

(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2012-160778

(P2012-160778A)

(43) 公開日 平成24年8月23日(2012.8.23)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
H03H	3/02	(2006.01)	H03H	3/02	D	5J079		
H03H	9/02	(2006.01)	H03H	9/02	D	5J108		
H03B	5/32	(2006.01)	H03H	9/02	K			
			H03H	3/02	C			
			H03B	5/32	H			

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2011-17049 (P2011-17049)
 (22) 出願日 平成23年1月28日 (2011.1.28)

(71) 出願人 000002325
 セイコーインスツル株式会社
 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地
 (74) 代理人 100154863
 弁理士 久原 健太郎
 (74) 代理人 100142837
 弁理士 内野 則彰
 (74) 代理人 100123685
 弁理士 木村 信行
 (72) 発明者 浜田 秀史
 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 AA02 AA04 BA39 BA43 FA01
 HA03 HA06 HA14 HA25 HA28
 HA29 HA30 KA01 KA02
 最終頁に続く

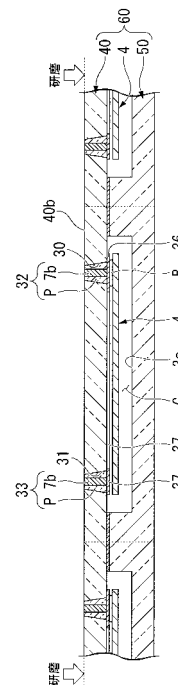
(54) 【発明の名称】 パッケージの製造方法、圧電振動子、発振器、電子機器及び電波時計

(57) 【要約】

【課題】電気特性の劣化や外部電極膜の剥離等を抑制しながら、金属芯材を有する貫通電極を具備した高品質なパッケージを製造すること。

【解決手段】金属芯材7bを有し、該金属芯材を介して電子部品4と外部とを導通させる貫通電極32、33を形成する貫通電極形成工程と、ベース基板40とリッド基板とを陽極接合し、両基板の間にキャビティCを画成する接合工程と、ベース基板の下面40bに導電性材料を被膜して貫通電極に導通する外部電極を形成する外部電極形成工程と、を備え、接合工程と外部電極形成工程との間に、ベース基板の下面を研磨して、該下面のうちの少なくとも外部電極が形成される部分と、金属芯材の下端面と、を同時に研磨する研磨工程を行うパッケージの製造方法を提供する。

【選択図】 図19



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

互いに接合されたベース基板及びリッド基板と、両基板の間に形成された電子部品を封止可能なキャビティと、を備えたパッケージの製造方法であって、

前記ベース基板を厚み方向に貫通する金属芯材を有し、該金属芯材を介して前記電子部品と外部とを導通させる貫通電極を形成する貫通電極形成工程と、

前記ベース基板の上面と前記リッド基板の下面とを互いに重ね合わせた状態で陽極接合し、両基板の間に前記キャビティを画成する接合工程と、

前記ベース基板の下面に導電性材料を被膜して、前記貫通電極に導通する外部電極を形成する外部電極形成工程と、を備え、

前記接合工程と前記外部電極形成工程との間に、前記ベース基板の下面を研磨して、該下面のうちの少なくとも前記外部電極が形成される部分と、前記金属芯材の下端面と、を同時に研磨する研磨工程を行うことを特徴とするパッケージの製造方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のパッケージの製造方法において、

前記研磨工程は、

接合した前記ベース基板及び前記リッド基板を、前記パッケージの厚み方向に平行な軸線回りに公転させながら、さらに該公転方向とは反対方向に向けて自転させる回転工程と、

前記ベース基板の下面の全面に亘って研磨体を押し付ける押付工程と、を備えていることを特徴とするパッケージの製造方法。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のパッケージの製造方法において、

前記研磨工程は、

接合した前記ベース基板及び前記リッド基板を、前記パッケージの厚み方向に平行な軸線回りに回転させる回転工程と、

前記ベース基板の下面に、前記回転方向とは反対方向に回転する研磨体を押し付けながら、該研磨体と接合した前記ベース基板及び前記リッド基板とを前記厚み方向に直交する平面に沿って相対的に移動させる押付工程と、を備えていることを特徴とするパッケージの製造方法。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載のパッケージの製造方法により製造されたパッケージと、

該パッケージの前記キャビティ内に封止された圧電振動片と、を備えていることを特徴とする圧電振動子。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の圧電振動子が、発振子として集積回路に電氣的に接続されていることを特徴とする発振器。

【請求項 6】

請求項 4 に記載の圧電振動子が、計時部に電氣的に接続されていることを特徴とする電子機器。

【請求項 7】

請求項 4 に記載の圧電振動子が、フィルタ部に電氣的に接続されていることを特徴とする電波時計。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、キャビティ内に電子部品を封止可能なパッケージの製造方法、このパッケージ内に電子部品として圧電振動片が封止された圧電振動子、該圧電振動子を有する発振器、電子機器及び電波時計に関するものである。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

従来から一对の基板を接合し、その基板間に形成されたキャビティ内に電子部品を封止することが可能な容器としてパッケージが知られている。そして、このパッケージ内に電子部品として圧電振動片が封止され、携帯電話や携帯情報端末の時刻源や制御信号等のタイミング源、リファレンス信号源等に用いられる製品として圧電振動子が知られている。

この種の圧電振動子は、様々なものが知られているが、その1つとして表面実装型（SMD：Surface Mount Device）の圧電振動子が知られている。

【0003】

表面実装型の圧電振動子としては、ベース基板とリッド基板とが直接接合され、両基板の間に形成されたキャビティ内に圧電振動片が封止された2層構造タイプのものが知られている。この2層構造タイプの圧電振動子は、薄型化を図ることができる等の点において優れており、好適に使用されている。

10

【0004】

この種のタイプの圧電振動子として、ベース基板に形成した貫通孔の内面等に配線用金属を形成し、その貫通孔に合金を溶着することで気密端子（貫通電極）とした水晶部品（圧電振動子）が知られている（特許文献1参照）。

この水晶部品では、水晶片（圧電振動片）をベース基板に接合した後、リッド基板とベース基板とを陽極接合することで、圧電振動片をキャビティ内に気密封止している。具体的には、リッド基板に陽極接合用の金属膜を形成し、金属膜とガラス材からなるベース基板との間に数百ボルトの直流電圧を印加することで陽極接合している。

20

【0005】

ここで、陽極接合によってガラス材からなる基板を接合する場合、ガラス中に含まれている陽イオン（例えばNaイオン）が移動し、基板表面に析出することが知られている。そのため、陽極接合後に例えばベース基板の表面に外部電極膜を形成する場合、陽イオンの析出物によって外部電極膜の密着性不足を招き易かった。そこで、このような不都合を回避するため、陽極接合後に基板表面を洗浄（例えば超音波洗浄）して、上記析出物を除去する作業が行われている。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0006】

【特許文献1】特開平6-283951号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、貫通電極を形成する方法としては、上述した合金の溶着による方法以外にも、例えば貫通孔内に金属ピンを直接打ち込んで固定することにより形成する方法や、貫通孔内に金属ピンを配設した後、貫通孔内の残りの隙間にペーストを充填し、焼成によりペーストを硬化させて金属ピンを固定することにより形成する方法等が知られている。

40

【0008】

しかしながら、金属ピンを利用して貫通電極を形成する場合、陽極接合の前工程での熱処理や陽極接合時の熱影響等によって、金属ピンの表面が容易に酸化してしまい酸化膜が生成され易かった。ところがこの酸化膜は膜強度が強く、陽極接合後に上記洗浄を行ったとしても、陽イオンの析出物とは異なり容易に除去することは困難であると考えられる。

そのため、陽極接合後に単に洗浄を行っただけでは、金属ピンと外部電極膜との間に酸化膜が介在してしまい、金属ピンと外部電極膜との間の抵抗値が増加したり、該抵抗値のばらつきが大きくなったりする等して、電気特性が劣化する恐れがあった。また、酸化膜によって密着性も損なわれてしまい、外部電極膜が剥離する恐れもあった。

【0009】

本発明は、このような事情に考慮してなされたもので、その目的は、電気特性の劣化や

50

外部電極膜の剥離等を抑制しながら、金属芯材を有する貫通電極を具備した高品質なパッケージを製造することができるパッケージの製造方法を提供することである。

また、このパッケージを備えた圧電振動子、該圧電振動子を有する発振器、電気機器、電波時計を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、前記課題を解決するために以下の手段を提供する。

(1) 本発明に係るパッケージの製造方法は、互いに接合されたベース基板及びリッド基板と、両基板の間に形成された電子部品を封止可能なキャビティと、を備えたパッケージの製造方法であって、前記ベース基板を厚み方向に貫通する金属芯材を有し、該金属芯材を介して前記電子部品と外部とを導通させる貫通電極を形成する貫通電極形成工程と、前記ベース基板の上面と前記リッド基板の下面とを互いに重ね合わせた状態で陽極接合し、両基板の間に前記キャビティを画成する接合工程と、前記ベース基板の下面に導電性材料を被膜して、前記貫通電極に導通する外部電極を形成する外部電極形成工程と、を備え、前記接合工程と前記外部電極形成工程との間に、前記ベース基板の下面を研磨して、該下面のうちの少なくとも前記外部電極が形成される部分と、前記金属芯材の下端面と、を同時に研磨する研磨工程を行うことを特徴とする。

10

【0011】

本発明によれば、金属芯材を有する貫通電極が形成されたベース基板とリッド基板とを陽極接合によって接合した後、外部電極を形成する前の段階でベース基板の下面を研磨して、ベース基板の下面のうちの少なくとも外部電極が形成される部分と、金属芯材の下端面（露出面）と、を同時に研磨する。これにより、陽極接合によってベース基板の下面に析出した陽イオンの析出物を除去できると同時に、金属芯材の下端面に酸化膜が生成されていたとしても該酸化膜を除去することができる。従って、これら陽イオンの析出物及び酸化膜を共に取り除いた状態でベース基板の下面に導電性材料を被膜でき、外部電極を形成することができる。

20

【0012】

特に、外部電極とベース基板及び貫通電極との間には、陽極接合に起因する陽イオンの析出物及び金属芯材の下端面に生成される酸化膜が共に除去されているので、外部電極の密着性を高めることができ、剥離され難い強固な外部電極とすることができる。

30

また、酸化物を介在させることなく外部電極と金属芯材とを導通させることができるので、外部電極と貫通電極との間の抵抗値が増加し難いうえ、該抵抗値のばらつきが生じ難い。従って、所望の電気特性を具備する高品質なパッケージを得ることができる。

【0013】

(2) 上記本発明に係るパッケージの製造方法において、前記研磨工程が、接合した前記ベース基板及び前記リッド基板を、前記パッケージの厚み方向に平行な軸線回りに公転させながら、さらに該公転方向とは反対方向に向けて自転させる回転工程と、前記ベース基板の下面の全面に亘って研磨体押し付ける押付工程と、を備えていても良い。

【0014】

この場合には、公転方向とは反対方向に自転しているベース基板の下面に研磨体押し付けるので、ベース基板の下面を全面に亘ってムラなく均等に研磨できると共に、ベース基板と研磨体との接触抵抗を大きくできるので、短い時間で効率良く研磨することができる。

40

【0015】

(3) 上記本発明に係るパッケージの製造方法において、前記研磨工程が、接合した前記ベース基板及び前記リッド基板を、前記パッケージの厚み方向に平行な軸線回りに回転させる回転工程と、前記ベース基板の下面に、前記回転方向とは反対方向に回転する研磨体押し付けながら、該研磨体と接合した前記ベース基板及び前記リッド基板とを前記厚み方向に直交する平面に沿って相対的に移動させる押付工程と、を備えていても良い。

【0016】

50

この場合には、回転しているベース基板の下面に、該回転方向とは反対の方向に回転する研磨体を押し付けながら、ベース基板と研磨体とを相対的にスライド移動させるので、ベース基板の下面を全面に亘ってムラなく均等に研磨することができると共に、ベース基板と研磨体との接触抵抗を大きくできるので、短い時間で効率良く研磨することができる。

【0017】

(4) 本発明に係る圧電振動子は、上記本発明に係るパッケージの製造方法により製造されたパッケージと、該パッケージの前記キャビティ内に封止された圧電振動片と、を備えていることを特徴とする。

【0018】

本発明に係る圧電振動子によれば、強固に密着した外部電極を有すると共に、所望の電気特性を具備する高品質なパッケージを備えているので、作動信頼性の高い高品質な圧電振動子とすることができる。

【0019】

(5) 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氣的に接続されていることを特徴とする。

(6) 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、計時部に電氣的に接続されていることを特徴とする。

(7) 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、フィルタ部に電氣的に接続されていることを特徴とする。

【0020】

本発明に係る発振器、電子機器及び電波時計によれば、作動信頼性の高い高品質な圧電振動子を備えているので、同様に高品質化を図ることができる。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、陽極接合後、外部電極を形成する前の段階でベース基板の下面を研磨して、陽極接合に起因する陽イオンの析出物及び金属芯材の下端面に生成される酸化膜を共に取り除くので、剥離され難い密着性の高い外部電極を形成することができる。また、外部電極と貫通電極との間の抵抗値が増加し難いうえ、抵抗値のばらつきが生じ難いので、所望の電気特性を具備する高品質なパッケージを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明に係る圧電振動子の一実施形態を示す外観斜視図である。

【図2】図1に示す圧電振動子の内部構成図であって、リッド基板を取り外した状態で圧電振動片を上方から見た図である。

【図3】図2に示すA-A線に沿った圧電振動子の断面図である。

【図4】図1に示す圧電振動子の分解斜視図である。

【図5】図1に示す圧電振動子を構成する圧電振動片の上面図である。

【図6】図5に示す圧電振動片の下面図である。

【図7】図5に示すB-B線に沿った断面図である。

【図8】図1に示す圧電振動子を製造する際の流れを示すフローチャートである。

【図9】圧電振動子を製造する際の一工程を示す図であって、リッド基板の元となるリッド基板用ウエハに複数の凹部を形成した状態を示す図である。

【図10】圧電振動子を製造する際の一工程を示す図であって、ベース基板の元となるベース基板用ウエハに一对のスルーホールを形成した状態を示す図である。

【図11】図10に示す状態をベース基板用ウエハの断面で見た図である。

【図12】図11に示す状態の後、鋳体をスルーホール内に挿入した状態を示す図である。

【図13】図12に示す状態の後、スルーホール内にペーストを充填すると共に該ペーストを焼成してスルーホールと芯材部とを一体的に固着させた状態を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 1 4】図 1 3 に示す状態の後、ベース基板用ウエハの下面側を研磨して鋳体の土台部を除去した状態を示す図である。

【図 1 5】図 1 4 に示す状態の後、ベース基板用ウエハの上面に接合膜及び引き出し電極をパターンングした状態を示す図である。

【図 1 6】圧電振動片をキャビティ内に収容した状態でベース基板用ウエハとリッド基板用ウエハとが陽極接合されたウエハ体の分解斜視図である。

【図 1 7】圧電振動子を製造する際の用いる研磨装置の簡略構成図である。

【図 1 8】図 1 7 に示す C - C 線に沿った断面図である。

【図 1 9】図 1 7 に示す研磨装置を利用して、ウエハ体におけるベース基板用ウエハの下面を研磨した状態を示す図である。

10

【図 2 0】本発明に係る発振器の一実施形態を示す構成図である。

【図 2 1】本発明に係る電子機器の一実施形態を示す構成図である。

【図 2 2】本発明に係る電波時計の一実施形態を示す構成図である。

【図 2 3】本発明に変形例を示す図であって、研磨体を利用してウエハ体におけるベース基板用ウエハの下面を研磨している状態を示す図である。

【図 2 4】図 2 3 の状態における断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、本発明に係る一実施形態について、図面を参照して説明する。

(圧電振動子)

20

本実施形態の圧電振動子 1 は、図 1 から図 4 に示すように、ベース基板 2 とリッド基板 3 とが接合膜 3 5 を介して陽極接合されたパッケージ 9 と、このパッケージ 9 内のキャビティ C 内に封止された圧電振動片 (電子部品) 4 と、を備えた表面実装型の圧電振動子である。

なお、図 4 においては、図面を見易くするために後述する励振電極 1 5、引き出し電極 1 9、2 0、マウント電極 1 6、1 7 及び重り金属膜 2 1 の図示を省略している。

【0024】

(圧電振動片)

はじめに、圧電振動片 4 について詳細に説明する。

本実施形態の圧電振動片 4 は、図 5 から図 7 に示すように、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振動片であり、所定の電圧が印加されたときに振動するものである。

30

この圧電振動片 4 は、平行に配置された一对の振動腕部 1 0、1 1 と、該一对の振動腕部 1 0、1 1 の基端側を一体的に固定する基部 1 2 と、一对の振動腕部 1 0、1 1 の両主面上に形成された溝部 1 8 と、を備えている。この溝部 1 8 は、振動腕部 1 0、1 1 の長手方向に沿って、該振動腕部 1 0、1 1 の基端側から略中間付近まで形成されている。

【0025】

また、圧電振動片 4 は、一对の振動腕部 1 0、1 1 の外表面上に形成されて一对の振動腕部 1 0、1 1 を振動させる第 1 の励振電極 1 3 と第 2 の励振電極 1 4 とからなる励振電極 1 5 と、第 1 の励振電極 1 3 及び第 2 の励振電極 1 4 に電氣的に接続されたマウント電極 1 6、1 7 とを有している。

40

【0026】

励振電極 1 5 は、一对の振動腕部 1 0、1 1 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る。そして、この励振電極 1 5 を構成する第 1 の励振電極 1 3 及び第 2 の励振電極 1 4 は、一对の振動腕部 1 0、1 1 の外表面上に、それぞれ電氣的に切り離された状態でパターンングされて形成されている。具体的には、図 7 に示すように、第 1 の励振電極 1 3 が、一方の振動腕部 1 0 の溝部 1 8 上と、他方の振動腕部 1 1 の両側面上とに主に形成され、第 2 の励振電極 1 4 が、一方の振動腕部 1 0 の両側面上と他方の振動腕部 1 1 の溝部 1 8 上とに主に形成されている。

【0027】

50

また、第1の励振電極13及び第2の励振電極14は、図5及び図6に示すように、基部12の両主面上において、それぞれ引き出し電極19、20を介してマウント電極16、17に電氣的に接続されている。そして圧電振動片4は、このマウント電極16、17を介して電圧が印加されるようになっている。

なお、上述した励振電極15、マウント電極16、17及び引き出し電極19、20は、例えば、クロム(Cr)、ニッケル(Ni)、アルミニウム(Al)やチタン(Ti)等の導電性膜の被膜により形成されたものである。

【0028】

また、一对の振動腕部10、11の先端には、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21が被膜されている。

この重り金属膜21は、周波数を粗く調整する際に使用される粗調膜21aと、微小に調整する際に使用される微調膜21bとに分かれている。これら粗調膜21a及び微調膜21bを利用して周波数調整を行うことで、一对の振動腕部10、11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。

【0029】

(パッケージ)

次に、パッケージ9について詳細に説明する。

図1、図3及び図4に示すように、リッド基板3は、ガラス材料、例えばソーダ石灰ガラスからなる陽極接合可能な透明の基板であり、略板状に形成されている。そして、ベース基板2が接合される接合面側には、圧電振動片4が収まる矩形の凹部3aが形成されている。この凹部3aは、両基板2、3が重ね合わされたときに、圧電振動片4を収容するキャビティCとなるキャビティ用の凹部である。そして、リッド基板3は、この凹部3aをベース基板2側に対向させた状態で該ベース基板2に対して陽極接合されている。

【0030】

ベース基板2は、リッド基板3と同様にガラス材料、例えばソーダ石灰ガラスからなる基板であり、図1から図4に示すように、リッド基板3に対して重ね合わせ可能な大きさで略板状に形成されている。

このベース基板2には、該ベース基板2を貫通する一对のスルーホール(貫通孔)30、31と、一对の貫通電極32、33と、が形成されている。

【0031】

一对のスルーホール30、31は、キャビティC内に収まるように形成されている。より詳しく説明すると、マウントされた圧電振動片4の基部12側に一方のスルーホール30が位置し、振動腕部10、11の先端側に他方のスルーホール31が位置するように形成されている。

なお、本実施形態では、ベース基板2の上面から下面に向かって漸次径が縮径するテーパ状のスルーホール30、31を例に挙げて説明するが、この場合に限られず、ベース基板2を真っ直ぐに貫通するように形成しても構わない。いずれにしても、ベース基板2を貫通していれば良い。

【0032】

一对の貫通電極32、33は、一对のスルーホール30、31をそれぞれ埋めるように形成されている。これら貫通電極32、33は、芯材部7bと、硬化したペーストPとによって形成されたものであり、キャビティC内の気密を維持していると共に後述する外部電極38、39と引き回し電極36、37とを導通させる役割を担っている。

【0033】

芯材部7bは、円柱状に形成された導電性の金属芯材であり、製造段階で後述する鋳体7の土台部7aから切り離された部材である。そして、この芯材部7bは、スルーホール30、31の中心に配置されており、硬化したペーストPによってスルーホール30、31に対して強固に固着されている。

なお、芯材部7bの下端面は、ベース基板2の下面に対して面一とされている。

【0034】

10

20

30

40

50

ベース基板 2 の上面側（リッド基板 3 が接合される接合面側）には、導電性材料（例えば、アルミニウム）により、陽極接合用の接合膜 3 5 と、一对の引き回し電極 3 6、3 7 とがパターンニングされている。このうち接合膜 3 5 は、リッド基板 3 に形成された凹部 3 a の周囲を囲むようにベース基板 2 の周縁に沿って形成されている。

【0035】

一对の引き回し電極 3 6、3 7 は、一对の貫通電極 3 2、3 3 のうち、一方の貫通電極 3 2 と圧電振動片 4 の一方のマウント電極 1 6 とを電氣的に接続すると共に、他方の貫通電極 3 3 と圧電振動片 4 の他方のマウント電極 1 7 とを電氣的に接続するようにパターンニングされている。

より詳しく説明すると、図 2 及び図 4 に示すように、一方の引き回し電極 3 6 は、圧電振動片 4 の基部 1 2 の真下に位置するように一方の貫通電極 3 2 の真上に形成されている。また、他方の引き回し電極 3 7 は、一方の引き回し電極 3 6 に隣接した位置から、振動腕部 1 0、1 1 に沿って該振動腕部 1 0、1 1 の先端側に引き回しされた後、他方の貫通電極 3 3 の真上に位置するように形成されている。

【0036】

そして、これら一对の引き回し電極 3 6、3 7 上にパンプ B が形成されており、該パンプ B を利用して圧電振動片 4 の一对のマウント電極 1 6、1 7 がマウントされている。これにより、圧電振動片 4 の一方のマウント電極 1 6 が、一方の引き回し電極 3 6 を介して一方の貫通電極 3 2 に導通し、他方のマウント電極 1 7 が、他方の引き回し電極 3 7 を介して他方の貫通電極 3 3 に導通するようになっている。

なお、圧電振動片 4 は、ベース基板 2 の上面から浮いた状態で支持されている。

【0037】

また、ベース基板 2 の下面には、図 1、図 3 及び図 4 に示すように、一对の貫通電極 3 2、3 3 に対してそれぞれ電氣的に接続される外部電極 3 8、3 9 が形成されている。つまり、一方の外部電極 3 8 は、一方の貫通電極 3 2 の芯材部 7 b 及び一方の引き回し電極 3 6 を介して圧電振動片 4 の第 1 の励振電極 1 3 に電氣的に接続されている。また、他方の外部電極 3 9 は、他方の貫通電極 3 3 の芯材部 7 b 及び他方の引き回し電極 3 7 を介して、圧電振動片 4 の第 2 の励振電極 1 4 に電氣的に接続されている。

【0038】

（圧電振動子の作動）

このように構成された圧電振動子 1 を作動させる場合には、ベース基板 2 に形成された外部電極 3 8、3 9 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 4 の第 1 の励振電極 1 3 及び第 2 の励振電極 1 4 からなる励振電極 1 5 に電圧を印加することができ、一对の振動腕部 1 0、1 1 を接近・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、この一对の振動腕部 1 0、1 1 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利用することができる。

【0039】

（圧電振動子及びパッケージの製造方法）

次に、上述した圧電振動子 1 の製造方法を図 8 に示すフローチャートを参照しながら説明する。

なお、本実施形態では、ベース基板用ウエハ 4 0 とリッド基板用ウエハ 5 0 とを利用して、圧電振動子 1 を一度に複数製造する場合を例に挙げて説明すると共に、同時にパッケージ 9 の製造方法についても説明する。

【0040】

初めに、圧電振動片作製工程（S 1 0）を行って図 5 から図 7 に示す圧電振動片 4 を作製する。具体的には、まず水晶のランパート原石を所定の角度でスライスして一定の厚みのウエハとする。続いて、このウエハをラッピングして粗加工した後、加工変質層をエッチングで取り除き、その後ポリッシュ等の鏡面研磨加工を行って、所定の厚みのウエハとする。続いて、ウエハに洗浄等の適切な処理を施した後、該ウエハをフォトリソグラフィ技術によって圧電振動片 4 の外形形状でパターンニングすると共に、金属膜の成膜及びパタ

10

20

30

40

50

ーニングを行って、励振電極 15、引き出し電極 19、20、マウント電極 16、17、重り金属膜 21 を形成する。これにより、複数の圧電振動片 4 を作製することができる。

【0041】

また、圧電振動片 4 を作製した後、共振周波数の粗調を行っておく。これは、重り金属膜 21 の粗調膜 21 a にレーザ光を照射して一部を蒸発させ、振動腕部 10、11 の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、マウント後に行う。これについては、後に説明する。

【0042】

次に、後にリッド基板 3 となるリッド基板用ウエハ 50 を、陽極接合を行う直前の状態まで作製するリッド基板用ウエハ作製工程を行う (S20)。まず、ソーダ石灰ガラスを所定の厚さまで研磨加工して洗浄した後に、図 9 に示すように、エッチング等により最表面の加工変質層を除去した円板状のリッド基板用ウエハ 50 を形成する (S21)。次いで、リッド基板用ウエハ 50 の接合面に、加熱プレス成形やエッチング等により行列方向にキャピティ用の凹部 3 a を複数形成する凹部形成工程を行う (S22)。この時点で、リッド基板用ウエハ作製工程 (S20) が終了する。

10

【0043】

次に、上記工程と同時或いは前後のタイミングで、後にベース基板 2 となるベース基板用ウエハ 40 を、陽極接合を行う直前の状態まで作製するベース基板用ウエハ作製工程を行う (S30)。

まず、ソーダ石灰ガラスを所定の厚さまで研磨加工して洗浄した後に、エッチング等により最表面の加工変質層を除去した円板状のベース基板用ウエハ 40 を形成する (S31)。次いで、ベース基板用ウエハ 40 に一对の貫通電極 32、33 を複数形成する貫通電極形成工程を行う (S32)。ここで、この貫通電極形成工程 (S32) について、詳細に説明する。

20

【0044】

まず、図 10 に示すように、ベース基板用ウエハ 40 を貫通する一对のスルーホール 30、31 を複数形成する貫通孔形成工程 (S32 a) を行う。なお、図 10 に示す点線 M は、後に行う切断工程で切断する切断線を図示している。この工程を行う際、ベース基板用ウエハ 40 の上面 40 a 側から、例えば、サンドブラスト法で行う。

これにより、図 11 に示すように、ベース基板用ウエハ 40 の下面 40 b に向かって漸次縮径する断面テーパ状のスルーホール 30、31 を形成することができる。この際、後に両ウエハ 40、50 を重ね合わせたときにリッド基板用ウエハ 50 に形成された凹部 3 a 内に収まるようにスルーホール 30、31 を形成する。即ち、一方のスルーホール 30 が圧電振動片 4 の基部 12 側に位置し、他方のスルーホール 31 が振動腕部 10、11 の先端側に位置するように形成する。

30

【0045】

次に、スルーホール 30、31 内に鋳体 7 (図 12 参照) を挿入する鋳体挿入工程 (S2 b) を行う。ここで、鋳体 7 について説明する。

この鋳体 7 は、図 12 に示すように、ステンレス、銀、ニッケル合金やアルミニウム等の金属材料により形成された導電性の部材であり、特に鉄を 58 重量%、ニッケルを 42 重量%含有する合金 (42 アロイ) で形成することが望ましい。

40

そして、鋳体 7 は、平板状の土台部 7 a と、この土台部 7 a の表面から法線方向に沿って突設された芯材部 7 b と、で構成されている。土台部 7 a は、平面視における外形がベース基板用ウエハ 40 の下面 40 b 側におけるスルーホール 30、31 の開口よりも大きく形成されている。これにより、芯材部 7 b をスルーホール 30、31 内に挿入したときに、土台部 7 a をベース基板用ウエハ 40 の下面 40 b 側に当接させることが可能である。また、芯材部 7 b の長さは、ベース基板用ウエハ 40 の厚みと略同等の長さとなっている。

【0046】

そして、このように構成された鋳体 7 をスルーホール 30、31 内に挿入する鋳体挿入

50

工程(32b)を行う。

具体的には、図12に示すように、芯材部7bの中心軸とスルーホール30、31の中心軸とが略一致するように、芯材部7bをベース基板用ウエハ40の下面40b側からスルーホール30、31内に挿入して、芯材部7bをスルーホール30、31内に配設し且つ土台部7aをベース基板用ウエハ40の下面40b側に当接させる。

特に、土台部7aが当接するまで鋳体7を挿入するだけの簡単な作業で、スルーホール30、31内における芯材部7bの軸方向の位置決めを行うことができる。しかも、鋳体7は土台部7aによって支持されているので、芯材部7bがスルーホール30、31内にて安定した姿勢で維持される。

【0047】

次に、ベース基板用ウエハ40の上面40a側から、スルーホール30、31内にペーストPを充填する充填工程(S32c)を行う。

具体的には、図示しないスクリーン印刷機を用いてペーストPをベース基板用ウエハ40の上面40aに注出した後、図示しないスキージを走査してペーストPをベース基板用ウエハ40の全体に行き渡るように広げる。これにより、スルーホール30、31と鋳体7の芯材部7bとの隙間にペーストPを確実に充填させることができる。

なお、本実施形態では、ペーストPとして、ガラスフリットの固形物が含まれた非導電性のガラスペーストを利用する。

【0048】

次に、充填したペーストPを焼成して硬化させた後、鋳体7の土台部7aを除去する後工程(S32d)を行う。

まず、ペーストPを所定の温度で加熱し、図13に示すように硬化させる焼成工程(S32e)を行う。これにより、鋳体7の芯材部7bとスルーホール30、31とを強固に一体化させることができ、スルーホール30、31の気密性を確実なものとすることができる。

【0049】

続いて、図14に示すようにベース基板用ウエハ40の少なくとも下面40b側を研磨して、鋳体7の土台部7aを除去する除去工程(S32f)を行う。

これにより、芯材部7bのみをスルーホール30、31内に残すことができると共に、ベース基板用ウエハ40の下面40bを出っ張りのない平坦面にすることができ、表面実装に対応させることが可能となる。

そして、この後工程(S32d)を行った時点で貫通電極形成工程(S32)が終了し、貫通電極32、33を形成することができる。

【0050】

次に、ベース基板用ウエハ40の上面40aに導電性材料をパターンニングして、図15に示すように、接合膜35を形成する接合膜形成工程(S33)を行うと共に、一对の貫通電極32、33にそれぞれ電氣的に接続された引き回し電極36、37を複数形成する引き回し電極形成工程を行う(S34)。なお、図15に示す点線Mは、後に行う切断工程で切断する切断線を図示している。

【0051】

特に、貫通電極32、33は、ベース基板用ウエハ40の上面40aに対してほぼ面一な状態となっているので、上面40aにパターンニングされた引き回し電極36、37は隙間を空けることなく貫通電極32、33に対して密着する。これにより、一方の引き回し電極36と一方の貫通電極32との導通性、並びに、他方の引き回し電極37と他方の貫通電極33との導通性を確実なものにすることができる。

そして、この時点でベース基板用ウエハ作製工程(S30)が終了する。

【0052】

ところで、図8では、接合膜形成工程(S33)の後に、引き回し電極形成工程(S34)を行う工程順序としているが、これとは逆に、引き回し電極形成工程(S34)の後に、接合膜形成工程(S33)を行っても構わないし、両工程を同時に行っても構わない

10

20

30

40

50

。いずれの工程順序であっても、同一の作用効果を奏することができる。よって、必要に応じて適宜、工程順序を変更して構わない。

【0053】

次に、作製した複数の圧電振動片4を、それぞれ引き回し電極36、37を介してベース基板用ウエハ40の上面40aにバンプ接合するマウント工程を行う(S40)。

まず、一对の引き回し電極36、37上にそれぞれ金等のバンプBを形成する。そして、圧電振動片4の基部12をバンプB上に載置した後、バンプBを所定温度に加熱しながら圧電振動片4をバンプBに押し付ける。これにより、圧電振動片4は、バンプBに機械的に支持されると共に、マウント電極16、17と引き回し電極36、37とが電氣的に接続された状態となる。よって、この時点で圧電振動片4の一对の励振電極15は、一对の貫通電極32、33に対してそれぞれ導通した状態となる。

特に、圧電振動片4は、バンプ接合されるので、ベース基板用ウエハ40の上面40aから浮いた状態で支持される。

【0054】

圧電振動片4のマウントが終了した後、ベース基板用ウエハ40に対してリッド基板用ウエハ50を重ね合わせる重ね合わせ工程を行う(S50)。

具体的には、図示しない基準マーク等を指標としながら、両ウエハ40、50を正しい位置にアライメントし、ベース基板用ウエハ40の上面40aとリッド基板用ウエハ50の下面とを互いに重ね合わせる。これにより、マウントされた圧電振動片4が、ベース基板用ウエハ40に形成された凹部3aと両ウエハ40、50とで囲まれるキャビティC内に収容された状態となる。

【0055】

次いで、重ね合わせた2枚のウエハ40、50を図示しない陽極接合装置に入れ、所定の温度雰囲気中で所定の電圧を印加して陽極接合する接合工程を行う(S60)。

具体的には、接合膜35とリッド基板用ウエハ50との間に所定の電圧を印加すると、接合膜35とリッド基板用ウエハ50との界面に電気化学的な反応が生じ、両者がそれぞれ強固に密着して陽極接合される。これにより、圧電振動片4をキャビティC内に封止することができ、ベース基板用ウエハ40とリッド基板用ウエハ50とが接合した図16に示すウエハ体60を得ることができる。

【0056】

なお、図16においては、図面を見易くするために、ウエハ体60を分解した状態を図示しており、ベース基板用ウエハ40から接合膜35の図示を省略している。また、図中に示す点線Mは、後に行う切断工程で切断する切断線を図示している。

ところで、陽極接合を行う際、ベース基板用ウエハ40に形成されたスルーホール30、31は、貫通電極32、33によって完全に塞がれているので、キャビティC内の気密がスルーホール30、31を通じて損なわれることがない。

【0057】

次に、後述する外部電極形成工程(S80)を行う前に、ウエハ体60におけるベース基板用ウエハ40の下面40bを研磨して、該下面40bのうち少なくとも外部電極38、39を形成させる部分と、芯材部7bの下端面(露出面)と、を同時に研磨する研磨工程(S70)を行う。

本実施形態では、図17及び図18に示す研磨装置70を利用して、ベース基板用ウエハ40の下面40bを全面に亘って研磨する場合を例に挙げて説明する。

【0058】

ここで、上記研磨装置70について説明する。

研磨装置70は、シャフト71に固定されたサンギア72と、このサンギア72を径方向の外側から囲繞するインターナルギア73と、サンギア72及びインターナルギア73の間に両ギア72、73に対してそれぞれ噛合した状態で配置され、且つパッケージ9の厚み方向に平行なシャフト軸(軸線)0回りに均等配置された複数のキャリア74と、を備えている。

10

20

30

40

50

上記キャリア74は、外縁部がギア部とされ、上述したウエハ体60の厚みよりも薄い円板状に形成されている。また、このキャリア74の中央部には、ウエハ体60が収納される保持孔74aが形成されている。また、キャリア74の下方には、該キャリア74を支持するリング状の下定盤75が配設されている。

【0059】

ところで、サンギア72及びインターナルギア73は、図示しない駆動源により共に半時計方向に向けて別個の速度で回転するように制御されており、各キャリア74を上記下定盤75上にて時計方向に自転させながら、シャフト軸Oを中心に半時計方向に公転させるように遊星運動させている。

【0060】

また、キャリア74を間に挟んで下定盤75の上方には、該下定盤75に対して向かい合うリング状の上定盤76(図17参照)がシャフト71に沿って上下動可能に配設されている。この上定盤76には、研磨材が含有された研磨液Wを流通させる流通路76aが形成されていると共に、該上定盤76の下面40bには、全面に亘って研磨用パッド(研磨体)77が固着されている。

この研磨用パッド77は、例えばスエード等の繊維状の層を有し、その表面は無数の微小開口が形成された襞状とされている。そして、研磨中に、微小開口内に研磨液Wを一時的に保持することが可能とされている。

【0061】

なお、研磨材としては、例えばシリコンカーバイト、酸化セリウム(CeO_2)や酸化アルミニウム等が慣用される。また、研磨液Wとしては、例えば上記研磨材と防錆材と水とからなるスラリーが慣用される。

【0062】

次に、このように構成された研磨装置70を利用して、ベース基板用ウエハ40の下面40bを全面に亘って研磨する研磨工程(S70)について説明する。

まず、上定盤76をキャリア74から離間させた状態で、各キャリア74の保持孔74a内にウエハ体60を収納してセットする。この際、リッド基板用ウエハ50が保持孔74aの底部側に位置し、ベース基板用ウエハ40の下面40bが上定盤76側に向くようにセットする。セット後、上定盤76をキャリア74側に向けて移動させ、研磨用パッド77を所定の荷重でベース基板用ウエハ40の下面40bに押し付ける(押付工程(S71))。そして、流通路76aを介して研磨液Wを供給しながら、サンギア72及びインターナルギア73を駆動させ、キャリア74と共にウエハ体60を自転及び公転させる(回転工程(S72))。

【0063】

これにより、図19に示すように、ベース基板用ウエハ40の下面40bを全面に亘って研磨加工することができ、後述する外部電極38、39が形成される部分と、芯材部7bの露出している下端面と、を同時に研磨することができる。そのため、陽極接合によってベース基板用ウエハ40の下面40bに析出した図示しないNaイオン(陽イオン)の析出物を除去することができると共に、芯材部7bの下端面に図示しない酸化膜が生成されていたとしても該酸化膜を除去することができる。

【0064】

続いて、上記研磨工程(S70)が終了した後、ベース基板用ウエハ40の下面40bに導電性材料を被膜して、一对の貫通電極32、33にそれぞれ電氣的に接続された一对の外部電極38、39を複数形成する外部電極形成工程を行う(S80)。

【0065】

特に、上記したように、Naイオンの析出物及び酸化膜を取り除いた状態で、ベース基板用ウエハ40の下面40bに導電性材料を被膜して外部電極38、39を形成することができるので、外部電極38、39の密着性を高めることができ、剥離され難い強固な外部電極38、39とすることができる。

また、酸化物を介在させることなく外部電極38、39と芯材部7bとを導通させるこ

10

20

30

40

50

とができるので、外部電極 38、39 と貫通電極 32、33 との間の抵抗値が増加し難いうえ、該抵抗値のばらつきが生じ難い。従って、所望の電気特性を具備する高品質なパッケージ 9 とすることができる。

【0066】

次いで、外部電極 38、39 を形成した後、ウエハ体 60 の状態で、キャビティ C 内に封止された個々の圧電振動子 1 の周波数を微調整して所定の範囲内に収める微調工程を行う (S90)。

具体的に説明すると、外部電極 38、39 に電圧を印加して圧電振動片 4 を振動させる。そして、周波数を計測しながらリッド基板用ウエハ 50 を通して外部からレーザ光を照射し、重り金属膜 21 の微調膜 21b を蒸発させる。これにより、一对の振動腕部 10、11 の先端側の重量が変化するので、圧電振動片 4 の周波数を、公称周波数の所定範囲内に収まるように微調整することができる。

10

【0067】

周波数の微調が終了した後、接合されたウエハ体 60 を図 13 に示す切断線 M に沿って切断して小片化する切断工程を行う (S100)。その結果、互いに陽極接合されたベース基板 2 とリッド基板 3 とからなるパッケージ 9 に形成されたキャビティ C 内に圧電振動片 4 が封止された、図 1 に示す表面実装型の圧電振動子 1 を一度に複数製造することができる。

なお、切断工程 (S100) を行って個々の圧電振動子 1 に小片化した後に、微調工程 (S90) を行う工程順序でも構わない。但し、上述したように、微調工程 (S90) を先に行うことで、ウエハ体 60 の状態で微調を行うことができるので、複数の圧電振動子 1 をより効率よく微調することができる。よって、スループットの向上化を図ることができるので、より好ましい。

20

【0068】

その後、内部の電気特性検査を行う (S110)。即ち、圧電振動片 4 の共振周波数、共振抵抗値、ドライブレベル特性 (共振周波数及び共振抵抗値の励振電力依存性) 等を測定してチェックする。また、絶縁抵抗特性等を併せてチェックする。そして、最後に圧電振動子 1 の外観検査を行って、寸法や品質等を最終的にチェックする。これをもって圧電振動子 1 の製造が終了する。

【0069】

上述したように、本実施形態によれば、陽極接合後、外部電極 38、39 を形成する前の段階でベース基板用ウエハ 40 の下面 40b を研磨して、陽極接合に起因する Na イオンの析出物及び芯材部 7b の下端面に生成される酸化膜を共に取り除くので、剥離され難い密着性の高い外部電極 38、39 を形成することができる。また、外部電極 38、39 と貫通電極 32、33 との間の抵抗値が増加し難いうえ、抵抗値のばらつきが生じ難いので、所望の電気特性を具備する高品質なパッケージ 9 を得ることができる。

30

そして、本実施形態の圧電振動子 1 によれば、このようなパッケージ 9 を備えているので、作動信頼性の高い高品質な圧電振動子 1 とすることができる。

【0070】

また、上記実施形態では研磨工程 (S70) 時に、公転方向とは反対方向に自転しているベース基板用ウエハ 40 の下面 40b の全面に亘って研磨用パッド 77 を押し付けるので、ベース基板用ウエハ 40 の下面 40b を全面に亘ってムラなく均等に研磨することができると共に、ベース基板用ウエハ 40 と研磨用パッド 77 との接触抵抗を大きくできるので、短い時間で効率良く研磨することができる。

40

【0071】

(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 20 を参照しながら説明する。

本実施形態の発振器 100 は、図 20 に示すように、圧電振動子 1 を、集積回路 101 に電氣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

50

の上記集積回路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1の圧電振動片4が実装されている。これら電子部品102、集積回路101及び圧電振動子1は、図示しない配線パターンによってそれぞれ電氣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。

【0072】

このように構成された発振器100において、圧電振動子1に電圧を印加すると、該圧電振動子1内の圧電振動片4が振動する。この振動は、圧電振動片4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1が発振子として機能する。

10

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。

【0073】

本実施形態の発振器100によれば、作動信頼性の高い高品質な圧電振動子1を備えているので、発振器100自体も同様に高品質化を図ることができる。

【0074】

（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21を参照して説明する。なお電子機器として、上述した圧電振動子1を有する携帯情報機器110を例にして説明する。

20

始めに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及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、格段に小型化及び軽量化されている。

【0075】

30

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21に示すように、圧電振動子1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。

【0076】

制御部112は、各機能部を制御して音声データの送信及び受信、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、該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、該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。

40

【0077】

計時部113は、発振回路、レジスタ回路、カウンタ回路及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1とを備えている。圧電振動子1に電圧を印加すると圧電振動片4が振動し、該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。

50

【0078】

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及び呼制御メモリ部124を備えている。

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及び複号化する。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。

10

【0079】

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。

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の番号キー及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。

【0080】

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及び着信音発生部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。

20

【0081】

即ち、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。

30

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。

【0082】

本実施形態の携帯情報機器110によれば、作動信頼性の高い高品質な圧電振動子1を備えているので、携帯情報機器110自体も同様に高品質化を図ることができる。

【0083】

(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22を参照して説明する。

40

本実施形態の電波時計130は、図22に示すように、フィルタ部131に電氣的に接続された圧電振動子1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。

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。

【0084】

以下、電波時計130の機能的構成について詳細に説明する。

50

アンテナ 132 は、40 kHz 若しくは 60 kHz 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、40 kHz 若しくは 60 kHz 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 1 を有するフィルタ部 131 によって濾波、同調される。

本実施形態における圧電振動子 1 は、上記搬送周波数と同一の 40 kHz 及び 60 kHz 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。

【0085】

更に、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、CPU 136 でカウントされる。CPU 136 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、RTC 137 に反映され、正確な時刻情報が表示される。

搬送波は、40 kHz 若しくは 60 kHz 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。

【0086】

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 77.5 kHz 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 1 を必要とする。

【0087】

実施形態の電波時計 130 によれば、作動信頼性の高い高品質な圧電振動子 1 を備えているので、電波時計 130 自体も同様に高品質化を図ることができる。

【0088】

なお、本発明の技術範囲は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

【0089】

例えば、上記実施形態では、パッケージ 9 の内部に電子部品として圧電振動片 4 を封止した圧電振動子 1 を例に挙げて説明したが、圧電振動片 4 以外の電子部品を封止して圧電振動子以外のデバイスとすることも可能である。

また、圧電振動片 4 を封止する場合には、音叉型に限られず、AT カットされた厚み滑り振動片でも構わない。更に、音叉型の圧電振動片 4 とする場合、上記実施形態では振動腕部 10、11 の両主面に溝部 18 が形成された溝付きタイプの圧電振動片 4 を例に挙げて説明したが、溝部がないタイプの圧電振動片でも構わない。但し、溝部を形成することで、電圧印加時に励振電極間における電界効率を上げることができるので、振動損失をより抑えて振動特性をさらに向上することができる。つまり、CI 値 (Crystal Impedance) をさらに低くすることができ、圧電振動片の高性能化を図ることができる。この点において、溝部を形成する方が好ましい。

【0090】

また、上記実施形態では、芯材部 7b と土台部 7a とで構成された鋳体 7 を利用したが、芯材部 7b だけをスルーホール 30、31 内に挿入して貫通電極 32、33 を形成しても構わない。但し、土台部 7a を有する鋳体 7 を利用することで、芯材部 7b をスルーホール 30、31 内に効率良く位置決めできるので好ましい。

更には、ペースト P として非導電性のガラスペーストを例に挙げて説明したが、導電性のペースト (例えば銀ペースト) を利用しても構わない。

【0091】

また、上記実施形態では、研磨装置 70 を利用してウエハ体 60 を自転及び公転させると共に、該ウエハ体 60 におけるベース基板用ウエハ 40 の下面 40b の全面に亘って研磨用パッド 77 を押し付けることで研磨を行ったが、この場合に限定されるものではない。研磨方法は、どのような方法であっても良く、ベース基板用ウエハ 40 の下面 40b のうちの少なくとも外部電極 38、39 が形成される部分と、芯材部 7b の下端面と、を同時に研磨できれば構わない。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 2 】

例えば、図 2 3 及び図 2 4 に示すように、ウエハ体 6 0 をパッケージ 9 の厚み方向に平行な軸線 L 回りに回転させる回転工程を行うと共に、ベース基板用ウエハ 4 0 の下面 4 0 b に、上記回転方向とは反対方向に回転する研磨体 8 0 を押し付けながら、該研磨体 8 0 とウエハ体 6 0 とを水平面（軸線 L に直交する平面）に沿って相対的にスライド移動させる押付工程を行うことで研磨を行っても構わない。

【 0 0 9 3 】

図示の例では、上記研磨体 8 0 は円柱状に形成され、下端面に研磨布紙 8 1 が取り付けられている。そして、この場合には、研磨布紙 8 1 をベース基板用ウエハ 4 0 の下面 4 0 b に押し付けながら洗浄を行うことで研磨を行う。

10

この場合であっても、回転しているベース基板用ウエハ 4 0 の下面 4 0 b に、該回転方向とは反対方向に回転する研磨体 8 0 を押し付けながら、ウエハ体 6 0 と研磨体 8 0 とを相対的にスライド移動させるので、ベース基板用ウエハ 4 0 の下面 4 0 b を全面に亘って均等に研磨することができると共に、両者の接触抵抗を大きくできるので短い時間で効率良く研磨することができる。

【 0 0 9 4 】

更には、ベース基板用ウエハ 4 0 の下面 4 0 b を上方に向けた状態でウエハ体 6 0 を例えば吸着保持し、研磨材を混入させた洗浄液を用いてベース基板用ウエハ 4 0 の下面 4 0 b をブラシ洗浄することで研磨を行っても構わない。

20

【 符号の説明 】

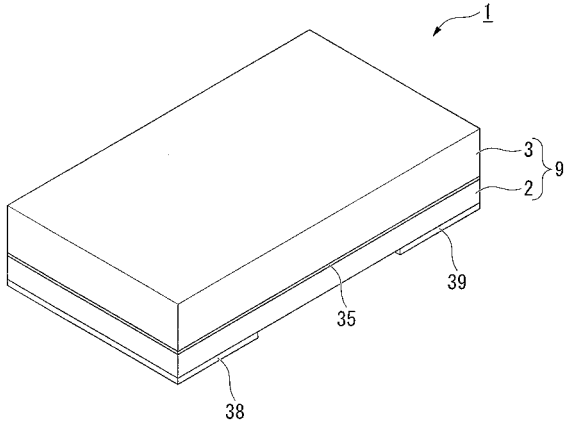
【 0 0 9 5 】

- C ... キャビティ
- 1 ... 圧電振動子
- 2 ... ベース基板
- 3 ... リッド基板
- 4 ... 圧電振動片（電子部品）
- 7 b ... 芯材部（金属芯材）
- 9 ... パッケージ
- 3 2、3 3 ... 貫通電極
- 3 8、3 9 ... 外部電極
- 7 7 ... 研磨用パッド（研磨体）
- 8 0 ... 研磨体
- 1 0 0 ... 発振器
- 1 0 1 ... 発振器の集積回路
- 1 1 0 ... 携帯情報機器（電子機器）
- 1 1 3 ... 電子機器の計時部
- 1 3 0 ... 電波時計
- 1 3 1 ... 電波時計のフィルタ部
- S 3 2 ... 貫通電極形成工程
- S 6 0 ... 接合工程
- S 7 0 ... 研磨工程
- S 7 2 ... 回転工程
- S 7 1 ... 押付工程
- S 8 0 ... 外部電極形成工程

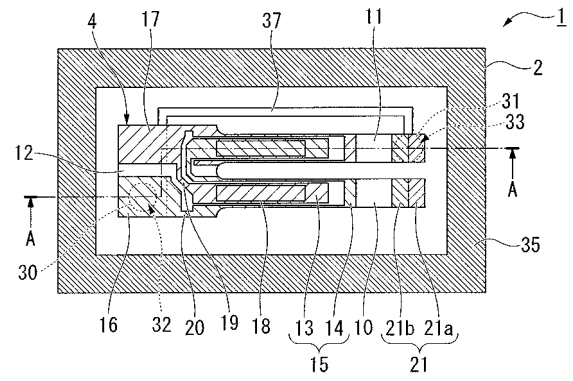
30

40

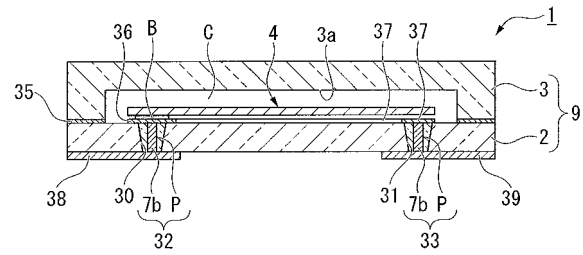
【 図 1 】



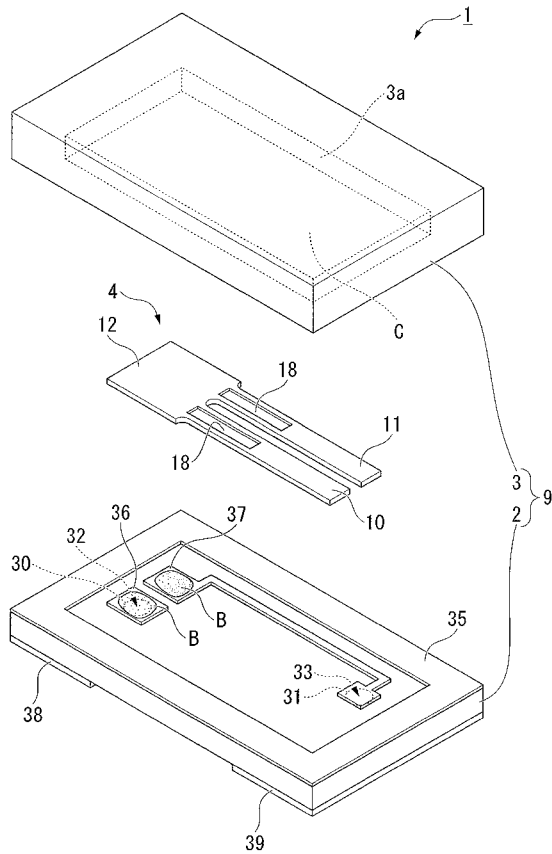
【 図 2 】



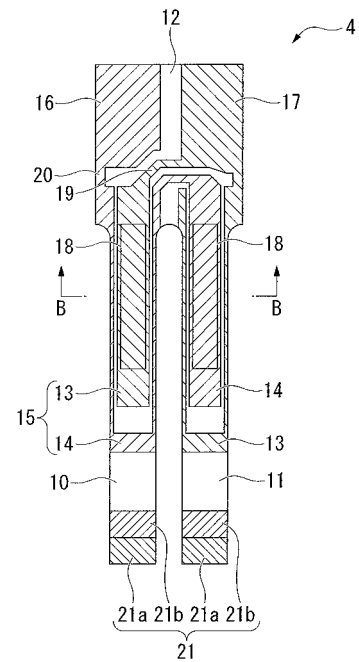
【 図 3 】



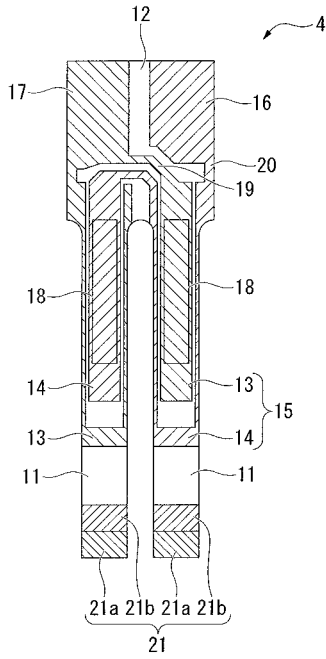
【 図 4 】



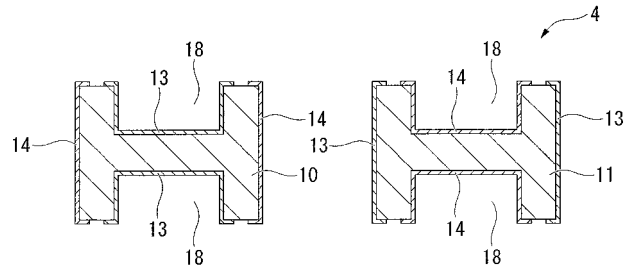
【 図 5 】



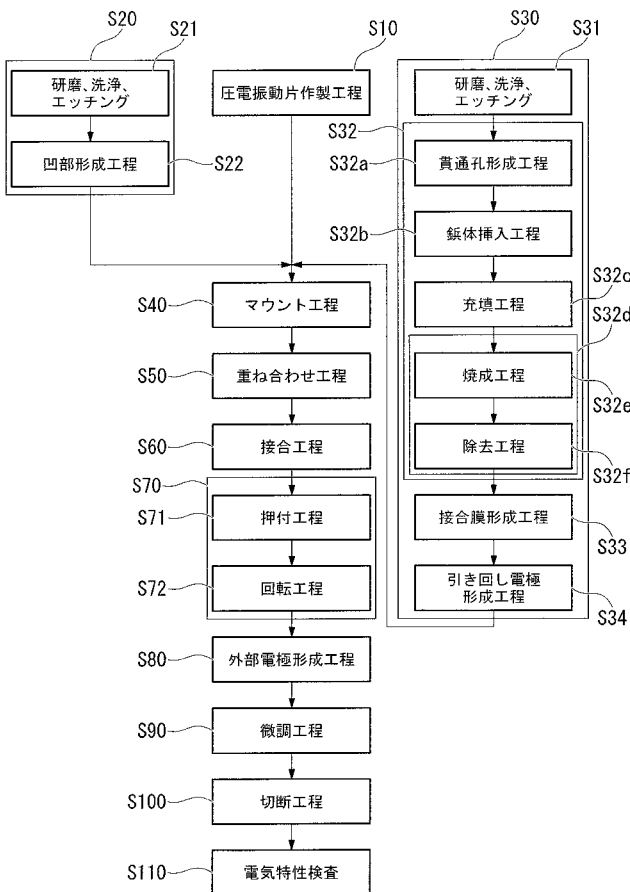
【 図 6 】



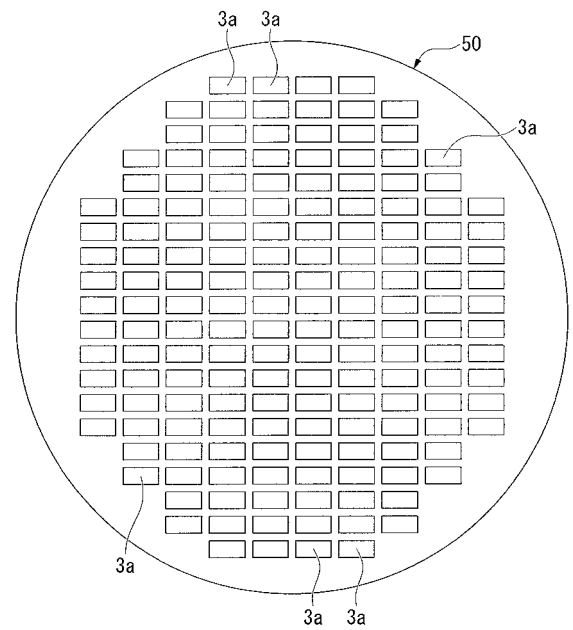
【 図 7 】



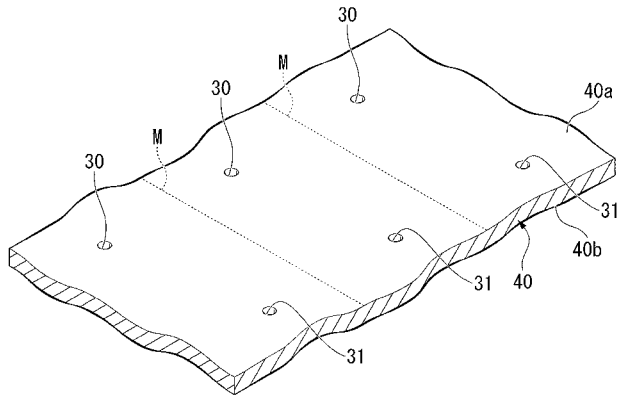
【 図 8 】



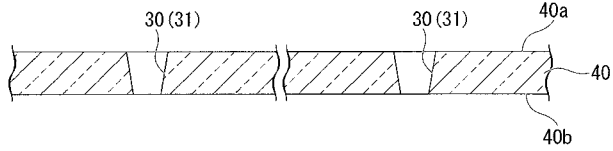
【 図 9 】



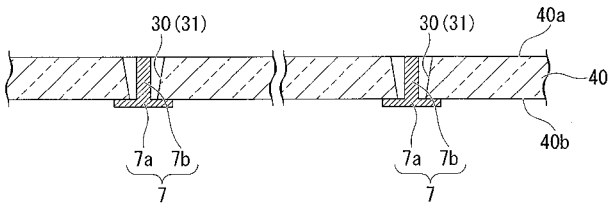
【 図 1 0 】



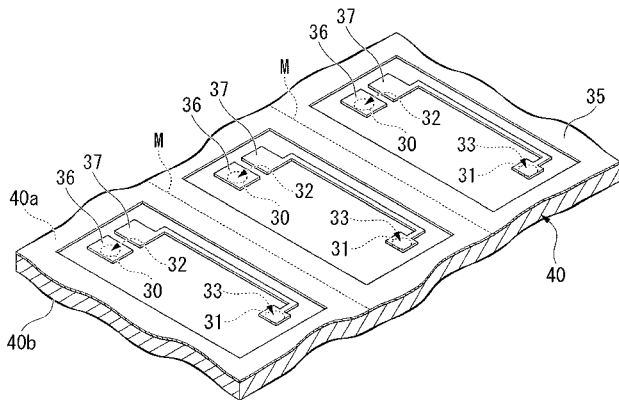
【 図 1 1 】



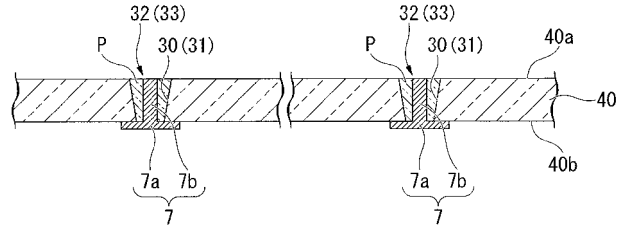
【 図 1 2 】



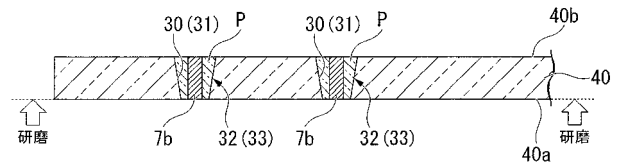
【 図 1 5 】



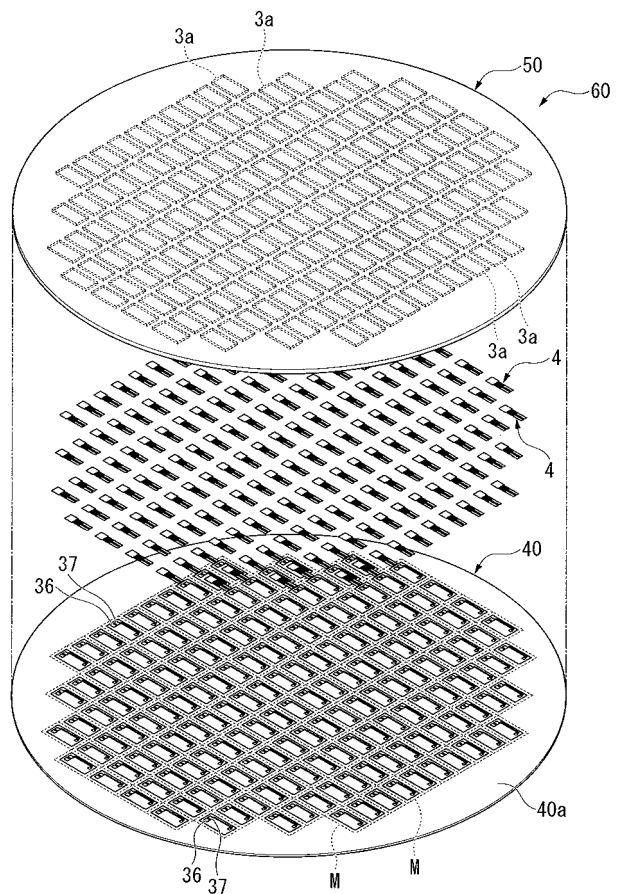
【 図 1 3 】



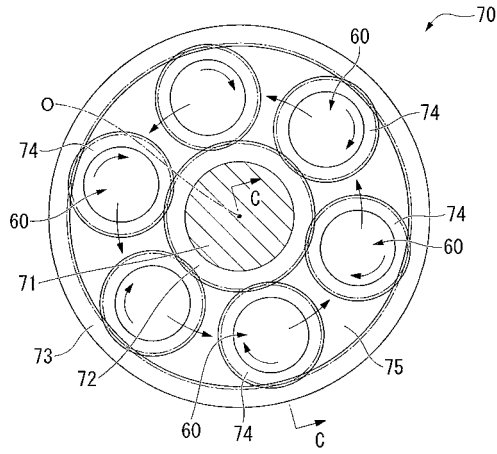
【 図 1 4 】



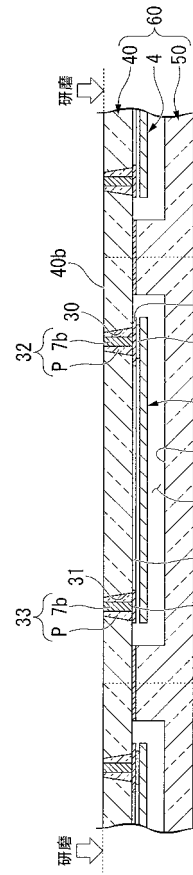
【 図 1 6 】



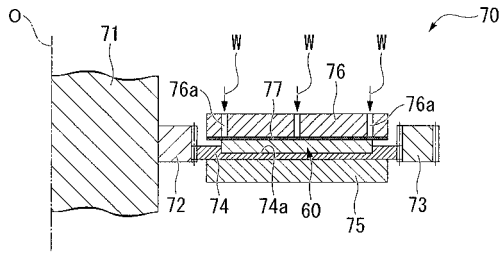
【 図 1 7 】



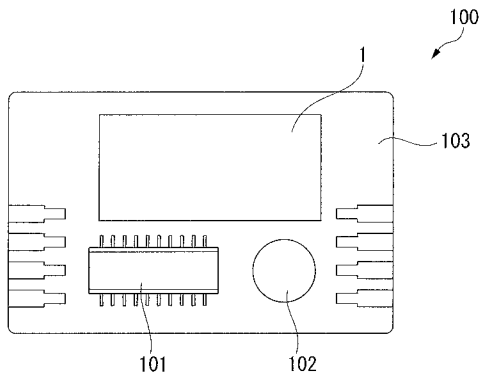
【 図 1 9 】



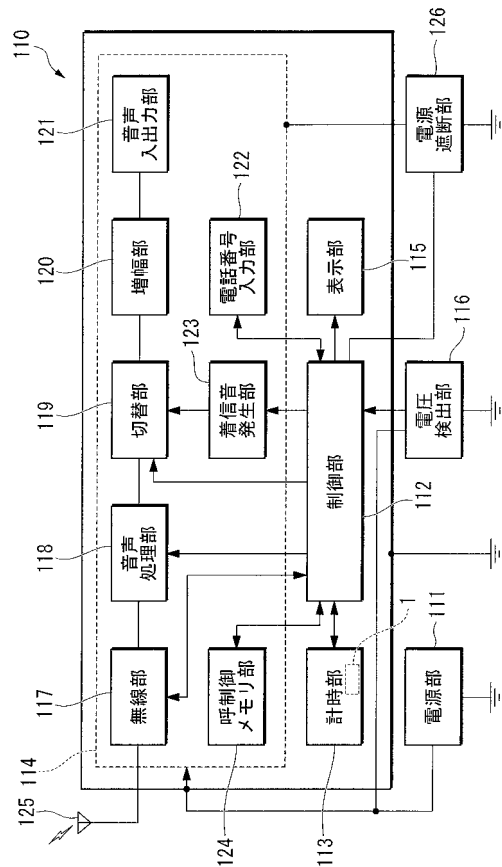
【 図 1 8 】



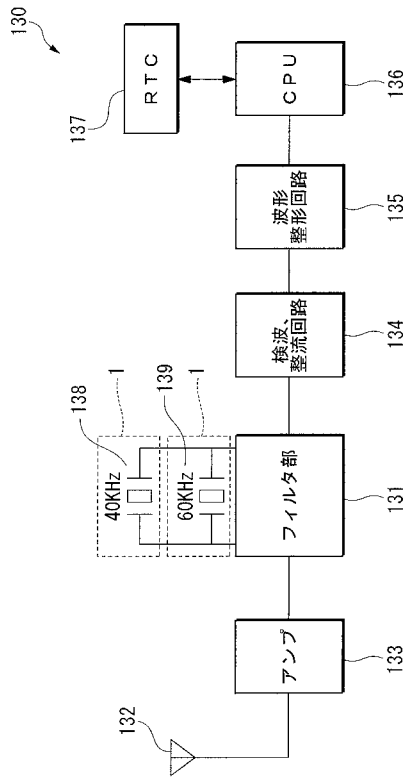
【 図 2 0 】



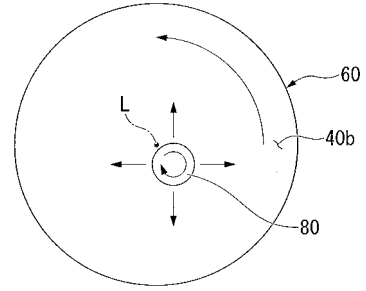
【 図 2 1 】



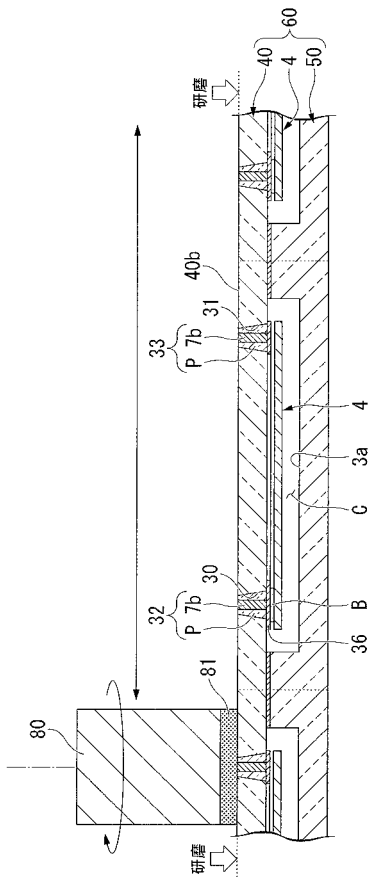
【 図 2 2 】



【 図 2 3 】



【 図 2 4 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5J108 AA02 BB02 BB08 CC06 CC09 EE03 EE04 EE07 EE13 EE18
FF11 FF12 GG03 GG13 GG16 GG17 HH04 HH06 KK04 KK06