステップ S 1 4）。これは、Z 1、Z 2 のいずれかが、当接ボルト 5 と円弧状突片 6 との当接によって取得されたエラー値であることを意味するためである。その後、アームコントローラ 7 は、処理をステップ S 4 に移行し、ステップ S 4 ~ S 9 の処理を繰り返す。最終的に、ステップ S 9 で YES との判定が得られると、ステップ S 1 0 の処理に移行する。

20

【 0 0 4 7 】

図 8（A）、図 8（B）及び図 8（C）は、上記原点設定制御の状況を模式的に示す図である。本実施形態では、作業軸 2 が軸方向に移動しても、ストッパ 4 と円弧状突片 6 とが互いに干渉しない位置関係にある。そして、ストッパ 4 側の環状端面 4 S と第 2 アーム 1 4 側の環状受け面 1 4 S とが面接触することが可能とされている。他方、ストッパ 4 に取り付けられた当接ボルト 5 は、円弧状突片 6 と干渉可能な位置関係にある。

【 0 0 4 8 】

このため、電源投入時に作業軸 2 を単に上昇させるだけでは、当接ボルト 5 が円弧状突片 6 に干渉することがある。すなわち、図 8（A）に示すように、第 2 アーム 1 4 側の円弧状突片 6 の真下に当接ボルト 5 が位置している場合には、図 8（B）に示すように、作業軸 2 を上昇させると当接ボルト 5 が円弧状突片 6 に突き当たる。この場合、誤った位置で軸方向原点位置（Z）が設定される。

30

【 0 0 4 9 】

そこで、本実施形態では、ステップ S 1、S 6 において、回転角度位置が互いに 70° 異なる位置で作業軸 2 を上昇させている。これにより、ステップ S 1 における作業軸 2 の上昇が、図 8（A）に示すように、当接ボルト 5 が円弧状突片 6 に当接する位置での上昇であったとしても、70° の作業軸 2 の回転によって、中心角 = 60° 程度の円弧状突片 6 と当接ボルト 5 とが干渉する状態は解消される。従って、ステップ S 6 での作業軸 2 の上昇では、図 8（C）に示すように、当接ボルト 5 が円弧状突片 6 に当接することなく、ストッパ 4 側の環状端面 4 S と第 2 アーム 1 4 側の環状受け面 1 4 S とが面接触する。図 8（C）は正しく Z 軸の原点出しが行われている状態であり、ステップ S 9、S 1 4 の処理が実行されることで、的確に軸方向原点位置（Z）を設定することができる。

40

【 0 0 5 0 】

そして、この軸方向原点位置（Z）を基準に回転方向原点設定高さ位置に作業軸 2 を移動させた上で（ステップ S 1 0）、作業軸 2 を回転させて当接ボルト 5 を円弧状突片 6 に当接させることにより、作業軸 2 の回転方向原点位置（R）を設定する（ステップ S 1 3）。これにより、専用のセンサを用いることなく、Z 軸モータ 3 3 及び R 軸モータ 3 4 に

50

付設されるレゾルバ 3 3 R、3 4 R からの回転角度情報のみで、作業軸 2 の軸方向および回転方向の原点位置を適切に設定することができる。

【 0 0 5 1 】

[原点設定制御の第 2 例]

図 9 は、上記原点設定制御の第 2 例を説明するフローチャートである。上記第 1 例のステップ S 1 ~ S 8 と同様にして、第 1 仮軸方向原点位置 (Z 1) 及び第 2 仮軸方向原点位置 (Z 2) と、第 1 回転角度位置 (R 1) 及び第 2 回転角度位置 (R 2) を取得する (ステップ S 2 1 ~ S 2 8) 。

【 0 0 5 2 】

但し、第 1 例 (図 7) のステップ S 5 に相当するステップ S 2 5 の処理では、アームコントローラ 7 は作業軸 2 を 1 8 0 ° 回転させる。従って、第 1 例とは異なり、第 1 回転角度位置 (R 1) と第 2 回転角度位置 (R 2) との回転角度の差は 1 8 0 ° である。仮に、第 1 仮軸方向原点位置 (Z 1) 又は第 2 仮軸方向原点位置 (Z 2) の取得時のいずれか一方において当接ボルト 5 と円弧状突片 6 とが干渉したとしても、作業軸 2 の 1 8 0 ° の回転によって、いずれか他方では両者が確実に干渉しないようにすることができる。

10

【 0 0 5 3 】

次に、アームコントローラ 7 は、ステップ S 2 3 で取得した第 1 仮軸方向原点位置 (Z 1) と、ステップ S 2 8 で取得した第 2 仮軸方向原点位置 (Z 2) とを比較する (ステップ S 2 9) 。この比較で、第 2 仮軸方向原点位置 (Z 2) よりも第 1 仮軸方向原点位置 (Z 1) の方が高い場合 ($Z 1 > Z 2$) 、アームコントローラ 7 は、作業軸 2 を若干下降させて当該作業軸 2 を回転させることにより、作業軸 2 を第 1 仮回転方向原点位置 (R 1) に戻す (ステップ S 3 0) 。

20

【 0 0 5 4 】

その後、アームコントローラ 7 は、第 1 仮軸方向原点位置 (Z 1) を軸方向原点位置 (Z) として設定するとともに、この第 1 仮軸方向原点位置 (Z 1) を基準にして所定の回転方向原点設定高さ位置へ作業軸 2 を移動させる (ステップ S 3 1) 。この高さ位置は、当接ボルト 5 を円弧状突片 6 の側壁 6 1 に回転方向において当接させることが可能な高さ位置である。

【 0 0 5 5 】

次に、アームコントローラ 7 は、R 軸モータ 3 4 を駆動して、R 軸モータ 3 4 を回転させ (ステップ S 3 2) 、続いて作業軸 2 が停止したか否かを判定する (ステップ S 3 3) 。R 軸モータ 3 4 が駆動状態にあっても、当接ボルト 5 が円弧状突片 6 の側壁 6 1 に突き当たると、作業軸 2 の回転は停止する。作業軸 2 が停止していないと判定された場合 (ステップ S 3 3 で N O) 、R 軸モータ 3 4 の駆動が継続される。一方、作業軸 2 が停止したと判定された場合 (ステップ S 3 3 で Y E S) 、作業軸 2 の停止位置を回転方向原点位置 (R) として設定する (ステップ S 3 4) 。

30

【 0 0 5 6 】

一方、ステップ S 2 9 の処理で、第 1 仮軸方向原点位置 (Z 1) よりも第 2 仮軸方向原点位置 (Z 2) の方が高いと判断された場合 ($Z 1 < Z 2$) 、アームコントローラ 7 は、第 2 仮軸方向原点位置 (Z 2) を軸方向原点位置 (Z) として設定する。そして、アームコントローラ 7 は、第 2 仮軸方向原点位置 (Z 2) を基準として所定の回転方向原点設定高さ位置に作業軸 2 を移動させる (ステップ S 2 9) 。その後、処理はステップ S 3 2 に移行され、上記と同様にステップ S 3 2 、S 3 3 、S 3 4 の処理が実行され、作業軸 2 の回転方向原点位置 (R) が設定される。

40

【 0 0 5 7 】

また、ステップ S 2 9 の処理で、第 1 仮軸方向原点位置 (Z 1) と第 2 仮軸方向原点位置 (Z 2) との高さが等しいと判断した場合 ($Z 1 = Z 2$) 、アームコントローラ 7 は、処理をステップ S 3 1 に移行する。そして、ステップ S 3 1 ~ S 3 4 の処理が実行され、作業軸 2 の回転方向原点位置 (R) が設定される。

【 0 0 5 8 】

50

[原点設定制御の第3例]

図10及び図11は、上記原点設定制御の第3例を説明するフローチャートである。第3例では、アームコントローラ7は、カウンタnに「1」をセットし(ステップS41)、その後、ステップS42~S49の処理を実行する。このステップS42~S49の処理は、図7に示した第1例のフローチャートにおけるステップS1~S8の処理と実質的に同一である。これらステップS42~S49の処理により、アームコントローラ7は、第n仮軸方向原点位置(Z_n)及び第n回転角度位置(R_n)と、第(n+1)仮軸方向原点位置($Z_{(n+1)}$)及び第n+1回転角度位置($R_{(n+1)}$)とを取得する。

【0059】

次に、アームコントローラ7は、 $Z_n = Z_{(n+1)}$ であるか否かを判定する(ステップS50)。ここでYESと判断された場合には、当接ボルト5と円弧状突片6とが当接することなく、 Z_n 及び $Z_{(n+1)}$ が取得されたことを意味する。この場合、図7のステップS10~S13に対応するステップS51~S54の処理が実行される。アームコントローラ7は、それまでに取得されている最も高いZ値である第 n_{MAX} 仮軸方向原点位置(Z_{MAX})を基準にして、記憶部72に記憶されている回転方向原点設定高さ位置に作業軸2を移動させる(ステップS51)。

10

【0060】

その後、アームコントローラ7は、R軸モータ34を駆動して、R軸モータ34を回転させ(ステップS52)、続いて作業軸2が停止したか否かを判定する(ステップS53)。作業軸2が停止していないと判定された場合(ステップS53でNO)、R軸モータ34の駆動が継続される。一方、作業軸2が停止したと判定された場合(ステップS53でYES)、アームコントローラ7は、作業軸2の停止位置を回転方向原点位置(R)として設定する(ステップS54)。

20

【0061】

これに対して、ステップS50の処理でNOと判定された場合には、アームコントローラ7は、ステップS55~S60の処理を実行することにより、第(n+2)仮軸方向原点位置($Z_{(n+2)}$)をさらに取得する。ステップS55~S59の処理は、上記ステップS45~S49の処理と同等である。続いて、アームコントローラ7は、既に取得している第n仮軸方向原点位置(Z_n)及び第(n+1)仮軸方向原点位置($Z_{(n+1)}$)のうち、値の大きい方と、第(n+2)仮軸方向原点位置($Z_{(n+2)}$)とが同一であるか否かを判定する(ステップS60)。

30

【0062】

同一であるとの判定の場合(ステップS60でYES)、アームコントローラ7は、処理をステップS51に移行し、作業軸2の回転方向原点位置(R)を設定するための処理を実行する。一方、同一ではないとの判定の場合(ステップS60でNO)、アームコントローラ7は、カウンタnを「1」インクリメントした後(ステップS61)、処理をステップS55に移行し、ステップS55~S60の処理を繰り返す。そして、最終的に、第n仮軸方向原点位置(Z_n)及び第(n+1)仮軸方向原点位置($Z_{(n+1)}$)のうち、値の大きいものと、第(n+2)仮軸方向原点位置($Z_{(n+2)}$)とが同じになると、処理をステップS51に移行し、作業軸2の回転方向原点位置(R)を設定するための処理を実行する。

40

【0063】

つまり、先に説明した図7の第1例では、作業軸2の回転角度位置を70°ずつずらしながら互いに異なる回転角度位置で仮軸方向原点位置を取得する。そして、連続して取得した仮軸方向原点位置が同一となったときに、先に取得した仮軸方向原点位置を軸方向原点位置とする。図10及び図11の第3例でも、作業軸2の回転角度位置を70°ずつずらしながら互いに異なる回転角度位置で仮軸方向原点位置を取得することは同じである。しかし、第3例では、連続して取得した3つの仮軸方向原点位置のうち2つが同一となったときに、後から取得した第 n_{MAX} 仮軸方向原点位置(Z_{MAX})を軸方向原点位置とするものである。

50

【 0 0 6 4 】

〔 作用効果 〕

以上説明した本実施形態に係るロボットの原点出し装置によれば、第2アーム14側の環状受け面14Sとストッパ4側の環状端面4Sとの当接、並びに、当接ボルト5と円弧状突片6との当接によって、センサレスで作業軸2の軸方向及び回転方向の原点出しを行わせることができる。また、ストッパ4の破損対策に関し、当該ストッパ4は、回転方向の原点出しのために第2アーム14の下面14Bから突設されている円弧状突片6とは干渉することはない。さらに、当接ボルト5は、円筒状のストッパ4の外周面43から径方向の外側に突設されている。そして、環状受け面14Sと環状端面4Sとの面接触によって、作業軸2の軸方向の原点出しが行われる。このため、軸方向の原点出しの際の勿論のこと、ストッパ4が作業軸2の暴走を抑止する際にも、ストッパ4に対して部分的な衝撃力が作用することが回避される。つまり、前記衝撃力を環状受け面14S及び環状端面4Sの面接触で受けることができるので、ストッパ4の破損を抑止することができる。

10

【 0 0 6 5 】

とりわけ、環状受け面14S及び環状端面4Sは、作業軸2を取り囲むように形成された環状の平面であるので、衝撃力を均等に受けることができる。また、円筒の外周面43から当接ボルト5が突設されるので、作業軸2の回転によって円弧状突片6に当接させ易くすることができる。

【 0 0 6 6 】

また、円弧状突片6は、環状受け面14Sの外周縁の一部に沿うように突設された円弧状の突片であって、当接ボルト5が突き当たる側壁61を有する。このためストッパ4と円弧状突片6とが干渉しない構造をコンパクトに構築することができる。また、ストッパ4の外周面43と円弧状突片6とを近接して設置できるので、円弧状突片6に突設する当接ボルト5の突出長を短くすることが可能となり、この点からも原点出し装置のコンパクト化を図ることができる。

20

【 0 0 6 7 】

＜ 第2実施形態 ＞

上記第1実施形態では、第1当接面が、環状の平面からなる環状受け面14Sである例を示した。第1当接面は連続した平面でなくともよく、多点的に配置された突起物の突出先端側に備えられた単位当接面の集合体であっても良い。第2実施形態では、単位当接面の集合体からなる第1当接面が適用される例を示す。図12は、第2実施形態に係るスカラ型ロボット1Aを示す要部斜視図である。図13は、作業軸2とその付属品とからなる作業軸ユニットの側面図である。第1実施形態と異なる第1当接面に関する部分だけを専ら説明し、他の部分については説明を省略ないしは簡略化する。

30

【 0 0 6 8 】

第2アーム14の下面14Bには、ストッパ4の環状端面4S（第2当接面）と対向するように環状に配列された、複数の当止ボルト8（突起物）が取り付けられている。図12では、各当止ボルト8のボルト頭が示されている。ボルト頭の突出先端である頂面81（単位当接面）は、レンチ孔を除いて平坦な面からなる。各頂面81は、同一水平面内に位置しており、これら環状に配列された頂面81の集合体で第1当接面が構成されている。つまり、図13に示すように、各頂面81がストッパ4の環状端面4Sと各々面接触することで、当該環状端面4Sと環状に配列された頂面81の集合体との間に実質的に面接触状態が形成される。

40

【 0 0 6 9 】

図14～図16をさらに参照して説明を加える。図14は、第2アーム14に組み込まれた状態の、前記作業軸ユニットの上面視の斜視図である。図15及び図16は、前記作業軸ユニットの縦断面図であって、図15は作業軸2が下降している状態を、図16は作業軸2が上昇している状態を各々示している。作業軸2には、スプラインナット23及びベアリング24と、図1に示したスプラインプーリ38（プーリ）とが一体的に取り付けられている。

50

【 0 0 7 0 】

スプラインナット 2 3 は、トルク伝達可能に作業軸 2 を Z 方向に摺動させる。ベアリング 2 4 は、第 2 アーム 1 4 のフレーム 1 4 F に組み付けられ、作業軸 2 を軸心回りに回転可能に支持する。既述の通り、スプラインプーリ 3 8 は、作業軸 2 に軸心回りの回転力を伝達するプーリであり、R 軸伝達ベルト 3 4 T を介して R 軸モータ 3 4 の駆動力が与えられる。作業軸 2 にはストッパ 4 が取り付けられているので、作業軸 2 が軸心回りに回転すると、ストッパ 4 とスプラインプーリ 3 8 とは同期回転することになる。

【 0 0 7 1 】

スプラインプーリ 3 8 は、最下部に下端リング部 3 8 1 を備える。下端リング部 3 8 1 は、ベアリング 2 4 の内輪側に入り込んでいる。下端リング部 3 8 1 には、当止ボルト 8 を螺合させるための、Z 方向に伸びる複数のボルト孔（図には表れない）が穿孔されている。下端リング部 3 8 1 の下端面とベアリング 2 4 の下端面とは面一であり、これら下端面にはリング平板からなる下部板金 8 2 が添設されている。当止ボルト 8 は、下部板金 8 2 を通して、下端リング部 3 8 1 の前記ボルト孔に螺合されている。

10

【 0 0 7 2 】

図 1 2 に示されているように、第 2 アーム 1 4 の下面 1 4 B には、作業軸 2 の周囲を取り囲むように下方に突設された環状突起部 1 4 1 A が形成されている。円弧状突片 6 は、この環状突起部 1 4 1 A から下方に突設されている。環状突起部 1 4 1 A の内側には開口 1 4 2 が設けられている。開口 1 4 2 の内径は、ダンパー 4 4 の外径よりやや大きい。上述の当止ボルト 8 及び下部板金 8 2 は、開口 1 4 2 から露呈している。

20

【 0 0 7 3 】

図 1 5 に示すように、本実施形態では当止ボルト 8 の頂面 8 1 は、環状突起部 1 4 1 A の下端面よりもやや下方に突出している例を示している。これに代えて、作業軸 2 の Z 方向のストロークを少しでも確保できるよう、頂面 8 1 が環状突起部 1 4 1 A の下端面より上方に位置させても良い。

【 0 0 7 4 】

ベアリング 2 4 の上端側には、リング平板からなる上部板金 8 3 が添設されている。上部板金 8 3 は、ベアリング 2 4 の外輪を第 2 アーム 1 4 のフレーム 1 4 F に固定するために配置されている。上部板金 8 3 及びフレーム 1 4 F にはボルト孔が穿孔されている。当該ボルト孔に固定ボルト 8 4 が螺合されることで、ベアリング 2 4 がフレーム 1 4 F に固定される。なお、この固定ボルト 8 4 による固定によって、作業軸 2 のユニット（図 1 3）が、堅牢なダイカスト等からなる第 2 アーム 1 4 に固定される。つまり、当止ボルト 8 がストッパ 4 の衝突によって受ける衝撃力を、十分な強度が確保されている第 2 アーム 1 4 で受け止める構成とすることができる。

30

【 0 0 7 5 】

図 1 5 及び図 1 6 は、作業軸 2 の Z 軸方向の原点出し動作を示す図でもある。第 2 アーム 1 4 に一体化された当止ボルト 8 の頂面 8 1（単位当接面 / 第 1 当接面）と、ストッパ 4 に一体化されたダンパー 4 4 の環状端面 4 S（第 2 当接面）とは、作業軸 2 の軸方向において対向している。作業軸 2 の軸方向への移動によって、環状に配列された複数の頂面 8 1 の集合体と環状端面 4 S とは、面接触が可能である。この面接触によって、作業軸 2 の Z 軸方向の原点出しが行われる。

40

【 0 0 7 6 】

図 1 5 の状態では、作業軸 2 が下降していることに伴い、ストッパ 4 は第 2 アーム 1 4 に対して下方に離間している。この状態では、頂面 8 1 と環状端面 4 S とは離間している。Z 軸の原点出しにおいては、図 1 5 の状態から作業軸 2 が上昇される。当該上昇により、やがて図 1 6 に示す通り、頂面 8 1 と環状端面 4 S とが面接触する。この面接触が実現された作業軸 2 の高さ位置が、作業軸 2 の Z 軸方向の原点位置として設定される。なお、R 軸の原点出し動作については、第 1 実施形態と同様に、当接ボルト 5 と円弧状突片 6 との当接によって行われる。

【 0 0 7 7 】

50

第2実施形態によれば、第1当接面が、多点的に配置された頂面81(単位当接面)の集合体によって構成される。従って、ストッパ4の衝撃力を多点的、分散的に受け止め易い構造とすることができる。また、複数の当止ボルト8を第2アーム14に一体化されるスプラインナット23に取り付けるだけで、簡易的に第1当接面を構築することができる。さらに、ストッパ4と同期回転するスプラインブリー38に複数の当止ボルト8が取り付けられる。従って、作業軸2が軸心回りに回転している状態で頂面81と環状端面45とが接触しても、擦れが生じることはなく、両者の摩耗を抑止することができる。

【0078】

[変形例]

以上、本発明の実施形態につき説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば次のような変形実施形態を取ることができる。

10

【0079】

(1)上記実施形態では、ストッパ4に緩衝部材としてのダンパー44が一体化されている例を示した。ダンパー44の介在によって、ストッパ4に対する衝撃を緩和させることができる利点がある。これに代えて、第2アーム14に対してストッパ4を面接触させる構造だけでストッパ4の破損が抑止可能な場合は、ダンパー44を省くようにしても良い。

【0080】

図17(A)及び図17(B)は、本発明に係る原点出し装置の第1変形例を示す側面図である。この第1変形例では、ストッパ4の上面にダンパー44が取り付けられていない。この場合、円筒型のストッパ4の上面が環状端面45(第2当接面)となる。つまり、ストッパ4の本体部分が直接第2アーム14に面接触する構造である。図17(B)に示すように、環状端面45と、第2アーム14の下面14Bに配置された環状受け面14S(第1当接面)とが上下方向に対向する。そして、図17(A)に示すように、Z軸の原点出し作業時や作業軸2の抜け止め時に、両者が面接触する。

20

【0081】

(2)図18は、本発明に係る原点出し装置の第2変形例を示す側面図である。上記実施形態では、ストッパ4側にダンパー44が一体化されている例を示したが、第2変形例では、ダンパー44が第2アーム14側に一体に設けられている。すなわち、第2アーム14の下面14Bに固定される環状円板141に、ダンパー44が固着されている。この

30

態様では、ダンパー44の下面がストッパ4を受ける環状受け面14S(第1当接面)となり、ストッパ4の上面が環状端面45(第2当接面)となる。

【0082】

[上記実施形態に包含される発明]

なお、上述した具体的実施形態には以下の構成を有する発明が主に含まれている。

【0083】

ロボットの原点出し装置は、第1当接面を有するベース部材と、前記ベース部材に対して軸方向の移動及び軸心回りの回転が可能な軸部材と、前記軸部材に搭載され、前記軸方向において前記第1当接面と対向する第2当接面と、当該第2当接面の外周側に位置する側面と、を有するストッパと、前記軸部材の前記軸方向の移動によっては前記ストッパと干渉しない位置において、前記ベース部材に突設された第1突起部と、前記ストッパの前記側面から外側に突設され、前記第1突起部に対して当接が可能な第2突起部と、を備え、前記第1当接面と前記第2当接面とは、前記軸部材の前記軸方向への移動によって面接触が可能であって、前記面接触によって前記軸部材の前記軸方向の原点出しが行われる当接面であり、前記第1突起部と前記第2突起部とは、前記軸部材の前記軸心回りの回転によって当接が可能であって、前記当接によって前記軸部材の回転方向の原点出しが行われる突起部であることを特徴とする。

40

【0084】

この原点出し装置によれば、第1当接面と第2当接面との当接、並びに第1突起部と第2突起部との当接によって、センサレスで軸部材の軸方向及び回転方向の原点出しを行わ

50

せることができる。また、ストッパの破損対策に関し、当該ストッパは、回転方向の原点出しのためにベース部材側に突設される第1突起部とは干渉することはない。さらに、第2突起部は、ストッパの側面から外側に突設される。そして、ベース部材側の第1当接面とストッパ側の第2当接面との面接触によって、軸部材の軸方向の原点出しが行われる。このため、軸方向の原点出しの際の勿論のこと、ストッパが軸部材の暴走を抑止する際にも、ストッパに対して部分的な衝撃力が作用することが回避される。つまり、前記衝撃力を前記第1当接面及び前記第2当接面の面接触で受けることができるので、ストッパの破損を抑止することができる。

【0085】

上記のロボットの原点出し装置において、前記ストッパは、前記軸部材に外嵌される円筒の形状を有し、前記第2当接面は、前記円筒における前記ベース部材と対向する環状の端面であり、前記側面は、前記円筒の外周面であることが望ましい。

10

【0086】

この原点出し装置によれば、ストッパの第2当接面を環状の平面とすることができ、衝撃力を均等に受け易くすることができる。また、円筒の外周面から第2突起部が突設されるので、軸部材の回転によって第1突起部に当接させ易くすることができる。

【0087】

上記のロボットの原点出し装置において、前記第1当接面は、前記第2当接面が突き当たる環状の受け面であり、前記第1突起部は、前記環状の受け面の外周縁の一部に沿うように突設された円弧状の突片であって、当該突片は前記第2突起部が突き当たる側壁を有することが望ましい。

20

【0088】

この原点出し装置によれば、ストッパの第2当接面を受ける環状の受け面からなる第1当接面の外周縁に、円弧状の突片からなる第1突起部が配置される。このためストッパと第1突起部とが干渉しない構造をコンパクトに構築することができる。また、ストッパの側面と第1突起部とを近接して設置できるので、前記側面から突設する第2突起部の突出長を短くすることが可能となり、この点からも原点出し装置のコンパクト化を図ることができる。

【0089】

上記のロボットの原点出し装置において、前記ベース部材は、前記第2当接面と対向するように突設された複数の突起物を備え、前記第1当接面は、前記複数の突起物の突出先端側に各々備えられた単位当接面の集合体によって構成される構成としても良い。

30

【0090】

この原点出し装置によれば、第2当接面と面接触する第1当接面が、多点的に配置された単位当接面の集合体によって構成される。従って、前記ストッパの衝撃力を多点的に受け止め易い構造とすることができる。

【0091】

上記のロボットの原点出し装置において、前記ストッパは、前記軸部材に外嵌される円筒の形状を有し、前記第2当接面は、前記円筒における前記ベース部材と対向する環状の端面であり、前記側面は、前記円筒の外周面であって、前記複数の突起物は、前記環状の端面と対向するように前記ベース部材に環状に配列された複数のボルトからなり、前記第1当接面を構成する前記単位当接面は、前記ボルトのボルト頭の頂面からなることが望ましい。

40

【0092】

この原点出し装置によれば、環状に配列された複数のボルト頭の頂面の集合体によって第1当接面を構成し、環状の端面からなる第2当接面と面接触させることができる。すなわち、複数のボルトをベース部材に取り付けるだけで、簡易的に第1当接面を構築することができる。

【0093】

上記のロボットの原点出し装置において、前記ベース部材に組み付けられ、前記軸部材

50

を軸心回りに回転可能に支持するベアリングと、前記軸部材に一体化され、前記軸部材に前記軸心回りの回転力を伝達するプーリと、をさらに備え、前記軸部材が前記軸心回りに回転すると、前記ストッパと前記プーリとは同期回転し、前記複数のボルトは前記プーリに取り付けられていることが望ましい。

【0094】

この原点出し装置によれば、ストッパと同期回転するプーリに複数のボルトが取り付けられる。従って、軸部材が軸心回りに回転している状態で第1当接面と第2当接面が接触しても、擦れが生じることはなく、第1当接面及び第2当接面の摩耗を抑止することができる。

【0095】

上記のロボットの原点出し装置において、前記ベース部材と前記ストッパとの間に介在される緩衝部材をさらに備え、前記緩衝部材は、前記ベース部材と一体若しくは前記ストッパと一体に設けられ、前記第1当接面は前記緩衝部材における前記第2当接面と対向する面、若しくは、前記第2当接面は前記緩衝部材における前記第1当接面と対向する面であることが望ましい。

【0096】

この原点出し装置によれば、緩衝部材の介在によって、ストッパに対する衝撃を緩和させることができる。従って、よりストッパが破損し難い構造とすることができる。

【0097】

本発明の他の局面に係るロボットの原点出し方法は、上記のロボットの原点出し装置を用いた原点設定方法であって、前記第1当接面と前記第2当接面とが面接触するまで前記軸部材を前記軸方向に移動させ、前記軸部材の前記軸方向の原点位置を設定し、前記軸方向の原点位置から、前記回転方向の原点出しのために設定された特定位置まで、前記軸部材を前記軸方向に移動させ、前記特定位置に配置された前記軸部材を、前記第1突起部と前記第2突起部とが当接するまで前記軸心回りに回転させ、前記軸部材の前記回転方向の原点位置を設定することを特徴とする。

【0098】

この原点出し方法によれば、第1当接面と第2当接面との当接、並びに第1突起部と第2突起部との当接によって、センサレスで軸部材の軸方向及び回転方向の原点出しを行わせることができる。また、ストッパに対して部分的な衝撃力が作用することを回避することができる。

【0099】

以上説明した本発明によれば、軸部材の軸方向及び回転方向の原点出しをセンサレスで行うと共に、軸部材に搭載されるストッパの破損を防止することができるロボットの原点出し装置及び方法を提供することができる。

10

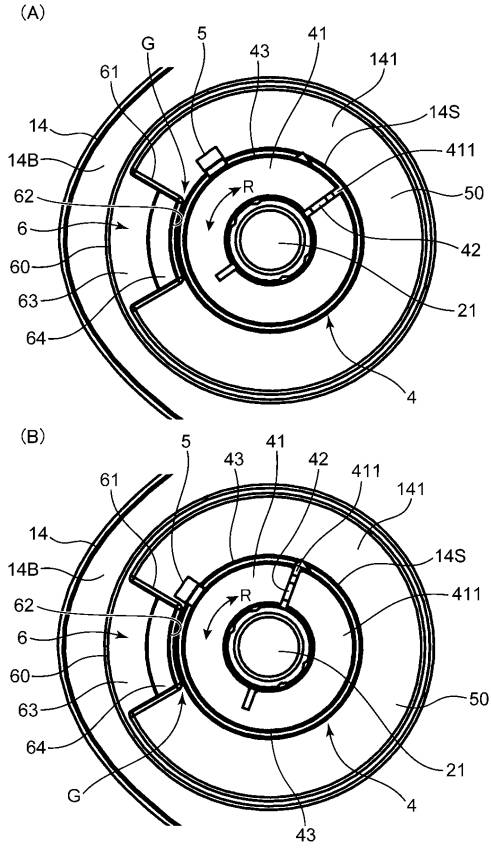
20

30

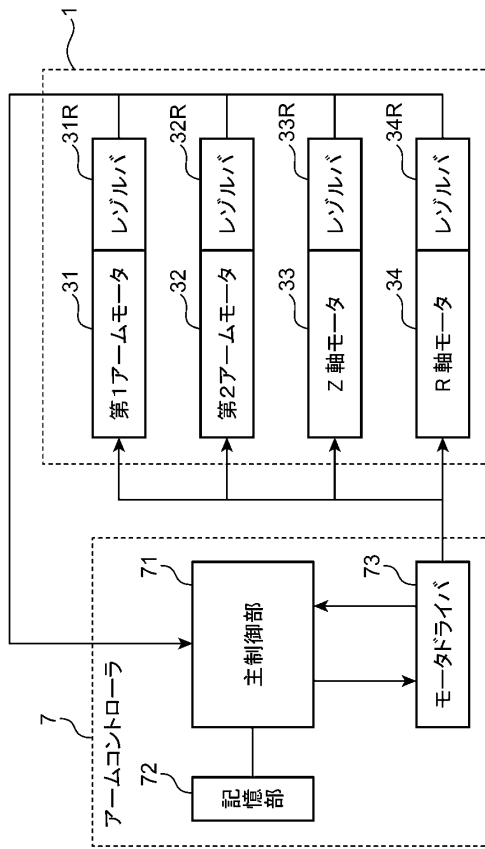
40

50

【図5】



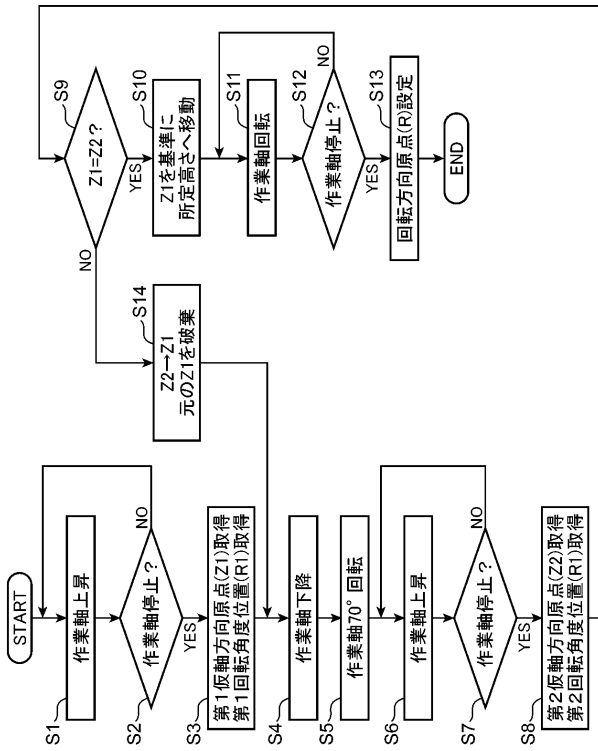
【図6】



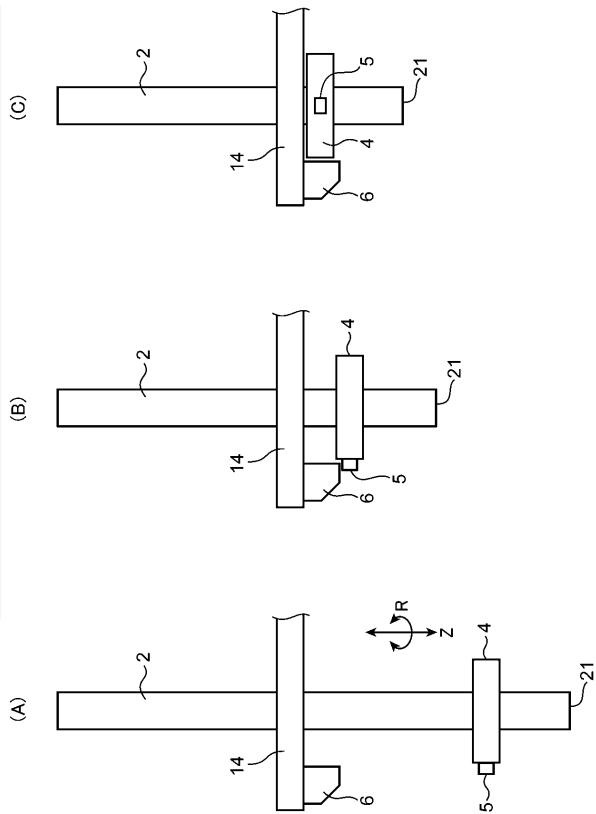
10

20

【図7】



【図8】

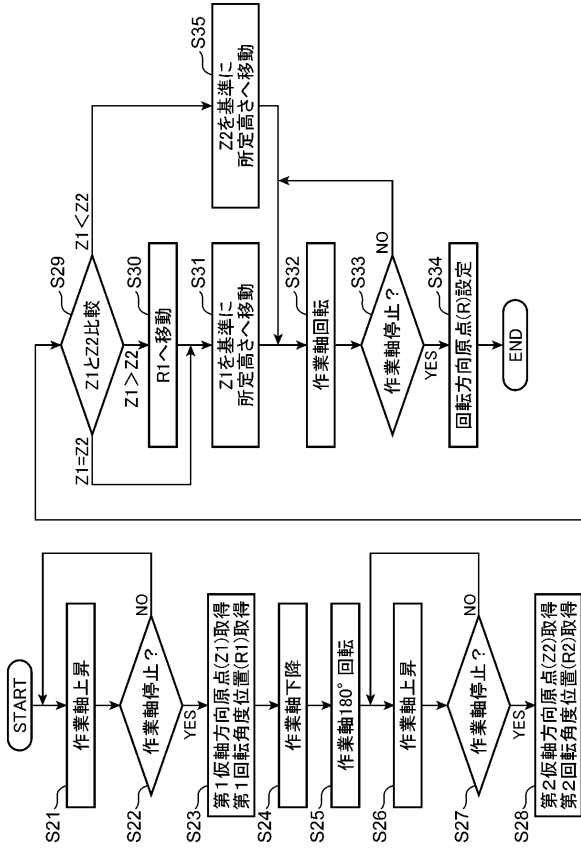


30

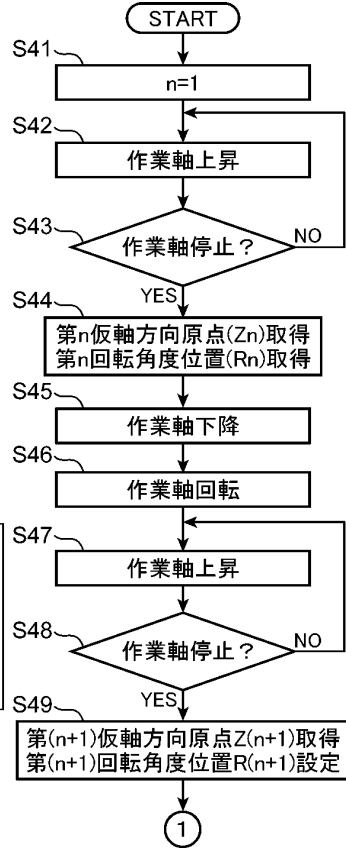
40

50

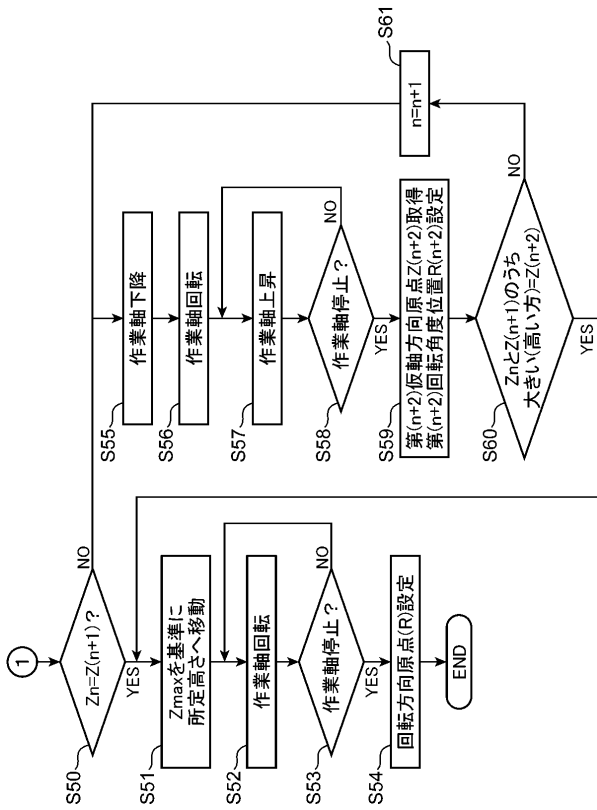
【図 9】



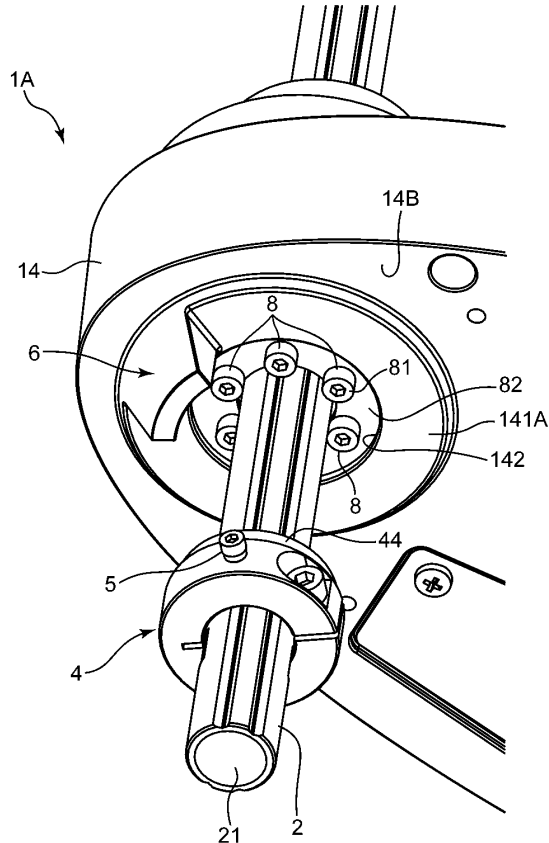
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

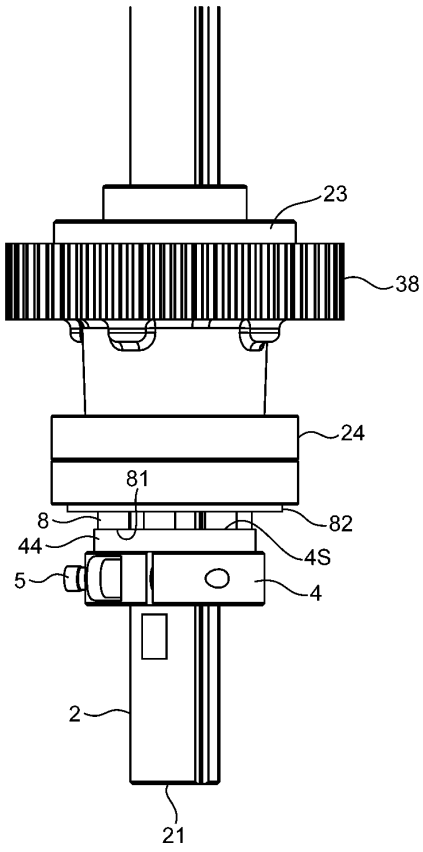
20

30

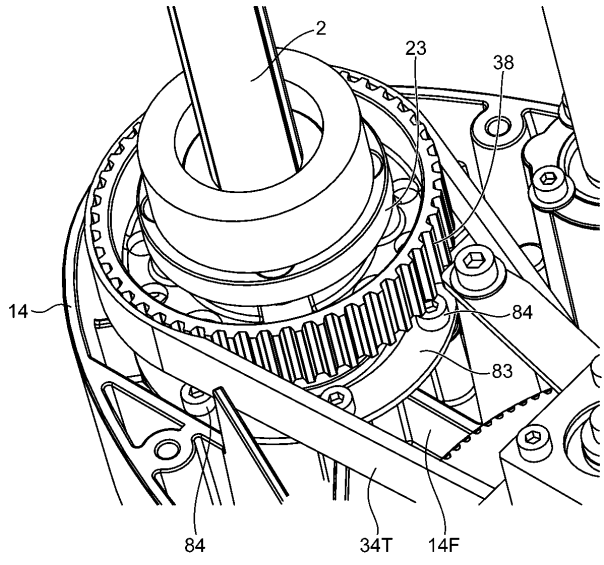
40

50

【 図 1 3 】



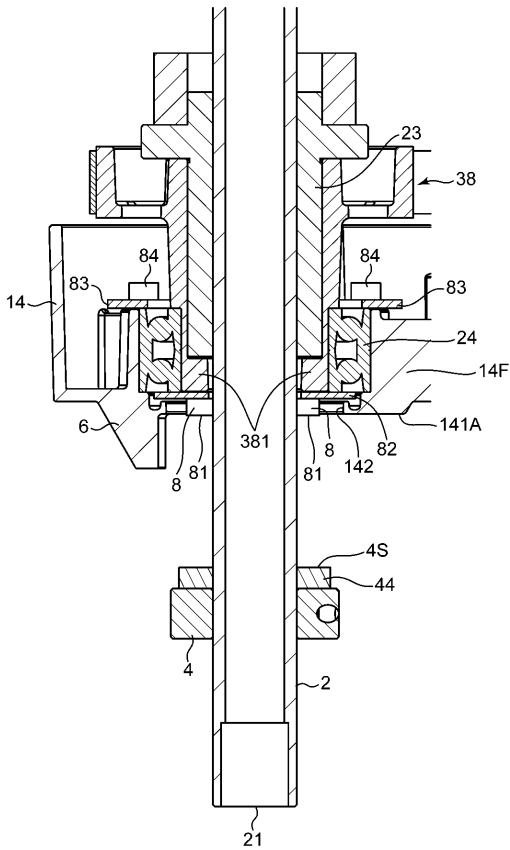
【 図 1 4 】



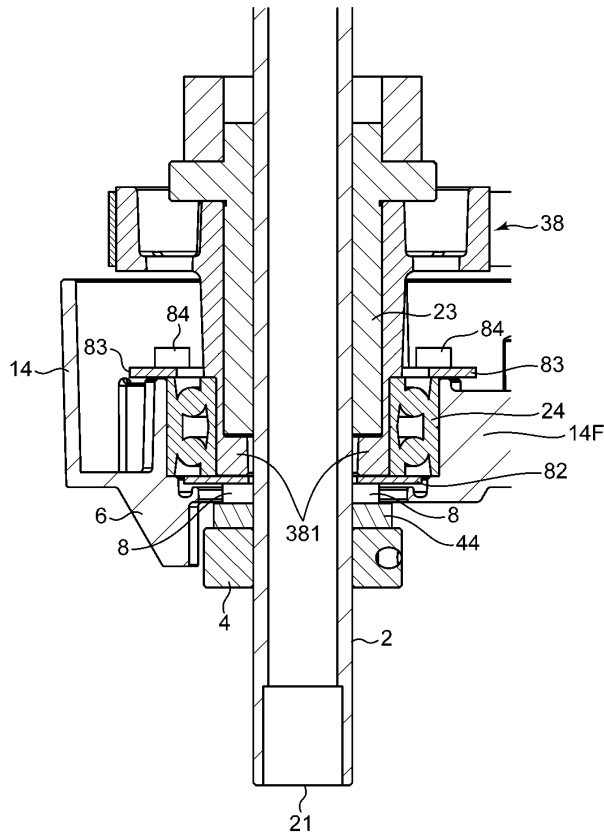
10

20

【 図 1 5 】



【 図 1 6 】

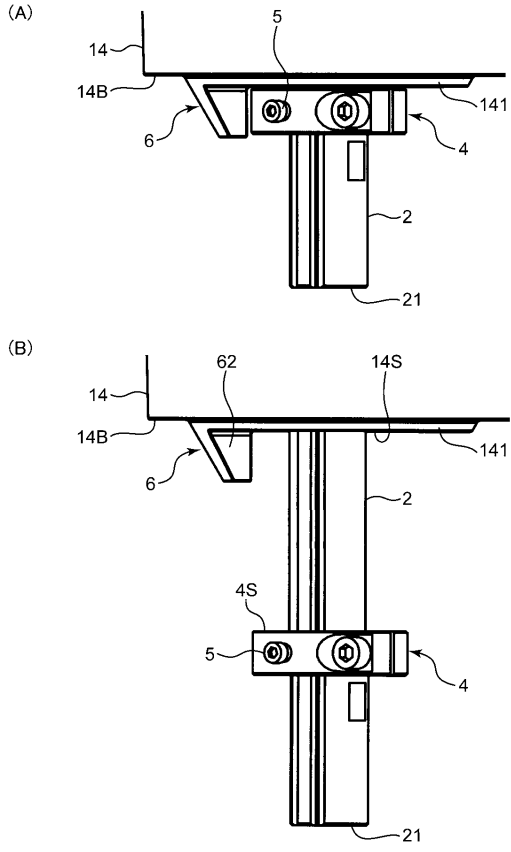


30

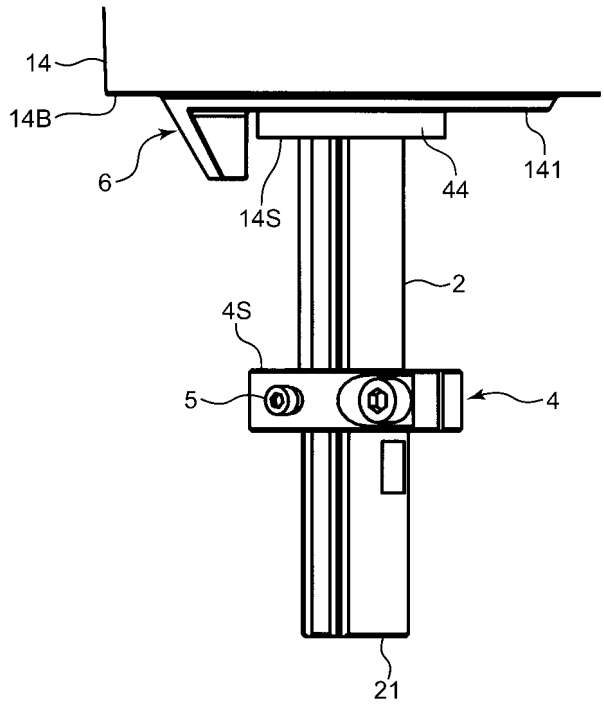
40

50

【 17 】



【 18 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2012-040637(JP,A)
特開2015-077649(JP,A)
実開平04-013285(JP,U)
特開平10-044083(JP,A)
特開2000-126962(JP,A)
特開平03-003792(JP,A)
特開平10-235526(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B25J 1/00 - 21/02
G05B 19/18