

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第6617450号  
(P6617450)

(45) 発行日 令和1年12月11日 (2019. 12. 11)

(24) 登録日 令和1年11月22日 (2019. 11. 22)

(51) Int.Cl.  
H02N 2/04 (2006.01)

F I  
H02N 2/04

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2015-133550 (P2015-133550)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成27年7月2日 (2015. 7. 2)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2017-17895 (P2017-17895A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成29年1月19日 (2017. 1. 19)	(74) 代理人	100090387
審査請求日	平成30年6月25日 (2018. 6. 25)		弁理士 布施 行夫
		(74) 代理人	100090398
			弁理士 大淵 美千栄
		(72) 発明者	▲高▼橋 智明
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		審査官	安池 一貴
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 圧電駆動装置、モーターおよびロボット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1圧電振動子と第2圧電振動子とが固定板に固定されている圧電駆動装置であって、  
前記第1圧電振動子と前記第2圧電振動子とは、  
前記固定板に固定される固定部、圧電素子が設けられている振動体部、および前記固定部と前記振動体部とを接続する接続部を備えている振動板と、  
前記振動板に配置され、被駆動体に接触する接触部と、  
を備え、  
前記振動板の主面に平行かつ互いに直交する2つの方向をX方向およびY方向とし、  
前記振動板の主面に垂直な方向をZ方向としたとき、  
前記第1圧電振動子と前記第2圧電振動子とは、前記固定部、前記振動体部および前記接触部が、前記X方向に沿って設けられ、  
前記第1圧電振動子は、  
第1電極と、  
第1導電体層、第2導電体層、および第3導電体層を含む第2電極と、  
前記第1電極と前記第2電極との間に設けられた第1圧電体と、  
を有し、  
前記第2圧電振動子は、  
第3電極と、  
第4導電体層、第5導電体層、および第6導電体層を含む第4電極と、

前記第 3 電極と前記第 4 電極との間に設けられた第 2 圧電体と、  
を有し、

前記第 1 導電体層、前記第 2 導電体層、前記第 3 導電体層は、前記 Y 方向に沿って前記  
第 1 導電体層、前記第 2 導電体層、前記第 3 導電体層の順に配置され、

前記第 4 導電体層、前記第 5 導電体層、前記第 6 導電体層は、前記 Y 方向に沿って前記  
第 4 導電体層、前記第 5 導電体層、前記第 6 導電体層の順に配置され、

前記第 2 導電体層、前記第 3 導電体層、および前記第 4 導電体層には、第 1 交流電圧が  
入力され、

前記第 1 導電体層、前記第 5 導電体層、および前記第 6 導電体層には、前記第 1 交流電  
圧から位相が 180 度ずれた第 2 交流電圧が入力され、

前記第 1 電極と前記第 3 電極とには、接地電位が入力される、圧電駆動装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の圧電駆動装置において、

前記第 1 圧電振動子と前記第 2 圧電振動子とは、前記 Y 方向に並んで配置されている、  
圧電駆動装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の圧電駆動装置において、

前記第 1 圧電振動子の前記固定部と前記第 2 圧電振動子の前記固定部とは、一体として  
構成されている、圧電駆動装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の圧電駆動装置において、

前記圧電素子は、前記振動体部の主面上に設けられ、

前記第 1 圧電振動子と前記第 2 圧電振動子とは、前記固定板の + Z 方向側の面と - Z 方  
向側の面に、互いの前記圧電素子が形成されていない面どうし、または、前記圧電素子が  
形成されている面どうしが向かい合うように、配置されている、圧電駆動装置。

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の圧電駆動装置と、

前記被駆動体と、

を備えている、モーター。

【請求項 6】

複数のリンク部と、

前記複数のリンク部を接続する関節部と、

前記関節部を前記被駆動体として駆動する、請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の  
圧電駆動装置と、

を備えている、ロボット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧電駆動装置、モーターおよびロボットに関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、圧電素子を用いた圧電アクチュエーター（圧電駆動装置）や、これを用いた  
モーターが知られている。例えば、特許文献 1 には、片方の端部を固定し他方の端部を自  
由にした弾性板の長手方向縦振動一次モードの共振振動と、長手方向の屈曲振動高次モー  
ドの共振振動を使用し、該弾性板に接して配置されたローラーを回転させる超音波モー  
ターが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

10

20

30

40

50

【特許文献 1】特開平 3 - 1 1 9 8 3 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

特許文献 1 の超音波モーターにおいては、固定部（支持治具）の剛性や質量が不十分であると、振動エネルギーが固定部側に漏れてしまい、振動子の変位量が減少してしまう。そのため、大きな出力を得るためには、固定部側への振動エネルギーの漏れを抑制できるように、大きくて硬い固定部が必要であった。

【 0 0 0 5 】

本発明は、以上のような技術的課題に鑑みてなされたものである。本発明のいくつかの態様によれば、大きな出力を得られる圧電駆動装置、モーターおよびロボットを提供することができる。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

本発明は前述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の態様または適用例として実現することが可能である。

【 0 0 0 7 】

[ 適用例 1 ]

本適用例に係る圧電駆動装置は、

2 つの同一形状の圧電振動子の組が 1 組以上、1 つの固定板に固定されている圧電駆動装置であって、

20

前記圧電振動子は、

前記固定板に固定される固定部と、圧電素子が設けられている振動体部と、前記固定部と前記振動体部とを接続する接続部と、を備えている振動板と、

前記振動板に取り付けられまたは前記振動板と接触し、かつ、被駆動体に接触される接触部と、

を有し、

前記振動板の主面に平行かつ互いに直交する 2 つの方向を X 方向および Y 方向とし、前記振動板の主面に垂直な方向を Z 方向とし、

前記固定部、前記振動体部および前記接触部が、前記 X 方向に沿って設けられ、

30

前記 2 つの同一形状の圧電振動子は、互いに逆位相で駆動される、圧電駆動装置である。

【 0 0 0 8 】

本適用例によれば、2 つの同一形状の圧電振動子は、互いに逆位相で駆動されるので、固定板に与える応力の方向が逆方向に作用して打ち消し合う。したがって、固定板への振動エネルギーの漏れを低減できるので、大きな出力を得られる圧電駆動装置を実現できる。また、固定板を小さくすることができる。

【 0 0 0 9 】

[ 適用例 2 ]

上述の圧電駆動装置において、

40

前記 2 つの同一形状の圧電振動子は、前記 Y 方向に並んで配置されていてもよい。

【 0 0 1 0 】

本適用例によれば、固定板の同一面に 2 つの圧電振動子を配置するので、製造が容易な圧電駆動装置を実現できる。また、特にリニアモーターに適した圧電駆動装置を実現できる。

【 0 0 1 1 】

[ 適用例 3 ]

上述の圧電駆動装置において、

前記 2 つの同一形状の圧電振動子の前記固定部は、一体として構成されていてもよい。

【 0 0 1 2 】

50

本適用例によれば、2つの圧電振動子を同一の製造プロセスで製造できるので2つの圧電振動子の特性のばらつきを小さくできる。したがって、固定板への振動エネルギーの漏れをさらに低減できるので、大きな出力を得られる圧電駆動装置を実現できる。

【0013】

[適用例4]

上述の圧電駆動装置において、

前記圧電振動子は、前記振動体部の前記主面上に設けられ、

前記2つの同一形状の圧電振動子は、前記固定板の+Z方向側の面と-Z方向側の面に、互いの圧電素子が形成されていない面どうし、または、圧電素子が形成されている面どうしが向かい合うように、配置されていてもよい。

10

【0014】

本適用例によれば、被駆動体としてY方向を回転軸とするローターを用いる場合に、ローターの半径によらずに接触部を接触させることができる。また、複数の圧電駆動装置をY方向に並べて用いることも可能となる。したがって、大きな出力を得られる圧電駆動装置を実現できる。

【0015】

[適用例5]

本適用例に係るモーターは、

上述の圧電駆動装置と、

前記被駆動体と、

を備えている、モーターである。

20

【0016】

本適用例によれば、大きな出力を得られる圧電駆動装置を用いているので、大きな出力を得られるモーターを実現できる。

【0017】

[適用例6]

本適用例に係るロボットは、

複数のリンク部と、

前記複数のリンク部を接続する関節部と、

前記関節部を前記被駆動体として駆動する、上述のいずれかの圧電駆動装置と、

を備えている、ロボットである。

30

【0018】

本適用例によれば、大きな出力を得られる圧電駆動装置を用いているので、大きな出力を得られるロボットを実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】第1実施形態に係る圧電駆動装置を模式的に示す斜視図である。

【図2】振動板を模式的に示す平面図である。

【図3】図2のA-A線における断面図である。

【図4】圧電振動子を駆動する駆動回路の回路図である。

40

【図5】第1実施形態の圧電駆動装置の動作の様子を模式的に示す斜視図である。

【図6】第2実施形態に係る圧電駆動装置を模式的に示す斜視図である。

【図7】第2実施形態の圧電駆動装置の動作の様子を模式的に示す斜視図である。

【図8】本実施形態に係るモーターを模式的に示す平面図である。

【図9】圧電駆動装置を利用したロボットの一例を示す説明図である。

【図10】ロボットの手首部分の説明図である。

【図11】圧電駆動装置を利用した送液ポンプの一例を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明の好適な実施形態について図面を用いて詳細に説明する。用いる図面は説

50

明の便宜上のものである。なお、以下に説明する実施形態は、特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではない。また以下で説明される構成の全てが本発明の必須構成要件であるとは限らない。

【0021】

1. 圧電駆動装置

1-1. 第1実施形態

図1は、第1実施形態に係る圧電駆動装置1を模式的に示す斜視図である。

【0022】

本実施形態に係る圧電駆動装置1は、2つの同一形状の圧電振動子11および圧電振動子12の組が1組以上、1つの固定板20に固定されている圧電駆動装置1である。図1に示される例は、2つの同一形状の圧電振動子11および圧電振動子12の組が1組である場合であるが、2組以上であってもよい。固定板20は、ステンレス鋼などの剛性が高い材料で形成されることが好ましい。

10

【0023】

圧電振動子11は、固定板20に固定される固定部111と、圧電素子が設けられている振動体部112と、固定部111と振動体部112とを接続する接続部113と、を備えている振動板110と、振動板110に取り付けられまたは振動板110と接触し、かつ、被駆動体に接触される接触部114と、を有する。

【0024】

圧電振動子12は、固定板20に固定される固定部121と、圧電素子が設けられている振動体部122と、固定部121と振動体部122とを接続する接続部123と、を備えている振動板120と、振動板120に取り付けられまたは振動板120と接触し、かつ、被駆動体に接触される接触部124と、を有する。

20

【0025】

接触部114および接触部124は、被駆動体と接触して、被駆動体に力を与えるための部材である。接触部114および接触部124は、セラミックス（例えばアルミナ $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、ジルコニア $\text{ZrO}_2$ 、窒化ケイ素 $\text{Si}_3\text{N}_4$ ）などの耐久性がある材料で形成されることが好ましい。

【0026】

図1に示される例では、振動板110および振動板120の主面に平行かつ互いに直交する2つの方向をX方向およびY方向とし、振動板110および振動板120の主面に垂直な方向をZ方向としている。

30

【0027】

図1に示される例では、Y方向から振動板110および接触部114を見た場合に、固定部111、接続部113、振動体部112および接触部114が、この順にX方向に沿って設けられている。これによって、被駆動体に大きな力を与えることができる。

【0028】

図1に示される例では、Y方向から振動板120および接触部124を見た場合に、固定部121、接続部123、振動体部122および接触部124が、この順にX方向に沿って設けられている。これによって、被駆動体に大きな力を与えることができる。

40

【0029】

図2は、振動板110および振動板120を模式的に示す平面図である。図3は、図2のA-A線における断面図である。

【0030】

振動板110および振動板120は、基板1001と、基板1001の上に形成された第1電極1002と、第1電極1002の上に形成された圧電体1003と、圧電体1003の上に形成された第2電極1004と、を備えている。第1電極1002と第2電極1004は、圧電体1003を挟持している。

【0031】

基板1001は、第1電極1002と圧電体1003と第2電極1004を成膜プロセ

50

スで形成するための基板として使用される。また、基板 1001 は機械的な振動を行う振動板としての機能も有する。基板 1001 は、例えば、 $\text{Si}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZrO}_2$  などで形成することができる。 $\text{Si}$  製の基板 1001 として、例えば半導体製造用の  $\text{Si}$  ウェハーを利用することが可能である。この実施形態において、基板 1001 の平面形状は長方形である。基板 1001 の厚みは、例えば  $10\text{ }\mu\text{m}$  以上  $700\text{ }\mu\text{m}$  以下の範囲とすることが好ましい。基板 1001 の厚みを  $10\text{ }\mu\text{m}$  以上とすれば、基板 1001 上の成膜処理の際に基板 1001 を比較的容易に取扱うことができる。また、基板 1001 の厚みを  $700\text{ }\mu\text{m}$  以下とすれば、薄膜で形成された圧電体 1003 の伸縮に応じて、基板 1001 を容易に振動させることができる。

#### 【0032】

第 1 電極 1002 は、基板 1001 上に形成された 1 つの連続的な導電体層として形成されている。一方、第 2 電極 1004 は、図 2 に示されるように、6 つの導電体層（電極 S1、電極 I1、電極 Z1、電極 S2、電極 I2 および電極 Z2）に区分されている。図 1 の例では、第 1 電極 1002 および第 2 電極 1004 は、いずれも長方形の平面形状を有している。第 1 電極 1002 および第 2 電極 1004 は、例えばスパッタリングによって形成される薄膜である。第 1 電極 1002 および第 2 電極 1004 の材料としては、例えば  $\text{Al}$ （アルミニウム）や、 $\text{Ni}$ （ニッケル）、 $\text{Au}$ （金）、 $\text{Pt}$ （白金）、 $\text{Ir}$ （イリジウム）などの導電性の高い任意の材料を利用可能である。なお、第 1 電極 1002 を 1 つの連続的な導電体層とする代わりに、第 2 電極 1004 と実質的に同じ平面形状を有する 6 つの導電体層に区分してもよい。なお、第 2 電極 1004 の間の電氣的接続のための配線（または配線層および絶縁層）と、第 1 電極 1002 および第 2 電極 1004 と駆動回路との間の電氣的接続のための配線（または配線層および絶縁層）とは、図 2 および図 3 では図示が省略されている。

#### 【0033】

圧電体 1003 は、第 2 電極 1004 と実質的に同じ平面形状を有する 5 つの圧電体層として形成されている。この代わりに、圧電体 1003 を、第 1 電極 1002 と実質的に同じ平面形状を有する 1 つの連続的な圧電体層として形成してもよい。第 1 電極 1002 と圧電体 1003 と第 2 電極 1004 との積層構造によって、それぞれ 3 つの圧電素子から構成される圧電振動子 11 および圧電振動子 12 が構成される。

#### 【0034】

圧電体 1003 は、例えばゾル - ゲル法やスパッタリング法によって形成される薄膜である。圧電体 1003 の材料としては、例えば、 $\text{ABO}_3$  型のペロブスカイト構造を採るセラミックスなど、圧電効果を示す任意の材料を利用可能である。 $\text{ABO}_3$  型のペロブスカイト構造を採るセラミックスとしては、例えばチタン酸ジルコン酸鉛（ $\text{PZT}$ ）、チタン酸バリウム、チタン酸鉛、ニオブ酸カリウム、ニオブ酸リチウム、タンタル酸リチウム、タングステン酸ナトリウム、酸化亜鉛、チタン酸バリウムストロンチウム（ $\text{BST}$ ）、タンタル酸ストロンチウムビスマス（ $\text{SBT}$ ）、メタニオブ酸鉛、亜鉛ニオブ酸鉛、スカンジウムニオブ酸鉛等を用いることが可能である。またセラミック以外の圧電効果を示す材料、例えばポリフッ化ビニリデン、水晶等を用いることも可能である。圧電体 1003 の厚みは、例えば  $50\text{ nm}$ （ $0.05\text{ }\mu\text{m}$ ）以上  $20\text{ }\mu\text{m}$  以下の範囲とすることが好ましい。この範囲の厚みを有する圧電体 1003 の薄膜は、成膜プロセスを利用して容易に形成することができる。圧電体 1003 の厚みを  $0.05\text{ }\mu\text{m}$  以上とすれば、圧電体 1003 の伸縮に応じて十分に大きな力を発生することができる。また、圧電体 1003 の厚みを  $20\text{ }\mu\text{m}$  以下とすれば、圧電駆動装置 1 を十分に小型化することができる。

#### 【0035】

本実施形態において、2 つの同一形状の圧電振動子 11 および圧電振動子 12 は、互いに逆位相で駆動される。

#### 【0036】

図 4 は、圧電振動子 11 および圧電振動子 12 を駆動する駆動回路の回路図である。

#### 【0037】

図 4 において、電源 V S 0 および電源 V S 1 8 0 は、互いに位相が 1 8 0 度ずれた交流電圧を出力する。

【 0 0 3 8 】

圧電振動子 1 1 の電極 S 1 および電極 I 1 には、電源 V S 0 からの交流電圧が抵抗 R 1 を介して入力される。圧電振動子 1 1 の電極 Z 1 には、電源 V S 1 8 0 からの交流電圧が抵抗 R 2 を介して入力される。

【 0 0 3 9 】

圧電振動子 1 2 の電極 S 2 および電極 I 2 には、電源 V S 1 8 0 からの交流電圧が抵抗 R 2 を介して入力される。圧電振動子 1 2 の電極 Z 2 には、電源 V S 0 からの交流電圧が抵抗 R 1 を介して入力される。

10

【 0 0 4 0 】

圧電振動子 1 1 および圧電振動子 1 2 の第 1 電極 1 0 0 2 には、接地電位が共通に入力される。

【 0 0 4 1 】

図 4 に示される例では、圧電振動子 1 1 の電極 S 1 および電極 I 1 の近傍の圧電体 1 0 0 3 が伸びるときには、圧電振動子 1 1 の電極 Z 1 の近傍の圧電体 1 0 0 3 が縮む。また、圧電振動子 1 1 の電極 S 1 および電極 I 1 の近傍の圧電体 1 0 0 3 が縮むときには、圧電振動子 1 1 の電極 Z 1 の近傍の圧電体 1 0 0 3 が伸びる。

【 0 0 4 2 】

図 4 に示される例では、圧電振動子 1 2 の電極 S 2 および電極 I 2 の近傍の圧電体 1 0 0 3 が伸びるときには、圧電振動子 1 2 の電極 Z 2 の近傍の圧電体 1 0 0 3 が縮む。また、圧電振動子 1 2 の電極 S 2 および電極 I 2 の近傍の圧電体 1 0 0 3 が縮むときには、圧電振動子 1 2 の電極 Z 2 の近傍の圧電体 1 0 0 3 が伸びる。

20

【 0 0 4 3 】

図 5 は、第 1 実施形態の圧電駆動装置 1 の動作の様子を模式的に示す斜視図である。図 5 においては、圧電振動子 1 1 および圧電振動子 1 2 の屈曲の大きさは誇張して描かれている。

【 0 0 4 4 】

図 5 に示される例は、圧電振動子 1 1 の電極 S 1 および電極 I 1 の近傍の圧電体 1 0 0 3 が伸びていて、圧電振動子 1 1 の電極 Z 1 の近傍の圧電体 1 0 0 3 が縮んでいる状態である。また、圧電振動子 1 2 の電極 S 2 および電極 I 2 の近傍の圧電体 1 0 0 3 が縮んでいて、圧電振動子 1 2 の電極 Z 2 の近傍の圧電体 1 0 0 3 が伸びている状態である。

30

【 0 0 4 5 】

圧電振動子 1 1 が伸縮することによって、接触部 1 1 4 は、X Y 平面内で楕円の軌跡を描く。また、圧電振動子 1 2 が伸縮することによって、接触部 1 2 4 は、X Y 平面内で楕円の軌跡を描く。この動作によって、接触部 1 1 4 または接触部 1 2 4 と接触する被駆動体を Y 方向に送り出すことができる。

【 0 0 4 6 】

本実施形態によれば、2つの同一形状の圧電振動子 1 1 および圧電振動子 1 2 は、互いに逆位相で駆動されるので、固定板 2 0 に与える応力の方向が逆方向に作用して打ち消し合う。したがって、固定板 2 0 への振動エネルギーの漏れを低減できるので、大きな出力を得られる圧電駆動装置 1 を実現できる。また、固定板 2 0 の体積および質量を小さくすることができる。

40

【 0 0 4 7 】

本実施形態において、2つの同一形状の圧電振動子 1 1 および圧電振動子 1 2 は、Y 方向に並んで配置されている。

【 0 0 4 8 】

本実施形態によれば、固定板 2 0 の同一面に2つの圧電振動子 1 1 および圧電振動子 1 2 を配置するので、製造が容易な圧電駆動装置 1 を実現できる。また、特にリニアモーターに適した圧電駆動装置 1 を実現できる。

50

## 【 0 0 4 9 】

本実施形態において、２つの同一形状の圧電振動子 １ １ の固定部 １ １ １ および圧電振動子 １ ２ の固定部 １ ２ １ は、一体として構成されている。

## 【 0 0 5 0 】

本実施形態によれば、２つの圧電振動子 １ １ および圧電振動子 １ ２ を同一の製造プロセスで製造できるので２つの圧電振動子 １ １ および圧電振動子 １ ２ の特性のばらつきを小さくできる。したがって、固定板 ２ ０ への振動エネルギーの漏れをさらに低減できるので、大きな出力を得られる圧電駆動装置 １ を実現できる。

## 【 0 0 5 １ 】

## １ - ２ . 第 ２ 実施形態

図 ６ は、第 ２ 実施形態に係る圧電駆動装置 ２ を模式的に示す斜視図である。第 １ 実施形態に係る圧電駆動装置 １ と同様の構成には同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。

## 【 0 0 5 ２ 】

第 ２ 実施形態に係る圧電駆動装置 ２ は、圧電振動子 １ １ および圧電振動子 １ ２ の固定板 ２ ０ に対する配置が圧電駆動装置 １ とは異なり、他の構成は圧電駆動装置 １ と同様である。

## 【 0 0 5 ３ 】

圧電振動子 １ １ および圧電振動子 １ ２ の積層構成は、図 ３ に示される構成と同様である。圧電振動子 １ １ の第 ２ 電極 １ ０ ０ ４ は、+ Y 方向に向かって、電極 Z １、電極 I １、電極 S １ の順に設けられている。圧電振動子 １ ２ の第 ２ 電極 １ ０ ０ ４ は、+ Y 方向に向かって、電極 Z ２、電極 I ２、電極 S ２ の順に設けられている。圧電振動子 １ １ および圧電振動子 １ ２ を駆動する駆動回路は、図 ４ に示される構成と同一である。

## 【 0 0 5 ４ 】

本実施形態において、圧電振動子 １ １ に設けられている圧電振動子は、振動板 １ １ ０ の振動体部 １ １ ２ の一方の主面上に設けられている。また、圧電振動子 １ ２ に設けられている圧電振動子は、振動板 １ ２ ０ の振動体部 １ ２ ２ の一方の主面上に設けられている。

## 【 0 0 5 ５ 】

２つの同一形状の圧電振動子 １ １ および圧電振動子 １ ２ は、固定板 ２ ０ の + Z 方向側の面と - Z 方向側の面に、互いの圧電素子が形成されていない面どうし、または、圧電素子が形成されている面どうしが向かい合うように、配置されている。

## 【 0 0 5 ６ 】

図 ７ は、第 ２ 実施形態の圧電駆動装置 ２ の動作の様子を模式的に示す斜視図である。図 ７ においては、圧電振動子 １ １ および圧電振動子 １ ２ の屈曲の大きさは誇張して描かれている。

## 【 0 0 5 ７ 】

図 ７ に示される例は、圧電振動子 １ １ の電極 S １ および電極 I １ の近傍の圧電体 １ ０ ０ ３ が伸びていて、圧電振動子 １ １ の電極 Z １ の近傍の圧電体 １ ０ ０ ３ が縮んでいる状態である。また、圧電振動子 １ ２ の電極 S ２ および電極 I ２ の近傍の圧電体 １ ０ ０ ３ が縮んでいて、圧電振動子 １ ２ の電極 Z ２ の近傍の圧電体 １ ０ ０ ３ が伸びている状態である。

## 【 0 0 5 ８ 】

圧電振動子 １ １ が伸縮することによって、接触部 １ １ ４ は、X Y 平面内で楕円の軌跡を描く。また、圧電振動子 １ ２ が伸縮することによって、接触部 １ ２ ４ は、X Y 平面内で楕円の軌跡を描く。この動作によって、接触部 １ １ ４ または接触部 １ ２ ４ と接触する被駆動体を Y 方向に送り出すことができる。

## 【 0 0 5 ９ 】

本実施形態においても、２つの同一形状の圧電振動子 １ １ および圧電振動子 １ ２ は、互いに逆位相で駆動されるので、固定板 ２ ０ に与える応力の方向が逆方向に作用して打ち消し合う。したがって、固定板 ２ ０ への振動エネルギーの漏れを低減できるので、大きな出力を得られる圧電駆動装置 １ を実現できる。また、固定板 ２ ０ の体積および質量を小さくすることができる。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 6 0 】

また、本実施形態によれば、被駆動体として Y 方向を回転軸とするローターを用いる場合に、ローターの半径によらずに接触部 1 1 4 または接触部 1 2 4 を接触させることができる。また、複数の圧電駆動装置 2 を Y 方向に並べて用いることも可能となる。したがって、大きな出力を得られる圧電駆動装置 2 を実現できる。

## 【 0 0 6 1 】

## 1 - 3 . シミュレーション例

有限要素法によるシミュレーション結果を表 1 に示す。固定板の材質はステンレス鋼、固定板の大きさは X 方向 5 mm、Y 方向 5 mm、Z 方向 1 mm とした。また、圧電振動子の材質はシリコン、圧電振動子の大きさは X 方向 2 . 5 mm、Y 方向 1 mm、Z 方向 0 . 2 mm とした。

## 【 0 0 6 2 】

表 1 において、先端変位比率および出力は、圧電振動子が 1 個の場合を 1 0 0 % とした場合の相対値を示した。圧電振動子の「2 個同一面」は、図 1 に示される構成であり、「2 個両面」は、図 6 に示される構成である。位相の「同位相」は、図 4 に示される駆動回路の V S 0 と V S 1 8 0 との位相差が 0 度である場合であり、「逆位相」は位相差が 1 8 0 度である場合である。

## 【 0 0 6 3 】

【表 1】

圧電振動子	位相	先端変位比率[%]			出力[%]
		X方向	Y方向	X方向×Y方向	
1個	-	100	100	100	100
2個同一面	同位相	90	98	89	178
	逆位相	107	98	105	210
2個両面	同位相	96	98	94	188
	逆位相	101	102	103	206

## 【 0 0 6 4 】

表 1 に示されるように、同位相である場合には、圧電振動子を 2 個用いても、出力が 2 0 0 % を下回るのに対し、逆位相である場合には、出力が 2 0 0 % を上回っている。したがって、2 つの圧電振動子を逆位相で駆動することによって、大きな出力を得られる圧電駆動装置を実現できることが確認できた。

## 【 0 0 6 5 】

## 2 . モーター

図 8 は、本実施形態に係るモーター 5 0 を模式的に示す平面図である。

## 【 0 0 6 6 】

本実施形態に係るモーター 5 0 は、上述の圧電駆動装置 1 と、被駆動体 5 0 0 と、を備えている。図 8 に示される例では、モーター 5 0 は、被駆動体 5 0 0 を直線運動させるリニアモーターである。被駆動体 5 0 0 は、圧電駆動装置 1 の動作中に、接触部 1 1 4 および接触部 1 2 4 の少なくとも一方に接触するように設けられている。圧電駆動装置 1 は、圧電振動子 1 1 および圧電振動子 1 2 の伸縮によって、被駆動体 5 0 0 を Y 方向に移動させることができる。

## 【 0 0 6 7 】

本実施形態によれば、大きな出力を得られる圧電駆動装置 1 を用いているので、大きな出力を得られるモーター 5 0 を実現できる。

## 【 0 0 6 8 】

圧電駆動装置 1 に代えて圧電駆動装置 2 を用いても、同様の効果を奏する。また、被駆動体 5 0 0 は、回転運動するローターとして構成されていてもよい。

## 【 0 0 6 9 】

## 3 . ロボット

10

20

30

40

50

図 9 は、上述の圧電駆動装置 1 を利用したロボット 2050 の一例を示す説明図である。ロボット 2050 は、複数のリンク部 2012 (「リンク部材」とも呼ぶ) と、それらリンク部 2012 の間を回動または屈曲可能な状態で接続する複数の関節部 2020 とを備えたアーム 2010 (「腕部」とも呼ぶ) を有している。それぞれの関節部 2020 には、上述した圧電駆動装置 1 が内蔵されており、圧電駆動装置 1 は、関節部 2020 を被駆動体として駆動する。本実施形態においては、圧電駆動装置 1 を用いて関節部 2020 を任意の角度だけ回動または屈曲させることが可能である。アーム 2010 の先端には、ロボットハンド 2000 が接続されている。ロボットハンド 2000 は、一对の把持部 2003 を備えている。ロボットハンド 2000 にも圧電駆動装置 1 が内蔵されており、圧電駆動装置 1 を用いて把持部 2003 を開閉して物を把持することが可能である。また、ロボットハンド 2000 とアーム 2010 との間にも圧電駆動装置 1 が設けられており、圧電駆動装置 1 を用いてロボットハンド 2000 をアーム 2010 に対して回転させることも可能である。

10

#### 【0070】

図 10 は、図 9 に示したロボット 2050 の手首部分の説明図である。手首の関節部 2020 は、手首回動部 2022 を挟持しており、手首回動部 2022 に手首のリンク部 2012 が、手首回動部 2022 の中心軸 O 周りに回動可能に取り付けられている。手首回動部 2022 は、圧電駆動装置 1 を備えており、圧電駆動装置 1 は、手首のリンク部 2012 およびロボットハンド 2000 を中心軸 O 周りに回動させる。ロボットハンド 2000 には、複数の把持部 2003 が立設されている。把持部 2003 の基端部はロボットハンド 2000 内で移動可能となっており、この把持部 2003 の根元の部分に圧電駆動装置 1 が搭載されている。このため、圧電駆動装置 1 を動作させることで、把持部 2003 を移動させて対象物を把持することができる。

20

#### 【0071】

なお、ロボットとしては、単腕のロボットに限らず、腕の数が 2 以上の多腕ロボットにも圧電駆動装置 1 を適用可能である。ここで、手首の関節部 2020 やロボットハンド 2000 の内部には、圧電駆動装置 1 の他に、力覚センサーやジャイロセンサー等の各種装置に電力を供給する電力線や、信号を伝達する信号線等が含まれ、非常に多くの配線が必要になる。したがって、関節部 2020 やロボットハンド 2000 の内部に配線を配置することは非常に困難だった。しかしながら、上述した実施形態の圧電駆動装置 1 は、通常の電動モーターや、従来の圧電駆動装置よりも大きな出力を得られて、装置の大きさも小さくできるので、関節部 2020 (特に、アーム 2010 の先端の関節部) やロボットハンド 2000 のような小さな空間でも配線を配置することが可能になる。

30

#### 【0072】

図 11 は、上述の圧電駆動装置 1 を利用した送液ポンプ 2200 の一例を示す説明図である。送液ポンプ 2200 は、ケース 2230 内に、リザーバー 2211 と、チューブ 2212 と、圧電駆動装置 1 と、ローター 2222 と、減速伝達機構 2223 と、カム 2202 と、複数のフィンガー 2213、2214、2215、2216、2217、2218、2219 と、が設けられている。リザーバー 2211 は、輸送対象である液体を収容するための収容部である。チューブ 2212 は、リザーバー 2211 から送り出される液体を輸送するための管である。圧電駆動装置 1 は、ローター 2222 の側面に押し付けた状態で設けられており、圧電駆動装置 1 がローター 2222 を回転駆動する。ローター 2222 の回転力は減速伝達機構 2223 を介してカム 2202 に伝達される。フィンガー 2213 から 2219 はチューブ 2212 を閉塞させるための部材である。カム 2202 が回転すると、カム 2202 の突起部 2202A によってフィンガー 2213 から 2219 が順番に放射方向外側に押される。フィンガー 2213 から 2219 は、輸送方向上流側 (リザーバー 2211 側) から順にチューブ 2212 を閉塞する。これにより、チューブ 2212 内の液体が順に下流側に輸送される。こうすれば、ごく僅かな量を精度良く送液可能で、しかも小型な送液ポンプ 2200 を実現することができる。なお、各部材の配置は図示されたものには限られない。また、フィンガーなどの部材を備えず、ローター 2

40

50

２２２に設けられたボールなどがチューブ２２１２を閉塞する構成であってもよい。上述のような送液ポンプ２２００は、インシュリンなどの薬液を人体に投与する投薬装置などに活用できる。ここで、上述した実施形態の圧電駆動装置１を用いることにより、従来の圧電駆動装置よりも大きな出力を得られて、装置の大きさも小さくできるので、投薬装置を小型化できる。

【００７３】

本発明は本実施形態に限定されず、本発明の要旨の範囲内で種々の変形実施が可能である。

【００７４】

上述した実施形態および変形例は一例であって、これらに限定されるわけではない。例えば、各実施形態および各変形例を適宜組み合わせることも可能である。

【００７５】

本発明は、実施形態で説明した構成と実質的に同一の構成（例えば、機能、方法および結果が同一の構成、あるいは目的および効果が同一の構成）を含む。また、本発明は、実施形態で説明した構成の本質的でない部分を置き換えた構成を含む。また、本発明は、実施形態で説明した構成と同一の作用効果を奏する構成または同一の目的を達成することができる構成を含む。また、本発明は、実施形態で説明した構成に公知技術を付加した構成を含む。

【符号の説明】

【００７６】

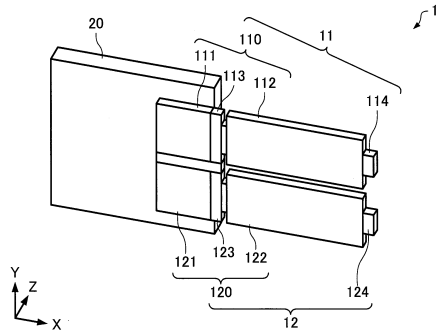
１，２…圧電駆動装置、１１，１２…圧電振動子、２０…固定板、５０…モーター、１１０…振動板、１１１…固定部、１１２…振動体部、１１３…接続部、１１４…接触部、１２０…振動板、１２１…固定部、１２２…振動体部、１２３…接続部、１２４…接触部、５００…被駆動体、１００１…基板、１００２…第１電極、１００３…圧電体、１００４…第２電極、２０００…ロボットハンド、２００３…把持部、２０１０…アーム、２０１２…リンク部、２０２０…関節部、２０２２…手首回動部、２０５０…ロボット、２２００…送液ポンプ、２２０２…カム、２２０２Ａ…突起部、２２１１…リザーバー、２２１２…チューブ、２２１３…フィンガー、２２２２…ローター、２２２３…減速伝達機構、２２３０…ケース、Ｉ１，Ｉ２，Ｓ１，Ｓ２，Ｚ１，Ｚ２…電極、Ｒ１，Ｒ２…抵抗、ＶＳ０，ＶＳ１８０…電源

10

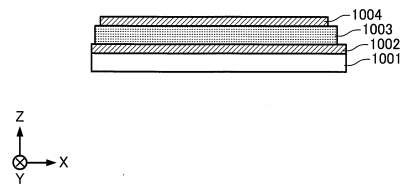
20

30

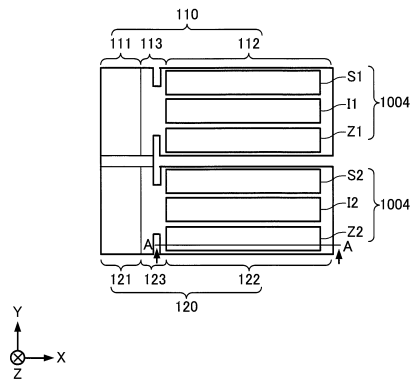
【図 1】



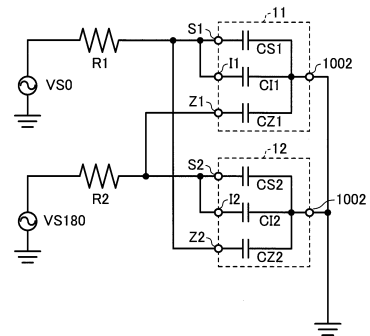
【図 3】



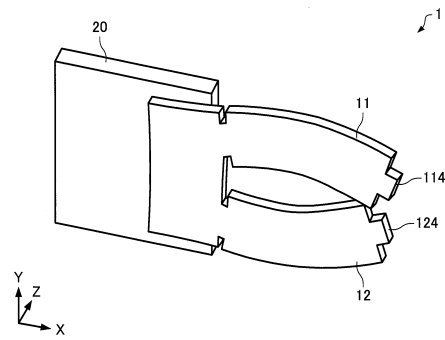
【図 2】



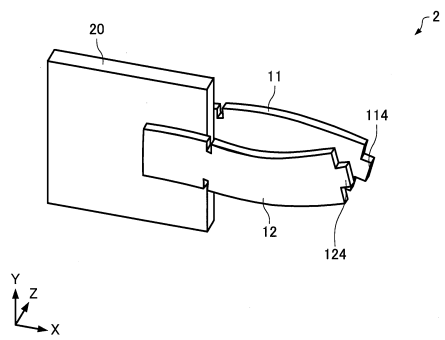
【図 4】



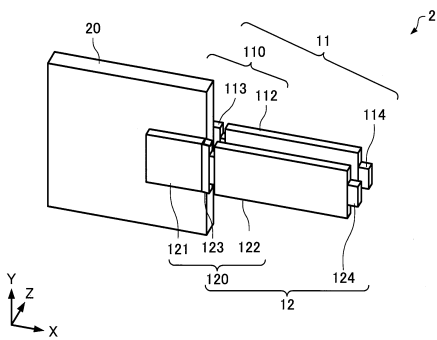
【図 5】



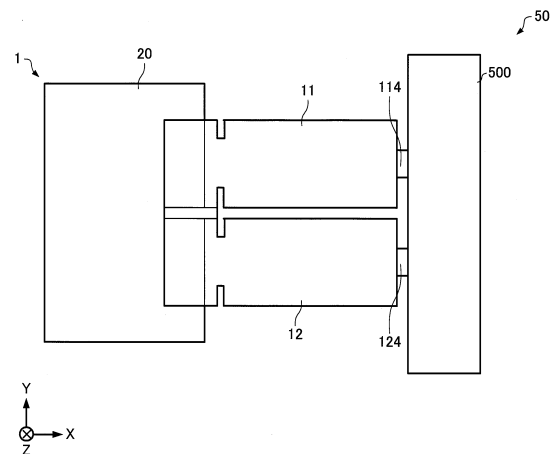
【図 7】



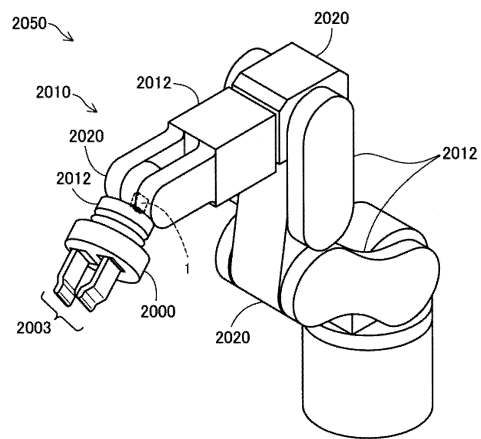
【図 6】



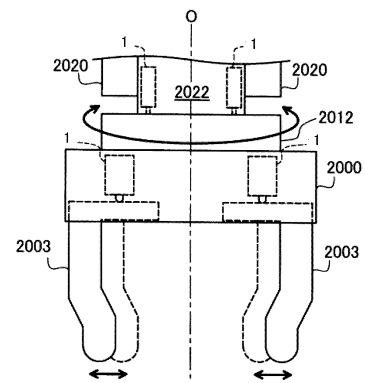
【図 8】



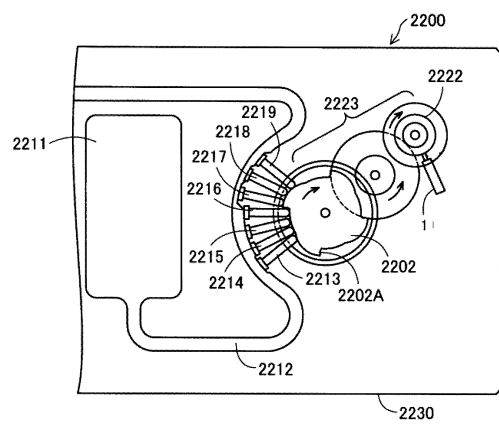
【図 9】



【図 10】



【図 11】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特表2009-540789(JP,A)  
特開平09-105676(JP,A)  
欧州特許出願公開第02824824(EP,A1)  
特開2013-240172(JP,A)  
米国特許出願公開第2014/0001922(US,A1)  
特開平09-135585(JP,A)  
特開昭60-148384(JP,A)  
特開2011-188739(JP,A)  
国際公開第2012/087193(WO,A1)  
特開昭47-003292(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H02N 2/04