

(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2010-69583

(P2010-69583A)

(43) 公開日 平成22年4月2日(2010.4.2)

(51) Int.Cl.

B23Q 1/44 (2006.01)

F1

B23Q 1/44

A

テーマコード(参考)

3C048

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2008-240751 (P2008-240751)
 (22) 出願日 平成20年9月19日 (2008.9.19)

(71) 出願人 000001247
 株式会社ジェイテクト
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
 (74) 代理人 100071526
 弁理士 平田 忠雄
 (72) 発明者 阿知波 文高
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
 株式会社ジェイテクト内
 Fターム(参考) 3C048 BB20 BC01 DD00 EE11

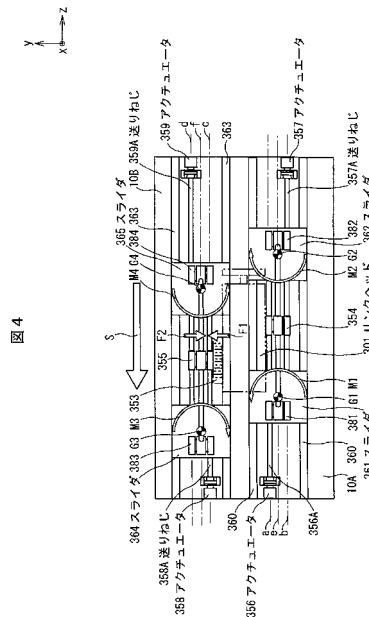
(54) 【発明の名称】 パラレルメカニズム及びこれを備えた工作機械

(57) 【要約】

【課題】各リンクの同一方向への加速度移動時におけるリンクヘッドの変位を抑制して良好なリンクヘッドの加速度動作を得ることができるパラレルメカニズムを提供する。

【解決手段】アクチュエータ356~359は、リンク350A, 350B, 351A, 351Bに移動力を付与する送りねじ356A~359Aをそれぞれ含み、これら送りねじ356A~359Aがリンク350A, 350B, 351A, 351Bの他端の同一方向への加速度移動に伴いリンク集合体351のリンク351A, 351Bの他端に作用するモーメントとリンク集合体350のリンク350A, 350Bの他端に作用するモーメントとを互いに打ち消す位置に配置されている。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ワークを加工する加工ツール、及び前記ワークのうち一方を支持するリンクヘッドの 3 自由度の回動動作及び移動動作のうち少なくとも一方の動作が制御可能なパラレルメカニズムであって、

一端が前記リンクヘッドに第 1 回動部を介して第 1 軸線の回りに回動可能に接続され、他端が前記第 1 軸線と平行な軸線の回りに回動可能にかつ前記第 1 軸線と直交する第 2 軸線と平行な第 3 軸線上に移動可能に支持された 1 対のリンクから構成された第 1 リンク機構と、

前記第 1 リンク機構の前記 1 対のリンクの他端に対して前記第 3 軸線を挟んで前記第 2 軸線と平行な 2 つの軸線方向にそれぞれ移動力を付与するための 1 対の第 1 駆動機構と、

一端が前記リンクヘッドに第 2 回動部を介して前記第 1 軸線と平行な軸線の回りに回動可能に接続され、他端が前記第 1 軸線と平行な軸線の回りに回動可能にかつ前記第 2 軸線と平行な第 4 軸線上に移動可能に支持された 1 対のリンクから構成された第 2 リンク機構と、

前記第 2 リンク機構の前記 1 対のリンクの他端に対して前記第 4 軸線を挟んで前記第 2 軸線と平行な 2 つの軸線方向にそれぞれ移動力を付与するための 1 対の第 2 駆動機構とを備え、

前記 1 対の第 2 駆動機構及び前記 1 対の第 1 駆動機構は、前記各リンクの他端に前記移動力を付与する移動力付与部材をそれぞれ含み、前記各移動力付与部材が前記各リンクの他端の同一方向への加速度移動に伴い前記第 2 リンク機構の前記 1 対のリンクの他端に作用するモーメントと前記第 1 リンク機構の前記 1 対のリンクの他端に作用するモーメントとを互いに打ち消す位置に配置されている

パラレルメカニズム。

【請求項 2】

前記第 1 リンク機構及び前記第 2 リンク機構は、前記第 1 軸線と直交する平面内にそれぞれ配置され、

前記リンクヘッドは、前記第 1 リンク機構と前記第 2 リンク機構との間に配置されている請求項 1 に記載のパラレルメカニズム。

【請求項 3】

前記第 2 リンク機構は、前記 1 対のリンクの一端が前記第 2 回動部を介して前記第 1 軸線と直交する一軸線方向に移動可能に前記リンクヘッドに配置されている請求項 1 に記載のパラレルメカニズム。

【請求項 4】

前記第 1 軸線は鉛直線である請求項 1 に記載のパラレルメカニズム。

【請求項 5】

前記 1 対の第 1 駆動機構は、前記第 1 リンク機構の前記 1 対のリンクの他端をそれぞれ回動可能に接続し、前記第 3 軸線に沿って移動させる直動アクチュエータからなり、

前記 1 対の第 2 駆動機構は、前記第 2 リンク機構の前記 1 対のリンクの他端をそれぞれ回動可能に接続し、前記第 4 軸線に沿って移動させる直動アクチュエータからなる請求項 1 に記載のパラレルメカニズム。

【請求項 6】

前記第 1 リンク機構は、前記第 1 軸線方向において第 2 リンク機構の外側に配置されている請求項 1 に記載のパラレルメカニズム。

【請求項 7】

前記第 1 リンク機構は、前記 1 対のリンクがそれぞれ前記リンクヘッドを挟持する 2 つのリンク部を有するコ字状部材からなり、

前記第 2 リンク機構は、前記 1 対のリンクがそれぞれ前記リンクヘッドを挟持する 2 つのリンク部を有するコ字状部材からなる請求項 1 に記載のパラレルメカニズム。

【請求項 8】

10

20

30

40

50

前記第 1 リンク機構の前記 1 対のリンクは、一方のリンクの前記 2 つのリンク部及び他方のリンクの前記 2 つのリンク部がその一部を前記第 1 軸線の方向に互いに重ねて接続された第 1 接続部及び第 2 接続部を有し、前記第 1 接続部では前記第 1 軸線の方向において前記一方のリンクの前記 2 つのリンク部のうち一方のリンク部が前記他方のリンクの前記 2 つのリンク部のうち一方のリンク部よりも前記リンクヘッドから遠い側に、また前記第 2 接続部では前記第 1 軸線の方向において前記一方のリンクの前記 2 つのリンク部のうち他方のリンク部が前記他方のリンクの前記 2 つのリンク部のうち他方のリンク部よりも前記リンクヘッドから近い側にそれぞれ配置され、

前記第 2 リンク機構の前記 1 対のリンクは、一方のリンクの前記 2 つのリンク部及び他方のリンクの前記 2 つのリンク部がその一部を前記第 1 軸線と平行な軸線方向に互いに重ねて接続された第 3 接続部及び第 4 接続部を有し、前記第 3 接続部では前記第 1 軸線と平行な軸線方向において前記一方のリンクの前記 2 つのリンク部のうち一方のリンク部が前記他方のリンクの前記 2 つのリンク部のうち一方のリンク部よりも前記リンクヘッドから近い側に、また前記第 4 接続部では前記第 1 軸線と平行な軸線方向において前記一方のリンクの前記 2 つのリンク部のうち他方のリンク部が前記他方のリンクの前記 2 つのリンク部のうち他方のリンク部よりも前記リンクヘッドから遠い側にそれぞれ配置されている請求項 7 に記載の平行メカニズム。

【請求項 9】

前記第 1 リンク機構の前記 1 対のリンクは、前記第 1 接続部において前記一方のリンクの前記 2 つのリンク部のうち一方のリンク部と前記他方のリンクの前記 2 つのリンク部のうち一方のリンク部との間に軸受が、また前記第 2 接続部において前記一方のリンクの前記 2 つのリンク部のうち他方のリンク部と前記他方のリンクの前記 2 つのリンク部のうち他方のリンク部との間に軸受がそれぞれ介装され、

前記第 2 リンク機構の前記 1 対のリンクは、前記第 3 接続部において前記一方のリンクの前記 2 つのリンク部のうち一方のリンク部と前記他方のリンクの前記 2 つのリンク部のうち一方のリンク部との間に軸受が、また前記第 4 接続部において前記一方のリンクの前記 2 つのリンク部のうち他方のリンク部と前記他方のリンクの前記 2 つのリンク部のうち他方のリンク部との間に軸受がそれぞれ介装されている請求項 7 に記載の平行メカニズム。

【請求項 10】

ワークを加工する加工ツール、及び前記ワークのうち一方を支持するリンクヘッドの 3 自由度の回動動作及び移動動作のうち少なくとも一方の動作が制御可能な平行メカニズムと、

前記加工ツール及び前記ワークのうち他方を支持するベッドとを備えた工作機械であって、

前記平行メカニズムは、

一端が前記リンクヘッドに第 1 回動部を介して第 1 軸線の回りに回動可能に接続され、他端が前記第 1 軸線と平行な軸線の回りに回動可能にかつ前記第 1 軸線と直交する第 2 軸線と平行な第 3 軸線上に移動可能に支持された 1 対のリンクから構成された第 1 リンク機構と、

前記第 1 リンク機構の前記 1 対のリンクの他端に対して前記第 3 軸線を挟んで前記第 2 軸線と平行な 2 つの軸線方向にそれぞれ移動力を付与するための 1 対の第 1 駆動機構と、

一端が前記リンクヘッドに第 2 回動部を介して前記第 1 軸線と平行な軸線の回りに回動可能に接続され、他端が前記第 1 軸線と平行な軸線の回りに回動可能にかつ前記第 2 軸線と平行な第 4 軸線上に移動可能に支持された 1 対のリンクから構成された第 2 リンク機構と、

前記第 2 リンク機構の前記 1 対のリンクの他端に対して前記第 4 軸線を挟んで前記第 2 軸線と平行な 2 つの軸線方向にそれぞれ移動力を付与するための 1 対の第 2 駆動機構とを備え、

前記 1 対の第 2 駆動機構及び前記 1 対の第 1 駆動機構は、前記各リンクの他端に前記移

10

20

30

40

50

動力を付与する移動力付与部材をそれぞれ含み、前記各移動力付与部材が前記各リンクの他端の同一方向への加速度移動に伴い前記第2リンク機構の前記1対のリンクの他端に作用するモーメントと前記第1リンク機構の前記1対のリンクの他端に作用するモーメントとを互いに打ち消す位置に配置されている

工作機械。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば被加工物（ワーク）を加工するための工具（加工ツール）を変位させる場合に駆動力伝達機構として用いるパラレルメカニズム及びこれを備えた工作機械に関する。

10

【0002】

周知のように、工作機械には研削盤及び旋盤・フライス盤等があり、これら各種の工作機械はその加工内容に応じて選択的に用いられる。

【0003】

このような工作機械においては、砥石、切削工具等の加工ツールを支持する主軸ヘッドや、ワークを支持するテーブル等を所望の位置に移動させたり、所望の角度で回転させたりすることにより、ワークと加工ツールとを相対的に変位させて研削や切削等の加工が行われる。

【0004】

20

近年、この種の工作機械には、高剛性・高精度・高速性を実現する機構として有効であることから、ベースからリンクヘッドまでが並列に連結されたリンクを有するパラレルメカニズムを備えたものが注目されてきており、例えば図14に示すような工作機械（一部）が知られている（例えば特許文献1）。

【0005】

この工作機械につき、図14を用いて説明すると、図14において、符号19で示す工作機械は、加工ツールTを支持するリンクヘッド19A及びこのリンクヘッド19Aを移動・回転させるリンク190B、190B、191B、191Bを有するパラレルメカニズム19Bと、ワークWを支持するワーク支持台（図示せず）とを備えている。

【0006】

30

リンクヘッド19Aは、その長手方向に沿って基準線Bを有する平面矩形形状のツール支持台からなり、ベース（図示せず）の上方に回転かつ移動可能に支持されている。

【0007】

一方のリンク190B、190Bは、一端がリンクヘッド19Aに共通枢支部19Eを介して回転可能に枢支され、他端がベース上の第1ガイド19Fに一方のリンクスライダ19G、19Gを介して回転かつ移動可能に支持されている。

【0008】

他方のリンク191B、191Bは、一端がリンクヘッド19Aに共通枢支部19Hを介して回転可能に枢支され、他端が第1ガイド19Fと平行なベース上の第2ガイド19Iに他方のリンクスライダ19J、19Jを介して回転かつ移動可能に支持されている。

40

【0009】

以上の構成により、一方のリンク190B、190Bを第1ガイド19Fに沿って、また他方のリンク191B、191Bを第2ガイド19Iに沿ってそれぞれ移動させると、リンクヘッド19AがX軸を含む平面内で回転・移動する。

【0010】

一方、ワーク支持台（図示せず）をX軸方向と直交するZ軸方向に沿って移動させるとともに、この移動方向に沿う軸線Wsの回りに回転させると、ワークがワーク支持台と共に移動・回転する。

【0011】

これにより、ワークに対する加工ツールによる5軸方向の加工が行われる。

50

【 0 0 1 2 】

ところで、この種の工作機械は、リンク 1 9 0 B , 1 9 0 B をそれぞれ移動させるボールねじを有する 1 対の第 1 駆動機構と、リンク 1 9 1 B , 1 9 1 B をそれぞれ移動させるボールねじを有する 1 対の第 2 駆動機構とを備え、さらにリンク 1 9 0 B , 1 9 0 B 同士及びリンク 1 9 1 B , 1 9 1 B 同士の衝突を回避するために各ボールねじが各リンクのガイド側端部の重心からオフセットした状態で配置されている。

【特許文献 1】特開 2 0 0 3 - 2 9 1 0 4 2 号公報 (図 2)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 3 】

しかしながら、各ボールねじが各リンクのガイド側端部の重心からオフセットした状態で配置されている従来の工作機械によると、各リンクのガイド側端部を同一方向に加速度移動させた場合、各リンクのガイド側端部に作用するモーメントが重なってリンクヘッドが一方向に大きく変位し、良好なリンクヘッドの加速度動作を得ることができないという問題があった。

【 0 0 1 4 】

従って、本発明の目的は、各リンクの同一方向への加速度移動時におけるリンクヘッドの変位を抑制することができ、もって良好なリンクヘッドの加速度動作を得ることができるパラレルメカニズム及びこれを備えた工作機械を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 5 】

(1) 本発明は、上記目的を達成するために、ワークを加工する加工ツール、及び前記ワークのうち一方を支持するリンクヘッドの 3 自由度の回動動作及び移動動作のうち少なくとも一方の動作が制御可能なパラレルメカニズムであって、一端が前記リンクヘッドに第 1 回動部を介して第 1 軸線の回りに回動可能に接続され、他端が前記第 1 軸線と平行な軸線の回りに回動可能にかつ前記第 1 軸線と直交する第 2 軸線と平行な第 3 軸線上に移動可能に支持された 1 対のリンクから構成された第 1 リンク機構と、前記第 1 リンク機構の前記 1 対のリンクの他端に対して前記第 3 軸線を挟んで前記第 2 軸線と平行な 2 つの軸線方向にそれぞれ移動力を付与するための 1 対の第 1 駆動機構と、一端が前記リンクヘッドに第 2 回動部を介して前記第 1 軸線と平行な軸線の回りに回動可能に接続され、他端が前記第 1 軸線と平行な軸線の回りに回動可能にかつ前記第 2 軸線と平行な第 4 軸線上に移動可能に支持された 1 対のリンクから構成された第 2 リンク機構と、前記第 2 リンク機構の前記 1 対のリンクの他端に対して前記第 4 軸線を挟んで前記第 2 軸線と平行な 2 つの軸線方向にそれぞれ移動力を付与するための 1 対の第 2 駆動機構とを備え、前記 1 対の第 2 駆動機構及び前記 1 対の第 1 駆動機構は、前記各リンクの他端に前記移動力を付与する移動力付与部材をそれぞれ含み、前記各移動力付与部材が前記各リンクの他端の同一方向への加速度移動に伴い前記第 2 リンク機構の前記 1 対のリンクの他端に作用するモーメントと前記第 1 リンク機構の前記 1 対のリンクの他端に作用するモーメントとを互いに打ち消す位置に配置されているパラレルメカニズムを提供する。

【 0 0 1 6 】

(2) 本発明は、上記目的を達成するために、ワークを加工する加工ツール、及び前記ワークのうち一方を支持するリンクヘッドの 3 自由度の回動動作及び移動動作のうち少なくとも一方の動作が制御可能なパラレルメカニズムと、前記加工ツール及び前記ワークのうち他方を支持するベッドとを備えた工作機械であって、前記パラレルメカニズムは、一端が前記リンクヘッドに第 1 回動部を介して第 1 軸線の回りに回動可能に接続され、他端が前記第 1 軸線と平行な軸線の回りに回動可能にかつ前記第 1 軸線と直交する第 2 軸線と平行な第 3 軸線上に移動可能に支持された 1 対のリンクから構成された第 1 リンク機構と、前記第 1 リンク機構の前記 1 対のリンクの他端に対して前記第 3 軸線を挟んで前記第 2 軸線と平行な 2 つの軸線方向にそれぞれ移動力を付与するための 1 対の第 1 駆動機構と、一端が前記リンクヘッドに第 2 回動部を介して前記第 1 軸線と平行な軸線の回りに回動可能

10

20

30

40

50

に接続され、他端が前記第 1 軸線と平行な軸線の回りに回動可能にかつ前記第 2 軸線と平行な第 4 軸線上に移動可能に支持された 1 対のリンクから構成された第 2 リンク機構と、前記第 2 リンク機構の前記 1 対のリンクの他端に対して前記第 4 軸線を挟んで前記第 2 軸線と平行な 2 つの軸線方向にそれぞれ移動力を付与するための 1 対の第 2 駆動機構とを備え、前記 1 対の第 2 駆動機構及び前記 1 対の第 1 駆動機構は、前記各リンクの他端に前記移動力を付与する移動力付与部材をそれぞれ含み、前記各移動力付与部材が前記各リンクの他端の同一方向への加速度移動に伴い前記第 2 リンク機構の前記 1 対のリンクの他端に作用するモーメントと前記第 1 リンク機構の前記 1 対のリンクの他端に作用するモーメントとを互いに打ち消す位置に配置されている工作機械を提供する。

【発明の効果】

【0017】

本発明によると、各リンクの同一方向への加速度移動時におけるリンクヘッドの変位を抑制することができ、リンクヘッドの良好な加速度動作を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

[第 1 の実施の形態]

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る工作機械の全体を説明するために示す平面図である。図 2 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る工作機械の制御装置を説明するために示すブロック図である。図 3 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る工作機械のパラレルメカニズムを説明するために示す斜視図である。図 4 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る工作機械の駆動機構を説明するために示す正面図である。なお、以下の説明においては、互いに直交する 3 つの方向をそれぞれ Z 軸方向（図 1 における主軸方向）及び X 軸方向（図 1 における紙面上で Z 軸に直交する方向）・Y 軸方向（X 軸及び Z 軸に直交する方向）とする。

【0019】

〔工作機械の全体構成〕

図 1 及び図 2 において、符号 1 で示す工作機械は、例えば円筒研削盤からなり、工作機械本体 2 及び制御装置 3・付属装置（図示せず）から大略構成されている。

【0020】

（工作機械本体 2 の構成）

工作機械本体 2 は、図 1 に示すように、ワーク W を回転駆動可能に支持するワーク支持駆動ユニット 100 と、砥石等の加工ツール 501 が着脱可能に装着されるホイール回転主軸ユニット 200 と、リンクヘッド 301 をツール取付側に保持するパラレルメカニズム 300 とを備えている。

【0021】

<ワーク支持駆動ユニット 100 の構成>

ワーク支持駆動ユニット 100 は、主軸台ベース 101 及び左右 2 つの主軸台 103 を有し、ベッド（基台）10 上の前方端部（図 1 では下側）に載置されている。主軸台ベース 101 の背面部（図 1 では上側）には、左右（Z 軸と平行な軸線）方向に所定の間隔をもって並列し、かつ Z 軸と平行な軸線方向に延在する左右 2 つの主軸台スライドガイド 102, 102 が配設されている。左右 2 つの主軸台 103, 103 は、それぞれが対応する主軸台スライドガイド 102, 102 上に Z 軸方向に沿って移動可能に配設されている。そして、各主軸台スライドガイド 102, 102 上における所定の位置に位置決めされ、その両中心部間でワーク W を挟持するように構成されている。左右 2 つの主軸台 103, 103 には、それぞれ主軸 105, 105 を所定の回転数で回転駆動する主軸駆動モータ 104, 104 が搭載されている。

【0022】

<ホイール回転主軸ユニット 200 の構成>

ホイール回転主軸ユニット 200 は、加工ツール 501 の被把持部を把持可能なホイール回転主軸 201 及びこのホイール回転主軸 201 を回転駆動するホイール回転主軸駆動

10

20

30

40

50

モータ（図示せず）を有し、リンクヘッド301に搭載されている。そして、ホイール回転主軸駆動モータの回転駆動力をホイール回転主軸201に伝達し、さらにホイール回転主軸201上の加工ツール501を所定の回転数で回転駆動するように構成されている。

【0023】

<パラレルメカニズム300の構成>

パラレルメカニズム300は、図3に示すように、1対のリンク集合体（リンク機構）350, 351を有する多自由度（直線2軸及び回転1軸の3自由度）リンク機構からなり、ワーク支持駆動ユニット100の後方に配設され、かつベッド10の立ち上がり部（図示せず）にZ軸と平行な軸線方向に延在するスライダ案内用のレール360, 360及びスライダ案内用のレール363, 363を介して片持ち支持されている。そして、前述したように加工ツール取付側にリンクヘッド301を保持するように構成されている。

10

【0024】

一方のガイドレール360, 360は、Z軸と平行な軸線方向に延在するガイドレールからなり、Y軸と平行な軸線方向に互いに所定の間隔をもって並列する位置に配置されている。

【0025】

他方のガイドレール363, 363は、Z軸と平行な軸線方向に延在するガイドレールからなり、一方のガイドレール360, 360の後方に配設され、かつY軸と平行な軸線方向に互いに所定の間隔をもって並列する位置に配置されている。

【0026】

リンクヘッド301は、リンク集合体350, 351のリンクヘッド側端部に保持され、ベッド10に対しY軸と直交する同一の仮想面（移動・回動仮想面）上でY軸と平行な軸線の回りに回動し、かつX軸・Z軸の2方向に移動し得るように構成されている。

20

【0027】

リンクヘッド301の上面部には、加工ツール501の回転軸線Tと平行なジョイント案内用のレール352及びこのレール352上を矢印方向（Y軸と直交する一軸線方向）に移動可能な被検出部付きの直動ジョイント（変位機構）353が配設されている。直動ジョイント353の上面部には、第2回動部（接続部）であって、Y軸と平行な軸線の回りに回動する1自由度の回転ジョイント355が配設されている。これにより、回転ジョイント355が直動ジョイント353と共にレール352上を移動可能となる。また、リンクヘッド301の上面部には、直動ジョイント353の被検出部（スリット）353Aを検出し、両回転ジョイント354, 355間の距離Lの誤差を検出するためのリニアスケール等の位置センサ380（図2に示す）が配設されている。

30

【0028】

リンクヘッド301の下面部には、回転ジョイント355の配設位置とは直動ジョイント353の移動方向にオフセットされた位置で移動不能な第1回動部（接続部）であって、Y軸と平行な軸線（鉛直線とする第1軸線）の回りに回動する1自由度の回転ジョイント354が配設されている。

【0029】

1対のリンク集合体350, 351は、ベッド10（立ち上がり部）とリンクヘッド301との間に配設され、かつリンクヘッド301の移動・回動仮想面を水平面とする位置に保持されている。そして、アクチュエータ356～359（図2に示す）の駆動によってリンクヘッド301を同一の移動・回動仮想面上でX軸及びZ軸方向のうち少なくとも一方に沿って移動させるとともに、Y軸と平行な回りに回動させてその位置及び姿勢を変更し得るように構成されている。

40

【0030】

一方のリンク集合体（第1リンク機構）350は、リンクヘッド301の移動・回動仮想面と平行な仮想面上で揺動可能な2つのリンク350A, 350Bを有し、リンクヘッド301の下方に配設されている。リンク350A, 350Bのリンク長は同一の寸法に設定されている。

50

【0031】

リンク350Aは、一方側のリンク端部（一端）が回転ジョイント354に回動可能に連結され、他方側のリンク端部（他端）がベッド10上におけるスライダ案内用のレール360、360にスライダ361及び回転ジョイント381を介して移動・回動可能に連結されている。そして、リンク350Aの一端が回転ジョイント354を介して回動し、またリンク350Aの他端がアクチュエータ356によってレール360、360上を矢印U1、U2方向に移動し得るようにそれぞれ構成されている。ここで、回転ジョイント354は、Y軸と平行な軸線（第1軸線）の回りに回転する1自由度のジョイントとして機能する。回転ジョイント381は、Y軸と平行な軸線の回りに回転する1自由度のジョイントとして機能する。

10

【0032】

リンク350Bは、一方側のリンク端部（一端）が回転ジョイント354に回動可能に連結され、他方側のリンク端部（他端）がスライダ案内用のレール360、360にスライダ362及び回転ジョイント382を介して移動・回動可能に連結されている。そして、リンク350Bの一端が回転ジョイント354を介して回動し、またリンク350Bの他端がアクチュエータ357によってレール360、360上を矢印U1、U2方向に移動し得るようにそれぞれ構成されている。ここで、回転ジョイント382は、Y軸と平行な軸線の回りに回転する1自由度のジョイントとして機能する。

【0033】

他方のリンク集合体（第2のリンク機構）351は、リンクヘッド301の移動・回動仮想面と平行な仮想面（リンク集合体351が配置される仮想面と平行な仮想面）上で揺動可能な2つのリンク351A、351Bを有し、リンクヘッド301の上方に配設され、かつリンク集合体350に並設されている。リンク351A、351Bのリンク長は、両リンク350A、350Bのリンク長と同一の寸法に設定されている。

20

【0034】

リンク351Aは、一方側のリンク端部（一端）がリンクヘッド301に直動ジョイント353及び回転ジョイント355を介して移動・回動可能に連結され、他方側のリンク端部（他端）がレール360、360と平行な位置でベッド10上におけるスライダ案内用のレール363、363にスライダ364及び回転ジョイント383を介して移動・回動可能に連結されている。そして、リンク351Aの一端が回転ジョイント355を介して回動し、またリンク351Aの他端がアクチュエータ358によってレール363、363上を矢印U3、U4方向に移動し得るようにそれぞれ構成されている。ここで、回転ジョイント355、383は、Y軸と平行な軸線の回りに回転する1自由度のジョイントとして機能する。

30

【0035】

リンク351Bは、一方側のリンク端部（一端）がリンクヘッド301に直動ジョイント353及び回転ジョイント355を介して移動・回動可能に連結され、他方側のリンク端部がレール363、363にスライダ365及び回転ジョイント384を介して移動・回動可能に連結されている。そして、リンク351Bの一端が回転ジョイント355を介して回動し、またリンク351Bの他端がアクチュエータ359によってレール363、363上を矢印U3、U4方向に移動し得るようにそれぞれ構成されている。ここで、回転ジョイント384は、Y軸と平行な軸線の回りに回転する1自由度のジョイントとして機能する。

40

【0036】

アクチュエータ356～359としては、図4に示すように、スライダ361、362にそれぞれZ軸と平行な軸線a、b方向の移動力を、またスライダ364、365にそれぞれZ軸と平行な軸線c、d方向の移動力をそれぞれ付与する移動力付与部材としての送りねじ356A～359Aを含む例えばサーボモータからなる駆動機構が用いられる。そして、送りねじ356A、357Aを駆動してスライダ361、362（重心G1、G2）をZ軸と平行な軸線（軸線a、b間を2等分する第3軸線）eに沿って、また送りねじ

50

358A, 359Aを駆動してスライダ364, 365(重心G3, G4)をZ軸と平行な軸線(軸線c, d間を2等分する第4軸線)fに沿ってそれぞれ移動させるように構成されている。このため、送りねじ356A, 357AがX軸と直交するベッド10(立ち上がり部)上の平面部10Aにおける軸線a, b上に、送りねじ358A, 359AがX軸と直交するベッド10(立ち上がり部)上の平面部10Bにおける軸線c, d上にそれぞれ配置されている。これにより、スライダ361, 362, 364, 365の同一方向(例えば矢印S方向)への加速度移動に伴いスライダ361, 362に作用するモーメントM1, M2とスライダ364, 365に作用するモーメントM3, M4とが、すなわちリンクヘッド301に対してY軸に沿って互いに反対方向に生じる変位F1, F2が打ち消される。

10

【0037】

なお、本実施の形態においては、軸線a, c間のY軸方向寸法が第3軸線eと第4軸線fとの間のY軸方向寸法よりも小さい寸法となる位置に送りねじ356A, 358Aを、また軸線b, d間のY軸方向寸法が第3軸線eと第4軸線fとの間のY軸方向寸法よりも大きい寸法となる位置に送りねじ357A, 359Aをそれぞれ配置することにより、モーメントM1, M2とモーメントM3, M4とが打ち消される場合について説明したが、本発明はこれに限定されず、軸線a, c間のY軸方向寸法が第3軸線eと第4軸線fとの間のY軸方向寸法よりも大きい寸法となる位置に送りねじ356A, 358Aを、また軸線b, d間のY軸方向寸法が第3軸線eと第4軸線fとの間のY軸方向寸法よりも小さい寸法となる位置に送りねじ357A, 359Aをそれぞれ配置することにより、スライダ361, 362に作用するモーメントとスライダ364, 365に作用するモーメントとが打ち消される構造としてもよい。

20

【0038】

アクチュエータ356~359にはモータ回転検出用エンコーダ31~34(図2に示す)が取り付けられている。なお、アクチュエータ356~359としてはリニアモータ等の駆動機構を用いてもよい。

【0039】

(制御装置3の構成)

制御装置3は、図2に示すように、CPU(中央演算処理装置)71及びメモリ72・インターフェイス(I/F)73~75を備え、直交座標系で与えられるリンクヘッド301の移動位置情報に対応する指令値Uを機構パラメータPに基づいてアクチュエータ356~359の出力値に変換し、これら各アクチュエータ356~359を駆動制御するように構成されている。

30

【0040】

<CPU71の構成>

CPU71は、メモリ72あるいは外部記憶装置78に記憶された加工プログラムを読み出し解析し、直交座標系で与えられるリンクヘッド301の移動位置・姿勢情報を機構パラメータPに基づき各アクチュエータ356~359への駆動指令値に変換してサーボモータユニット80へ出力する。

【0041】

<メモリ72の構成>

メモリ72には、加工ツール501による実加工処理を実行するための加工プログラムや機構パラメータP等の各種情報が記憶されている。

40

【0042】

<インターフェイス73~75の構成>

インターフェイス73には、アクチュエータ(サーボモータ)356~359を駆動するサーボモータユニット80(81~84)が接続されている。サーボモータユニット81~84は、CPU71からの指令値に基づいてアクチュエータ356~359をそれぞれ駆動し、これら各アクチュエータ356~359のモータ回転検出用エンコーダ31~34からの出力によってフィードバック制御を実行する。インターフェイス74には、加

50

工データ等を入力するためのキーボード（ＫＢ）７６及び加工データや工作機械１の状態等を表示する画像表示装置（ＣＲＴ）７７・加工データを記憶する外部記憶装置７８が接続されている。インターフェース７５には位置センサ３８０が接続されている。

【００４３】

（付属装置の構成）

付属装置は、オイル供給装置・冷却装置・エア供給装置・クーラント供給装置と、これら装置を工作機械本体２に接続するダクト装置等とから構成されている。

【００４４】

〔工作機械１の動作〕

次に、本実施の形態に係る工作機械の動作につき、図５～図８を用いて説明する。図５は、本発明の第１の実施の形態に係る工作機械におけるリンクヘッドのＸ軸平行動作を説明するために示す平面図である。図６は、本発明の第１の実施の形態に係る工作機械におけるリンクヘッドの回動動作を説明するために示す平面図である。図７は、本発明の第１の実施の形態に係る工作機械におけるリンクヘッドのＸ－Ｚ軸平行動作を説明するために示す平面図である。図８は、本発明の第１の実施の形態に係る工作機械におけるリンクヘッドのＸ－Ｚ軸平行・回動動作を説明するために示す平面図である。なお、図５～図８においては、スライダ及び直動ジョイント等が省略されている。

10

【００４５】

「Ｘ軸平行動作」

図５に２点鎖線で示す初期位置から回転ジョイント３８１，３８２（スライダ３６１，３６２）を同一の移動量Ｚ１で互いに接近する方向にレール３６０に沿って移動させるとともに、回転ジョイント３８３，３８４（スライダ３６４，３６５）を同一の移動量Ｚ２（ $Z_1 = Z_2$ ）で互いに接近する方向にレール３６３に沿って移動させると、加工ツール５０１の回転軸線Ｔを基準線Ｏに合致させた状態でリンクヘッド３０１がＸ軸方向に移動して図５に実線で示す位置に配置される。

20

【００４６】

「回動動作」

図６に２点鎖線で示す初期位置から回転ジョイント３８１，３８２（スライダ３６１，３６２）を互いに異なる移動量Ｚ１，Ｚ２（ $Z_2 > Z_1$ ）で同方向（左方）に移動させるとともに、回転ジョイント３８３，３８４（スライダ３６４，３６５）を互いに異なる移動量Ｚ３，Ｚ４（ $Z_4 > Z_2 > Z_3 > Z_1$ ）で同方向（左方）に移動させると、リンクヘッド３０１がＹ軸と平行な軸線を中心に反時計方向に回動して例えば加工ツール５０１の回転軸線Ｔを基準線Ｏと直角にした状態で図６に実線で示す位置に配置される。

30

【００４７】

「Ｘ－Ｙ軸平行動作」

図７に実線で示す移動位置から回転ジョイント３８１，３８２（スライダ３６１，３６２）を互いに異なる移動量Ｚ１，Ｚ２（ $Z_2 > Z_1$ ）で同方向（右方）にそれぞれ移動させるとともに、回転ジョイント３８３，３８４（スライダ３６４，３６５）を互いに異なる移動量Ｚ３，Ｚ４（ $Z_4 > Z_2 > Z_1 > Z_3$ ）で同方向（右方）にそれぞれ移動させると、リンクヘッド３０１が斜方に移動して図７に２点鎖線で示す位置に配置される。

40

【００４８】

「Ｘ－Ｚ軸平行・回動動作」

図８に実線で示す移動位置から回転ジョイント３８１，３８２（スライダ３６１，３６２）を互いに異なる移動量Ｚ１，Ｚ２（ $Z_2 > Z_1$ ）で同方向（右方）にそれぞれ移動させるとともに、回転ジョイント３８３，３８４（スライダ３６４，３６５）を互いに異なる移動量Ｚ３，Ｚ４（ $Z_4 > Z_2 > Z_1 > Z_3$ ）で同方向（右方）にそれぞれ移動させると、リンクヘッド３０１が斜方に移動するとともに、Ｙ軸と平行な軸線を中心に時計方向に回動して図８に２点鎖線で示す位置に配置される。この場合、回転ジョイント３８４（スライダ３６５）の移動量は、「Ｘ－Ｚ軸平行動作」の場合における回転ジョイント３８４（スライダ３６５）の移動量より大きい移動量に設定されている。

50

【 0 0 4 9 】

このように、本実施の形態においては、リンクヘッド 3 0 1 を X 軸及び Z 軸のうち少なくとも一方に沿って移動させるとともに、Y 軸と平行な軸線の回りに回動させることにより、リンクヘッド 3 0 1 の位置及び姿勢を制御し、左右 2 つの主軸台 1 0 3 によって挟持されたワーク W に対する加工を行うことができる。

【 0 0 5 0 】

この場合、スライダ 3 6 1 , 3 6 2 , 3 6 4 , 3 6 5 を位置決めすると、リンクヘッド 3 0 1 上の回転ジョイント 3 5 4 , 3 5 5 の位置がそれぞれ決定されるため、リンクヘッド 3 0 1 の移動・回動位置（加工ツール 5 0 1 の先端位置）が決定される。このため、リンクヘッド 3 0 1 を所望の移動・回動位置に位置決めするには、これら移動・回動位置から特定の演算式（逆変換式）に基づいてスライダ 3 6 1 , 3 6 2 , 3 6 4 , 3 6 5 の位置を演算し、これら演算値に対応する位置にスライダ 3 6 1 , 3 6 2 , 3 6 4 , 3 6 5 を移動させる。

10

【 0 0 5 1 】

次に、特定の逆変換式を用いてスライダ 3 6 1 , 3 6 2 , 3 6 4 , 3 6 5 の位置（移動量）を求める手順について説明する。ここで、図 9 において、加工ツール 5 0 1 の先端位置の座標を (X , Z , B) とし、回転ジョイント 3 5 4 の座標 (X₁ , Z₁) 及び回転ジョイント 3 5 5 の座標 (X₂ , Z₂) を求めると、次に示すようになる。

【 0 0 5 2 】

図 9 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る工作機械におけるスライダの位置を求める手順を説明するために示す平面図である。

20

【 0 0 5 3 】

【 数 1 】

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ z_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos B & \sin B \\ -\sin B & \cos B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} TO1x \\ TO1z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x \\ z \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x_2 \\ z_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos B & \sin B \\ -\sin B & \cos B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} TO2x \\ TO2z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x \\ z \end{bmatrix}$$

30

【 0 0 5 4 】

これより、アクチュエータ 3 5 6 ~ 3 5 9 によるスライダ 3 6 1 , 3 6 2 , 3 6 4 , 3 6 5 の移動量（アクチュエータの座標）U = (U₁ , U₂ , U₃ , U₄) は、次のように求められる。

【 0 0 5 5 】

【 数 2 】

アクチュエータ座標: U = (U₁ , U₂ , U₃ , U₄)

$$U_1 = -\{(x_1 - SLO1x)\sin SLA1 + (z_1 - SLO1z)\cos SLA1\}$$

$$+ \sqrt{\{(x_1 - SLO1x)\sin SLA1 + (z_1 - SLO1z)\cos SLA1\}^2 - \{(x_1 - SLO1x)^2 + (z_1 - SLO1z)^2 - RL1^2\}}$$

40

$$U_2 = \{(x_1 - SLO2x)\sin SLA2 + (z_1 - SLO2z)\cos SLA2\}$$

$$+ \sqrt{\{(x_1 - SLO2x)\sin SLA2 + (z_1 - SLO2z)\cos SLA2\}^2 - \{(x_1 - SLO2x)^2 + (z_1 - SLO2z)^2 - RL2^2\}}$$

$$U_3 = -\{(x_2 - SLO3x)\sin SLA3 + (z_2 - SLO3z)\cos SLA3\}$$

$$+ \sqrt{\{(x_2 - SLO3x)\sin SLA3 + (z_2 - SLO3z)\cos SLA3\}^2 - \{(x_2 - SLO3x)^2 + (z_2 - SLO3z)^2 - RL3^2\}}$$

$$U_4 = \{(x_2 - SLO4x)\sin SLA4 + (z_2 - SLO4z)\cos SLA4\}$$

$$+ \sqrt{\{(x_2 - SLO4x)\sin SLA4 + (z_2 - SLO4z)\cos SLA4\}^2 - \{(x_2 - SLO4x)^2 + (z_2 - SLO4z)^2 - RL4^2\}}$$

【 0 0 5 6 】

50

なお、スライド原点位置 (SLO1x, SLO1z, SLO2x, SLO2z, SLO3x, SLO3z, SLO4x, SLO4z) 及びスライド角度 (SLA1, SLA2, SLA3, SLA4)・リンク長 (RL1, RL2, RL3, RL4<但し、図9の例ではRL1=RL2=RL3=RL4>) は、図9に示すようなパラレルメカニズム300の機構パラメータPである。

【0057】

このようにして求められるアクチュエータ座標Uにスライダ361, 362, 364, 365を位置決めすることにより、リンクヘッド301の位置及び姿勢を制御することができる。この場合、回転ジョイント354と回転ジョイント355のX-Z平面での距離Lを逆変換式の中で定数としているため、直動ジョイント353(図3に示す)はリンクヘッド301に対して理論上は変位しない。ところが、現実には、パラレルメカニズム300を構成する各構成部品の製造誤差, 組付誤差あるいは温度変化等の使用環境や長期使用による経年変化等により機構パラメータPは理論値通りではなく誤差を含むため、直動ジョイント353は変位してこれら誤差を吸収する。

10

【0058】

本実施の形態においては、リンクヘッド301がX軸平行動作・Z軸平行動作・Y軸回り(Y軸と平行な軸線の回り)の回動動作を行うことができる。すなわち、リンクヘッド301は3自由度をもって動作することが可能である。リンクヘッド301が3自由度の動作を達成するためには、図10(a)に示すように3つのリンク350A, 350B, 351Aをそれぞれ駆動する3つの駆動機構(アクチュエータ)を備えることが必要十分条件である。これに対して、本実施の形態におけるパラレルメカニズム300は、図10(b)に示すように4つのリンク350A, 350B, 351A, 351Bをそれぞれ駆動する4つの駆動機構(アクチュエータ356~359)を備えている。これには冗長な駆動機構が存在する。この冗長な駆動機構を備えた理由は、パラレルメカニズムの課題である特異点が存在しないようにするためである。冗長な自由度をもたない図10(a)の構成では、U1軸, U2軸を固定し、U3軸がリンクヘッド301を回動させようとした場合、2つの回転ジョイント354, 355を結ぶ線分にリンク351Aが整列する状態においてU3軸を移動させることができない、いわゆる過可動特異点が存在する。これに対して、本実施の形態においては、図10(b)に示すように冗長な駆動軸(この状態ではU4軸)を有するため、特異点が存在しない。

20

30

【0059】

図10(a)及び(b)は、リンクが3つである場合と比べてリンクが4つである場合の利点について説明するために示す平面図である。図10(a)はリンクが3つである場合を、図10(b)はリンクが4つである場合をそれぞれ示す。

【0060】

[第1の実施の形態の効果]

以上説明した第1の実施の形態によれば、次に示す効果が得られる。

【0061】

(1) 各リンク350A, 350B, 351A, 351Bの同一方向への加速度移動時におけるリンクヘッド301の変位を抑制することができ、リンクヘッド301の良好な加速度動作を得ることができる。

40

【0062】

(2) 回転ジョイント355がリンクヘッド301上で移動可能であるため、各構成部品の加工精度や構成部品同士の組付精度が悪い場合や、またリンク350A, 350B, 351A, 351Bが使用時等の熱変化によって伸縮する場合等の機構パラメータPに起因する各種誤差を吸収することができ、これら寸法誤差に起因する構成部品及びアクチュエータへの過負荷発生を防止することができる。

【0063】

(3) 各リンク集合体350, 351がリンクヘッド301を介して互いに並設されているため、リンク350A, 350Bとリンク351A, 351Bとが互いに交差すること

50

がない。これにより、リンク 350A, 350B 及びリンク 351A, 351B の回動角を十分に大きい角度に設定することができ、リンクヘッド 301 の移動・回動動作として所望の移動・回動動作（回動範囲は 360° 以上）を得ることができる。

【0064】

(4) リンクヘッド 301 がリンク集合体 350, 351 によってベッド 10（立ち上がり部）に片持ち支持されているため、リンク集合体 350, 351 及びレール 360, 360・レール 363, 363 の設置スペースを縮小することができ、機構全体の小型化を図ることができる。

【0065】

[第 2 の実施の形態]

図 11 は、本発明の第 2 の実施の形態に係るパラレルメカニズムを説明するために示す斜視図である。図 11 において、図 3 と同一又は同等の部材については同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0066】

図 11 に示すように、第 2 の実施の形態に示すパラレルメカニズム 321 は、リンク集合体（第 1 リンク機構）350 が Y 軸と平行な軸線（第 1 軸線）方向においてリンク集合体（第 2 リンク機構）351 の外側に配置されている点に特徴がある。

【0067】

このため、一方のリンク集合体 350 は、リンク 350A がリンクヘッド 301 を挟持するリンク部 3500A, 3501A（リンク 350A の一端）、及びこれら両リンク部 3500A, 3501A を連結する連結部 3502A（リンク 350A の他端）を有するコ字状部材によって、またリンク 350B がリンクヘッド 301 を挟持するリンク部 3500B, 3501B（リンク 350B の一端）、及びこれら両リンク部 3500B, 3501B を連結する連結部 3502B（リンク 350B の他端）を有するコ字状部材によってそれぞれ形成されている。

【0068】

他方のリンク集合体 351 は、リンク 351A がリンクヘッド 301 を挟持するリンク部 3510A, 3511A（リンク 351A の一端）、及びこれら両リンク部 3510A, 3511A を連結する連結部 3512A（リンク 351A の他端）を有するコ字状部材によって、またリンク 351B がリンクヘッド 301 を挟持するリンク部 3510B, 3511B（リンク 351B の一端）、及びこれら両リンク部 3510B, 3511B を連結する連結部 3512B（リンク 351B の他端）を有するコ字状部材によってそれぞれ形成されている。

【0069】

リンク 350A は、リンク部 3500A, 3501A がそれぞれ回転ジョイント 354, 354 を介してリンクヘッド 301 に回動可能に、また連結部 3502A がスライダ 361 及び回転ジョイント 381 を介してレール 360, 360 に回動・移動可能にそれぞれ連結されている。

【0070】

リンク 350B は、リンク部 3500B, 3501B がそれぞれ回転ジョイント 354, 354 を介してリンクヘッド 301 に回動可能に、また連結部 3502B がスライダ 362 及び回転ジョイント 382 を介してレール 360, 360 に回動・移動可能にそれぞれ連結されている。

【0071】

リンク 351A は、リンク部 3510A, 3511A がそれぞれ回転ジョイント 355, 355 を介してリンクヘッド 301 に回動可能に、また連結部 3512A がスライダ 364 及び回転ジョイント 383 を介してレール 363, 363 に回動・移動可能にそれぞれ連結されている。

【0072】

リンク 351B は、リンク部 3510B, 3511B がそれぞれ回転ジョイント 355

10

20

30

40

50

、355を介してリンクヘッド301に回動可能に、また連結部3512Bがスライダ365及び回転ジョイント384を介してレール363、363に回動・移動可能にそれぞれ連結されている。

【0073】

リンクヘッド301の上面部及び下面部には、それぞれ加工ツール501の回転軸線Tと平行なジョイント案内用のレール352、352及びこれらレール352、352上を矢印方向（Y軸と直交する一軸線方向）に移動可能な被検出部付きの直動ジョイント353、353が配設されている。直動ジョイント353、353の上面部及び下面部には、それぞれリンクヘッド301の移動・回動仮想面内でY軸と平行な軸線に沿って並列する第2回動部（接続部）であって、Y軸と平行な軸線の回りに回転する1自由度の回転ジョイント355、355が配設されている。これにより、回転ジョイント355、355が直動ジョイント353、353と共にレール352、352上を移動される。回転ジョイント355、355にはそれぞれリンク351Aのリンク部3510A、3511A及びリンク351Bのリンク部3510B、3511Bが接続されている。

10

【0074】

また、リンクヘッド301の上面部及び下面部には、それぞれ回転ジョイント355、355の配設位置とは直動ジョイント353、353の移動方向にオフセットされた位置で移動不能な第1の回動部（接続部）であって、Y軸と平行な軸線（第1軸線）の回りに回転する1自由度の回転ジョイント354、354が配設されている。回転ジョイント354、354にはそれぞれリンク350Aのリンク部3500A、3501A及びリンク350Bのリンク部3500B、3501Bが接続されている。

20

【0075】

なお、本実施の形態においては、リンク350A、350Bが互いに回転ジョイント354、354を介して、またリンク351A、351Bが互いに回転ジョイント355、355を介してそれぞれ接続されている場合について説明したが、本発明はこれに限定されず、図12に示すようにリンク350A、350Bが互いに回転ジョイント354を介して、またリンク351A、351Bが回転ジョイント355を介して接続されている構造としてもよい。

【0076】

図12は、本発明の第2の実施の形態に係る平行メカニズムの変形例（1）を説明するために示す平面図である。

30

【0077】

この場合、リンク集合体350のリンク350A、350Bは、一方のリンク350Aのリンク部3500A、3501A及び他方のリンク350Bのリンク部3500B、3501Bがその一部を第1軸線（Y軸と平行な軸線）の方向に互いに重ねて接続された第1接続部A1及び第2接続部A2を有し、第1接続部A1では第1軸線の方向において一方のリンク350Aのリンク部3500A、3501Aのうち一方のリンク部3500Aが他方のリンク350Bのリンク部3500B、3501Bのうち一方のリンク部3500Bよりもリンクヘッド301から遠い側に、また第2接続部A2では第1軸線の方向において一方のリンク350Aのリンク部3500A、3501Aのうち他方のリンク部3501Aが他方のリンク350Bのリンク部3500B、3501Bのうち他方のリンク部3501Bよりもリンクヘッド301から近い側にそれぞれ配置されている。

40

【0078】

また、リンク集合体351のリンク351A、351Bは、一方のリンク351Aのリンク部3510A、3511A及び他方のリンク351Bのリンク部3510B、3511Bがその一部を第1軸線と平行な軸線方向に互いに重ねて接続された第3接続部B1及び第4接続部B2を有し、第3接続部B1では第1軸線と平行な軸線方向において一方のリンク351Aのリンク部3510A、3511Aのうち一方のリンク部3510Aが他方のリンク351Bのリンク部3510B、3511Bのうち一方のリンク部3510Bよりもリンクヘッド301から近い側に、また第4接続部B2では第1軸線と平行な軸線

50

方向において一方のリンク 3 5 1 A のリンク部 3 5 1 0 A , 3 5 1 1 A のうち他方のリンク部 3 5 1 1 A が他方のリンク 3 5 1 B のリンク部 3 5 1 0 B , 3 5 1 1 B のうち他方のリンク部 3 5 1 1 B よりもリンクヘッド 3 0 1 から遠い側にそれぞれ配置されている。

【 0 0 7 9 】

これにより、パラレルメカニズム全体における左右側（リンク 3 5 0 A , 3 5 1 A 側とリンク 3 5 0 B , 3 5 1 B 側）の剛性差を小さくすることができる。

【 0 0 8 0 】

また、リンク 3 5 0 A とリンク 3 5 0 B と及びリンク 3 5 1 A とリンク 3 5 1 B とをそれぞれ同一形状に加工することができるとともに、同一サイズに設定することができ、コストの低廉化を図ることができる。

10

【 0 0 8 1 】

上記実施の形態では、パラレルメカニズム全体における左右側の剛性差を小さくするために、第 1 接続部 A 1 及び第 3 接続部 B 1 においてリンクヘッド 3 0 1 からリンク部 3 5 0 0 A , 3 5 1 0 B がリンク部 3 5 0 0 B , 3 5 1 0 A よりも遠い側に配置するとともに、第 2 接続部 A 2 及び第 4 接続部 B 2 においてリンクヘッド 3 0 1 からリンク部 3 5 0 1 A , 3 5 1 1 B がリンク部 3 5 0 1 B , 3 5 1 1 A よりも近い側に配置する場合について説明したが、本発明はこれに限定されず、第 1 接続部 A 1 及び第 3 接続部 B 1 においてリンクヘッド 3 0 1 からリンク部 3 5 0 0 A , 3 5 1 0 B がリンク部 3 5 0 0 B , 3 5 1 0 A よりも近い側に配置するとともに、第 2 接続部 A 2 及び第 4 接続部 B 2 においてリンクヘッド 3 0 1 からリンク部 3 5 0 1 A , 3 5 1 1 B がリンク部 3 5 0 1 B , 3 5 1 1 A よりも遠い側に配置してもよい。

20

【 0 0 8 2 】

また、上記実施の形態に示すように、リンク部同士が一部を重ねて相対回転可能に接続される場合には、両リンク部間に軸受を介在させることが望ましい。この場合、プリロードを付与した状態で 2 つのリンク部をリンクヘッドに連結することができる。例えば、図 1 3 に示すように、リンクヘッド 3 0 1 に立設されたシャフト 2 2 に対して軸受（ボールベアリング）2 3 を介してリンク部 3 5 1 1 B を、また軸受（ボールベアリング）2 4 を介してリンク部 3 5 1 1 A をそれぞれ支持するとともに、軸受 2 4 をリンク部 3 5 1 1 A （リンクヘッド 3 0 1 ）に締付部材（ナット）2 5 によって圧接し、かつ両リンク部 3 5 1 1 A , 3 5 1 1 B 間にスペーサ 2 6 を介装し、さらにはこのスペーサ 2 6 とリンク部 3 5 1 1 B との間に軸受（スラストベアリング）2 7 を介装する。これにより、リンクヘッド 3 0 1 とナット 2 5 との間におけるリンク部 3 5 1 1 A , 3 5 1 1 B のがたつき発生を防止することができ、パラレルメカニズム全体の剛性を高めることができる。なお、軸受 2 3 としてはボールベアリングである場合について説明したが、これに限定されず、テーパローラベアリングなど他の軸受でもよい。

30

【 0 0 8 3 】

図 1 3 は、本発明の第 2 の実施の形態に係るパラレルメカニズムの変形例（ 2 ）を説明するために示す平面図である。

【 0 0 8 4 】

[第 2 の実施の形態の効果]

40

以上説明した第 2 の実施の形態によれば、第 1 の実施の形態の効果（ 1 ）～（ 4 ）に加え、次に示す効果が得られる。

【 0 0 8 5 】

リンク 3 5 0 A , 3 5 0 B , 3 5 1 A , 3 5 1 B の重力（ Y 軸 ）方向寸法が幅広の寸法に設定されているため、リンク 3 5 0 A , 3 5 0 B , 3 5 1 A , 3 5 1 B の重力方向の撓みを抑制することができ、リンク 3 5 0 A , 3 5 0 B , 3 5 1 A , 3 5 1 B の撓みによる位置決め誤差等を小さくすることができる。

【 0 0 8 6 】

以上、本発明の工作機械を上記の実施の形態に基づいて説明したが、本発明は上記の実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々の態様において実

50

施することが可能であり、例えば次に示すような変形も可能である。

【0087】

(1) 各実施の形態では、リンク350A, 350B, 351A, 351Bのリンク長を同一の寸法にして部品の共通化を図るために、各スライダ案内用のレール360, 365をY軸方向のみならずX軸方向にも離間させて平行に配置する場合について説明したが、本発明はX軸方向には離間させる必要はなく、ベッド10(立ち上がり部)の同一平面状に両スライダ案内用のレール360, 363を取り付けるようにしてもよい。

【0088】

(2) 各実施の形態では、制御対象としての加工ツール501がリンクヘッド301にホイール回転主軸ユニット200を介して保持されるパラレルメカニズム300である場合

10

【0089】

(3) 各実施の形態では、砥石を加工ツール501とする工作機械1に適用する場合について説明したが、本発明はこれに限定されず、例えば旋削用電着ホイール等の旋削工具あるいはレーザ焼入れヘッド等の熱処理工具・表面仕上げ工具等を加工ツールとする他の工作機械に適用し得ることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【0090】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る工作機械の全体を説明するために示す平面図。

20

【図2】本発明の第1の実施の形態に係る工作機械の制御装置を説明するために示すブロック図。

【図3】本発明の第1の実施の形態に係る工作機械のパラレルメカニズムを説明するために示す斜視図。

【図4】本発明の第1の実施の形態に係る工作機械の駆動機構を説明するために示す正面図。

【図5】本発明の第1の実施の形態に係る工作機械におけるリンクヘッドのX軸平行動作を説明するために示す平面図。

【図6】本発明の第1の実施の形態に係る工作機械におけるリンクヘッドの回動動作を説明するために示す平面図。

30

【図7】本発明の第1の実施の形態に係る工作機械におけるリンクヘッドのX-Z軸平行動作を説明するために示す平面図。

【図8】本発明の第1の実施の形態に係る工作機械におけるリンクヘッドのX-Z軸平行・回動動作を説明するために示す平面図。

【図9】本発明の第1の実施の形態に係る工作機械におけるスライダの位置を求める手順を説明するために示す平面図。

【図10】(a)及び(b)は、リンクが3つである場合と比べてリンクが4つである場合の利点について説明するために示す平面図。

【図11】本発明の第2の実施の形態に係るパラレルメカニズムを説明するために示す斜視図。

40

【図12】本発明の第2の実施の形態に係るパラレルメカニズムの変形例(1)を説明するために示す断面図。

【図13】本発明の第2の実施の形態に係るパラレルメカニズムの変形例(2)を説明するために示す断面図。

【図14】従来のパラレルメカニズムを説明するために示す平面図。

【符号の説明】

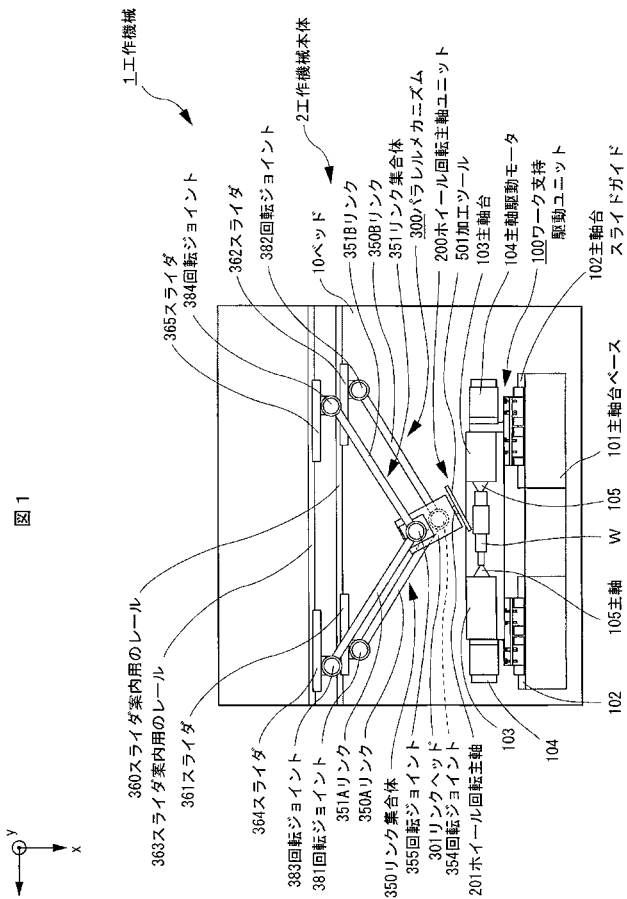
【0091】

- 1 ... 工作機械
- 2 ... 工作機械本体
- 3 ... 制御装置

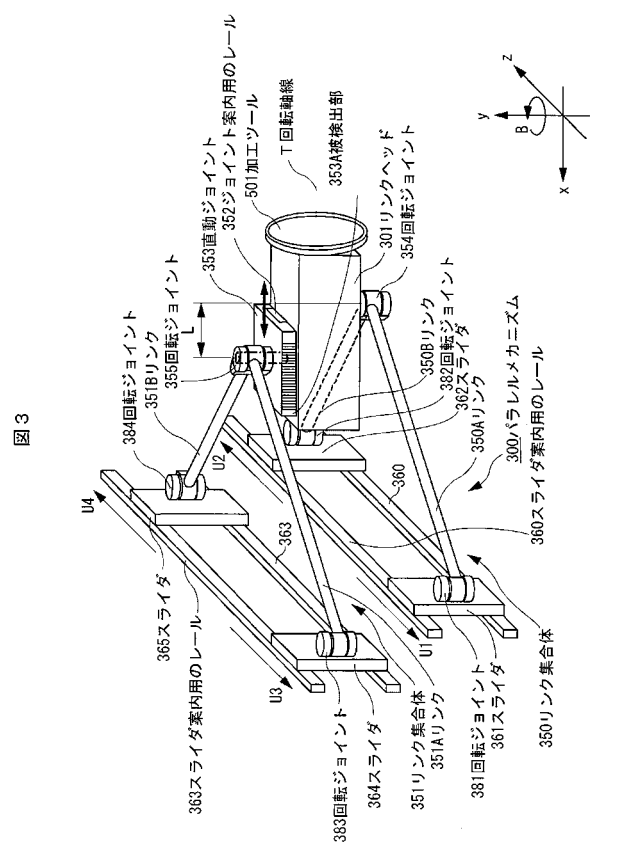
50

1 0 ... ベッド、1 0 A , 1 0 B ... 平面部	
2 2 ... シャフト	
2 3 , 2 4 ... 軸受 (ボールベアリング)	
2 5 ... ナット	
2 6 ... スペーサ	
2 7 ... 軸受 (スラストベアリング)	
3 1 ~ 3 4 ... モータ回転検出用エンコーダ	
7 1 ... CPU、7 2 ... メモリ、7 3 ~ 7 5 ... インターフェース、7 6 ... キーボード、7	
7 ... 画像表示装置、7 8 ... 外部記憶装置、8 0 ~ 8 4 ... サーボモータユニット	
1 0 0 ... ワーク支持駆動ユニット、1 0 1 ... 主軸台ベース、1 0 2 ... 主軸台スライドガ	10
イド、1 0 3 ... 主軸台、1 0 4 ... 主軸駆動モータ、1 0 5 ... 主軸	
3 0 0 , 3 2 1 ... パラレルメカニズム	
3 0 1 ... リンクヘッド	
3 6 1 , 3 6 2 , 3 6 4 , 3 6 5 ... スライダ	
5 0 1 ... 加工ツール	
2 0 0 ... ホイール回転主軸ユニット、2 0 1 ... ホイール回転主軸	
3 5 0 , 3 5 1 ... リンク集合体	
3 5 0 A , 3 5 0 B , 3 5 1 A , 3 5 1 B ... リンク、3 5 0 0 A , 3 5 0 1 A , 3 5 0	
0 B , 3 5 0 1 B , 3 5 1 0 A , 3 5 1 1 A , 3 5 1 0 B , 3 5 1 1 B ... リンク部、3 5	
0 2 A , 3 5 0 2 B , 3 5 1 2 A , 3 5 1 2 B ... 連結部	20
3 5 2 ... ジョイント案内用のレール	
3 5 3 ... 直動ジョイント、3 5 3 A ... 被検出部	
3 5 4 , 3 5 5 , 3 8 1 , 3 8 2 , 3 8 3 , 3 8 4 ... 回転ジョイント	
3 5 6 ~ 3 5 9 ... アクチュエータ	
3 6 0 , 3 6 3 ... スライダ案内用のレール	
3 8 0 ... 位置センサ	
a , b , c , d ... 軸線	
e ... 第 3 軸線	
f ... 第 4 軸線	
F 1 , F 2 ... 変位	30
M 1 , M 2 , M 3 , M 4 ... モーメント	
S ... 方向	
O ... 基準線	
T ... 回転軸線	
n ... 延長線	
W ... ワーク	

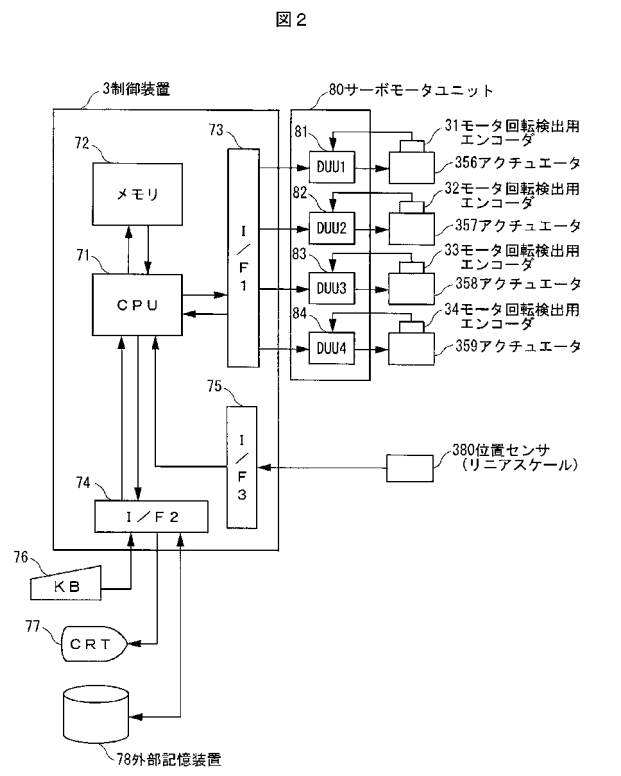
【 図 1 】



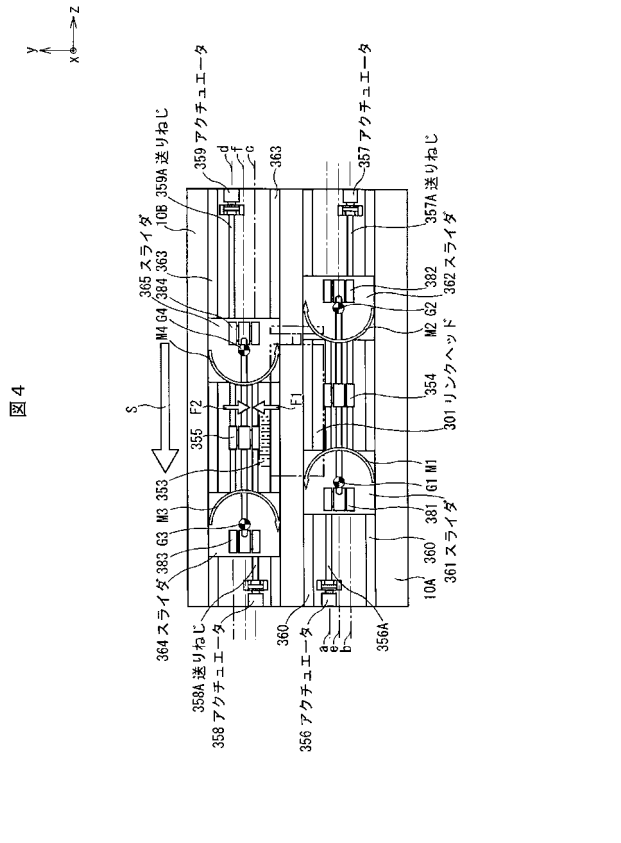
【 図 3 】



【 図 2 】



【 図 4 】



【 図 5 】

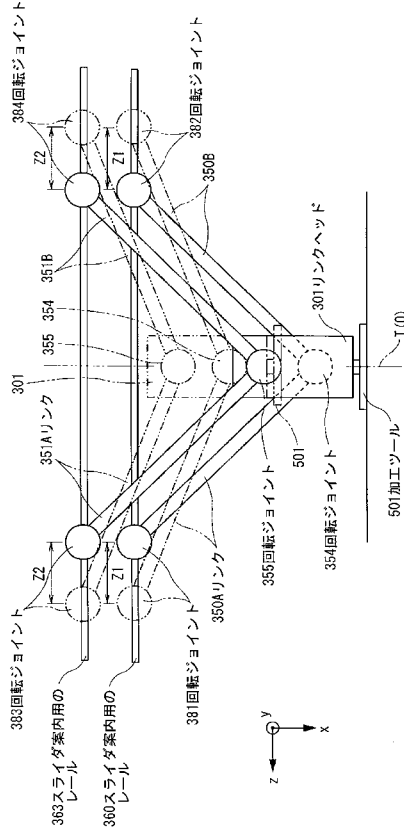


図 5

【 図 6 】

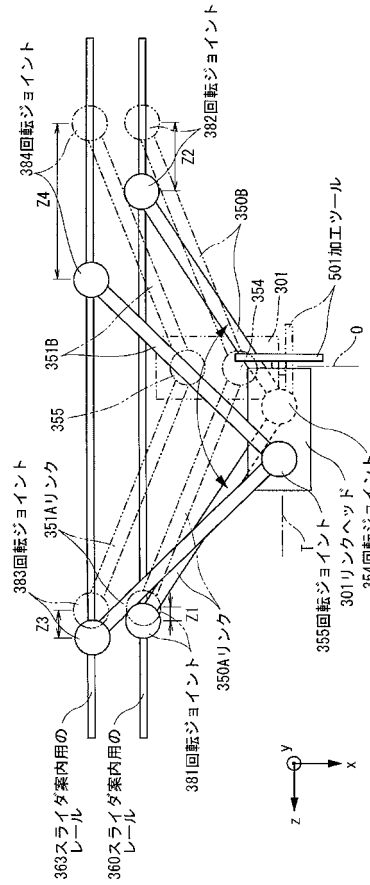


図 6

【 図 7 】

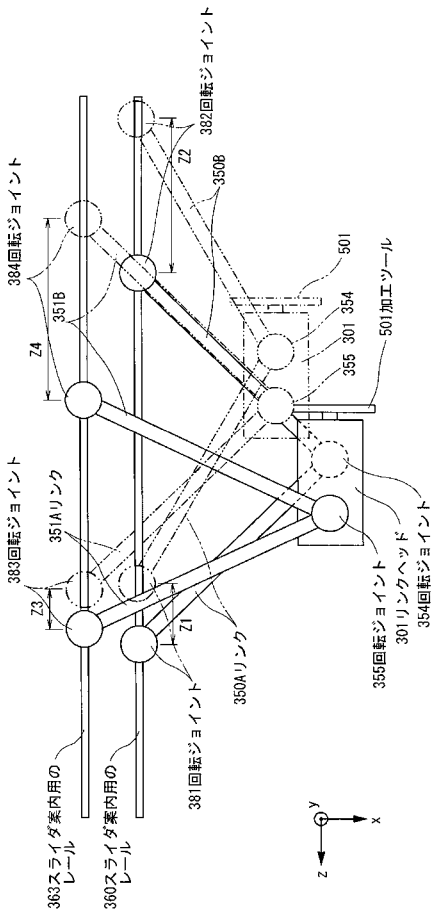


図 7

【 図 8 】

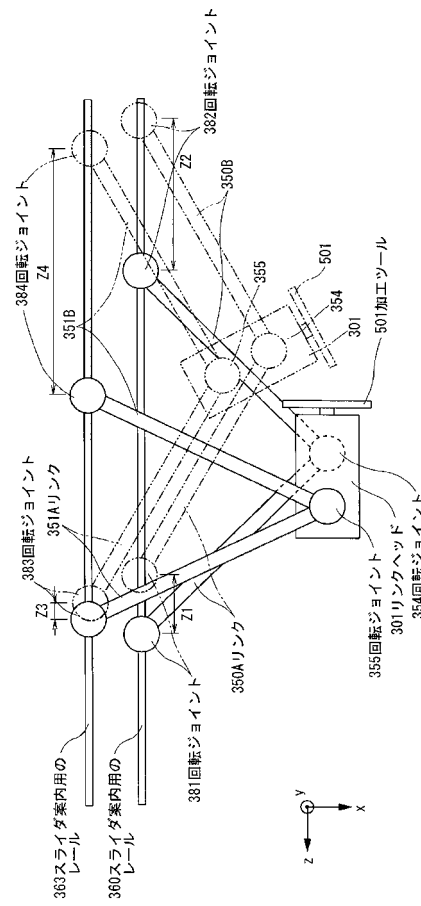
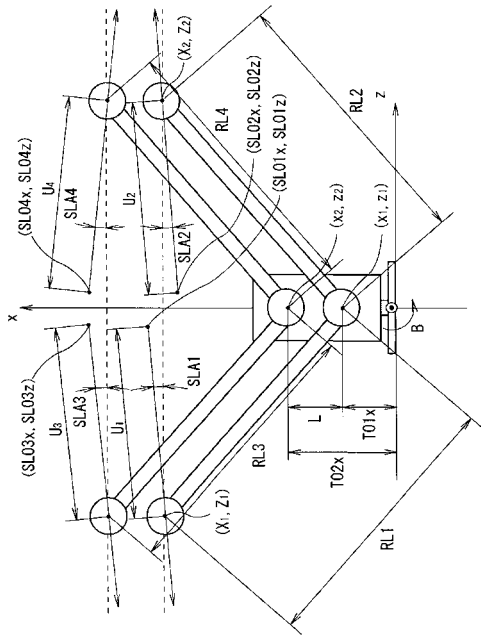


図 8

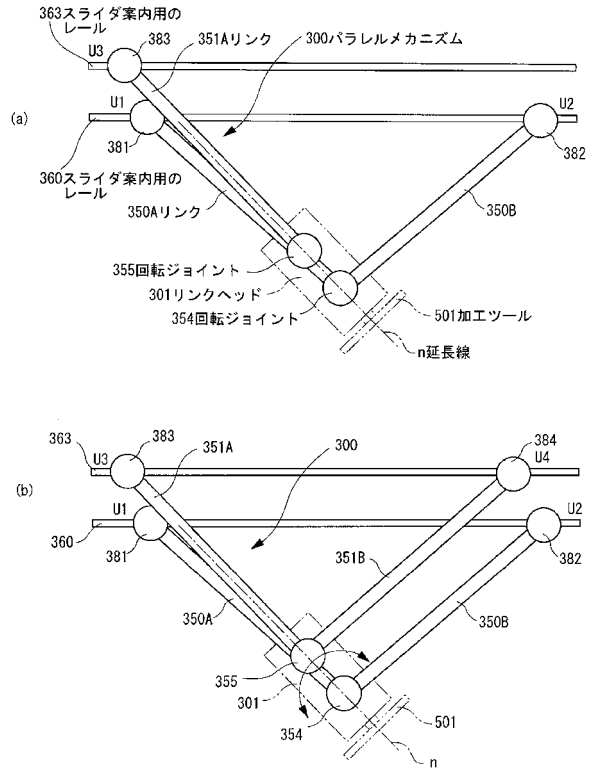
【 図 9 】

図 9



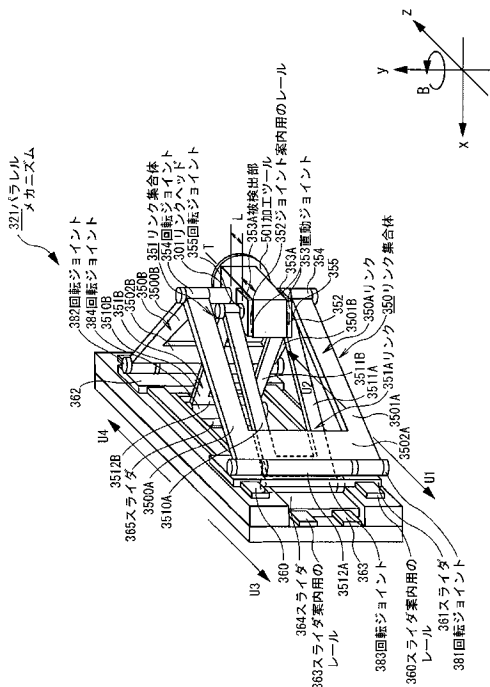
【 図 10 】

図 10



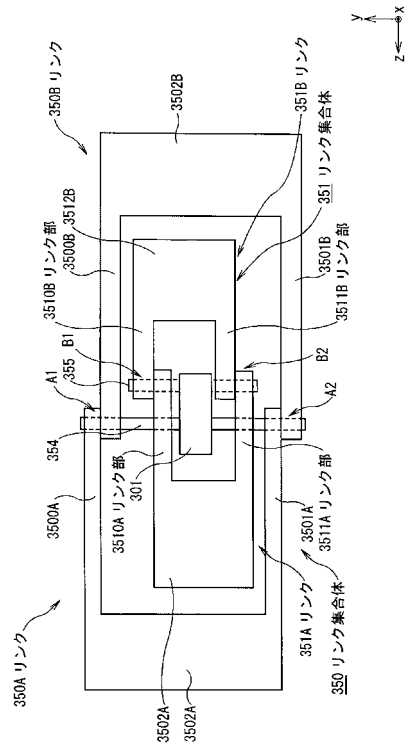
【 図 11 】

図 11

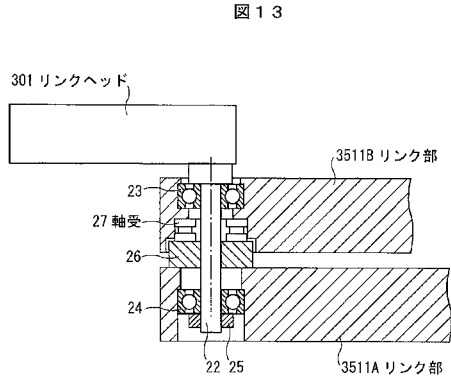


【 図 12 】

図 12



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】

