

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4814948号
(P4814948)

(45) 発行日 平成23年11月16日(2011.11.16)

(24) 登録日 平成23年9月2日(2011.9.2)

(51) Int.Cl. F I
HO2N 2/00 (2006.01) HO2N 2/00 C

請求項の数 2 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2008-535817 (P2008-535817)	(73) 特許権者	000005821
(86) (22) 出願日	平成20年3月14日 (2008.3.14)		パナソニック株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2008/000600		大阪府門真市大字門真1006番地
(87) 国際公開番号	W02008/120454	(74) 代理人	100077931
(87) 国際公開日	平成20年10月9日 (2008.10.9)		弁理士 前田 弘
審査請求日	平成20年7月29日 (2008.7.29)	(74) 代理人	100110939
(31) 優先権主張番号	特願2007-68329 (P2007-68329)		弁理士 竹内 宏
(32) 優先日	平成19年3月16日 (2007.3.16)	(74) 代理人	100110940
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 嶋田 高久
		(74) 代理人	100113262
			弁理士 竹内 祐二
		(74) 代理人	100115059
			弁理士 今江 克実
		(74) 代理人	100115691
			弁理士 藤田 篤史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 振動型アクチュエータの制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基台と、

前記基台に対して所定の方向に移動可能な被駆動体と、

圧電素子及び駆動子を有し、該圧電素子の縦振動と横振動とを組み合わせる該駆動子を略楕円状に運動させることにより前記被駆動体を前記基台に対して移動させるアクチュエータ本体と、

前記基台に対する前記被駆動体の位置を検出する位置検出センサと、

前記被駆動体を指令位置へ移動させるように、該指令位置に応じた駆動信号を前記アクチュエータ本体に供給する制御部とを備え、

前記制御部は、前記指令位置と前記位置検出センサにより検出された前記被駆動体の位置との差の絶対値が所定の閾値より大きくなると、前記駆動信号の供給を止める振動型アクチュエータの制御装置。

【請求項2】

前記制御部は、前記駆動信号の供給を停止している場合において、生成され続ける前記指令位置と前記位置検出センサにより検出された前記被駆動体の位置との比較を続け、該指令位置と該被駆動体の位置との差の絶対値が所定の閾値以下になったときに、前記駆動信号の供給を再開する、請求項1に記載の振動型アクチュエータの制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は、振動型アクチュエータの制御装置に関するものである。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

従来から、被駆動体をアクチュエータで駆動する駆動装置が知られており、その一例として特許文献 1 に開示された駆動装置がある。

【 0 0 0 3 】

この特許文献 1 に開示された駆動装置は、被駆動体としてのステージと、被駆動体を所定の X 方向へ駆動するための 2 つの第 1 アクチュエータと、被駆動体を該 X 方向と直交する Y 方向へ駆動するための 2 つの第 2 アクチュエータとを備えている。

10

【 0 0 0 4 】

第 1 及び第 2 アクチュエータは、平面視長形状の圧電素子で構成されていて、縦振動と屈曲振動とを行う。この第 1 及び第 2 アクチュエータは、ステージに当接するように設けられていて、この状態で圧電素子に縦振動及び屈曲振動を発生させることで該アクチュエータとステージとの間の摩擦力によってステージを移動させる。さらに詳しくは、第 1 アクチュエータによる移動量と第 2 アクチュエータによる移動量を調整することによって、ステージを X 方向と Y 方向との間の任意の方向へ移動させることができる。

【 特許文献 1 】 特開平 1 1 - 2 3 5 0 6 3 号公報

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

20

【 0 0 0 5 】

ところで、振動型アクチュエータではアクチュエータと被駆動部とが接触しており、アクチュエータの振動を直接被駆動部に伝達して、被駆動部を移動させる。このアクチュエータと被駆動部との間には摩擦力が働いている。しかしながら、被駆動部が所定の当接部に当接した場合には、アクチュエータの振動は被駆動部に伝達されるものの、被駆動部はそれ以上移動せず、アクチュエータと被駆動部とが接触している部分がスリップを起こし、このスリップを起こしている部分が長時間続くと磨耗してしまう。

【 0 0 0 6 】

そこで、本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、被駆動部が機構的にその移動が規制された場合においてアクチュエータと被駆動部とのスリップによるアクチュエータ及び被駆動部の磨耗を防止することにある。

30

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

本発明に係る駆動装置は、基台と、前記基台に対して所定の方向に移動可能な被駆動体と、圧電素子及び駆動子を有し、該圧電素子の縦振動と横振動とを組み合わせることで該駆動子を略楕円状に運動させることにより前記被駆動体を前記基台に対して移動させるアクチュエータ本体と、前記基台に対する前記被駆動体の位置を検出する位置検出センサと、前記被駆動体を指令位置へ移動させるように、該指令位置に応じた駆動信号を前記アクチュエータ本体に供給する制御部とを備え、前記制御部は、前記指令位置と前記位置検出センサにより検出された前記被駆動体の位置との差の絶対値が所定の閾値より大きくなると、前記駆動信号の供給を止めるものとする。

40

【 発明の効果 】

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、被駆動部が機構的に規制された場合においてアクチュエータと被駆動部とのスリップを最小限に抑え、このスリップによるアクチュエータ及び被駆動部の磨耗を防止することができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 0 9 】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。

【 0 0 1 0 】

50

《発明の実施形態 1》

本発明の実施形態 1 に係る駆動装置 1 は、図 1 , 2 に示すように、固定部材 2 と、該固定部材 2 に対して相対的に移動可能に支持されたステージ 3 と、該ステージ 3 を駆動する第 1 超音波アクチュエータ 4 A 及び第 2 超音波アクチュエータ 4 B と、該第 1 及び第 2 超音波アクチュエータ 4 A , 4 B を駆動制御する制御装置 (図示省略) とを備えている。

【 0 0 1 1 】

前記固定部材 2 は、平面視方形状の底壁部 2 1 と、底壁部 2 1 の四隅部からそれぞれ立設する 4 つの側壁部 2 2 , 2 2 , ... と、該底壁部 2 1 と対向して該 4 つの側壁部 2 2 , 2 2 , ... のうちの 3 つの側壁部 2 2 , 2 2 , 2 2 の先端部に取り付けられる第 1 天井壁部 2 3 と、該底壁部 2 1 と対向して該 4 つの側壁部 2 2 , 2 2 , ... のうちの残りの 1 つの側壁部 2 2 の先端部に取り付けられる第 2 天井壁部 2 4 とを有している。前記側壁部 2 2 , 2 2 , ... は、底壁部 2 1 の対向する一方の対の辺縁部にそれぞれ 2 つずつ設けられている。底壁部 2 1 の各辺縁部に設けられた 2 つの側壁部 2 2 , 2 2 は、該辺縁部の両端部に設けられている。前記第 1 天井壁部 2 3 は、平面視略 L 字形状をした平板部材であって、3 つの側壁部 2 2 , 2 2 , 2 2 の先端部に跨って取り付けられている。また、前記第 2 天井壁部 2 4 は、平面視略方形状をした平板部材である。

10

【 0 0 1 2 】

前記ステージ 3 は、金属製の平面視正方形の平板部材であって、前記 4 つの側壁部 2 2 , 2 2 , ... との間に間隔を有する状態で前記固定部材 2 内に收容されている。尚、ステージ 3 は、ポリカーボネイト等の樹脂で形成されていてもよい。このステージ 3 が被駆動

20

【 0 0 1 3 】

また、ステージ 3 の下面における一の辺縁部及び該一の辺縁部と直交する 2 つの辺縁部のうちの一方には、ステージ 3 の下面及び側面に開口する凹部 3 2 , 3 2 が形成されている。この凹部 3 2 , 3 2 には、セラミック製の補強部材 3 3 , 3 3 が嵌め込まれて接着されている。この補強部材 3 3 , 3 3 は、ステージ 3 の下面と面一に配置されている。尚、補強部材 3 3 , 3 3 は、セラミック製に限られず、耐摩耗性を有する部材であれば、任意の部材を採用することができる。

【 0 0 1 4 】

このステージ 3 は、その四隅部が支持バネ 2 5 , 2 5 , ... によって第 1 及び第 2 天井壁部 2 3 , 2 4 に対して支持されている。このとき、ステージ 3 と第 1 及び第 2 天井壁部 2 3 , 2 4 との間には、金属製の球状の転動体 2 6 , 2 6 , 2 6 (本実施形態では 3 つ) 設けられている。ステージ 3 の上面 (第 1 及び第 2 天井壁部 2 3 , 2 4 と対向する面) には、転動体 2 6 , 2 6 , 2 6 のステージ 3 に対する相対移動を規制するための受け穴部 3 1 , 3 1 , 3 1 が形成されている。前記転動体 2 6 , 2 6 , 2 6 はこの受け穴部 3 1 , 3 1 , 3 1 内に配設される一方、第 1 及び第 2 天井壁部 2 3 , 2 4 の下面 (ステージ 3 と対向する面) と当接している。さらに詳しくは、転動体 2 6 , 2 6 , 2 6 のうちの 2 つはステージ 3 と第 1 天井壁部 2 3 との間に介設され、残りの 1 つはステージ 3 と第 2 天井壁部 2 4 との間に介設されている。こうすることで、ステージ 3 は、第 1 及び第 2 天井壁部 2 3 , 2 4 に対して一定の間隔を有した状態で付勢支持されていると共に、転動体 2 6 , 2 6 , 2 6 を介して該ステージ 3 の上面及び下面と平行な方向に移動可能に構成されている。

30

40

【 0 0 1 5 】

前記第 1 及び第 2 超音波アクチュエータ 4 A , 4 B は、同様の構成をしている。各超音波アクチュエータ 4 A (4 B) は、図 3 に示すように、振動を発生させるアクチュエータ本体 5 と、該アクチュエータ本体 5 の駆動力をステージ 3 に伝達する駆動子 5 9 , 5 9 と、該アクチュエータ本体 5 を收容するケース 6 と、アクチュエータ本体 5 とケース 6 との間に介設されてアクチュエータ本体 5 を弾性的に支持する支持ゴム 7 1 , 7 1 と、アクチュエータ本体 5 を前記ステージ 3 に付勢するための付勢ゴム 7 2 とを備えている。

【 0 0 1 6 】

前記アクチュエータ本体 5 は、圧電素子 5 0 で構成されている。

50

【 0 0 1 7 】

前記圧電素子 5 0 は、略長形状の互いに対向する一对の主面と、この主面と直交して該主面の長手方向に延びる、互いに対向する一对の長辺側面と、これら主面及び長辺側面の両方と直交して該主面の短手方向に延びる、互いに対向する一对の短辺側面とを有する略直方体状をしている。

【 0 0 1 8 】

この圧電素子 5 0 は、図 4 に示すように、5 つの圧電体層 5 1 , 5 1 , ... と 4 つの内部電極層 5 2 , 5 4 , 5 3 , 5 4 とを交互に積層して構成される。内部電極層 5 2 , 5 4 , 5 3 , 5 4 は、積層方向に圧電体層 5 1 を介して交互に配された、第 1 給電電極層 5 2 と共通電極層 5 4 と第 2 給電電極層 5 3 と共通電極層 5 4 とで構成される。これら第 1 給電電極層 5 2 、第 2 給電電極層 5 3 及び共通電極層 5 4 , 5 4 のそれぞれは、各圧電体層 5 1 の主面上に印刷されている。

10

【 0 0 1 9 】

前記各圧電体層 5 1 は、例えばチタン酸ジルコン酸鉛などのセラミック材料からなる絶縁体層であって、前記圧電素子 5 0 と同様に、一对の主面と、一对の長辺側面と、一对の短辺側面とを有する略直方体状をしている。また、各圧電体層 5 1 には、その長辺側面のうち前記駆動子 5 9 , 5 9 が設けられていない側の長辺側面の長手方向中央部に外部電極 5 5 a が、一方の短辺側面の短手方向中央部に外部電極 5 6 a が、他方の短辺側面の短手方向中央部に外部電極 5 7 a がそれぞれ形成されている。

【 0 0 2 0 】

前記各共通電極層 5 4 は、圧電体層 5 1 の主面の略全面に亘って設けられた略長形状をしている。また、各共通電極層 5 4 の一方の長辺部には、その長手方向中央部から圧電体層 5 1 の前記外部電極 5 5 a まで延びる引出電極 5 4 a が形成されている。

20

【 0 0 2 1 】

前記第 1 給電電極層 5 2 は、図 5 に示すように、圧電体層 5 1 の主面をその長手方向及び短手方向にそれぞれ 2 等分してなる 4 つの領域のうち該主面の対角線方向に位置する 2 対の領域のうち一方の対の領域にそれぞれ形成された一对の第 1 電極 5 2 a , 5 2 b と、これら第 1 電極 5 2 a , 5 2 b を連結して導通させる導通電極 5 2 c とを有する。各第 1 電極 5 2 a (5 2 b) は略矩形形状の電極であり、積層方向に見て共通電極層 5 4 と重なっている。つまり、各第 1 電極 5 2 a (5 2 b) は、圧電体層 5 1 を挟んで共通電極層 5 4 と対向している。また、第 1 電極 5 2 a , 5 2 b のうちの一方の第 1 電極 5 2 a には、圧電体層 5 1 の前記外部電極 5 6 a まで延びる引出電極 5 2 d が設けられている。

30

【 0 0 2 2 】

前記第 2 給電電極層 5 3 は、圧電体層 5 1 の主面の対角線方向に位置する前記 2 対の領域のうち他方の対の領域にそれぞれ形成された一对の第 2 電極 5 3 a , 5 3 b と、これら第 2 電極 5 3 a , 5 3 b を連結して導通させる導通電極 5 3 c とを有する。前記他方の対の領域のうち積層方向に見て前記第 1 電極 5 2 a の前記短手方向且つ前記第 1 電極 5 2 b の前記長手方向に隣接する領域に設けられる電極が第 2 電極 5 3 a であり、第 1 電極 5 2 a の該長手方向且つ第 1 電極 5 2 b の該短手方向に隣接する領域に設けられる電極が第 2 電極 5 3 b である。各第 2 電極 5 3 a (5 3 b) は略矩形形状の電極であり、積層方向に見て共通電極層 5 4 と重なっている。つまり、各第 2 電極 5 3 a (5 3 b) は、圧電体層 5 1 を挟んで共通電極層 5 4 と対向している。また、第 2 電極 5 3 a , 5 3 b のうちの一方の第 2 電極 5 3 b には、圧電体層 5 1 の前記外部電極 5 7 a まで延びる引出電極 5 3 d が設けられている。

40

【 0 0 2 3 】

これら圧電体層 5 1 , 5 1 , ... と内部電極層 5 2 , 5 4 , 5 3 , 5 4 とを交互に積層することで構成された圧電素子 5 0 においては、その一方の長辺側面の前記長手方向中央部に、各圧電体層 5 1 の外部電極 5 5 a が積層方向に並んで一まとまりの外部電極 5 5 が形成されている。この外部電極 5 5 には、前記共通電極層 5 4 , 5 4 に形成された引出電極 5 4 a , 5 4 a が電氣的に接続されている。同様に、圧電素子 5 0 の一方の短辺側面の前

50

記短手方向中央部には、各圧電体層 5 1 の外部電極 5 6 a が積層方向に並んで一まとまりの外部電極 5 6 が形成されている。この外部電極 5 6 には、前記第 1 給電電極層 5 2 の引出電極 5 2 d が電氣的に接続されている。また、圧電素子 5 0 の他方の短辺側面の前記短手方向中央部には、各圧電体層 5 1 の外部電極 5 7 a が積層方向に並んで一まとまりの外部電極 5 7 が形成されている。この外部電極 5 7 には、前記第 2 給電電極層 5 3 の引出電極 5 3 d が電氣的に接続されている。

【 0 0 2 4 】

そして、圧電素子 5 0 の長辺側面のうち前記外部電極 5 5 a が設けられていない側の長辺側面には、前記駆動子 5 9 , 5 9 が前記長手方向に互いに間隔を空けて設けられている。駆動子 5 9 , 5 9 は、該長手方向において、該長辺側面の全長の 3 0 ~ 3 5 % 距離だけその長手方向両端部から内側に入った位置に配設されている。この位置は、屈曲振動の 2 次モードの腹の位置であって、振動が最も大きくなる位置である。これら駆動子 5 9 , 5 9 は、ほぼ球体状であって、セラミック等の硬質部材で形成されている。

10

【 0 0 2 5 】

前記外部電極 5 5 をグランドに接続し、前記外部電極 5 6 に所定周波数の交流電圧を、前記外部電極 5 7 に該交流電圧と位相が 9 0 ° ずれた交流電圧を印加することによって、圧電体層 5 1 の主面の対角線方向に位置する一方の対の第 1 電極 5 2 a , 5 2 b と、他方の対の第 2 電極 5 3 a , 5 3 b とに互いに位相が 9 0 ° ずれた交流電圧を印加され、圧電素子 5 0 には、図 6 に示す縦振動（いわゆる、伸縮振動）の 1 次モードと、図 7 に示す屈曲振動の 2 次モードとが誘起される。

20

【 0 0 2 6 】

縦振動の共振周波数及び屈曲振動の共振周波数はそれぞれ、圧電素子 5 0 の材料、形状等により決定される。さらに、両共振周波数は、圧電素子 5 0 を支持する力及び支持する部分によっても影響を受ける。これらを考慮して、両共振周波数を略一致させ、その近傍の周波数の交流電圧を位相を 9 0 ° ずらした状態で外部電極 5 6 , 5 7 のそれぞれに印加することによって、圧電素子 5 0 には、縦振動の 1 次モードと屈曲振動の 2 次モードとが調和的に誘起され、図 8 (a)、(b)、(c)、(d) に示す形状の変化を順番に起こす。

【 0 0 2 7 】

その結果、圧電素子 5 0 に設けられた各駆動子 5 9 が該圧電素子 5 0 の主面と平行な平面（図 8 における紙面と平行な面）内で略楕円運動を起こす。

30

【 0 0 2 8 】

前記ケース 6 は、樹脂製であって、前記圧電素子 5 0 に対応した略直方体状の概略箱形状をしている。このケース 6 は、前記圧電素子 5 0 の主面と平行で且つ略長方形の主壁部 6 1 と、該主壁部 6 1 の前記長手方向の側（図 3 における左側）に位置する短辺部に設けられた第 1 短辺壁部 6 2 と、該主壁部 6 1 の該長手方向の他側（図 3 における右側）に位置する短辺部に設けられた第 2 短辺壁部 6 3 と、該主壁部 6 1 の前記短手方向の側（図 3 における下側）に位置する長辺部に設けられた長辺壁部 6 4 とを有している。つまり、ケース 6 は、主壁部 6 1 に対向する側及び該主壁部 6 1 の該短手方向の他側（図 3 における上側）に位置する長辺部（圧電素子 5 0 の駆動子 5 9 , 5 9 が設けられた長辺側面に対応する部分）には壁部が設けられておらず、厚み方向（主壁部 6 1 の法線方向）の側及び該短手方向の他側に開口した形状となっている。

40

【 0 0 2 9 】

このように構成されたケース 6 内に前記アクチュエータ本体 5 が收容されている。アクチュエータ本体 5 は、圧電素子 5 0 の一方の主面が主壁部 6 1 と当接し且つ圧電素子 5 0 の一方の長辺側面（前記外部電極 5 5 が設けられている側の長辺側面）が長辺壁部 6 4 と対向するようにしてケース 6 内に收容されている。このとき、駆動子 5 9 , 5 9 はケース 6 から前記短手方向の他側に突出している。また、圧電素子 5 0 の一方の短辺側面とケース 6 の第 1 短辺壁部 6 2 との間および圧電素子 5 0 の他方の短辺側面とケース 6 の第 2 短辺壁部 6 3 との間にはそれぞれ支持ゴム 7 1 , 7 1 が介設されている。この圧電素子 5 0

50

の両短辺側面は縦振動の腹の部分であるが、支持ゴム 7 1 , 7 1 は弾性体であるため、圧電素子 5 0 の縦振動を阻害することなく、該圧電素子 5 0 を支持することができる。これら支持ゴム 7 1 , 7 1 は、アクチュエータ本体 5 並びに第 1 及び第 2 短辺壁部 6 2 , 6 3 だけでなく、主壁部 6 1 の内側表面とも当接している。また、圧電素子 5 0 の一方の長辺側面とケース 6 の長辺壁部 6 4 との間には付勢ゴム 7 2 が介設されている。この付勢ゴム 7 2 は、アクチュエータ本体 5 及び長辺壁部 6 4 だけでなく、主壁部 6 1 の内側表面とも当接している。

【 0 0 3 0 】

そして、主壁部 6 1 の内側表面における、前記支持ゴム 7 1 , 7 1 及び付勢ゴム 7 2 が当接する部分には電極 6 1 a (付勢ゴム 7 2 と当接する電極のみ図示) が設けられているこれらの電極は、主壁部 6 1 の外側表面に設けられた端子電極 (図示省略) にそれぞれ導通している。

10

【 0 0 3 1 】

前記各支持ゴム 7 1 は、シリコンゴムに金属粒子を混入した導電性ゴムで構成され、略直方体状をしている。これら支持ゴム 7 1 , 7 1 は、アクチュエータ本体 5 をその長手方向に付勢した状態で弾性的に支持する。それと共に、支持ゴム 7 1 , 7 1 は、圧電素子 5 0 の外部電極 5 6 , 5 7 と主壁部 6 1 の内側表面の短辺部に設けられ且つ前記端子電極と導通する電極とを導通させている。

【 0 0 3 2 】

また、前記付勢ゴム 7 2 も、支持ゴム 7 1 と同様に、シリコンゴムに金属粒子を混入した導電性ゴムで構成され、略直方体状をしている。この付勢ゴム 7 2 は、アクチュエータ本体 5 をその短手方向 (即ち、短手方向が付勢方向に相当する) に付勢するためのものである。それと共に、付勢ゴム 7 2 は、圧電素子 5 0 の外部電極 5 5 と主壁部 6 1 の電極 6 1 a とを導通させている。

20

【 0 0 3 3 】

つまり、ケース 6 の外側表面に設けられた前記端子電極に給電することによって、圧電素子 5 0 に給電することができる。

【 0 0 3 4 】

このように構成された第 1 及び第 2 超音波アクチュエータ 4 A , 4 B は、それぞれステージ 3 と固定部材 2 の底壁部 2 1 との間に介設される。第 1 及び第 2 超音波アクチュエータ 4 A , 4 B は、ケース 6 の長辺壁部 6 4 が固定部材 2 の底壁部 2 1 に固定される一方、駆動子 5 9 , 5 9 がステージ 3 の下面と当接するように配置されている。すなわち、第 1 及び第 2 超音波アクチュエータ 4 A , 4 B は、圧電素子 5 0 の短手方向がステージ 3 の下面に直交すると共に、圧電素子 5 0 の長手方向がステージ 3 の下面と平行な方向を向くように配置される。さらに換言すれば、第 1 及び第 2 超音波アクチュエータ 4 A , 4 B は、圧電素子 5 0 の屈曲振動の方向がステージ 3 の下面と直交すると共に、圧電素子 5 0 の縦振動の方向がステージ 3 の下面と平行な方向を向くように配置される。

30

【 0 0 3 5 】

このとき、前記付勢ゴム 7 2 が圧縮変形しており、この付勢ゴム 7 2 の弾性力によって駆動子 5 9 , 5 9 が補強部材 3 3 に付勢されている。各超音波アクチュエータ 4 A (4 B) のステージ 3 への付勢力は、付勢ゴム 7 2 の弾性力によって決まる。

40

【 0 0 3 6 】

尚、本実施形態では、駆動子 5 9 , 5 9 は、ステージ 3 の下面において補強部材 3 3 , 3 3 の下面と当接している。この補強部材 3 3 を設けることによって、ステージ 3 の下面の耐摩耗性を向上させている。

【 0 0 3 7 】

さらに詳しくは、第 1 超音波アクチュエータ 4 A は、図 9 に示すように、圧電素子 5 0 の長手方向 (即ち、縦振動の振動方向) がステージ 3 の下面の一の辺縁部近傍において該辺縁部と平行な方向 (この方向を X 方向とする。) を向くように配置される。一方、第 2 超音波アクチュエータ 4 B は、圧電素子 5 0 の長手方向がステージ 3 の下面の前記一の辺

50

縁部と直交する辺縁部近傍において該辺縁部と平行な方向（この方向をY方向とする。）を向くように配置される。こうして、第1及び第2超音波アクチュエータ4A, 4Bは、それぞれの圧電素子50の長手方向が平面視で互いに直交するように配置されている。この第1超音波アクチュエータ4Aが第1アクチュエータを、第2超音波アクチュエータ4Bが第2アクチュエータを構成する。また、X方向が第1の駆動方向に、Y方向が第2の駆動方向に相当する。

【0038】

以下に、駆動装置1の組み立て方法について説明する。

【0039】

まず、前記固定部材2の第1及び第2天井壁部23, 24を側壁部22, 22, ...の先端部に取り付ける。

10

【0040】

次に、前記ステージ3の受け穴部31, 31, 31に転動体26, 26, 26を配設し、該ステージ3を支持パネ25, 25, ...によって固定部材2の第1及び第2天井壁部23, 24に対して取り付ける。

【0041】

続いて、第1及び第2超音波アクチュエータ4A, 4Bを、固定部材2の底壁部21とステージ3との間に配置する。ここで、ステージ3が固定部材2に取り付けられた状態において、固定部材2の底壁部21の上面とステージ3の下面との距離は、第1及び第2超音波アクチュエータ4A, 4Bの前記短手方向長さよりも短くなっている。そこで、アクチュエータ本体5をケース6の長辺壁部64に押し付けて付勢ゴム72を圧縮変形させた状態で、各超音波アクチュエータ4A(4B)を固定部材2の底壁部21とステージ3との間に配置する。そして、各超音波アクチュエータ4A(4B)を所望の位置に配置した後、ケース6を固定部材2の底壁部21に対して固定し、ケース6の外側表面に設けられた前記端子電極に制御装置（図示両略）からの信号線（図示両略）を接続する。このとき、各超音波アクチュエータ4A(4B)の駆動子59, 59は、ステージ3の補強部材33と当接している。

20

【0042】

- 駆動装置の動作 -

次に、このように構成された駆動装置1の動作について説明する。

30

【0043】

第1及び第2超音波アクチュエータ4A, 4Bはそれぞれ、前述の如く、前記ケース6の端子電極を介して、前記外部電極55をグラウンドに接続し、前記外部電極56に所定周波数の交流電圧を、前記外部電極57に該交流電圧と位相が90°ずれた交流電圧を印加することによって、圧電素子50に縦振動と屈曲振動との合成振動を発生させ、駆動子59, 59に圧電素子50の主面と平行な平面内において略楕円運動を行わせる。こうすることで、駆動子59, 59は、ステージ3との当接及び離間を周期的に繰り返しながら、摩擦力によってステージ3を圧電素子50の長手方向へ移動させる。つまり、第1及び第2超音波アクチュエータ4A, 4Bは、ステージ3に対して、圧電素子50の長手方向へ駆動力を付与している。尚、2つの駆動子59, 59は、図8に示すように、それぞれ位相が180°ずれた状態で略楕円運動をしているため、ステージ3は駆動子59, 59のそれぞれによって交互に駆動される。本実施形態1では、第1超音波アクチュエータ4Aがステージ3をX方向へ移動させる一方、第2超音波アクチュエータ4Bがステージ3をY方向へ移動させる。

40

【0044】

そして、ステージ3の、第1超音波アクチュエータ4Aによる移動量と、第2超音波アクチュエータ4Bによる移動量とを調整することによって、X方向への移動とY方向への移動とを合成させて、ステージ3をその下面（詳しくは、補強部材33の下面）に平行な平面内で任意の方向に移動させることができる。具体的には、各超音波アクチュエータ4A(4B)による移動量は、外部電極56, 57に給電する交流電圧の電圧値、周波数及

50

び給電時間の少なくとも1つを調整する、又は外部電極56と外部電極57とに給電する各交流電圧の位相のずれを90°以外の値に変更する等によって調整することができる。こうして、X方向への移動とY方向への移動とを合成してステージ3を移動させるときには、第1超音波アクチュエータ4Aと第2超音波アクチュエータ4Bとを同時に駆動して、ステージ3を所望の位置の方向へ移動させてもよいし、第1超音波アクチュエータ4Aと第2超音波アクチュエータ4Bとを交互に駆動して、ステージ3をX方向とY方向とに別々に移動させて所望の位置まで移動させるようにしてもよい。

【0045】

次に、ステージ3をX方向及びY方向の何れか一方にのみ移動させる場合について説明する。例えば、ステージ3をX方向にのみ移動させるときは、第1超音波アクチュエータ4Aは、圧電素子50に縦振動と屈曲振動との合成振動を発生させてステージ3に駆動力を付与する一方、第2超音波アクチュエータ4Bは、圧電素子50に実質的にステージ3の下面(具体的には、補強部材33の下面)と平行な平面内での振動のみ、即ち、縦振動のみを発生させて駆動子59, 59をステージ3に対して滑らせる。

10

【0046】

具体的には、第2超音波アクチュエータ4Bの前記外部電極56と前記外部電極57とに同じ交流電圧を印加する。すなわち、圧電素子50の第1電極52a, 52b及び第2電極53a, 53b(図5参照)に同位相の交流電圧を印加する。これにより、該圧電素子50における各電極に対応する4つの領域が同時に伸縮するため、実質的に該圧電素子50には図5に示すような縦振動のみが誘起される。ここで、前記図5に示すような縦振動においては、圧電素子50は短手方向にも若干振動しているが、この短手方向への振動は長手方向の縦振動に比べて無視できる程に小さい。つまり、「実質的に」とは、それ以外の振動も存在するが、その大きさが無視できる程度に小さいことを意味する。

20

【0047】

その結果、第2超音波アクチュエータ4Bとステージ3との間の摩擦力を低減して、ステージ3を第1超音波アクチュエータ4AによってX方向へ効率良く移動させることができる。

【0048】

この点について以下に詳しく説明する。ステージ3をX方向にのみ移動させる際に第2超音波アクチュエータ4Bを停止させた状態で、第1超音波アクチュエータ4Aのみを駆動する場合、第2超音波アクチュエータ4Bのアクチュエータ本体5は停止状態であってもステージ3に対して付勢されているため、第2超音波アクチュエータ4Bの駆動子59, 59とステージ3との間の摩擦力が第1超音波アクチュエータ4Aによるステージ3のX方向への駆動を阻害している。特に、ステージ3が始動するまでの間は、駆動子59, 59とステージ3との間の摩擦力は静摩擦力であるため、ステージ3の始動時には大きな駆動力が必要となる。本実施形態のようにステージ3を2つの超音波アクチュエータで駆動させる構成においては、一方の超音波アクチュエータ4A(4B)による駆動力の方向は他方の超音波アクチュエータ4B(4A)の駆動子59, 59を中心とするモーメントを生じさせる方向となるため、他方の超音波アクチュエータ4B(4A)の駆動子59, 59とステージ3との間の摩擦力が大きいと、ステージ3が第2超音波アクチュエータ4Bの駆動子59, 59を中心に回転しようとする場合もある。

30

40

【0049】

それに対して、本実施形態1では、第1超音波アクチュエータ4Aを駆動するとき、該第1超音波アクチュエータ4Aの駆動と同時に又はその駆動よりも先に、第2超音波アクチュエータ4Bは、圧電素子50に実質的に縦振動のみ発生させている。その結果、駆動子59, 59がステージ3の下面に対し滑って摺動するため、駆動子59, 59とステージ3の下面との間の摩擦状態は、静摩擦から動摩擦に変わり、摩擦力が低減する。

【0050】

また、駆動子59, 59はステージ3の下面と平行な方向に振動しているため、駆動子59, 59のステージ3の下面に対する摺動速度が速くなり、動摩擦係数が低減する。そ

50

の結果、停止した駆動子 5 9 , 5 9 に対してステージ 3 のみが移動している動摩擦状態と比較して、動摩擦力を低減することができる。

【 0 0 5 1 】

さらに、駆動子 5 9 , 5 9 は、実質的にステージ 3 の下面と平行な平面内で振動しているため、駆動子 5 9 , 5 9 のステージ 3 への付勢力が増大することではなく、つまり、摩擦が増大することがない。尚、圧電素子 5 0 は、その長手方向（ステージ 3 の下面と平行な方向）への伸縮に合わせて短手方向（ステージ 3 の下面に直交する方向）にも若干、伸縮する。しかし、短手方向への伸縮は長手方向への伸縮に比べて非常に小さいため、圧電素子 5 0 の短手方向への振動はステージ 3 へほとんど影響は与えない。

【 0 0 5 2 】

こうして、駆動子 5 9 , 5 9 とステージ 3 との間の摩擦力を低減することができるため、ステージ 3 を第 1 超音波アクチュエータ 4 A によって X 方向にのみ移動させるときに、第 2 超音波アクチュエータ 4 B の駆動子 5 9 , 5 9 を中心にステージ 3 が回転することを防止することができると共に、ステージ 3 と第 2 超音波アクチュエータ 4 B の駆動子 5 9 , 5 9 との間の摩擦損失を低減することができる。

【 0 0 5 3 】

尚、第 1 及び第 2 超音波アクチュエータ 4 A , 4 B のこのような駆動は、ステージ 3 を X 方向の所望の位置へ向かって単純に X 方向にのみ駆動する場合に限られず、前述の如く、ステージ 3 を X 方向と Y 方向との間の任意の方向の所望の位置へ移動させるべく、X 方向への移動と Y 方向への移動とを交互に行って移動させる際の X 方向への移動時にも用いられる。

【 0 0 5 4 】

また、前述の説明では、ステージ 3 を X 方向へのみ移動させる場合について説明したが、ステージ 3 を Y 方向へのみ移動させるときには、前述の説明における第 1 超音波アクチュエータ 4 A と第 2 超音波アクチュエータ 4 B との役割を反対にすればよい。

【 0 0 5 5 】

したがって、実施形態 1 によれば、第 1 及び第 2 超音波アクチュエータ 4 A , 4 B の何れか一方のみでステージ 3 をその一方の超音波アクチュエータに対応した移動方向へのみ移動させるときには、他方の超音波アクチュエータをステージ 3 の下面と平行な方向へのみ振動させることによって、他方の超音波アクチュエータの駆動子 5 9 , 5 9 とステージ 3 との間の摩擦状態を動摩擦状態とすると共に、該駆動子 5 9 , 5 9 のステージ 3 に対する摺動速度が速くなり動摩擦係数が低減するため、該駆動子 5 9 , 5 9 とステージ 3 との間の摩擦力を低減することができ、前記一方の超音波アクチュエータでステージ 3 を円滑に且つ効率良く移動させることができる。

【 0 0 5 6 】

また、第 1 及び第 2 超音波アクチュエータ 4 A , 4 B を、圧電素子 5 0 の、ステージ 3 の下面と平行な方向への振動が縦振動となるように構成すると共に、駆動子 5 9 , 5 9 を圧電素子 5 0 の長辺側面においてその長手方向中央部に対して対称な位置に設けることによって、前述の如く、圧電素子 5 0 にステージ 3 の下面と平行な方向の振動のみ発生させて駆動子 5 9 , 5 9 をステージ 3 に対して滑らせるときに、振動する該駆動子 5 9 , 5 9 がステージ 3 に不要な駆動力を付与することを防止することができる。

【 0 0 5 7 】

詳しくは、圧電素子 5 0 の停止時であっても駆動子 5 9 , 5 9 は付勢ゴム 7 2 によってステージ 3 に対して付勢されており、圧電素子 5 0 がステージ 3 の下面と平行な方向へのみ振動する場合であっても、該駆動子 5 9 , 5 9 とステージ 3 との間には、若干ではあるが、摩擦力が生じる。ところで、前述の如く、長辺側面において長手方向中央部に対して対称な位置に 2 つの駆動子 5 9 , 5 9 が設けた圧電素子 5 0 を縦振動させると、該駆動子 5 9 , 5 9 は該長手方向中央部を中心に長手方向に互いに反対向きで且つ同じ振幅の振動を行う。つまり、該駆動子 5 9 , 5 9 がステージ 3 に対して摺動する際に生じる摩擦力は、圧電素子 5 0 の長手方向中央部を中心に長手方向に対称であるため、両駆動子 5 9 , 5

10

20

30

40

50

9の摩擦力は互いに打ち消し合う。その結果、圧電素子50をステージ3の下面に平行な方向に振動させるときに該駆動子59, 59からステージ3へ駆動力が付与されることを防止することができ、前記一方の超音波アクチュエータによるステージ3の移動を阻害することを防止することができる。

【0058】

さらに、第1及び第2超音波アクチュエータ4A, 4Bを、圧電素子50の、ステージ3の下面と平行な方向への振動が縦振動となるように構成することによって、固定部材2の底壁部21とステージ3との間において、圧電素子50の短手方向がステージ3の下面に対して直交し且つ圧電素子50の長手方向がステージ3の下面と平行な方向を向くように配置されるため、圧電素子50がその長手方向がステージ3の下面と直交するように配置される構成と比較して、該底壁部21とステージ3との間隔を短くすることができ、駆動装置1のコンパクト化を図ることができる。

10

【0059】

次に、本発明の実施形態1における振動型アクチュエータの具体的な制御について図10, 11, 12, 13を参照しながら説明する。以下の説明では、先述した構成要件のなかで同様に機能するものについて同じ番号を付与し、詳細な説明は省略する。

【0060】

図10は振動型アクチュエータ制御回路の構成図である。振動型アクチュエータは先述したように圧電素子50、内部電極52と53、駆動子59, 第1短辺壁部62, 第2短辺壁部63, 長辺壁部64, 支持ゴム71, 付勢ゴム72で構成されている。セラミック製の補強部材33を含むステージ3は可動部として、図に示す様にA方向およびB方向に移動する構成になっている。

20

【0061】

また、支持部材(図示せず)と同様の固定部として当接部130, 131(例えば、側壁部22, 22)を有しており、ステージ3が当接部130あるいは131に当接した場合にステージ3は停止することになる。このとき、圧電型アクチュエータ4A, 4Bに電力が供給され、ステージ3がA方向あるいはB方向に移動するように駆動子59が振動している場合には、ステージ3が当接部130あるいは131に当接した時点で、駆動子59がステージ3に対してスリップを起こすことになる。

【0062】

101はステージ3に取り付けられたマグネットであり、ホール素子で構成される位置検出センサ100によって、ステージ3の位置を検出する構成になっている。

30

【0063】

制御回路140には、この位置検出センサ100の出力が入力されており、制御回路140ではこの位置検出センサ100から出力されるステージ3の位置情報に基づいて圧電素子50に印加する電圧パルスあるいは電流パルスの周波数、位相の制御を行う。この周波数、位相の制御を行うための信号はA c hおよびB c hから出力される構成になっている。制御回路140には、圧電素子50に印加する信号のON/OFFの制御を行うことも可能である。

【0064】

図11(A)に示す様に、ステージ3をA方向に移動させる場合にはA c hとB c hから矩形波のパルスを出し、互いの位相差はA c hに対してB c hが90度位相を遅らせた状態になる。また、図11(B)に示す様に、ステージ3をB方向に移動させる場合にはA c hとB c hから矩形波のパルスを出し、互いの位相差はA c hに対してB c hが90度位相を進めた状態になる。また、図11(C)に示す様に、ステージ3を停止させる場合にはA c hとB c hの信号をGNDレベルにする状態になる。

40

【0065】

110a, 110b, 120a, 120bはパワーFETなどのスイッチング素子を示す。

【0066】

50

スイッチング素子 110 a に入力される A c h の信号が + 5 V の場合にはスイッチング素子 110 a に接続されている + 5 V 電源からコイル 141 を通して圧電素子 50 の電極 53 a、53 b に電力が供給される。一方、スイッチング素子 110 b にはインバーター 111 (+ 5 V が入力された場合には出力は - 5 V、- 5 V が入力された場合には出力は + 5 V となる素子) を介して A c h の信号が入力され、A c h の信号が + 5 V の場合にはスイッチング素子 110 b に入力される電圧は - 5 V となるため、このスイッチング素子は O F F となる。

【 0 0 6 7 】

スイッチング素子 110 a に入力される A c h の信号が - 5 V の場合には、このスイッチング素子は O F F となる。一方、スイッチング素子 110 b にはインバーター 111 を介して A c h の信号が入力され、A c h の信号が - 5 V の場合にはスイッチング素子 110 b に入力される電圧は + 5 V となるため、スイッチング素子 110 b に接続されている - 5 V 電源からコイル 141 を通して圧電素子 50 の電極 53 a、53 b に電力が供給される。

10

【 0 0 6 8 】

スイッチング素子 120 a に入力される B c h の信号が + 5 V の場合にはスイッチング素子 120 a に接続されている + 5 V 電源からコイル 142 を通して圧電素子 50 の電極 52 a、52 b に電力が供給される。一方、スイッチング素子 120 b にはインバーター 121 (+ 5 V が入力された場合には出力は - 5 V、- 5 V が入力された場合には出力は + 5 V となる素子) を介して B c h の信号が入力され、B c h の信号が + 5 V の場合には

20

スイッチング素子 120 b に入力される電圧は - 5 V となるため、このスイッチング素子は O F F となる。一方、スイッチング素子 120 b にはインバーター 121 を介して B c h の信号が入力され、B c h の信号が - 5 V の場合にはスイッチング素子 120 b に入力される電圧は + 5 V となるため、スイッチング素子 120 b に接続されている - 5 V 電源からコイル 142 を通して圧電素子 50 の電極 52 a、52 b に電力が供給される。

【 0 0 6 9 】

ここで、各 F E T から出力される信号が本実施例のように矩形波の場合は、1 次の周波数成分だけでなく、複数の高次の周波数成分が含まれる。圧電素子 50 に印加される信号の内、3 次や 5 次などの高調波成分は駆動の効率を落としたり、圧電素子そのものを破損したりする可能性がある。そこで、コイル 141、142 を設けることによって、この矩形波の周波数成分の内、1 次の周波数成分が主に圧電素子 50 に印加されるようになる。なお、各 F E T から出力される信号が正弦波の場合には、本コイルは挿入してもよいし、挿入しなくてもよい。

30

【 0 0 7 0 】

以上で説明した構成によって、圧電素子 50 に電力を供給することで駆動子 59 をステージ 3 が進行する方向に振動させることによりステージ 3 を移動させることができる。そして、位置検出センサ 100 の出力に基づいて、制御回路 140 では圧電素子 50 に印加する電力波形を制御することによって、ステージ 3 の移動制御を行うことが可能となる。

40

【 0 0 7 1 】

図 12 はステージ 3 の位置とアクチュエータ 4 A、4 B への電力供給・休止期間との関係を示すタイミング図である。図のグラフの横軸は時間を表し、縦軸は位置検出センサ 100 から出力される電圧を示し、この電圧はステージ 3 の位置情報を表す。このステージ 3 は先述したように、当接部 130、131 で移動が規制される。同図では、当接部 130 にステージ 3 が当接した状態を上限基準とし、当接部 131 にステージ 3 が当接した状態を下限基準とする。縦軸の 0 は上限基準と下限基準との中間点を表す。グラフの破線は位置検出センサ 100 から出力された位置情報を示し、ステージ 3 の実際の位置に相当す

50

る。グラフの実線は目標とする位置（指令位置）に相当する。制御回路140では位置検出センサ100から出力される位置情報と制御回路内部で生成される目標とする位置情報との比較を行い、図のグラフに一点破線で示す位置誤差情報を得る。この誤差情報に基づいて、目標とする位置が実際の位置に対してA方向に存在する場合には、図11(A)で示すA c hおよびB c hの信号を発生させる。また、目標とする位置が実際の位置に対してB方向に存在する場合には、図11(B)で示すA c hおよびB c hの信号を発生させる。また、目標とする位置が実際の位置と等しい場合には、図11(C)で示すようにA c hおよびB c hの信号はGNDレベルにする。

【0073】

ここでは、図13も参照しながら本発明の特徴であるステージ3が当接部130あるいは131部に当接した場合に生じる位置誤差の大きさから、アクチュエータ4A, 4Bへの電力を休止することにより駆動子59とステージ3（詳しくは、補強部材33）との間でのスリップによる双方の磨耗を防止する制御方法について説明する。図13はアクチュエータ4A, 4Bへの電力供給ON/OFFの動作フローチャートを示す。

【0074】

供給ON/OFF制御開始から動作を開始する。ステップ1(S1)では指令位置が当接位置（当接部130あるいは131に当接する位置）を超えたかどうかを判定する。これは、指令位置が下限基準を下回った場合、あるいは上限基準を上回った場合の状態を意味する。

【0075】

指令位置が当接位置を超えない場合には、ステップ4(S4)の処理に進み、アクチュエータ4A, 4Bへの電力供給をONにする。一方、指令位置が当接位置を超えた場合には、ステップ2(S2)の処理に進む。

【0076】

ステップ2(S2)では、指令位置と実際位置との差の絶対値が許容誤差より小さいかどうかを判定する。

【0077】

指令位置と実際位置との差の絶対値が許容誤差より小さい場合にはステップ4(S4)に進み、アクチュエータへの電力供給をONにする。すなわち、図11(A)で示すA c hおよびB c hの信号あるいは図11(B)で示すA c hおよびB c hの信号を発生させ、ステップ1(S1)の処理に戻る。一方、指令位置と実際位置との差の絶対値が許容誤差以上の場合にはステップ3(S3)に進み、アクチュエータへの電力供給をOFFにする。すなわち、図11(C)で示すようにA c hおよびB c hの信号はGNDレベルにして、ステップ1(S1)の処理に戻る。

【0078】

図12を参照して、正弦波状の指令位置に対する、アクチュエータ4A, 4Bへの電力供給ON/OFFの動作について説明する。

【0079】

まず、指令位置は当接位置を越えていない状態から始まっているので、電力供給ONの状態から処理が始まる（供給A）。次に、指令位置が下限基準を下方向に超えかつ位置誤差が許容誤差範囲を下方向に超えた場合にアクチュエータへの電力供給を休止する（休止B）。次に、指令位置が下限基準を超えない状態になり、位置誤差が許容範囲内に入った場合に、アクチュエータへの電力供給を再開する（供給C）。次に、指令位置が上限基準を上方向に超えかつ位置誤差が許容誤差範囲を上方向に超えた場合にアクチュエータへの電力供給を休止する（休止D）。次に、指令位置が上限基準を超えない状態になり、位置誤差が許容範囲内に入った場合に、アクチュエータへの電力供給を再開する（供給E）。

【0080】

なお、位置検出センサ100の値は0点がずれていることがあるが、起動時に、ステージ3を可動範囲の端（本実施の形態で説明した当接部などのメカ的に可動不可能になるところ）まで可動させ、可動端における位置検出センサ100の出力電圧を両側で検出する

10

20

30

40

50

ことによって0点を校正することができる。

【0081】

以上で本発明の実施形態1における振動型アクチュエータの具体的動作について説明した。本実施の形態で述べた具体的動作によって、アクチュエータ4A, 4Bの駆動子59, 59と被駆動部としてのステージ3とが接触している部分がスリップを起こすことによる磨耗を解消することが可能となる。

【0082】

なお、本実施形態1における図13のフローのステップ1(S1)では指令位置が当接位置を超えたかどうかを判定するようにしていたが、この位置に係らず、ステージ3の同じ位置に駆動子59, 59が長時間接触する場合にはアクチュエータ4A, 4Bへの電力供給をOFFにするようにしてもよい。

【0083】

このように、本発明の目的は、被駆動部が所定の当接部に当接した場合には、アクチュエータの振動を停止させ、一方、被駆動部が所定の当接部から離脱した場合には、アクチュエータの振動を復帰させる制御方法および装置を提供することにある。

【0084】

換言すれば、本発明に係る振動型アクチュエータの制御装置は、基台と、前記基台に対して所定の方向に可動可能な可動体と、圧電素子と、駆動子を有し、縦振動と横振動を組み合わせて駆動子を略楕円状に運動させることにより前記可動体を基台に対して可動させる駆動力発生部と、前記基台に対する前記可動体の位置を検出する位置センサと、前記前記基台に対する前記可動体の可動位置(指令位置)に応じて前記駆動力発生部に駆動電力を供給するように制御する制御部とを備えている。そして、前記制御部は、前記可動体の可動位置(指令位置)と前記位置センサにより検出された位置との差の変化率が所定の値以上になると駆動電力の供給を止めるように制御する。

【0085】

また、該振動型アクチュエータの制御装置において、前記制御部は、前記駆動電力の供給が停止している場合において、前記可動体の可動位置(指令位置)が前記駆動電力の供給を止めたときの可動位置と同じになったときに、前記駆動電力の供給を再開するように制御する。

【0086】

《発明の実施形態2》

次に、本発明の実施形態2について説明する。本実施形態2に駆動装置201は、超音波アクチュエータの構成が実施形態1と異なる。以下、実施形態1と同様の構成については、同様の符号を付し、説明を省略する。

【0087】

実施形態2に係るアクチュエータ本体205は、図14に示すように、圧電素子250の一方の短辺側面に1つの駆動子259が設けられている。このアクチュエータ本体205は、圧電素子250の他方の短辺側面に付勢ゴム272が当接するようにしてケース206内に収容されている。このとき、前記駆動子259はケース206から外部に突出している。そして、圧電素子250の両長辺側面とケース206との間には、各側に2つずつ支持ゴム271, 271が介設されている。

【0088】

この圧電素子250には、実施形態1の圧電素子50と同様に、圧電素子250の主面をその長手方向及び短手方向にそれぞれ2等分してなる4つの領域のそれぞれに第1電極252a, 252b及び第2電極253a, 253bが設けられている。尚、第1電極252a, 252b及び第2電極253a, 253bは、それぞれ別々に給電されるように構成してもよいし、実施形態1と同様に、対角線方向に位置する対ごとに給電するように構成してもよい。

【0089】

そして、圧電素子250の対角線方向に位置する対ごとに、すなわち、第1電極252

10

20

30

40

50

a, 252bと第2電極253a, 253bとにそれぞれ位相が90°ずれた交流電圧を印加することによって、圧電素子250には、図8に示すように、縦振動と屈曲振動とが調和的に誘起される。その結果、駆動子259は、圧電素子250の主面と平行な面内で略楕円運動を行う。

【0090】

このように構成された第1及び第2超音波アクチュエータ204A, 204Bは、駆動子259がステージ3の下面(詳しくは、補強部材33)に当接し且つ、圧電素子250の長手方向がステージ3の下面の法線方向を向くようにして、固定部材2の底壁部21とステージ3の下面との間に配置される。換言すれば、第1及び第2超音波アクチュエータ204A, 204Bは、圧電素子250の縦振動の方向がステージ3の下面と直交すると共に、圧電素子250の屈曲振動の方向がステージ3の下面と平行な方向を向くように配置される。

10

【0091】

このとき、第1超音波アクチュエータ204Aは、その圧電素子250の短手方向がX方向を向くように配置される一方、第2超音波アクチュエータ204Bは、その圧電素子250の短手方向がY方向を向くように配置される。

【0092】

この状態で、各超音波アクチュエータ204A(204B)のアクチュエータ本体205に、前述の如く、縦振動と屈曲振動との合成振動を発生させることによって、ステージ3が駆動される。

20

【0093】

このとき、実施形態1と同様に、ステージ3の、第1超音波アクチュエータ204Aによる移動量と、第2超音波アクチュエータ204Bによる移動量とを調整することによって、X方向への移動とY方向への移動とを合成させて、ステージ3をその下面に平行な平面内で任意の方向に移動させることができる。

【0094】

また、ステージ3をX方向及びY方向の何れか一方、例えば、X方向だけに移動させるときは、第1超音波アクチュエータ204Aは、圧電素子250に縦振動と屈曲振動との合成振動を発生させてステージ3に駆動力を付与する一方、第2超音波アクチュエータ204Bは、圧電素子250に実質的にステージ3の下面と平行な平面内での振動のみを発生させて駆動子259をステージ3に対して滑らせる。具体的には、第2超音波アクチュエータ204Bは、圧電素子250に実質的に図7に示すような屈曲振動だけを発生させる。第1電極252a, 252b及び第2電極253a, 253bの何れか一方だけに交流電圧を印加する、または、第1電極252a, 252bと第2電極253a, 253bとに位相が180°ずれた交流電圧を印加することによって、圧電素子250に実質的に屈曲振動だけを発生させることができる。この場合、駆動子259は、ステージ3への付勢力が増加することなく、ステージ3の下面に平行な平面内で振動し、その結果、ステージ3に対して滑って摺動する。

30

【0095】

したがって、実施形態2によれば、実施形態1と同様に、第1及び第2超音波アクチュエータ204A, 204Bの何れか一方のみでステージ3をその一方の超音波アクチュエータに対応した移動方向へのみ移動させるときには、他方の超音波アクチュエータをステージ3の下面と平行な方向へのみ振動、即ち、屈曲振動のみさせることによって、他方の超音波アクチュエータの駆動子59とステージ3との摩擦状態を動摩擦状態とすると共に、該駆動子59のステージ3に対する摺動速度が速くなり動摩擦係数が低減するため、該駆動子59とステージ3との間の摩擦力を低減することができ、前記一方の超音波アクチュエータでステージ3を円滑に且つ効率良く移動させることができる。

40

【0096】

《発明の実施形態3》

続いて、本発明の実施形態3について説明する。本実施形態2に駆動装置は、超音波ア

50

クチュエータの構成が実施形態 1 と異なる。以下、実施形態 1 と同様の構成については、同様の符号を付し、説明を省略する。

【 0 0 9 7 】

実施形態 3 に係る第 1 及び第 2 超音波アクチュエータ 3 0 4 A , 3 0 4 B は、図 1 5 に示すアクチュエータ本体 3 0 5 と、該アクチュエータ本体 3 0 5 を収容するケース（図示省略）と、該アクチュエータ本体 3 0 5 をケース内で弾性的に支持する支持ゴム（図示省略）と、該アクチュエータ本体 3 0 5 をステージ 3 側へ付勢するための付勢ゴム（図示省略）とを備えている。

【 0 0 9 8 】

アクチュエータ本体 3 0 5 は、図 1 5 に示すように、金属製の本体部 3 5 0 と、該本体部 3 5 0 に設けられた複数の圧電素子 3 5 1 a , 3 5 1 b , ... と、該本体部 3 5 0 に設けられた駆動子 3 5 9 , 3 5 9 とを有している。

10

【 0 0 9 9 】

本体部 3 5 0 は、略正方形の上面 3 5 0 a 及び下面（図示省略）と、略長方形の 4 つの側面 3 5 0 b , 3 5 0 c （ 2 つの側面のみ図示 ） とを有している。各側面はその両長辺部が上面 3 5 0 a 及び下面の辺部と一致するように、すなわち、その短手方向が上下方向を向くように配置されている。

【 0 1 0 0 】

この本体部 3 5 0 の上面 3 5 0 a には、 2 つの駆動子 3 5 9 , 3 5 9 が設けられている。これら 2 つの駆動子 3 5 9 , 3 5 9 は、上面 3 5 0 a の重心を通り且つ対向する一対の

20

【 0 1 0 1 】

そして、本体部 3 5 0 の隣接する一対の側面 3 5 0 b , 3 5 0 c には、それぞれ 4 つの圧電素子 3 5 1 a , 3 5 1 b , 3 5 1 c , 3 5 1 d と圧電素子 3 5 2 a , 3 5 2 b , 3 5 2 c , 3 5 2 d とが貼り付けられている。圧電素子 3 5 1 a , 3 5 1 b , ... は、側面 3 5 0 b をその長手方向及び短手方向にそれぞれ 2 等分してなる 4 つの領域にそれぞれ配置されている。圧電素子 3 5 2 a , 3 5 2 b , ... も同様に、側面 3 5 0 c をその長手方向及び短手方向にそれぞれ 2 等分してなる 4 つの領域にそれぞれ配置されている。これら圧電素子 3 5 1 a , 3 5 1 b , ... 及び圧電素子 3 5 2 a , 3 5 2 b , ... は、実施形態 1 , 2 と異なり、各圧電素子ごとに一樣な電極が設けられており、各圧電素子ごとに一樣に給電することによって各圧電素子が一樣に伸縮する。

30

【 0 1 0 2 】

このように構成されたアクチュエータ本体 3 0 5 は、側面 3 5 0 b において、対角線方向に位置する一方の対の圧電素子 3 5 1 a , 3 5 1 d と他方の対の圧電素子 3 5 1 b , 3 5 1 c とにそれぞれ位相が 9 0 ° ずれた交流電圧を印加することによって、本体部 3 5 0 には側面 3 5 0 b の長手方向への縦振動と側面 3 5 0 b の短手方向への屈曲振動とが調和的に発生し、その結果、駆動子 3 5 9 , 3 5 9 が側面 3 5 0 b と平行な平面内で略楕円運動を行う。また、アクチュエータ本体 3 0 5 は、側面 3 5 0 c において、対角線方向に位置する一方の対の圧電素子 3 5 2 a , 3 5 2 d と他方の対の圧電素子 3 5 2 b , 3 5 2 c とにそれぞれ位相が 9 0 ° ずれた交流電圧を印加することによって、本体部 3 5 0 には側面 3 5 0 c の長手方向への縦振動と側面 3 5 0 c の短手方向への屈曲振動とが調和的に発生し、その結果、駆動子 3 5 9 , 3 5 9 が側面 3 5 0 c と平行な平面内で略楕円運動を行う。

40

【 0 1 0 3 】

かかるアクチュエータ本体 3 0 5 を備える第 1 及び第 2 超音波アクチュエータ 3 0 4 A , 3 0 4 B は、図 1 , 2 に示す実施形態 1 に係る第 1 及び第 2 超音波アクチュエータ 4 A , 4 B と同様に、固定部材 2 の底壁部 2 1 とステージ 3 の下面（詳しくは、補強部材 3 3 ）との間に介設される。詳しくは、図 1 6 に示すように、第 1 超音波アクチュエータ 3 0 4 A は、ステージ 3 の下面の一の辺縁部の近傍において、駆動子 3 5 9 , 3 5 9 が並ぶ方向が該辺縁部と平行な方向（この方向を X 方向とする。）を向くように、即ち、本体部 3

50

50の側面350bの長手方向が該辺縁部と平行になるように配置されている。一方、第2超音波アクチュエータ304Bは、ステージ3の下面の前記位置の辺縁部と直交する辺縁部の近傍において、駆動子359, 359が並ぶ方向が該辺縁部と平行な方向(この方向をY方向とする。)を向くように、即ち、本体部350の側面350bの長手方向が該辺縁部と平行になるように配置されている。

【0104】

このように構成された駆動装置301において、第1超音波アクチュエータ304Aは、基本的には側面350bに設けられた圧電素子351a, 351b, ...を駆動することによって駆動子359, 359を該側面350b(長手方向がX方向を向いている)に平行な平面内で略楕円運動させる。つまり、第1超音波アクチュエータ304Aは主としてステージ3をX方向へ移動させるために用いられる。一方、第2超音波アクチュエータ304Bは、基本的には側面350bに設けられた圧電素子351a, 351b, ...を駆動することによって駆動子359, 359を該側面350b(長手方向がY方向を向いている)に平行な平面内で略楕円運動させる。つまり、第2超音波アクチュエータ304Bは主としてステージ3をY方向へ移動させるために用いられる。

10

【0105】

ただし、ステージ3をX方向及びY方向のうちの一方向にのみ移動させるとき、例えば、ステージ3をY方向にのみ移動させるときには、第2超音波アクチュエータ304Bは、駆動子359, 359を長手方向がY方向を向いた側面350bに平行な平面内で略楕円運動させてステージ3をY方向へ移動させる一方、第1超音波アクチュエータ304Aは、長手方向がY方向を向いた側面350cに設けられた圧電素子352a, 352b, ...を駆動することによって駆動子359, 359を該側面350cに平行な平面内で振動させる。このとき、第1超音波アクチュエータ304Aにおいては、側面350cの4つの圧電素子352a, 352b, ...に同位相の交流電圧を印加することによって、アクチュエータ本体305に該側面350cの長手方向に縦振動のみ発生させる。こうすることで、第1超音波アクチュエータ304Aの駆動子359, 359は、Y方向に縦振動のみを行う。

20

【0106】

したがって、実施形態3によれば、ステージ3をX方向及びY方向の何れか一方のみに移動させるときに、駆動子359, 359の並ぶ方向がステージ3の移動方向と一致する方の超音波アクチュエータには、縦振動と屈曲振動との合成振動を発生させる一方、駆動子359, 359の並ぶ方向がステージ3の移動方向と一致しない、詳しくは、直交する方の超音波アクチュエータには、縦振動のみを発生させることによって、駆動子359, 359の並ぶ方向がステージ3の移動方向と一致しない方の超音波アクチュエータの駆動子359, 359とステージ3との摩擦状態を動摩擦状態とすると共に、該駆動子359, 359のステージ3に対する摺動速度が速くなり動摩擦係数が低減するため、該駆動子359, 359とステージ3との間の摩擦力を低減することができ、駆動子359, 359の並ぶ向きがステージ3を移動させる方向と一致する方の超音波アクチュエータでステージ3を円滑に且つ効率良く移動させることができる。

30

【0107】

このとき、駆動子359, 359の並ぶ方向がステージ3の移動方向と一致しない方の超音波アクチュエータにおける駆動子359, 359の縦振動の方向がステージ3の移動方向と一致するため、これら縦振動しながらステージ3に対して摺動する駆動子359, 359がステージ3の移動に与える影響を低減することができる。

40

【0108】

尚、前記実施形態3においては、本体部350は、各側面が短手方向が上下方向を向くように構成されて、上下に扁平な直方体となっているが、これに限られるものではない。すなわち、本体部350は、各側面が長手方向が上下方向を向くようにして、上下に長くなるように構成されていてもよい。この場合、ステージ3をX方向及びY方向の何れか一方へのみ移動させるときには、駆動子359, 359の並ぶ向きがステージ3を移動させ

50

る方向と一致していない、詳しくは、直交している方の超音波アクチュエータは、本体部 350 に実施形態 2 と同様に屈曲振動だけ発生させることによって、駆動子 359 , 359 をステージ 3 に対して滑らせることができる。

【0109】

また、駆動子 359 , 359 は、上面 350 a の重心を通り且つ一对の辺部に平行な直線上に配置されているが、これに限られるものではない。

【0110】

《その他の実施形態》

本発明は、前記実施形態について、以下のような構成としてもよい。

【0111】

すなわち、前記実施形態では、ステージ 3 を固定部材 2 によって支持しているが、これに限られるものではない。すなわち、ステージ 3 を所定の平面内で移動させる構成であれば任意の支持構造を採用することができる。

【0112】

また、前記ステージ 3 は、補強部材 33 , 33 が設けられているが、この補強部材 33 , 33 を設けない構成であってもよい。

【0113】

さらに、前記駆動装置は、第 1 及び第 2 超音波アクチュエータの合計 2 つの超音波アクチュエータを備えているが、超音波アクチュエータの個数は 2 つに限定されるものではない。例えば、第 1 超音波アクチュエータと対向する別の超音波アクチュエータを設け、2 つの超音波アクチュエータでステージ 3 を X 方向に移動させるように構成してもよい。さらには、X 方向及び Y 方向以外の方向にステージ 3 を移動させる別の超音波アクチュエータを設けてもよい。

【0114】

さらにまた、前記超音波アクチュエータは、前記の構成に限られるものではない。例えば、前記支持ゴム及び付勢ゴムを介して圧電素子に給電する構成ではなく、リード線を圧電素子に接続して給電する構成でもよい。また、圧電素子の振動のノード部（節の部分）を非弾性部材で支持する構成であってもよい。さらには、アクチュエータ本体は圧電素子で構成されているが、金属などの基板に圧電素子を貼り付けた構成や、金属などで共振器を形成し、圧電素子を挟み込んだ構成であってもよい。この場合、圧電素子を含んで構成された共振器がアクチュエータ本体を構成する。すなわち、圧電素子を有して構成され異なる 2 つの振動方向へ振動を発生させる構成であれば、任意の構成を採用することができる。

【0115】

さらに、本発明によれば、被駆動部が機構的に規制された場合においてアクチュエータと被駆動部とのスリップを最小限に抑え、このスリップによるアクチュエータ及び被駆動部の磨耗を防止することができる

尚、以上の実施形態は、本質的に好ましい例示であって、本発明、その適用物、あるいはその用途の範囲を制限することを意図するものではない。

【産業上の利用可能性】

【0116】

以上説明したように、本発明は、2 つのアクチュエータを備えた駆動装置について有用である。

【図面の簡単な説明】

【0117】

【図 1】図 1 は、本発明の実施形態 1 に係る駆動装置の構成を示す分解斜視図である。

【図 2】図 2 は、駆動装置の斜視図である。

【図 3】図 3 は、超音波アクチュエータの斜視図である。

【図 4】図 4 は、圧電素子の分解斜視図である。

【図 5】図 5 は、アクチュエータ本体の構成を示す概略正面図である。

10

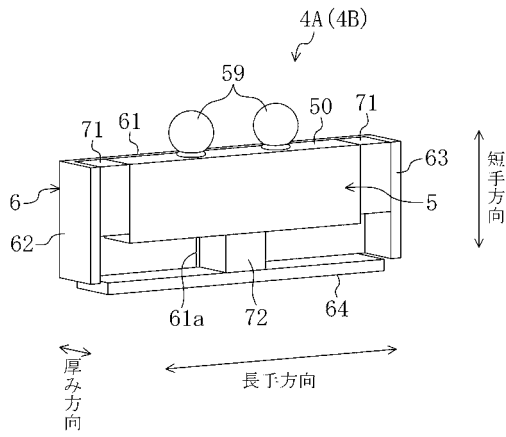
20

30

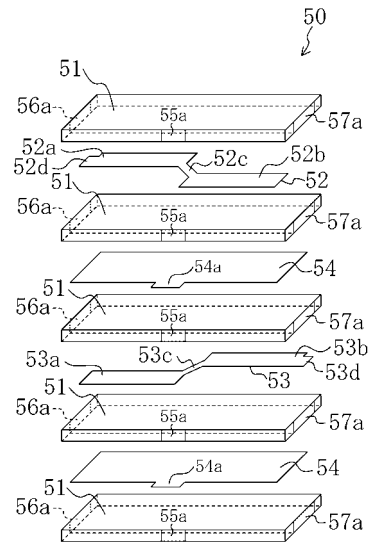
40

50

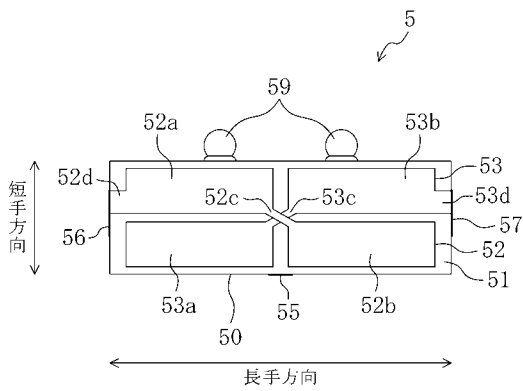
【 図 3 】



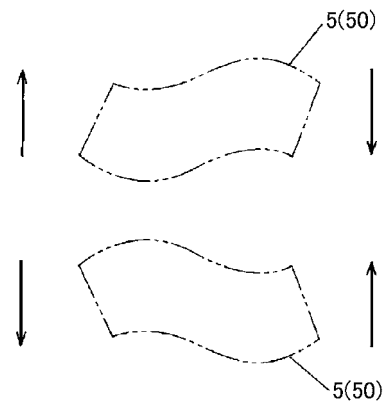
【 図 4 】



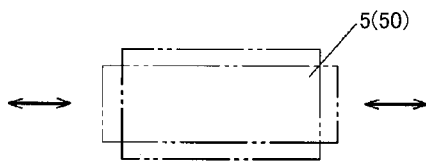
【 図 5 】



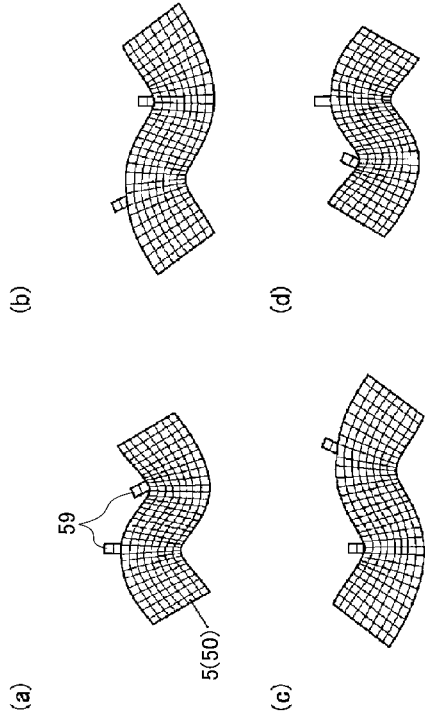
【 図 7 】



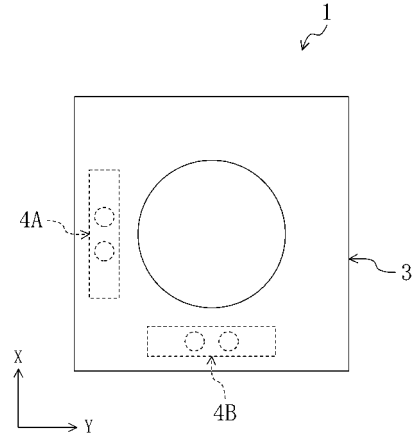
【 図 6 】



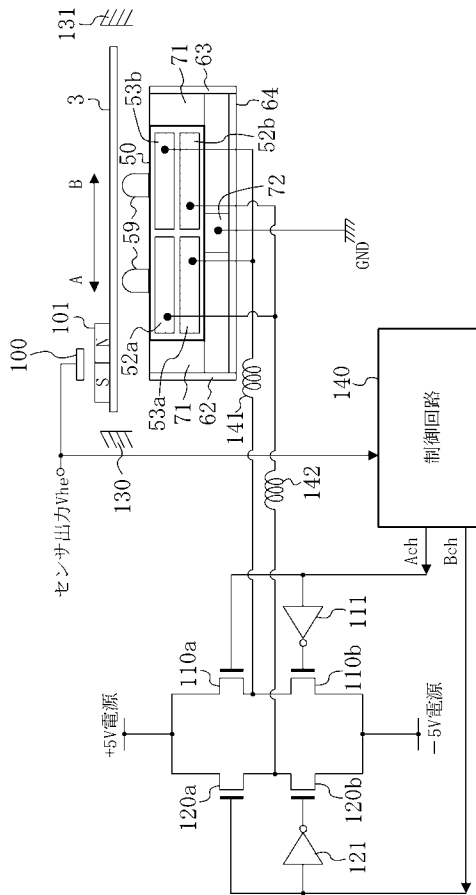
【図8】



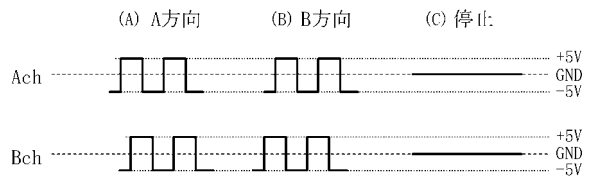
【図9】



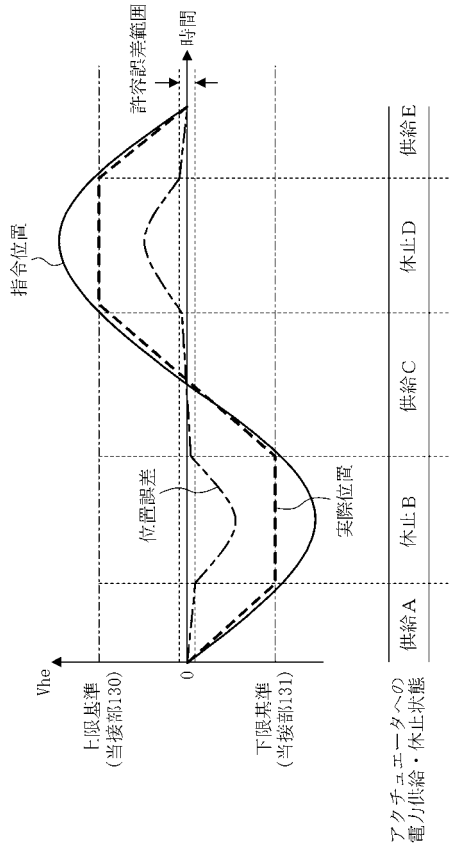
【図10】



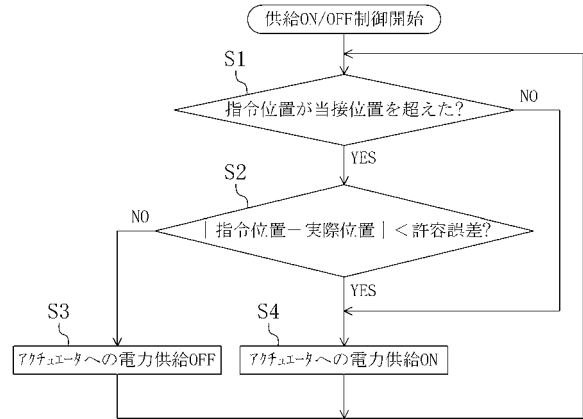
【図11】



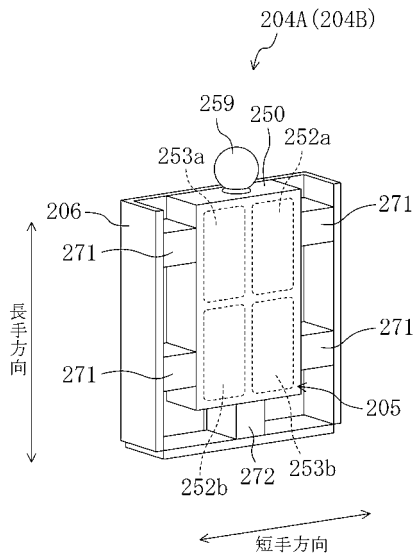
【図12】



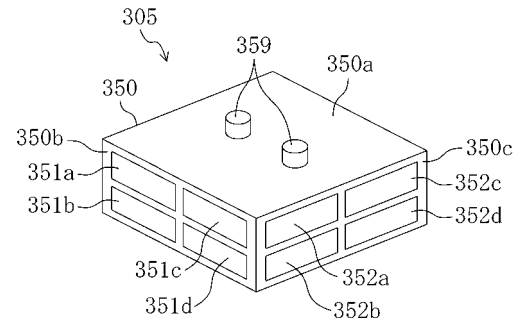
【図13】



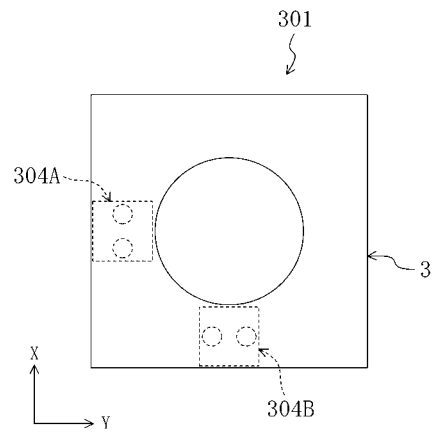
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

- (74)代理人 100117581
弁理士 二宮 克也
- (74)代理人 100117710
弁理士 原田 智雄
- (74)代理人 100121728
弁理士 井関 勝守
- (74)代理人 100124671
弁理士 関 啓
- (74)代理人 100131060
弁理士 杉浦 靖也
- (72)発明者 本庄 謙一
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
- (72)発明者 向江 秀明
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
- (72)発明者 足立 祐介
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

審査官 牧 初

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 1 9 6 5 8 7 (J P , A)
特開平 8 - 2 9 8 7 9 5 (J P , A)
特開平 6 - 1 5 8 4 9 0 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H02N 2/00- 2/06
H02P 21/00-29/04