

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2009年10月29日(29.10.2009)

PCT

(10) 国際公開番号

WO 2009/130953 A1

- (51) 国際特許分類:
G01M 7/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/054616
- (22) 国際出願日: 2009年3月11日(11.03.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2008-116436 2008年4月25日(25.04.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 国際計測器株式会社 (KOKUSAI KEISOKUKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒2060025 東京都多摩市永山6丁目2番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 松本 繁 (MATSUMOTO, Sigeru) [JP/JP]; 〒2060025 東京都多摩市永山6丁目2番1号 国際計測器株式会社内 Tokyo (JP). 宮下 博至 (MIYASHITA, Hi-

roshi) [JP/JP]; 〒2060025 東京都多摩市永山6丁目2番1号 国際計測器株式会社内 Tokyo (JP). 村内 一宏 (MURAUCHI, Kazuhiro) [JP/JP]; 〒2060025 東京都多摩市永山6丁目2番1号 国際計測器株式会社内 Tokyo (JP). 長谷川 正伸 (HASEGAWA, Masanobu) [JP/JP]; 〒2060025 東京都多摩市永山6丁目2番1号 国際計測器株式会社内 Tokyo (JP).

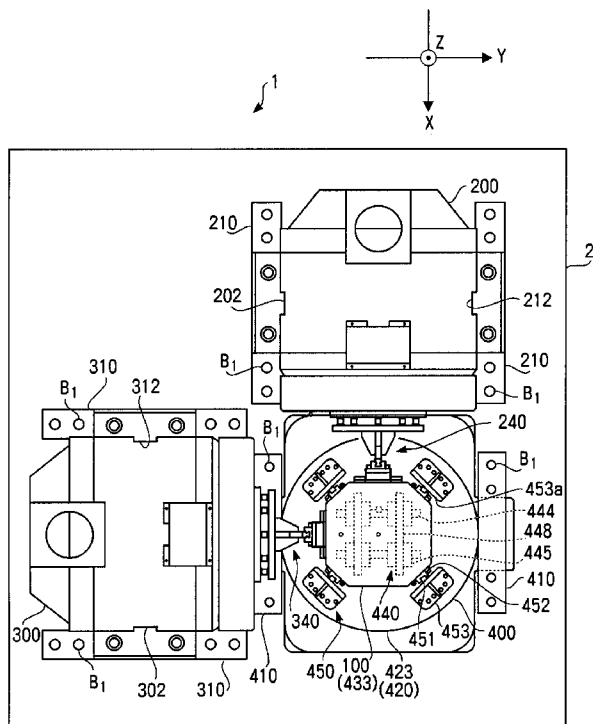
- (74) 代理人: 松岡 修平, 外 (MATSUOKA, Shuhei et al.); 〒2060034 東京都多摩市鶴牧1丁目2番4号 新都市センタービル6F Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY,

[続葉有]

(54) Title: ELECTRODYNAMIC VIBRATION TEST EQUIPMENT

(54) 発明の名称: 動電型振動試験装置

[図1]



(57) Abstract: Provided is an electrodynamic vibration test equipment which comprises: first and second electrodynamic actuators that can vibrate a table in first and second directions orthogonal to each other; a first coupling means for enabling the table to slide in the second direction with respect to the first electrodynamic actuator; and a second coupling means for enabling the table to slide in the first direction with respect to the second electrodynamic actuator. Each actuator can slide with respect to the table in the direction orthogonal to the vibration direction of the actuator, so that even when the table is vibrated by one of the actuators, since the table slides with respect to the other actuator, the other actuator is not displaced and the vibration direction of the other actuator is not changed. Thus, crosstalk does not occur, so that the electrodynamic vibration test equipment vibrates a table in orthogonal two-axis directions or three-axis directions.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2009/130953 A1



TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,

GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

本発明の実施形態に係る動電型振動試験装置は、テーブルを夫々互いに直交する第 1 及び第 2 の方向に加振可能な第 1 及び第 2 の動電型アクチュエータと、テーブルを第 1 の動電型アクチュエータに対して第 2 の方向にスライド可能とする第 1 の連結手段と、テーブルを第 2 の動電型アクチュエータに対して第 1 の方向にスライド可能とする第 2 の連結手段と、を有する。各アクチュエータは、テーブルに対してそのアクチュエータの加振方向に直交する方向にスライド可能となっているため、あるアクチュエータでテーブルを加振しても、テーブルが他のアクチュエータに対してスライドするので、他のアクチュエータが変位することも、他のアクチュエータの加振方向が変化することはない。このように、本発明の実施形態によれば、クロストークが発生しないため、直交 2 軸又は 3 軸方向にテーブルを振動させる動電型振動試験装置が実現される。

明 細 書

動電型振動試験装置

技術分野

[0001] 本発明は、ボイスコイルモータによって被検体を加振する動電型振動試験装置に関する。

背景技術

[0002] 特開2004-219196号公報に記載のもののような、ボイスコイルモータによってテーブル及びその上に固定された被検体を所定方向(例えば上下方向)に加振する動電型振動試験装置が広く利用されている。動電型振動試験装置は、テーブルが固定される可動部に取り付けられた可動コイルを直流磁界中に配置し、次にこの可動コイルに交流電流を供給することによって、テーブルを交流電流の周波数で振動させるものである。動電型振動試験装置は、上記のように、可動コイルに供給する交流電流の周波数によってテーブルの振動周波数が決まるものであるため、特に数百～数千ヘルツ以上の高周波数での振動試験に適している。

発明の概要

[0003] 近年、より複雑な振動波形で被検体を加振したときの被検体の挙動を観察することが望まれている。このような試験を行うためには、動電型振動試験装置が、上記公報のような1軸方向のみならず、直交2軸又は3軸方向(X, Y, Z軸方向)に被検体を加振できるようにすることが好ましい。しかしながら、単にテーブルに3つの動電型アクチュエータを連結した構成では、一つの動電型アクチュエータを駆動させると他の動電型アクチュエータの駆動軸に曲げモーメントが加わる、いわゆるクロストークが発生するため、被検体を3軸方向に振動させることができなかった。

[0004] 本発明は、上記の問題を解決するためになされたものである。すなわち、本発明は、テーブル及びその上の被検体を直交2軸又は3軸方向に加振可能な動電型振動試験装置を提供することを目的とする。

[0005] 上記の目的を達成するため、本発明の実施形態に係る動電型振動試験装置は、テーブルを夫々互いに直交する第1及び第2の方向に加振可能な第1及び第2の動

電型アクチュエータと、テーブルを第1の動電型アクチュエータに対して第2の方向にスライド可能とする第1の連結手段と、テーブルを第2の動電型アクチュエータに対して第1の方向にスライド可能とする第2の連結手段とを有する。

- [0006] このように、本発明の実施形態においては、各アクチュエータは、テーブルに対してそのアクチュエータの加振方向に直交する方向にスライド可能となっている。そのため、あるアクチュエータでテーブルを加振しても、テーブルが他のアクチュエータに対してスライドするので、他のアクチュエータが変位することも、他のアクチュエータの加振方向が変化することはない。従って、本発明の実施形態によれば、クロストークが発生しないため、直交2軸又は3軸方向にテーブルを振動させる動電型振動試験装置が実現される。
- [0007] 例えば、第1及び第2の連結手段の夫々は、第1及び第2の動電型アクチュエータと前記テーブルの間に配置された中間ステージを有し、第1の連結手段の中間ステージは第1の方向に垂直な一方向のみにテーブルに対してスライド可能であり且つこの一方向と第1の方向の双方に垂直な方向のみに第1の動電型アクチュエータに対してスライド可能であり、第2の連結手段の中間ステージは第2の方向に垂直な一方向のみに前記テーブルに対してスライド可能であり且つこの一方向と第2の方向の双方に垂直な方向のみに第2の動電型アクチュエータに対してスライド可能である。
- [0008] 好ましくは、第1の連結手段の中間ステージがテーブル及び第1の動電型アクチュエータに対してスライド可能な二方向の一方が第2の方向であり、第2の連結手段の中間ステージがテーブル及び第2の動電型アクチュエータに対してスライド可能な二方向の一方が第1の方向である。
- [0009] また、テーブル及び中間ステージは、その一方に取り付けられたレール及びその他方に取り付けられ且つ該レールに係合するランナーブロックを有する第1のリニアガイド機構を有し、動電型アクチュエータ及び中間ステージは、その一方に取り付けられたレール及びその他方に取り付けられ且つ該レールに係合するランナーブロックを有する第2のリニアガイド機構を有する構成としてもよい。
- [0010] また、ランナーブロックが、凹部においてランナーブロックの移動方向に沿って形成された溝と、ランナーブロックの内部に形成され溝と閉回路を形成するように溝の前

記移動方向両端と繋がっている退避路と、閉回路を循環するとともに溝に位置するときにはレールと当接するようになっている複数のボールと、を有する構成とすることが好ましい。このような構成とすると、ランナーブロックをガタツキ無く且つスムーズにレールに沿って移動させることが可能となる。すなわち、テーブルをスムーズに振動させることができる。

[0011] さらに、ランナーブロックには閉回路が4つ形成されており、4つの閉回路のうち2つの閉回路の溝の夫々に配置されたボールは前記ランナーブロックのラジアル方向に対して略±45度の接触角を有し、他の2つの閉回路の溝の夫々に配置されたボールはランナーブロックの逆ラジアル方向に対して略±45度の接触角を有する構成とすることが好ましい。このような構成とすると、ランナーブロックはラジアル方向、逆ラジアル方向及び横方向の夫々に対して大荷重に耐えることができ、角ねじからローラを介して上記の方向の大荷重がローラブロックに加わったとしても、ランナーブロックが破損に至ることはなく、また、レールに沿ってスムーズに移動可能である。

[0012] 或いは、ランナーブロックが、レールを囲む凹部と、その円筒面が前記レールと凹部の間に挟み込まれるように配置される複数のローラと、凹部に取り付けられ、ローラの軸方向両端をガイドして該ローラがランナーブロックのスライド方向に転動する転動溝を形成するローラ保持部材と、ランナーブロックの内部に形成され、転動溝と閉回路を形成するように転動溝の前記スライド方向両端と繋がっている退避路とを有し、複数のローラは閉回路を循環するような構成としてもよい。好ましくは、ランナーブロックには閉回路が4つ形成されており、4つの閉回路の夫々に配置された4列のローラは、その軸がレールの軸に直交する面上において90°おきとなるよう配置されている。さらに好ましくは、ローラの径は、転動溝における前記ランナーブロックとレールとの間隔より小さく、その差は1マイクロメートル以下である。

[0013] このような構成のリニアガイド機構は、ランナーブロックに大荷重が加わったとしても、ランナーブロックをレールに沿ってスムーズに移動させることができる。また、各ローラとレール及びランナーブロックは、比較的大きい接触面積で当接しており、アクチュエータからの振動を応答遅れなくテーブルに伝達させることができる。このため、数kHz以上の比較的高い振動数でテーブルを振動させることができる。

- [0014] また、隣接する2つのローラの間には、該ローラ同士の接触を防止するためのリテーナが設けられている構成とすることがより好ましい。さらに好ましくは、リテーナが、ローラの円筒面と当接する円筒凹面を有する。
- [0015] リテーナを有さないようなリニアガイド機構においては、ローラ同士が比較的小さい接触面積にて接触するため、接触部には大きな応力が加わる。これに対し、本発明の実施形態に係るリニアガイド機構は、ローラとリテーナの円筒面同士が比較的広い接触面積にて接触し、この接触によってローラに加わる応力は比較的小さく保たれる。そのため、リテーナを有さないリニアガイド機構と比べ、ローラの破損や磨耗を抑えることができる。
- [0016] さらに、本発明の実施形態に係るリニアガイド機構は、ローラ同士が直接接触しないようになっている。ローラ同士が直接接触すると騒音が発生するが、本発明の実施形態に係るリニアガイド機構においては、ローラの中にリテーナが配置されているため、このような騒音を抑えることができる。
- [0017] また、レールがその軸方向に沿って配列される複数の貫通孔を有し、貫通孔の夫々にボルトを通してテーブル又は中間ステージにレールが固定され、ボルトの取り付け間隔は、前記レールの幅の50～80%である。好ましくは、ボルトの取り付け間隔が、レールの幅の60～70%である。
- [0018] このように、ボルトの取り付け間隔を比較的短くすることによって、レールは撓むことなくテーブル又は中間ステージに強固に固定される。
- [0019] また、本発明の実施形態に係る動電型振動試験装置が、第1及び第2の方向の双方に垂直な第3の方向にテーブルを加振可能な第3の動電型アクチュエータと、テーブルを第3の動電型アクチュエータに対して第1及び第2の方向にスライド可能に連結する第3の連結手段とを更に有し、第1及び第2の連結手段は、夫々テーブルを第1及び第2の動電型アクチュエータに対して第3の方向にスライド可能に連結する構成とすることがより好ましい。
- [0020] また、例えば、第3の連結手段は第3の動電型アクチュエータとテーブルの間に配置された中間ステージを有し、第3の連結手段の中間ステージは第3の方向に垂直な一方向のみにテーブルに対してスライド可能であり且つこの一方向と第3の方向の

双方に垂直な方向のみに第1の動電型アクチュエータに対してスライド可能である。ここで、例えば、第3の連結手段の中間ステージがテーブルに対してスライド可能な二方向は、該第1及び第2の方向である。

[0021] また、例えば、第3の方向は鉛直方向である。ここで、第3の連結手段の中間ステージと第3の動電型アクチュエータとは、互いに平行に配置された複数のレールと複数のレールの各々に係合する複数のランナーブロックを介してスライド可能に連結されている構成とすることが好ましい。また、テーブルと中間ステージとは、互いに平行に配置された複数のレールと複数のレールの各々に係合する複数のランナーブロックを介してスライド可能に連結されている構成とすることが好ましい。さらに、第3の動電型アクチュエータは、複数の中間ステージを有することが好ましい。第3の連結手段には、テーブルや被検対等の大荷重が加わるが、このような構成を採用すると、複数のランナーブロックや中間ステージに荷重が分散されるため、大荷重によるランナーブロックの破損等を防止することができる。

[0022] また、動電型アクチュエータは、例えば磁性材料によって形成された筒状の固定部と、固定部の中空内に固定部の軸方向に移動可能に挿入される可動部とから成り、固定部の内部には固定コイルが設けられ、可動部には可動コイルが設けられ、固定コイルに直流電流を流すと可動コイルの半径方向に磁界が発生し、この状態で可動コイルに電流を流すと軸方向にローレンツ力が発生し、これによって、前記テーブルを第1、第2或いは第3の方向にスライドさせる駆動力とする。

図面の簡単な説明

- [0023] [図1]本発明の実施の形態に係る動電型振動試験装置の上面図である。
[図2]本発明の実施の形態に係る動電型振動試験装置の正面図である。
[図3]本発明の実施の形態に係る動電型振動試験装置の第1アクチュエータの断面図である。
[図4]本発明の実施の形態に係る動電型振動試験装置の第1連結部の上面図である。
。
[図5]本発明の実施の形態に係る動電型振動試験装置の第1連結部をY軸方向から見た側面図である。

[図6]本発明の実施の形態に係る動電型振動試験装置の第1連結部に使用されているレールとランナーブロックの断面図である。

[図7]図6のI-I断面図である。

[図8]本発明の実施形態に係るリニアガイド機構のレールの取り付け構造を示す斜視図である。

[図9]本発明の実施の形態に係る振動試験装置の別実施例において、ランナーブロック及びレールをレールの長軸方向に垂直な一面で切断した断面図である。

[図10]図9のII-II断面図である。

[図11]図9のIII-III断面図である。

[図12]本発明の実施形態の変形例で使用するリニアガイド機構のランナーブロックに設けられたローラの斜視図である。

[図13]本発明の実施の形態に係る動電型振動試験装置のブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

[0024] 以下、本発明の実施の形態につき、図面を用いて詳細に説明する。図1及び図2は、夫々本実施形態の動電型振動試験装置の上面図及び側面図を示したものである。また、図13は、本実施形態の動電型振動試験装置のブロック図である。図1及び2に示されるように、本実施形態の振動試験装置1は、本実施形態の振動試験装置1は、振動試験の対象である被検体をテーブル100の上に固定し、第1、第2、第3アクチュエータ200、300、400を用いてテーブル100及びその上の被検体を直交3軸方向に加振するようになっている。また、図13に示されるように、第1、第2及び第3アクチュエータ200、300、400は、制御装置10によって制御されており、第1、第2及び第3アクチュエータ200、300及び400の可動コイルに入力される交流電流(後述)の大きさ及び周波数を制御装置10が制御することにより、所望の振幅及び周波数でテーブル100を加振できるようになっている。また、テーブル100には振動ピックアップ等の計測器20が設けられており、計測器20によってテーブルの振動の程度(速度、加速度、振幅等)を計測することができるようになっている。また、制御装置10は、計測器20の計測結果に基づいて、第1、第2及び第3アクチュエータ200、300及び400の可動コイルに入力される交流電流(後述)の大きさ及び周波数を調整可能

である。例えば、制御装置10は、テーブル100の最大速度の所定方向成分が所定の大きさとなるように各アクチュエータ200、300、400を制御可能である。なお、制御装置10、計測器20、及び各アクチュエータ200、300、400は、電源装置30から電力の供給を受けて駆動するよう構成されている。

[0025] 以下の説明においては、第1アクチュエータ200がテーブル100を加振する方向(図1における上下方向)をX軸方向、第2アクチュエータ300がテーブル100を加振する方向(図1における左右方向)をY軸方向、第3アクチュエータ400がテーブルを加振する方向、すなわち鉛直方向(図1において、紙面に直交する方向)をZ軸方向と定義する。

[0026] 第1、第2、第3アクチュエータ200、300、400は、夫々第1、第2、第3固定ブロック210、310、410を介して、装置ベース2に固定されるようになっている。具体的には、ブロック固定用ボルトB1によって第1、第2、第3固定ブロック210、310、410を装置ベース2に固定し、且つアクチュエータ固定用ボルトB2(図2)によって、第1、第2、第3アクチュエータ200、300、400は、夫々第1、第2、第3固定ブロック210、310、410に夫々固定される。

[0027] また、図1及び2に示されるように、第1アクチュエータ200のY軸方向両端には、Z軸方向に伸びる溝202が形成されている。この溝202の底面はXZ平面に略平行な平面状に形成されている。第1固定ブロック210には、幅及び高さが溝202の幅及び最大高さに夫々略等しい突出部212が形成されている。突出部212の頂面(Y軸方向に突出する突出部212の先端側の面)もまた、XZ平面に略平行となっており、突出部212は溝202にほとんど隙間無く嵌まり、溝202の底面と突出部212の頂面とが当接する。このように突出部212が溝202にはまり込んだ状態でアクチュエータ固定用ボルトB2にて第1アクチュエータ200を第1固定ブロック210に固定すると、溝202と突出部212とが係合する。さらに、ボルトB2の締めつけによって、広い面積を有する突出部212の頂面が略全面に亙って溝202の底面を付勢するようになっているため、集中荷重によって溝202や第1固定ブロック210が大きく変形することはない。この結果、第1アクチュエータ200は強固に固定される。

[0028] なお、第2及び第3アクチュエータ300、400にも溝202と同様の溝302、402が設

けられており、且つ第2及び第3固定用ブロック310、410には、これらの溝302、402に夫々対応する突出部312、412が形成されている。従って、第2アクチュエータ300及び400もまた、溝302、402と突出部312、412との係合により強固に固定される。

- [0029] 次いで、第1、第2及び第3アクチュエータ200、300、400の構造につき以下説明する。なお、第1、第2及び第3アクチュエータ200、300、400はテーブル100に対する取り付け方向が異なるのみであり、テーブル100を駆動するための構成は同じであるため、以下の説明では第1アクチュエータについての説明のみを行う。
- [0030] 図3は、第1アクチュエータ200の断面図である。図3に示されるように、第1アクチュエータは、筒状体222を有する固定部220と、この固定部220の筒内に収められて固定部に対してX軸方向にスライド可能な可動部230とを有する。可動部230は、テーパ円筒形状の可動フレーム232と可動フレーム232のテーブル100側端部に固定されている天板231とを有する。天板231には、複数のバー236を介して中間テーブル233が固定される。
- [0031] 可動フレーム232の、天板231とは反対側の端部には、可動コイル保持部材237を介して可動コイル251が取り付けられている。可動コイル251は、可動フレーム232と略同軸に配置されている。
- [0032] また、固定部220の筒状体222の内部には、筒状体22と同軸に形成された円筒形状の内側磁極225が固定されている。内側磁極225の外径は、可動コイル251の内径よりも小さくなっており、可動コイル251は内側磁極225の外周面と筒状体222の内周面との間に配置される。
- [0033] 筒状体222の内周面には、筒状体222の半径方向外側に向かって凹となる凹部222aが複数設けられており、この凹部222aの夫々の内部には、筒状体222の半径方向を中心に導線を巻き回して形成した固定コイル252が取り付けられている。ここで、筒状体222及び内側磁極225は共に強磁性体又はフェリ磁性体にて形成されており、固定コイル252に直流電流を流すと、筒状体222の半径方向すなわち可動コイル251の半径方向に磁界が発生するようになっている。
- [0034] この状態で可動コイル251に電流を流すと、可動コイル251の軸方向、すなわち鉛

直方向にローレンツ力が発生し、可動部230をX軸方向に駆動することができる。本実施形態による動電型振動試験装置1においては、可動コイル251に交流電流を供給して可動フレーム232をX軸方向に往復運動させることにより、中間テーブル233をX軸方向に振動させることができる。

- [0035] また、内側磁極225の中には空気ばね261が収納されている。空気ばね261の一端(図中上側)は固定部220に固定されている。また、空気ばね261の他端(図中下側)から鉛直上方に伸びる連結バー234を介して、空気ばね261と可動フレーム232とが連結されている。空気ばね261が可動フレーム232に加えるX軸正又は負の方向の荷重によって、可動コイル251に電流が流れていないときは可動フレーム232が所定の位置で静止するようになっている。また、第3アクチュエータ400に内蔵されている空気ばねは、第3アクチュエータ400の可動フレームやテーブル100などを下から支えている。このため、第3アクチュエータの可動コイルには、その可動フレーム及びテーブル100を変位させるために必要なローレンツ力を生成するための電流のみを供給すればよく、可動フレーム及びテーブル100を浮上させるための大きな直流成分を可動コイルに供給する必要はない。
- [0036] 図3に示されるように、連結バー234は可動フレーム232の中を通過して天板231付近に達しており、可動フレーム232の半径方向に伸びる複数本のはり235を介して、可動フレーム232の内周面と連結バー234とが連結している。
- [0037] また、内側磁極225の内部空間には、連結バー234の移動方向がX軸方向のみとなるように支持する軸受238が固定されている。
- [0038] 図1及び図2に示されるように、本実施形態においては、第1、第2及び第3アクチュエータ200、300、400とテーブル100とは、夫々第1、第2及び第3連結部240、340、440を介して連結されている。この第1、第2及び第3連結部240、340、440の構成について次に説明する。
- [0039] 図4は、第1連結部240の上面図である。また、図5は第1連結部240をY軸方向から見た側面図である。第1連結部は、Z軸レール用スペーサ241、Z軸レール244、中間ステージ245、及びY軸レール248を有する。
- [0040] Z軸レール用スペーサ241は、中間テーブル233と直交するように中間テーブル2

33に溶接されているプレート部241aと、プレート部241aと中間テーブル233によって形成されるコーナーに溶接されているリブ241bとを有する。プレート部241aはZX平面と平行に配置されており、そのX軸正の方向側(第1アクチュエータ200からテーブル100に向かう側。図4の下側、図5の右側)の端部、すなわち中間テーブル233に固定される側と反対側の端部に、Z軸レール244が固定されている。Z軸レール244は、Z軸方向に伸びるレールである。一方、Y軸レール248はテーブル100において中間テーブル233と対向する端面に固定され且つY軸方向に伸びるレールであり、テーブル100のX軸負の方向側(テーブル100から第1アクチュエータ200に向かう側。図4の上側、図5の左側)の端部に固定されている。中間ステージ245は、Z軸レール244と係合するZ軸ランナーブロック246がX軸負の方向側に、Y軸レール248と係合するY軸ランナーブロック247がX軸正の方向側に設けられているブロックである。このため、中間ステージ245は、Z軸レール246に対してZ軸方向に、Y軸レール248に対してY軸方向に、夫々スライド可能となっている。換言すれば、中間ステージ245はテーブル100に対してはY軸方向にスライド可能であり、且つ、第1アクチュエータ200に対してとZ軸方向にスライド可能であるといえる。従って、テーブル100に対して第1アクチュエータ200はY軸方向及びZ軸方向にスライド可能となっている。

[0041] このため、第2アクチュエータ300及び／又は第3アクチュエータ400によってテーブル100がY軸方向及び／又はZ軸方向に加振されたとしても、それによって第1アクチュエータ200にY軸方向及びZ軸方向の荷重が加わることは無く、テーブル100のY軸方向及び／またはZ軸方向の変位に起因する曲げ応力が第1アクチュエータ200の可動部230(図3)などに加わることは無い。

[0042] 第2連結部340は、以上説明した第1連結部240とは設置される方向が異なる(X軸とY軸が入れ代わる)点を除いては同一の構造である。従って、第2連結部340の説明については省略する。

[0043] 次に、第3連結部440の構成について説明する。図1及び図2に示されるように、第3連結部440は、一对のY軸レール444、一对のX軸レール448、及び複数の中間ステージ445を有している。

- [0044] 一対のY軸レール444は、共にY軸方向に伸びるレールであり、第3アクチュエータ400の中間テーブル433の上面に、X軸方向に並べられて固定されている。また、一対のX軸レール448は、共にX軸方向に伸びるレールであり、テーブル100の下面に、Y軸方向に並べて固定されている。中間ステージ445は、X軸レール448と係合するX軸ランナーブロック447が上部に、Y軸レール444と係合するY軸ランナーブロック446が下部に設けられているブロックである。従って中間ステージ445は、X軸レール448及びY軸レール444の双方に対してスライド可能となっている。なお、中間ステージ445は、X軸レール448とY軸レール444とが交差する位置毎に一つずつ設けられている。X軸レール448とY軸レール444は、夫々2つずつ設けられているので、X軸レール448とY軸レール444とは4箇所で見交差する。従って、本実施形態においては、4つの中間ステージ445が使用される。
- [0045] このように、中間ステージ445の各々は、テーブル100に対してX軸方向にスライド可能であり、且つ、第3アクチュエータ300に対してY軸方向にスライド可能である。すなわち、テーブル100は第3アクチュエータ400に対してX軸方向及びY軸方向にスライド可能となっている。このため、第1アクチュエータ200及び／または第2アクチュエータ300によってテーブル100がX軸方向及び／またはY軸方向に加振されたとしても、それによって第3アクチュエータ400にX軸方向及びY軸方向の荷重が加わることは無く、テーブル100のX軸方向及び／またはY軸方向の変位に起因する曲げ応力が第3アクチュエータ400の可動部などに加わることは無い。
- [0046] また、本実施形態においては、第3アクチュエータ400は、比較的大重量のテーブル100及び被検体を支えるため、X軸レール448及びY軸レール444を一対ずつ設け、且つX軸レール448とY軸レール444とが交差する部分ごとに中間ステージ445が配置されている。
- [0047] 前述のように、第3アクチュエータ400には被検体及び大重量のテーブル100の荷重が加わる。このため、X軸及びY軸方向の加振によって、テーブル100の重心が第3アクチュエータ400の可動部の中心軸からずれ、可動部に大きなモーメントが加わる。本実施形態においては、図1に示されるように、このモーメントによって可動部が倒れないよう、Z軸方向に伸びるレール451とこのレール451に係合してレール451

に沿って進退可能なランナーブロック452とを有するリニアガイド機構450によって、第3アクチュエータ400の可動部が支えられている。

[0048] 具体的には、図1に示されるように、第3アクチュエータ400の固定部420の上面423には、L字状のガイドフレーム453が固定されており、Z軸方向に伸びるレール451は、このガイドフレーム453の直立部453a(固定部420の上面423から垂直に立つプレート)の一面に固定されている。また、このレール451と係合するランナーブロック452は、第3アクチュエータ400の中間テーブル433に固定されている。リニアガイド450は、第3アクチュエータの中心軸を中心とする円周上に、約90度毎に計4組設けられており、この4組によって4方から第3アクチュエータ400の可動部がガイドされるようになっている。

[0049] 以上説明したように、本実施形態においては、各々のアクチュエータとテーブル100との間に、少なくとも一对の直交するレールとこのレールの双方に対してスライド可能に構成された中間ステージが設けられている。これによって、各アクチュエータに対して、テーブル100はそのアクチュエータの駆動方向に垂直な面上の任意の方向にスライド可能となっている。このため、あるアクチュエータによってテーブル100が変位したとしても、この変位に起因する荷重やモーメントが他のアクチュエータに加わることは無く、且つ他のアクチュエータとテーブル100とが中間ステージを介して係合する状態が維持される。すなわち、テーブルが任意の位置に変位したとしても、各アクチュエータがテーブルを変位させることが可能な状態が維持される。このため、本実施形態においては、3つのアクチュエータ200、300、400を同時に駆動させてテーブル100及びその上に固定される被検体を3軸方向に加振可能である。

[0050] 次に、第1、第2及び第3連結部240、340、440のリニアガイド機構やリニアガイド機構450のレール及びランナーブロックの構成について、図面を用いて詳細に説明する。なお、以下は、第1連結部240のレール244及びランナーブロック246を例に挙げて説明したものであるが、他のレール及びランナーブロックもまた同様の構造となっている。

[0051] 図6は、第1連結部240のレール244及びランナーブロック246を、レール244の長軸方向に垂直な一面(すなわちXY平面)で切断した断面図であり、図7は図6のI-I

断面図である。図6及び図7に示されるように、ランナーブロック246にはレール244を囲むように凹部が形成されており、この凹部にはレール244の軸方向に延びる4本の溝246a、246a'が形成されている。この溝246a、246a'には、多数のステンレス鋼製のボール246bが収納されている。レール244には、ランナーブロック246の溝246a、246a'と対向する位置にそれぞれ溝244a、244a'が設けられており、ボール246bが、溝246aと溝244a、又は溝246a'と溝244a'との間に挟まれるようになっている。溝246a、246a'、244a、244a'の断面形状は円弧状であり、その曲率半径はボール246bの半径と略等しい。このため、ボール246bは、ほとんどあそびの無い状態で溝246a、246a'、244a、244a'に密着する。

[0052] ランナーブロック246の内部には、溝246a、246a'の夫々と略平行に4本のボール退避路246c、246c'が設けられている。図7に示されるように、溝246aと退避路246cとは、夫々の両端でU字路246dを介して接続されており、溝246a、溝244a、退避路246c及びU字路246dによって、ボール246bを循環させるための循環路が形成される。溝246a'、溝244a'及び退避路246c'によっても、同様の循環路が形成されている。

[0053] このため、ランナーブロック246がレール244に対して移動すると、多数のボール246bが溝246a、246a'、244a、244a'を転がりながら循環路を循環する。このため、レール軸方向以外の方向に大荷重が加わっていたとしても、多数のボールでランナーブロックを支持可能であると共にボール246bが転がることによりレール軸方向の抵抗が小さく保たれるので、ランナーブロック246をレール244に対してスムーズに移動させることができる。なお、退避路246c及びU字路246dの内径は、ボール246bの径よりやや大きくなっている。このため、退避路246c及びU字路246dとボール246bとの間に発生する摩擦力はごくわずかであり、それによってボール246bの循環が妨げられることはない。

[0054] 図示されているように、溝246aと244aに挟まれた二列のボール246bの列は、接触角が略±45°となる正面組合せ型のアンギュラ玉軸受を形成する。この場合の接触角とは、溝246a及び244aがボール246bと接触する接触点同士を結んだ線が、レール244、ランナーブロック246のラジアル方向(ランナーブロックからレールに向

かう方向であり、図6における上方向)に対してなす角度である。このように形成されたアンギュラ玉軸受は、逆ラジアル方向(レールからランナーブロックに向かう方向であり、図6における下方向)及び横方向(ラジアル方向及びランナーブロックの進退方向の双方に直交する方向であり、図6における左右方向)の荷重を支持することができる。

[0055] 同様に、溝246a'と244a'に挟まれた二列のボール246bの列は、接触角(溝246a'及び244a'がボール246bと接触する接触点同士を結んだ線が、リニアガイドの逆ラジアル方向に対してなす角度)が略±45°となる正面組合せ型のアンギュラ玉軸受を形成する。このアンギュラ玉軸受は、ラジアル方向及び横方向の荷重を支持することができる。

[0056] また、溝246aと244aの一方(図中右側)と、溝246a'と244a'の一方(図中右側)にそれぞれ挟まれたボール246bの2つの列もまた、正面組み合わせ型のアンギュラ玉軸受を形成する。同様に溝246aと244aの他方(図中左側)と、溝246a'と244a'の他方(図中左側)にそれぞれ挟まれたボール246bの2つの列もまた、正面組合せ型のアンギュラ玉軸受を形成する。

[0057] このように、本実施形態においては、ラジアル方向、逆ラジアル方向、横方向のそれぞれに働く荷重に対して、多数のボール246bを有する正面組合せ型のアンギュラ玉軸受が支持することになり、レール軸方向以外の方向に加わる大荷重を十分支持できるようになっている。

[0058] 次いで、本実施形態のリニアガイド機構のレールの取り付け構造について説明する。図8は、Z軸レール用スペーサ241に取り付けられたレール244を示す斜視図である。なお、このレールの取り付け構造は、本実施形態の振動試験装置で使用されている他のレールについても同様である。

[0059] 図8に示されるように、レール244には、その軸方向に並んで配置された複数の貫通孔244bが形成されている。また、図中には示されていないが、Z軸レール用スペーサ241のプレート部241aの貫通孔244bに対応する位置には、複数のボルト穴が形成されている。レール244は、貫通孔244bにボルト244cを通して、プレート部241aのボルト穴にねじ込むことによって、Z軸レール用スペーサ241に固定される。

- [0060] 本実施形態においては、レール244の貫通孔244bの間隔(及び天坂のボルト穴の間隔)sは、レール244の幅wの50~80%、好ましくは60~70%と比較的短くなっている。このように、ボルト244cの取り付け間隔を比較的短くすることによって、レール244は撓むことなくZ軸レール用スペーサ241に強固に固定される。
- [0061] 以上説明した本実施形態のリニアガイド機構においては、ボール246bの転動によってランナーブロック246をレール244に対してスライドさせるものであるが、本発明の実施形態は上記の構成に限定されるものではない。以下に説明する変形例のように、ボール246bの代わりにローラ1246bを使用し、このローラ1246bの転動によってランナーブロック1246をレール1244に対してスライドさせるリニアガイド機構を使用してもよい。
- [0062] 本実施形態の変形例に使用されるリニアガイド機構を図9から図12に示す。以下に説明するリニアガイド機構を除いては、本変形例の構成は上記実施形態のものと変わらない。図9は、ランナーブロック1246及びレール1244を、レール1244の長軸方向に垂直な一面で切断した断面図である。図10及び11は、夫々図9のII-II断面図及びIII-III断面図である。図9に示されるように、ランナーブロック1246にはレール1244を囲むように凹部1246eが形成されている。この凹部1246eとレール1244の外周面との間には、ローラ保持部材1246fが挟み込まれている。このローラ保持部材1246fによって、凹部1246eとレール1244の外周面との隙間に、軸方向に伸びる4本の転動溝1246a、1246a'が形成される。この転動溝1246a、1246a'には、多数のステンレス鋼製のローラ1246bが収納されている。ローラ1246bは、その軸方向両端がローラ保持部材1246fによって保持され、円筒面がランナーブロック1246の凹部とレール1244の外周面の双方に当接するようになっている。ランナーブロック1246の凹部とレール1244の外周面との間隔は、ローラ1246bの径に略等しく、ローラ1246bは、あそびのほとんど無い状態でランナーブロック1246の凹部1246e及びレール1244の外周面に密着する。
- [0063] ランナーブロック1246の内部には、転動溝1246aの夫々と略平行なレール退避路1246c'が2本設けられている。図10に示されるように、レール退避路1246c'は、ローラ1246bを収容するチューブをC字形状に屈曲して形成したものである。転動溝124

6aと退避路1246c'とは、夫々の両端で接続されており、ローラ1246bを循環させるための循環路を形成する。また、図11に示されるように、ランナーブロック1246の内部には、転動溝1246a'の夫々と略平行なレール退避1246cが2本設けられており、退避路1246c及び転動溝1246a'もまた、同様の循環路を形成する。

- [0064] このため、ランナーブロック1246がレール1244に対して移動すると、多数のローラ1246bが転動溝1246a、1246a'を転がりながら循環路を循環する。このため、レール軸方向以外の方向に大荷重が加わっていたとしても、多数のローラ1246bでランナーブロック246を支持可能であると共にローラ1246bが転がることによりレール軸方向の抵抗が小さく保たれるので、ランナーブロック1246をレール1244に対してスムーズに移動させることができる。
- [0065] 本実施形態においては、ランナーブロック1246の凹部1246eとレール1244の外周面との間隔d(図10、図11)は、ローラ1246bの径よりわずかに(1マイクロメートル以下)大きい程度の長さとなっている。このような状態においては、ランナーブロック1246及びレール1244にローラ1246bからのプリロードが加わって、ローラ1246bの外周面がランナーブロック1246の凹部1246e及びレール1244の外周面に密着した状態となる。そして、レール1244の軸方向以外の方向の荷重がランナーブロック1246及びレール1244の一方に加わった場合、その荷重はローラ1246bを介して、応答遅れを殆ど起こすことなく他方に伝達される。このため、アクチュエータ200~400を数kHz程度の高い周波数で往復駆動させたとしても、その振動は中間ステージを介して確実にテーブル100に伝達される。すなわち、本実施形態の振動試験装置1によれば、高周波でテーブル100を振動させることができる。
- [0066] 図9に示されているように、4本の転動溝1246a、1246a'に配置された4列のローラ1246bは、その軸が、レール1244の軸に直交する面上において90°おきとなるよう配置されている。
- [0067] 各ローラ1246bがこのように配置されているため、ランナーブロック1246からレール1244の上面に向かう方向(図9において下から上に向かう方向)の荷重が加わる場合、この荷重は、主として2本の転動溝1246aに配置された2列のローラ1246bが受ける。また、ランナーブロック1246に、レール1244の上面から離れるような方向(

図9において上から下に向かう方向)の荷重が加わる場合は、この荷重は、主として2本の転動溝1246a'に配置された2列のローラ1246bが受ける。

[0068] また、ランナーブロック1246に、その一方の側面(図中左側)から他方の側面(図中右側)に向かう方向の荷重が加わる場合は、その荷重は、主として転動溝1246a'及び1246aのランナーブロック一方側(図中左側)に配置されている2列のローラ1246bが受ける。一方、ランナーブロック1246に、その他方の側面から一方の側面に向かう方向の荷重が加わる場合は、その荷重は、主として転動溝1246a'及び1246aのランナーブロック他方側(図中右側)に配置されている2列のローラ1246bが受ける。

[0069] さらに、ランナーブロック1246に、レール1244の軸方向周りのねじり荷重が加わる場合、そのねじり荷重の方向が図9中時計回りであれば、その荷重は、主として転動溝1246aの一方(図中左側)に配置されるローラ1246bと、転動溝1246a'の他方(図中右側)に配置されるローラ1246bが受ける。ねじり荷重の方向が図9中反時計回りであれば、その荷重は、主として転動溝1246aの他方に配置されるローラ1246bと、転動溝1246a'の一方に配置されるローラ1246bが受ける。

[0070] このように、本実施形態においては、ランナーブロック1246に図9中上下方向、左右方向、ねじり方向の荷重の何れが加わった場合であっても、それらの荷重は常に2列のローラ1246bが受けるようになっている。このため、本実施形態のリニアガイド機構は、これらの方向に大荷重が加わったとしても、特定の列のローラ1246bのみに荷重が加わってローラ1246bが破損に至ることはなく且つスムーズに転動可能であり、ローラ1246bによってランナーブロック1246はレール1244に沿ってスムーズに移動可能である。

[0071] ランナーブロック1246のローラ1246bの斜視図を図12に示す。図12に示されるように、本実施形態の振動試験装置1に使用されるランナーブロックのローラ同士の間には、リテーナ1246gが設けられている。リテーナ1246gは、隣接する二本のローラ1246bの外周面と当接する二つの円筒面を有し、この円筒面を介してリテーナ1246gはローラ1246bに接触する。リテーナ1246gの2円筒面の軸は、互いに平行となっている。そして、リテーナ1246gがその前後でローラ1246bに接触しているため、循環路中のローラ1246bはその軸方向が平行となるように整列される。このため、ローラ1

246bは循環路内をガタつくことなくスムーズに循環する。

- [0072] また、リテーナ1246gを有さないようなリニアガイド機構においては、ローラ1246b同士が比較的小さい接触面積にて接触するため、接触部には大きな応力が加わる。これに対し、本実施形態のリニアガイド機構は、ローラ1246bとリテーナ1246gの円筒面同士が比較的広い接触面積にて接触し、この接触によってローラ1246bに加わる応力は比較的小さく保たれる。そのため、本実施形態のリニアガイド機構は、リテーナを有さないものと比べ、ローラ1246bの破損や磨耗を抑えることができる。
- [0073] さらに、本実施形態のリニアガイド機構は、ローラ1246b同士が直接接触しないようになっている。ローラ1246b同士が直接接触すると騒音が発生するが、本実施形態においては、ローラ1246bの間にリテーナ1246gが配置されているため、このような騒音を抑えることができる。

請求の範囲

- [1] 被検体に取り付けられるテーブルをボイスコイルモータによって加振する動電型振動試験装置であつて、
- 前記テーブルを、ボイスコイルモータによって互いに直交する第1及び第2の方向に夫々加振可能な第1及び第2の動電型アクチュエータと、
- 前記テーブルを前記第1の動電型アクチュエータに対して第2の方向にスライド可能に連結する第1の連結手段と、
- 前記テーブルを前記第2の動電型アクチュエータに対して第1の方向にスライド可能に連結する第2の連結手段と、
- を有する、動電型振動試験装置。
- [2] 前記第1及び第2の連結手段の夫々は、前記第1及び第2の動電型アクチュエータと前記テーブルの間に配置された中間ステージを有し、
- 前記第1の連結手段の中間ステージは、該第1の方向に垂直な一方向のみに前記テーブルに対してスライド可能であり、且つ、該一方向と該第1の方向の双方に垂直な方向のみに前記第1の動電型アクチュエータに対してスライド可能であり、
- 前記第2の連結手段の中間ステージは、該第2の方向に垂直な一方向のみに前記テーブルに対してスライド可能であり、且つ、該一方向と該第2の方向の双方に垂直な方向のみに前記第2の動電型アクチュエータに対してスライド可能である、
- ことを特徴とする請求項1に記載の動電型振動試験装置。
- [3] 前記第1の連結手段の中間ステージが前記テーブル及び前記第1の動電型アクチュエータに対してスライド可能な二方向の一方は、該第2の方向であり、
- 前記第2の連結手段の中間ステージが前記テーブル及び前記第2の動電型アクチュエータに対してスライド可能な二方向の一方は、該第1の方向である、
- ことを特徴とする請求項2に記載の動電型振動試験装置。
- [4] 前記テーブル及び中間ステージは、その一方に取り付けられたレール及びその他方に取り付けられ且つ該レールに係合するランナーブロックを有する第1のリニアガイド機構を有し、
- 前記動電型アクチュエータ及び中間ステージは、その一方に取り付けられたレール

及びその他方に取り付けられ且つ該レールに係合するランナーブロックを有する第2のリニアガイド機構を有する

ことを特徴とする請求項2に記載の動電型振動試験装置。

[5] 前記第1及び第2のリニアガイド機構のランナーブロックが、

前記凹部において、前記ランナーブロックの移動方向に沿って形成された溝と、

前記ランナーブロックの内部に形成され、前記溝と閉回路を形成するように前記

溝の前記移動方向両端と繋がっている退避路と、

前記閉回路を循環するとともに、前記溝に位置するときには前記レールと当接するようになっている複数のボールと、

を有することを特徴とする請求項4に記載の動電型振動試験装置。

[6] 前記第1及び第2のリニアガイド機構のランナーブロックには前記閉回路が4つ形成されており、

前記4つの閉回路のうち2つの閉回路の溝の夫々に配置されたボールは前記ランナーブロックのラジアル方向に対して略±45度の接触角を有し、他の2つの閉回路の溝の夫々に配置されたボールは前記ランナーブロックの逆ラジアル方向に対して略±45度の接触角を有する

ことを特徴とする請求項5に記載の動電型振動試験装置。

[7] 前記第1及び第2のリニアガイド機構のランナーブロックは、

前記レールを囲む凹部と、

その円筒面が前記レールと前記凹部の間に挟み込まれるように配置される複数のローラと、

前記凹部に取り付けられ、前記ローラの軸方向両端をガイドして該ローラが前記ランナーブロックのスライド方向に転動する転動溝を形成するローラ保持部材と、

前記ランナーブロックの内部に形成され、前記転動溝と閉回路を形成するように前記転動溝の前記スライド方向両端と繋がっている退避路と、

を有し、

前記複数のローラは前記閉回路を循環するよう構成されている

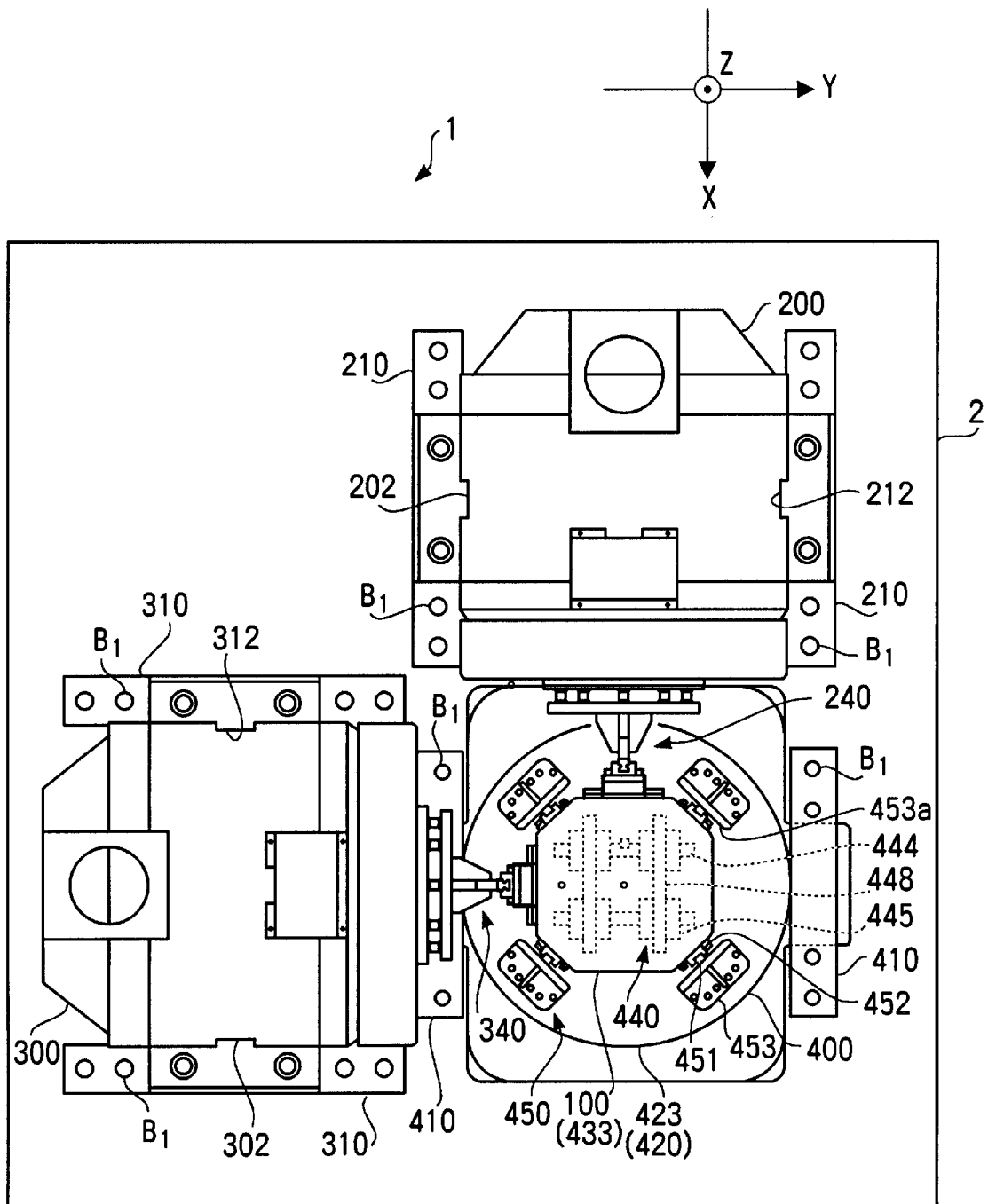
ことを特徴とする請求項4に記載の動電型振動試験装置。

- [8] 前記ランナーブロックには前記閉回路が4つ形成されており、
前記4つの閉回路の夫々に配置された4列のローラは、その軸が、前記レールの軸に直交する面上において90°おきとなるよう配置されている
ことを特徴とする請求項7に記載の動電型振動試験装置。
- [9] 前記ローラの径は、前記転動溝における前記ランナーブロックと前記レールとの間隔より小さく、その差は1マイクロメートル以下であることを特徴とする請求項8に記載の振動試験装置。
- [10] 隣接する2つのローラの間には、該ローラ同士の接触を防止するためのリテーナが設けられていることを特徴とする請求項7に記載の動電型振動試験装置。
- [11] 前記リテーナが、前記ローラの円筒面と当接する円筒凹面を有することを特徴とする請求項10に記載の動電型振動試験装置。
- [12] 前記レールは、その軸方向に沿って配列される複数の貫通孔を有し、
前記貫通孔の夫々にボルトを通して前記テーブル又は前記中間ステージに固定され、
前記ボルトの取り付け間隔は、前記レールの幅の50～80%である
ことを特徴とする請求項4に記載の動電型振動試験装置。
- [13] 前記ボルトの取り付け間隔は、前記レールの幅の60～70%であることを特徴とする請求項12に記載の動電型振動試験装置。
- [14] 該第1及び第2の方向の双方に垂直な第3の方向に前記テーブルを加振可能な第3の動電型アクチュエータと、
前記テーブルを前記第3の動電型アクチュエータに対して第1及び第2の方向にスライド可能に連結する第3の連結手段と、
を有し、
前記第1及び第2の連結手段は、それぞれ前記テーブルを第1及び第2の動電型アクチュエータに対して第3の方向にスライド可能に連結する
ことを特徴とする請求項1に記載の動電型振動試験装置。
- [15] 前記第3の連結手段は、前記第3の動電型アクチュエータと前記テーブルの間に配置された中間ステージを有し、

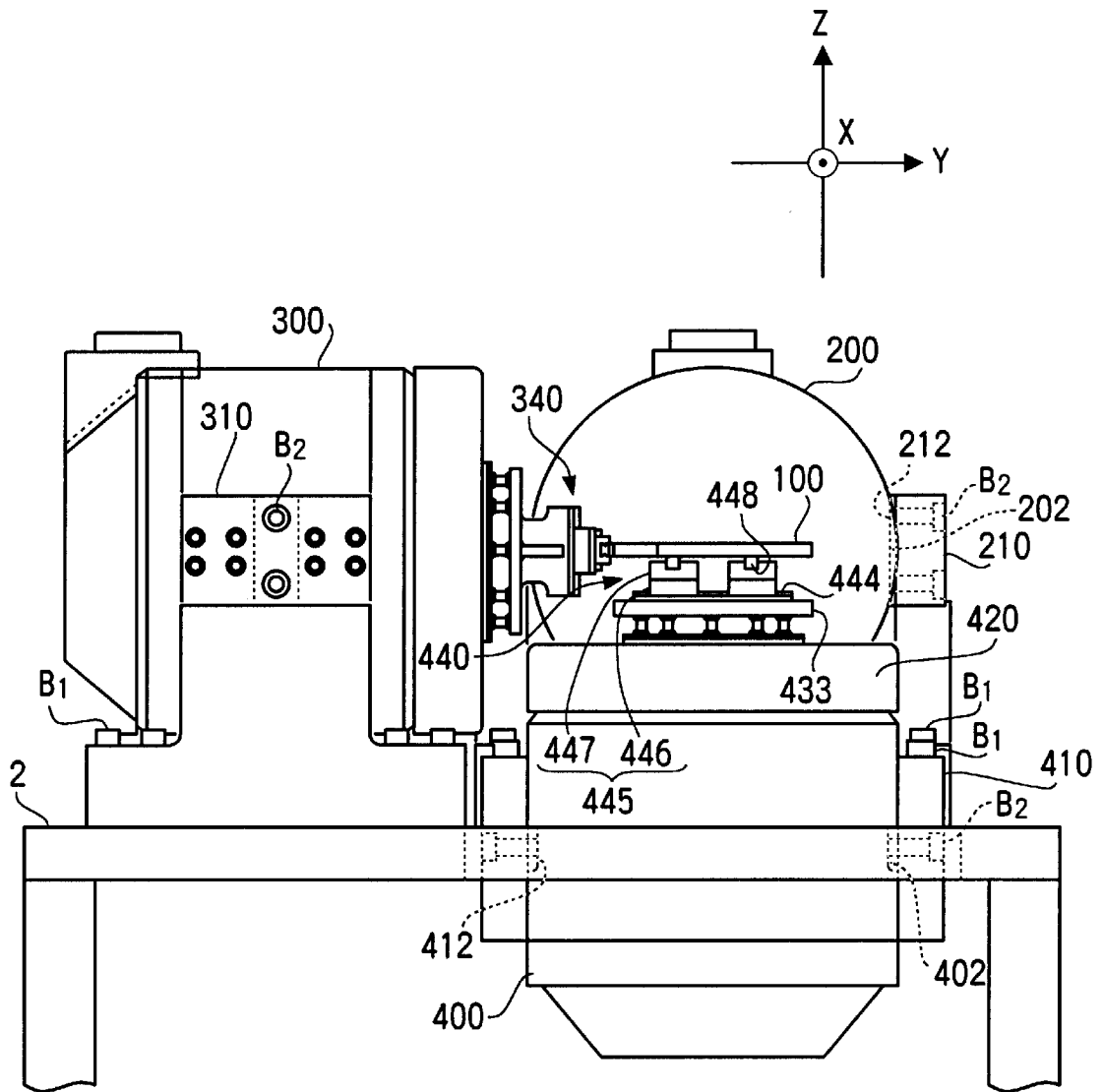
前記第3の連結手段の中間ステージは、該第3の方向に垂直な一方向のみに前記テーブルに対してスライド可能であり、且つ、該一方向と該第3の方向の双方に垂直な方向のみに前記第1の動電型アクチュエータに対してスライド可能であることを特徴とする請求項14に記載の動電型振動試験装置。

- [16] 前記第3の連結手段の中間ステージが前記テーブルに対してスライド可能な二方向は、該第1及び第2の方向であることを特徴とする請求項15に記載の動電型振動試験装置。
- [17] 前記第3の方向が上下方向であることを特徴とする請求項13に記載の動電型振動試験装置。
- [18] 前記第3の連結手段の中間ステージと前記第3の動電型アクチュエータとは、互いに平行に配置された複数のレールと、前記複数のレールの各々に係合する複数のランナーブロックを介して、スライド可能に連結されていることを特徴とする請求項17に記載の動電型振動試験装置。
- [19] 前記テーブルと前記中間ステージとは、互いに平行に配置された複数のレールと、前記複数のレールの各々に係合する複数のランナーブロックを介して、スライド可能に連結されていることを特徴とする請求項17に記載の動電型振動試験装置。
- [20] 前記第3の動電型アクチュエータは、複数の中間ステージを有することを特徴とする請求項17に記載の動電型振動試験装置。
- [21] 前記動電型アクチュエータは、磁性材料によって形成された筒状の固定部と、該固定部の中空内に固定部の軸方向に移動可能に挿入される可動部とから成り、
該固定部の内部には固定コイルが設けられ、
前記可動部には可動コイルが設けられ、
前記固定コイルに直流電流を流すと、可動コイルの半径方向に磁界が発生し、この状態で可動コイルに電流を流すと、前記軸方向にローレンツ力が発生し、これによって前記テーブルを第1、第2或いは第3の方向にスライドさせる駆動力とすることを特徴とする請求項1に記載の動電型振動試験装置。

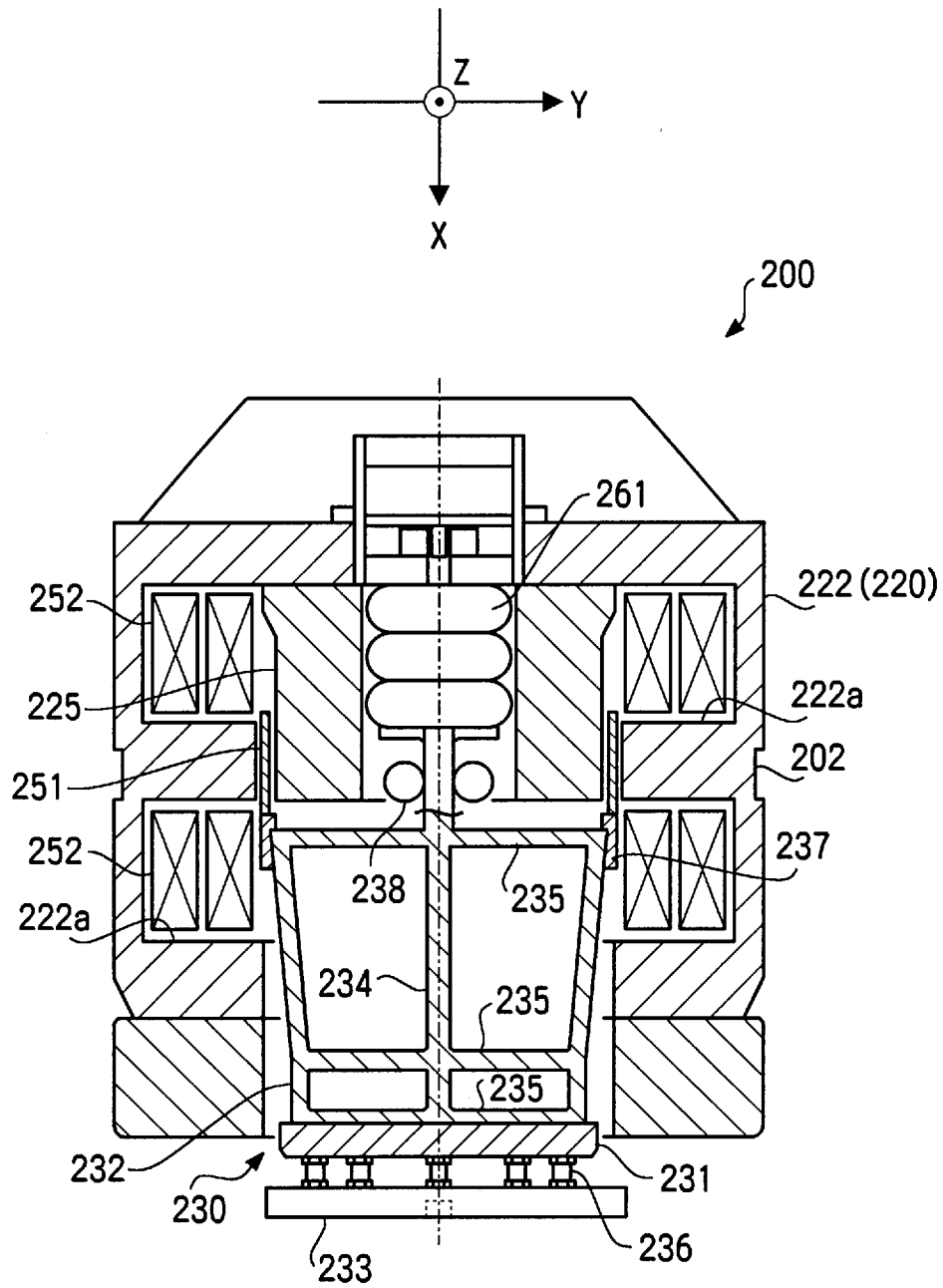
[図1]



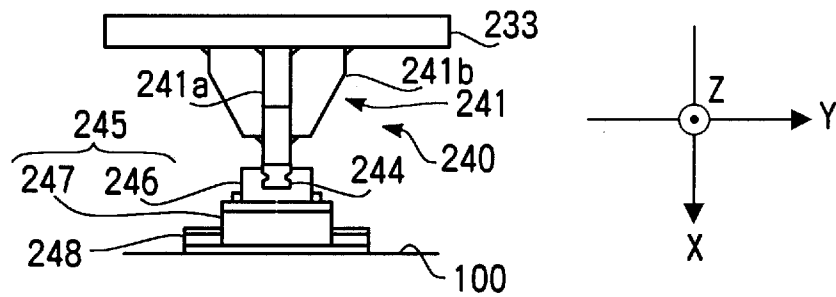
[図2]



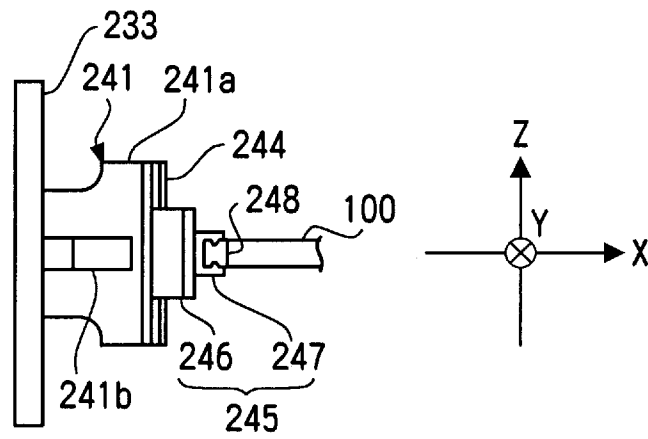
[図3]



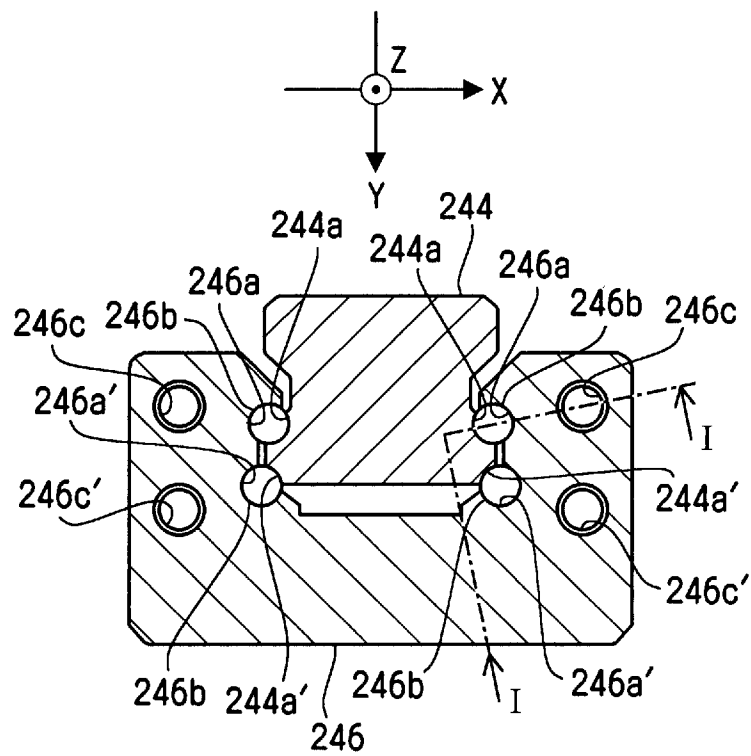
[図4]



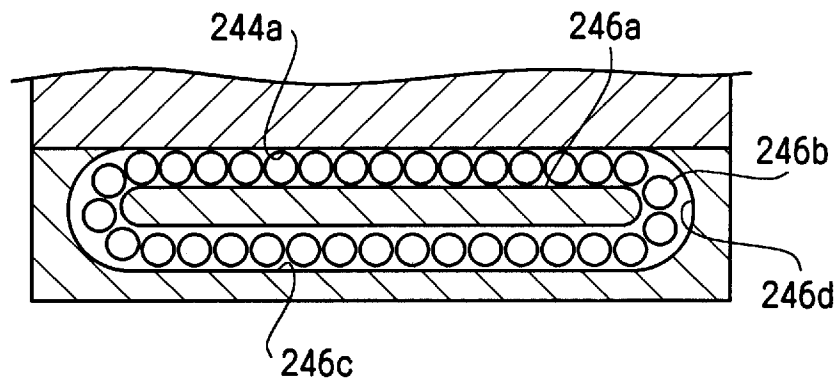
[図5]



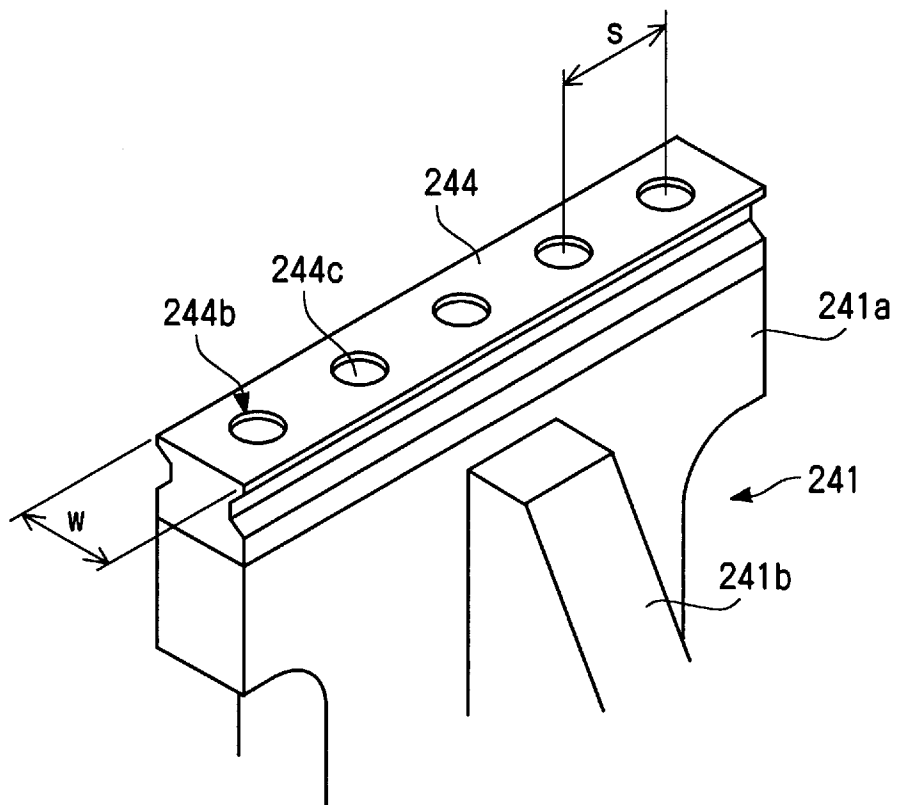
[図6]



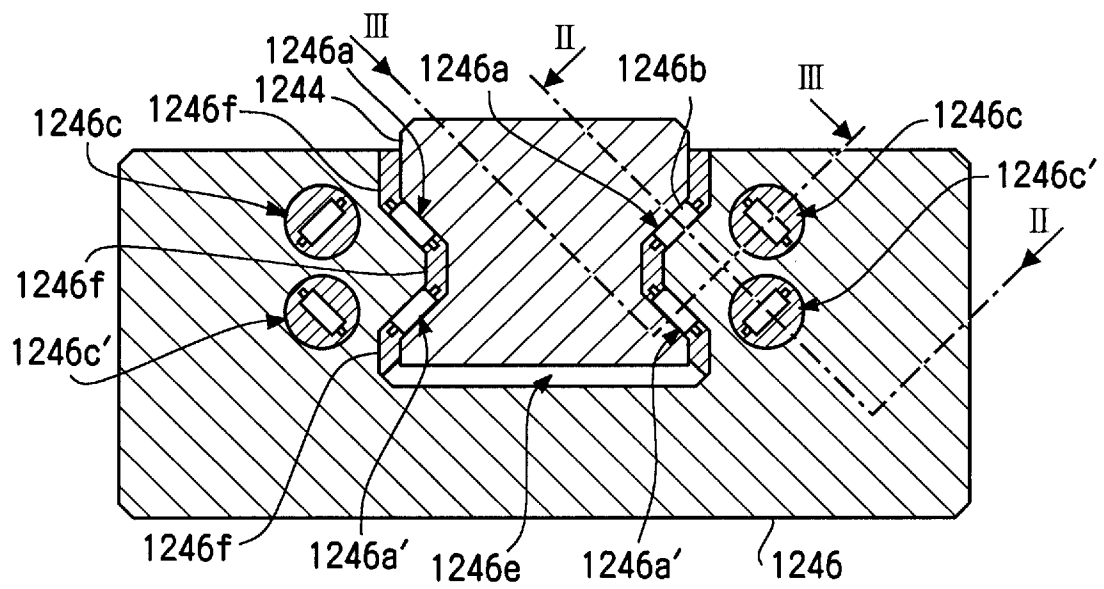
[図7]



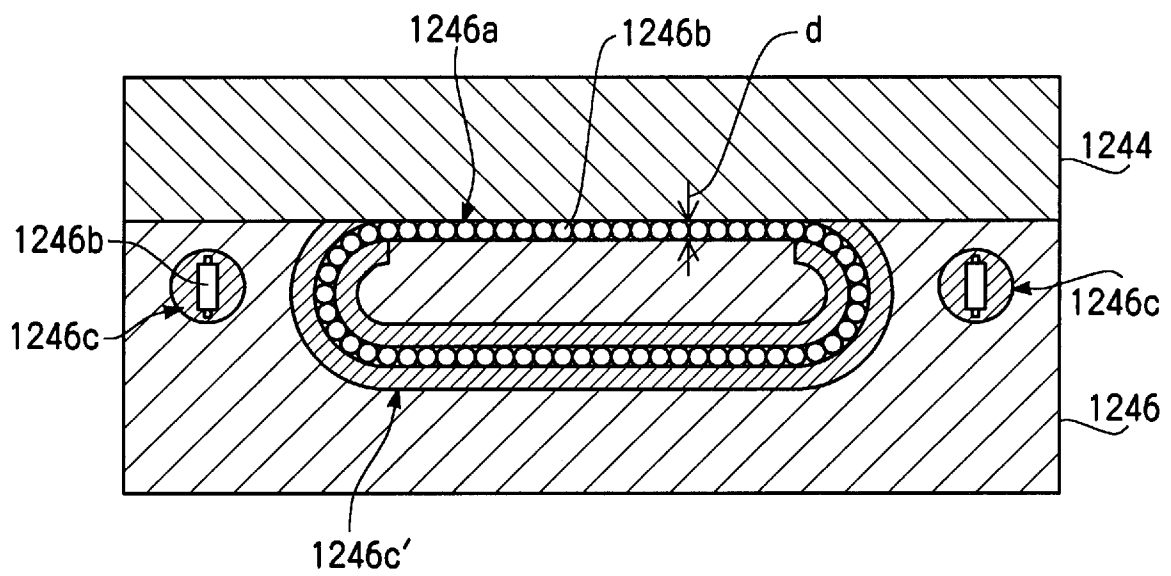
[図8]



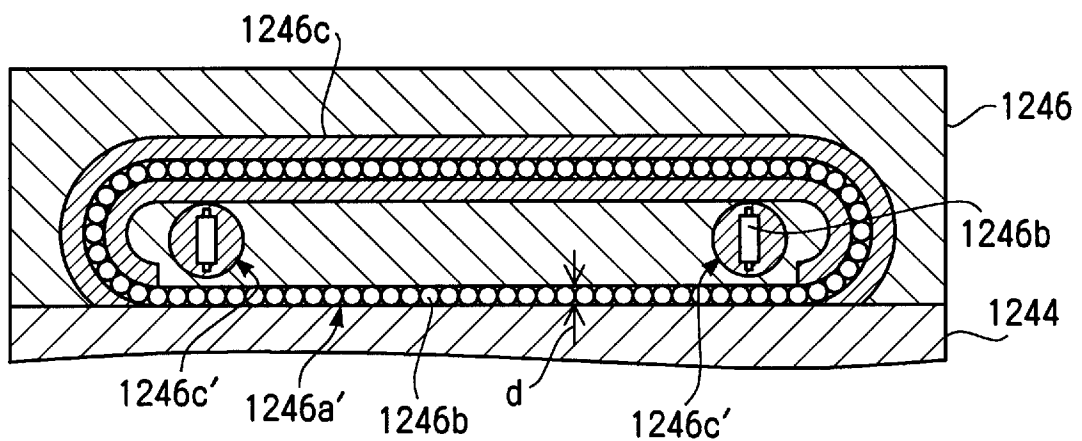
[図9]



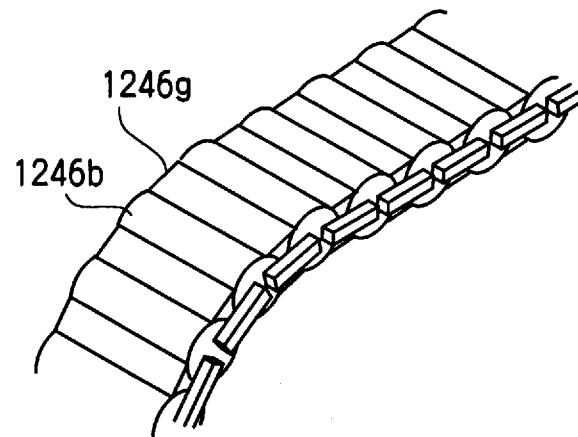
[図10]



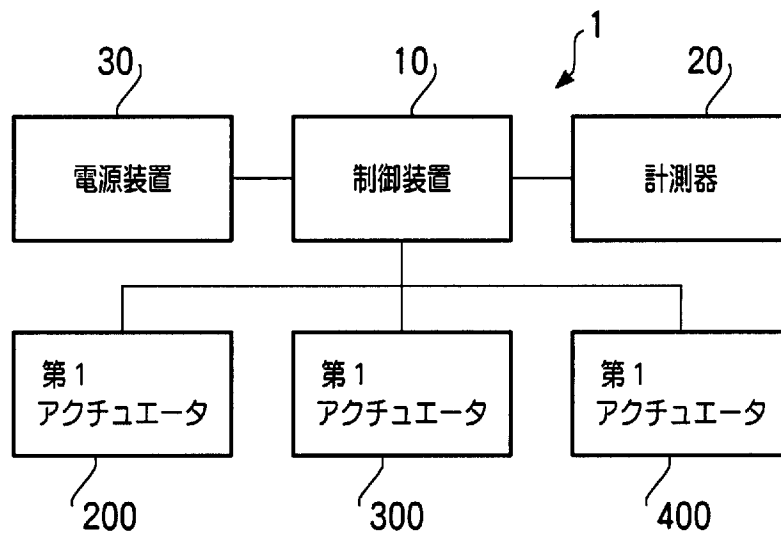
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/054616

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01M7/02 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01M7/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

| | | | |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2009 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2009 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2009 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTPlus (JDreamII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| X/Y | JP 2001-108570 A (San-Esu Co., Ltd.), 20 April, 2001 (20.04.01), Full text; all drawings (Family: none) | 1-6, 12-21/ 7-11 |
| Y | JP 2006-234032 A (NSK Ltd.), 07 September, 2006 (07.09.06), Full text; all drawings & US 2006/0029305 A1 | 7-11 |
| A | JP 3-277810 A (NSK Ltd.), 09 December, 1991 (09.12.91), Full text; all drawings & US 5104238 A | 5, 6 |

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
27 April, 2009 (27.04.09)Date of mailing of the international search report
19 May, 2009 (19.05.09)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01M7/02(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01M7/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

| | |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報 | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2009年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2009年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2009年 |

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JSTPlus(JDreamI)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求項の番号 |
|-----------------|--|---------------------|
| X/Y | JP 2001-108570 A (株式会社サンエス) 2001.04.20, 全文, 全図 (ファミリーなし) | 1-6, 12- 21/7-11 |
| Y | JP 2006-234032 A (日本精工株式会社) 2006.09.07, 全文, 全図 & US 2006/0029305 A1 | 7-11 |
| A | JP 3-277810 A (日本精工株式会社) 1991.12.09, 全文, 全図 & US 5104238 A | 5, 6 |

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27.04.2009

国際調査報告の発送日

19.05.2009

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

高橋 亨

電話番号 03-3581-1101 内線 3252

2 J

4 0 7 6