

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4901057号
(P4901057)

(45) 発行日 平成24年3月21日 (2012. 3. 21)

(24) 登録日 平成24年1月13日 (2012. 1. 13)

(51) Int. Cl.	F 1
B 2 5 J 9/04 (2006. 01)	B 2 5 J 9/04 C
B 2 5 J 11/00 (2006. 01)	B 2 5 J 11/00 D
F 1 6 H 21/54 (2006. 01)	F 1 6 H 21/54

請求項の数 23 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2002-526552 (P2002-526552)	(73) 特許権者	399008726
(86) (22) 出願日	平成13年8月20日 (2001. 8. 20)		エービービー エービー
(65) 公表番号	特表2004-508950 (P2004-508950A)		スウェーデン国 エス-7 2 1 8 3 ヴ
(43) 公表日	平成16年3月25日 (2004. 3. 25)		ェステロス, コパーベルイスヴェーイエ
(86) 国際出願番号	PCT/SE2001/001770		ン 2
(87) 国際公開番号	W02002/022320	(74) 代理人	100109726
(87) 国際公開日	平成14年3月21日 (2002. 3. 21)		弁理士 園田 吉隆
審査請求日	平成20年7月10日 (2008. 7. 10)	(74) 代理人	100101199
(31) 優先権主張番号	0003224-3		弁理士 小林 義教
(32) 優先日	平成12年9月11日 (2000. 9. 11)	(72) 発明者	ブロゴルド, トルニィ
(33) 優先権主張国	スウェーデン (SE)		スウェーデン国 エス-7 2 4 7 9 ヴ
			ェステロス, プロトヴェルクスガタン
			1 4 0
		審査官	松浦 陽
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マニピュレータ及び製造方法並びに移動方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ボディを空間で移動するためのマニピュレータであって：被操作要素（2）と、姿勢／傾きを保持したまま協力して空間で被操作要素（2）を移動させるように配設された3本以上のアームを備え、ここで第1のアーム（A）は3自由度を与える第1のジョイント装置（22、23）を介して被操作要素（2）に連結されている2本の平行な第1のリンク（14、15）を備え、そして第2のアーム（B）は3自由度を与える第2のジョイント装置（26、27）を介して被操作要素（2）に連結されている2本の平行な第2のリンク（16、17）を備え、第1及び第2のジョイント装置（22、23、26、27）は被操作要素（2）の共通する対称中心線（44）上に配設されていることを特徴とするマニピュレータ。

10

【請求項 2】

第3のアーム（C）は、3自由度を与える第3のジョイント装置（30、45）を介して被操作要素（2）に連結されている第3のリンク（18）を備えることを特徴とする請求項1に記載のマニピュレータ。

【請求項 3】

第3のアーム（C）は、2自由度を与える第3のジョイント装置（42）を介して被操作要素（2）に連結されている第3のリンク（18）を備えることを特徴とする請求項1に記載のマニピュレータ。

【請求項 4】

20

第3のアーム(C)は、3自由度を与えるジョイント装置(30a、30b)を介して要素(2)に連結されている平行な2本の第4のリンク(18a、18b)を備えることを特徴とする請求項1に記載のマニピュレータ。

【請求項5】

アーム(A、B、C)はそれぞれ、1自由度を与える軸回転機構(3、4、5)を介して固定要素(1)に連結されているアーム部分(6a、7a、8a)を備えることを特徴とする請求項1ないし4のいずれか1項に記載のマニピュレータ。

【請求項6】

固定要素(1)はフレーム状の要素(1a)を備えることを特徴とする請求項5に記載のマニピュレータ。

【請求項7】

第3のアーム(C)は、1自由度を与える軸回転機構(5)を介して第2のアーム(B)に連結されているアーム部分(8a)を備えることを特徴とする請求項2に記載のマニピュレータ。

【請求項8】

第1及び第2のジョイント装置(22、23、26、27)は、それぞれ、被操作要素の対称中心線(44)に一致または交差する回転軸を有することを特徴とする請求項1ないし7のいずれか1項に記載のマニピュレータ。

【請求項9】

第3のジョイント装置(30、30a、42、45)は被操作要素の対称中心線(44)上に配設されていることを特徴とする請求項2または3に記載のマニピュレータ。

【請求項10】

第1及び第2のジョイント装置(22、23、26、27)は、それぞれ、3つの単軸軸受を有する3軸ジョイント装置(22、23、26、27)を備えることを特徴とする請求項1ないし9のいずれか1項に記載のマニピュレータ。

【請求項11】

第4のアーム(D)は、第4のジョイント装置(50)を介して被操作要素(2)に連結されている2本の平行なリンク(49a、49b)を備えることを特徴とする請求項1ないし10のいずれか1項に記載のマニピュレータ。

【請求項12】

被操作要素(2)は棒状の要素を備えることを特徴とする請求項1ないし11のいずれか1項に記載のマニピュレータ。

【請求項13】

3軸ジョイント装置(22、23、26、27)にはバネにより予め張力が働いていることを特徴とする請求項10に記載のマニピュレータ。

【請求項14】

3本以上のアーム(A、B、C)のうち1つ以上のアームは直動ユニットを備えることを特徴とする請求項1ないし13のいずれか1項に記載のマニピュレータ。

【請求項15】

被操作要素(2)と、姿勢／傾きを保持したまま協力して空間で被操作要素(2)を移動させるように配設された3本以上のアームを備え、ここで第1のアーム(A)は3自由度を与える第1のジョイント装置(22、23)を介して被操作要素(2)に連結されている2本の平行な第1のリンク(14、15)を備え、そして第2のアーム(B)は3自由度を与える第2のジョイント装置(26、27)を介して被操作要素(2)に連結されている2本の平行な第2のリンク(16、17)を備えるマニピュレータ、を製造する方法であって、第1と第2のジョイント装置(22、23、26、27)は被操作要素(2)の共通する対称中心線(44)上に配設することを特徴とする製造方法。

【請求項16】

第3のアーム(C)は、第3のジョイント装置(30、45、42)を介して被操作要素(2)に連結している第3のリンク(18)を備えることを特徴とする請求項15に記載

10

20

30

40

50

の方法。

【請求項 17】

3 本以上のアーム（A、B、C）は各々、1 自由度を与える軸回転機構（3、4、5）を介して固定要素（1）に連結されているアーム部分（6a、7a、8a）を備えるようにすることを特徴とする請求項 15 に記載の方法。

【請求項 18】

2 本のアーム（A、B）が各々、1 自由度を与える軸回転機構（3、4）を介して固定要素（1）に連結されているアーム部分（6a、7a）を備えるようにすることを特徴とする請求項 15 に記載の方法。

【請求項 19】

第 3 のアーム（C）が、1 自由度を与える軸回転機構（5）を介して第 1 のアーム（A）に連結されているアーム部分（8a）を備えるようにすることを特徴とする請求項 16 に記載の方法。

【請求項 20】

第 3 のアーム（C）が、1 自由度を与える軸回転機構（5）を介して第 2 のアーム（B）に連結されているアーム部分（8a）を備えるようにすることを特徴とする請求項 16 に記載の方法。

【請求項 21】

被操作要素（2）は対称中心線（44）の軸の周りで軸回転し、軸回転は外部電源によって行われるようにすることを特徴とする請求項 15 ないし 20 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 22】

被操作要素（2）と、姿勢／傾きを保持したまま協力して空間で被操作要素（2）を移動させるように配設された 3 本以上のアームを備え、ここで第 1 のアーム（A）は 3 自由度を与える第 1 のジョイント装置（22、23）を介して被操作要素（2）に連結されている 2 本の平行な第 1 のリンク（14、15）を備え、そして第 2 のアーム（B）は 3 自由度を与える第 2 のジョイント装置（26、27）を介して被操作要素（2）に連結されている 2 本の平行な第 2 のリンク（16、17）を備えるマニピュレータに用いて、ボディを空間で移動させるための方法であって、マニピュレータが軸回転する間、第 1 と第 2 のジョイント装置（22、23、26、27）は被操作要素の共通の対象中心線上に配設される、ことを特徴とする移動方法。

【請求項 23】

第 3 のアーム（C）は、2 自由度を与える第 3 のジョイント装置（42）を介して被操作要素（2）に連結されている第 3 のリンク（18）を備え、マニピュレータが軸回転する間、第 3 のジョイント装置（42）は被操作要素の共通の対象中心線上に配設される、ことを特徴とする請求項 22 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、マニピュレータおよび制御機器を備える工業用ロボットに関し、該マニピュレータはリンク系を備える複数のアームを有し、該アームは協力して可動要素を支持する。本発明は、物体の移動、計測、処理、加工などのために用いることができるツールを、直接的にまたは間接的に支持するためのものである。

【0002】

【従来の技術および発明が解決しようとする課題】

パラレルロボットはマニピュレータと制御機器を備え、該マニピュレータは 3 本のアームを備え、各アームは第 1 要素と第 2 要素の間に、軸回転できるように連結されている。現在のパラレルロボットは、第 1 要素は空間で固定されている。第 2 要素はツールまたはその類似物を支えている被操作プラットフォームからなる。該パラレルロボットにおいて、第 2 要素はその姿勢／傾きを維持したまま、第 1 要素に対して相対移動をする。通常ツ

10

20

30

40

50

ルを用いるのは、ロボットが2つの位置／場所の間の物体を拾って移動させるときである。拾う際に、ロボットに通常必要なのは、迅速な動きができるということである。通常他に必要なのは、可動要素／ツールが移動している間、空間でその姿勢を保持することである。

【0003】

現在、物体の傾きを変えずに移動および回転させるために広く用いられているロボットの多くは、いわゆるSCARAタイプのロボットである。これらのロボットは、x、y、z方向の運動およびz軸の周りの物体の回転という4自由度を有して製造されている。xy面に垂直な軸を有し、xy面内で作動する並列に連結された2本のアームは、xy面内にある物体を操作する場合に用いられる。z方向で運動させるために、線形移動装置を用いる。この装置は、ロボットの直列連鎖において、直列に連結されたアームの後または前に配設することができる。第1の場合、直列連結されたアームがz方向の運動についての駆動手段を移動させなくてはならず、第2の場合、z方向の運動についての駆動パッケージが直列連結されたアームを移動させなくてはならない。物体をz軸の周りに回転させるための駆動パッケージは、常にロボットの連鎖内において最も遠い位置に配設されている。いわゆるSCARAロボットはトルクを処理できなくてはならない。

10

【0004】

いわゆるSCARAロボット装置の直列連結しているアームによって、直列連結している連鎖リンクを有する他のロボット全部と同様に、ロボットの可動部分の質量が大きくなってしまう。加えて、該直列連結装置ではロボットの構造が弱くなる。精度までもが悪影響を受け、迅速に移動させるためには大きなモータモーメントが必要となる。

20

【0005】

国際公開第9958301号は、第1および第2要素が相対移動する場合のマニピュレータを示している。該マニピュレータは、これら2つの要素の間を連結する3つのリンク装置A、BおよびCを備える。該リンク装置A、BおよびCは3つの動力駆動装置3、4および5により駆動されている。該リンク装置は構成要素として上腕および下腕を備える。下腕は上腕に連結しており、6、7および8はジョイント装置を介してそれぞれ第2要素に連結している。ジョイント装置の回転軸は第2要素の対称中心線(44)に交差または一致する。

【0006】

このアーム構造は、三次元のフレーム構造として設計された被操作プラットフォームを介して、および被操作プラットフォームからの押圧力および引張力を伝えるための2つのリンクからなる移動可能な該プラットフォームに最も近い3本のアーム全部の構成要素により可能になった。

30

【0007】

国際公開第9733726号は、運動学的な構造が、上記で定義した直列から並列に変わっている工業用ロボットを示している。3つの駆動機構の中心が、回転の中心と一致するように固定されており、各駆動機構は二次元プラットフォームの形態の可動要素に5自由度のアームを介して接続している。可動プラットフォームに最も近いアームの構成要素は、3つ、2つまたは各々1つのリンクを備え、これらのリンクは押圧力および引張力を伝える必要があるだけなので、寸法が小さく軽い材料で設計されていても、非常に硬いものでなくてはならない。加えて、ジョイントはリンクからの通常の力を受けるのみであり、よって、軸受は軽く、硬くそして精密にすることができる。全駆動機構は固定要素上に取り付けられており、そして2つまたは3つの駆動機構は中心線を共有し、全体としてのロボット構造はSCARAロボットと同じ方法で回転できる。

40

【0008】

米国特許第4976582号は、第1固定要素および第2被操作要素が相対移動する場合のマニピュレータを示しており、第2要素は移動中、空中でその姿勢を維持している。マニピュレータは3本のアームを備え、各々のアームは軸回転できるように両方の要素に連結している。各アームは軸回転できるように第1要素の単軸ジョイントに連結している。

50

各アームはまた、軸回転できるように、3以上の自由度を有するジョイントを介して要素に接続されている2本の平行なリンクを備えるリンクシステムを介して、第2要素に連結している。したがって合計6リンクは全て、軸回転できるように第2要素に連結している。空間において第2要素が常にその姿勢を維持するようにアームが配設されており、そしてリンクがトルクを伝えることができる、ロボットを設定することを目的とする。

【0009】

上述のロボットを、例えば材料の計測または加工などのように高精度を要求される特定の応用例において用いるとき、プラットフォームを非常に正確に操作しなくてはならない。加えて、ジョイントを非常に正確にプラットフォームに取り付けなくてはならず、そして同時にジョイントの方向角を大きくしなくてはならない。

10

二次元のプラットフォームを有するマニピュレータ、および三次元のマニピュレータプラットフォームを有するマニピュレータの両方の場合、各々が2または3自由度を有する6つのジョイントが被操作プラットフォームに取り付けられなければならないので、プラットフォームを非常に精密に製造する必要が生じる。

【0010】

材料加工、および大きな力がプラットフォームに働く他の応用例においても、精度を落とすことなく、プラットフォームを硬くし、ジョイントをマニピュレータプラットフォームに堅固に取り付けなければならない。大きな外部からのトルクがプラットフォームにかかっている間、ジョイントの力の増加によりジョイント表面または玉軸受に損失が生じないように、さらにプラットフォームを大きくしなくてはならない。したがって、構造内の捻れおよび振動を除去するロボットが必要となる。さらに、ロボットは所望のサイクル時間に適応するために可動部分の質量は小さくなくてはならない。

20

これらの要因をまとめると、作動中の精度が高く、非常に硬く、同時に、安価且つ容易に製造できるマニピュレータが必要となる。

【0011】

したがって上記で詳細を述べたタイプの工業用ロボットを製造および使用する場合、空間で比較的小さな範囲に延びており、可動部分の質量は小さくても十分な剛性と高い精度を有するプラットフォームが必要となる。それらの構成は最小で、ジョイントの取り付けは単純且つ安価でなくてはならず、さらに十分に剛性でなくてはならない。

上記の文献の被操作プラットフォームはこれらの要求を満たすことはできない。

30

【0012】

【問題を解決する手段】

本発明の工業用ロボットは、制御装置を伴うマニピュレータを備える。該マニピュレータは複数のアームを有するパラレルロボットとして構成され、該各アームは軸回転できるように第1および第2要素に連結されている。本発明のパラレルロボットの第1要素は空間で固定されており、第2要素は被操作プラットフォームからなる。移動の間、第2要素が空間で姿勢／傾きを保持できるように、要素間にアームが配設されている。リンク系からなるアームは1つ以上のリンクおよびジョイントを備え、それらは純粋な押圧力および引張力を伝達する。アームは第1および第2アーム部分から構成され、それらは軸回転するように連結されており、そして1本のリンク、2本以上の平行なリンクアーム、または平行でない複数のリンク棒によるシステムを備える。これらはアクチュエータアームと被操作プラットフォームの間で運動できる。「リンク」という単語は、リンクの各端にあるジョイント連結部を含む。

40

【0013】

本発明の目的は、上記に詳細を述べたようなマニピュレータに、構成が最小で、ジョイントの取り付けが単純に設計されている被操作プラットフォームを配設することである。他の目的は、多くの応用分野において高精度で動作することができる、力の強い、高速のロボットを提供することである。本発明の他の目的は、比較的安いマニピュレータを設計することであり、それによって安価で軽量のロボットが実現されるだろう。

【0014】

50

本発明による解決法は、空間におけるボディの相対移動のための請求項1で特定したマニピュレータを特徴とする。マニピュレータは1つの要素と、姿勢／傾きを保持したまま協力して空間で該要素を移動させるように配設された3本以上のアームを備える。加えてマニピュレータは、3自由度のジョイント装置で該要素に連結されている平行な2本のリンクを含む第1のアームを備える。さらにマニピュレータは、3自由度のジョイント装置で該要素に連結されている平行な2本のリンクを含む第2のアームを備える。該ジョイント装置は該要素の共通する対称中心線上に配設されている。

【0015】

本発明によるリンク機構およびジョイント装置を伴うマニピュレータは従属請求項に述べたように配設される。対称中心線の周りの軸回転以外の被操作要素の全自由度を固定できるようにアームを配設する。「自由度を固定する」という言葉は次のように定義する。ボディは6自由度、つまり回転のための3自由度および並進のための3自由度、を有し、1自由度を固定すると、ボディはその自由度では動くことができない。本発明によるマニピュレータが備えるアームはリンク機構からなる第1アーム部分および第2アーム部分の形態である。「リンク機構」という言葉は、ジョイントで連結されたリンクを合わせてなる構造として定義する。リンクの連結は直列でも並列でもよい。

10

【0016】

本発明による解決法はまた、方法に関する第1の独立請求項によりマニピュレータを製造することを含む。本発明による解決法はさらに、使用に関する独立請求項によるマニピュレータの高精度応用例における使用と同様に、方法に関する第2の独立請求項によるマニピュレータの駆動および自由度の固定も含む。

20

【0017】

本発明の1つの有利な実施形態によると、含まれるジョイントはそれぞれ3自由度を有し、そして5本のリンクだけが第2要素にジョイントで連結しており、該ジョイントは各回転軸が共通の対称中心線に一致または交差するように第2要素上に配設されている。このようにすると、対称中心線からなる軸の周りの回転以外の全自由度は固定される。これは例えば計測プローブのようなツールが、対称中心線の周りでの回転が不定である時、常に傾きが一定の予め決められた位置をとることを意味する。

また本発明の概念によると、ツールは対称線の周りに対称に取り付けられ、したがって常に一定の精度で仕事を遂行する。本発明の概念によるとまた、1つのジョイントに2自由度しか与えないことにより、ツールの対称中心線の周りの軸回転を固定する。

30

【0018】

本発明の概念の一部であるが、各ジョイントは、ユニバーサル／カルダンジョイント、等速回転継手またはボールジョイントからなる。後者の場合は、各リンクの長さ方向の軸の周りに回転できるという形態で自由度が増える。リンク棒が平行に配置されている場合、この付加的な自由度は、ロボットが組み立てられた状態で、固定要素に対する被操作要素の運動の自由度の増加を意味するものではない。

本発明の1つの有利な実施形態において、ロボットを組み立てた状態において2以上の自由度で相対運動ができるようにジョイント装置が設計されている。第1アーム部分と被操作要素の間で運動が生じる。対応する第1アーム部分と操作要素に対して角度をなしている2本の実軸または虚軸の周りを、第2アームが全方向に回転できることにより該自由度は与えられる。個々のジョイントはユニバーサル／カルダンジョイント、等速回転継手、またはボールジョイントからなる。後者は、第2アーム部分において長さ方向の軸の周りに軸回転可能という形態での自由度を与えるものである。前にも述べたように、この自由度の増加は、ロボットが組み立てられた状態で、固定要素に対する被操作要素の運動の自由度を増加させる。

40

【0019】

本発明の概念によると、第2アーム部分に含まれる対になっているリンクは同じ長さで平行である。これは被操作要素の傾き／姿勢がその位置に依存しないことを意味する。

本発明の概念において、第2要素がネジ棒を含み、穴が貫通しているジョイントボールと

50

、間隔を保つための管状要素が、そのネジ棒上に通され固定されている。ボールを取り付けるときの正確さは管部分により決まり、ボールの穴に棒が適合するかどうかではない。適合は穴の精度および間隔を保つための管にのみ依存するのでこれにより高精度となる。両方とも高精度のものを、例えば玉軸受ボールおよび研削端面を伴う間隔を保つための管を用いて、安価で製造することができる。

【0020】

本発明の有利な実施形態において、第2アーム部分を伴うアームCは、該アーム部分に含まれるリンクが全方向に大きな偏角で軸回転できるように配設されている。ジョイント機能の回転軸は被操作要素の対称中心線と交差または一致する。構成要素であるボールジョイントの中心は被操作要素の対称中心線上にある。ジョイントに接続しているリンクの動作範囲を正確にするために、ジョイントボールの取り付けは、 $x-y$ 面内でロボットの固定要素に向かう方向になされている。このようにすると、ジョイントの回転軸は両方とも対称中心線に垂直になる。したがって、ジョイント機能が回転軸の周りに回転するための広い空間を獲得できるので、ロボットの動作範囲が広がる。本発明による概念は、上記で指定した両方の回転軸が対称中心線に交わることも含む。

10

【0021】

本発明による1つの有利な実施形態では、ジョイント装置は、ジョイントソケットとジョイントボールを一緒に保持するために引張バネを用いているバネ引張型ボールジョイントを備える。被操作要素は、対になった向かい合うジョイントソケットを有する2対のリンク棒を連結できるように設計されている。ジョイントソケットが各々上側および下側からジョイントボールを自由に動けるように囲むことができるように、対応するジョイントボールを、ジョイントボールの各々下側および上側につながつている棒を介して被操作要素上に配設する。ジョイントソケットは引張スプリングにより、各ジョイントボールに押しつけられる。

20

被操作要素上に配設されたジョイントの順序を変えることは本発明の概念に含まれる。ジョイントが特定の順序になっている1つの実施形態では、被操作要素に沿う力がより平均的にかかるので、ジョイントの順番が異なる他の実施形態に比べて被操作要素の剛性を軽減することができる、よって質量を軽くできる。

【0022】

本発明の1つの実施形態では、アームCは、軸回転できるように、各端がユニバーサル／カルダン継手に連結されている第2のアーム部分を有する。必要な変速装置を伴う駆動メカニズムが、第2アーム部分上のユニバーサル／カルダン継手を回転させるように配設されている。ユニバーサル／カルダン継手を軸回転させることにより被操作要素の軸回転を制御し、そしてツールの回転角度を操作する。前述の実施形態によると、被操作要素上の全ジョイントの回転軸は対称中心線に一致または交差する。

30

有利な実施形態の1つでは、ジョイントは、連結してリンク機構を形成する3軸ジョイントを備える。そのようなジョイントの1つは z 方向に回転軸を有する単軸軸受を備える。さらに、共通の回転軸が第1の軸受の回転軸に垂直な2つの単軸軸受が第1軸受の任意の側に配設されている。本発明の1つの実施形態では、3つの単軸軸受が配設されており、軸受に対称的に負荷がかかるように、対になったリンクが導入されている。

40

【0023】

本発明の他の有利な実施形態によると、ロボットはリンク機構からなる第1アーム部分および第2アーム部分を備える第4アームDと、対称中心線の周りの被操作要素の回転角度を制御するための第4駆動メカニズムが配設されている。

本発明の概念には、アームが直動で機能するアーム部分を備えるということが含まれる。

【0024】

上述の実施形態では、被操作要素は3または4の自由度を有する固定要素に対して操作される。また本発明の概念には、被操作要素を2自由度しか有さない固定要素に対して操作するために、被操作要素上の説明したジョイント装置を使用することが含まれる。1つの有利な実施形態では、ロボットはアームCを有し、アームAまたはアームBに連結してア

50

ーム「A C」またはアーム「B C」となり、それは上述の実施形態ではリンク機構 C により操作される被操作要素の自由度を固定する。

本発明の概念によると、駆動メカニズムにおける固定部分に対する運動部分の実際の駆動が、ギアボックスのような変速装置および固定要素内部に配置した中空の軸により行われる。本発明による概念はまた、モータと回転メカニズムの間の異なる変速装置配置を介して軸回転メカニズム間に他の連結が獲得されることを含む。

【0025】

本発明による概念によると、また、2つの駆動メカニズムは一致する回転軸があってもなくてもよい。回転軸が一致する2つの駆動メカニズムはロボットの軸回転の運動学が単純になるので好ましい。

また本発明の概念によると、支持体を伴う外部電源によってツールは回転する。

本発明の概念によると、アームはフレーム上に位置しておらず、それぞれ、空間の固定された場所に互いに距離をおいて位置している。また本発明の概念によると、アームは回転軸上で異なる傾きを有するが、共通の回転構成要素を有する。

【0026】

この記述は本発明を限定するためのもではなく、本発明の十分な理解を導くためのものである。したがって、マニピュレータは床、壁または天井に取り付けることができると考えるべきである。水平面、上、下などの言葉は、どのようにマニピュレータが取り付けられているかによって異なる位置に関するものとなり、上は下にもなることなどがある。他の動作部分を含むマニピュレータへの適応、加えて、当業者にとって明白な部分および詳細部分の置き換えは、当然のことながら本発明の概念から離れることなく行うことができる。

【0027】

添付の図面を参照して実施形態を記述することにより、本発明をより詳細に説明する。

【0028】

【発明の実施の形態】

第1要素1および第2被操作要素2を相対移動させるためのマニピュレータ（図1）を備える工業用ロボットである。該マニピュレータは3本のアームA、BおよびCを備え、それらは並列に配設され、第1要素と第2要素をつないでいる。この実施形態では、第1要素はフレームにしっかりと取り付けられている。第2要素はプラットフォーム2と見なすことができ、この実施形態では棒状の要素からなる。アームA、BおよびCのそれぞれは、部分的な第1アーム部分各々6a、7a、8aと部分的な第2アーム部分各々6b、7b、8bを有する。第2アーム部分6bは2本の平行なリンク14および15からなり、第2アーム部分7bは2本の平行なリンク16および17からなり、第2アーム部分8bは1本のリンク18からなる。

【0029】

平行なリンク14と15、16と17は各々同じ長さで、第2要素2の傾きがその位置に依存しないように平行になっている。

アームAに含まれるリンク14、15は、軸回転できるように、各々ジョイント20、21で第1アーム部分6aに連結されており、各々ジョイント22、23でプラットフォーム2に連結されている。

アームBに含まれるリンク16、17は、軸回転できるように、各々ジョイント24、25で第1アーム部分7aに連結されており、各々ジョイント26、27でプラットフォーム2に連結されている。

アームCのリンク18は、軸回転できるように、ジョイント28を介して第1アーム部分8aに連結されており、ジョイント30でプラットフォーム2に連結されている。

【0030】

ここで、被操作プラットフォーム2は対称中心線44を有する棒状要素2からなる。ジョイント22、23、26、27および30は棒状要素上に配設されている。3自由度のジョイント22、23、26、27および30は、各々回転軸を伴って配設されており、そ

の回転軸は共通の対象中心線 4 4 に一致または交差する。これは例えば計測プローブ 3 6 のようなツールが、対称中心線 4 4 の周りでの回転が不定である場合に、常に傾きが一定の予め決められた位置をとることを意味する。計測プローブ 3 6 は対称中心線 4 4 の周りに対称的に固定されている。図 3 は、ジョイント 3 0 の自由度が 2 しかない場合、ツール 3 6 の対称中心線 4 4 の周りの回転さえも固定できることを示す。

【0031】

駆動機構 3、4 および 5 は、各アーム A、B および C を運動させ、このようにして第 1 要素 1 に対してプラットフォーム 2 を x、y および z 方向において相対移動させる。

各駆動機構 3、4、5 は、各固定部分 3 a、4 a、5 a と、これに対して可動できる各 3 b、4 b、5 b を伴って配設されている。駆動機構は軸回転機構として設計されており、すなわちその可動部分 3 b、4 b、5 b は軸回転または回転できる。駆動機構 3、4 は、第 1 要素 1 にしっかりと取り付けられている固定部分 3 a、4 a を有する。図 1 で、駆動機構 5 の固定部分 5 a は、駆動機構 4 の軸回転可能部分 4 b にしっかりと取り付けられている。したがって、ロボット構造全体を、固定要素 1 の円筒形の部分 1 a の周りに回転させることができる。

【0032】

組み立てられた状態のマニピュレータは、第 1 アーム部分それぞれ 6 a、7 a、8 a と第 2 要素 2 の間で最大 2 自由度の相対運動が可能である。アーム A について、第 1 アーム部分 6 a および第 2 要素 2 の両方に関して角度をつけて設定されている 2 本の実軸または虚軸の周りに全方向に回転できるための自由度は、リンク 1 4 および 1 5 により獲得できる。ジョイント 2 0、2 1、2 2 および 2 3 はボールジョイントからなり、該ボールジョイントは、個々のリンク 1 4 および 1 5 において長さ方向の軸の周りに軸回転可能という形態での自由度を与える。リンク 1 4、1 5 が平行に配設されているために、ロボットが組み立てられた状態では、この付加的な自由度によって第 2 要素 2 の第 1 要素 1 に対する自由度が追加されることにはならない。

【0033】

アーム B について、ボールジョイントに関して同じ条件が適用される。アーム B には、リンク 1 6 および 1 7 が、第 1 アーム部分 7 a および第 2 要素 2 の両方に関して角度をつけて設定されている 2 本の実軸または虚軸の周りに全方向に回転可能であることにより 2 自由度が与えられている。ジョイント 2 4、2 5、2 6 および 2 7 はボールジョイントからなり、該ボールジョイントは、個々のリンク 1 6 および 1 7 において長さ方向の軸の周りに軸回転可能という形態での自由度を与える。リンク 1 6、1 7 が平行に配設されているために、ロボットが組み立てられた状態では、この付加的な自由度によって第 2 要素 2 の第 1 要素 1 に対する自由度が追加されることにはならない。

【0034】

アーム C について、ボールジョイント 2 8 および／または 3 0 は、第 1 アーム部分 8 a における第 2 要素 2 に対するさらなる自由度を与える、すなわちプラットフォーム 2 の対称中心線 4 4 の周りに軸回転可能とする。アーム C において、リンク 1 8 は、ボールジョイント 2 8 により第 1 アーム部分 8 a に連結しており、ボールジョイント 3 0 により第 2 要素 2 に連結している。これらのジョイント装置は、組み立てられた状態のロボットで、第 1 アーム部分 8 a と第 2 要素 2 の間で 3 自由度の相対運動が可能となるように設計されている。リンク 1 8 がその長さ方向の軸の周りに軸回転可能であるという形態の自由度と同様に、これらの自由度は、第 1 アーム部分 8 a および第 2 要素 2 の両方に関して角度をつけて設定されている 2 本の実軸および虚軸の周りに全方向に回転可能であることにより与えられる。

【0035】

駆動メカニズム 4 の可動部分 4 b はアーム B の第 1 アーム部分 7 a に連結されているので、駆動メカニズム 4 は x y 面内の回転運動を第 1 アーム部分 7 a に伝えることができる。同様の方法で、駆動メカニズム 3 の可動部分 3 b はアーム A の第 1 アーム部分 6 a に連結されているので、駆動メカニズム 3 は x y 面内の回転運動を第 1 アーム部分 6 a に伝える

ことができる。図1に示したように、駆動メカニズム3および4は回転軸が一致している。

【0036】

駆動メカニズム5の主な仕事は第2要素2に上向きおよび下向きの運動を与えることであり、したがって駆動メカニズム5の回転軸は駆動メカニズム3および4の回転軸に垂直である。ロボットが第1要素1の周りに回転できる場合、駆動メカニズム5の回転軸が任意の第1アーム部分6aまたは7aの回転を伴うように、または、変速装置を介して第1部分6aおよび7aの両方に該回転軸を連結することによって常に第1アーム部分8aが第1アーム部分6aと7aの間に位置するように、駆動メカニズム5の固定部分5aは駆動メカニズム5に取り付けられる。図1では、駆動メカニズム5の固定部分5aは駆動メカニズム4の可動部分4bにしっかりと取り付けられている。

10

【0037】

図1のロボットの設計で重要な点は、ジョイント22、23、26、27および30のジョイント装置を獲得することで、対称中心線44の周りの軸回転以外の第2要素の全自由度がリンク14、15、16、17および18により固定されるようにすることである。図では、ジョイントは上から30、22、26、23そして27の順に配置されている。

【0038】

図2aは、第2要素2のジョイントが図1のマニピュレータのジョイントとは異なる順序、すなわち30、26、22、23および27の順で配置されている場合の実施形態を示している。全ジョイントはボールジョイントからなり、ナット2fを伴うネジ棒2gが各ジョイントボール30a、26a、22a、23aおよび27aを貫通しており、ジョイントボールおよびジョイントボールの間にある間隔を保つ管2a、2b、2c、2dおよび2eをまとめている。ネジ棒2gは、一端が、ジョイントボール30aに取り付けられており、他のジョイントボールに形成されている穴44aは自由に通過する。ツール36はロッド2gの下端の延長プラットフォームに取り付けられており、延長プラットフォームはさらにツールを回転させるための外付けの駆動源も支持している。

20

【0039】

多くの方法でジョイント機能を獲得することができ、図2bはジョイントソケット55および当て盤56を有する一例を示す。図2bは、ジョイントボール26aを上から見た図であり、この視点から見るとジョイントボールの中心にはネジ棒2gのための穴44aがある。ジョイント機能は、当て盤56が1点以上で接しているジョイントボール26aに、ジョイントソケット55が3点以上で接し、しっかりと該ボールを押圧していることにより得られる。該ジョイントソケットおよび該当て盤は、ホルダー57によりリンク16に取り付けられており、該ホルダーは当て盤とジョイントソケットの間に所定の力が働くように弾性を有する。図2bのジョイントは、ジョイント22a、23aおよび27aにも用いることができる。

30

【0040】

リンク16は、回転軸58および2gの周りに回転するための広い空間を獲得する図2bのジョイント機能により、全方向に広い範囲で回転できる。リンク18の動作範囲を正確にするために、ジョイントボール30aの取り付けがxy面内でロボットの固定要素1に向かう方向になされており、よって、ジョイントの両方の回転軸は対称中心線44に垂直になる。ロボットが最も良く機能するために、これらの回転軸は両方とも対称中心線と交差している。

40

【0041】

図3はバネに予め張力が働いているボールジョイントを伴うジョイント装置を示し、ここでは、ボールソケットとジョイントボールと一緒に保持するために引張バネ40、41が用いられており、各アームA、Bと要素2との間の連結が構成されている。第2要素2はリンク棒の対14、15および16、17それぞれを、向かい合うジョイントソケットの対22b、23bおよび26b、27bそれぞれに連結できるように設計されている。ジョイントボール22aおよび23aは棒の上端、下端のそれぞれに配設され、その棒を介

50

して第2要素2に配設されているので、各ジョイントソケット22b、23bは各ジョイントボール22a、23aを、それぞれ上端、下端から概ね囲むことができる。そして引張スプリング41でジョイントソケットを各ジョイントボールに押しつける。リンク棒16および17について同様の配置をし、引張スプリング40で、各ジョイントソケット26b、27bを各ジョイントボール26a、27aに押しつける。

【0042】

複雑な設計の第2要素2が中心対称軸／回転軸44の周りで正確な姿勢を獲得するために、図1aのボールジョイント30はユニバーサル／カルダン継手42に取り替えられているので要素2は回転することができない。ユニバーサル／カルダン継手42はクロス42eからなり、クロス42eは、一对の軸受部42a、42bと、それらに対して直角に取り付けられている一对の軸受部42c、42dをまとめるものである。リンク18は上側のヨークを介して一对の軸受部42c、42dに連結しており、そして第2要素2は下側のヨークを介して一对の軸受部42a、42bに連結している。

10

【0043】

図4は別のジョイント装置を示している。図3との違いは、対になっているリンク14、15および16、17のジョイントが回転軸44に沿った配列が異なっている、すなわち図1の配列のようにになっている点のみである。そのような状況では、ジョイントはツールに向かう方向で22、26、23および27の順になっている。

【0044】

図5aはまた別のジョイント配列を示しており、複数のリンク棒が同じジョイントボールを共有している。図1のジョイント22、26および30は、図5aでは比較的大きな第1の共通ボールジョイント45を、ジョイント23および27は、比較的大きな第2の共通ボールジョイント46を共有している。これはリンク14、16および18のジョイント軸が、第2要素2の対称中心線44上の共有点で互いに交わっていることを意味する。同様に、リンク15および17のジョイント軸が、対称中心線44上の共有点で互いに交わっている。ジョイントボール45、46およびツール36は、間隔を保つケーシング2a、2bおよびネジ棒を用いて、図2aで以前に示した方法と同様の方法で配設されている。

20

各ジョイント45、46によるジョイント機能を図5bに示す。磁石35はリンク16の端表面をジョイントボール45に対してしっかりと保持する。同様に、リンク14および18はジョイントボール45上に、リンク15および17はジョイントボール46上に配設されている。

30

【0045】

図6は単軸軸受がどのように連結して、第2のアーム部分7bを形成できるかを示している。ジョイント装置24および25は第1アーム部分7aをリンク16および17に連結しており、ジョイント装置24は単軸軸受24c、24d、24eからなり、ジョイント装置25は単軸軸受25c、25d、25eからなる。軸受24cおよび25cは、z方向の回転軸を有し、z方向に伸びる第1のアーム部分7aの一部に取り付けられている。軸受24cおよび25cの横側には、それぞれ軸受24d、24e、および25d、25eが配設されており、その回転軸は各軸受24cおよび25cの回転軸に垂直な対になっている共通の回転軸である。リンク16および17をジョイント26および27で第2要素2に連結するためにも、同じ軸受構造が使用される。軸受には左右対称に負荷がかかるように、対になっているリンク16a、16bおよび17a、17bが用いられた。図3および図4と同様の方法で、リンク18を要素2に連結するために、ユニバーサル／カルダン継手を用いている。

40

第2アーム部分についての軸受構造を図6に示したようにすると、ロボットは図7のように構成することができる。該図は両方のアーム部分8aおよび6aがどのように図6のジョイント装置で配設されているか示している。

【0046】

第2要素2の対称中心線44の周りの回転角を操作するために、追加アームDが、軸回転

50

できるように駆動メカニズム 46 の形態の単軸ジョイントを介して第 1 要素に連結されている。アーム D は第 1 アーム部分 47、平行なリンク 49、およびアーム 51 からなる。リンク 49 は、軸回転できるようにジョイント 48 を介して第 1 アーム部分 47 に、そしてジョイント 50 を介してアーム 51 に連結されている。ジョイント 48 および 50 は、リンク 49 がアーム 47 に対して全方向に軸回転でき、そして同様にアーム 51 に対して全方向に軸回転できるように設計されている、つまりジョイント 48 および 50 の自由度は 2 以上である。図 7 では、図 6 のジョイント 24、25、26、27、20、21、22 および 23 に用いたものと同じタイプのジョイント装置をジョイント 48 および 50 に対して用いている。このタイプのジョイント装置は、アーム 47 および 51 が同じ平面内で回転する限り、アーム D に対して機能する。

10

【0047】

リンク 18 には、ジョイント 28 を介して第 1 アーム部分 8a が、ジョイント 30 を介して第 2 要素 2 の部分 52 が連結しており、これらのジョイントはユニバーサル／カルダン継手である。アーム D において第 2 要素 2 が対称中心線 44 の周りに軸回転できるように、1 つ以上のユニバーサル／カルダン継手が軸受 53 と補完的な関係にあり、よって第 2 要素 2 が第 1 アーム部分 8a に対して軸回転できるようになっている。

図 1 ないし 7 では、第 2 要素 2 は 3 または 4 自由度で第 1 要素 1 に対して操作される。しかし、図 8 に示すように、この操作 2 を、たった 2 自由度で第 1 要素に対して行うことも可能である。

【0048】

20

ここで、アーム C はアーム B と一体で作られる。アーム A は変わらない。B は補足されている。アーム C からのリンク 18 は、第 2 アーム部分 7b のリンクシステム内の平行なリンク 16 と 17 の間に配設されている。リンク 18 は、ジョイント 28 および 30 を介して第 1 アーム部分 7a と第 2 要素 2 の間に斜めに配設されており、図 1 のアーム C を介して操作される第 2 要素 2 の自由度を固定している。ジョイント 28 と 30 の間のリンク 18 の長さは、組み込まれた調整装置 28a で調整される。この方法では、第 2 要素 2 の傾きはアーム A および B とは別に操作することができる。

【0049】

図 9 で、軸回転メカニズム 5 およびそれにしたがってアーム C の付着装置を移動し、第 1 アーム部分 7a に連結している。第 2 アーム部分 8a は 1 本のリンク 18 からなり、軸回転できるように 3 軸ジョイント 30 を介して第 2 要素 2 に連結している。図 10 は、1 本のリンク 18 が平行なリンク 18c および 18d に取り替えられている図 9 のマニピュレータを示す。図 9 および図 10 のマニピュレータは第 2 要素の操作をたった 3 自由度で行う。

30

【図面の簡単な説明】

【図 1】 第 1 要素および第 2 要素に連結されている 3 本の平行なアームを備える本発明によるマニピュレータを示す。

【図 2】 図 2a は本発明による被操作プラットフォームの第 2 の代替実施形態を示す。図 2b は図 2a のボールジョイントを示す。

【図 3】 本発明による被操作プラットフォームおよび関連するジョイント装置の第 2 の代替実施形態を示す。

40

【図 4】 本発明による被操作プラットフォームおよび関連するジョイント装置の第 3 の代替実施形態を示す。

【図 5】 図 5a は本発明による被操作プラットフォームおよび関連するジョイント装置の第 4 の代替実施形態を示す。図 5b は図 5a のボールジョイントを示す。

【図 6】 本発明による被操作プラットフォームに含まれるジョイントの代替実施形態を示す。

【図 7】 図 6 のジョイント装置が配置された、本発明によるマニピュレータの第 1 の実施形態を示す。

【図 8】 本発明によるマニピュレータの第 2 の代替実施形態を示す。

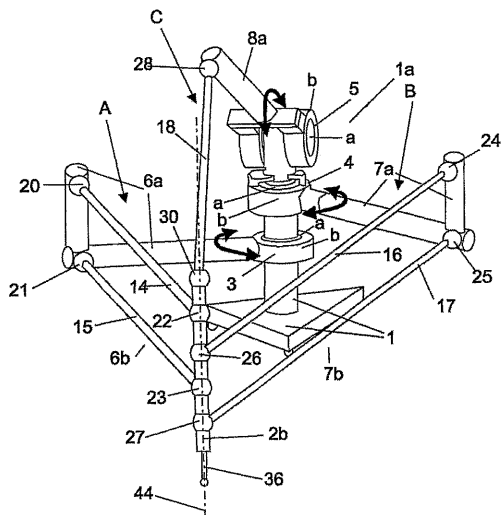
50

【図 9】 図 1 の 2 本のアームが一緒に連結されている実施形態を示す。

【図 10】 図 1 の 2 本のアームが一緒に連結されている第 2 の代替実施形態を示す。

【図 1】

Fig. 1



【図 2】

Fig. 2a

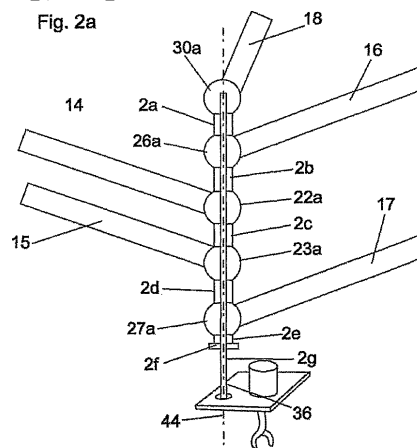
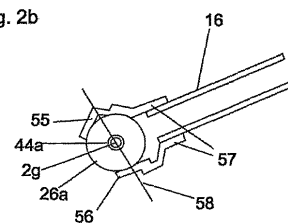
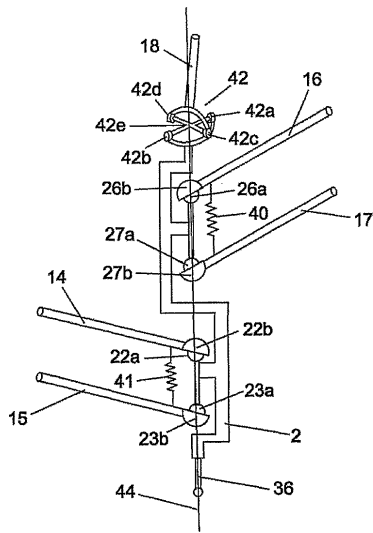


Fig. 2b



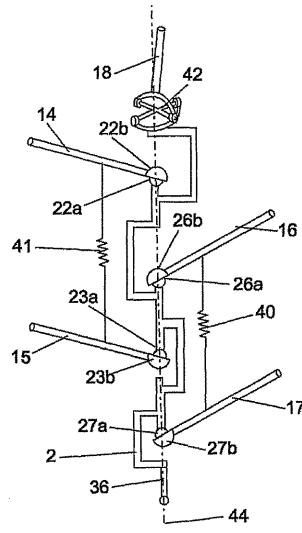
【図 3】

Fig. 3



【図 4】

Fig.4



【図 5】

WO 02/22320

PCT/SE01/01370

5/10

Fig. 5a

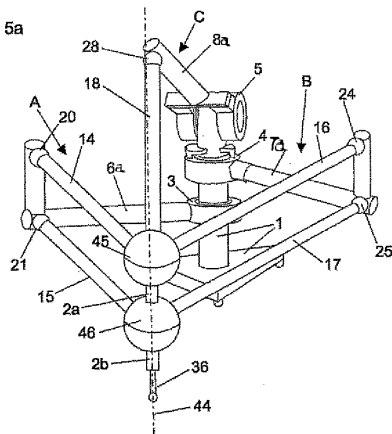
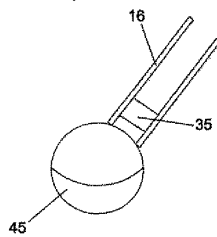


Fig. 5b



SUBSTITUTE SHEET (RULE 26)

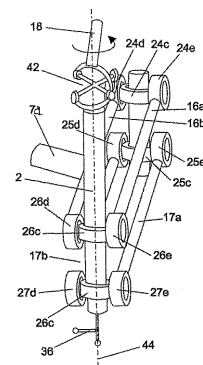
【図 6】

WO 02/22320

PCT/SE01/01370

6/10

Fig.6



SUBSTITUTE SHEET (RULE 26)

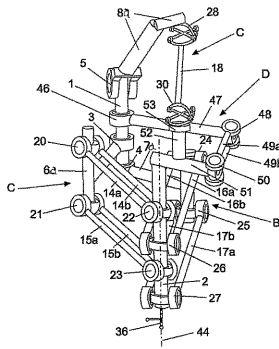
【図 7】

WO 02/23239

PCT/NB01/0179

7/10

Fig. 7



フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第99/058301 (WO, A1)
国際公開第98/030366 (WO, A1)
米国特許第05156062 (US, A)
米国特許第05847528 (US, A)
国際公開第97/033726 (WO, A1)
特許第4125960 (JP, B2)
特開2000-246680 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B25J 1/00 - 21/02
F16H 21/54