

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6288477号
(P6288477)

(45) 発行日 平成30年3月7日(2018.3.7)

(24) 登録日 平成30年2月16日(2018.2.16)

(51) Int.Cl.

G O 1 B 21/00 (2006.01)
G O 1 B 5/008 (2006.01)

F 1

G O 1 B 21/00
G O 1 B 5/008

E

請求項の数 6 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2016-15852 (P2016-15852)
 (22) 出願日 平成28年1月29日 (2016.1.29)
 (65) 公開番号 特開2016-145824 (P2016-145824A)
 (43) 公開日 平成28年8月12日 (2016.8.12)
 審査請求日 平成29年10月16日 (2017.10.16)
 (31) 優先権主張番号 特願2015-16243 (P2015-16243)
 (32) 優先日 平成27年1月30日 (2015.1.30)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000151494
 株式会社東京精密
 東京都八王子市石川町2968-2
 (74) 代理人 100083116
 弁理士 松浦 憲三
 (72) 発明者 菅野 幸男
 茨城県土浦市東中貫町4 株式会社東京精密内
 (72) 発明者 五味 圭一郎
 茨城県土浦市東中貫町4 株式会社東京精密内
 (72) 発明者 藤田 隆
 東京都八王子市石川町2968-2 株式会社東京精密内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】三次元座標測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

測定プローブを測定対象物に接触させることにより測定対象物の三次元座標を測定する三次元座標測定装置であって、

前記測定対象物を載せ置く測定領域を有する定盤と、

前記測定領域をX軸方向に跨いで第一の支持柱と第二の支持柱を有しており、且つ前記測定プローブを支持しながら移動する移動体と、

前記移動体を前記測定プローブの移動方向に案内するガイドと、

前記第一の支持柱に設けられ、前記移動体をY軸方向に移動させる駆動部と、

前記ガイドにおいて、前記X軸方向に垂直な一対のガイド面を挟み込むことにより、前記ガイドに対して前記第一の支持柱を支持し、前記駆動部に対して前記Y軸方向に沿って前後2対ある支持部と、を有し、

前記駆動部は、前記Y軸方向において前記前後2対の前記支持部の間に位置し、且つ前記一対のガイド面の一方に当接し、

前記第二の支持柱における前記Y軸方向の位置は、前記前後2対の前記支持部の間に位置する三次元座標測定装置。

【請求項 2】

前記前後2対の前記支持部の間の前記Y軸方向の距離は、前記一対のガイド面の間の距離よりも大きい請求項1に記載の三次元座標測定装置。

【請求項 3】

10

前記定盤は、Z軸方向に垂直な上面と、前記Y軸方向に沿った側面とを有し、
前記定盤の前記上面に前記Y軸方向に沿って形成された溝を備え、
前記ガイドは、前記溝の内側の側面を第1のガイド面として、かつ、前記定盤の側面を
第2のガイド面として有する、請求項1又は2に記載の三次元座標測定装置。

【請求項4】

前記駆動部は前記第一の支持柱を前記Y軸方向に駆動し、前記第二の支持柱は前記第一
の支持柱に追従移動する請求項1から3のいずれか1項に記載の三次元座標測定装置。

【請求項5】

前記支持部は、エアパッドである請求項1から4のいずれか1項に記載の三次元座標測定
装置。

10

【請求項6】

前記第二の支持柱は、前記定盤の上面のみに配置される第二の支持柱支持部を有する請
求項1から5のいずれか1項に記載の三次元座標測定装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は三次元座標測定装置に係り、特にX、Y、Z軸の3軸方向に測定プローブを移
動させて測定対象物の三次元形状を測定する三次元座標測定装置に関する。

【背景技術】

20

【0002】

一般的な三次元座標測定装置では、測定対象物を載置する定盤の上部に前後方向(Y軸
方向)に移動自在のYキャリッジが配置される。Yキャリッジは、左右方向(X軸方向)
に沿って架け渡された柱状のXガイドを有し、XガイドにはXキャリッジがX軸方向に移
動自在に支持される。Xキャリッジには、上下方向(Z軸方向)に沿った柱状のZキャリッジ
がZ軸方向に移動自在に支持され、Zキャリッジの下端には測定プローブが取り付け
られる。これにより、測定プローブの測定子(スタイラス)がX、Y、Z軸の3軸方向に
移動自在に支持される(特許文献1等参照)。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0003】

【特許文献1】特開2007-33052号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、三次元座標測定装置は、測定プローブ(測定子)を測定対象物に接触させることで、測定子を接触させた接触点(測定点)の座標を読み取る。このとき、測定プローブが接触点に接触する瞬間の速度が常に同一となることが要求されるため、測定プローブの移動速度を接触点の少し手前から一定速度とする制御が行われている。

【0005】

40

したがって、測定プローブを一定速度で測定対象物に接触させる際の測定プローブの速
度にムラがないことが重要となる。

【0006】

このような測定プローブの速度ムラを無くすためには、モータ制御系の調整だけでは十分とは言えず、測定プローブの一定速度以外での移動時に生じた振動が一定速度での移動時に残留振動として残るによる影響を無くすことも重要な課題となる。そして、残留振動を無くすためには、装置の高剛性化、即ち、Yキャリッジ、Xキャリッジ、Zキャリッジの移動時にそれらの支持点に加わる力の釣り合いが崩れないこと、又は、崩れても元の状態への戻りが早いことが必要となる。

【0007】

50

しかしながら、測定の高速化に伴い、従来の三次元座標測定装置では剛性が十分ではなく、測定プローブを一定速度で測定対象物に接触させる際の測定プローブの速度にムラが生じるという問題があった。

【0008】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、高剛性化を図り、測定プローブの移動時に生じる振動を低減する三次元座標測定装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するため、本発明の一の態様に係る三次元座標測定装置は、測定プローブを測定対象物に接触させることにより測定対象物の三次元座標を測定する三次元座標測定装置であって、測定プローブを支持しながら移動する移動体と、移動体を測定プローブの移動方向に案内するガイドと、移動体とガイドのうちの一方に移動方向に沿って形成され、互いに反対向きに設けられた第1及び第2のガイド面と、移動体とガイドのうちの他方に移動方向に沿った2箇所に設けられた第1及び第2の支持部材であって、第1のガイド面に摺動する第1及び第2の支持部材と、移動体とガイドのうちの他方に設けられ、第2のガイド面に当接して移動体に移動方向への駆動力を与える駆動部であって、移動方向に関して第1の支持部材と第2の支持部材との間となる第2のガイド面の位置に当接する駆動部と、を備える。10

【0010】

本態様によれば、測定プローブの移動時において駆動部から移動体に与えられる駆動力により生じる振動を移動方向に沿った2箇所に設けられた第1及び第2の支持部材により低減することができる。20

【0011】

本発明の他の態様に係る三次元座標測定装置において、第1の支持部材と第2の支持部材との移動方向の距離は、第1のガイド面と第2のガイド面との距離よりも大きい態様とすることができる。

【0012】

本発明の更に他の態様に係る三次元座標測定装置において、Z軸に垂直な上面と、Y軸方向に沿った側面とを有し、上面に測定対象物を載置する定盤と、定盤の上面にY軸方向に沿って形成された溝と、定盤に形成されたガイドとしてのYガイドであって、溝の内側の側面を第1のガイド面として、かつ、定盤の側面を第2のガイド面として有するYガイドと、Y軸方向を移動方向としてYガイドに案内される移動体としてのYキャリッジであって、第1及び第2の支持部材と駆動部とを備えたYキャリッジと、を備えた態様とすることができる。30

【0013】

本発明の更に他の態様に係る三次元座標測定装置において、Z軸に垂直な上面と、Y軸方向に沿った側面とを有し、上面に測定対象物を載置する定盤と、定盤に対してY軸方向に移動するYキャリッジと、Yキャリッジに設けられ、X軸方向に沿って延在するガイドとしてのXガイドであって、第1及び第2のガイド面を有するXガイドと、X軸方向を移動方向としてXガイドに案内される移動体としてXキャリッジであって、第1及び第2の支持部材と駆動部とを備えたXキャリッジと、を備えた態様とすることができる。40

【0014】

本発明の更に他の態様に係る三次元座標測定装置において、Z軸に垂直な上面と、Y軸方向に沿った側面とを有し、上面に測定対象物を載置する定盤と、定盤に対してY軸方向に移動するYキャリッジと、Yキャリッジに対してX軸方向に移動するガイドとしてのXキャリッジであって、第1及び第2の支持部材と駆動部とを備えたXキャリッジと、Z軸方向を移動方向としてXキャリッジに案内される移動体としてZキャリッジであって、Z軸方向に沿って延在する第1及び第2のガイド面を有するZキャリッジと、を備えた態様とすることができる。

【0015】

50

本発明の更に他の態様に係る三次元座標測定装置において、Z軸に垂直な上面と、Y軸方向に沿った側面とを有し、上面に測定対象物を載置する定盤と、定盤の上面にY軸方向に沿って形成された溝と、定盤に形成されたガイドとしてのYガイドであって、溝の内側の側面を第1のガイド面として、かつ、定盤の側面を第2のガイド面として有するYガイドと、Y軸方向を移動方向としてYガイドに案内される移動体としてのYキャリッジであって、第1及び第2の支持部材と駆動部とを備えたYキャリッジと、Yキャリッジに設けられ、X軸方向に沿って延在するガイドとしてのXガイドであって、第1及び第2のガイド面を有するXガイドと、X軸方向を移動方向としてXガイドに案内される移動体としてXキャリッジであって、第1及び第2の支持部材と駆動部とを備えたXキャリッジと、Z軸方向を移動方向としてXキャリッジに案内される移動体としてのZキャリッジであって、Z軸方向に沿って延在する第1及び第2のガイド面を有するZキャリッジと、を備えた態様とすることができる。10

【0016】

本発明の更に他の態様に係る三次元座標測定装置において、支持部材は、エアパッドである態様とすることができます。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、高剛性化を図り、測定プローブの移動時に生じる振動を低減することができます。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明が適用される三次元座標測定装置の外観を示した斜視図

【図2】本発明が適用される三次元座標測定装置の外観を示した正面図

【図3】定盤の右側部を拡大して示した正面図

【図4】定盤の右側部を拡大して示した右側面図

【図5】カバーを外した状態のYキャリッジを示した斜視図

【図6】定盤の上面を示した上面図であり、Yキャリッジに設けられたエアパッドの定盤に対する配置を示した図

【図7】定盤の右側面を示した右側面図であり、Yキャリッジに設けられたエアパッドの定盤に対する配置を示した図30

【図8】定盤の溝の部分を拡大して示した正面図

【図9】Xガイドから取り外したZコラムを示した斜視図

【図10】Xガイドから取り外したZコラムを示した斜視図

【図11】Xガイドから取り外したZコラムを示した斜視図

【図12】Xガイドから取り外したZコラムの支持部を示した斜視図

【図13】Xガイドから取り外したZコラムの支持部を示した斜視図

【図14】定盤のYガイドがYキャリッジを支持する支持点の位置関係を定盤の上面側から示した模式図

【図15】XガイドがXキャリッジ（支持部）を支持する支持点の位置関係を定盤の上面側から示した模式図40

【図16】Xキャリッジ（支持部）がZキャリッジを支持する支持点の位置関係を定盤の右側面側から示した模式図

【図17】比較例1の三次元座標測定装置の外観を示した正面図（正面概略図）

【図18】図17中のXVII-XVII線に沿う断面図（断面概略図）

【図19】比較例2の三次元座標測定装置の外観を示した正面図（正面概略図）

【図20】本実施形態の三次元座標測定装置1の外観を示した正面図（正面概略図）

【図21】図20中のXXI-XXI線に沿う断面図（断面概略図）

【図22】定盤の上面を示した上面図であり、Yキャリッジに設けられた各エアパッドと駆動部との配置を示した図

【図23】他実施形態の三次元座標測定装置の外観を示した正面図（正面概略図）50

【発明を実施するための形態】**【0019】**

以下、添付図面に従って本発明の好ましい実施の形態について詳説する。

【0020】

図1及び図2は、本発明が適用される三次元座標測定装置1の外観を示した斜視図及び正面図である。

【0021】

これらの図に示す三次元座標測定装置1は、設置面(床面)に架台12を介して支持された定盤10を有する。定盤10は御影石や大理石などの石材により矩形状に一体形成され、測定対象物を載置する平坦な上面10Tを有する。上面10Tは、X軸及びY軸に平行に、即ち、Z軸に垂直に配置される。
10

【0022】

定盤10の上面10T側には、門型のYキャリッジ14が設置される。Yキャリッジ14は、定盤10を正面側から見たときの定盤10の右側及び左側の各々にZ軸方向に沿って延在して立設される第1の支柱部材である右Yキャリッジ16及び第2の支柱部材である左Yキャリッジ18と、右Yキャリッジ16及び左Yキャリッジ18の上端部に架け渡されてX軸方向に沿って延在する柱状のXガイド20とを有する。

【0023】

右Yキャリッジ16の下端部は、定盤10に形成されるY軸方向に沿った後述のYガイド42に移動自在に支持される。また、右Yキャリッジ16の下端部には、Yガイド42に当接する駆動部が設けられており、右Yキャリッジ16はその駆動部の駆動力によってYガイド42に沿って移動する。左Yキャリッジ18の下端部は、定盤10の上面10Tに摺動自在に支持される。
20

【0024】

これによって、Yキャリッジ14は、定盤10に対してY軸方向に移動可能に支持され、また、右Yキャリッジ16の下端部の駆動部により、右Yキャリッジ16を駆動側とし、左Yキャリッジ18を従動側としてY軸方向に移動する。

【0025】

Xガイド20には、Zコラム22がXガイド20に沿って移動自在に支持される。Zコラム22は、Xガイド20に当接する駆動部を内蔵しており、その駆動部の駆動力によってXガイド20に沿ってX軸方向に移動する。
30

【0026】

また、Zコラム22の内部には、Z軸に沿って延在する柱状のZキャリッジ24がZ軸方向に移動自在に支持されており(図2参照)、そのZキャリッジ24の下端部側がZコラム22の下端部側から突出する。Zコラム22は、Zキャリッジ24に当接する駆動部を内蔵しており、その駆動部の駆動力によってZキャリッジ24がZ軸方向に移動する。

【0027】

Zキャリッジ24の下端部には、タッチプローブ等の測定プローブ26が取り付けられる。測定プローブ26は、例えば、先端球を有する棒状のスタイラス28を有し、測定プローブ26は、スタイラス28の先端(先端球)の測定対象物への接触の有無やスタイラス28の先端の測定対象物への接触により生じるスタイラス28の変位量を検出する。
40

【0028】

以上のごとく構成された三次元座標測定装置1は、Yキャリッジ14のY軸方向への移動、Zコラム22のX軸方向への移動、及び、Zキャリッジ24のZ軸方向への移動によって測定プローブ26のスタイラス28をX、Y、Z軸方向に移動させ、定盤10の上面10Tに載置された測定対象物の表面に沿わせてスタイラス28の先端(先端球)を移動させる。そして、そのときのYキャリッジ14のY軸方向の位置(移動量)、Zコラム22のX軸方向の位置(移動量)、Zキャリッジ24のZ軸方向の位置(移動量)、及びスタイラス28の位置(変位量)を計測することにより、測定対象物の表面の各位置の三次元座標を測定する。なお、三次元座標の測定に関する処理については周知であるので詳細
50

な説明は省略する。

【0029】

次に、Yキャリッジ14をY軸方向に移動可能に支持すると共にY軸方向に移動させるY駆動機構について説明する。

【0030】

まず、Y駆動機構におけるYキャリッジ14の支持手段(Yガイド機構)について説明する。

【0031】

図3及び図4は、定盤10の右側部を拡大して示した正面図及び右側面図である。

【0032】

図3に示すように、定盤10は、Z軸に垂直な上面10T及び下面10Bと、X軸に垂直な右側面10Rを有する。また、定盤10の右側面10Rの近くであって定盤10の上面10T側には、Y軸方向に沿った溝40が形成される。

【0033】

なお、図1及び図2では、溝40の上部開口に蛇腹カバー等の伸縮自在の被覆部材が設置され、定盤10の前側及び後側の側面に金属カバー等の板状の被覆部材が取り付けられた状態を示しているが、図3及び図4ではそれらの被覆部材を取り外した状態が示されている。

【0034】

溝40は、互いに対向するX軸に垂直な右側面40R及び左側面40Lと、Z軸に垂直な底面40Bとを有する。

【0035】

これにより、溝40の右側面40Rと、定盤10の右側面10Rと、それらの間の定盤10の上面10Tと、定盤10の下面10Bとで、Y軸方向に沿って延在するYガイド42が形成される。

【0036】

なお、定盤10の右側面10Rと、溝40の右側面40R及び左側面40Lは、Y軸方向に沿って形成された面であれば必ずしもX軸に垂直な面でなくともよく、定盤10の下面10Bと溝40の底面40Bは、必ずしもZ軸に垂直な面でなくてもよい。

【0037】

また、以下において、溝40の右側面40RをYガイド42の左側面42L、定盤10の右側面10RをYガイド42の右側面42R、それらの間の定盤10の上面10TをYガイド42の上面42T、定盤10の下面10BをYガイド42の下面42Bというものとする。

【0038】

一方、図5には、各部のカバーを取り外した状態のYキャリッジ14の斜視図が示されており、図4及び図5に示すように、右Yキャリッジ16の下端部には、Y軸方向に幅広の支持部50が設けられる。

【0039】

また、支持部50は、図3のように正面側からみると二股状に形成される。

【0040】

なお、図3及び図4では支持部50を覆う被覆部材を取り外した状態が示されている。

【0041】

支持部50は、主に図3に示すように、Yガイド42の上面42Tに対向し、Z軸に直交する方向(水平方向)に沿って配置される基端部52と、基端部52からZ軸方向に延設されてYガイド42の右側面42Rに対向する側に配置される右側部54と、基端部52からZ軸方向に延設されてYガイド42の左側面42Lに対向する側に配置される左側部56とを有する。

【0042】

また、右側部54の下端部にはYガイド42の下面42Bに対向する位置までX軸方向

10

20

30

40

50

に延設された支持板 58A、58Aが支持部50の先端部58として設けられる。

【0043】

支持部50のこれらの基端部52、右側部54、左側部56、及び先端部58の各々には、次に示すように、空気を噴出することでYガイド42に対して摺動可能となる複数の円板状のエアパッドが設けられる。また、左Yキャリッジ18の下端部にも空気を噴出することで定盤10の上面10Tに対して摺動可能となる円板状のエアパッドが設けられる。

【0044】

図6及び図7は、定盤10の上面10T及び右側面10Rを示した上面図及び右側面図であり、Yキャリッジ14に設けられたエアパッドの定盤10に対する配置が示されている。10

【0045】

これらの図において、Yガイド42の上面42Tに沿って配置された2つのエアパッド62F、62Eは、支持部50の基端部52においてY軸方向に沿った2箇所（Y軸に平行な直線上の2箇所）の位置に設けられており、Yガイド42の上面42Tに対向して下向きに配置される。

【0046】

Yガイド42の右側面42Rに沿って配置された2つのエアパッド64F、64Eは、支持部50の右側部54においてY軸方向に沿った2箇所（Y軸に平行な直線上の2箇所）の位置に設けられており、Yガイド42の右側面42Rに対向して左向きに配置される。20

【0047】

Yガイド42の左側面42L（溝40の右側面40R）に沿って配置された2つのエアパッド66F、66Eは、支持部50の左側部56においてY軸方向に沿った2箇所（Y軸に平行な直線上の2箇所）の位置に設けられており、Yガイド42の左側面42Lに対向して右向きに配置される。

【0048】

Yガイド42の下面42Bに沿って配置された2つのエアパッド68F、68E（図3及び図7参照）は、支持部50の先端部58においてY軸方向に沿った2箇所（Y軸に平行な直線上の2箇所）の位置に設けられ、Yガイド42の下面に対向して上向きに配置される。30

【0049】

定盤10の左側面の近くの上面に配置されたエアパッド70は、左Yキャリッジ18の下端部に設けられ、定盤10の上面10Tに対向して下向きに配置される。

【0050】

ここで、支持部50の基端部52、右側部54、左側部56、及び先端部58の各々において、前側（正面側）に設置されるエアパッド62F、64F、66F、68Fは、Y軸方向に関して略同一位置に配置され（即ち、同一のXZ平面に沿った位置に配置され）、後側（背面側）に配置されるエアパッド62E、64E、66E、68Eは、Y軸方向に関して略同一位置に配置される。40

【0051】

支持部50の右側部54に設置されるエアパッド64F、64Eと左側部56に設置されるエアパッド66F、66Eとは、互いに対向する位置（即ち、Z軸方向に関して略同一位置）に配置される。

【0052】

支持部50の基端部52に設置されるエアパッド62F、62Eと先端部58に設置されるエアパッド68F、68Eとは、互いに対向する位置（即ち、X軸方向に関して略同一位置）に配置される。

【0053】

左Yキャリッジ18の下端部に設置されるエアパッド70は、そのY軸方向に関する位50

置が、Yキャリッジ14と共にY軸方向に移動する全ての部材（Yキャリッジ14及びZコラム22）の重心のY軸方向の位置と略一致する位置に配置される。

【0054】

また、エアパッド62F、62E、70が例えば直径110mmのものであるのに対し、エアパッド64F、64E、66F、66Eは、エアパッド62F、62E、70よりも直径が小さい例えば直径80mmのものが用いられる。更に、エアパッド68F、68Eは、エアパッド64F、64E、66F、66Eよりも直径が小さい例えば直径60mmのものが用いられる。

【0055】

なお、参考として、定盤10は、X軸方向の幅（横幅）が約800mm～約1000mm、Y軸方向の幅（奥行き）が約1200mm～約2700mmのものが用いられ、Yキャリッジ14は、Z軸方向の幅（高さ）として約600mm～約800mmを有し、支持部50は、Y軸方向の幅（奥行き）として約650mmを有する。

【0056】

以上のごとく構成されたYキャリッジ14の支持手段によれば、Yキャリッジ14は、右Yキャリッジ16における支持部50のエアパッド62F、62E、64F、64E、66F、66E、68F、68Eを介してYガイド42（定盤10）に支持される。即ち、支持部50とYガイド42との係合によってYキャリッジ14がYガイド42に支持される。また、これと共に、Yキャリッジ14は、左Yキャリッジ18におけるエアパッド70を介して定盤10（上面10T）に支持される。

【0057】

また、各エアパッド62F、62E、64F、64E、66F、66E、68F、68E、70から空気を噴出することで、右Yキャリッジ16における支持部50の各エアパッド62F、62E、64F、64E、66F、66E、68F、68EがYガイド42に対してY軸方向に摺動可能な状態となり、かつ、左Yキャリッジ18におけるエアパッド70が定盤10の上面10Tに対して摺動可能な状態となる。

【0058】

したがって、Yキャリッジ14が定盤10に対してY軸方向に移動可能な状態となる。

【0059】

続いて、Y駆動機構におけるYキャリッジ14の駆動手段について説明する。

【0060】

図4のように支持部50の右側部54には、駆動部80が設けられる。図6及び図7にも示されているように駆動部80は、支持部50の右側部54に設けられる2つのエアパッド64F、64Eの間の略中間となる位置に配置される。

【0061】

なお、駆動部80のY軸方向の位置は、Yキャリッジ14と共にY軸方向に移動する全ての部材（Yキャリッジ14及びZコラム22）の重心のY軸方向の位置と略一致する位置であることが望ましい。

【0062】

駆動部80は、モータ82と、回転自在のローラ84と、それらを動力伝達可能に連結する減速機構とが支持部材に組み付けられて一体的に構成されており、モータ82を駆動するとローラ84が回転する。

【0063】

この駆動部80は、図6に示すようにローラ84の回転軸がZ軸と平行に、かつ、ローラ84の外周面が2つのエアパッド64F、64Eの間の略中間となる位置においてYガイド42の右側面42R（定盤10の右側面10R）に当接するようにして支持部50の右側部54に設置される。

【0064】

したがって、駆動部80のモータ82を駆動してローラ84を回転させることで、Yガイド42に沿って支持部50が移動し、Yキャリッジ14がY軸方向に移動する。

10

20

30

40

50

【0065】

なお、Yキャリッジ14の駆動手段として、駆動部80の他にYガイド42の左側面42Lに当接する駆動部を例えば駆動部80に対峙させて設けてもよいし、駆動部80の代わりにYガイド42の左側面42Lに当接する駆動部のみを設けてもよい。

【0066】

続いて、Y駆動機構におけるYキャリッジ14の位置検出手段について説明する。

【0067】

図8は、定盤10の溝40の部分を拡大して示した正面図である。同図に示すように溝40の左側面40Lには、例えば光学式のリニアエンコーダ110を構成する長板状のスケール112であって格子目盛が設けられたスケール112がY軸方向に沿って設置される。
10

【0068】

一方、支持部50の左側部56には、リニアエンコーダ110を構成する光センサ114が支持部材を設置され、スケール112に対向した位置に配置される。そして、光センサ114に対向する位置に形成されたスケール112の格子目盛に起因する検出信号が光センサ114から出力される。

【0069】

このリニアエンコーダ110によれば、Yキャリッジ14がY軸方向に移動すると、Yキャリッジ14と共に光センサ114がY軸方向に移動し、スケール112に対する光センサ114の対向位置が変化する。このとき、光センサ114から出力される検出信号に基づいてYキャリッジ14のY軸方向の位置が検出される。
20

【0070】

次に、Zコラム22をX軸方向に移動可能に支持すると共にX軸方向に移動させるX駆動機構について説明する。

【0071】

まず、X駆動機構におけるZコラム22の支持手段(Xガイド機構)について説明する。
。

【0072】

図5には、上述のようにカバーを外した状態のYキャリッジ14が示されており、図9、図10、図11には、Xガイド20から取り外したZコラム22が示されている。これらの図に示されているようにZコラム22は、各種部品が組み付けられる支持部200であってXキャリッジに相当する支持部200を備え、支持部200には、四角柱状のXガイド20を挿通するX軸方向に沿った矩形状のXガイド挿通孔202が設けられる。
30

【0073】

支持部200において、Xガイド挿通孔202を画定する前面202F、後面202E、上面202T、及び下面202B(Xガイド挿通孔202の前面202F等という)の各々には、空気を噴出することでXガイド20に対して摺動可能となる円板状のエアパッドが設けられる。

【0074】

Xガイド挿通孔202の前面202Fには、図10に示すように上下と左右に対称となる4箇所の各々に1つずつの合計4つのエアパッド210、210、210、210が配置され、Xガイド20の前面20F(図5参照)に対向して後向きに配置される。
40

【0075】

Xガイド挿通孔202の後面202Eには、図11に示すように上側の2箇所と下側の1箇所の各々に1つずつの合計3つのエアパッド212、212、212が配置され、Xガイド20の後面20E(図5参照)に対向して前向きに配置される。

【0076】

Xガイド挿通孔202の上面202Tには、図9に示すように左右の2箇所の各々に1つずつの合計2つのエアパッド214、214が配置され、Xガイド20の上面20T(図5参照)に対向して下向きに配置される。
50

【0077】

Xガイド挿通孔202の下面202Bには、図10に示すように1つのエアパッド216が配置され、Xガイド20の下面20B(図5参照)に対向して上向きに配置される。

【0078】

以上のごとく構成されたZコラム22の支持手段によれば、支持部200のXガイド挿通孔202にXガイド20を挿通させると、支持部200は、エアパッド210、212、214、216を介してXガイド20に支持されて、Zコラム22が支持部200を介してXガイド20に支持される。

【0079】

また、各エアパッド210、212、214、216から空気を噴出することで、支持部200の各エアパッド210、212、214、216がXガイド20に対してX軸方向に摺動可能な状態となる。10

【0080】

したがって、Zコラム22がX軸方向に移動可能な状態となる。

【0081】

続いて、X駆動機構におけるZコラム22の駆動手段について説明する。

【0082】

図9～図11に示すようにXガイド挿通孔202の後面202Eには、上述のY駆動機構における駆動部80と同様の構成を有し、モータ222とローラ224(図11参照)を備えた駆動部220が設けられる。駆動部220は、ローラ224の回転軸がZ軸と平行となるようにXガイド挿通孔202の後面202Eに設置され、かつ、ローラ224の外周面がXガイド挿通孔202の後面202Eの上側に設置された2つのエアパッド212、212の間の略中間となる位置においてXガイド20の後面20E(図5参照)に当接するように設置される。20

【0083】

したがって、駆動部220のモータ222を駆動してローラ224を回転させることで、Xガイド20に沿って支持部200が移動し、Zコラム22がX軸方向に移動する。

【0084】

なお、Xガイド20及び支持部200には、X駆動機構におけるZコラム22の位置検出手段として、Y駆動機構における上述のリニアエンコーダ110と同様の光学式のリニアエンコーダが設けられ、Xガイド20には、長板状のスケールがX軸方向に沿って設置され、支持部200には、光センサがスケールに対向した位置に配置される。30

【0085】

次に、Zキャリッジ24をZ軸方向に移動可能に支持すると共にZ軸方向に移動させるZ駆動機構について説明する。

【0086】

まず、Z駆動機構におけるZキャリッジ24の支持手段(Zガイド機構)について説明する。

【0087】

図12、図13には、図9～図11に示したZコラム22の支持部200からZキャリッジ24を取り外した状態が示されており、これらの図に示されているように支持部200には、四角柱状のZキャリッジ24を挿通するZ軸方向に沿った矩形状のZキャリッジ挿通孔250がXガイド挿通孔202の前側に設けられる。40

【0088】

支持部200において、Zキャリッジ挿通孔250を画定する前面250F、後面250E、右側面250R、及び左側面250L(Zキャリッジ挿通孔250の前面250F等という)の各々(図13参照)には、空気を噴出することでZキャリッジ24に対して摺動可能となるエアパッドが設けられる。

【0089】

Zキャリッジ挿通孔250の下側開口付近には、図12に示すようにZキャリッジ挿通50

孔 250 の前面 250F、後面 250E、右側面 250R、及び左側面 250L の各々に 1つずつの合計 4 つのエアパッド 260、262、264、266 が配置され、それらのエアパッド 260、262、264、266 の各々は、Z キャリッジ 24 の前面 24F、後面 24E、右側面 24R、及び左側面 24L (図 11 参照) の各々に対向して後向き、前向き、左向き、右向きに配置される。

【0090】

Z キャリッジ挿通孔 250 の上側開口付近には、図 13 に示すように Z キャリッジ挿通孔 250 の前面 250F、後面 250E、及び右側面 10R の各々に 1 つずつの合計 3 つのエアパッド 260、262、264 が配置され、それらのエアパッド 260、262、264 の各々は、Z キャリッジ 24 の前面 24F、後面 24E、及び右側面 24R の各々に対向して後向き、前向き、左向きに配置される。 10

【0091】

一方、Z キャリッジ挿通孔 250 の上側開口付近における Z キャリッジ挿通孔 250 の左側面 250L には 2 つのエアパッド 266、266 が配置され、それらのエアパッド 266、266 は、Z キャリッジ 24 の左側面 24L に対向して右向きに配置される。

【0092】

以上のごとく構成された Z キャリッジ 24 の支持手段によれば、支持部 200 の Z キャリッジ挿通孔 250 に Z キャリッジ 24 を挿通させると、支持部 200 は、エアパッド 260、262、264、266 を介して Z キャリッジ 24 を支持する。 20

【0093】

また、各エアパッド 260、262、264、266 から空気を噴出することで、支持部 200 の各エアパッド 260、262、264、266 が Z キャリッジ 24 に対して摺動可能な状態となり、Z キャリッジ 24 が Z 軸方向に移動可能な状態となる。

【0094】

続いて、Z 駆動機構における Z キャリッジ 24 の駆動手段について説明する。

【0095】

図 12 及び図 13 に示すように Z キャリッジ挿通孔 250 の前面 250F には、上述の Y 駆動機構における駆動部 80 と同様の構成を有し、モータ 272 とローラ 274 (図 13 参照) を備えた駆動部 270 が設けられる。駆動部 270 は、ローラ 274 の回転軸が X 軸と平行となるように Z キャリッジ挿通孔 250 の前面 250F に設置され、かつ、ローラ 274 の外周面が Z キャリッジ挿通孔 250 の前面 250F に設置された 2 つのエアパッド 260、260 の間の略中間となる位置において Z キャリッジ 24 の前面 24F に当接するように設置される。 30

【0096】

したがって、駆動部 270 のモータ 272 を駆動してローラ 274 を回転させることで、Z キャリッジ 24 が支持部 200 に対して Z 軸方向に移動する。

【0097】

なお、Z キャリッジ 24 及び支持部 200 には、Z 駆動機構における Z キャリッジ 24 の位置検出手段として、Y 駆動機構における上述のリニアエンコーダ 110 と同様の光学式のリニアエンコーダが設けられ、Z キャリッジ 24 には、長板状のスケールが Z 軸方向に沿って設置され、支持部 200 には、光センサがスケールに対向した位置に配置される。 40

【0098】

また、図 9 ~ 図 13 に示されているケーブル保護管 278 は、ケーブルを内部に挿通させて案内する湾曲可能な案内部材である。Z キャリッジ 24 の下端部に取り付けられる測定プローブ 26 のケーブルは、Z コラム 22 の内部において、Z キャリッジ 24 の内部及びケーブル保護管 278 の内部に挿通配置され、他の部材との干渉が防止される。

【0099】

以上のごとく構成された三次元座標測定装置 1 における振動低減効果 (高剛性化) について説明する。 50

【0100】

まず、Y駆動機構におけるYキャリッジ14の振動低減効果について説明する。

【0101】

図14は、定盤10のYガイド42がYキャリッジ14を支持する支持点の位置関係を定盤10の上面10T側から示した模式図である。

【0102】

同図において、定盤10に形成されたYガイド42の左側面42Lに存在する前後2つの支持点P1、P2は、Yキャリッジ14（支持部50）のエアパッド66F、66Eが当接する位置を示し、Yガイド42の右側面42Rに存在する前後2つの支持点P3、P4は、Yキャリッジ14（支持部50）のエアパッド64F、64Eが当接する位置を示し、Yガイド42の右側面42Rに存在する支持点P0は、Yキャリッジ14（支持部50）の駆動部80のローラ84が当接する位置を示す（図6参照）。なお、駆動力が加えられる支持点（P0）を駆動点（P0）というものとする（以下、同様）。

10

【0103】

また、支持点P1、P2は固定の支持点を示し、支持点P3、P4は補助的な支持点を示す。即ち、固定の支持点P1、P2となるエアパッド66F、66Eは、Yキャリッジ14の支持部50において、それらが摺動するガイド面であるYガイド42の左側面42Lの法線方向に進退移動不能に支持される。一方、補助的な支持点P3、P4となるエアパッド64F、64Eは、Yキャリッジ14の支持部50において、それらが摺動するガイド面であるYガイド42の右側面42Rの法線方向に対して進退移動可能に支持されると共に、右側面42Rに当接する方向に付勢される。

20

【0104】

同図に示すように、支持点P1と支持点P3、及び、支持点P2と支持点P4とは、各々、Yガイド42を介して対向した位置に配置される。即ち、支持点P1と支持点P3のY軸方向及びZ軸方向の位置が略一致し、支持点P2と支持点P4のY軸方向及びZ軸方向の位置が略一致する。

【0105】

駆動点P0は、Yキャリッジ14の移動方向であるY軸方向に関して、支持点P3と支持点P4との間、即ち、支持点P1と支持点P2との間の略中間位置に配置される。なお、駆動点P0は、支持点P1と支持点P2との間で範囲であれば、それの中間位置以外の位置に配置されていてもよい。

30

【0106】

このような支持点の配置によれば、支持点P3、P4を補助的な支持点として、右側面42Rの1つの駆動点P0と、左側面42Lの2つの支持点P1、P2との3点でYキャリッジ14を支持した状態であり、駆動点P0を中心としたYキャリッジ14のZ軸周り方向の回転が規制される。

【0107】

特に、支持点P1と支持点P2とのY軸方向の距離（間隔）は、駆動点P0と支持点P1、P2とのX軸方向の距離（間隔）に対して十分に大きく、Yキャリッジ14の加減速時であっても各支持点に加わる力のバランスが崩れにくい構造となっている。

40

【0108】

即ち、支持点P1と支持点P2とのY軸方向の間隔が狭いと、駆動点P0で駆動されたときに生じる外力（駆動方向に対して垂直な力）がエアパッド66F、66Eにおいて形成される薄い空気層を潰しやすくなる。空気層を潰すと、そのバネ性の反力が生じて振動が発生する。本実施の形態では、支持点P1と支持点P2とのY軸方向の間隔は、対向する駆動点P0との間隔よりも十分広いため、支持点P1、P2にかかる外力が小さく、このような振動が発生しにくい構造となっている。

【0109】

したがって、Yキャリッジ14のY軸方向への移動時に駆動点P0からYガイド42に加わる駆動力によってYキャリッジ14がZ軸周り方向に振動する（揺れる）ことが低減

50

される。即ち、Yキャリッジ14の移動の際に進行方向に対して左右に向きが振れるヨーイング誤差が小さく、加えて振動も小さくなる。

【0110】

なお、支持点P1と支持点P2とのY軸方向の距離（間隔）は、駆動点P0と支持点P1、P2とのX軸方向の距離（間隔）、即ち、Yガイド42の右側面42Rと左側面42Lとの距離よりも大きいことが望ましいが、必ずしもこれに限らない。

【0111】

また、定盤10に溝40を形成して定盤10の右側面10Rに沿った一部の領域をYガイド42としたことで、定盤10の左右両側面をYガイドとして利用した場合と比べると、駆動点P0と支持点P1、P2との距離（間隔）が小さい。駆動点P0と支持点P1、P2との距離が大きいと、固有振動数が低く、振幅の大きな揺れがYキャリッジ14に発生するが、本実施の形態のように、駆動点P0と支持点P1、P2との距離（間隔）が小さいことで、固有振動数が高くなり、それに伴いYキャリッジ14に揺れが生じた場合でもその振幅を小さくすることができる。10

【0112】

以上のことから、Yキャリッジ14のY軸方向への移動時におけるYキャリッジ14の振動が低減され、測定プローブ26のY軸方向への移動時における測定プローブ26（スタイラス28）の振動が低減される。

【0113】

なお、駆動点P0、支持点P1、P2、及び支持点P3、P4を配置するYガイド42の側面（ガイド面）は、本実施の形態に限らず、Yガイド42の互いに反対向きとなる任意の2つの側面（ガイド面）の一方のガイド面に支持点P1、P2を配置し、他方のガイド面に、駆動点P0及び支持点P3、P4を配置した構成とすることができる。20

【0114】

続いて、X駆動機構における支持部200（Xキャリッジ）の振動低減効果について説明する。

【0115】

図15は、Xガイド20がXキャリッジに相当する支持部200を支持する支持点の位置関係を定盤10の上面10T側（Xガイド20の上面20T側）から示した模式図である。30

【0116】

同図において、Xガイド20の前面20Fに存在する左右2つの支持点P1、P2は、支持部200の上部（Xガイド挿通孔202の前面202Fの上側）に設置される2つのエアパッド210、210（図10参照）が当接する位置を示し、Xガイド20の後面20Eに存在する左右2つの支持点P3、P4は、支持部200の上部（Xガイド挿通孔202の後面202Eの上側）に設置される2つのエアパッド212、212（図11参照）が当接する位置を示し、Xガイド20の後面20Eに存在する駆動点P0は、支持部200の駆動部220のローラ224（図11参照）が当接する位置を示す。

【0117】

また、支持点P1、P2は固定の支持点を示し、支持点P3、P4は補助的な支持点を示す。固定の支持点と補助的な支持点の構成上の相違は上述した通りである。40

【0118】

同図に示すように、支持点P1と支持点P3、及び、支持点P2と支持点P4とは、各々、Xガイド20を介して対向した位置に配置される。即ち、支持点P1と支持点P3のX軸方向及びZ軸方向の位置が略一致し、支持点P2と支持点P4のX軸方向及びZ軸方向の位置が略一致する。

【0119】

駆動点P0は、支持部200の移動方向であるX軸方向に関して、支持点P3と支持点P4との間、即ち、支持点P1と支持点P2との間の略中間位置に配置される。なお、駆動点P0は、支持点P1と支持点P2との間で範囲であれば、それらの中間位置以外の位50

置に配置されていてもよい。

【0120】

このような支持点の配置によれば、図14で説明したY駆動機構における支持点の配置と同様に、支持点P3、P4を補助的な支持点として、後面20Eの1つの駆動点P0と、前面20Fの2つの支持点P1、P2との3点で支持部200を支持した状態であり、駆動点P0を中心としたZ軸周り方向の支持部200の回転が規制される。

【0121】

特に、支持点P1と支持点P2とのX軸方向の距離（間隔）は、駆動点P0と支持点P1、P2とのY軸方向の距離（間隔）に対して十分に大きく、支持部200の加減速時であっても各支持点に加わる力のバランスが崩れにくい構造となっている。

10

【0122】

したがって、支持部200のX軸方向の移動時に駆動点P0からXガイド20に加わる駆動力によって支持部200がZ軸周り方向に振動する（揺れる）ことが低減される。即ち、支持部200の移動の際に進行方向に対して左右に向きが振れるヨーイング誤差が小さく、加えて振動も小さくなる。

【0123】

なお、支持点P1と支持点P2とのX軸方向の距離（間隔）は、駆動点P0と支持点P1、P2とのY軸方向の距離（間隔）、即ち、Xガイド20の前面20Fと後面20Eとの距離よりも大きいことが望ましいが、必ずしもこれに限らない。本実施の形態では、支持点P1と支持点P2とのX軸方向の距離（間隔）は、少なくともZキャリッジ24の幅（Zキャリッジ24の右側面24Rと左側面24Lとの距離）よりも大きくすることで、支持点P1と支持点P2とのX軸方向の距離（間隔）を大きくしている。

20

【0124】

以上のことから、Xキャリッジに相当する支持部200のX軸方向への移動時における支持部200の振動が低減され、測定プローブ26のX軸方向への移動時における測定プローブ26（スタイラス28）の振動が低減される。

【0125】

なお、駆動点P0、支持点P1、P2、及び支持点P3、P4を配置するXガイド20の側面（ガイド面）は、本実施の形態に限らず、Xガイド20の互いに反対向きとなる任意の2つの側面（ガイド面）の一方のガイド面に支持点P1、P2を配置し、他方のガイド面に、駆動点P0及び支持点P3、P4を配置した構成とすることができる。

30

【0126】

続いて、Z駆動機構におけるZキャリッジ24の振動低減効果について説明する。

【0127】

図16は、支持部200がZキャリッジ24を支持する支持点（Zキャリッジ24が支持部200により支持される支持点）の位置関係を定盤10の右側面10R側（Zキャリッジ24の右側面24R側）から示した模式図である。

【0128】

同図において、Zキャリッジ24の前面24Fに存在する上下2つの支持点P1、P2は、支持部200（Zキャリッジ挿通孔250の前面250F）に設置される2つのエアパッド260、260（図12、図13参照）が当接する位置を示し、Zキャリッジ24の後面24Eに存在する上下2つの支持点P3、P4は、支持部200（Zキャリッジ挿通孔250の後面250E）に設置される2つのエアパッド262、262（図12、図13参照）が当接する位置を示し、Zキャリッジ24の前面24Fに存在する駆動点P0は、支持部200の駆動部270のローラ274（図13参照）が当接する位置を示す。

40

【0129】

また、支持点P1、P2は固定の支持点を示し、支持点P3、P4は補助的な支持点を示す。固定の支持点と補助的な支持点の構成上の相違は上述した通りである。

【0130】

同図に示すように、支持点P1と支持点P3、及び、支持点P2と支持点P4とは、各

50

々、Zキャリッジ24を介して対向した位置に配置される。即ち、支持点P1と支持点P3のX軸方向及びZ軸方向の位置が略一致し、支持点P2と支持点P4のX軸方向及びZ軸方向の位置が略一致する。

【0131】

駆動点P0は、Zキャリッジ24の移動方向であるZ軸方向に関して、支持点P3と支持点P4との間、即ち、支持点P1と支持点P2との間の略中間位置に配置される。なお、駆動点P0は、支持点P1と支持点P2との間で範囲であれば、それの中間位置以外の位置に配置されていてもよい。

【0132】

このような支持点の配置によれば、図14で説明したY駆動機構における支持点の配置と同様に、支持点P3、P4を補助的な支持点として、前面24Fの1つの駆動点P0と、後面24Eの2つの支持点P1、P2との3点でZキャリッジ24が支持された状態であり、駆動点P0を中心としたX軸周り方向のZキャリッジ24の回転が規制される。10

【0133】

特に、支持点P1と支持点P2とのZ軸方向の距離（間隔）は、駆動点P0と支持点P1、P2とのY軸方向の距離（間隔）に対して十分に大きく、Zキャリッジ24の加減速時であっても各支持点に加わる力のバランスが崩れにくい構造となっている。

【0134】

したがって、Zキャリッジ24のZ軸方向への移動時に駆動点P0からZキャリッジ24に加わる駆動力によってZキャリッジ24がX軸周り方向に振動する（揺れる）ことが低減される。即ち、Zキャリッジ24の移動の際に進行方向に対して左右に向きが振れるヨーイング誤差が小さく、加えて振動も小さくなる。20

【0135】

なお、支持点P1と支持点P2とのZ軸方向の距離（間隔）は、駆動点P0と支持点P1、P2とのY軸方向の距離（間隔）、即ち、Zキャリッジ24の前面24Fと後面24Eとの距離よりも大きいことが望ましいが、必ずしもこれに限らない。

【0136】

また、従来において、Zキャリッジ24の軸心位置からY軸方向にずれた位置にベルトの先端を固定し、ベルトを上下に動かすことでZキャリッジ24をZ軸方向に移動させる構成としたものがあるが、この場合、Zキャリッジ24のZ軸方向への移動時にX軸周り方向にモーメントがかかる。これに対して、本実施の形態では、固定の支持点P1、P2に対して対向して駆動点P0を配置しているため、Zキャリッジ24のZ軸方向への移動にそのようなモーメントがかからない構造であり、Zキャリッジ24のX軸周り方向の振動が低減されている。30

【0137】

以上のことから、Zキャリッジ24のZ軸方向への移動時におけるZキャリッジ24の振動が低減され、測定プローブ26のZ軸方向への移動時における測定プローブ26（スタイラス28）の振動が低減される。

【0138】

なお、駆動点P0、支持点P1、P2、及び支持点P3、P4を配置するZキャリッジ24の側面（ガイド面）は、本実施の形態に限らず、Zキャリッジ24の互いに反対向きとなる任意の2つの側面（ガイド面）の一方のガイド面に支持点P1、P2を配置し、他方のガイド面に、駆動点P0及び支持点P3、P4を配置した構成とすることができる。40

【0139】

以上、Y駆動機構、X駆動機構、及びZ駆動機構における振動低減効果により、測定プローブ26（スタイラス28）のX、Y、Z軸の3軸方向への移動時における振動が低減される。したがって、スタイラス28を一定速度で測定対象物に接触させる際に、それ以前の移動により生じた振動（残留振動）によりスタイラス28の速度にムラが生じるという事態を適切に低減することができる。

【0140】

以上、上記実施の形態の三次元座標測定装置1は、左右を反転した構成であってもよく、溝40及びYガイド42は、定盤10の右側面10Rに沿った位置ではなく、定盤10の左側面に沿った位置に形成してもよい。

【0141】

また、上記実施の形態では、Yガイド42等の各面に摺動可能に当接する支持部材としてエアパッド(エアベアリング)を用いた場合を示したが、エアパッド以外の種類の支持部材を用いてもよい。

【0142】

以上の三次元座標測定装置1の作用効果について以下、補足的に説明する。

【0143】

上記実施の形態の三次元座標測定装置1において、駆動部80のローラ84の軸が定盤10の上面10Tに対して垂直方向に配置される。したがって、ローラ84が定盤10の垂直面で接触するのでゴミをかむことがなく、また定盤10の側面を基準にして正確に測定することができる。

【0144】

また、ローラ84は、定盤10の側面(右側面10R)に沿って駆動する。したがって、微小に定盤10が変形しても定盤10を基準にして測定することができる。もし、定盤10と違う別レールをローラ84が沿って移動すると、別レールの熱膨張など他の要因で定盤10の変形と同期しない。

【0145】

また、エアパッド64F、64E、66F、66Eも定盤10の側面に沿って垂直方向に配置される。したがって、上記と同様に定盤10を基準にして位置が設定される。また、Yキャリッジ14の移動時に進行方向に対して左右に振れるヨーイング誤差を低減することができる。

【0146】

また、垂直方向に配置した駆動部80のローラ84が同様に垂直方向に配置したエアパッド66F、66Eで挟むように配置される。したがって、急な駆動でも前後をエアパッドで挟むことで姿勢を崩すことなくヨーイング誤差及び振動を低減することができる。

【0147】

また、移動体であるYキャリッジ14、支持部200、又はZキャリッジ24において、支持点P1と支持点P2との距離(間隔)が、それらの支持点P1、P2と駆動点P0との距離(間隔)に対して十分に大きい。したがって、それらの移動体の振動を低減することができ、また、移動方向に対して移動方向が左右に振れるヨーイング誤差を低減することができる。

【0148】

また、定盤10の溝40側面に垂直な配置でエアパッド66F、66Eが配置される。したがって、定盤10に溝40を形成し、エアパッド66F、66Eによる支持点P1、P2を定盤10の溝40の側面とすることで、定盤10の熱膨張などの変形にも追従し、定盤10を基準にして測定することができる。

【0149】

また、エアパッド64F、64Eによる支持点P3、P4に対向するエアパッド66F、66Eが定盤10の溝40の側面に支持点P1、P2として存在し、それらによってYガイド42に支持される。したがって、定盤10の側面を基準とすると共に、Yキャリッジ14が従動側(左Yキャリッジ18側)に対して駆動側(駆動部80が配置される右Yキャリッジ16側)だけで支持される。そのため、従動側の摺動抵抗は無視できる程度となり、ヨーイング誤差が大幅に低減される。

【0150】

また、Yキャリッジ14の従動側はZ軸方向のエアパッド70のみが配置され、Y軸方向を抑制するエアパッドがない。したがって、従動側に余計な抵抗を作ることなく、Y軸方向の移動は駆動側に倣う形になる。その結果、振動を低減し、ヨーイングを低減するこ

10

20

30

40

50

とができる。

【0151】

また、Xガイド20及びYキャリッジ18の従動側のZ軸方向のエアパッド70のY軸方向の位置は、Yキャリッジ18の駆動側のエアパッド66F、66E（支持点P1、P2）又はエアパッド64F、64E（支持点P3、P4）の間に存在する。したがって、急な加減速においても支持点P1、P2（又は支持点P3、P4）の幅でXガイド20及び測定部のモーメントを受けるだけで、摺動抵抗はほとんどない。その結果、振動やヨーイング誤差は極めて小さくなる。

【0152】

次に、本実施形態の三次元座標測定装置1と比較例1～2の三次元座標測定装置とを比較して、本実施形態の三次元座標測定装置1の作用効果についてより詳しく説明する。なお、本発明は以下の作用効果の説明に限定されるものではない。

【0153】

図17は、特開平5-312556号公報に開示されている比較例1の三次元座標測定装置300の外観を示した正面図（正面概略図）である。また、図18は、図17中のXVII-XVII線に沿う断面図（断面概略図）である。なお、比較例1の三次元座標測定装置300において、本実施形態の三次元座標測定装置1と機能又は構成上同一のものについては、同一符号を付してその説明は省略する。

【0154】

図17及び図18に示すように、比較例1の三次元座標測定装置300において、駆動部301により直接駆動される側（以下、駆動側と略す）の右Yキャリッジ16を支持する支持部50は、エアパッド302R及びエアパッド302Tを介して定盤10に支持される。エアパッド302Rは定盤10の右側面に配置され、エアパッド302Tは定盤10の上面10Tの右端側に配置される。また、エアパッド302Tは、Y方向に沿った2箇所の位置に設けられている（図18参照）。

【0155】

一方、比較例1の三次元座標測定装置300において、駆動側の右Yキャリッジ16に追従してY方向に移動する従動側（以下、従動側と略す）の左Yキャリッジ18は、エアパッド303Tとエアパッド303Lとを介して定盤10の上面10Tに摺動自在に支持される。エアパッド303Tは定盤10の上面10Tに配置される。また、左Yキャリッジ18の下端部には定盤10の左側面に対向する支持部18aを有しており、この支持部18aによりエアパッド303Tが定盤10の左側面に配置される。

【0156】

駆動部301は、例えば本実施形態の駆動部80と基本的に同じ構成であり、エアパッド302Rの近傍に設けかれている。なお、図18中の二点鎖線で表した矩形枠は駆動部301の位置を示すものである。

【0157】

比較例1の三次元座標測定装置300では、定盤10の図17中の両側面（両側の垂直面）にエアパッド302Rとエアパッド303Lとを配置している。この場合、Yキャリッジ14をY方向に前後移動させる上で一見安定するとも思われるが、Yキャリッジ14のY方向の前後移動時にヨーイング誤差が大きくなる。

【0158】

すなわち、定盤10の両側面にエアパッド302Rとエアパッド303Lとを配置した場合、駆動側の右Yキャリッジ16と従動側の左Yキャリッジ18とにおいて、主たる駆動動作を制御する側と、その動作に追従する側との区分けがはっきりせず、双方とも同じような摺動抵抗を持つ。その結果、Yキャリッジ14をY方向に移動させた場合に、右Yキャリッジ16と左Yキャリッジ18とのY方向の位置関係が一定とならず、例えばZ軸周りに揺動することで、ヨーイング誤差が大きくなる。このため、本実施形態のように、駆動側の右Yキャリッジ16はYガイド42（図3参照）に沿って移動させ、且つ従動側の左Yキャリッジ18は摺動抵抗を極力小さくした方が、駆動側の右Yキャリッジ16に

10

20

30

40

50

追従して左Yキャリッジ18が移動するため、前述のZ軸周りの揺動は発生しない。

【0159】

また、比較例1の三次元座標測定装置300では、従動側のエアパッド303Lの近傍には駆動部301は配置されておらず、さらに、従動側のエアパッド303Lは、駆動側のエアパッド302Rに対してYキャリッジ14を挟んで反対側に位置しており、エアパッド302Rと共に定盤10の両側面を押さえ付けている。この場合、従動側のエアパッド303Lは定盤10の反対側であって駆動部301から離れた場所に位置するので、エアパッド303Lと定盤10の左側面との摺動により、駆動部301を支点とする大きな回転モーメントが発生する。

【0160】

また、エアパッド302R及びエアパッド303Lにより定盤10の両側面を挟むように両サイドから押した状態で、エアパッド302R及びエアパッド303Lを定盤10の押圧方向に対して垂直方向(Y方向)に移動させる場合、この移動動作時の摺動抵抗のバランスが微小に崩れることに伴ってヨーイング誤差は顕著に悪化する。

【0161】

このようなヨーイング誤差を低減する方法として、例えば特開平7-218247号公報には、Yキャリッジ14をY方向に大きな加速度で移動させた場合であってもYキャリッジ14の捻じれ及び曲がりを防止可能な特殊な構造の駆動部を設けることが開示されている。しかし、この特殊な構造の駆動部を採用した場合、三次元座標測定装置300が大型化し、且つ駆動部の構造が複雑化するという問題がある。従って、比較例1の三次元座標測定装置300では、Yキャリッジ14の移動時にヨーイング誤差が発生するという問題がある。

【0162】

さらに比較例1の三次元座標測定装置300では、定盤10の上面10Tの右端側にエアパッド302TをY方向に沿って2個配置しているものの、既述の図7に示した本実施形態の三次元座標測定装置1とは異なり、定盤10の下面側にはエアパッドが配置されていない。すなわち、比較例1の三次元座標測定装置300には、定盤10又はこの定盤10に設けられたYガイド(図示せず)の下面に対向するエアパッドは設けられていないため、駆動側の右Yキャリッジ16の上下方向(Z軸方向)の位置を決定する部分は定盤10の上面だけとなる。このため、比較例1の三次元座標測定装置300では、ヨーイング誤差以外にピッチング誤差も問題となる。

【0163】

ピッチング誤差を低減するには、右Yキャリッジ16をY方向に駆動する駆動部301と、右Yキャリッジ16を支持するエアパッドとの位置関係が重要になる。例えば比較例1の三次元座標測定装置300では、駆動部301を定盤10の上面10Tよりも下側に設けているので、定盤10の上面10Tを支点として右Yキャリッジ16は瞬間にX軸周りに傾く(揺動する)ことになる。このため、比較例1の三次元座標測定装置300のように、単に定盤10上だけで駆動側の右Yキャリッジ16を支持している場合、その支持点は上下方向で一点だけになり、駆動部301による駆動時に定盤10上の支持点を支点として回転モーメントが働く。その結果、右Yキャリッジ16がX軸周りに揺動してピッチング誤差が顕著になる。

【0164】

また、Yキャリッジ14(右Yキャリッジ16)を単に定盤10上だけで支持する場合、Yキャリッジ14を駆動する際のピッチング誤差は、ヨーイング誤差にも影響する。すなわち、ピッチング誤差が発生する場合は、Y方向の前後のエアパッド302Tの一方が定盤10の上面10Tから離れ、他方が上面10Tに近づく形態になる。その際、右Yキャリッジ16及び左Yキャリッジ18は、非対称構造で駆動側の右Yキャリッジ16の摺動抵抗が従動側の左Yキャリッジ18よりも大きい方がよいが、そうした非対称性があるがゆえに、ピッチング誤差による変化によって摺動抵抗のバランスが左右でそれなくなる。このため、さらにYキャリッジ14は大きく捻られるように変形する。その結果、ヨー

10

20

30

40

50

イング誤差の悪化につながるおそれがある。

【0165】

さらに、比較例1の三次元座標測定装置300のように、定盤10の上面側にエアパッド302Tを配置するが、下面側にエアパッドを配置しない場合、Yキャリッジ14の荷重は、駆動側の右Yキャリッジ16と従動側の左Yキャリッジ18との双方に略均等に等分される。従動側にYキャリッジ14の半分の重量がかかれれば、それだけ従動側の左Yキャリッジ18の摺動抵抗が大きくなる。その結果、ヨーイング誤差が大きくなる。

【0166】

ピッキング誤差を低減するためには、本実施形態の三次元座標測定装置1のように、定盤10の上下面をエアパッド62E, 62F, 68E, 68F(図7参照)で挟み込み、その上下面の間に駆動部80(図7参照)を設ける必要がある。その結果、Yキャリッジ14(右Yキャリッジ16)をY方向に移動した場合に、定盤10の上下面の双方が右Yキャリッジ16の支持点となり、さらにこれら2つの支持点に挟まれた位置に駆動部80が位置するため、Yキャリッジ14の加速時及び減速時でもピッキング誤差が発生し難くなる。なお、加速時及び減速時のピッキング誤差を抑えるためには、駆動部80は、Yキャリッジ14(右Yキャリッジ16)のY方向の重心位置、例えばエアパッド62Eとエアパッド62Fとの中心位置にあることが好ましい。

10

【0167】

なお、比較例1の三次元座標測定装置300では、定盤10の下面にエアパッドが設けられておらず、右Yキャリッジ16の支持点が上下方向で1点だけとなるので、X軸周りのピッキング誤差だけでなく、右Yキャリッジ16のY軸周りの揺動、すなわち、ローリング誤差も発生するおそれがある。このようなローリング誤差が発生した場合にも、ピッキング誤差が発生した場合と同様に摺動抵抗のバランスが左右でとれなくなるので、ヨーイング誤差の悪化につながるおそれがある。

20

【0168】

これに対して、本実施形態の三次元座標測定装置1の右Yキャリッジ16では、定盤10の上面側のみならず下面側からもエアパッド62E, 62F, 68E, 68F(図7参照)で押さえて右Yキャリッジ16を上下で拘束して支持する。このため、駆動側の右Yキャリッジ16の摺動抵抗は大きくなるが、従動側の左Yキャリッジ18の摺動抵抗はその分比較的小さく抑えことができる。このとき、駆動側の右Yキャリッジ16において定盤10を上下方向で挟むことによって、Yキャリッジ14のY方向の前後の倒れ(揺動)は補正できると共に、Yキャリッジ14にかかる重量を駆動側部分でほとんど支持することが可能となる。

30

【0169】

また、本実施形態の三次元座標測定装置1の従動側の左Yキャリッジ18は、駆動側の右Yキャリッジ16を中心としたローリング誤差をなくすために単純に定盤10の上面10Tを基準に支持する役割になる。このため、駆動側の右Yキャリッジ16は、Yキャリッジ14を支えるべく定盤10に対してローリングするが、従動側の左Yキャリッジ18は、そのローリング誤差を緩和する程度に定盤10の上面10Tのみで軽く支えておく程度でよい。その結果、従動側の左Yキャリッジ18では摺動抵抗が発生することなく、結果として駆動側の右Yキャリッジ16の摺動抵抗に律速される形になり、ヨーイング誤差を小さく抑えることができる。

40

【0170】

図19は、比較例2の三次元座標測定装置500の外観を示した正面図(正面概略図)である。なお、比較例2の三次元座標測定装置500において、本実施形態の三次元座標測定装置1と機能や構成上同一のものについては、同一符号を付してその説明は省略する。

【0171】

図19に示すように、駆動部501によりY方向に駆動される駆動側の右Yキャリッジ16を支持する支持部50は、エアパッド502Rとエアパッド502Tとエアパッド5

50

02Lとを介してYガイド42(定盤10)に支持される。エアパッド502Rは定盤10のYガイド42の右側面に配置され、エアパッド502TはYガイド42の上面側に配置され、エアパッド502LはYガイド42の左側面に配置される。なお、エアパッド502R, 502T, 502LはそれぞれY方向に沿った2箇所の位置に設けられている。

【0172】

比較例2の三次元座標測定装置500において、駆動側の右Yキャリッジ16に追従してY方向に移動する従動側の左Yキャリッジ18は、エアパッド503Tを介して定盤10の上面10Tに摺動自在に支持される。

【0173】

駆動部501は、Yガイド42(定盤10)の右側面に設けられたシャフト形リニアモータである。駆動部501は、支持部50に固定されたシャフト形リニアモータの可動子501Bと、Y方向に平行に配置された固定子(シャフト)501Cと、固定子501Cの両端をYガイド42の右側面に固定する固定部501Aとを備える。10

【0174】

また、比較例2の三次元座標測定装置500においては、スケール112が、Yガイド42の右側面と定盤10の左側面とにそれぞれ設けられている。

【0175】

比較例2の三次元座標測定装置500では、前述の比較例1と同様に、定盤10の下面に対向するエアパッドが配置されていないので、右Yキャリッジ16がX軸周りに揺動してピッチング誤差が顕著に生じるおそれがある。また、前述の比較例1で説明したように、ピッチング誤差による変化によって、右Yキャリッジ16及び左Yキャリッジ18の摺動抵抗のバランスが左右でそれなくなると共に、Yキャリッジ14の荷重が右Yキャリッジ16と左Yキャリッジ18との双方に略均等に等分されてしまう。その結果、ヨーイング誤差が悪化するおそれがある。従って、ピッチング誤差及びヨーイング誤差を低減するためには、本実施形態の三次元座標測定装置1のように、定盤10の上下面をエアパッド62E, 62F, 68E, 68Fで挟み込み、その上下面の間に駆動部80を設けることが好ましい。20

【0176】

また、比較例2の三次元座標測定装置500では、シャフト形リニアモータの駆動部501を構成する固定部501A及び固定子501CがYガイド42(定盤10)の右側面に設けられている。このように固定部501A及び固定子501CをYガイド42(定盤10)の右側面に設けた場合、定盤10に対する固定部501A及び固定子501Cの設置誤差が生じたり、各々の熱膨張係数の違いに起因するバイメタル効果によって固定部501A及び固定子501Cに歪みが生じたりするおそれがある。この場合、定盤10を基準とした測定精度を得るのは困難である。このため、本実施形態の三次元座標測定装置1のように、Yガイド42(定盤10)の右側面に当接するローラ84を有する駆動部80を設けることが好ましい。30

【0177】

さらに比較例2の三次元座標測定装置500では、スケール112がYガイド42の右側面と定盤10の左側面とにそれぞれ設けられており、定盤10の上面10Tにおいて測定対象物が配置される測定領域からスケール112までの距離が長くなる。その結果、スタイラス28の測定子が実際に配置されている位置のY座標値と、スケール112により実測されるYキャリッジ14のY座標値から得られる測定子のY座標値との差が大きくなる。また、Yキャリッジ14のヨーイング方向の振れ等によって、Yキャリッジ14のY座標値の測定精度の低下を招き易い。さらに、定盤10の周縁部にスケール112を設置した場合には、スケール112が外気に近いために周囲温度に影響され易く、スケール112自体の伸縮による誤差も生じ易い。40

【0178】

そのため、本実施形態の三次元座標測定装置1のように、溝40の左側面40L(図3参照)にスケール112を設けて、定盤10の上面10Tにおいて測定対象物が配置され50

る測定領域からスケール 112までの距離を短くすることが好ましい。すなわち、従動側の左 Y キャリッジ 18、測定領域、スケール 112、駆動側の右 Y キャリッジ 16（駆動部 80）の順に配置されていることが好ましい。このように、スケール 112を駆動側（右 Y キャリッジ 16 側）でかつ測定領域に近い場所に設けることで、ヨーイング誤差があつても誤差を極小化できる。なお、上面 10T に対して垂直な左側面 40L にスケールを設けた場合、仮に、定盤 10 の上部（上方）からゴミやホコリが落ちてきたとしても、スケール 112 上に乗ることはなく、ゴミやホコリによるスケール 112 の読み取りの誤作動は起こらない。

【0179】

図 20 は、本実施形態の三次元座標測定装置 1 の外観を示した正面図（正面概略図）である。図 21 は、図 20 中の X XI - X XI 線に沿う断面図（断面概略図）である。図 22 は、定盤 10 の上面 10T を示した上面図であり、Y キャリッジ 14 に設けられた各エアパッドと駆動部 80 との配置を示した図である。また、図 21 中の二点鎖線で示す矩形枠は、駆動部 80 の位置を示している。

10

【0180】

図 20 から図 22 に示すように、本実施形態の三次元座標測定装置 1 は、上記比較例 1 及び比較例 2 に対して、下記の相違点 1 から相違点 4 を有する。

【0181】

相違点 1 として、本実施形態の三次元座標測定装置 1 では、駆動部 80 の駆動による回転モーメントが Y キャリッジ 14 にかかるため、駆動部 80 を挟み込むように駆動部 80 により駆動される部分の上下左右前後にエアパッドを配置している。これにより、ヨーイング誤差の悪化につながるピッチング誤差及びローリング誤差を低減することができる。

20

【0182】

すなわち、本実施形態の三次元座標測定装置 1 では、ヨーイング誤差の低減するため、駆動側の右 Y キャリッジ 16 が定盤 10（Y ガイド 42）の上下左右を挟み込む形態とされる。さらに、駆動部 80 を中央としてこの駆動部 80 の Y 方向の前後に、エアパッド 62E, 64E, 66E, 68E と、エアパッド 62F, 64F, 66F, 68F とを配置している。また、従動側のエアパッド 70 は、定盤 10 の上面側だけに限定して配置すると共に、Y 方向において駆動側の各エアパッドの前後の間隔の間に配置する。これにより、駆動側の方に摺動抵抗が集中し、従動側は単に支えるだけとなる。

30

【0183】

また、図 22 に示すように、従動側のエアパッド 70 は、駆動部 80 を基準に定盤 10 の略反対側に位置し、且つ従動側のエアパッド 70 と駆動部 80 を結ぶライン LX と、駆動部 80 を挟んでその前後存在する 2 対のエアパッドを結ぶライン LY とが垂直になるようにはすればよい。別の見方をすれば、駆動部 80 は駆動側の 2 対のエアパッドの中間地点に設けるとともに、従動側のエアパッド 70 も駆動側の 2 対のエアパッドの中間地点に設けた方が好ましい。

30

【0184】

相違点 2 として、本実施形態の三次元座標測定装置 1 では、Y ガイド 42（定盤 10）の右側面に当接するローラ 84 を有する駆動部 80 を設けている。これにより、比較例 2 とは異なり、駆動部 80 の設置誤差が生じたり、バイメタル効果による歪みが駆動部 80 に発生したりすることが防止されるため、定盤 10 を基準とした測定精度が得られる。

40

【0185】

相違点 3 として、本実施形態の三次元座標測定装置 1 では、駆動側の右 Y キャリッジ 16 と、右 Y キャリッジ 16 の動作に追従（追従移動）する従動側の左 Y キャリッジ 18 との区分けを明確（左右非対称構造）にし、且つ従動側の左 Y キャリッジ 18 の摺動抵抗を極力小さくしている。これにより、Y キャリッジ 14 を Y 方向に沿って移動させた際に Z 軸周りの揺動が抑えられ、ヨーイング誤差を抑えることができる。

【0186】

相違点 4 として、本実施形態の三次元座標測定装置 1 では、溝 40 の左側面 40L にス

50

ケール 112 を設け、定盤 10 の上面 10T において測定対象物が配置される測定領域からスケール 112 までの距離を短くしている。これにより、測定精度を向上させることができる。

【0187】

なお、上記実施形態では、定盤 10 の上面 10T に形成した溝 40 により Y ガイド 42 を形成しているが、他の方法で Y ガイドを形成してもよい。

【0188】

図 23 は、上記実施形態とは異なる Y ガイド 42Z を備える他実施形態の三次元座標測定装置 1A の正面概略図である。図 23 に示すように、定盤 10 の上面 10T の図中右端部（右 Y キャリッジ 16 に対向する端部）には、Z 方向に凸状に設けられた凸部であって、且つ Y 軸方向に伸びた凸部が形成されている。そして、この凸部によって、右 Y キャリッジ 16 を Y 軸方向に移動自在に支持する Y ガイド 42Z が形成される。なお、三次元座標測定装置 1A は、Y ガイド 42Z を備える点を除けば、上記実施形態の三次元座標測定装置 1 と基本的に同じ構成である。

10

【0189】

このように凸部によって Y ガイド 42Z を形成することも可能である。ここで、Y ガイド 42Z が例えば定盤 10 とは別の素材で形成されていた場合には、定盤 10 及び Y ガイド 42Z の双方の熱伝導率が異なるため、Y ガイド 42Z に変形が生じる場合がある。また、定盤 10 が僅かに反っている場合には、定盤基準の測定を行うことができないおそれがある。このため、上記実施形態で説明したように、溝 40 により Y ガイド 42 を形成することが好ましい。

20

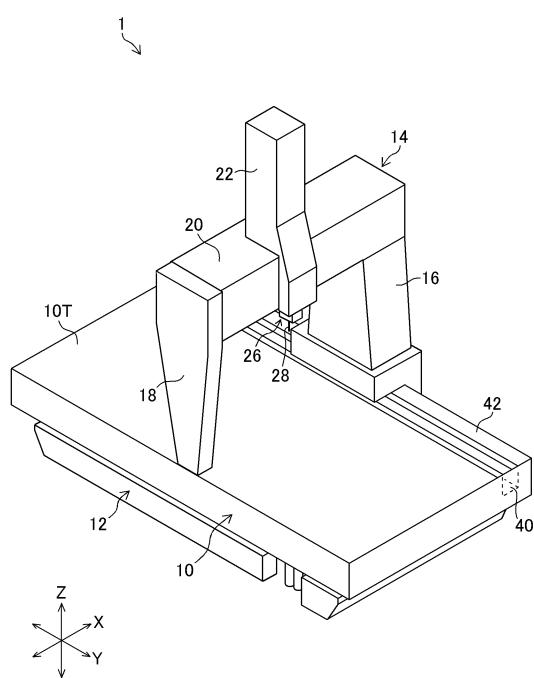
【符号の説明】

【0190】

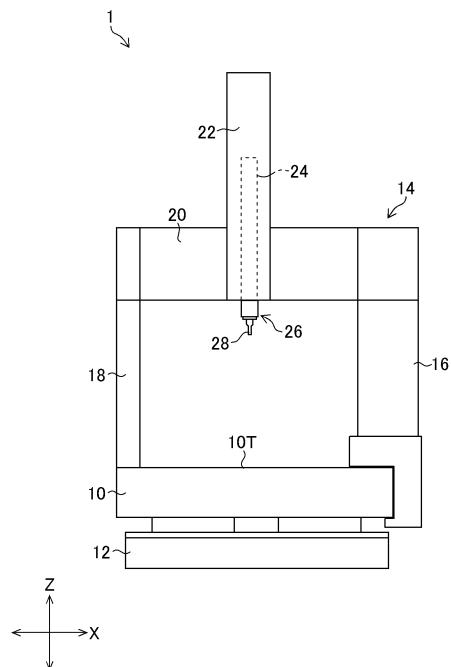
1 ... 三次元座標測定装置、10 ... 定盤、10B, 20B, 42B, 202B ... 下面、10R, 24R, 40R, 42R, 250R ... 右側面、10T, 20T, 42T, 202T ... 上面、12 ... 架台、14 ... Y キャリッジ、16 ... 右 Y キャリッジ、18 ... 左 Y キャリッジ、20 ... X ガイド、20E, 24E, 202E, 250E ... 後面、20F, 24F, 202F, 250F ... 前面、22 ... Z コラム、24 ... Z キャリッジ、24L, 40L, 42L, 250L ... 左側面、26 ... 測定プローブ、28 ... スタイラス、40 ... 溝、40B ... 底面、42 ... Y ガイド、50, 200 ... 支持部、52 ... 基端部、54 ... 右側部、56 ... 左側部、58 ... 先端部、58A ... 支持板、62E, 62F, 64E, 64F, 66E, 66F, 68E, 68F, 70, 210, 212, 214, 216, 260, 262, 264, 266 ... エアパッド、80, 220, 270 ... 駆動部、82, 222, 272 ... モータ、84, 224, 274 ... ローラ、110 ... リニアエンコーダ、112 ... スケール、114 ... 光センサ、202 ... X ガイド挿通孔、250 ... Z キャリッジ挿通孔

30

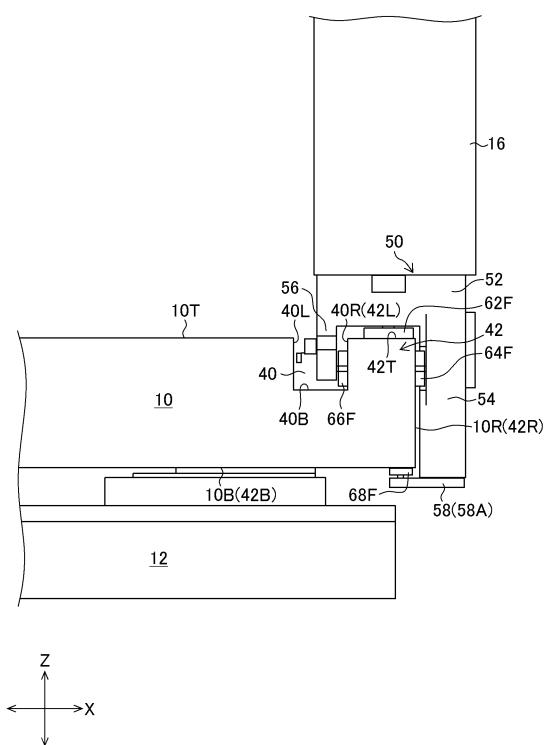
【図1】



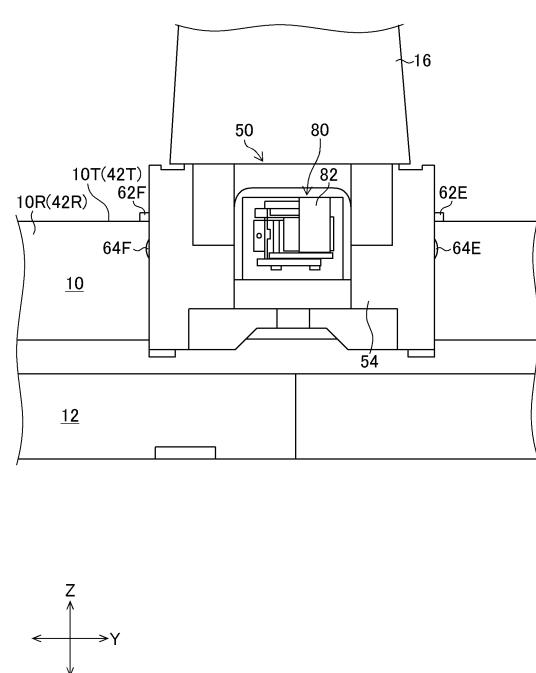
【図2】



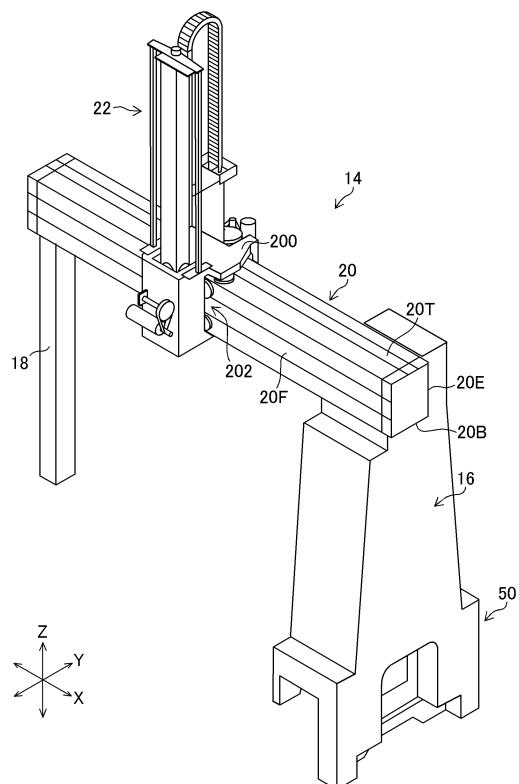
【図3】



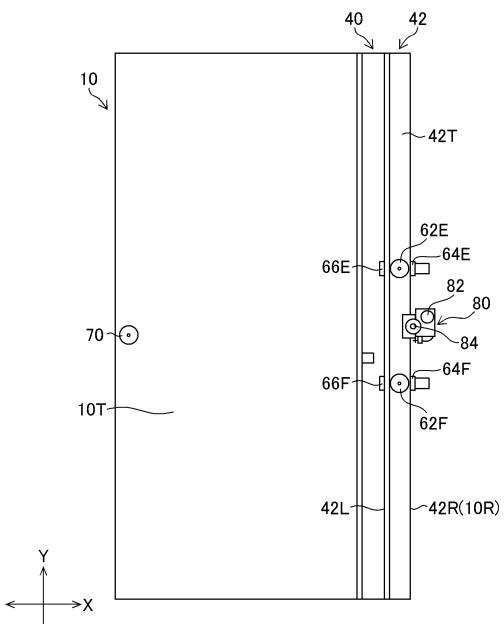
【図4】



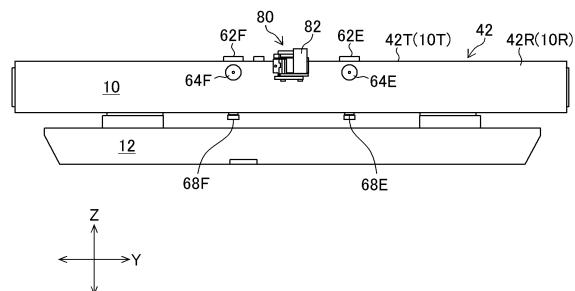
【図5】



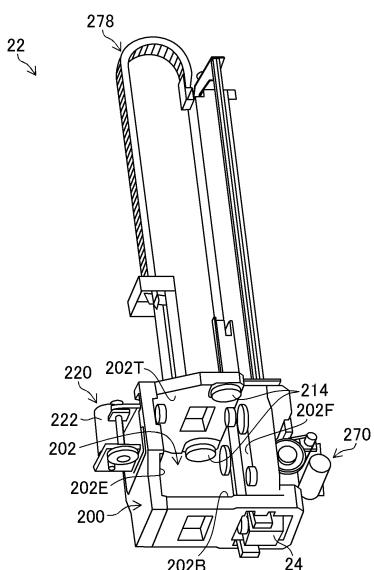
【図6】



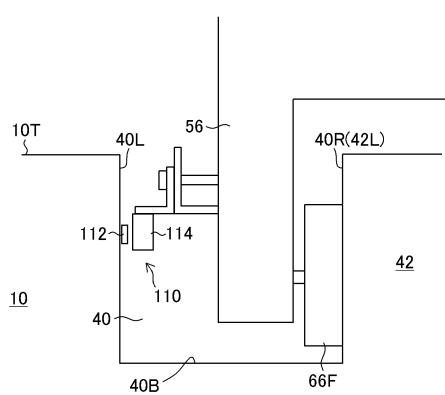
【図7】



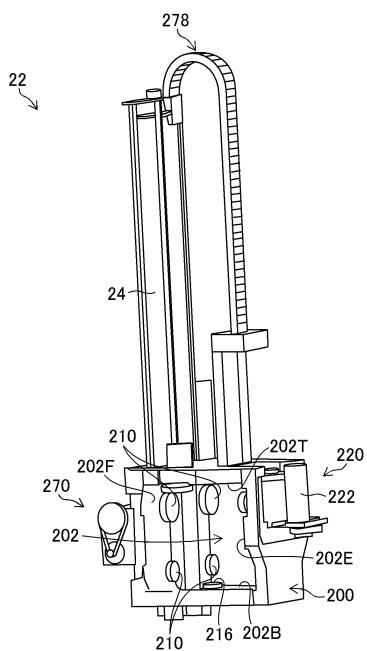
【図9】



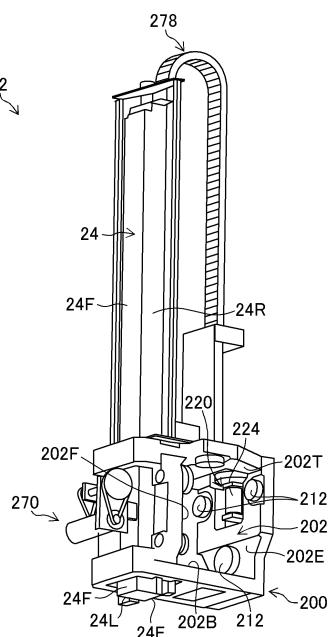
【図8】



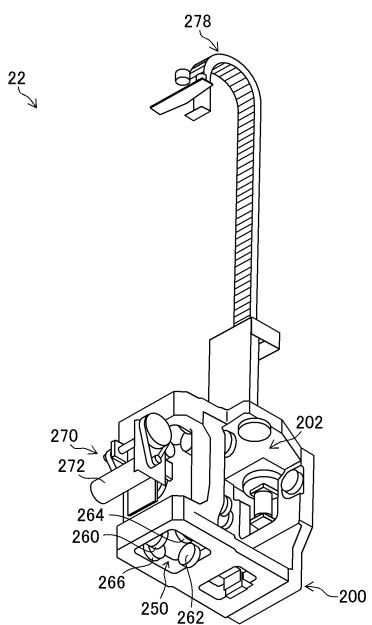
【図10】



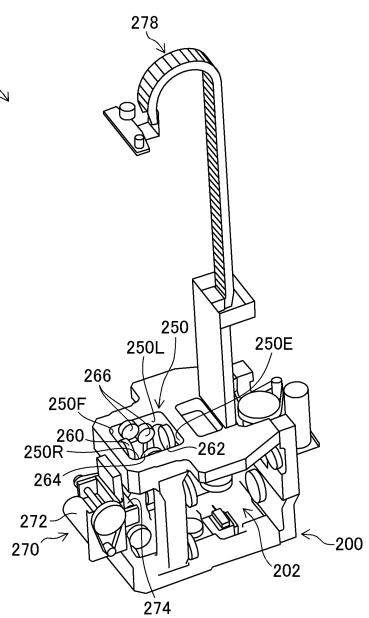
【図11】



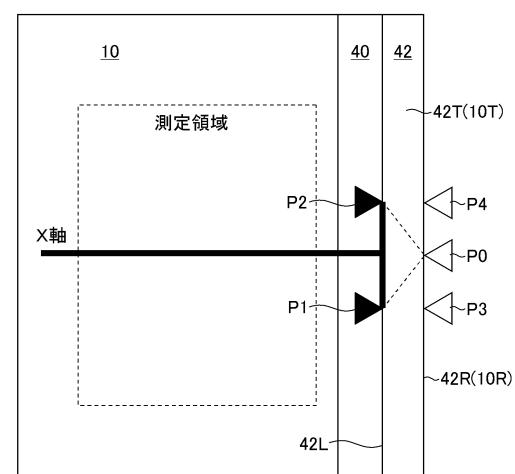
【図12】



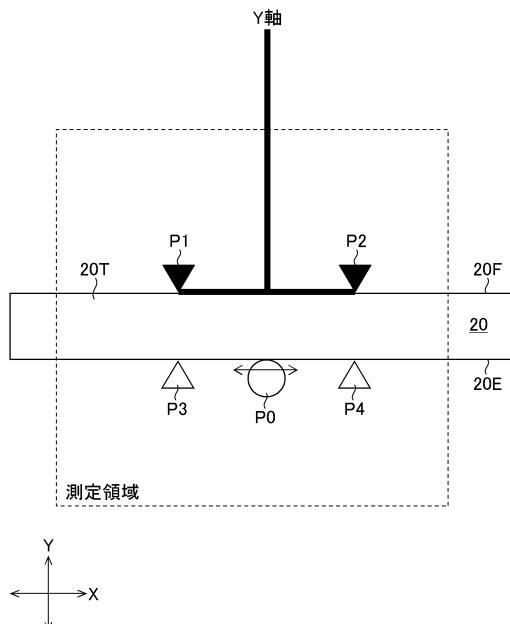
【図13】



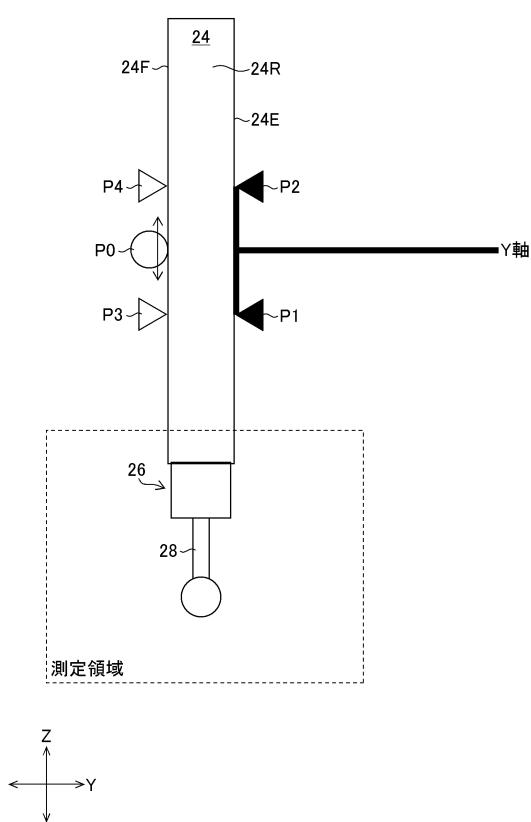
【図14】



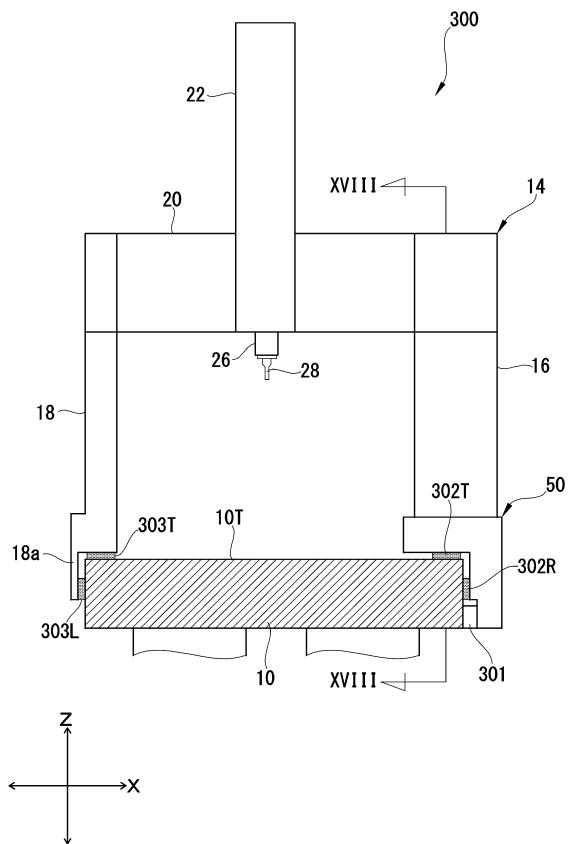
【図15】



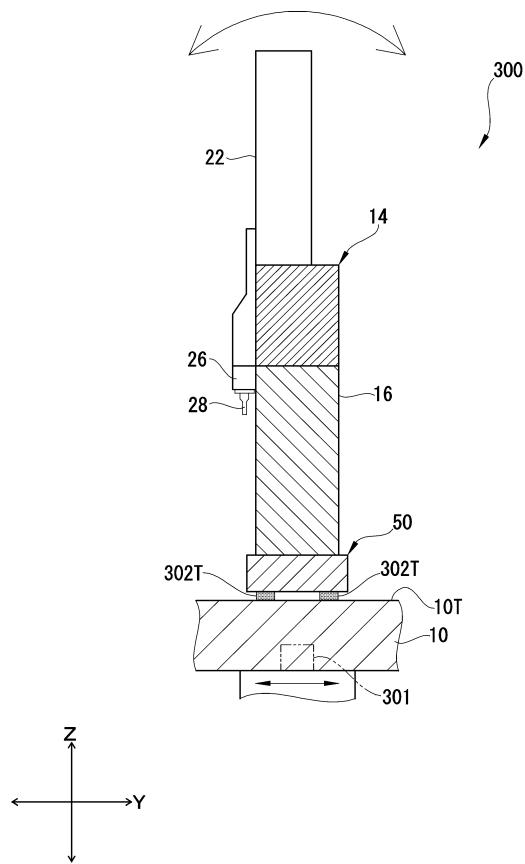
【図16】



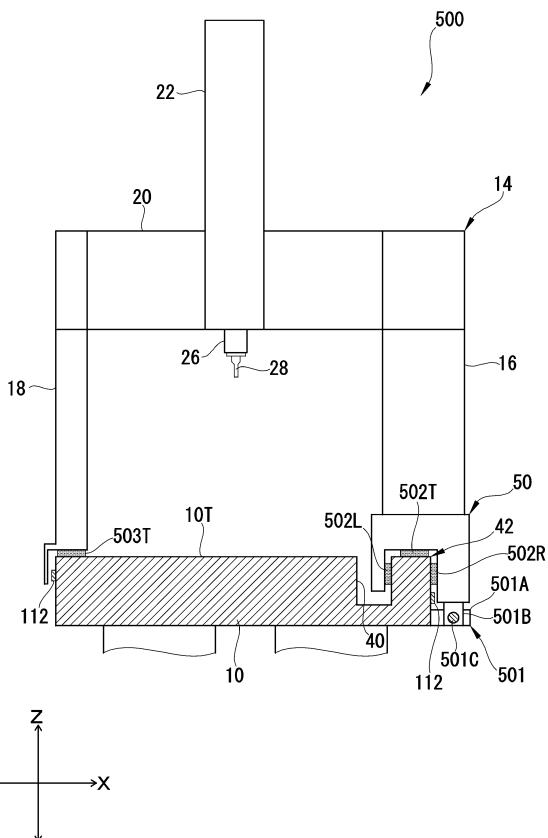
【図17】



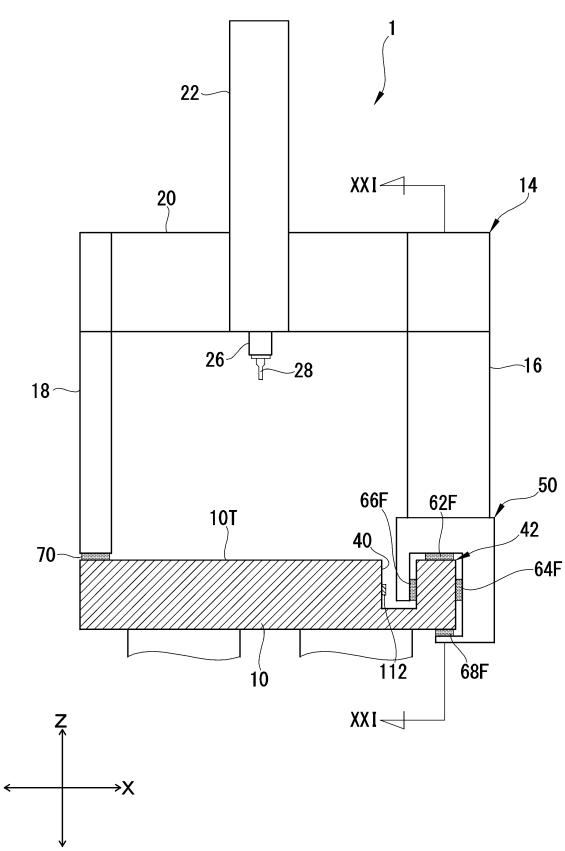
【図18】



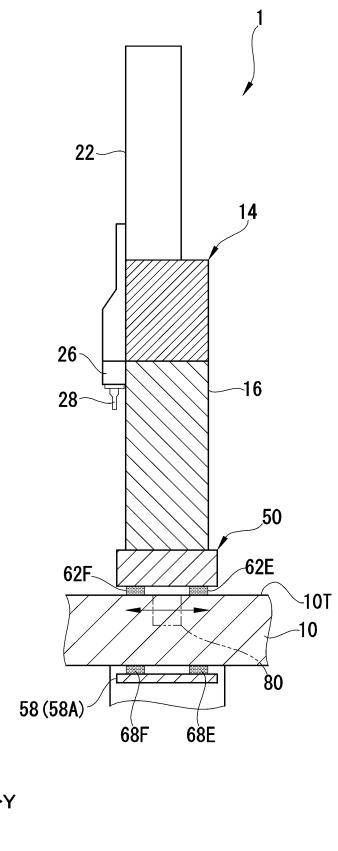
【図19】



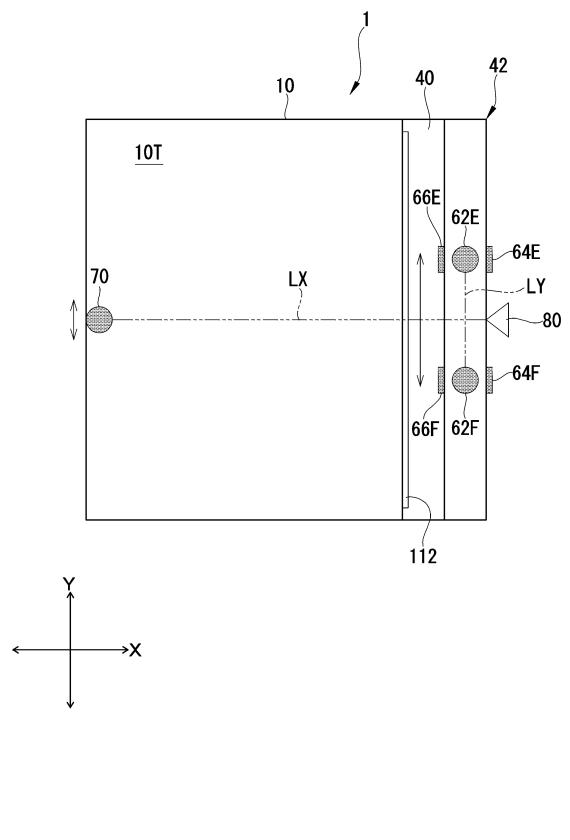
【図20】



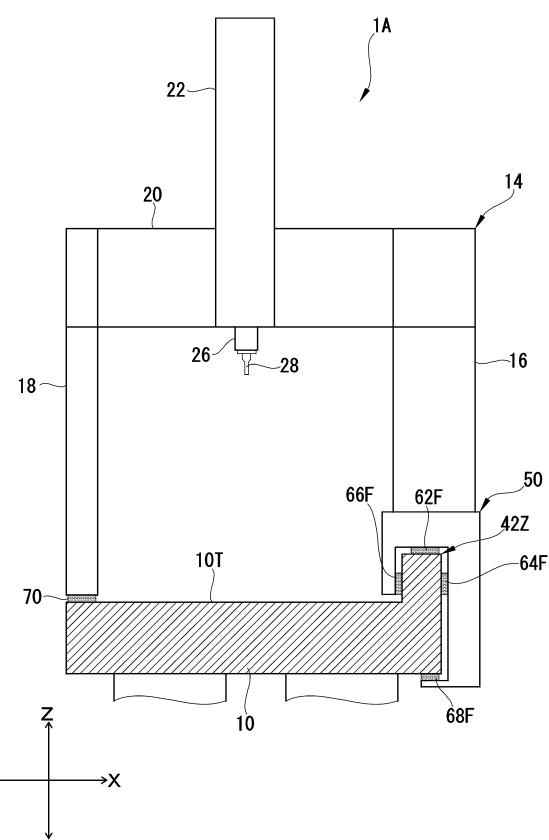
【図21】



【図22】



【図23】



フロントページの続き

審査官 眞岩 久恵

(56)参考文献 特開昭62-235514(JP,A)
特開昭64-035310(JP,A)
実開昭61-131612(JP,U)
特開平09-145342(JP,A)
特開平05-312556(JP,A)
米国特許第04928396(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B 21/00 - 21/32
G01B 5/00 - 5/30