

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-87301

(P2017-87301A)

(43) 公開日 平成29年5月25日(2017.5.25)

(51) Int.Cl.

B25J 9/06 (2006.01)

F1

B25J 9/06

B

テーマコード(参考)

3C707

審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2015-215650 (P2015-215650)
 (22) 出願日 平成27年11月2日(2015.11.2)

(71) 出願人 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区新宿四丁目1番6号
 (74) 代理人 100091292
 弁理士 増田 達哉
 (74) 代理人 100091627
 弁理士 朝比 一夫
 (72) 発明者 元▲吉▼ 正樹
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 (72) 発明者 今井 涼介
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 Fターム(参考) 3C707 BS12 BT08 CY39 KS23 KS24
 KX05 MT05

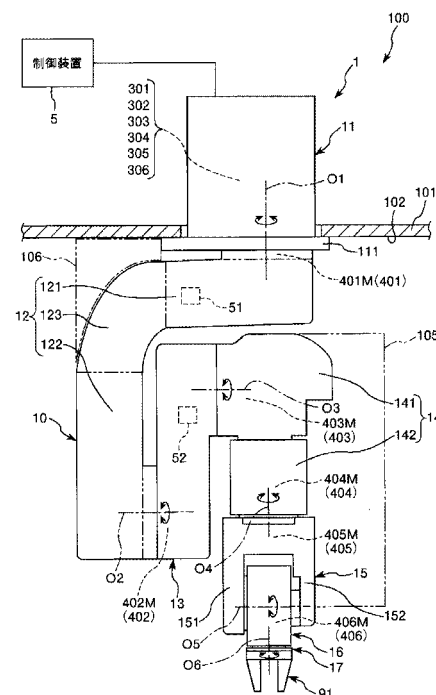
(54) 【発明の名称】 ロボット、制御装置およびロボットシステム

(57) 【要約】

【課題】ロボットが干渉しないようにするための空間を小さくすることができるロボット、制御装置およびロボットシステムを提供すること。

【解決手段】ロボット1は、第1回転軸O1周りに回転可能な第1アーム12と、第1アーム12に、第1回転軸O1の軸方向とは異なる軸方向である第2回転軸O2周りに回転可能に設けられた第2アーム13と、慣性センサー51、52と、を備え、第2回転軸O2の軸方向から見て、第1アーム12と第2アーム13とが重なることが可能である。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 n (n は 1 以上の整数) 回動軸周りに回動可能な第 n アームと、
前記第 n アームに、前記第 n 回動軸の軸方向とは異なる軸方向である第 $(n + 1)$ 回動軸周りに回動可能に設けられた第 $(n + 1)$ アームと、
第 1 慣性センサーと、を備え、
前記第 $(n + 1)$ 回動軸の軸方向から見て、前記第 n アームと前記第 $(n + 1)$ アームとが重なることが可能であることを特徴とするロボット。

【請求項 2】

前記第 n アームの長さは、前記第 $(n + 1)$ アームの長さよりも長い請求項 1 に記載のロボット。

【請求項 3】

基台を備え、
前記第 n アーム (n は 1 である) は、前記基台に前記第 n 回動軸周りに回動可能に設けられている請求項 1 または 2 に記載のロボット。

【請求項 4】

前記第 1 慣性センサーは、前記第 n アームに設けられている請求項 3 に記載のロボット。

【請求項 5】

前記第 $(n + 1)$ アームに設けられた第 2 慣性センサーを備える請求項 4 に記載のロボット。

【請求項 6】

前記第 $(n + 1)$ アームに、前記第 $(n + 1)$ 回動軸の軸方向と平行な軸方向である第 $(n + 2)$ 回動軸周りに回動可能に設けられた第 $(n + 2)$ アームと、
前記第 $(n + 2)$ アームに設けられた第 2 慣性センサーと、を備える請求項 4 に記載のロボット。

【請求項 7】

前記第 1 慣性センサーは、前記第 n 回動軸の軸方向と平行な軸方向である検出軸を有する請求項 6 に記載のロボット。

【請求項 8】

前記第 1 慣性センサーは、角速度センサーである請求項 7 に記載のロボット。

【請求項 9】

前記第 1 慣性センサーは、前記第 n 回動軸の軸方向と異なる軸方向である検出軸を有する請求項 6 に記載のロボット。

【請求項 10】

前記第 1 慣性センサーは、加速度センサーである請求項 9 に記載のロボット。

【請求項 11】

前記第 2 慣性センサーは、前記第 $(n + 1)$ 回動軸の軸方向と平行な軸方向である検出軸を有する請求項 6 ないし 10 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 12】

前記第 2 慣性センサーは、前記第 $(n + 1)$ 回動軸の軸方向と異なる軸方向である検出軸を有する請求項 6 ないし 10 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 13】

前記第 1 慣性センサーは、互いに異なる軸方向である複数の検出軸を有する請求項 1 ないし 12 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 14】

前記第 1 慣性センサーは、3 軸角速度センサーである請求項 13 に記載のロボット。

【請求項 15】

前記第 1 慣性センサーの出力に基づいて、振動を低減する請求項 1 ないし 14 のいずれか 1 項に記載のロボット。

10

20

30

40

50

【請求項 16】

請求項 1 ないし 15 のいずれか 1 項に記載のロボットの動作を制御することを特徴とする制御装置。

【請求項 17】

請求項 1 ないし 15 のいずれか 1 項に記載のロボットと、
前記ロボットの動作を制御する制御装置と、を備えることを特徴とするロボットシステム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、ロボット、制御装置およびロボットシステムに関するものである。

【背景技術】**【0002】**

従来、ロボットアームを備えたロボットが知られている。ロボットアームは複数のアーム（アーム部材）が関節部を介して連結され、最も先端側（最も下流側）のアームには、エンドエフェクターとして、例えば、ハンドが装着される。関節部はモーターにより駆動され、その関節部の駆動により、アームが回転する。そして、ロボットは、例えば、ハンドで対象物を把持し、その対象物を所定の場所へ移動させ、組立等の所定の作業を行う。

【0003】

このようなロボットとして、特許文献 1 には、垂直多関節ロボットが開示されている。特許文献 1 に記載のロボットは、基台に対してハンドを、最も基端側（最も上流側）の回転軸（鉛直方向に延びる回転軸）である第 1 回転軸周りに 180°異なる位置に移動させる際、基台に対して最も基端側（基台側）のアームである第 1 アームを、前記第 1 回転軸周りに回転させることにより行う構成になっている。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献 1】特開 2014 - 46401 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

特許文献 1 に記載のロボットでは、ハンドを基台に対して第 1 回転軸周りに 180°異なる位置に移動させる場合に、ロボットが干渉しないようにするための大きな空間を必要とする。

【課題を解決するための手段】**【0006】**

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の本発明により実現することが可能である。

【0007】

本発明のロボットは、第 n （ n は 1 以上の整数）回転軸周りに回転可能な第 n アームと、
前記第 n アームに、前記第 n 回転軸の軸方向とは異なる軸方向である第（ $n + 1$ ）回転軸周りに回転可能に設けられた第（ $n + 1$ ）アームと、
第 1 慣性センサーと、を備え、
前記第（ $n + 1$ ）回転軸の軸方向から見て、前記第 n アームと前記第（ $n + 1$ ）アームとが重なることが可能であることを特徴とする。

【0008】

このようなロボットによれば、第（ $n + 1$ ）回転軸の軸方向から見て、第 n アームと前記第（ $n + 1$ ）アームとが重なることが可能であるため、ロボットが干渉しないようにするための空間を小さくすることができる。また、第 1 慣性センサーの出力に基づいて、ロ

10

20

30

40

50

ボットの振動を低減することができる。

【0009】

本発明のロボットでは、前記第 n アームの長さは、前記第 $(n + 1)$ アームの長さよりも長いことが好ましい。

【0010】

これにより、第 n アームと第 $(n + 1)$ アームとの干渉を回避しつつ、第 $(n + 1)$ 回転軸の軸方向から見て、第 n アームと第 $(n + 1)$ アームとが重なることが可能なロボットを実現することができる。

【0011】

本発明のロボットでは、基台を備え、

前記第 n アーム (n は 1 である) は、前記基台に前記第 n 回転軸周りに回転可能に設けられていることが好ましい。

【0012】

これにより、基台に対して第 n アームおよび第 $(n + 1)$ アームを回転させることができる。

【0013】

本発明のロボットでは、前記第 1 慣性センサーは、前記第 n アームに設けられていることが好ましい。

【0014】

これにより、第 1 慣性センサーの出力を用いて第 n アームの振動を高精度に検出することができる。そのため、第 1 慣性センサーの出力に基づいて、第 n アームの振動を比較的簡単な制御で低減することができる。ここで、一般に、第 n アームおよび第 $(n + 1)$ アームを含むロボットアームの先端側の振動は、より基端側にあるアームの回転軸周りの振動の影響を受けやすい。そのため、ロボットアームの先端の振動を低減するには、より基端側にあるアームの振動を優先的に低減することが効果的である。

【0015】

本発明のロボットでは、前記第 $(n + 1)$ アームに設けられた第 2 慣性センサーを備えることが好ましい。

【0016】

これにより、第 2 慣性センサーの出力に基づいて、第 $(n + 1)$ アームの振動を比較的簡単な制御で低減することができる。

【0017】

本発明のロボットでは、前記第 $(n + 1)$ アームに、前記第 $(n + 1)$ 回転軸の軸方向と平行な軸方向である第 $(n + 2)$ 回転軸周りに回転可能に設けられた第 $(n + 2)$ アームと、

前記第 $(n + 2)$ アームに設けられた第 2 慣性センサーと、を備えることが好ましい。

【0018】

これにより、第 2 慣性センサーの出力に基づいて、第 $(n + 1)$ アームおよび第 $(n + 2)$ アームの振動を低減することができる。

【0019】

本発明のロボットでは、前記第 1 慣性センサーは、前記第 n 回転軸の軸方向と平行な軸方向である検出軸を有することが好ましい。

【0020】

これにより、第 1 慣性センサーとして例えば角速度センサーを用いた場合に、第 1 慣性センサーの出力を用いて第 n アームの第 n 回転軸周りの振動を高精度に検出することができる。そのため、ロボットの振動を効率的に低減することができる。

【0021】

本発明のロボットでは、前記第 1 慣性センサーは、角速度センサーであることが好ましい。

【0022】

10

20

30

40

50

これにより、第 1 慣性センサーの出力を用いて第 n アームの第 n 回動軸周りの振動を高精度に検出することができる。

【0023】

本発明のロボットでは、前記第 1 慣性センサーは、前記第 n 回動軸の軸方向と異なる軸方向である検出軸を有することが好ましい。

【0024】

これにより、第 1 慣性センサーとして例えば加速度センサーを用いた場合に、第 1 慣性センサーの出力を用いて第 n アームの第 n 回動軸周りの振動を高精度に検出することができる。そのため、ロボットの振動を効率的に低減することができる。

【0025】

本発明のロボットでは、前記第 1 慣性センサーは、加速度センサーであることが好ましい。

【0026】

これにより、第 1 慣性センサーの出力を用いて第 n アームの第 n 回動軸周りの振動を高精度に検出することができる。

【0027】

本発明のロボットでは、前記第 2 慣性センサーは、前記第 $(n + 1)$ 回動軸の軸方向と平行な軸方向である検出軸を有することが好ましい。

【0028】

これにより、第 2 慣性センサーとして例えば角速度センサーを用いた場合に、第 2 慣性センサーの出力を用いて第 $(n + 1)$ アームの第 $(n + 1)$ 回動軸周りの振動を高精度に検出することができる。そのため、ロボットの振動を効率的に低減することができる。

【0029】

本発明のロボットでは、前記第 2 慣性センサーは、前記第 $(n + 1)$ 回動軸の軸方向と異なる軸方向である検出軸を有することが好ましい。

【0030】

これにより、第 2 慣性センサーとして例えば加速度センサーを用いた場合に、第 2 慣性センサーの出力を用いて第 $(n + 1)$ アームの第 $(n + 1)$ 回動軸周りの振動を高精度に検出することができる。そのため、ロボットの振動を効率的に低減することができる。

【0031】

本発明のロボットでは、前記第 1 慣性センサーは、互いに異なる軸方向である複数の検出軸を有することが好ましい。

【0032】

これにより、第 1 慣性センサーの出力を用いてロボットの互いに異なる方向の振動を検出することができる。そのため、第 1 慣性センサーの出力に基づいて、ロボットの複数方向での振動を低減することができる。

【0033】

本発明のロボットでは、前記第 1 慣性センサーは、3 軸角速度センサーであることが好ましい。

【0034】

これにより、第 1 慣性センサーが第 n アームよりも先端側のアームに設けられていても、第 1 慣性センサーの出力を用いて第 n アームの所望方向の振動を検出し、第 1 慣性センサーの出力に基づいて、第 n アームの所望方向の振動を低減することができる。また、第 1 慣性センサーの設置姿勢がいかなるものであっても、設置箇所における所望方向の振動を検出することができる。そのため、第 1 慣性センサーの設置の自由度が増す。

【0035】

本発明のロボットでは、前記第 1 慣性センサーの出力に基づいて、振動を低減することが好ましい。

これにより、振動を低減したロボットを提供することができる。

【0036】

10

20

30

40

50

本発明の制御装置は、本発明のロボットの動作を制御することを特徴とする。

このような制御装置によれば、ロボットが干渉しないようにするための空間を小さくすることができるロボットの動作を制御することができる。また、かかるロボットの振動を低減することができる。

【0037】

本発明のロボットシステムは、本発明のロボットと、

前記ロボットの動作を制御する制御装置と、を備えることを特徴とする。

このようなロボットシステムによれば、ロボットが干渉しないようにするための空間を小さくすることができる。また、かかるロボットの振動を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0038】

【図1】本発明の第1実施形態に係るロボットシステムを示す概略構成図である。

【図2】図1に示すロボットの模式図である。

【図3】図1に示すロボットの第1アーム、第2アームおよび第3アームが重なっていない状態の概略側面図である。

【図4】図1に示すロボットの第1アーム、第2アームおよび第3アームが重なっている状態の概略側面図である。

【図5】図1に示すロボットの動作を説明するための図である。

【図6】図5に示すロボットの動作におけるハンドの移動経路を示す図である。

【図7】図1に示すロボットが備える慣性センサー（角速度センサー）を説明するための図である。

20

【図8】本発明の第2実施形態に係るロボットシステムのロボットが備える慣性センサー（角速度センサー）を説明するための図である。

【図9】本発明の第3実施形態に係るロボットシステムのロボットが備える慣性センサー（角速度センサー）を説明するための図である。

【図10】本発明の第4実施形態に係るロボットシステムのロボットが備える慣性センサー（加速度センサー）を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0039】

以下、本発明のロボット、制御装置およびロボットシステムを添付図面に示す好適な実施形態に基づいて詳細に説明する。

30

【0040】

[第1実施形態]

ロボットシステム

図1は、本発明の第1実施形態に係るロボットシステムを示す概略構成図である。図2は、図1に示すロボットの模式図である。

【0041】

なお、以下では、説明の都合上、図1中の上側を「上」または「上方」、下側を「下」または「下方」と言う。また、図1中の基台側を「基端」または「上流」、その反対側（ハンド側）を「先端」または「下流」と言う。また、図1中の上下方向を「鉛直方向」とし、左右方向を「水平方向」とする。なお、本明細書において、2つの軸が互いに「平行」とは、当該2つの軸のうちの一方の軸が他方の軸に対して5°以下の範囲内で傾斜している場合も含む。

40

【0042】

図1に示すロボットシステム100は、ロボット1と、ロボット1の作動を制御する制御装置5と、を備えている。このロボットシステム100は、例えば、腕時計のような精密機器等を製造する製造工程等で用いることができる。

【0043】

<ロボット>

図1に示すロボット1は、精密機器やこれを構成する部品（対象物）の給材、除材、搬

50

送および組立等の作業を行うことができる。

【0044】

このロボット1は、基台11と、ロボットアーム10と、を有している。ロボットアーム10は、第1アーム12（第nアーム）、第2アーム13（第（n+1）アーム）、第3アーム14（第（n+2）アーム）、第4アーム15、第5アーム16および第6アーム17（6つのアーム）と、を備えている。すなわち、ロボット1は、基台11と、第1アーム12と、第2アーム13と、第3アーム14と、第4アーム15と、第5アーム16と、第6アーム17とが基端側から先端側に向ってこの順に連結された垂直多関節（6軸）ロボットである。第6アーム17の先端には、例えば、精密機器、部品等を把持するハンド91等のエンドエフェクターを着脱可能に取り付けることができるようになっている。また、ロボット1は、第1駆動源401、第2駆動源402、第3駆動源403、第4駆動源404、第5駆動源405および第6駆動源406（6つの駆動源）と、を備えている。さらに、ロボット1は、慣性センサー51（第1慣性センサー）および慣性センサー52（第2慣性センサー）を備えている。

10

【0045】

なお、以下では、第1アーム12、第2アーム13、第3アーム14、第4アーム15、第5アーム16および第6アーム17をそれぞれ「アーム」とも言う。また、第1駆動源401、第2駆動源402、第3駆動源403、第4駆動源404、第5駆動源405および第6駆動源406をそれぞれ「駆動源（駆動部）」とも言う。

【0046】

20

（基台）

図1に示すように、基台11は、ロボット1が天吊り型の垂直多関節ロボットの場合、ロボット1の最も上方に位置し、ロボット1の設置スペースの天井101の下面である取り付け面102に固定される部分（取り付けられる部材）である。

【0047】

なお、本実施形態では、基台11の下部に設けられた板状のフランジ111が、取り付け面102に固定されているが、取り付け面102に固定される部分は、これに限定されず、例えば、基台11の上面であってもよい。また、この固定方法としては、特に限定されず、例えば、複数本のボルトによる固定方法等を採用することができる。

【0048】

30

また、基台11の固定箇所としては、設置スペースの天井に限定されず、この他、例えば、設置スペースの壁、床、地上等であってもよい。

【0049】

（ロボットアーム）

図1に示すロボットアーム10は、基台11に対して回転可能に支持されており、アーム112～117は、それぞれ、基台11に対し独立して変位可能に支持されている。

【0050】

第1アーム12は、屈曲した形状をなしている。第1アーム12は、基台11に設けられ、水平方向（第1方向）に延びる第1部分121と、第2アーム13に設けられ、垂直方向（第1方向とは異なる第2方向）に延びる第2部分122と、第1部分121と第2部分122との間に位置し、水平方向および垂直方向に対して傾斜した方向（第1方向および第2方向とは異なる方向）に延びる第3部分123と、を有している。より具体的には、第1アーム12は、基台11に接続され、基台11から鉛直方向下方に延出してから水平方向に延出した第1部分121と、第1部分121の基台11との接続部とは反対側の端部から第1部分121と遠ざかる方向へ傾斜しながら鉛直方向下方に延出した第3部分123と、第3部分123の先端から鉛直方向下方に延出した第2部分122と、を有している。なお、これら第1部分121、第2部分122および第3部分123は、一体で形成されている。また、第1部分121と第2部分122とは、図1の紙面手前から見て（後述する第1回転軸O1および第2回転軸O2の双方と直交する正面視で）、ほぼ直交（交差）している。

40

50

【 0 0 5 1 】

第 2 アーム 1 3 は、長手形状をなし、第 1 アーム 1 2 の先端部（第 2 部分 1 2 2 の第 3 部分 1 2 3 とは反対の端部）に接続されている。

【 0 0 5 2 】

第 3 アーム 1 4 は、長手形状をなし、第 2 アーム 1 3 の第 1 アーム 1 2 が接続されている端部とは反対の端部に接続されている。第 3 アーム 1 4 は、第 2 アーム 1 3 に接続され、第 2 アーム 1 3 から水平方向に延出した第 1 部分 1 4 1 と、第 1 部分 1 4 1 から鉛直方向に延出した第 2 部分 1 4 2 と、を有している。なお、これら第 1 部分 1 4 1 および第 2 部分 1 4 2 は、一体で形成されている。また、第 1 部分 1 4 1 と第 2 部分 1 4 2 とは、図 1 の紙面手前から見て（後述する第 3 回動軸 O 3 および第 4 回動軸 O 4 の双方と直交する正面視で）、ほぼ直交（交差）している。

10

【 0 0 5 3 】

第 4 アーム 1 5 は、第 3 アーム 1 4 の第 2 アーム 1 3 が接続されている端部とは反対の端部に接続されている。第 4 アーム 1 5 は、互いに対向する 1 対の支持部 1 5 1、1 5 2 を有している。支持部 1 5 1、1 5 2 は、第 5 アーム 1 6 との接続に用いられる。

【 0 0 5 4 】

第 5 アーム 1 6 は、支持部 1 5 1、1 5 2 の間に位置し、支持部 1 5 1、1 5 2 に接続されることで第 4 アーム 1 5 と連結している。なお、第 4 アーム 1 5 は、この構造に限らず、例えば、支持部が 1 つ（片持ち）であってもよい。

【 0 0 5 5 】

第 6 アーム 1 7 は、平板状をなし、第 5 アーム 1 6 の先端部に接続されている。また、第 6 アーム 1 7 の先端部（第 5 アーム 1 6 と反対側の端部）には、ハンド 9 1 が着脱可能に装着される。ハンド 9 1 としては、特に限定されず、例えば、複数本の指部（フィンガー）を有する構成のものが挙げられる。

20

【 0 0 5 6 】

なお、前述した各アーム 1 2 ~ 1 7 の外装（外形を構成する部材）は、それぞれ、1 つの部材で構成されていてもよいし、複数の部材で構成されていてもよい。

【 0 0 5 7 】

次に、図 2 を参照しつつ、アーム 1 2 ~ 1 7 の駆動とともに駆動源 4 0 1 ~ 4 0 6 について説明する。

30

【 0 0 5 8 】

図 2 に示すように、基台 1 1 と第 1 アーム 1 2 とは、関節（接続部分）1 7 1 を介して連結されている。なお、関節 1 7 1 は、基台 1 1 に含まれていてもよく、また、含まれていなくてもよい。

【 0 0 5 9 】

関節 1 7 1 は、基台 1 1 に連結された第 1 アーム 1 2 を基台 1 1 に対し回動可能に支持する機構を有している。これにより、第 1 アーム 1 2 は、基台 1 1 に対し、鉛直方向と平行な第 1 回動軸 O 1（第 n 回動軸）を中心に（第 1 回動軸 O 1 周りに）回動可能となっている。また、第 1 回動軸 O 1 は、ロボット 1 の最も上流側にある回動軸である。この第 1 回動軸 O 1 周りの回動は、モーター 4 0 1 M を有する第 1 駆動源 4 0 1 の駆動によりなされる。また、第 1 駆動源 4 0 1 のモーター 4 0 1 M は、ケーブル（図示せず）を介してモータードライバ 3 0 1 に電氣的に接続されていて、モータードライバ 3 0 1 を介して制御部（図示せず）により制御される。なお、第 1 駆動源 4 0 1 はモーター 4 0 1 M とともに設けた減速機（図示せず）によってモーター 4 0 1 M からの駆動力を伝達するように構成してもよく、また、減速機が省略されていてもよい。

40

【 0 0 6 0 】

また、第 1 アーム 1 2 と第 2 アーム 1 3 とは、関節（接続部分）1 7 2 を介して連結されている。関節 1 7 2 は、互いに連結された第 1 アーム 1 2 と第 2 アーム 1 3 のうちの一方を他方に対し回動可能に支持する機構を有している。これにより、第 2 アーム 1 3 は、第 1 アーム 1 2 に対し、水平方向と平行な第 2 回動軸 O 2（第（n + 1）回動軸）を中心

50

に（第2回動軸O2周りに）回動可能となっている。第2回動軸O2は、第1回動軸O1と直交している。この第2回動軸O2周りの回動は、モーター402Mを有する第2駆動源402の駆動によりなされる。また、第2駆動源402のモーター402Mは、ケーブル（図示せず）を介してモータードライバー302に電氣的に接続されていて、モータードライバー302を介して制御部（図示せず）により制御される。なお、第2駆動源402はモーター402Mとともに設けた減速機（図示せず）によってモーター402Mからの駆動力を伝達するように構成してもよく、また、減速機が省略されていてもよい。また、第2回動軸O2は、第1回動軸O1に直交する軸と平行であってもよく、また、第2回動軸O2は、第1回動軸O1と直交していなくても、軸方向が互いに異なっていればよい。

10

【0061】

また、第2アーム13と第3アーム14とは、関節（接続部分）173を介して連結されている。関節173は、互いに連結された第2アーム13と第3アーム14のうちの一方を他方に対し回動可能に支持する機構を有している。これにより、第3アーム14は、第2アーム13に対して、水平方向と平行な第3回動軸O3（第（n+2）回動軸）を中心に（第3回動軸O3周りに）回動可能となっている。第3回動軸O3は、第2回動軸O2と平行である。この第3回動軸O3周りの回動は、第3駆動源403の駆動によりなされる。また、第3駆動源403のモーター403Mは、ケーブル（図示せず）を介してモータードライバー303に電氣的に接続されていて、モータードライバー303を介して制御部（図示せず）により制御される。なお、第3駆動源403はモーター403Mとともに設けた減速機（図示せず）によってモーター403Mからの駆動力を伝達するように構成してもよく、また、減速機が省略されていてもよい。

20

【0062】

また、第3アーム14と第4アーム15とは、関節（接続部分）174を介して連結されている。関節174は、互いに連結された第3アーム14と第4アーム15のうちの一方を他方に対し回動可能に支持する機構を有している。これにより、第4アーム15は、第3アーム14に対し、第3アーム14の中心軸方向と平行な第4回動軸O4を中心に（第4回動軸O4周りに）回動可能となっている。第4回動軸O4は、第3回動軸O3と直交している。この第4回動軸O4周りの回動は、第4駆動源404の駆動によりなされる。また、第4駆動源404のモーター404Mは、ケーブル（図示せず）を介してモータードライバー304に電氣的に接続されていて、モータードライバー304を介して制御部（図示せず）により制御される。なお、第4駆動源404はモーター404Mとともに設けた減速機（図示せず）によってモーター404Mからの駆動力を伝達するように構成してもよく、また、減速機が省略されていてもよい。また、第4回動軸O4は、第3回動軸O3に直交する軸と平行であってもよく、また、第4回動軸O4は、第3回動軸O3と直交していなくても、軸方向が互いに異なっていればよい。

30

【0063】

また、第4アーム15と第5アーム16とは、関節（接続部分）175を介して連結されている。関節175は、互いに連結された第4アーム15と第5アーム16の一方を他方に対し回動可能に支持する機構を有している。これにより、第5アーム16は、第4アーム15に対し、第4アーム15の中心軸方向と直交する第5回動軸O5を中心に（第5回動軸O5周りに）回動可能となっている。第5回動軸O5は、第4回動軸O4と直交している。この第5回動軸O5周りの回動は、第5駆動源405の駆動によりなされる。また、第5駆動源405のモーター405Mは、ケーブル（図示せず）を介してモータードライバー305に電氣的に接続されていて、モータードライバー305を介して制御部（図示せず）により制御される。なお、第5駆動源405はモーター405Mとともに設けた減速機（図示せず）によってモーター405Mからの駆動力を伝達するように構成してもよく、また、減速機が省略されていてもよい。また、第5回動軸O5は、第4回動軸O4に直交する軸と平行であってもよく、また、第5回動軸O5は、第4回動軸O4と直交していなくても、軸方向が互いに異なっていればよい。

40

50

【 0 0 6 4 】

また、第 5 アーム 1 6 と第 6 アーム 1 7 とは、関節（接続部分）1 7 6 を介して連結されている。関節 1 7 6 は、互いに連結された第 5 アーム 1 6 と第 6 アーム 1 7 の一方を他方に対し回動可能に支持する機構を有している。これにより、第 6 アーム 1 7 は、第 5 アーム 1 6 に対し、第 6 回動軸 O 6 を中心に（第 6 回動軸 O 6 周りに）回動可能となっている。第 6 回動軸 O 6 は、第 5 回動軸 O 5 と直交している。この第 6 回動軸 O 6 周りの回動は、第 6 駆動源 4 0 6 の駆動によりなされる。また、第 6 駆動源 4 0 6 のモーター 4 0 6 M は、ケーブル（図示せず）を介してモータードライバー 3 0 6 に電氣的に接続されていて、モータードライバー 3 0 6 を介して制御部（図示せず）により制御される。なお、第 6 駆動源 4 0 6 はモーター 4 0 6 M とともに設けた減速機（図示せず）によってモーター 4 0 6 M からの駆動力を伝達するように構成してもよく、また、減速機が省略されていてもよい。また、第 6 回動軸 O 6 は、第 4 回動軸 O 4 に直交する軸と平行であってもよく、また、第 6 回動軸 O 6 は、第 5 回動軸 O 5 に直交する軸と平行であってもよく、また、第 6 回動軸 O 6 は、第 5 回動軸 O 5 と直交していなくても、軸方向が互いに異なっていればよい。

10

【 0 0 6 5 】

そして、このような駆動をするロボット 1 は、第 6 アーム 1 7 の先端部に接続されたハンド 9 1 で精密機器、部品等を把持したまま、各アーム 1 2 ~ 1 7 等の動作を制御することにより、当該精密機器や部品の搬送等の各作業を行うことができる。なお、ハンド 9 1 の駆動は、制御装置 5 により制御される。

20

【 0 0 6 6 】

（慣性センサー）

図 1 に示す慣性センサー 5 1、5 2 は、それぞれ、角速度センサー（ジャイロセンサー）である。本実施形態では、慣性センサー 5 1（第 1 慣性センサー）は、第 1 アーム 1 2 の第 1 部分 1 2 1 に設けられ、第 1 アーム 1 2 の振動を含むアームの動作を検出する機能を有する。また、慣性センサー 5 2（第 2 慣性センサー）は、第 2 アーム 1 3 に設けられ、第 2 アーム 1 3 の振動を含むアームの動作を検出する機能を有する。これら慣性センサー 5 1、5 2 は、それぞれ、検出したアームの動作に応じた信号を出力する。慣性センサー 5 1、5 2 としては、それぞれ、角速度を検出することができれば特に限定されないが、例えば、シリコンまたは水晶を用いて構成された振動素子を有する振動型の角速度センサーを用いることができる。

30

【 0 0 6 7 】

このような制御装置 5 によれば、ロボット 1 の動作を制御することができる。特に、制御装置 5 は、慣性センサー 5 1、5 2 の出力に基づいて、ロボット 1 の振動を低減することができる。なお、慣性センサー 5 1、5 2 については、後に詳述する。

【 0 0 6 8 】

< 制御装置 >

図 1 に示す制御装置 5 は、ロボット 1 の動作を制御する機能を有する。特に、制御装置 5 は、慣性センサー 5 1、5 2 の出力に基づいて、ロボット 1 の振動を低減する機能を有する。なお、ロボットの振動の低減については、慣性センサー 5 1、5 2 の説明とともに後に詳述する。

40

【 0 0 6 9 】

この制御装置 5 は、例えば、CPU（Central Processing Unit）が内蔵されたパーソナルコンピューター（PC）等で構成することができる。なお、制御装置 5 は、本実施形態ではロボット 1 とは別体で設けられているが、ロボット 1 に内蔵されていてもよい。

【 0 0 7 0 】

以上、ロボット 1 の基本的な構成について簡単に説明した。このような構成のロボット 1 は、前述したように、6 つ（複数）のアーム 1 2 ~ 1 7 を有する垂直多関節ロボットであるため、駆動範囲が広く、高い作業性を発揮することができる。

【 0 0 7 1 】

50

また、このロボット 1 は、前述したように、第 1 アーム 1 2 の基端側が基台 1 1 に取り付けられており、これにより、各アーム 1 2 ~ 1 7 を基台 1 1 に対して回転させることができる。そして、ロボット 1 は、基台 1 1 が天井 1 0 1 に取り付けられている天吊り型であり、基台 1 1 と第 1 アーム 1 2 との接続部分である関節 1 7 1 が、第 1 アーム 1 2 と第 2 アーム 1 3 との接続部分である関節 1 7 2 より鉛直方向上方に位置している。このため、ロボット 1 よりも鉛直下方側におけるロボット 1 の作業範囲をより広くすることができる。

【0072】

次に、図 3、図 4、図 5 および図 6 を参照しつつ、各アーム 1 2 ~ 1 7 の関係について説明する。

【0073】

図 3 は、図 1 に示すロボットの第 1 アーム、第 2 アームおよび第 3 アームが重なっていない状態の概略側面図である。図 4 は、図 1 に示すロボットの第 1 アーム、第 2 アームおよび第 3 アームが重なっている状態の概略側面図である。図 5 は、図 1 に示すロボットの動作を説明するための図である。図 6 は、図 5 に示すロボットの動作におけるハンドの移動経路を示す図である。

【0074】

なお、以下の説明では、第 3 アーム 1 4、第 4 アーム 1 5、第 5 アーム 1 6 および第 6 アーム 1 7 については、これらを真っ直ぐに伸ばした状態、換言すれば、図 3 および図 4 に示すように、第 4 回転軸 O 4 と第 6 回転軸 O 6 とが一致しているか、または平行である状態で考えることとする。

【0075】

まず、図 3 に示すように、第 1 アーム 1 2 の長さ L 1 は、第 2 アーム 1 3 の長さ L 2 よりも長く設定されている。

【0076】

ここで、第 1 アーム 1 2 の長さ L 1 とは、第 2 回転軸 O 2 の軸方向から見て、第 2 回転軸 O 2 と、取り付け面 1 0 2 (図 1 参照) との間の距離である。また、第 2 アーム 1 3 の長さ L 2 とは、第 2 回転軸 O 2 の軸方向から見て、第 2 回転軸 O 2 と、第 3 回転軸 O 3 との間の距離である。なお、第 1 アーム 1 2 の長さ L 1 を、第 2 回転軸 O 2 の軸方向から見て、第 2 回転軸 O 2 と、第 1 アーム 1 2 を回転可能に支持する軸受部 6 1 (関節 1 7 1 が有する部材) の図 3 中の左右方向に延びる中心線 6 1 1 との間の距離と捉えてもよい。また、第 1 アーム 1 2 の長さ L 1 を、第 2 回転軸 O 2 の軸方向から見て、第 1 アーム 1 2 の先端面と取り付け面 1 0 2 との間の距離と捉え、また、第 2 アーム 1 3 の長さ L 2 を、第 2 回転軸 O 2 の軸方向から見て、第 2 アーム 1 3 の先端面と第 2 アーム 1 3 の基端面との間の距離と捉えてもよい。

【0077】

また、図 3 および図 4 に示すように、ロボット 1 は、第 2 回転軸 O 2 の軸方向から見て、第 1 アーム 1 2 と第 2 アーム 1 3 とのなす角度を 0° にすることが可能なように構成されている。すなわち、ロボット 1 は、第 2 回転軸 O 2 の軸方向から見て、第 1 アーム 1 2 と第 2 アーム 1 3 とが重なることが可能なように構成されている。特に、前述したように、第 1 アーム 1 2 の長さ L 1 は、第 2 アーム 1 3 の長さ L 2 よりも長く設定されているため、第 2 回転軸 O 2 の軸方向から見て、第 1 アーム 1 2 と第 2 アーム 1 3 とが重なった場合、第 2 アーム 1 3 が第 1 アーム 1 2 に干渉しないように構成されている。

【0078】

ここで、前記第 1 アーム 1 2 と第 2 アーム 1 3 とのなす角度とは、第 2 回転軸 O 2 の軸方向から見て、第 2 回転軸 O 2 と第 3 回転軸 O 3 とを通る直線 (第 2 回転軸 O 2 の軸方向から見た場合の第 2 アーム 1 3 の中心軸) 6 2 1 と、第 1 回転軸 O 1 とのなす角度である (図 3 参照)。

【0079】

また、図 4 に示すように、ロボット 1 は、第 2 回転軸 O 2 の軸方向から見て、第 2 アー

10

20

30

40

50

ム 1 3 と、第 3 アーム 1 4 とが重なることが可能なように構成されている。したがって、ロボット 1 は、第 2 回動軸 O 2 の軸方向から見て、第 1 アーム 1 2 と、第 2 アーム 1 3 と、第 3 アーム 1 4 とが同時に重なることが可能なように構成されている。

【0080】

また、図 3 に示すように、第 3 アーム 1 4、第 4 アーム 1 5 および第 5 アーム 1 6 の合計の長さ L 3 は、第 2 アーム 1 3 の長さ L 2 よりも長く設定されている。これにより、図 4 に示すように、第 2 回動軸 O 2 の軸方向から見て、第 2 アーム 1 3 と第 3 アーム 1 4 とを重ねたとき、第 2 アーム 1 3 からロボットアーム 1 0 の先端、すなわち、第 6 アーム 1 7 の先端を突出させることができる。これによって、ハンド 9 1 が、第 1 アーム 1 2 および第 2 アーム 1 3 と干渉することを防止することができる。

10

【0081】

ここで、第 3 アーム 1 4、第 4 アーム 1 5 および第 5 アーム 1 6 の合計の長さ L 3 とは、第 2 回動軸 O 2 の軸方向から見て、第 3 回動軸 O 3 と第 5 回動軸 O 5 との間の距離である（図 4 参照）。この場合、第 3 アーム 1 4、第 4 アーム 1 5 および第 5 アーム 1 6 は、図 4 に示すような第 4 回動軸 O 4 と第 6 回動軸 O 6 とが一致しているか、または平行である状態である。

【0082】

このようなロボットアーム 1 0 を有するロボット 1 では、上記のような関係を満たすことにより、図 5 に示すように、第 1 アーム 1 2 を回動させずに、第 2 アーム 1 3、第 3 アーム 1 4 を回動させることにより、第 2 回動軸 O 2 の軸方向から見て第 1 アーム 1 2 と第 2 アーム 1 3 とのなす角度 が 0 ° となる状態（第 1 アーム 1 2 と第 2 アーム 1 3 とが重なった状態）を経て、ハンド 9 1（第 3 アーム 1 4 の先端）を第 1 回動軸 O 1 周りに 1 8 0 ° 異なる位置に移動させることができる。

20

【0083】

このようなロボットアーム 1 0 の駆動により、ロボット 1 は、図 6 に示すように、ハンド 9 1 を矢印 6 2、6 3 で示すように移動させる動作を行わずに、ハンド 9 1 を矢印 6 4 で示すように移動させる動作を行うことができる。すなわち、ロボット 1 は、第 1 回動軸 O 1 の軸方向から見て、ハンド 9 1（ロボットアーム 1 0 の先端）を直線上に移動させる動作を行うことができる。これより、ロボット 1 が干渉しないようにするための空間を小さくすることができる。このため、ロボット 1 を設置するための設置スペースの面積 S（設置面積）を、従来よりも小さくすることができる。

30

【0084】

具体的には、図 6 に示すように、ロボット 1 の設置スペースの幅 W を、従来の設置スペースの幅 W X より小さく、例えば、幅 W X の 8 0 % 以下にすることができる。このため、ロボット 1 の幅方向（生産ラインの方向）の稼働領域を小さくすることができる。これにより、ロボット 1 を生産ラインに沿って単位長さあたりに多く配置することができ、生産ラインを短縮することができる。

【0085】

また、同様に、ロボット 1 の設置スペースの高さ（鉛直方向の長さ）を従来の高さより低く、具体的には、例えば従来の高さの 8 0 % 以下にすることができる。

40

【0086】

また、ハンド 9 1 を矢印 6 4 で示すように移動させる動作を行うことが可能であるため、ハンド 9 1 を第 1 回動軸 O 1 周りに 1 8 0 ° 異なる位置に移動させる際、例えば、第 1 アーム 1 2 を回動させないか、または、第 1 アーム 1 2 の回動角（回動量）を小さくすることができる。第 1 アーム 1 2 の第 1 回動軸 O 1 周りの回動角を小さくすることで、第 1 回動軸 O 1 の軸方向から見て、基台 1 1 よりも外側に張り出している部分（第 2 部分 1 2 2 および第 3 部分 1 2 3）を有する第 1 アーム 1 2 の回動を小さくすることができるため、ロボット 1 の周辺機器との干渉を少なくすることができる。

【0087】

また、ハンド 9 1 を矢印 6 4 で示すように移動させる動作を行うことが可能であるため

50

、ロボット 1 の動きを少なくすることができ、よって、ロボット 1 を効率良く駆動することができる。そのため、タクトタイムを短縮することができ、作業効率を向上させることができる。また、ロボットアーム 10 の先端を直線上に移動させることができるため、ロボット 1 の動きを把握し易い。

【0088】

ここで、上述したようなロボット 1 のハンド 9 1 (ロボットアーム 10 の先端) を第 1 回動軸 O 1 周りに 180°異なる位置に移動させる動作を、従来のロボットのように単純に第 1 アーム 12 を第 1 回動軸 O 1 周りに回動させて実行しようとする、と、ロボット 1 が周辺装置に干渉する虞があるので、その干渉を回避するための退避点をロボット 1 に教示する必要がある。例えば、第 1 アーム 12 のみを第 1 回動軸 O 1 周りに 90°回転させるとロボット 1 が周辺装置にも干渉する場合には、周辺装置に干渉しないよう、多数の退避点をロボット 1 に教示する必要がある。このように従来のロボットでは、多数の退避点を教示することが必要であり、膨大な数の退避点が必要になり、教示に多くの手間および長い時間を要する。

10

【0089】

これに対し、ロボット 1 では、ハンド 9 1 を第 1 回動軸 O 1 周りに 180°異なる位置に移動させる動作を実行する場合、干渉する虞がある領域や部分が非常に少なくなるため、教示する退避点の数を低減することができ、教示に要する手間および時間を低減することができる。すなわち、ロボット 1 では、教示する退避点の数は、例えば、従来のロボットの 1/3 程度になり、飛躍的に教示が容易になる。

20

【0090】

また、ロボット 1 では、第 3 アーム 14 および第 4 アーム 15 の図 1 中の右側の二点鎖線で囲まれた領域 (部分) 105 は、ロボット 1 がロボット 1 自身および他の部材と干渉しないか、または干渉し難い領域 (部分) である。このため、前記領域 105 に、所定の部材を搭載した場合、その部材は、ロボット 1 および周辺装置等に干渉し難い。このため、ロボット 1 では、領域 105 に、所定の部材を搭載することが可能である。特に、領域 105 のうち、第 3 アーム 14 の図 1 中の右側の領域に前記所定の部材を搭載する場合は、その部材が周辺装置 (図示せず) と干渉する確率はさらに低くなるので、より効果的である。

【0091】

前記領域 105 に搭載可能なものとしては、例えば、ハンド、ハンドアイカメラ等のセンサーの駆動を制御する制御装置、吸着機構の電磁弁等が挙げられる。

30

【0092】

具体例としては、例えば、ハンドに吸着機構を設ける場合、領域 105 に電磁弁等を設置すると、ロボット 1 が駆動する際に前記電磁弁が邪魔にならない。このように、領域 105 は、利便性が高い。

【0093】

また、ロボット 1 では、天井 101 と第 1 アーム 12 との間において、図 1 中の左側の二点鎖線で囲まれた領域 (部分) 106 も、前述した領域 105 と同様、ロボット 1 がロボット 1 自身および他の部材と干渉しないか、または干渉し難い領域 (部分) である。

40

【0094】

次に、図 7 に基づいて、慣性センサー 51、52 およびその検出結果を用いた制御 (ロボット 1 の振動を低減する制御) について詳述する。

【0095】

図 7 は、図 1 に示すロボットが備える慣性センサー (角速度センサー) を説明するための図である。

【0096】

前述したように、ロボット 1 は、第 1 アーム 12 に設けられた慣性センサー 51 (第 1 慣性センサー) と、第 2 アーム 13 に設けられた慣性センサー 52 (第 2 慣性センサー) と、を備えている。

50

【0097】

図7に示すように、慣性センサー51は、検出軸1周りの角速度1を検出する1軸タイプの角速度センサーである。この慣性センサー51は、検出軸1が第1回動軸O1と平行となるように設置されている。本実施形態では、慣性センサー51は、第1アーム12の基端側の部分(第1部分121)に設けられている。

【0098】

なお、ここで、「検出軸1が第1回動軸O1と平行」とは、検出軸1が第1回動軸O1に対して5°以下の範囲で傾斜している場合も含む。また、図7に示す慣性センサー51の設置位置は、一例であり、第1アーム12の第1回動軸O1周りの振動を検出することができれば、図示の位置に限定されず、第1アーム12のいかなる位置であってもよい。また、検出軸1は、第1回動軸O1と一致していてもよい。また、検出軸1は、第1回動軸O1に対して傾斜していてもよいが、その場合、第1アーム12の第1回動軸O1周りの振動を効率的に検出する上で、その傾斜角度は、できるだけ小さいことが好ましく、具体的には、45°以下であることが好ましく、10°以下であることがより好ましい。

【0099】

また、慣性センサー52は、検出軸2周りの角速度2を検出する1軸タイプの角速度センサーである。この慣性センサー52は、検出軸2が第2回動軸O2と平行となるように設置されている。本実施形態では、慣性センサー52は、第2アーム13の第2回動軸O2と第3回動軸O3との間の部分に設けられている。

【0100】

なお、ここで、「検出軸2が第2回動軸O2と平行」とは、検出軸2が第2回動軸O2に対して5°以下の範囲で傾斜している場合も含む。また、図7に示す慣性センサー52の設置位置は、一例であり、第2アーム13の第2回動軸O2周りの振動を検出することができれば、図示の位置に限定されず、第2アーム13のいかなる位置であってもよい。また、検出軸2は、第2回動軸O2と一致していてもよい。また、検出軸2は、第2回動軸O2に対して傾斜していてもよいが、その場合、第2アーム13の第2回動軸O2周りの振動を効率的に検出する上で、その傾斜角度は、できるだけ小さいことが好ましく、具体的には、45°以下であることが好ましく、10°以下であることがより好ましい。

【0101】

以上説明したような慣性センサー51、52は、図1に示す制御装置5に電氣的に接続されている。そして、慣性センサー51、52の出力は、制御装置5に入力される。

【0102】

制御装置5は、慣性センサー51、52の出力に基づいて、ロボット1の振動を低減する制御を行う。より具体的には、制御装置5は、慣性センサー51の出力に基づいて、第1アーム12に第1回動軸O1周りの振動を低減するように、モーター401Mの駆動を制御する。また、制御装置5は、慣性センサー52の出力に基づいて、第2アーム13に第2回動軸O2周りの振動を低減するように、モーター402Mの駆動を制御する。

【0103】

一般に、ロボットアーム10の先端側の振動は、より基端側にあるアームの回動軸周りの振動の影響を受けやすい。特に、本実施形態のロボット1のように、ロボットアーム10が有するアーム数が比較的多く、かつ、ロボットアーム10の長さが比較的長く、しかも、第1アーム12よりも先端側のアームが第1アーム12に対して片持ち支持されている構成では、ロボットアーム10の基端側の振動が先端側の振動に与える影響が大きい。そのため、ロボットアーム10の先端の振動を低減するには、より基端側にあるアームの振動を優先的に低減することが効果的である。そこで、本実施形態では、前述したように、ロボットアーム10が有する複数のアームのうち、第1アーム12に慣性センサー51を設けるとともに第2アーム13に慣性センサー52を設けている。

【0104】

慣性センサー 5 1 を第 1 アームに設けることにより、慣性センサー 5 1 の出力を用いて第 1 アーム 1 2 の振動を高精度に検出することができる。そのため、慣性センサー 5 1 の出力に基づいて、第 1 アーム 1 2 の振動を比較的簡単な制御で低減することができる。同様に、慣性センサー 5 2 が第 2 アーム 1 3 に設けられていることにより、慣性センサー 5 2 の出力を用いて第 2 アーム 1 3 の振動を高精度に検出することができる。そのため、慣性センサー 5 2 の出力に基づいて、第 2 アーム 1 3 の振動を比較的簡単な制御で低減することができる。

【 0 1 0 5 】

また、角速度センサーである慣性センサー 5 1 の検出軸 1 の軸方向が第 1 回動軸 O 1 の軸方向と平行であるため、慣性センサー 5 1 の出力を用いて第 1 アーム 1 2 の第 1 回動軸 O 1 周りの振動を高精度に検出することができる。そのため、ロボット 1 の振動を効率的に低減することができる。例えば、慣性センサー 5 1 の出力に基づいて第 1 アーム 1 2 の振動を低減する際に、制御装置 5 におけるモーター 4 0 1 M の動作の制御に必要な演算量を少なくすることができる。また、3 軸タイプの角速度センサーを用いる場合に比べて、低コスト化を図ったり第 1 アーム 1 2 の軽量化を図ったりすることもできる。

【 0 1 0 6 】

同様に、角速度センサーである慣性センサー 5 2 の検出軸 2 の軸方向が第 2 回動軸 O 2 の軸方向と平行であるため、慣性センサー 5 2 の出力を用いて第 2 アーム 1 3 の第 2 回動軸 O 2 周りの振動を高精度に検出することができる。

【 0 1 0 7 】

以上説明したようなロボットシステム 1 0 0 によれば、ロボット 1 が干渉しないようにするための空間を小さくすることができる。また、かかるロボット 1 の振動を低減することができる。

【 0 1 0 8 】

[第 2 実施形態]

次に、本発明の第 2 実施形態について説明する。

図 8 は、本発明の第 2 実施形態に係るロボットシステムのロボットが備える慣性センサー（角速度センサー）を説明するための図である。

【 0 1 0 9 】

以下、第 2 実施形態について説明するが、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項についてはその説明を省略する。

【 0 1 1 0 】

図 8 に示すロボット 1 A は、前述した第 1 実施形態のロボット 1 の慣性センサー 5 2 に代えて、慣性センサー 5 3（第 2 慣性センサー）を備えている以外は、前述したロボット 1 と同様である。

【 0 1 1 1 】

慣性センサー 5 3 は、第 3 アーム 1 4 に設けられ、検出軸 3 周りの角速度 3 を検出する 1 軸タイプの角速度センサーである。この慣性センサー 5 3 は、検出軸 3 が第 3 回動軸 O 3 と平行となるように設置されている。

【 0 1 1 2 】

なお、ここで、「検出軸 3 が第 3 回動軸 O 3 と平行」とは、検出軸 3 が第 3 回動軸 O 3 に対して 5 ° 以下の範囲で傾斜している場合も含む。また、図 8 に示す慣性センサー 5 3 の設置位置は、一例であり、第 3 アーム 1 4 の第 3 回動軸 O 3 周りの振動を検出することができれば、図示の位置に限定されず、第 3 アーム 1 4 のいかなる位置であってもよい。例えば、検出軸 3 は、第 3 回動軸 O 3 と一致していてもよい。また、検出軸 3 は、第 3 回動軸 O 3 に対して傾斜していてもよいが、その場合、第 3 アーム 1 4 の第 3 回動軸 O 3 周りの振動を効率的に検出する上で、その傾斜角度は、できるだけ小さいことが好ましく、具体的には、4 5 ° 以下であることが好ましく、1 0 ° 以下であることがより好ましい。

【 0 1 1 3 】

このように慣性センサー 5 3 が第 3 アーム 1 4 に設けられているため、慣性センサー 5 3 の出力に基づいて、第 2 アーム 1 3 および第 3 アーム 1 4 の双方の振動を低減することができる。

【 0 1 1 4 】

以上説明した第 2 実施形態によっても、ロボット 1 A が干渉しないようにするための空間を小さくするとともに、ロボット 1 A の振動を低減することができる。

【 0 1 1 5 】

[第 3 実施形態]

次に、本発明の第 3 実施形態について説明する。

【 0 1 1 6 】

図 9 は、本発明の第 3 実施形態に係るロボットシステムのロボットが備える慣性センサー（角速度センサー）を説明するための図である。

【 0 1 1 7 】

以下、第 3 実施形態について説明するが、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項についてはその説明を省略する。

【 0 1 1 8 】

図 9 に示すロボット 1 B は、前述した第 1 実施形態のロボット 1 の慣性センサー 5 1、5 2 に代えて、慣性センサー 5 3 B（第 1 慣性センサー）を備えている以外は、前述したロボット 1 と同様である。

【 0 1 1 9 】

慣性センサー 5 3 B は、第 3 アーム 1 4 に設けられ、互いに直交する検出軸 $3x$ 、 $3y$ 、 $3z$ 周りの角速度 $3x$ 、 $3y$ 、 $3z$ を検出する 3 軸タイプの角速度センサーである。この慣性センサー 5 3 B は、検出軸 $3x$ が第 3 回動軸 $O3$ と平行となるように設置されている。この慣性センサー 5 3 B は、1 軸タイプの角速度センサーを 3 つ組み合わせ検出軸 $3x$ 、 $3y$ 、 $3z$ 周りの角速度 $3x$ 、 $3y$ 、 $3z$ を検出するように構成されたものであってもよいし、1 つの振動素子で検出軸 $3x$ 、 $3y$ 、 $3z$ 周りの角速度 $3x$ 、 $3y$ 、 $3z$ を検出するように構成されたものであってもよい。

【 0 1 2 0 】

なお、図 9 に示す慣性センサー 5 3 B の設置位置は、一例であり、図示の位置に限定されず、第 3 アーム 1 4 のいかなる位置であってもよい。また、慣性センサー 5 3 B の設置姿勢も、前述したものに限定されない。また、検出軸 $3x$ が第 3 回動軸 $O3$ と一致していてもよい。また、検出軸 $3x$ は、第 3 回動軸 $O3$ に対して傾斜していてもよいが、その場合、慣性センサー 5 3 B の出力を用いてロボット 1 を制御する際に、その傾きを考慮した演算を行えばよい。

【 0 1 2 1 】

このような慣性センサー 5 3 B の出力を用いてロボット 1 B の振動を低減するには、慣性センサー 5 3 B の出力に基づいて、第 1 アーム 1 2 の第 1 回動軸 $O1$ 周りの振動、第 2 アーム 1 3 の第 2 回動軸 $O2$ 周りの振動、および、第 3 アーム 1 4 の第 3 回動軸 $O3$ 周りの振動をそれぞれ低減するように、モーター 4 0 1 M、4 0 2 M、4 0 3 M の駆動を制御する。その際、必要に応じて、駆動源 4 0 1、4 0 2、4 0 3 に設けられたロータリーエンコーダー（図示せず）の回動角度情報を用いてもよい。

【 0 1 2 2 】

このように慣性センサー 5 3 B が第 3 アーム 1 4 に設けられているため、慣性センサー 5 3 B の出力に基づいて、第 2 アーム 1 3 および第 3 アーム 1 4 の振動を低減することができる。

【 0 1 2 3 】

特に、本実施形態では、慣性センサー 5 3 B が互いに異なる軸方向である複数の検出軸 $3x$ 、 $3y$ 、 $3z$ を有するため、慣性センサー 5 3 の出力を用いて、ロボット 1 B の互いに異なる方向の振動を検出することができる。そのため、慣性センサー 5 3 B の出

力に基づいて、ロボット 1 B の複数方向での振動を低減することができる。

【0124】

しかも、慣性センサー 53 B が第 1 アーム 12 や第 2 アーム 13 よりも先端側の第 3 アーム 14 に設けられていても、慣性センサー 53 B の出力を用いて第 3 アーム 14 だけでなく第 1 アーム 12 および第 2 アーム 13 の所望方向の振動を検出し、慣性センサー 53 B の出力に基づいて、第 1 アーム 12 の所望方向の振動を低減することができる。したがって、第 1 アーム 12、第 2 アーム 13 および第 3 アーム 14 の振動を検出するための慣性センサーの数が 1 つで済むため、慣性センサーのための配線が簡単化されるとともに、ロボットアーム 10 全体を小さくすることができる。また、慣性センサー 53 B の設置姿勢がいかなるものであっても、設置箇所における所望方向の振動を検出することができる。そのため、慣性センサー 53 B の設置の自由度が増す。

10

【0125】

以上説明した第 3 実施形態によっても、ロボット 1 B が干渉しないようにするための空間を小さくするとともに、ロボット 1 B の振動を低減することができる。

【0126】

[第 4 実施形態]

次に、本発明の第 4 実施形態について説明する。

図 10 は、本発明の第 4 実施形態に係るロボットシステムのロボットが備える慣性センサー（加速度センサー）を説明するための図である。

【0127】

20

以下、第 4 実施形態について説明するが、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項についてはその説明を省略する。

【0128】

図 10 に示すロボット 1 C は、前述した第 1 実施形態のロボット 1 の慣性センサー 51、52 に代えて、慣性センサー 51 C、52 C を備えている以外は、前述したロボット 1 と同様である。

【0129】

図 10 に示すように、慣性センサー 51 C は、検出軸 1 に平行な方向の加速度 a_1 を検出する 1 軸タイプの加速度センサーである。この慣性センサー 51 C は、検出軸 1 が第 1 回動軸 O1 と異なる方向となるように設置されている。このように慣性センサー 51 C の検出軸 1 の軸方向が第 1 回動軸 O1 の軸方向と異なることにより、慣性センサー 51 C の出力を用いて第 1 アーム 12 の第 1 回動軸 O1 周りの振動を高精度に検出することができる。

30

【0130】

また、慣性センサー 52 C は、検出軸 2 に平行な方向の加速度 a_2 を検出する 1 軸タイプの加速度センサーである。この慣性センサー 52 C は、検出軸 2 が第 2 回動軸 O2 と異なる方向となるように設置されている。このように慣性センサー 52 C の検出軸 2 の軸方向が第 2 回動軸 O2 の軸方向と異なることにより、慣性センサー 52 C の出力を用いて第 2 アーム 13 の第 2 回動軸 O2 周りの振動を高精度に検出することができる。

【0131】

40

このような慣性センサー 51 C、52 C としては、それぞれ、加速度を検出することができれば特に限定されないが、例えば、MEMS 技術を用いて製造された加速度センサー素子を含んで構成された加速度センサーを用いることができる。また、各慣性センサー 51 C、52 C は、複数の検出軸を有する加速度センサーであってもよい。

【0132】

なお、図 10 に示す慣性センサー 51 C の設置位置は、一例であり、第 1 アーム 12 の第 1 回動軸 O1 周りの振動を検出することができれば、図示の位置に限定されない。また、図 10 に示す慣性センサー 51 C に設置姿勢（検出軸 1 の向き）は、便宜的なものであり、第 1 アーム 12 の第 1 回動軸 O1 周りの振動を検出することができれば、図示の姿勢に限定されない。同様に、慣性センサー 52 C の設置位置および設置姿勢も、図示のも

50

のに限定されない。

【 0 1 3 3 】

以上説明した第 4 実施形態によっても、ロボット 1 C が干渉しないようにするための空間を小さくするとともに、ロボット 1 C の振動を低減することができる。

【 0 1 3 4 】

以上、本発明のロボット、制御装置およびロボットシステムを、図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、各部の構成は、同様の機能を有する任意の構成のものに置換することができる。また、他の任意の構成物が付加されていてもよい。また、本発明は、前記各実施形態のうちの、任意の 2 以上の構成（特徴）を組み合わせたものであってもよい。

10

【 0 1 3 5 】

また、前記実施形態では、ロボットが有するロボットアームの回動軸の数は、6 つであるが、本発明では、これに限定されず、ロボットアームの回動軸の数は、例えば、2 つ、3 つ、4 つ、5 つまたは 7 つ以上でもよい。また、前記実施形態では、ロボットが有するアームの数は、6 つであるが、本発明では、これに限定されず、ロボットが有するアームの数は、例えば、2 つ、3 つ、4 つ、5 つ、または、7 つ以上でもよい。

【 0 1 3 6 】

また、前記実施形態では、ロボットが有するロボットアームの数は、1 つであるが、本発明では、これに限定されず、ロボットが有するロボットアームの数は、例えば、2 つ以上でもよい。すなわち、ロボットは、例えば、双腕ロボット等の複数腕ロボットであって

20

【 0 1 3 7 】

また、前述した実施形態では、慣性センサーとして角速度センサーまたは加速度センサーのいずれかをアームに設ける場合を例に説明したが、角速度センサーと加速度センサーとを組み合わせるアームに設けてもよい。例えば、第 1 慣性センサーおよび第 2 慣性センサーの少なくとも一方の慣性センサーとして、3 つの検出軸を有する角速度センサーと 3 つの検出軸を有する角速度センサーとを組み合わせるもの（いわゆる 6 軸タイプの慣性センサー）を用いてもよい。

【 0 1 3 8 】

また、前述した実施形態では、第 1 アーム、第 2 アームまたは第 3 アームに第 1 慣性センサーまたは第 2 慣性センサーを設けた場合を例に説明したが、慣性センサーの設置位置は、ロボットアームのいかなる部分であってもよく、例えば、第 4 アームであってもよいし、第 5 アーム、第 6 アームまたはエンドエフェクターのような先端部であってもよい。

30

【 符号の説明 】

【 0 1 3 9 】

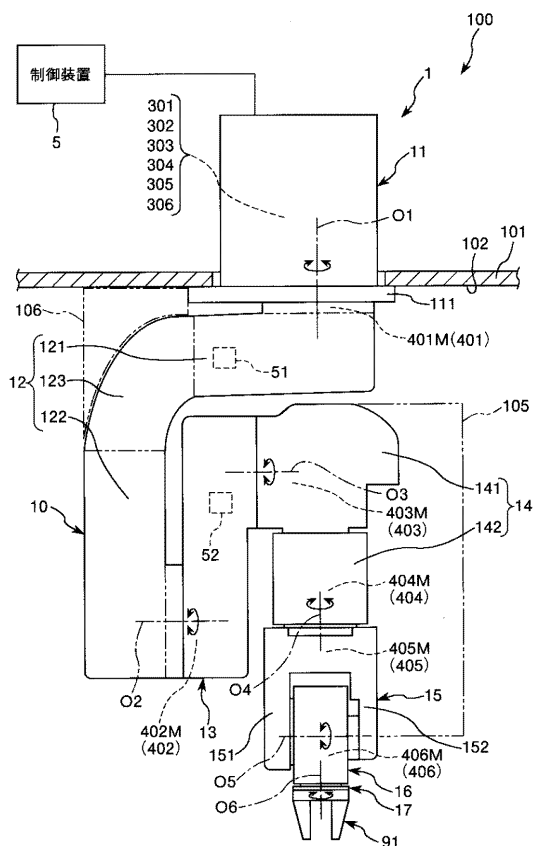
1 ... ロボット、1 A ... ロボット、1 B ... ロボット、1 C ... ロボット、5 ... 制御装置、1 0 ... ロボットアーム、1 1 ... 基台、1 2 ... 第 1 アーム、1 3 ... 第 2 アーム、1 4 ... 第 3 アーム、1 5 ... 第 4 アーム、1 6 ... 第 5 アーム、1 7 ... 第 6 アーム、5 1 ... 慣性センサー（第 1 慣性センサー）、5 1 C ... 慣性センサー（第 1 慣性センサー）、5 2 ... 慣性センサー（第 2 慣性センサー）、5 2 C ... 慣性センサー（第 2 慣性センサー）、5 3 ... 慣性センサー（第 2 慣性センサー）、5 3 B ... 慣性センサー（第 1 慣性センサー）、6 1 ... 軸受部、6 2 ... 矢印、6 3 ... 矢印、6 4 ... 矢印、9 1 ... ハンド、1 0 0 ... ロボットシステム、1 0 1 ... 天井、1 0 2 ... 面、1 0 5 ... 領域、1 0 6 ... 領域、1 1 1 ... フランジ、1 2 1 ... 第 1 部分、1 2 2 ... 第 2 部分、1 2 3 ... 第 3 部分、1 4 1 ... 第 1 部分、1 4 2 ... 第 2 部分、1 5 1 ... 支持部、1 5 2 ... 支持部、1 7 1 ... 関節、1 7 2 ... 関節、1 7 3 ... 関節、1 7 4 ... 関節、1 7 5 ... 関節、1 7 6 ... 関節、3 0 1 ... モータードライバ、3 0 2 ... モータードライバ、3 0 3 ... モータードライバ、3 0 4 ... モータードライバ、3 0 5 ... モータードライバ、3 0 6 ... モータードライバ、4 0 1 ... 駆動源、4 0 1 M ... モーター、4 0 2 ... 駆動源、4 0 2 M ... モーター、4 0 3 ... 駆動源、4 0 3 M ... モーター、4 0 4 ... 駆動源、4 0 4 M ... モーター、4 0 5 ... 駆動源、4 0 5 M ... モーター、4 0 6 ... 駆動源、4 0

40

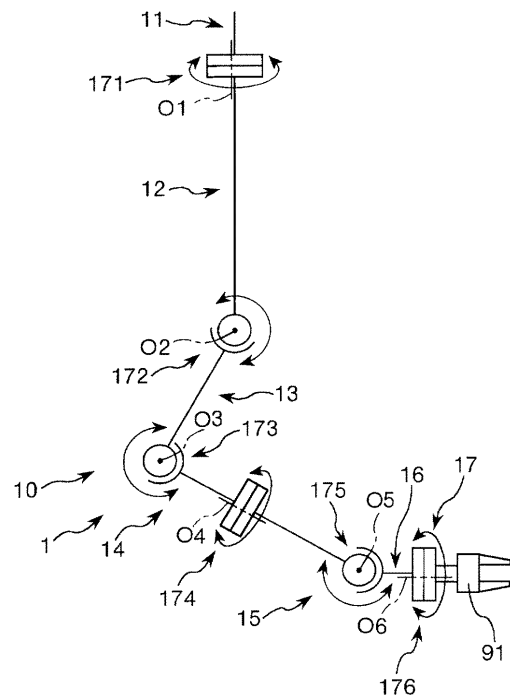
50

6 M ... モーター、6 1 1 ... 中心線、6 2 1 ... 直線、a 1 ... 加速度、a 2 ... 加速度、O 1 ... 第 1 回動軸 (第 n 回動軸)、O 2 ... 第 2 回動軸 (第 (n + 1) 回動軸)、O 3 ... 第 3 回動軸 (第 (n + 2) 回動軸)、O 4 ... 第 4 回動軸、O 5 ... 第 5 回動軸、O 6 ... 第 6 回動軸、S ... 面積、W ... 幅、W X ... 幅、1 ... 検出軸、2 ... 検出軸、3 ... 検出軸、3 x ... 検出軸、3 y ... 検出軸、3 z ... 検出軸、1 ... 検出軸、2 ... 検出軸、... 角度、1 ... 角速度、2 ... 角速度、3 ... 角速度、3 x ... 角速度、3 y ... 角速度、3 z ... 角速度

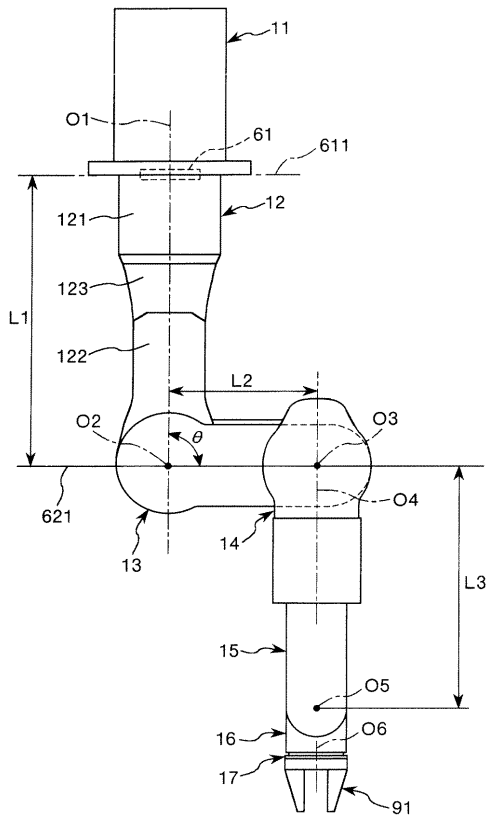
【図 1】



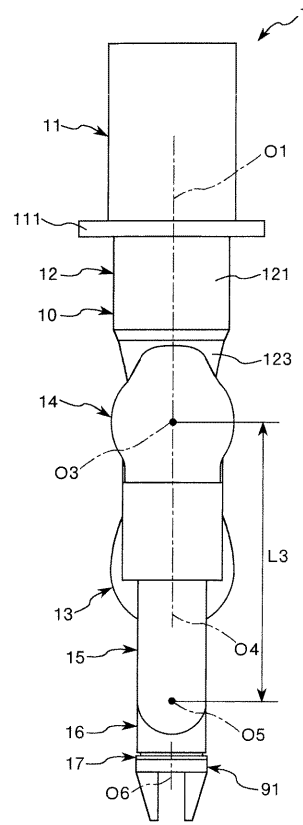
【図 2】



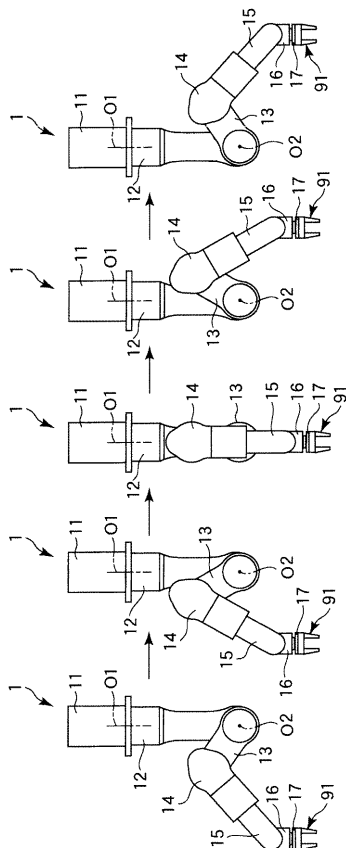
【図 3】



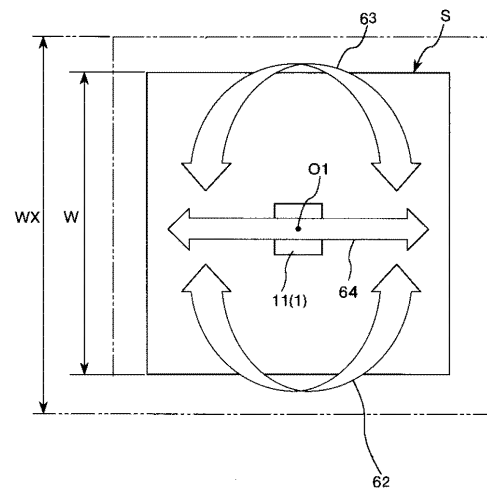
【図 4】



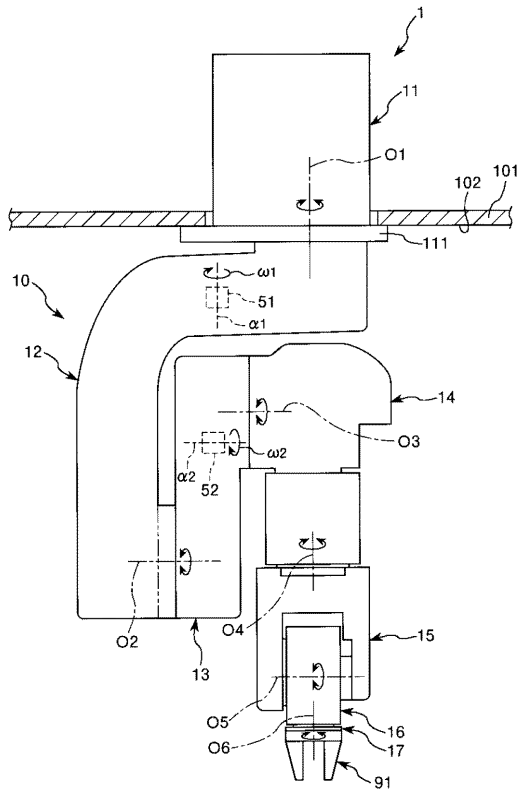
【図 5】



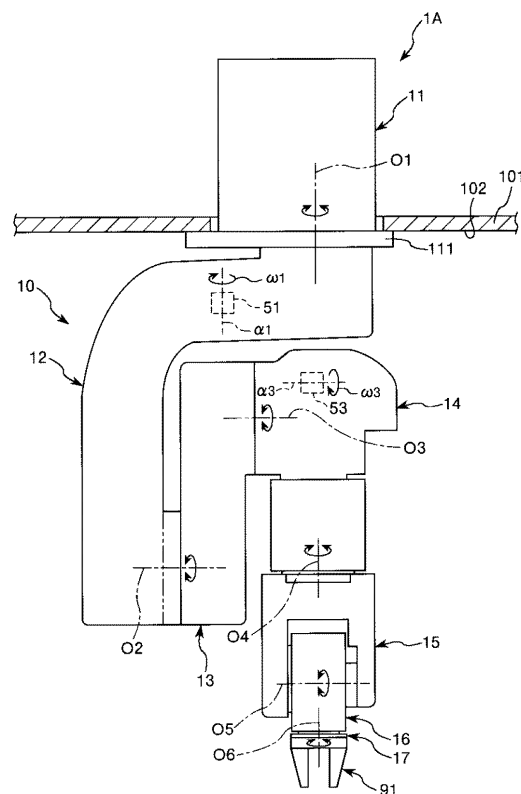
【図 6】



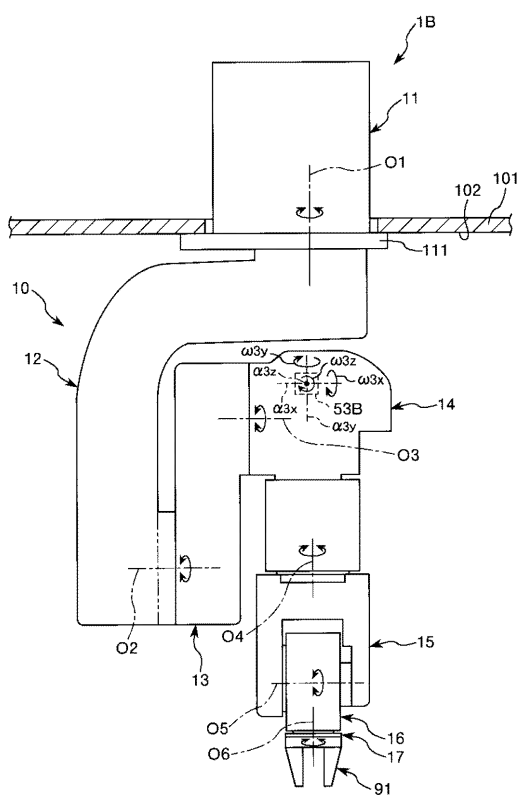
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【図 10】

