

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5263778号
(P5263778)

(45) 発行日 平成25年8月14日(2013.8.14)

(24) 登録日 平成25年5月10日(2013.5.10)

(51) Int.Cl.		F I			
HO3H	3/02	(2006.01)	HO3H	3/02	D
HO3H	9/02	(2006.01)	HO3H	9/02	K
HO3H	9/13	(2006.01)	HO3H	9/13	
HO3B	5/32	(2006.01)	HO3B	5/32	H
HO3H	9/19	(2006.01)	HO3H	3/02	C

請求項の数 3 (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2009-27856 (P2009-27856)	(73) 特許権者	000002325
(22) 出願日	平成21年2月9日(2009.2.9)		セイコーインスツル株式会社
(65) 公開番号	特開2010-183538 (P2010-183538A)		千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地
(43) 公開日	平成22年8月19日(2010.8.19)	(74) 代理人	100154863
審査請求日	平成23年12月8日(2011.12.8)		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
		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100108578
			弁理士 高橋 詔男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電振動子の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

圧電振動片における実装領域及び振動領域の表面に、クロムからなる下地金属層及び金からなる仕上金属層を積層した積層体を形成する工程と、

前記振動領域を被覆するように酸化珪素からなる絶縁膜を形成する工程と、

高融点ハンダまたは金からなる接合材料を介して前記圧電振動片をパッケージに実装する工程とを有し、

前記圧電振動片を前記パッケージに実装する工程の前に、水酸化カリウム水溶液または弗化水素水溶液からなる第1処理液を用いて前記圧電振動片の表面に付着した付着粒子を除去する第1処理工程と、

フェリシアン化カリウム及び水酸化カリウムの水溶液からなる第2処理液を用いて前記圧電振動片の表面に析出したクロムを除去する第2処理工程とを有することを特徴とする圧電振動子の製造方法。

【請求項2】

前記絶縁膜を形成する工程の前に、前記振動領域の前記仕上金属層を除去する工程を有することを特徴とする請求項1記載の圧電振動子の製造方法。

【請求項3】

前記第2処理液は、フェリシアン化カリウムの濃度が1重量%以上10重量%以下であり、水酸化カリウムの濃度が1重量%以上10重量%以下であることを特徴とする請求項1または請求項2記載の圧電振動子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧電振動子の製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、携帯電話や携帯情報端末機器には、時刻源や制御信号等のタイミング源、リフ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は、様々なものが知られており、例えば音叉型の圧電振動片を有するものや、厚み滑り振動する圧電振動片を有するもの等が知られている。

10

【0003】

具体的に、圧電振動子は、音叉型の圧電振動片と、プラグと、プラグとともに圧電振動片を気密封止するケースとを備えている。プラグは、圧電振動片が実装される一对のインナーリードと、インナーリードを保持するプラグ本体とを備えている。また、圧電振動片は、圧電材料からなる圧電板と、圧電板上に形成され、所定の駆動電圧が印加されたときに圧電板を振動させる一对の励振電極と、圧電板の基端側に形成され一对の励振電極にそれぞれ電氣的に接続されたマウント電極と、を備えている。

なお、一对の励振電極及びマウント電極は、クロム等からなる下地金属層と金等からなる仕上金属層とが積層されることで形成された積層体である（例えば、特許文献1参照）。

20

【0004】

上述した圧電振動片を製造するにあたっては、まず水晶からなるウエハを音叉形状にエッチングした後、その表面に励振電極やマウント電極となる下地金属層（クロム）と、仕上金属層（金）とを連続して成膜し、ウエハから個々の圧電振動片を切断する。その後、インナーリードとマウント電極とを金や高融点ハンダ等の接合材料を介して接合するようになっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2008-98747号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、圧電振動片とインナーリードとを上述した接合材料により接合する場合、マウント電極との接合性が低下し、圧電振動片とインナーリードとを良好な状態で接合できないことがある。

【0007】

具体的には、上述した圧電振動片では励振電極及びマウント電極を形成した後、様々な工程を経て完成に至るが、いくつかの工程において圧電振動片が加熱される。例えば、圧電振動片の先端側に周波数調整用の重り金属膜（例えば金、銀等）を形成したり、励振電極の短絡防止のための絶縁膜を形成したり、マスクパターンとなるフォトリジスト膜を形成したりするが、この際に圧電振動片が加熱される。このように、圧電振動片が加熱されることで、下地金属層のクロム（またはクロム酸化物）が仕上金属層の表面に析出するという問題がある。

40

また、絶縁膜を形成する際には、例えばメタルマスクを介してCVD法を行うことにより、所望の領域のみに絶縁膜を形成することが考えられる。しかしながら、絶縁膜の粒子がメタルマスクの開口部を通過し、メタルマスクで保護している領域、具体的にはマウント電極の形成領域まで回り込み、マウント電極の表面に付着する虞がある。

【0008】

このように、マウント電極（仕上金属層）上にクロムが析出したり、絶縁膜の粒子が付

50

着したりすることで、接合材料（例えば、高融点ハンダ）の濡れ性等が低下して、マウント電極とインナーリードとの接合性が低下するという問題がある。

【0009】

そこで、本発明は、上述した問題に鑑みてなされたものであり、仕上金属層の表面を良好な状態に保つことで、圧電振動片とパッケージとの接合性を向上させることができる圧電振動子の製造方法を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上述した課題を解決するために、本発明は以下の手段を提供する。

本発明に係る圧電振動子の製造方法は、圧電振動片における実装領域及び振動領域の表面に、クロムからなる下地金属層及び金からなる仕上金属層を積層した積層体を形成する工程と、前記振動領域を被覆するように酸化珪素からなる絶縁膜を形成する工程と、高融点ハンダまたは金からなる接合材料を介して前記圧電振動片をパッケージに実装する工程とを有し、前記圧電振動片を前記パッケージに実装する工程の前に、水酸化カリウム水溶液または弗化水素水溶液からなる第1処理液を用いて前記圧電振動片の表面を処理する第1処理工程と、フェリシアン化カリウム及び水酸化カリウムの水溶液からなる第2処理液を用いて前記圧電振動片の表面を処理する第2処理工程とを有することを特徴としている。

10

【0011】

この構成によれば、圧電振動片をパッケージに実装する前に第1処理工程を行うことで、主として実装領域に付着した絶縁膜の粒子を除去することができる。さらに、第2処理工程を行うことで、主として実装領域の表面に析出したクロムを除去することができる。これにより、パッケージが実装される実装領域の表面（仕上金属層）を、クロムの析出や絶縁膜の粒子の付着がない良好な状態に保つことができる。

20

このように、絶縁膜形成時等には圧電振動片が加熱されてクロムが析出したり、絶縁膜の粒子が実装領域上に回り込んだりするが、本発明の構成によれば、絶縁膜形成後の各処理工程において、実装領域の仕上金属層上に析出したクロムや絶縁膜の粒子を除去することができ、実装領域の表面を良好な層に維持することができる。

したがって、パッケージと圧電振動片との接合に高融点ハンダや金からなる接合材料を用いた場合であっても、実装領域上に接合材料が良好に濡れ広がるので、パッケージと圧電振動片との接合性を向上させ、両者を確実に接合させることができる。

30

【0012】

また、前記絶縁膜を形成する工程の前に、前記振動領域の前記仕上金属層を除去する工程を有することを特徴としている。

この構成によれば、仕上金属層（金）を除去した後下地金属層上に絶縁膜を形成することで、絶縁膜の密着性を向上させることができ、振動領域における電極間の短絡をより確実に防ぐことができる。

ところで、仕上金属層を除去する際に、振動領域の側面等に付着した仕上金属層は除去されずに僅かながら残存する場合がある。仕上金属層が残存した箇所に絶縁膜を形成しようとする、絶縁膜との密着性を確保することができず、圧電振動片の完成後に剥離等が生じる虞がある。しかしながら、本発明の構成によれば、第2処理工程において、仕上金属層が残存している箇所が存在している場合に、第2処理液が絶縁膜と仕上金属層との間に入り込んだりして、振動領域の側面等、仕上金属層が残存している箇所に形成された絶縁膜を、製品となる前に予め除去しておくことができる。

40

【0013】

また、前記第2処理液は、フェリシアン化カリウムの濃度が1重量%以上10重量%以下であり、水酸化カリウムの濃度が1重量%以上10重量%以下であることを特徴としている。

フェリシアン化カリウム水溶液または水酸化カリウム水溶液の濃度が10重量%より高いと、所望の積層体として形成されたクロムまで除去してしまい、圧電振動片の特性が変

50

動する虞があるため好ましくない。一方、濃度が1重量%よりも低いと、実装領域の表面（仕上金属層）に析出したクロムを効果的に除去することができない虞があるため好ましくない。

これに対して、本発明の構成によれば、フェリシアン化カリウム水溶液及び水酸化カリウム水溶液の濃度を、それぞれ1重量%以上10重量%以下の範囲に設定することで、圧電振動片の特性に影響を与えずに、実装領域の表面に析出したクロムを効果的に除去することができる。

【発明の効果】

【0019】

本発明に係る圧電振動子の製造方法によれば、実装領域上に接合材料が良好に濡れ広がるので、パッケージと圧電振動片との接合性を向上させ、両者を確実に接合させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明に係る一実施形態の圧電振動子のケースの中身を見た図であって、圧電振動片を平面視した状態の図である。

【図2】図1に示す圧電振動片を上面から見た平面図である。

【図3】図1に示す圧電振動片を下面から見た平面図である。

【図4】図1に示す圧電振動片の斜視図である。

【図5】図2のA-A線に沿う断面図である。

【図6】図1のB-B線に沿う断面図である。

【図7】図2のC-C線に沿う断面図である。

【図8】図1に示す圧電振動子を製造する際のフローチャートである。

【図9】図8に示すフローチャートの続きである。

【図10】圧電振動子の製造方法を示す工程図であって、図2のC-C線に相当する断面図である。

【図11】圧電振動子の製造方法を示す工程図であって、図2のC-C線に相当する断面図である。

【図12】圧電振動子の製造方法を示す工程図であって、図2のC-C線に相当する断面図である。

【図13】圧電振動子の製造方法を示す工程図であって、図2のC-C線に相当する断面図である。

【図14】圧電振動子の製造方法を示す工程図であって、図2のC-C線に相当する断面図である。

【図15】圧電振動子の製造方法を示す工程図であって、図2のC-C線に相当する断面図である。

【図16】圧電振動子の製造方法を示す工程図であって、図2のC-C線に相当する断面図である。

【図17】圧電振動子の製造方法を示す工程図であって、図2のC-C線に相当する断面図である。

【図18】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19】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20】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21】本発明に係る表面実装型の圧電振動子を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

次に、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

(圧電振動子)

図1は、本実施形態に係る圧電振動子の斜視図である。図1に示すように、圧電振動子1は、シリンダパッケージタイプの圧電振動子であって、音叉型の圧電振動片2と、圧電

10

20

30

40

50

振動片 2 がマウントされたプラグ 4 と、プラグ 4 とともに圧電振動片 2 を気密封止するケース 3 とを備えている。

【 0 0 2 2 】

図 2 は圧電振動片の上面から見た平面図であり、図 3 は下面から見た平面図である。また、図 4 は圧電振動片の斜視図であり、図 5 は図 2 の A - A 線に沿う断面図である。

図 2 , 3 に示すように、圧電振動片 2 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。

この圧電振動片 2 は、平行に配置された一对の振動腕部 (振動領域) 8 , 9 と、これら一对の振動腕部 8 , 9 の基端側を一体的に固定する基部 (実装領域) 1 0 と、を有する圧電板 1 1 と、一对の振動腕部 8 , 9 の外表面上に形成されて一对の振動腕部 8 , 9 を振動させる第 1 の励振電極 1 2 と第 2 の励振電極 1 3 とからなる励振電極 1 4 と、第 1 の励振電極 1 2 及び第 2 の励振電極 1 3 に電氣的に接続されたマウント電極 1 5 , 1 6 とを有している。

また、本実施形態の圧電振動片 2 は、一对の振動腕部 8 , 9 の両主面上に、振動腕部 8 , 9 の基端部から先端部に向かって一定長さ L 形成された溝部 1 7 を備えている。この溝部 1 7 は、図 4 に示すように、振動腕部 8 , 9 の基端部から略中間付近まで形成されている。なお、一对の振動腕部 8 , 9 の腕幅は共通であり、それぞれ W とする。また、基部 1 0 において一对の振動腕部 8 , 9 の基端部と連結されている部分を股部 1 0 a とする。

【 0 0 2 3 】

図 2 , 3 , 5 に示すように、第 1 の励振電極 1 2 と第 2 の励振電極 1 3 とからなる励振電極 1 4 は、一对の振動腕部 8 , 9 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、一对の振動腕部 8 , 9 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ニングされて形成されている。具体的には、第 1 の励振電極 1 2 が、一方の振動腕部 8 の溝部 1 7 上と、他方の振動腕部 9 の両側面上とに主に形成され、第 2 の励振電極 1 3 が、一方の振動腕部 8 の両側面上と他方の振動腕部 9 の溝部 1 7 上とに主に形成されている。

【 0 0 2 4 】

また、図 2 , 3 に示すように、第 1 の励振電極 1 2 及び第 2 の励振電極 1 3 は、基部 1 0 の両主面上において連続的に形成されており、それぞれ引き出し電極 1 9 , 2 0 を介してマウント電極 1 5 , 1 6 に電氣的に接続されている。このマウント電極 1 5 , 1 6 は、圧電板 1 1 の基端側に形成されている。すなわち、励振電極 1 4、マウント電極 1 5 , 1 6 及び引き出し電極 1 9 , 2 0 は、所定の電圧が印加されたときに一对の振動腕部 8 , 9 を振動させる電極層 (積層体) 1 8 として機能している。

【 0 0 2 5 】

図 6 は図 1 の B - B 線に沿う断面図であり、図 7 は図 2 の C - C 線に沿う断面図である。

図 6 , 7 に示すように、電極層 1 8 は、基部 1 0 の両主面上に形成されたクロム (Cr) からなる下地金属層 1 8 a と、金 (Au) からなる仕上金属層 1 8 b とが順次積層されて構成されている。

下地金属層 1 8 a は、仕上金属層 1 8 b と圧電振動片 2 との密着性を向上させるためのものであり、マウント電極 1 5 , 1 6 から引き出し電極 1 9 , 2 0、励振電極 1 4 に亘って連続的に形成されている。

【 0 0 2 6 】

また、仕上金属層 1 8 b は、図 4 , 5 , 7 に示すように、少なくとも振動腕部 8 , 9 の基端部から先端部に至る領域で、仕上金属層 1 8 b の一部或いは全部が除去されている。より詳しくは、振動腕部 8 , 9 の基端部より先端部側では、基端部から一定長さ L 以上離間した位置まで (図 4 に示す領域 R A)、仕上金属層 1 8 b の全部が除去されている。さらに、振動腕部 8 , 9 の基端部より基部 1 0 側には、基端部から基部 1 0 に向かって振動腕部 8 , 9 の腕幅 W の 2 倍離間した位置に至るまで (図 4 に示す領域 R B)、仕上金属層

10

20

30

40

50

18bの全部が除去されている。

【0027】

すなわち、電極層18は、振動腕部8, 9の溝部17が形成されている領域を含む領域RA及び領域RBで、溝部17内を含めて全面的に下地金属層18aだけが形成されている。そして、領域RA及び領域RBには、下地金属層18aを覆うように酸化珪素(SiO₂)等からなる絶縁膜34(図7参照)が被覆されている。これにより、振動腕部8, 9の励振電極12, 13間に導電性粒子が付着した場合でも、電極間の短絡を防止することができる。そして、本実施形態のように励振電極12, 13の形成領域である領域RA, RBにおいて、仕上金属層18bを除去した状態で下地金属層18a上に絶縁膜34を形成することで、絶縁膜34の密着性を向上させて励振電極12, 13の短絡をより防ぐことができる。なお、以下の説明では、領域RA及び領域RBを合わせた領域を単層領域Rとして説明する。

10

【0028】

一方、圧電板11における単層領域Rよりも基端側に形成された引き出し電極19, 20及びマウント電極15, 16は、上述したように下地金属層18a及び仕上金属層18bが積層された状態となっている。そして、これら下地金属層18a及び仕上金属層18bが積層されている領域を積層領域Pとして説明する。

【0029】

また、一对の振動腕部8, 9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8, 9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。

20

【0030】

重り金属膜21のうち、振動腕部8, 9の先端側に形成された粗調膜21aは、電極層18と同様に下地金属層18a及び仕上金属層18bが順次積層され、仕上金属層18b上にさらに金(Au)または銀(Ag)等からなる上層金属層(不図示)が積層されて構成されている。これに対して、粗調膜21aよりも基端側に形成された微調膜21bは、電極層18と同様に下地金属層18a、仕上金属層18bが順次積層されて構成されている。すなわち、重り金属膜21を構成する下地金属層18a及び仕上金属層18bは、上述した電極層18と同時に積層される。

30

【0031】

ケース3は、図1に示すように、有底円筒状に形成されており、圧電振動片2を内部に収納した状態でプラグ4の後述するステム30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3の圧入は、真空雰囲気下で行われており、ケース3内の圧電振動片2を囲む空間が真空に保たれた状態となっている。

【0032】

プラグ4は、ケース3を密閉させるステム30と、このステム30を貫通するように平行配置され、ステム30を間に挟んで一端側が圧電振動片2をマウント(機械的に接合及び電氣的に接続)するインナーリード31aとされ、他端側が外部に電氣的に接続されるアウターリード31bとされた2本のリード端子31と、ステム30の内側に充填されてステム30とリード端子31とを固定させる絶縁性の充填材32とを有している。

40

ステム30は、金属材料で環状に形成されたものである。また、充填材32の材料としては、例えばホウ珪酸ガラスである。また、リード端子31の表面及びステム30の外周には、それぞれ同材料の後述するめっき層35が施されている。

【0033】

2本のリード端子31は、ケース3内に突出している部分がインナーリード31aとなり、ケース3外に突出している部分がアウターリード31bとなっている。リード端子31は、その直径が例えば約0.12mmであり、リード端子31の母材の材質としては、

50

コパール（FeNiCo合金）が慣用されている。また、図6に示すように、リード端子31の外表面及びステム30の外周には、めっき層35が被覆されている。被膜させるめっきの材質としては、下地膜35aに銅（Cu）めっき等が用いられ、仕上膜35bに融点が例えば300度程度の高融点ハンダめっき（錫と鉛の合金で、その重量比が1：9）が用いられる。

また、ステム30の外周に被膜されためっき層35を介在させながらケース3の内周に真空中で冷間圧接させることにより、ケース3の内部を真空状態で気密封止できるようになっている。

【0034】

そして、インナーリード31aとマウント電極15、16とは、仕上膜（高融点ハンダめっき）35bを溶解させて形成された接合部Eを介して仕上金属層18b上にマウントされている。すなわち、接合部Eを介してインナーリード31aとマウント電極15、16とが機械的に接合されていると同時に、電氣的に接続されている。その結果、圧電振動片2は、2本のリード端子31にマウントされた状態となっている。

10

【0035】

なお、上述した2本のリード端子31は、一端側（アウターリード31b側）が外部に電氣的に接続され、他端側（インナーリード31a側）が圧電振動片2に対してマウントされる外部接続端子として機能する。

【0036】

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、2本のリード端子31のアウターリード31bに対して、所定の駆動電圧を印加する。これにより、インナーリード31a、接合部E、マウント電極15、16及び引き出し電極19、20を介して、第1の励振電極12及び第2の励振電極13からなる励振電極14に電流を流すことができ、一对の振動腕部8、9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8、9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。

20

【0037】

（圧電振動子の製造方法）

次に、上述した圧電振動子の製造方法について説明する。図8、9は、圧電振動子の製造方法を示すフローチャートである。

30

まず、図8に示すように、水晶のランバ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Sとする。続いて、このウエハS（図10参照）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Sとする（S10）。

【0038】

次に、研磨後のウエハSを複数の圧電振動片2の外形形状を形成する外形形成工程を行う（S20）。具体的には、圧電振動片2の外形形状にパターンニングされたウエハ用マスク（不図示）をマスクとしてエッチング加工を行なうことで、ウエハ用マスクでマスクされていない領域を選択的に除去して、圧電振動片2の外形形状を形作ることができる。なお、圧電振動片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。

40

続いて、本実施形態では、後述する電極層形成工程を行う前に一对の振動腕部8、9に溝部17を形成する溝部形成工程を行う（S30）。これにより、ウエハS上に上述した圧電振動片2が複数連結された状態となる。

【0039】

ここで、複数の圧電板11の外表面上に下地金属層18a及び仕上金属層18bを積層して、電極層18（励振電極14、引き出し電極19、20及びマウント電極15、16）及び重り金属膜21を形成する電極層形成工程を行う（S40）。

【0040】

図10～17は、圧電振動子の製造方法を示す工程図であって、図2のC-C線に相当

50

する断面図である。

始めに、図10に示すように、圧電板11上に下地金属層18a及び仕上金属層18bを、蒸着やスパッタリング等により順次成膜する(S41)。

【0041】

次に、図11に示すように、スプレーコート等によりフォトレジスト膜41を成膜した後、フォトリソ技術でパターニングする(S42)。この際、電極層18を残しておきたい部分、すなわちマウント電極15, 16、励振電極12, 13、引き出し電極19, 20及び重り金属膜21の形成領域が、フォトレジスト膜41によって被膜されるようにパターニングする。そして、残ったフォトレジスト膜41をマスクとして、図12に示すように、電極層18をエッチング加工するエッチング工程を行う(S43)。これにより、下地金属層18a及び仕上金属層18bが積層された電極層18が形成される。その後フォトレジスト膜41を除去する。

10

【0042】

続いて、単層領域R(図4参照)に存在する電極層18の仕上金属層18bの除去を行う。具体的には、仕上金属層18bを除去するために、図13に示すように、スプレーコート等によりフォトレジスト膜42を成膜した後、フォトリソ技術を用いて、フォトレジスト膜42をパターニングする(S44)。この際、少なくとも仕上金属層18bを残しておきたい部分、すなわち積層領域P及び重り金属膜21の形成領域を覆うようにパターニングする。つまり、単層領域Rに形成されたフォトレジスト膜42を除去する。そして、そのフォトレジスト膜42をマスクとしてエッチングする(S45)。これにより、単層領域Rに存在する電極層18において、仕上金属層18bを除去することができる。その後、図14に示すように、フォトレジスト膜42を除去する。

20

以上の工程を実施することで、電極層形成工程が終了する。

【0043】

その後、図15に示すように、仕上金属層18bが除去された単層領域Rにおいて、下地金属層18a上にSiO₂等の無機絶縁材料からなる絶縁膜34を、図示しないメタルマスク等を介してCVD法等を行うことにより形成する(S46)。すると、単層領域Rの下地金属層18aを覆うように絶縁膜34が形成される。

【0044】

また、上述した電極層形成工程が終了した後、一对の振動腕部8, 9の先端に周波数調整用の重り金属膜21のうち、粗調膜21aの形成領域における仕上金属層18b上に例えば、銀や金等からなる上層金属層を、蒸着やスパッタリング等を用いて被膜させる(S51)。そして、水晶ウエハに形成された全ての振動腕部8, 9に対して、共振周波数を粗く調整する粗調工程を行う。これは、重り金属膜21の粗調膜21aにレーザー光を照射して、一对の振動腕部8, 9の先端にかかる重量を軽減させることで、周波数を粗く調整する工程である。

30

【0045】

ところで、図15に示すように、圧電振動片2の製造工程においては、電極層18を形成した後に上述した重り金属膜21の上層金属層や、絶縁膜34、フォトレジスト膜41, 42を形成したりするが、この際に圧電振動片2が加熱される。圧電振動片2が加熱されることで、マウント電極15, 16(積層領域P)の下地金属層18aのクロム(またはクロム酸化物)が仕上金属層18bの表面に析出されるという問題がある。なお、以下の説明では、仕上金属層18b上に析出したクロムを析出クロム50とする。また、図15, 16では、説明を分かり易くするために析出クロム50を層状に図示している。

40

また、絶縁膜34を形成する際に、絶縁膜34の粒子がメタルマスクの開口部を通過し、メタルマスクで保護している領域(積層領域P)まで回り込んで、積層領域P上に付着するという問題がある。この場合、圧電板11上に付着する絶縁膜34の粒子は何ら問題にならないが、マウント電極15, 16の仕上金属層18bの表面に絶縁膜34の粒子が付着すると、後述するマウント工程(S74)において仕上膜35b(高融点ハンダ)の濡れ性が低下するという問題がある。なお、以下の説明では、積層領域P上に付着した絶

50

縁膜 3 4 の粒子を付着粒子 5 1 とする。また、図 1 5 では、説明を分かり易くするために付着粒子 5 1 を層状に図示している。

【 0 0 4 6 】

ここで、本実施形態では、上述した析出クロム 5 0 や付着粒子 5 1 を除去するための処理工程 (S 5 0) を行う。

具体的には、まず積層領域 P における付着粒子 5 1 をウェットエッチングにより除去する (S 4 7 : 第 1 エッチング工程)。第 1 エッチング工程で使用する第 1 エッチャント (第 1 処理液) としては、水酸化カリウム (K O H) 水溶液や弗化水素 (H F) 水溶液等を用いることが可能であり、本実施形態では K O H 水溶液が好適に用いられている。そして、第 1 エッチャントが収容された第 1 エッチング槽内にウエハ S 全体を浸漬させる。

なお、第 1 エッチング工程における具体的な条件 (K O H 水溶液の濃度、温度、エッチング時間) は、例えば以下の通りである。

濃度 : 約 1 0 重量 %

温度 : 約 6 0

エッチング時間 : 約 3 分

この条件でエッチングを行うことで、図 1 6 に示すように、積層領域 P に付着した付着粒子 5 1 を除去することができる。

その後、第 1 エッチング槽からウエハ S を取り出し、純水でウエハ S を洗浄する (S 4 8)。

【 0 0 4 7 】

次いで、主としてマウント電極 1 5 , 1 6 の仕上金属層 1 8 b 上に析出した析出クロム 5 0 を、ウェットエッチングにより除去する (S 4 9 : 第 2 エッチング工程)。第 2 エッチング工程で使用する第 2 エッチャント (第 2 処理液) としては、フェリシアン化カリウム ($K_3 [Fe (CN)_6]$) 及び K O H の水溶液が好適に用いられている。そして、第 2 エッチャントが収容された第 2 エッチング槽内にウエハ S 全体を浸漬させる。

なお、第 2 エッチング工程における具体的な条件 ($K_3 [Fe (CN)_6]$ 及び K O H の濃度、温度、エッチング時間) は、例えば以下の通りである。

$K_3 [Fe (CN)_6]$ の濃度 : 1 重量 % 以上 1 0 重量 % 以下 (より好ましくは 2 % 程度)

K O H の濃度 : 1 重量 % 以上 1 0 重量 % 以下 (より好ましくは 2 重量 % 程度)

温度 : 常温 (例えば、 2 5 ~ 3 0 程度)

エッチング時間 : 約 3 0 秒

この条件でエッチングを行うことで、図 1 7 に示すように、積層領域 P (特に、マウント電極 1 5 , 1 6) の仕上金属層 1 8 b 上に析出した析出クロム 5 0 を除去することができる。なお、 $K_3 [Fe (CN)_6]$ または K O H の濃度が 1 0 重量 % より高いと、所望の電極層 1 8 として形成されたクロム (下地金属層 1 8 a) まで除去してしまい、圧電振動片 2 の特性が変動する虞があるため好ましくない。一方、濃度が 1 重量 % よりも低いと、マウント電極 1 5 , 1 6 の表面 (仕上金属層 1 8 b) に析出した析出クロム 5 0 を効果的に除去することができない虞があるため好ましくない。

これに対して、本発明の構成によれば、 $K_3 [Fe (CN)_6]$ 及び K O H の濃度を、それぞれ 1 重量 % 以上 1 0 重量 % 以下の範囲に設定することで、圧電振動片 2 の特性に影響を与えずに、マウント電極 1 5 , 1 6 の表面に析出した析出クロム 5 0 を効果的に除去することができる。

【 0 0 4 8 】

なお、上述した電極層形成工程において、単層領域 R の仕上金属層 1 8 b を除去する際、例えば、振動腕部 8 , 9 の側面に付着した仕上金属層 1 8 b はエッチングされずに僅かながら残存する場合がある。仕上金属層 1 8 b が残存した箇所に絶縁膜 3 4 を形成しようとする、絶縁膜 3 4 との密着性を確保することができず、圧電振動片 2 の完成後に剥離等が生じる虞がある。しかしながら、本実施形態では、第 2 エッチング工程において、仕上金属層 1 8 b が残存している箇所が存在している場合に、第 2 エッチャントが絶縁膜 3

10

20

30

40

50

4と仕上金属層18bとの間に入り込んだりして、振動腕部8,9の側面等、仕上金属層18bが残存している箇所に形成された絶縁膜34を、製品となる前に予め除去しておくことができる。

【0049】

次いで、ウエハ5と圧電振動片2とを連結していた連結部を切断して、複数の圧電振動片2をウエハ5から切り離して小片化する切断工程を行う(552)。これにより、ウエハ5から、電極層18(励振電極14、引き出し電極19,20及びマウント電極15,16)及び重り金属膜21が形成された圧電振動片2を一度に複数製造することができる。

【0050】

次いで、圧電振動片2をマウントする前に、共振周波数の粗調を行う(553)。これは、重り金属膜21の粗調膜21aにレーザー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後に行う。これについては、後に説明する。

【0051】

次に、図9に示すように、プラグ4を作製する気密端子作製工程を行う(560)。

続いて、プラグ4のリード端子31の外表面及びステム30の外周に、同一材料のめっき層を湿式めっき法で被膜させるめっき工程を行う(571)。

このように、下地膜35a及び仕上膜35bからなるめっき層35をリード端子31に被膜することで、インナーリード31aと圧電振動片2との接続を可能にすることができる。また、圧電振動片2の接続だけでなく、ステム30の外周に被膜されためっき層35が柔らかく弾性変形する特性を有しているため、ステム30とケース3との冷間圧接を可能にすることができ、気密接合を行うことができる。

【0052】

そして、圧電振動片2のマウント電極15,16をインナーリード31aに接合するマウント工程を行う(574)。具体的には、インナーリード31aを300度を超える温度で加熱しながら、インナーリード31aと圧電振動片2とを所定の圧力で重ね合わせる。これにより、インナーリード31aの仕上膜35bである高融点ハンダめっきが溶解し、仕上金属層18b上に速やかに濡れ広がる。これにより、インナーリード31aとマウント電極15,16とを接続することができる。その結果、圧電振動片2をマウントすることができる。すなわち、圧電振動片2は、リード端子31に機械的に支持されると共に、電氣的に接続された状態となる。

なお、インナーリード31aとマウント電極15,16とを接続する際に、加熱・加圧を行ってマウントしたが、超音波を利用して接続を行っても構わない。

【0053】

次に、封止工程を行う前に、上述したマウントによる歪みをなくすために、所定の温度でベーキングを行った後(575)、圧電振動片2の周波数調整(微調)を行う(576)。具体的には、圧電振動片2全体を真空チャンバーに入れた状態で、アウターリード31b間に電圧を印加して圧電振動片2を振動させる。そして、周波数を計測しながら、レーザーにより重り金属膜21の微調膜21bを蒸発させることで、周波数の調整を行う。

なお、上述した微調及び先に行った粗調の際に、レーザーの照射により重り金属膜21を蒸発させることで、周波数調整を行ったが、レーザーではなくアルゴンイオンを利用しても構わない。この場合には、アルゴンイオンの照射によりスパッタリングを行い、重り金属膜21を除去することで周波数調整を行う。

【0054】

最後に、マウントされた圧電振動片2を内部に収納するようにケース3をステム30に圧入し、圧電振動片2を気密封止するケース圧入工程を行う(577)。具体的には、真空中で所定の荷重を加えながらケース3をプラグ4のステム30の外周に圧入する。すると、ステム30の外周に形成された金属膜が弾性変形するので、冷間圧接により気密封止することができる。これにより、ケース3内に圧電振動片2を密閉して真空封止すること

10

20

30

40

50

ができる。

なお、この工程を行う前に、圧電振動片 2、ケース 3 及びプラグ 4 を十分に加熱して、表面吸着水分等を脱離させておくことが好ましい。

【 0 0 5 5 】

そして、ケース 3 の固定が終了した後、スクリーニングを行う (S 7 8)。このスクリーニングは、周波数や共振抵抗値の安定化を図ると共に、ケース 3 を圧入した嵌合部に圧縮応力に起因する金属ウイスカが発生してしまうことを抑制するために行うものである。

スクリーニング終了後、内部の電気特性検査を行う (S 7 9)。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。この結果、図 1 に示す圧電振動子 1 を製造することができる。

10

【 0 0 5 6 】

このように、本実施形態では、圧電振動片 2 のマウント電極 1 5 , 1 6 をインナーリード 3 1 a にマウントする前に、第 1 エッチャントを用いた第 1 エッチング工程と、第 2 エッチャントを用いた第 2 エッチング工程とを経て、圧電振動片 2 が形成される構成とした。

この構成によれば、マウント電極 1 5 , 1 6 をインナーリード 3 1 a にマウントする前に第 1 エッチング工程を行うことで、主として積層領域 P (マウント電極 1 5 , 1 6) に付着した付着粒子 5 1 を除去することができる。さらに、第 1 エッチング工程に連続して第 2 エッチング工程を行うことで、主としてマウント電極 1 5 , 1 6 の表面に析出した析出クロム 5 0 を除去することができる。これにより、インナーリード 3 1 a が実装されるマウント電極 1 5 , 1 6 の表面 (仕上金属層 1 8 b) を、クロムの析出や絶縁膜 3 4 の粒子の付着がない良好な状態に保つことができる。

20

このように、絶縁膜 3 4 や重り金属膜 2 1 等の形成時には圧電振動片 2 が加熱されてクロムが析出したり、絶縁膜 3 4 の粒子がマウント電極 1 5 , 1 6 上に回り込んだりするが、本実施形態によれば、各エッチング工程において、マウント電極 1 5 , 1 6 の仕上金属層 1 8 b 上に析出した析出クロム 5 0 や付着粒子 5 1 を除去することができる。

したがって、マウント工程において、仕上金属層 1 8 b 上における高融点ハンダの濡れ性 (仕上膜 3 5 b) の濡れ性を向上させることができる。すなわち、高融点ハンダめっきからなる仕上膜 3 5 b を用いた場合であっても、マウント電極 1 5 , 1 6 上に高融点ハンダが良好に濡れ広がるので、インナーリード 3 1 a とマウント電極 1 5 , 1 6 との接合性を向上させ、両者を確実に接合させることができる。

30

【 0 0 5 7 】

さらに、励振電極 1 2 , 1 3 の表面に、絶縁膜 3 4 が形成されているため、万が一励振電極 1 2 , 1 3 に導電性粒子が付着した場合でも、電極間の短絡を防止することができる。また、単層領域 R において、仕上金属層 1 8 b (金) を除去した後、下地金属層 1 8 a 上に絶縁膜 3 4 を形成することで、絶縁膜 3 4 の密着性を向上させることができ、励振電極 1 2 , 1 3 間の短絡をより確実に防ぐことができる。

したがって、プラグ 4 と圧電振動片 2 との導通を確保でき、信頼性の高い圧電振動子 1 を提供することができる。

【 0 0 5 8 】

(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 1 8 を参照しながら説明する。

本実施形態の発振器 1 0 0 は、図 1 8 に示すように、圧電振動子 1 を、集積回路 1 0 1 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 1 0 0 は、コンデンサ等の電子部品 1 0 2 が実装された基板 1 0 3 を備えている。基板 1 0 3 には、発振器用の上述した集積回路 1 0 1 が実装されており、この集積回路 1 0 1 の近傍に、圧電振動子 1 が実装されている。これら電子部品 1 0 2、集積回路 1 0 1 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。

40

【 0 0 5 9 】

50

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、この圧電振動子 1 内の圧電振動片 2 が振動する。この振動は、圧電振動片 2 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。

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。

【0060】

上述したように、本実施形態の発振器 100 によれば、小型化及び高品質化された信頼性の高い圧電振動子 1 を備えているので、発振器 100 自体も同様に小型化及び高品質化を図ることができる。さらにこれに加え、長期にわたって安定した高精度な周波数信号を得ることができる。

【0061】

(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。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。

【0062】

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 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。

【0063】

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、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 等を備えている。

【0064】

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 2 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。

【0065】

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。

10

20

30

40

50

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。

【0066】

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。

10

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。

【0067】

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、3 V 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

【0068】

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。

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。

30

【0069】

上述したように、本実施形態の携帯情報機器 110 によれば、小型化及び高品質化された信頼性の高い圧電振動子 1 を備えているので、携帯情報機器自体も同様に小型化及び高品質化を図ることができる。さらにこれに加え、長期にわたって安定した高精度な時計情報を表示することができる。

【0070】

(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。

40

日本国内には、福島県(40 kHz)と佐賀県(60 kHz)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。40 kHz 若しくは 60 kHz 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。

【0071】

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、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

50

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、上述した搬送周波数と同一の40kHz及び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。

【0072】

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。

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。

【0073】

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1を必要とする。

【0074】

上述したように、本実施形態の電波時計130によれば、小型化及び高品質化された信頼性の高い圧電振動子1を備えているので、電波時計自体も同様に小型化及び高品質化を図ることができる。さらにこれに加え、長期にわたって安定して高精度に時刻をカウントすることができる。

【0075】

(表面実装型圧電振動子)

なお、本発明は、上述したシリンダタイプの圧電振動子1に限られず、表面実装型の圧電振動子に本発明を適用することもできる。図21は、表面実装型の圧電振動子を示す断面図である。なお、以下の説明では、上述した実施形態と同一の構成には、同一の符号を付して説明を省略する。

図21に示すように、本実施形態の圧電振動子201は、ベース基板202とリッド基板203とで2層に積層された箱状に形成されており、内部のキャビティC内に上述した圧電振動片2が収納されている。

【0076】

リッド基板203は、ガラス材料、例えばソーダ石灰ガラスからなる透明の絶縁基板であり、板状に形成されている。そして、ベース基板202が接合される接合面側には、圧電振動片2が収まる矩形の凹部203aが形成されている。この凹部203aは、両基板202、203が重ね合わされたときに、圧電振動片2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203は、この凹部203aをベース基板202側に対向させた状態でベース基板202に対して陽極接合されている。

【0077】

一方、ベース基板202は、リッド基板203と同様にガラス材料、例えばソーダ石灰ガラスからなる透明な絶縁基板であり、リッド基板203に対して重ね合わせ可能な大きさで板状に形成されている。

このベース基板202には、ベース基板202を貫通する一对のスルーホール230、231が形成されている。これらスルーホール230、231は、マウントされた圧電振動片2の基部10側に対応した位置に一方のスルーホール230が形成され、振動腕部8、9の先端側に対応した位置に他方のスルーホール231が形成されている。

【0078】

そして、これら一对のスルーホール230、231には、これらスルーホール230、231を埋めるように形成された一对の貫通電極232、233が形成されている。これら貫通電極232、233は、焼成によってスルーホール230、231に対して一体的

10

20

30

40

50

に固定された筒体 206 及び芯材部 207 によって形成されたものであり、スルーホール 230, 231 を完全に塞いでキャピティ C 内の気密を維持しているとともに、後述する外部電極 238, 239 と引き回し電極 236, 237 とを導通させる役割を担っている。

【0079】

筒体 206 は、ペースト状のガラスフリットが焼成されたものであり、その中心には芯材部 207 が筒体 206 を貫通するように配されている。

芯材部 207 は、導電性を有する金属材料により円柱状に形成された導電性の芯材であり、この芯材部 207 を通して貫通電極 232, 233 の電気導通性が確保されている。

【0080】

ベース基板 202 の上面側（リッド基板 203 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 235 と、一对の引き回し電極 236, 237 とがパターンニングされている。このうち接合膜 235 は、リッド基板 203 に形成された凹部 203a の周囲を囲むようにベース基板 202 の周縁に沿って形成されている。

【0081】

また、一对の引き回し電極 236, 237 は、一对の貫通電極 232, 233 のうち、一方の貫通電極 232 と圧電振動片 2 の一方のマウント電極 15 とを電気的に接続するとともに、他方の貫通電極 233 と圧電振動片 2 の他方のマウント電極 16 とを電気的に接続するようにパターンニングされている。

また、ベース基板 202 の下面には、一对の貫通電極 232, 233 に対してそれぞれ電気的に接続される外部電極 238, 239 が形成されている。

【0082】

ここで、一对の引き回し電極 236, 237 上には、それぞれ金からなるバンプ B が形成されており、このバンプ B を利用して圧電振動片 2 がマウントされている。より具体的には、ベース基板 202 の上面にパターンニングされた後述する引き回し電極 236, 237 上に形成された 2 つのバンプ B 上に、一对のマウント電極 15, 16 がそれぞれ接触した状態でバンプ接合されている。これにより、圧電振動片 2 は、ベース基板 202 の上面から浮いた状態で支持されるとともに、マウント電極 15, 16 と引き回し電極 236, 237 とがそれぞれ電気的に接続された状態となっている。この場合においても、圧電振動片 2 が各エッチング工程を経て形成されているため、仕上金属層 18b は析出クロム 50 や付着粒子 51（ともに図 15 参照）のない良好な層に維持される。そのため、マウント工程において、仕上金属層 18b 上におけるバンプ B の濡れ性を向上させることができる。すなわち、仕上金属層 18b 上にバンプ B が良好に濡れ広がるので、引き回し電極 236, 237 と電極層 18 との接合性を向上させ、両者を確実に接合させることができる。

したがって、引き回し電極 236, 237 と圧電振動片 2 との導通を確保でき、信頼性の高い圧電振動子 201 を提供することができる。

【0083】

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。

例えば、上述した実施形態では、圧電振動子の一例として、シリンダパッケージタイプや表面実装型の圧電振動子 1, 201 を例に挙げて説明したが、これら圧電振動子 1, 201 に限定されるものではない。例えば、セラミックパッケージタイプの圧電振動子や、シリンダパッケージタイプの圧電振動子 1 を、さらにモールド樹脂部で固めて表面実装型振動子としても構わない。

また、音叉型の圧電振動片 2 に限られず、A T 型の圧電振動片に本発明を適用することも可能である。

【0084】

また、上述した実施形態では第1エッチング工程と第2エッチング工程とを連続して行う場合について説明したが、インナーリード31aをマウントする前であれば、これに限られない。例えば、絶縁膜34の形成直後に第1エッチング工程を行い、重り金属膜21の形成直後に第2エッチング工程を行うような構成にしてもよい。

また、第1エッチャントに弗化水素水溶液を用いても構わない。

さらに、上述した各エッチング工程では、ウエハS全体をエッチング槽に浸漬させる場合について説明したが、エッチングする領域のみをエッチング槽に浸漬させてもよい。

【0085】

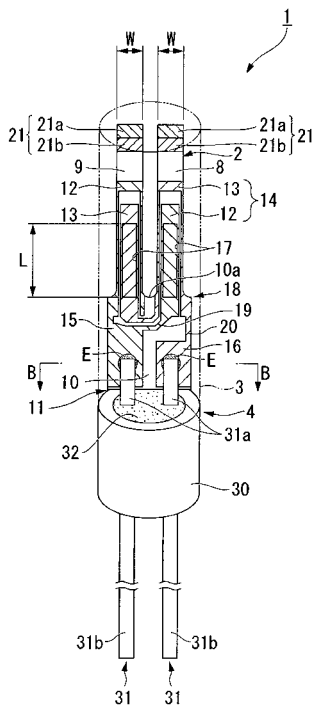
また、上述した実施形態では、インナーリード31aの外周面に形成された高融点ハンダめっきを溶解させ、インナーリード31aとマウント電極15、16とを接合する場合について説明したが、インナーリード31aとマウント電極15、16との間に両者を接合するための高融点ハンダや金等からなるバンプを介在させて両者を接合してもよい。この場合においても、バンプの濡れ性が良好になり、インナーリード31aとマウント電極15、16とを確実に接合することができる。

【符号の説明】

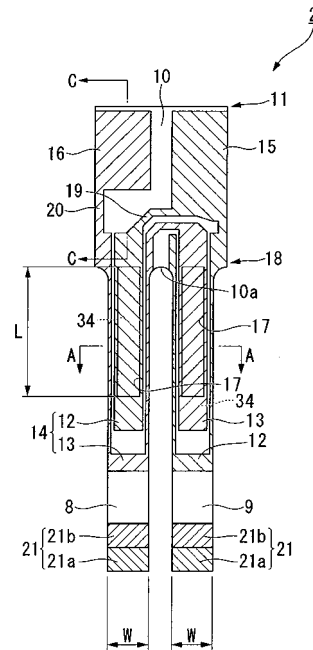
【0086】

1, 201 ... 圧電振動子 2 ... 圧電振動片 4 ... プラグ 8, 9 ... 振動腕部 11 ... 圧電板
 12 ... 第1の励振電極(振動領域) 13 ... 第2の励振電極(振動領域) 14 ... 励振電極(振動領域)
 15, 16 ... マウント電極(実装領域) 18 ... 電極層(積層体)
 18a ... 下地金属層 18b ... 仕上金属層 31a ... インナーリード 34 ... 絶縁膜
 35b ... 仕上膜(接合材料) B ... バンプ(接合材料) 100 ... 発振器 101 ... 発振器の集積回路
 110 ... 携帯情報機器(電子機器) 113 ... 電子機器の計時部 130 ... 電波時計
 131 ... 電波時計のフィルタ部

【図1】



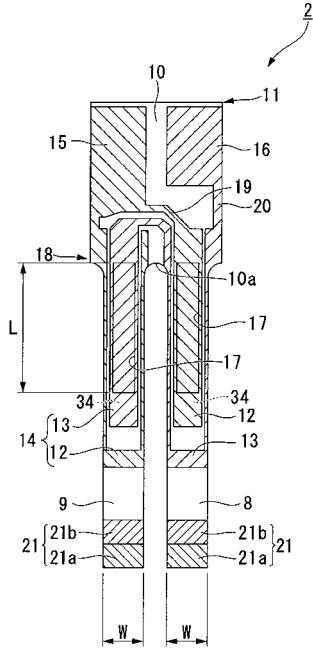
【図2】



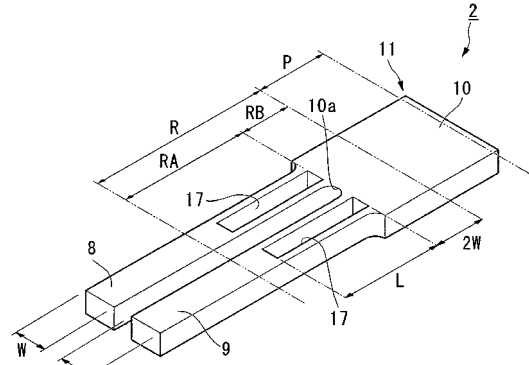
10

20

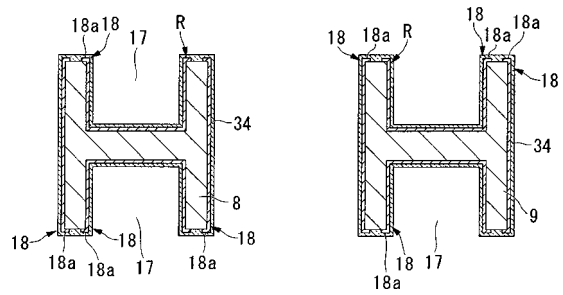
【図3】



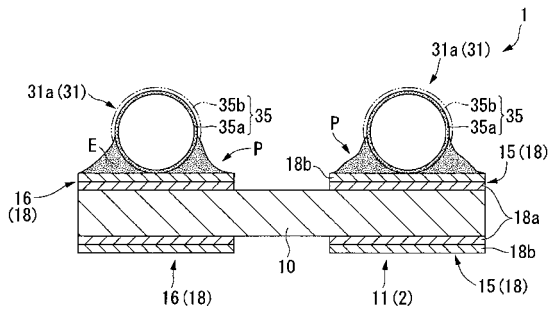
【図4】



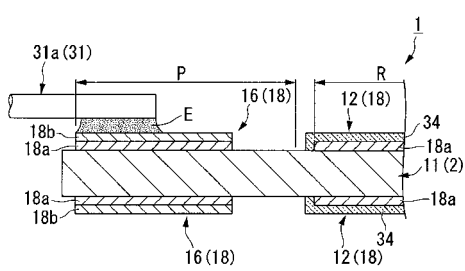
【図5】



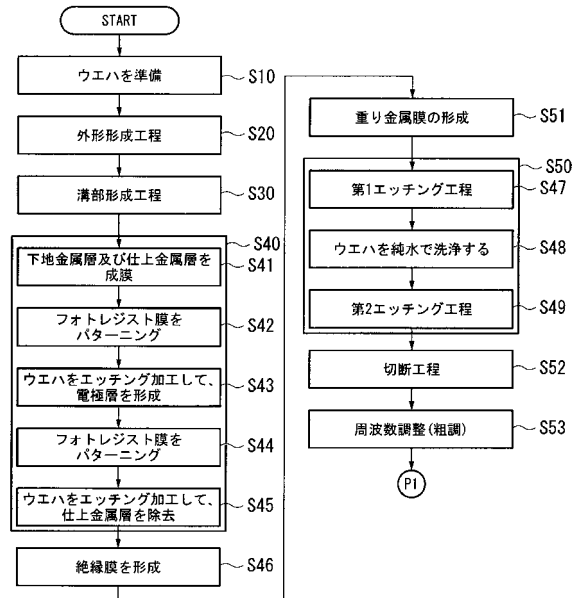
【図6】



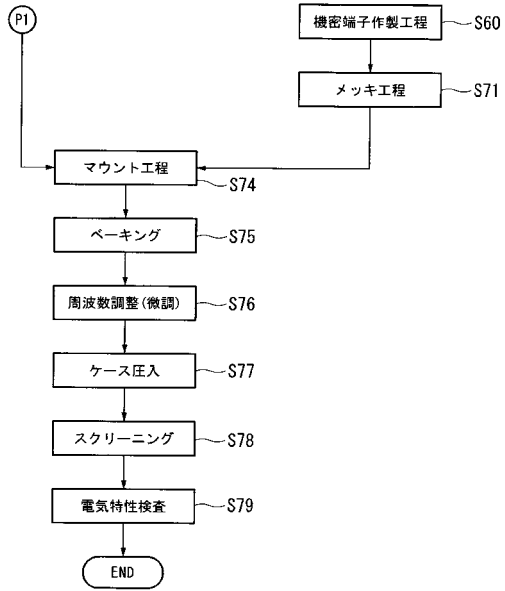
【図7】



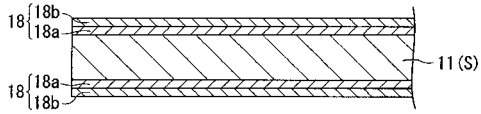
【図8】



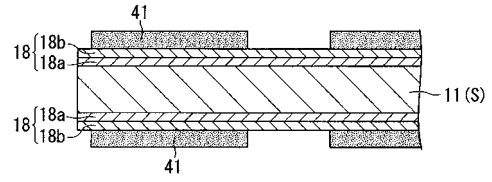
【図9】



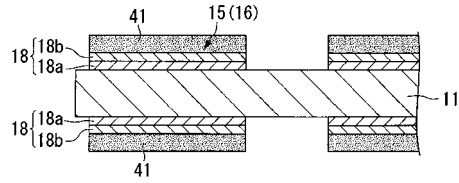
【図10】



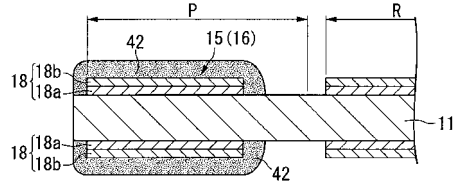
【図11】



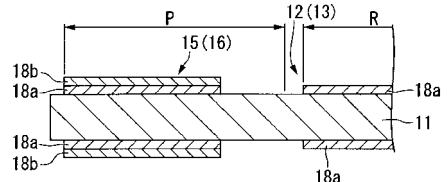
【図12】



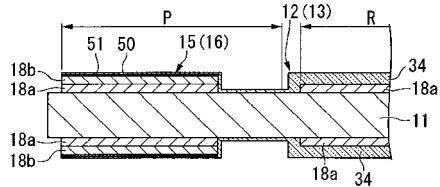
【図13】



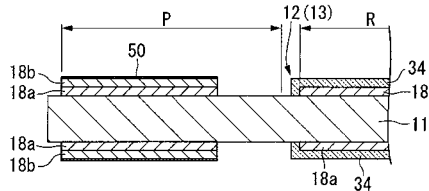
【図14】



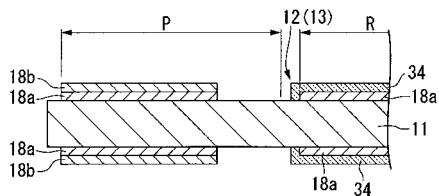
【図15】



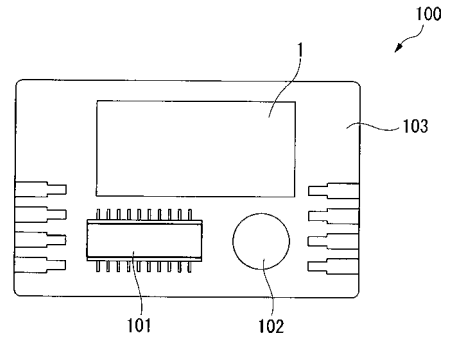
【図16】



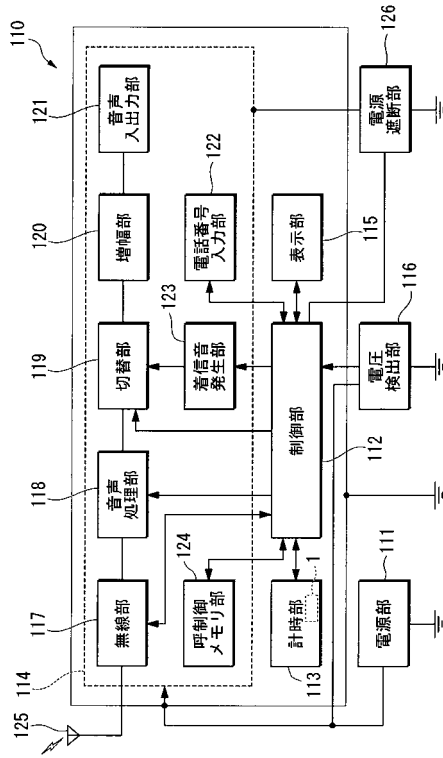
【図17】



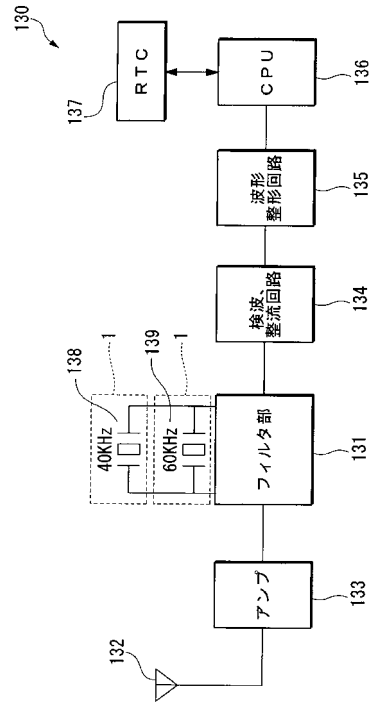
【図18】



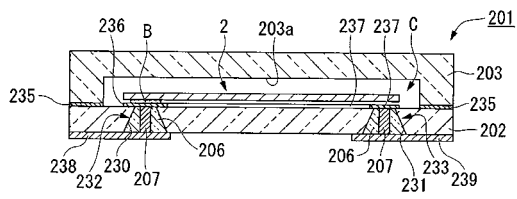
【図19】



【図20】



【図21】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
<i>H 0 1 L 41/09</i>	<i>(2006.01)</i>	H 0 3 H 9/19	J
<i>H 0 1 L 41/22</i>	<i>(2013.01)</i>	H 0 1 L 41/08	C
<i>H 0 1 L 41/18</i>	<i>(2006.01)</i>	H 0 1 L 41/08	L
		H 0 1 L 41/22	Z
		H 0 1 L 41/18	1 0 1 A
		H 0 1 L 41/08	K

(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

審査官 橋本 和志

(56)参考文献 特開 2 0 0 8 - 2 3 6 4 5 8 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 0 2 8 5 8 0 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 0 7 9 1 6 7 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 3 H 3 / 0 0 7 - H 0 3 H 3 / 1 0
H 0 3 H 9 / 0 0 - 9 / 7 6
H 0 1 L 4 1 / 0 9
H 0 1 L 4 1 / 1 8
H 0 1 L 4 1 / 2 2
H 0 3 B 5 / 3 2