

(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2007-37394  
(P2007-37394A)

(43) 公開日 平成19年2月8日(2007.2.8)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO2N 2/00 (2006.01)	HO2N 2/00 C	5H680
HO1L 41/09 (2006.01)	HO1L 41/08 C	
HO1L 41/187 (2006.01)	HO1L 41/18 IO1D	
HO1L 41/18 (2006.01)	HO1L 41/18 IO1A	
HO1L 41/193 (2006.01)	HO1L 41/18 IO1B	
審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 23 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2006-119951 (P2006-119951)  
 (22) 出願日 平成18年4月25日 (2006.4.25)  
 (31) 優先権主張番号 特願2005-184454 (P2005-184454)  
 (32) 優先日 平成17年6月24日 (2005.6.24)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 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 100079083  
 弁理士 木下 實三  
 (74) 代理人 100094075  
 弁理士 中山 寛二  
 (74) 代理人 100106390  
 弁理士 石崎 剛  
 (72) 発明者 北原 丈二  
 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 澤田 明宏  
 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

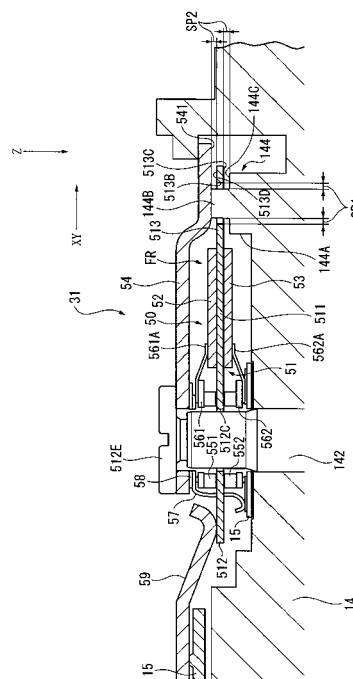
(54) 【発明の名称】 圧電アクチュエータ、これを備えた電子機器

(57) 【要約】

【課題】設計が困難とならず、また、駆動効率の低下を招くことなく耐衝撃性を大きく向上させることができる圧電アクチュエータ、およびこれを備えた電子機器の提供。

【解決手段】圧電アクチュエータ31は、地板14に組み込まれた際に、振動体50の腕部513が、突出部144との間に所定寸法の隙間SP1, SP2を介して配置される。このような隙間SP1, SP2を介在させるのみで、駆動時、これらの隙間SP1, SP2内で自由端部FRがフリーの状態でありながら、外部衝撃が加わった際には、振動部511が自由端部FR側で突出部144に捕捉されるので、振動部511が隙間の寸法を超えて移動することを防止できる。これにより、駆動効率の低下を招くことなく、落下衝撃などに対応する耐衝撃性を容易に、かつ大幅に向上させることができ、通常は両立させることが困難な駆動効率と耐衝撃とに関する問題を共に解消できる。

【選択図】 図5



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

電極が設けられた圧電素子を有して前記電極への電圧印加により振動する振動体を備えた圧電アクチュエータであって、

前記振動体は、互いに積層される前記圧電素子および補強部材を備え、

前記補強部材は、前記圧電素子が配置されるとともに被駆動体に当接する突起を有する自由端部と、前記圧電アクチュエータが取り付けられる被取付部に取付固定される固定部とを有し、

前記自由端部は、前記被取付部に外部から衝撃が加わらない状態において、前記被取付部に対して前記圧電素子および前記補強部材の積層方向と、この積層方向と交差する面内方向とにそれぞれ所定寸法の隙間を介して配置される

10

ことを特徴とする圧電アクチュエータ。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の圧電アクチュエータにおいて、

前記自由端部は、平面略矩形の板状に形成されてその長手方向に沿って伸縮する縦振動と前記長手方向と交差する短手方向に屈曲する屈曲振動との混合モードで振動し、かつ前記長手方向に沿った両側面の一方に前記固定部が設けられる振動部と、この振動部の他方の側面から前記振動部の平面方向に沿って延びて前記被取付部に前記隙間を介して配置される腕部とを有し、

前記腕部は、当該圧電アクチュエータの度当たりとされている

20

ことを特徴とする圧電アクチュエータ。

## 【請求項 3】

請求項 2 に記載の圧電アクチュエータにおいて、

前記腕部の固有振動数は、前記振動部の前記縦振動の固有振動数と所定値離れており、前記振動部の前記縦振動と干渉しないように設定されている

ことを特徴とする圧電アクチュエータ。

## 【請求項 4】

請求項 3 に記載の圧電アクチュエータにおいて、

前記腕部の寸法について、前記振動部の長手方向における前記腕部の長さ寸法は、前記長手方向における前記振動部の長さ寸法よりも短く、かつ、

30

前記腕部の長さに係る寸法比について、前記振動部の短手方向における当該腕部の幅寸法に対する当該腕部の前記長さ寸法の比率は、前記振動部の短手方向における幅寸法に対する前記振動部の前記長さ寸法の比率よりも小さい

ことを特徴とする圧電アクチュエータ。

## 【請求項 5】

請求項 3 または 4 に記載の圧電アクチュエータにおいて、

前記振動部の長手方向における前記腕部の長さ寸法と、前記振動部の短手方向における前記腕部の幅寸法とが掛け合わされた面積は、前記振動部の面積よりも小さい

ことを特徴とする圧電アクチュエータ。

## 【請求項 6】

40

請求項 2 から 5 のいずれかに記載の圧電アクチュエータにおいて、

前記腕部には、孔が形成され、

前記被取付部は、前記孔に向かって突出し、かつ当該孔に挿通される突出部を有し、

前記隙間は、前記腕部の前記孔の内周縁と前記突出部との間に形成されている

ことを特徴とする圧電アクチュエータ。

## 【請求項 7】

請求項 6 に記載の圧電アクチュエータにおいて、

前記突出部は、その突出方向途上に段差部を有し、

前記隙間は、前記段差部と前記腕部との互いの対向面の間にも形成される

ことを特徴とする圧電アクチュエータ。

50

**【請求項 8】**

請求項 2 から請求項 7 のいずれかに記載の圧電アクチュエータにおいて、前記腕部は、前記振動部の前記屈曲振動の節の位置近傍に設けられていることを特徴とする圧電アクチュエータ。

**【請求項 9】**

請求項 2 から 8 のいずれかに記載の圧電アクチュエータにおいて、前記腕部は、前記振動部に繋がる括れ形状の腕部側ネック部を介して前記振動部に設けられ、前記腕部側ネック部は、前記振動部の前記屈曲振動の節の位置近傍に設けられていることを特徴とする圧電アクチュエータ。

10

**【請求項 10】**

請求項 9 に記載の圧電アクチュエータにおいて、前記固定部は、前記振動部に繋がる括れ形状の固定部側ネック部を介して前記振動部に設けられ、前記固定部側ネック部は、前記振動部の前記屈曲振動の節の位置近傍で、かつ前記振動部の短手方向において前記腕部側ネック部と対向する位置に設けられていることを特徴とする圧電アクチュエータ。

**【請求項 11】**

請求項 1 から 10 のいずれかに記載の圧電アクチュエータにおいて、前記被取付部は、前記振動体の積層方向に沿った方向で前記自由端部と向き合う対向部を有し、前記隙間は、前記対向部と前記振動体との間に形成されることを特徴とする圧電アクチュエータ。

20

**【請求項 12】**

請求項 11 に記載の圧電アクチュエータにおいて、前記被取付部は、前記振動体が取付固定されるベース部材と、このベース部材との間に前記振動体を挟んで配置される板部材とを有し、前記対向部は、前記ベース部材および板部材の互いが向き合う部分にそれぞれ設けられていることを特徴とする圧電アクチュエータ。

30

**【請求項 13】**

請求項 1 から 12 のいずれかに記載の圧電アクチュエータにおいて、前記被駆動体は、前記突起が当接される被当接面が略平面状に形成されていることを特徴とする圧電アクチュエータ。

**【請求項 14】**

請求項 1 から 13 のいずれかに記載の圧電アクチュエータを備えたことを特徴とする電子機器。

**【請求項 15】**

請求項 14 に記載の電子機器は、計時手段と、この計時手段で計時された情報を表示する計時情報表示部とを備えた時計であることを特徴とする電子機器。

40

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、圧電アクチュエータ、これを備えた電子機器に関する。

**【背景技術】****【0002】**

従来、時計のカレンダー機構や、カメラのズーム機構やオートフォーカス機構、あるいは玩具の駆動機構などに、圧電素子を有する振動体の振動によって被駆動体を駆動する圧電アクチュエータが用いられている。

50

このような圧電アクチュエータが組み込まれた時計、カメラ、玩具などの電子機器では、落下などの外部衝撃により、圧電アクチュエータの振動体と、圧電アクチュエータにより駆動されるロータなどの被駆動体との位置がずれて作動に影響したり、衝撃が大きい場合には、破損するおそれもある。特に、振動体を支持固定する部分は一般的に、振動体の振動が妨げられないように細く作られていて、強度が弱いことから、衝撃による振動体の変形によってこの支持部が折れたり、この支持部に設けられた配線が切れるなどの問題が考えられる。

ここで、圧電アクチュエータの耐衝撃構造を考えるにあたり、振動体を直接的に単に保持するなどの方法では、その保持によって振動が阻害され、駆動効率が低下するという問題がある。

10

#### 【0003】

このため、振動体を直接保持しない耐衝撃構造として、ロータを振動体に向かって押圧するばね部材を設け、このばね部材に隣接する位置にピンを設けてばね部材の動きを規制することで、衝撃時にロータと振動体とが離間するのを防止するものがあつた（特許文献1）。

この特許文献1のピンは、衝撃時にロータが振動体から離間する方向に所定距離移動した場合にばね部材に当接して、圧電アクチュエータがロータに当接した状態を維持できるように設けられており、衝撃時にロータが振動体から離間した場合に、ロータが他のいかなる部材にもぶつかることが無い位置、かつ、ロータと次の伝達車の歯形との噛み合いが外れない位置に配置されている。

20

#### 【0004】

【特許文献1】特開2004-301627号公報（明細書段落「0013」、図2）

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0005】

しかしながら、特許文献1のようなピンを用いる場合、そのピンを配置するのに適切な位置を決めることが難しいため、設計が難しいという問題がある。

また、特許文献1では、衝撃時にロータの移動が規制されてロータの破損は防止できるとしても、振動体の移動は直接規制されないから、衝撃に起因して振動体がロータから外れたり、破損する可能性が残る。

30

#### 【0006】

このような問題に鑑みて、本発明の目的は、設計が困難とならず、また、駆動効率の低下を招くことなく耐衝撃性を大きく向上させることができる圧電アクチュエータ、およびこれを備えた電子機器を提供することにある。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0007】

本発明の圧電アクチュエータは、電極が設けられた圧電素子を有して前記電極への電圧印加により振動する振動体を備えた圧電アクチュエータであつて、前記振動体は、互いに積層される前記圧電素子および補強部材を備え、前記補強部材は、前記圧電素子が配置されるとともに被駆動体に当接する突起を有する自由端部と、前記圧電アクチュエータが取り付けられる被取付部に取付固定される固定部とを有し、前記自由端部は、前記被取付部に外部から衝撃が加わらない状態において、前記被取付部に対して前記圧電素子および前記補強部材の積層方向と、この積層方向と交差する面内方向とにそれぞれ所定寸法の隙間を介して配置されることを特徴とする。

40

#### 【0008】

この発明によれば、圧電アクチュエータが電子機器などに組み込まれた際に、電子機器などにおける被取付部と振動体の自由端部との間に所定寸法の隙間が介在するため、駆動時、自由端部はあくまで、隙間部分で可動とされたフリーの状態でありながら、外部衝撃が加わった際には、振動体が自由端部側で被取付部に受け止められるので、振動体が隙間の寸法を超えて移動することを防止できる。ここで、被取付部と自由端部との間には、振

50

動体の積層方向をZ方向とすると、このZ方向と、Z方向と交差するXY面内方向とのそれぞれに、すなわちXYZいずれの方向にも隙間が設けられている。このような隙間により、任意の方向に作用し得る外力が加わった際に自由端部が度当たりとなるため、その外力が緩衝される。

これにより、振動が妨げられることなく被駆動体を駆動することが可能であるとともに、衝撃により振動体の突起が被駆動体から外れた状態となって、被駆動体の送り量の変動したり、振動体が被駆動体や他の部品に衝突して破損が生じることなどを防止できる。ここで、振動体が被取付部に直接的に対向し、衝撃時に移動、変形した際に被取付部によって振動体が確実に捕捉されること、および、振動体が捕捉されるのは、衝撃時に撓み量が大きくなる自由端部側であることから、耐衝撃の効果が大きい。

10

したがって、駆動効率の低下を招くことなく、落下衝撃などに対応する耐衝撃性を大幅に向上させることができ、通常は両立させることが困難な駆動効率と耐衝撃性に関する問題を共に解消できる。

また、これらの効果を得るためには、振動体と被取付部との間に所定寸法の隙間を設定するだけでよいため、設計が困難となることもない。

#### 【0009】

ここで、隙間の寸法については、振動体の振幅や振動の方向、および衝撃時の外力の大きさなどに応じて適宜決められる。

例えば、衝撃時における振動体への荷重条件を設定し、この設定された荷重において、振動体の自由端部での最大撓み量を求め、この最大撓み量などに基いて求められた最大寸法以下で、所定の隙間寸法を決めることができる。これにより、所定の荷重条件における耐衝撃性を確保することができる。

20

一方、形状のばらつきや組立誤差によって振動体と被取付部との間に生じる公差を最小寸法としてもよい。

さらに、被取付部に外部から衝撃が加わらない状態における振動体と被取付部との間に前述のような隙間が形成されることの意義としては、圧電アクチュエータの駆動時、圧電素子に設けられた電極に振動ノイズが生じ難いことが挙げられ、これにより、電撃で駆動回路が破壊されるなどの不具合を未然に防止できる。

また、圧電素子の振動状態を電圧信号として検出する検出電極が圧電素子の一部に設けられる場合は、この検出電極についても振動ノイズが生じ難く、これにより、振動状態を正確かつ確実に検出でき、この振動検出に基いて圧電アクチュエータを安定的に駆動できる。なお、このように振動検出が正確かつ確実に行われることから、振動体における振動の節近傍などの振動検出の出力が小さい部位にも検出電極を配置可能となり、圧電素子における電極レイアウトを容易にできる。

30

#### 【0010】

本発明の圧電アクチュエータでは、前記自由端部は、平面略矩形の板状に形成されてその長手方向に沿って伸縮する縦振動と前記長手方向と交差する短手方向に屈曲する屈曲振動との混合モードで振動し、かつ前記長手方向に沿った両側面の一方に前記固定部が設けられる振動部と、この振動部の他方の側面から前記振動部の平面方向に沿って延びて前記被取付部に前記隙間を介して配置される腕部とを有し、前記腕部は、当該圧電アクチュエータの度当たりとされていることが好ましい。

40

#### 【0011】

この発明によれば、振動部において縦振動および屈曲振動を確実に生じさせつつ、この振動部とは別途設けられた腕部により、自由端部全体の度当たりも具備できる。このような振動部と腕部との機能分担により、圧電アクチュエータの駆動効率と耐衝撃性とをより一層高めることができる。

なお、振動部の平面方向において、腕部が被取付部に隙間を介して向き合うため、特に、振動部の平面方向に沿った方向に作用する外力についての耐衝撃性を向上させることができる。また、このような平面方向における隙間により、振動部の板面に沿った方向において変位する縦振動が阻害されない。

50

さらに、屈曲振動にはモーメントが伴うが、振動体の積層方向（Z方向）にも隙間が設けられているため、屈曲振動が阻害されない。

ここで、補強部材には、振動部（突起を含む）、固定部、および腕部を一体に形成することが好ましい。

#### 【0012】

本発明の圧電アクチュエータでは、前記腕部の固有振動数は、前記振動部の前記縦振動の固有振動数と所定値離れており、前記振動部の前記縦振動と干渉しないように設定されていることが好ましい。

この発明によれば、振動部の縦振動に腕部の振動が干渉せず、振動部が励振する一次振動としての縦振動が減衰しないことから、二次振動としての屈曲振動の誘発が妨げられない。

10

#### 【0013】

本発明の圧電アクチュエータでは、前記腕部の寸法について、前記振動部の長手方向における前記腕部の長さ寸法は、前記長手方向における前記振動部の長さ寸法よりも短く、かつ、前記腕部の長さに係る寸法比について、前記振動部の短手方向における当該腕部の幅寸法に対する当該腕部の前記長さ寸法の比率は、前記振動部の短手方向における幅寸法に対する前記振動部の前記長さ寸法の比率よりも小さいことが好ましい。

#### 【0014】

この発明によれば、腕部の長さ寸法が振動部の長さよりも短く、かつ、腕部の寸法比により、腕部の形状が振動部と比べて細長い形状ではないことから、腕部の振動モードとして、振動部の長手方向に沿って伸縮する縦振動が支配的となり、腕部の振動について二次、三次などの高次の振動モードが生じない。このように腕部の振動モードが縦振動のみであると見做せることと、腕部の寸法が振動部よりも小さいために腕部の固有振動数が振動部の固有振動数よりも大きくなり、腕部と振動部との固有振動数の差がつくこととによって、干渉による振動部の振動減衰を良好に回避できる。よって、振動部の振動と干渉しないように決められる腕部の形状の範囲が狭められない。

20

#### 【0015】

本発明の圧電アクチュエータでは、前記振動部の長手方向における前記腕部の長さ寸法と、前記振動部の短手方向における前記腕部の幅寸法とが掛け合わされた面積は、前記振動部の面積よりも小さいことが好ましい。

30

この発明によれば、腕部の面積が振動部の面積と比べて小さく、腕部と振動部とが同じ材料により形成されている場合は腕部が振動部よりも軽量であるため、腕部の固有振動数と振動部の固有振動数とを十分に離すことが可能となり、腕部の振動の干渉による振動部の振動減衰を良好に抑制できる。

#### 【0016】

本発明の圧電アクチュエータでは、前記腕部には、孔が形成され、前記被取付部は、前記孔に向かって突出し、かつ当該孔に挿通される突出部を有し、前記隙間は、前記腕部の前記孔の内周縁と前記突出部との間に形成されていることが好ましい。

#### 【0017】

この発明によれば、衝撃時、被取付部の突出部に腕部の孔の内周縁部が係止され、孔の内側から外側に向かう振動部の移動が確実に規制されるため、耐衝撃性を向上させることができる。

40

一方、振動体の駆動時、腕部の孔の内部において振動部が回転可能となるため、電極の配置や突起の位置を振動体の重心に対してアンバランスにすることで誘起され、縦振動と交差する方向に振動する屈曲振動が被取付部によって阻害されることを回避できる。

#### 【0018】

本発明の圧電アクチュエータでは、前記突出部は、その突出方向途上に段差部を有し、前記隙間は、前記段差部と前記腕部との互いの対向面の間にも形成されることが好ましい。

この発明によれば、腕部の孔に突出部が挿通されることにより、腕部の孔の内周縁と突

50

出部との間におけるXY方向のほか、突出部の段差部と腕部との互いの対向面とのZ方向にも隙間が形成され、これらの隙間を介した構造がそれぞれ、衝撃時における振動体の度当たりとして機能する。このように、腕部に係る構成のみによって、振動体の平面方向(XY方向)に作用する外力についての耐衝撃性と、振動体の積層方向(厚み方向、Z方向)に作用する外力についての耐衝撃性とを兼ね備えることができる。

**【0019】**

本発明の圧電アクチュエータでは、前記腕部は、前記振動部の前記屈曲振動の節の位置近傍に設けられていることが好ましい。

この発明によれば、屈曲振動の節近傍に腕部が設けられているので、腕部を設けることによる振動特性への影響を極力小さくできる。

また、節の位置近傍は、振動による変位が極小であるため、孔の内周縁と突出部との隙間寸法を小さくしても振動が阻害されず、隙間寸法を小さくすることによって、耐衝撃性をより向上させることができる。この場合、所定の隙間寸法として、振動体と被取付部との間に生じる公差を用いることも可能である。

ここで、振動部における屈曲振動の節は、振動部の平面中心を通りかつ長手方向に沿った中心線上に3つ現れ、腕部が設けられる「前記振動部の前記屈曲振動の節」とは、これら3つの節のいずれかをいう。これらの3つの屈曲振動の節のうち振動部の平面中心に位置する屈曲振動の節は、振動部の縦振動の節の位置でもあるため、この振動部の平面中心の近傍に、腕部が設けられることがより好ましい。

なお、「屈曲振動の節の位置近傍」には、前記した屈曲振動の節の位置から振動部の短手方向に沿って延ばした線が振動部の外周部(振動部の長手方向側面)に交わる位置が含まれており、このような位置に腕部が設けられることが好ましい。

**【0020】**

本発明の圧電アクチュエータでは、前記腕部は、前記振動部に繋がる括れ形状の腕部側ネック部を介して前記振動部に設けられ、前記腕部側ネック部は、前記振動部の前記屈曲振動の節の位置近傍に設けられていることが好ましい。

この発明によれば、腕部側ネック部を振動部の節近傍に設けることにより、腕部の形状などを自由にでき、また、このような腕部側ネック部が設けられることによって振動部から腕部に散逸する振動エネルギーを小さくでき、駆動効率を向上させることができる。

**【0021】**

本発明の圧電アクチュエータでは、前記固定部は、前記振動部に繋がる括れ形状の固定部側ネック部を介して前記振動部に設けられ、前記固定部側ネック部は、前記振動部の前記屈曲振動の節の位置近傍で、かつ前記振動部の短手方向において前記腕部側ネック部と対向する位置に設けられていることが好ましい。

すなわち、単一材料による一枚の鋼板などとされた補強部材に振動部、固定部、および腕部が一体に形成されている場合、腕部側ネック部と固定部側ネック部とは、振動部の長手方向に沿った両側面においてそれぞれ、振動部の平面中心を通りかつ短手方向に沿った中心線の両側に設けられている。

**【0022】**

この発明によれば、腕部と固定部とがそれぞれのネック部を介して振動部に設けられた部分がそれぞれ、振動部の平面中心について点対称に設けられているため、落下時などの外部衝撃の際に、振動部を支持固定する固定部とは正反対となる側から、腕部における度当たり構造によって振動部を確実に捕捉可能となる。これにより、固定部で片持ち支持された振動部が衝撃で振られ、当該振動部の振動挙動に固定部から放射方向にねじれる変位が加わることが防止される。すなわち、このような外乱時にも振動部の振動が正常に維持され、圧電アクチュエータの駆動量の変動することなどを防止できる。

**【0023】**

本発明の圧電アクチュエータでは、前記被取付部は、前記振動体の積層方向に沿った方向で前記自由端部と向き合う対向部を有し、前記隙間は、前記対向部と前記振動体との間に形成されることが好ましい。

10

20

30

40

50

この発明によれば、振動体に対して、被取付部の対向部が振動体の積層方向において配置されたので、特に、振動体の積層方向（厚み方向）に沿った方向に作用する外力についての耐衝撃性を向上させることができる。

【0024】

本発明の圧電アクチュエータでは、前記被取付部は、前記振動体が取付固定されるベース部材と、このベース部材との間に前記振動体を挟んで配置される板部材とを有し、前記対向部は、前記ベース部材および板部材の互いが向き合う部分にそれぞれ設けられていることが好ましい。

この発明によれば、振動体の自由端部側に、ベース部材および板部材に設けられた対向部がそれぞれ臨み、これらの対向部により、衝撃時における自由端部のベース部材側への移動、および自由端部の板部材側への移動の両方が防止されるので、耐衝撃性をより一層向上させることができる。

10

【0025】

本発明の圧電アクチュエータでは、前記被駆動体は、前記突起が当接される被当接面が略平面状に形成されていることが好ましい。

この発明によれば、前述のように、衝撃時に振動体被取付部によって捕捉され、振動体の突起が被駆動体から外れないため、被駆動体の被当接面に、突起を保持するための窪みなどを形成する必要がない。これにより、プレス打ち抜きなどにより、被駆動体を容易に製造することが可能となる。

なお、被駆動体の平面形状としては、円形状、矩形状などの任意のものを採用し得る。

20

【0026】

本発明の電子機器は、前述の圧電アクチュエータを備えたことを特徴とする。

ここで、圧電アクチュエータは、例えば、カメラのズーム機構およびオートフォーカス機構などに使用できる。

この発明によれば、前述の圧電アクチュエータを備えたことにより、前述と同様の作用および効果を楽しむことができる。

【0027】

本発明の電子機器は、計時手段と、この計時手段で計時された情報を表示する計時情報表示部とを備えた時計であることが好ましい。

この発明によれば、前述の圧電アクチュエータで計時手段や計時情報表示部を構成する歯車などを駆動することが可能となる。これにより、衝撃で被駆動体の送り量の変動して日、月、曜の指示位置がずれるなどの不具合をなくすることができる。

30

加えて、圧電アクチュエータにおける利点、すなわち、磁気の影響を受けない、応答性が高く微小送りが可能、小型薄型化に有利、高トルクなどを実現できる。

【発明の効果】

【0028】

本発明によれば、振動体と被取付部との間に所定寸法の隙間を設定するだけで、振動体の振動を阻害することなく、衝撃時には振動体は確実に捕捉されるため、設計が困難とならず、また、駆動効率の低下を招くことなく、耐衝撃性を大きく向上させることができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0029】

以下、本発明の第1実施形態について図面を参照して説明する。本実施形態では、本発明を腕時計に適用した場合について例示する。

【0030】

〔第1実施形態〕

図1は、本発明の第1実施形態に係る腕時計1の外観構成を示す図である。

腕時計1は、ムーブメント10（図2）と、このムーブメント10を収容するケース20とを備えた腕時計（ウォッチ）であり、腕時計1の12時位置および6時位置には、リストバンド21が設けられている。時計の種類は、クォーツ時計、機械式時計、電子制御

50



式機械時計のいずれでもよいが、本実施形態の腕時計 1 は、アナログクォーツ時計として構成されている。

【0031】

腕時計 1 は、円板状の文字板 1 1 と、秒針 1 2 1 と、分針 1 2 2 と、時針 1 2 3 と、竜頭 1 3 とを有する。

また、文字板 1 1 には、円形状の 2 4 時表示部 1 1 1 が設けられ、この 2 4 時表示部 1 1 1 における 2 4 時表示針 1 1 1 A の回転により、「0」時～「23」時が指し示される。

【0032】

さらに、腕時計 1 は、暦を表示するカレンダー機構 3 0 を備え、このカレンダー機構 3 0 に関して、文字板 1 1 には、矩形状の日表示窓 1 1 2 と、円形状の月表示部 1 1 3 と、略扇形状の年表示窓 1 1 4 とがそれぞれ設けられている。

日表示窓 1 1 2 には、暦の「日」を示す「1」～「31」のいずれかの数字が表示される。後述するように、「日」の 1 の位の数字と 1 0 の位の数字とは別々の日車に付されている。

【0033】

また、月表示部 1 1 3 には、その円周に沿って、暦の「月」を示す「JAN」～「DEC」の表示が等間隔に配置され、これらの表示が月表示針 1 1 3 A で指し示されることにより、暦の「月」が表示される。

そして、年表示窓 1 1 4 には、閏年から何年目であるかを示す「0」～「4」のいずれかの数字が表示される。

【0034】

図 2 は、ムーブメント 1 0 を示す図である。

ムーブメント 1 0 には、平面略円形状の地板 1 4 が配置されている。なお、本実施形態の地板 1 4 は樹脂製であるが、金属製などであってもよい。

ここで、秒針 1 2 1、分針 1 2 2、時針 1 2 3 (図 1) を駆動する構成は、地板 1 4 の腕時計 1 裏側の面に設けられ、通常のアナログクォーツと同様のものであるため、図示を省略するが、水晶振動子が組み込まれた回路基板と、コイル、ステータ、ロータを有するステッピングモータと、駆動輪列と、動力源である電池とを備えて構成されている。この構成では、水晶振動子で発振され回路ブロックを経て分周されたパルス信号により、ステッピングモータが駆動する。そして、ステッピングモータの駆動力が駆動輪列に伝達されることにより、秒針 1 2 1、分針 1 2 2、および時針 1 2 3 がそれぞれ駆動される。ステッピングモータの数は問わず、例えば、秒針 1 2 1 の駆動用に 1 つ、分針 1 2 2 および時針 1 2 3 の駆動用に 1 つ、計 2 つのステッピングモータが設けられていてもよい。

【0035】

一方、地板 1 4 の腕時計 1 表側の面には、図 2 に示すように、カレンダー機構 3 0 が配置されている。

このカレンダー機構 3 0 の駆動手段は、圧電素子の逆圧電効果による振動を利用した圧電アクチュエータ 3 1 である。圧電アクチュエータ 3 1 は、圧電素子を有する振動体 5 0 を備え、この振動体 5 0 の振動により、被駆動体としてのロータ 3 2 の外周部を繰り返し押圧し、ロータ 3 2 を回転駆動する。このロータ 3 2 には、中間車 3 3 が噛み合い、中間車 3 3 ～ 3 5 が順次噛み合う。そして中間車 3 5 は、制御車かな 3 6 に噛み合い、この制御車かな 3 6 は、暦の送りを制御する制御車 3 7 と一体に形成される。ここまでは制御車 3 7 を回すための減速輪列である。

【0036】

制御車 3 7 は、爪数が異なる複数の爪車 (図示せず) を備え、これらの爪車は、1 位日回し車 4 0 と、1 0 位日回し車 4 2 と、月表示中間車 4 4 とにそれぞれ噛み合う。

ここで、1 位日回し車 4 0 によって送られる 1 位日車 4 1 の外周表面には「0」～「9」の数字が周方向に等間隔に表示され、1 0 位日回し車 4 2 によって送られる 1 0 位の 1 0 位日車 4 3 の外周表面には「空領域」と「1」～「3」の数字が周方向に等間隔に表示

10

20

30

40

50

されている。なお、「空領域」とは数字の記載がない領域である。

#### 【0037】

制御車37が有する爪車のうち、1位送り爪を介して、1位日回し車40および1位日かな41Aが回転し、これと一体に1位日車41が回転し、その外周表面上の数字「0」～「9」が、1日に1回の割合で周方向に一つ送られる。この制御車37の回転に応じて、1位日車41の回転が進み、10の位が繰り上がる日付に至ると、制御車37の10位送り爪を介して、10位日回し車42および10位日かな43Aが回転し、これと一体に10位日車43が回転し、その外周表面上の「空領域」或いは数字「1」～「3」が、10日に1回の割合で周方向に一つ送られる。

これにより、日表示窓112(図1)には、1位の1位日車41上の数字「0」～「9」と、10位の10位日車43上の「空領域」或いは数字「1」～「3」との組み合わせにより、暦の「日」を示す「1」～「31」のいずれかの数字が表示される。

#### 【0038】

そして、制御車37の回転により、1位日車41および10位日車43の回転が進み、「月」の表示が繰り上がる日付に至ると、制御車37の月送り爪を介して、月表示中間車44および月検出車45が回転し、これと一体に月車46が回転する。そして、月車46に取り付けられた月表示針113Aが回転し、月表示部113(図1)上の「JAN」～「DEC」のいずれかの表示が指し示される。

#### 【0039】

月検出車45には、年表示中間車47が噛み合い、この年表示中間車47には年送り車48が噛み合う。そして、この年送り車48には、年表示車114Aを回す年車49が噛み合う。年表示車114Aは年車49によって1年に1回送られ、年表示窓114(図1)には、数字「0」～「4」が順に表示される。これにより、閏年から何年目であるかが表示される。

#### 【0040】

なお、カレンダー機構30には、暦修正輪列(図2中、歯車391、392、393)が設けられており、竜頭13をケース20の外側に引き出すと、竜頭13はこの暦修正輪列を介して中間車35と噛み合い、竜頭13を回転させることで暦の修正が可能となっている。

#### 【0041】

他方、24時表示部111(図1)に設けられた24時表示針111Aを駆動する構造は、時計針123が取り付けられた筒車61に噛み合い、筒車61の回転量から24時(午前0時)を検出する24時検出車62と、この24時検出車62に噛合うとともに24時表示針111Aが取り付けられた24時車63とを有している。

24時検出車62には、筒車61の回転量から「24時」であることを検出するエンコーダと、エンコーダによる「24時」検出のタイミングでON状態となるばねスイッチとが設けられている。

#### 【0042】

この24時検出車62には、地板14に設けられた回路基板15(図5)に実装された制御ブロックに接続されるばねスイッチが設けられており、このばねスイッチのONにより、カレンダー機構30が駆動される。この際、まず、カレンダー機構30を1日分だけ回転駆動する1日送り処理が実行され、送られた日を検出して存在日であるか否かを判定するカレンダー検出処理が実行され、非存在日であると判断すると、実際の存在日を表示させるべくカレンダー機構30を駆動していわゆる月末補正を行うカレンダー補正処理が実行される。

#### 【0043】

以下、本発明において最も特徴的な圧電アクチュエータ31、およびその周辺の構成について、詳細に説明する。

図3は、圧電アクチュエータ31を周辺構成と共に示す図であり、図4は図2におけるIV-IV線矢視図である。また、図5は、圧電アクチュエータ31の断面図である。

圧電アクチュエータ31で駆動されるロータ32は、ロータ支持体320に回転自在に

保持されている。

ロータ支持体 3 2 0 は、ピン 3 2 1 を中心に揺動自在に配置され、地板 1 4 に設けられた軸 1 4 1 に巻回された押しばね 3 2 5 によって、図 3 中、反時計回りに、つまり、圧電アクチュエータ 3 1 側にこのロータ支持体 3 2 0 が付勢されることで、ロータ 3 2 が振動体 5 0 に当接される。これにより、ロータ 3 2 と振動体 5 0 との接触圧が、圧電アクチュエータ 3 1 の駆動時にロータ 3 2 を高効率で回転可能な適正圧に保たれ、振動体 5 0 によるロータ 3 2 の単位時間当たりの送り量が十分に確保される。

ここで、ロータ 3 2 は、プレス打ち抜きなどの手段で製作され、図 4 に示すように、ロータ 3 2 の振動体 5 0 が当接される被当接面 3 2 2 は、凹凸のない平面状に形成されている。

10

#### 【 0 0 4 4 】

圧電アクチュエータ 3 1 の振動体 5 0 は、図 5 に示すように、ステンレス鋼等の金属材料の圧延により形成された補強板（補強部材） 5 1 と、この両面に積層された矩形板状の圧電素子 5 2 , 5 3 とで構成されている。

また、振動体 5 0 に被せるように板部材としての押さえ板 5 4（図 3 には二点鎖線で図示）が配置されている。

#### 【 0 0 4 5 】

ここで、地板 1 4 には、図 5 に示すように、被取付部としてのねじピン 1 4 2 が補強板 5 1 の平面方向（図 3 中、X Y 方向）と交差する Z 方向に突出するように形成され、振動体 5 0 は、このねじピン 1 4 2 に取付固定されている。

20

また、このねじピン 1 4 2 の両側にそれぞれ、振動体 5 0 を位置決めするための一对の位置決めピン 1 4 3（図 3）が突設されるとともに、これらの位置決めピン 1 4 3 と振動体 5 0 を挟む位置に、同じく補強板 5 1 の平面方向に突出するように略円柱状の突出部 1 4 4 が形成されている。

#### 【 0 0 4 6 】

突出部 1 4 4 は、圧電素子 5 2 , 5 3 の長辺を二分する位置の近傍に設けられている。

また、突出部 1 4 4 は、互いに同心上に配置された大径部 1 4 4 A（地板 1 4 側）と、小径部 1 4 4 B とを有し、これらの大径部 1 4 4 A、小径部 1 4 4 B により段差部が形成されている。

なお、突出部 1 4 4 の突出寸法はねじピン 1 4 2 の突出寸法よりも小さく、この突出部 1 4 4 の部分で押さえ板 5 4 は地板 1 4 に向かって段落ち形成され、突出部 1 4 4 の先端に載置されている。

30

#### 【 0 0 4 7 】

圧電素子 5 2、5 3 の材料は、特に限定されず、例えば、チタン酸ジルコニウム酸鉛（P Z T（登録商標））、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、スカンジウムニオブ酸鉛等の各種のものを用いることができる。

#### 【 0 0 4 8 】

また、圧電素子 5 2 , 5 3 の表裏両面の全体には、ニッケルや金等によるめっき、スパッタ、蒸着等によって電極が形成され、圧電素子 5 2 , 5 3 の裏面側に形成された全面電極（図示せず）は、補強板 5 1 と重ねられて補強板 5 1 と導通される。一方、圧電素子 5 2 , 5 3 の表面側の電極は、エッチングによる溝 5 1 1 E（図 6）によって区画され、圧電素子 5 2 , 5 3 の振動を圧電効果により電圧信号として検出する検出電極 5 1 1 C と、駆動電圧が印加される駆動電極 5 1 1 D とがそれぞれ形成されている。

40

図 6 には、これらの検出電極 5 1 1 C および駆動電極 5 1 1 D をそれぞれ二点鎖線で示した。圧電素子 5 2 , 5 3 表面に形成された電極の検出電極 5 1 1 C を除いた領域は、駆動電極 5 1 1 D となっている。これらの検出電極 5 1 1 C および駆動電極 5 1 1 D の配置は、補強板 5 1 を挟んで圧電素子 5 2 , 5 3 において同様となっており、例えば、圧電素子 5 2 の検出電極 5 1 1 C の背面側には、圧電素子 5 3 の検出電極 5 1 1 C が形成されている。なお、図 6 では作図上、この二点鎖線を圧電素子 5 2 の外周端縁よりも内側に示し

50

たが、図3に示したように、これら検出電極511Cおよび駆動電極511Dは、圧電素子52, 53の外周端縁まで形成されている。

ここで、検出電極511Cは、圧電素子52, 53の幅方向一端側(一方の長辺側)において、圧電素子52, 53の平面中心(位置A参照)の近傍から圧電素子52, 53の長手方向に沿って圧電素子52, 53の長辺の略1/5~略1/3に相当する長さで延びており、検出電極511Cの幅は、圧電素子52, 53の略1/6~略1/3に相当する寸法となっている。このように、検出電極511Cの面積は駆動電極511Dよりもかなり小さい。なお、位置Aは、後述するように振動体50における屈曲振動の節位置であって、検出電極511Cは、大略、振動体50における屈曲振動の節位置Aの近傍に配置されている。

10

#### 【0049】

また、図3には、圧電素子52, 53に駆動電圧を印加する駆動制御回路514(ICチップ)を模式的に示した。この駆動制御回路514は、回路基板15(図5)に実装され、補強板51とリード基板561とにそれぞれ導通されている。これら補強板51とリード基板561とを通じて、補強板51と駆動電極511Dとの間に駆動電圧が印加されるとともに、補強板51の電位に対する検出電極511Cの差動信号として振動信号が検出される。

なお、圧電アクチュエータ31の具体的な電装関係については図5を参照して後述する。

#### 【0050】

次に、補強板51は、図3に示すように、ねじピン142に取付固定される固定部512と、圧電素子52, 53が配置される自由端部FRとを一体に有する。

20

#### 【0051】

自由端部FRは、圧電素子52, 53の形状に応じた平面略矩形の板状に形成され、かつその長手方向に沿った一方の側面に固定部512が設けられる振動部511と、この振動部511の他方の側面部から延びる腕部513とを有する。

また、振動部511は、長手方向に沿って円弧状に突出する突起511A, 511Bを短辺側の両側面にそれぞれ有する。これらの突起511A, 511Bはいずれも、半径0.25mmの円弧形状であり、振動部511の屈曲振動の節位置A(平面中心)について点対称の位置にそれぞれ配置され、一方の突起511Aがロータ32に当接する。

30

このように各突起511A, 511Bの形成された位置は、振動部511の長手方向に沿った中心線C上から外れた位置であって、振動部511の長手方向に沿った縦一次振動にとってアンバランスな位置に形成されており、圧電素子52, 53への電圧印加によって縦一次振動を励振すると、振動部511の長手方向と交差する方向に屈曲二次振動が誘起することになる。

#### 【0052】

固定部512は、振動部511の長手方向と交差する方向に励振する屈曲振動の節位置Aの近傍に設けられ、振動部511と繋がる固定部側ネック部としてのネック部512Aを有する。

また、固定部512には、図3に示すように、複数の孔512B, 512C, 512Dが振動部511の長手方向に並んで設けられている。これらのうち両端の孔512B, 512Dに位置決めピン143がそれぞれ挿通され、中央の孔512Cには、ねじピン142(図5)が挿通される。

40

#### 【0053】

ここで、固定部512には、図5に示すように、圧電素子52, 53の導通に係る構成として、スペーサ551, 552、およびリード基板561, 562が設けられている。

スペーサ551, 552は、その平面形状が固定部512と略同形状に形成され、固定部512の孔512Cの周りの両面側にそれぞれ接着されている。これらのスペーサ551, 552にそれぞれ、リード基板561, 562が接着されている。

また、リード基板561, 562からオーバーハングされた銅箔(配線パターン)56

50

1 A , 5 6 2 A がそれぞれ、圧電素子 5 2、5 3 に半田付けされている。

なお、リード基板 5 6 1 , 5 6 2 は、銅箔 5 6 1 A , 5 6 2 A が外側（補強板 5 1 とは反対側）を向くように配置されている。

#### 【0054】

そして、固定部 5 1 2 を地板 1 4 に固定する際には、リード基板 5 6 1 にばね部材 5 7 が組立配置され、ばね部材 5 7 は回路基板 1 5 に接触導通される。このばね部材 5 7 により、補強板 5 1 を挟んで圧電素子 5 2 , 5 3 の両外側に設けられた各電極が互いに同電位とされる。

さらに、ばね部材 5 7 には絶縁板 5 8 が配置され、スペーサ 5 5 1 , 5 5 2、リード基板 5 6 1 , 5 6 2、および絶縁板 5 8 に形成された各孔に、ねじピン 1 4 2 が挿通される。このねじピン 1 4 2 に形成された雌ねじ穴に、押さえ板 5 4 の孔を介してねじ 5 1 2 E が螺合されることで、振動体 5 0 は地板 1 4 に取付固定される。

なお、補強板 5 1 の拘束状態は、本実施形態では、複数の孔 5 1 2 B ~ 5 1 2 D（図 3）に位置決めピン 1 4 3 やねじピン 1 4 2 が挿通されることで補強板 5 1 の回転が規制され、また、ねじ 5 1 2 E の固定により、補強板 5 1 の平面と交差する向きでのばたつきが規制されたものである。

ここで、押さえ板 5 4 は、回路基板 1 5 の基準電位と接触導通されているとともに補強板 5 1 に接触導通されるばね部 5 9 を有する。押さえ板 5 4 は、ばね部 5 9、そして補強板 5 1 を通じて圧電素子 5 2 , 5 3 の内側に導通される。この押さえ板 5 4 とばね部材 5 7 とは、絶縁板 5 8 によって別電位とされている。

#### 【0055】

このような固定部 5 1 2 による地板 1 4 への取付固定により、振動体 5 0 は片持ち固定され、振動体 5 0 を片持ち支持された梁と見立てると、地板 1 4 に固定されない振動部 5 1 1 および腕部 5 1 3 が、振動体 5 0 の自由端部 F R となっている。

#### 【0056】

腕部 5 1 3 は、図 3 に示すように、振動部 5 1 1 と繋がる腕部側ネック部としてのネック部 5 1 3 A から突出部 1 4 4 に向かって延びて略矩形状に形成されている。この腕部 5 1 3 は、固定部 5 1 2 と同様に、振動部 5 1 1 の屈曲振動の節位置 A の近傍に設けられ、これら腕部 5 1 3 および固定部 5 1 2 のネック部 5 1 3 A , 5 1 2 A は、振動部 5 1 1 の短手方向において互いに対向する位置に設けられている。

また、腕部 5 1 3 には、突出部 1 4 4 の小径部 1 4 4 B が挿通される孔 5 1 3 B が形成されている。

#### 【0057】

前述した腕部 5 1 3 および固定部 5 1 2 のネック部 5 1 3 A , 5 1 2 A の寸法に関し、図 6 を参照して具体的な数値を例示する。振動部 5 1 1 の短手方向における幅  $W_1$ （短辺）が 1.98 mm、長手方向における長さ  $L_1$ （長辺）が 7 mm の場合において、これらネック部 5 1 3 A , 5 1 2 A の振動部 5 1 1 長手方向における幅  $w$  は、0.4 ~ 0.6 mm 程度に設定されることが好適である。この幅  $w$  は、振動部 5 1 1 の長さ  $L_1$  の約 5 ~ 8 % の寸法に設定されることが好ましく、約 6 ~ 7 % の寸法に設定されることがより好ましい。なお、5 % に満たない場合は、振動部 5 1 1 における平常時の振動に強度上耐えられず、8 % を超えると振動部 5 1 1 における縦振動の妨げとなりかねない。

さらに、ネック部 5 1 3 A , 5 1 2 A の振動部 5 1 1 長手方向における長さ  $l$  は、幅  $w$  よりも短いことが好ましい。その長さ  $l$  は、幅  $w$  の約 90 % ± 5 % 程度であることが好ましい。

#### 【0058】

ここで、振動部 5 1 1 の振動に伴う腕部 5 1 3 の固有振動数は、振動部 5 1 1 の振動と干渉しないように決める必要があるが、腕部 5 1 3 の形状を仮に、細長い形状とした場合は、腕部 5 1 3 の振動について 2 次、3 次などの高次の振動モードが生じ、腕部 5 1 3 の振動と干渉しないように腕部 5 1 3 の形状を設定できる範囲が狭められてしまう。

したがって、腕部 5 1 3 の形状は細長い形状を避けて設定されており、具体的には、振

10

20

30

40

50

動部 5 1 1 やこの振動部 5 1 1 よりも長さが短い固定部 5 1 2 よりも、振動部 5 1 1 の長手方向における腕部 5 1 3 の長さ寸法が短くなるようにした。すなわち、図 6 を参照すると、腕部 5 1 3 の長さ  $L_3$  は、固定部 5 1 2 の長さ  $L_2$  や振動部 5 1 1 の長さ  $L_1$  よりも短い。そして、腕部 5 1 3 の幅  $W_3$  は腕部 5 1 3 の長さ  $L_3$  よりも小さいが、この幅  $W_3$  に対する長さ  $L_3$  の比率は、振動部 5 1 1 の幅  $W_1$  に対する長さ  $L_1$  の比率や、固定部 5 1 2 の幅  $W_2$  に対する長さ  $L_2$  の比率よりも小さくなっている。つまり、腕部 5 1 3 の形状は固定部 5 1 2 や振動部 5 1 1 に比べて細長くされていない。

これにより、腕部 5 1 3 が励振する振動モードは、振動部 5 1 1 の長手方向に沿った縦振動が支配的となり、この腕部 5 1 3 の固有振動数を振動部 5 1 1 の固有振動数と十分に離すことにより、干渉による振動の減衰を回避できる。

なお、このような腕部 5 1 3 の寸法により、腕部 5 1 3 の面積は固定部 5 1 2 の面積や振動部 5 1 1 の面積と比べて小さく、腕部 5 1 3 は固定部 5 1 2 や振動部 5 1 1 よりも軽量であるため、腕部 5 1 3 の固有振動数と振動部 5 1 1 の固有振動数とを十分に離すことが可能となり、腕部 5 1 3 の振動の干渉による振動部 5 1 1 の振動減衰を良好に抑制できる。

#### 【 0 0 5 9 】

このような腕部 5 1 3 の形状により、腕部 5 1 3 の振動を質量とばね定数の問題として考えることができ、腕部 5 1 3 の幅を  $W_3$  (図 6)、腕部 5 1 3 の厚みを  $t$ 、腕部 5 1 3 の長さを  $L_3$  (図 6)、腕部 5 1 3 の質量を  $m$ 、補強板 5 1 のヤング率を  $E$  とすると、腕部 5 1 3 の固有振動数  $P$  は、次の数式 (1) で表される。

#### 【 0 0 6 0 】

#### 【 数 1 】

$$P = \sqrt{\frac{W_3^3 t E}{4mL_3^3}} \text{ [rad/sec] } \dots (1)$$

#### 【 0 0 6 1 】

一方、腕部 5 1 3 の固有振動数の具体的な値は、振動部 5 1 1 の縦振動の固有振動数や圧電アクチュエータ 3 1 に印加される駆動電圧の周波数との関係で決められる。なお、駆動電圧の周波数 (駆動周波数) については、振動部 5 1 1 における縦振動の共振点と屈曲振動の共振点などを考慮して決められる。

図 7 (A) に、振動部 5 1 1 における駆動周波数とインピーダンスとの関係を示し、図 7 (B) には、振動部 5 1 1 における駆動周波数と縦振動の振幅および屈曲振動の振幅との関係を示した。図 7 (A) に示すように、駆動周波数に対してインピーダンスが極小であって振幅が最大となる共振点が二点現れ、これらのうち周波数の低い方が縦振動の共振点、高い方が屈曲振動の共振点となる。

すなわち、縦振動の縦共振周波数  $f_{r1}$  と屈曲振動の屈曲共振周波数  $f_{r2}$  との間で振動体 2 0 A を駆動すると、縦振動および屈曲振動双方の振幅が確保され、圧電アクチュエータ 3 1 は高効率で駆動する。なお、縦共振周波数  $f_{r1}$  と屈曲共振周波数  $f_{r2}$  とを互いに近接させることで、縦振動および屈曲振動の振幅がより大きくなる駆動周波数を設定することができる。

#### 【 0 0 6 2 】

本実施形態では、振動部 5 1 1 の縦共振周波数 (縦振動の固有振動数) は約 2 0 0 k H z であり、図 7 などに鑑み、駆動周波数は約 2 3 0 k H z ~ 約 3 0 0 k H z の範囲で決められている。ここで、縦振動の固有振動数 2 0 0 k H z に対して、腕部 5 1 3 の固有振動数が 5 % 程度、すなわち所定値として 1 0 k H z 以上離れていれば振動部 5 1 1 の振動に腕部 5 1 3 の振動が干渉しないと考えられる。この所定値 1 0 k H z は、駆動周波数を 2 5 0 k H z とする場合では、駆動周波数に対して 4 % となる。このようにすれば、振動部 5 1 1 の縦振動に腕部 5 1 3 の振動が干渉せず、振動部 5 1 1 が励振する一次振動としての縦振動が減衰しなければ、二次振動としての屈曲振動の誘発が妨げられない。腕部 5 1

10

20

30

40

50

3の固有振動数の設定に関しては、次の条件式(2-1)および条件式(2-2)で表すことができる。

【0063】

【数2】

$$\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{W_3^3 t E}{4mL_3}} < (\text{振動部の縦共振周波数}) - 10\text{kHz} \quad \dots (2-1)$$

$$(\text{振動部の縦共振周波数}) + 10\text{kHz} < \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{W_3^3 t E}{4mL_3}} \quad \dots (2-2)$$

10

【0064】

ところで、腕時計1が落下等によって外部から衝撃を受けた場合に、この外部衝撃力が、ロータ32と振動体50とを押しつける方向に作用すると、振動体50又はロータ32に破損が生じるおそれがある。また、圧電アクチュエータ31の駆動時に前記方向に外部衝撃力が作用すると、圧電アクチュエータ31の振幅量が小さくなってしまい、ロータ32を十分に送ることができなくなってしまうおそれがある。さらに、衝撃により、振動体50が他の部品に衝突し、破損するおそれがある。

【0065】

20

そこで、圧電アクチュエータ31の耐衝撃構造として、圧電アクチュエータ31が地板14に組み込まれた際に、図5に示すように、腕部513と地板14の突出部144との間に、隙間SP1, SP2が形成されるようにした。すなわち、腕部513の孔513Bの内周縁と突出部144の小径部144Bとの間には、補強板51の平面方向(XY方向)に沿って隙間SP1が形成され、腕部513と大径部144Aとの互いの対向面513C, 144Cとの間には、腕時計1の厚み方向Z(圧電素子52, 53と補強板51との積層方向と略同じ)に沿って隙間SP2が形成される。また、押さえ板54の段落ち部541と、この段落ち部541に対向する腕部513の対向面513Dとの間にも、腕時計1の厚み方向Zに沿って隙間SP2が形成される。

これらの隙間SP1, SP2は、外部衝撃が加わらない状態においてそれぞれ形成されており、これらの隙間SP1, SP2により、自由端部FRが可動とされ、振動部511の振動が確保されるとともに、衝撃時には、これらの隙間SP1, SP2の範囲内に振動部511の移動が留まり、隙間SP1, SP2の寸法以上に振動部511が移動しない。このため、振動部511がロータ32などの他の部品へ衝突することを防止できる。

30

【0066】

これらの隙間SP1, SP2の寸法は、縦振動および屈曲振動それぞれの振動の方向、および振幅などによって規定されるほか、腕時計1が衝撃を受けた際の自由端部FRにおける最大撓み量と、自由端部FRが最大に撓んだとき、梁と見立てた振動体50の等分布荷重に伴うネック部512Aに生じる内部応力と、補強板51の材料であるステンレス鋼の強度との関係から設定されている。つまり、衝撃時に振動体50の変位、変形が生じて

40

も、振動部511が隙間SP1, SP2の範囲を超えて移動せず、ネック部512Aが折れるなどの支障もないようになっている。

なお、隙間SP1, SP2の寸法を、振動を阻害しない程度に小さくすることで耐衝撃性を向上させることができるので、補強板51や圧電素子52, 53の形状のばらつきや組立誤差によって振動体50と突出部144との間に生じる公差を、隙間SP1, SP2の寸法として決めることも可能である。

【0067】

ここで、衝撃時における腕時計1への荷重条件は、腕時計1を落下させたりぶついたりした際の腕時計1の姿勢や位置によって変わるが、6時-12時方向が鉛直方向に沿った姿勢で床等に着地し、6時-12時位置に設けられたリストバンド21により衝撃が吸収

50

される場合と比べて、9時 - 3時方向が鉛直方向に沿った姿勢で落下、着地した際は、振動体50への衝撃力が大きい。このため、本実施形態では、数メートルの高さから腕時計1を落下させ、腕時計1が9時 - 3時方向に沿う方向を鉛直方向としてケース20の側面から着地した際に振動体50に作用する外力で、自由端部FRの最大撓み量を算出している。

#### 【0068】

なお、このように腕時計1のケース20側面から着地する場合に限らず、腕時計1のケース20表側（カバーガラス側）あるいは裏側（裏蓋側）から着地した際の最大撓み量を用いてもよい。

振動体50の最大撓み量を得るために、振動体50への荷重は、梁における荷重の等分布性により撓みが分散される線荷重ではなく、点荷重とし、荷重が印加される位置は、振動部511の腕部513近傍に設定した。

#### 【0069】

本実施形態における圧電アクチュエータ31は、単層の交流電圧の印加によって駆動される。圧電アクチュエータ31を駆動する際には、図示しない電圧印加装置により、圧電素子52, 53に駆動電圧を例えば周波数250kHzで印加する。これにより、圧電素子52, 53は、補強板51を共通電極として同時に伸縮し、その長手方向に沿って伸縮する縦一次振動を励振する。この際、突起511A, 511Bのアンバランスによる振動部511の短手方向へのモーメントにより、振動部511は、平面中心（節位置A）に点対称に、振動部511の短手方向に沿って屈曲する屈曲二次振動を誘起し、振動部511は縦振動と屈曲振動との混合モードで振動する。これにより、振動体50の突起511Aは略楕円状の軌道R（図3）を描いて運動する。この突起511Aの軌道Rに沿った運動によって、ロータ32は図2中反時計回り方向に回転駆動される。

なお、ロータ32に当接されない突起511Bが突起511Aの対称位置でバランスとして機能することで、突起511Aの移動軌跡が所望の軌道Rとなる。

#### 【0070】

このような圧電アクチュエータ31の駆動時、振動体50の自由端部FRは、隙間SP1および隙間SP2の範囲内で可動であり、これらの隙間SP1, SP2は、縦振動および屈曲振動の振幅などを基に設定されているため、腕部513の孔513Bに突出部144が挿通されていても、突出部144によって振動部511の振動は阻害されず、駆動効率の低下は生じない。すなわち、隙間SP1の存在により、振動部511の板面に沿った方向において変位する縦振動が阻害されない。また、屈曲振動にはモーメントが伴うが、隙間SP2の存在により、屈曲振動が阻害されない。

#### 【0071】

一方、腕時計1を落下させるなどの衝撃時には、衝撃の外力によって振動体50が腕時計1の平面方向（XY方向）および厚み方向Zを含んだ任意の方向に移動、変形しようとするが、振動部511が衝撃力の大きさにより、隙間SP1, SP2内部で移動するか隙間SP1, SP2で移動した後、腕部513の孔513Bに突出部144が係止される。すなわち、腕時計1の平面方向（XY方向）に作用する外力に対しては、隙間SP1の存在によって振動部511の移動が捕捉され、腕時計1の厚み方向Zに作用する外力については、隙間SP2の存在によって振動部511の移動が捕捉される。

#### 【0072】

ここで、腕部513のネック部513Aと固定部512のネック部512Aとが振動部511の平面中心（節位置A）に点対称に設けられているため、落下時などの外部衝撃の際に、固定部512とは正反対となる側から、腕部513における度当たり構造によって振動部511を確実に捕捉可能となる。これにより、固定部512で片持ち支持された振動部511が衝撃で振られ、振動部511の振動挙動に固定部512から放射方向にねじれる変位が加わることが防止される。すなわち、このような外乱時にも振動部511の振動が正常に維持される。

#### 【0073】



そのため、振動部 5 1 1 が隙間 S P 1 , S P 2 を超えてロータ 3 2 などの他の部品に対して突き当たり、破損したり、振動部 5 1 1 がロータ 3 2 から離れてロータ 3 2 の送り量に変動したり、ロータ 3 2 との押圧係合が完全に外れたままとすることを防止できる。

また、前述のように、隙間 S P 1 , S P 2 は、固定部 5 1 2 におけるネック部 5 1 2 A でのステンレス鋼の材料強度を勘案して決められているため、衝撃によってネック部 5 1 2 A 近傍が折れたり、ネック部 5 1 2 A に設けられた銅箔 5 6 1 A , 5 6 2 A が切れるようなことも防止できる。

#### 【 0 0 7 4 】

すなわち、本実施形態によれば、次のような効果を奏する。

( 1 ) 腕時計 1 のカレンダー機構 3 0 を駆動する圧電アクチュエータ 3 1 において、振動体 5 0 が腕部 5 1 3 を有し、振動体 5 0 を地板 1 4 に組み込んだ際に、腕部 5 1 3 と突出部 1 4 4 との間に隙間 S P 1 , S P 2 が形成されるため、駆動時、これらの隙間 S P 1 , S P 2 で自由端部 F R はフリーの状態でありながら、外部衝撃が加わった際には、腕部 5 1 3 にて突出部 1 4 4 に係止される。これにより、振動部 5 1 1 が、固定部 5 1 2 および腕部 5 1 3 がそれぞれ設けられた両側で受け止められるため、振動部 5 1 1 が隙間の寸法を超えて移動することを防止できる。なお、隙間 S P 1 は X Y 方向、そして隙間 S P 2 は Z 方向に形成され、このような三次元的な隙間の存在により、任意の方向に作用し得る外力が加わった際に腕部 5 1 3 が度当たりとなるため、その外力が緩衝される。

したがって、振動部 5 1 1 の振動が妨げられることなくロータ 3 2 を駆動することが可能であるとともに、衝撃により振動部 5 1 1 によるロータ 3 2 の送り量に変動したり、振動部 5 1 1 がロータ 3 2 やロータ支持体 3 2 0 などの部品に衝突して破損することなどを防止できる。

#### 【 0 0 7 5 】

( 2 ) ここで、腕部 5 1 3 が隙間 S P 1 , S P 2 を挟んで突出部 1 4 4 に対向し、衝撃時に移動、変形した際に突出部 1 4 4 によって振動体 5 0 が確実に捕捉されること、および、振動体 5 0 が捕捉されるのは、衝撃時に撓み量が大となる自由端部 F R 側であることから、耐衝撃の効果が大きい。

したがって、駆動効率の低下を招くことなく、落下衝撃などに対応する耐衝撃性を大幅に向上させることができ、通常は両立させることが困難な駆動効率と耐衝撃とに関する問題を共に解消できる。

#### 【 0 0 7 6 】

なお、これらの効果を得るためには、前述のように自由端部 F R の最大撓み量やネック部 5 1 2 A における内部応力、補強板 5 1 の材料強度などに基いて、自由端部 F R と突出部 1 4 4 との間に所定寸法の隙間 S P 1 , S P 2 を設定するだけでよいため、設計が困難となることもない。

#### 【 0 0 7 7 】

( 3 ) さらに、振動体 5 0 の腕部 5 1 3 に形成された孔 5 1 3 B に突出部 1 4 4 が挿通され、突出部 1 4 4 と腕部 5 1 3 の孔 5 1 3 B との間のガタにより隙間 S P 1 が形成される構造であって、衝撃時、突出部 1 4 4 に腕部 5 1 3 の孔 5 1 3 B の内周縁部が係止され、これを通じて、孔 5 1 3 B の内側から外側への振動部 5 1 1 の移動が確実に規制されるため、耐衝撃性を向上させることができる。

#### 【 0 0 7 8 】

( 4 ) 腕部 5 1 3 の孔 5 1 3 B に挿通される突出部 1 4 4 が大径部 1 4 4 A および小径部 1 4 4 B で構成されているため、孔 5 1 3 B の内周縁と突出部 1 4 4 ( 小径部 1 4 4 B ) 外周との間の隙間 S P 1 のみならず、大径部 1 4 4 A と腕部 5 1 3 との互いの対向面 1 4 4 C , 5 1 3 C との間にも隙間 S P 2 が形成され、これらの隙間 S P 1 , S P 2 を介した構造をそれぞれ、衝撃時における振動体 5 0 の度当たりとして機能させることが可能となる。また、押さえ板 5 4 が設けられ、段落ち部 5 4 1 と腕部 5 1 3 との対向面 5 1 3 D との間に形成された隙間 S P 2 もまた、振動体 5 0 の度当たり構造を実現する。

このように腕時計 1 の平面方向 ( X Y 方向 ) および厚み方向 Z に隙間 S P 1 , S P 2 が

それぞれ形成され、これらの隙間 S P 1 , S P 2 を介した構造によって、腕時計 1 の平面方向や厚み方向、さらには、これら平面方向および厚み方向と交差する斜め方向に作用する外力による振動体 5 0 の移動を捕捉できるから、耐衝撃性をより一層向上させることができる。

【 0 0 7 9 】

( 5 ) また、固定部 5 1 2 および腕部 5 1 3 が括れ形状のネック部 5 1 2 A , 5 1 3 A を介して振動部 5 1 1 に設けられ、これらのネック部 5 1 2 A , 5 1 3 A は振動部 5 1 1 における屈曲振動の節位置 A 近傍に設けられているため、このような固定部 5 1 2 および腕部 5 1 3 を設けることによる振動部 5 1 1 の振動特性への影響を極力小さくできる。

また、振動部 5 1 1 から腕部 5 1 3 および固定部 5 1 2 を通じて散逸する振動エネルギーを小さくできるので、圧電アクチュエータ 3 1 の駆動効率を向上させることができる。

10

【 0 0 8 0 】

( 6 ) 以上のように、衝撃時に振動体 5 0 が突出部 1 4 4 によって捕捉され、振動体 5 0 の突起がロータ 3 2 から外れないため、ロータ 3 2 の被当接面 3 2 2 には、突起 5 1 1 A を保持するための窪みなどを形成する必要がなく、被当接面 3 2 2 を凹凸のない略平面状に形成することが可能である。これにより、プレス打ち抜きなどにより、ロータ 3 2 を容易に製作することが可能となる。

【 0 0 8 1 】

( 7 ) そして、前述のように、耐衝撃性に優れる圧電アクチュエータ 3 1 をカレンダー機構 3 0 付きの腕時計 1 に適用したことは、衝撃時にロータ 3 2 の回転量が変動を来たさず、日表示窓 1 1 2、月表示部 1 1 3 などにおけるカレンダー表示がくるうなどの不具合をなくすることができるから、その効果は極めて大きい。

20

【 0 0 8 2 】

( 8 ) このほか、隙間 S P 1 , S P 2 の意義としては、圧電アクチュエータ 3 1 の駆動時、圧電素子 5 2 , 5 3 に設けられた駆動電極 5 1 1 D に振動ノイズが生じ難いことが挙げられ、これにより、電撃で駆動制御回路 5 1 4 が破壊されるなどの不具合を未然に防止できる。また、検出電極 5 1 1 C にも振動ノイズが生じ難いため、振動部 5 1 1 の振動を妨げないように検出電極 5 1 1 C が節位置 A 近傍で駆動電極 5 1 1 D に比べてかなり小さく形成されているにも関わらず、振動部 5 1 1 の振動状態を正確かつ確実に検出できる。この振動検出に基いて、駆動制御回路 5 1 4 により圧電アクチュエータ 3 1 を安定的に駆動

30

【 0 0 8 3 】

〔 第 2 実施形態 〕

次に、本発明の第 2 実施形態について説明する。

なお、以下の説明では、既に説明した実施形態と同様の構成については、同一符号を付して、説明を省略もしくは簡略する。

【 0 0 8 4 】

本実施形態は、第 1 実施形態において、振動体 5 0 を挟んで配置される地板および押さえ板と振動体 5 0 表面との間に所定寸法の隙間をそれぞれ設定したものである。

図 8 は、本実施形態における圧電アクチュエータ 7 1、ベース部材としての地板 7 4、および押さえ板 7 5 の側断面図である。

40

【 0 0 8 5 】

地板 7 4 には、振動体 5 0 の自由端部 F R に向かって腕時計 1 の厚み方向 Z ( 補強板 5 1 と圧電素子 5 2 , 5 3 の積層方向と略同じ ) に沿って突出する対向部としてのピン部 7 4 1 が形成されている。

また、押さえ板 7 5 には、腕時計 1 の厚み方向 Z に沿う方向に沿って突出する対向部としての凸部 7 5 1 がプレス成型などで形成されており、凸部 7 5 1 の突出先端面は、振動体 5 0 と向き合う対向面 7 5 1 A となっている。

【 0 0 8 6 】

このような地板 7 4 および押さえ板 7 5 に対して振動体 5 0 を組み込むと、ピン部 7 4

50

1 および対向面 7 5 1 A は、自由端部 F R を挟んで互いに対向し、ピン部 7 4 1 と振動部 5 1 1 裏面との間には、隙間 S P 3 が介在し、押さえ板 7 5 の対向面 7 5 1 A と振動部 5 1 1 表面との間には、隙間 S P 4 が介在することとなる。

【 0 0 8 7 】

本実施形態によれば、第 1 実施形態で述べた作用効果に加えて、次のような効果を奏する。

【 0 0 8 8 】

( 9 ) 地板 7 4 および押さえ板 7 5 にそれぞれピン部 7 4 1 および凸部 7 5 1 が形成され、これらのピン部 7 4 1 および凸部 7 5 1 がそれぞれ隙間 S P 3 , S P 4 を介して、振動体 5 0 の自由端部 F R と腕時計 1 の厚み方向 Z で向き合うため、衝撃時における自由端部 F R の地板 7 4 側への移動、および押さえ板 7 5 側への移動の両方が防止されて、耐衝撃性をより向上させることができる。

10

【 0 0 8 9 】

( 1 0 ) しかも、ピン部 7 4 1 および凸部 7 5 1 は、衝撃時に撓み量が大となる自由端部 F R に臨むように設けられているため、振動体 5 0 の耐衝撃性をより一層向上させることができる。

【 0 0 9 0 】

〔本発明の変形例〕

以上、本発明を実施するための最良の構成について具体的に説明したが、本発明は、これに限定されるものではない。すなわち、本発明は、主に特定の実施形態に関して特に図示され、かつ、説明されているが、本発明の技術的思想および目的の範囲から逸脱することなく、以上述べた実施形態に対し、形状、材質、数量、その他の詳細な構成において、当業者が様々な変形および改良を加えることができるものである。

20

上記に開示した形状、材質などを限定した記載は、本発明の理解を容易にするために例示的に記載したものであり、本発明を限定するものではないから、それらの形状、材質などの限定の一部もしくは全部の限定を外した部材の名称での記載は、本発明に含まれるものである。

【 0 0 9 1 】

例えば、前記各実施形態では、腕部 5 1 3 の孔 5 1 3 B の内周縁と突出部 1 4 4 との間に隙間 S P 1 , S P 2 が介在していたが、このような構造に限らず、例えば、腕部に孔でなく凹部が形成され、腕部のこの凹部内面と被取付部との間に隙間が介在する構造であってもよい。

30

さらに、自由端部は腕部を有していなくてもよく、例えば、平面矩形状の自由端部の側面部が、被取付部との間に隙間を介して配置されていてもよい。

【 0 0 9 2 】

また、自由端部の形状は矩形状に限らず、菱形、平行四辺形、台形、トラス形などの各種形状を採用できる。

なお、自由端部は、振動体において、被取付部材に取付固定されていない、すなわち固定部以外の部分とみなすことができ、この自由端部と被取付部との間の隙間の位置は、前記実施形態のように自由端部の端部や側面でなく、自由端部の略中央であってもよい。

40

【 0 0 9 3 】

さらに、第 2 実施形態では、振動体 5 0 が取付固定された地板 1 4 とは別部材の押さえ板 5 4 に、自由端部 F R と対向する凸部 7 5 1 が形成されていたが、これに限らず、自由端部と向き合う対向部は、被取付部が形成された部材と一体に形成されていてもよい。例えば、被取付部を含む断面コ字状のケース内部に、板状の振動体が側面方向から挿入され、このケース内に、振動体の自由端部と向き合う対向部が一体に形成されていてもよい。

【 0 0 9 4 】

また、前記各実施形態では、腕時計 1 の厚み方向 Z と、圧電素子 5 2 , 5 3 および補強板 5 1 の積層方向とは略同じであったが、これに限らず、圧電素子と補強部材との積層方向が、例えば、時計の平面方向であってもよい。

50

なお、圧電アクチュエータで駆動されるものは、回転駆動されるロータに限らず、直線的に移動するように駆動される被駆動体であってもよい。

【0095】

そして、前記各実施形態では、圧電アクチュエータの適用例として腕時計のカレンダー機構を示したが、これに限らず、カレンダーよりも単位時間あたりの送り量が大きく、ほぼ連続的に駆動される秒針などの駆動手段としても、本発明の圧電アクチュエータを適用し得る。ここで、時計の種類は腕時計に限定されず、本発明は、携行される懐中時計などにも好適である。

【0096】

さらに、時計以外に、カメラのズームやオートフォーカス機構、フィルムの巻き上げ機構、さらには、プリンタの紙送り機構や、乗り物並びに人形などの玩具類を駆動する機構にも、本発明の圧電アクチュエータを適宜使用できる。つまり、本発明の圧電アクチュエータは、時計に限らず、カメラやプリンタ、玩具などの各種電子機器にも組み込み可能である。

【0097】

またさらに、前記実施形態に示した振動部の長さおよび幅などの寸法や、この振動部との比較における固定部、腕部の長さおよび幅寸法などは一例に過ぎず、振動部の固有振動数や駆動周波数などに応じて、腕部の固有振動数などは適宜決めてよい。すなわち、前記実施形態では、腕部の固有振動数を振動部の固有振動数から離す値として10kHzを例示したが、これに限定されず、例えば、振動部の縦振動の固有振動数の約4%～約7%相当、腕部の固有振動を振動部の固有振動数から離せばよい。

【図面の簡単な説明】

【0098】

【図1】本発明の第1実施形態における時計の外観図。

【図2】前記実施形態におけるムーブメントの平面図。

【図3】図2の要部拡大図であり、圧電アクチュエータを示す図。

【図4】前記実施形態における圧電アクチュエータの側断面図。

【図5】前記実施形態における圧電アクチュエータの側断面図。

【図6】図3に示した圧電アクチュエータにおいて、各部の寸法を示す図。

【図7】前記実施形態における振動体について、(A)は、駆動周波数とインピーダンスとの関係を示すグラフ、(B)は、駆動周波数と縦振動および屈曲振動の振幅との関係を示すグラフ。

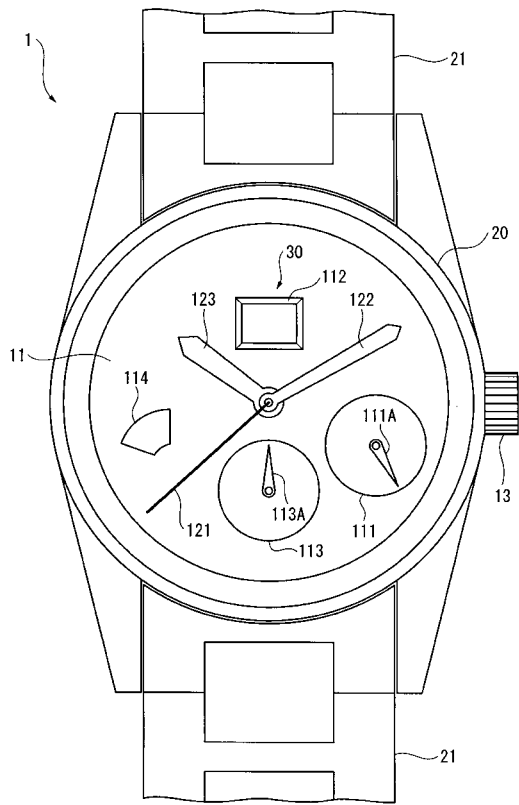
【図8】本発明の第2実施形態における圧電アクチュエータの側断面図。

【符号の説明】

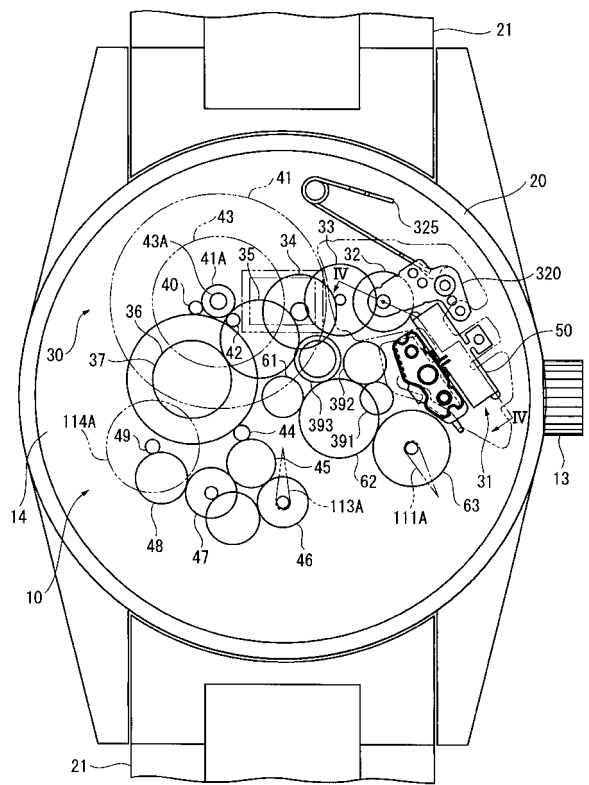
【0099】

1・・・腕時計(時計)、14・・・地板(ベース部材)、31・・・圧電アクチュエータ、32・・・ロータ(被駆動体)、50・・・振動体、51・・・補強板(補強部材)、52, 53・・・圧電素子、54・・・押さえ板(板部材)、142・・・ねじピン(被取付部)、144・・・突出部、144A・・・大径部(段差部)、144B・・・小径部(段差部)、144C・・・対向面、322・・・被当接面、511・・・振動部、511A・・・突起、512・・・固定部、512A・・・ネック部(固定部側ネック部)、513・・・腕部、513A・・・ネック部(腕部側ネック部)、513B・・・孔、513C・・・対向面、541・・・段落ち部(対向部)、74・・・地板(ベース部材)、741・・・ピン部(対向部)、75・・・押さえ板(板部材)、751・・・凸部(対向部)、FR・・・自由端部、SP1, SP2, SP3, SP4・・・隙間、A・・・節位置、L<sub>1</sub>・・・長さ(振動部の長さ寸法)、L<sub>3</sub>・・・長さ(腕部の長さ寸法)、W<sub>1</sub>・・・幅(振動部の幅寸法)、W<sub>3</sub>・・・幅(腕部の幅寸法)。

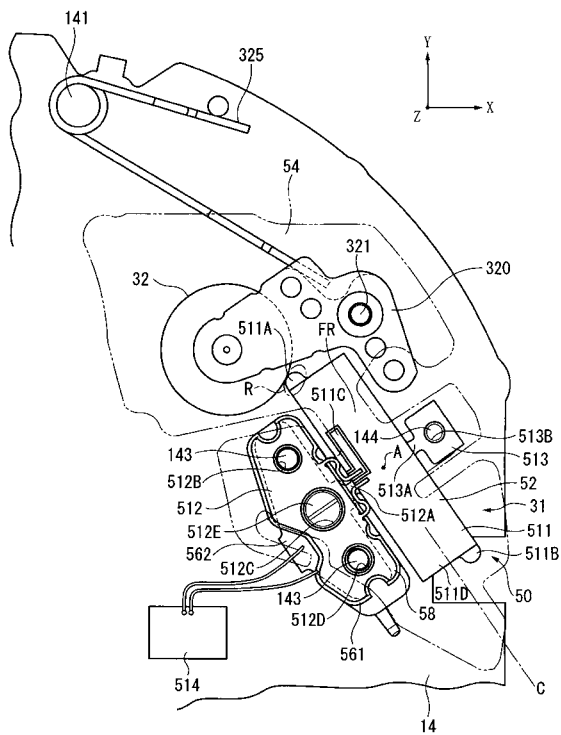
【 図 1 】



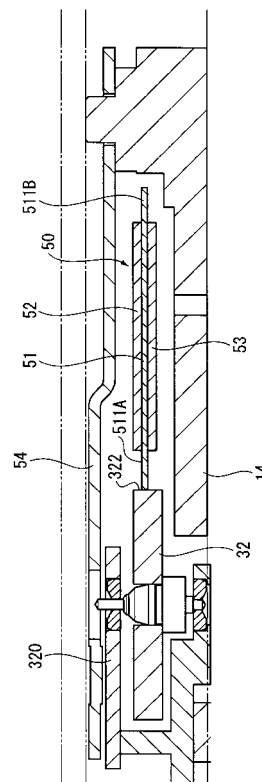
【 図 2 】



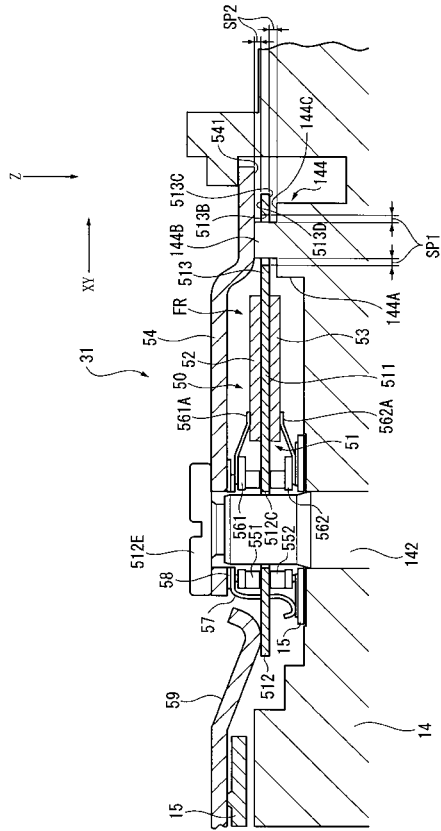
【 図 3 】



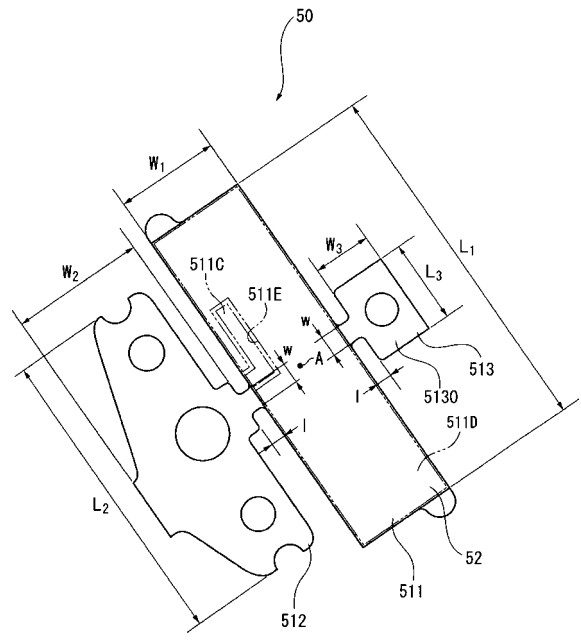
【 図 4 】



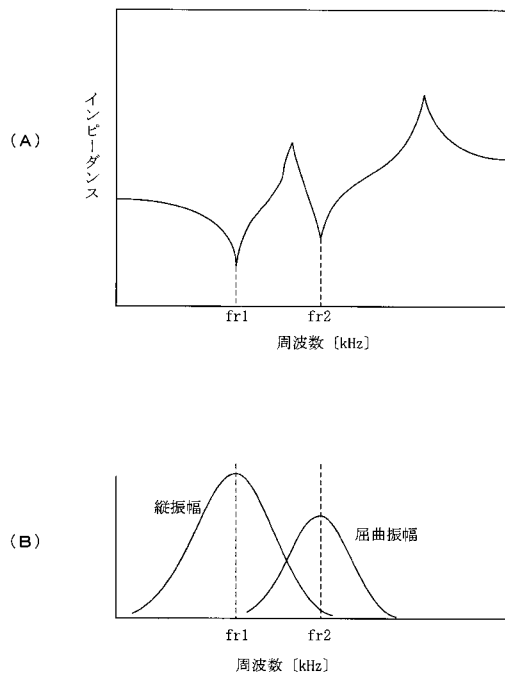
【 図 5 】



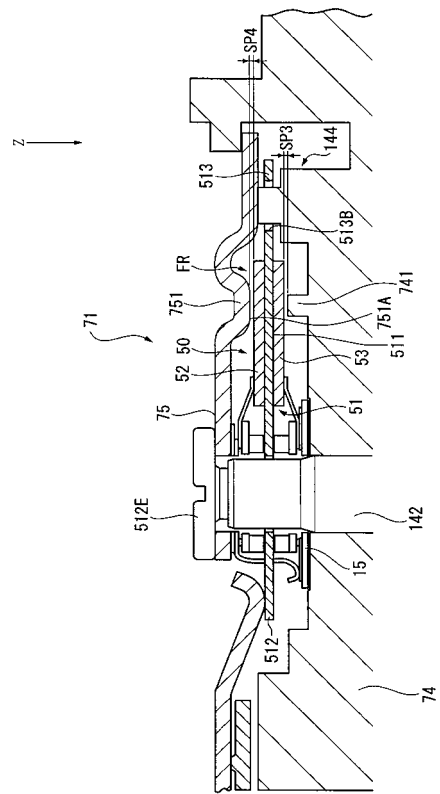
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



---

フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
<b>G 0 4 C</b>	<b>3/12</b>	<b>(2006.01)</b>	H 0 1 L 41/18	1 0 1 C
			H 0 1 L 41/18	1 0 2
			H 0 1 L 41/08	K
			G 0 4 C 3/12	A

Fターム(参考) 5H680 AA12 BB03 BC02 CC02 CC06 CC07 DD01 DD15 DD23 DD35  
DD53 DD55 DD65 EE04 FF26 FF33