(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2014-179902
(P2014-179902A)
(43)公開日　平成26年9月25日(2014.9.25)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
H03H	9/19	(2006.01)	H03H	9/19	J	5J079
H03H	9/215	(2006.01)	H03H	9/215		5J108
H03B	5/32	(2006.01)	H03B	5/32	H	

審査請求 未請求　請求項の数 8　ＯＬ　（全 19 頁）

(21)出願番号　特願2013-53827(P2013-53827)
(22)出願日　平成25年3月15日(2013.3.15)

(71)出願人　713005174
エスアイアイ・クリスタルテクノロジー株式会社
千葉県千葉市美浜区中瀬一丁目８番地
(74)代理人　100154863
弁理士　久原　健太郎
(72)発明者　峯岸　孝
千葉県千葉市美浜区中瀬１丁目８番地　セイコーインスツル株式会社内

Ｆターム(参考)　5J079 AA04 BA43 FA01 HA03 HA06 HA22 KA02
5J108 AA07 BB02 CC06 CC08 CC09 CC10 CC11 EE02 EE03 EE07 EE11 EE14 EE18 GG03 GG04 GG06 GG12 GG15 GG16 GG20 KK01 KK03

(54)【発明の名称】圧電振動片、圧電振動子、発振器、電子機器及び電波時計

(57)【要約】
【課題】汎用性の高い圧電振動片を提供すると共に、製造コストの低い圧電振動子、発振器、電子機器、及び電波時計を提供すること。
【解決手段】一方向に並んで配置された一対の振動腕部３ａ、３ｂを有する振動部３と、一対の振動腕部３ａ、３ｂの端部同士を接続する基部４と、当該一方向において振動部３の両側に配置された一対の支持腕部９ａ、９ｂを有する支持部７と、基部４と支持部７とを連結する連結部６とを備え、連結部６は、基部４に比べて断面積が小さく形成されている。
【選択図】図１

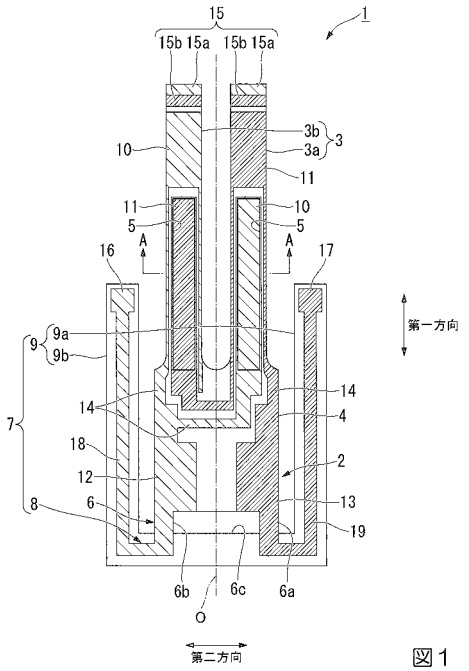

図１

【特許請求の範囲】
【請求項１】
一方向に並んで配置された一対の振動腕部を有する振動部と、
前記一対の振動腕部の端部同士を接続する基部と、
前記一方向において前記振動部の両側に配置された一対の支持腕部を有する支持部と、
前記基部と前記支持部とを連結する連結部と
を備え、
前記連結部は、前記基部に比べて断面積が小さく形成されている
圧電振動片。
【請求項２】
前記連結部には、貫通孔が設けられている
請求項１に記載の圧電振動片。
【請求項３】
前記連結部は、前記一方向の寸法が前記基部と同一であり、
前記貫通孔は、前記連結部のうち前記一方向の中央部に設けられている
請求項２に記載の圧電振動片。
【請求項４】
前記連結部は、前記基部に比べて厚さが薄く形成されている
請求項１から請求項３のうちいずれか一項に記載の圧電振動片。
【請求項５】
請求項１に記載された圧電振動片と、
互いに接合されたベース基板とリッド基板とを有し、両基板の間に形成されたキャビティ内に前記圧電振動片を収容するパッケージと
を備える圧電振動子。
【請求項６】
請求項５に記載の圧電振動子が、発振子として集積回路に電気的に接続されている
発振器。
【請求項７】
請求項５に記載の圧電振動子が、計時部に電気的に接続されている
電子機器。
【請求項８】
請求項５に記載の圧電振動子が、フィルタ部に電気的に接続されている
電波時計。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、圧電振動片、圧電振動子、発振器、電子機器及び電波時計に関する。
【背景技術】
【０００２】
携帯電話や携帯情報端末機器には、時刻源や制御信号のタイミング源、リファレンス信号源等として水晶等を利用した圧電振動子が用いられている。この種の圧電振動子の１つとして、真空封止されたキャビティ内に音叉型の圧電振動片を収容した圧電振動子が知られている。この圧電振動子によれば、振動腕部に形成された励振電極に電圧を印加することにより、所定の共振周波数によって該振動腕部を振動させることが可能になる。
【０００３】
近年、圧電振動子の小型化の要求が高まりつつある。例えば特許文献１に開示されているように、一対の振動腕部が接続される基部から、該振動腕部の両側に延びるようにして一対の支持腕部を設け、それらの支持腕部の先端付近で圧電振動片を実装するタイプの圧電振動子が知られている（以下、サイドアームタイプと称する）。
【先行技術文献】

【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開２０１０－１１９０９５号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
しかしながら、上記のようなサイドアームタイプの圧電振動片は、セラミックパッケージやガラスパッケージ内に封止することを主に想定しており、インナーリードの端部で圧電振動片を支持するシリンダタイプの圧電振動子に対しては使用することができない。このため、圧電振動片としての汎用性が低く、製造コストが増大するといった課題がある。
【０００６】
以上のような事情に鑑み、本発明は、高い汎用性を有する圧電振動片を提供することを目的とする。また、かかる圧電振動片を有する圧電振動子、発振器、電子機器、及び電波時計を提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
本発明に係る圧電振動片は、一方向に並んで配置された一対の振動腕部を有する振動部と、前記一対の振動腕部の端部同士を接続する基部と、前記一方向において前記振動部の両側に配置された一対の支持腕部を有する支持部と、前記基部と前記支持部とを連結する連結部とを備え、前記連結部は、前記基部に比べて断面積が小さく形成されている。
【０００８】
本発明によれば、一対の支持腕部が振動部の両側に配置された構成において、一対の支持腕部と基部とを連結する連結部が、基部に比べて断面積が小さく形成されているため、連結部の剛性が基部の剛性よりも低くなる。このため、連結部が基部に比べて折れやすい構成となる。連結部を折ることにより、基部及び振動部を支持部側から折り取ることができる。折り取った基部及び振動部は、例えばシリンダ型のパッケージなど、他の種類のパッケージに搭載して用いることができる。このように、汎用性の高い圧電振動片を得ることができる。
【０００９】
上記の圧電振動片において、前記連結部には、貫通孔が設けられている。
本発明によれば、連結部に貫通孔が設けられているため、連結部の剛性が基部よりも低くなる。これにより、基部及び一対の振動腕部を折り取りやすくなる。
【００１０】
上記の圧電振動片において、前記連結部は、前記一方向の寸法が前記基部と同一であり、前記貫通孔は、前記連結部のうち前記一方向の中央部に設けられている。
本発明によれば、一方向において連結部が基部と同一の寸法を有し、貫通孔が連結部の一方向の中央部に設けられている構成であるため、容易に製造することができる。
【００１１】
上記の圧電振動片において、前記連結部は、前記基部に比べて厚さが薄く形成されている。
本発明によれば、連結部が基部に比べて厚さが薄く形成されているため、連結部の剛性が基部よりも低くなる。これにより、基部及び一対の振動腕部を折り取りやすくなる。
【００１２】
本発明に係る圧電振動子は、上記本発明に係る圧電振動片と、互いに接合されたベース基板とリッド基板とを有し、両基板の間に形成されたキャビティ内に前記圧電振動片を収容するパッケージとを備える。
本発明によれば、汎用性の高い圧電振動片を備えているので、製造コストの低い圧電振動子とすることができる。
【００１３】
本発明に係る発振器は、上記本発明に係る圧電振動子が、発振子として集積回路に電気

的に接続されている。また、本発明に係る電子機器は、上記本発明に係る圧電振動子が、計時部に電気的に接続されている。本発明に係る電波時計は、上記本発明に係る圧電振動子が、フィルタ部に電気的に接続されている。

【００１４】

本発明に係る発振器、電子機器及び電波時計によれば、上記圧電振動子を備えているので、低コストで製造することができる。

【発明の効果】

【００１５】

本発明によれば、汎用性の高い圧電振動片を提供することができる。また、製造コストの低い圧電振動子、発振器、電子機器、及び電波時計を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１６】

【図１】第一実施形態に係る圧電振動片の表面側の構成を示す平面図。
【図２】図１におけるＡ－Ａ断面に沿った構成を示す図。
【図３】第一実施形態に係る圧電振動片の他の構成を示す平面図。
【図４】第一実施形態に係る圧電振動片を製造する際のフローチャート。
【図５】第一実施形態に係る圧電振動片を製造する際の一工程を示す図。
【図６】第一実施形態に係る圧電振動片を製造する際の一工程を示す図。
【図７】第一実施形態に係る圧電振動片を製造する際の一工程を示す図。
【図８】第一実施形態に係る圧電振動片を製造する際の一工程を示す図。
【図９】第一実施形態に係る圧電振動片を製造する際の一工程を示す図。
【図１０】第一実施形態に係る圧電振動片を製造する際の一工程を示す図。
【図１１】第二実施形態に係る圧電振動片の構成を示す平面図。
【図１２】図１１におけるＣ－Ｃ断面に沿った構成を示す図。
【図１３】第三実施形態に係る圧電振動子の外観を示す斜視図。
【図１４】第三実施形態に係る圧電振動子の内部構成を示す断面図。
【図１５】第三実施形態に係る圧電振動子の内部構成を示す平面図。
【図１６】第三実施形態に係る圧電振動子の全体構成を示す分解斜視図。
【図１７】第四実施形態に係る圧電振動子の外観を示す斜視図。
【図１８】第五実施形態に係る発振器の一実施形態を示す構成図である。
【図１９】第六実施形態に係る電子機器の一実施形態を示す構成図である。
【図２０】第七実施形態に係る電波時計の一実施形態を示す構成図である。

【発明を実施するための形態】

【００１７】

以下、図面を参照して、本発明の実施の形態を説明する。

［第一実施形態］

図１は、圧電振動片１の表面側の平面図である。本実施形態では、圧電振動片１として、溝部付きタイプの音叉型の圧電振動片を例に挙げて説明する。

【００１８】

図１に示すように、圧電振動片１は、水晶、タンタル酸リチウムやニオブ酸リチウム等の圧電材料から形成された音叉型の圧電板２を備えている。本実施形態では、圧電振動片１として、いわゆるサイドアームタイプの圧電振動片を例に挙げて説明する。

【００１９】

圧電板２は、中心軸Ｏに平行な方向（以下、「第一方向」と表記する）に沿って延在するように形成された振動部３と、該振動部３の基端部を支持する基部４と、を備えている。振動部３は、中心軸Ｏに直交する方向（一方向：以下、「第二方向」と表記する）に並んで配置された一対の振動腕部３ａ、３ｂを有している。一対の振動腕部３ａ、３ｂは、第一方向に平行に配置されている。

【００２０】

基部４は、一対の振動腕部３ａ、３ｂのうち第一方向における一方の端部同士を連結し

ている。基部４には、連結部６を介して支持部７が連結されている。支持部７は、支持基部８と、支持腕部９（一対の支持腕部９ａ、９ｂ）を有している。支持基部８は、第二方向に延びるように形成されており、当該第二方向の両端が基部４からはみ出している。一対の支持腕部９ａ、９ｂは、支持基部８の第二方向の両端から第一方向へそれぞれ延びている。一対の支持腕部９ａ、９ｂは、第二方向において、振動部３の両側に配置されている。したがって、振動部３は、第二方向において一対の支持腕部９ａ、９ｂの間に配置されている。

【００２１】

図２は、図１に示すＡ－Ａ線に沿った断面図である。

図１及び図２に示すように、上記の一対の振動腕部３ａ、３ｂの主面（表裏面）上には、振動腕部３ａ、３ｂの基端部から先端部に向かって、一定幅で縦長の溝部５が形成されている。この溝部５は、振動腕部３ａ、３ｂの基端部側から中間部を越える範囲に亘って形成されている。これにより、一対の振動腕部３ａ、３ｂは、それぞれ図２に示すように断面Ｈ型となっている。

【００２２】

図１に示すように、このように形成された圧電板２の外表面上には、一対の励振電極１０、１１、一対の第一マウント電極１２、１３及び一対の第二マウント電極１６、１７がそれぞれ形成されている。このうち、一対の励振電極１０、１１は、電圧が印加されときに一対の振動腕部３ａ、３ｂを互いに接近又は離間する方向に所定の共振周波数で振動させる電極であり、一対の振動腕部３ａ、３ｂの外表面にそれぞれ電気的に切り離された状態でパターニングされて形成されている。

【００２３】

具体的には、一方の励振電極１０が、主に一方の振動腕部３ａの溝部５内と他方の振動腕部３ｂの側面上とに形成され、他方の励振電極１１が、主に一方の振動腕部３ａの側面上と他方の振動腕部３ｂの溝部５内とに形成されている。

【００２４】

また、一対の第一マウント電極１２、１３は、基部４の主面及び側面を含む外表面上に形成されており、引き出し電極１４を介して一対の励振電極１０、１１にそれぞれ電気的に接続されている。

【００２５】

また、一対の第二マウント電極１６、１７は、一対の支持腕部９ａ、９ｂの主面の先端部に設けられている。一対の第二マウント電極１６、１７は、それぞれ一対の第一マウント電極１２、１３から引出電極１８、１９を介して電気的に接続されている。引出電極１８、１９は、それぞれ連結部６、支持基部８及び支持腕部９ａ、９ｂの主面に沿って形成されている。

【００２６】

このように、一対の励振電極１０、１１は、一対の第一マウント電極１２、１３及び一対の第二マウント電極１６、１７のうち少なくとも一方を介して電圧が印加されるようになっている。

【００２７】

なお、上述した励振電極１０、１１、第一マウント電極１２、１３、第二マウント電極１６、１７及び引き出し電極１４、１８、１９は、例えば、クロム（Ｃｒ）と金（Ａｕ）との積層膜であり、水晶と密着性の良いクロム膜を下地として成膜した後に、表面に金の薄膜を施したものである。但し、この場合に限られず、例えば、クロムとニクロム（ＮｉＣｒ）の積層膜の表面にさらに金の薄膜を積層しても構わないし、クロム、ニッケル、アルミニウム（Ａｌ）やチタン（Ｔｉ）等の単層膜でも構わない。

【００２８】

また、一対の振動腕部３ａ、３ｂの先端部には、図１に示すように、自身の振動状態を所定の周波数の範囲内で振動するように調整（周波数調整）を行うための重り金属膜１５（粗調膜１５ａ及び微調膜１５ｂからなる）が形成されている。この重り金属膜１５を利

用して周波数調整を行うことで、一対の振動腕部３ａ、３ｂの周波数をデバイスの公称周波数の範囲内に収めることができるようになっている。

【００２９】

本実施形態では、基部４と支持部７とを連結する連結部６は、第二方向の寸法が基部４と同一となっている。したがって、圧電板２のうち基部４から連結部６を経て支持部７に至る部分について、第二方向の両端部はそれぞれ直線状に形成されている。

【００３０】

連結部６には、貫通孔６ｃが設けられている。貫通孔６ｃは、図１に示すように平面視で矩形に形成されており、連結部６を厚さ方向に貫通するように形成されている。貫通孔６ｃは、連結部６のうち第二方向の中央部に設けられている。したがって、連結部６は、貫通孔６ｃを挟んで設けられた第一連結部６ａ及び第二連結部６ｂを有する構成となっている。なお、基部４及び連結部６の厚さ方向の寸法は同一となるように形成されている。

【００３１】

この構成において、連結部６は、貫通孔６ｃによって中空になっている分、基部４に比べて断面積が小さく形成されている。このため、連結部６の剛性が基部４の剛性よりも低くなり、連結部６が基部４に比べて折れやすい構成となる。連結部６を折ることにより、例えば図３に示すように、基部４及び振動部３を支持部７から折り取ることができる。折り取った基部４及び振動部３は、別の圧電振動片１Ａとして、例えばシリンダ型のパッケージなど、他の種類のパッケージに搭載して用いることができる。

【００３２】

また、貫通孔６ｃは、第二方向において連結部６の中央部に配置されている。このため、連結部６においては、中心軸Ｏを基準として第二方向の形状が線対称となっている。例えば、第一連結部６ａ及び第二連結部６ｂは、第二方向（及び）の寸法及び形状が同一となっている。

【００３３】

このように構成された圧電振動片１を作動させる場合には、一対の励振電極１０、１１間に所定の駆動電圧を印加して電流を流すことで、一対の振動腕部３ａ、３ｂを互いに接近・離間させる方向に所定の周波数で振動させることができる。そして、この振動を、時刻源、制御信号のタイミング源やリファレンス信号源等として利用することができる。

【００３４】

次に、上述した圧電振動片１を、圧電材料からなるウエハＳを利用して一度に複数製造する方法について、図４に示すフローチャートを参照しながら以下に説明する。

まずポリッシングが終了し、所定の厚みに高精度に仕上げられたウエハＳを準備する（Ｓ１）。次いで、このウエハＳをフォトリソ技術によってエッチングして、該ウエハＳに複数の圧電板２の外形形状を形成する外形形成工程を行う（Ｓ２）。この工程について、具体的に説明する。

【００３５】

まず、図５に示すように、ウエハＳの両面にエッチング保護膜（保護マスク）２０をそれぞれ成膜する（Ｓ２ａ）。このエッチング保護膜２０としては、例えば、クロム（Ｃｒ）を数μｍ成膜する。次いで、エッチング保護膜２０上に図示しないフォトレジスト膜を、フォトリソグラフィ技術によってパターニングする。この際、一対の振動腕部３ａ、３ｂからなる振動部３と、一対の振動腕部３ａ、３ｂの端部同士を接続する基部４と、で構成される圧電板２の周囲を囲むようにパターニングする。そして、このフォトレジスト膜をマスクとしてエッチング加工を行い、マスクされていないエッチング保護膜２０を選択的に除去する。そして、エッチング加工後にフォトレジスト膜を除去する。

【００３６】

これにより、図６及び図７に示すように、エッチング保護膜２０を圧電板２の外形形状、即ち、一対の振動腕部３ａ、３ｂ及び基部４の外形形状に沿ってパターニングすることができる（Ｓ２ｂ）。この際、複数の圧電板２の数だけパターニングを行う。なお、図７から図１０は、図６に示すＢ－Ｂ線に沿った断面を示す図である。

【００３７】
次いで、上述したように予めパターニングされたエッチング保護膜２０をマスクとして、ウエハＳの両面をそれぞれエッチング加工する（Ｓ２ｃ）。これにより、図８に示すように、エッチング保護膜２０でマスクされていない領域を選択的に除去して、圧電板２の外形形状を形作ることができる。この時点で、外形形成工程が終了する。
【００３８】
続いて、一対の振動腕部３ａ、３ｂの主面上に溝部５を形成する溝部形成工程を行う（Ｓ３）。具体的には、上述した外形形成時と同様に、エッチング保護膜２０上にフォトレジスト膜を成膜する。そして、フォトリソグラフィ技術によって、溝部５の領域を空けるようにフォトレジスト膜をパターニングする。そして、パターニングされたフォトレジスト膜をマスクとしてエッチング加工を行い、エッチング保護膜２０を選択的に除去する。その後、フォトレジスト膜を除去することで、図９に示すように、既にパターニングされたエッチング保護膜２０を、溝部５の領域を空けた状態でさらにパターニングすることができる。
【００３９】
次いで、この再度パターニングされたエッチング保護膜２０をマスクとして、ウエハＳをエッチング加工した後、マスクとしていたエッチング保護膜２０を除去する。これにより、図１０に示すように、一対の振動腕部３ａ、３ｂの両主面上に溝部５をそれぞれ形成することができる。
【００４０】
なお、複数の圧電板２は、後に行う切断工程を行うまで、図示しない連結部を介してウエハＳに連結された状態となっている。
【００４１】
次いで、図示しないマスクを通した露光を行うことで、複数の圧電板２の外表面上に電極膜をパターニングして、励振電極１０、１１、引き出し電極１４、マウント電極１２、１３をそれぞれ形成する電極形成工程を行う（Ｓ４）。
【００４２】
そして、この工程が終了した後、一対の振動腕部３ａ、３ｂの先端に周波数調整用の粗調膜１５ａ及び微調膜１５ｂからなる重り金属膜１５（例えば、銀や金等）を形成する（Ｓ５）。そして、ウエハに形成された全ての振動腕部３ａ、３ｂに対して、共振周波数を粗く調整する粗調工程を行う（Ｓ６）。これは、重り金属膜１５の粗調膜１５ａにレーザ光を照射して一部を蒸発させ、重量を変化させることで行う。なお、共振周波数をより高精度に調整する微調に関しては、圧電振動子の製造時に行う。
【００４３】
そして、最後にウエハＳと圧電板２とを連結していた連結部を切断して、複数の圧電板２をウエハＳから切り離して小片化する切断工程を行う（Ｓ７）。これにより、１枚のウエハＳから、音叉型の圧電振動片１を一度に複数製造することができる。この時点で、圧電振動片１の製造工程が終了し、図１に示す圧電振動片１を得ることができる。
【００４４】
ところで、上述した外形形成工程の際、貫通孔６ｃが形成された連結部６の外形形状に倣って予め外形が形成されたエッチング保護膜２０を利用するので、エッチングすることで、貫通孔６ｃが連結部６のうち第二方向の中央部に形成された構成を得ることができる。
【００４５】
以上のように、本実施形態によれば、一対の支持腕部９ａ、９ｂが振動部３の両側に配置された、いわゆるサイドアーム型の構成において、一対の支持腕部９ａ、９ｂと基部４とを連結する連結部６が、基部４に比べて断面積が小さく形成されているため、連結部６の剛性が基部の剛性よりも低くなる。このため、連結部６が基部４に比べて折れやすい構成となる。連結部６を折ることにより、基部４及び振動部３を支持部７から折り取ることができるため、折り取った基部４及び振動部３は、例えばシリンダ型のパッケージなど、

他の種類のパッケージに搭載して用いることができる。このように、汎用性の高い圧電振動片１を得ることができる。

【００４６】

［第二実施形態］

次に、本発明の第二実施形態を説明する。図１１は、本実施形態に係る圧電振動片１Ｂの構成を示す平面図である。図１２は、図１１におけるＣ－Ｃ断面に沿った構成を示す図である。本実施形態では、連結部１０６の構成が第一実施形態とは異なっており、他の構成については第一実施形態と同一である。なお、図１１及び図１２では、説明の簡単のため、振動腕部に設けられた溝部や、励振電極及び引出電極などの電極の構成を省略している。

【００４７】

図１１に示すように、圧電振動片１Ｂは、第二方向においては基部４及び連結部１０６の寸法が等しくなっている。一方、図１１及び図１２に示すように、連結部１０６の表面及び裏面には、それぞれ溝部１０６ａ、１０６ｂが形成されている。溝部１０６ａ、１０６ｂは、例えば第二方向に沿って形成されている。溝部１０６ａ、１０６ｂが設けられることにより、連結部１０６の厚さは、基部４の厚さよりも小さくなっている。

【００４８】

このように、本実施形態においても、連結部１０６の断面積が基部４の断面積よりも小さくなっているため、第一実施形態と同様、連結部１０６の剛性は基部４の剛性よりも低くなる。このため、この構成であっても、連結部１０６が基部４に比べて折れやすい構成を実現する事ができる。

【００４９】

なお、溝部１０６ａ、１０６ｂの形状は、上記の構成に限られず、連結部１０６の断面積が基部４の断面積よりも小さくなるのであれば、他の形状であってもよい。また、溝部１０６ａ、１０６ｂが形成されると共に、第一実施形態に記載の貫通孔が設けられた構成であってもよい。これにより、連結部１０６の構成をより低下させることができる。また、本実施形態においては、溝部１０６ａ、１０６ｂのうち一方が省略された構成であってもよい。

【００５０】

［第三実施形態：圧電振動子］

次に、上述した圧電振動片１又は圧電振動片１Ｂを具備する圧電振動子５０又は７０について説明する。なお、以下の説明では、上述した構成と共通する構成については、同一の符号を付してその説明を省略する。また、図中では圧電振動片１の外形形状のみを示し、励振電極１０、１１や第一マウント電極１２、１３、第二マウント電極１６、１７等は上述した実施形態と同様の構成であるため、図示を省略する。なお、以下では省略するが、圧電振動片１Ｂを搭載した場合であっても、同様の説明が可能である。

【００５１】

図１３～図１６に示すように、本実施形態の圧電振動子５０又は７０は、内部に気密封止されたキャビティＣを有するパッケージ５１と、キャビティＣ内に収容された上述した圧電振動片１と、を備えたセラミックパッケージタイプの表面実装型振動子である。

【００５２】

この圧電振動子５０又は７０は、概略直方体状に形成されており、本実施形態では平面視において圧電振動子５０又は７０の長手方向を長さ方向といい、短手方向を幅方向といい、これら長さ方向及び幅方向に対して直交する方向を厚さ方向という。

【００５３】

パッケージ５１は、パッケージ本体（ベース部材）５３と、このパッケージ本体５３に対して接合されるとともに、パッケージ本体５３との間にキャビティＣを形成する封口板（リッド部材）５４と、を備えている。

【００５４】

パッケージ本体５３は、互いに重ね合わされた状態で接合された第１ベース基板５５及

び第２ベース基板５６と、第２ベース基板５６上に接合されたシールリング５７と、を備えている。

【００５５】

第１ベース基板５５は、平面視略長方形状に形成されたセラミックス製の基板とされている。第２ベース基板５６は、第１ベース基板５５と同じ外形形状である平面視略長方形状に形成されたセラミックス製の基板とされており、第１ベース基板５５上に重ねられた状態で焼結等によって一体的に接合されている。

【００５６】

第１ベース基板５５及び第２ベース基板５６の四隅には、平面視１／４円弧状の切欠部５８が、両基板５５、５６の厚さ方向の全体に亘って形成されている。これら第１ベース基板５５及び第２ベース基板５６は、例えばウエハ状のセラミック基板を２枚重ねて接合した後、両セラミック基板を貫通する複数のスルーホールを行列状に形成し、その後、各スルーホールを基準としながら両セラミック基板を格子状に切断することで作製される。その際、スルーホールが４分割されることで、上述した切欠部５８となる。また、第２ベース基板５６の上面は、圧電振動片１がマウントされる実装面５６ａとされている。

【００５７】

なお、第１ベース基板５５及び第２ベース基板５６はセラミックス製としたが、その具体的なセラミックス材料としては、例えばアルミナ製のＨＴＣＣ（Ｈｉｇｈ　Ｔｅｍｐｅｒａｔｕｒｅ　Ｃｏ－Ｆｉｒｅｄ　Ｃｅｒａｍｉｃ）や、ガラスセラミックス製のＬＴＣＣ（Ｌｏｗ　Ｔｅｍｐｅｒａｔｕｒｅ　Ｃｏ－Ｆｉｒｅｄ　Ｃｅｒａｍｉｃ）等が挙げられる。

【００５８】

シールリング５７は、第１ベース基板５５及び第２ベース基板５６の外形よりも一回り小さい導電性の枠状部材であり、第２ベース基板５６の実装面５６ａに接合されている。具体的には、シールリング５７は、銀ロウ等のロウ材や半田材等による焼付けによって実装面５６ａ上に接合、或いは、実装面５６ａ上に形成（例えば、電解メッキや無電解メッキの他、蒸着やスパッタ等により）された金属接合層に対する溶着等によって接合されている。

【００５９】

なお、シールリング５７の材料としては、例えばニッケル基合金等が挙げられ、具体的にはコバール、エリンバー、インバー、４２－アロイ等から選択すれば良い。特に、シールリング５７の材料としては、セラミック製とされている第１ベース基板５５及び第２ベース基板５６に対して熱膨張係数が近いものを選択することが好ましい。例えば、第１ベース基板５５及び第２ベース基板５６として、熱膨張係数６．８×１０－６／℃のアルミナを用いる場合には、シールリング５７としては、熱膨張係数５．２×１０－６／℃のコバールや、熱膨張係数４．５～６．５×１０－６／℃の４２－アロイを用いることが好ましい。

【００６０】

封口板５４は、シールリング５７上に重ねられた導電性基板であり、シールリング５７に対する接合によってパッケージ本体５３に対して気密に接合されている。そして、この封口板５４とシールリング５７と第２ベース基板５６の実装面５６ａとで画成された空間が、気密に封止された上述したキャビティＣとして機能する。

【００６１】

なお、封口板５４の溶接方法としては、例えばローラ電極を接触させることによるシーム溶接や、レーザ溶接、超音波溶接等が挙げられる。また、封口板５４とシールリング５７との溶接をより確実なものとするため、互いになじみの良いニッケルや金等の接合層を、少なくとも封口板５４の下面と、シールリング５７の上面とにそれぞれ形成することが好ましい。

【００６２】

ところで、第２ベース基板５６の実装面５６ａには、圧電振動片１との接続電極である

一対の電極パッド６１Ａ、６１Ｂが幅方向に間隔をあけて形成されているとともに、第１ベース基板５５の下面には、一対の外部電極６２Ａ、６２Ｂが長さ方向に間隔をあけて形成されている。

【００６３】

これら電極パッド６１Ａ、６１Ｂ及び外部電極６２Ａ、６２Ｂは、例えば蒸着やスパッタ等で形成された単一金属による単層膜、または異なる金属が積層された積層膜であり、互いにそれぞれ導通している。

【００６４】

第１ベース基板５５には一方の外部電極６２Ａに導通し、第１ベース基板５５を厚さ方向に貫通する一方の第１貫通電極６３Ａが形成されているとともに、第２ベース基板５６には一方の電極パッド６１Ａに導通し、第２ベース基板５６を厚さ方向に貫通する一方の第２貫通電極６４Ａが形成されている。そして、第１ベース基板５５と第２ベース基板５６との間には、一方の第１貫通電極６３Ａと一方の第２貫通電極６４Ａとを接続する一方の接続電極６５Ａが形成されている。これにより、一方の電極パッド６１Ａと一方の外部電極６２Ａとは、互いに導通している。

【００６５】

また、第１ベース基板５５には他方の外部電極６２Ｂに導通し、第１ベース基板５５を厚さ方向に貫通する他方の第１貫通電極６３Ｂが形成されているとともに、第２ベース基板５６には他方の電極パッド６１Ｂに導通し、第２ベース基板５６を厚さ方向に貫通する他方の第２貫通電極６４Ｂが形成されている。そして、第１ベース基板５５と第２ベース基板５６との間には、他方の第１貫通電極６３Ｂと他方の第２貫通電極６４Ｂとを接続する他方の接続電極６５Ｂが形成されている。これにより、他方の電極パッド６１Ｂと他方の外部電極６２Ｂとは、互いに導通している。

【００６６】

なお、他方の接続電極６５Ｂは、後述する凹部６６を回避するように、例えばシールリング５７の下方をシールリング５７に沿って延在するようにパターニングされている。

【００６７】

第２ベース基板５６の実装面５６ａには、各振動腕部３ａ、３ｂの先端部に対向する部分に、落下等による衝撃の影響によってこれら各振動腕部３ａ、３ｂが厚さ方向に変位（撓み変形）した際に、各振動腕部３ａ、３ｂとの接触を回避する凹部６６が形成されている。この凹部６６は、第２ベース基板５６を貫通する貫通孔とされているとともに、シールリング５７の内側において四隅が丸み帯びた平面視正方形状に形成されている。

【００６８】

そして、圧電振動片１は、図示しない金属バンプや導電性接着剤等を介して、第二マウント電極１６、１７（図１参照）が電極パッド６１Ａ、６１Ｂにそれぞれ接触するようにマウントされる。これにより、圧電振動片１は、第２ベース基板５６の実装面５６ａ上から浮いた状態で支持されると共に、一対の電極パッド６１Ａ、６１Ｂにそれぞれ電気的に接続された状態とされている。

【００６９】

このように構成された圧電振動子５０又は７０を作動させる場合には、外部電極６２Ａ、６２Ｂに対して、所定の駆動電圧を印加する。これにより、圧電振動片１の励振電極１０、１１に電流を流すことができ、一対の振動腕部３ａ、３ｂを所定の周波数で振動させることができる。そして、この振動を利用して、時刻源、制御信号のタイミング源やリファレンス信号源等として圧電振動子５０又は７０を利用することができる。

【００７０】

本実施形態の圧電振動子５０又は７０によれば、安定した振動特性を有する高品質で小型化可能な圧電振動片１を備えているので、作動の信頼性に優れた高品質な圧電振動子５０又は７０とすることができる。

【００７１】

［第四実施形態：圧電振動子］

次に、本発明に係る圧電振動子の実施形態を、図１７を参照して説明する。なお、本実施形態では、圧電振動子の一例として、シリンダーパッケージタイプの圧電振動子を例に挙げて説明する。

【００７２】

本実施形態の圧電振動子７０は、上記第一実施形態において支持部７から基部４及び振動部３を折り取った状態の圧電振動片１Ａと、該圧電振動片１Ａを内部に収納するケース７１と、圧電振動片１Ａをケース７１内に密閉させる気密端子７２と、を備えている。なお、図１７は、圧電振動子７０の上面図である。圧電振動片１Ａは、ケース７１内に収納された状態で気密端子７２を構成するリード端子７３のインナーリード７３ａにマウントされている。

【００７３】

ケース７１は、有底円筒状に形成されており、気密端子７２の後述するステム７４の外周に対して圧入されて、嵌合固定されている。なお、このケース７１の圧入は、真空中で行われており、ケース７１内の圧電振動片１Ａを囲む空間が真空に保たれた状態となっている。

【００７４】

気密端子７２は、ケース７１内を密閉するものであって、ケース７１内に圧入固定されるステム７４と、該ステム７４を貫通した状態で配置され、ステム７４を間に挟んで一端側が圧電振動片１Ａの一対のマウント電極１２、１３に電気的に接続されるインナーリード７３ａとされ、他端側が外部に電気的に接続されるアウターリード７３ｂとされた２本のリード端子７３と、該リード端子７３とステム７４とを固定させる充填材テム７５とを有している。

【００７５】

ステム７４は、金属材料（例えば、低炭素鋼（Ｆｅ）、鉄ニッケル合金（Ｆｅ－Ｎｉ）、鉄ニッケルコバルト合金（Ｆｅ－Ｎｉ－Ｃｏ））等によって環状に形成されたものである。また、充填材テム７５の材料としては、例えば、ホウ珪酸ガラスである。なお、このステム７４の外周には、リード端子７３と同じ材料のメッキ（金属膜）が被膜されている。

【００７６】

リード端子７３は、例えば、ステム７４と同じ材料である導電性材料から形成されたものであって、ケース７１内に突出している部分がインナーリード７３ａとなり、ケース７１外に突出している部分がアウターリード７３ｂとなっている。そして、圧電振動片１Ａは、インナーリード７３ａの先端に載置された状態で、金等の導電性のバンプＢによって機械的にマウントされている。即ち、バンプＢを介してインナーリード７３ａとマウント電極１２、１３と、が機械的に接合されていると同時に、電気的に接続されている。その結果、圧電振動片１Ａは、２本のリード端子７３にマウントされた状態となっている。

【００７７】

なお、ステム７４及びリード端子７３のメッキの材質としては、耐熱ハンダメッキや、錫銅合金や金錫合金等が用いられる。また、ステム７４の外周のメッキを介在させて、ケース７１を真空中で冷間圧接させることにより、ケース７１の内部を真空状態で気密封止できるようになっている。

【００７８】

このように構成された圧電振動子７０であっても、振動漏れによる特性の影響が非常に小さく、高品質化された圧電振動片１Ａを備えているので、同様に信頼性が向上した高品質な圧電振動子とすることができる。また、この圧電振動子７０は、圧電振動片１Ａをケース７１内に密閉したシリンダーパッケージタイプであるので、塵埃等の影響を受けることなく圧電振動片１Ａを振動させることができ、高品質化を図ることができる。

【００７９】

［第五実施形態：発振器］

次に、本発明に係る発振器の一実施形態について、図１８を参照しながら説明する。

本実施形態の発振器１００は、図１８に示すように、上記第三実施形態又は第四実施形態に記載の圧電振動子５０又は７０を、集積回路１０１に電気的に接続された発振子として構成したものである。この発振器１００は、コンデンサ等の電子部品１０２が実装された基板１０３を備えている。基板１０３には、発振器用の上述した集積回路１０１が実装されており、この集積回路１０１の近傍に、圧電振動子５０又は７０が実装されている。これら電子部品１０２、集積回路１０１および圧電振動子５０又は７０は、図示しない配線パターンによってそれぞれ電気的に接続されている。なお、各構成部品は、図示しない樹脂によりモールドされている。

【００８０】

このように構成された発振器１００において、圧電振動子５０又は７０に電圧を印加すると、この圧電振動子５０又は７０内の圧電振動片が振動する。この振動は、圧電振動片が有する圧電特性により電気信号に変換されて、集積回路１０１に電気信号として入力される。入力された電気信号は、集積回路１０１によって各種処理がなされ、周波数信号として出力される。これにより、圧電振動子５０又は７０が発振子として機能する。

【００８１】

また、集積回路１０１の構成を、例えば、ＲＴＣ（リアルタイムクロック）モジュール等を要求に応じて選択的に設定することで、時計用単機能発振器等の他、当該機器や外部機器の動作日や時刻を制御したり、時刻やカレンダー等を提供したりする機能を付加することができる。

【００８２】

上述したように、本実施形態の発振器１００によれば、上述した圧電振動子５０又は７０を備えているので、同様に小型化しつつ振動腕部３０，３１の共振周波数を低くした発振器１００とすることができる。

【００８３】

［第六実施形態：電子機器］

次に、本発明に係る電子機器の一実施形態について、図１９を参照して説明する。なお電子機器として、上記第三実施形態又は第四実施形態で示したいずれかの圧電振動子を有する携帯情報機器（電子機器）１１０を例にして説明する。

【００８４】

ここで、本実施形態の携帯情報機器１１０は、例えば、携帯電話に代表されるものであり、従来技術における腕時計を発展、改良したものである。外観は腕時計に類似し、文字盤に相当する部分に液晶ディスプレイを配し、この画面上に現在の時刻等を表示させることができるものである。また、通信機として利用する場合には、手首から外し、バンドの内側部分に内蔵されたスピーカおよびマイクロフォンによって、従来技術の携帯電話と同様の通信を行うことが可能である。しかしながら、従来の携帯電話と比較して、格段に小型化および軽量化されている。

【００８５】

次に、本実施形態の携帯情報機器１１０の構成について説明する。この携帯情報機器１１０は、図１９に示すように、圧電振動子５０又は７０と、電力を供給するための電源部１１１とを備えている。電源部１１１は、例えば、リチウム二次電池からなっている。この電源部１１１には、各種制御を行う制御部１１２と、時刻等のカウントを行う計時部１１３と、外部との通信を行う通信部１１４と、各種情報を表示する表示部１１５と、それぞれの機能部の電圧を検出する電圧検出部１１６とが並列に接続されている。そして、電源部１１１によって、各機能部に電力が供給されるようになっている。

【００８６】

制御部１１２は、各機能部を制御して音声データの送信および受信、現在時刻の計測や表示等、システム全体の動作制御を行う。また、制御部１１２は、予めプログラムが書き込まれたＲＯＭと、このＲＯＭに書き込まれたプログラムを読み出して実行するＣＰＵと、このＣＰＵのワークエリアとして使用されるＲＡＭ等とを備えている。

【００８７】

計時部１１３は、発振回路、レジスタ回路、カウンタ回路およびインターフェース回路等を内蔵する集積回路と、圧電振動子５０又は７０とを備えている。圧電振動子５０又は７０に電圧を印加すると圧電振動片が振動し、この振動が水晶の有する圧電特性により電気信号に変換されて、発振回路に電気信号として入力される。発振回路の出力は二値化され、レジスタ回路とカウンタ回路とにより計数される。そして、インターフェース回路を介して、制御部１１２と信号の送受信が行われ、表示部１１５に、現在時刻や現在日付或いはカレンダー情報等が表示される。

【００８８】

通信部１１４は、従来の携帯電話と同様の機能を有し、無線部１１７、音声処理部１１８、切替部１１９、増幅部１２０、音声入出力部１２１、電話番号入力部１２２、着信音発生部１２３および呼制御メモリ部１２４を備えている。

【００８９】

無線部１１７は、音声データ等の各種データを、アンテナ１２５を介して基地局と送受信のやりとりを行う。音声処理部１１８は、無線部１１７又は増幅部１２０から入力された音声信号を符号化および複号化する。増幅部１２０は、音声処理部１１８又は音声入出力部１２１から入力された信号を、所定のレベルまで増幅する。音声入出力部１２１は、スピーカやマイクロフォン等からなり、着信音や受話音声を拡声したり、音声を集音したりする。

【００９０】

また、着信音発生部１２３は、基地局からの呼び出しに応じて着信音を生成する。切替部１１９は、着信時に限って、音声処理部１１８に接続されている増幅部１２０を着信音発生部１２３に切り替えることによって、着信音発生部１２３において生成された着信音が増幅部１２０を介して音声入出力部１２１に出力される。

【００９１】

なお、呼制御メモリ部１２４は、通信の発着呼制御に係るプログラムを格納する。また、電話番号入力部１２２は、例えば、０から９の番号キーおよびその他のキーを備えており、これら番号キー等を押下することにより、通話先の電話番号等が入力される。

【００９２】

電圧検出部１１６は、電源部１１１によって制御部１１２等の各機能部に対して加えられている電圧が、所定の値を下回った場合に、その電圧降下を検出して制御部１１２に通知する。このときの所定の電圧値は、通信部１１４を安定して動作させるために必要な最低限の電圧として予め設定されている値であり、例えば、３Ｖ程度となる。電圧検出部１１６から電圧降下の通知を受けた制御部１１２は、無線部１１７、音声処理部１１８、切替部１１９および着信音発生部１２３の動作を禁止する。特に、消費電力の大きな無線部１１７の動作停止は、必須となる。更に、表示部１１５に、通信部１１４が電池残量の不足により使用不能になった旨が表示される。

【００９３】

すなわち、電圧検出部１１６と制御部１１２とによって、通信部１１４の動作を禁止し、その旨を表示部１１５に表示することができる。この表示は、文字メッセージであっても良いが、より直感的な表示として、表示部１１５の表示面の上部に表示された電話アイコンに、×（バツ）印を付けるようにしても良い。

【００９４】

なお、通信部１１４の機能に係る部分の電源を、選択的に遮断することができる電源遮断部１２６を備えることで、通信部１１４の機能をより確実に停止することができる。

【００９５】

上述したように、本実施形態の携帯情報機器１１０によれば、上述した圧電振動子５０又は７０を備えているので、同様に小型化しつつ振動腕部３０，３１の共振周波数を低くした携帯情報機器１１０とすることができる。

【００９６】

［第七実施形態：電波時計］

次に、本発明に係る電波時計の一実施形態について、図２０を参照して説明する。
本実施形態の電波時計１３０は、図２０に示すように、フィルタ部１３１に電気的に接続された圧電振動子５０又は７０を備えたものであり、時計情報を含む標準の電波を受信して、正確な時刻に自動修正して表示する機能を備えた時計である。
【００９７】
日本国内には、福島県（４０ｋＨｚ）と佐賀県（６０ｋＨｚ）とに、標準の電波を送信する送信所（送信局）があり、それぞれ標準電波を送信している。４０ｋＨｚ若しくは６０ｋＨｚのような長波は、地表を伝播する性質と、電離層と地表とを反射しながら伝播する性質とを併せもつため、伝播範囲が広く、上述した２つの送信所で日本国内を全て網羅している。
【００９８】
以下、電波時計１３０の機能的構成について詳細に説明する。
アンテナ１３２は、４０ｋＨｚ若しくは６０ｋＨｚの長波の標準電波を受信する。長波の標準電波は、タイムコードと呼ばれる時刻情報を、４０ｋＨｚ若しくは６０ｋＨｚの搬送波にＡＭ変調をかけたものである。受信された長波の標準電波は、アンプ１３３によって増幅され、複数の圧電振動子５０又は７０を有するフィルタ部１３１によって濾波、同調される。
【００９９】
本実施形態における圧電振動子５０又は７０は、上述した搬送周波数と同一の４０ｋＨｚおよび６０ｋＨｚの共振周波数を有する水晶振動子部１３８、１３９をそれぞれ備えている。
【０１００】
さらに、濾波された所定周波数の信号は、検波、整流回路１３４により検波復調される。続いて、波形整形回路１３５を介してタイムコードが取り出され、ＣＰＵ１３６でカウントされる。ＣＰＵ１３６では、現在の年、積算日、曜日、時刻等の情報を読み取る。読み取られた情報は、ＲＴＣ１３７に反映され、正確な時刻情報が表示される。
【０１０１】
搬送波は、４０ｋＨｚ若しくは６０ｋＨｚであるから、水晶振動子部１３８、１３９は、上述した音叉型の構造を持つ振動子が好適である。
【０１０２】
なお、上述の説明は、日本国内の例で示したが、長波の標準電波の周波数は、海外では異なっている。例えば、ドイツでは７７．５ＫＨｚの標準電波が用いられている。従って、海外でも対応可能な電波時計１３０を携帯機器に組み込む場合には、さらに日本の場合とは異なる周波数の圧電振動子５０又は７０を必要とする。
【０１０３】
上述したように、本実施形態の電波時計１３０によれば、上述した圧電振動子５０又は７０を備えているので、同様に小型化しつつ振動腕部３０，３１の共振周波数を低くした電波時計１３０とすることができる。
【０１０４】
以上、本発明の実施形態について図面を参照して詳述したが、具体的な構成はこれら実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。
【符号の説明】
【０１０５】
１、１Ａ、１Ｂ…圧電振動片
３…振動部
３ａ、３ｂ…振動腕部
４…基部
６…連結部
６ａ…第一連結部

６ｂ…第二連結部
６ｃ…貫通孔
７…支持部
８…支持基部
９…支持腕部
９ａ、９ｂ…支持腕部
１２、１３…第一マウント電極
１６、１７…第二マウント電極
１８、１９…引出電極
５０、７０…圧電振動子
１００…発振器
１１０…携帯情報機器
１３０…電波時計

【図１】

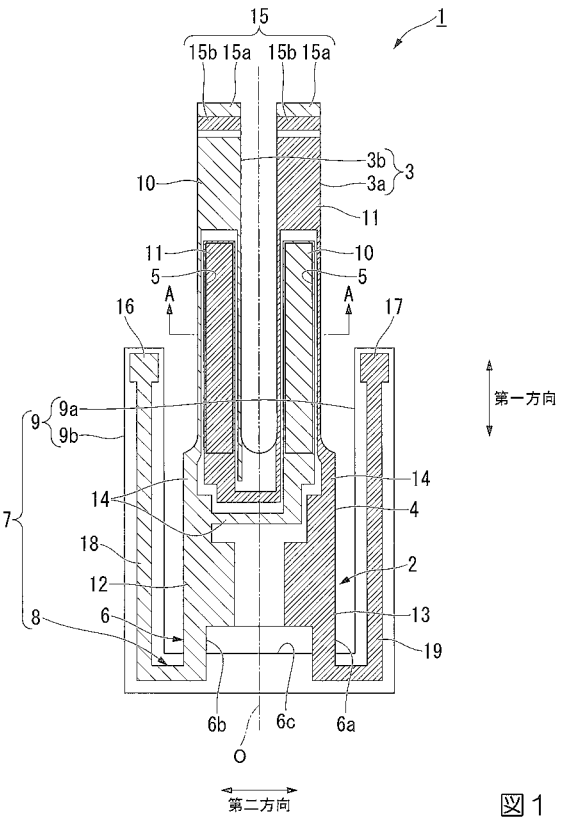

図１

【図２】

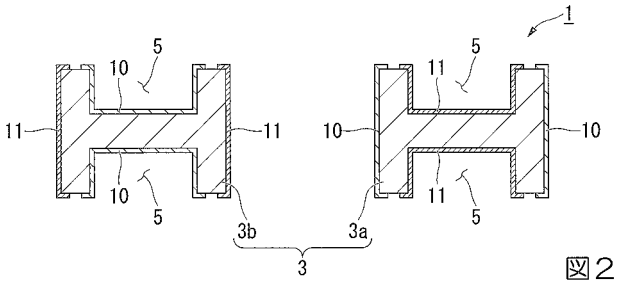

図２

【図３】

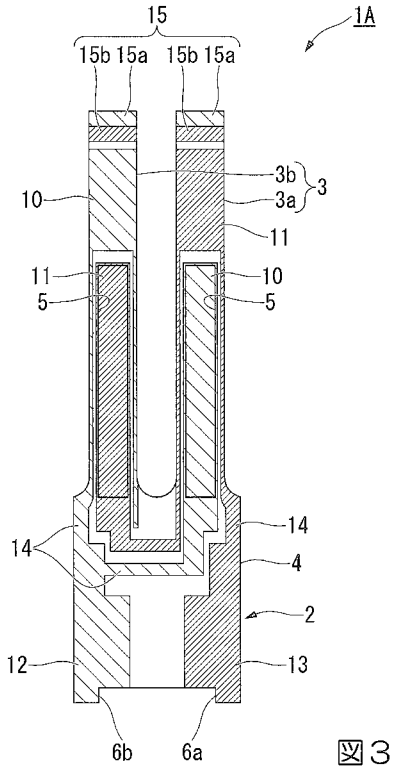

図３

【図４】

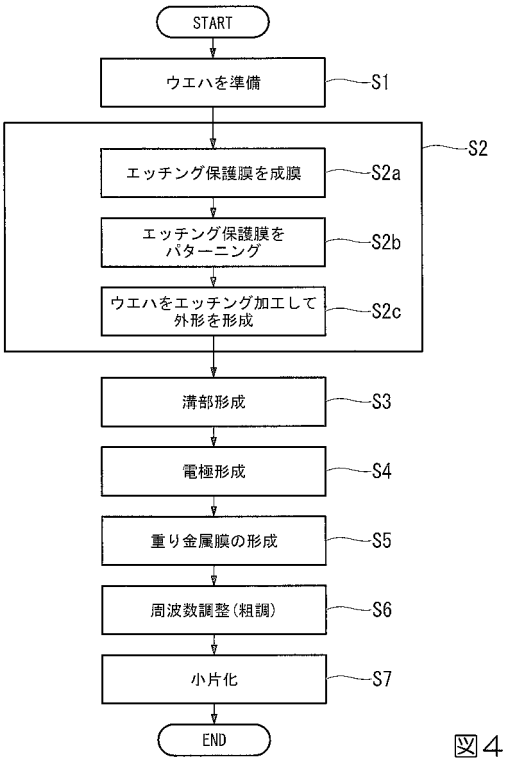

図４

【図５】

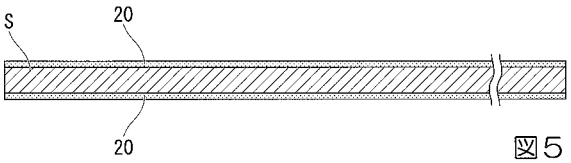

図５

【図６】

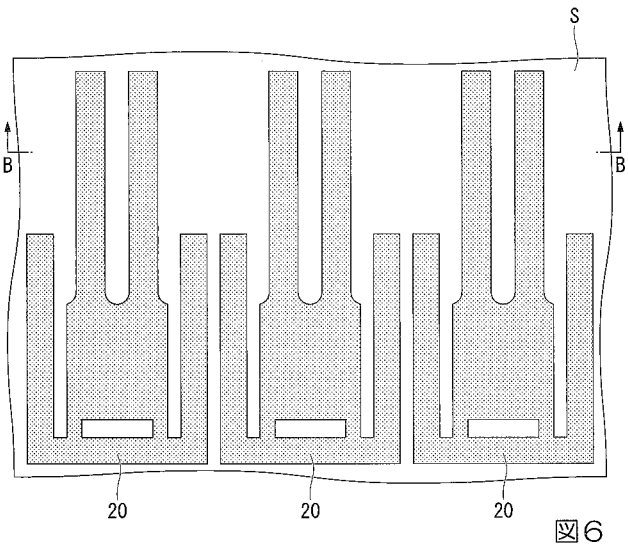

図６

【図７】

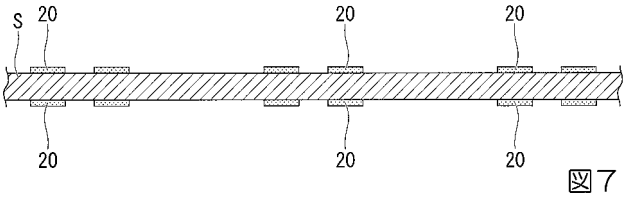

図７

【図８】

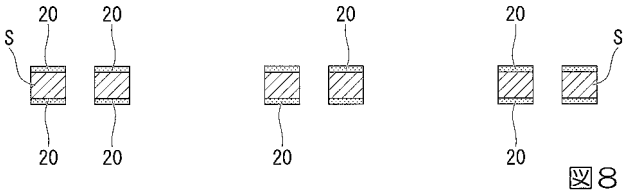

図８

【図９】

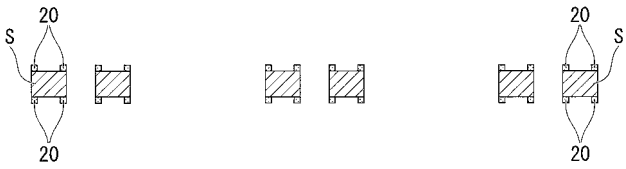

図９

【図１０】

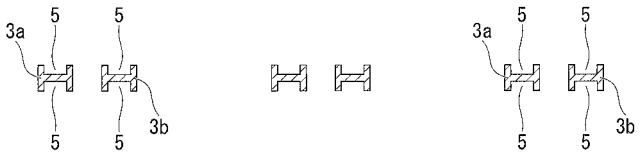

図１０

【図１１】

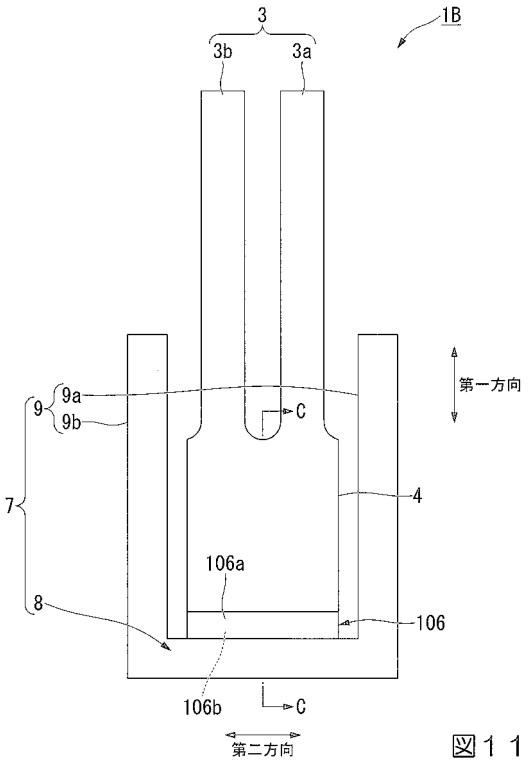

図１１

【図１２】

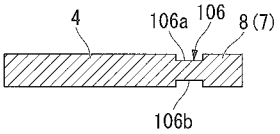

図１２

【図１３】

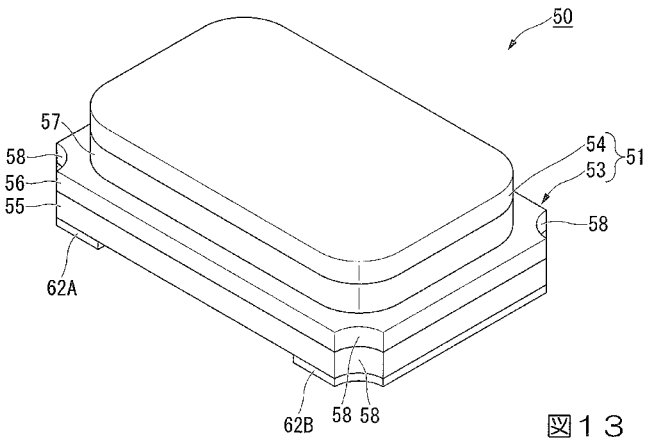

図１３

【図１４】

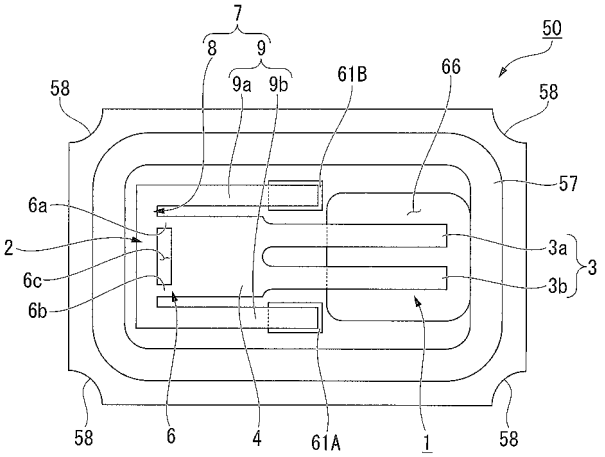

図１４

【図１５】

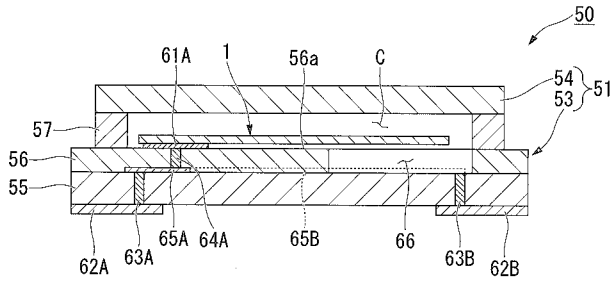

図１５

【図１６】

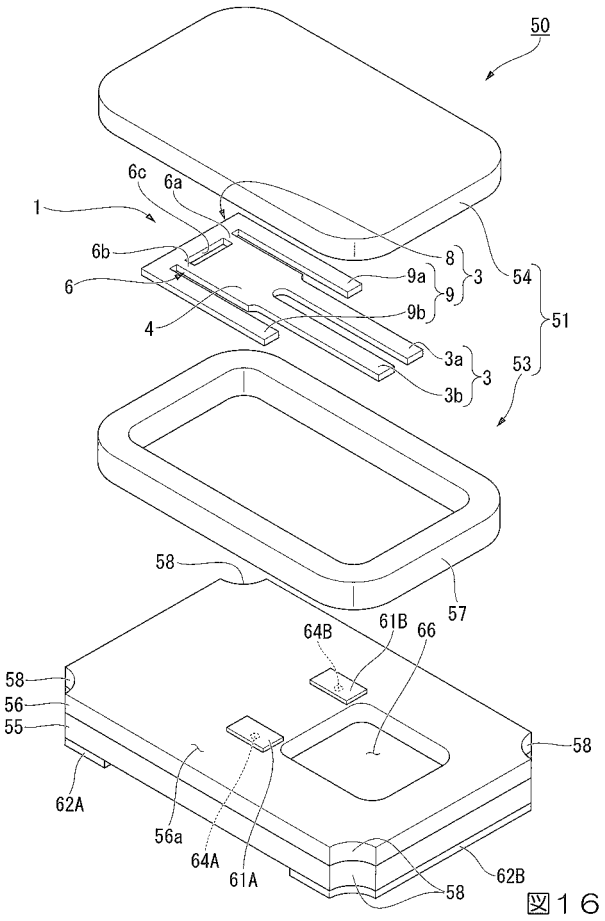

図１６

【図１７】

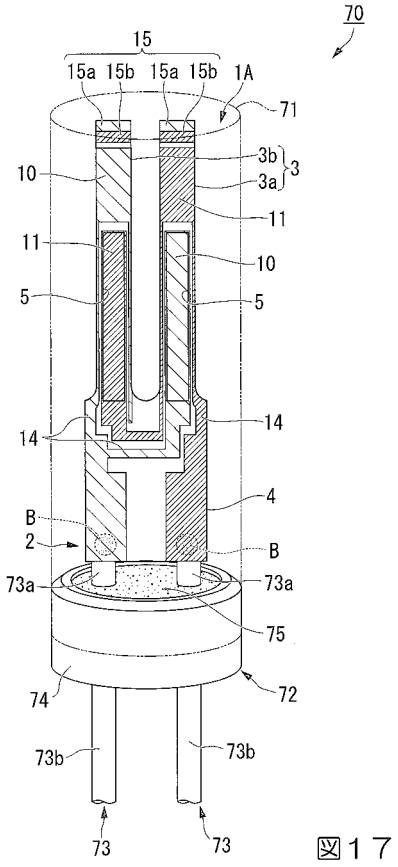

図１７

【図１８】

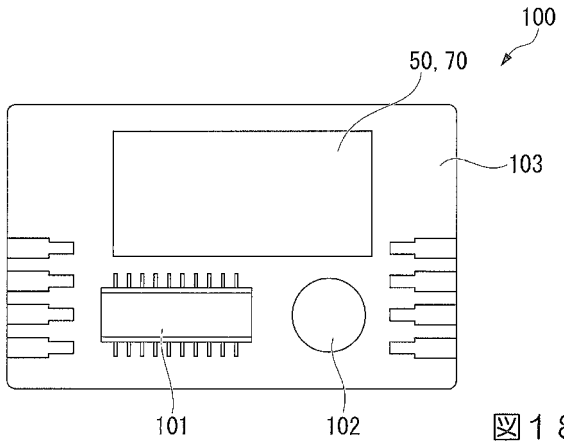

図１８

【図１９】

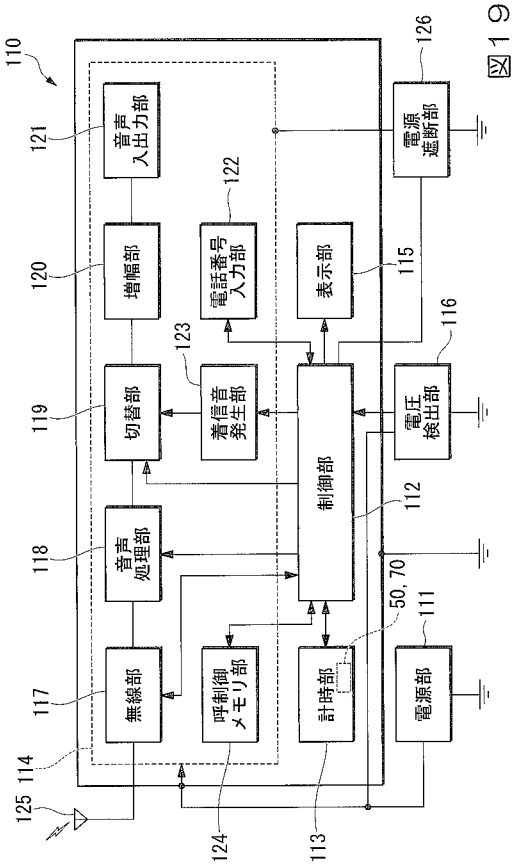

図１９

【図２０】

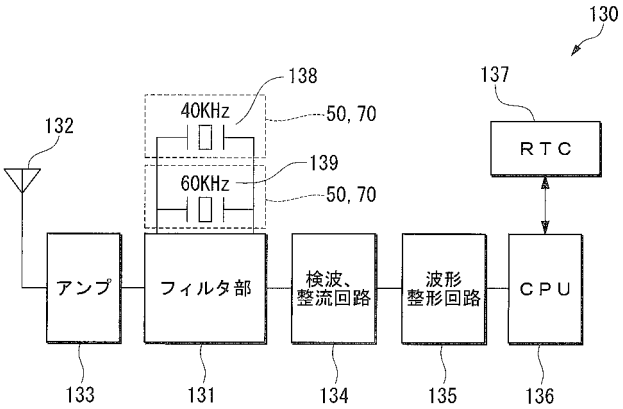

図２０