

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-74723

(P2018-74723A)

(43) 公開日 平成30年5月10日(2018.5.10)

(51) Int.Cl.  
H02N 2/12 (2006.01)F1  
H02N 2/12テーマコード (参考)  
5H681

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2016-211052 (P2016-211052)  
(22) 出願日 平成28年10月27日(2016.10.27)(71) 出願人 000002369  
セイコーエプソン株式会社  
東京都新宿区新宿四丁目1番6号  
(74) 代理人 100091292  
弁理士 増田 達哉  
(74) 代理人 100091627  
弁理士 朝比 一夫  
(72) 発明者 梶野 喜一  
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  
Fターム(参考) 5H681 AA07 BB02 BB12 BB17 BB20  
BC04 BC08 CC02 DD23 DD37  
DD64 EE23 FF23 FF36

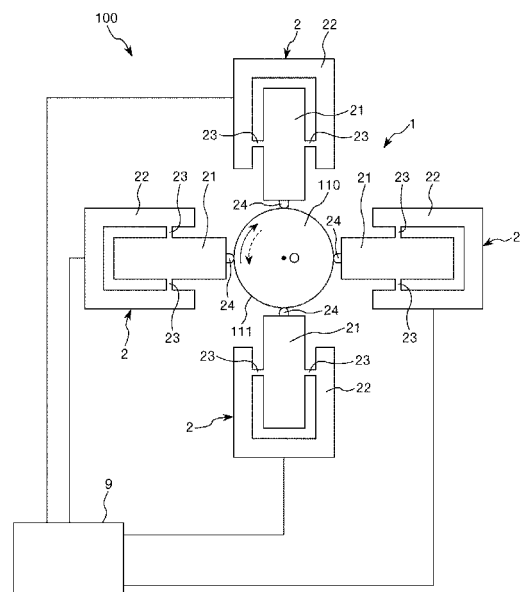
(54) 【発明の名称】 駆動装置、圧電モーター、ロボット、電子部品搬送装置およびプリンター

## (57) 【要約】

【課題】優れた駆動特性を有する駆動装置、圧電モーター、ロボット、電子部品搬送装置およびプリンターを提供する。

【解決手段】駆動装置は、振動を被駆動部に伝達する伝達部を有している複数の振動体と、少なくとも2つの前記振動体の、前記伝達部の振動軌跡をそれぞれ独立して変化させる制御部と、を有する。また、前記被駆動部と前記振動体とが並ぶ方向を第1方向とし、前記第1方向に直交する方向を第2方向としたとき、少なくとも2つの前記振動体は、それぞれ、前記伝達部の、前記第1方向および前記第2方向の少なくとも一方の振幅が異なる複数の振動モードを有し、前記制御部は、少なくとも2つの前記振動体を、それぞれ、前記複数の振動モードのうちのいずれかの振動モードで駆動させる。

【選択図】図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

振動を被駆動部に伝達する伝達部を有している複数の振動体と、  
少なくとも 2 つの前記振動体の、前記伝達部の振動軌跡をそれぞれ独立して変化させる制御部と、を有することを特徴とする駆動装置。

**【請求項 2】**

前記 2 つの振動体の前記伝達部の振動軌跡が、それぞれ異なる請求項 1 に記載の駆動装置。

**【請求項 3】**

前記被駆動部と前記振動体とが並ぶ方向を第 1 方向とし、前記第 1 方向に直交する方向を第 2 方向としたとき、

前記 2 つの振動体は、前記第 1 方向および前記第 2 方向の少なくとも一方の振幅が異なる複数の振動モードを有し、

前記制御部は、前記 2 つの振動体を、前記複数の振動モードのうちのいずれかの振動モードで駆動させる請求項 1 または 2 に記載の駆動装置。

**【請求項 4】**

前記複数の振動モードには、前記伝達部において前記第 1 方向と前記第 2 方向に振幅を有する第 1 振動モードと、前記伝達部において前記第 1 振動モードよりも前記第 2 方向の振幅が小さい第 2 振動モードと、が含まれている請求項 3 に記載の駆動装置。

**【請求項 5】**

前記複数の振動モードには、前記伝達部において前記第 1 方向と前記第 2 方向に振幅を有する第 1 振動モードと、前記伝達部において前記第 1 振動モードよりも前記第 1 方向の振幅が小さい第 3 振動モードと、が含まれている請求項 3 に記載の駆動装置。

**【請求項 6】**

前記制御部は、前記被駆動部の駆動速度に応じて、前記伝達部が前記第 1 振動モードで振動する前記振動体の数を変化させる請求項 4 または 5 に記載の駆動装置。

**【請求項 7】**

前記制御部は、前記被駆動部の駆動速度が大きくなった場合に、前記伝達部が前記第 1 振動モードで振動する前記振動体の数を増加させる請求項 6 に記載の駆動装置。

**【請求項 8】**

前記振動体は、圧電体を有している請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の駆動装置。

**【請求項 9】**

前記振動体は、積層されている複数の前記圧電体を有している請求項 8 に記載の駆動装置。

**【請求項 10】**

請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 項に記載の駆動装置を備えていることを特徴とする圧電モーター。

**【請求項 11】**

請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 項に記載の駆動装置を備えていることを特徴とするロボット。

**【請求項 12】**

請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 項に記載の駆動装置を備えていることを特徴とする電子部品搬送装置。

**【請求項 13】**

請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 項に記載の駆動装置を備えていることを特徴とするプリンター。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、駆動装置、圧電モーター、ロボット、電子部品搬送装置およびプリンターに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、被駆動体を変位駆動させる駆動装置として、被駆動体を変位する方向に並んで配置されると共に、被駆動体を変位する方向と平行な方向に振動する複数の駆動素子と、駆動素子の振動を被駆動体に伝達する接触子と、を有し、駆動素子の振動を接触子によって被駆動体に伝達することで、被駆動体を変位させる構成が知られている（例えば、特許文献1）。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2014-75955号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1の駆動装置では、接触子の振動軌跡を変化させることができないため、例えば、被駆動体の回転速度を高精度に制御することができず、優れた駆動特性を発揮することが困難である。

【0005】

20

本発明の目的は、優れた駆動特性を有する駆動装置、圧電モーター、ロボット、電子部品搬送装置およびプリンターを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的は、下記の本発明により達成される。

【0007】

本発明の駆動装置は、振動を被駆動部に伝達する伝達部を有している複数の振動体と、少なくとも2つの前記振動体の、前記伝達部の振動軌跡をそれぞれ独立して変化させる制御部と、を有することを特徴とする。

このような構成の駆動装置によれば、複数の振動体の伝達部の振動軌跡をそれぞれ独立して制御（例えば、全ての振動体の伝達部の振動軌跡を同じにしたり、ある振動体の伝達部の振動軌跡を他の振動体の伝達部の振動軌跡と異ならせたり）することで、被駆動部の駆動を高精度に制御することができ、被駆動部を所望の条件で安定して駆動させることができる。したがって、優れた駆動特性を有する駆動装置となる。

30

【0008】

本発明の駆動装置では、前記2つの振動体の前記伝達部の振動軌跡が、それぞれ異なることが好ましい。

これにより、被駆動部の駆動をより高精度に制御することができる。

【0009】

本発明の駆動装置では、前記被駆動部と前記振動体とが並ぶ方向を第1方向とし、前記第1方向に直交する方向を第2方向としたとき、

40

前記2つの振動体は、前記第1方向および前記第2方向の少なくとも一方の振幅が異なる複数の振動モードを有し、

前記制御部は、前記2つの振動体を、前記複数の振動モードのうちのいずれかの振動モードで駆動させることが好ましい。

このように、振動体が複数の振動モードを有していれば、複数の振動モードの中から1つの振動モードを選択することで、簡単に、伝達部の振動軌跡を変化させることができる。そのため、制御部での制御が簡単となる。

【0010】

本発明の駆動装置では、前記複数の振動モードには、前記伝達部において前記第1方向

50

と前記第 2 方向に振幅を有する第 1 振動モードと、前記伝達部において前記第 1 振動モードよりも前記第 2 方向の振幅が小さい第 2 振動モードと、が含まれていることが好ましい。

これにより、被駆動部をより確実に、かつスムーズに回転させることができる。さらには、振動体の構成が簡単となる。

【0011】

本発明の駆動装置では、前記複数の振動モードには、前記伝達部において前記第 1 方向と前記第 2 方向に振幅を有する第 1 振動モードと、前記伝達部において前記第 1 振動モードよりも前記第 1 方向の振幅が小さい第 3 振動モードと、が含まれていることが好ましい。

10

これにより、被駆動部をより確実に、かつスムーズに回転させることができる。さらには、振動体の構成が簡単となる。

【0012】

本発明の駆動装置では、前記制御部は、前記被駆動部の駆動速度に応じて、前記伝達部が前記第 1 振動モードで振動する前記振動体の数を変化させることが好ましい。

これにより、被駆動部の駆動をより高精度に制御することができ、より優れた駆動特性を発揮することができる。

【0013】

本発明の駆動装置では、前記制御部は、前記被駆動部の駆動速度が大きくなった場合に、前記伝達部が前記第 1 振動モードで振動する前記振動体の数を増加させることが好ましい。

20

これにより、被駆動部の駆動をより高精度に制御することができ、より優れた駆動特性を発揮することができる。

【0014】

本発明の駆動装置では、前記振動体は、圧電体を有していることが好ましい。

これにより、簡単な構成で振動体を振動させることができる。また、振動体の小型化を図ることもできる。

【0015】

本発明の駆動装置では、前記振動体は、積層されている複数の前記圧電体を有していることが好ましい。

30

これにより、振動体の駆動力がより大きくなる。

【0016】

本発明の圧電モーターは、本発明の駆動装置を備えていることを特徴とする。

これにより、本発明の駆動装置の効果を享受でき、優れた駆動特性を有する圧電モーターが得られる。

【0017】

本発明のロボットは、本発明の駆動装置を備えていることを特徴とする。

これにより、本発明の駆動装置の効果を享受でき、高い信頼性を有するロボットが得られる。

【0018】

40

本発明の電子部品搬送装置は、本発明の駆動装置を備えていることを特徴とする。

これにより、本発明の駆動装置の効果を享受でき、高い信頼性を有する電子部品搬送装置が得られる。

【0019】

本発明のプリンターは、本発明の駆動装置を備えていることを特徴とする。

これにより、本発明の駆動装置の効果を享受でき、高い信頼性を有するプリンターが得られる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図 1】本発明の第 1 実施形態に係る圧電モーターの全体構成を示す平面図である。

50

【図 2】図 1 に示す圧電モーターの変形例を示す側面図である。  
【図 3】図 1 に示す圧電モーターが有する振動体を示す平面図である。  
【図 4】図 3 に示す振動体の斜視図である。  
【図 5】図 3 中の A - A 線断面図である。  
【図 6】図 3 中の B - B 線断面図である。  
【図 7】第 1 振動モードを示す平面図である。  
【図 8】第 2 振動モードを示す平面図である。  
【図 9】圧電モーターの制御方法（駆動方法）を示す表である。  
【図 10】本発明の第 2 実施形態に係る圧電モーターが有する振動子の第 3 振動モードを示す平面図である。  
【図 11】圧電モーターの制御方法（駆動方法）を示す表である。  
【図 12】本発明の第 3 実施形態に係る圧電モーターの制御方法（駆動方法）を示す表である。  
【図 13】本発明の第 4 実施形態に係る圧電モーターが有する振動体の斜視図である。  
【図 14】本発明の第 5 実施形態に係るロボットを示す斜視図である。  
【図 15】本発明の第 6 実施形態に係る電子部品搬送装置を示す斜視図である。  
【図 16】図 15 に示す電子部品搬送装置が有する電子部品保持部を示す斜視図である。  
【図 17】本発明の第 7 実施形態に係るプリンターの全体構成を示す概略図である。  
【発明を実施するための形態】

10

20

以下、本発明の駆動装置、圧電モーター、ロボット、電子部品搬送装置およびプリンターを添付図面に示す好適な実施形態に基づいて詳細に説明する。

#### 【0022】

##### < 第 1 実施形態 >

まず、本発明の第 1 実施形態に係る圧電モーターについて説明する。

#### 【0023】

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る圧電モーターの全体構成を示す平面図である。図 2 は、図 1 に示す圧電モーターの変形例を示す側面図である。図 3 は、図 1 に示す圧電モーターが有する振動体を示す平面図である。図 4 は、図 3 に示す振動体の斜視図である。図 5 は、図 3 中の A - A 線断面図である。図 6 は、図 3 中の B - B 線断面図である。図 7 は、第 1 振動モードを示す平面図である。図 8 は、第 2 振動モードを示す平面図である。図 9 は、圧電モーターの制御方法（駆動方法）を示す表である。なお、以下では、説明の便宜上、図 1 中の紙面手前側を「上」とも言い、図 1 中の紙面奥側を「下」とも言う。また、駆動装置のローター側を「先端側」とも言い、ローターと反対側を「基端側」とも言う。

30

#### 【0024】

図 1 に示す圧電モーター 100（超音波モーター）は、回動軸 O まわりに回転可能な被駆動部（従動部）としてのローター 110 と、ローター 110 を回転させる駆動装置 1 と、を有している。このような圧電モーター 100 では、駆動装置 1 を駆動（振動）させることで、ローター 110 を回動軸 O まわりに回転させることができる。なお、圧電モーター 100 の構成としては図 1 の構成に限定されない。例えば、本実施形態では、被駆動部として回転移動するローター 110 を用いているが、被駆動部は、ローター 110 に限定されない。例えば、被駆動部として直線移動するものを用いてもよい。

40

#### 【0025】

以下、駆動装置 1 について詳細に説明する。図 1 に示すように、駆動装置 1 は、振動をローター 110 に伝達する伝達部 24 を有している複数の振動体 2 と、少なくとも 2 つの振動体 2 の、伝達部 24 の振動軌跡をそれぞれ独立して変化させる制御部 9 と、を有している。そして、これら複数の振動体 2 をそれぞれ駆動（振動）させることで、ローター 110 を回動軸 O まわりに回転させることができる。このような構成の駆動装置 1 によれば、複数の振動体 2 の伝達部 24 の振動軌跡をそれぞれ独立して制御（例えば、全ての振動

50

体 2 の伝達部 2 4 の振動軌跡を同じにしたり、ある振動体 2 の伝達部 2 4 の振動軌跡を他の振動体 2 の伝達部 2 4 の振動軌跡と異ならせたり) することができ、そのため、ローター 1 1 0 の回転 (速度、制動力、トルク等) を高精度に制御することができ、ローター 1 1 0 を所望の条件 (速度等) でかつより安定して駆動させることができる。したがって、優れた駆動特性を有する駆動装置 1 となる。以下、このような駆動装置 1 について、詳細に説明する。

#### 【0026】

図 1 に示すように、駆動装置 1 は、複数 (4 つ) の振動体 2 と、各振動体 2 の駆動を制御する制御部 9 と、を有している。また、複数の振動体 2 は、それぞれ、ローター 1 1 0 の外周面 1 1 1 に当接して配置されている。また、複数の振動体 2 は、ローター 1 1 0 の回転方向 (ローター 1 1 0 の移動方向: ローター 1 1 0 の周方向) に並んで互いに離間して配置されている。なお、本実施形態では、複数の振動体 2 がローター 1 1 0 の周りに等角度間隔で配置されているが、このような配置に限定されない。

10

#### 【0027】

なお、本実施形態の駆動装置 1 は、4 つの振動体 2 を有しているが、振動体 2 の数としては、複数 (2 つ以上) であれば、特に限定されず、2 つ、3 つであってもよいし、5 つ以上であってもよい。ただし、振動体 2 の数としては、5 つ以上、200 以下であることが好ましい。これにより、圧電モーター 100 の過度な大型化を防止しつつ、十分な駆動力を発揮することのできる駆動装置 1 となる。また、本実施形態の駆動装置 1 では、複数の振動体 2 が、ローター 1 1 0 の回転方向に並んで配置されているが、例えば、図 2 に示すように、ローター 1 1 0 の回転軸 O に沿った方向に並んで配置されていてもよい。

20

#### 【0028】

次に、振動体 2 の構成について説明する。なお、複数の振動体 2 は、互いに同様の構成である。図 3 に示すように、振動体 2 は、振動部 2 1 と、振動部 2 1 を支持する支持部 2 2 と、振動部 2 1 および支持部 2 2 を接続する一対の接続部 2 3 と、振動部 2 1 に設けられた伝達部 2 4 と、を有している。振動部 2 1 は、振動体 2 の厚さ方向から見た平面視で、略長形状 (長手形状) をなし、その先端部に伝達部 2 4 が設けられている。また、支持部 2 2 は、振動部 2 1 の基端側を囲む U 字形状となっている。

#### 【0029】

そして、振動体 2 は、支持部 2 2 においてステージ等の図示しない固定部材に固定され、振動部 2 1 が振動することで伝達部 2 4 が振動し、伝達部 2 4 の振動がローター 1 1 0 に伝達されるようになっている。なお、振動体 2 は、図示しない付勢部材によってローター 1 1 0 に押し付けられるように付勢されており、伝達部 2 4 が十分な摩擦力を持ってローター 1 1 0 と接触している。そのため、スリップが抑制され、伝達部 2 4 の振動を効率的にローター 1 1 0 へ伝達することができる。

30

#### 【0030】

図 4 に示すように、このような振動体 2 は、第 1 基板 3 と、第 2 基板 4 と、第 1 基板 3 および第 2 基板 4 の間に位置している圧電素子 5 および基板間部 6 と、を有している。また、図 5 および図 6 に示すように、第 1 基板 3 は、振動板 3 1 と、振動板 3 1 を支持する支持板 3 2 と、振動板 3 1 および支持板 3 2 を接続する一対の接続部 3 3 と、を有し、同様に、第 2 基板 4 は、振動板 4 1 と、振動板 4 1 を支持する支持板 4 2 と、振動板 4 1 および支持板 4 2 を接続する一対の接続部 4 3 と、を有している。第 1 基板 3 および第 2 基板 4 は、実質的に同じ形状および大きさを有しており、圧電素子 5 を挟んで振動板 3 1、4 1 が配置され、基板間部 6 を挟んで支持板 3 2、4 2 が配置されている。そして、振動板 3 1、圧電素子 5 および振動板 4 1 の積層体で振動部 2 1 が構成され、支持板 3 2、基板間部 6 および支持板 4 2 の積層体で支持部 2 2 が構成され、接続部 3 3、4 3 で接続部 2 3 が構成されている。第 1 基板 3 および第 2 基板 4 としては、特に限定されないが、例えば、シリコン基板を用いることができる。

40

#### 【0031】

図 3 に示すように、圧電素子 5 は、4 つの圧電素子 5 a、5 b、5 c、5 d を含んでい

50

る。圧電素子 5 a、5 b は、振動部 2 1 の幅方向の一方側に位置し、振動部 2 1 の長手方向に沿って配置されている。一方、圧電素子 5 c、5 d は、振動部 2 1 の幅方向の他方側に位置し、振動部 2 1 の長手方向に沿って配置されている。

【0032】

また、図 5 および図 6 に示すように、4 つの圧電素子 5 a、5 b、5 c、5 d は、それぞれ、圧電体 5 2 と、圧電体 5 2 の上面（振動板 3 1 側の主面）に設けられた第 1 電極 5 1 と、圧電体 5 2 の下面（振動板 4 1 側の主面）に設けられた第 2 電極 5 3 と、を有している。

【0033】

第 1 電極 5 1 は、圧電素子 5 a、5 b、5 c、5 d に共通して設けられた共通電極である。一方、第 2 電極 5 3 は、圧電素子 5 a、5 b、5 c、5 d ごとに個別に設けられた個別電極である。また、圧電体 5 2 は、圧電素子 5 a、5 b、5 c、5 d に共通して一体的に設けられている。なお、圧電体 5 2 は、圧電素子 5 a、5 b、5 c、5 d ごとに個別に設けられていてもよい。

【0034】

圧電体 5 2 は、振動部 2 1 の厚さ方向に沿った方向の電界が印加されることで振動部 2 1 の長手方向に沿った方向に伸縮する。このような圧電体 5 2 の構成材料としては、例えば、チタン酸ジルコ酸鉛（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（BST）、タンタル酸ストロンチウムビスマス（SBT）、メタニオブ酸鉛、スカンジウムニオブ酸鉛等の圧電セラミックスを用いることができる。圧電セラミックスで構成された圧電体 5 2 は、例えば、バルク材料から形成してもよいし、ゾル-ゲル法やスパッタリング法を用いて形成してもよい。なお、圧電体 5 2 の構成材料としては、上述した圧電セラミックスの他にも、ポリフッ化ビニリデン、水晶等を用いてもよい。

【0035】

第 1 電極 5 1 および第 2 電極 5 3 の構成材料としては、導電性を有していれば、特に限定されず、例えば、アルミニウム（Al）、ニッケル（Ni）、金（Au）、白金（Pt）、イリジウム（Ir）、銅（Cu）、チタン（Ti）、タングステン（W）等の金属材料、またはこれらのうちの少なくとも 1 種を含む合金（例えば、チタン（Ti）/タングステン（W）系合金、銅（Cu）/アルミニウム（Al）系合金等）、金属間化合物が挙げられ、これらのうちの 1 種または 2 種以上を組み合わせ（例えば 2 層以上の積層体として）用いることができる。また、第 1 電極 5 1 および第 2 電極 5 3 は、それぞれ、蒸着、スパッタリング等により形成することができる。

【0036】

図示しない電源部より供給される駆動電圧を第 1 電極 5 1 と第 2 電極 5 3 との間に印加すると、駆動電圧のパターンに応じて各圧電素子 5 a、5 b、5 c、5 d が振動し、振動部 2 1 全体が振動する。

【0037】

また、図 4 および図 6 に示すように、基板間部 6 は、支持板 3 2 と支持板 4 2 との間に位置している。このような基板間部 6 は、絶縁性を有し、また、圧電素子 5 の厚さとほぼ等しい。基板間部 6 としては、特に限定されず、例えば、ジルコニア、アルミナ、チタニア等の各種セラミックス、シリコン、各種樹脂材料等を用いることができる。

【0038】

以上、振動体 2 について説明した。このような振動体 2 は、前述したように、通電により振動する圧電体 5 2（圧電素子 5）を有している。そのため、簡単な構成で振動体 2（振動部 2 1）を振動させることができる。また、振動体 2 の小型化を図ることもできる。

【0039】

このような複数の振動体 2 のうち、少なくとも 2 つの振動体 2 は、それぞれ、伝達部 2 4 の振動軌跡が異なる複数の振動モードを有している。具体的には、ローター 1 1 0 と振

10

20

30

40

50

動体 2 とが並ぶ方向を第 1 方向 x ( 振動部 2 1 の長手方向 : 図 3 中の縦方向 ) とし、第 1 方向 x に直交する方向を第 2 方向 y ( 振動部 2 1 の幅方向 : 図 3 中の横方向 ) としたとき、少なくとも 2 つの振動体 2 は、それぞれ、第 1 方向 x および第 2 方向 y の少なくとも一方の振幅が異なる複数の振動モードを有している。そして、制御部 9 は、少なくとも 2 つの振動体 2 を、それぞれ、複数の振動モードのうちのいずれかの振動モードで駆動させる。このように、振動体 2 が伝達部 2 4 の振動軌跡が異なる複数の振動モードを有していれば、複数の振動モードの中から 1 つの振動モードを選択することで、伝達部 2 4 の振動軌跡を変化させることができる。そのため、制御部 9 での制御が簡単となる。

#### 【 0 0 4 0 】

なお、上述したように、複数の振動体 2 のうち、少なくとも 2 つの振動体 2 が、伝達部 2 4 の振動軌跡が異なる複数の振動モードを有していればよいが、本実施形態では、全ての振動体 2 が、伝達部 2 4 の振動軌跡が異なる複数の振動モードを有している。これにより、ローター 1 1 0 の回転 ( 速度、制動力、トルク等 ) をより高精度に制御することができ、より優れた駆動特性を有する駆動装置 1 となる。

#### 【 0 0 4 1 】

次に、各振動体 2 が有する複数の振動モードについて説明する。複数の振動モードとしては、伝達部 2 4 の振動軌跡が異なっていれば、特に限定されない。本実施形態では、複数の振動モードには、伝達部 2 4 において第 1 方向 x と第 2 方向 y とに振幅を有する第 1 振動モードと、伝達部 2 4 において第 1 振動モードよりも第 2 方向 y の振幅が小さい第 2 振動モードと、が含まれている。

#### 【 0 0 4 2 】

第 1 振動モードは、例えば、図 7 に示すように、伝達部 2 4 の先端が楕円運動する振動モードである。振動体 2 を第 1 振動モードで駆動させるためには、例えば、圧電素子 5 b、5 c に交番電圧 ( 駆動電圧 ) を印加し、圧電素子 5 b、5 c を同じタイミングで伸縮させればよい。すると、振動部 2 1 がその面内方向で S 字形状に屈曲変形 ( 第 1 方向 x へ伸縮変形すると共に第 2 方向 y へ 2 次の屈曲変形 ) し、伝達部 2 4 が楕円運動する。この第 1 振動モードは、主に、ローター 1 1 0 を回転させる駆動力を発生させるための振動モードである。すなわち、図 7 に示すように、振動体 2 を第 1 振動モードで振動させると、伝達部 2 4 によってローター 1 1 0 が送り出され、ローター 1 1 0 が回転軸 O まわりに矢印 a の方向に回転する。なお、圧電素子 5 a、5 d に交番電圧 ( 駆動電圧 ) を印加し、圧電素子 5 a、5 d を伸縮させれば、伝達部 2 4 を図 7 とは反対まわりの楕円運動で振動させることができ、ローター 1 1 0 を逆回転 ( 図 7 中の矢印 b の方向に回転 ) させることができる。

#### 【 0 0 4 3 】

一方、第 2 振動モードは、例えば、図 8 に示すように、伝達部 2 4 の先端が縦運動する ( 第 1 方向 x に沿って振動する ) 振動モードである。振動体 2 を第 2 振動モードで駆動させるためには、例えば、圧電素子 5 a、5 b、5 c、5 d に交番電圧 ( 駆動電圧 ) を印加し、圧電素子 5 a、5 b、5 c、5 d を同じタイミングで伸縮させればよい。この第 2 振動モードは、ローター 1 1 0 を回転させる駆動力を実質的に発生せず、他の振動体 2 が第 1 振動モードで振動することにより生じるローター 1 1 0 の回転を許容するための振動モードである。

#### 【 0 0 4 4 】

詳しく説明すると、前述したように、各振動体 2 は、ローター 1 1 0 に向けて付勢されており、非駆動状態において、各伝達部 2 4 は、十分な摩擦力を持ってローター 1 1 0 の外周面 1 1 1 に当接している。そのため、駆動していない振動体 2 が存在すると、この振動体 2 が抵抗 ( ブレーキ ) となって、一部の振動体 2 を第 1 振動モードで振動させてローター 1 1 0 を回転させようとしても、ローター 1 1 0 を回転させることができないか、または、回転しても所望の回転スピードに到達しない等の問題が生じるおそれがある。そこで、第 1 振動モードで駆動させない振動体 2 について、ローター 1 1 0 との摩擦力を減少させて、ローター 1 1 0 の回転を許容する必要がある、これを実現するのが第 2 振動モー

10

20

30

40

50



ドである。第2振動モードは、縦振動（ローター110に対して接近、離間する方向の往復振動）であるため、離間する方向に振動した際にローター110との摩擦力が低下する（伝達部24がローター110から離間すれば摩擦力は0となる）。そのため、平均すれば、非駆動状態と比べて、伝達部24とローター110との摩擦力を小さくすることができる。ローター110の回転を許容することができる。

#### 【0045】

このように、複数の振動モードが第1振動モードおよび第2振動モードを含んでいることで、ローター110をより確実に、かつスムーズに回転させることができる。さらには、振動体2の構成が簡単となる。このことについて詳しく説明すると、前述したように、第1振動モードがローター110を回転させる駆動力を発生させるための振動モードであるため、ローター110を回転させるためには、第1振動モードで振動することのできる振動体2が必要となる。そして、第1振動モードで振動することのできる振動体2として、比較的簡単な構成が、本実施形態のように4つの圧電素子5a、5b、5c、5dを有する構成である。この構成の振動体2において実現可能であり、ローター110との摩擦力を非駆動状態よりも低減できる振動モードが第2振動モードである。このように、第2振動モードは、第1振動モードで振動することのできる振動体2であれば、簡単に発生させることのできる振動モードである。そのため、振動体2の構成が複雑化せず、前述したように、振動体2の構成が簡単となる。

10

#### 【0046】

次に、制御部9について説明する。制御部9は、図示しない電源部から供給される駆動電圧のパターンを制御するものであり、少なくとも2つの振動体2の駆動を独立して制御することができる。なお、本実施形態では、制御部9は、全ての振動体2の駆動を独立して制御することができる。すなわち、制御部9は、全ての振動体2について、第1振動モードで振動させるか、第2振動モードで振動させるかを選択できるようになっている。これにより、ローター110の回転（速度、制動力、トルク等）をより高精度に制御することができ、より優れた駆動特性を有する駆動装置1となる。

20

#### 【0047】

また、制御部9は、ローター110の駆動速度（回転速度）に応じて、伝達部24が第1振動モードで振動する振動体2の数を変化させる。これにより、ローター110の回転（速度、制動力、トルク等）をより高精度に制御することができ、より優れた駆動特性を有する駆動装置1となる。具体的には、制御部9は、ローター110の駆動速度（回転速度）が大きくなった場合に（速くなるほど）、伝達部24が第1振動モードで振動する振動体2の数を増加させる。すなわち、制御部9は、ローター110の駆動速度（回転速度）が速くなるほど、より大きい駆動力を発生させる。例えば、図9に示すように、ローター110を低速で駆動する場合は、1つの振動体2を第1振動モードで振動させ、他の振動体2を第2振動モードで駆動させる。また、ローター110を中速（低速よりも速い速度）で駆動する場合は、2つの振動体2を第1振動モードで振動させ、他の振動体2を第2振動モードで駆動させる。また、ローター110を高速（中速よりも速い速度）で駆動する場合は、3つの振動体2を第1振動モードで振動させ、他の振動体2を第2振動モードで駆動させる。また、ローター110を超高速（高速よりも速い速度）で駆動する場合は、全ての振動体2を第1振動モードで振動させる。なお、第1振動モードで振動させる振動体2の数が増える程、駆動速度と共にトルクも高くなる。これにより、ローター110の回転（速度、制動力、トルク等）をより高精度に制御することができ、より優れた駆動特性を有する駆動装置1となる。

30

40

#### 【0048】

以上、圧電モーター100について説明した。圧電モーター100は、駆動装置1を備えている。そのため、上述した駆動装置1の効果を享受することができるため、優れた駆動特性を発揮することができる。

#### 【0049】

< 第2実施形態 >

50

次に、本発明の第２実施形態に係る圧電モーターについて説明する。

【００５０】

図１０は、本発明の第２実施形態に係る圧電モーターが有する振動子の第３振動モードを示す平面図である。図１１は、圧電モーターの制御方法（駆動方法）を示す表である。

【００５１】

以下、第２実施形態の圧電モーターについて、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

【００５２】

本発明の第２実施形態に係る圧電モーターは、振動体が有する振動モードが異なること以外は、前述した第１実施形態とほぼ同様である。なお、前述した実施形態と同様の構成には同一符号を付してある。

【００５３】

本実施形態では、複数の振動体２のうち、少なくとも２つの振動体２は、それぞれ、伝達部２４の第１方向 $x$ および第２方向 $y$ の少なくとも一方の振幅が異なる複数の振動モードを有している。そして、制御部９は、少なくとも２つの振動体２を、それぞれ、複数の振動モードのうちのいずれかの振動モードで駆動させる。なお、上述したように、複数の振動体２のうち、少なくとも２つの振動体２が、伝達部２４の振動軌跡が異なる複数の振動モードを有していればよいが、本実施形態では、全ての振動体２が、伝達部２４の振動軌跡が異なる複数の振動モードを有している。これにより、ローター１１０の回転（速度、制動力、トルク等）をより高精度に制御することができ、より優れた駆動特性を有する駆動装置１となる。

【００５４】

次に、各振動体２が有する複数の振動モードについて説明する。複数の振動モードとしては、伝達部２４の振動軌跡が異なっていれば特に限定されない。本実施形態では、複数の振動モードには、伝達部２４において第１方向 $x$ と第２方向 $y$ とに振幅を有する第１振動モードと、伝達部２４において第１振動モードよりも第１方向 $x$ の振幅が小さい第３振動モードと、が含まれている。

【００５５】

第１振動モードは、前述した第１実施形態で説明した第１振動モードと同様であるため、説明を省略する。一方、第３振動モードは、例えば、図１０に示すように、伝達部２４の先端が横運動する（第２方向 $y$ に沿って振動する）振動モードである。振動体２を第３振動モードで駆動させるためには、例えば、圧電素子５ $a$ 、５ $b$ と圧電素子５ $c$ 、５ $d$ とに位相が１８０°ずれている交番電圧（駆動電圧）を印加し、圧電素子５ $a$ 、５ $b$ と圧電素子５ $c$ 、５ $d$ とを交互に伸縮させればよい。この第３振動モードは、ローター１１０を回転させる駆動力を実質的に発生せず、他の振動体２が第１振動モードで振動することにより生じるローター１１０の回転を許容するための振動モードである（すなわち、前述した第２振動モードと同様の機能を有する振動モードである）。

【００５６】

詳しく説明すると、前述した第１実施形態でも説明したように、駆動していない振動体２が存在すると、この振動体２がブレーキとなって、一部の振動体２を第１振動モードで振動させてローター１１０を回転させようとしても、ローター１１０を回転させることができない、または、回転しても所望の回転スピードに到達しない等の問題が生じるおそれがある。そこで、第１振動モードで駆動させない振動体２について、ローター１１０との摩擦力を減少させて、ローター１１０の回転を許容する必要がある、これを実現するのが第３振動モードである。第３振動モードは、横振動であり、縦振動が実質的に発生しないため、伝達部２４とローター１１０の摩擦力が第１振動モードほど大きくならない。その結果、伝達部２４が、ローター１１０の外周面１１１に対して滑るように（スリップするように）振動する。そのため、非駆動状態と比べて、伝達部２４とローター１１０との平均的な摩擦力を小さくすることができ、ローター１１０の回転を許容することができる。

【００５７】

このように、複数の振動モードが第 1 振動モードおよび第 3 振動モードを含んでいることで、ローター 110 をより確実に、かつスムーズに回転させることができる。さらには、振動体 2 の構成が簡単となる。すなわち、第 3 振動モードは、前述した第 2 振動モードと同様に、第 1 振動モードで振動することのできる振動体 2 であれば、簡単に発生させることのできる振動モードである。そのため、振動体 2 の構成が複雑化せず、前述したように、振動体 2 の構成が簡単となる。

#### 【0058】

次に、制御部 9 について説明する。制御部 9 は、少なくとも 2 つの振動体 2 の駆動を独立して制御することができる。なお、本実施形態では、制御部 9 は、全ての振動体 2 の駆動を独立して制御することができる。すなわち、制御部 9 は、全ての振動体 2 について、第 1 振動モードで振動させるか、第 3 振動モードで振動させるかを選択できるようになっている。これにより、ローター 110 の回転（速度、制動力、トルク等）をより高精度に制御することができ、より優れた駆動特性を有する駆動装置 1 となる。

10

#### 【0059】

また、制御部 9 は、ローター 110 の駆動速度（回転速度）に応じて、伝達部 24 が第 1 振動モードで振動する振動体 2 の数を変化させる。これにより、ローター 110 の回転（速度、制動力、トルク等）をより高精度に制御することができ、より優れた駆動特性を有する駆動装置 1 となる。具体的には、制御部 9 は、ローター 110 の駆動速度（回転速度）が速くなるほど、伝達部 24 が第 1 振動モードで振動する振動体 2 の数を増加させる。すなわち、制御部 9 は、ローター 110 の駆動速度（回転速度）が速くなるほど、より大きい駆動力を発生させる。例えば、図 11 に示すように、ローター 110 を低速で駆動する場合は、1 つの振動体 2 を第 1 振動モードで振動させ、他の振動体 2 を第 3 振動モードで駆動させる。また、ローター 110 を中速（低速よりも速い速度）で駆動する場合は、2 つの振動体 2 を第 1 振動モードで振動させ、他の振動体 2 を第 3 振動モードで駆動させる。また、ローター 110 を高速（中速よりも速い速度）で駆動する場合は、3 つの振動体 2 を第 1 振動モードで振動させ、他の振動体 2 を第 3 振動モードで駆動させる。また、ローター 110 を超高速（高速よりも速い速度）で駆動する場合は、全ての振動体 2 を第 1 振動モードで振動させる。これにより、ローター 110 の回転（速度、制動力、トルク等）をより高精度に制御することができ、より優れた駆動特性を有する駆動装置 1 となる。

20

30

#### 【0060】

以上のような第 2 実施形態によっても、前述した第 1 実施形態と同様の効果を発揮することができる。

#### 【0061】

< 第 3 実施形態 >

次に、本発明の第 3 実施形態に係る圧電モーターについて説明する。

#### 【0062】

図 12 は、本発明の第 3 実施形態に係る圧電モーターの制御方法（駆動方法）を示す表である。

#### 【0063】

以下、第 3 実施形態の圧電モーターについて、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

40

#### 【0064】

本発明の第 3 実施形態に係る圧電モーターは、振動体が有する振動モードが異なること以外は、前述した第 1 実施形態とほぼ同様である。なお、前述した実施形態と同様の構成には同一符号を付してある。

#### 【0065】

本実施形態では、複数の振動体 2 のうち、少なくとも 2 つの振動体 2 は、それぞれ、伝達部 24 の第 1 方向 x および第 2 方向 y の少なくとも一方の振幅が異なる複数の振動モードを有している。そして、制御部 9 は、少なくとも 2 つの振動体 2 を、それぞれ、複数の

50

振動モードのうちのいずれかの振動モードで駆動させる。なお、上述したように、複数の振動体 2 のうち、少なくとも 2 つの振動体 2 が、伝達部 2 4 の振動軌跡が異なる複数の振動モードを有していればよいが、本実施形態では、全ての振動体 2 が、伝達部 2 4 の振動軌跡が異なる複数の振動モードを有している。これにより、ローター 1 1 0 の回転（速度、制動力、トルク等）をより高精度に制御することができ、より優れた駆動特性を有する駆動装置 1 となる。

#### 【0066】

次に、各振動体 2 が有する複数の振動モードについて説明する。複数の振動モードとしては、伝達部 2 4 の振動軌跡が異なっていれば特に限定されない。本実施形態では、複数の振動モードには、伝達部 2 4 を第 1 方向 x に振動させつつ第 2 方向 y に振動させる第 1 振動モードと、伝達部 2 4 を第 1 振動モードよりも第 2 方向 y の振幅が小さくなるように振動させる第 2 振動モードと、伝達部 2 4 を第 1 振動モードよりも第 1 方向 x の振幅が小さくなるように振動させる第 3 振動モードと、が含まれている。これら第 1、第 2、第 3 振動モードは、前述した第 1、第 2 実施形態で説明した第 1、第 2、第 3 振動モードと同様であるため、その説明を省略する。

#### 【0067】

次に、制御部 9 について説明する。制御部 9 は、少なくとも 2 つの振動体 2 の駆動を独立して制御することができる。なお、本実施形態では、制御部 9 は、全ての振動体 2 の駆動を独立して制御することができる。すなわち、制御部 9 は、全ての振動体 2 について、第 1 振動モードで振動させるか、第 2 振動モードで振動させるか、第 3 振動モードで振動させるかを選択できるようになっている。これにより、ローター 1 1 0 の回転（速度、制動力、トルク等）をより高精度に制御することができ、より優れた駆動特性を有する駆動装置 1 となる。

#### 【0068】

また、制御部 9 は、ローター 1 1 0 の駆動速度（回転速度）に応じて、伝達部 2 4 が第 1 振動モードで振動する振動体 2 の数を変化させる。これにより、ローター 1 1 0 の回転（速度、制動力、トルク等）をより高精度に制御することができ、より優れた駆動特性を有する駆動装置 1 となる。具体的には、制御部 9 は、ローター 1 1 0 の駆動速度（回転速度）が速くなるほど、伝達部 2 4 が第 1 振動モードで振動する振動体 2 の数を増加させる。すなわち、制御部 9 は、ローター 1 1 0 の駆動速度（回転速度）が速くなるほど、より大きい駆動力を発生させる。例えば、図 1 2 に示すように、ローター 1 1 0 を低速で駆動する場合は、1 つの振動体 2 を第 1 振動モードで振動させ、他の振動体 2 を第 2 振動モードまたは第 3 振動モードで駆動させる。また、ローター 1 1 0 を中速（低速よりも速い速度）で駆動する場合は、2 つの振動体 2 を第 1 振動モードで振動させ、他の振動体 2 を第 2 振動モードまたは第 3 振動モードで駆動させる。また、ローター 1 1 0 を高速（中速よりも速い速度）で駆動する場合は、3 つの振動体 2 を第 1 振動モードで振動させ、他の振動体 2 を第 2 振動モードまたは第 3 振動モードで駆動させる。また、ローター 1 1 0 を超高速（高速よりも速い速度）で駆動する場合は、全ての振動体 2 を第 1 振動モードで振動させる。これにより、ローター 1 1 0 の回転（速度、制動力、トルク等）をより高精度に制御することができ、より優れた駆動特性を有する駆動装置 1 となる。

#### 【0069】

また、例えば、ローター 1 1 0 を低速で駆動する場合を例に挙げて説明すれば、第 1 振動モードで駆動させない 3 つの振動体 2 のうち、第 2 振動モードで振動させる振動体 2 の数を変更することで、ローター 1 1 0 の回転（速度、制動力、トルク等）をさらに高精度に制御することができる。詳細に説明すると、例えば、第 2 振動モードで振動する場合の伝達部 2 4 とローター 1 1 0 との平均的な摩擦力  $F_2$  が、第 3 振動モードで振動する場合の伝達部 2 4 とローター 1 1 0 との平均的な摩擦力  $F_3$  よりも小さいとすれば、第 2 振動モードで振動する振動体 2 の数を増やすことで、3 つの振動体 2 の全体的な摩擦力を小さくすることができ、ローター 1 1 0 の回転速度がわずかに速くなる。すなわち、図 1 2 に示すように、低速の中でも、4 段階（遅い順に、低速 1、低速 2、低速 3、低速 4）で速

10

20

30

40

50

度を選択することができる。中速、高速についても同様である。

【0070】

このような第3実施形態によっても、前述した第1実施形態と同様の効果を発揮することができる。なお、本実施形態では、摩擦力F2が摩擦力F3よりも小さい場合について説明したが、これに限定されず、摩擦力F2が摩擦力F3よりも大きくてもよい。この場合にも、本実施形態と同様の制御が可能である。また、摩擦力F2と摩擦力F3とが等しくてもよい。

【0071】

<第4実施形態>

次に、本発明の第4実施形態に係る圧電モーターについて説明する。

10

図13は、本発明の第4実施形態に係る圧電モーターが有する振動体の斜視図である。

【0072】

以下、第4実施形態の圧電モーターについて、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

【0073】

本発明の第4実施形態に係る圧電モーターは、振動体の構成が異なること以外は、前述した第1実施形態とほぼ同様である。なお、前述した実施形態と同様の構成には同一符号を付してある。

【0074】

図13に示すように、本実施形態の振動体20は、積層されている複数の圧電体52を有している。具体的には、振動体20は、前述した第1実施形態の振動体2を複数積層した構成となっている。これにより、振動体20の駆動力がより大きくなる。なお、制御部9は、1つの振動体20に属する複数の振動体2には同一の駆動電圧を印加するように制御する。

20

【0075】

以上のような第4実施形態によっても、前述した第1実施形態と同様の効果を発揮することができる。なお、振動体の構成としては、複数の圧電体が積層されていれば、特に限定されず、例えば、前述した第1実施形態で説明した振動体2において、振動板31と振動板41との間に複数の圧電体52（圧電素子5）が積層された構成であってもよい。

【0076】

30

<第5実施形態>

次に、本発明の第5実施形態に係るロボットについて説明する。

【0077】

図14は、本発明の第5実施形態に係るロボットを示す斜視図である。

図14に示すロボット1000は、精密機器やこれを構成する部品（対象物）の給材、除材、搬送および組立等の作業を行うことができる。ロボット1000は、6軸ロボットであり、床や天井に固定されるベース1010と、ベース1010に回動自在に連結されたアーム1020と、アーム1020に回動自在に連結されたアーム1030と、アーム1030に回動自在に連結されたアーム1040と、アーム1040に回動自在に連結されたアーム1050と、アーム1050に回動自在に連結されたアーム1060と、アーム1060に回動自在に連結されたアーム1070と、これらアーム1020、1030、1040、1050、1060、1070の駆動を制御するロボット制御部1080と、を有している。また、アーム1070にはハンド接続部が設けられており、ハンド接続部にはロボット1000に実行させる作業に応じたエンドエフェクター1090が装着される。また、各関節部のうちの全部または一部には圧電モーター100（駆動装置1）が搭載されており、この圧電モーター100の駆動によって各アーム1020、1030、1040、1050、1060、1070が回動する。なお、各圧電モーター100の駆動は、ロボット制御部1080によって制御される。

40

【0078】

このようなロボット1000は、圧電モーター100（駆動装置1）を備えている。そ

50

のため、上述した駆動装置 1 の効果を享受することができ、優れた信頼性を発揮することができる。

【0079】

< 第 6 実施形態 >

次に、本発明の第 6 実施形態に係る電子部品搬送装置について説明する。

【0080】

図 15 は、本発明の第 6 実施形態に係る電子部品搬送装置を示す斜視図である。図 16 は、図 15 に示す電子部品搬送装置が有する電子部品保持部を示す斜視図である。なお、以下では、説明の便宜上、互いに直交する 3 軸を X 軸、Y 軸および Z 軸とする。

【0081】

図 15 に示す電子部品搬送装置 2000 は、電子部品検査装置に適用されており、基台 2100 と、基台 2100 の側方に配置された支持台 2200 と、を有している。また、基台 2100 には、検査対象の電子部品 Q が載置されて Y 軸方向に搬送される上流側ステージ 2110 と、検査済みの電子部品 Q が載置されて Y 軸方向に搬送される下流側ステージ 2120 と、上流側ステージ 2110 と下流側ステージ 2120 との間に位置し、電子部品 Q の電気的特性を検査する検査台 2130 と、が設けられている。なお、電子部品 Q の例として、例えば、半導体、半導体ウェハー、CLD や OLED 等の表示デバイス、水晶デバイス、各種センサー、インクジェットヘッド、各種 MEMS デバイス等などが挙げられる。

【0082】

また、支持台 2200 には、支持台 2200 に対して Y 軸方向に移動可能な Y ステージ 2210 が設けられており、Y ステージ 2210 には、Y ステージ 2210 に対して X 軸方向に移動可能な X ステージ 2220 が設けられており、X ステージ 2220 には、X ステージ 2220 に対して Z 軸方向に移動可能な電子部品保持部 2230 が設けられている。また、図 16 に示すように、電子部品保持部 2230 は、X 軸方向および Y 軸方向に移動可能な微調整プレート 2231 と、微調整プレート 2231 に対して Z 軸まわりに回転可能な回転部 2232 と、回転部 2232 に設けられ、電子部品 Q を保持する保持部 2233 と、を有している。また、電子部品保持部 2230 には、微調整プレート 2231 を X 軸方向に移動させるための駆動装置 1 (1x) と、微調整プレート 2231 を Y 軸方向に移動させるための駆動装置 1 (1y) と、回転部 2232 を Z 軸まわりに回転させるための駆動装置 1 (1z) と、が内蔵されている。

【0083】

このような電子部品搬送装置 2000 は、駆動装置 1 を備えている。そのため、上述した駆動装置 1 の効果を享受することができ、優れた信頼性を発揮することができる。

【0084】

< 第 7 実施形態 >

次に、本発明の第 7 実施形態に係るプリンターについて説明する。

【0085】

図 17 は、本発明の第 7 実施形態に係るプリンターの全体構成を示す概略図である。

図 17 に示すプリンター 3000 は、装置本体 3010 と、装置本体 3010 の内部に設けられている印刷機構 3020、給紙機構 3030 および制御部 3040 と、を備えている。

【0086】

装置本体 3010 には、記録用紙 P を設置するトレイ 3011 と、記録用紙 P を排出する排紙口 3012 と、液晶ディスプレイ等の操作パネル 3013 とが設けられている。

【0087】

印刷機構 3020 は、ヘッドユニット 3021 と、キャリッジモーター 3022 と、キャリッジモーター 3022 の駆動力によりヘッドユニット 3021 を往復動させる往復動機構 3023 と、を備えている。

【0088】

ヘッドユニット 3021 は、インクジェット式記録ヘッドであるヘッド 3021a と、ヘッド 3021a にインクを供給するインクカートリッジ 3021b と、ヘッド 3021a およびインクカートリッジ 3021b を搭載したキャリッジ 3021c と、を有している。

【0089】

往復動機構 3023 は、キャリッジ 3021c を往復移動可能に支持しているキャリッジガイド軸 3023a と、キャリッジモーター 3022 の駆動力によりキャリッジ 3021c をキャリッジガイド軸 3023a 上で移動させるタイミングベルト 3023b と、を有している。

【0090】

給紙機構 3030 は、互いに圧接している従動ローラー 3031 および駆動ローラー 3032 と、駆動ローラー 3032 を駆動する給紙モーターである圧電モーター 100 (駆動装置 1) と、を有している。

【0091】

制御部 3040 は、例えばパーソナルコンピュータ等のホストコンピュータから入力された印刷データに基づいて、印刷機構 3020 や給紙機構 3030 等を制御する。

【0092】

このようなプリンター 3000 では、給紙機構 3030 が記録用紙 P を一枚ずつヘッドユニット 3021 の下部近傍へ間欠送りする。このとき、ヘッドユニット 3021 が記録用紙 P の送り方向とほぼ直交する方向に往復移動して、記録用紙 P への印刷が行なわれる。

【0093】

このようなプリンター 3000 は、圧電モーター 100 (駆動装置 1) を備えている。そのため、上述した駆動装置 1 の効果を享受することができ、優れた信頼性を発揮することができる。なお、本実施系形態では、圧電モーター 100 が給紙用の駆動ローラー 3032 を駆動しているが、この他にも、例えば、キャリッジ 3021c を駆動してもよい。

【0094】

以上、本発明の駆動装置、圧電モーター、ロボット、電子部品搬送装置およびプリンターを、図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、各部の構成は、同様の機能を有する任意の構成のものに置換することができる。また、本発明に、他の任意の構成物が付加されていてもよい。また、各実施形態を適宜組み合わせてもよい。

【0095】

また、前述した実施形態では、駆動装置を圧電モーター、ロボット、電子部品搬送装置およびプリンターに適用した構成について説明したが、駆動装置は、これら以外の各種電子デバイスに適用することができる。

【符号の説明】

【0096】

1、1x、1y、1 ... 駆動装置、2、20 ... 振動体、21 ... 振動部、22 ... 支持部、23 ... 接続部、24 ... 伝達部、3 ... 第1基板、31 ... 振動板、32 ... 支持板、33 ... 接続部、4 ... 第2基板、41 ... 振動板、42 ... 支持板、43 ... 接続部、5、5a、5b、5c、5d ... 圧電素子、51 ... 第1電極、52 ... 圧電体、53 ... 第2電極、6 ... 基板間部、9 ... 制御部、100 ... 圧電モーター、110 ... ローター、111 ... 外周面、1000 ... ロボット、1010 ... ベース、1020、1030、1040、1050、1060、1070 ... アーム、1080 ... ロボット制御部、1090 ... エンドエフェクター、2000 ... 電子部品搬送装置、2100 ... 基台、2110 ... 上流側ステージ、2120 ... 下流側ステージ、2130 ... 検査台、2200 ... 支持台、2210 ... Yステージ、2220 ... Xステージ、2230 ... 電子部品保持部、2231 ... 微調整プレート、2232 ... 回動部、2233 ... 保持部、3000 ... プリンター、3010 ... 装置本体、3011 ... トレイ、3012 ... 排紙口、3013 ... 操作パネル、3020 ... 印刷機構、3021 ... ヘッドユニット、3

10

20

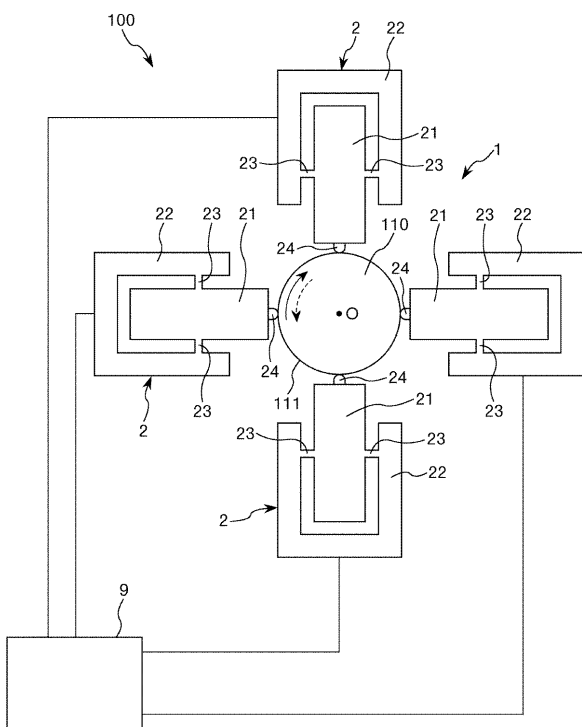
30

40

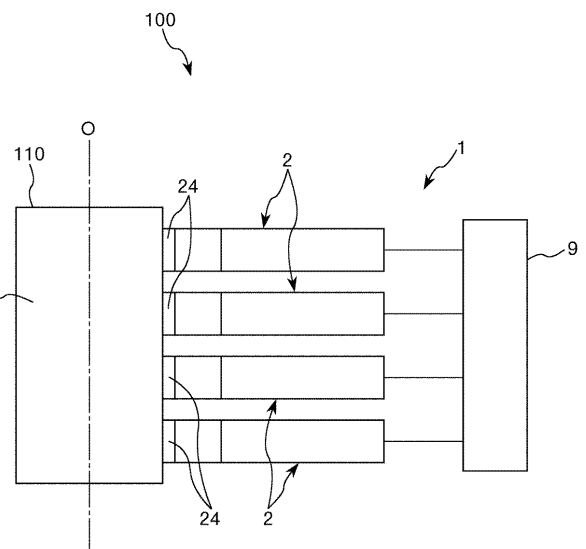
50

0 2 1 a ... ヘッド、3 0 2 1 b ... インクカートリッジ、3 0 2 1 c ... キャリッジ、3 0 2 2 ... キャリッジモーター、3 0 2 3 ... 往復動機構、3 0 2 3 a ... キャリッジガイド軸、3 0 2 3 b ... タイミングベルト、3 0 3 0 ... 給紙機構、3 0 3 1 ... 従動ローラー、3 0 3 2 ... 駆動ローラー、3 0 4 0 ... 制御部、O ... 回転軸、P ... 記録用紙、Q ... 電子部品、X ... 第1方向、Y ... 第2方向、a、b ... 矢印

【図1】

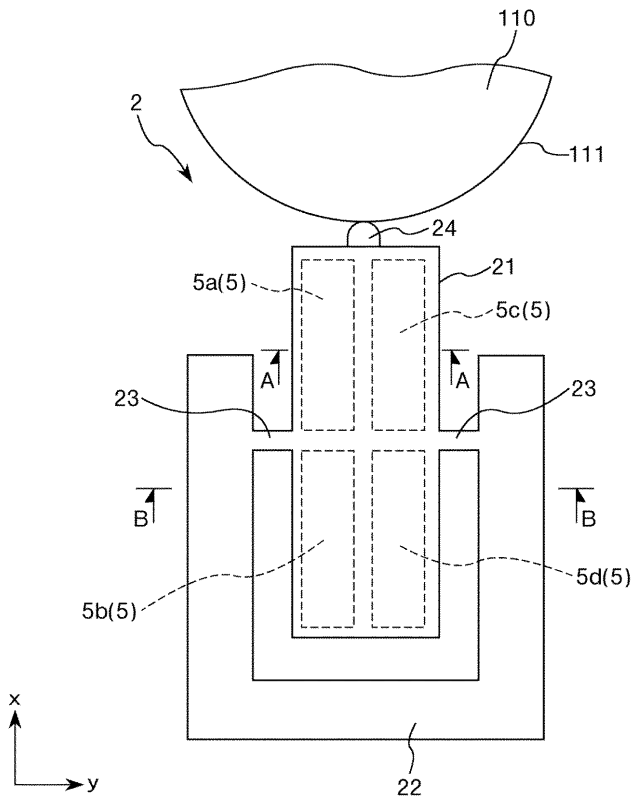


【図2】

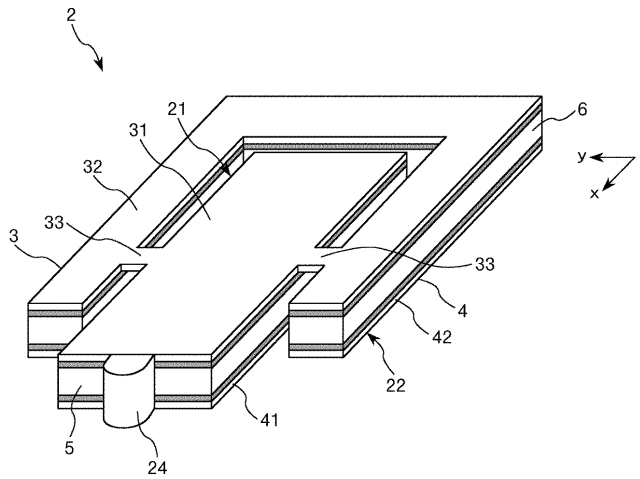




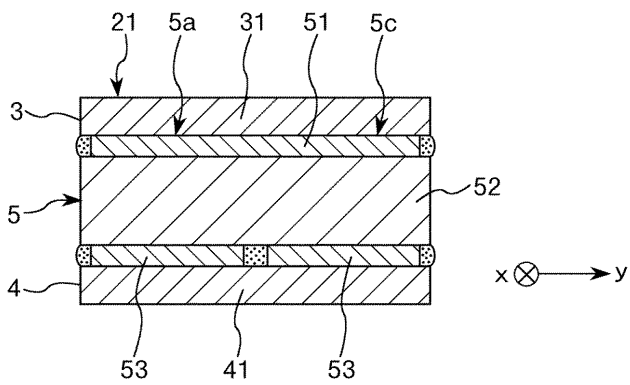
【図 3】



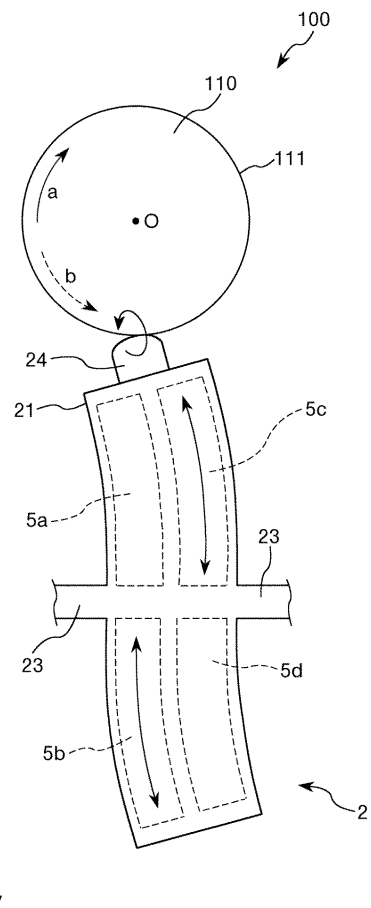
【図 4】



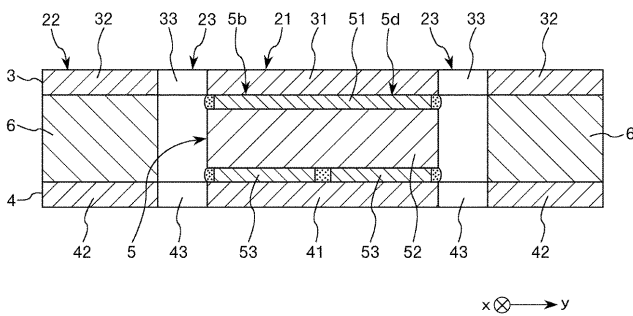
【図 5】



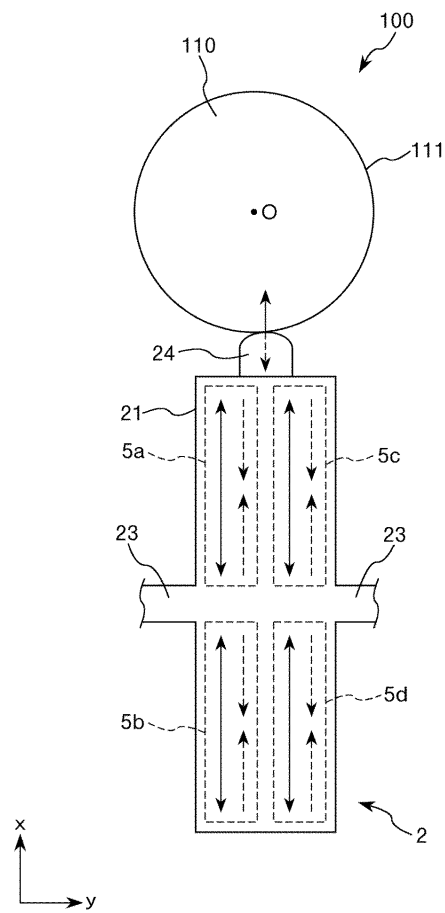
【図 7】



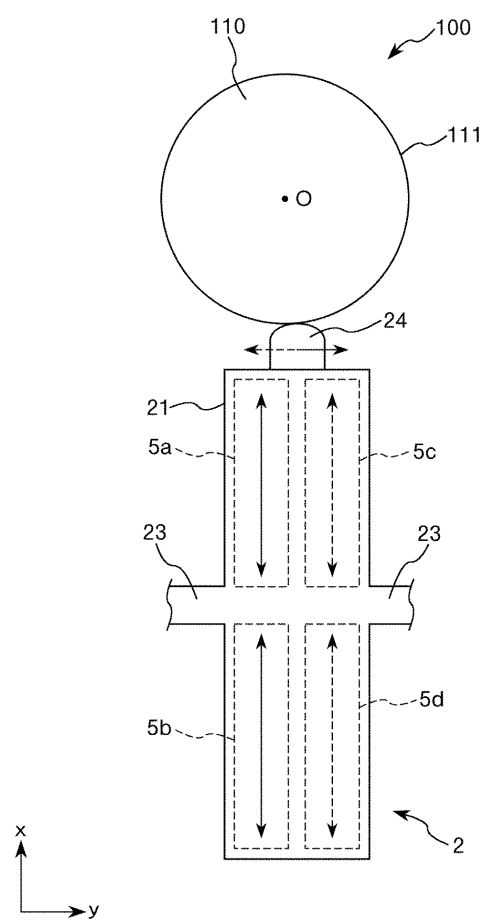
【図 6】



【 図 8 】



【 図 1 0 】



【 図 9 】

		振動体2	振動体2	振動体2	振動体2
回転速度	低速	第1振動モード	第2振動モード	第2振動モード	第2振動モード
	中速	第1振動モード	第1振動モード	第2振動モード	第2振動モード
	高速	第1振動モード	第1振動モード	第1振動モード	第2振動モード
	超高速	第1振動モード	第1振動モード	第1振動モード	第1振動モード

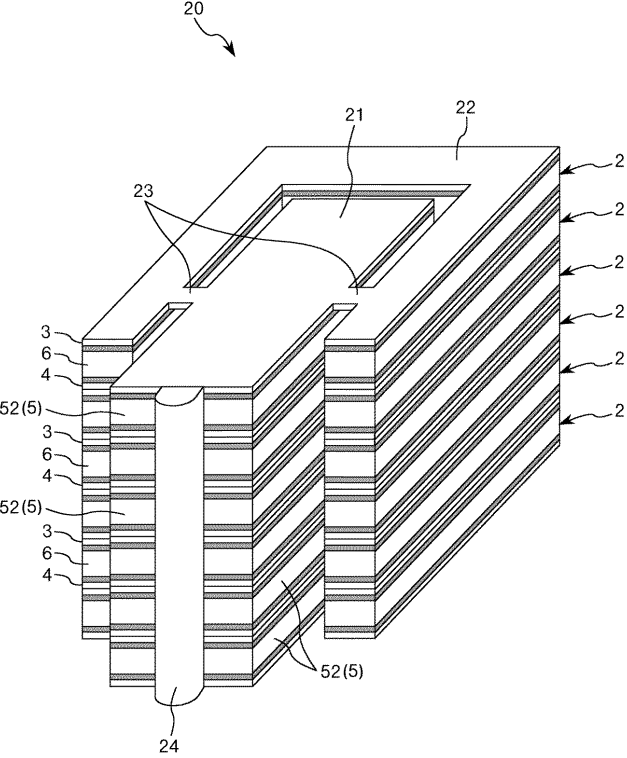
【 図 1 1 】

		振動体2	振動体2	振動体2	振動体2
回転速度	低速	第1振動モード	第3振動モード	第3振動モード	第3振動モード
	中速	第1振動モード	第1振動モード	第3振動モード	第3振動モード
	高速	第1振動モード	第1振動モード	第1振動モード	第3振動モード
	超高速	第1振動モード	第1振動モード	第1振動モード	第1振動モード

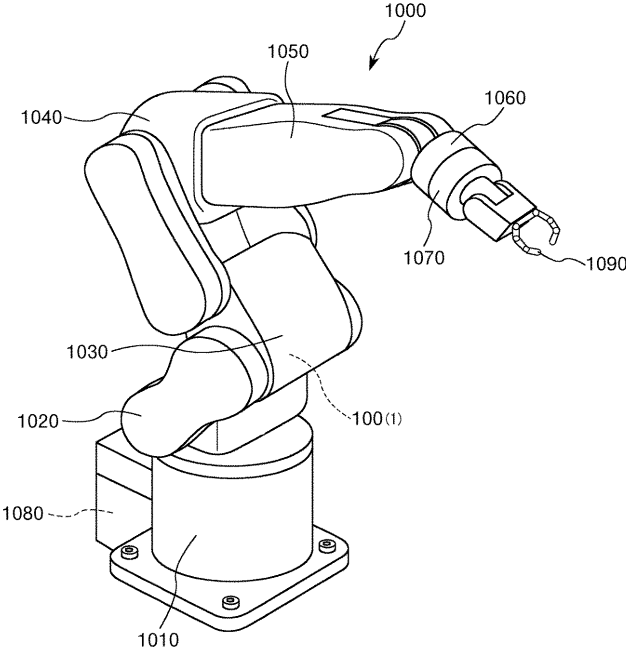
【 図 1 2 】

			振動体2	振動体2	振動体2	振動体2
回転速度	低速	低速1	第1振動モード	第3振動モード	第3振動モード	第3振動モード
		低速2	第1振動モード	第2振動モード	第3振動モード	第3振動モード
		低速3	第1振動モード	第2振動モード	第2振動モード	第3振動モード
		低速4	第1振動モード	第2振動モード	第2振動モード	第2振動モード
	中速	中速1	第1振動モード	第1振動モード	第3振動モード	第3振動モード
		中速2	第1振動モード	第1振動モード	第2振動モード	第3振動モード
		中速3	第1振動モード	第1振動モード	第2振動モード	第2振動モード
	高速	高速1	第1振動モード	第1振動モード	第1振動モード	第3振動モード
		高速2	第1振動モード	第1振動モード	第1振動モード	第2振動モード
	超高速	—	第1振動モード	第1振動モード	第1振動モード	第1振動モード

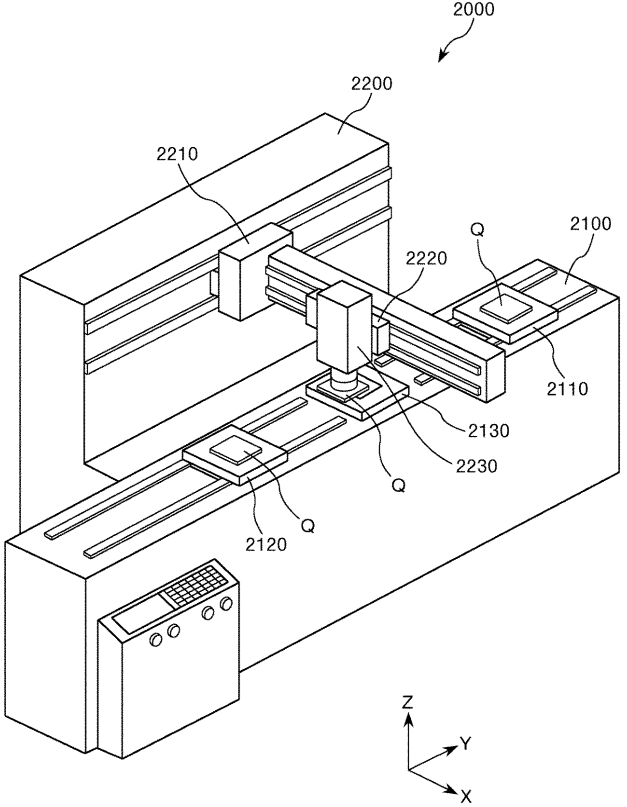
【 図 1 3 】



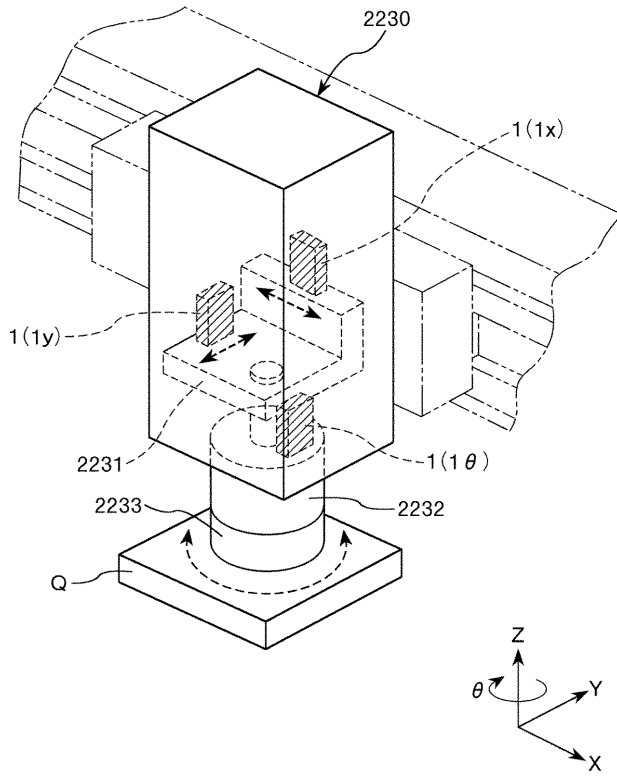
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【図 16】



【図 17】

