(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3539187号
(P3539187)
(45)発行日　平成16年7月7日(2004.7.7)　(24)登録日　平成16年4月2日(2004.4.2)

(51)Int.Cl.[7]	F I	
H02N 2/00	H02N 2/00	A
H01L 41/113	H01L 41/08	B

請求項の数 8　(全 21 頁)

(21)出願番号　特願平10-55589
(22)出願日　平成10年3月6日(1998.3.6)
(65)公開番号　特開平11-252945
(43)公開日　平成11年9月17日(1999.9.17)
審査請求日　平成14年4月22日(2002.4.22)

(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　100095728
弁理士　上柳　雅誉
(74)代理人　100107261
弁理士　須澤　修
(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　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】発電装置及び電子機器

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
バイモルフ構造の圧電体と、前記圧電体を支持する支持手段と、前記支持手段に支持された前記圧電体を振動させる加振手段とを備え、振動中の前記圧電体で発生した電力を出力する発電装置において、
前記圧電体は、円盤形状を有し、２つの積層された圧電板と各圧電板の表面に設けられて電荷を取り出すことができる電極とを備え、
前記支持手段は、前記圧電体が節円１、節直径０のモードで振動するように前記圧電体の中心を中心とした円周上で、且つ前記圧電体の振動の節付近となる前記圧電体の中心から半径６５％±５％以内を支持し、
前記加振手段は、前記圧電体の振動の節以外を加振することを特徴とする発電装置。
【請求項２】
バイモルフ構造の圧電体と、前記圧電体を支持する支持手段と、前記支持手段に支持された前記圧電体を振動させる加振手段とを備え、振動中の前記圧電体で発生した電力を出力する発電装置において、
前記圧電体は、円盤形状を有し、２つの積層された圧電板と各圧電板の表面に設けられて電荷を取り出すことができる電極とを備え、
前記支持手段は、前記圧電体が節円０、節直径２のモードで振動するように前記圧電体の中心を通る相互に直交する節直径付近を支持し、
前記電極は、前記節直径の直交で区分された分割電極に形成されており、

前記加振手段は、前記圧電体の振動の節以外を加振することを特徴とする発電装置。
【請求項３】
前記加振手段は、前記圧電体の振動の腹付近を加振することを特徴とする請求項１又は２に記載の発電装置。
【請求項４】
前記圧電体が、外周の一部に切り欠き部を有する請求項２に記載の発電装置。
【請求項５】
前記加振手段は、前記圧電体の中心から半径１０％以内を加振する請求項１に記載の発電装置。
【請求項６】
前記圧電体の材質の硬度よりも高い硬度の材料が、前記圧電体の中心から半径１０％以内に取り付けられている請求項１に記載の発電装置。
【請求項７】
前記加振手段が、前記圧電体を節円０、節直径２のモードで振動させるため、２本の前記節直径が成す角度の２等分線と前記圧電体の外周との交点付近を加振する請求項２に記載の発電装置。
【請求項８】
請求項１～７のいずれかに記載の発電装置を備えた電子機器。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、圧電体を加振して発電を行う発電装置及びこの発電装置を備えた電子機器に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
圧電体を加振して発電を行う発電装置としては、従来より以下のような種々の装置が提案されている。例えばハンマを片持ち梁構造のバイモルフ型の圧電体に衝突させ、圧電体を振動させて発電を行う発電装置（特開平９－２３３８６２号公報参照）、円板形状のバイモルフ型の圧電体を固定板に貼り付け、圧電体をたわみ振動させて発電を行う発電装置（特開昭５６－６４６７７号公報参照）、円板形状のバイモルフ型の圧電体自体あるいは圧電体を貼り付けた基板の周囲を固定し、圧電体をたわみ振動させて発電を行う発電装置（特開昭６３－７２５９３号公報参照）がある。
【０００３】
【発明が解決しようとする課題】
上述した片持ち梁構造の圧電体を備えた発電装置では、振動時に固定端部に大きな応力が掛かるため、力が固定端部から逃げて、即ちＱ値が下がってエネルギの損失が大きくなるので、発電システムとしては不利になるという問題があった。また、円板形状の圧電体を固定板に貼り付ける発電装置や、円板形状の圧電体自体あるいは圧電体を貼り付けた基板の周囲を固定する発電装置では、加振によって多くの振動モードが表れて電荷の相殺が生じるという問題や、振動時に固定部に大きな応力が掛かるため、力が固定部から逃げて、即ちＱ値が下がってエネルギの損失が大きくなるので、発電システムとしては不利になるという問題があった。
【０００４】
本発明の目的は、上記課題を解消して、圧電体の振動効率を高めることができる支持手段を備えた発電装置及びこの発電装置を備えた電子機器を提供することである。
【０００５】
【課題を解決するための手段】
請求項１の発明は、バイモルフ構造の圧電体と、前記圧電体を支持する支持手段と、前記支持手段に支持された前記圧電体を振動させる加振手段とを備え、振動中の前記圧電体で発生した電力を出力する発電装置において、前記圧電体は、円盤形状を有し、２つの積層

された圧電板と各圧電板の表面に設けられて電荷を取り出すことができる電極とを備え、前記支持手段は、前記圧電体が節円１、節直径０のモードで振動するように前記圧電体の中心を中心とした円周上で、且つ前記圧電体の振動の節付近となる前記圧電体の中心から半径６５％±５％以内を支持し、前記加振手段は、前記圧電体の振動の節以外を加振することを特徴とする発電装置である。

【０００６】

この請求項１の発明では、上記のように円盤形状の圧電体を用いて、前記支持手段が、節円１、節直径０のモードで振動するように前記圧電体の中心を中心とした円周上で、且つ前記圧電体の振動の節付近となる前記圧電体の中心から半径６５％±５％以内を支持し、前記加振手段は、前記圧電体の振動の節以外を加振するようにしたから、効率の良い発電を作り出すように構成している。特に、振動の節を支持することで振動の損失を下げるように構成している。

【０００７】

請求項２の発明は、バイモルフ構造の圧電体と、前記圧電体を支持する支持手段と、前記支持手段に支持された前記圧電体を振動させる加振手段とを備え、振動中の前記圧電体で発生した電力を出力する発電装置において、前記圧電体は、円盤形状を有し、２つの積層された圧電板と各圧電板の表面に設けられて電荷を取り出すことができる電極とを備え、前記支持手段は、前記圧電体が節円０、節直径２のモードで振動するように前記圧電体の中心を通る相互に直交する節直径付近を支持し、前記電極は、前記節直径の直交で区分された分割電極に形成されており、前記加振手段は、前記圧電体の振動の節以外を加振することを特徴とする発電装置である。

【０００８】

この請求項２の発明では、上記のように円盤形状の圧電体を用いて、前記支持手段は、前記圧電体が節円０、節直径２のモードで振動するように前記圧電体の中心を通る相互に直交する節直径付近を支持し、前記電極は、前記節直径の直交で区分された分割電極に形成されており、前記加振手段は、前記圧電体の振動の節以外を加振するようにしたから、効率の良い発電を作り出すように構成している。特に、振動の節を支持することで振動の損失を下げるように構成している。

【０００９】

請求項３の発明は、請求項１又は２の構成において、前記加振手段は、前記圧電体の振動の腹付近を加振することを特徴としている。

【００１０】

この請求項３の発明では、振動の腹を加振することで、振動と発電の効率を高めるようにしている。

【００１１】

請求項４の発明は、請求項２の構成において、前記圧電体が、外周の一部に切り欠き部を有する発電装置である。

【００１２】

この請求項４の発明では、圧電体の進行波の発生を防止するように構成している。

【００１３】

請求項５の発明は、請求項１の構成において、前記加振手段が、前記圧電体を節円１、節直径０のモードで振動させるため、前記圧電体の中心から半径１０％以内を加振する発電装置である。

【００１４】

この請求項５の発明では、節円１、節直径０のモードで振動させる際の効率が最も高い位置を加振するように構成している。

【００１５】

請求項６の発明は、請求項１の構成において、前記圧電体の材質の硬度よりも高い硬度の材料が、前記圧電体の中心から半径１０％以内に取り付けられている発電装置である。

【００１６】

この請求項６の発明では、節円１、節直径０のモードで振動させる際に加振により圧電体が損傷しないように構成している。

【００１７】

請求項７の発明は、請求項２の構成において、前記加振手段が、前記圧電体を節円０、節直径２のモードで振動させるため、２本の前記節直径が成す角度の２等分線と前記圧電体の外周との交点付近を加振する発電装置である。

【００１８】

この請求項７の発明では、節円０、節直径２のモードで振動させる際の効率が最も高い位置を加振するように構成している。

【００１９】

更に好ましくは、上記構成において、前記支持手段が、前記圧電体の片面側から支持している発電装置である。

【００２０】

この構成では、圧電体を一方の面から支持するように構成している。

【００２１】

又、好ましくは、上記構成において、前記支持手段が、前記圧電体の両面側から支持している発電装置である。

【００２２】

この構成では、圧電体を両方の面から支持するように構成している。

【００２３】

又、好ましくは、上記構成において、前記支持手段が、前記圧電体を線支持している発電装置である。

【００２４】

この構成では、圧電体と線接触して支持するように構成している。

【００２５】

又、好ましくは、上記構成において、前記支持手段が、前記圧電体を点支持している発電装置である。

【００２６】

この構成では、圧電体と点接触して支持するように構成している。

【００２７】

更に好ましくは、上記構成において、前記支持手段の前記圧電体の支持部が、前記圧電体の発電信号により突出する圧電材料で形成されている発電装置である。

【００２８】

この構成では、振動時に支持部が突き出て圧電体を強固に支持することができるように構成している。

【００２９】

又、好ましくは、上記構成において、前記支持手段が、前記圧電体の電極の材質と同一材質で一体的に形成されている発電装置である。

【００３０】

この構成では、圧電体と支持部を一体化して、それらを一工程で作製することができるように構成している。

【００３１】

又、好ましくは、上記構成において、前記支持手段の支持部が、前記圧電体と超音波接合されている発電装置である。

【００３２】

この構成では、圧電体と支持部を超音波を用いて融着するように構成している。

【００３３】

又、好ましくは、上記構成において、前記支持手段の支持部が、前記圧電体の電極の材質と同一材質で形成されている発電装置である。

【００３４】

この構成では、超音波接合を容易にするために支持手段の支持部と圧電体の電極の材質を同一材質とするように構成している。

【００３５】

請求項８の発明は、請求項１～７のいずれかに記載の発電装置を備えた電子機器である。

【００３６】

この請求項８発明では、電子機器の駆動源として発電装置を備えた構成としている。

【００３７】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施の形態を図面に基づいて説明する。

【００３８】

図１は、本発明の発電装置の実施形態を示す概略構成図である。

【００３９】

この発電装置１は、ケース２内に収納された発電系１００、駆動系１６０及び蓄電系１８０で大略構成されている。尚、図では蓄電系１８０はケース２の外部に配置されているが、通常は駆動系１６０と重なるように配置されている。

【００４０】

発電系１００は、振動して交流電流を発生する圧電体１１０、圧電体１１０を加振する加振手段１２０及び圧電体１１０を支持する支持手段１３０で構成されている。

【００４１】

圧電体１１０は、円盤状のバイモルフ型に形成されており、図中のＡ－Ａ線断面図に示すように、蓄電系１８０に接続されている中間電極１１１、中間電極１１１の表裏面に接着されている２枚の圧電板１１２、１１３、各圧電板１１２、１１３の表面に成膜されている電極１１４、１１５を備えている。

【００４２】

加振手段１２０は、圧電体１１０を振動させるための打撃を圧電体１１０にパルス状に与える打撃付与手段１２１及び駆動系１６０からの駆動力を打撃付与手段１２１に伝達するための駆動力伝達手段１２２を備えている。尚、打撃付与手段１２１の代わりに、例えば気体、流体、磁界、光等の媒体を圧電体１１０にパルス状に与える媒体付与手段を備え、圧電体１１０を加振手段１２０と非接触で振動させるように構成しても良い。また、圧電体１１０を振動させるための打撃や媒体は、特にパルス状に与えなくても良い。

【００４３】

支持手段１３０は、圧電体１１０を支持する支持部１３１及び支持部１３１を固定する固定部１３２を備えている。

【００４４】

ここで、支持手段１３０による圧電体１１０の支持位置及び加振手段１２０による圧電体１１０の加振位置について説明する。

【００４５】

通常、振動体には、振動時に全く変位しない部分であるいわゆる節と呼ばれる部分と、振動時に最も変位する部分であるいわゆる腹と呼ばれる部分がある。振動体を最も効率良く振動させるには、節を支持して腹を加振すれば良く、圧電体１１０も所定の振動モードの節を支持して腹を加振すれば、発電効率を最も高めることができる。

【００４６】

円盤状の圧電体１１０の振動モードは、節円数をｎ、節直径数をｍとしたとき、（ｎ，ｍ）モードとして表すことができ、（１，０）モード、（０，２）モード、（０，３）モード、（２，１）モード等がある。ここでは、これらの振動モードのうち、エネルギ分配率の大きい（１，０）モード、（０，２）モードを使用する。

【００４７】

図２（Ａ）は、（１，０）モードの節を示す図であり、円盤状の圧電体１１０の外周と同心円状の１本の節円が生じており、（１，０）モードの振動形態は、図３（Ａ）～（Ｄ）に示すように、節円の外周側と内周側が逆位相で振動する形態となる。このような（１，

０）モードの節円の位置及び腹の位置は、図４に示す振動の伝達効率と圧電体１１０の半径方向位置との関係から、伝達効率が最も低い０．６ａ～０．７ａ（ａは圧電体１１０の半径）及び伝達効率が最も高い０～０．１ａとなる。従って、圧電体１１０を（１，０）モードで振動させる場合には、０．６ａ～０．７ａの範囲内、即ち圧電体１１０の中心から半径６５％±５％以内の円周上を支持し、０～０．１ａの範囲内、即ち圧電体１１０の中心から半径１０％以内を加振することにより、発電効率を最も高めることができる。
図２（Ｂ）は、（０，２）モードの節を示す図であり、円盤状の圧電体１１０の中心を通る相互に直交する２本の節直径が生じており、（０，２）モードの振動形態は、図５（Ａ）～（Ｄ）に示すように、節直径で区切られた扇形の対向する２組が逆位相で振動する形態となる。このような（０，２）モードの節直径の位置及び腹の位置は、図から明らかなように節直径の線上及び２本の節直径の成す角度の２等分線と圧電体１１０の外周との交点付近となる。従って、圧電体１１０を（０，２）モードで振動させる場合には、節直径の線上を支持し、２本の節直径の成す角度の２等分線と圧電体１１０の外周との交点付近を加振することにより、発電効率を最も高めることができる。

【００４８】

また、上述したように、この発電装置１は、加振手段１２０が打撃を圧電体１１０にパルス状に与えて発電させているので、以下で図６及び図７を参照してパルスについて説明する。

【００４９】

図６は、圧電体１１０を振動させたときの振幅（Ａ）と時間（ｔ）との関係の一例を示す波形図である。

【００５０】

この振動波形は、加振手段１２０により打撃を１パルスだけ圧電体１１０の中央部に与えて圧電体１１０を振動させたときの波形である。図からも明らかなように、圧電体１１０の振幅は、時間の経過に伴って減衰し、略２０波程度で収束する。従って、圧電体１１０をパルス状に与えられる打撃で効率良く振動させるには、上記減衰振動の減衰時間t_Eと周期Ｃを考慮する必要がある。

【００５１】

以上のことから、次のパルスを与えるタイミングを、上記減衰振動が完全に収束した後とし、またパルスを与える時間を、上記減衰振動の波形が立ち上がってから立ち下がる前、即ちピークに達する前までとすることにより、圧電体１１０の振動ロスを無くして振動効率を高めることができる。従って、図７に示すように、パルスとパルスの間隔（インターバル）Ｔは、上記減衰振動の減衰時間t_E以上とすることが望ましく、またパルスの幅ｂは、上記減衰振動の周期Ｃの１／４以下とすることが望ましい。

【００５２】

また、上記パルスの波形としては、連続的な正弦波ではなく、間欠的ないわゆる非正弦波であれば良く、例えば図７（Ａ）に示す方形波、同図（Ｂ）に示す三角波、同図（Ｃ）に示す丸みを帯びた方形波、同図（Ｄ）に示す鋸波、同図（Ｅ）に示すトリガ波、同図（Ｆ）に示す微分波を使用することができる。

【００５３】

駆動系１６０は、ケース２の振動等によりケース２の内部で回転する回転錘１６１及び回転錘１６１の回転を増速して加振手段１２０に伝達する輪列１６２で構成されている。

【００５４】

回転錘１６１は、半円形状に形成され、円形としたときの中心を回転中心とした回転軸１６１ａを備えている。輪列１６２は、回転錘１６１と同軸上で回転する回転錘車１６２ａ、回転錘車１６２ａとかみ合って回転する第１中間車１６２ｂ、加振手段１２０の駆動力伝達手段１２２と係合して第１中間車１６２ｂと同軸上で回転する第２中間車１６２ｃを備えている。

【００５５】

ここで、上述したように、圧電体１１０への打撃の付与間隔、即ちパルスとパルスの間隔

（インターバル）Ｔは、振動効率の点から圧電体１１０の減衰振動の減衰時間t_E以上にする必要がある。ところが、回転錘１６１がある速度以上の高速で回転したときは、上記インターバルＴが減衰時間t_E以下になって振動効率が低下してしまうので、そのときは回転錘１６１の回転が駆動力伝達手段１２２に伝達されないようにする必要がある。そこで、回転錘車１６２ａと第１中間車１６２ｂとの間に引張ばね１６３を係止させ、回転錘１６１がある速度以下で回転しているときは、引張ばね１６３の復元力により回転錘車１６２ａと第１中間車１６２ｂがかみ合うようにし、回転錘１６１がある速度以上で回転したときは、回転錘１６１の遠心力により引張ばね１６３が延びて回転錘車１６２ａが第１中間車１６２ｂから離れるように構成する。

【００５６】

蓄電系１８０は、圧電体１１０で発生する交流電流を全波整流する整流回路１８１及び整流回路１８１で整流された電流を蓄電する蓄電回路１８２で構成されている。

【００５７】

整流回路１８１は、ブリッジ状に接続され、２端が圧電体１１０の中間電極１１１と電極１１４、１１５にそれぞれ接続されたダイオード１８１ａを備えている。尚、整流回路１８１は、半波整流するように構成されていても良く、またインバータ等で構成されていても良い。蓄電回路１８２は、整流回路１８１の他の２端に接続されたコンデンサ１８２ａを備えている。尚、蓄電回路１８２は、電力蓄積能力を備えた２次電池等で構成されていても良い。

【００５８】

このような構成の発電装置１は、電子機器、例えば腕時計、携帯時計、置き時計、掛け時計等の計時装置や携帯電話、ページャ、携帯型コンピュータ、携帯型ディスク装置等の携帯機器に内蔵させて使用することができる。発電装置１の取付場所としては、例えば計時装置の場合は裏蓋の裏面や文字板の裏面、あるいはボタン型電池と同型にしてその収納場所等がある。尚、回転錘１６１の代わりに、時計のりゅうずや携帯電話のジョグダイヤル等の回転機構あるいはぜんまい等を手巻きにより巻き上げる機構を用いることができる。

【００５９】

図８（Ａ）、（Ｂ）は、本発明の発電装置の発電系の第１実施例を示す平面図及び一部断面側面図である。

【００６０】

この発電系２００は、振動して交流電流を発生する圧電体２１０、圧電体２１０を加振する加振手段２２０及び圧電体２１０を支持する支持手段２３０で構成されている。尚、この発電系２００と関連する駆動系及び蓄電系は、図１に示す駆動系１６０及び蓄電系１８０と同一構成である。

【００６１】

圧電体２１０は、中間電極２１１の表裏面に２枚の圧電板２１２、２１３が接着され、各圧電板２１２、２１３の表面全面に電極２１４、２１５が成膜された円盤形状のバイモルフ型に形成されており、（１，０）モードで振動するように構成されている。

【００６２】

中間電極２１１は、例えばリン青銅の板材で成り、円盤形状に形成されている。

【００６３】

圧電板２１２、２１３は、例えばチタン酸ジルコン酸鉛（商品名：ＰＺＴ）のバルク材で成り、円盤形状に形成されている。

【００６４】

電極２１４、２１５は、例えば銀の薄膜で成り、ペースト塗布あるいはスパッタリング等により円形上に形成されている。

【００６５】

加振手段２２０は、打撃を圧電体２１０の０～０．１ａ（ａは圧電体２１０の半径）の範囲内、即ち圧電体２１０の中心から半径１０％以内にパルス状に与える媒体付与手段としてハンマ２２１が備えられ、このハンマ２２１に駆動系１６０からの駆動力を伝達する駆

動力伝達手段として回転車２２２が備えられている。

【００６６】

ハンマ２２１は、アーム状に形成されており、一端が圧電体２１０の中央上部に配置され、他端が例えばケース２に固定されている支持部２２１ａに図示矢印ａ方向に回転可能に軸支持されている。さらに、ハンマ２２１の一端部と他端部の間には、回転車２２２の歯２２２ａと係合する突起部２２１ｂが形成されていると共に、一端が例えばケース２に固定されている引張ばね２２１ｃの他端が係止されている。

【００６７】

回転車２２２は、軸が例えばケース２に固定されており、駆動系１６０の第２中間車１６２ｃとハンマ２２１の突起部２２１ｂと係合して図示矢印ｂ方向に回転可能な形状に形成されている。

【００６８】

支持手段２３０は、圧電体２１０の０．６ａ～０．７ａの範囲内、即ち圧電体１１０の中心から半径６５％±５％以内の円周上を支持する円形上の支持部２３１が円盤形状の固定部２３２に固定されて形成されている。

【００６９】

このような構成の発電系２００を含む発電装置１を内蔵した腕時計が使用者の腕に装着されている場合の動作例を説明する。

【００７０】

腕や体の動きに呼応して回転錘１６１が回転錘車１６２ａと共に回転すると、その回転に連動して、第１中間車１６２ｂ、第２中間車１６２ｃ及び回転板１２３が回転する。このときの回転錘１６１の回転は、回転錘車１６２ａを介して第１中間車１６２ｂに伝達されて増幅され、さらに第２中間車１６２ｃを介して回転車２２２に伝達されて歯２２２ａの１ピッチがパルスの周期となるように増幅される。

【００７１】

そして、回転車２２２の歯２２２ａの１ピッチの回転に伴って、ハンマ２２１の突起部２２１ｂは、歯２２２ａと係合しているときは押し上げられ、歯２２２ａとの係合が外れると引張ばね２２１ｃの復元力により引き下げられる。これにより、ハンマ２２１は支持部２２１ａの支持軸を中心に回転するので、ハンマ２２１の一端が揺動して圧電体２１０の０～０．１ａの範囲内、即ち圧電体１１０の中心から半径１０％以内を打撃する。

【００７２】

このハンマ２２１の一端の揺動は、上記パルス周期でおこなわれるので、間欠的なハンマ２２１の一端による打撃により、圧電体２１０は所定の振動を一定周期で繰り返して交流電流を発生する。そして、整流回路１８１は、圧電体２１０で発生した交流電流を全波整流し、蓄電回路１８２は、整流回路１８１で整流された電流を蓄電する。これにより、腕時計の針等を駆動させることができる。

【００７３】

図９（Ａ）、（Ｂ）は、本発明の発電装置の発電系の第２実施例を示す平面図及び一部断面側面図である。尚、この発電系の加振手段は図８と同一構成であるので、図示は省略してある。

【００７４】

この発電系３００は、振動して交流電流を発生する圧電体３１０、圧電体３１０を加振する加振手段及び圧電体３１０を支持する支持手段３３０で構成されている。尚、この発電系３００と関連する駆動系及び蓄電系は、図１に示す駆動系１６０及び蓄電系１８０と同一構成である。

【００７５】

圧電体３１０は、中間電極３１１の表裏面に２枚の圧電板３１２、３１３が接着され、各圧電板３１２、３１３の表面の０．６ａ～０．７ａ（ａは圧電体３１０の半径）の範囲内、即ち圧電体３１０の中心から半径６５％±５％以内に電極３１４、３１５が成膜された円盤形状のバイモルフ型に形成されており、（１，０）モードで振動するように構成され

ている。
【００７６】
中間電極３１１は、例えばリン青銅の板材で成り、円盤形状に形成されている。
【００７７】
圧電板３１２、３１３は、例えばチタン酸ジルコン酸鉛（商品名：ＰＺＴ）のバルク材で成り、円盤形状に形成されている。
【００７８】
電極３１４、３１５は、例えば銀の薄膜で成り、ペースト塗布あるいはスパッタリング等により円形状に形成されている。
【００７９】
支持手段３３０は、圧電体３１０の０．６ａ～０．７ａの範囲内、即ち圧電体３１０の中心から半径６５％±５％以内の円周上を支持する円形上の支持部３３１が円盤形状の固定部３３２に固定されて形成されている。
【００８０】
このような構成の発電系３００を含む発電装置１を内蔵した腕時計が使用者の腕に装着されている場合も、上述した動作例と同様に動作する。
【００８１】
図１０（Ａ）、（Ｂ）は、本発明の発電装置の発電系の第３実施例を示す平面図及び一部断面側面図である。尚、この発電系の加振手段は図８と同一構成であるので、図示は省略してある。
【００８２】
この発電系４００は、振動して交流電流を発生する圧電体４１０、圧電体４１０を加振する加振手段及び圧電体４１０を支持する支持手段４３０で構成されている。尚、この発電系４００と関連する駆動系及び蓄電系は、図１に示す駆動系１６０及び蓄電系１８０と同一構成である。
【００８３】
圧電体４１０は、中間電極４１１の表裏面に２枚の圧電板４１２、４１３が接着され、各圧電板４１２、４１３の表面の中心を通る相互に直交する２本の直線で区切られた４つの扇形内に電極４１４ａ、４１４ｂ、４１４ｃ、４１４ｄ、４１５ａ、４１５ｂ、４１５ｃ、４１５ｄが成膜された円盤形状のバイモルフ型に形成されており、各表面で対向する２組の電極４１４ａと４１４ｃ、４１４ｂと４１４ｄ及び４１５ａと４１５ｃ、４１５ｂと４１５ｄが正極、負極となるように分極され、（０，２）モードで振動するように構成されている。
【００８４】
中間電極４１１は、例えばリン青銅の板材で成り、円盤形状に形成されている。
【００８５】
圧電板４１２、４１３は、例えばチタン酸ジルコン酸鉛（商品名：ＰＺＴ）のバルク材で成り、円盤形状に形成されている。
【００８６】
電極４１４、４１５は、例えば銀の薄膜で成り、ペースト塗布あるいはスパッタリング等により扇形状に形成されている。
【００８７】
支持手段４３０は、圧電体４１０の中心を通る相互に直交する２本の直線、即ち電極４１５ａ、４１５ｂ、４１５ｃ、４１５ｄの分割線上を支持する十字形状の支持部４３１で形成されている。
【００８８】
尚、加振手段２２０は、圧電体４１０の中心を通る相互に直交する２本の直線、即ち電極４１４ａ、４１４ｂ、４１４ｃ、４１４ｄの分割線と圧電体４１０の外周との交点付近をハンマ２２１が打撃するように配置されている。
【００８９】

このような構成の発電系４００を含む発電装置１を内蔵した腕時計が使用者の腕に装着されている場合も、上述した動作例と同様に動作する。

【００９０】

図１１（Ａ）、（Ｂ）は、本発明の発電装置の発電系の第４実施例を示す平面図及び一部断面側面図である。

【００９１】

この発電系５００は、上記第３実施例の発電系４００の構成と略同一であるが、圧電体４１０の表面に形成されている２つの扇形の電極（この例では４１４ｂと４１４ｃ）の間の外周部に、振動時の進行波を抑制するための切り欠き部５１０ａが設けられている点で異なる構成となっている。

【００９２】

このような構成の発電系５００を含む発電装置１を内蔵した腕時計が使用者の腕に装着されている場合も、上述した動作例と同様に動作する。

【００９３】

図１２（Ａ）、（Ｂ）は、本発明の発電装置の発電系の第５実施例を示す平面図及び一部断面側面図である。

【００９４】

上記第１実施例及び第２実施例の発電系２００、３００の支持手段２３０、３３０は、圧電体２１０、３１０を片面側からのみ支持する構成としたが、この発電系６００のように、第１実施例や第２実施例の発電系２００、３００の構成はそのまま（この図では第１実施例の発電系２００を示す）とし、圧電体２１０を両面側から支持する支持手段２３０、６３０を備える構成としても良い。

【００９５】

この支持手段２３０、６３０は、圧電体２１０の０．６ａ～０．７ａ（ａは圧電体２１０の半径）の範囲内、即ち圧電体２１０の中心から半径６５％±５％以内の円周上を圧電体２１０の両面側から支持する円形上の２つの支持部３３１、６３１が円盤形状の固定部３３２、６３２にそれぞれ固定されて形成されている。尚、上側の固定部６３２の中央部には、加振手段２２０のハンマ２２１が圧電体２１０を打撃できるように、貫通孔６３２ａが設けられている。

【００９６】

このような構成の発電系６００を含む発電装置１を内蔵した腕時計が使用者の腕に装着されている場合も、上述した動作例と同様に動作する。

【００９７】

図１３（Ａ）、（Ｂ）は、本発明の発電装置の発電系の第６実施例を示す平面図及び一部断面側面図である。

【００９８】

上記第３実施例及び第４実施例の発電系４００、５００の支持手段４３０、５３０は、圧電体４１０、５１０を片面側からのみ支持する構成としたが、この発電系７００のように、第３実施例や第４実施例の発電系４００、５００の構成はそのまま（この図では第３実施例の発電系４００を示す）とし、圧電体４１０を両面側から支持する支持手段４３０、７３０を備える構成としても良い。

【００９９】

この支持手段４３０、７３０は、圧電体４１０の中心を通る相互に直交する２本の直線、即ち電極４１５ａ、４１５ｂ、４１５ｃ、４１５ｄ及び電極４１４ａ、４１４ｂ、４１４ｃ、４１４ｄの各分割線上を圧電体４１０の両面側から支持する十字形状の２つの支持部４３１、７３１で形成されている。

【０１００】

このような構成の発電系７００を含む発電装置１を内蔵した腕時計が使用者の腕に装着されている場合も、上述した動作例と同様に動作する。

【０１０１】

図１４（Ａ）、（Ｂ）は、本発明の発電装置の発電系の第７実施例を示す平面図及び一部断面側面図である。

【０１０２】

上記第１実施例、第２実施例及び第５実施例の発電系２００、３００、６００の加振手段２２０は、電極２１４、３１４を直接打撃する構成としたが、この発電系８００のように、第１実施例、第２実施例及び第５実施例の発電系２００、３００、６００の構成はそのまま（この図では第１実施例の発電系２００を示す）とし、圧電体２１０の０～０．１ａ（ａは圧電体２１０の半径）の範囲内、即ち圧電体２１０の中心から半径１０％以内の電極２１４上に圧電体２１０の材質の硬度よりも高い硬度の材質の円盤８０１を取り付け、この円盤８０１を打撃する構成としても良い。

【０１０３】

このような構成の発電系８００を含む発電装置１を内蔵した腕時計が使用者の腕に装着されている場合も、上述した動作例と同様に動作する。

【０１０４】

図１５（Ａ）、（Ｂ）は、本発明の発電装置の発電系の第８実施例を示す平面図及び一部断面側面図である。

【０１０５】

この発電系９００は、圧電体９１０がその表面に節が表れるように構成されたものであり、上記各実施例の発電系に適用することができる。尚、この図では第１実施例の発電系２００に適用した場合を示す。

【０１０６】

圧電体９１０は、中間電極９１１の表裏面に２枚の圧電板９１２、９１３が接着され、各圧電板９１２、９１３の表面全体に電極９１４、９１５が成膜された円盤形状のバイモルフ型に形成されている。

【０１０７】

中間電極９１１は、例えばリン青銅の板材で成り、円盤形状に形成されている。

【０１０８】

圧電板９１２、９１３は、例えばチタン酸ジルコン酸鉛（商品名：ＰＺＴ）のバルク材で成り、一方の圧電板９１２は表面外周部に断面が三角形状の凸部９１２ａが設けられた円盤形状に形成され、他方の圧電板９１３は円盤形状に形成されている。

【０１０９】

電極９１４、９１５は、例えば銀の薄膜で成り、ペースト塗布あるいはスパッタリング等により円形状に形成されている。

【０１１０】

このような構成の発電系９００を含む発電装置１を内蔵した腕時計が使用者の腕に装着されている場合も、上述した動作例と同様に動作する。

【０１１１】

図１６（Ａ）、（Ｂ）は、本発明の発電装置の発電系の第９実施例を示す平面図及び一部断面側面図である。

【０１１２】

この発電系１０００は、圧電体１０１０が表面に節が表れるように構成されたものであり、上記各実施例の発電系に適用することができる。尚、この図では第１実施例の発電系２００に適用した場合を示す。

【０１１３】

圧電体１０１０は、基本的には第１実施例の圧電体２１０と同一構成であるが、一方の圧電板２１２の上にリング状の圧電板１０１１が取り付けられて形成されている。

【０１１４】

このような構成の発電系１０００を含む発電装置１を内蔵した腕時計が使用者の腕に装着されている場合も、上述した動作例と同様に動作する。

【０１１５】

図１７（Ａ）、（Ｂ）は、本発明の発電装置の発電系の第１０実施例を示す平面図及び一部断面側面図である。

【０１１６】

この発電系１１００は、圧電体１１１０がその表面に節が表れるように構成されたものであり、上記各実施例の発電系に適用することができる。尚、この図では第１実施例の発電系２００に適用した場合を示す。

【０１１７】

圧電体１１１０は、中間電極１１１１の表裏面に２枚の圧電板１１１２、１１１３が接着され、各圧電板１１１２、１１１３の表面全体に電極１１１４、１１１５が成膜され、さらに各電極１１１４、１１１５の中央部に円盤形状の圧電板１１１６、１１１７が取り付けられた円盤形状のバイモルフ型に形成されている。

【０１１８】

中間電極１１１１は、例えばリン青銅の板材で成り、円盤形状に形成されている。

【０１１９】

圧電板１１１２、１１１３、１１１６、１１１７は、例えばチタン酸ジルコン酸鉛（商品名：ＰＺＴ）のバルク材で成り、圧電板１１１２、１１１３の表面外周部に断面が台形状の凸部１１１２ａ、１１１３ａが設けられた円盤形状に形成されている。

【０１２０】

電極１１１４、１１１５は、例えば銀の薄膜で成り、ペースト塗布あるいはスパッタリング等により円形状に形成されている。

【０１２１】

このような構成の発電系１１００を含む発電装置１を内蔵した腕時計が使用者の腕に装着されている場合も、上述した動作例と同様に動作する。

【０１２２】

図１８（Ａ）、（Ｂ）は、本発明の発電装置の発電系の第１１実施例を示す平面図及び一部断面側面図である。

【０１２３】

上記各実施例の発電系の支持手段は、圧電体を円周上あるいは直線上で線支持する構成としたが、この発電系１２００のように、各実施例の発電系の構成はそのまま（この図では第１実施例の発電系２００を示す）とし、圧電体２１０を点支持する支持手段１２３０を備える構成としても良い。

【０１２４】

この支持手段１２３０は、圧電体２１０の０．６ａ～０．７ａ（ａは圧電体２１０の半径）の範囲内、即ち圧電体２１０の中心から半径６５％±５％以内の円周上を等間隔で複数（この例では３か所）点支持する円錐形状の３つの支持部１２３１が円盤形状の固定部１２３２にそれぞれ固定されて形成されている。

【０１２５】

このような構成の発電系１２００を含む発電装置１を内蔵した腕時計が使用者の腕に装着されている場合も、上述した動作例と同様に動作する。

【０１２６】

図１９（Ａ）、（Ｂ）は、本発明の発電装置の発電系の第１２実施例を示す平面図及び一部断面側面図である。

【０１２７】

上記各実施例の発電系の支持手段は、圧電体を円周上あるいは直線上で線支持する構成としたが、この発電系１３００のように、各実施例の発電系の構成はそのまま（この図では第１実施例の発電系２００を示す）とし、圧電体２１０を点支持及び線支持する支持手段１３３０を備える構成としても良い。

【０１２８】

この支持手段１３３０は、圧電体２１０の０．６ａ～０．７ａ（ａは圧電体２１０の半径）の範囲内、即ち圧電体２１０の中心から半径６５％±５％以内の半円周上を点支持（こ

の例では中間の１か所であるが等間隔で複数か所でも良い）する円錐形状の支持部１３３１ａ及び残りの半円周上を線支持する半円形状の支持部１３３１ｂが円盤形状の固定部１３３２にそれぞれ固定されて形成されている。

【０１２９】

このような構成の発電系１３００を含む発電装置１を内蔵した腕時計が使用者の腕に装着されている場合も、上述した動作例と同様に動作する。

【０１３０】

図２０（Ａ）、（Ｂ）は、本発明の発電装置の発電系の第１３実施例を示す平面図及び一部断面側面図である。

【０１３１】

この発電系１４００は、圧電体を両面側から支持する発電系に適用可能に構成されている。尚、この図では第５実施例の発電系６００に適用した場合を示している。

【０１３２】

この発電系１４００の支持手段１４３０ａ、１４３０ｂは、発電系６００の支持手段２３０、６３０と基本的に同一構成であるが、支持部１４３１ａ、１４３１ｂが、例えばチタン酸ジルコン酸鉛（商品名：ＰＺＴ）やポリフッ化ビニリデン（商品名：ＰＶＤＦ）等の圧電体で形成されて固定部１４３２ａ、１４３２ｂに固定され、圧電体６１０の中間電極６１１と信号帰還線１４３３ａ、１４３３ｂで接続されている。この支持部１４３１ａ、１４３１ｂは、圧電体６１０の発電信号を受けて自発的に突出し、圧電体６１０の両面側からの支持強度を高める働きをする。

【０１３３】

このような構成の発電系１４００を含む発電装置１を内蔵した腕時計が使用者の腕に装着されている場合も、上述した動作例と同様に動作する。

【０１３４】

上述した各実施例の支持手段の支持部と圧電体との接合方法としては、例えば超音波による接合方法や接着剤による接合方法がある。この超音波による接合方法を採用する場合には、支持手段の支持部を圧電体の電極の材料で形成することにより、接合作業が容易となる。

【０１３５】

また、図２１に示すように、支持手段２３０の支持部と圧電体２１０の電極をエッチング法等により一体的に形成した電極・支持部２３３としても良い。尚、この図では第１実施例の発電系２００を示しているが、上述した各実施例の発電系に適用することができる。

【０１３６】

尚、上述した実施形態では、振動モードとして（１，０）モード及び（０，２）モードを使用した場合について説明したが、他の高次モードでも同様に適用することができる。

【０１３７】

【発明の効果】

請求項１の発明によれば、円盤形状のバイモルフ構造の圧電体を節円１、節直径０モードで振動するように加振し、しかも振動の節以外を加振したから、支持部の振動の損失を下げ、発電効率を上げることができると共に、他モードの励振を抑制して電荷の相殺を防止することができる。従って、高効率な圧電発電システムやそれを搭載した携帯電子機器を提供できる。

【０１３８】

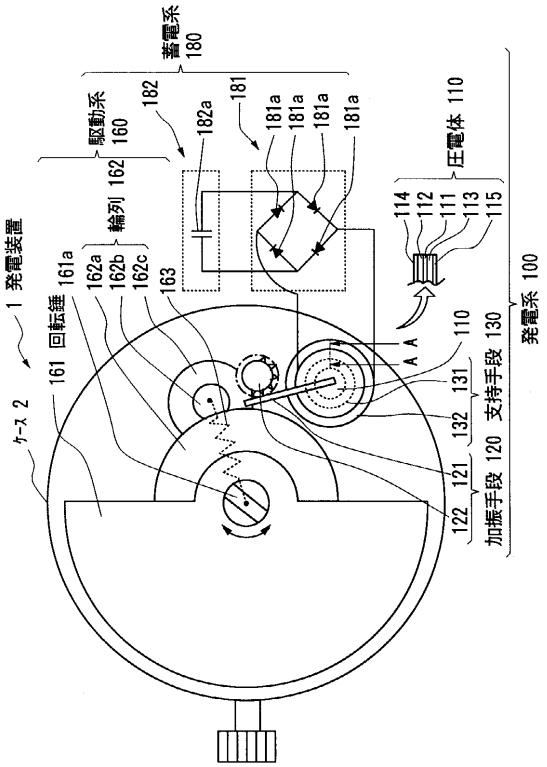
請求項２の発明によれば、円盤形状のバイモルフ構造の圧電体を節円０、節直径２モードで振動するように加振し、しかも振動の節以外を加振したから、支持部の振動の損失を下げ、振動効率を高めて発電効率をさらに上げることができると共に、他モードの励振を抑制して電荷の相殺を防止することができる。従って、高効率な圧電発電システムやそれを搭載した携帯電子機器を提供できる。

【図面の簡単な説明】

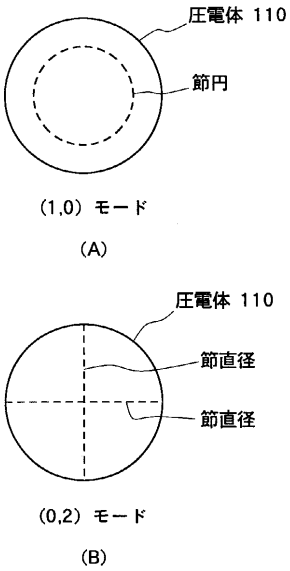
【図１】本発明の発電装置の実施形態を示す概略構成図である。

【図２】圧電体の振動モードを説明するための図である。
【図３】図２に示す振動モードの振動形態を示す図である。
【図４】図３の振動の伝達効率と半径方向位置との関係を示す図である。
【図５】図２に示す別の振動モードの振動形態を示す図である。
【図６】圧電体を振動させたときの振幅（Ａ）と時間（ｔ）との関係の一例を示す波形図である。
【図７】パルス波形の一例を示す図である。
【図８】本発明の発電装置の発電系の第１実施例を示す一部断面平面図である。
【図９】本発明の発電装置の発電系の第２実施例を示す一部断面平面図である。
【図１０】本発明の発電装置の発電系の第３実施例を示す一部断面平面図である。
【図１１】本発明の発電装置の発電系の第４実施例を示す一部断面平面図である。
【図１２】本発明の発電装置の発電系の第５実施例を示す一部断面平面図である。
【図１３】本発明の発電装置の発電系の第６実施例を示す一部断面平面図である。
【図１４】本発明の発電装置の発電系の第７実施例を示す一部断面平面図である。
【図１５】本発明の発電装置の発電系の第８実施例を示す一部断面平面図である。
【図１６】本発明の発電装置の発電系の第９実施例を示す一部断面平面図である。
【図１７】本発明の発電装置の発電系の第１０実施例を示す一部断面平面図である。
【図１８】本発明の発電装置の発電系の第１１実施例を示す一部断面平面図である。
【図１９】本発明の発電装置の発電系の第１２実施例を示す一部断面平面図である。
【図２０】本発明の発電装置の発電系の第１３実施例を示す一部断面平面図である。
【図２１】本発明の発電装置の発電系の第１４実施例を示す一部断面平面図である。
【符号の説明】
１　　発電装置
２　　ケース
１００　　発電系
１１０　　圧電体
１２０　　加振手段
１３０　　支持手段
１６０　　駆動系
１８０　　蓄電系
１１１、２１１、３１１、４１１、９１１、１１１１、１１、８１１　　中間電極
１１２、１１３、２１２、２１３、３１２、３１３、４１２、４１３、９１２、９１３、１０１１、１１１２、１１１３、１１１６、１１１７　　圧電板
１１４、１１５、２１４、２１５、３１４、３１５、４１４ａ、４１４ｂ、４１４ｃ、４１４ｄ、４１５ａ、４１５ｂ、４１５ｃ、４１５ｄ、９１４、９１５、１１１４、１１１５　　電極
２３１、３３１、４３１、１２３１、１３３１ａ、１３３１ｂ、１４３１ａ
支持部
２３２、３３２、４３２、１２３２、１３３２、１４３２ａ　　固定部
８０１　　円盤
９１２ａ、１１１２ａ、１１１３ａ　　凸部
１４３３ａ、１４３３ｂ　　信号帰還線
２３３　　支持・電極部

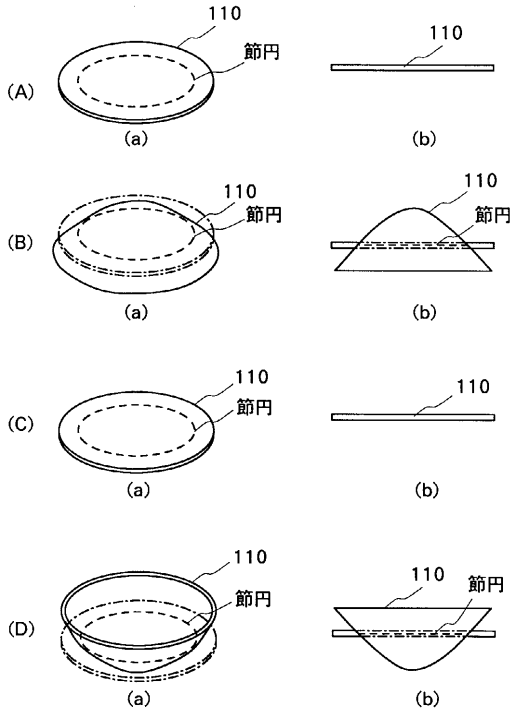
【図１】


蓄電系 180
駆動系 160
182
182a
181
181a
181a
181a
181a
輪列 162
圧電体 110
114
112
111
113
115
1 発電装置
161a
162a
162b
162c
163
回転錘
161
ケース 2
110
A A
131
132
121
122
支持手段 130
加振手段 120
発電系 100

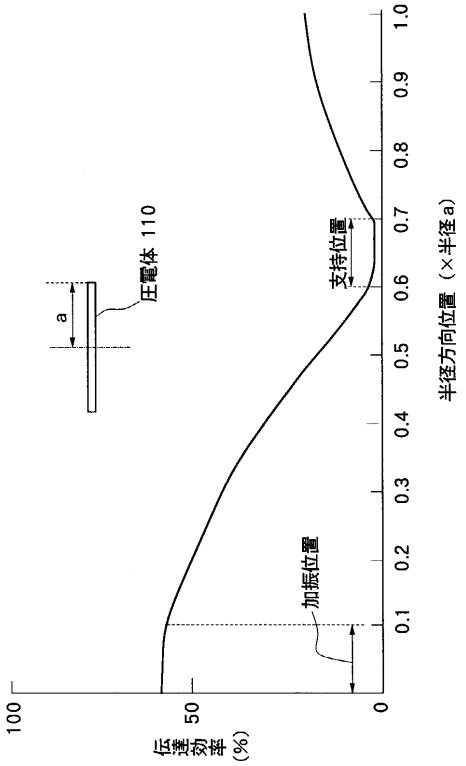
【図２】


圧電体 110
節円
(1,0) モード
(A)
圧電体 110
節直径
節直径
(0,2) モード
(B)

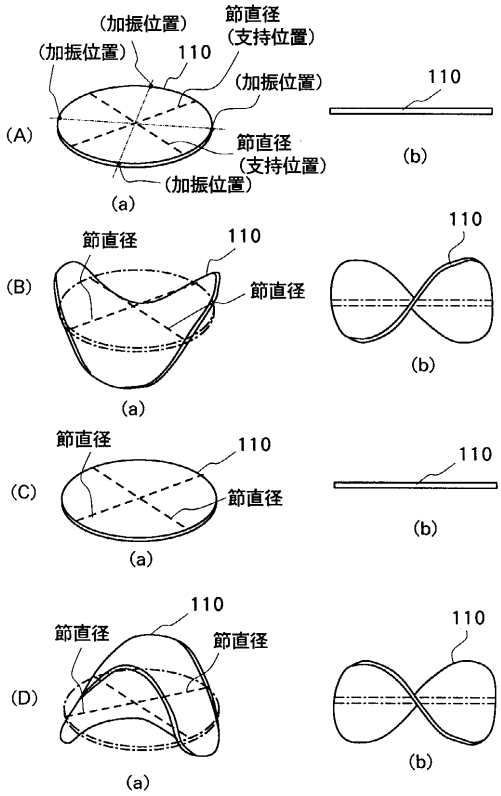
【図３】


(A)
110
節円
(a)
110
(b)
(B)
110
節円
(a)
110
節円
(b)
(C)
110
節円
(a)
110
(b)
(D)
110
節円
(a)
110
節円
(b)

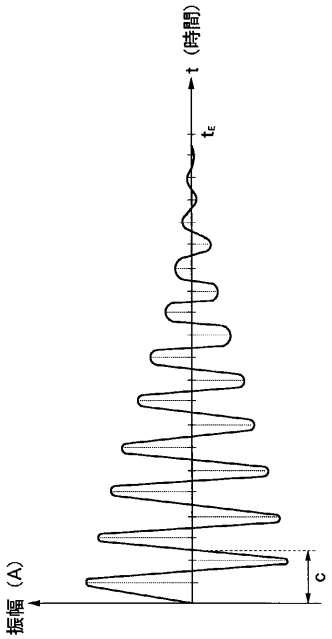
【図４】


圧電体 110
a
支持位置
加振位置
半径方向位置（×半径 a）
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1.0
伝達効率 (%)
100
50
0

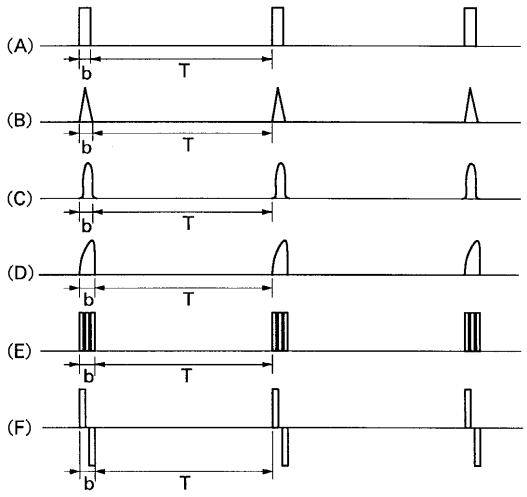
【図５】


(A)
(加振位置)
(加振位置)
110
節直径
(支持位置)
(加振位置)
節直径
(支持位置)
(加振位置)
(a)
110
(b)
(B)
節直径
110
節直径
(a)
110
(b)
(C)
節直径
110
節直径
(a)
110
(b)
(D)
110
節直径
節直径
(a)
110
(b)

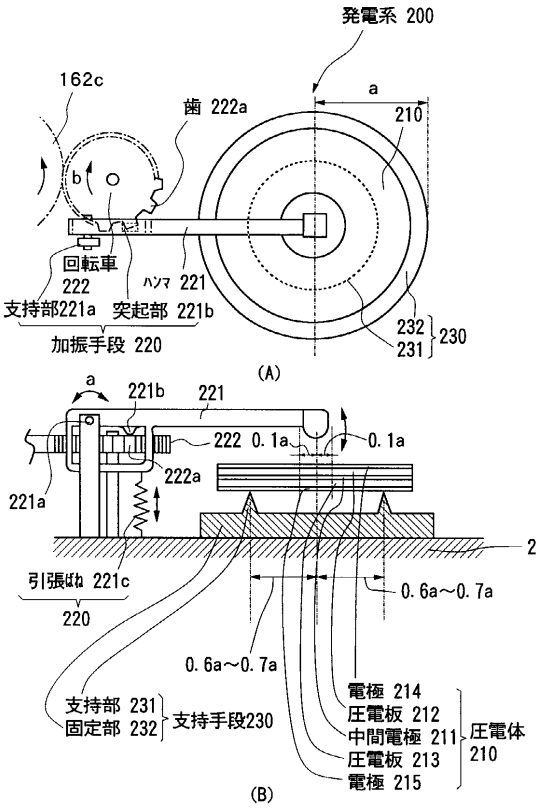
【図６】


t (時間)
t_ε
振幅 (A)
c

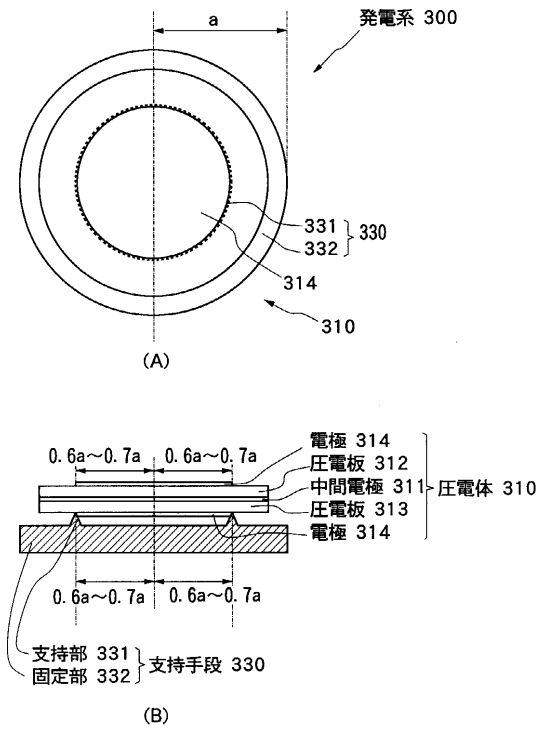
【図７】


(A)
b
T
(B)
b
T
(C)
b
T
(D)
b
T
(E)
b
T
(F)
b
T

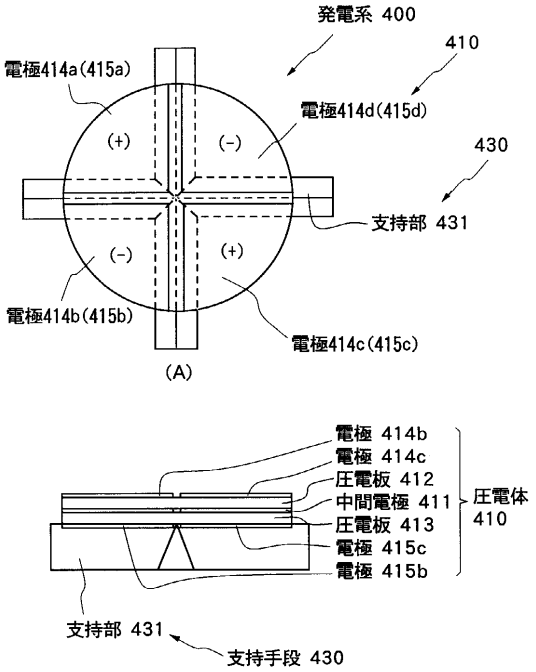
【図８】


発電系 200
162c
歯 222a
a
210
b
回転車 222
ﾊﾝﾏ 221
支持部221a
突起部 221b
加振手段 220
232
231
230
(A)
a
221b
221
222
0.1a
0.1a
222a
221a
2
引張ばね 221c
220
0.6a～0.7a
0.6a～0.7a
電極 214
圧電板 212
中間電極 211
圧電板 213
電極 215
圧電体 210
支持部 231
固定部 232
支持手段230
(B)

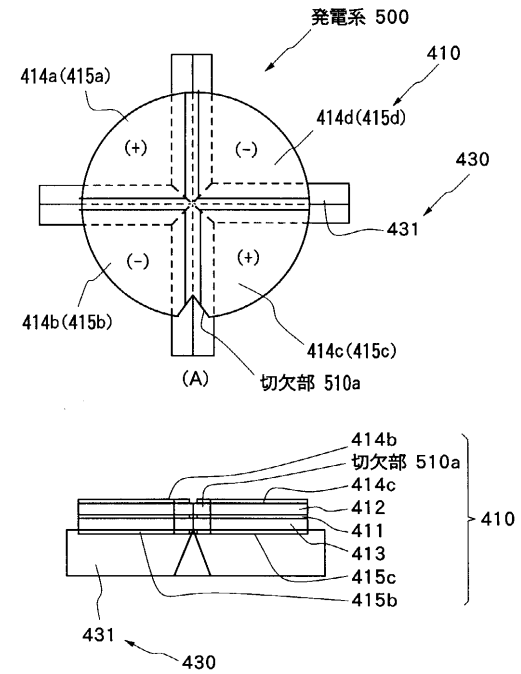
【図９】



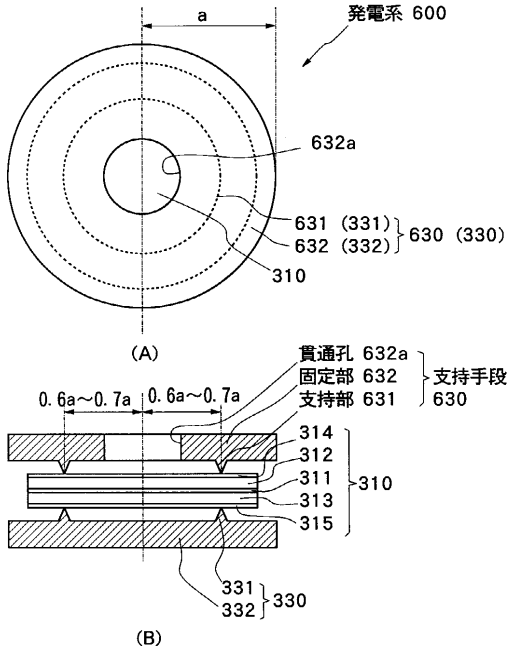
【図１０】



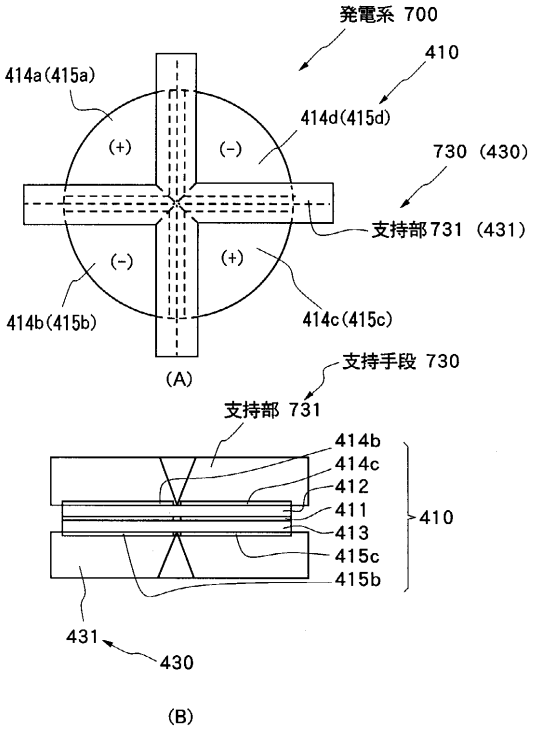
【図１１】



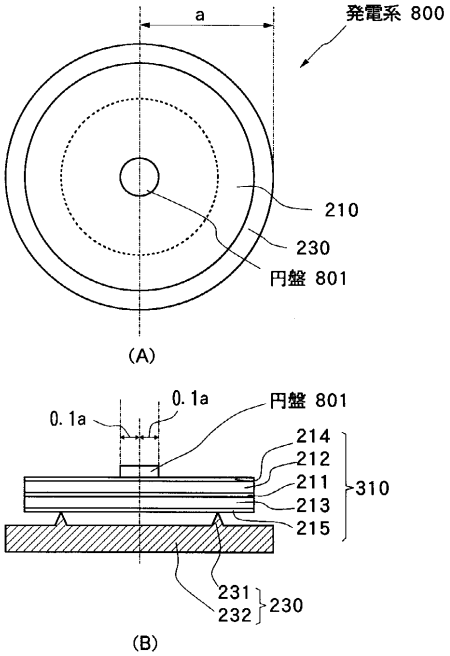
【図１２】



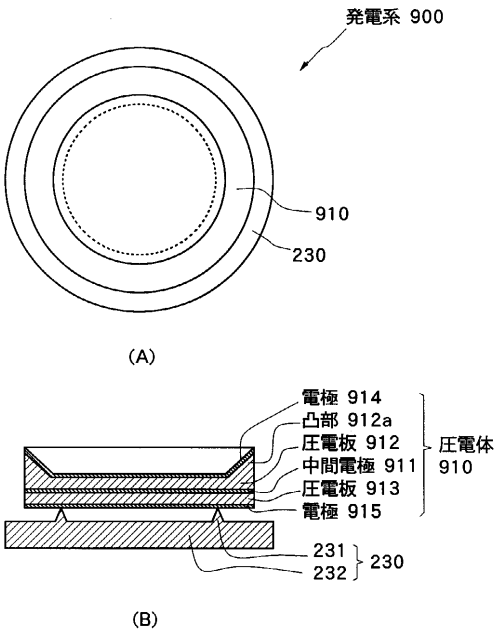
【図１３】



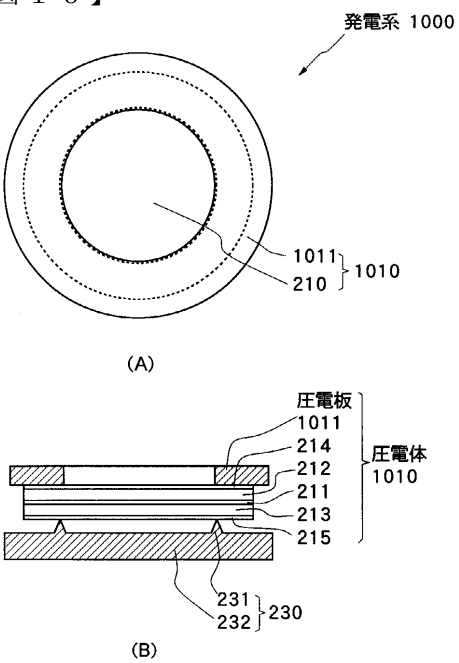
【図１４】



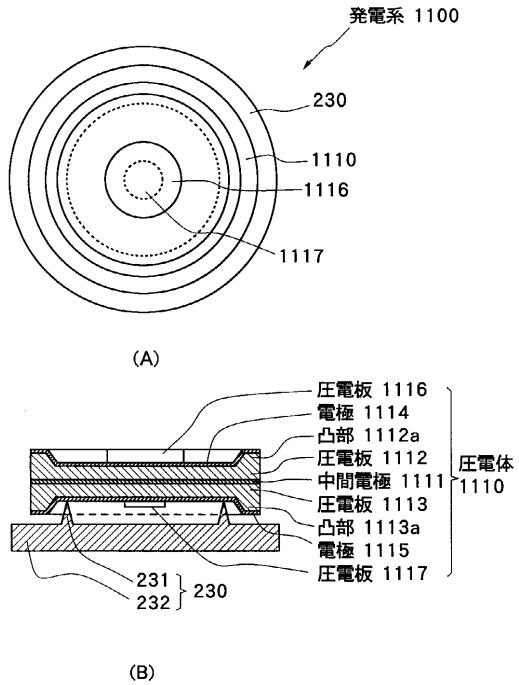
【図１５】



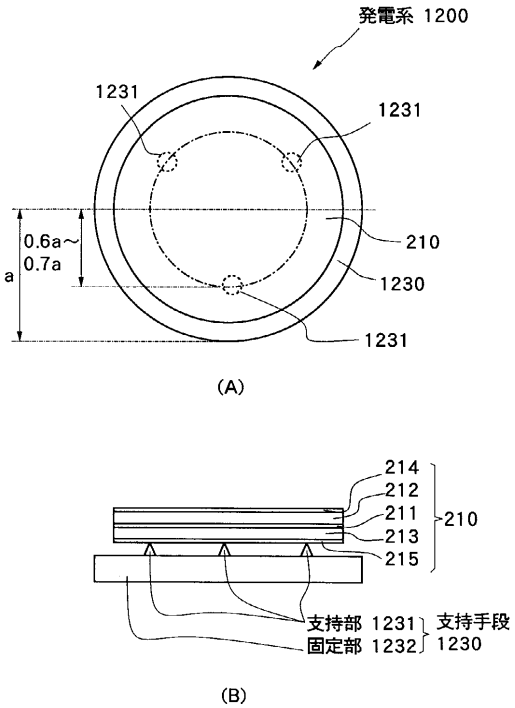
【図１６】



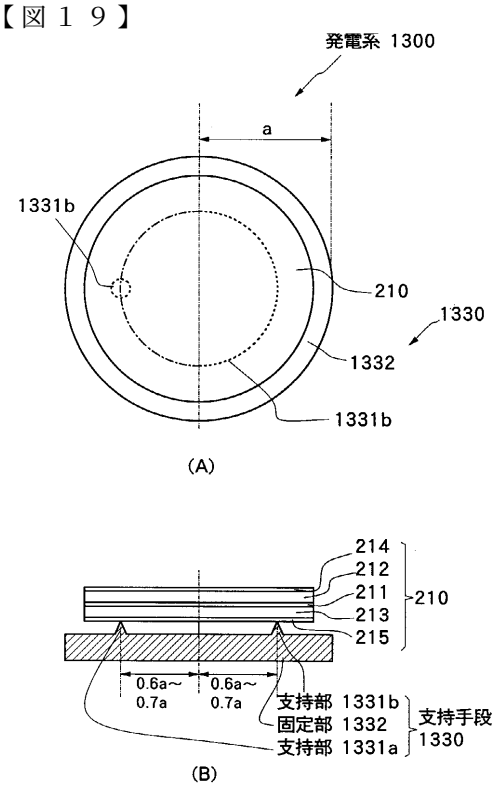
【図１７】



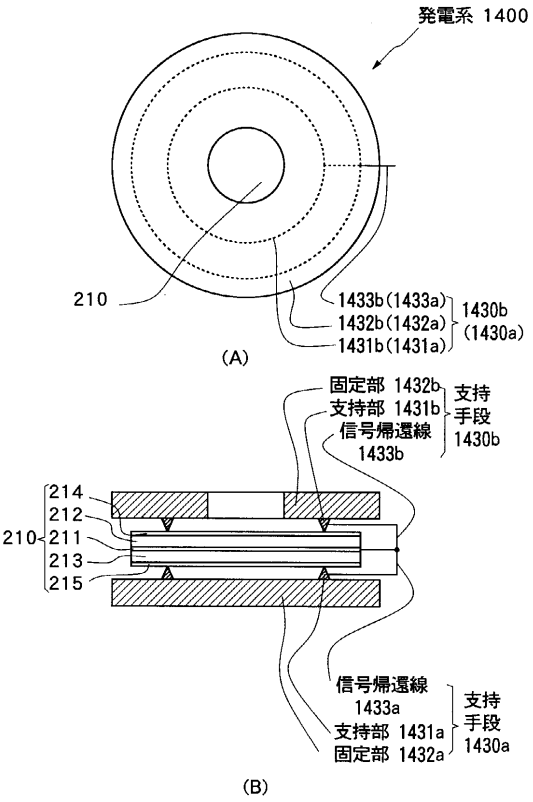
【図１８】



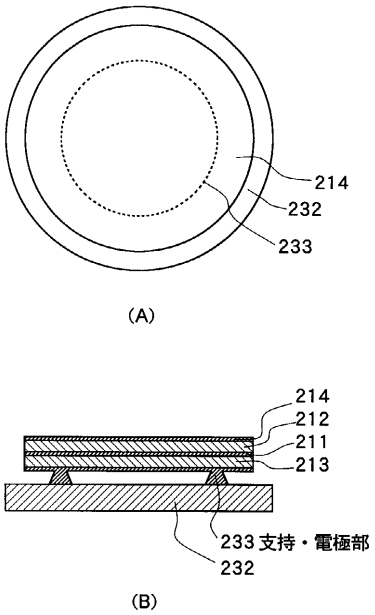
【図１９】



【図２０】



【図２１】



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　佐々木　訓

(56)参考文献　国際公開第９７／０３６３６４（WO，Ａ１）
特開平０５－３３０４２４（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－１０７７５２（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－２３３８６２（ＪＰ，Ａ）
特開昭５６－０６４６７７（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－０７２５９３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
H02N 2/00
H01L 41/113
G04C 10/00