

(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
2012 年 11 月 1 日(01.11.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/147607 A1

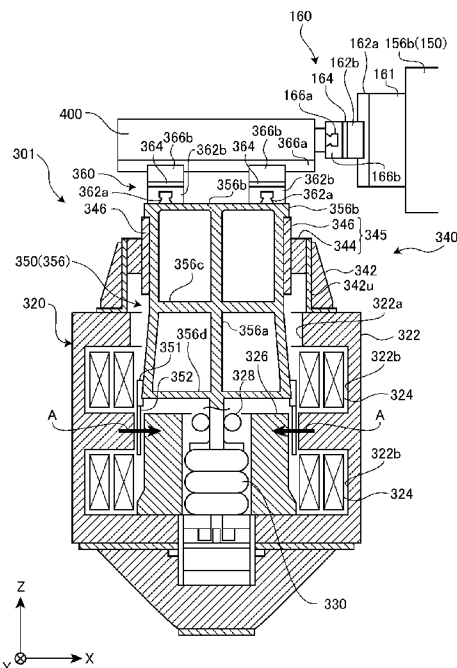
- (51) 国際特許分類:
H02K 33/12 (2006.01) *F16F 15/02* (2006.01)
F16C 29/06 (2006.01) *G01N 3/32* (2006.01)
G01M 7/02 (2006.01) *G05D 3/00* (2006.01)
B06B 1/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/060581
- (22) 国際出願日: 2012 年 4 月 19 日(19.04.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-098775 2011 年 4 月 26 日(26.04.2011) JP
特願 2011-238849 2011 年 10 月 31 日(31.10.2011) 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 1 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 1 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 4 番 1 号 新都市センタービル 6 F 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, CL, 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, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: ELECTRODYNAMIC ACTUATOR AND ELECTRODYNAMIC EXCITATION DEVICE

(54) 発明の名称: 動電型アクチュエータ及び動電型加振装置

[図6]



(57) Abstract: An electrodynamic actuator provided with: a substantially cylindrical fixed portion; a mobile portion that is at least partially accommodated inside an empty portion of the fixed portion and that is reciprocally driven in the axial direction of the fixed portion; and a plurality of mobile portion support mechanisms that laterally support the mobile portion so as to enable the reciprocal drive thereof in the axial direction of the fixed portion. The mobile portion support mechanisms are arranged around the periphery of the axis of the fixed portion at substantially equal intervals and each is provided with: a rail that is mounted to the side surface of the mobile portion and that extends in the axial direction of the fixed portion; and a runner block that is mounted to the fixed portion and that engages with the rail.

(57) 要約: 略筒状の固定部と、固定部の中空部内に少なくとも一部が收容され、固定部の軸線方向に往復駆動される可動部と、可動部を固定部の軸線方向に往復移動可能に側方から支持する複数の可動部支持機構と、を備えた動電型アクチュエータであって、可動部支持機構が、可動部の側面に取り付けられた固定部の軸線方向に延びるレールと、固定部に取り付けられた、レールと係合するランナーブロックと、を備えると共に、固定部の軸線の周囲に略等間隔に配置される。

WO 2012/147607 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称 : 動電型アクチュエータ及び動電型加振装置

技術分野

[0001] 本発明は、動電型アクチュエータ及びこれを用いた動電型加振装置に関する。

背景技術

[0002] 所謂ボイスコイルモータを駆動装置として使用した動電型加振装置が知られている。特許文献1には、駆動軸を互いに直交する方向へ向けた3台の動電型アクチュエータ200、300、400を振動テーブル100に連結した3軸加振装置1が開示されている。特許文献1の加振装置1では、各動電型アクチュエータの駆動軸が、駆動軸と直交する2軸方向にスムーズにスライド可能な2軸スライダ（連結部240、340、440）を介して振動テーブル100に連結されている。この2軸スライダ240（340、440）は、可動軸が互いに直行するように配置された一対のリニアガイドを、中間ステージ245（345、445）を介して連結したものである。この構成により、各動電型アクチュエータは、他の動電型アクチュエータによる振動テーブル100の駆動によって強く影響されずに（すなわち比較的になくクロストークで）、振動テーブル100を駆動することができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開WO2009／130953号公報

発明の概要

[0004] しかしながら、特許文献1の加振装置1に使用される動電型アクチュエータ200においては、可動部230がその胴体部232の一端から駆動方向に突出する細長いバー234の先端付近のみで固定部222に支持されている為、可動部230の胴体部232は、駆動軸と直交する方向（非駆動方向）には高い剛性で支持されておらず、非駆動方向に振動し易い。この為、可

動部 230 の非駆動方向への振動により、駆動軸間のクロストークが発生し、加振精度が低下する場合があった。

[0005] 本発明は、可動部が非駆動方向に振動し難い動電型アクチュエータ及び該動電型アクチュエータを使用することで加振精度に優れた動電型加振装置を提供することを目的とする。

[0006] 本発明の実施形態に係る動電型アクチュエータは、略筒状の固定部と、固定部の中空部内に少なくとも一部が収容され、固定部の軸線方向に往復駆動される可動部と、可動部を固定部の軸線方向に往復移動可能に側方から支持する複数の可動部支持機構とを備える。可動部支持機構が、可動部の側面に取り付けられた固定部の軸線方向に延びるレールと、固定部に取り付けられた、レールと係合するランナーブロックと、を備えると共に、固定部の軸線を中心とする周方向に略等間隔に配置されている。

[0007] この構成により、可動部が、複数の可動部支持機構により非駆動方向への移動が規制される為、非駆動方向に振動し難くなる。

[0008] 可動部が、2対の可動部支持機構により直交2方向にて両側から挟み込まれるように構成してもよい。

[0009] これらの構成により、可動部が、直交する2つの非駆動方向で夫々両側から移動が規制される為、非駆動方向に振動し難くなる。

[0010] 動電型アクチュエータが、固定部の軸線が水平方向を向くように横置きされ、可動部支持機構の一つが、固定部の軸線の下に配置される構成としてもよい。

[0011] この構成により、可動部が可動部支持機構の一つにより下方から支持される為、可動部の重量が大きくても可動部の上下方向の振動が効果的に防止される。

[0012] 可動部が、その一端から突出して固定部の軸線上に延びるロッドを備え、固定部が、ロッドを固定部の軸線方向に移動自在に支持する軸受を備えた構成としてもよい。

[0013] この構成により、可動部が、可動部支持機構と軸受により、駆動方向にお

ける２点で非駆動方向の移動が規制される為、更に非駆動方向に振動し難くなる。

[0014] ベースと、固定部を支持する固定部支持機構を備え、固定部支持機構が、動電型アクチュエータの固定部に取り付けられた可動ブロックと、可動ブロックとベースとを固定部の軸線方向にスライド自在に連結するリニアガイドと、ベースと可動ブロックとの間に配置され、軸線方向の振動の伝達を防止する緩衝手段と、を備えた構成としてもよい。緩衝手段が、例えば空気ばねである。また、ベースに固定された固定ブロックを備え、リニアガイド及び防振部材の少なくとも一方が、固定ブロックを介してベースに取り付けられた構成としてもよい。

[0015] 動電型アクチュエータの駆動時に、固定部が反力によって軸線方向に強く振動する。この構成によれば、固定部が固定部支持機構の緩衝手段を介してベースに固定される為、固定部の強い軸線方向の振動のベースへの伝達が防止される。このような、動電型アクチュエータを多軸加振機に使用すれば、加振軸間のクロストークや、不要な振動ノイズが低減し、精度の良い加振試験が可能になる。

[0016] 可動ブロックを一对備え、一对の可動ブロックが、固定部の軸線を挟む両側面に取り付けられる構成としてもよい。

[0017] この構成によれば、可動ブロックが受ける軸線方向の強い反力が、一对の固定部によって軸線の両側から対称的に支持される為、可動ブロックのピッチングやヨーイングの発生が抑制される。

[0018] 本発明の実施形態に係る動電型加振装置が、上記の動電型アクチュエータと、動電型アクチュエータの可動部の先端に連結された振動テーブルとを備えた構成としてもよい。

[0019] このように、ノイズ要因となる非駆動方向への振動が少ない動電型アクチュエータを使用する構成により、精度の高い加振が可能な動電型加振装置が提供される。

[0020] 尚、動電型アクチュエータを２つ備え、動電型アクチュエータの一方が、

第1の方向に駆動軸を有する第1のアクチュエータであり、動電型アクチュエータの他方が、第1の方向と直交する第2の方向に駆動軸を有する第2のアクチュエータであり、振動テーブルと第1のアクチュエータとを第2の方向にスライド自在に連結する第1のスライダと、振動テーブルと第2のアクチュエータとを第1の方向にスライド自在に連結する第2のスライダとを備えた構成としてもよい。

[0021] この構成により、2つの動電型アクチュエータが互いに干渉せずに独立して振動テーブルを駆動することができる為、正確な加振が可能な2軸の動電型加振装置が実現する。

[0022] また、上記の動電型アクチュエータであって、第1の方向及び第2の方向と直交する第3の方向に駆動軸を有する第3のアクチュエータと、振動テーブルと第3のアクチュエータとを第1の方向及び第2の方向にスライド自在に連結する第3のスライダと、を備え、第1のスライダが、振動テーブルと第1のアクチュエータとを第2の方向及び第3の方向にスライド自在に連結し、第2のスライダが、振動テーブルと第2のアクチュエータとを第1の方向及び第3の方向にスライド自在に連結した構成としてもよい。

[0023] この構成により、3つの動電型アクチュエータが互いに干渉せずに独立して振動テーブルを駆動することができる為、正確な加振が可能な3軸の動電型加振装置が実現する。

[0024] 本発明の実施形態の構成によれば、可動部が非駆動方向に振動し難い動電型アクチュエータ、及び該動電型アクチュエータを使用することで加振精度に優れた動電型加振装置が提供される。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]本発明の第1実施形態に係る動電型加振装置の正面図である。

[図2]本発明の第1実施形態に係る動電型加振装置の平面図である。

[図3]本発明の第1実施形態に係る動電型加振装置の駆動システムのブロック図である。

[図4]本発明の第1実施形態に係るZ軸アクチュエータの本体の正面図である

。

[図5]本発明の第1実施形態に係るZ軸アクチュエータの本体の平面図である

。

[図6]本発明の第1実施形態に係るZ軸アクチュエータの本体の縦断面図である。

[図7]本発明の第1実施形態に係るZ軸アクチュエータの振動テーブル付近を拡大した平面図である。

[図8]本発明の第1実施形態に係る動電型加振装置で使用されるリニアガイドの断面図である。

[図9]図8のI-I断面図である。

[図10]本発明の第2実施形態に係る動電型加振装置の正面図である。

[図11]本発明の第2実施形態に係る動電型加振装置の平面図である。

[図12]本発明の第2実施形態に係る動電型加振装置の側面図である。

発明を実施するための形態

[0026] 以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態に係る動電型加振装置について説明する。

[0027] (第1実施形態)

先ず、図1～図9を参照して、本発明の第1実施形態に係る動電型3軸加振装置1(以下、「加振装置1」と略記する。)について説明する。図1及び図2は、それぞれ加振装置1の正面図及び平面図である。また、図3は、加振装置1の駆動システムの概略構成を示すブロック図である。以下の第1実施形態の説明において、図1における左右方向をX軸方向(右方向をX軸正方向)、紙面に垂直な方向をY軸方向(紙面表側から裏側へ向かう方向をY軸正方向)、上下方向をZ軸方向(上方向をZ軸正方向)とする。尚、Z軸方向は鉛直方向であり、X軸及びY軸方向は水平方向である。

[0028] 図1及び図2に示すように、加振装置1は、供試体(不図示)が取り付けられる振動テーブル400と、振動テーブル400をX軸、Y軸及びZ軸方向にそれぞれ加振する3つのアクチュエータ(X軸アクチュエータ100、

Ｙ軸アクチュエータ２００及びＺ軸アクチュエータ３００）と、各アクチュエータ１００、２００及び３００を支持する装置ベース５０を備えている。各アクチュエータ１００、２００及び３００は、それぞれボイスコイルモータを備えた動電型の直動アクチュエータであり、本体１０１、２０１及び３０１と、各本体から突出した可動部（後述）を覆うカバー１０３、２０３及び３０３をそれぞれ備えている。振動テーブル４００は、各アクチュエータ１００、２００及び３００と、それぞれ２軸スライダ（ＹＺスライダ１６０、ＺＸスライダ２６０及びＸＹスライダ３６０）を介して連結されている。加振装置１は、各アクチュエータ１００、２００及び３００を用いて振動テーブル４００を駆動することにより、振動テーブル４００上に取り付けられた供試体を直交３軸方向に加振することができる。

[0029] 装置ベース５０は、水平な底板５４及び天板５６が垂直に配置された複数の壁板５８によって連結されたものである。各アクチュエータ１００、２００及び３００は、それぞれ一对の固定ブロック１１０、２１０及び３１０によって装置ベース５０の天板５６上に固定されている。また、天板５６には開口５７が形成されており、Ｚ軸アクチュエータ３００の下部は開口５７を通して、装置ベース５０内に收容されている。この構成により、加振装置１の低背化が実現している。また、装置ベース５０から設置床Ｆへの振動の伝達を抑制する為、底板５４の下面には複数の防振マウント５２が取り付けられている。

[0030] 図３に示すように、加振装置１の駆動システムは、装置全体の動作を制御する制御部１０、振動テーブル４００の振動を計測する計測部２０、制御部１０に電力を供給する電源部３０、及び、ユーザ入力又は外部機器からのデータ入力を受け付ける入力部４０を備えている。計測部２０は、振動テーブル４００に取り付けられた３軸振動ピックアップ２１を備えており、３軸振動ピックアップ２１が出力する信号（例えば速度信号）を増幅して、デジタル信号に変換した後、制御部１０へ送る。尚、３軸振動ピックアップ２１は、振動テーブル４００のＸ軸、Ｙ軸及びＺ軸方向の振動を独立に検出する。

制御部１０は、入力部４０から入力された加振波形や計測部２０からの信号に基づいて、各アクチュエータ１００、２００及び３００の駆動コイル（後述）に入力する交流電流の大きさ及び周波数を制御することにより、所望の振幅及び周波数で振動テーブル４００を加振することができる。また、計測部２０は、３軸振動ピックアップ２１の信号に基づいて、振動テーブル４００の振動状態を示す各種パラメータ（速度、加速度、振幅、パワースpektral密度等）を計算して、制御部１０へ送る。

[0031] 次に、各アクチュエータ１００、２００及び３００の構造を説明する。尚、X軸アクチュエータ１００及びY軸アクチュエータ２００は、後述する空気ばね３３０が設けられていない点を除いてはZ軸アクチュエータ３００と同様の構成である為、各アクチュエータを代表してZ軸アクチュエータ３００について詳細な構成を説明する。

[0032] 図４、図５及び図６は、それぞれZ軸アクチュエータの本体３０１の正面図、平面図及び縦断面図である。本体３０１は、筒状体３２２を有する固定部３２０と、固定部３２０の筒内に収容された可動部３５０を備えている。可動部３５０は、固定部３２０に対してZ軸方向（図４及び図６における上下方向）に移動可能になっている。可動部３５０は、略円柱状の可動フレーム３５６と、可動フレーム３５６と略同軸に配置された駆動コイル３５２を備えている。駆動コイル３５２は、駆動コイル保持部材３５１を介して、可動フレーム３５６の下端に取り付けられている。可動フレーム３５６は、上部は円柱状に形成されているが、下部は側面が緩やかに傾斜した円錐台状に形成されていて、下側ほど外径が大きくなっている。また、図６に示されるように、可動フレーム３５６は、中心軸上に延びるロッド３５６aと、中心軸と垂直に配置された天板３５６b、中間板３５６c及び底板３５６dを有している。天板３５６b、中間板３５６c及び底板３５６dは、ロッド３５６aによって連結されている。ロッド３５６aは、底板３５６dから更に下方へ延びている。また、天板３５６b上には、XYスライダ３６０を介して振動テーブル４００が取り付けられている。

[0033] また、固定部 3 2 0 の筒状体 3 2 2 の内部には、筒状体 3 2 2 と同軸に配置された略円筒形状の内側磁極 3 2 6 が固定されている。内側磁極 3 2 6 の外径は駆動コイル 3 5 2 の内径よりも小さく、駆動コイル 3 5 2 は内側磁極 3 2 6 の外周面と筒状体 3 2 2 の内周面とで挟まれた隙間に配置されている。筒状体 3 2 2 と内側磁極 3 2 6 は、共に磁性体から形成されている。また、内側磁極 3 2 6 の筒内には、ロッド 3 5 6 a を Z 軸方向のみに移動可能に支持する軸受 3 2 8 が固定されている。

[0034] 筒状体 3 2 2 の内周面 3 2 2 a には複数の凹部 3 2 2 b が形成されており、各凹部 3 2 2 b には励磁コイル 3 2 4 が收容されている。励磁コイル 3 2 4 に直流電流（励磁電流）を流すと、筒状体 3 2 2 の内周面 3 2 2 a と内側磁極 3 2 6 の外周面とが接近して対向する箇所において、筒状体 3 2 2 の半径方向に矢印 A で示すような磁界が発生する。この状態で駆動コイル 3 5 2 に駆動電流を流すと、駆動コイル 3 5 2 の軸方向、すなわち Z 軸方向にローレンツ力が発生し、可動部 3 5 0 が Z 軸方向に駆動される。

[0035] また、内側磁極 3 2 6 の筒内には、空気ばね 3 3 0 が収納されている。空気ばね 3 3 0 の下端は固定部 3 2 0 に固定されており、上端にはロッド 3 5 6 a が固定されている。空気ばね 3 3 0 は、ロッド 3 5 6 a を介して可動フレーム 3 5 6 を下方から支持する。すなわち、空気ばね 3 3 0 により、可動部 3 5 0、可動部 3 5 0 に支持される X Y スライダ 3 6 0、振動テーブル 4 0 0 及び供試体の重量（静荷重）が支持される。従って、Z 軸アクチュエータ 3 0 0 に空気ばね 3 3 0 を設けることにより、Z 軸アクチュエータ 3 0 0 の駆動力（ローレンツ力）によって可動部 3 5 0 や振動テーブル 4 0 0 等の重量（静荷重）を支持する必要がなくなり、可動部 3 5 0 等を振動させる為の動荷重のみを提供すれば済む為、Z 軸アクチュエータ 3 0 0 に供給される駆動電流（すなわち消費電力）が大幅に低減する。また、必要な駆動力の低減により、駆動コイル 3 5 2 も小型化できる為、可動部 3 5 0 の軽量化により、Z 軸アクチュエータ 3 0 0 をより高い周波数で駆動することが可能になる。また、可動部 3 5 0 や振動テーブル 4 0 0 等の重量を支持する為の大き

な直流成分を駆動コイルに供給する必要が無くなる為、電源部 30 に小型で簡単な構成の回路を採用することが可能になる。

[0036] また、Z 軸アクチュエータ 300 の可動部 350 を駆動すると、固定部 320 も駆動軸（Z 軸）方向に大きな反力（加振力）を受ける。可動部 350 と固定部 320 の間に空気ばね 330 を設けることにより、可動部 350 から固定部 320 への伝達される加振力が緩和される。その為、例えば、可動部 350 の振動が、固定部 320、装置ベース 50 及びアクチュエータ 100、200 を介して振動テーブル 400 へノイズ成分として伝達されることが防止される。

[0037] 次に、可動部 350 の上部を軸線方向にスライド自在に側方から支持する可動部支持機構 340 の構成を説明する。本実施形態の可動部支持機構 340 は、ガイドフレーム 342、Z 軸ランナーブロック 344 及び Z 軸レール 346 から構成される。可動部 350（可動フレーム 356）の円柱状の上部側面には、Z 軸方向に延びる 4 本の Z 軸レール 346 が周方向に等間隔に取り付けられている。また、固定部 320（筒状体 322）の上面には、筒状体 322 の外周面に沿って等間隔（90° 間隔）に 4 つのガイドフレーム 342 が固定されている。ガイドフレーム 342 は、リブで補強された断面が L 字状の固定部材である。各ガイドフレーム 342 の直立部 342u には、Z 軸レール 346 と係合する Z 軸ランナーブロック 344 が取り付けられている。Z 軸ランナーブロック 344 は、回転自在な複数のボール 344b（後述）を有しており、Z 軸レール 346 と共にボールベアリング式の Z 軸リニアガイド 345 を構成する。すなわち、可動部 350 は、円柱状の上部において、ガイドフレーム 342 と Z 軸リニアガイド 345 の対からなる 4 組の支持構造によって側方から支持され、X 軸及び Y 軸方向には移動できないようになっている。その為、可動部 350 が X 軸及び Y 軸方向に振動することによるクロストークの発生が防止される。また、Z 軸リニアガイド 345 の使用により、可動部 350 は Z 軸方向へスムーズに移動可能になっている。更に、可動部 350 は、上述のように下部においても軸受 328 によっ

てZ軸方向のみに移動可能に支持されている為、X軸方向及びY軸方向へは移動することができず、X軸方向及びY軸方向の振動がより発生し難くなっている。

[0038] また、可動フレーム356とガイドフレーム342とをZ軸リニアガイド345で連結する場合、固定部320に固定されたガイドフレーム342にZ軸レール346を取り付け、可動フレーム356にZ軸ランナーブロック344を取り付ける構成も可能である。しかしながら、本実施形態では、上記の構成とは逆に、可動フレーム356にZ軸レール346が取り付けられ、ガイドフレーム342にZ軸ランナーブロック344が取り付けられている。本実施形態は、この構成を採用することにより、不要な振動の抑制を達成している。これは、Z軸ランナーブロック344よりもZ軸レール346の方が軽量であり、駆動方向（Z軸方向）の寸法が長く（従って単位長さ当たりの質量が小さく）、かつ駆動方向の質量分布が均一である為、可動側にZ軸レール346を取り付けた方が、Z軸アクチュエータ300を駆動したときの質量分布の変動が少なく、従って、質量分布の変動に伴って生じる振動を低く抑えることができるからである。また、Z軸ランナーブロック344の重心よりもZ軸レール346の重心の方が低い（すなわち設置面から重心までの距離が短い）為、可動側にZ軸レール346を固定した方が、慣性モーメントが小さくなる。従って、この構成により、可動フレーム356の共振周波数を加振周波数帯（例えば、0～100Hz）よりも高くすることができ、共振による加振精度の低下が防止される。

[0039] 次に、Z軸アクチュエータ300と振動テーブル400とを連結するXYスライダ360の構成を説明する。図7は振動テーブル400付近を拡大した平面図である。図6及び図7に示すように、XYスライダ360は、2本のY軸レール362a、4つのY軸ランナーブロック362b、4つの連結板364、4つのX軸ランナーブロック366b、及び2本のX軸レール366aから構成される。Y軸方向に延びる2本のY軸レール362aは、可動フレーム356の天板356bの上面に取り付けられている。各Y軸レー

ル 3 6 2 には、Y 軸レール 3 6 2 a と係合する 2 つの Y 軸ランナーブロック 3 6 2 b が、Y 軸レール 3 6 2 a に沿ってスライド自在に取り付けられている。また、X 軸方向に延びる 2 本の X 軸レール 3 6 6 a は、振動テーブル 4 0 0 の下面に取り付けられている。各 X 軸レール 3 6 6 a には、X 軸レール 3 6 6 a と係合する 2 つの X 軸ランナーブロック 3 6 6 b が、X 軸レール 3 6 6 a に沿ってスライド自在に取り付けられている。また、X 軸ランナーブロック 3 6 6 b は、それぞれ連結板 3 6 4 を介して 1 つの Y 軸ランナーブロック 3 6 2 b と連結されている。具体的には、各 X 軸レール 3 6 6 a と係合する X 軸ランナーブロック 3 6 6 b の一方は Y 軸レール 3 6 2 a の一方と係合する Y 軸ランナーブロック 3 6 2 b の一つと連結され、他方の X 軸ランナーブロック 3 6 6 b は他方の Y 軸レール 3 6 2 a と係合する Y 軸ランナーブロック 3 6 2 b の一つと連結される。すなわち、各 X 軸レール 3 6 6 a は、連結板 3 6 4 によって連結された X 軸ランナーブロック 3 6 6 b 及び Y 軸ランナーブロック 3 6 2 b を介して、各 Y 軸レール 3 6 2 a と連結されている。この構成により、振動テーブル 4 0 0 は、Z 軸アクチュエータ 3 0 0 の可動部 3 5 0 に対して X 軸方向及び Y 軸方向にスライド自在に連結されている。

[0040] このように X 軸方向及び Y 軸方向に非常に小さな摩擦抵抗でスライド可能な X Y スライダ 3 6 0 を介して Z 軸アクチュエータ 3 0 0 と振動テーブル 4 0 0 とを連結することにより、振動テーブル 4 0 0 を X 軸アクチュエータ 1 0 0 及び Y 軸アクチュエータ 2 0 0 により X 軸方向及び Y 軸方向にそれぞれ振動させても、振動テーブル 4 0 0 の X 軸方向及び Y 軸方向の振動成分は Z 軸アクチュエータ 3 0 0 へ伝達されることがない。また、Z 軸アクチュエータ 3 0 0 により振動テーブル 4 0 0 を Z 軸方向に振動させても、振動テーブル 4 0 0 の Z 軸方向の振動成分は X 軸アクチュエータ 1 0 0 や Y 軸アクチュエータ 2 0 0 に伝達されることがない。従って、クロストークの低い加振が可能になる。

[0041] 次に、X 軸アクチュエータ 1 0 0 と振動テーブル 4 0 0 とを連結する Y Z

スライダ 160 の構成を説明する。YZスライダ 160 は、2本のZ軸レール 162 a、2つのZ軸ランナーブロック 162 b、2つの連結板 164、2つのY軸ランナーブロック 166 b、及び1本のY軸レール 166 aから構成される。Z軸方向に延びる2本のZ軸レール 162 aは、スペーサ 161 を介して、X軸アクチュエータ 100 の可動フレームの天板 156 bに取り付けられている。各Z軸レール 162 aには、Z軸レール 162 aと係合するZ軸ランナーブロック 162 bが、Z軸レール 162 aに沿ってスライド自在に取り付けられている。また、振動テーブル 400 のX軸アクチュエータ 100 と対向する側面には、Y軸方向に延びるY軸レール 166 aが取り付けられている。Y軸レール 166 aには、Y軸レール 166 aと係合する2つのY軸ランナーブロック 166 bが、Y軸レール 166 aに沿ってスライド自在に取り付けられている。また、Y軸ランナーブロック 166 bは、それぞれ連結板 164 を介してZ軸ランナーブロック 162 bの1つと連結されている。すなわち、Y軸レール 166 aは、連結板 164 によって連結されたY軸ランナーブロック 166 b及びZ軸ランナーブロック 162 bを介して、各Z軸レール 162 aと連結されている。この構成により、振動テーブル 400 は、X軸アクチュエータ 100 の可動部 150 に対してY軸方向及びZ軸方向にスライド自在に連結されている。

[0042] このようにY軸方向及びZ軸方向に非常に小さな摩擦抵抗でスライド可能なYZスライダ 160 を介してX軸アクチュエータ 100 と振動テーブル 400 とを連結することにより、振動テーブル 400 をY軸アクチュエータ 200 及びZ軸アクチュエータ 300 によりY軸方向及びZ軸方向にそれぞれ振動させても、振動テーブル 400 のY軸方向及びZ軸方向の振動成分はX軸アクチュエータ 100 へ伝達されることがない。また、X軸アクチュエータ 100 により振動テーブル 400 をX軸方向に振動させても、振動テーブル 400 のX軸方向の振動成分はY軸アクチュエータ 200 やZ軸アクチュエータ 300 に伝達されることがない。従って、クロストークの低い加振が可能になる。

[0043] また、Y軸アクチュエータ200と振動テーブル400とを連結するZXスライダ260も、YZスライダ160と同一の構成を有しており、振動テーブル400は、Y軸アクチュエータ200の可動部に対してZ軸方向及びX軸方向にスライド自在に連結されている。従って、やはりZ軸アクチュエータ300及びX軸アクチュエータ100により振動テーブル400をZ軸方向及びX軸方向に振動させても、振動テーブル400のZ軸方向及びX軸方向の振動成分はY軸アクチュエータ200へ伝達されることがない。また、Y軸アクチュエータ200により振動テーブル400をY軸方向に振動させても、振動テーブル400のY軸方向の振動成分はZ軸アクチュエータ300やX軸アクチュエータ100に伝達されることがない。従って、クロストークの低い加振が可能になる。

[0044] 以上のように、各アクチュエータ100、200及び300は、互いに干渉することなく、振動テーブル400を各駆動軸方向に正確に加振することができる。また、各アクチュエータ100、200及び300は、可動部がガイドフレーム及びリニアガイドにより駆動方向のみに移動可能に支持されている為、非駆動方向へは振動し難くなっている。その為、制御されていない非駆動方向の振動がアクチュエータから振動テーブル400に加わることもない。従って、振動テーブル400の各軸方向の振動は、対応する各アクチュエータ100、200及び300の駆動によって正確に制御される。

[0045] 次に、可動部支持機構340、YZスライダ160、ZXスライダ260及びXYスライダ360において使用されるリニアガイド機構（レール及びランナーブロック）の構成について、可動部支持機構340のZ軸リニアガイド機構345（Z軸ランナーブロック344、Z軸レール346）を例に挙げて説明する。尚、他のレール及びランナーブロックも、Z軸ランナーブロック344及びZ軸レール346と同様に構成されている。

[0046] 図8は、可動部支持機構340のZ軸レール346及びZ軸ランナーブロック344を、Z軸レール346の長軸と垂直な一面（すなわちXY平面）で切断した断面図であり、図9は図8のI-I断面図である。図8及び図9

に示すように、Z軸ランナーブロック344にはZ軸レール346を囲むように凹部が形成されており、この凹部にはZ軸レール346の軸方向に延びる二対の溝344a、344a'が形成されている。これらの溝344a、344a'には、多数のステンレス鋼製のボール344b及び樹脂製のリテーナ344rが収納されている。リテーナ344rは、ボール344b間に配置される複数のスペーサ部344rsと、複数のスペーサ部344rsを連結する一对のバンド344rbを有している。複数のスペーサ部344rsとバンド344rbとで囲まれた空間にボール344bが保持されている。また、Z軸レール346には、Z軸ランナーブロック344の溝344a、344a'と対向する位置にそれぞれ溝346a、346a'が設けられており、ボール344b及びリテーナ344rが、溝344aと溝346a、又は溝344a'と溝346a'との間に挟まれるようになっている。溝344a、344a'、346a、346a'の断面形状は円弧状であり、その曲率半径はボール344bの半径と略等しい。この為、ボール344bは、ほとんどあそびの無い状態で溝344a、344a'、346a、346a'に密着する。

[0047] Z軸ランナーブロック344の内部には、溝344a、344a'の夫々と略平行に2対のボール退避路344c、344c'が設けられている。図9に示すように、溝344a'と退避路344c'とは、夫々の両端でU字路344d'を介して接続されており、溝344a'、溝346a'、退避路344c'及びU字路344d'によって、ボール344b及びリテーナ344rを循環させる為の循環路が形成される。溝344a、溝346a及び退避路344cによっても、同様の循環路が形成されている。

[0048] この為、Z軸ランナーブロック344がZ軸レール346に対して移動すると、多数のボール344bが溝344a、346a及び344a'、346a'を転がりながらリテーナ344rと共に循環路を循環する。この為、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344b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、Z軸ランナーブロック344をZ軸レール346に対してスムーズに移動させることができる。尚、退避路344c、344c'及びU字路344d、344d'の内径は、ボール344bの径よりやや大きくなっている。この為、退避路344c、344c'及びU字路344d、344d'とボール344b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344bの循環が妨げられることはない。

[0049] また、ボール344b間に硬度の低いリテーナ344rのスペーサ部344rsを介在させることで、ボール344b同士が略一点で直接接触することによって生じる油膜切れや摩耗が防止され、摩擦抵抗が少なくなり、寿命も大幅に延びる。

[0050] X軸アクチュエータ100及びY軸アクチュエータ200も可動部支持機構（不図示）を備えている。X軸アクチュエータ100の可動部は、駆動方向（X軸）と垂直な2方向（Y軸及びZ軸方向）において両側からガイドフレームで支持されている。同様に、Y軸アクチュエータ200の可動部は、駆動方向（Y軸）と垂直な2方向（Z軸及びX軸方向）において両側からガイドフレームで支持されている。X軸アクチュエータ100及びY軸アクチュエータ200は、いずれも可動部が長手方向を水平に向けて配置される。その為、可動部支持機構を備えていない従来のアクチュエータでは、可動部がロッドのみで片持ち支持されることになり、可動部の先端側（振動テーブル400側）が自重により下方に垂れ下がり、これが駆動時のフリクションや不要な振動の原因となった。本実施形態では、X軸アクチュエータ100及びY軸アクチュエータ200の可動部が下方からガイドフレームによって支持される為、このような問題も解消されている。

[0051] （第2実施形態）

次に、図10～図12を参照して、本発明の第2実施形態に係る動電型2軸加振装置1000（以下、「加振装置1000」と略記する。）について説明する。

[0052] 上述した第1実施形態の加振装置1では、各アクチュエータの本体101、201、301（具体的には固定部）が、それぞれ固定ブロック110、210、310を介して装置ベース50に剛体支持されている。その為、各アクチュエータの固定部の振動が、装置ベース50及び他のアクチュエータ100、200、300を介して振動テーブル400に伝達され、振動のノイズ成分となり得る。本実施形態の加振装置1000では、後述するように各アクチュエータの固定部が、強い振動が発生する駆動方向において空気ばねを介して装置ベースに支持される構成を有している。その為、第1実施形態の加振装置1と比べても、更に高精度の加振が可能になっている。

[0053] 図10、図11及び図12は、それぞれ加振装置1000の正面図、平面図及び側面図（図10における左側面を示す図）である。以下の第2実施形態の説明においては、図10における右方向をX軸正方向、紙面表側から裏側へ向かう方向をY軸正方向、上方向をZ軸正方向とする。尚、Z軸方向は鉛直方向であり、X軸及びY軸方向は水平方向である。また、第1実施形態と同一又は類似の構成に対しては類似の参照符号を使用し、共通する構成については詳しい説明を省略する。

[0054] 加振装置1000は、供試体（不図示）をX軸方向及びZ軸方向の2方向に加振可能に構成されており、供試体に取り付けられる振動テーブル1400と、振動テーブル1400をX軸及びZ軸方向にそれぞれ加振する2つのアクチュエータ（X軸アクチュエータ1100及びZ軸アクチュエータ1300）と、各アクチュエータ1100及び1300を支持する装置ベース1050を備えている。振動テーブル1400は、一側面がZ軸スライダ1160を介してX軸アクチュエータ1100に連結されており、下面が一对のX軸スライダ1360を介してZ軸アクチュエータ1300に連結されている。また、加振装置1000も、第1実施形態の加振装置1と同様に、図示しない2軸振動ピックアップ、計測部、制御部、入力部及び電源部を備えている。尚、各アクチュエータ1100、1300の内部構造及び装置ベース1050の構成は、第1実施形態の加振装置1の構成と同様のものである。

[0055] X軸アクチュエータ１１００は、支持ユニット１１１０によって装置ベース１０５０の天板１０５６上に固定されている。支持ユニット１１１０は、天板１０５６上に取り付けられた一对の逆Ｔ字状の固定ブロック１１１２と、X軸アクチュエータ１１００の固定部１１２０の両側面にそれぞれ取り付けられた一对の矩形板状の可動ブロック１１１８と、固定ブロック１１１２と可動ブロック１１１８とをX軸方向にスライド自在に連結する一对のリニアガイド１１１４を備えている。各リニアガイド１１１４は、逆Ｔ字状の固定ブロック１１１２の脚部１１１２ｂの上面に取り付けられたX軸方向に延びるレール１１１４ａと、可動ブロック１１１８の下面に取り付けられた、レール１１１４ａと係合する一对のランナーブロック１１１４ｂを備えている。また、固定ブロック１１１２の脚部１１１２ｂのX軸正方向側面には、上方に延びる枝部１１１２ａが固定されている。可動ブロック１１１８のX軸正方向側面は、上下に並べられた一对の空気ばね１１１６を介して固定ブロック１１１２の枝部１１１２ａに連結されている。このように、X軸アクチュエータの固定部１１２０が、リニアガイド１１１４及び空気ばね１１１６から成る固定部支持機構により、固定ブロック１１１２（延いては装置ベース１０５０）に対して駆動方向（X軸方向）に柔らかく支持されている。その為、X軸アクチュエータ１１００の駆動時に固定部１１２０に加わるX軸方向の強い反力（加振力）は、装置ベース１０５０に直接伝達されず、空気ばね１１１６によって特に高周波成分が大きく減衰されてから装置ベース１０５０に伝わる。従って、振動テーブル１４００に伝達される振動ノイズが大きく低減される。

[0056] Z軸アクチュエータ１３００は、そのY軸方向両側に配置された一对の支持ユニット１３１０によって装置ベース１０５０の天板１０５６上に固定されている。また、Z軸アクチュエータ１３００の下部は、装置ベース１０５０の天板１０５６に設けられた開口１０５７を通して、装置ベース１０５０内に收容されている。各支持ユニット１３１０は、可動ブロック１３１８、一对のアングル１３１２及び一对のリニアガイド１３１４を備えている。可

動ブロック 1318 は、Z 軸アクチュエータの固定部 1320 の側面に取り付けられた支持部材である。一对のアングル 1312 は、可動ブロック 1318 の X 軸方向両端面とそれぞれ対向して配置されており、天板 1056 上に取り付けられている。可動ブロック 1318 の X 軸方向両端と各アングル 1312 とは、一对のリニアガイド 1314 によって、それぞれ Z 軸方向にスライド自在に連結されている。可動ブロック 1318 は、アングルブロック 1318 a、平板ブロック 1318 b 及び一对の T 字ブロック 1318 c を有している。L 字状のアングルブロック 1318 a の一方の取り付け面は、Z 軸アクチュエータの固定部 1320 の側面に固定されている。アングルブロック 1318 a の上方に向けられた他方の取り付け面には、X 軸方向に延びる略矩形板状の平板ブロック 1318 b が長さ方向略中央で固定されている。平板ブロック 1318 b の X 軸方向両端部の上面には、T 字ブロック 1318 c の脚部 1318 d が取り付けられている。T 字ブロック 1318 c の取り付け面（可動ブロック 1318 の X 軸方向両端面）には、Z 軸方向に延びるリニアガイド 1314 のレール 1314 a が取り付けられている。また、各アングル 1312 には、対向するレール 1314 a と係合するランナーブロック 1314 b が取り付けられている。また、アングルブロック 1318 a の X 軸方向両側には、装置ベース 1050 の天板 1056 と平板ブロック 1318 b とで挟まれた一对の空気ばね 1316 が配置されており、可動ブロック 1318 は一对の空気ばね 1316 を介して天板 1056 に支持されている。このように、Z 軸アクチュエータ 1300 も、X 軸アクチュエータ 1100 と同様に、固定部 1320 がリニアガイド 1314 及び空気ばね 1316 から成る固定部支持機構により装置ベース 1050 に対して駆動方向（Z 軸方向）に柔らかく支持されている。その為、Z 軸アクチュエータ 1300 の駆動時に固定部 1320 に加わる Z 軸方向の強い反力（加振力）は、装置ベース 1050 には直接伝達されず、空気ばね 1316 によって特に高周波成分が大きく減衰される為、振動テーブル 1400 に伝達される振動ノイズが大きく低減される。

- [0057] 以上が本発明の実施形態の説明である。本発明の実施の形態は、上記に説明したものに限定されず、特許請求の範囲の記載によって表現された技術的思想の範囲内で任意に変更することができる。
- [0058] 例えば、上記の第1実施形態の加振装置1及び第2実施形態の加振装置1000は、それぞれ3軸及び2軸の動電型加振装置の各アクチュエータに本発明を適用した実施例であるが、当然ながら本発明は1軸動電型加振装置に適用することもできる。
- [0059] また、上記の第1実施形態においては、動電型アクチュエータ300の可動部350は、筒状体322の軸線の周囲に略等間隔に配置された4つの可動部支持機構340により側方から支持されているが、本発明の実施形態の構成はこれに限定されない。別の実施形態においては、可動部が筒状体の軸線の周囲に略等間隔に配置された2つ以上（より望ましくは3つ以上）の任意の数の可動部支持機構により側方から支持される構成としてもよい。
- [0060] また、上記の第1実施形態においては、筒状体322の上面に固定したガイドフレーム342を介してランナーブロックを固定しているが、筒状体322の内周面に直接ランナーブロックを固定してもよい。
- [0061] また、上記の第2実施形態では、固定部支持機構の振動を減衰する緩衝手段として空気ばね1116、1316が使用されているが、防振効果のある他の種類のばね（例えば鋼製のコイルばね）や弾性体（防振ゴム等）、電磁力の反発力を利用したダンパ装置等を使用する構成とすることもできる。
- [0062] また、本発明の実施形態に係る直動アクチュエータは、加振装置以外の装置にも使用することができる。例えば、供試体の引張・圧縮試験を行う万能試験装置（材料試験装置）、精密位置決め装置、ジャッキ装置（扛重機）のアクチュエータとして使用することができる。
- [0063] また、上記の実施形態においては、振動テーブルの速度を制御変数として各アクチュエータの駆動が制御されるが、振動テーブルの変位や加速度を制御変数とした制御を行う構成とすることもできる。また、振動テーブルではなく、各アクチュエータの可動部や供試体の変位、速度又は加速度を制御変

数として各アクチュエータの駆動を制御する構成としてもよい。

符号の説明

- [0064] 1、1 0 0 0 … 動電型加振装置（加振装置）、
- 1 0 … 制御部
- 2 0 … 計測部
- 3 0 … 電源部
- 4 0 … 入力部
- 5 0 … 装置ベース
- 1 0 0、1 1 0 0 … X軸アクチュエータ
- 1 6 0、1 1 6 0 … YZスライダ
- 2 0 0、1 2 0 0 … Y軸アクチュエータ
- 2 6 0、1 2 6 0 … ZXスライダ
- 3 0 0、1 3 0 0 … Z軸アクチュエータ
- 3 6 0、1 3 6 0 … XYスライダ
- 4 0 0 … 振動テーブル

請求の範囲

[請求項1]

略筒状の固定部と、
前記固定部の中空部内に少なくとも一部が収容され、前記固定部の軸線方向に往復駆動される可動部と、
前記可動部を前記固定部の軸線方向に往復移動可能に側方から支持する複数の可動部支持機構と、
を備えた動電型アクチュエータであって、
前記可動部支持機構が、
前記可動部の側面に取り付けられた前記固定部の軸線方向に延びるレールと、
前記固定部に取り付けられた、前記レールと係合するランナブロックと、
を備えると共に、前記固定部の軸線の周囲に略等間隔に配置された、
ことを特徴とする動電型アクチュエータ。

[請求項2]

2対の前記可動部支持機構を備え、
前記可動部が前記2対の可動部支持機構により直交2方向にて両側から挟み込まれた、
ことを特徴とする請求項1に記載の動電型アクチュエータ。

[請求項3]

前記動電型アクチュエータが、前記固定部の軸線が水平方向を向くように横置きされ、
前記可動部支持機構の一つが、前記固定部の軸線の下に配置された、
、
ことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の動電型アクチュエータ。

[請求項4]

前記可動部が、その一端から突出して前記固定部の軸線上に延びるロッドを備え、
前記固定部が、前記ロッドを前記固定部の軸線方向に移動自在に支持する軸受を備えた、

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の動電型アクチュエータ。

[請求項5]

ベースと、
前記固定部を支持する固定部支持機構と、
を備え、
前記固定部支持機構が、
前記動電型アクチュエータの固定部に取り付けられた可動ブロックと、
前記可動ブロックと前記ベースとを前記固定部の軸線方向にスライド自在に連結するリニアガイドと、
前記ベースと前記可動ブロックとの間に配置され、前記軸線方向の振動の伝達を防止する緩衝手段と、を備えた、
ことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の動電型アクチュエータ。

[請求項6]

前記緩衝手段が空気ばねである、
ことを特徴とする請求項 5 に記載の動電型アクチュエータ。

[請求項7]

前記ベースに固定された固定ブロックを備え、
前記リニアガイド及び前記防振部材の少なくとも一方が、前記固定ブロックを介して前記ベースに取り付けられた、
ことを特徴とする請求項 5 又は請求項 6 に記載の動電型アクチュエータ。

[請求項8]

前記可動ブロックを一对備え、
前記一对の可動ブロックが、前記固定部の軸線を挟む両側面に取り付けられた、
ことを特徴とする請求項 5 から請求項 7 のいずれか一項に記載の動電型アクチュエータ。

[請求項9]

請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項に記載の動電型アクチュエータと、

前記動電型アクチュエータの可動部の先端に連結された振動テーブルと、
を備えた動電型加振装置。

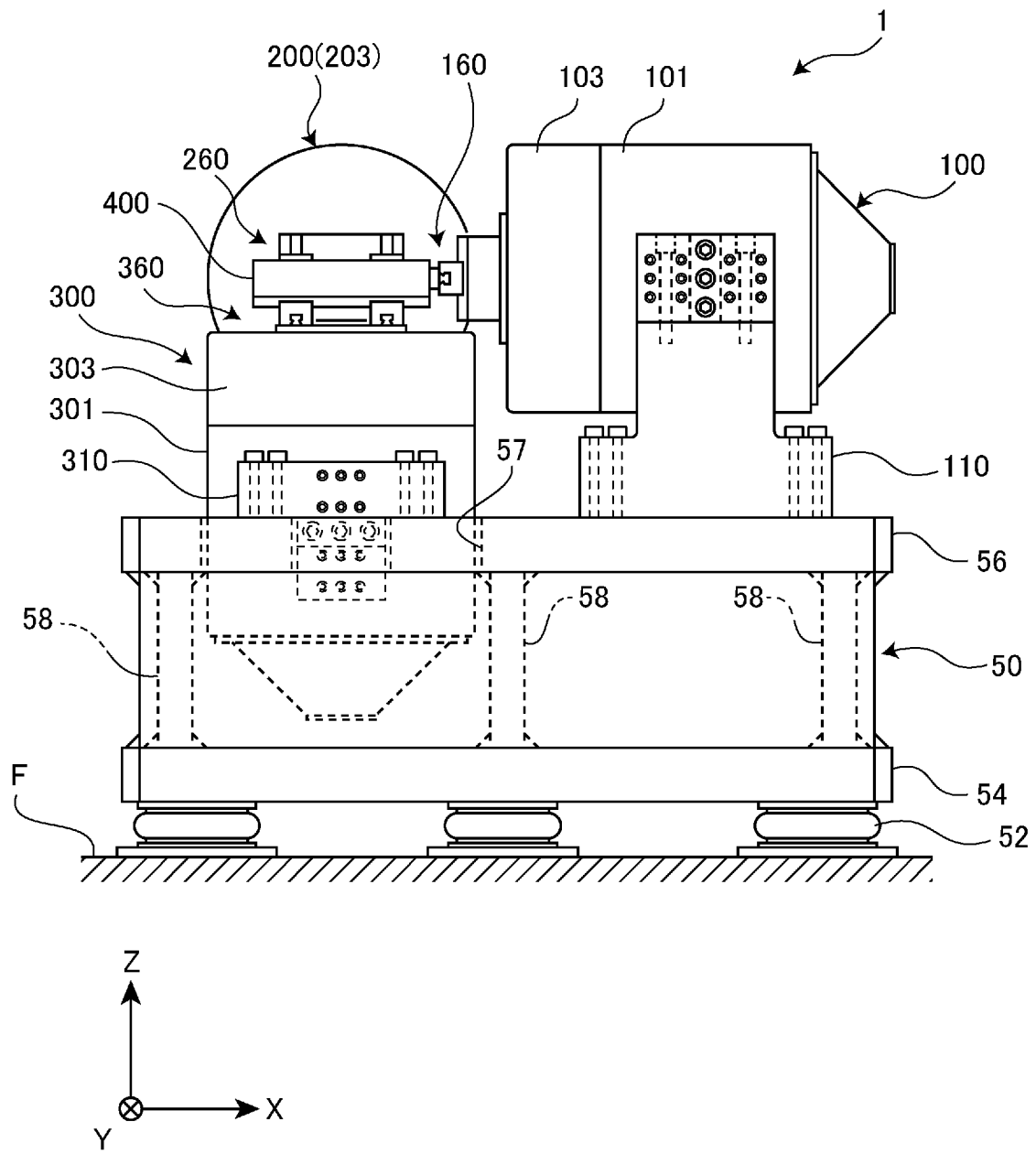
[請求項10]

前記動電型アクチュエータを2つ備え、
前記動電型アクチュエータの一方が、第1の方向に駆動軸を有する第1のアクチュエータであり、
前記動電型アクチュエータの他方が、前記第1の方向と直交する第2の方向に駆動軸を有する第2のアクチュエータであり、
前記振動テーブルと前記第1のアクチュエータとを前記第2の方向にスライド自在に連結する第1のスライダと、
前記振動テーブルと前記第2のアクチュエータとを前記第1の方向にスライド自在に連結する第2のスライダと、
を備えた、ことを特徴とする請求項9に記載の動電型加振装置。

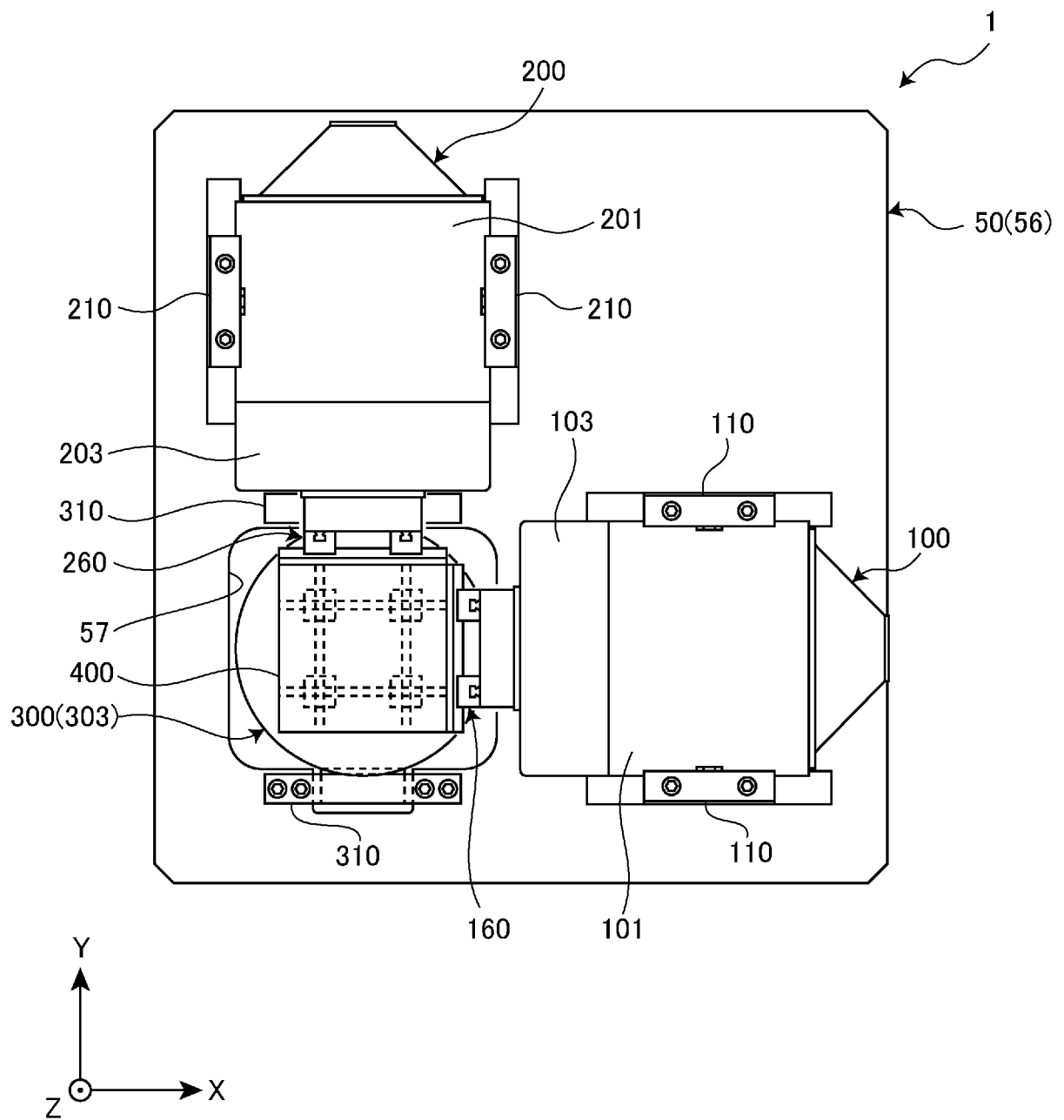
[請求項11]

前記動電型アクチュエータであって、前記第1の方向及び前記第2の方向と直交する第3の方向に駆動軸を有する第3のアクチュエータと、
前記振動テーブルと前記第3のアクチュエータとを前記第1の方向及び前記第2の方向にスライド自在に連結する第3のスライダと、
を備え、
前記第1のスライダが、前記振動テーブルと前記第1のアクチュエータとを前記第2の方向及び前記第3の方向にスライド自在に連結し、
前記第2のスライダが、前記振動テーブルと前記第2のアクチュエータとを前記第1の方向及び前記第3の方向にスライド自在に連結する、
ことを特徴とする請求項10に記載の動電型加振装置。

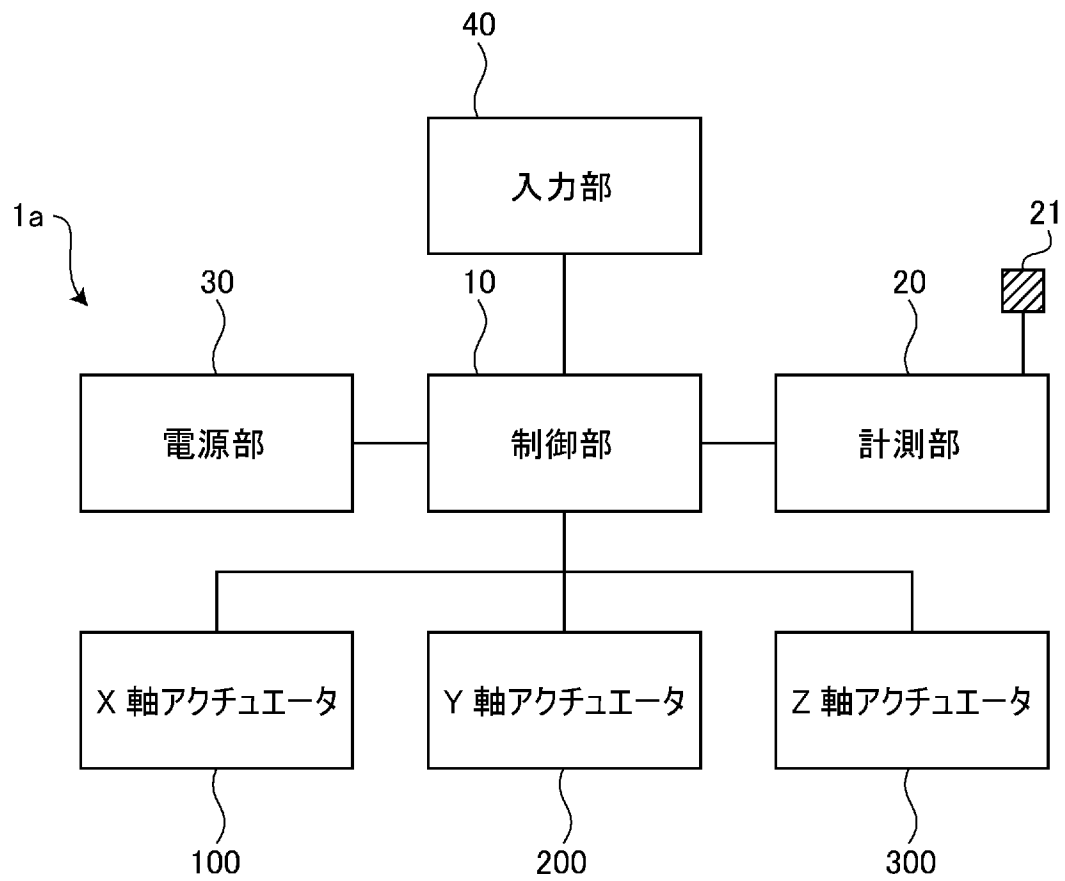
[図1]



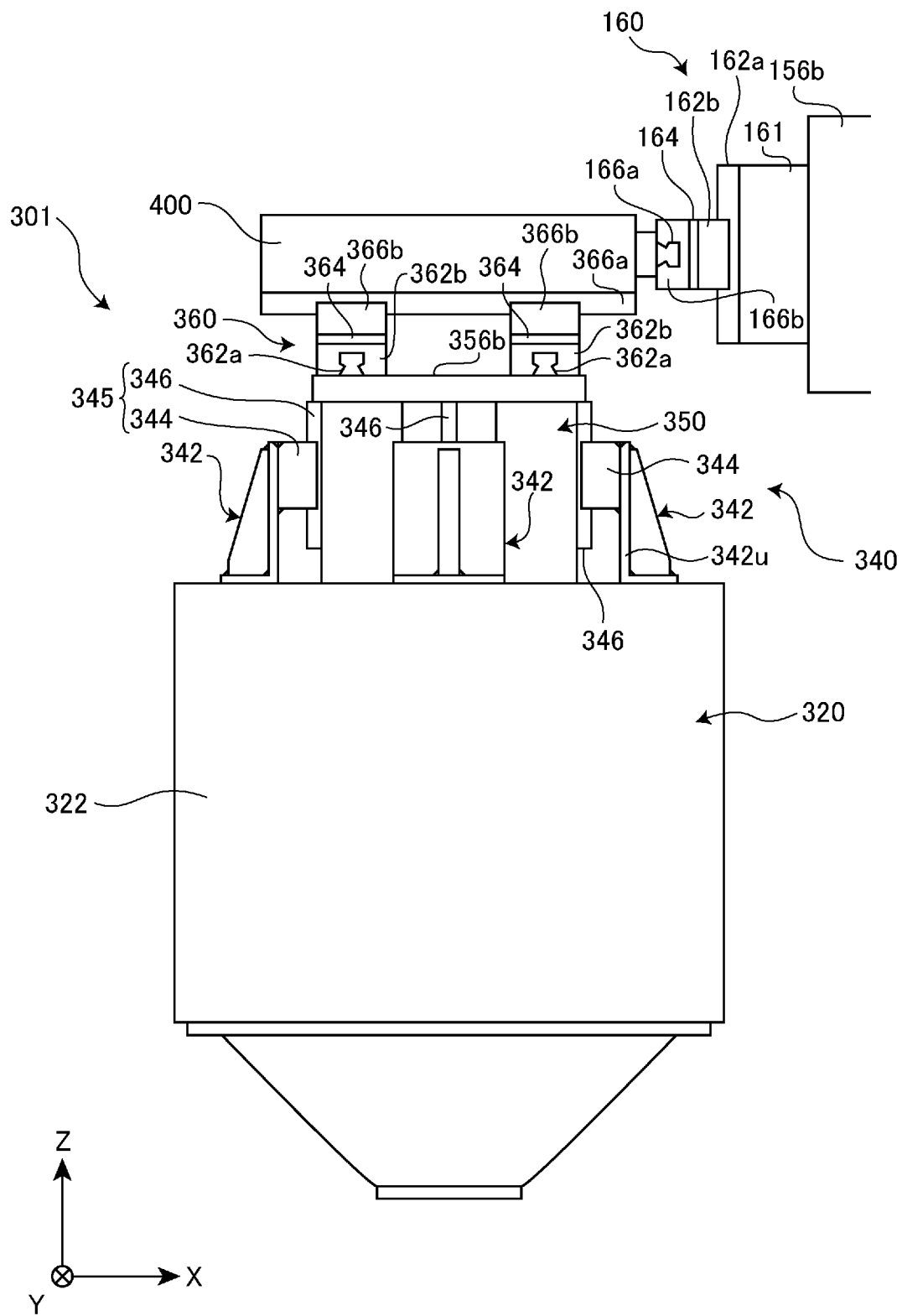
[図2]



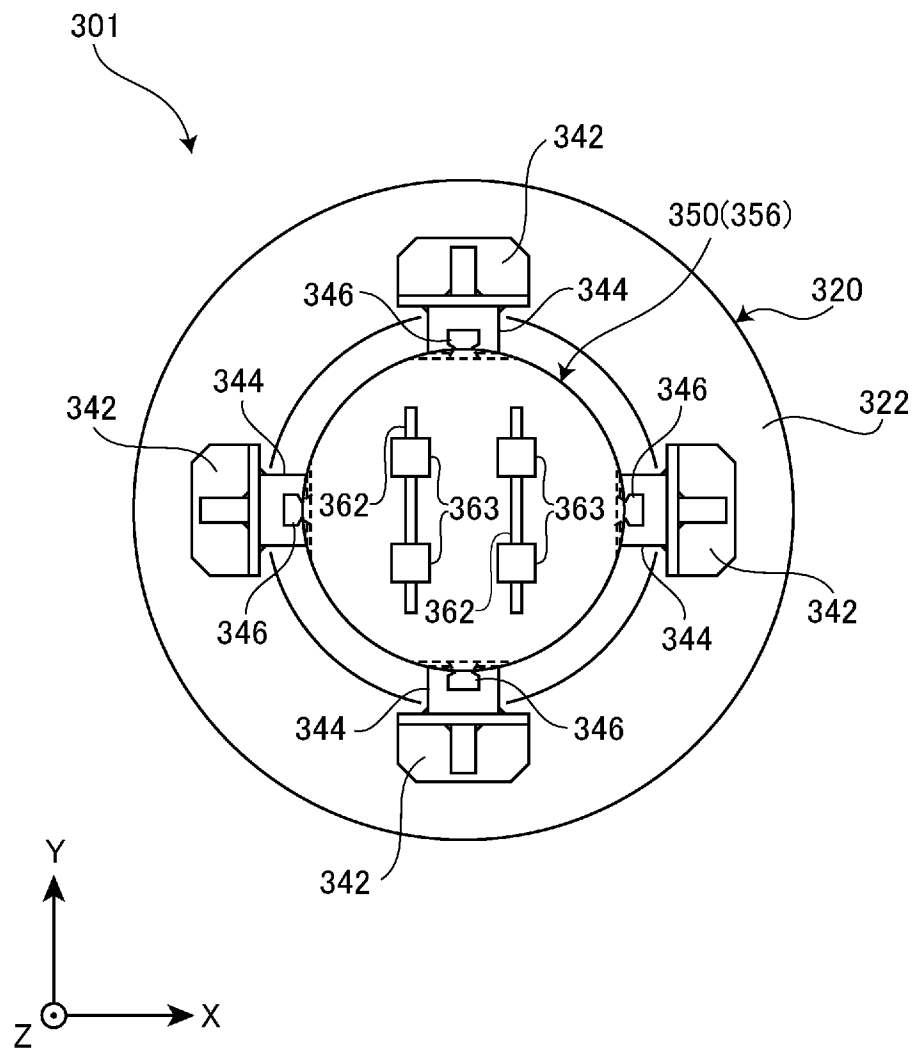
[図3]



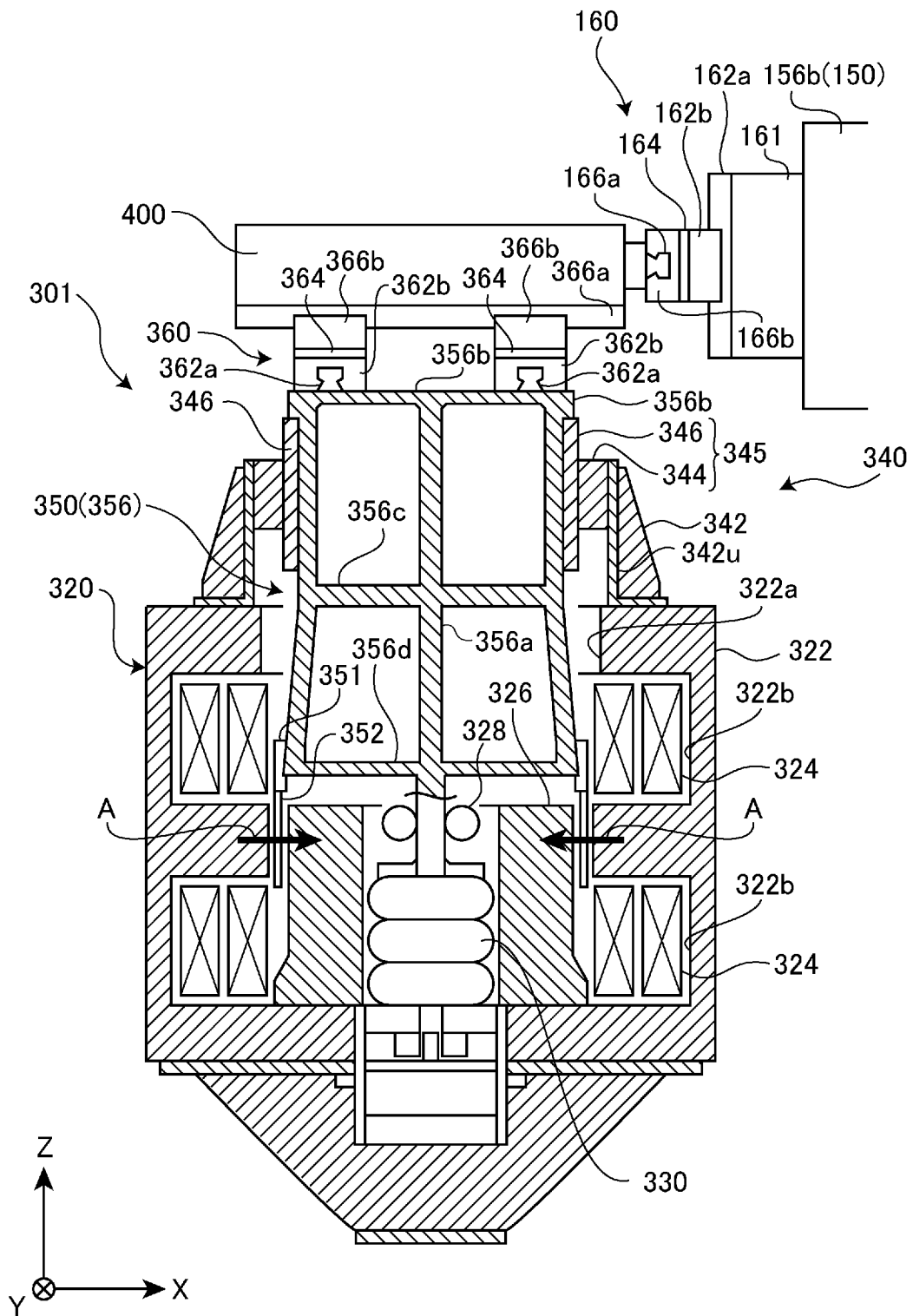
[図4]



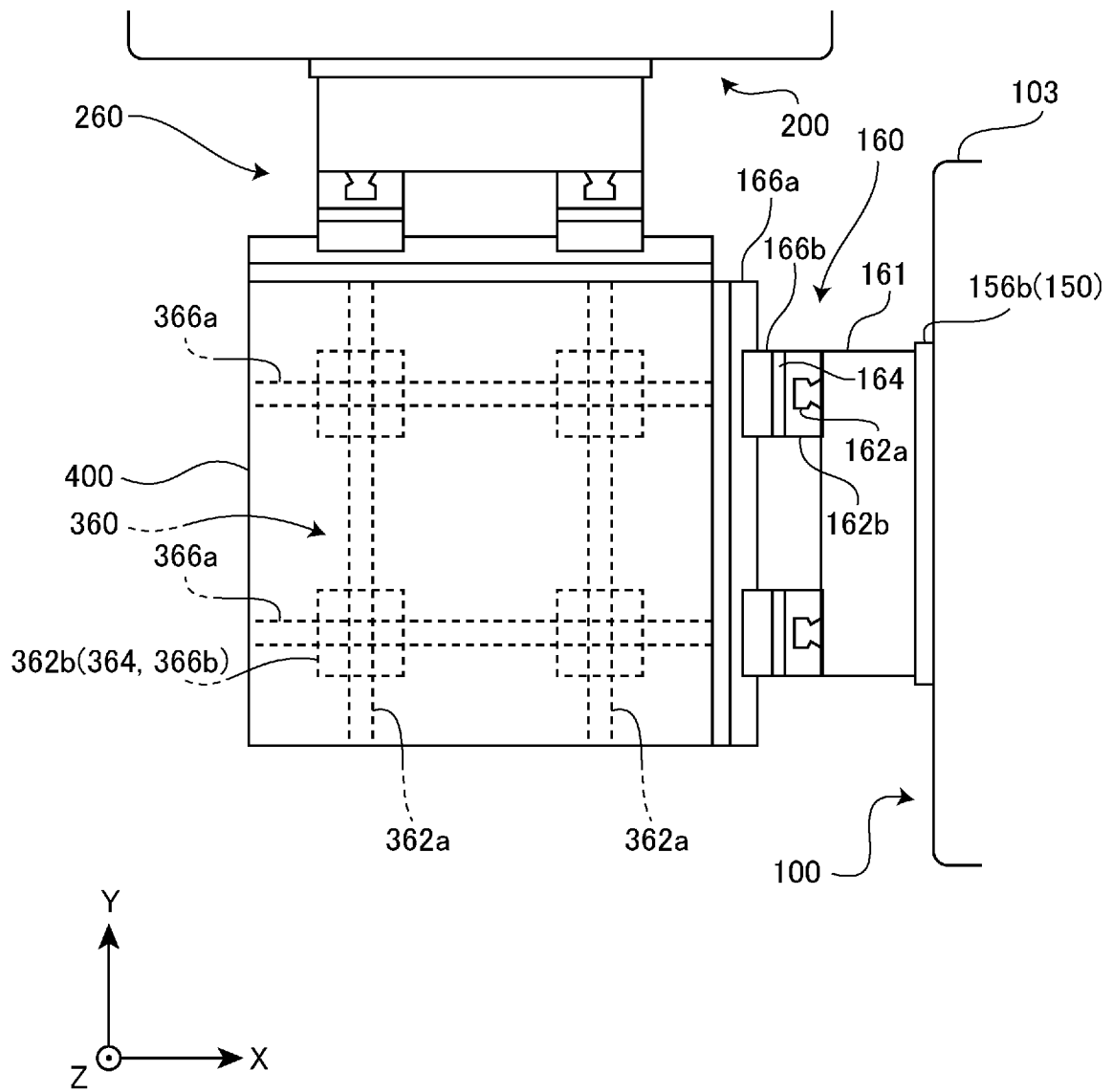
[図5]



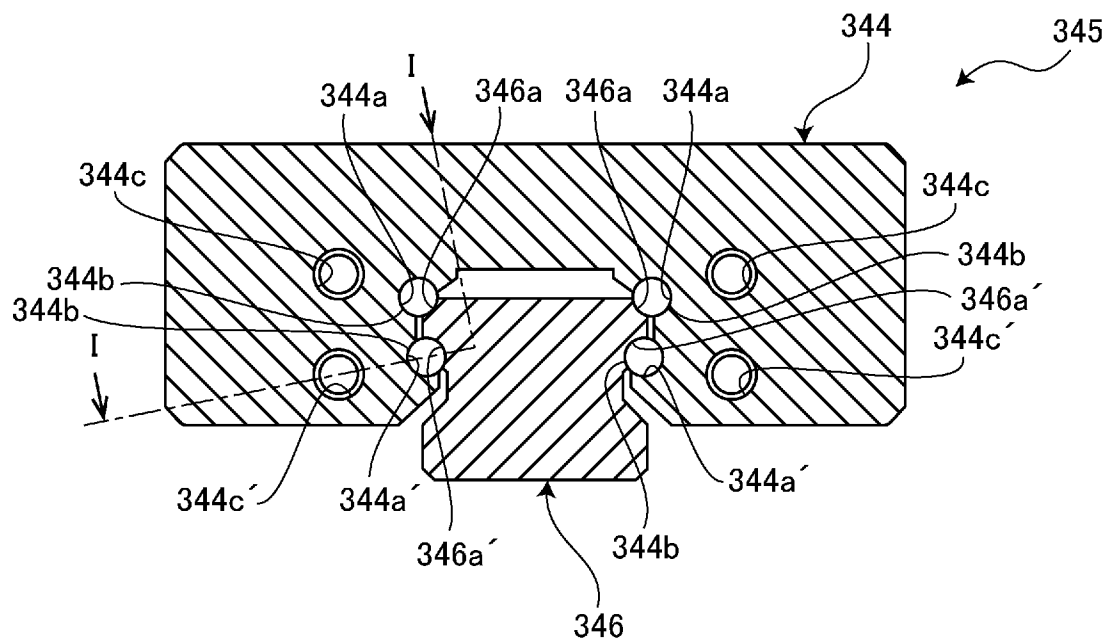
[図6]



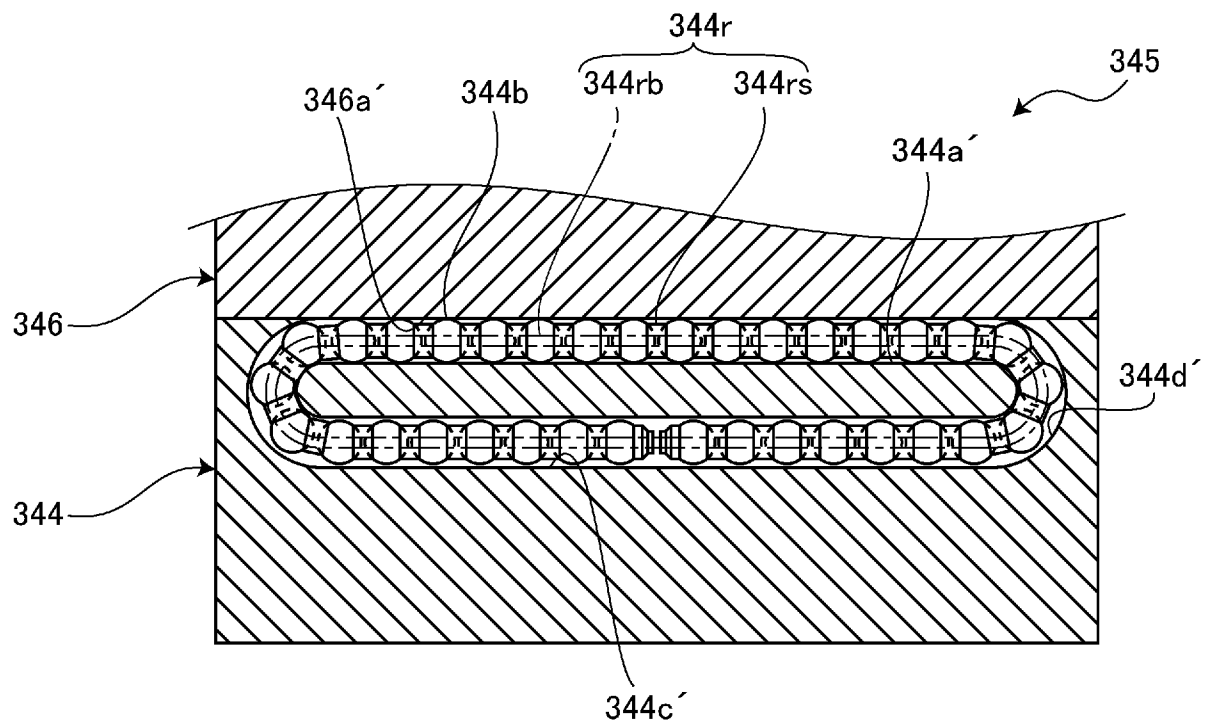
[図7]



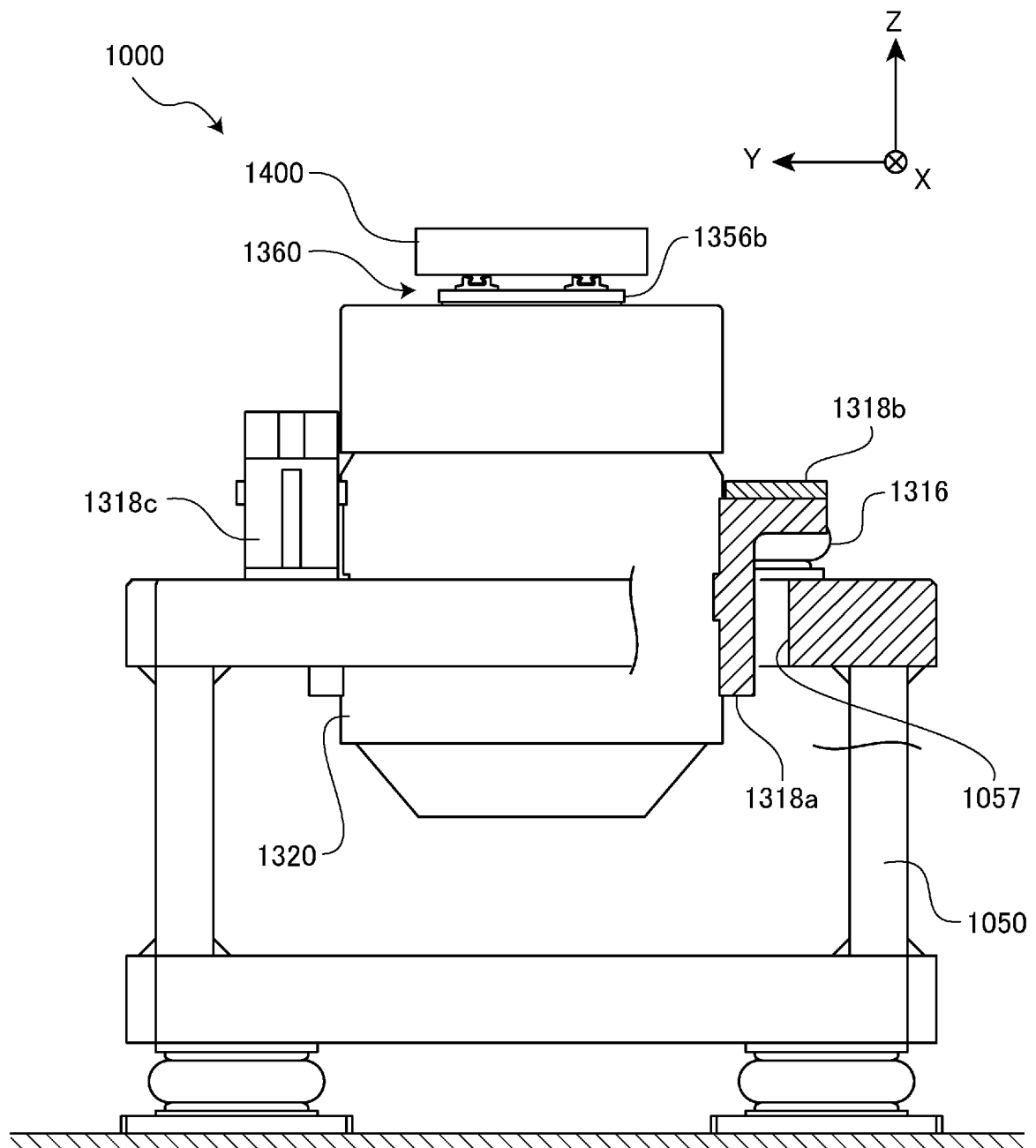
[図8]



[図9]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/060581

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K33/12(2006.01)i, F16C29/06(2006.01)i, G01M7/02(2006.01)i, B06B1/04
(2006.01)n, F16F15/02(2006.01)n, G01N3/32(2006.01)n, G05D3/00(2006.01)n

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)

H02K33/12, F16C29/06, B06B1/04, F16F15/02, G01M7/02, G01N3/32, G05D3/00

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	WO 2009/130953 A1 (Kokusai Co., Ltd.), 29 October 2009 (29.10.2009), paragraphs [0024] to [0073]; fig. 1 to 13 & TW 200944774 A	1-2 3-11
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 039113/1978(Laid-open No. 143154/1979) (JEOL Ltd.), 04 October 1979 (04.10.1979), specification, page 2, line 13 to page 5, line 13; fig. 2(a) (Family: none)	3-11

☒ 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
05 July, 2012 (05.07.12)

Date of mailing of the international search report
17 July, 2012 (17.07.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/060581

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2009/130818 A1 (Kokusai Co., Ltd.), 29 October 2009 (29.10.2009), all pages & TW 200944773 A	1-11
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 059136/1974 (Laid-open No. 147052/1975) (Fuji Heavy Industries Ltd.), 05 December 1975 (05.12.1975), all pages (Family: none)	3-11
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 58419/1990 (Laid-open No. 17510/1992) (Nippon Thompson Co., Ltd.), 13 February 1992 (13.02.1992), all pages & US 5145262 A & DE 4118333 A1	3-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H02K33/12(2006.01)i, F16C29/06(2006.01)i, G01M7/02(2006.01)i, B06B1/04(2006.01)n,
F16F15/02(2006.01)n, G01N3/32(2006.01)n, G05D3/00(2006.01)n

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 (I P C))

Int.Cl. H02K33/12, F16C29/06, B06B1/04, F16F15/02, G01M7/02, G01N3/32, G05D3/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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)

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	WO 2009/130953 A1 (国際計測器株式会社) 2009. 10. 29, [0024]-[0073], 図 1-13 & TW 200944774 A	1-2 3-11
Y	日本国実用新案登録出願53-039113号(日本国実用新案登録出願公開 54-143154号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマ イクロフィルム(日本電子株式会社)1979. 10. 04, 明細書第2ペー ジ第13行-第5ページ第13行, 第2図(a)(ファミリーなし)	3-11

☒ 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

0 5 . 0 7 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 7 . 0 7 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

松本 泰典

3 V

3 3 2 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 8

C (続き) . 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
A	WO 2009/130818 A1 (国際計測器株式会社) 2009.10.29, 全頁 & TW 200944773 A	1-11
A	日本国実用新案登録出願 49-059136 号(日本国実用新案登録出願公開 50-147052 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (富士重工業株式会社) 1975.12.05, 全頁 (ファミリーなし)	3-11
A	日本国実用新案登録出願 2-58419 号(日本国実用新案登録出願公開 4-17510 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (日本トムソン株式会社) 1992.02.13, 全頁 & US 5145262 A & DE 4118333 A1	3-11