(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3721928号

(P3721928)

(45)発行日　平成17年11月30日(2005.11.30)　(24)登録日　平成17年9月22日(2005.9.22)

(51)Int.Cl.[7]		F I		
H02N	2/00	H02N	2/00	C
B06B	1/04	B06B	1/04	S
B06B	1/06	B06B	1/06	Z
G04C	3/00	G04C	3/00	C
G04C	3/12	G04C	3/12	A

請求項の数 11　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願2000-82607(P2000-82607)
(22)出願日　平成12年3月23日(2000.3.23)
(65)公開番号　特開2001-259526(P2001-259526A)
(43)公開日　平成13年9月25日(2001.9.25)
審査請求日　平成15年1月23日(2003.1.23)

(73)特許権者　000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿２丁目４番１号
(74)代理人　100098084
弁理士　川▲崎▼　研二
(72)発明者　古畑　誠
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　宮澤　修
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　橋本　泰治
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、時計および携帯機器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

支持体と、

圧電素子と補強部とが積層され、長手方向を有する板状の部材であってその板面形状が台形状である振動板と、

前記振動板の長手方向に位置する２辺の端部のうち短辺側に設けられた突起部が駆動対象に当接するように前記振動板を振動可能に支持する支持部材とを具備し、

前記支持部材は、前記支持体に固定される固定部および前記振動板に取り付けられる取付部を有する部材であって、

前記支持部材の取付部は、前記振動板において、当該振動板が長手方向に伸縮する縦振動を行なった場合の節となる位置に取り付けられており、

前記振動板には、前記圧電素子の振動に伴って少なくとも前記縦振動が生じ、この縦振動により前記突起部の位置を変動させて前記駆動対象を駆動する

ことを特徴とする圧電アクチュエータ。

【請求項２】

前記振動板には、前記圧電素子の振動に伴い、前記縦振動と、前記長手方向と垂直な方向への屈曲振動とが生じ、この縦振動と屈曲振動により前記突起部を楕円軌道に沿って移動させて前記駆動対象を駆動する

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】

前記支持部材における前記取付部の近傍は、該支持部材の他の部分より太く形成されている
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４】
前記振動板には、前記支持部材の取付部が取り付けられる位置の近傍以外の部分に前記圧電素子が積層されている
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５】
前記振動板には、前記支持部材の取付部が取り付けられる位置の近傍に衝撃吸収材が設けられている
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６】
前記支持部材における前記取付部の近傍には、圧電素子が積層されている
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７】
前記支持部材において前記取付部の近傍に積層される圧電素子は、前記振動板に積層される圧電素子と一体成形されたものである
ことを特徴とする請求項６に記載の圧電アクチュエータ。
【請求項８】
前記振動板は、その側面形状が台形状である
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９】
前記支持部材は、前記取付部を２つ有し、前記振動板を前記長手方向と垂直な方向において両側から支持することを特徴とする請求項１ないし７のいずれかに記載の圧電アクチュエータ。
【請求項１０】
請求項１ないし９のいずれかに記載の圧電アクチュエータを有することを特徴とする時計。
【請求項１１】
請求項１ないし９のいずれかに記載の圧電アクチュエータを有することを特徴とする携帯機器。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、圧電アクチュエータ、この圧電アクチュエータを備えた時計および携帯機器に関する。
【０００２】
【従来の技術】
圧電素子は、電気エネルギーから機械エネルギーへの変換効率や、応答性に優れていることから、近年、圧電素子の圧電効果を利用した各種の圧電アクチュエータが開発されている。この圧電アクチュエータは、圧電ブザー、プリンタのインクジェットヘッド、あるいは超音波モータなどの分野に応用されている。
【０００３】
【発明が解決しようとする課題】
ところで、圧電素子を用いた圧電アクチュエータは、小型携帯機器などに搭載されることも多い。この場合、使用者がこの携帯機器を落としたりすると、その衝撃が圧電アクチュエータに加わり、損傷してしまうことがある。従来、圧電アクチュエータにおいて、このような落下等に起因する衝撃に対する有効な改善策は提案されていなかった。
【０００４】
本発明は、上記の事情を考慮してなされたものであり、落下等の衝撃に起因する損傷等

を低減することが可能な圧電アクチュエータ、これを備えた時計および携帯機器を提供することを目的とする。また、本発明は、圧電アクチュエータの駆動効率を高めることを目的とする。

【０００５】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明の請求項１に記載の圧電アクチュエータは、支持体と、

圧電素子と補強部とが積層され、長手方向を有する板状の部材であってその板面形状が台形状である振動板と、

前記振動板の長手方向に位置する２辺の端部のうち短辺側に設けられた突起部が駆動対象に当接するように前記振動板を振動可能に支持する支持部材とを具備し、

前記支持部材は、前記支持体に固定される固定部および前記振動板に取り付けられる取付部を有する部材であって、

前記支持部材の取付部は、前記振動板において、当該振動板が長手方向に伸縮する縦振動を行なった場合の節となる位置に取り付けられており、

前記振動板には、前記圧電素子の振動に伴って少なくとも前記縦振動が生じ、この縦振動により前記突起部の位置を変動させて前記駆動対象を駆動することを特徴としている。

また、請求項２に記載の圧電アクチュエータは、請求項１に記載の圧電アクチュエータにおいて、前記振動板には、前記圧電素子の振動に伴い、前記縦振動と、前記長手方向と垂直な方向への屈曲振動とが生じ、この縦振動と屈曲振動により前記突起部を楕円軌道に沿って移動させて前記駆動対象を駆動することを特徴としている。

また、請求項３に記載の圧電アクチュエータは、請求項１に記載の圧電アクチュエータにおいて、前記支持部材における前記取付部の近傍は、該支持部材の他の部分より太く形成されていることを特徴としている。

【０００６】

また、請求項４に記載の圧電アクチュエータは、請求項１に記載の圧電アクチュエータにおいて、前記振動板には、前記支持部材の取付部が取り付けられる位置の近傍以外の部分に前記圧電素子が積層されていることを特徴としている。

【０００７】

また、請求項５に記載の圧電アクチュエータは、請求項１に記載の圧電アクチュエータにおいて、前記振動板には、前記支持部材の取付部が取り付けられる位置の近傍に衝撃吸収材が設けられていることを特徴としている。

【０００８】

また、請求項６に記載の圧電アクチュエータは、請求項１に記載の圧電アクチュエータにおいて、前記支持部材における前記取付部の近傍には、圧電素子が積層されていることを特徴としている。

【０００９】

また、請求項７に記載の圧電アクチュエータは、請求項６に記載の圧電アクチュエータにおいて、前記支持部材における前記取付部の近傍に積層される圧電素子は、前記振動板に積層される圧電素子と一体成形されたものであることを特徴としている。

【００１０】

また、請求項８に記載の圧電アクチュエータは、請求項１に記載の圧電アクチュエータにおいて、前記振動板は、その側面形状が台形状であることを特徴としている。

【００１２】

また、請求項９に記載の圧電アクチュエータは、請求項１ないし７のいずれかに記載の圧電アクチュエータにおいて、前記支持部材は、前記取付部を２つ有し、前記振動板を前記長手方向と垂直な方向において両側から支持することを特徴としている。

【００１３】

また、請求項１０に記載の時計は、請求項１ないし９のいずれかに記載の圧電アクチュエータを備えることを特徴としている。

また、請求項１１に記載の携帯機器は、請求項１ないし９のいずれかに記載の圧電アクチュエータを備えることを特徴としている。

【００１４】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

Ａ．第１実施形態

Ａ－１．全体構成

まず、図１は、本発明の第１実施形態に係る圧電アクチュエータを組み込んだ腕時計のカレンダー表示機構の主要構成を示す平面図である。圧電アクチュエータＡ１は、面内方向（図の紙面と平行な方向）に伸縮振動する振動板１０およびロータ１００から大略構成されている。ロータ１００は地板１０３に回転自在に支持されるとともに、振動板１０と当接する位置に配置されており、振動板１０に生じる振動によってその外周面が叩かれると、図中矢印で示す方向に回転駆動されるようになっている。

【００１５】

次に、カレンダー表示機構は、圧電アクチュエータＡ１と連結しており、その駆動力によって駆動される。カレンダー表示機構の主要部は、ロータ１００の回転を減速する減速輪列とリング状の日車５０から大略構成されている。また、減速輪列は日回し中間車４０と日回し車６０とを備えている。

【００１６】

ここで、上述したように振動板１０が面内方向に振動すると、振動板１０と当接しているロータ１００が時計回り方向に回転させられる。ロータ１００の回転は、日回し中間車４０を介して日回し車６０に伝達され、この日回し車６０が日車５０を時計回り方向に回転させる。

【００１７】

Ａ－２．圧電アクチュエータの構成

次に、本実施形態に係る圧電アクチュエータＡ１について説明する。図２に示すように、圧電アクチュエータＡ１は、図の左右方向に長く形成された台形状の振動板１０と、この振動板１０を地板１０３（図１参照）に支持する支持部材１１とを備えている。

【００１８】

振動板１０の長手方向の端部３５には、ステンレス鋼等から形成される突起部３６がロータ１００側に向けて突設されており、この突起部３６がロータ１００の外周面に接触している。このような突起部３６を設けることにより、ロータ１００との接触面の状態等を維持するために突起部３６に対してのみ研磨等の作業を行えばよいので、ロータ１００との接触部の管理が容易となる。

【００１９】

また、図示のように本実施形態では、突起部３６は、平面的に視てロータ１００側に突出した曲面形状になされている。このようにロータ１００と当接する突起部３６を曲面形状にすることにより、ロータ１００と振動板１０の位置関係がばらついた（寸法ばらつきなどによる）場合にも、曲面であるロータ１００の外周面と曲面形状の突起部３６との接触状態がさほど変化しない。従って、安定したロータ１００と突起部３６の接触状態を維持することができる。

【００２０】

振動板１０の長手方向の側部には、Ｌ字状の支持部材１１の一端部（取付部）３７が取り付けられている。支持部材１１の他端部（固定部）３８は、ネジ３９により地板１０３（図１参照）に支持されている。この構成の下、支持部材１１は、その弾性力によって振動板１０をロータ１００側に付勢した状態で支持しており、これにより振動板１０の突起部３６はロータ１００の側面に当接させられている。また、支持部材１１における端部３７にはフィレットが形成されており、支持部材１１の他の部分よりも平面的に太く形成されている。これにより、振動板１０と支持部材１１の取付部分の強度を向上させている。また、支持部材１１の端部３７は、振動板１０が後述するように縦振動した場合の節となる

位置（図中破線で示す振動板１０の重心Ｇを通る線上）に取り付けられており、これにより振動板１０の振動の妨げとなることを抑制している。

【００２１】

図３に示すように、振動板１０は、２つの台形状の圧電素子３０，３１の間に、これらの圧電素子３０，３１とほぼ同形状であり、かつ圧電素子３０，３１よりも肉厚の小さいステンレス鋼などの補強板（補強部）３２を配置した積層構造となっている。このように圧電素子３０，３１の間に補強板３２を配置することにより、振動板１０の過振幅や外力に起因する振動板１０の損傷を低減することができる。また、補強板３２としては、圧電素子３０，３１よりも肉厚の小さいものを用いることにより、圧電素子３０，３１の振動を極力妨げないようにしている。

【００２２】

上下に配置された圧電素子３０，３１の面上には、それぞれ電極３３が配置されている。この電極３３を介して圧電素子３０，３１に電圧が供給されるようになっている。ここで、圧電素子３０，３１としては、チタン酸ジルコニウム酸鉛（ＰＺＴ（商標））、水晶、ニオブ酸リチウム、チタン酸バリウム、チタン酸鉛、メタニオブ酸鉛、ポリフッ化ビニリデン、亜鉛ニオブ酸鉛（（Pb(Zn1/3-Nb2/3)03 1-x-Pb Ti 03 x)xは組成により異なる。x=0.09程度）、スカンジウムニオブ酸鉛（（Pb((Sc1/2Nb1/2)1-x Tix)) 03)xは組成により異なる。x=0.09程度）等の各種のものを用いることができる。

【００２３】

このような構成の振動板１０は、駆動回路から電極３３を介して圧電素子３０，３１に交流電圧が印加されると、圧電素子３０，３１が伸縮することによって振動するようになっている。その際、図４に示すように、振動板１０が長手方向に伸縮する縦振動で振動するようになっており、これにより振動板１０は図２の左右方向に振動することになる。このように圧電素子３０，３１に交流電圧を印加して縦振動を励振すると、振動板１０の重量バランスのアンバランスさやロータ１００から受ける反力等によって振動板１０には幅方向の屈曲振動が誘発されることになる。このような縦振動と屈曲振動とが生じると、振動板１０の突起部３６におけるロータ１００の外周面との接触部分は、図５に示すように楕円軌道に沿って移動することになる。このような突起部３６の移動に伴ってロータ１００が回転駆動されるようになっている。

【００２４】

本実施形態では、振動板１０を台形形状とすることにより、重量バランスのアンバランスさを矩形状のものよりも大きくすることにより、誘発される屈曲振動を大きくしている。また、振動板１０は突起部３６側が細くなる形状であるため、突起部３６側の剛性を低下することになる。従って、振動板１０の突起部３６側ではより大きな屈曲振動が得られるようになっている。このように台形状の振動板１０を採用することにより、突起部３６がより大きな楕円軌道に沿って移動することになり、より効率のよいロータ１００の駆動が可能となる。

【００２５】

Ａ－３．圧電アクチュエータの動作

次に、上記構成の圧電アクチュエータＡ１の動作について説明する。まず、図示せぬ駆動回路から振動板１０に電圧が印加されると、圧電素子３０，３１の伸縮によって撓み振動し、上述したように突起部３６がロータ１００と当接した状態で振動板１０が楕円軌道に沿って移動する。このような突起部３６の変位に伴ってロータ１００が図中矢印方向に回転させられる。ロータ１００が回転させられることにより、日回し中間車４０を介して日車５０が回転させられ（図１参照）、表示される日や曜が切り換わるようになっている。

【００２６】

上記のように突起部３６を楕円軌道に沿って移動させる場合、振動板１０の形状は、図６に示すようなインピーダンス特性を有するものであることが好ましい。図６に示すインピーダンスの変化特性は、屈曲振動の共振周波数が縦振動の共振周波数よりも若干大きくな

るようになっている。このように縦振動の共振周波数よりも屈曲振動の共振周波数を若干大きくなるような形状の振動板１０を用い、両者の共振周波数の間の周波数で振動板１０を駆動すれば、振動板１０に生じる縦振動と屈曲振動の両者を大きくすることができ、より大きな楕円軌道に沿って突起部３６を移動させることができる。

【００２７】

本実施形態では、上述したような駆動周波数や振動板１０の形状等を採用することにより、振動板１０の突起部３６の変位を大きくして駆動効率を向上させている。これに加え、本実施形態では、上記のようなフィレットが形成された支持部材１１を用いるとともに振動板１０を台形状にすることにより、この圧電アクチュエータＡ１の耐衝撃性を向上させている。具体的には、この腕時計が落下等されて衝撃が加わった場合、支持部材１１と振動板１０の結合部分である端部３７に多くの力が作用し、この部分が損傷する虞が最も高い。本実施形態では、この点を考慮し、上記のように端部３７の近傍にフィレットを形成することにより、支持部材１１と振動板１０の結合部近傍の強度を上げて耐衝撃性を向上させている。また、腕時計が落下した場合などには、圧電アクチュエータＡ１に図２の紙面垂直方向に大きな力が作用することが考えられる。このような力が振動板１０に作用した場合にも、本実施形態のように振動板１０を台形状、つまり先端側が細くなる形状とすることにより、支持部材１１から伝達される衝撃力によって振動板１０に加わる応力が矩形状の場合よりも均一化され、落下等に対する衝撃性を向上させることができる。

【００２８】

Ｂ．第２実施形態

次に、本発明の第２実施形態に係る圧電アクチュエータについて図７および図８を参照しながら説明する。第２実施形態に係る圧電アクチュエータＡ２と第１実施形態に係る圧電アクチュエータＡ１との相違点は、振動板１０における補強板３２に積層する圧電素子の形状が異なる点である。具体的には、図７に示すように、振動板１０における端部３７が取り付けられる部分の近傍には、圧電素子（紙面裏側に積層される圧電素子も同様）を積層しない構成となっている。つまり、第２実施形態における振動板１０は、図８に示すように台形状の補強板３２の上下にそれぞれ台形の一部がカットされた形状の圧電素子３０ａ，３１ａを積層した構造となっている。なお、図においては圧電素子３０ａ，３１ａ上に設けられる電極を省略しているが、電極も圧電素子３０ａ，３１ａと同形状である。

【００２９】

第２実施形態に係る圧電アクチュエータＡ２においても、上述した第１実施形態と同様に優れた駆動効率でロータ１００を駆動することができる。また、上記第１実施形態と同様に台形状の振動板１０を用いているので、落下等により振動板１０の属する平面と垂直な方向（図７の紙面垂直方向）の力が加わった場合の耐衝撃性を向上させることができる。

【００３０】

また、圧電アクチュエータＡ２では、圧電素子３０ａ，３１ａが支持部材１１が取り付けられた部分の近傍に取り付けられていない。これは、この圧電アクチュエータＡ２に外力等の衝撃が加わった場合、振動板１０の支持部材１１との結合部分近傍に最も大きな力が作用することを考慮したものであり、大きな力が作用するこの部分に剛性の低い圧電素子を設けないようにしているのである。例えば、衝撃等が圧電アクチュエータに加わって、振動板１０の支持部材１１との結合部分近傍に大きな力が作用した場合、この近傍の圧電素子が剥離したり損傷したりしてしまう虞が高い。このように部分的に圧電素子が損傷すると、元来設計していた特性と異なる特性で圧電アクチュエータが動作してしまうことになる。これに対し、第２実施形態に係る圧電アクチュエータＡ２では、大きな力が作用する虞の高い支持部材１１との結合部分近傍に圧電素子を設けず、このような構成において所望の特性が発揮できるように駆動周波数等を設計している。従って、衝撃等によるアクチュエータの特性変化等が生じることを抑制することができるのである。

【００３１】

Ｃ．第３実施形態

次に、本発明の第３実施形態に係る圧電アクチュエータについて図９および図１０を参照

しながら説明する。第３実施形態に係る圧電アクチュエータＡ３と第１実施形態に係る圧電アクチュエータＡ１との相違点は、圧電アクチュエータＡ３の振動板１０に衝撃吸収膜２５０が設けられている点である。具体的には、図９に示すように、振動板１０における支持部材１１との結合部分近傍に衝撃吸収膜２５０が設けられている。図１０に示すように、衝撃吸収膜２５０は、圧電素子３０ａ，３１ａの電極（図示略）上に形成され、これにより振動板１０に加わる衝撃を吸収することができるようになっている。このような衝撃吸収膜２５０としては、接着剤やシリコンゴムなどの弾性率の低いものを用いることが好ましい。

【００３２】

第３実施形態に係る圧電アクチュエータＡ３においても、上述した第１実施形態と同様に優れた駆動効率でロータ１００を駆動することができる。また、上記第１実施形態と同様に台形状の振動板１０を用いているので、落下等により振動板１０の属する平面と垂直な方向（図９の紙面垂直方向）の力が加わった場合の耐衝撃性を向上させることができる。

【００３３】

また、圧電アクチュエータＡ３では、振動板１０における支持部材１１との結合部分近傍に衝撃吸収膜２５０を設けるようにしている。これは、この圧電アクチュエータＡ３に外力等の衝撃が加わった場合、振動板１０の支持部材１１との結合部分近傍に最も大きな力が作用することを考慮したものであり、大きな力が作用するこの部分に弾性率の低い衝撃吸収膜２５０を設けることにより、この力を吸収して振動板１０の損傷等を低減することを可能としている。もちろん、振動板１０全面に衝撃吸収膜２５０を設けることも考えられるが、高駆動効率を得るための振動板１０の振動特性を考慮すると、衝撃吸収膜２５０は形成しない方が好ましい。本実施形態では、振動特性と耐衝撃性といった両者を考慮し、大きな力が作用する虞の高い部分にのみ衝撃吸収膜２５０を設けるようにし、駆動効率の低下をほとんど招くことなく、耐衝撃性を向上させている。

【００３４】

Ｄ．第４実施形態

次に、本発明の第４実施形態に係る圧電アクチュエータについて図１１を参照しながら説明する。第４実施形態に係る圧電アクチュエータは、平面的な構成は上記第１実施形態と同様であり（図２参照）、両者の相違点は、振動板１０の側面形状が異なる点である。具体的に説明すると、第１実施形態における振動板１０の側面形状（図３参照）が矩形状であるのに対し、第４実施形態に係る圧電アクチュエータの振動板１０は、突起部３６側が細くなるような台形状になされている。

【００３５】

第４実施形態に係る圧電アクチュエータにおいては、上述した第１実施形態と同様に優れた駆動効率でロータ１００を駆動することができる。また、上記第１実施形態と同様に台形状の振動板１０を用いているので、落下等により振動板１０の属する平面と垂直な方向の力が加わった場合の耐衝撃性を向上させることができる。

【００３６】

また、振動板１０の側面形状を台形状としているので、側面方向から振動板１０に力が加えられた場合にも、振動板１０に加わる応力を側面形状が矩形状のものよりも均一化することができ、側面方向からの力に対する耐衝撃性が向上する。

【００３７】

Ｅ．第５実施形態

次に、本発明の第５実施形態に係る圧電アクチュエータについて図１２および図１３を参照しながら説明する。第５実施形態に係る圧電アクチュエータＡ５と第１実施形態に係る圧電アクチュエータＡ１との相違点は、振動板１０における補強板３２に積層する圧電素子の形状が異なる点である。具体的には、図１２に示すように、台形状の補強板に加え、支持部材１１の端部３７近傍にも圧電素子（紙面裏側に積層される圧電素子も同様）が積層された構成となっている。つまり、第５実施形態における振動板１０は、図１３に示すように台形状の補強板３２の上下にそれぞれ台形の一部から伸びる部分３００を有する形

状の圧電素子３０ｂ，３１ｂを積層した構造となっている。なお、図においては圧電素子３０ｂ，３１ｂ上に設けられる電極を省略しているが、電極は第１実施形態等と同様に台形状である。従って、本実施形態においては、圧電素子３０ｂ，３１ｂにおける部分３００には電圧が印加されず、部分３００は振動を励起するためには使用されない。

【００３８】

第５実施形態に係る圧電アクチュエータＡ５においても、上述した第１実施形態と同様に優れた駆動効率でロータ１００を駆動することができる。また、上記第１実施形態と同様に台形状の振動板１０を用いているので、落下等により振動板１０の属する平面と垂直な方向（図１２の紙面垂直方向）の力が加わった場合の耐衝撃性を向上させることができる。

【００３９】

また、この圧電アクチュエータＡ５では、支持部材１１の端部３７近傍にも圧電素子が積層されているので、圧電素子の厚さ分だけ支持部材１１の端部３７近傍の肉厚が大きくなる。従って、支持部材１１の端部３７近傍の剛性が向上する。このように支持部材１１の端部３７近傍の剛性を向上させることは、この圧電アクチュエータＡ５に外力等の衝撃が加わった場合、支持部材１１の振動板１０との結合部分である端部３７近傍に最も大きな力が作用することを考慮したものであり、これにより圧電アクチュエータＡ５の耐衝撃性を向上させている。

【００４０】

また、上記のように耐衝撃性を向上させるために、圧電アクチュエータＡ５では、部分３００を有する形状の圧電素子３０ｂ，３１ｂを積層しているだけであり、新たに補強部材等を設けるといった工程の必要がない。従って、製造工程の煩雑化を招くことなく、耐衝撃性を向上させることができる。

【００４１】

Ｆ．変形例

なお、本発明は、上述した様々な実施形態に限定されるものではなく、以下のような種々の変形が可能である。

【００４３】

（変形例１）

　また、上述した各実施形態においては、支持部材１１は振動板１０の一方の側方を支持するようにしていたが、図１４に示すように、振動板１０の両側方に支持部材１１を取り付けて支持するようにしてもよい。

【００４４】

（変形例２）

　さらに、上述した各実施形態に係る圧電アクチュエータは、上述したような時計のカレンダー表示機構に搭載される以外にも、電池駆動される時計以外の携帯機器に搭載して用いることも可能である。

【００４５】

【発明の効果】

　以上説明したように、本発明によれば、振動板の板面形状を台形状にしたことで、板面形状が矩形状のものと比べて重量バランスのアンバランスさを大きくすることができるから、振動板に生じる振動をより大きなものとすることができる。また、振動板を支持する位置を、振動板が縦振動した場合の節となる位置にしたことで、振動板に生じる縦振動を支持部材が極力妨げないようにしている。このように本発明によれば、振動板の突起部の変動をより大きなものとすることができ、また、振動板に振動を発生させるために必要となるエネルギーも少なくて済むから、駆動効率を高めることができる。

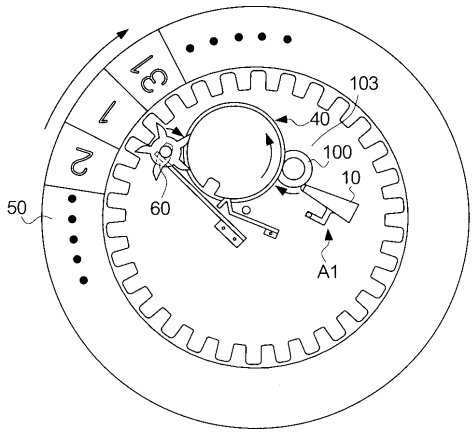
　また、本発明によれば、落下等の衝撃に起因する損傷等を低減することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

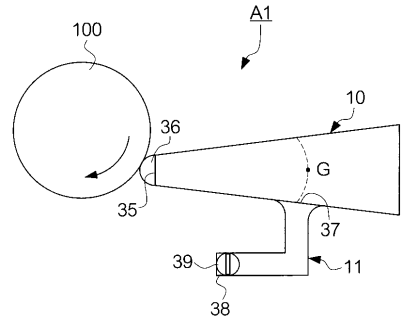
【図１】　本発明の第１実施形態に係る圧電アクチュエータを備えた腕時計のカレンダー表示機構の主要構成を示す平面図である。

【図２】　前記圧電アクチュエータの全体構成を示す平面図である。
【図３】　前記圧電アクチュエータの構成要素である振動板を示す側断面図である。
【図４】　前記振動板が縦振動する様子を示す図である。
【図５】　前記振動板の振動時における前記振動板の一端側に設けられた突起部の軌道を説明するための図である。
【図６】　前記振動板の振動周波数とインピーダンスとの関係の一例を示すグラフである。
【図７】　本発明の第２実施形態に係る圧電アクチュエータの全体構成を示す平面図である。
【図８】　第２実施形態に係る前記圧電アクチュエータの構成要素である振動板の構成を示す分解斜視図である。
【図９】　本発明の第３実施形態に係る圧電アクチュエータの全体構成を示す平面図である。
【図１０】　第３実施形態に係る前記圧電アクチュエータの構成要素である振動板の構成を示す分解斜視図である。
【図１１】　本発明の第４実施形態に係る圧電アクチュエータの構成要素である振動板を示す側面図である。
【図１２】　本発明の第５実施形態に係る圧電アクチュエータの全体構成を示す平面図である。
【図１３】　第５実施形態に係る前記圧電アクチュエータの構成要素である振動板の構成を示す分解斜視図である。
【図１４】　前記圧電アクチュエータの変形例の全体構成を示す平面図である。
【符号の説明】
１０……振動板、１１……支持部材、３０，３０ａ，３０ｂ，３１，３１ａ，３１ｂ……圧電素子、３５……端部、３６……突起部、３７……端部（取付部）、４０……日回し中間車、５０……日車、６０……日回し車、１００……ロータ（駆動対象）、１０３……地板（支持体）２５０……衝撃吸収膜、Ａ１，Ａ２，Ａ３，Ａ５……圧電アクチュエータ

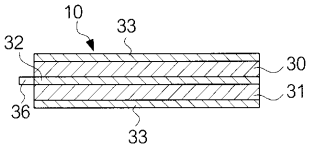
【図１】



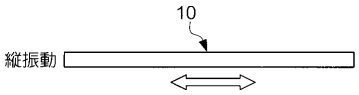
【図２】



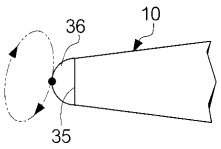
【図３】



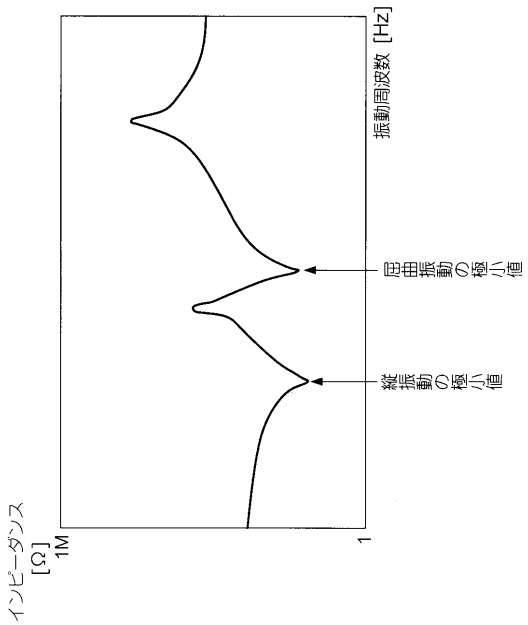
【図４】



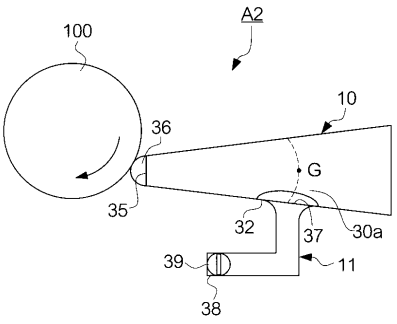
【図５】



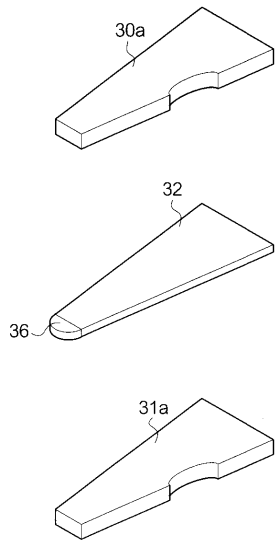
【図６】



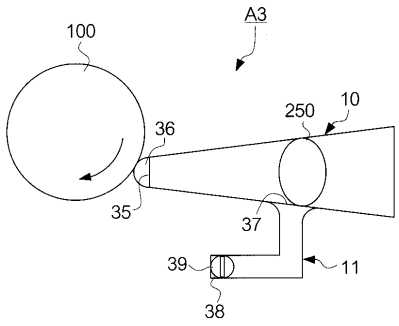
【図７】



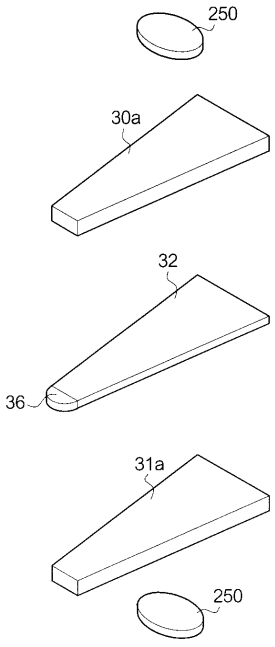
【図８】



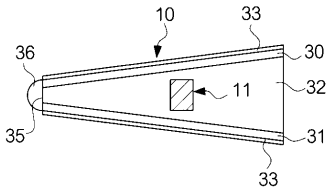
【図９】



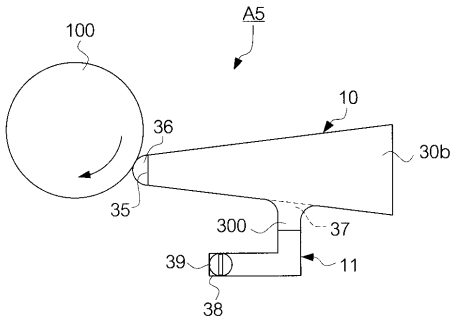
【図１０】



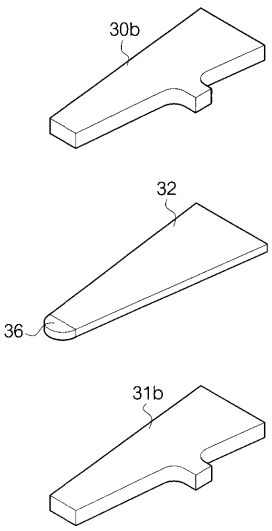
【図１１】



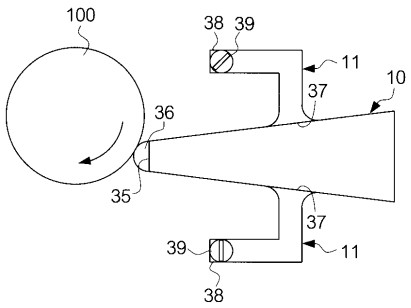
【図１２】



【図１３】



【図１４】



フロントページの続き

(72)発明者　舩坂　司
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　川端　修

(56)参考文献　特開昭５１－０４００９０（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－２８５２７６（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－２０９２５５（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－１４４９７８（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－０８０１６６（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－０５６７８４（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－２０５７８１（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－０６０３８３（ＪＰ，Ａ）
実開昭６４－０５０６９４（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
H02N　2/00
B06B　1/04
B06B　1/06
G04C　3/00
G04C　3/12