

(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2005-177904

(P2005-177904A)

(43) 公開日 平成17年7月7日(2005.7.7)

(51) Int. Cl.⁷

B 2 5 J 9/06

B 2 5 J 7/00

F I

B 2 5 J 9/06

B 2 5 J 7/00

テーマコード (参考)

3 C 0 0 7

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2003-420075 (P2003-420075)

(22) 出願日 平成15年12月17日 (2003.12.17)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(71) 出願人 000104630

キヤノンプレシジョン株式会社

青森県弘前市大字清野袋五丁目4番地1

(74) 代理人 100067541

弁理士 岸田 正行

(74) 代理人 100087398

弁理士 水野 勝文

(74) 代理人 100104628

弁理士 水本 敦也

(74) 代理人 100108361

弁理士 小花 弘路

最終頁に続く

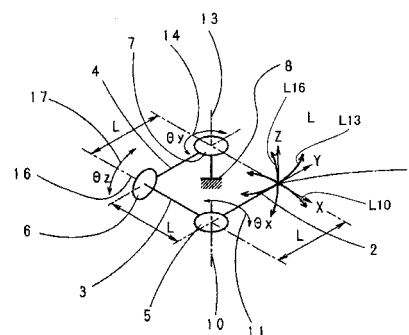
(54) 【発明の名称】 マニピュレータおよびこれを使用するシステム

(57) 【要約】

【課題】 小型で、高精度の位置決め若しくは直動性能を有するマニピュレータを提供する。

【解決手段】 マニピュレータは、第1のアクチュエータ14と、該第1のアクチュエータの回転により第1の軸回りで回転する第1のアーム部材4と、該第1のアーム部材に取り付けられた第2のアクチュエータ6と、該第2のアクチュエータの回転により上記第1の軸に直交する方向に平行な第2の軸回りで回転する第2のアーム部材3と、該第2のアーム部材に取り付けられた第3のアクチュエータ5と、作用部（例えば、ハンド部や測定子、試料等の保持部）を有し、該第3のアクチュエータの回転により上記第1の軸に平行な第3の軸回りで回転する第3のアーム部材2とを有する。各アクチュエータのみの回転に伴う上記作用部の回転軌跡は互いに直交し、かつ1点で交差する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 のアクチュエータと、
該第 1 のアクチュエータの回転により第 1 の軸回りで回転する第 1 のアーム部材と、
該第 1 のアーム部材に取り付けられた第 2 のアクチュエータと、
該第 2 のアクチュエータの回転により前記第 1 の軸に直交する方向に平行な第 2 の軸回りで回転する第 2 のアーム部材と、
該第 2 のアーム部材に取り付けられた第 3 のアクチュエータと、
作用部を有し、該第 3 のアクチュエータの回転により前記第 1 の軸に平行な第 3 の軸回りで回転する第 3 のアーム部材とを有し、
前記第 1 のアクチュエータのみの回転に伴う前記作用部の回転軌跡と、前記第 2 のアクチュエータのみの回転に伴う前記作用部の回転軌跡と、前記第 3 のアクチュエータのみの回転に伴う前記作用部の回転軌跡とが互いに直交するように 1 点で交差することを特徴とするマニピュレータ。

10

【請求項 2】

前記作用部が前記 3 つの回転軌跡の交点に位置する状態において、前記第 1 の軸から前記作用部までの距離と、前記第 1 の軸から前記第 2 の軸までの距離と、前記第 3 の軸から前記作用部までの距離とが互いに等しい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】

前記第 1 および第 2 のアクチュエータのうち一方のみが回転する際に、前記第 1 のアーム部材の長手方向と前記第 2 のアーム部材の長手方向とが直角をなすとともに、前記第 2 のアーム部材の長手方向と前記第 3 のアーム部材の長手方向とが直角をなし、
前記第 3 のアクチュエータのみが回転する際に、前記第 1 のアーム部材の長手方向と前記第 2 のアーム部材の長手方向とが直角をなすことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のマニピュレータ。

20

【請求項 4】

前記第 1 のアクチュエータを前記第 2 の軸と平行な軸であって、前記 3 の回転軌跡の交点を通る第 4 の軸回りで回転させる第 4 のアクチュエータを有することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 つに記載のマニピュレータ。

30

【請求項 5】

前記アクチュエータは、電気 - 機械エネルギー変換素子に周波信号を印加することにより振動が励起される振動体と、該振動体に接触する接触体とを相対回転させる振動型駆動装置を用いていることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 つに記載のマニピュレータ。

【請求項 6】

前記アクチュエータは、前記振動型駆動装置の出力を減速する減速機構を有し、該減速機構は、実質的にバックラッシュがない機構であ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】

前記アーム部材の回転角を検出する検出手段と、
前記検出手段による検出結果に基づいて前記アクチュエータを制御する制御手段とを有することを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 つに記載のマニピュレータ。

40

【請求項 8】

前記制御手段は、前記検出手段からの電気信号を増幅して用いることを特徴とする請求項 7 に記載のマニピュレータ。

【請求項 9】

請求項 1 から 8 のいずれか 1 つに記載のマニピュレータと、
該マニピュレータにより対象物を移動させて処理を行う処理装置とを有することを特徴とするマニピュレータを使用するシステム。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数のアクチュエータおよびアーム部材を用いたマニピュレータに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来のマニピュレータは、構造が複雑である上、マニピュレータのアームの位置を把握するのに複雑な計算を強いられるとともに、制御も複雑化し易い（例えば、特許文献1～3参照）

また、回転するアームの位置を把握するのに、極座標的な考え方を採用するものがある（例えば、特許文献4参照）。

【0003】

さらに、X軸、Y軸、Z軸の互いに直交する3軸各方向の所望の位置に高い精度でマニピュレータ作用部（ハンド部や測定子等を保持する部分）を移動させる機構は、直動案内を伴う複雑で大型なマニピュレータであった。

【0004】

ここで、図10には、測定子を被測定物の表面に接触させ、被測定物の寸法や形状を測定する3次元測定機の概略構成を示す。図中、101はベース部材、102はベース部材101に対してY軸方向にスライド可能な第1のスライダ、103は第1のスライダ102に対してX軸方向にスライド可能な第2のスライダである。さらに、104は第2のスライダ103に対してZ軸方向にスライド可能な第3のスライダである。

【0005】

第3のスライダ104の先端等に測定子を取り付け、第1～第3のスライダ102～104をスライドさせることにより、該測定子を3次元的に移動させることができる。

【0006】

このように、従来は、X軸、Y軸、Z軸の3次元座標で示す所望の位置に、測定子や試料等を移動させるために、X軸、Y軸、Z軸の3軸方向それぞれに、高精度の走り精度をもつ直動案内部材と、移動した位置を高精度で検出するリニアスケールとで構成された機構を用いている。

【特許文献1】特開平5-220681号公報（段落0013～0027、図1、2等）

【特許文献2】特開平5-245784号公報（段落0012～0034、図1～3等）

【特許文献3】特開平11-333771号公報（段落0019～0069、図1～3等）

【特許文献4】特開平5-127725号公報（段落0020～0079、図1～9等）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、図10に示した従来の機構は、小型化が困難であり、高価であるという難点がある。

【0008】

また、従来の機構は、電磁モータを駆動源として用いるため、位置決めの際の保持力や、振動、発熱、バックラッシュ（機械的なガタ、あそび）等に起因して位置決め精度が上がらないという問題がある。

【0009】

本発明は、小型で、高精度の位置決め若しくは直動性能を有するマニピュレータを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記の目的を達成するために、本発明のマニピュレータは、第1のアクチュエータと、

10

20

30

40

50

該第 1 のアクチュエータの回転により第 1 の軸回りで回転する第 1 のアーム部材と、該第 1 のアーム部材に取り付けられた第 2 のアクチュエータと、該第 2 のアクチュエータの回転により上記第 1 の軸に直交する方向に平行な第 2 の軸回りで回転する第 2 のアーム部材と、該第 2 のアーム部材に取り付けられた第 3 のアクチュエータと、作用部（例えば、ハンド部や測定子、試料等の保持部）を有し、該第 3 のアクチュエータの回転により上記第 1 の軸に平行な第 3 の軸回りで回転する第 3 のアーム部材とを有する。

【0011】

そして、第 1 のアクチュエータのみの回転に伴う上記作用部の回転軌跡と、第 2 のアクチュエータのみの回転に伴う作用部の回転軌跡と、第 3 のアクチュエータのみの回転に伴う作用部の回転軌跡とが互いに直交し、かつ 1 点で交差する。

10

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、アクチュエータとアーム部材からなる簡単な構成で、直動案内部材を用いなくても、互いに直交する 3 軸方向における所望の位置に作用部を移動させることが可能なマニピュレータを実現することができる。

【0013】

また、第 1 のアクチュエータを、第 2 の軸と平行な軸であって、上記回転軌跡の交点を通る第 4 の軸回りで回転させる第 4 のアクチュエータを設けることにより、第 3 のアーム部材（つまりは作用部）の第 3 の軸に対する傾きを補正することが可能となる。

【0014】

20

また、アクチュエータとして、電気・機械エネルギー変換素子に周波信号を印加することにより振動が励起される振動体と、該振動体に接触する接触体とを相対回転させる振動型駆動装置を用い、さらには振動型駆動装置の出力を減速する、実質的にバックラッシュがない減速機構を用いることにより、高精度に作用部の位置決めおよび位置保持が可能なマニピュレータを実現することができる。しかも、作用部の位置を保持するに際して、アクチュエータに対する電力供給も不要であるため、マニピュレータの省電力化を図ることができる。

【0015】

さらに、上記マニピュレータと、アーム部材の回転角を検出する検出手段と、検出手段による検出結果に基づいてアクチュエータを制御する制御手段とを有するマニピュレータシステムにおいて、制御手段が上記検出手段からの電気信号を増幅（例えば、逓倍）して用いる構成とすることにより、高い精度で作用部の位置検出を行うことができるので、マイクロメートルレベル等のきわめて微細なレベルでの作用部の位置制御も行うことができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明の実施例について図面を参照しながら説明する。

【実施例 1】

【0017】

図 1 および図 2 には、本発明の実施例 1 であるマニピュレータの基本構成を示す。図 1 および図 2 において各要素を示す符号は共通で用いている。また、3 次元の位置を示すため、図 1 に示すように互いに直交する X 軸、Y 軸および Z 軸を定める。

40

【0018】

本実施例のマニピュレータは、作用点 1 の位置を、X 軸、Y 軸、Z 軸の互いに直交する 3 軸方向の所望の位置に移動させるため、3 つの回転機構を持つ。すなわち、アーム 2、3、4 をそれぞれ有する回転型アクチュエータ（以下、単にアクチュエータという）5、6、7 を有する。

【0019】

ここで、作用部 1 には、対象物をつかむ不図示のハンド（ロボットハンド）部を設けたり、測定子を被測定物の表面に接触させて該被測定物の寸法や形状を測定する 3 次元測定

50

器において測定子を保持したり、後述する実施例のように試料をセットしたりする位置である。

【0020】

本実施例のマニピュレータでは、作用点1をZ軸方向に移動(回動)させる機構を、作用点1をX軸方向に移動(回動)させる機構と作用点1をY軸方向に移動(回動)させる機構との間に設けている。

【0021】

すなわち、作用点1をX軸方向に回動させる第3のアーム2を有する第3のアクチュエータ5を第2のアーム3で保持し、作用点1をZ軸方向に回動させる第2のアーム3を有する第2のアクチュエータ6を第1のアーム4で保持し、作用点1をY軸方向に回動させる第1のアーム4を有する第1のアクチュエータ7を装置本体等のベース部材8に固定した構成を有する。

10

【0022】

ここで、作用点1の位置を原点とし、第3のアクチュエータ5の回転軸(第3の軸)10がZ軸に平行であり、第2の回転型アクチュエータ6の回転軸(第2の軸)16がX軸に平行であり、さらに第1のアクチュエータ7の回転軸(第1の軸)13がZ軸に平行である状態(以下、この状態を原点状態という)におけるアーム2~4とアクチュエータ5~7の位置関係について説明する。

【0023】

まず、作用点1をY軸方向に回動させる機構において、作用点1が位置する原点位置からX軸方向に距離Lの位置に、第1のアーム4(つまりは第1のアクチュエータ7)の回転軸13をZ軸に平行に設ける。第1のアクチュエータ7によって第1のアーム4を矢印14の示す方向に角度 y 回動させることにより、作用点1をY軸方向に回動させることができる。このとき、作用点1の回動軌跡L13は、原点を通り、回転軸13を中心とした半径Lの円弧となる。

20

【0024】

次に、作用点1をX軸方向に回動させる機構において、第1のアクチュエータ7の回転軸13からX軸方向に距離Lの位置であって、かつ回転軸13からY軸方向に距離Lの位置に、第3のアーム2(つまりは第3のアクチュエータ5)の回転軸10を、第1のアーム4の回転軸13と同様にZ軸に平行に設ける。第3のアクチュエータ5によって第3のアーム2を矢印11の示す方向に角度 x 回動させることにより、作用点1をX軸方向に回動させることができる。このとき、作用点1の回動軌跡L10は、原点を通り、回転軸10を中心とした半径Lの円弧となる。

30

【0025】

さらに、作用点1をZ軸方向に回動させる機構において、第1のアーム4の回転軸13からY軸方向に距離Lの位置であって、かつZ軸方向における原点(作用点1)の位置に、第2のアーム3(つまりは第2のアクチュエータ6)の回転軸16をX軸に平行に設ける。第2のアクチュエータ6によって第2のアーム3(および第3のアーム4)を矢印17の示す方向に角度 z 回動させることにより、作用点1をZ軸方向に回動させることができる。このとき、作用点1の回動軌跡L16は、原点を通り、回転軸16を中心とした半径Lの円弧となる。

40

【0026】

このように構成することで、各アクチュエータの回転によって回動する作用点1の回動軌跡L13, L10, L16は、原点で交差し、かつ互いに直交する。そして、各アクチュエータ5, 7, 6の回転角 x , y , z と、X軸, Y軸, Z軸の各軸方向へ回動する作用点1の移動量との関係が同じになり、作用点1の位置把握や位置制御を行い易い。

【0027】

ここで、本実施例では、各アクチュエータ5, 7, 6として、超音波モータ等とも称される振動型モータ(振動型駆動装置)を用いている。この振動型モータは、電気-機械エネルギー変換素子と、該変換素子が貼り付けられた金属等の弾性体(ステータ)と、該弾性

50

体の表面に接触するロータ（接触体）とを有して構成される。電気 - 機械エネルギー変換素子に周波信号（例えば、位相が異なる複数の周波信号）を印加することにより、ステータに振動を励起する。ステータと接触するロータは、両者間に作用する摩擦力によって回転駆動される。これにより、回転力を得ることができる。

【0028】

さらに、各アクチュエータ5, 7, 6に、振動型モータの出力を減速して各アーム2~4に伝達する減速機構を設けてもよい。この場合、減速機構としては、バックラッシュが実質的に無い（つまり、該マニピュレータが用いられる装置又はシステムにおいて、作用点1の位置の許容誤差範囲を超えるようなバックラッシュあるいはガタが生じない）機構を用いるのが望ましい。バックラッシュが実質的に無い減速装置としては、転動歯車装置、ハーモニックドライブ（登録商標）、サイクロイドボール減速機、トロコイド歯車等が好適である。

10

【0029】

次に、本実施例において、振動型モータを回転型アクチュエータに用いた理由について説明する。

【0030】

第1に、振動型モータは、電磁モータに比べて高速応答性に優れていることためである。高速応答性に優れていないと、短時間の間に行なわれる微小な移動、停止命令に追従できず、秒単位や分単位レベルという微小な角度で位置制御を行うことはできないが、回転型アクチュエータに振動型モータを用いることにより、微小な角度を高い精度で制御することが可能になる。

20

【0031】

第2に、振動型モータは、無通電状態での停止位置の保持力を有するためである。他の電磁モータ等においては従来例で述べたように、無通電（電源がオフ）されると保持力が無くなるか若しくは小さいために移動体が不用意に動いてしまう。このため、常時制御し続ける（サーボロックをかける）必要があり、このようにサーボロックをかけて位置保持をしている状態ではロータが微細な振動をしている状態となる。また、所定位置に停止させている間、サーボロックをかけ続けることにより、モータが発熱してしまう虞れもある。これに対し、振動型モータは無通電状態で位置保持力を有するため、上記サーボロックをかける必要が無く、発熱したり振動が生じたりせず、更にアームの停止位置を保持するにあたり電力が必要ない、省エネルギーが図れる機構となる。

30

【0032】

第3に、振動型モータは、非磁性材料により構成されているためである。振動型モータは、電磁モータのようにマグネットを構成要素としていないため、周辺機器等に磁気の影響を与えたり、本マニピュレータが磁気の影響を受けたりすることが無い。また真空対応も可能である。したがって、磁気の影響を受け易い、且つ真空中で使用する電子線描画装置や電子顕微鏡などにも適用可能となる。

【0033】

第4に、振動型モータは、小型で低速回転、高トルクの回転型アクチュエータであるからである。アーム上での点の移動量がマイクロメートル、ミリメートルといった量であるので、振動型モータの回転で十分足り、マニピュレータの小型化が図れる。

40

【0034】

図2は、図1に示したマニピュレータの基本構成（初期状態）をZ軸方向から見た図である。初期状態（各アクチュエータが初期回転位置にセットされており、作用点1が原点に位置している状態）において、作用点1をX軸方向に回動させる第3のアクチュエータ5の回転軸10と、作用点1をY軸方向に回動させる第1のアクチュエータ7の回転軸13との位置関係は、ベース部8（図1参照）に固定される第1のアクチュエータ7の回転軸13の位置から見て、X軸に平行で長さがLの2辺とY軸に平行で長さがLの2辺とを有する正方形の対角位置に第3のアクチュエータ5の回転軸10が位置する。

【0035】

50

また、第 2 のアクチュエータ 6 (第 2 のアーム 3) の回転軸 1 6 の方向は、X 軸に平行で、Y 軸とは直交する関係にある。

【 0 0 3 6 】

この初期状態から第 1 および第 2 のアクチュエータ 7 , 6 のうち一方のみが回転する際には、第 1 のアーム 4 の長手方向と第 2 のアーム 3 の長手方向とが直角をなす角度関係を維持するとともに、第 2 のアーム 3 の長手方向と第 3 のアーム 2 の長手方向とが直角をなす角度関係を維持する。

【 0 0 3 7 】

また、第 3 のアクチュエータ 5 のみが回転する際には、第 1 のアーム 4 の長手方向と第 2 のアーム 3 の長手方向とが直角をなす角度関係を維持する。

10

【 0 0 3 8 】

これにより、前述したように、各アクチュエータの回転によって回動する作用点 1 の回動軌跡 L 1 3 , L 1 0 , L 1 6 は、原点で交差し、かつ互いに直交する。

【 0 0 3 9 】

図 3 には、アームの回動とアーム上の点の位置との関係を説明する図である。ここでは X 軸、Y 軸、Z 軸の 3 軸のうち、代表して X 軸方向に点を移動させる場合について説明する。この説明は、Y 軸、Z 軸方向に点を移動させる場合についても同様である。

【 0 0 4 0 】

図 3 に示すように、回転軸 1 8 を中心に回動するアーム 1 9 において、回転軸 1 8 から距離 L の点 2 0 の位置を原点 (回動軌跡 L 1 3 , L 1 0 , L 1 6 の交点) とする。このとき、アーム 1 9 を角度 θ 回転させると、アーム 1 9 上の点 2 0 は 2 0 a の位置に移動 (回動) する。点 2 0 の位置をゼロとして角度 θ の回転後の点 2 0 a の X 軸方向の位置 x と、Y 軸方向の位置 y の値は以下の式で求められる。

20

【 0 0 4 1 】

$$x = L \times \sin \theta$$

$$y = L - L \times \cos \theta$$

点 2 0 が点 2 0 a に回動したときの、点 2 0 a の X 軸方向の位置 x に対する Y 軸方向の位置 y の影響を表すために、Y / X 比を以下の式で求める。

【 0 0 4 2 】

$$Y / X \text{ 比} = y / x$$

30

ここで、アーム 1 9 において、回転軸 1 8 から点 2 0 までの距離 L を 2 0 (mm) として、角度 θ の回転後、点 2 0 a の X 軸方向の位置 x と Y 軸方向の位置 y とを表 1 に示す。また、あわせて Y / X 比 (%) も示す。

【 0 0 4 3 】

【表 1】

表 1 20mmアームの場合

角度 θ ($^{\circ}$)	X方向 (μm)	Y方向 (nm)	X/Y比 (%)
0	0	0	—
0.001	0.349	0.0030	0.00087
0.01	3.491	0.3046	0.00873
0.03	10.472	2.7416	0.02618
0.058	20.246	10.247	0.05061
0.144	50.265	63.165	0.12566
0.287	100.181	250.910	0.25046
0.43	150.097	563.235	0.37525
0.572	199.662	996.651	0.49917

表 1 において、角度 $\theta = 0.03 (^{\circ})$ の部分を参照すると、例えば図 3 のアーム 19 によるマニピュレータを、視野が 20 マイクロメートル四方の顕微鏡に用いた場合、視野の中央を原点としてアーム 19 を X 軸方向に視野の端から端まで動かしても、Y 軸方向へのずれは 3 ナノメートルといった程度である。

【0044】

表 1 には記していないが、図 3 のアーム 19 によるマニピュレータで、角度 θ を $10 (^{\circ})$ 回転させたときの Y/X 比は、約 8.7 (%) である。

【0045】

このように、特にアームを微小な角度で回動させて用いる場合、点 20 の動きは直線状

10

20

30

40

50

にきわめて近い。したがって、本実施例によれば、クロスローラガイド等の直動案内部材を用いなくても作用点 1 を実質的に直線状に移動させることができる、簡単な構成で小型のマニピュレータを実現することができる。

【0046】

本実施例において基本構成および動作原理を説明したマニピュレータは、対象物としての測定子を被測定物に対して移動させて該被測定物の形状等を測定する処理や、対象物としての試料を移動させてその拡大像を観察する処理や、対象物としての部品を移動させて他の部品に対して組み付ける処理といった各種処理を行う装置と組み合わせて使用することができる。

【0047】

以下、本実施例で説明したマニピュレータの具体例を実施例 2 ~ 4 として説明する。

【実施例 2】

【0048】

図 4 から図 6 には、本発明の実施例 2 であるマニピュレータを示す。図 4 から図 6 において各要素を示す符号は共通で用いている。

【0049】

図 4 は、本実施例のマニピュレータを示す斜視図であり、マニピュレータが原点状態にある様子を示している。ここで、本実施例では、作用点 1 に、顕微鏡で観察する試料 2 1 を載せている。本実施例にいう各アーム（各アクチュエータ）の回転角度は、実施例 1 の表 1 に示したような微小角度である。このことは以下の実施例でも同じである。

【0050】

試料 2 1 が載せられた第 3 のアーム 2 2 は、第 3 のアクチュエータ 3 8 を構成するロータ 2 3 と共にステータ 2 4 に対し、矢印 2 5 に示す方向に角度 α 回転する。ロータ 2 3 が角度 α 回転することにより、試料 2 1 が X 軸方向にほぼ直線状に移動する。ロータ 2 3 が回転した角度 α は、第 3 のエンコーダ 2 6 により検出される。

【0051】

ステータ 2 4 および第 3 のエンコーダ 2 6 が固定された第 2 のアーム 2 7 は、第 2 のアクチュエータ 3 9 を構成するロータ 2 8 と共にステータ 2 9 に対し、矢印 3 0 に示す方向に角度 β 回転する。ロータ 2 8 が角度 β 回転することにより、試料 2 1 が Z 軸方向にほぼ直線状に移動する。ロータ 2 8 が回転した角度 β は、第 2 のエンコーダ 3 1 により

検出される。

【0052】

ステータ 2 9 および第 2 のエンコーダ 3 1 が固定された第 1 のアーム 3 2 は、第 1 のアクチュエータ 3 3 のロータ 3 4（但し、図には出力軸として示している）と共に、矢印 3 5 に示す方向に角度 γ 回転する。ロータ 3 4 が角度 γ 回転することにより、試料 2 1 が Y 軸方向にほぼ直線状に移動する。ロータ 3 4 が回転した角度 γ は第 1 のエンコーダ 3 6 により検出される。

【0053】

第 1 のアクチュエータ 3 3 は、マニピュレータのベース板 3 7 に固定されている。このため、各アクチュエータの回転によって、試料 2 1 がベース板 3 7 に対して、X 軸、Y 軸、Z 軸の 3 つの軸方向にほぼ直線状に移動する。

【0054】

コントローラ C は、不図示の入力ユニットから入力された目標位置に試料 2 1 を移動させるように、第 1 ~ 第 3 のエンコーダ 3 6、3 1、2 6 からのフィードバック信号に基づいて第 1 ~ 第 3 のアクチュエータ 3 3、3 9、3 8 の駆動を制御する。

【0055】

ここで、第 1 ~ 第 3 のアーム 3 2、2 7、2 2 と第 1 ~ 第 3 のアクチュエータ 3 3、3 9、3 8 との原点状態での位置関係について図 5 および図 6 を用いて説明する。

【0056】

図 5 は、本実施例のマニピュレータを Z 軸方向から見た図である。試料 2 1 を X 軸方向

10

20

30

40

50

に移動させる第3のアクチュエータ38の回転軸40は、ベース板37に固定されて試料21をY軸方向に移動させる第1のアクチュエータ33の回転軸42の位置から見て、X軸に平行で長さがLの2辺とY軸に平行で長さがLの2辺とを有する正方形の対角位置にある。

【0057】

第2のアーム27（第2のアクチュエータ41）の回転軸41は、Y軸から距離L離れてX軸に平行で、かつY軸に直交する。

【0058】

図6は、本実施例におけるマニピュレータをX軸方向から見た図である。試料21をZ軸方向に移動させる第2のアクチュエータ39の回転軸41は、第1のアクチュエータ33の回転軸42に対し、X軸方向に距離L離れた直線と、原点を通過してZ軸に直交する平面43上との交点を通るように、X軸に平行に配置する。

10

【実施例3】

【0059】

図7には、本発明の実施例3であるマニピュレータを示す斜視図であり、マニピュレータが原点状態にあるときの様子を示している。

【0060】

図7に示すマニピュレータは、試料44の位置をX軸，Y軸，Z軸の3軸方向の所望の位置に移動させる機能を持ち、アーム45，46，47をそれぞれ有する3つのアクチュエータ48，49，50により構成されている。第1のアクチュエータ50は、装置のベース板51に固定されている。

20

【0061】

第1～第3のアクチュエータ50，49，48に設けられた第1～第3のエンコーダ54，53，52はそれぞれ、第1～第3のアーム47，46，45が回転した角度を検出する。コントローラCは、不図示の入力ユニットから入力された目標位置に試料44を移動させるように、第1～第3のエンコーダ54，53，52からのフィードバック信号に基づいて第1～第3のアクチュエータ50，49，48の駆動を制御する。

【0062】

第3のアーム45上の作用点に載せられた試料44のマイクロメートルレベルの微細な動きを第1～第3のアーム47，46，45の回転により行う場合、コントローラCは、第1～第3のエンコーダ54，53，52からの電気信号を電氣的に通倍する方法で増幅し、この増幅されたフィードバック信号に基づいて第1～第3のアクチュエータ50，49，48の駆動を制御するとよい。これにより、増幅しないフィードバック信号を用いる場合に比べて、高い回転分解能（つまりは、試料44の位置分解能）を得ることができる。

30

【0063】

また、第1～第3のアクチュエータ50，49，48および第1～第3のエンコーダ54，53，52をそれぞれ同一機種にすることにより、部品の共通化が図れ、さらにX軸，Y軸，Z軸の3軸方向におけるアクチュエータの回転制御も共通化することができる。したがって、マニピュレータの制御を簡単化することができる。

【実施例4】

40

【0064】

図8には、本発明の実施例4のマニピュレータを示す斜視図であり、マニピュレータが原点状態にある様子を示している。

【0065】

図8に示すマニピュレータは、試料55の位置をX軸，Y軸，Z軸の3軸方向の所望の位置に移動させる機能を持つとともに、Z軸方向に試料55を移動させたときに生じる試料55の傾き（アーム56の傾き）を補正する機能も有する。

【0066】

このマニピュレータは、アーム56，57，58，59をそれぞれ有する4つのアクチュエータ60，61，62，63により構成されている。

50

【 0 0 6 7 】

第 4 のアクチュエータ 6 3 はベース板（図示せず）に固定されている。第 1 ～ 第 4 のアクチュエータ 6 2 , 6 1 , 6 0 , 6 3 はそれぞれ第 1 ～ 第 4 のエンコーダ 6 6 , 6 5 , 6 6 , 6 7 を有し、第 1 ～ 第 4 のアーム 5 8 , 5 7 , 5 6 , 5 9 が回転した角度を検出している。

【 0 0 6 8 】

第 3 のアーム 5 6 上の作用点に載せられた試料 5 5 を Z 軸方向に動かす機構は、第 2 のアーム 5 7 を有する第 2 のアクチュエータ 6 1 と、第 4 のアーム 5 9 を有する第 4 のアクチュエータ 6 3 とから構成される。第 2 および第 4 のアクチュエータ 6 1 , 6 3 をそれぞれ、矢印 7 1 , 7 2 に示す回転方向あるいはその反対方向に同じ角度 α 回転させることにより、第 3 のアーム 5 6 上にある試料 5 5 が Z 軸方向に移動するとともに試料 5 5 の傾きも補正する。

10

【 0 0 6 9 】

コントローラ C は、不図示の入力ユニットから入力された目標位置に試料 5 5 を移動させるように、第 1 ～ 第 4 のエンコーダ 6 6 , 6 5 , 6 6 , 6 7 からのフィードバック信号に基づいて第 1 ～ 第 4 のアクチュエータ 6 2 , 6 1 , 6 0 , 6 3 の駆動を制御する。

【 0 0 7 0 】

第 2 のアクチュエータ 6 1 と第 4 のアクチュエータ 6 3 との原点状態での位置関係について説明する。第 2 のアクチュエータ 6 1 の回転軸 6 8 は、実施例 2 において図 6 を用いて説明したように、第 1 のアクチュエータ 6 2 の回転軸 6 9 に対し、Y 軸方向に距離 L 離れた直線と原点を通り Z 軸に直交する平面との交点の位置に、X 軸に平行に配置する。

20

【 0 0 7 1 】

第 4 のアクチュエータ 6 3 の回転軸 7 0 は、第 2 のアクチュエータ 6 1 の回転軸 6 8 に対し、同じ Z 軸上で、Y 軸方向に距離 L 離れた位置に、X 軸に平行に配置する。

【 0 0 7 2 】

言い換えれば、回転軸 7 0 は、X 軸と平行で、原点を通る軸上に設けられている。

【 0 0 7 3 】

なお、上記各実施例において説明したマニピュレータの構成は本発明を実施するための例にすぎず、本発明はこれら実施例の構成に限られるものではない。例えば、上記各実施例では、原点状態における Z 軸方向視において、第 1 ～ 第 3 のアクチュエータおよび第 1 ～ 第 3 のアームにより正方形が形成されるように配置した場合について説明したが、図 9 に示すように、第 1 ～ 第 3 のアクチュエータ 7 , 6 , 5 および第 1 ～ 第 3 のアーム 4 ' , 3 ' , 2 を正方形以外の形状（例えば、台形）が形成されるように配置してもよい。但し、この場合でも、第 1 のアクチュエータ 7 の回転軸から原点までの距離 L と、第 3 のアクチュエータ 5 の回転軸から原点までの距離 L（さらには、第 1 のアクチュエータ 7 の回転軸から第 2 のアクチュエータ 6 の回転軸までの距離 L）とを等しくするようにするのが望ましい。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 7 4 】

【図 1】本発明の実施例 1 であるマニピュレータの基本構成を示す断斜視図である。

40

【図 2】図 1 のマニピュレータの基本構成を Z 軸方向から見た図である。

【図 3】アームの回転とアーム上の点の位置との関係を説明する図である。

【図 4】本発明の実施例 2 であるマニピュレータを示す斜視図である。

【図 5】実施例 2 のマニピュレータを Z 軸方向から見た図である。

【図 6】実施例 2 のマニピュレータを X 軸方向から見た図である。

【図 7】本発明の実施例 3 であるマニピュレータを示す斜視図である。

【図 8】本発明の実施例 4 であるマニピュレータを示す斜視図である。

【図 9】上記各実施例の変形例を Z 軸方向から見た示す図である。

【図 10】従来の 3 次元測定機の概略構成を示す図である。

【 符号の説明 】

50

【 0 0 7 5 】

1 作用点

2, 3, 4, 19, 22, 27, 32, 45, 46, 47, 56, 57, 58, 59

アーム

5, 6, 7, 33, 38, 39, 48, 49, 50, 60, 61, 62, 63 アクチュエータ

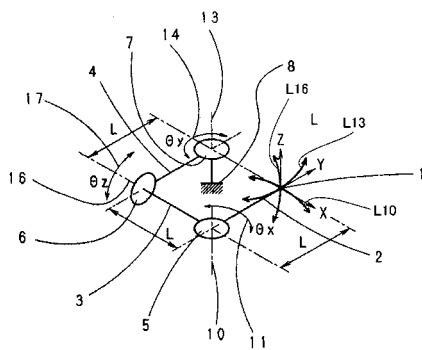
ユエータ

10, 13, 16, 18, 40, 41, 42, 68, 69, 70 回転軸

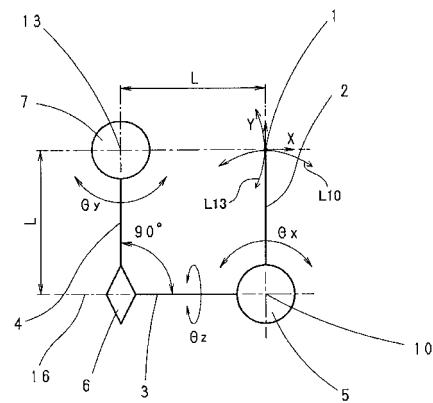
21, 44, 55 試料

52, 53, 54 エンコーダ

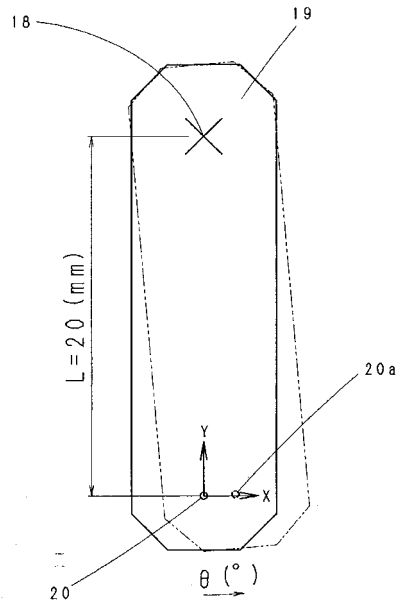
【 図 1 】



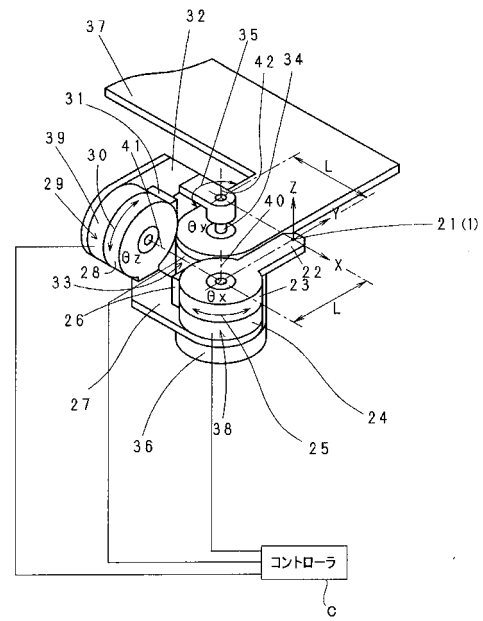
【 図 2 】



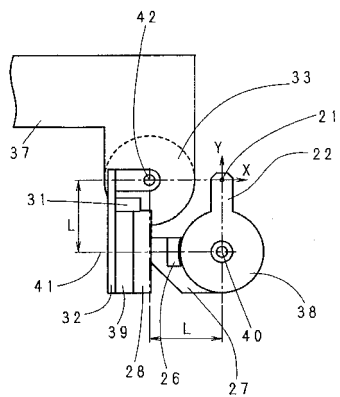
【図 3】



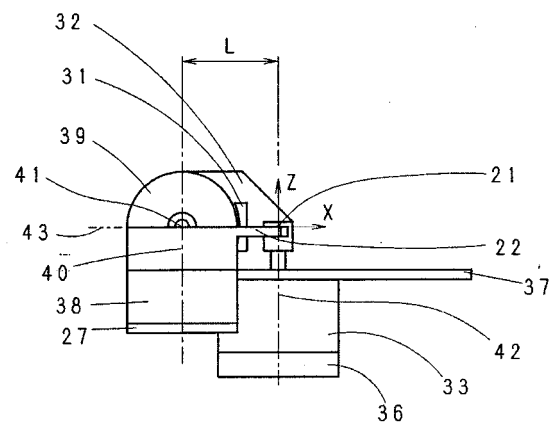
【図 4】



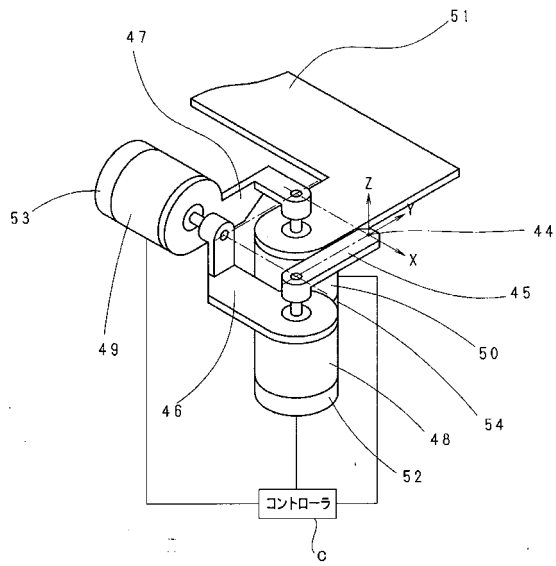
【図 5】



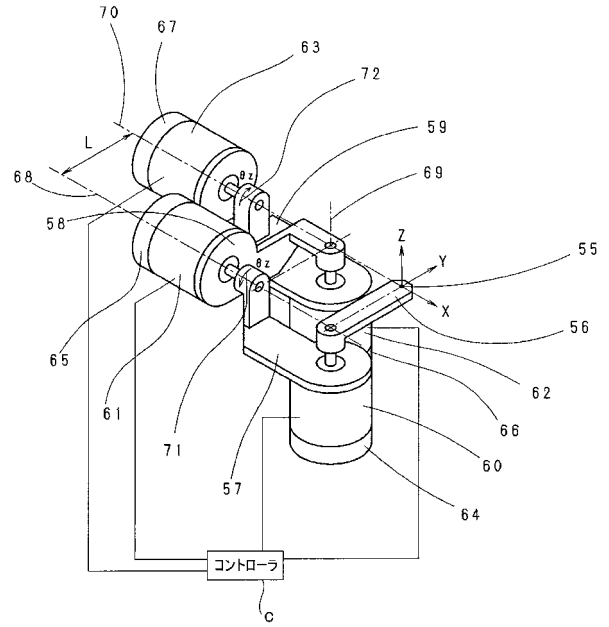
【図 6】



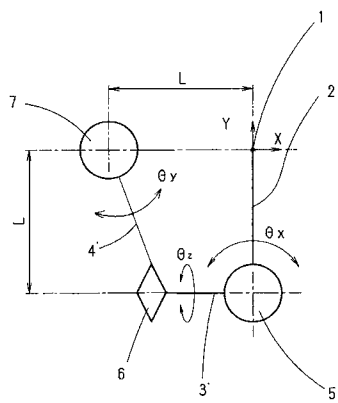
【図 7】



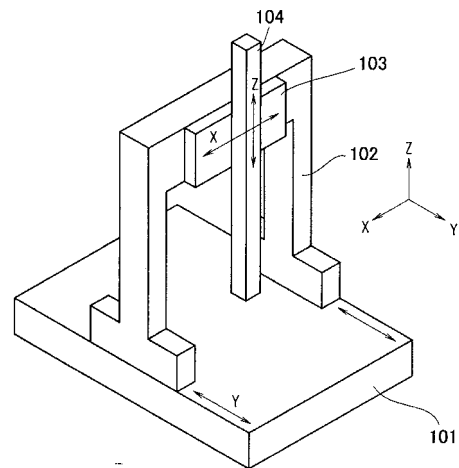
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 森谷 章

東京都目黒区中根2丁目4番19号 キヤノン精機株式会社内

Fターム(参考) 3C007 AS14 BS09 BS30 CV07 CW10 CW11 HS30 HT26 HT27 KS21
KV01 KX10 XG01