(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2006-129209
(P2006-129209A)
(43)公開日　平成18年5月18日(2006.5.18)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
H03H	9/02	(2006.01)	H03H	9/02	F	5J108
H03H	9/09	(2006.01)	H03H	9/09		

審査請求 未請求　請求項の数 5　OL　（全 13 頁）

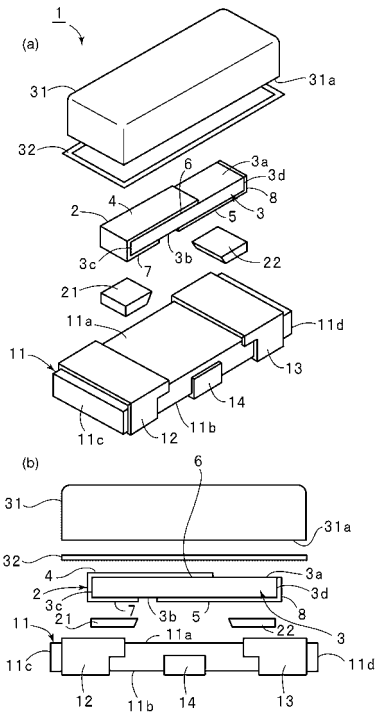
(21)出願番号　特願2004-316329 (P2004-316329)
(22)出願日　平成16年10月29日 (2004.10.29)

(71)出願人　000006231
株式会社村田製作所
京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号
(74)代理人　100086597
弁理士　宮▲崎▼主税
(72)発明者　小谷　謙一
京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号
株式会社村田製作所内
(72)発明者　奥澤　匡
京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号
株式会社村田製作所内

Ｆターム(参考)　5J108 AA01 BB02 BB08 CC04 DD01
DD06 DD07 EE03 EE04 EE07
EE13 EE17 EE18 EE19 FF05
FF11 GG03 GG16 KK03

(54)【発明の名称】圧電振動部品

(57)【要約】　（修正有）
【課題】温度が変化しても厚み縦振動の３倍波を良好に利用できる、エネルギー閉じ込め型圧電振動部品を得る。
【解決手段】圧電基板３と、該基板３を介して厚み方向に対向する様に、圧電基板３の上面３ａ及び下面３ｂに形成された第１，第２の振動電極４，５とを有し、第１，第２の振動電極４，５が厚み方向に対向してエネルギー閉じ込め型振動部６を形成するエネルギー閉じ込め型の圧電振動子２と、圧電振動子２が上面２ａに搭載される基板１１と、圧電振動子２と基板１１とを接合し、音響インピーダンスが圧電基板３と基板１１の音響インピーダンスより小さい接着剤層２１，２２とを備え、接着剤層２１，２２が、下記式（１）で表わされる厚みを有し、かつ厚み縦振動の３倍波を利用している、圧電振動部品１。　厚み＝（ｎ／４）・λ…式（１）（式中、ｎは１以上の奇数、λは基本波の波長を表わす。）
【選択図】　図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
圧電基板と、前記圧電基板を介して厚み方向に対向するように、前記圧電基板の上面及び下面に形成された第１，第２の振動電極とを有し、前記第１，第２の振動電極が厚み方向において対向している部分がエネルギー閉じ込め型の振動部を形成しているエネルギー閉じ込め型の圧電振動子と、
前記圧電振動子が上面に搭載されている基板と、
前記圧電振動子と前記基板とを接合しており、音響インピーダンスが前記圧電基板及び前記基板の音響インピーダンスよりも小さい接着剤層とを備え、
前記接着剤層が下記式（１）で表わされる厚みを有し、かつ厚み縦振動の３倍波を利用していることを特徴とする、圧電振動部品。
厚み＝（ｎ／４）・λ…式（１）
（式中、ｎは１以上の奇数、λは基本波の波長を表わす。）
【請求項２】
圧電基板と、前記圧電基板を介して厚み方向に対向するように、前記圧電基板の上面及び下面に形成された第１，第２の振動電極とを有し、前記第１，第２の振動電極が厚み方向において対向している部分がエネルギー閉じ込め型の振動部を形成しているエネルギー閉じ込め型の圧電振動子と、
前記圧電振動子の下面に固定された支持部と、
前記圧電振動子が前記支持部を介して上面に搭載されている基板とを備え、
前記支持部の音響インピーダンスが前記圧電基板及び前記基板の音響インピーダンスよりも小さくされており、
前記支持部が前記基板に接合されており、
前記支持部が下記式（１）で表わされる厚みを有し、かつ厚み縦振動の３倍波を利用していることを特徴とする、圧電振動部品。
厚み＝（ｎ／４）・λ…式（１）
（式中、ｎは１以上の奇数、λは基本波の波長を表わす。）
【請求項３】
前記圧電振動子を覆うように、下方に開いた開口を有するキャップが、前記基板の上面に搭載されている、請求項１または２に記載の圧電振動部品。
【請求項４】
前記圧電振動子が板状の形状を有し、
前記圧電振動子の上面に搭載されている第２の基板と、
前記圧電振動子と前記第２の基板とを接合しており、音響インピーダンスが前記圧電基板及び前記第２の基板の音響インピーダンスよりも小さい第２の接着剤層とをさらに備え、
前記第２の接着剤層が前記式（１）で表わされる厚みを有する、請求項１に記載の圧電振動部品。
【請求項５】
前記圧電振動子が板状の形状を有し、
前記圧電振動子の上面に固定された第２の支持部と、
前記圧電振動子の上面に前記第２の支持部を介して搭載されている第２の基板とをさらに備え、
前記第２の支持部の音響インピーダンスが前記圧電基板及び前記第２の基板の音響インピーダンスよりも小さくされており、
前記第２の支持部が前記第２の基板に接合されており、
前記第２の支持部が前記式（１）で表わされる厚みを有する、請求項２に記載の圧電振動部品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】
【０００１】
本発明は、高周波数の振動を利用する圧電振動部品に関し、より詳細には、厚み縦振動の３倍波による振動を利用した、エネルギー閉じ込め型の圧電振動部品に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、各種電子機器や通信機器において、情報量の増大と処理速度の高速化に伴い、従来よりも高い周波数で振動する圧電振動子が求められている。また、圧電振動子の振動周波数を高くするために、基本波ではなく３倍波を利用した種々の試みがなされている。
【０００３】
下記の特許文献１には、厚み縦振動の３倍波を利用したエネルギー閉じ込め型の圧電振動子が開示されている。図７（ａ）及び（ｂ）に、特許文献１に記載の圧電振動子を平面図及び正面図で示す。
【０００４】
圧電振動子２０１は、短冊状の圧電体２０２を有する。圧電体２０２の上面２０２ａには第１の振動電極２０３が形成されており、下面２０２ｂには第２の振動電極２０４が形成されている。第１の振動電極２０３は、圧電体２０２の上面２０２ａにおいて、中央から第１の端面２０２ｃと上面２０２ａとのなす端縁に至っている。第２の振動電極２０４は、圧電体２０２の下面２０２ｂにおいて、中央から第２の端面２０２ｄと下面２０２ｂとのなす端縁に至っている。第１，第２の振動電極２０３，２０４は、圧電体２０２の中央部分において、厚み方向に対向し合う領域Ａを有する。領域Ａがエネルギー閉じ込め型の圧電振動部である。
【０００５】
また、圧電体２０２の上面２０２ａ及び下面２０２ｂには、帯状のダンピング層２０５ａ～２０５ｄが形成されている。ダンピング層２０５ａ，２０５ｂは、圧電体２０２の上面２０２ａにおいて、上記対向領域Ａから圧電体２０２の長さ方向に沿って間隔ｇを隔てて配置されている。ダンピング層２０５ｃ，２０５ｄは、圧電体２０２の下面２０２ｂにおいて、上記対向領域Ａから圧電体２０２の長さ方向に沿って間隔ｇを隔てて配置されている。
【０００６】
特許文献１に記載の圧電振動子２０１では、ダンピング層２０５ａ～２０５ｄによって、厚み縦振動モードの基本波が抑制される。しかしながら、３倍波による振動は殆どダンピングされない。従って、３倍波の利用が可能とされている。特に、第１，第２の振動電極２０３，２０４とダンピング層２０５ａ～２０５ｄとの間の間隔ｇを適切に設定することにより、基本波を効果的に抑圧することができるため、３倍波による振動を効果的に利用することができる。
【特許文献１】特開平０９－１８１５５６号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００７】
しかしながら、ダンピング層２０５ａ～２０５ｄの物性は温度よって変化する。従って、周囲温度が変化すると、ダンピング層２０５ａ～２０５ｄによるダンピング効果も変化する。そのため常温においては、圧電振動子２０１の基本波を抑制し得たとしても、圧電振動子２０１が常温以外の使用環境で用いられた場合には、基本波が十分に抑制されないことがあった。
【０００８】
すなわち、常温において圧電振動子２０１の基本波を抑制して、３倍波による振動を利用し得るように圧電振動子２０１を構成しても、温度が変化すると、基本波の抑圧状態が変化することがあった。
【０００９】

他方、温度を変化させつつ多数の圧電振動子２０１の特性を評価し、温度変化による基本波抑圧状態の変化が小さいものを選別する方法も試みられている。しかしながら、このような選別には、多大の手間と時間とを必要とした。
本発明は、上述した従来技術の現状に鑑み、温度が変化した場合でも厚み縦振動の３倍波を安定にかつ良好に利用することができる、エネルギー閉じ込め型の圧電振動部品を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【００１０】
本願の第１の発明に係る圧電振動部品は、圧電基板と、圧電基板を介して厚み方向に対向するように、圧電基板の上面及び下面に形成された第１，第２の振動電極とを有し、第１，第２の振動電極が厚み方向において対向している部分がエネルギー閉じ込め型の振動部を形成しているエネルギー閉じ込め型の圧電振動子と、圧電振動子が上面に搭載されている基板と、圧電振動子と基板とを接合しており、音響インピーダンスが圧電基板及び基板の音響インピーダンスよりも小さい接着剤層とを備え、接着剤層が下記式（１）で表わされる厚みを有し、かつ厚み縦振動の３倍波を利用していることを特徴とする。
【００１１】
厚み＝（ｎ／４）・λ…式（１）
（式中、ｎは１以上の奇数、λは基本波の波長を表わす。）
【００１２】
本願の第２の発明に係る圧電振動部品は、圧電基板と、圧電基板を介して厚み方向に対向するように、圧電基板の上面及び下面に形成された第１，第２の振動電極とを有し、第１，第２の振動電極が厚み方向において対向している部分がエネルギー閉じ込め型の振動部を形成しているエネルギー閉じ込め型の圧電振動子と、圧電振動子の下面に固定された支持部と、圧電振動子が支持部を介して上面に搭載されている基板とを備え、支持部の音響インピーダンスが圧電基板及び前記基板の音響インピーダンスよりも小さくされており、支持部が基板に接合されており、支持部が上述した式（１）で表わされる厚みを有し、かつ厚み縦振動の３倍波を利用していることを特徴とする。
【００１３】
本願の第１，第２の発明のある特定の局面では、圧電振動子と接着剤層とを覆うように、下方に開いた開口を有するキャップが、基板の上面に搭載されている。
【００１４】
本願の第１の発明に係る圧電振動部品の他の特定の局面では、圧電振動子が板状の形状を有し、圧電振動子の上面に搭載されている第２の基板と、圧電振動子と第２の基板とを接合しており、音響インピーダンスが圧電基板及び第２の基板の音響インピーダンスよりも小さい第２の接着剤層とがさらに備えられており、第２の接着剤層が上述した式（１）で表わされる厚みを有している。
【００１５】
本願の第２の発明に係る圧電振動部品の他の特定の局面では、圧電振動子が板状の形状を有し、圧電振動子の上面に固定された第２の支持部と、圧電振動子の上面に第２の支持部を介して搭載されている第２の基板とがさらに備えられており、第２の支持部の音響インピーダンスが圧電基板及び第２の基板の音響インピーダンスよりも小さくされており、第２の支持部が第２の基板に接合されており、第２の支持部が上述した式（１）で表わされる厚みを有している。
【発明の効果】
【００１６】
本願の第１の発明に係る圧電振動部品では、圧電基板の上面及び下面に振動電極が形成されているエネルギー閉じ込め型の圧電振動子と、圧電振動子が上面に搭載されている基板とが、接着剤層を介して接合されている。この接着剤層の音響インピーダンスは、圧電基板及び基板の音響インピーダンスよりも小さくされているので、基本波が圧電振動子から接着剤層に伝播し、接着剤層に伝播した基本波が接着剤層と基板との界面で反射する。

また、接着剤層は上述した式（１）で表わされる厚みを有する。従って、上記界面に向かう基本波の入射波と、界面で反射された後の反射波とは同位相となる。よって、常温では接着剤層において基本波は減衰し難い。

【００１７】

すなわち、第１の発明の圧電振動部品では、常温においては、あえて基本波の振動が減衰し難く構成されている。しかしながら、第１の発明の圧電振動部品では、このような構成を有することにより、逆に、常温から温度が変化した場合には、基本波が効果的に減衰される。

【００１８】

すなわち、常温（２５℃）から高温側または低温側に温度変化した場合、接着剤層の物性値も温度変化に伴って変化する。従って、上記式（１）で表される厚みを有するように接着剤層が構成されていたとしても、常温のときに比べて入射波と反射波との位相がずれることになり、基本波が常温の場合に比べて減衰されることになる。

【００１９】

すなわち、第１の発明は、常温においては、あえて基本波が接着剤層により最も減衰されないように構成することにより、常温から温度がずれた際に、基本波が常温の場合に比べて減衰されるように構成したことを特徴とする。

【００２０】

従って、常温において、圧電振動部品を駆動するための発振回路側において、基本波が圧電振動部品において十分に減衰されておらずとも、３倍波による安定発振が実現されるように回路定数を設定しておくことにより、常温において安定に発振させることができる。しかも、常温から温度が変化した場合には、圧電振動部品自体において、基本波が接着剤層により効果的に減衰されるため、同様に厚み縦振動の３倍波による振動を確実に利用することができる。

【００２１】

本願の第２の発明においては、上記第１の発明における接着剤層に代えて、上記支持部を介して圧電振動子が基板に固定されており、該支持部の音響インピーダンスが圧電振動子の圧電基板と、上記基板との音響インピーダンスよりも小さくされており、支持部の厚みが式（１）で示す値とされている。従って、第２の発明においても、常温において基本波が支持部において最も減衰され難い。よって、常温において、上記圧電振動部品を用いて厚み縦振動の３倍波による安定発振が得られるように発振回路の回路定数を設定しておくだけで、温度変化が生じた場合であっても、厚み縦振動の３倍波による振動を確実に利用することができる。

【００２２】

第１，第２の発明において、圧電振動子を覆うように下方に開いた開口を有するキャップが基板の上面に搭載されている場合には、本発明に従って、基板とキャップとで封止された空間に圧電振動子が配置されているキャップ付きの電子部品として、本発明の圧電振動部品を提供することができる。

【００２３】

また、第１の発明の圧電振動部品において、圧電振動子が板状の形状を有し、圧電振動子の上面に第２の接着剤層を介して第２の基板が積層されており、かつ第２の接着剤層が、式（１）で表される厚みを有するように構成されている場合には、第２の接着剤層においても、常温において基本波が最も減衰し難くされている。従って、圧電振動子の上面側にも、下面側と同様の構造が備えられているため、常温からの温度変化による特性の劣化が生じ難い、板状の圧電振動子の上下に接着剤層を介して基板が積層された積層型の圧電振動部品を提供することができる。

【００２４】

また、第２の発明においても、圧電振動子が板状の形状を有し、圧電振動子の上面に、第２の支持部を介して第２の基板が搭載されている構造において、第２の支持部が式（１）で表される厚みを有するように構成されている場合には、同様に、第２の発明において

も、常温からの温度変化による特性の劣化が生じ難い、厚み縦振動の３倍波を利用した積層型の圧電振動部品を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２５】

以下、図面を参照しつつ、本発明の具体的な実施形態を説明することにより、本発明を明らかにする。

【００２６】

（第１の実施形態）

図１（ａ），（ｂ）に、本発明の第１の実施形態に係る圧電振動部品を分解斜視図及び分解正面図で示す。

【００２７】

圧電振動部品１は、圧電振動子２を有する。圧電振動子２は、厚み方向に分極処理された短冊状の圧電基板３を有する。

【００２８】

圧電基板３は、上面３ａと、下面３ｂと、長さ方向一端に位置する第１の端面３ｃと、第１の端面３ｃと反対側の端部に位置する第２の端面３ｄとを有する。圧電基板３は、チタン酸鉛（ＰＴ）またはチタン酸ジルコン酸亜鉛（ＰＺＴ）等の圧電セラミックスまたは水晶等の圧電単結晶を用いて形成されている。

【００２９】

圧電基板３の上面３ａには、第１の振動電極４が形成されている。振動電極４は、上面３ａの中央から第１の端面３ｃ側に延ばされている。圧電基板３の下面３ｂには、第２の振動電極５が形成されている。振動電極５は、下面３ｂの中央から第２の端面３ｄ側に延ばされている。

【００３０】

第１，第２の振動電極４，５は、圧電基板３の中央部分において、圧電基板３を介して厚み方向に対向されている。振動電極４，５が厚み方向に対向している領域が、エネルギー閉じ込め型の圧電振動部６を形成している。

【００３１】

第１の振動電極４は、電極延長部７に連ねられている。電極延長部７は、第１の端面３ｃを経て、下面３ｂに至っており、かつ下面３ｂにおいて第２の振動電極５と一定間隔を隔てられている。第２の振動電極５は、電極延長部８に連ねられている。電極延長部８は、第２の端面３ｄに形成されている。

【００３２】

上記各電極は、ＣｕやＡｌ、Ａｇなどの適宜の金属もしくは合金により構成され得る。

【００３３】

図１，２に示すように、圧電振動子２は、基板１１の上面に搭載されている。

【００３４】

基板１１は、アルミナなどの絶縁性セラミックスにより構成されている。基板１１は、矩形板状の形状を有し、上面１１ａと、下面１１ｂと、第１の端面１１ｃと、第１の端面１１ｃと反対側に位置する第２の端面１１ｄとを有する。第１の端面１１ｃの近傍において、基板１１を巻回するように第１の実装用電極１２が形成されている。第２の端面１１ｄの近傍において、基板１１を巻回するように第２の実装用電極１３が形成されている。さらに、基板１１の下面１１ｂの中央において、下面１１ｂの全幅に至るように延ばされており、かつ２つの側面に至るように、第３の実装用電極１４が形成されている。

【００３５】

圧電振動子２と基板１１とは、接着剤層２１，２２を介して接合されている。すなわち、圧電振動子２の圧電基板３の下面３ｂに形成されている電極延長部７と、基板１１の上面１１ａに形成されている第１の実装用電極１２とが接着剤層２１を介して接合されている。さらに、圧電振動子２の圧電基板３の下面３ｂに形成されている第２の振動電極５と、基板１１の上面１１ａに形成されている第２の実装用電極１３とが接着剤層２２を介し

て接合されている。

【００３６】

上記接着剤層２１，２２の音響インピーダンスは、圧電基板２及び基板１１の音響インピーダンスよりも小さくされている。なお、本実施形態では、接着剤層２１，２２は導電性接着剤を用いて形成されている。

【００３７】

接着剤層２１，２２は、導電性接着剤以外の導電性シートまたは半田などの導体により構成されてもよく、あるいは絶縁性接着剤により形成される。なお、接着剤層２１，２２を構成する接着剤は、液状接着剤、固形接着剤、及びシート状接着剤などのいずれでもよい。

【００３８】

接着剤層２１，２２を絶縁性接着剤を用いて形成する場合には、圧電振動子２と基板１１の実装用電極１２，１３とを電気的に接続する他の接続用電極を形成すればよい。

【００３９】

圧電振動子２を覆うように、ケース材として、下方に開いた開口３１ａを有するキャップ３１が基板１１の上面１１ａに搭載される。キャップ３１の開口縁３１ａが基板１１に接着剤層３２を介して接合されている。よって、圧電振動子２が、キャップ３１により保護されている。キャップ３１は、金属、セラミックスまたは樹脂等により形成され得る。

【００４０】

本実施形態の圧電振動部品の特徴は、上記接着剤層２１，２２の音響インピーダンスが、圧電基板３の音響インピーダンス及び基板１１の音響インピーダンスよりも低く、かつ接着剤層２１，２２の厚みが下記の式（１）を満たすように構成されていることにあり、それによって常温（２５℃）からの温度変化による特性の変化を効果的に抑制することができる。これを、具体的に説明する。

【００４１】

厚み＝（ｎ／４）・λ…式（１）

但し、ｎは奇数、λは厚み縦振動の基本波の波長のことである。

【００４２】

なお、接着剤層２１，２２の上述した式（１）で表わされる厚みは、例えば、接着剤層２１，２２の弾性率が７ＧＰａ，密度が４ｇ／ｃｍ^3、及び基本波の周波数が１０ＭＨｚである場合には、λが１３２μｍになり、ｎ＝１のときには３３μｍ、ｎ＝３のときには９９μｍとなる。なお、弾性率Ｅ（Ｐａ）と密度ρ（ｋｇ／ｍ^3）と周波数ｆ（１／ｓ）と波長λ（μｍ）との間には下記の式（２）が成り立つ。

【００４３】

【数１】

$$\lambda \cdot f = \sqrt{E/\rho} \qquad \cdots \text{式 (2)}$$

【００４４】

本実施形態の圧電振動部品１において、圧電振動子２の振動電極４，５に交流電界を印加すると、振動電極４，５が対向している圧電振動部が圧電効果により振動する。この場合、厚み縦振動の基本波と、３倍波を含む高調波とが励振される。本実施形態では、高周波化に対応するために、３倍波が利用される。従って、利用しない基本波は、抑圧もしくは減衰されることが望ましい。

【００４５】

ところで、圧電振動子２を駆動した場合、接着剤層２１，２２の音響インピーダンスが圧電基板２及び基板１１の音響インピーダンスよりも小さくされているので、基本波は、圧電振動子２から接着剤層２１，２２に伝播し、接着剤層２１，２２と基板１１との界面で反射される。この場合、接着剤層２１，２２の厚みにより、入射波と反射波との位相のずれが異なり、基本波の減衰量が異なるので基本波の位相角の大きさが異なる。これを図

５に示す。図５の横軸は、１つの接着剤層の厚みを示し、ここでλは基本波の波長を示す。また、縦軸は、基本波の位相角の最大値を示す。

【００４６】

図５から明らかなように、ｎλ／４のｎが奇数の場合には基本波の位相角最大値が最も大きくなり、ｎが偶数の場合最も小さくなる。この理由を図６（ａ）及び（ｂ）を参照して説明する。

【００４７】

図６（ａ）は、接着剤層２１の厚みがλ／４であるときの接着剤層２１への基本波の入射波ｘと反射波ｙとの関係を模式的に示す。他方、図６（ｂ）は、接着剤層２１の厚みが２λ／４であるときの接着剤層２１への入射波ｘと反射波ｙとの関係を模式的に示す。なお、図６（ａ），（ｂ）では、入射波ｘを実線、反射波ｙを鎖線で示している。

【００４８】

図６（ａ）に示すように、接着剤層２１の厚みがλ／４の場合には、入射波ｘと反射波ｙとは同位相となるため、基本波は打ち消されず、位相角最大値が大きくなる。他方、図６（ｂ）に示されているように、接着剤層２１の厚みが２λ／４の場合には、入射波ｘと反射波ｙとは逆位相となるため、基本波は減衰されて、位相角最大値は小さくなる。

【００４９】

本実施形態では、入射波ｘと反射波ｙが同位相となるように、接着剤層２１，２２の厚みが上記式（１）で表わされる厚みとされている。従って、基本波が最も減衰されていないことになる。

【００５０】

もっとも、基本波が減衰されないのは、常温の状態の場合である。すなわち、本実施形態では、上記式（１）を満たす厚みに接着剤層２１，２２が構成されているため、常温において基本波は最も減衰しない。このことは、逆に常温から温度がずれた場合には、接着剤層２１，２２の物性の変化により、基本波が常温の場合に比べて減衰することを意味する。

【００５１】

従って、基本波が最も減衰されない常温において、圧電振動部品１を用いて厚み縦振動の３倍波による安定な発振が得られるように発振回路を構成すれば、常温において安定に発振することを確保することができるとともに、常温から温度がずれた場合においても、基本波を減衰させることができるので、特性の劣化が生じ難い。すなわち、厚み縦振動の３倍波による振動を、広い温度範囲に渡り確実に利用することができる。

【００５２】

（第２の実施形態）

図３に、第２の実施形態に係る圧電振動部品５１を分解斜視図で示す。

【００５３】

圧電振動部品５１は、圧電振動子５２を有する。圧電振動子５２は、板状の圧電基板５３を有する。圧電基板５３は、上面５３ａと、下面５３ｂと、長さ方向一端に位置する第１の端面５３ｃと、第１の端面５３ｃとは反対側に位置する第２の端面５３ｄとを有する。

【００５４】

圧電基板５３の上面５３ａの中央には、円形の第１の振動電極５４が形成されている。他方、圧電基板５３の下面５３ｂの中央には、円形の第２の振動電極が形成されている。第１の振動電極５４と第２の振動電極とは、圧電基板５３の中央部分において、圧電基板５３を介して厚み方向に対向している。この厚み方向に対向している領域が、エネルギー閉じ込め型の振動部５６を構成している。本実施形態においても、厚み縦振動の３倍波が利用される。

【００５５】

第１の振動電極５４は、圧電基板５３の上面５３ａと、端面５３ｃとのなす端縁に沿うように設けられた引出電極５７に電気的に接続されている。下面側の第２の振動電極は、

下面５３ｂと、端面５３ｄとのなす端縁に沿うように下面５３ｂ上に形成された引出電極に電気的に接続されている。

【００５６】

矩形板状の圧電振動子５２の下面側には、矩形枠状の接着剤層７１を介して矩形板状のケース基板６１が接合されている。矩形枠状の接着剤層７１は、開口を有し、該開口は振動部の振動を妨げないための空隙を設けるために形成されている。圧電振動子５２の上面側には、同じく矩形枠状の接着層７２を介してケース基板６２が接合されている。

【００５７】

本実施形態では、上記圧電振動子５２の上下に接着剤層７１，７２を介してケース基板６１，６２が積層されることにより、積層型の圧電振動部品が構成される。そして、この積層体の一方の側面から下面を経て他方の側面に至るように、端子電子部品８１～８３が形成される。図３では、端子電極８１～８３の、積層体の側面上に形成される部分と、下面上に形成される部分と、反対側の側面上に形成される部分とが分断して示されている。

【００５８】

本実施形態の特徴は、上記接着剤層７１，７２の音響インピーダンスが、圧電基板５２の音響インピーダンス及びケース基板６１，６２の音響インピーダンスよりも小さく低くされており、かつ接着剤層７１，７２の厚みが、上述した式（１）で表される厚みを有するように構成されていることにある。なお、第１，第２の接着剤層７１，７２の上述した式（１）の厚みは、例えば、第１，第２の接着剤層７１，７２の弾性率が３ＧＰａ，密度が１．２ｇ／ｃｍ^3、及び基本波の周波数が１０ＭＨｚである場合はλ＝１６０μｍになり、ｎ＝１のときには４０μｍ、ｎ＝３のときには１２０μｍとなる。

【００５９】

上記ように、本発明においては、エネルギー閉じ込め型の厚み縦振動の３倍波を利用した圧電振動子の下方だけでなく、上方にも第２の接着剤層に相当する接着剤層７２を介して接着剤層７２よりも音響インピーダンスの高いケース基板６２を積層した構造を有していてもよい。

【００６０】

第２の実施形態においても、第１，第２の接着剤層７１，７２が上記のように構成されているため、接着剤層７１，７２において、常温では厚み縦振動の基本波が減衰され難い。しかしながら、常温から温度が変化した場合には、接着剤層７１，７２の物性が変化し、基本波が常温の場合に比べて減衰されることとなる。

【００６１】

よって、第１の実施形態の場合と同様に、常温において安定に発振され得るように、発振回路の発振定数を設定しておけば、圧電振動部品５１を用いて常温において安定に発振させることができる。しかも、常温から温度が変化した場合には、圧電振動部品５１において基本波が効果的に減衰されることになるため、特性の劣化を防止することができ、広い温度範囲に渡り安定に発振させることができる。よって、温度変化の如何に関わらず安定に発振させ得る、厚み縦振動の３倍波を利用した積層型の圧電振動部品５１を提供することが可能となる。

【００６２】

（第３の実施形態）

図４に、第３の実施形態に係る圧電振動部品１０１を分解斜視図で示す。

【００６３】

なお、第３の実施形態に係る圧電振動部品１０１は、基本的には第１の実施形態に係る圧電振動部品１と同様の構造を有する。異なるところは、圧電振動部品１の圧電振動子２と基板１１との間に形成されている接着剤層２１，２２に代えて、支持部１０２，１０３が用いられ、かつ該支持部１０２，１０３が基板１１の上面に接着により接合されていることにある。すなわち、支持部１０２，１０３は、導電性の接着剤１１１，１１２により基板１１に接着されている。接着剤１１１，１１２は非常に薄く付与される。

【００６４】

また、接着剤１１１，１１２は、圧電振動子２の端面に至るように付与される。すなわち、導電性接着剤からなる接着剤１１１，１１２は、支持部１０２，１０３の下面を基板１１に接合するだけでなく、電極延長部７の圧電基板３の一方端面上に位置している部分と実装用電極１２とを電気的に接続するとともに、電極延長部８の圧電基板３の端面３ｄに位置している部分を実装用電極１３に電気的に接続する機能も果たす。

【００６５】

すなわち、支持部１０２，１０３が絶縁性材料により構成されているため、接着剤材１１１，１１２は導電性接着剤により構成され、電気的接続機能を果たしている。

【００６６】

もっとも、支持部１０２，１０３が導電性材料により構成されていてもよく、その場合には、接着剤１１１，１１２は、支持部１０２，１０３と実装用電極１２，１３とを電気的に接続するように、支持部１０２，１０３の下面にのみ付与されてもよい。

【００６７】

なお、本実施形態において、他の構成については、第１の実施形態と同様であるため、同一部分については同一の参照番号を付することにより、詳細な説明は省略することとする。

【００６８】

本実施形態においては、常温において、上記支持部１０２，１０３の音響インピーダンスが、圧電基板２及び基板１１の音響インピーダンスよりも小さくされている。従って、支持部１０２，１０３は、第１の実施形態の接着剤層２１，２２と同様に機能する。

【００６９】

すなわち、常温においては、基本波は支持部１０２，１０３の存在により最も減衰しない状態とされている。従って、常温において安定に発振するように回路定数を設定しておけば、常温において厚み縦振動の３倍波による良好な発振特性を得ることができる。そして、常温から温度が変化した場合には、第１の実施形態の場合と同様に、基本波が支持部１０２，１０３により減衰されるため、やはり厚み縦振動の３倍波を利用した良好な特性を得ることができる。

【００７０】

なお、前述した第２の実施形態では、第１の実施形態と同様に、接着剤層７１，７２を相対的に低い音響インピーダンスの材料層として用いたが、第２の実施形態の接着剤層７１，７２を、第３の実施形態の支持部１０２，１０３と同様に、接着機能を有しない低音響インピーダンス層として構成してもよい。その場合には、第２の実施形態の接着剤層７１に相当する部分が第１の支持部となり、第２の接着剤層７２に相当する部分が第２の支持部となる。もっとも、その場合には、接着性を有しないため、接着剤層７１，７２に代えて用いる矩形枠状の支持部及び第２の支持部の上面及び下面に薄く接着剤を塗布し、接合すればよい。

【図面の簡単な説明】

【００７１】

【図１】（ａ）及び（ｂ）は、第１の実施形態に係る圧電振動部品を示す分解斜視図及び分解正面図。

【図２】第１の実施形態に係る圧電振動部品の要部を示す正面図。

【図３】第２の実施形態に係る圧電振動部品を示す分解斜視図。

【図４】第３の実施形態に係る圧電振動部品を示す分解斜視図。

【図５】接着剤層と基本波の位相角最大値との関係を示す図。

【図６】（ａ）は、接着剤層の厚みが（１／４）λであるときの接着剤層への入射波（基本波）と反射波との関係を模式的に示す図。（ｂ）は、接着剤層の厚みが（２／４）λであるときの接着剤層への入射波（基本波）と反射波との関係を模式的に示す図。

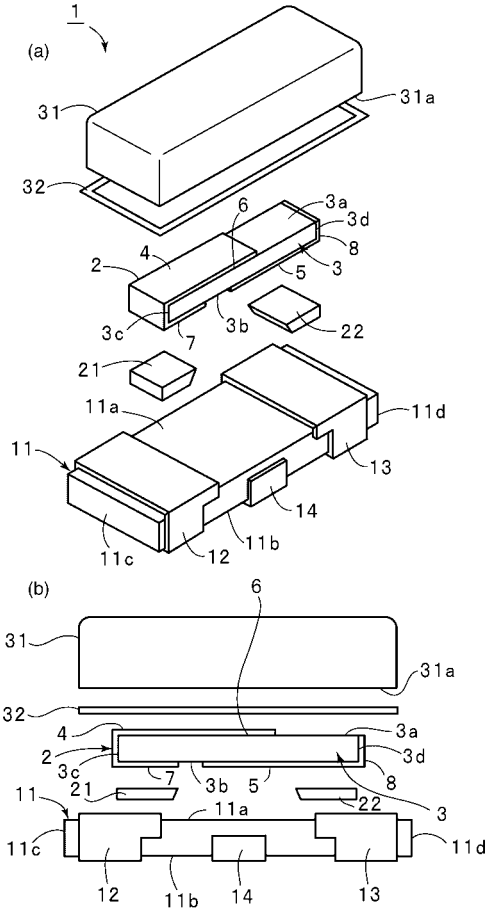
【図７】（ａ）及び（ｂ）は、従来のエネルギー閉じ込め型の圧電振動子を示す平面図及び正面図。

【符号の説明】

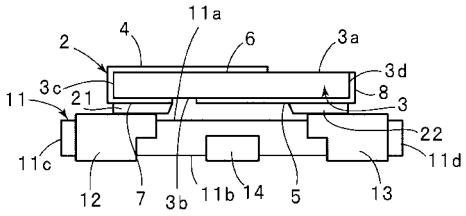
【００７２】
１…圧電振動部品
２…圧電振動子
３…圧電基板
３ａ…上面
３ｂ…下面
３ｃ…第１の端面
３ｄ…第２の端面
４…第１の振動電極
５…第２の振動電極
６…振動部
７…電極延長部
８…電極延長部
１１…基板
１１ａ…上面
１１ｂ…下面
１１ｃ…第１の端面
１１ｄ…第２の端面
１２…第１の実装用電極
１３…第２の実装用電極
１４…第３の実装用電極
２１…接着剤層
２２…接着剤層
３１…キャップ
３１ａ…開口
３２…接着剤層
５１…圧電振動部品
５２…圧電振動子
５３…圧電基板
５３ａ…上面
５３ｂ…下面
５３ｃ…第１の端面
５３ｄ…第２の端面
５４…第１の振動電極
５５…第２の振動電極
５６…振動部
５７…引出電極
６１…第１の基板
６１ａ…上面
６１ｂ…下面
６２…第２の基板
７１…第１の接着剤層
７２…第２の接着剤層
８１…第１の実装または搭載電極
８２…第２の実装または搭載電極
８３…第３の実装または搭載電極
１０１…圧電振動部品
１０２…支持部
１０３…支持部
１１１…接着剤層

１１１ａ…突出部
１１２…接着剤層
１１２ａ…突出部
ｘ…入射波
ｙ…反射波

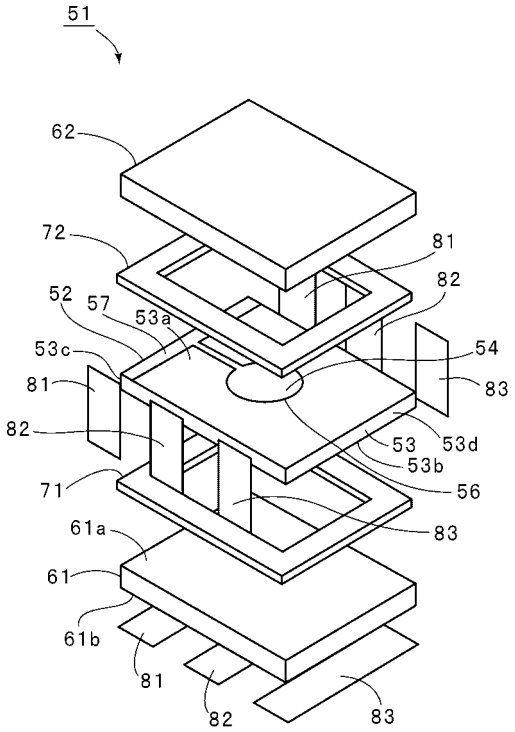
【図１】



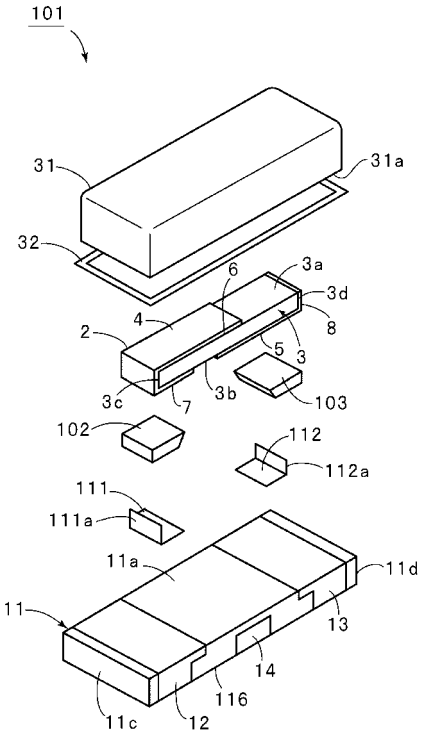
【図２】



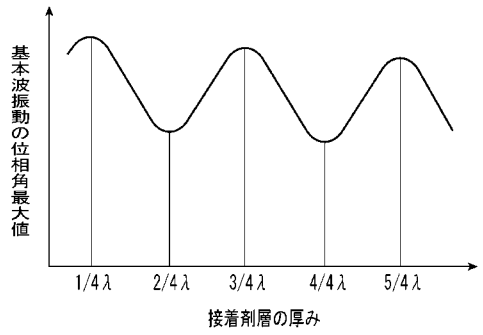
【図３】


51
62
72
81
82
52
57
53a
53c
54
83
81
82
53
53d
53b
56
71
83
61a
61
61b
81
82
83

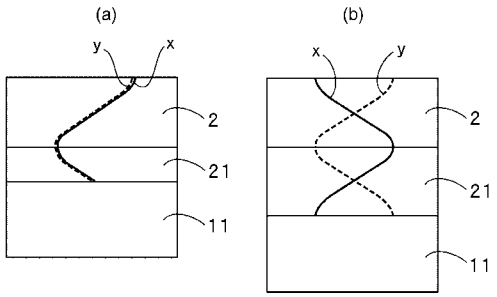
【図４】


101
31
31a
32
6
3a
3d
4
8
2
5
3
3c
7
3b
103
102
112
112a
111
111a
11a
11d
11
13
14
116
11c
12

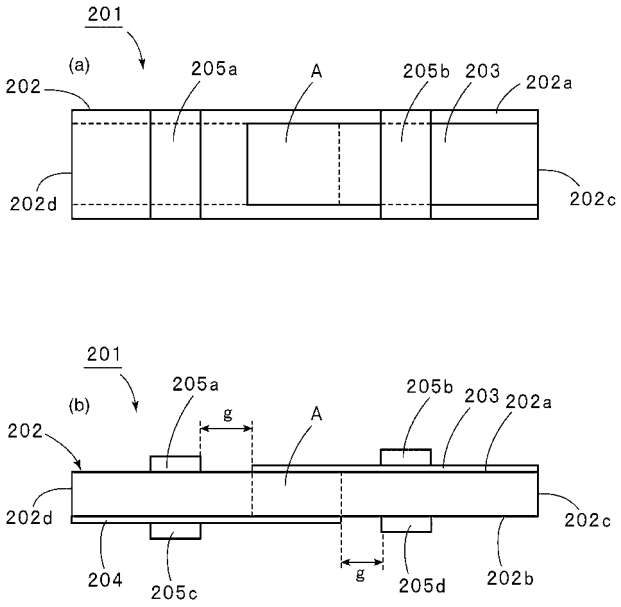
【図５】


基本波振動の位相角最大値
1/4λ
2/4λ
3/4λ
4/4λ
5/4λ
接着剤層の厚み

【図６】


(a)
y
x
2
21
11
(b)
x
y
2
21
11

【図７】


201
(a)
205a
A
205b
203
202a
202
202d
202c
201
(b)
205a
205b
203
202a
g
A
202
202d
202c
204
205c
g
205d
202b