

(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2019-146365

(P2019-146365A)

(43) 公開日 令和1年8月29日(2019.8.29)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02N 2/12 (2006.01)	H02N 2/12	5H681
H01L 41/09 (2006.01)	H01L 41/09	
H01L 41/187 (2006.01)	H01L 41/18 1O1D	
H01L 41/18 (2006.01)	H01L 41/18 1O1Z	
H01L 41/318 (2013.01)	H01L 41/318	
審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 20 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2018-28549 (P2018-28549)
 (22) 出願日 平成30年2月21日 (2018.2.21)

(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 100116665
 弁理士 渡辺 和昭
 (74) 代理人 100194102
 弁理士 磯部 光宏
 (74) 代理人 100179475
 弁理士 仲井 智至
 (74) 代理人 100216253
 弁理士 松岡 宏紀
 (72) 発明者 中西 大介
 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

最終頁に続く

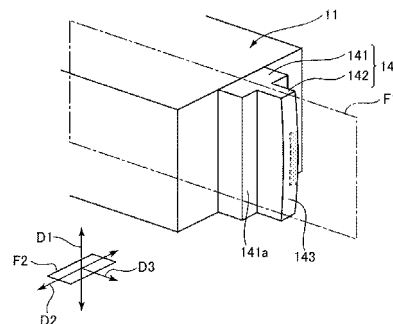
(54) 【発明の名称】 圧電アクチュエーター、圧電駆動装置、ロボット、電子部品搬送装置、プリンターおよびプロジェクター

(57) 【要約】

【課題】駆動に要する最低電圧を低く抑え得る圧電アクチュエーターを提供すること、また、かかる圧電アクチュエーターを備える優れた信頼性を有する圧電駆動装置、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。

【解決手段】振動板と、前記振動板に積層され、圧電体と、前記圧電体の一方の面上に配置され駆動信号が入力される第1電極と、前記圧電体の他方の面上に配置され基準電位に接続される第2電極と、を備える圧電素子と、前記圧電素子に配置され、被駆動部材に当接する当接面を含む先端チップと、を有し、前記第1電極に直交する第1平面で前記当接面を切断したときの第1断面形状が、曲率を有していることを特徴とする圧電アクチュエーター。

【選択図】図7



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

振動板と、

前記振動板に積層され、圧電体と、前記圧電体の一方の面上に配置され駆動信号が入力される第 1 電極と、前記圧電体の他方の面上に配置され基準電位に接続される第 2 電極と、を備える圧電素子と、

前記圧電素子に配置され、被駆動部材に当接する当接面を含む先端チップと、を有し、

前記第 1 電極に直交する第 1 平面で前記当接面を切断したときの第 1 断面形状が、曲率を有していることを特徴とする圧電アクチュエーター。

10

【請求項 2】

前記第 1 平面に直交し前記第 1 電極に平行な第 2 平面で前記当接面を切断したときの第 2 断面形状が、曲率を有している請求項 1 に記載の圧電アクチュエーター。

【請求項 3】

前記第 2 断面形状が有する曲率半径は、前記第 1 断面形状が有する曲率半径より小さい請求項 2 に記載の圧電アクチュエーター。

【請求項 4】

前記振動板と前記圧電素子とを含む単位構造を複数有する請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の圧電アクチュエーター。

【請求項 5】

前記第 1 電極に前記駆動信号が入力され、前記第 2 電極が前記基準電位に接続されたとき、

前記第 1 電極と前記第 2 電極とを結ぶ方向に振動するように構成されている請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の圧電アクチュエーター。

20

【請求項 6】

前記第 1 電極および前記第 2 電極は、形状が異なる請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の圧電アクチュエーター。

【請求項 7】

前記振動板として、前記圧電素子を介して反対側に配置されている第 1 振動板および第 2 振動板を有し、

前記第 1 振動板および前記第 2 振動板は、厚さが異なる請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の圧電アクチュエーター。

30

【請求項 8】

請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の圧電アクチュエーターと、

前記圧電アクチュエーターにより駆動される被駆動部材と、を備えることを特徴とする圧電駆動装置。

【請求項 9】

請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の圧電アクチュエーターを備えることを特徴とするロボット。

【請求項 10】

請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の圧電アクチュエーターを備えることを特徴とする電子部品搬送装置。

40

【請求項 11】

請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の圧電アクチュエーターを備えることを特徴とするプリンター。

【請求項 12】

請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の圧電アクチュエーター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】**

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、圧電アクチュエーター、圧電駆動装置、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。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

従来から、圧電素子を備える超音波モーター（圧電アクチュエーター）が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。特許文献 1 に記載の超音波モーターは、圧電振動素子で構成された楕円運動をする振動子と、振動子の先端部分に接着されている摩擦接触子と、を備えている。そして、特許文献 1 に記載の超音波モーターでは、摩擦接触子に用いられるピン形部材として、円柱形または角柱形の部材を用いることが開示されている。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 3 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 1 - 1 5 5 7 6 1 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 】

しかしながら、特許文献 1 に記載の超音波モーターでは、ピン形部材と、ピン形部材が当接することによって駆動される被駆動部材と、の接触面の面積が比較的大きい。このため、摩擦接触子の拘束力が大きくなり、駆動に要する最低電圧が高くなるという課題がある。

20

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 5 】

本発明は、上述の課題を解決するためになされたものであり、以下の適用例として実現することが可能である。

【 0 0 0 6 】

本適用例の圧電アクチュエーターは、振動板と、

前記振動板に積層され、圧電体と、前記圧電体の一方の面上に配置され駆動信号が入力される第 1 電極と、前記圧電体の他方の面上に配置され基準電位に接続される第 2 電極と、を備える圧電素子と、

30

前記圧電素子に配置され、被駆動部材に当接する当接面を含む先端チップと、を有し、

前記第 1 電極に直交する第 1 平面で前記当接面を切断したときの第 1 断面形状が、曲率を有していることを特徴とする。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 7 】

【 図 1 】 本発明の実施形態に係る圧電駆動装置（圧電モーター）の概略構成を示す平面図である。

【 図 2 】 図 1 に示す圧電駆動装置の動作を説明するための図である。

【 図 3 】 図 1 に示す圧電アクチュエーターが備える振動部、支持部および接続部の斜視図である。

40

【 図 4 】 図 1 中の A - A 線断面図である。

【 図 5 】 図 1 に示す圧電アクチュエーターが備える圧電素子の平面図（第 1 振動板側から見た図）である。

【 図 6 】 図 1 に示す伝達部近傍を拡大して示す斜視図である。

【 図 7 】 図 6 に示す伝達部を取り出して示す斜視図である。

【 図 8 】 伝達部がローター（被駆動部材）に当接する当接面を、図 7 に示す第 1 平面 F 1 で切断したときの第 1 断面形状を示す図である。

【 図 9 】 伝達部がローター（被駆動部材）に当接する当接面を、図 7 に示す振動面 F 2 で切断したときの第 2 断面形状を示す図である。

50

【図１０】図１に示す圧電アクチュエーターに含まれる振動部の第１変形例を示す断面図である。

【図１１】図１に示す圧電アクチュエーターに含まれる振動部の第２変形例を示す断面図である。

【図１２】本発明のロボットの実施形態を示す斜視図である。

【図１３】本発明の電子部品搬送装置の実施形態を示す斜視図である。

【図１４】図１３に示す電子部品搬送装置が備える電子部品保持部の斜視図である。

【図１５】本発明のプリンターの実施形態を示す斜視図である。

【図１６】本発明のプロジェクターの実施形態を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

10

【０００８】

以下、本発明の圧電アクチュエーター、圧電駆動装置、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。

【０００９】

１．圧電駆動装置および圧電アクチュエーター

図１は、本発明の実施形態に係る圧電駆動装置（圧電モーター）の概略構成を示す平面図である。図２は、図１に示す圧電駆動装置の動作を説明するための図である。図３は、図１に示す圧電アクチュエーターが備える振動部、支持部および接続部の斜視図である。図４は、図１中のＡ－Ａ線断面図である。図５は、図１に示す圧電アクチュエーターが備える圧電素子の平面図（第１振動板側から見た図）である。

20

【００１０】

図１に示す圧電駆動装置１００は、逆圧電効果を利用して回転力を出力する圧電モーターである。この圧電駆動装置１００は回転軸Ｏまわりに回転可能な被駆動部材（従動部）であるローター１１０と、ローター１１０の外周面１１１に当接する圧電アクチュエーター１と、を有する。この圧電駆動装置１００では、圧電アクチュエーター１がその駆動力をローター１１０に伝達することで、ローター１１０が回転軸Ｏまわりに回転（回転）する。

【００１１】

なお、圧電アクチュエーター１の配置は、圧電アクチュエーター１から被駆動部材へ所望の駆動力を伝達することができれば、図示の位置に限定されず、例えば、ローター１１０の板面（底面）に圧電アクチュエーター１を当接させてもよい。また、圧電駆動装置１００は、１つの被駆動部材に対して複数の圧電アクチュエーター１を当接させる構成であってもよい。また、圧電駆動装置１００は、図示のような被駆動部材を回転運動させる構成に限定されず、例えば、被駆動部材を直線運動させる構成であってもよい。

30

【００１２】

圧電アクチュエーター１は、図１に示すように、長手形状をなす振動部１１と、支持部１２と、これらを接続している１対の接続部１３と、振動部１１の長手方向での一端部（先端部）から突出している伝達部１４（先端チップ）と、を有する。また、振動部１１は、圧電素子４を有する。

40

【００１３】

圧電素子４は、駆動用の圧電素子４ａ、４ｂ、４ｃ、４ｄ、４ｅと、検出用の圧電素子４ｆと、を有する。図２に示すように、駆動用の圧電素子４ａ、４ｂ、４ｃ、４ｄ、４ｅは、伝達部１４の先端を楕円運動させるように逆圧電効果により伸縮する。これにより、伝達部１４は、外周面１１１にその周方向での一方向への駆動力を与えて、ローター１１０を回転軸Ｏまわりに回転させる。このとき、振動部１１の振動は、圧電素子４ａ、４ｂ、４ｃ、４ｄの伸縮によるＳ字状（または逆Ｓ字状）の屈曲振動（横振動）と、圧電素子４ｅの伸縮による縦振動とを複合した振動である。また、検出用の圧電素子４ｆは、振動部１１の振動に伴って、圧電効果により、振動部１１の駆動状態（振動状態）に応じた信号（電荷）を出力する。ここで、振動部１１は、横振動（屈曲振動）の節ＰＳａ、ＰＳｂ

50

および縦振動と横振動との共通の節 P S c を有する。

【 0 0 1 4 】

このような圧電アクチュエーター 1 は、図 3 に示すような積層構造を有して構成されている。すなわち、図 3 に示すように、振動部 1 1、支持部 1 2 および接続部 1 3 は、第 1 振動板 2 と、第 2 振動板 3 と、これらの間に配置されている圧電素子 4 および中間部材 5 と、を有する。そして、第 1 振動板 2 は、接着剤 6 1 を介して圧電素子 4 および中間部材 5 に接合されている。同様に、第 2 振動板 3 は、接着剤 6 2 を介して圧電素子 4 および中間部材 5 に接合されている。以下、圧電アクチュエーター 1 の各部を順次説明する。

【 0 0 1 5 】

(第 1、第 2 振動板)

第 1 振動板 2 および第 2 振動板 3 は、それぞれ、前述した振動部 1 1、支持部 1 2 および接続部 1 3 に対応した平面視形状をなしている。そして、第 1 振動板 2 および第 2 振動板 3 は、圧電素子 4 を挟んでいる部分を有し、当該部分および圧電素子 4 を含む積層体が振動部 1 1 を構成している。また、第 1 振動板 2 および第 2 振動板 3 は、中間部材 5 を挟んでいる部分を有し、当該部分および中間部材 5 を含む積層体が支持部 1 2 を構成している。なお、接続部 1 3 には、圧電素子 4 および中間部材 5 がいずれも配置されておらず、第 1 振動板 2 と第 2 振動板 3 との間には、接続部 1 3 の長さと、圧電素子 4 または中間部材 5 の厚さと、に応じた隙間が形成されている。

【 0 0 1 6 】

このような第 1 振動板 2 および第 2 振動板 3 としては、それぞれ、特に限定されないが、例えば、シリコン基板、シリコンカーバイト基板等の半導体基板を用いることができる。第 1 振動板 2 または第 2 振動板 3 として半導体基板（特にシリコン基板）を用いることで、第 1 振動板 2 または第 2 振動板 3 をシリコンウエハプロセス（MEMS プロセス）により生産性よく高精度に製造することができる。

【 0 0 1 7 】

第 1 振動板 2 の圧電素子 4 側（図 4 中上側）の面には、絶縁層 2 4 が設けられている。これにより、第 1 振動板 2 を介した配線層 7 の短絡を低減することができる。同様に、第 2 振動板 3 の圧電素子 4 側（図 4 中下側）の面には、絶縁層 3 4 が設けられている。これにより、第 2 振動板 3 を介した配線層 8 の短絡を低減することができる。絶縁層 2 4、3 4 は、それぞれ、例えば、第 1 振動板 2 および第 2 振動板 3 にそれぞれシリコン基板を用いた場合、シリコン基板の表面を熱酸化することにより形成されたシリコン酸化膜である。なお、絶縁層 2 4、3 4 は、それぞれ、熱酸化によるシリコン酸化膜に限定されず、例えば、TEOS（テトラエトキシシラン）を用いた CVD 法等で形成したシリコン酸化膜であってもよい。また、絶縁層 2 4、3 4 は、それぞれ、絶縁性を有していればシリコン酸化膜に限定されず、例えば、シリコン窒化膜等の無機膜、エポキシ系樹脂、ウレタン系樹脂、ユリア系樹脂、メラミン系樹脂、フェノール系樹脂、エステル系樹脂、アクリル系樹脂等の各種樹脂材料で構成された有機膜であってもよい。さらに、絶縁層 2 4、3 4 は、それぞれ、異なる材料で構成された複数の層の積層膜であってもよい。

【 0 0 1 8 】

第 1 振動板 2 の絶縁層 2 4 上には、配線層 7 が配置されている。配線層 7 は、振動部 1 1 に配置されている複数の第 1 電極 7 1（配線電極）と、複数の第 1 電極 7 1 から接続部 1 3 を経由して支持部 1 2 にわたって配置されている複数の第 1 配線 7 2 と、を有する（図 4 参照）。これらは、例えば、公知の成膜工程により一括して形成される。

【 0 0 1 9 】

複数の第 1 電極 7 1 は、前述した圧電素子 4 a、4 b、4 c、4 d、4 e、4 f に対応して設けられ、対応する圧電素子 4 a、4 b、4 c、4 d、4 e、4 f（より具体的には後述の第 1 電極 4 2 a、4 2 b、4 2 c、4 2 d、4 2 e または第 3 電極 4 4）に電氣的に接続されている。複数の第 1 配線 7 2 は、複数の第 1 電極 7 1 に対応して設けられ、それぞれ対応する第 1 電極 7 1 から支持部 1 2 の端部まで引き回されている。また、各第 1 配線 7 2 の端部には、中間部材 5 上の配線 5 3 を介して、図示しない基板に電氣的に接続

10

20

30

40

50

される端子 9 1 が接続されている（図 4 参照）。なお、各第 1 配線 7 2 の端部に端子 9 1 を直接設けてもよい。

【0020】

一方、第 2 振動板 3 の絶縁層 3 4 上には、配線層 8 が配置されている。配線層 8 は、図 4 に示すように、振動部 1 1 に配置されている第 2 電極 8 1 と、第 2 電極 8 1 から接続部 1 3 を経由して支持部 1 2 にわたって配置されている第 2 配線 8 2 と、を有する。これらは、例えば、公知の成膜工程により一括して形成される。

【0021】

第 2 電極 8 1 は、前述した圧電素子 4（より具体的には後述の第 2 電極 4 3）に電氣的に接続されている。第 2 配線 8 2 は、支持部 1 2 の端部まで引き回されている。また、第 2 配線 8 2 の端部には、図示しない基板に電氣的に接続される端子 9 2 が設けられている（図 4 参照）。

【0022】

配線 5 3、配線層 7、8 および端子 9 2、9 1 の構成材料としては、それぞれ、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）、銅（Cu）、チタン（Ti）、タングステン（W）等の金属材料が挙げられる。また、端子 9 1、9 2 は、公知の成膜法を用いて形成することができる。

【0023】

以上のような第 1 振動板 2 および第 2 振動板 3 は、接着剤 6 1、6 2 により、圧電素子 4 および中間部材 5 に接合されている。ここで、接着剤 6 1 は、配線層 7 と圧電素子 4 との電氣的接続を許容するように、第 1 振動板 2 と圧電素子 4 とを接合している。また、接着剤 6 2 は、配線層 8 と圧電素子 4 との電氣的接続を許容するように、第 2 振動板 3 と圧電素子 4 とを接合している。接着剤 6 1、6 2 としては、それぞれ、特に限定されないが、例えば、エポキシ系、アクリル系、シリコン系等の各種接着剤、異方導電性接着剤等を用いることができる。

【0024】

（圧電素子）

圧電素子 4 は、図 5 に示すように、板状の圧電体 4 1 と、圧電体 4 1 の一方（第 1 振動板 2 側）の面上に配置されている第 1 電極 4 2（駆動用電極）および第 3 電極 4 4（検出用電極）と、圧電体 4 1 の他方（第 2 振動板 3 側）の面上に配置されている第 2 電極 4 3（グランド電極）と、を有する。

【0025】

圧電体 4 1 は、平面視で長方形をなしている。この圧電体 4 1 の構成材料としては、例えば、チタン酸ジルコン酸鉛（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、タンゲ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が挙げられる。なお、圧電体 4 1 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。

【0026】

また、圧電体 4 1 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が、バルク材料から形成することが好ましい。これにより、圧電体 4 1 の厚さを厚くし、圧電素子 4 の変位量を大きくすることができる。そのため、圧電アクチュエーター 1 の電流効率をさらに向上させることができる。

【0027】

第 1 電極 4 2（駆動用電極）は、圧電素子 4 a、4 b、4 c、4 d、4 e ごとに個別に設けられた個別電極である複数（5 つ）の第 1 電極 4 2 a、4 2 b、4 2 c、4 2 d、4 2 e で構成されている。第 1 電極 4 2 a、4 2 b、4 2 c、4 2 d、4 2 e には、それぞれ、駆動信号（駆動電圧）が入力される。また、第 3 電極 4 4（検出用電極）は、圧電素子 4 f に設けられた個別電極であり、圧電素子 4 の駆動状態に応じた検出信号を出力する

10

20

30

40

50

。一方、第 2 電極 4 3 (グランド電極) は、第 1 電極 4 2 a、4 2 b、4 2 c、4 2 d、4 2 e および第 3 電極 4 4 に対して個別に対向するように設けられた電極であり、基準電位 (例えばグランド電位) に電氣的に接続される。

【 0 0 2 8 】

すなわち、圧電素子 4 a は、圧電体 4 1、第 1 電極 4 2 a および第 2 電極 4 3 を含んで構成されている。同様に、圧電素子 4 b、4 c、4 d、4 e は、圧電体 4 1、第 1 電極 4 2 b、4 2 c、4 2 d、4 2 e および第 2 電極 4 3 を含んで構成されている。圧電素子 4 f は、圧電体 4 1、第 3 電極 4 4 および第 2 電極 4 3 を含んで構成されている。このように、圧電素子 4 は、6 つの圧電素子 4 a、4 b、4 c、4 d、4 e、4 f を有している。

【 0 0 2 9 】

ここで、駆動用電極である第 1 電極 4 2 a、4 2 b、4 2 c、4 2 d、4 2 e のうち、第 1 電極 4 2 a、4 2 b、4 2 c、4 2 d は、駆動信号の入力により圧電体 4 1 を屈曲振動 (前述した横振動) させる電界を第 2 電極 4 3 との間に発生させる屈曲用電極である。これに対し、第 1 電極 4 2 e は、駆動信号の入力により圧電体 4 1 を屈曲させずに伸縮振動 (前述した縦振動) させる電界を第 2 電極 4 3 との間に発生させる縦振動用電極である。

【 0 0 3 0 】

本実施形態では、第 1 電極 4 2 e は、圧電体 4 1 の幅方向の中央部に圧電体 4 1 の長手方向に沿って配置されている。第 1 電極 4 2 a、4 2 b は、第 1 電極 4 2 e に対して圧電体 4 1 の幅方向の一方側に圧電体 4 1 の長手方向に沿って配置されている。第 1 電極 4 2 c、4 2 d は、第 1 電極 4 2 e に対して圧電体 4 1 の幅方向の他方側に圧電体 4 1 の長手方向に沿って配置されている。第 3 電極 4 4 は、第 1 電極 4 2 e に対して伝達部 1 4 とは反対側に配置されている。

【 0 0 3 1 】

なお、圧電体 4 1 は、圧電素子 4 a、4 b、4 c、4 d、4 e、4 f に共通して一体的に構成されているが、圧電素子 4 a、4 b、4 c、4 d、4 e、4 f ごとに個別に分割して設けられていてもよい。

【 0 0 3 2 】

第 1 電極 4 2、第 2 電極 4 3 および第 3 電極 4 4 の構成材料としては、それぞれ、特に限定されないが、例えば、アルミニウム (A l)、ニッケル (N i)、金 (A u)、白金 (P t)、イリジウム (I r)、銅 (C u)、チタン (T i)、タングステン (W) 等の金属材料が挙げられる。

【 0 0 3 3 】

(中間部材)

中間部材 5 は、前述した支持部 1 2 において、第 1 振動板 2 と第 2 振動板 3 との間に設けられ、平面視で、支持部 1 2 と実質的に同じ形状および大きさを有している。この中間部材 5 は、支持部 1 2 を補強するとともに、支持部 1 2 における第 1 振動板 2 と第 2 振動板 3 との間の距離を振動部 1 1 における第 1 振動板 2 と第 2 振動板 3 との間の距離と等しくするように規制する機能を有する。

【 0 0 3 4 】

図 4 に示すように、中間部材 5 は、本体 5 1 と、本体 5 1 上に設けられている絶縁層 5 2 と、を有する。このような中間部材 5 は、例えば、本体 5 1 がシリコンで構成され、絶縁層 5 2 がシリコン酸化膜で構成されている。なお、中間部材 5 の構成材料としては、これに限定されず、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、各種樹脂材料等を用いてもよい。

【 0 0 3 5 】

(伝達部)

伝達部 1 4 (先端チップ) は、例えば、セラミックス等の耐摩耗性に優れた材料で構成され、振動部 1 1 に対して接着剤等により接合されている。すなわち、伝達部 1 4 は、圧電素子 4、第 1 振動板 2 および第 2 振動板 3 に接合するように配置され、ローター 1 1 0

10

20

30

40

50

(被駆動部材)に当接する当接面を含む。

【0036】

図6は、図1に示す伝達部近傍を拡大して示す斜視図である。また、図7は、図6に示す伝達部を取り出して示す斜視図である。また、図8は、伝達部がローター(被駆動部材)に当接する当接面を、図7に示す第1平面F1で切断したときの第1断面形状を示す図である。

【0037】

伝達部14は、図7に示すように、直方体形状をなす基部141と、基部141の一面141aから突出する突出部142と、を備えている。そして、突出部142の表面のうち、ローター110に臨む面が当接面143である。

10

【0038】

一面141aは、圧電体41の厚さ方向に長軸を持つ長方形をなしている。この長軸の長さは、振動部11の厚さと同じになっている。そして、一面141aを平面視したとき、突出部142の幅は、一面141aの短辺よりも狭くなっており、かつ、突出部142の長さは、一面141aの長辺と同じ長さになっている。

【0039】

なお、本願明細書では、圧電体41の厚さ方向(図7の上下方向)を「垂直方向D1」ともいう。

【0040】

ここで、図7に示す仮想的な第1平面F1について説明する。この第1平面F1は、第1電極42(図5参照)に直交するとともに、当接面143を通過する平面である。すなわち、第1平面F1は、前述した垂直方向D1に平行であり、かつ、突出部142の幅を二分するように通過する。このような第1平面F1で切断されたとき、当接面143の断面形状(第1断面形状)は、図8に示すように曲率を有している。

20

【0041】

このような形状を有する伝達部14によれば、当接面143のうち、突出部142とローター110との接触面積を小さくすることができる。これにより、伝達部14が楕円運動するように振動部11を駆動するときの拘束力(運動抵抗)を小さくすることができる。その結果、振動部11を駆動するための最低電圧を低くすることができ、圧電アクチュエーター1の高性能化を図ることができる。

30

【0042】

なお、「曲率を有している」とは、当接面143の断面形状が曲線になっている状態をいう。この曲線は、いかなる線形であってもよいが、好ましくは円弧またはそれに準じた形状とされる。これにより、当接面143とローター110とが接触したとき、当接面143の摩耗による形状変化、および、それに伴う当接面143とローター110との接触状態が安定しやすくなる。また、当接面143の設計も比較的容易になる。

【0043】

なお、本願明細書では、前述した圧電体41の横振動の方向をローター110の「送り方向D2」ともいい、圧電体41の縦運動の方向をローター110に対する「押圧方向D3」ともいう。そして、送り方向D2と押圧方向D3とを含む平面を「振動面F2」という。垂直方向D1は、振動面F2に直交する。

40

【0044】

以上のように、圧電アクチュエーター1は、第1振動板2および第2振動板3と、第1振動板2と第2振動板3との間に積層され圧電体41とその一方の面上に配置され駆動信号が入力される第1電極42と圧電体41の他方の面上に配置され基準電位に接続される第2電極43とを備える圧電素子4と、圧電素子4に配置されローター110(被駆動部材)に当接する当接面143を含む伝達部14(先端チップ)と、を有し、第1電極42に直交する第1平面F1で当接面143を切断したときの断面形状(第1断面形状)が、曲率を有している。

【0045】

50

このような圧電アクチュエーター１によれば、当接面１４３とローター１１０との接触面積を小さくすることができ、振動部１１を駆動するための最低電圧を低くすることができる。その結果、圧電アクチュエーター１の高性能化を図ることができる。

【００４６】

より具体的に説明すると、第１平面Ｆ１による当接面１４３の第１断面形状（図８参照）は、その全長の間付近の突出高さが最も高く、中間から離れるにつれて突出高さが徐々に低くなっている。そして、全体としては円弧状になっている。このため、当接面１４３のうちローター１１０と接触し得る部分は、図７に破線で示すように、当接面１４３の第１断面形状の間付近に限られることとなり、接触面積を小さくすることができる。その結果、振動部１１を駆動するための最低電圧を低くすることができる。

10

【００４７】

また、当接面１４３の第１断面形状が曲率を有することにより、例えば振動部１１が垂直方向Ｄ１に振動したとしても、その振動に伴う当接面１４３の摩耗を最小限に留めることができる。すなわち、当接面１４３の第１断面形状が曲率を有することにより、振動部１１が垂直方向Ｄ１に振動したとしても、突出部１４２とローター１１０との接触面積が時間経過とともに大きく拡大するといった顕著な変化が抑えられる。

【００４８】

なお、仮に、伝達部１４とローター１１０との接触面積が経時的に変化してしまうと、圧電アクチュエーター１の特性も経時的に変化してしまい、信頼性の低下を招くおそれがある。

20

【００４９】

これに対し、本実施形態に係る当接面１４３は、振動部１１が垂直方向に振動した場合に生じる摩耗に伴う形状変化をあらかじめ見越した形状ともいえるため、そのような伝達部１４を備える圧電アクチュエーター１では、その駆動に際して発生する当接面１４３の摩耗が当初から少なく抑えられる。その結果、伝達部１４とローター１１０との接触状態が当初から安定することとなり、当初から設計通りの特性を安定的に発揮し得る、信頼性の高い圧電アクチュエーター１を実現することができる。

【００５０】

当接面１４３の第１断面形状は、圧電アクチュエーター１やローター１１０の大きさに応じて適宜設定されるが、例えば曲率半径が１ｍｍ以上２０００ｍｍ以下の曲率を有する形状であるのが好ましく、３ｍｍ以上１０００ｍｍ以下の曲率を有する形状であるのがより好ましい。これにより、摩耗による接触状態の変化が少なく、かつ、十分な大きさの駆動力を発生させ得る当接面１４３を実現することができる。

30

【００５１】

一方、当接面１４３は、振動面Ｆ２で切断されたときの断面形状（第２断面形状）も曲率を有していることが好ましい。

【００５２】

図９は、伝達部がローター（被駆動部材）に当接する当接面を、図７に示す振動面Ｆ２で切断したときの第２断面形状を示す図である。

【００５３】

振動面Ｆ２は、第１平面Ｆ１に直交し、第１電極４２（図５参照）に平行な平面（第２平面）である。このような振動面Ｆ２による当接面１４３の第２断面形状が曲率を有することにより、当接面１４３とローター１１０との接触面積をより小さくすることができる。その結果、振動部１１を駆動するための最低電圧をさらに低くすることができる。

40

【００５４】

当接面１４３の第２断面形状は、圧電アクチュエーター１やローター１１０の大きさに応じて適宜設定されるが、第２断面形状の曲率半径は、第１断面形状の曲率半径より小さいことが好ましく、第１断面形状の曲率半径の５０％以下であるのがより好ましい。これにより、摩耗がより少なく、かつ、十分な大きさの駆動力を発生させ得る当接面１４３を実現することができる。

50

【 0 0 5 5 】

なお、以上のような当接面 1 4 3 の形状、すなわち第 1 断面形状および第 2 断面形状は、伝達部 1 4 を製造する際にあらかじめ形作られたものであってもよいし、ローター 1 1 0 との接触による摩耗を利用して形作られたものであってもよい。前者は、機械的加工またはその他の加工方法によって目的の形状を得ることができ、後者は、整形前の母材に摩耗を生じさせることによって目的の形状を得ることができる。

【 0 0 5 6 】

このうち、後者の方法によれば、形作られた当接面 1 4 3 の形状が、ローター 1 1 0 との接触による摩耗を少なく抑え得る形状となる。すなわち、後者の方法では、当接面 1 4 3 の形状変化の原因であるローター 1 1 0 との接触を利用して当接面 1 4 3 の形状を整形しているため、整形後に同様の摩耗が生じたとしても、その摩耗量は非常に少ないものとなり、著しい形状変化を抑制することができる。このため、伝達部 1 4 とローター 1 1 0 との接触状態が経時的に変化しにくくなり、特性の経時的変化が特に抑えられた圧電アクチュエーター 1 が得られる。すなわち、使用開始直後から安定した特性を示す圧電アクチュエーター 1 が得られる。

【 0 0 5 7 】

したがって、圧電アクチュエーター 1 の製造にあたっては、当接面 1 4 3 をローター 1 1 0 に当接させ、形状変化が収束するまで圧電アクチュエーター 1 を駆動するプロセス（エージング）を経るようにしてもよい。このようなプロセスを経ることによって、当接面 1 4 3 とローター 1 1 0 との接触状態に個体差があったとしても、その個体差を踏まえた形状に当接面 1 4 3 を整形することができる。これにより、特性の経時的変化が特に抑えられた圧電アクチュエーター 1 が得られる。

【 0 0 5 8 】

また、圧電素子 4 は、圧電体 4 1 の一方（第 1 電極 4 2 と同じ側）の面上に、第 1 電極 4 2 に対して伝達部 1 4 とは反対側に配置され、圧電体 4 1 の振動に伴って電荷を出力する検出用電極である第 3 電極 4 4 を有する。これにより、圧電体 4 1 上の領域を有効利用して、検出用電極である第 3 電極 4 4 を配置することができる。また、当該領域に第 3 電極 4 4 を配置することで、第 3 電極 4 4 が伝達部 1 4 とローター 1 1 0 との接触・離間による衝撃波の影響を受け難くなるため、ノイズの少ない検出信号が得られるという効果もある。なお、第 3 電極 4 4 は、必要に応じて設ければよく、省略してもよい。省略した場合、第 1 電極 4 2 a、4 2 b、4 2 c、4 2 d、4 2 e のいずれかを検出用電極との兼用にすればよい。

【 0 0 5 9 】

なお、本実施形態に係る複数（6 つ）の第 2 電極 4 3 は、圧電体 4 1 を介し、第 1 電極 4 2 および第 3 電極 4 4 に対向して設けられている。これらの複数の第 2 電極 4 3 は、例えば互いに等電位に設定されることから、第 1 電極 4 2 や第 3 電極 4 4 と対向していれば第 2 電極 4 3 の形状は特に限定されない。

【 0 0 6 0 】

本実施形態では、各第 2 電極 4 3 が、複数の第 1 電極 4 2 および第 3 電極 4 4 のそれぞれと対向するように配置されているとともに、その面積は、対応する第 1 電極 4 2 または第 3 電極 4 4 の面積よりもそれぞれ大きくなるように設定されている。このように、第 1 電極 4 2 と第 2 電極 4 3 とで面積差を設定する（形状を異ならせる）ことにより、振動部 1 1 を送り方向 D 2 や押圧方向 D 3 のみでなく、垂直方向 D 1 にも振動させることができる。このため、前述した第 1 断面形状および第 2 断面形状を整形するプロセスを効率よく行うことができる。

【 0 0 6 1 】

つまり、本実施形態に係る圧電アクチュエーター 1 は、第 1 電極 4 2 に駆動信号が入力され、第 2 電極 4 3 が基準電位に接続されたとき、第 1 電極 4 2 と第 2 電極 4 3 とを結ぶ方向（垂直方向 D 1）に振動するように構成されている。これにより、振動部 1 1 を垂直方向 D 1 に振動させることができ、前述した第 1 断面形状および第 2 断面形状を整形する

プロセスを効率よく行うことができる。

【0062】

また、振動部11の中心CPは、圧電体41を屈曲させずに伸縮振動させたときの振動の節の位置に配置されていることが好ましい。これにより、圧電アクチュエーター1の起動時および定常振動時の双方における駆動電圧を効果的に低減することができる。

【0063】

また、支持部12は、1対の接続部13を介して振動部11を支持しており、振動部11の中心CPは、1対の接続部13間に配置されていることが好ましい。これにより、圧電アクチュエーター1の起動時および定常振動時の双方における駆動電圧を効果的に低減することができる。

【0064】

また、圧電駆動装置100は、圧電アクチュエーター1と、圧電アクチュエーター1により駆動される被駆動部材であるローター110と、を備える。このような圧電駆動装置100によれば、圧電アクチュエーター1の優れた特性を利用して、圧電駆動装置100の特性を高めることができる。

【0065】

(第1変形例)

また、振動部11を垂直方向D1にも振動させる手段は、上記のものに限定されない。

【0066】

図10は、図1に示す圧電アクチュエーター1に含まれる振動部11の第1変形例を示す断面図である。

【0067】

図10に示す振動部11は、第1振動板2と第2振動板3とで厚さが異なる以外、図5に示す振動部11と同様である。

【0068】

すなわち、図10に示す振動部11では、第2振動板3の厚さが第1振動板2の厚さより厚くなっている。

【0069】

このようにして第1振動板2と第2振動板3とで厚さを異ならせることにより、例えば圧電素子4が第1振動板2側に屈曲しようとするときの曲げ剛性と第2振動板3側に屈曲しようとするときの曲げ剛性が異なる。このように曲げ剛性を非対称にすることで、振動部11を垂直方向D1にも振動させることができる。

【0070】

第1振動板2および第2振動板3は、構成材料が互いに同じ場合、例えば、一方の厚さを他方の厚さの1.01倍以上3倍以下程度に異ならせるのが好ましい。

【0071】

なお、第1変形例は上記のものに限定されず、例えば第1振動板2および第2振動板3の間で厚さが同じである一方、材質が異なってもよい。すなわち、第1振動板2と第2振動板3との間で構成材料を異ならせることにより、厚さが同じであっても曲げ剛性が異なるように設定してもよい。

以上のような第1変形例によっても、図5に示す振動部11と同様の効果が得られる。

【0072】

なお、図10では、第1振動板2、第2振動板3、圧電素子4および伝達部14以外の部位の図示を省略している。

【0073】

(第2変形例)

図11は、図1に示す圧電アクチュエーター1に含まれる振動部11の第2変形例を示す断面図である。なお、図11では、接着剤や電極等の一部の図示を省略している。

【0074】

図11に示す振動部11は、第1振動板2および第2振動板3と圧電素子4とを含む単

10

20

30

40

50

位構造 6 が複数積層されてなる以外、図 5 に示す振動部 1 1 と同様である。

【0075】

すなわち、図 1 1 に示す振動部 1 1 は、複数の単位構造 6 を積層してなるものである（スタック構造）。このような振動部 1 1 によれば、単位構造 6 による変位量が積層数の分だけ累積するため、ローター 1 1 0 の一か所に対してより大きな駆動力を伝達することができる。

【0076】

単位構造 6 の積層数は、特に限定されないが、2 以上 20 以下であるのが好ましく、3 以上 15 以下であるのがより好ましい。これにより、圧電アクチュエーター 1 の大型化を抑制しつつ、十分な駆動量を確保することができる。

以上のような第 2 変形例によっても、図 5 に示す振動部 1 1 と同様の効果が得られる。

【0077】

なお、図 1 1 では、第 1 振動板 2、第 2 振動板 3、圧電素子 4 および伝達部 1 4 以外の部位の図示を省略している。

【0078】

2. ロボット

次に、本発明のロボットの実施形態について説明する。

【0079】

図 1 2 は、本発明のロボットの実施形態を示す斜視図である。

図 1 2 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（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 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、圧電アクチュエーター 1 を備える圧電駆動装置 1 0 0 が搭載されており、この圧電駆動装置 1 0 0 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 0 0 の駆動は、制御部 1 0 8 0 によって制御される。

【0080】

以上のようなロボット 1 0 0 0 は、圧電アクチュエーター 1 を備える。このようなロボット 1 0 0 0 によれば、圧電アクチュエーター 1 の優れた特性を利用して、ロボット 1 0 0 0 の特性を高めることができる。

【0081】

3. 電子部品搬送装置

次に、本発明の電子部品搬送装置の実施形態について説明する。

【0082】

図 1 3 は、本発明の電子部品搬送装置の実施形態を示す斜視図である。図 1 4 は、図 1 3 に示す電子部品搬送装置が備える電子部品保持部の斜視図である。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。

【0083】

図 1 3 に示す電子部品搬送装置 2 0 0 0 は、電子部品検査装置に適用されており、基台 2 1 0 0 と、基台 2 1 0 0 の側方に配置された支持台 2 2 0 0 と、を有している。また、基台 2 1 0 0 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 2 1 1 0 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 2 1 2 0 と、上流側ステージ 2 1 1 0 と下流側ステージ 2 1 2 0 との間に位置し、電子

10

20

30

40

50

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デバイス等が挙げられる。

【0084】

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。

10

【0085】

また、図14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軸まわりに回動可能な回動部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アクチュエーター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アクチュエーター1(1y)と、回動部2232をZ軸まわりに回動させるための圧電アクチュエーター1(1)と、が内蔵されている。

【0086】

以上のような電子部品搬送装置2000は、圧電アクチュエーター1を備える。このような電子部品搬送装置2000によれば、圧電アクチュエーター1の優れた特性を利用して、電子部品搬送装置2000の特性を高めることができる。

20

【0087】

4. プリンター

図15は、本発明のプリンターの実施形態を示す斜視図である。

【0088】

図15に示すプリンター3000は、インクジェット記録方式のプリンターである。このプリンター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。

【0089】

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。

30

【0090】

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。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。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3023b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3023b上で移動させるタイミングベルト3023aと、を有している。

40

【0091】

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100(圧電アクチュエーター1)と、を有している。

【0092】

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。

【0093】

50

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。

【0094】

以上のようなプリンター 3000 は、圧電アクチュエーター 1 を備える。このようなプリンター 3000 によれば、圧電アクチュエーター 1 の優れた特性を利用して、プリンター 3000 の特性を高めることができる。

【0095】

5. プロジェクター

図 16 は、本発明のプロジェクターの実施形態を示す模式図である。

【0096】

図 16 に示すプロジェクター 4000 は、赤色光を出射する光源 4100R と、緑色光を出射する光源 4100G と、青色光を出射する光源 4100B と、レンズアレイ 4200R、4200G、4200B と、透過型の液晶ライトバルブ（光変調部）4300R、4300G、4300B と、クロスダイクロイックプリズム 4400 と、投射レンズ（投射部）4500 と、圧電駆動装置 4700 と、を有している。

【0097】

光源 4100R、4100G、4100B から出射された光は、各レンズアレイ 4200R、4200G、4200B を介して、液晶ライトバルブ 4300R、4300G、4300B に入射する。各液晶ライトバルブ 4300R、4300G、4300B は、入射した光をそれぞれ画像情報に応じて変調する。

【0098】

各液晶ライトバルブ 4300R、4300G、4300B によって変調された 3 つの色光は、クロスダイクロイックプリズム 4400 に入射して合成される。クロスダイクロイックプリズム 4400 によって合成された光は、投射光学系である投射レンズ 4500 に入射する。投射レンズ 4500 は、液晶ライトバルブ 4300R、4300G、4300B によって形成された像を拡大して、スクリーン 4600（表示面）に投射する。これにより、スクリーン 4600 上に所望の映像が映し出される。ここで、投射レンズ 4500 は、圧電アクチュエーター 1 を有する圧電駆動装置 4700 に支持されており、圧電駆動装置 4700 の駆動により位置および姿勢の変更（位置決め）が可能となっている。これにより、スクリーン 4600 に投射される映像の形状や大きさ等を調整することができる。

【0099】

なお、上述の例では、光変調部として透過型の液晶ライトバルブを用いたが、液晶以外のライトバルブを用いてもよいし、反射型のライトバルブを用いてもよい。このようなライトバルブとしては、例えば、反射型の液晶ライトバルブや、デジタルマイクロミラーデバイス（Digital Micromirror Device）が挙げられる。また、投射光学系の構成は、使用されるライトバルブの種類によって適宜変更される。また、プロジェクターとしては、光をスクリーン上で走査させることにより、表示面に所望の大きさの画像を表示させる走査型のプロジェクターであってもよい。

【0100】

以上のように、プロジェクター 4000 は、圧電アクチュエーター 1 を備える。このようなプロジェクター 4000 によれば、圧電アクチュエーター 1 の優れた特性を利用して、プロジェクター 4000 の特性を高めることができる。

【0101】

以上、本発明の圧電アクチュエーター、圧電駆動装置、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

10

20

30

40

50

た、各実施形態を適宜組み合わせてもよい。

【 0 1 0 2 】

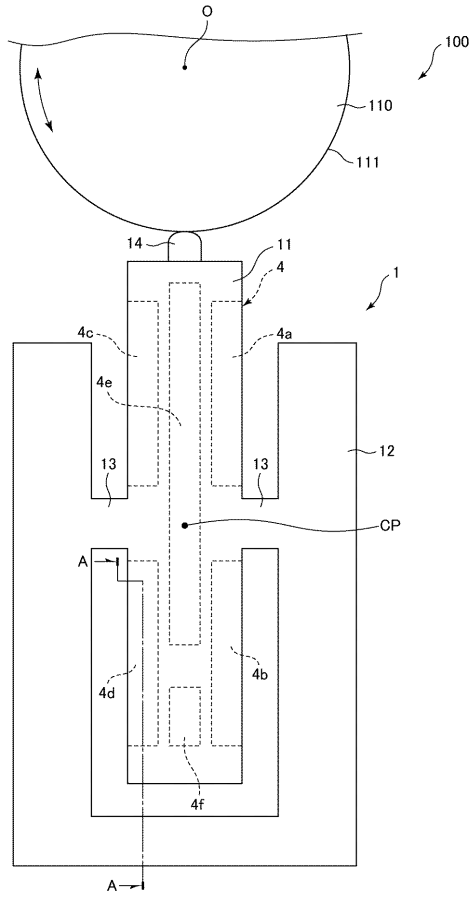
また、前述した実施形態では圧電アクチュエーターを圧電駆動装置（圧電モーター）、ロボット、電子部品搬送装置、プリンターおよびプロジェクターに適用した構成について説明したが、圧電アクチュエーターは、これら以外の各種電子デバイスにも適用することができる。

【 符号の説明 】

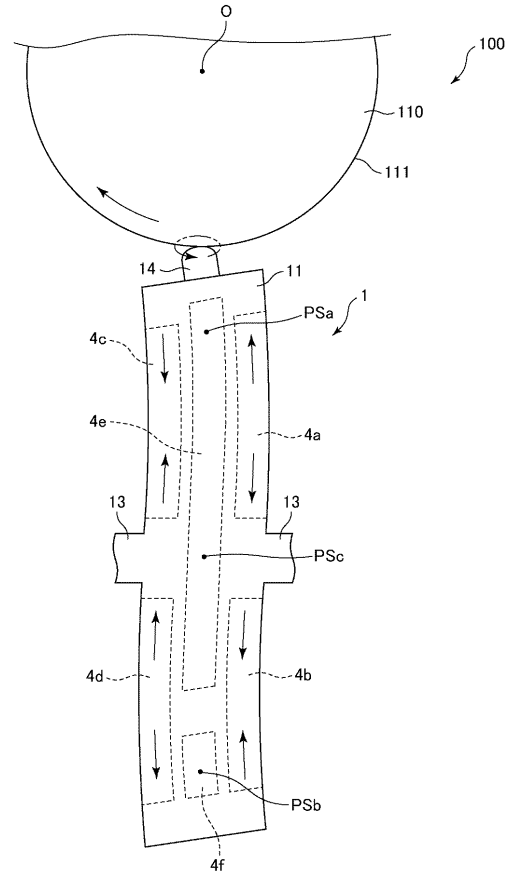
【 0 1 0 3 】

1 ... 圧電アクチュエーター、 2 ... 第 1 振動板、 3 ... 第 2 振動板、 4 ... 圧電素子、 4 a ... 圧電素子、 4 b ... 圧電素子、 4 c ... 圧電素子、 4 d ... 圧電素子、 4 e ... 圧電素子、 4 f ... 圧電素子、 5 ... 中間部材、 6 ... 単位構造、 7 ... 配線層、 8 ... 配線層、 1 1 ... 振動部、 1 2 ... 支持部、 1 3 ... 接続部、 1 4 ... 伝達部、 2 4 ... 絶縁層、 3 4 ... 絶縁層、 4 1 ... 圧電体、 4 2 ... 第 1 電極、 4 2 a ... 第 1 電極、 4 2 b ... 第 1 電極、 4 2 c ... 第 1 電極、 4 2 d ... 第 1 電極、 4 2 e ... 第 1 電極、 4 3 ... 第 2 電極、 4 4 ... 第 3 電極、 5 1 ... 本体、 5 2 ... 絶縁層、 5 3 ... 配線、 6 1 ... 接着剤、 6 2 ... 接着剤、 7 1 ... 第 1 電極、 7 2 ... 第 1 配線、 8 1 ... 第 2 電極、 8 2 ... 第 2 配線、 9 1 ... 端子、 9 2 ... 端子、 1 0 0 ... 圧電駆動装置、 1 1 0 ... ローター、 1 1 1 ... 外周面、 1 4 1 ... 基部、 1 4 1 a ... 一面、 1 4 2 ... 突出部、 1 4 3 ... 当接面、 1 0 0 0 ... ロボット、 1 0 1 0 ... ベース、 1 0 2 0 ... アーム、 1 0 3 0 ... アーム、 1 0 4 0 ... アーム、 1 0 5 0 ... アーム、 1 0 6 0 ... アーム、 1 0 7 0 ... アーム、 1 0 8 0 ... 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 ... タイミングベルト、 3 0 2 3 b ... キャリッジガイド軸、 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 1 0 0 B ... 光源、 4 1 0 0 G ... 光源、 4 1 0 0 R ... 光源、 4 2 0 0 B ... レンズアレイ、 4 2 0 0 G ... レンズアレイ、 4 2 0 0 R ... レンズアレイ、 4 3 0 0 B ... 液晶ライトバルブ、 4 3 0 0 G ... 液晶ライトバルブ、 4 3 0 0 R ... 液晶ライトバルブ、 4 4 0 0 ... クロスダイクロイックプリズム、 4 5 0 0 ... 投射レンズ、 4 6 0 0 ... スクリーン、 4 7 0 0 ... 圧電駆動装置、 C P ... 中心、 D 1 ... 垂直方向、 D 2 ... 送り方向、 D 3 ... 押圧方向、 F 1 ... 第 1 平面、 F 2 ... 振動面、 O ... 回動軸、 P ... 記録用紙、 P S a ... 節、 P S b ... 節、 P S c ... 節、 Q ... 電子部品

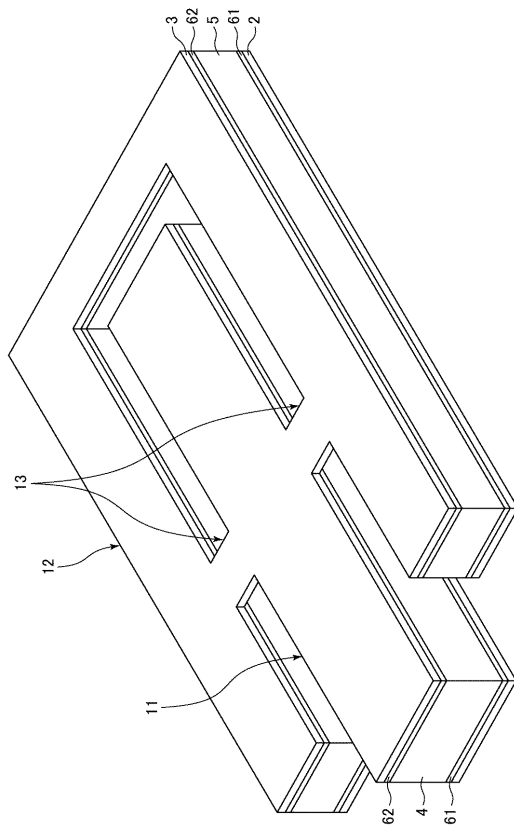
【図 1】



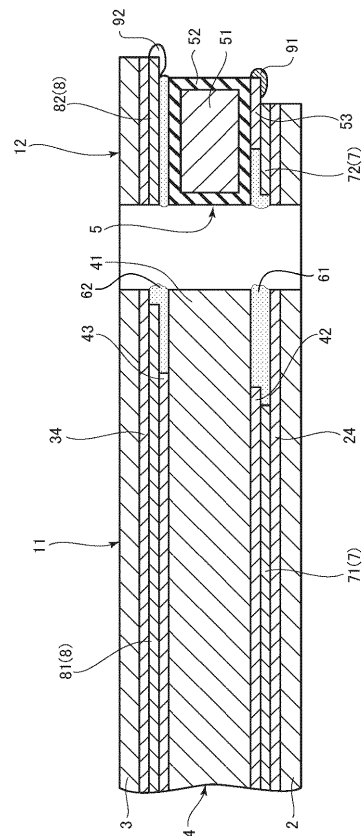
【図 2】



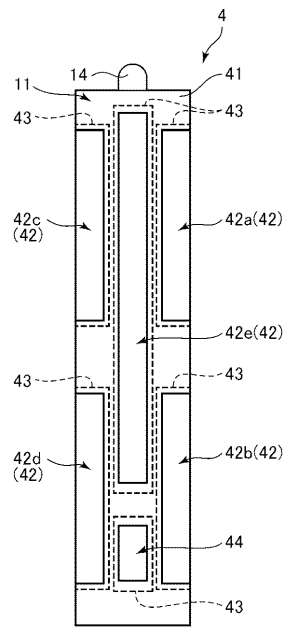
【図 3】



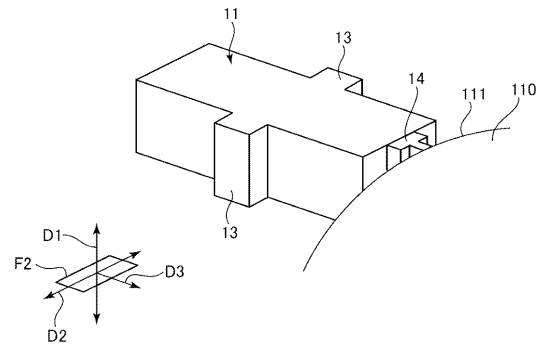
【図 4】



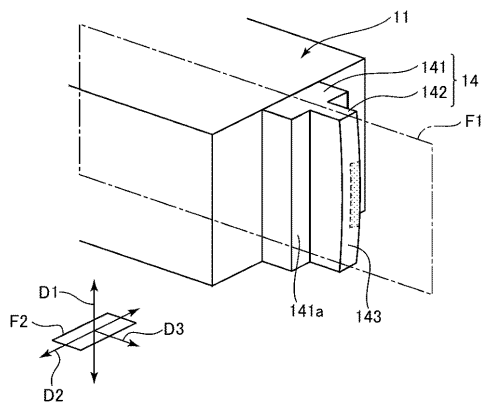
【図 5】



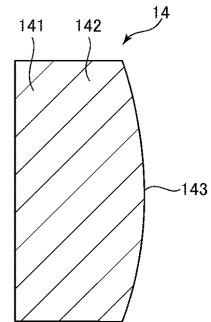
【図 6】



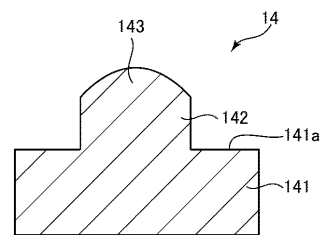
【図 7】



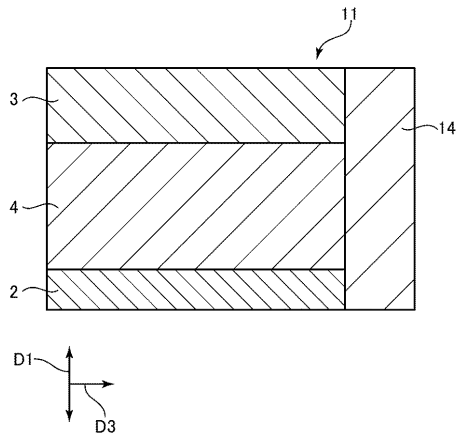
【図 8】



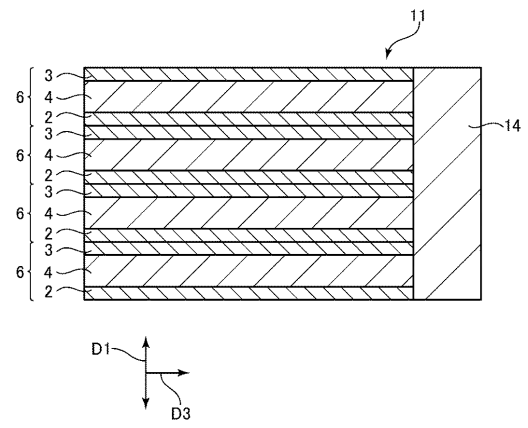
【図 9】



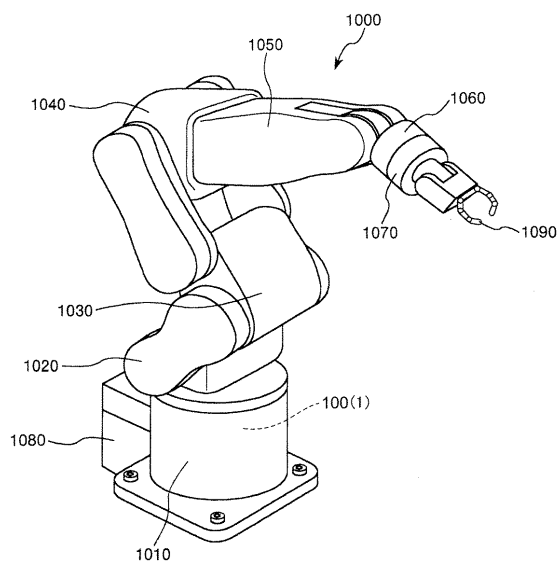
【図 10】



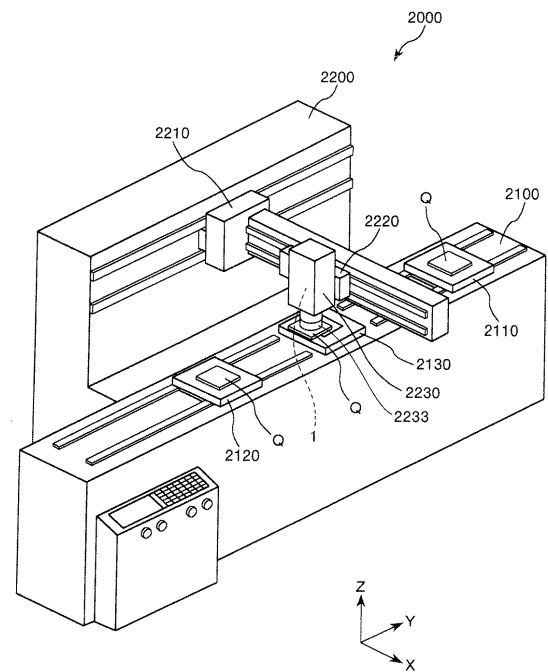
【図 11】



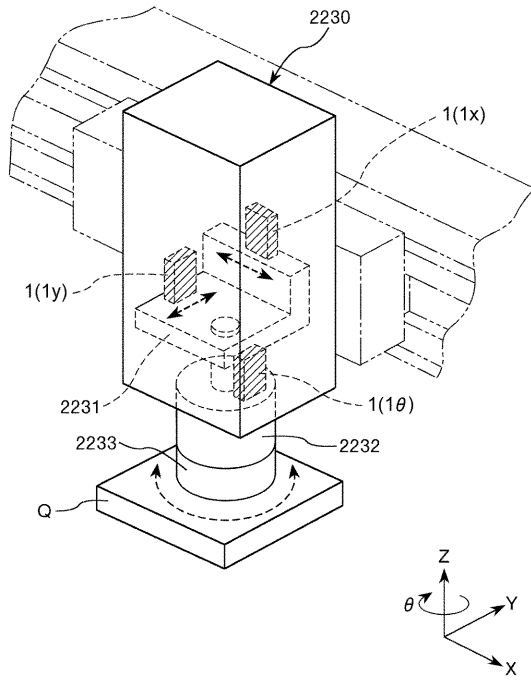
【図 12】



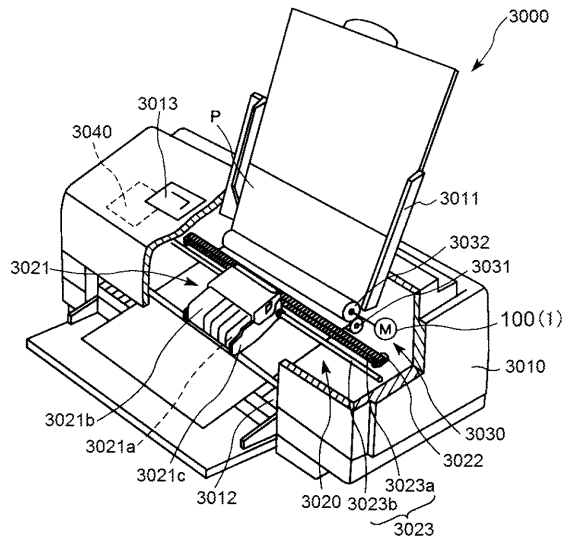
【図 13】



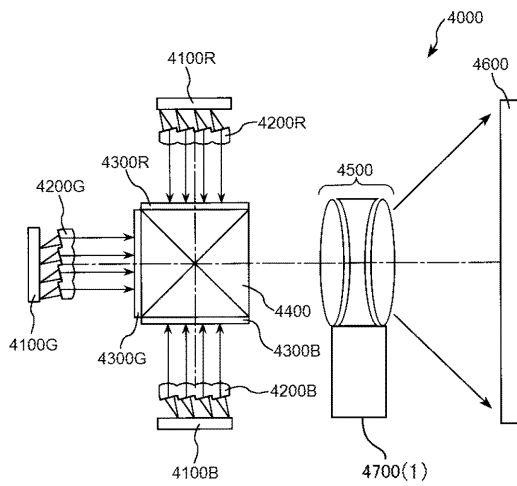
【図 14】



【図 15】



【図 16】



 フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
H 0 1 L 41/083 (2006.01)		H 0 1 L 41/08		S
H 0 1 L 41/047 (2006.01)		H 0 1 L 41/047		
H 0 2 N 2/04 (2006.01)		H 0 2 N 2/04		

(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

(72)発明者 荒川 豊
 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 BB02 BB12 BB13 BB15 BC04 BC08 CC02 DD15 DD37 DD55
 DD62 DD67 DD92 FF08 GG01 GG02 GG11 GG21