

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)特許公報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3488908号

(P 3 4 8 8 9 0 8)

(45)発行日 平成16年 1月19日(2004.1.19)

(24)登録日 平成15年11月 7日(2003.11.7)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

F16C 11/04

F16C 11/04

V

F16H 35/08

F16H 35/08

請求項の数 3 (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平11 - 27211

(22)出願日 平成11年 2月 4日(1999.2.4)

(65)公開番号 特開2000 - 220629(P 2000 - 220629 A)

(43)公開日 平成12年 8月 8日(2000.8.8)

審査請求日 平成11年 2月 4日(1999.2.4)

審判番号 不服2001 - 813(P 2001 - 813/ J 1)

審判請求日 平成13年 1月18日(2001.1.18)

(73)特許権者 391012246

静岡大学長

静岡県静岡市大谷836

(72)発明者 大岩 孝彰

静岡県浜松市広沢 1 - 22 - 12

(74)代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外 5 名)

合議体

審判長 船越 巧子

審判官 町田 隆志

審判官 内田 博之

最終頁に続く

(54)【発明の名称】弾性ヒンジ装置

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】 2つの部材を連結し、これらの2つの部材間における互いに直交する3つの軸のそれぞれの軸方向に沿う並進移動を阻止しかつ3つの軸のそれぞれの軸を中心とする回転方向の移動を可能とする弾性ヒンジ装置であって、

前記2つの部材の一方に固定されるベースと、

このベースに、その両側から外方に向けて同軸状に延びる一対の第1トーシヨンバーを介して連結された第1中間フレームと、

この第1中間フレームに、その両側から外方に向けて同軸状に延びる一対の第2トーシヨンバーを介して連結された第2中間フレームと、

この第2中間フレームに、その両側から外方に向けて同軸状に延びる一対の第3トーシヨンバーを介して連結さ

2

れた回転部材と、

この回転部材から、前記第1,第2,第3トーシヨンバーのそれぞれに対して斜め方向に延設され、前記2つの部材の他方に結合されるレバーとを備え、

これらの第1,第2,第3トーシヨンバーは、それぞれの軸線を互いに直交させて配置される、弾性ヒンジ装置。

【請求項 2】 前記レバーの中心軸と各トーシヨンバーの中心軸とが、回転部材内の同一の点を通る、請求項 1

10

【請求項 3】 前記ベースと、第1,第2中間フレームと、回転部材と、第1,第2,第3トーシヨンバーとは、一体構造に形成される請求項 1または 2に記載の弾性ヒンジ装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】本発明は、互いに直交する 3 つの軸線を中心として回動自在に 2 つの部材を連結する 3 自由度弾性ヒンジ装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術およびその課題】一般に、軸部の先端部に設けたボールを相手方部材のソケットに収容し、ボールの中心を通る全ての平面内で回動自在としたボールジョイントは周知である。このようなボールジョイントは、ボールとソケットとが互いに球面に沿ってすべり運動するため、ボールとソケットとの間に間隙が形成され、球面間に摩擦力が発生する。このため、すべり運動部の潤滑を必要とし、また、スティックスリップ、摩擦あるいは発熱等の摩擦の影響を避けることはできず、2 つの部材間に高精度の位置決めを必要とする用途には用いることができない。

【 0 0 0 3 】このため、例えば半導体製造装置あるいは走査型プローブ顕微鏡等のサブミクロン以下の高精度で位置決めあるいは再現性を必要とする用途には、弾性ヒンジが用いられることが多い。この弾性ヒンジは、1 の

20 ビーム状部材の周面あるいは対向面を断面円弧状に切欠き、このような切欠きで形成された小断面積部を中心として回転させるものである。このような弾性ヒンジは、ビームのたわみによる弾性変形を利用したもので、ボールジョイントのような間隙および摩擦がなく、潤滑油も不要であるため、高精度の位置決めあるいは位置再現が可能である。

【 0 0 0 4 】しかし、このようなビームのたわみを利用した弾性ヒンジの場合は、曲げあるいは回転角度が大きくなると、回転する部分の回転中心が移動し、回転誤差が生じる。更に、円弧状の切欠きをビームの周部あるいは対向面に形成するため、この円弧の頂点部に対応する最もくびれた個所では、断面積が極めて小さくなる。このため、剛性が極めて低くなる。また、回転角度も、極めて狭い範囲に制限されてしまう。

【 0 0 0 5 】本発明は、上述に鑑みてなされたもので、2 つの部材間の移動量が多くなっても極めて正確に位置決めすることのできる 3 自由度弾性ヒンジ装置を提供することを目的とする。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明の弾性ヒンジ装置は、2 つの部材を連結し、これらの 2 つの部材間における互いに直交する 3 つの軸のそれぞれの軸方向に沿う並進移動を阻止しかつ 3 つの軸のそれぞれの軸を中心とする回転方向の移動を可能とする弾性ヒンジ装置であって、前記 2 つの部材の一方に固定されるベースと、このベースに、その両側から外方に向けて同軸状に延びる一対の第 1 トーションバーを介して連結された第 1 中間フレームと、この第 1 中間フレームに、その両側から外方に向けて同軸状に延びる一対の第 2 ト

ーションバーを介して連結された第 2 中間フレームと、この第 2 中間フレームに、その両側から外方に向けて同軸状に延びる一対の第 3 トーションバーを介して連結された回転部材と、この回転部材から、前記第 1、第 2、第 3 トーションバーのそれぞれに対して斜め方向に延設され、前記 2 つの部材の他方に結合されるレバーとを備え、これらの第 1、第 2、第 3 トーションバーは、それぞれの軸線を互いに直交させて配置される。

【 0 0 0 7 】この弾性ヒンジ装置は、このレバーの中心軸と各トーションバーの中心軸とが、回転部材内の同一の点を通るのが好ましい。

【 0 0 0 8 】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照しつつ、本発明の好ましい実施形態について詳細に説明する。図 1 は、本発明の好ましい実施形態による弾性ヒンジ装置 10 の全体を概略的に示し、図 2 から図 4 は、図 1 の弾性ヒンジ装置 10 を、直交軸 X、Y、Z 軸の内のそれぞれ X - Z 軸、X - Y 軸および Y - Z 軸を含む平面で示す。

【 0 0 0 9 】図示のように、本実施形態の弾性ヒンジ装置 10 は、この弾性ヒンジ装置 10 を用いて連結する 2 つの部材の一方に固定されて静止節を形成する枠状構造のベース 12 を備える。このベース 12 の内側には、X 軸に沿いかつ互いに同軸状に配置された一対の第 1 トーションバー 14 を介して第 1 中間フレーム 16 が接続され、この第 1 中間フレーム 16 の内側には、Y 軸に沿いかつ互いに同軸状に配置された一対の第 2 トーションバー 18 を介して第 2 中間フレーム 20 が接続されている。更に、この第 2 中間フレーム 20 の内側には、Z 軸に沿いかつ同軸状に配置された一対の第 3 トーションバー 22 を介して、回転子である略立方体状構造の回転部材 24 が接続され、この回転部材 24 から、図示のよう

30 に、第 1、第 2、第 3 トーションバー 14、18、22 のそれぞれに対して斜め方向にレバー 26 が延びる。このレバー 26 の先端部は、この弾性ヒンジ装置 10 を介して連結する上述の 2 つの部材の内の他方に連結される。

【 0 0 1 0 】各トーションバー 14、18、22 は、それぞれの中心軸が回転部材 24 内の特に中心点を通るように配置することにより、レバー 26 したがって回転部材 24 の回転位置が高精度で位置決めされる。この場合には、レバー 26 の中心軸も、回転部材 24 内の中心点を通ることが望ましい。

【 0 0 1 1 】ベース 12 と第 1、第 2 中間フレーム 16、20 とは、剛性構造に形成し、強度の高い材料により、変形を生じさせない寸法に形成することが望ましい。一方、第 1、第 2、第 3 トーションバー 14、18、22 は、ばね鋼等の弾性限度の高い材料で形成し、特に回転角度を大きくする必要のある場合には、超弾性材料等の著しく弾性限度の高い材料で形成することが望ましい。これらのトーションバー 14、18、22 の太

さおよび長さを含む各部の寸法は、回転部材 2 4 に作用するモーメントと回転角度の大きさとの関係（ねじり剛性）に応じて決定することができる。

【 0 0 1 2 】なお、上記実施形態では、ベース 1 2 と第 1 , 第 2 中間フレーム 1 6 , 2 0 と回転部材 2 4 と第 1 , 第 2 , 第 3 トーションバー 1 4 , 1 8 , 2 2 との全てを別部材として形成し、この後、各部材を組立てたものであるが、これらの全ての部材を一体構造に形成してもよいことは明らかである。この場合には、例えばレーザービーム等を使用した 3 D 光造形加工等の加工方法を用いることが可能である。また、ベース 1 2 と第 1 , 第 2 中間フレーム 1 6 , 2 0 とは、矩形構造に形成してあるが、これに限らず、円形、楕円形あるいは多角形状に形成してもよく、更に、ベース 1 2 については、第 1 トーションバー 1 4 を支えることができるものであれば、適宜の構造に形成することができる。

【 0 0 1 3 】このような弾性ヒンジ装置 1 0 の作用は以下の通りである。図 1 に示すように、ベース 1 2 固定されている場合、まず、第 1 中間フレーム 1 6 に X 軸回りのモーメントが加わると、第 1 トーションバー 1 4 が弾性的にねじれることにより、第 1 中間フレーム 1 6 はベース 1 2 に対して X 軸に沿う第 1 トーションバー 1 4 の中心軸線回りに回転する。次に、第 2 中間フレーム 2 0 に Y 軸回りのモーメントが加わると、この第 2 中間フレーム 2 0 は、外側の第 1 中間フレーム 1 6 に対して Y 軸に沿う第 2 トーションバー 1 8 の中心軸線回りに回転する。最後に、回転部材 2 4 に Z 軸回りのモーメントが加わると、回転部材 2 4 は第 2 中間フレーム 2 0 に対して Z 軸に沿う第 3 トーションバー 2 2 の中心軸線回りに回転する。したがって、回転部材 2 4 およびこれに固定されたレバー 2 6 は、ベース 1 2 に対して X , Y および Z 軸回りの合計 3 軸回りの回転を行うことができる。逆に、レバー 2 6 を固定した場合は、相対的にベース 1 2 が X , Y , Z のそれぞれの軸回りの回転運動を行う。

【 0 0 1 4 】この弾性ヒンジ装置 1 0 では、ベース 1 2 と回転部材 2 4 したがってレバー 2 6 との間に、すべり運動あるいは転がり運動する部分が全くなく、したがって、隙間によるガタおよび相対運動に起因する摩擦力も発生しない。更に、ベース 1 2 と第 1 , 第 2 中間フレーム 1 6 , 2 0 とがいずれも剛体として形成され、このような剛体で支えられた各対の第 1 , 第 2 , 第 3 トーションバー 1 4 , 1 8 , 2 2 が同軸状に配置されているため、各トーションバー 1 4 , 1 8 , 2 2 はたわみ変形することなく、それぞれの中心軸線を中心とした回転方向にのみ弾性変形する。したがって、第 1 , 第 2 中間フレーム 1 6 , 2 0 と回転部材 2 4 との回転中心は常に各トーションバー 1 4 , 1 8 , 2 2 の中心軸線を通り、しかも、これらのトーションバー 1 4 , 1 8 , 2 2 がたわみを生じないため、回転中心が移動することもない。ベース 1 2 に対する回転部材 2 4 したがってレバー 2 6 の位

置を極めて高精度で位置決めし、あるいは、再現することができる。更に、各トーションバー 1 4 , 1 8 , 2 2 は、一様な円形断面の真直棒で形成できるため、従来の弾性ヒンジのように、ビームの周部に断面円弧状の切欠きを形成する必要がなく、したがって、機械的な強度も極めて高く、大きな回転角度範囲で用いることができる。

【 0 0 1 5 】図 5 から図 7 は、このような弾性ヒンジ装置 1 0 を用いた微動運動機構の例を示す。図 5 は、半導体製造装置のウエハの位置決め用いる 6 自由度テーブル 3 0 である。このテーブル 3 0 は、3 つの直動アクチュエータ 3 2 により Z 軸方向に支えられている。更に、このテーブル 3 0 の側縁部には、軸方向に駆動する 1 つの直動アクチュエータ 3 2 と、X 軸方向駆動する 2 つの直動アクチュエータ 3 2 とが支持台 3 4 により、水平に配置されている。これらの 6 つの直動アクチュエータ 3 2 は、いずれも図 6 に示すように形成してある。

【 0 0 1 6 】すなわち、この直動アクチュエータ 3 2 は、一対の対向した L 字状部材 3 6 a , 3 6 b を一対の腕部 3 8 で連結し、複数の圧電素子を積層した圧電アクチュエータ 4 0 により、これらの腕部 3 8 を撓ませつつ、両端部に設けた押圧板 4 2 を互いに近接する方向および離隔する方向に移動するものである。これらの押圧板 4 2 は、上述の弾性ヒンジ装置 1 0 により、L 字状部材 3 6 a , 3 6 b に取付けられ、L 字状部材 3 6 a , 3 6 b に対して任意の傾斜角で保持される。なお、これらの押圧板 4 2 の移動量、すなわち直動アクチュエータ 3 2 の駆動距離は、圧電アクチュエータ 4 0 に供給する駆動電圧パルスの数等適宜の手段で制御することができる。

【 0 0 1 7 】したがって、図 5 に示すテーブル 3 0 は、6 つの直動アクチュエータ 3 2 により、X , Y , Z 軸に沿う 3 つの並進方向と、X , Y , Z 軸を中心とする 3 つの回転方向との合計 6 つの運動方向を持つ 6 自由度機構を形成する。そして、各直動アクチュエータ 3 2 および各押圧板 4 2 を支える弾性ヒンジ装置 1 0 のいずれもすべり運動あるいはころがり運動を行う部位がなく、更に回転中心の移動が全く生じないため、極めて高い精度でテーブル 3 0 の位置あるいは姿勢を制御し、所要の配置を再現することができる。

【 0 0 1 8 】図 7 は、バイオ関連の研究に用いられるマイクロピペット装置であり、(A) はピボットスプリング式、(B) はフレキシブルジョイント式のものを示す。いずれもベースプレート 4 4 a とエンドプレート 4 4 b との間を 6 本の圧電素子駆動リンク 4 6 で連結し、これらの圧電素子駆動リンク 4 6 を個々に駆動することにより、エンドプレート 4 4 b をベースプレート 4 4 a に対して所要の位置に位置決めし、あるいは、所要位置を再現することができるものである。符号 4 8 はスプリングを示し、符号 5 0 は、ガラス製のマイクロピペット

を示す。

【 0 0 1 9 】このマイクロピペット装置では、各圧電素子駆動リンク 4 6 と、ベースプレート 4 4 a およびエンドプレート 4 4 b との間に、上述の弾性ヒンジ装置 1 0 が介挿されている。この場合にも、弾性ヒンジ装置 1 0 にすべり運動あるいはころがり運動を行う部位がなく、更に回転中心の移動が全く生じないため、極めて高い精度でエンドプレート 4 4 b の位置あるいは姿勢を制御することが可能となる。

【 0 0 2 0 】

【発明の効果】以上明らかなように、本発明の弾性ヒンジ装置によれば、摩擦の影響がないためスティックスリップなどがなく、高精度な運動を行うことができると共に、回転中心の移動がないため高い回転精度を維持しつつ、機械的にも高い強度と大きな回転角度範囲を形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の好ましい実施形態による弾性ヒンジ装

置の概略的な斜視図。

【図 2】図 1 の弾性ヒンジ装置の X - Z 平面に沿う図。

【図 3】図 1 の弾性ヒンジ装置の X - Y 平面に沿う図。

【図 4】図 1 の弾性ヒンジ装置の Y - Z 平面に沿う図。

【図 5】図 1 の弾性ヒンジ装置を用いたテーブルの概略的な斜視図。

【図 6】図 5 のテーブルを支える直動アクチュエータの概略図。

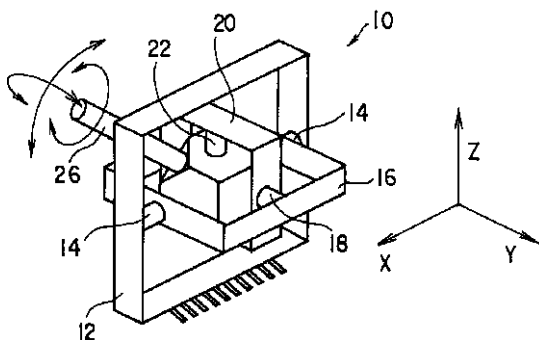
【図 7】図 1 の弾性ヒンジ装置を用いたマイクロピペット装置の説明図。

10

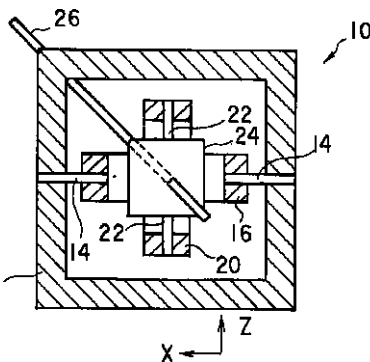
【符号の説明】

1 0 ...弾性ヒンジ装置、1 2 ...ベース、1 4 , 1 8 , 2 2 ...トーションバー、1 6 , 2 0 ...中間フレーム、2 4 ...回転部材、2 6 ...レバー、3 0 ...テーブル、3 2 ...直動アクチュエータ、3 4 ...支持台、3 6 a , 3 6 b ...L 字状部材、3 8 ...腕部、4 0 ...圧電アクチュエータ、4 2 ...押圧板、4 4 ...プレート、4 6 ...圧電素子駆動リンク、4 8 ...スプリング、5 0 ...マイクロピペット。

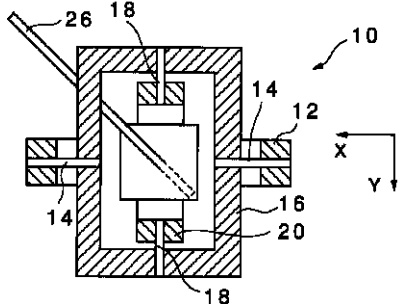
【図 1】



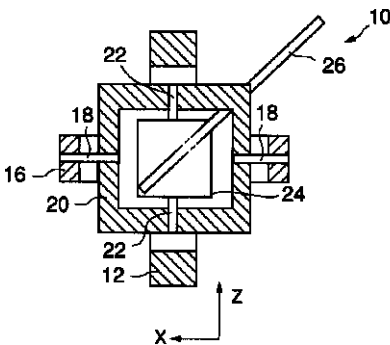
【図 2】



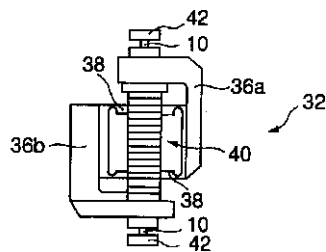
【図 3】



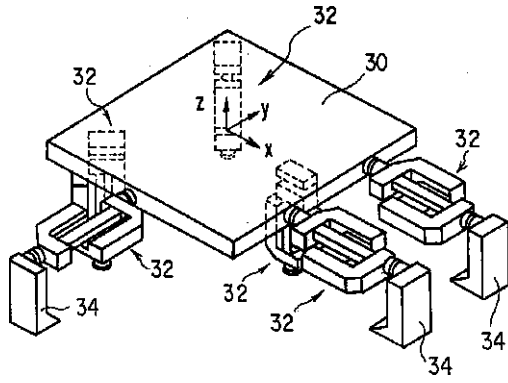
【図 4】



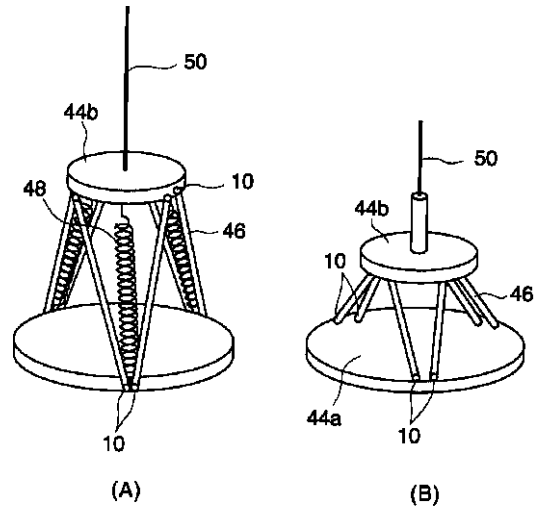
【図 6】



【図5】



【図7】



フロントページの続き

- (56) 参考文献 特開 平 1 - 255711 (J P , A)
特開 昭61 - 260117 (J P , A)
特開 平 4 - 189993 (J P , A)
特開 平 7 - 317758 (J P , A)
米国特許4318522 (U S , A)

- (58) 調査した分野(Int.Cl.⁷, D B 名)
F16C 11/04
F16H 35/08