

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6879015号
(P6879015)

(45) 発行日 令和3年6月2日(2021.6.2)

(24) 登録日 令和3年5月7日(2021.5.7)

(51) Int.Cl.		F I	
HO2N 2/12	(2006.01)	HO2N 2/12	
HO2N 2/04	(2006.01)	HO2N 2/04	
B25J 19/00	(2006.01)	B25J 19/00	A
B41J 2/01	(2006.01)	B41J 2/01	305
B41J 11/00	(2006.01)	B41J 11/00	A

請求項の数 9 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2017-70931 (P2017-70931)
 (22) 出願日 平成29年3月31日 (2017.3.31)
 (65) 公開番号 特開2018-174641 (P2018-174641A)
 (43) 公開日 平成30年11月8日 (2018.11.8)
 審査請求日 令和2年2月28日 (2020.2.28)

(73) 特許権者 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 ▲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 小林 紀和

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電駆動装置、圧電駆動装置の駆動方法、ロボット、電子部品搬送装置、プリンターおよびプロジェクト

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

振動部と、従動部に当接し、前記振動部の前記従動部との並び方向の縦振動、および前記縦振動と前記振動部の前記並び方向に交差する方向の横振動との複合振動である屈曲振動を前記従動部に伝達する伝達部と、を含む複数の圧電振動モジュールを有し、

前記複数の圧電振動モジュールの前記伝達部が第1方向に前記屈曲振動する第1駆動モードと、

前記伝達部が前記第1方向に前記屈曲振動する前記圧電振動モジュールと、前記伝達部が前記縦振動する前記圧電振動モジュールと、を有する第2駆動モードと、を有し、

前記第2駆動モードにおいては、互いに同数の、前記伝達部が前記第1方向に前記屈曲振動する前記圧電振動モジュールと、前記伝達部が前記縦振動する前記圧電振動モジュールとで、振動モードの入れ替えを行うことを特徴とする圧電駆動装置。

【請求項2】

前記第2駆動モードは、

前記伝達部が前記第1方向に前記屈曲振動する前記圧電振動モジュールと、前記伝達部が前記第1方向と反対方向の第2方向に前記屈曲振動する前記圧電振動モジュールと、前記伝達部が前記縦振動する前記圧電振動モジュールと、を有し、前記伝達部が前記第1方向に前記屈曲振動する前記圧電振動モジュールの数が、前記伝達部が前記第2方向に前記屈曲振動する前記圧電振動モジュールの数よりも多い第4駆動モードを有している請求項1に記載の圧電駆動装置。

【請求項 3】

前記第 2 駆動モードは、

前記伝達部が前記第 1 方向に前記屈曲振動する前記圧電振動モジュールと、前記伝達部が前記縦振動する前記圧電振動モジュールと、を有し、前記伝達部が前記第 1 方向に前記屈曲振動する前記圧電振動モジュールの数が互いに異なる第 5 駆動モードおよび第 6 駆動モードを有している請求項 1 に記載の圧電駆動装置。

【請求項 4】

前記複数の圧電振動モジュールの前記伝達部がそれぞれ前記縦振動することで、前記従動部の移動を許容する第 7 駆動モードを有している請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の圧電駆動装置。

10

【請求項 5】

振動部と、従動部に当接し、前記振動部の前記従動部との並び方向の縦振動、および前記縦振動と前記振動部の前記並び方向に交差する方向の横振動との複合振動である屈曲振動を前記従動部に伝達する伝達部と、を含む複数の圧電振動モジュールを有する圧電駆動装置の駆動方法であって、

前記複数の圧電振動モジュールの前記伝達部を第 1 方向に前記屈曲振動させる第 1 駆動モードと、

前記伝達部を前記第 1 方向に前記屈曲振動させる前記圧電振動モジュールと、前記伝達部を前記縦振動させる前記圧電振動モジュールと、を有する第 2 駆動モードと、が設定されており、

20

前記第 1 駆動モードおよび前記第 2 駆動モードのいずれかを選択して実行し、

前記第 2 駆動モードにおいては、互いに同数の、前記伝達部を前記第 1 方向に前記屈曲振動させる前記圧電振動モジュールと、前記伝達部を前記縦振動させる前記圧電振動モジュールとで、振動モードの入れ替えを行うことを特徴とする圧電駆動装置の駆動方法。

【請求項 6】

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を備えることを特徴とするロボット。

【請求項 7】

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を備えることを特徴とする電子部品搬送装置。

30

【請求項 8】

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を備えることを特徴とするプリンター。

【請求項 9】

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を備えることを特徴とするプロジェクター。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧電駆動装置、圧電駆動装置の駆動方法、ロボット、電子部品搬送装置、プリンターおよびプロジェクターに関するものである。

40

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 に記載の超音波モーターは、第 1 軸と、第 1 軸を回転させるための第 1 振動体（圧電素子）と、第 1 軸と接続された第 2 軸と、第 2 軸を回転させるための第 2 振動体（圧電素子）と、第 1 軸および第 2 軸と接続されている出力軸と、を有している。そして、第 1 振動体で第 1 軸の角速度を制御することができ、第 2 振動体で第 2 軸の角速度を制御することができ、第 1 軸および第 2 軸の角速度をそれぞれ独立して変更することで、出力軸の角速度を調整することができる構成となっている。

【先行技術文献】

50

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2010-63228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の超音波モーターでは、出力軸の角速度を変更するために第1軸および第2軸を設ける必要があり、装置が複雑で大型となってしまう。

【0005】

本発明の目的は、装置構成が簡単で小型化を図ることのできる圧電駆動装置、圧電駆動装置の駆動方法、ロボット、電子部品搬送装置、プリンターおよびプロジェク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】

本発明の圧電駆動装置は、振動部と、従動部に当接し、前記振動部の前記従動部との並び方向の縦振動、および前記縦振動と前記振動部の前記並び方向に交差する方向の横振動との複合振動である屈曲振動を前記従動部に伝達する伝達部と、を含む複数の圧電振動モジュールを有し、

前記複数の圧電振動モジュールの前記伝達部が第1方向に前記屈曲振動する第1駆動モードと、

前記伝達部が前記第1方向に前記屈曲振動する前記圧電振動モジュールと、前記伝達部が前記縦振動または前記第1方向と反対方向の第2方向に前記屈曲振動する前記圧電振動モジュールと、を有する第2駆動モードと、を有することを特徴とする。

このような構成によれば、第1駆動モードと第2駆動モードとを切り換えることで、従動部の移動速度を変化させることができるため、操作性の高い（利便性が高く、使い勝手のよい）圧電駆動装置となる。また、全ての圧電振動モジュールが1つの従動部に当接しているため、装置構成を簡単にすることができ、小型化を図ることもできる。

【0008】

本発明の圧電駆動装置では、前記第2駆動モードは、

前記伝達部が前記第1方向に前記屈曲振動する前記圧電振動モジュールと、前記伝達部が前記第2方向に前記屈曲振動する前記圧電振動モジュールと、を有し、前記伝達部が前記第1方向に前記屈曲振動する前記圧電振動モジュールの数が、前記伝達部が前記第2方向に前記屈曲振動する前記圧電振動モジュールの数よりも多い第3駆動モードを有していることが好ましい。

これにより、より簡単な方法で、第2駆動モードを実現することができる。

【0009】

本発明の圧電駆動装置では、前記第2駆動モードは、

前記伝達部が前記第1方向に前記屈曲振動する前記圧電振動モジュールと、前記伝達部が前記第2方向に前記屈曲振動する前記圧電振動モジュールと、前記伝達部が前記縦振動する前記圧電振動モジュールと、を有し、前記伝達部が前記第1方向に前記屈曲振動する前記圧電振動モジュールの数が、前記伝達部が前記第2方向に前記屈曲振動する前記圧電振動モジュールの数よりも多い第4駆動モードを有していることが好ましい。

これにより、より簡単な方法で、第2駆動モードを実現することができる。

【0010】

本発明の圧電駆動装置では、前記第2駆動モードは、

前記伝達部が前記第1方向に前記屈曲振動する前記圧電振動モジュールと、前記伝達部が前記縦振動する前記圧電振動モジュールと、を有する第5駆動モードを有していることが好ましい。

これにより、より簡単な方法で、第2駆動モードを実現することができる。

【0011】

本発明の圧電駆動装置では、前記第2駆動モードは、

前記伝達部が前記第1方向に前記屈曲振動する前記圧電振動モジュールと、前記伝達部が前記縦振動する前記圧電振動モジュールと、を有し、前記第5駆動モードよりも前記伝達部が前記第1方向に前記屈曲振動する前記圧電振動モジュールの数が多き第6駆動モードを有していることが好ましい。

これにより、従動部の移動速度が異なる2つの第2駆動モードを得ることができる。

【0012】

本発明の圧電駆動装置では、前記複数の圧電振動モジュールの前記伝達部がそれぞれ前記縦振動することで、前記従動部の移動を許容する第7駆動モードを有していることが好ましい。

これにより、例えば、操作者が手動(自らの手で)で従動部を操作することができ、圧電駆動装置の使い勝手がより向上する。

【0013】

本発明の圧電駆動装置の駆動方法は、振動部と、従動部に当接し、前記振動部の前記従動部との並び方向の縦振動、および前記縦振動と前記振動部の前記並び方向に交差する方向の横振動との複合振動である屈曲振動を前記従動部に伝達する伝達部と、を含む複数の圧電振動モジュールを有する圧電駆動装置の駆動方法であって、

前記複数の圧電振動モジュールの前記伝達部を第1方向に前記屈曲振動させる第1駆動モードと、

前記伝達部を前記第1方向に前記屈曲振動させる前記圧電振動モジュールと、前記伝達部を前記縦振動または前記第1方向と反対方向の第2方向に前記屈曲振動させる前記圧電振動モジュールと、を有する第2駆動モードと、が設定されており、

前記第1駆動モードおよび前記第2駆動モードのいずれかを選択して実行することを特徴とする。

このような駆動方法によれば、第1駆動モードと第2駆動モードとを切り換えることで、従動部の移動速度を変化させることができるため、高い操作性(高い利便性および使い勝手)を発揮することができる。また、全ての圧電振動モジュールが1つの従動部に当接しているため、圧電駆動装置の装置構成を簡単とすることができる共に、小型化を図ることもできる。

【0014】

本発明のロボットは、本発明の圧電駆動装置を備えること特徴とする。

これにより、本発明の圧電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。

【0015】

本発明の電子部品搬送装置は、本発明の圧電駆動装置を備えることを特徴とする。

これにより、本発明の圧電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。

【0016】

本発明のプリンターは、本発明の圧電駆動装置を備えることを特徴とする。

これにより、本発明の圧電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。

【0017】

本発明のプロジェクターは、本発明の圧電駆動装置を備えることを特徴とする。

これにより、本発明の圧電駆動装置の効果を享受でき、高い信頼性を有するプロジェクターが得られる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の第1実施形態に係る圧電駆動装置を示す斜視図である。

10

20

30

40

50

【図 2】図 1 に示す圧電駆動装置が有する圧電振動モジュールを示す平面図である。

【図 3】図 2 中の A - A 線断面図である。

【図 4】図 2 中の B - B 線断面図である。

【図 5】図 2 に示す圧電振動モジュールの順回転振動モードを示す図である。

【図 6】図 2 に示す圧電振動モジュールの逆回転振動モードを示す図である。

【図 7】図 2 に示す圧電振動モジュールの縦振動モードを示す図である。

【図 8】図 1 に示す圧電駆動装置の駆動方法を説明するための図である。

【図 9】図 1 に示す圧電駆動装置の駆動方法を説明するための図である。

【図 10】図 1 に示す圧電駆動装置の駆動方法を説明するための図である。

【図 11】図 1 に示す圧電駆動装置の駆動方法を説明するための図である。

10

【図 12】図 1 に示す圧電駆動装置の駆動方法を説明するための図である。

【図 13】図 1 に示す圧電駆動装置の駆動方法を説明するための図である。

【図 14】図 1 に示す圧電駆動装置の駆動方法を説明するための図である。

【図 15】本発明の第 2 実施形態に係る圧電駆動装置を示す斜視図である。

【図 16】本発明の第 3 実施形態に係るロボットを示す斜視図である。

【図 17】本発明の第 4 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 18】図 17 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 19】本発明の第 5 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 20】本発明の第 6 実施形態に係るプロジェクターの全体構成を示す概略図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明の圧電駆動装置、圧電駆動装置の駆動方法、ロボット、電子部品搬送装置、プリンターおよびプロジェク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。

【0020】

< 第 1 実施形態 >

まず、本発明の第 1 実施形態に係る圧電駆動装置について説明する。

【0021】

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る圧電駆動装置を示す斜視図である。図 2 は、図 1 に示す圧電駆動装置が有する圧電振動モジュールを示す平面図である。図 3 は、図 2 中の A - A 線断面図である。図 4 は、図 2 中の B - B 線断面図である。図 5 は、図 2 に示す圧電振動モジュールの順回転振動モードを示す図である。図 6 は、図 2 に示す圧電振動モジュールの逆回転振動モードを示す図である。図 7 は、図 2 に示す圧電振動モジュールの縦振動モードを示す図である。図 8 ないし図 14 は、それぞれ、図 1 に示す圧電駆動装置の駆動方法を説明するための図である。なお、以下では、説明の便宜上、図 1 ないし図 14 中の上側を「上」とも言い、図 1 ないし図 14 中の下側を「下」とも言う。

30

【0022】

図 1 に示す圧電駆動装置 1 は、回転モーター（超音波モーター）として利用され、回転軸 O まわりに回転可能なローター 2（従動部）と、ローター 2 の上面 21 に当接する複数の圧電振動モジュール 3 と、各圧電振動モジュール 3 を支持するステージ 4 と、ステージ 4 を介して各圧電振動モジュール 3 をローター 2 に向けて付勢する付勢部 5 と、各圧電振動モジュール 3 の駆動を独立して制御する制御部 6 と、を有している。このような圧電駆動装置 1 は、制御部 6 によって複数の圧電振動モジュール 3 の振動パターンをそれぞれ独立して制御（変更）することで、ローター 2 の回転速度（角速度）およびトルクを変化させることができる。そのため、例えば、ローター 2 の目標回転角度（回転回数）に近づくまでは高速駆動モードで駆動し、目標回転角度に近づいたら低速駆動モードに切り替えることで、より短時間でかつより精度よく、ローター 2 を目標回転角度に合わせることができる。このように、圧電駆動装置 1 によれば、操作性の高い（利便性が高く、使い勝手のよい）装置を実現することができる。また、全ての圧電振動モジュール 3 が同じローター 2 に当接しているため、装置構成を簡単にすることができ、かつ、小型化を図ることもで

40

50

きる。以下、圧電駆動装置 1 について、詳細に説明する。

【0023】

ローター 2 は、円板状をなしており、回転軸 O まわりに回転可能に軸受されている。ただし、ローター 2 の構成としては、特に限定されない。

【0024】

そして、ローター 2 の上面 2 1 に当接して、複数の圧電振動モジュール 3 が配置されている。また、複数の圧電振動モジュール 3 は、回転軸 O まわりに等間隔に配置されている。なお、本実施形態では、5 つの圧電振動モジュール 3 が配置されているが、圧電振動モジュール 3 の数としては、特に限定されない。また、ローター 2 を回転させることができれば、圧電振動モジュール 3 の配置も特に限定されない。

10

【0025】

図 2 に示すように、圧電振動モジュール 3 は、振動可能な振動部 3 1 と、振動部 3 1 を支持する支持部 3 2 と、振動部 3 1 および支持部 3 2 を接続する一対の接続部 3 3 と、振動部 3 1 に設けられた伝達部 3 4 と、を有している。振動部 3 1 は、略長形状の板状をなし、その先端部（ローター 2 側の端部）に伝達部 3 4 が設けられている。また、支持部 3 2 は、振動部 3 1 の基端側を囲む U 字形状となっている。

【0026】

このような構成の圧電振動モジュール 3 は、伝達部 3 4 の先端部においてローター 2 の上面 2 1 に当接し、支持部 3 2 においてステージ 4 に固定されている。なお、ステージ 4 は、ばね部材（板ばね、スプリングばね）等の付勢部 5 によってローター 2 側（図 2 中下方側）に向けて付勢されており、これにより、伝達部 3 4 が十分な摩擦力を持ってローター 2 の上面 2 1 と接触している。そのため、スリップが抑制され、伝達部 3 4 を介して振動部 3 1 の振動を効率的にローター 2 へ伝達することができる。

20

【0027】

また、図 1 に示すように、圧電振動モジュール 3 は、第 1 基板 3 5 と、第 2 基板 3 6 と、を有している。また、振動部 3 1 は、第 1 基板 3 5 と第 2 基板 3 6 との間に設けられた圧電素子 3 7 を有し、支持部 3 2 は、第 1 基板 3 5 と第 2 基板 3 6 との間に設けられた間座 3 8 を有している。なお、間座 3 8 は、支持部 3 2 の厚さを振動部 3 1 の厚さに揃えるためのスペーサーとして機能する。

【0028】

図 2 に示すように、圧電素子 3 7 は、5 つの圧電素子 3 7 A、3 7 B、3 7 C、3 7 D、3 7 E を含んでいる。そして、圧電素子 3 7 A、3 7 B は、振動部 3 1 の幅方向の一方側（図 2 中右側）に位置し、振動部 3 1 の長手方向に並んで配置されている。また、圧電素子 3 7 D、3 7 E は、振動部 3 1 の幅方向の他方側（図 2 中の左側）に位置し、振動部 3 1 の長手方向に並んで配置されている。また、圧電素子 3 7 C は、振動部 3 1 の幅方向の中央部に位置し、振動部 3 1 の長手方向に沿って配置されている。なお、圧電素子 3 7 の構成としては、特に限定されず、例えば、圧電素子 3 7 C を省略してもよい。

30

【0029】

また、図 3 および図 4 に示すように、5 つの圧電素子 3 7 A、3 7 B、3 7 C、3 7 D、3 7 E は、それぞれ、圧電体 3 7 2 と、圧電体 3 7 2 の上面に設けられた第 1 電極 3 7 1 と、圧電体 3 7 2 の下面に設けられた第 2 電極 3 7 3 と、を有している。そして、圧電体 3 7 2 の第 1 電極 3 7 1 と第 2 電極 3 7 3 とで挟まれた領域が振動領域 3 7 0 となっている。

40

【0030】

第 1 電極 3 7 1 は、圧電素子 3 7 A、3 7 B、3 7 C、3 7 D、3 7 E に共通して設けられた共通電極である。一方、第 2 電極 3 7 3 は、圧電素子 3 7 A、3 7 B、3 7 C、3 7 D、3 7 E ごとに個別に設けられた個別電極である。また、圧電体 3 7 2 は、圧電素子 3 7 A、3 7 B、3 7 C、3 7 D、3 7 E に共通して一体的に設けられている。なお、圧電体 3 7 2 は、圧電素子 3 7 A、3 7 B、3 7 C、3 7 D、3 7 E ごとに個別に設けられていてもよい。

50

【 0 0 3 1 】

圧電体 3 7 2 は、振動部 3 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 3 1 の長手方向に沿った方向（圧電振動モジュール 3 とローター 2 との並び方向）に伸縮する。圧電体 3 7 2 の構成材料としては、例えば、チタン酸ジルコン酸鉛（P Z T）、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（B S T）、タンタル酸ストロンチウムビスマス（S B T）、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 3 7 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 3 7 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。

10

【 0 0 3 2 】

以上のような構成の圧電振動モジュール 3 では、制御部 6 から供給される駆動電圧を第 1 電極 3 7 1 と第 2 電極 3 7 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 3 7 A、3 7 B、3 7 C、3 7 D、3 7 E が振動し、振動部 3 1 全体が振動する。

【 0 0 3 3 】

次に、圧電振動モジュール 3 の振動モードについて説明する。圧電振動モジュール 3 は、伝達部 3 4 が順方向（第 1 方向）に回転する順回転振動モードと、伝達部 3 4 が順方向と逆方向（第 2 方向）に回転する逆回転振動モードと、伝達部 3 4 が振動部 3 1 の長手方向に振動する縦振動モードと、を有しており、これらの振動モードを選択（切替）できるようになっている。

20

【 0 0 3 4 】

順回転振動モードは、図 5 に示すように、図中の反時計回りに伝達部 3 4 を楕円運動させる振動モードである。このような回転振動モードを行うには、例えば、図 5 中の電圧 V 1 を圧電素子 3 7 A、3 7 E に印加し、電圧 V 2 を圧電素子 3 7 C に印加し、電圧 V 3 を圧電素子 3 7 B、3 7 D に印加する。これにより、振動部 3 1 は、その長手方向（圧電振動モジュール 3 とローター 2 との並び方向。付勢部 5 による押圧方向）に伸縮する縦振動を行いつつ、その幅方向（長手方向に交差（直交）する方向）に 2 次で屈曲する横振動を行う。このような縦振動と横振動とが合成され、振動部 3 1 が S 字状に屈曲振動し、それに伴って、伝達部 3 4 が縦振動と横振動の複合振動である反時計回りの回転振動（楕円振動）を行う。ただし、伝達部 3 4 を反時計回りに楕円運動させることができれば、圧電振動モジュール 3 に印加する電圧パターンは、特に限定されない。

30

【 0 0 3 5 】

逆回転振動モードは、図 6 に示すように、図中の時計回りに伝達部 3 4 を楕円運動させる振動モードである。このような回転振動モードを行うには、例えば、図 6 中の電圧 V 1 ' を圧電素子 3 7 A、3 7 E に印加し、電圧 V 2 ' を圧電素子 3 7 C に印加し、電圧 V 3 ' を圧電素子 3 7 B、3 7 D に印加する。これにより、振動部 3 1 は、その長手方向に伸縮する縦振動を行いつつ、その幅方向に 2 次で屈曲する横振動を行う。このような縦振動と横振動とが合成され、振動部 3 1 が逆 S 字状に屈曲振動し、それに伴って、伝達部 3 4 が縦振動と横振動の複合振動である時計回りの回転振動（楕円振動）を行う。ただし、伝達部 3 4 を時計回りに楕円運動させることができれば、圧電振動モジュール 3 に印加する電圧パターンは、特に限定されない。

40

【 0 0 3 6 】

縦振動モードは、図 7 に示すように、振動部 3 1 の長手方向（圧電振動モジュール 3 とローター 2 との並び方向。付勢部 5 による押圧方向）に伝達部 3 4 を振動させる振動モードである。このような縦振動モードを行うには、例えば、図 7 中の電圧 V 4 を圧電素子 3 7 C に印加し、他の圧電素子 3 7 A、3 7 B、3 7 D、3 7 E には電圧を印加しない。これにより、振動部 3 1 は、その長手方向に伸縮する縦振動を行い、それに伴って、伝達部 3 4 が縦振動を行う。特に、電圧 V 4 を圧電素子 3 7 C にしか印加しないことで、縦振動モードにおける縦振動の振幅を、順回転振動モードおよび逆回転振動モードにおける縦振

50

動の振幅とほぼ等しくすることができる。ただし、伝達部 3 4 を縦振動させることができれば、圧電振動モジュール 3 に印加する電圧パターンは、特に限定されない。

【 0 0 3 7 】

なお、本実施形態の縦振動モードは、実質的に縦振動だけを含む振動モードである。このように、縦振動モードは、縦振動だけを含む振動モードであることが好ましい。しかしながら、縦振動モードとしては、例えば、前述した順回転振動モードおよび逆回転振動モードよりも小さい振幅の横振動を含んでいてもよい。すなわち、順回転振動モードおよび逆回転振動モードよりも小さい駆動力を発生する回転振動を行うモードであってもよい。

【 0 0 3 8 】

以上、圧電振動モジュール 3 について説明した。なお、圧電振動モジュール 3 としては、上述したような順回転振動モード、逆回転振動モードおよび縦振動モードで駆動することができれば、特に限定されない。例えば、支持部 3 2 および接続部 3 3 を省略してもよいし、圧電素子 3 7 の構成（圧電素子の数、配置）も特に限定されない。また、圧電振動モジュール 3 として、例えば、本実施形態の圧電振動モジュール 3 を複数積層させた（重ね合わせた）構成としてもよい。これにより、より駆動力の大きい圧電振動モジュール 3 となる。

【 0 0 3 9 】

次に、圧電駆動装置 1 の駆動方法について説明する。圧電駆動装置 1 は、高速（高い角速度）でローター 2 を回転軸 O まわりに回転させる高速駆動モード（第 1 駆動モード）と、高速駆動モードよりも低速（低い角速度）でローター 2 を回転軸 O まわりに回転させる低速駆動モード（第 2 駆動モード）と、ローター 2 を保持する（回転を規制する）保持モード（第 8 駆動モード）と、ローター 2 を回転自在とし、手動でローター 2 を回転させることができる手動モード（第 7 駆動モード）と、を有し、これらのうちの 1 つの駆動モードを選択可能となっている。なお、駆動モードの選択は、制御部 6 によって行われる。なお、制御部 6 は、圧電振動モジュール 3 ごとに印加する駆動電圧を変更することで、駆動モードを選択することができる。以下、これら各駆動モードについて詳細に説明する。

【 0 0 4 0 】

まず、保持モードについて説明する。保持モードは、ローター 2 の回転（移動）を規制する駆動モードである。この保持モードでは、図 8 に示すように、全ての圧電振動モジュール 3 が駆動（振動）を停止している。前述したように、各圧電振動モジュール 3 は、付勢部 5 によってローター 2 側に付勢されており、各伝達部 3 4 が十分な摩擦力を持ってローター 2 の上面 2 1 と接触している。そのため、この状態では、各圧電振動モジュール 3 によってローター 2 が保持されており、ローター 2 の回転（移動）が阻止されている。このような保持モードを有することで、ローター 2 を所定の位置（回転角度）に保持することができる。また、ローター 2 の意図しない移動（回転）を抑制することができ、圧電駆動装置 1 の安全性や使い勝手（利便性）が向上する。

【 0 0 4 1 】

次に、高速駆動モードについて説明する。高速移動モードは、ローター 2 を高速かつ高トルクで回転（移動）させる駆動モードである。この高速移動モードでは、図 9 に示すように、各圧電振動モジュール 3 を順回転振動モードで駆動する。これにより、各圧電振動モジュール 3 の伝達部 3 4 が順方向に楕円運動し、これによってローター 2 が順方向に送り出され、ローター 2 が順方向に回転する。高速駆動モードでは、全ての圧電振動モジュール 3 が順回転振動モードで駆動しているため、高速かつ高トルクでローター 2 を回転させることができる。

【 0 0 4 2 】

次に、低速駆動モードについて説明する。低速駆動モードは、前述した高速駆動モードよりも低速かつ低トルクでローター 2 を回転（移動）させる駆動モードである。この低速駆動モードは、さらに、第 1 低速駆動モード（第 6 駆動モード）と、第 1 低速駆動モードよりも低速かつ低トルクでローター 2 を回転させる第 2 低速駆動モード（第 5 駆動モード）、第 3 低速駆動モード（第 3 駆動モード）および第 4 低速駆動モード（第 4 駆動モード

10

20

30

40

50

)と、を有している。

【0043】

第1低速駆動モードでは、図10に示すように、5つの圧電振動モジュール3のうちの2つの圧電振動モジュール3を順回転振動モードで駆動し、残りの3つの圧電振動モジュール3を縦振動モードで駆動する。このような第1低速駆動モードでは、高速駆動モードよりも少ない2つの圧電振動モジュール3でローター2を回転させる駆動力を発生させているため、高速駆動モードよりも低速かつ低トルクでローター2を回転させることができる。なお、残りの3つの圧電振動モジュール3に生じている縦振動モードは、ローター2を回転させる駆動力を実質的に発生せず、ローター2の回転を許容するための振動である。

10

【0044】

詳しく説明すると、前述したように、圧電振動モジュール3は、ローター2に向けて付勢されており、非駆動状態において、圧電振動モジュール3の伝達部34は、十分な摩擦力を持ってローター2の上面21に当接している。そのため、駆動していない圧電振動モジュール3が存在すると、その圧電振動モジュール3が抵抗(ブレーキ)となって、他の圧電振動モジュール3を駆動させてローター2を回転させようとしても、ローター2を回転させることができないか、または、回転してもその速度が低下してしまう等の問題が生じる。

【0045】

そこで、順回転振動モードで駆動させない(駆動力を発生させない)圧電振動モジュール3について、ローター2との摩擦力を減少させ、ローター2の回転を許容する必要がある、これを実現するのが縦振動モードである。この振動モードは、ローター2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2との摩擦力が低下する(伝達部34がローター2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34とローター2との摩擦力が小さくなり、よって、ローター2の移動を許容することができる。

20

【0046】

以上、第1低速駆動モードについて説明した。なお、本実施形態では、2つの圧電振動モジュール3を順回転振動モードで駆動しているが、順回転振動モードで駆動する圧電振動モジュール3の数は、高速駆動モードよりも少なければ、特に限定されず、例えば、4つであってもよいし、3つであってもよい。また、第1低速駆動モードは、2つから4つの間で、順回転振動モードで駆動する圧電振動モジュール3の数を変更できるようになっていてもよい。これにより、第1低速駆動モードの中でも、さらに、ローター2の回転速度およびトルクを変更することができる。

30

【0047】

また、縦振動モードで駆動させる圧電振動モジュール3は、例えば、所定時間毎や所定駆動回数毎に変更することが好ましい。より具体的には、例えば、第1低速駆動モードでの連続駆動時間が所定時間を経過すると、縦振動モードで駆動している圧電振動モジュール3と、順回転振動モードで駆動している圧電振動モジュール3との振動モードを入れ替えたり、前回の第1低速駆動モードにおいて縦振動モードで駆動させた圧電振動モジュールについては、次回の第1低速駆動モードでは、縦振動モードで駆動させずに順回転振動モードで駆動させたりすることが好ましい。これにより、各圧電振動モジュール3の伝達部34にかかる負担を均一化することができ、ある圧電振動モジュール3の伝達部34だけが著しく摩耗するといった不具合を抑制することができる。そのため、圧電駆動装置1の長寿命化を図ることができ、また、メンテナンスの間隔を長くすることもできる。このことは、後述する第2低速駆動モード、第3低速駆動モード、第4低速駆動モードについても同様である。

40

【0048】

第2低速駆動モードでは、図11に示すように、5つの圧電振動モジュール3のうちの1つの圧電振動モジュール3を順回転振動モードで駆動し、残りの4つの圧電振動モジュ

50

ール3を縦振動モードで駆動する。このような第2低速駆動モードでは、第1低速駆動モードよりも少ない1つの圧電振動モジュール3でローター2を回転させる駆動力を発生させているため、第1低速駆動モードよりも低速かつ低トルクでローター2を回転させることができる。

【0049】

第3低速駆動モードでは、図12に示すように、5つの圧電振動モジュール3のうちの3つの圧電振動モジュール3を順回転振動モードで駆動し、残りの2つの圧電振動モジュール3を逆回転振動モードで駆動する。このような第3低速駆動モードでは、順回転振動モードで駆動している3つの圧電振動モジュール3のうちの2つから生じる駆動力が、逆回転振動モードで駆動している2つの圧電振動モジュール3から生じる逆方向の駆動力によって打ち消され（相殺され）、実質的に、順回転振動モードで駆動している1つの圧電振動モジュール3から生じる駆動力だけでローター2が回転する。このように、第3低速駆動モードでは、1つの圧電振動モジュール3でローター2を回転させる駆動力を発生させているため、第1低速駆動モードよりも低速かつ低トルクでローター2を回転させることができる。なお、このような第3低速駆動モードは、ローター2を回転させる駆動力を発生させる圧電振動モジュール3の数が前述した第2低速駆動モードと同じことから、実質的に、第2低速駆動モードと同じ回転速度およびトルクでローター2を回転させることができる。

【0050】

第4低速駆動モードでは、図13に示すように、5つの圧電振動モジュール3のうちの2つの圧電振動モジュール3を順回転振動モードで駆動し、1つの圧電振動モジュール3を逆回転振動モードで駆動し、残りの2つの圧電振動モジュール3を縦振動モードで駆動する。このような第4低速駆動モードでは、順回転振動モードで駆動している2つの圧電振動モジュール3のうちの1つから生じる駆動力が、逆回転振動モードで駆動している1つの圧電振動モジュール3から生じる逆方向の駆動力によって打ち消され（相殺され）、実質的に、順回転振動モードで駆動している1つの圧電振動モジュール3から生じる駆動力だけでローター2が回転する。このように、第4低速駆動モードでは、1つの圧電振動モジュール3でローター2を回転させる駆動力を発生させているため、第1低速駆動モードよりも低速かつ低トルクでローター2を回転させることができる。なお、このような第4低速駆動モードは、ローター2を回転させる駆動力を発生させる圧電振動モジュール3の数が前述した第2低速駆動モードと同じことから、実質的に、第2低速駆動モードと同じ回転速度およびトルクでローター2を回転させることができる。

【0051】

ただし、この第4低速駆動モードでは、縦振動モードで駆動させる2つの圧電振動モジュール3とローター2との摩擦力が僅かにブレーキとなって、前述した第2低速駆動モードおよび第3低速駆動モードよりもローター2の回転速度およびトルクが僅かに低下する場合もある。この場合には、例えば、第4低速駆動モードを第2低速駆動モードおよび第3低速駆動モードよりも低速かつ低トルクでローター2を回転させるための駆動モードとして利用してもよい。

【0052】

次に、手動モードについて説明する。手動モードは、ローター2を手動で自在に移動させることができるようにする駆動モードである。この手動モードでは、図14に示すように、全ての圧電振動モジュール3を縦振動モードで駆動する。これにより、全ての圧電振動モジュール3とローター2との摩擦力を減少させることができ、手動でローター2を動かすことのできる状態となる。なお、このような手動モードでは、全ての圧電振動モジュール3が縦振動のみを行っているため、圧電振動モジュール3の駆動によるローター2の回転は、実質的に生じない。

【0053】

このような手動モードは、例えば、操作者が手動（自らの手で）でローター2を操作したい場合や、圧電駆動装置1の制御部6にローター2の動きを教示する（記憶させる）場

10

20

30

40

50

合に好適に使用することができる。

【0054】

以上、圧電駆動装置1について説明した。このような圧電駆動装置1は、前述したように、振動部31と、ローター2（従動部）に当接し、振動部31のローター2との並び方向の縦振動、および横振動（縦振動と振動部31のローター2との並び方向に交差する方向の振動）との複合振動である回転振動（屈曲振動）をローター2に伝達する伝達部34と、を含む複数の圧電振動モジュール3を有している。そして、複数の圧電振動モジュール3の伝達部34が順方向（第1方向）に回転振動する高速駆動モード（第1駆動モード）と、伝達部34が順方向に回転振動する圧電振動モジュール3と、伝達部34が縦振動または順方向と反対方向の逆方向（第2方向）に回転振動する圧電振動モジュール3と、を有する低速駆動モード（第2駆動モード）と、を有している。このような圧電駆動装置1では、高速駆動モードと低速駆動モードとを切り換えることで、ローター2の回転速度およびトルクを変化させることができるため、操作性の高い（利便性が高く、使い勝手のよい）装置となる。また、全ての圧電振動モジュール3が1つのローター2に当接しているため、装置構成を簡単にすることができ、小型化を図ることもできる。

10

【0055】

また、前述したように、振動部31と、ローター2に当接し、振動部31のローター2との並び方向の縦振動、および縦振動と横振動（振動部31のローター2との並び方向に交差する方向の振動）との複合振動である回転振動（屈曲振動）をローター2に伝達する伝達部34と、を含む複数の圧電振動モジュール3を有する圧電駆動装置1の駆動方法は、複数の圧電振動モジュール3の伝達部34を順方向（第1方向）に回転振動させる高速駆動モード（第1駆動モード）と、伝達部34を順方向に回転振動させる圧電振動モジュール3と、伝達部34を縦振動または逆方向（順方向と反対方向の第2方向）に回転振動させる前記圧電振動モジュール3と、を有する低速駆動モード（第2駆動モード）と、が設定されており、高速駆動モードおよび低速駆動モードのいずれかを選択して実行するようになっている。このような駆動方法によれば、高速駆動モードと低速駆動モードとを切り換えることで、ローター2の回転速度およびトルクを変化させることができるため、高い操作性（高い利便性および使い勝手）を発揮することができる。また、全ての圧電振動モジュール3が1つのローター2に当接しているため、圧電駆動装置1の装置構成を簡単とすることができる共に、小型化を図ることもできる。

20

30

【0056】

また、前述したように、低速駆動モード（第2駆動モード）は、伝達部34が順方向（第1方向）に回転振動する圧電振動モジュール3と、伝達部34が逆方向（第2方向）に回転振動する圧電振動モジュール3と、を有し、伝達部34が順方向に回転振動する圧電振動モジュール3の数が、伝達部34が逆方向に回転振動する圧電振動モジュール3の数よりも多い第3低速駆動モード（第3駆動モード）を有している。これにより、より簡単な方法で、低速駆動モードを実現することができる。

【0057】

ここで、第3低速駆動モードは、前述したように、第2低速駆動モードおよび第4低速駆動モードと、実質的に同じ回転速度およびトルクでローター2を回転させることができるが、第2低速駆動モードおよび第4低速駆動モードに比べて次のようなメリットを有する。すなわち、圧電駆動装置1の駆動方法として、例えば、ローター2の目標回転角度（回転回数）に近づくまでは高速駆動モードで駆動し、目標回転角度に近づいたら低速駆動モードに切り替える方法がある。この際、低速駆動モードとして第3低速駆動モードを選択することで、高速駆動モードから低速駆動モード（第3低速駆動モード）への切り替えをよりスムーズに行うことができる。

40

【0058】

より具体的には、高速駆動モードから第3低速駆動モードへの切り替えは、2つの圧電振動モジュール3の駆動モードを順回転振動モードから逆回転振動モードに切り替えることで行われる。前述したように、圧電振動モジュール3を逆回転振動モードで駆動するに

50

は、全ての圧電素子 37A、37B、37C、37D、37E に電圧を印加するため、同じく全ての圧電素子 37A、37B、37C、37D、37E に電圧を印加している順回転振動モードからの切り替えをよりスムーズに安定した状態で行うことができる。

【0059】

これに対して、高速駆動モードから第2低速駆動モードへの切り替えは、4つの圧電振動モジュール3の駆動モードを順回転振動モードから縦振動モードに切り替えることで行われる。前述したように、圧電振動モジュール3を縦振動モードで駆動するには、圧電素子37Cにのみ電圧を印加するため、第3低速駆動モードと比べて、順回転振動モードからの切り替え時において振動状態が不安定になり易く、駆動条件（駆動電圧を大きさ、ローター2との摩擦力等）によっては、例えば、伝達部34の振動方向が傾いてしまい、ローター2の回転速度やトルクが設計値からずれてしまうおそれがある。このことは、第4低速駆動モードについても同様である。

10

【0060】

また、前述したように、低速駆動モード（第2駆動モード）は、伝達部34が順方向（第1方向）に回転振動する圧電振動モジュール3と、伝達部34が縦振動する圧電振動モジュール3と、を有する第2低速駆動モード（第5駆動モード）を有している。これにより、より簡単な方法で、低速駆動モードを実現することができる。

【0061】

ここで、第2低速駆動モードは、前述したように、第3低速駆動モードと、実質的に同じ回転速度およびトルクでローター2を回転させることができるが、第3低速駆動モードに比べて次のようなメリットを有する。すなわち、第3低速駆動モードでは、順回転振動モードで駆動させない圧電振動モジュール3については逆回転振動モードで駆動させている。この逆回転振動モードは、ローター2の回転方向に対して反対方向に（ローター2の回転に逆らって）伝達部34が回転運動する振動モードであるため、伝達部34の負担（摩擦）が大きい。これに対して、縦振動モードでは、伝達部34がローター2に接近、離間する方向に往復振動するため、逆回転振動モードと比べて伝達部34の負担（摩擦）が小さい。そのため、圧電駆動装置1の長寿命化を図ることができ、また、メンテナンスの間隔を長くすることができる。

20

【0062】

また、前述したように、低速駆動モード（第2駆動モード）は、伝達部34が順方向（第1方向）に回転振動する圧電振動モジュール3と、伝達部34が縦振動する圧電振動モジュール3と、を有し、第2低速駆動モード（第5駆動モード）よりも伝達部34が順方向に回転振動する圧電振動モジュール3の数が多い第1低速駆動モード（第6駆動モード）を有している。これにより、ローター2の回転速度およびトルクが異なる2種類の低速駆動モードが得られる。そのため、圧電駆動装置1の操作性が向上する。また、より簡単な方法で、低速駆動モードを実現することができる。

30

【0063】

また、前述したように、低速駆動モード（第2駆動モード）は、伝達部34が順方向（第1方向）に回転振動する圧電振動モジュール3と、伝達部34が逆方向（第2方向）に回転振動する圧電振動モジュール3と、伝達部34が縦振動する圧電振動モジュール3と、を有し、伝達部34が順方向に回転振動する圧電振動モジュール3の数が、伝達部34が逆方向に回転振動する圧電振動モジュール3の数よりも多い第4低速駆動モード（第4駆動モード）を有している。これにより、より簡単な方法で、低速駆動モードを実現することができる。なお、第4低速駆動モードは、第2低速駆動モードと第3低速駆動モードの折衷であり、前述した第2低速駆動モードのメリットおよび第3低速駆動モードのメリットを共に発揮することができる。

40

【0064】

また、前述したように、圧電駆動装置1は、複数の圧電振動モジュール3の伝達部34がそれぞれ縦振動することで、ローター2の移動を許容する手動モード（第7駆動モード）を有している。これにより、例えば、操作者が手動（自らの手で）でローター2を操作

50

することができ、圧電駆動装置 1 の使い勝手がより向上する。また、手動モードは、圧電駆動装置 1 の制御部 6 にローター 2 の動きを教示する（記憶させる）場合に好適に使用することができる。

【 0 0 6 5 】

< 第 2 実施形態 >

次に、本発明の第 2 実施形態に係る圧電駆動装置について説明する。

図 1 5 は、本発明の第 2 実施形態に係る圧電駆動装置を示す斜視図である。

【 0 0 6 6 】

以下、第 2 実施形態の圧電駆動装置 1 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。

10

【 0 0 6 7 】

本発明の第 2 実施形態に係る圧電駆動装置は、従動部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。

【 0 0 6 8 】

図 1 5 に示すように、本実施形態の圧電駆動装置 1 は、直動モーターとして利用され、方向 X に沿って直線移動可能なスライダ 7（従動部）と、スライダ 7 の上面 7 1 に当接する複数の圧電振動モジュール 3 と、複数の圧電振動モジュール 3 を支持するステージ 4 と、ステージ 4 を介して圧電振動モジュール 3 をローター 2 に向けて付勢する付勢部 5 と、各圧電振動モジュール 3 の駆動を独立して制御する制御部 6 と、を有している。この

20

【 0 0 6 9 】

スライダ 7 は、板状をなしており、レール（誘導部材）等によって、実質的に、方向 X にのみ往復移動できるようになっている。ただし、スライダ 7 の構成としては、特に限定されない。そして、スライダ 7 の上面 7 1 に当接して複数の圧電振動モジュール 3 が配置されている。また、複数の圧電振動モジュール 3 は、方向 X（スライダ 7 の移動方向）に沿って配置されている。

【 0 0 7 0 】

このような第 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。

30

【 0 0 7 1 】

< 第 3 実施形態 >

次に、本発明の第 3 実施形態に係るロボットについて説明する。

図 1 6 は、本発明の第 3 実施形態に係るロボットを示す斜視図である。

【 0 0 7 2 】

図 1 6 に示すロボット 1 0 0 0 は、精密機器やこれを構成する部品の給材、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 1 0 0 0 は、6 軸ロボットであり、床や天井に固定されるベース 1 0 1 0 と、ベース 1 0 1 0 に回動自在に連結されたアーム 1 0 2 0 と、アーム 1 0 2 0 に回動自在に連結されたアーム 1 0 3 0 と、アーム 1 0 3 0 に回動自在に連結されたアーム 1 0 4 0 と、アーム 1 0 4 0 に回動自在に連結されたアーム 1 0 5 0 と、アーム 1 0 5 0 に回動自在に連結されたアーム 1 0 6 0 と、アーム 1 0 6 0 に回動自在に連結されたアーム 1 0 7 0 と、これらアーム 1 0 2 0、1 0 3 0、1 0 4 0、1 0 5 0、1 0 6 0、1 0 7 0 の駆動を制御するロボット制御部 1 0 8 0 と、を有している。また、アーム 1 0 7 0 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 1 0 0 0 に実行させる作業に応じたエンドエフェクター 1 0 9 0 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駆動装置 1 が搭載されており、この圧電駆動装置 1 の駆動によって各アーム 1 0 2 0、1 0 3 0、1 0 4 0、1 0 5 0、1 0 6 0、1 0 7 0 が回動する。なお、各圧電駆動装置 1 の駆動は、ロボット制御部 1 0 8 0 によって制御される。また、圧電駆動装置 1 は、エンドエフェクター 1 0 9 0 に搭載され、エンド

40

50

エフェクター 1090 の駆動に用いられてもよい。

【0073】

このようなロボット 1000 は、圧電駆動装置 1 を備えている。そのため、上述した圧電駆動装置 1 の効果を楽しむことができ、高い信頼性を発揮することができる。

【0074】

< 第 4 実施形態 >

次に、本発明の第 4 実施形態に係る電子部品搬送装置について説明する。

【0075】

図 17 は、本発明の第 4 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 18 は、図 17 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。

10

【0076】

図 17 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。

20

【0077】

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。

【0078】

また、図 18 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動部 2232 と、回動部 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圧電駆動装置 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圧電駆動装置 1 (1y) と、回動部 2232 を Z 軸まわりに回転させるための圧電駆動装置 1 (1) と、が内蔵されている。なお、例えば、圧電駆動装置 1x、1y として、前述した第 2 実施形態のものを用いることができ、圧電駆動装置 1 として、前述した第 1 実施形態のものを用いることができる。

30

【0079】

このような電子部品搬送装置 2000 は、圧電駆動装置 1 を備えている。そのため、上述した圧電駆動装置 1 の効果を楽しむことができ、高い信頼性を発揮することができる。

40

【0080】

< 第 5 実施形態 >

次に、本発明の第 5 実施形態に係るプリンターについて説明する。

【0081】

図 19 は、本発明の第 5 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。

【0082】

図 19 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。また、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

50

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。

【0083】

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。また、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。

【0084】

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。

【0085】

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駆動装置1と、を有している。

【0086】

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。

【0087】

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。

【0088】

このようなプリンター3000は、圧電駆動装置1を備えている。そのため、上述した圧電駆動装置1の効果を享受することができ、高い信頼性を発揮することができる。なお、本実施系形態では、圧電駆動装置1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。

【0089】

<第6実施形態>

次に、本発明の第6実施形態に係るプロジェクターについて説明する。

【0090】

図20は、本発明の第6実施形態に係るプロジェクターの全体構成を示す概略図である。

【0091】

図20に示すプロジェクター4000は、LCD方式のプロジェクターであり、光源4010と、ミラー4021、4022、4023と、ダイクロイックミラー4031、4032と、液晶表示素子4040R、4040G、4040Bと、ダイクロイックプリズム4050と、投射レンズ系4060と、圧電駆動装置1と、を備えている。

【0092】

光源4010としては、例えば、ハロゲンランプ、水銀ランプ、発光ダイオード(LED)等が挙げられる。また、この光源4010としては、白色光が出射するものが用いられる。そして、光源4010から出射された光は、まず、ダイクロイックミラー4031によって赤色光(R)とその他の光とに分離される。赤色光は、ミラー4021で反射された後、液晶表示素子4040Rに入射し、その他の光は、ダイクロイックミラー4032によってさらに緑色光(G)と青色光(B)とに分離される。そして、緑色光は、液晶表示素子4040Gに入射し、青色光は、ミラー4022、4023で反射された後、液

10

20

30

40

50

晶表示素子 4 0 4 0 B に入射する。

【 0 0 9 3 】

液晶表示素子 4 0 4 0 R、4 0 4 0 G、4 0 4 0 B は、それぞれ、空間光変調器として用いられる。これらの液晶表示素子 4 0 4 0 R、4 0 4 0 G、4 0 4 0 B は、それぞれ R、G、B の原色に対応する透過型の空間光変調器であり、例えば縦 1 0 8 0 行、横 1 9 2 0 列のマトリクス状に配列した画素を備えている。各画素では、入射光に対する透過光の光量が調整され、各液晶表示素子 4 0 4 0 R、4 0 4 0 G、4 0 4 0 B において全画素の光量分布が協調制御される。このような液晶表示素子 4 0 4 0 R、4 0 4 0 G、4 0 4 0 B によってそれぞれ空間的に変調された光は、ダイクロイックプリズム 4 0 5 0 で合成され、ダイクロイックプリズム 4 0 5 0 からフルカラーの映像光 LL が出射される。そして、出射された映像光 LL は、投射レンズ系 4 0 6 0 によって拡大されて、例えばスクリーン等に投射される。圧電駆動装置 1 は、投射レンズ系 4 0 6 0 に含まれる少なくとも 1 つのレンズを光軸方向に移動させて焦点距離を変更することができる。

10

【 0 0 9 4 】

このようなプロジェクター 4 0 0 0 は、圧電駆動装置 1 を備えている。そのため、上述した圧電駆動装置 1 の効果を享受することができ、高い信頼性を発揮することができる。

【 0 0 9 5 】

以上、本発明の圧電駆動装置、圧電駆動装置の駆動方法、ロボット、電子部品搬送装置、プリンターおよびプロジェクターを、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。

20

【 0 0 9 6 】

また、前述した実施形態では、圧電駆動装置をロボット、電子部品搬送装置、プリンターおよびプロジェクターに適用した構成について説明したが、圧電駆動装置は、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 】

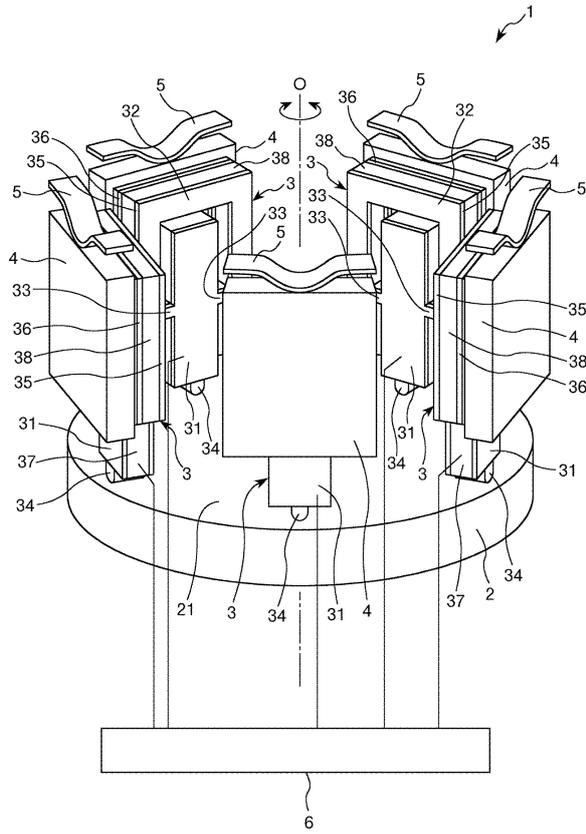
【 0 0 9 7 】

1、1 x、1 y、1 ... 圧電駆動装置、2 ... ローター、2 1 ... 上面、3 ... 圧電振動モジュール、3 1 ... 振動部、3 2 ... 支持部、3 3 ... 接続部、3 4 ... 伝達部、3 5 ... 第 1 基板、3 6 ... 第 2 基板、3 7、3 7 A、3 7 B、3 7 C、3 7 D、3 7 E ... 圧電素子、3 7 0 ... 振動領域、3 7 1 ... 第 1 電極、3 7 2 ... 圧電体、3 7 3 ... 第 2 電極、3 8 ... 間座、4 ... ステージ、5 ... 付勢部、6 ... 制御部、7 ... スライダー、7 1 ... 上面、1 0 0 0 ... ロボット、1 0 1 0 ... ベース、1 0 2 0、1 0 3 0、1 0 4 0、1 0 5 0、1 0 6 0、1 0 7 0 ... アーム、1 0 8 0 ... ロボット制御部、1 0 9 0 ... エンドエフェクター、2 0 0 0 ... 電子部品搬送装置、2 1 0 0 ... 基台、2 1 1 0 ... 上流側ステージ、2 1 2 0 ... 下流側ステージ、2 1 3 0 ... 検査台、2 2 0 0 ... 支持台、2 2 1 0 ... Y ステージ、2 2 2 0 ... X ステージ、2 2 3 0 ... 電子部品保持部、2 2 3 1 ... 微調整プレート、2 2 3 2 ... 回動部、2 2 3 3 ... 保持部、3 0 0 0 ... プリンター、3 0 1 0 ... 装置本体、3 0 1 1 ... トレイ、3 0 1 2 ... 排紙口、3 0 1 3 ... 操作パネル、3 0 2 0 ... 印刷機構、3 0 2 1 ... ヘッドユニット、3 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、4 0 0 0 ... プロジェクター、4 0 1 0 ... 光源、4 0 2 1、4 0 2 2、4 0 2 3 ... ミラー、4 0 3 1、4 0 3 2 ... ダイクロイックミラー、4 0 4 0 B、4 0 4 0 G、4 0 4 0 R ... 液晶表示素子、4 0 5 0 ... ダイクロイックプリズム、4 0 6 0 ... 投射レンズ系、LL ... 映像光、O ... 回転軸、P ... 記録用紙、Q ... 電子部品、V 1、V 1'、V 2、V 2'、V 3、V 3'、V 4 ... 電圧、X ... 方向

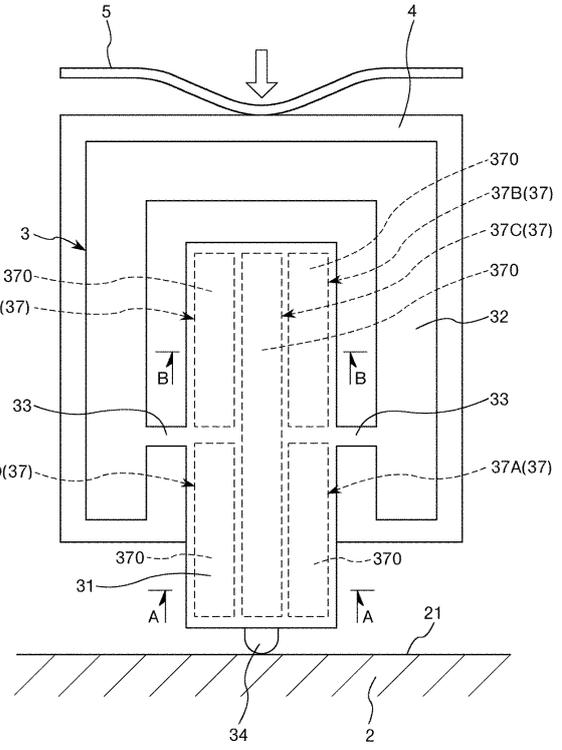
30

40

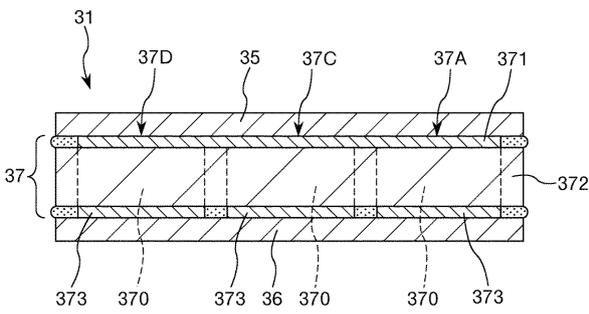
【図1】



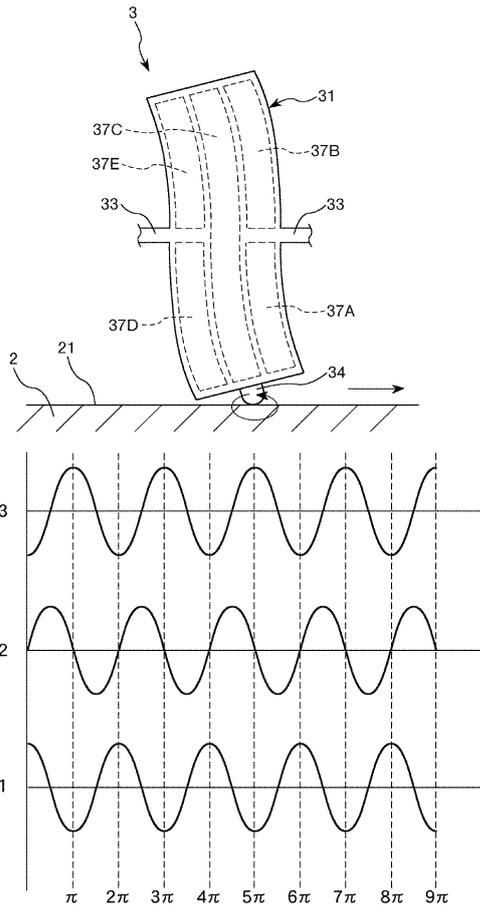
【図2】



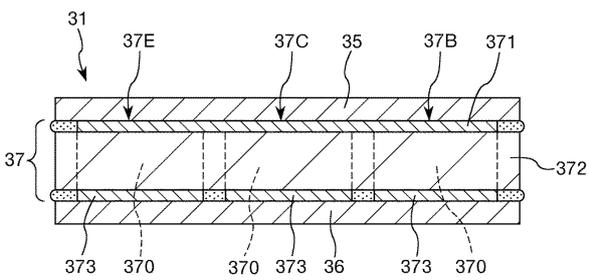
【図3】



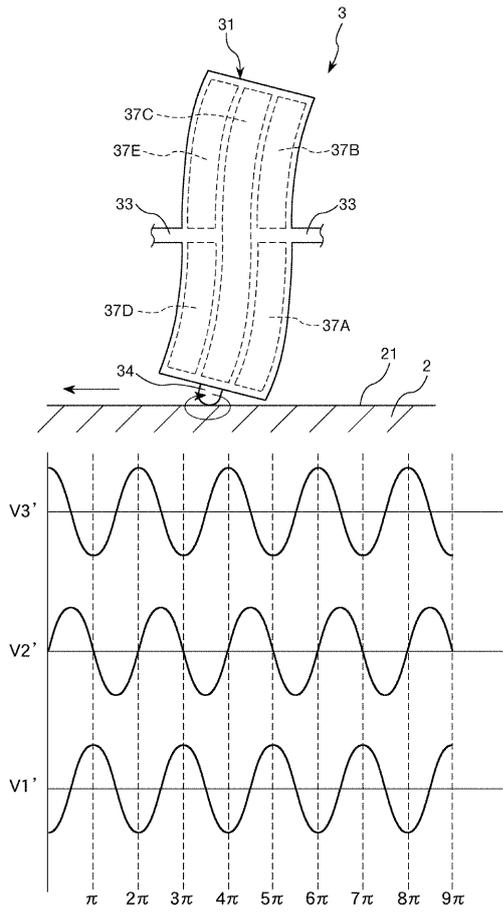
【図5】



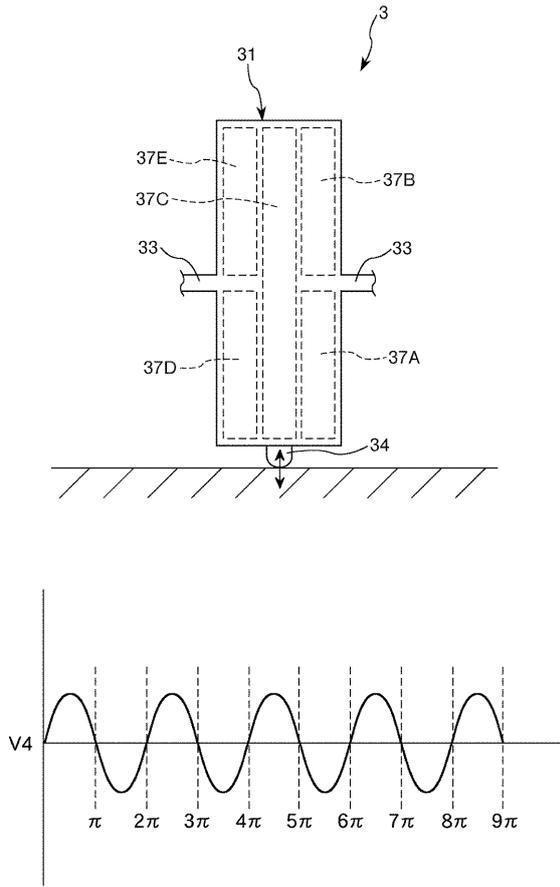
【図4】



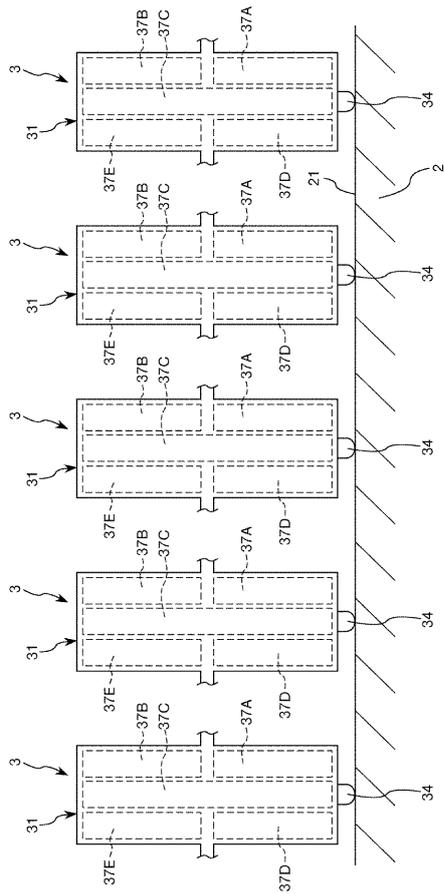
【図 6】



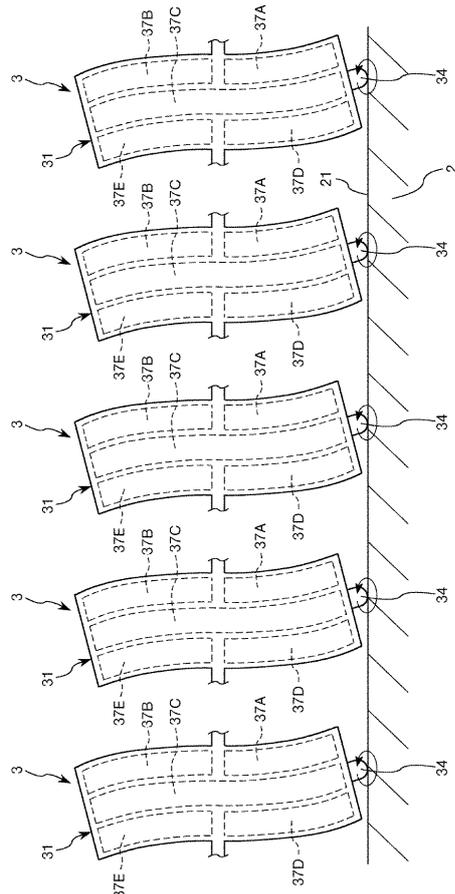
【図 7】



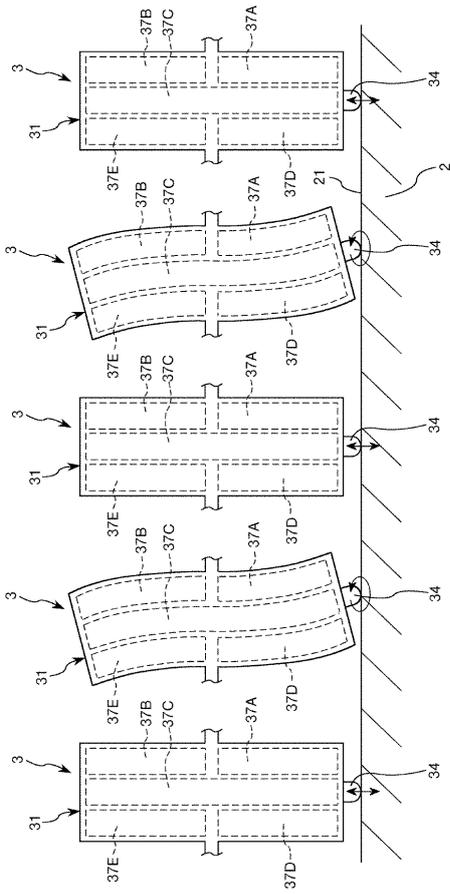
【図 8】



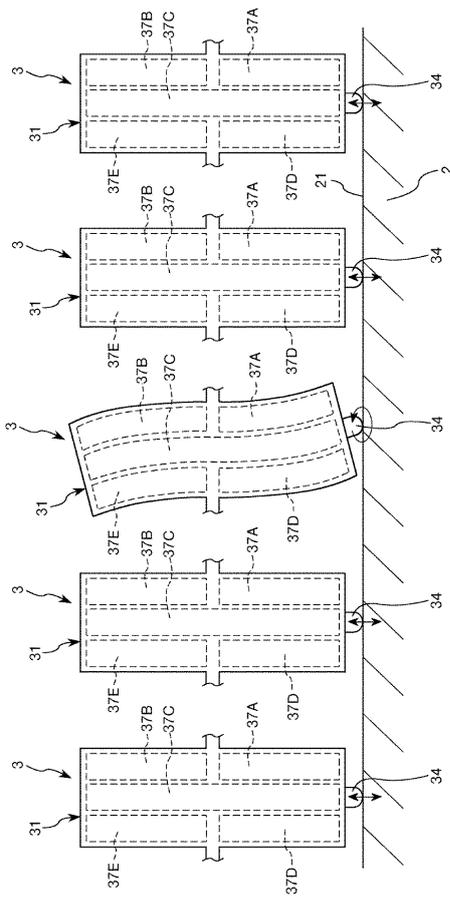
【図 9】



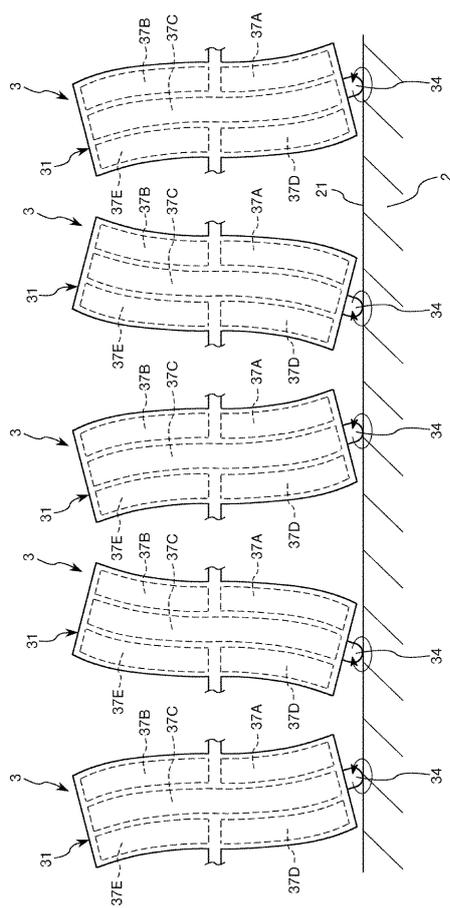
【図10】



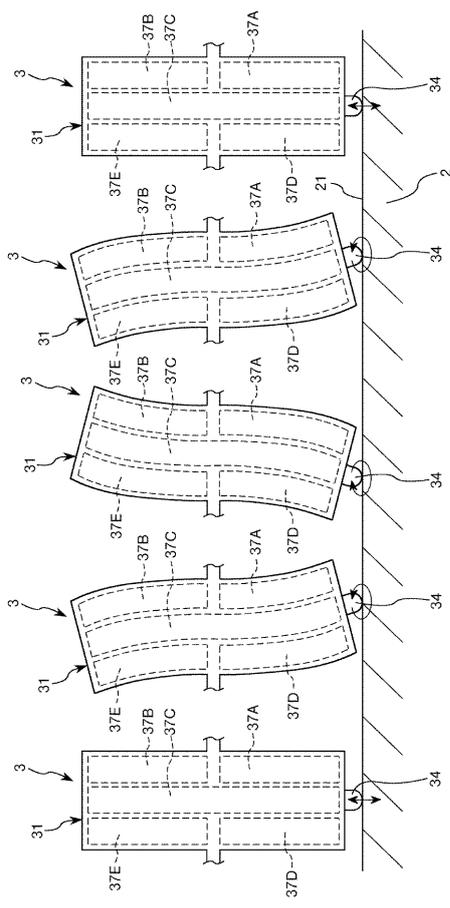
【図11】



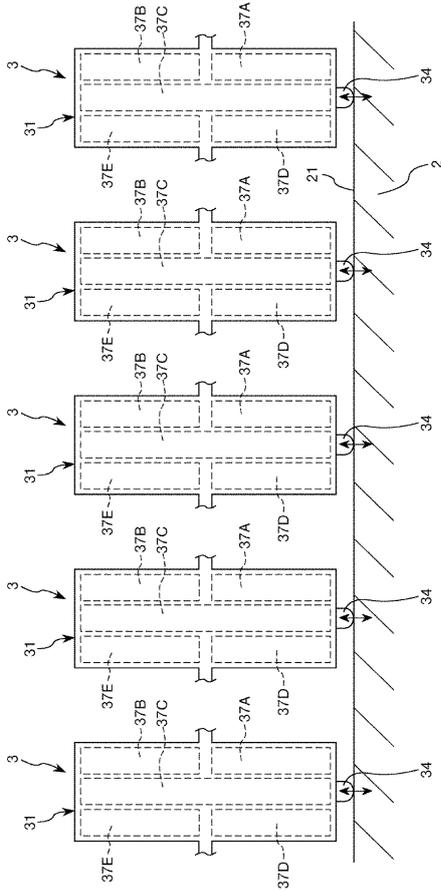
【図12】



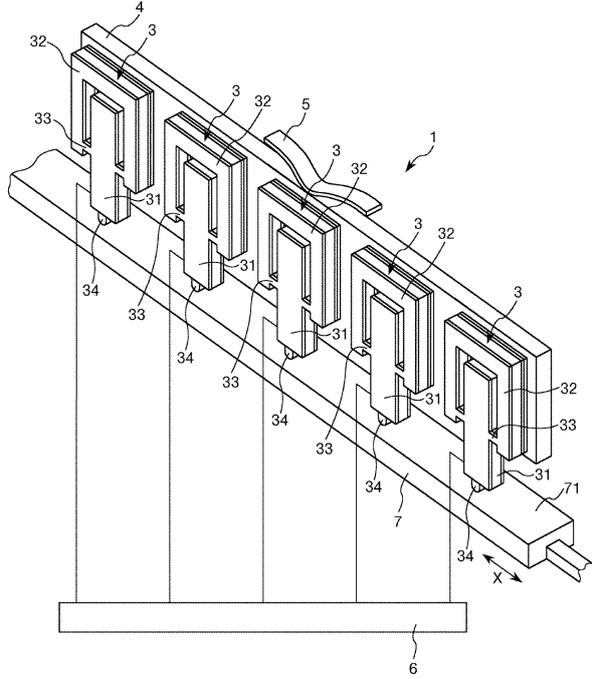
【図13】



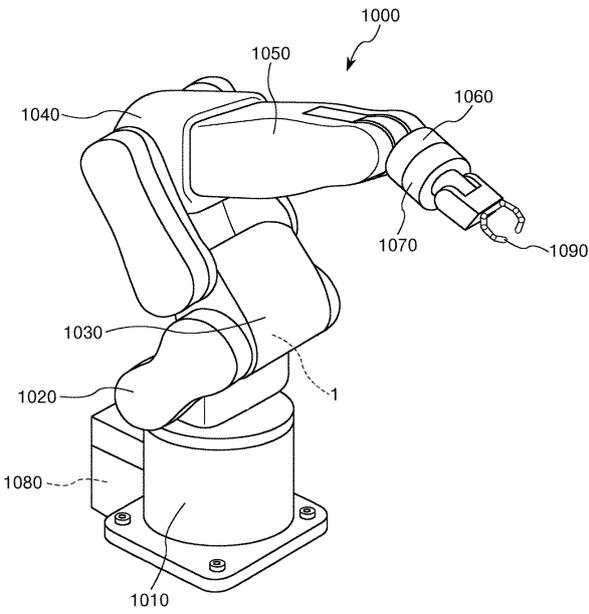
【図14】



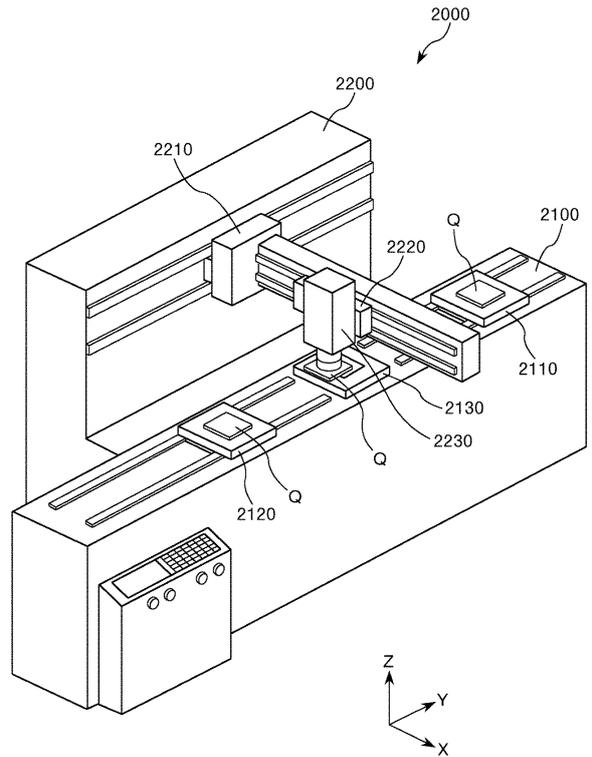
【図15】



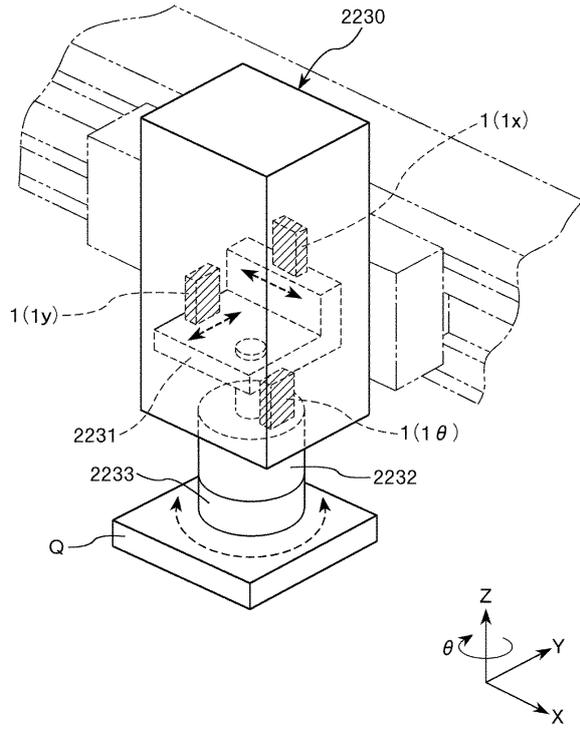
【図16】



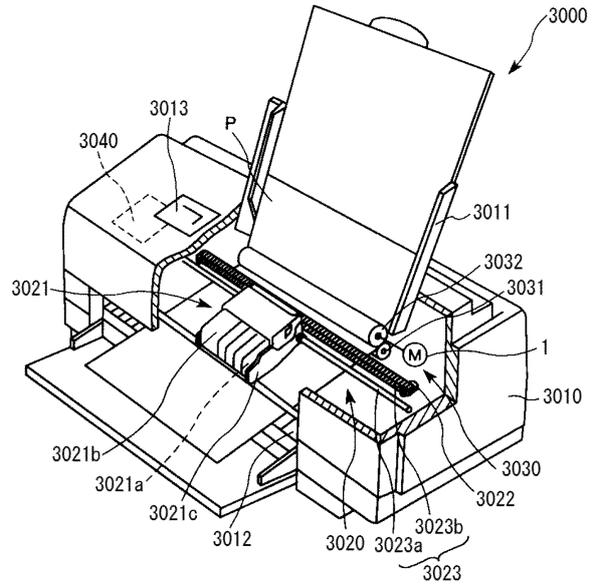
【図17】



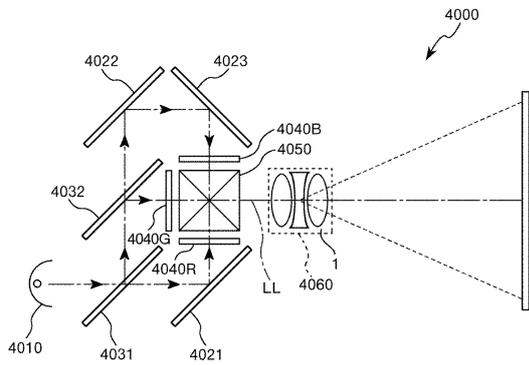
【図18】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2017-060279(JP,A)
特開2013-172629(JP,A)
特開2018-174640(JP,A)
特開2008-278676(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02N	2/12
B25J	19/00
B41J	2/01
B41J	11/00
H02N	2/04