(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3611644号
(P3611644)
(45)発行日　平成17年1月19日(2005.1.19)　(24)登録日　平成16年10月29日(2004.10.29)

(51)Int.Cl.[7]　F I
H02N 2/00　H02N 2/00　B
H01L 41/09　H01L 41/08　C

請求項の数 3　(全 28 頁)

(21)出願番号　特願平7-238668
(22)出願日　平成7年9月18日(1995.9.18)
(65)公開番号　特開平9-84366
(43)公開日　平成9年3月28日(1997.3.28)
審査請求日　平成14年3月26日(2002.3.26)

(73)特許権者　000000376
オリンパス株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷２丁目４３番２号
(74)代理人　100058479
弁理士　鈴江　武彦
(72)発明者　吉田　和博
東京都渋谷区幡ヶ谷２丁目４３番２号　オリンパス光学工業株式会社内

審査官　川端　修

(56)参考文献　特開平０６－３２７２６８（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－３１５２８２（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－１４８４９７（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－１６４０７９（ＪＰ，Ａ）
最終頁に続く

(54)【発明の名称】圧電アクチュエータ

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
移動体と、この移動体に固定された圧電素子と、前記移動体と摺動可能に摩擦係合する係合部材とからなり、前記移動体の少なくとも一部が板バネで形成され、
前記移動体は、前記係合部材の内面側において、自己の芯だしを行うための芯だし部材を有することを特徴とする圧電アクチュエータ。
【請求項２】
前記移動体は、少なくとも１つの脚部と、この脚部に設けられ、前記係合部材と摺動可能に摩擦係合する摺動部とを有し、前記摺動部は、前記脚部の撓みによって生じるバネ力により前記係合部材と摩擦係合することを特徴とする請求項１に記載の圧電アクチュエータ。
【請求項３】
前記摺動部は、前記係合部材の内面とほぼ同形状に形成され、前記係合部材と摩擦係合することを特徴とする請求項２に記載の圧電アクチュエータ。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
この発明は、圧電（電歪を含む）素子の伸縮を利用した衝撃力で移動体を駆動する圧電アクチュエータに関する。
【０００２】

【従来の技術】
移動体と、この移動体に固定される圧電素子と、前記移動体と摺動可能に摩擦係合する係合部材と、前記圧電素子にエネルギーを供給する給電部材からなる圧電アクチュエータが知られている（例えば、特願平６－０４９０９６号、特願平４－１８００５５号、特願平５－１４９４６０号）。
【０００３】
前記先行技術によれば、移動体をアルミニウム製の一体部材に構成したこと、移動体に芯だし治具を設けたこと、アクチュエータの圧電素子にリード線を設けたこと、さらに、アクチュエータと駆動体との結合方法について述べられている。
【０００４】
【発明が解決しようとする課題】
従来の圧電アクチュエータの移動体は、切削加工などにより製作されているため、薄くすることが難しく、圧電アクチュエータの小型化、軽量化を図る上で問題となっていた。
【００１０】
この発明は、前記事情に着目してなされたもので、その目的とするところは、小型化及び軽量化を図ることができる圧電アクチュエータを提供することにある。
【００１１】
【課題を解決するための手段】
この発明の圧電アクチュエータは、移動体と、この移動体に固定された圧電素子と、前記移動体と摺動可能に摩擦係合する係合部材とからなり、前記移動体の少なくとも一部が板バネで形成され、前記移動体は、前記係合部材の内面側において、自己の芯だしを行うための芯だし部材を有することを特徴とする。
【００１２】
したがって、移動体を薄くすることができ、圧電アクチュエータの小型化及び軽量化を図ることができる。
【００１３】
【発明の実施の形態】
以下、この発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。
【００１４】
図１～図７は第１の実施形態を示す。図１（ａ）は圧電アクチュエータの正面図、（ｂ）は平面図、図２（ａ）は図１のＡ－Ａ線に沿う断面図、（ｂ）はＢ－Ｂ線に沿う断面図である。
【００１５】
圧電アクチュエータ１の基本構成は、移動体２と、この移動体２に固定される圧電素子３と、移動体２に摺動可能に摩擦係合している係合部材４から構成されている。前記圧電素子３には、該圧電素子３にエネルギーを供給する給電部材としてのリード線５が接続固定されており、前記リード線５は、係合部材４の外へ導かれている。更に、前記リード線５は、圧電アクチュエータ１の制御装置（図示せず）に接続されている。
【００１６】
次に、各構成要素の細部について説明する。
【００１７】
まず、移動体２について説明する。移動体２は、板バネ７と、芯だし部材８と、出力軸９から構成される。これらの構成要素は、前述のように別体に構成されてもよいし、一体に構成されてもよい。
【００１８】
板バネ７は、図３に示すように、固定部１０と、この固定部１０から折曲部を介して一体に延長する一対の脚部１１と、これら脚部１１の先端部に形成された摺動部１２とからなり、固定部１０の中央部には固定穴１３が設けられている。
【００１９】
前記板バネ７の材質は、バネ材がよく、バネ材としては、リン青銅、ベリリウム銅、バネ

用ステンレススチール、チタン合金等が挙げられる。チタン合金としては、ＳＥＡと呼ばれる超弾性金属等が挙げられる。

【００２０】

また、前記板バネ７には、表面処理が施されていて、表面処理としては、メッキや、焼き入れ等がよい。メッキとしては、電解ニッケルメッキ、無電解ニッケルメッキ、または複合メッキ等がよい。複合メッキとしては、そのメッキの中に四フッ化エチレン樹脂を含有しているものや、セラミックを含有しているものがよい。メッキを行う部分は、前記移動体２の全部、または一部でもよい。前記移動体２の一部とは、前記板バネ７の全部または一部である。前記板バネ７の一部とは、前記摺動部１２のみ、または前記脚部１１のみ、前記固定部１０のみのいずれか、またはそれらの組み合わせがよい。

【００２１】

前記板バネ７は、平板状の材料から曲げ、絞り加工で製作される。例えば、前記固定部１０と、前記脚部１１の移行部等は、曲げ加工で製作される。また、前記摺動部１２は、絞り加工で製作される。

【００２２】

前記脚部１１は、平板状で、前記固定部１０に対して片持ち梁の構造を有している。前記板バネ７は、前記摺動部１２で、前記係合部材４と摺動可能に摩擦係合している。図２（ａ）に示すように、前記摺動部１２の断面の厚みは、ほぼ均一になっており、前記係合部材４の内面とほぼ同じ形状を有している。

【００２３】

次に、前記出力軸９について説明する。出力軸９は、前記圧電素子３を取り付ける圧電素子固定部１４と、前記芯だし部材８を固定する芯だし固定部１５と、圧電アクチュエータ１で駆動される駆動物体（図示せず）との接続部１６からなり、圧電素子固定部１４は、素子の断面より大きく接着面が取られている。また、圧電素子固定部１４が板バネ７の固定部１０、脚部１１の移行部と干渉しないように、圧電素子固定部１４の脚側は面取りしている。芯だし固定部１５は、前記芯だし部材８と嵌合する少なくとも２つの嵌合部１７と該嵌合部１７に挟まれる少なくとも１つの非嵌合部１８から構成されている。

【００２４】

次に、前記芯だし部材８について説明する。図１、図４に示すように、前記芯だし部材８は、該芯だし部材８に設けられた溝１９によって前記係合部材４と摺動する第１と第２の摺動部２０と２１に分けられている。芯だし部材８には前記出力軸９と嵌合する穴が設けられている。

【００２５】

前記溝１９には、前記出力軸９と嵌合する穴と貫通する少なくとも一つの固定穴２２が設けられている。前記第１と第２の摺動部２０，２１は、少なくとも１つ以上あればよく、さらに同じ芯だし部材８上に設けなくともよい。前記芯だし部材８の摺動によって生じる摩擦力は、前記板バネ７の摺動部１２で生じる摩擦力に比べはるかに小さく設定されている。

【００２６】

前記芯だし部材８の材質は、エンジニアプラスチックや金属がよい。プラスチックとしては、ポリアセタール、四フッ化エチレン樹脂等がよい。金属の場合には、例えばアルミニウムのような比重の小さい金属がよい。さらに、表面には、摩擦力低減のための表面処理を施すのがよい。例えば、四フッ化エチレンを含有するような複合メッキがよい。また、四フッ化エチレンを含有するような、アルマイト処理でもよい。

【００２７】

また、芯だし部材８は、前記係合部材４の内面に沿って常に接触している必要もなく、図４に示すように、第１と第２の摺動部２０，２１に圧電アクチュエータ１の進行方向と同じ方向にスリットを設けてもよい。また、前記芯だし部材８の一部を、脚１１と約９０°位相をずらした方向で、前記脚１１の伸びる方向へ伸ばしてもよい。

【００２８】

前記のように構成された板バネ７と、芯だし部材８と、出力軸９は、以下のように固定され、移動体２を構成している。前記出力軸９と前記板バネ７は、該板バネ７に設けられた固定穴１３を通して接着固定される。前記芯だし部材８は、該芯だし部材８に設けられた固定穴２２と、前記出力軸９に設けられた非嵌合部１８の位置が一致するように接着固定される。該固定穴２２には接着剤を充填する。芯だし部材８の位置は、該芯だし部材８が、前記板バネ７と接触する位置がよいが、接触しない位置でも構わない。前記固定穴２２には、ピン等を挿入してもよい。

【００２９】

図５は、移動体２の構成の変形例で、前記出力軸２４と、芯だし部材８が一体に形成された場合を示す。この移動体２３は、出力軸２４と、素子基台２５と、前記板バネ７で構成されている。

【００３０】

該出力軸２４には、嵌合穴２４ａが設けられ、素子基台２５と嵌合できるようになっている。前記移動体２３は、素子基台２５を、該板バネ７に設けられた固定穴１３に挿入し、前記出力軸２４に設けられた嵌合穴２４ａに、素子基台２５を嵌合させ、接着させることにより固定されている。

【００３１】

次に、前記圧電素子３について説明する。図１に示すように、圧電素子３は、電歪素子を含む電場によって伸び縮みする素子である。ここでは、積層型の圧電素子３を用いている。この圧電素子３に代り、磁場によって変位する磁歪素子を用いてもかまわない。

【００３２】

圧電素子３には、該圧電素子３を覆う、前記移動体２の脚部１１と、異なる位相にリード線５が取り付けられている。前記一対の脚部１１と同じ位相で取り付けても構わないが、異なる位相の方が好ましい。圧電素子３の電極へのリード線５の取り付は半田付けで行っているが、導電性の接着剤を使用しても構わない。

【００３３】

前記圧電素子３と、前記リード線５との半田付け部は、弾性体２６で覆われており、該弾性体２６は、リード線５の被覆の一部も覆っている。前記弾性体２６は、弾性を有する接着剤がよい。接着剤としてはシリコン系の接着剤や、エポキシ系の接着剤がよい。また、半田付けの代りに使用する導電性の接着剤でも構わない。または、熱収縮チューブ等で覆ってもよい。

【００３４】

リード線５が取り付けられた前記圧電素子３の表面と、前記リード線５の一部には高分子膜が設けられている。この高分子膜としては、ポリパラキシリレン（商標名　パリレン）がよい。また、エポキシ系の膜でも構わない。

【００３５】

次に、前記パリレンが施された圧電素子３の組立方法について説明する。

【００３６】

まず、リード線５の端部（後に前記弾性体２６に覆われる部分）を残し、レジストを前記リード線５に塗布する。リード線５の被覆の接着性が悪い場合は、接着剤に覆われる部分を、前もって表面改質しておく。また、圧電素子３は、後にパリレンが付き易いように、洗浄しておく。そして、前記圧電素子３の移動体２と固定される部分に、前記圧電素子３の電極にかからないようにレジストを塗布する。

【００３７】

次に、前記圧電素子３と前記リード線５を半田付けする。さらに、半田付け部を、弾性体２６で覆う。そして、パリレンを全体にコーティングする。最後に、有機溶剤等で、レジストを剥す。このようにして前記リード線５の取り付けられた前記圧電素子３を組み立てることができる。

【００３８】

次に、前記圧電素子３に取り付けられているリード線５について説明する。

【００３９】
前記リード線５は、図６に示すようにコイル状に形成され、一端は前記圧電素子３に取り付け、他端は、前記係合部材４の外側へ導かれている。前記リード線５のコイル部２７は、前記係合部材４内に収納され、前記移動体２の移動方向に対して伸縮自在になるよう配置している。該コイル部２７の外径は、前記係合部材４の内部の大きさより小さく設定している。本実施形態では、リード線５として、四フッ化エチレン被覆の高力銅合金線を２本用いている。２本のリード線５のコイル部２７の各一巻き一巻きを、交互に配置している。
【００４０】
このリード線５は、単線に限らず、コイル状に巻かれたシールド線を用いても構わない。シールド線を用いる場合には、前記弾性体２６を、シールドの被覆を覆うようにする。また、図７に示すリード線５の変形例のように、２芯の複合ケーブル５ａを用いても構わない。本実施形態では、必要なリード線の芯数が２本であるため、前述のような構成を取っているが、必要な芯数が増えた場合にはそれに応じてリード線５の芯数を増やせばよい。例えば、３芯必要であれば、コイル状に形成された、３芯の複合ケーブルを用いればよく、４芯必要であれば、コイル状に形成された２芯の複合ケーブルを２組用いたり、コイル状に形成された４芯に複合ケーブルを用いてもよい。それ以上に芯数に対しても、いろいろな組み合わせで、コイル状のリード線を用いることができる。
【００４１】
次に、前記係合部材４について説明する。図１および図２に示すように、係合部材４はパイプ状に構成されている。該係合部材４は、内面が円であれば、外形は、どのようになっていても構わない。該係合部材４の内面は、面粗度が６．３Ｓより滑らかに構成されている。前記内面の面粗度は、前記移動体２の摺動部１２が、摺動する範囲をカバーしており、内面すべてが６．３Ｓより滑らかでなくともよい。
【００４２】
次に、リード線固定部２８について説明する。図１に示すように、前記リード線５は、前記係合部材４に接着固定されたリード線固定板２９に設けられた２つのリード線固定穴３０を通して係合部材４の外部へ導かれる。リード線５はリード線固定穴３０で接着固定されている。前記係合部材４の端部にはケーブル保護部材３１が接着固定されている。前記ケーブル保護部材３１は、嵌合部３２と、テーパ部３３およびチューブ接続部３４とから構成されている。該ケーブル保護部材３１内には２つのリード線挿通穴３５が設けられている。該リード線挿通穴３５は前記チューブ接続部３４で穴内面が露出されるようになっている。
【００４３】
前記係合部材４の外部へ導かれたリード線５は、ケーブル保護部材３１に設けられたリード線挿通穴３５内でケーブル３６と接合される。接合数は、リード線挿通穴３５あたり一組ずつである。リード線５とケーブル３６の接合には半田付けや、圧着等がよい。前記接合部は、接着剤で、被覆と共に覆ってある。
【００４４】
チューブ接続部３４の内面を露出したリード線挿通穴３５においてケーブル３６は、該ケーブル３６を覆う保護チューブ３７とともに接着固定される。該保護チューブ３７は、該チューブ接続部３４と嵌合しており、保護チューブ３７の上から糸で巻いて、該保護チューブ３７を該ケーブル３６と共に、チューブ接続部３４に縛りつけて接着されている。
【００４５】
本実施形態では、ケーブル３６として、ツイストペア線を用いているが、シールド線でもよいし、複合ケーブルでも構わない。また、保護チューブ３７は、シリコンチューブでもよいし、四フッ化エチレンチューブでも構わない。
【００４６】
前記リード線固定板２９と、前記ケーブル保護部材３１には、少なくとも１つの穴が設けられ、係合部材４内と保護チューブ３７内をつなぐ管路３９が形成されている。

【００４７】
前記保護チューブ３７の外面一部と前記係合部材４の外面一部には、熱収縮チューブ３８が設けられている。該熱収縮チューブ３８は他の絶縁部材に置き換えても構わない。例えば、係合部材４上に絶縁塗料を塗布しても構わないし、絶縁膜を形成させても構わない。
【００４８】
次に、前述のように構成された圧電アクチュエータ１の作用について説明する。電圧波形の信号を圧電素子３に印加することにより、圧電素子３は急激な変形とゆっくりした復元を行う伸縮作用に伴う、衝撃と圧電素子３自体の質量によって発生する慣性力と、係合部材４と移動体２の摩擦係合力との関係で、移動体２を軸方向の任意の向きに移動させることができる。
【００４９】
このとき、移動体２は板バネ７で構成された脚部１１が片持ち梁となり、そのバネ力により前記係合部材４と摩擦係合する。また、前記芯だし部材８の摺動部２０、２１が前記移動体２の摩擦係合する摺動部１２と共に係合部材４内での移動体２の姿勢を保つ。
【００５０】
前記圧電アクチュエータ１の進退と共に前記リード線５のコイル部２７が伸縮し、前記ケーブル３６とリード線５がそれぞれ１点の部品を介して前記係合部材４に固定される。圧電アクチュエータ１の進退の際、前記管路３９を通して係合部材４内と保護チューブ３７内の気体が流通する。前記熱収縮チューブ３８により圧電アクチュエータ１が絶縁される。
【００５１】
したがって、本実施形態によれば、次の効果が得られる。
【００５２】
移動体２に板バネ７を用いているためバネ性が高く、バネ性のへたりが少ない。よって長期間に亘って使用しても摩擦力の低下がない。
【００５３】
移動体２に板バネ７を用いているため、移動体２の脚部１１を切削加工などよりも薄くでき、軽量化できる。
【００５４】
移動体２に板バネ７を用いているため、移動体２の脚部１１を薄くでき、梁の撓み量を大きくとれるため、撓みの変化に対する摩擦力の変化が小さくなり、摩擦力の調整が容易になる。
【００５５】
移動体２に板バネ７を用いているため、摩擦係合する摺動部１２の厚みが均一にでき、切削加工の時よりも、軽量化できる。
【００５６】
移動体２に芯だし部材８を設けているため、圧電アクチュエータ１の出力軸９のガタを無くすことができ、圧電アクチュエータ１の動作が安定する。
【００５７】
リード線５をコイル状に形成したため、圧電アクチュエータ１の進退を、少ないリード線収納スペースで確保でき、圧電アクチュエータ１を小型化することができる。
【００５８】
リード線５の被覆に四フッ化エチレンを用いているため、係合部材４との摺動性がよく、圧電アクチュエータ１の性能が劣化しない。
【００５９】
リード線５と、ケーブル３６を、係合部材４に強固に固定したため、ケーブル３６が引っ張られても、断線することがなく安全である。また、同時に、保護チューブ３７でケーブル３６を覆ったため、ケーブル３７の曲げ耐性が向上し、断線することがなく安全である。
【００６０】

係合部材４と、保護チューブ３７内を結ぶ管路３９を設けたため、圧電アクチュエータ１の進退の際に生じる気体の圧縮膨張の負荷を逃がすことができ、圧電アクチュエータ１の性能を劣化させることがない。

【００６１】

係合部材４の内面が、極めて滑らかに形成されているため、移動体２の摺動部１２と滑らかに摺動し、圧電アクチュエータ１のガタ付きや引っ掛かりがなくなるため、圧電アクチュエータ１の性能が安定する。

【００６２】

リード線５をコイル状にし、またリード線５の固定部を補強しているため、応力集中による断線がなくなり、耐久性が向上する。

【００６３】

図８は第２の実施形態を示し、第１の実施形態で説明した移動体２の変形例である。本実施形態では移動体２以外の構成要素は、第１の実施形態と同一であり、説明を省略する。

【００６４】

本実施形態の移動体４０について説明する。前記移動体４０は、圧電素子固定部４１と、該圧電素子固定部４１に設けられた一対の脚部４２と、これら脚部４２に設けられた摺動部４３と、前記圧電素子固定部４１に設けられた出力軸４４と、該出力軸４４に設けられた接続部４５から構成されている。

【００６５】

前記移動体４０は、板状素材から一体に形成され、曲げ、絞り加工で製作されている。曲げ加工部としては、前記圧電素子固定部４１と脚部４２の移行部や、前記圧電素子固定部４１と出力軸４４の移行部がある。絞り加工部としては、前記脚部４２に設けられた摺動部４３がある。

【００６６】

前記脚部４２は、第１の実施形態で説明した圧電アクチュエータ１の進退方向を軸（進退軸４６）として軸対称に設けられている。本実施形態では、脚部４２を２個設けてあるが、３個以上を前記進退軸４６の周りに等間隔に設けても構わない。

【００６７】

前記出力軸４４は、前記進退軸４６に概略平行に設けてある。また、前記出力軸４４は、前記圧電素子固定部４１の圧電素子固定面４７に対し垂直に設けられている。前記出力軸４４が、本実施形態では、脚部４２と逆方向に設けられているが、脚部４２と同方向に設けても構わない。また、前記出力軸４４は、前記圧電素子固定面４７に対し平行に設けても構わない。

【００６８】

前記圧電素子固定部４１の圧電素子固定面４７部分の厚みは、前記移動体４０を構成する板状の素材の厚みより薄く構成され、凹形状になっている。

【００６９】

前記脚部４２は、前記圧電素子固定部４１に対し、片持ち梁を構成している。前記脚部４２が撓むことにより生じるバネ力により、前記脚部４２に設けられている摺動部４３が前記係合部材４と摩擦係合する。前記移動体４０の脚部４２、摺動部４３の形状、材質、表面処理については、第１の実施形態で説明した移動体２の板バネ７と同じであるので、説明を省略する。

【００７０】

前述のように構成された圧電アクチュエータ１の作用について説明する。

【００７１】

前記移動体４０の脚部４２が片持ち梁となり、そのバネ力により、前記係合部材４と摩擦係合する。前記圧電アクチュエータ１の進退と共に前記リード線５のコイル部２７が伸縮する。

【００７２】

前記ケーブル３６とリード線５が、それぞれ１点の部品を介して前記係合部材４に固定さ

れる。圧電アクチュエータ１の進退の際、前記管路３９を通して係合部材４内と保護チューブ３７内の気体が流通する。

【００７３】

前記熱収縮チューブ３８により圧電アクチュエータ１が絶縁される。また、前記移動体４０の圧電素子固定面４７の凹部で圧電素子３が位置決めされる。

【００７４】

したがって、本実施形態によれば、次の効果が得られる。

【００７５】

移動体４０に板バネを用いているため、バネ性が高く、バネ性のへたりが少ない。よって長期間に亘って使用しても、摩擦力の低下がない。

【００７６】

移動体４０に板バネを用いているため、移動体４０の脚部４２を切削加工などよりも薄くでき、軽量化できる。

【００７７】

移動体４０に板バネを用いているため、移動体４０の脚部４２を薄くでき、梁の撓み量を大きくとれるため、撓みの変化に対する摩擦力の変化が小さくなり、摩擦力の調整が容易になる。

【００７８】

移動体４０に板バネを用いているため、摩擦係合する摺動部４３の厚みが均一にでき、切削加工の時よりも、軽量化できる。

【００７９】

リード線５をコイル状に形成したため、圧電アクチュエータ１の進退を少ないリード線収納スペースで確保でき、圧電アクチュエータ１を小型化することができる。

【００８０】

リード線５と、ケーブル３６を係合部材４に強固に固定したため、ケーブル３６が引っ張られても、断線することがなく安全である。また、同時に保護チューブ３７でケーブル３６を覆ったため、ケーブル３６の曲げ耐性が向上し、断線することがなく安全である。

【００８１】

係合部材４と、保護チューブ３７内を結ぶ管路３９を設けたため、圧電アクチュエータ１の進退の際に生じる気体の圧縮膨張の負荷を逃がすことができ、圧電アクチュエータ１の性能を劣化させることがない。

【００８２】

前記脚部４２、摺動部４３、出力軸４４が、一体に形成されるため、圧電アクチュエータ１の組立性が向上し、また、圧電アクチュエータ１の小型化、軽量化ができる。

【００８３】

出力軸４４を、曲げ加工の曲げ方により、任意の向きに取り出すことができ、取り出し方向によって新たな部品を作る必要性がないため、汎用性が高く便利である。

【００８４】

圧電素子固定面４７を凹形状にしてあるため、接着の際の圧電素子３の位置が決めやすく移動体２に対して傾いて接着されることがない。よって、圧電アクチュエータ１の性能が圧電素子３の取付によりばらつくことがない。

【００８５】

図９は第３の実施形態を示し、第２の実施形態で説明した移動体４０の変形例である。本実施形態では移動体４０以外の構成要素は、第１，２の実施形態と同一であり、説明を省略する。

【００８６】

本実施形態の移動体４８は、圧電素子固定部４９と、該圧電素子固定部４９に設けられた一対の脚部５０と、これら脚部５０に設けられた摺動部５１と、前記圧電素子固定部４９に設けられた一対の出力軸６２から構成されている。前記出力軸６２には圧電アクチュエータ１で駆動する駆動体（図示せず）と接続される接続部６３が設けられている。

【００８７】
前記移動体４８の構成要素は、板状素材の曲げ、絞り加工によって一体に構成されている。前記圧電素子固定部４９と前記脚部５０との移行部と、前記圧電素子固定部４９と前記出力軸６２の移行部は、曲げ加工で製作する。前記脚部５０の摺動部５１は絞り加工で製作する。
【００８８】
前記移動体４８の脚部５０、圧電素子固定部４９と、摺動部５１の形状、材質、表面処理（その位置を含む）は、第１の実施形態で説明した移動体２の板バネ７と同じであるので説明を省略する。
【００８９】
前記脚部５０は、互いに対向するように配置し、また、前記出力軸６２も同様に対向する位置に配置されている。脚部５０と、前記出力軸６２とは互いの板状部分が概略直交する平面内に設けられている。さらに、一対の出力軸６２のなす中心軸と、一対の脚部５０のなす中心軸は、一致するよう構成されている。前記出力軸６２の開き幅は、第１の実施形態で説明した係合部材４の内面と干渉しないように設定されている。
【００９０】
本実施形態では、第１の実施形態に示した芯だし部材８が設けられていないが、図１０に示す変形例のように移動体４８に芯だし部材６４を設けてもよい。前記芯だし部材６４にはスリット６５を複数個設けてもよい。前記芯だし部材６４は、第１の実施形態で説明した素材表面処理であるので説明を省略する。
【００９１】
前述のように構成された圧電アクチュエータ１の作用について説明する。
【００９２】
前記移動体４８の脚部５０が片持ち梁となり、そのバネ力により、前記係合部材４と摩擦係合する。圧電アクチュエータ１の進退と共に前記リード線５のコイル部２７が伸縮する。
【００９３】
前記ケーブル３６とリード線５が、それぞれ１点の部品を介して前記係合部材４に固定される。圧電アクチュエータ１の進退の際、前記管路３９を通して係合部材４内と保護チューブ３７内の気体が流通する。
【００９４】
前記熱収縮チューブ３８により圧電アクチュエータ１が絶縁される。本実施形態の移動体４８では芯だし部材６４が係合部材４と摺動する。
【００９５】
したがって、本実施形態によれば、次の効果が得られる。
【００９６】
移動体４８に板バネを用いているため、バネ性が高く、バネ性のへたりが少ない。よって長期間に亘って使用しても、摩擦力の低下がない。
【００９７】
移動体４８に板バネを用いているため、移動体４８の脚部４２の切削加工などよりも薄くでき、軽量化できる。
【００９８】
移動体４８に板バネを用いているため、移動体４８の脚部４２を薄くでき、梁の撓み量を大きくとれるため、撓みの変化に対する摩擦力の変化が小さくなり、摩擦力の調整が容易になる。
【００９９】
移動体４８に板バネを用いているため、摩擦係合する摺動部４３の厚みが均一にでき、切削加工の時よりも、軽量化できる。
【０１００】
リード線５をコイル状に形成したため、圧電アクチュエータ１の進退を少ないリード線収

納スペースで確保でき、圧電アクチュエータ１を小型化することができる。
【０１０１】
リード線５とケーブル３６を係合部材４に強固に固定したため、ケーブル３６が引っ張られても、断線することがなく安全である。また、同時に保護チューブ３７でケーブル３６を覆ったため、ケーブル３６の曲げ耐性が向上し、断線することがなく安全である。
【０１０２】
係合部材４と保護チューブ３７内を結ぶ管路３９を設けたため、圧電アクチュエータ１の進退の際に生じる気体の圧縮膨張の負荷を逃がすことができ、圧電アクチュエータ１の性能を劣化させることがない。
【０１０３】
前記脚部５０、摺動部５１、出力軸５２が一体に形成されるため、圧電アクチュエータ１の組立性が向上し、また一体に形成されているため、圧電アクチュエータ１の小型化、軽量化ができる。
【０１０４】
出力軸６２を曲げ加工の曲げ方により、任意の向きに取り出すことができ、取り出し方向によって新たな部品を作る必要性がないため、汎用性が高く便利である。
【０１０５】
出力軸６２を、２個用いているため、被駆動部材を結合したときに駆動部材と、圧電アクチュエータ１との芯が出し易く、圧電アクチュエータ１の動作が安定する。
【０１０６】
芯だし部材６４を設けているため、圧電アクチュエータ１の芯がでてガタが無く、スムーズな動きをする圧電アクチュエータ１を提供できる。
【０１０７】
図１１は第４の実施形態を示し、第１の実施形態で説明した圧電アクチュエータ１の変形例であり、第１の実施形態で説明した圧電アクチュエータ１の構成要素に慣性体６６を加えたものである。
【０１０８】
前記慣性体６６は、第１の実施形態で説明した圧電素子３と移動体２との固定部１０とは逆に圧電素子３の端部に接着固定されている。前記慣性体６６は、一部を第１の実施形態で説明したリード線５のコイル部２７内に突出してもよいし、一部を前記圧電素子３の一部を覆うように構成させてもよい。
【０１０９】
作用は第１の実施形態と同じであるが、慣性体６６が、圧電素子３の伸縮の際に生じる慣性力を増加させる働きがある。
【０１１０】
したがって、慣性体６６によって圧電アクチュエータ１の出力を増加し、力のある圧電アクチュエータ１を提供できる。
【０１１１】
図１２は第５の実施形態を示す。本実施形態の圧電アクチュエータ６７は、ベース部材６８と、該ベース部材６８に固定される圧電素子６９と、該圧電素子６９に固定される移動体７０と、該移動体７０と摺動可能に摩擦係合する係合部材７１で構成されている。また、前記ベース部材６８と、前記係合部材７１は、摺動可能に設けられている。前記ベース部材６８と、前記係合部材７１は、全く係合していなくとも構わない。
【０１１２】
前記移動体７０には出力軸７２が設けられている。また、前記圧電素子６９の端部に接続された給電部材としてのリード線７３は前記ベース部材６８に設けられた溝７４を通して前記係合部材７１の外へ導かれる。７５は芯だし部材である。
【０１１３】
このように構成された圧電アクチュエータ６７の作用について説明する。
【０１１４】

圧電素子６９を急激に伸長させると、その際に生じる慣性力が、第１の実施形態で説明の摺動部１２と係合部材７１との間に生じている摩擦力に打ち勝ち、移動体７０は、係合部材７１に対して滑る。圧電素子６９をゆっくりと縮めると、その際に生じる慣性力は、移動体７０の摺動部１２と係合部材７１との間に生じている摩擦力に打ち勝てないため、係合部材７１は、移動体７０と共に移動する。これを繰り返すことにより、ベース部材６８に対して前記係合部材７１は移動する。逆向きに動かしたい場合には、前記の逆の手順を踏めばよい。

【０１１５】

前記移動体７０の前記係合部材７１との摩擦係合の方法は、第１の実施形態に同じなので説明を省略する。

【０１１６】

本実施形態によれば、次の効果が得られる。

【０１１７】

移動体７０に板バネを用いているため、バネ性が高く、バネ性のへたりが少ない。よって長期間に亘って使用しても、摩擦力の低下がない。

【０１１８】

移動体７０に板バネを用いているため、移動体７０の脚部を切削加工などよりも薄くでき、軽量化できる。

【０１１９】

移動体７０に板バネを用いているため、移動体７０の脚部を薄くでき、梁のたわみ量を大きくとれるため、たわみの変化に対する摩擦力の変化が小さくなり、摩擦力の調整が容易になる。

【０１２０】

移動体７０に板バネを用いているため、摩擦係合する摺動部の厚みが均一にでき、切削加工の時よりも、軽量化できる。

【０１２１】

移動体７０に芯だし部材７５を設けているため、圧電アクチュエータ６７の出力軸のガタをなくすことができ、圧電アクチュエータ６７の動作が安定する。

【０１２２】

圧電素子６９が、ベース部材６８に固定されているため、リード線７３が伸縮させる必要がなく、余計なスペースを使わずに済むため、小型化できる。

【０１２３】

図１３は第６の実施形態を示す。本実施形態の圧電アクチュエータ７５は、ベース部材７６と、該ベース部材７６に固定される圧電素子７７と、該圧電素子７７に固定される移動体７８と、該移動体７８と摺動可能に摩擦係合する係合部材７９とから構成されている。

【０１２４】

また、前記ベース部材７６と、前記係合部材７９は摺動可能に設けられている。前記ベース部材７６と、前記係合部材７９は全く係合していなくとも構わない。

【０１２５】

前記移動体７８は、板状素材の曲げ加工で製作されている。この板状素材の材質、表面処理は、第１の実施形態で説明した板バネ７の材質、表面処理と同じなので説明は省略する。前記移動体７８は、固定部８０と、脚部８１と、摺動部８２で構成されている。前記係合部材７９の断面は、コの字型をしており、前記移動体７８の摺動部８２と平面で接している。

【０１２６】

前記圧電素子７７の端部に設けられた給電部材としてのリード線７３は、前記ベース部材７６に設けられた溝７４を通して前記係合部材７１の外へ導かれる。

【０１２７】

本実施形態の作用は、第５の実施形態と同じであるので説明を省略する。前記移動体７８の前記係合部材７９との摩擦係合の方法は、第１の実施形態に同じなので、説明を省略す

る。
【０１２８】
本実施形態によれば、次の効果が得られる。
【０１２９】
移動体７８の材質に板バネを用いているため、バネ性が高く、バネ性のへたりが少ない。よって長期間に亘って使用しても、摩擦力の低下がない。
【０１３０】
移動体７８の材質に板バネを用いているため、移動体７８の脚部８１を切削加工などよりも薄くでき、軽量化できる。
【０１３１】
移動体７８の材質に板バネを用いているため、移動体７８の脚部８１を薄くでき、梁のたわみ量を大きくとれるため、たわみの変化に対する摩擦力の変化が小さくなり、摩擦力の調整が容易になる。
【０１３２】
移動体７８の材質に板バネを用いているため、摩擦係合する摺動部８２の厚みが均一にでき、切削加工の時よりも、軽量化できる。
【０１３３】
圧電素子７７が、ベース部材７６に固定されているため、リード線７３を伸縮させる必要がなく、余計なスペースを使わずに済むため、小型化できる。
【０１３４】
移動体７８を一体に、しかも曲げ加工だけで、製作することができるため、低コストな圧電アクチュエータ７５が提供できる。
【０１３５】
図１４は第７の実施形態を示す。図１４（ａ）は、内視鏡の先端部１００の断面図を示し、本実施形態は、第１～第６の実施形態で説明した圧電アクチュエータを、内視鏡の先端部１００に組み込み、前記内視鏡のレンズ駆動に応用した例を示す。
【０１３６】
前記内視鏡先端部１００には、固定レンズ群１０１、可動レンズ１０３と、ＣＣＤ（固体撮像素子）１０２や、前記圧電アクチュエータ１０７からなる撮像部１８０や、照明用の光ファイバー（図示せず）や、処置具等を通すチャンネル（図示せず）等が設けられている。前記撮像部１８０の前記固定レンズ１０３は、光軸方向に移動可能な駆動体としてのレンズ枠１０４に固定されている。
【０１３７】
前記レンズ枠１０４は、鏡筒１０５と摺動し、該鏡筒１０５をガイドとして、光軸方向に移動できるよう移動方向が決められている。前記レンズ枠１０４には柄１０６が設けられており、圧電アクチュエータ１０７の出力軸１０８と結合している。前記圧電アクチュエータ１０７は、前記固定レンズ群１０１、可動レンズ１０３の光軸と平行に前記鏡筒１０５に固定されている。固定する際には、前もって該鏡筒１０５の固定部と、前記レンズ枠１０４の芯（平行度）が出るよう、前記鏡筒１０５の固定部と、前記レンズ枠１０４の柄１０６に一度に嵌合する治具を用い、鏡筒１０５を組立てておく。圧電アクチュエータ１０７の構造は、第１の実施形態で説明した図１および図２の圧電アクチュエータ１と同じものであるので、説明を省略する。前記圧電アクチュエータ１０７の出力軸１０８には、第１のＥ型止め輪１０９が接着固定されている。
【０１３８】
前記柄１０６には、前記出力軸１０８が通される固定穴１１１が設けられている。固定穴１１１は、前記出力軸１０８に対して十分大きい。また、前記柄１０６には前記レンズ枠１０４と前記圧電アクチュエータ１０７の可動範囲を制限する抑制部材としてのネジ１１２が取り付けられるように構成されている。
【０１３９】
前記ネジ１１２は、前記圧電アクチュエータ１０７の係合部材１１３の端部と、当接する

位置に設けている。前記第１のＥ型止め輪１０９と前記ネジ１１２との位置関係は、図１４（ｂ）に示すように、前記第１のＥ型止め輪１０９の着脱用切れ込み１１４の部分に、前記ネジ１１２が位置するように配置している。

【０１４０】

前記圧電アクチュエータ１０７の出力軸１０８の第１のＥ型止め輪１０９と、前記レンズ枠１０４の柄１０６を当接させ、第２のＥ型止め輪１１０で、前記柄１０６を挟み込んで、前記圧電アクチュエータ１０７とレンズ枠１０４を結合させている。

【０１４１】

前記ネジ１１２の前記固定穴１１１との位置関係は、本実施形態で説明するように、固定穴１１１に対してネジ１１２をレンズ枠１０４側に設けてもよいし、周方向のどの位置に設けても構わない。

【０１４２】

前記撮像部１８０のレンズ枠１０４と出力軸１０８との結合部付近は、カバー１８３によって覆われ、外部と該カバー１８３によって遮断されている。前記出力軸１０８の前方にはネジ１１２を調整するための調整穴１８１と、その調整穴１８１を塞ぐ調整蓋１８２が設けられている。

【０１４３】

本実施形態では、第１の実施形態で説明した芯だし部材８は、レンズ枠１０４の可動範囲内では、係合部材１１３より突出することがないように配置されている。

【０１４４】

本実施形態では、内視鏡のレンズ駆動について説明したが、特にこれに限定するものではなく、他の光学機器、例えばカメラや、顕微鏡、ビデオカメラ、プロジェクターのレンズ駆動に用いてもよい。そのほかには、Ｘ－Ｙテーブルと呼ばれる精密位置決め装置や、細かい作業を必要とするマニピュレータの駆動に用いてもよい。

【０１４５】

次に、本実施形態の作用について説明する。前記照明用ファイバー（図示せず）で、照射された観察、処置対象物（図示せず）の映像は、前記固定レンズ群１０１、可動レンズ１０３を通してＣＣＤ１０２へ送られる。ＣＣＤ１０２で得られた映像の電気信号は、制御装置（図示せず）に送られ、モニタ等で見ることができる。前記可動レンズ１０３の固定されているレンズ枠１０４は、光軸方向に移動可能な上に、前記圧電アクチュエータ１０７に結合しているため、前記圧電アクチュエータ１０７の制御装置（図示せず）から送られる制御信号によって光軸方向に進退することができる。前記レンズ枠１０４の可動レンズ１０３は、前記観察対象（図示せず）に焦点を合わせるフォーカスレンズでもよいし、前記観察対象（図示せず）を拡大するズームレンズであってもよい。

【０１４６】

前記レンズ枠１０４の可動範囲は、前記レンズ枠１０４の柄１０６に設けられたネジ１１２が、前記係合部材１１３に当接するため制限される。前記調整穴１８１よりネジ１１２を回すことによりその可能範囲を変えることができる。具体的には、前記レンズ枠１０４に固定されている可動レンズ１０３が、ズームレンズならば、倍率の最大値または最小値を変えることができる。

【０１４７】

前記ネジ１１２は、前記圧電アクチュエータ１０７の出力軸１０８の第１のＥ型止め輪１０９の着脱用切れ込み１１４の間に配置されているため、前記圧電アクチュエータ１０７は回転することができない。

【０１４８】

本実施形態によれば、次の効果が得られる。

【０１４９】

ネジ１１２と、第１のＥ型止め輪１０９が干渉するため、圧電アクチュエータ１０７が回転するのを防ぎ、圧電アクチュエータ１０７が回転して性能が劣化することがない。

【０１５０】

また、前記出力軸１０８と前記柄１０６は、前記第１のＥ型止め輪１０９の側面のみで力の伝達を行うため、レンズ枠１０４に摺動方向とは異なる力を伝達しづらくなり、スムーズにレンズ枠１０４を駆動することができる。

【０１５１】

前記回転止め用のネジ１１２が、前記レンズ枠１０４の可動範囲（例えば拡大率）を調整する手段にも使用しているため、複雑な機構をコンパクトにでき、内視鏡先端部に収納できるよう小型化できる。

【０１５２】

また、前記レンズ枠１０４の可能範囲を調整する調整穴１８１が設けられているため、簡単に可動範囲（例えば拡大率）を変えることができる。

【０１５３】

図１５および図１６は第８の実施形態を示し、第７の実施形態の変形例である。図１５は圧電アクチュエータ１１６と駆動体１１５の結合前の斜視図、図１６は結合後の断面図であり、駆動体１１５と、圧電アクチュエータ１１６と、駆動体１１５に設けられた抑制部材としてのネジ１１７と、圧電アクチュエータ１１６を固定する止め輪１１８とから構成されている。

【０１５４】

圧電アクチュエータ１１６は、移動体１１９と、圧電素子１２０と、出力軸１２１と、接着基台１２２と、係合部材１２３とから構成されている。出力軸１２１には、接着基台１２２と嵌合する嵌合穴１２１ａが設けてあり、移動体１１９を前記出力軸１２１と前記接着基台１２２とで挟み込むことによって接着固定されている。前記接着基台１２２には、前記圧電素子１２０が接着固定されている。移動体１１９と、圧電素子１２０の詳細は、第１の実施形態で説明したものと同じであるので省略する。前記移動体１１９は、前記係合部材１２３と摺動可能に摩擦係合している。

【０１５５】

前記出力軸１２１には、当接部１２４が一体に設けてあり、該当接部１２４には、切欠き１２５が設けられている。前記駆動体１１５には、前記出力軸１２１と嵌合する穴１２６と、前記ネジ１１７を固定するネジ穴１２７が設けられている。ネジ穴１２７の位置は前記出力軸１２１の当接部１２４を駆動体１１５に当接した際に、該当接部１２４の切欠き１２５に、前記ネジ１１７が嵌まるように設定する。

【０１５６】

また、前記ネジ１１７は、駆動体１１５が可動範囲の最後にきた際には、係合部材と当接する位置に配置されている。

【０１５７】

前記出力軸１２１は、前記駆動体１１５に設けられた穴１２６を通し、前記駆動体１１５に前記出力軸１２１の当接部１２４を当接させ、そして、当接部１２４と止め輪１１８で、駆動体１１５を挟み込むようにして、前記駆動体１１５と結合する。本実施形態では、第１の実施形態等で説明したが、芯だし部材を設けていなくても、設けても構わない。

【０１５８】

次に、本実施形態の作用および効果は、第１および第７の実施形態と同じである。なお、前記出力軸１２１に当接部１２４が一体に設けられているため、第７の実施形態より組立性が向上する。

【０１５９】

図１７は第９の実施形態を示し、第８の実施形態の変形例である。図１７（ａ）は圧電アクチュエータ１２８と、駆動体１２９との結合前の斜視図、図１７（ｂ）は、結合後の斜視図である。

【０１６０】

第１の実施形態で説明した圧電アクチュエータ１２８と、駆動体１２９と、抑制部材１３０とから構成されている。前記圧電アクチュエータ１２８は、出力軸１３１の構成を除いて第１の実施形態で説明したものと同じであるので説明を省略する。

【０１６１】
前記出力軸１３１には断面が半円状で平面部を有する当接部としての切欠き部１３２が設けられている。駆動体１２９には半円状の溝１３３が設けられている。
【０１６２】
前記圧電アクチュエータ１２８の出力軸１３１は、前記駆動体１２９の溝１３３に嵌合し、前記切欠き部１３２の平面部を、前記抑制部材１３０で押さえられることによって前記駆動体１２９に結合している。前記抑制部材１３０は前記駆動体１２９に接着固定されている。
【０１６３】
本実施形態の作用および効果は、第１および第７の実施形態と同じである。なお、前記出力軸１３１の切欠き部１３２の平面部が、前記抑制部材１３０と当接しているため圧電アクチュエータ１２８の回転が抑制される。
【０１６４】
図１８は第１０の実施形態を示し、第７の実施形態の変形例である。圧電アクチュエータ１３４の出力軸１３５の先端には、第７の実施形態と同様に駆動体（図示せず）が、止め輪（図示せず）で固定されている。前記止め輪（図示せず）は、前記出力軸１３５に接着固定されていない。本実施形態で説明する圧電アクチュエータ１３４の構成は第１の実施形態で説明したものと同じであるので説明を省略する。図１８では第１の実施形態で説明した芯だし部材が設けられていないが、別に設けてもよい。
【０１６５】
前記圧電アクチュエータ１３４の係合部材１３６の端部には、抑制部材１３７が接着固定されている。前記抑制部材１３７には出力軸１３５と嵌合する第１の平面部１３８を有する穴が設けられている。前記出力軸１３５の断面は平面部と当接する第２の平面部１３９が設けられている。
【０１６６】
前記抑制部材１３７は、プラスチックなどで構成されるのがよい。プラスチックとしては、四フッ化エチレン樹脂や、ポリアセタール等がよい。前記抑制部材１３７の材質として、金属を用いても構わないが、摺動抵抗が下がるよう表面処理がなされていることが望ましい。表面処理としては、四フッ化エチレン樹脂を含有するメッキや、アルマイト処理等がよい。
【０１６７】
前記出力軸１３５の第２の平面部１３９と、前記抑制部材１３７の第１の平面部１３８が、当接した状態で圧電アクチュエータ１３４が動作する。
【０１６８】
本実施形態によれば、前記抑制部材１３７が圧電アクチュエータ１３４の回転を抑制するため、圧電アクチュエータ１３４の性能が劣化することなく、性能の安定した圧電アクチュエータ１３４を提供できる。
【０１６９】
また、出力軸１３５と抑制部材１３７との間に、摺動抵抗軽減の表面処理や、摺動抵抗の小さい材質を用いているため、出力軸１３５と抑制部材１３７の間で生じる摺動抵抗によって圧電アクチュエータ１３４の性能が劣化することがない。
【０１７０】
図１９は第１１の実施形態を示し、第７の実施形態の変形例である。本実施形態は第２の実施形態で説明した圧電アクチュエータを使用している。駆動体１４０と、移動体１４１と一体に設けられた出力軸１４２と、係合ピン１４３のみを示し、他は第２および第７の実施形態と同じであるので省略してある。図１９（ａ）は圧電アクチュエータの出力軸１４２、駆動体１４０との結合前の斜視図、図１９（ｂ）は、結合後の斜視図である。
【０１７１】
前記移動体１４１に設けられた出力軸１４２は、板バネで構成されていて、その先端部は圧電アクチュエータの中心に、圧電アクチュエータの進退方向と平行になるように曲げら

れている。前記先端部には嵌合穴１４６が設けられている。
【０１７２】
前記駆動体１４０には、抑制部材としての溝１４４が設けられており、その溝１４４と垂直な方向へ固定穴１４５が設けられている。前記出力軸１４２の先端部は前記駆動体１４０の溝１４４と嵌合しており、前記駆動体１４０の固定穴１４５と前記出力軸１４２の嵌合穴１４６を貫通するように前記係合ピン１４３が打ち込まれている。
【０１７３】
本実施形態によれば、第２および第７の実施形態と同様の作用であり、効果も同じである。
【０１７４】
図２０は第１２の実施形態を示し、第７の実施形態の変形例を示す。駆動体１４７と、移動体１４８と一体に設けられた出力軸１４９のみを図示し、他は第２および第７の実施例と同じであるので省略してある。図２０（ａ）は圧電アクチュエータの出力軸１４９、駆動体１４７との結合前の斜視図、図２０（ｂ）は結合後の斜視図である。
【０１７５】
前記駆動体１４７には、抑制部材としての溝１５０が設けられている。前記移動体１４８の出力軸１４９の先端部１５１は、当接部１５２と、捻れ部１５３と、固定部１５４で構成されている。前記先端部１５１は、前記駆動体１４７の溝１５０に挿入し、固定部１５４をねじり、前記駆動体１４７を前記固定部１５４と、前記当接部１５２で挟み込むことにより、出力軸１４９と、駆動体１４７が結合されている。前記当接部１５２は、結合後、前記溝１５０内面と、前記駆動体１４７の両方に当接している。
【０１７６】
本実施形態によれば、第２および第７の実施形態と同様の作用であり、効果も同じである。
【０１７７】
図２１は第１３の実施形態を示し、第７の実施形態の変形例を示す。第３の実施形態で説明した圧電アクチュエータを使用している。駆動体１５５と、第３の実施形態で説明した移動体の出力軸６２のみを図示し、他は第３および第７の実施形態と同じであるので省略してある。図２１（ａ）は圧電アクチュエータの出力軸６２と駆動体１５５との結合前の斜視図、図２１（ｂ）は結合後の斜視図である。
【０１７８】
前記出力軸６２には接続部６３が設けられている。前記駆動体１５５は、前記接続部６３が十分に嵌合できるだけの大きさを有する抑制部材としての溝１５６が設けられている。前記２つの出力軸６２の間隔は、駆動体１５５の幅よりも小さく設定されている。
【０１７９】
本実施形態によれば、第３および第７の実施形態と同じ、前記出力軸６２の間隔を前記駆動体１５５の幅よりも広げ、その間に前記駆動体１５５を位置せしめ、再び前記出力軸６２の間隔を狭めることにより、駆動体１５５と圧電アクチュエータが結合せしめる。
【０１８０】
効果も第３および第７の実施形態と同じ、駆動体１５５と、圧電アクチュエータの結合が移動体の出力軸６２で挟み込むことによってなされるため、組立が容易になり、組立性が向上する。また、圧電アクチュエータが駆動体１５５に対し回転しないように結合されるため、無駄な動きを行わずに圧電アクチュエータの性能が劣化しない。
【０１８１】
駆動体１５５と、出力軸６２との結合に他の部品が必要ないため、部品点数が減りコストが下がる。
【０１８２】
図２２は第１４の実施形態を示し、第７の実施形態の変形例である。特に、圧電アクチュエータの出力軸に関しては第３の実施形態の変形例である。駆動体１５７と第３の実施形態で説明した移動体の出力軸と異なる構成の出力軸１５８のみを図示し、他は第３と第７

の実施形態と同じであるので省略してある。図は、圧電アクチュエータの出力軸１５８と駆動体１５７との結合前の斜視図である。

【０１８３】

前記圧電アクチュエータの出力軸１５８には抑制部材としての凸部１５９が設けられている。前記駆動体１５７には前記凸部１５９と嵌合する凹部１６０が設けられている。

【０１８４】

第３と第７の実施形態と同じ、前記出力軸１５８を開き、その間に駆動体１５７を配置し、前記凸部１５９、凹部１６０が嵌合するように、出力軸を閉じることにより、前記出力軸１５８と駆動体１５７が結合される。

【０１８５】

効果も第３と第７の実施形態と同じ、駆動体１５７と、圧電アクチュエータの結合が移動体の出力軸１５８で挟み込むことによってなされるため、組立が容易になり、組立性が向上する。

【０１８６】

また、圧電アクチュエータが駆動体１５７に対して回転しないように結合されるため、無駄な動きを行わず圧電アクチュエータの性能が劣化しない。駆動体１５７と出力軸１５８との結合に他の部品が必要ないため、部品点数が減りコストが下がる。

【０１８７】

図２３は第１５の実施形態で、第７の実施形態の変形例である。特に、圧電アクチュエータの出力軸に関しては、第３の実施形態の変形例である。駆動体１６１と、第３の実施形態で説明した移動体の出力軸と異なる構成の出力軸１６２のみを図示し、他は第３と第７の実施形態と同じであるので省略してある。図は、圧電アクチュエータの出力軸１６２と駆動体１６１との結合前の斜視図である。

【０１８８】

前記出力軸１６２には凹部１６３が設けられている。該凹部１６３の幅は、前記駆動体１６１の幅より僅かに大きい程度に設定されている。前記駆動体１６１には抑制部材１６４が設けられており、前記出力軸１６２の凹部１６３に嵌合するようになっている。

【０１８９】

作用は第３と第７の実施形態と同じ、前記出力軸１６２の幅を狭め、抑制部材１６４を前記出力軸１６２の凹部１６３に嵌合せしめ、前記駆動体１６１と前記出力軸１６２を結合する。

【０１９０】

効果も第３と第７の実施形態と同じ、駆動体１６１と、圧電アクチュエータの結合が移動体の出力軸１６２で挟み込むことによってなされるため、組立が容易になり、組立性が向上する。

【０１９１】

また、圧電アクチュエータが駆動体１６１に対して回転しないように結合されるため、無駄な動きを行わず圧電アクチュエータの性能が劣化しない。また、駆動体１６１と出力軸１６２との結合に他の部品が必要ないため、部品点数が減りコストが下がる。

【０１９２】

前述した実施形態によれば、次のような構成が得られる。

【０１９３】

（付記１）移動体と、この移動体に固定される圧電素子と、前記移動体と摺動可能に摩擦係合する係合部材と、前記圧電素子にエネルギーを供給する給電部材からなり、前記給電部材をコイル状に形成したことを特徴とする圧電アクチュエータ。

【０１９４】

（付記２）前記給電部材に、２本の単線を用いたことを特徴とする付記１に記載の圧電アクチュエータ。

【０１９５】

（付記３）前記単線を用いてコイル状に巻かれた２本の給電部材のコイル部を、一巻きず

つ交互に配置したことを特徴とする付記２に記載の圧電アクチュエータ。
【０１９６】
（付記４）前記給電部材に、シールド線を用いたことを特徴とする付記１に記載の圧電アクチュエータ。
【０１９７】
（付記５）前記給電部材の外装に、四フッ化エチレン樹脂を用いたことを特徴とする付記１に記載の圧電アクチュエータ。
【０１９８】
（付記６）前記給電部材の外装に塩化ビニルを用いたことを特徴とする付記１に記載の圧電アクチュエータ。
【０１９９】
（付記７）前記給電部材に、２芯の複合ケーブルを用いたことを特徴とする付記１に記載の圧電アクチュエータ。
【０２００】
（付記８）前記前記コイル状に形成された給電部材の伸縮方向と、前記圧電アクチュエータの移動方向とを一致させたことを特徴とする付記１に記載の圧電アクチュエータ。
【０２０１】
（付記９）前記給電部材を、前記係合部材に収納させるよう配置したことを特徴とする付記１に記載の圧電アクチュエータ。
【０２０２】
（付記１０）前記給電部材と、前記圧電素子との接合部を弾性体で覆ったことを特徴とする付記１に記載の圧電アクチュエータ。
【０２０３】
（付記１１）前記弾性体が、前記給電部材の被覆部に達し、コイル部には達していないことを特徴とする付記１に記載の圧電アクチュエータ。
【０２０４】
（付記１２）前記弾性体にエポキシ系の接着剤を用いたことを特徴とする付記１に記載の圧電アクチュエータ。
【０２０５】
（付記１３）前記弾性体にシリコン系接着剤を用いたことを特徴とする付記１に記載の圧電アクチュエータ。
【０２０６】
（付記１４）移動体と、前記移動体に固定された圧電素子と、前記移動体と摺動可能に摩擦係合する係合部材からなり、前記移動体の少なくとも一部がバネ材で形成されていることを特徴とする圧電アクチュエータ。
【０２０７】
（付記１５）前記移動体が、少なくとも１つの脚部を有し、前記脚部の撓みによって生じるバネ力によって、前記係合部材と摩擦係合することを特徴とする付記１４に記載の圧電アクチュエータ。
【０２０８】
（付記１６）前記移動体の脚部に設けられた摺動部は、前記係合部材の内面とほぼ同形状に形成され、前記係合部材と摩擦係合することを特徴とする付記１５に記載の圧電アクチュエータ。
【０２０９】
（付記１７）前記移動体に設けられた前記係合部材と摺動する摺動部の厚みが、ほぼ均一であることを特徴とする付記１４に記載の圧電アクチュエータ。
【０２１０】
（付記１８）移動体が、出力軸、芯だし部材、板バネからなることを特徴とした付記１４に記載の圧電アクチュエータ。
【０２１１】

（付記１９）前記移動体が、少なくとも固定部、脚部、摺動部からなり、前記脚部が、平板によって構成されることを特徴とする付記１５に記載の圧電アクチュエータ。

【０２１２】

（付記２０）前記移動体が、少なくとも固定部、脚部、摺動部からなり、前記脚部を、バネ材で構成したことを特徴とする付記１４に記載の圧電アクチュエータ。

【０２１３】

（付記２１）前記移動体の固定部から脚部への移行部を、曲げ加工で製作したことを特徴とした付記１４に記載の圧電アクチュエータ。

【０２１４】

（付記２２）前記移動体の摺動部を絞り加工で製作したことを特徴とする付記１４に記載の圧電アクチュエータ。

【０２１５】

（付記２３）前記移動体は少なくとも一つの出力軸を有することを特徴とする付記１４に記載の圧電アクチュエータ。

【０２１６】

（付記２４）前記出力軸が、バネ材で形成されていることを特徴とした付記１４に記載の圧電アクチュエータ。

【０２１７】

（付記２５）前記出力軸が、前記移動体と一体に形成されていることを特徴とした付記１４に記載の圧電アクチュエータ。

【０２１８】

（付記２６）前記移動体のバネ材に、ベリリウム銅またはリン青銅を用いたことを特徴とする付記１４に記載の圧電アクチュエータ。

【０２１９】

（付記２７）前記移動体の少なくとも摺動部の表面に、メッキを施したことを特徴とした付記１４に記載の圧電アクチュエータ。

【０２２０】

（付記２８）前記メッキが無電解Ｎｉメッキであることを特徴とした付記１４に記載の圧電アクチュエータ。

【０２２１】

（付記２９）前記メッキが電解Ｎｉメッキであることを特徴とした付記１４に記載の圧電アクチュエータ。

【０２２２】

（付記３０）前記メッキが四フッ化エチレン樹脂を含む複合メッキであることを特徴とした付記１４に記載の圧電アクチュエータ。

【０２２３】

（付記３１）前記メッキがセラミック粒子を含む複合メッキであることを特徴とした付記１４に記載の圧電アクチュエータ。

【０２２４】

（付記３２）前記移動体のバネ材に、バネ用ステンレスを用いたことを特徴とする付記１４に記載の圧電アクチュエータ。

【０２２５】

（付記３３）前記移動体の材質に、Ｔｉ合金を用いたことを特徴とする付記１４に記載の圧電アクチュエータ。

【０２２６】

（付記３４）前記移動体の材質に、超弾性金属を用いたことを特徴とする付記１４に記載の圧電アクチュエータ。

【０２２７】

（付記３５）前記係合部材の断面内面形状が、円であることを特徴とする付記１４に記載の圧電アクチュエータ。

【０２２８】
（付記３６）前記移動体の摺動部と摺動面と、前記係合部材の摺動面の曲率が、ほぼ同じであることを特徴とする付記１４に記載の圧電アクチュエータ。
【０２２９】
（付記３７）前記係合部材がパイプ形状をしていることを特徴とした付記１４に記載の圧電アクチュエータ。
【０２３０】
（付記３８）前記係合部材の断面内面形状が、コの字型をしていることを特徴とする付記１４に記載の圧電アクチュエータ。
【０２３１】
（付記３９）前記圧電アクチュエータで、光学機器の光学系を駆動させることを特徴とする付記１４に記載の圧電アクチュエータ。
【０２３２】
（付記４０）前記圧電アクチュエータで、内視鏡のズームレンズ及びまたはフォーカスレンズを駆動させることを特徴とする付記１４に記載の圧電アクチュエータ。
【０２３３】
（付記４１）前記圧電アクチュエータで、前記移動体の固定されない圧電素子の端部に、慣性体を設けたことを特徴とする付記１４に記載の圧電アクチュエータ。
【０２３４】
（付記４２）ベース部材と、前記ベース部材に固定された圧電素子と、前記圧電素子の他端に固定された移動体と、前記移動体と摺動可能に摩擦係合した係合部材からなり、前記移動体の少なくとも一部をバネ材で構成したことを特徴とした圧電アクチュエータ。
【０２３５】
（付記４３）前記ベース部材と、前記係合部材が、摺動可能に設けてあることを特徴とする付記４２に記載の圧電アクチュエータ。
【０２３６】
（付記４４）移動体と、前記移動体に固定されている圧電素子と、前記移動体と摺動可能に摩擦係合する係合部材からなり、前記移動体に設けられ、前記係合部材と摩擦係合する摺動部と、前記係合部材と摺動する芯だし部を設けたことを特徴とする圧電アクチュエータ。
【０２３７】
（付記４５）前記芯だし部より摺動部の方が摩擦力が大きいことを特徴とする付記４４に記載の圧電アクチュエータ。
【０２３８】
（付記４６）前記移動体において、前記芯だし部を少なくとも１つ設けたことを特徴とする付記４４に記載の圧電アクチュエータ。
【０２３９】
（付記４７）前記移動体に、摺動部と芯だし部が、一体に設けられたことを特徴とする付記４４に記載の圧電アクチュエータ。
【０２４０】
（付記４８）前記移動体が、前記摺動部を構成する摺動部材と、前記芯だし部を構成する芯だし部材の少なくとも２体から構成されることを特徴とする付記４４に記載の圧電アクチュエータ。
【０２４１】
（付記４９）前記芯だし部材が、エンジニアプラスチックであることを特徴とする付記４４に記載の圧電アクチュエータ。
【０２４２】
（付記５０）前記芯だし部材が、四フッ化エチレン樹脂であることを特徴とする付記４４に記載の圧電アクチュエータ。
【０２４３】

（付記５１）前記芯だし部材が、ポリアセタールであることを特徴とする付記４４に記載の圧電アクチュエータ。

【０２４４】

（付記５２）前記芯だし部材の表面に、摩擦低減の表面処理が施されていることを特徴とする付記４４に記載の圧電アクチュエータ。

【０２４５】

（付記５３）前記芯だし部材の表面に四フッ化エチレンが含有されていることを特徴とする付記４８に記載の圧電アクチュエータ。

【０２４６】

（付記５４）前記芯だし部材の表面にセラミックが含有されていることを特徴とする付記４８に記載の圧電アクチュエータ。

【０２４７】

（付記５５）前記圧電アクチュエータの圧電素子に慣性体が取り付けられていることを特徴とする付記４４に記載の圧電アクチュエータ。

【０２４８】

（付記５６）圧電素子と、この圧電素子に固定される移動体と、前記移動体と摺動可能に摩擦係合する係合部材とからなる圧電アクチュエータと、前記圧電アクチュエータに駆動される駆動体とからなり、前記圧電アクチュエータ及びまたは前記駆動体に動作抑制部材を設けたことを特徴とする圧電アクチュエータ。

【０２４９】

（付記５７）前記圧電アクチュエータの係合部材と、前記駆動体の間に、前記抑制部材を設けたことを特徴とする付記５６に記載の圧電アクチュエータ。

【０２５０】

（付記５８）前記圧電アクチュエータの移動体と、前記係合部材の間に前記抑制部材を設けたことを特徴とする付記５６に記載の圧電アクチュエータ。

【０２５１】

（付記５９）前記抑制部材で、前記圧電アクチュエータの回転方向と、進退方向の動きを一度に抑制したことを特徴とする付記５６に記載の圧電アクチュエータ。

【０２５２】

（付記６０）前記抑制部材で、前記圧電アクチュエータの回転方向の動きを抑制したことを特徴とした付記５６に記載の圧電アクチュエータ。

【０２５３】

（付記６１）前記抑制部材が、前記圧電アクチュエータの進退方向の動きを抑制したことを特徴とする付記５６に記載の圧電アクチュエータ。

【０２５４】

（付記６２）前記圧電アクチュエータの移動体に設けられた出力軸に、前記駆動体と当接する当接部を設け、前記駆動体と、前記当接部には、前記駆動体と前記当接部とを貫通する少なくとも一つの穴、または溝を設け、前記抑制部材を、前記穴または溝に嵌合させたことを特徴とする付記５６に記載の圧電アクチュエータ。

【０２５５】

（付記６３）前記抑制部材を前記圧電アクチュエータの係合部材に当接するように設けたことを特徴とする付記５６に記載の圧電アクチュエータ。

【０２５６】

（付記６４）前記当接部、前記出力軸と一体に設けられたことを特徴とした付記５６に記載の圧電アクチュエータ。

【０２５７】

（付記６５）前記当接部に止め輪を用いたことを特徴とする付記５６に記載の圧電アクチュエータ。

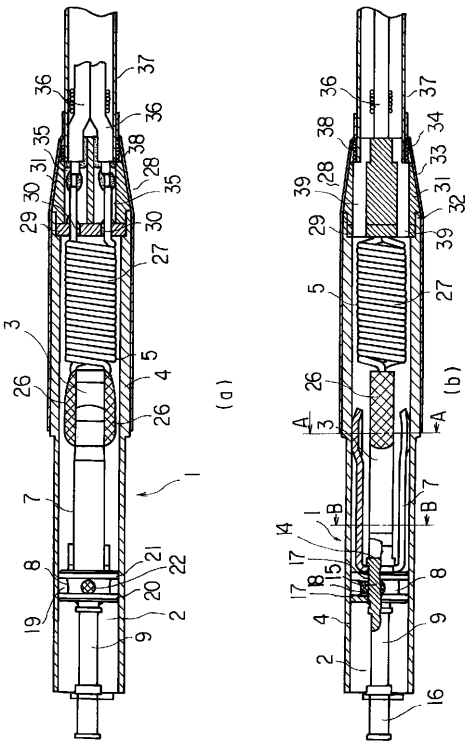
【０２５８】

（付記６６）前記当接部にＥ型止め輪を用い、前記Ｅ型止め輪を前記出力軸に接着固定し

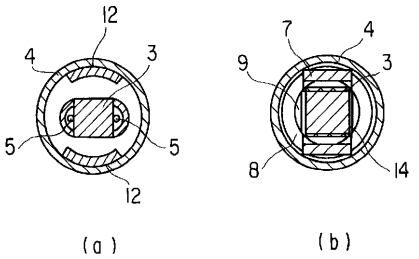
たことを特徴とする付記５６に記載の圧電アクチュエータ。
【０２５９】
（付記６７）前記当接部にＣ型止め輪を用い、前記Ｃ型止め輪を前記出力軸に接着固定したことを特徴とした付記５６に記載の圧電アクチュエータ。
【０２６０】
（付記６８）前記移動体に２つの出力軸を設け、前記駆動体を前記出力軸で挟み込み、前記圧電アクチュエータと駆動体を固定したことを特徴とした付記５６に記載の圧電アクチュエータ。
【０２６１】
（付記６９）前記移動体の２つの出力軸を、板バネで構成したことを特徴とした付記６８に記載の圧電アクチュエータ。
【０２６２】
（付記７０）前記２つの出力軸と、前記駆動体の当接する部分に、凹凸部を設け、嵌合させることを特徴とした付記６８に記載の圧電アクチュエータ。
（付記７１）付記１～１３のいずれか一つに記載の圧電アクチュエータを搭載したことを特徴とする内視鏡。
（付記７２）付記１～１３のいずれか一つに記載の圧電アクチュエータで、内視鏡光学系のレンズを駆動することを特徴とする内視鏡。
【０２６３】
【発明の効果】
以上説明したように、この発明によれば、移動体を板バネで形成することで、切削加工などよりも薄くでき、小型化及び軽量化を図ることができる。また、板バネで形成することにより、切削加工等に比べて加工が容易になる。さらに、バネ性のへたりが少ないため、長時間に亘って使用しても摩擦力の低下が少ない。また、移動体のガタを無くすことができ、圧電アクチュエータの動作を安定させることができる。
【図面の簡単な説明】
【図１】この発明の第１の実施形態の圧電アクチュエータを示し、（ａ）は縦断平面図、（ｂ）は縦断側面図。
【図２】（ａ）は図１のＡ－Ａ線に沿う断面図、（ｂ）は図１のＢ－Ｂ線に沿う断面図。
【図３】同実施形態の板バネの斜視図。
【図４】同実施形態の芯だし部材を示し、（ａ）は正面図、（ｂ）は一部断面した側面図。
【図５】同実施形態の移動体の変形例を示す縦断側面図。
【図６】同実施形態のリード線を示す側面図および断面図。
【図７】同実施形態のリード線の変形例を示す側面図および断面図。
【図８】この発明の第２の実施形態の板バネの斜視図。
【図９】この発明の第３の実施形態の板バネの斜視図。
【図１０】この発明の第３の実施形態の板バネの変形例を示す斜視図。
【図１１】この発明の第４の実施形態の圧電アクチュエータを示し、（ａ）は縦断平面図、（ｂ）は縦断側面図、（ｃ）はＣ－Ｃ線に沿う断面図。
【図１２】この発明の第５の実施形態の圧電アクチュエータを示す縦断側面図。
【図１３】この発明の第６の実施形態の圧電アクチュエータを示し、（ａ）は縦断側面図、（ｂ）はＤ－Ｄ線に沿う断面図。
【図１４】この発明の第７の実施形態の圧電アクチュエータを示し、（ａ）は内視鏡の先端構成部の縦断側面図、（ｂ）はＥ－Ｅ線に沿う断面図。
【図１５】この発明の第８の実施形態の圧電アクチュエータと駆動体との結合前の斜視図。
【図１６】同実施形態の圧電アクチュエータと駆動体との結合後の断面図。
【図１７】この発明の第９の実施形態の圧電アクチュエータと駆動体を示し、（ａ）は結合前の斜視図、（ｂ）は結合後の断面図。

【図１８】この発明の第１０の実施形態の圧電アクチュエータの出力軸を示し、（ａ）は端面図、（ｂ）は縦断側面図。
【図１９】この発明の第１１の実施形態の圧電アクチュエータの駆動体と移動体を示し、（ａ）は結合前の斜視図、（ｂ）は結合後の断面図。
【図２０】この発明の第１２の実施形態の圧電アクチュエータの駆動体と移動体を示し、（ａ）は結合前の斜視図、（ｂ）は結合後の断面図。
【図２１】この発明の第１３の実施形態の圧電アクチュエータの駆動体と移動体を示し、（ａ）は結合前の斜視図、（ｂ）は結合後の断面図。
【図２２】この発明の第１４の実施形態の圧電アクチュエータの駆動体と移動体を示す結合前の斜視図。
【図２３】この発明の第１５の実施形態の圧電アクチュエータの駆動体と移動体を示す結合前の斜視図。
【符号の説明】
１…圧電アクチュエータ
２…移動体
３…圧電素子
４…係合部材
５…リード線（給電部材）
７…板バネ
８…芯だし部材
９…出力軸

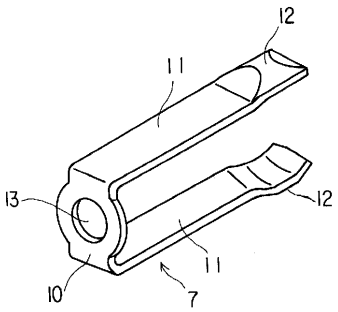
【図１】



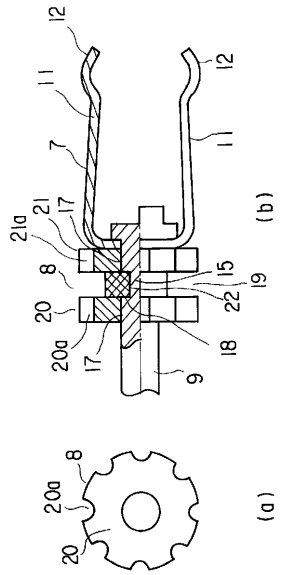
【図２】



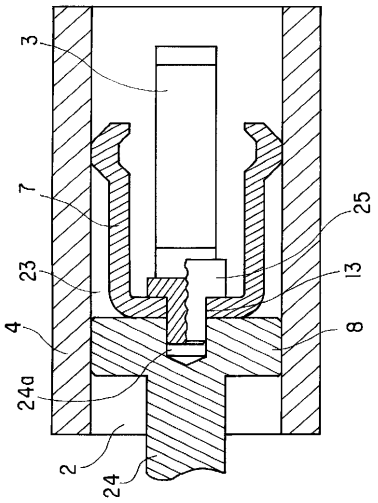
【図３】



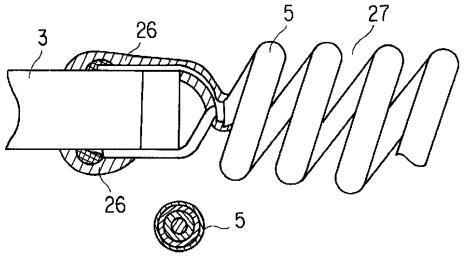
【図４】



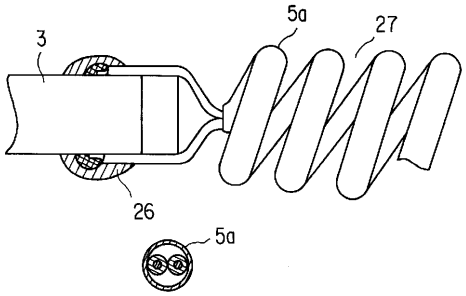
【図５】



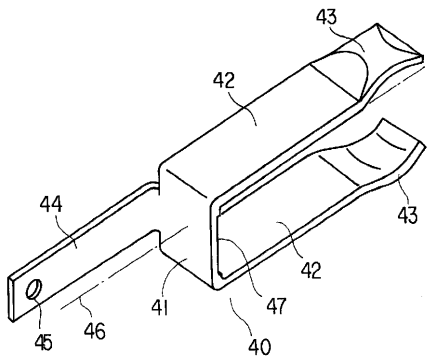
【図６】



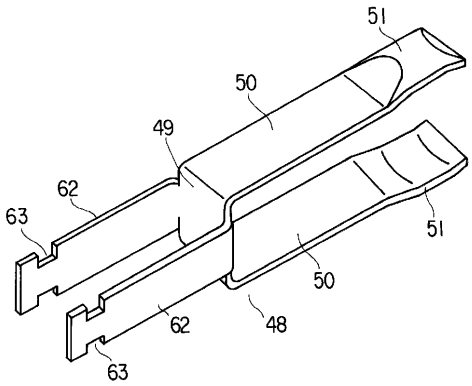
【図７】



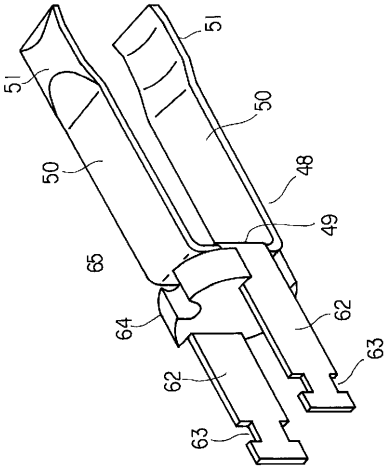
【図８】



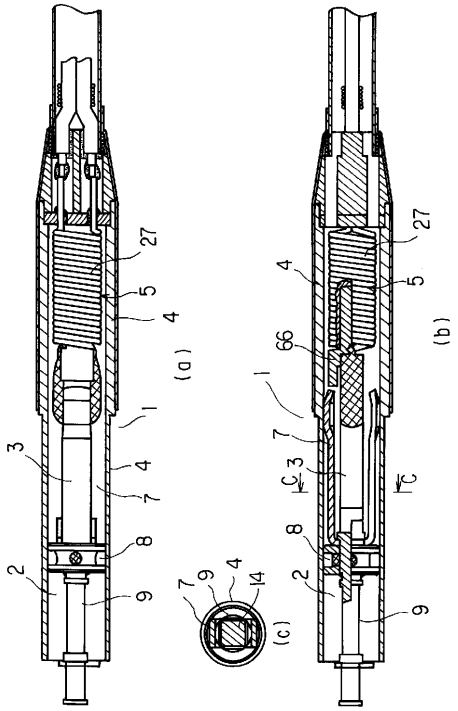
【図９】



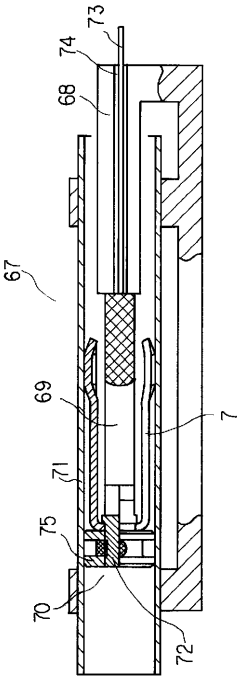
【図１０】



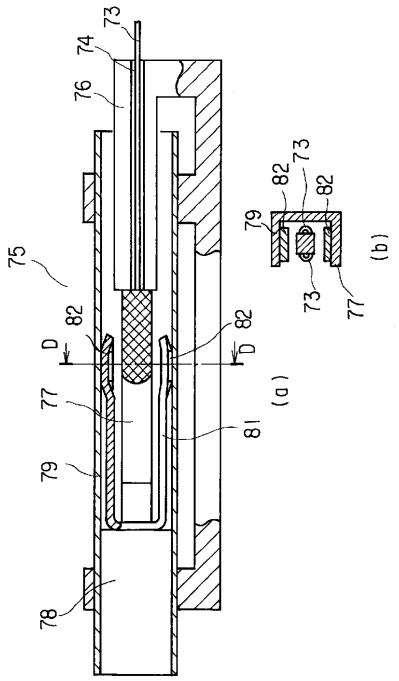
【図１１】



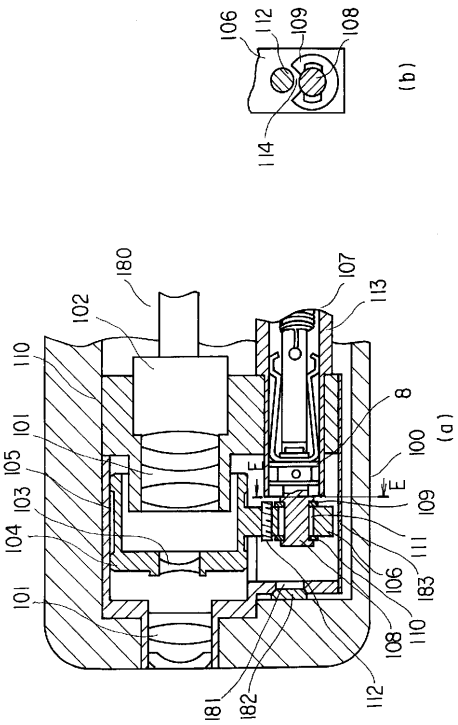
【図１２】



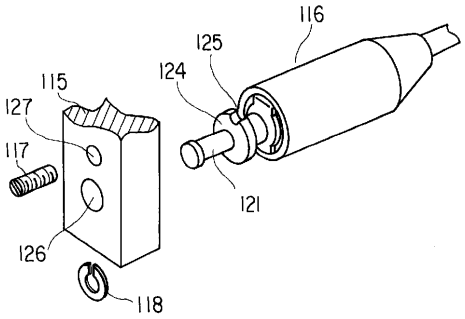
【図１３】



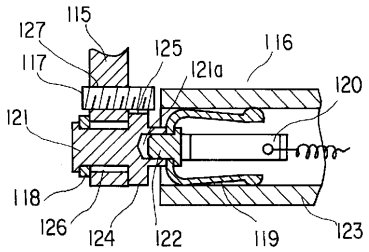
【図１４】



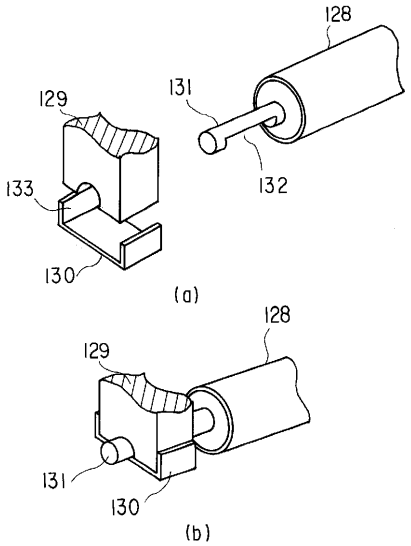
【図１５】



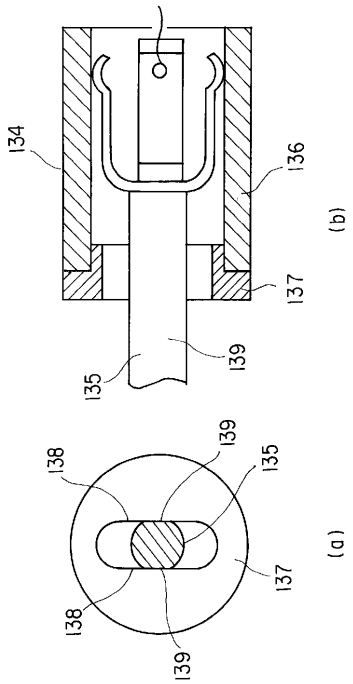
【図１６】



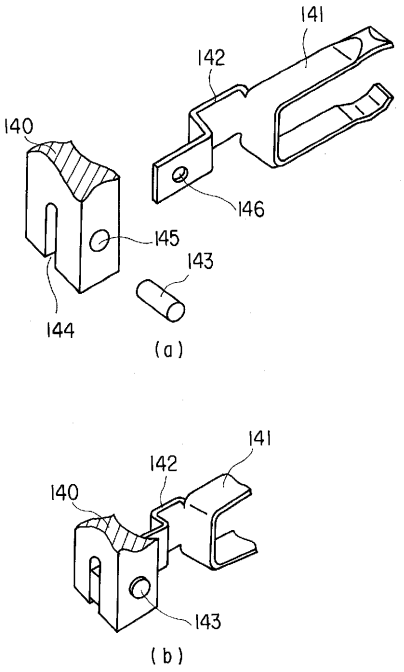
【図１７】



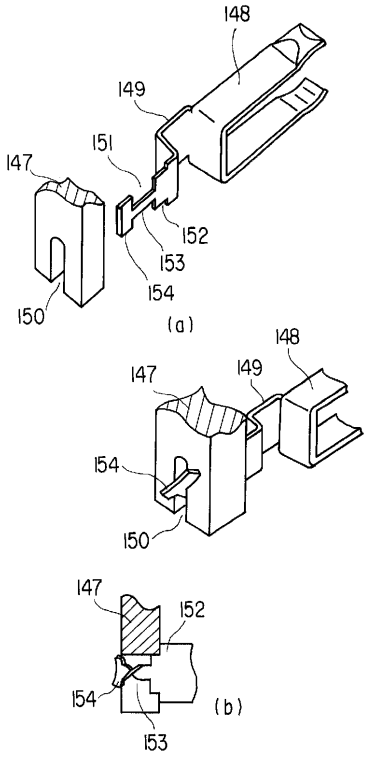
【図１８】



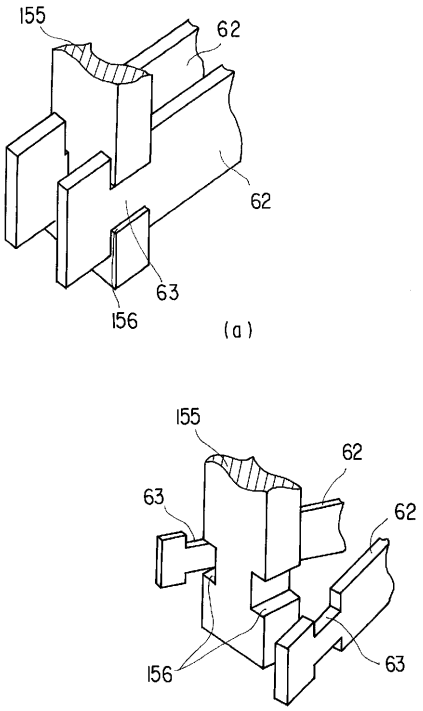
【図１９】



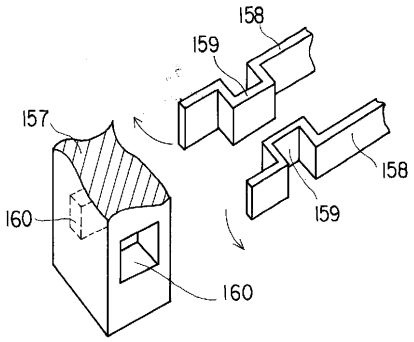
【図２０】



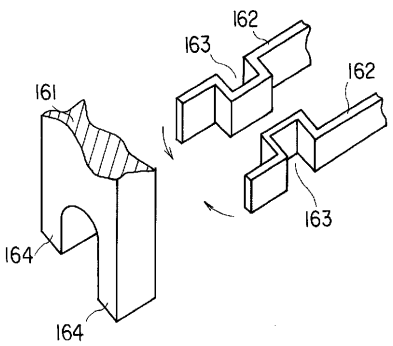
【図２１】



【図２２】



【図２３】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.[7], ＤＢ名)
H02N 2/00
H01L 41/09