

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6435599号
(P6435599)

(45) 発行日 平成30年12月12日 (2018.12.12)

(24) 登録日 平成30年11月22日 (2018.11.22)

(51) Int.Cl.		F I			
H03H	3/02	(2006.01)	H03H	3/02	D
H03H	9/10	(2006.01)	H03H	9/10	

請求項の数 6 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2013-226515 (P2013-226515)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成25年10月31日 (2013.10.31)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2015-88963 (P2015-88963A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成27年5月7日 (2015.5.7)	(74) 代理人	100116665
審査請求日	平成28年9月26日 (2016.9.26)		弁理士 渡辺 和昭
		(74) 代理人	100179475
			弁理士 仲井 智至
		(72) 発明者	杉山 貴俊
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		(72) 発明者	菊池 尊行
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 振動片の製造方法、および電子デバイスの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

表裏の主面、および前記表裏の主面を繋いでいる側面を有し、前記表裏の主面に溝部が設けられている振動腕を含む振動片の製造方法であって、

エッチング液に浸漬して、前記振動腕の外形を形成する外形エッチング工程と、

前記外形エッチング工程の後に、前記振動腕の前記側面を洗浄液に浸漬して、前記エッチング液を洗浄する洗浄液浸漬工程と、

前記洗浄液浸漬工程の後、前記洗浄液の乾燥前にウェットエッチングにより前記溝部を形成する溝エッチング工程と、を含むことを特徴とする振動片の製造方法。

【請求項2】

表裏の主面、および前記表裏の主面を繋いでいる側面を有し、前記表裏の主面に溝部が設けられている振動腕を含む振動片の製造方法であって、

エッチング液に浸漬して、前記振動腕の外形を形成する外形エッチング工程と、

前記外形エッチング工程の後に、前記振動腕の前記側面を洗浄液の噴霧雰囲気中に投入して、前記エッチング液を洗浄する洗浄液噴霧工程と、

前記洗浄液噴霧工程の後、前記洗浄液の乾燥前にウェットエッチングにより前記溝部を形成する溝エッチング工程と、を含むことを特徴とする振動片の製造方法。

【請求項3】

請求項1または2に記載の振動片の製造方法において、

前記振動片は、他の振動腕を含み、

10

20

前記振動腕の前記側面は、前記他の振動腕の側面との距離が0.1mm以下であることを特徴とする振動片の製造方法。

【請求項4】

請求項1ないし請求項3のいずれか一項に記載の振動片の製造方法において、前記溝エッチング工程では、溝エッチング液に浸漬された前記振動腕の脱泡処理を行うことを特徴とする振動片の製造方法。

【請求項5】

請求項1ないし請求項3のいずれか一項に記載の振動片の製造方法において、前記溝エッチング工程では、溝エッチング液に浸漬された前記振動腕に振動を印加することを特徴とする振動片の製造方法。

10

【請求項6】

請求項1ないし請求項5のいずれか一項に記載の振動片の製造方法によって形成された振動片を、接着剤を介してパッケージベースに固定する工程と、前記パッケージベースの前記振動片が取り付けられた空間を蓋体により封止する工程と、を含むことを特徴とする電子デバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、振動片の製造方法、その振動片を備えた振動子、電子機器、および移動体に

20

関する。

【背景技術】

【0002】

従来、小型、薄型化が要望される振動子に対応する振動片として、振動腕に溝部を備えた振動片が提案されている。例えば特許文献1では、一对の振動腕を有し、その振動腕に表裏から溝部が形成された振動片が開示され、特許文献2では、圧電体基板を用いた振動腕を含む振動片が開示されている。いずれの振動片においても、ウェットエッチングを用いて振動片の外形形状と溝部とを形成する方法が開示されている。具体的には、表面に金属膜が形成された基板上にフォトレジスト膜を塗布し、塗布されたレジスト膜を振動片の外形形状にパターニングする。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金属膜、および基板をエッチングし、振動片の外形を形成する。その後、フォトレジスト膜を除去し、金属膜をマスクとして金属膜に形成された開口部位に露出する基板をエッチングすることによって溝部が形成された振動片が形成される。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2002-76806号公報

【特許文献2】特開2004-289217号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0004】

上述した振動片の製造方法では、溝部のエッチングの際に、振動腕の側面にもエッチング液が触れるため、振動腕の側面を浸食する。しかしながら、振動腕と隣り合う振動腕との間隔が狭いこと、あるいは振動腕の面に付着する異物（例えば、気泡など）により、エッチング液が振動腕の側面への入り込み具合がばらつくことにより振動腕の腕幅がばらついてしまう。換言すれば、溝部のエッチング後の振動腕の腕幅がばらつき、振動片の振動特性の劣化を生じてしまう虞を有していた。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の

50

形態または適用例として実現することが可能である。

【0006】

〔適用例1〕本適用例に係る振動片の製造方法は、溝部が設けられている振動腕を含む振動片の製造方法であって、前記振動腕の外形を形成する外形エッチング工程と、前記外形エッチング工程の後に、少なくとも前記振動腕の側面をイソプロピルアルコールに浸漬するIPA浸漬工程と、前記IPA浸漬工程の後に、前記溝部を形成する溝エッチング工程と、を含むことを特徴とする。

【0007】

本適用例によれば、外形エッチング工程の後に、振動腕の側面をイソプロピルアルコールに浸漬することにより、溝エッチングの際における振動腕の側面のエッチング液との濡れ性が向上し、振動腕の側面のエッチング状態が安定する、これにより、溝部エッチング後の振動腕の腕幅が安定し、振動片の特性の劣化を防止することが可能となる。

10

【0008】

〔適用例2〕本適用例に係る振動片の製造方法は、溝部が設けられている振動腕を含む振動片の製造方法であって、前記振動腕の外形を形成する外形エッチング工程と、前記エッチング工程の後に、少なくとも前記振動腕の側面を洗浄液に浸漬する洗浄液浸漬工程と、前記洗浄液浸漬工程の後、前記洗浄液の乾燥前に前記溝部を形成する溝エッチング工程と、を含むことを特徴とする。

【0009】

本適用例によれば、外形エッチング工程の後に、振動腕の側面を洗浄液に浸漬し、洗浄液が乾燥する前に溝部エッチングのエッチング液に浸漬することにより、溝エッチングの際における振動腕の側面のエッチング液との濡れ性が向上し、振動腕の側面のエッチング状態が安定する、これにより、溝部エッチング後の振動腕の腕幅が安定し、振動片の特性の劣化を防止することが可能となる。

20

【0010】

〔適用例3〕上記適用例に記載の振動片の製造方法において、前記振動腕は、前記洗浄液の噴霧雰囲気中に投入されることが好ましい。

【0011】

本適用例によれば、洗浄液が噴霧されたミスト状態で振動腕に付着するため気化し難く、乾燥前の状態で溝エッチング液に浸漬される。このため、溝エッチングの際における振動腕の側面のエッチング液との濡れ性が向上し、振動腕の側面のエッチング状態が安定する。これにより、溝部エッチング後の振動腕の腕幅が安定し、振動片の特性の劣化を防止することが可能となる。

30

【0012】

〔適用例4〕上記適用例に記載の振動片の製造方法において、前記溝エッチング工程では、エッチング液に浸漬された前記振動腕の脱泡処理を行うことが好ましい。

【0013】

本適用例によれば、脱泡処理を行うことで振動腕の面に付着している気泡などを除去することができるため、溝エッチング液の振動腕の側面への入り込みが良好となり、溝エッチングによる振動腕の腕幅がばらつきを抑制することが可能となる。

40

【0014】

〔適用例5〕上記適用例に記載の振動片の製造方法において、前記溝エッチング工程では、エッチング液に浸漬された前記振動腕に振動を印加することが好ましい。

【0015】

本適用例によれば、溝エッチング液に浸漬された振動腕に振動を印加することにより、振動腕の面に付着している気泡や異物などを除去することができるため、振動腕の側面の溝エッチング液との濡れ性が良好となり、即ち溝エッチング液の振動腕の側面への入り込みが良好となり、溝エッチングによる振動腕の腕幅がばらつきを抑制することが可能となる。

【0016】

50

〔適用例 6〕本適用例に係る振動子は、上記適用例のいずれか一例に記載の振動片の製造方法によって形成された振動片と、前記振動片を収納するパッケージと、を備えていることを特徴とする。

【0017】

本適用例によれば、溝エッチングによる振動腕の腕幅のばらつきが抑制され、特性の安定した振動片がパッケージに収納されているため、安定した特性の振動子を提供することができる。

【0018】

〔適用例 7〕本適用例に係る電子機器は、上記適用例のいずれか一例に記載の振動片の製造方法によって形成された振動片を備えていることを特徴とする。

10

【0019】

本適用例によれば、溝エッチングによる振動腕の腕幅のばらつきが抑制され、特性の安定した振動片を備えていることから、特性の安定した電子機器を提供することが可能となる。

【0020】

〔適用例 8〕本適用例に係る移動体は、上記適用例のいずれか一例に記載の振動片の製造方法によって形成された振動片を備えていることを特徴とする。

【0021】

本適用例によれば、溝エッチングによる振動腕の腕幅のばらつきが抑制され、特性の安定した振動片を備えていることから、特性の安定した移動体を提供することが可能となる。

20

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図 1】本発明の振動片の第 1 実施形態に係る音叉型水晶振動片の概略を示す斜視図。

【図 2】第 1 実施形態に係る音叉型水晶振動片に電極が形成された状態を示す概略斜視図。

【図 3】第 1 実施形態に係る音叉型水晶振動片の概略断面を示し、図 1 の A-A 断面図。

【図 4】第 1 実施形態に係る音叉型水晶振動片の概略の製造方法を示す工程フロー図。

【図 5】音叉型水晶振動片の製造方法の具体的工程を示し、(a) はフォトレジストによる外形パターンニング（露光）の状態、(b) はフォトレジストが除去された状態を示す概略斜視図。

30

【図 6】第 1 実施形態に係る音叉型水晶振動片の概略の製造方法を示し、図 4 に続く工程を示す工程フロー図。

【図 7】本発明の振動片の第 2 実施形態に係る音叉型水晶振動片の概略の製造方法を示す工程フロー図。

【図 8】本発明の振動片の第 3 実施形態に係る音叉型水晶振動片の概略の製造方法を示す工程フロー図。

【図 9】(a) は振動子の一例としてのセラミックパッケージ型水晶振動子の構成を示す概略断面図であり、(b) は発振器の一例としてのセラミックパッケージ型水晶発振器の構成を示す概略断面図。

40

【図 10】電子機器の一例としてのモバイル型のパーソナルコンピュータの構成を示す斜視図。

【図 11】電子機器の一例としての携帯電話機の構成を示す斜視図。

【図 12】電子機器の一例としてのデジタルスチールカメラの構成を示す斜視図。

【図 13】移動体の一例としての自動車の構成を示す斜視図。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、本発明の好適な実施形態について、添付図面を参照しつつ説明する。

【0024】

<第 1 実施形態>

50

図1～図6を用い、本発明の振動片の第1実施形態に係る振動片について説明する。図1～図3は、音叉型水晶振動片の概略を示し、図4～図6は、振動片の製造工程の概略を示す。図1は、振動片の第1実施形態に係る音叉型水晶振動片の電極形成前の概略構成を示す斜視図である。図2は、音叉型水晶振動片に電極が形成された状態を示す概略斜視図である。図3は、音叉型水晶振動片の概略断面を示す図1のA-A断面図である。図4は、音叉型水晶振動片の概略の製造方法を示す工程フロー図である。図5は、音叉型水晶振動片の製造方法の具体的工程を示し、(a)はフォトレジストによる外形パターニング(露光)の状態、(b)はフォトレジストが除去された状態を示す概略斜視図である。図6は、第1実施形態に係る音叉型水晶振動片の概略の製造方法を示し、図4に続く工程を示す工程フロー図である。

10

【0025】

(音叉型水晶振動片の構成)

図1に示すように音叉型水晶振動片100は、例えば水晶の単結晶から切り出され音叉型に加工されている。この音叉型水晶振動片100は、X軸が電気軸、Y軸が機械軸及びZ軸が光軸となるように水晶の単結晶から切り出される。このように電気軸がX軸方向に配置されることにより、高精度が要求される携帯電話装置等の電子機器全般に好適な音叉型水晶振動片100となる。また、水晶の単結晶から切り出す際、上述のX軸、Y軸及びZ軸からなる直交座標系において、X軸回りに、X軸とY軸とからなるXY平面を反時計方向に約1度ないし5度傾けた、所謂水晶Z板として、音叉型水晶振動片100が形成されている。

20

【0026】

この音叉型水晶振動片100は、基部130と、この基部130からY軸方向に突出するように形成された例えば2本の振動腕である腕部120、121とを有している。腕部120の表面側には、溝部120aが設けられ、振動腕としての腕部121の表面側には、溝部121aが設けられている。また、振動腕としての腕部120の裏面側にも、溝部120a(図3参照)が設けられ、腕部121の裏面側にも、溝部121a(図3参照)が設けられている。

【0027】

なお、図1に示す音叉型水晶振動片100では、腕部120、121の腕幅(X軸方向の幅)は、約0.1mm程度となっている。また、腕部120と腕部121との間隔は、

30

約0.1mm程度となっている。また、溝部120a、121aの溝幅(X軸方向の幅)は、例えば約0.07mm程度であり、溝深さ(Z軸方向の深さ)は、例えば約0.02から0.045mm程度となっている。

【0028】

このように形成されている音叉型水晶振動片100には、図2に斜線で示されている部分に電極140、141が形成される。すなわち、電極140、141は、基部130から2本の腕部120、121にかけて配置されると共に、電極140、141は、腕部120、121の側面や溝部120a、121aにも配置されている。このように配置される電極140、141は、外部から電流が印加されると電界を発生させ、圧電体である水晶の腕部120、121を振動させるようになっている。

40

【0029】

以上のように形成されている音叉型水晶振動片100は、例えば共振周波数が32.768kHzであるにもかかわらず、従来の溝部がない32.768kHzの音叉型水晶振動片と比べ、小型とすることができる。

【0030】

図3に示すように、腕部120には溝部120aが、腕部121には溝部121aが表裏面(図において上下方向)に設けられているため、その断面形状が略H形に形成されている。このように断面形状が略H型であるため、本実施形態における構成の水晶振動片は、略H型の音叉型水晶振動片と呼ばれることもある。

50

【0031】

表裏の溝部120aには、それぞれ電極140が設けられ、表裏の溝部121aには、それぞれ電極141が設けられている。また、腕部120の両側面には、電極140がそれぞれ設けられ、腕部121の両側面には、電極141がそれぞれ設けられている。このような電極140、141は、図示しない電源に接続されているとともに、これらの側面側の電極140、141と溝部側の電極140、141には、それぞれ極性の異なる電圧が交互に印加されるようになっている。そして、例えば溝部側の電極140にプラスの電圧を印加し、側面側の電極140にマイナスの電圧を印加した場合、電界が発生することになる。

【0032】

10

この電界が生じることによって、腕部120は、振動するが、この音叉型水晶振動片100は、腕部120、121に、それぞれ溝部120a、121aがあり、この溝部120a、121a内に電極140、141が設けられているため、発生する電界が腕部120、121の内部に広く分布する。このため、腕部120、121の振動損失が小さく、C1値を抑えることができる振動片となる。したがって、上述のように従来の溝部のない音叉型水晶振動片と比べ小型でも高精度の振動片となる。

【0033】

(音叉型水晶振動片の製造方法)

以上説明した構成の音叉型水晶振動片100の製造方法について、図4～図6を参照しながら説明する。

20

【0034】

先ず、図4(a)に示すように、所謂水晶Z板の基板を板状に加工し、水晶Z板基板101を形成する。なお、この水晶Z板は、上述したように、X軸、Y軸及びZ軸からなる直交座標系において、X軸回りに、X軸とY軸とからなるXY平面を反時計方向に約1度ないし5度傾けて水晶の単結晶から切り出したものである。

【0035】

次に、図4(b)に示すように、水晶Z板基板101の主面である表面、および裏面に、例えば図示しないスパッタ装置を用いて、Cr(クロム)、Au(金)の金属膜102を形成する。なお、図中の金属膜102は、便宜上Cr(クロム)とAu(金)とを区分せず記載している。また、説明においても、2つの金属(Cr(クロム)、Au(金))を合わせて金属膜102と呼ぶ。

30

【0036】

次に、図4(c)に示すように、上述にて形成した金属膜102の上に、例えばスピコート装置を用いてフォトレジスト層103を形成する。そして、図4(d)に示すように、音叉型水晶振動片100(図1参照)の外形の内側104と枠部105に、フォトレジスト層103が残るように露光、現像処理を行い、その後フォトレジスト層103を一部除去し、外形パターンニングを行う。その後、現像液を洗浄(リンス処理)し、乾燥して外形パターンニング工程を終了する。なお、ここで用いる洗浄液は、純水を用いており、以降述べる洗浄処理においても、同様に用いられる。また、洗浄液は、純水の他にも、例えば水もしくは超純水、エタノールもしくはイソプロピルアルコールなどの低級アルコール、界面活性剤と純水との混合液、または低級アルコールと純水との混合液であってもよい。ここで示した洗浄液については、後述する洗浄(洗浄処理)においても同様に用いることができる。

40

【0037】

この、フォトレジスト層103が一部除された状態を断面で示したのが図4(d)であり、斜視図で示したのが、図5(a)である。この状態では、図5(a)に示すように、音叉型水晶振動片100(図1参照)を浮かび上がらせるように、フォトレジスト層103が形成される。

【0038】

次に、図4(d)の状態の水晶Z板基板101を、金属層エッチング液中に浸漬し、図

50

4 (e) に示すように、図 4 (d) でフォトリジスト層 103 が形成されていない部分の金属膜 102 をエッチングにより除去する。したがって、図 5 (b) に示すように金属膜 102 が除去された部分には、水晶 Z 板基板 101 が露出することになる。その後、金属エッチング液を洗浄 (リンス処理) し、乾燥して金属膜除去の工程を終了する。

【0039】

次に、図 4 (f) に示すように、図 4 (e) で残っていたフォトリジスト層 103 を、剥離液 (図示せず) などを用いてすべて除去する。その後、剥離液を洗浄 (リンス処理) し、乾燥してフォトリジストの剥離工程を終了する。

【0040】

次に、図 6 (g) に示すように、水晶 Z 板基板 101 の全面、すなわち水晶 Z 板基板 101 の露出面と金属膜 102 の露出面とを覆うように、例えばスピコート装置を用いてフォトリジスト層 103 を形成する。

【0041】

そして、図 6 (h) に示すように、フォトリジスト層 103 の一部を除去する。具体的には、図 5 に示す音叉型水晶振動片 100 の外形の内側 104、および枠部 105 以外の部分のフォトリジスト層 103 と、図 3 に示す溝部 120a、121a に相当する部分のフォトリジスト層 103 とを除去するためのパターニング処理 (露光、現像処理を含む) を行う。この処理により、図 6 (h) に示すように、音叉型水晶振動片 100 の外形の内側 104、および枠部 105 以外の部分と溝部 120a、121a に相当する部分とのフォトリジスト層 103 が除去される。したがって、音叉型水晶振動片 100 の外形の内側 104、および枠部 105 以外の部分は水晶 Z 板基板 101 面が露出し、溝部 120a、121a に相当する部分は金属膜 102 面が露出する。その後、現像液を洗浄 (リンス処理) し、乾燥してフォトリジスト層 103 の一部を除去する工程を終了する。

【0042】

上述の工程では、水晶 Z 板基板 101 の外形エッチングで使用するフォトリジスト層 103 と溝部 120a、121a のエッチングで使用するフォトリジスト層 103 とが形成し終わっている。したがって、上述のようにスピコート装置を用いてのフォトリジスト層 103 の形成が可能となる。スピコート装置は、高度な塗布技術を必要とせず、最も広く用いられているスピコート装置でのフォトリジストの塗布が可能であるため、フォトリジスト層 103 の膜厚均一性を向上させることができるとともに、容易にフォトリジスト層 103 を形成でき、製品の品質が向上するだけでなく生産性も向上することになる。

【0043】

次に、図 6 (i) に示すように、外形エッチングを行う。すなわち、図 5 に示す音叉型水晶振動片 100 の外形の内側 104 と枠部 105 のみを残すように、水晶 Z 板基板 101 を水晶エッチング液に浸漬し外形エッチングを行う。このとき、音叉型水晶振動片 100 の外形に突起部であるヒレが残らないように、十分な時間をかけてエッチングする。本実施形態では、外形エッチングの工程では、腕部 120、121 の溝部 120a、121a 形成のためにエッチングを行わないため、溝部 120a、121a が深く形成しすぎてしまうことや、誤って溝部 120a、121a を貫通孔にしてしまうことを考慮せずに十分なエッチングを行うことができる。その後、エッチング液を洗浄 (リンス処理) し、乾燥して外形エッチング工程を終了する。

【0044】

次に、図 6 (j) に示すように、音叉型水晶振動片 100 の腕部 120、121 の溝部 120a、121a に相当する部分の金属膜 102 を除去する。金属膜 102 の除去は、水晶 Z 板基板 101 を金属層エッチング液中に浸漬し、露出した金属膜 102 をエッチングすることにより行う。したがって、この工程が終了した時点での水晶 Z 板基板 101 は、図 6 (j) に示すように、音叉型水晶振動片 100 の外形側面と溝部 120a、121a に相当する部分の水晶基板面が露出している。その後、エッチング液を洗浄液によって洗浄 (リンス処理) して金属膜 102 の除去を終了する。なお、洗浄後に乾燥処理を行い

、洗浄液を乾燥させることが好ましい。このように乾燥処理を設け、洗浄液を乾燥させることで、後工程である水晶Z板基板101をイソプロピルアルコール（IPA）150中に浸漬する際に、イソプロピルアルコール150中に洗浄液が持ち込まれないため、イソプロピルアルコール150の組成変化を防止することができる。

【0045】

次に、図6（k）に示すように、外形エッチングおよび金属膜102エッチングが終了し、音叉型水晶振動片100の外形側面（振動腕としての腕部の側面を含む）と溝部120a，121aに相当する部分の水晶基板面が露出している水晶Z板基板101を、イソプロピルアルコール（IPA）150中に浸漬する（IPA浸漬工程）。

【0046】

そして、イソプロピルアルコール（IPA）150から取り出した水晶Z板基板101を、溝エッチング液（水晶エッチング液）中に浸漬し、例えば約0.02から0.045mm程度の深さにエッチングして、図6（m）に示すような溝部120a，121aを両面に形成する（溝エッチング工程）。その後、エッチング液を洗浄（リンス処理）し、乾燥して溝エッチング工程を終了する。このようにすることにより、腕部120，121の断面形状が、図示するような略H型に形成された音叉型水晶振動片100が形成される。

【0047】

このように、外形エッチング工程の後、換言すれば溝エッチング工程の前に、腕部120，121の側面をイソプロピルアルコール150に浸漬することにより、溝エッチングの際における腕部120，121の側面と溝エッチング液161との濡れ性が向上する。すなわち、腕部120，121の側面をイソプロピルアルコール150に浸漬することにより、エッチング液に反発する表面不純物を除去することができる。これにより、間隔が0.1mm程度と狭く溝エッチング液161が入り難い腕部120，121の側面にエッチング液が触れ易くなり、腕部120，121の側面のエッチング状態が安定する、したがって、溝エッチング後の腕部120，121の腕幅が安定し、音叉型水晶振動片100の特性を安定化することが可能となる。

【0048】

このようにして、図1に示す腕部120，121の断面形状が略H型をなした音叉型水晶振動片100の外形形状が、略できあがることになる。

【0049】

次に、図2に示す電極140が形成されるが、形成の工程の詳細な説明は省略し、概要を説明する。まず、音叉型水晶振動片100全面に金属膜をスパッタ等で形成し、その上にフォトレジスト層を設ける。その後、電極を形成しない部分に相当する部分のフォトレジスト層を除去し、エッチングを行うことによりフォトレジスト層が設けられていなかった部分の金属膜が除去される。そして、残ったフォトレジスト層を剥離させれば、図2および図3に示すような電極140を形成することができる。

【0050】

そして、上述のような外形形状と電極140が形成された音叉型水晶振動片100を枠部105から分離することで、腕部120，121の断面形状が略H型をなした音叉型水晶振動片100が製造される。

【0051】

製造された音叉型水晶振動片100は、側面の突起部であるヒレ等は形成されていないため、腕部120，121の断面形状が略H型をなした音叉型水晶振動片100が本来有する特性を十分に発揮することができる。また、外形エッチング工程の後、換言すれば溝エッチング工程の前に、腕部120，121の側面をイソプロピルアルコール150に浸漬することにより、溝エッチングの際における腕部120，121の側面と溝エッチング液161との濡れ性が向上する。これにより、腕部120，121の側面に溝エッチング液161が触れ易くなり、腕部120，121の側面のエッチング状態が安定し、溝エッチング後の腕部120，121の腕幅が安定し、音叉型水晶振動片100の特性を安定化することが可能となる。

10

20

30

40

50

【0052】

<第2実施形態>

図7を用い、第2実施形態に係る振動片について説明する。図7は、本発明の振動片の第2実施形態に係る音叉型水晶振動片の概略の製造方法を示す工程フロー図である。なお、製造方法においての説明中に用いる音叉型水晶振動片の構成については、図1～図3も参照しながら説明する。

【0053】

(音叉型水晶振動片の構成)

本第2実施形態における音叉型水晶振動片の構成は、前述した第1実施形態の音叉型水晶振動片100と同じであり、X軸、Y軸及びZ軸からなる直交座標系において、X軸回りに、X軸とY軸とからなるXY平面を反時計方向に約1度ないし5度傾けた、所謂水晶Z板として、音叉型水晶振動片100が形成されている。したがって、構成については同符号を付してその説明を省略する。

【0054】

(音叉型水晶振動片の製造方法)

第2実施形態の音叉型水晶振動片100の製造方法について、図7を参照しながら説明する。なお、ここでの説明は、前述の第1実施形態で説明した工程フローと同じ工程については説明を省略し、異なる工程について説明する。

【0055】

第2実施形態における音叉型水晶振動片100の製造方法においては、所謂水晶Z板の基板を板状に加工し、水晶Z板基板101を形成する工程(図4(a)参照)から図3に示す音叉型水晶振動片100の外形の内側104と枠部105のみを残すように外形エッチングを行い(図6(i)参照)、その後、音叉型水晶振動片100の腕部120、121の溝部120a、121aに相当する部分の金属膜102を除去する工程(図4(j)参照)までは、同様な工程を経る。したがって、この間の工程の説明は省略する。

【0056】

外形エッチングが終了し、その後、音叉型水晶振動片100の腕部120、121の溝部120a、121aに相当する部分の金属膜102が除去された水晶Z板基板101は、前述の第1実施形態と同様に、音叉型水晶振動片100の外形側面と溝部120a、121aに相当する部分の水晶基板面が露出している。本第2実施形態における製造方法では、この状態の水晶Z板基板101を、図7(a)に示すように、溝エッチング液161(水晶エッチング液)中に浸漬し、例えば約0.02から0.045mm程度の深さにエッチングして、図7(b)に示すような溝部120a、121aを表裏両面に形成する(溝エッチング工程)。このとき、水晶Z板基板101に対し超音波発生器160から超音波(ultra・sonic)162を印加し、水晶Z板基板101を微細振動させながらエッチングを行う。その後、溝エッチング液161を洗浄(リンス処理)し、乾燥して溝エッチング工程を終了する。このようにすることにより、腕部120、121の断面形状が、図示するような略H型に形成される。

【0057】

上述のように、エッチング液中の水晶Z板基板101に超音波を印加し、水晶Z板基板101を微細振動させることにより、水晶Z板基板101の表面、特に腕部120、121の側面や側面と表裏面とが交差する角部付近に付着している異物や微細な気泡などを除去することができる。これにより、溝エッチングの際における腕部120、121の側面と溝エッチング液161との濡れ性が向上すると共に、エッチング液が腕部120と腕部121との間に入り込み易くなる。これにより、間隔が0.1mm程度と狭く溝エッチング液161が入り難い腕部120、121の側面に溝エッチング液161が触れ易くなり、腕部120、121の側面のエッチング状態が安定する。したがって、溝エッチング後の腕部120、121の腕幅が安定し、音叉型水晶振動片100の特性を安定化することが可能となる。

【0058】

このようにして、図1に示す腕部120, 121の断面形状が略H型をなした音叉型水晶振動片100の外形形状が、略できあがることになる。

【0059】

次に、図2に示す電極140が形成される。電極140の形成方法は、前述の第1実施形態と同様であるので、その説明は省略する。そして、上述のような外形形状と電極140が形成された音叉型水晶振動片100を枠部105から分離することで、腕部120, 121の断面形状が略H型をなした音叉型水晶振動片100が製造される。

【0060】

製造された音叉型水晶振動片100は、第1実施形態と同様に、側面の突起部であるヒレ等は形成されていないため、腕部120, 121の断面形状が略H型をなした音叉型水晶振動片100が本来有する特性を十分に発揮することができる。また、溝エッチングの際に、超音波162を印加することにより生じる水晶基板101の微細振動により腕部120, 121の側面と溝エッチング液161との濡れ性が向上すると共に、溝エッチング液161が腕部120と腕部121との間に入り込み易くなる。これにより、腕部120, 121の側面にエッチング液が触れ易くなり、腕部120, 121の側面のエッチング状態が安定し、溝エッチング後の腕部120, 121の腕幅が安定し、音叉型水晶振動片100の特性を安定化することが可能となる。

【0061】

(第2実施形態の応用例)

なお、図7(a)に示す溝エッチング工程において、第2実施形態では超音波を印加し、水晶基板101を微細振動させる例で説明したが、超音波を印加する方法に変えて、脱泡処理を行うことでも同様な効果を生じる。具体的に説明すると、外形エッチングが終了し、その後、音叉型水晶振動片100の腕部120, 121の溝部120a, 121aに相当する部分の金属膜102が除去された水晶基板101を、水晶エッチング液中に浸漬し、例えば約0.02から0.045mm程度の深さにエッチングして、図7(b)に示すような溝部120a, 121aを表裏両面に形成する(溝エッチング工程)。このとき、エッチング液に対して、例えば減圧処理を行う所謂脱泡処理を行う。そして脱泡処理を行った後、エッチングを行う。その後、エッチング液を洗浄(リンス処理)し、乾燥して溝エッチング工程を終了する。このようにすることにより、腕部120, 121の断面形状が、図示するような略H型に形成された音叉型水晶振動片100が形成される。

【0062】

上述のように、水晶基板101を浸漬させた状態のエッチング液を脱泡処理することにより、水晶基板101の表面、特に腕部120, 121の側面や側面と表裏面とが交差する角部付近に付着している微細な気泡などを除去することができる。これにより、溝エッチングの際における腕部120, 121の側面と溝エッチング液161との濡れ性が向上すると共に、エッチング液が腕部120と腕部121との間に入り込み易くなる。これにより、間隔が0.1mm程度と狭くエッチング液が入り難い腕部120, 121の側面に溝エッチング液161が触れ易くなり、腕部120, 121の側面のエッチング状態が安定する、したがって、溝エッチング後の腕部120, 121の腕幅が安定し、音叉型水晶振動片100の特性を安定化することが可能となる。

【0063】

<第3実施形態>

図8を用い、第3実施形態に係る振動片について説明する。図8は、本発明の振動片の第3実施形態に係る音叉型水晶振動片の概略の製造方法を示す工程フロー図である。なお、製造方法における説明中に用いる音叉型水晶振動片の構成については、図1～図3も参照しながら説明する。

【0064】

(音叉型水晶振動片の構成)

本第3実施形態における音叉型水晶振動片の構成は、前述した第1実施形態の音叉型水

10

20

30

40

50

晶振動片100と同じであり、X軸、Y軸及びZ軸からなる直交座標系において、X軸回りに、X軸とY軸とからなるXY平面を反時計方向に約1度ないし5度傾けた、所謂水晶Z板として、音叉型水晶振動片100が形成されている。したがって、構成については同符号を付してその説明を省略する。

【0065】

(音叉型水晶振動片の製造方法)

第3実施形態の音叉型水晶振動片100の製造方法について、図8を参照しながら説明する。なお、ここでの説明は、前述の第1実施形態で説明した工程フローと同じ工程については説明を省略し、異なる工程について説明する。

【0066】

第3実施形態における音叉型水晶振動片100の製造方法においては、所謂水晶Z板の基板を板状に加工し、水晶Z板基板101を形成する工程(図4(a)参照)から図5に示す音叉型水晶振動片100の外形の内側104と枠部105のみを残すように外形エッチングを行い(図6(i)参照)、その後、音叉型水晶振動片100の腕部120、121の溝部120a、121aに相当する部分の金属膜102を除去する工程(図6(j)参照)までは、同様な工程を経る。したがって、この間の工程の説明は省略する。

【0067】

本第3実施形態における製造方法では、外形エッチングおよび金属膜102エッチングが終了(図6(j)参照)し、音叉型水晶振動片100の外形側面(振動腕としての腕部120、121の側面を含む)と溝部120a、121aに相当する部分の水晶基板面が露出している水晶Z板基板101を、図8(a)に示すように洗浄液(リンス液)164中に浸漬する。

【0068】

そして、洗浄液164から取り出された水晶Z板基板101は、洗浄液164の乾燥する前に、図8(b)に示すように、溝エッチング液中に浸漬し、例えば約0.02から0.045mm程度の深さにエッチングして、図8(c)に示すような溝部120a、121aを表裏両面に形成する(溝エッチング工程)。その後、エッチング液を洗浄(リンス処理)し、乾燥して溝エッチング工程を終了する。このようにすることにより、腕部120、121の断面形状が、図示するような略H型に形成された音叉型水晶振動片100が形成される。

【0069】

上述のように、洗浄液164から取り出した後、洗浄液164の乾燥する前、換言すれば水晶Z板基板101が濡れている状態で溝エッチング液161に投入することで、溝エッチングの際における腕部120、121の側面とエッチング液との濡れ性が向上する。これにより、間隔が0.1mm程度と狭くエッチング液が入り難い腕部120、121の側面に溝エッチング液161が触れ易くなり、腕部120、121の側面のエッチング状態が安定する、したがって、溝エッチング後の腕部120、121の腕幅が安定し、音叉型水晶振動片100の特性を安定化することが可能となる。

【0070】

このようにして、図1に示す腕部120、121の断面形状が略H型をなした音叉型水晶振動片100の外形形状が、略形成されることになる。

【0071】

次に、図2に示す電極140が形成される。電極140の形成方法は、前述の第1実施形態と同様であるので、その説明は省略する。そして、上述のような外形形状と電極140が形成された音叉型水晶振動片100を枠部105から分離することで、腕部120、121の断面形状が略H型をなした音叉型水晶振動片100が製造される。

【0072】

製造された音叉型水晶振動片100は、第1実施形態と同様に、側面の突起部であるヒレ等は形成されていないため、腕部120、121の断面形状が略H型をなした音叉型水晶振動片100が本来有する特性を十分に発揮することができる。また、溝エッチングの

際に、腕部 120, 121 の側面とエッチング液との濡れ性が向上することにより、腕部 120, 121 の側面にエッチング液が触れ易くなり、腕部 120, 121 の側面のエッチング状態が安定し、溝エッチング後の腕部 120, 121 の腕幅が安定し、音叉型水晶振動片 100 の特性を安定化することが可能となる。

【0073】

(第3実施形態の応用例)

なお、上述の第3実施形態では、水晶Z板基板 101 を図8(a)に示すように、洗浄液 164 に浸漬する方法例で説明したが、これに変えて、洗浄液の噴霧雰囲気中に水晶Z板基板 101 を投入する方法でもよい。なお、このような洗浄液の噴霧雰囲気中に水晶Z板基板 101 を投入する方法においても、洗浄液の噴霧雰囲気中から取り出された水晶Z板基板 101 は、洗浄液の乾燥する前に、図8(b)に示すように、溝エッチング液 161 中に浸漬し、例えば約 0.02 から 0.045 mm 程度の深さにエッチングして、図8(c)に示すような溝部 120a, 121a を表裏両面に形成する(溝エッチング工程)。その後、エッチング液を洗浄(リンス処理)し、乾燥して溝エッチング工程を終了する。このようにすることにより、腕部 120, 121 の断面形状が、図示するような略H型に形成された音叉型水晶振動片 100 が形成される。

【0074】

このような方法によれば、外形エッチング工程の後、換言すれば溝エッチング工程の前に、水晶Z板基板 101 を洗浄液の噴霧雰囲気中に投入する。噴霧雰囲気中の洗浄液は、ミスト径が小さいため、水晶Z板基板 101 に付着しても気化し難い性質を持っており、容易に洗浄液が気化する前に溝エッチング液に水晶Z板基板 101 を浸漬することが可能となる。これにより、腕部 120, 121 の側面にエッチング液が触れ易くなり、腕部 120, 121 の側面のエッチング状態が安定し、溝エッチング後の腕部 120, 121 の腕幅が安定し、音叉型水晶振動片 100 の特性を安定化することが可能となる。

【0075】

なお、本実施形態では、共振周波数が 32.768 kHz の音叉型水晶振動子を例に説明したが、15 kHz ないし 155 kHz の音叉型水晶振動子、あるいはジャイロ素子など他の振動子に適用できることは明らかである。

【0076】

また、第1実施形態から第3実施形態において説明した製造方法を、組み合わせて用いてもよい。例えば第1実施形態で用いた IPA 浸漬工程の後に、第2実施形態で用いた超音波を印加する溝エッチング工程を組み合わせることも可能である。

【0077】

[電子デバイス]

上述したような音叉型水晶振動片 100 は、振動子、あるいは発振器などの電子デバイスに用いることができる。図9を参照しながら、振動子の一例としてのセラミックパッケージ型水晶振動子、および発振器の一例としてのセラミックパッケージ型水晶発振器について説明する。図9(a)は、振動子の一例としてのセラミックパッケージ型水晶振動子の構成を示す概略断面図であり、図9(b)は発振器の一例としてのセラミックパッケージ型水晶発振器の構成を示す概略断面図である。

【0078】

(セラミックパッケージ型水晶振動子)

先ず、図9(a)を参照してセラミックパッケージ型水晶振動子の概略構成について説明する。図9(a)に示すように、セラミックパッケージ型水晶振動子 200 は、その内側に空間を有する箱状のパッケージ 210 を有している。このパッケージ 210 には、その底部にベース部 211 を備えている。このベース部 211 は、例えばアルミナ等のセラミックス等で形成されている。

【0079】

ベース部 211 の上には、封止部 212 が設けられており、この封止部 212 は、ベース部 211 と同様の材料から形成されている。また、この封止部 212 の上には蓋体 21

3が載置され、これらベース部211、封止部212及び蓋体213で、中空の箱体を形成することになる。

【0080】

このように形成されているパッケージ210のベース部211上には、パッケージ側電極214が設けられている。このパッケージ側電極214の上には、導電性接着剤等を介して電極140（図2参照）が形成された音叉型水晶振動片100の端部が固定されている。この音叉型水晶振動片100は、パッケージ側電極214から一定の駆動電圧が与えられると振動するようになっている。

【0081】

（セラミックパッケージ型水晶発振器）

10

次に、図9（b）を参照しながらセラミックパッケージ型水晶発振器の概略構成について説明する。図9（b）では、水晶発振器の一例として、上述した音叉型水晶振動片100を用いたセラミックパッケージ型水晶発振器400を示している。セラミックパッケージ型水晶発振器400は、図9（a）に示すセラミックパッケージ型水晶振動子200の音叉型水晶振動片100の下方のベース部211の上に、図9（b）に示すように集積回路410が配置されている。

【0082】

すなわち、セラミックパッケージ型水晶発振器400では、その内部に配置された、音叉型水晶振動片100が振動すると、その振動は、集積回路410に入力され、その後、所定の周波数信号を取り出すことで、発振器として機能することになる。

20

【0083】

このような電子デバイスとしてのセラミックパッケージ型水晶振動子200およびセラミックパッケージ型水晶発振器400によれば、安定した特性の音叉型水晶振動片100をもちいているため、特性の安定したセラミックパッケージ型水晶振動子200およびセラミックパッケージ型水晶発振器400を得ることができる。

【0084】

〔電子機器〕

次いで、本発明の一実施形態に係る電子デバイスとして、音叉型水晶振動片100を適用した電子機器について、図10～図12に基づき、詳細に説明する。なお、説明では、音叉型水晶振動片100を備えたセラミックパッケージ音叉型振動子200を適用した例を示している。

30

【0085】

図10は、本発明の一実施形態に係る電子デバイスとしてのセラミックパッケージ音叉型振動子200を備える電子機器としてのモバイル型（またはノート型）のパーソナルコンピュータの構成の概略を示す斜視図である。この図において、パーソナルコンピュータ1100は、キーボード1102を備えた本体部1104と、表示部1101を備えた表示ユニット1106とにより構成され、表示ユニット1106は、本体部1104に対しヒンジ構造部を介して回動可能に支持されている。このようなパーソナルコンピュータ1100には、セラミックパッケージ音叉型振動子200が内蔵されている。

【0086】

40

図11は、本発明の一実施形態に係る電子デバイスとしてのセラミックパッケージ音叉型振動子200を備える電子機器としての携帯電話機（PHSも含む）の構成の概略を示す斜視図である。この図において、携帯電話機1200は、複数の操作ボタン1202、受話口1204および送話口1206を備え、操作ボタン1202と受話口1204との間には、表示部1201が配置されている。このような携帯電話機1200には、セラミックパッケージ音叉型振動子200が内蔵されている。

【0087】

図12は、本発明の一実施形態に係る電子デバイスとしてのセラミックパッケージ音叉型振動子200を備える電子機器としてのデジタルスチールカメラの構成の概略を示す斜視図である。なお、この図には、外部機器との接続についても簡易的に示されている。こ

50

ここで、通常のカメラは、被写体の光像により銀塩写真フィルムを感光するのに対し、デジタルスチールカメラ 1300 は、被写体の光像を C C D (Charge Coupled Device) 等の撮像素子により光電変換して撮像信号 (画像信号) を生成する。

【0088】

デジタルスチールカメラ 1300 におけるケース (ボディー) 1302 の背面には、表示部 1301 が設けられ、C C D による撮像信号に基づいて表示を行う構成になっており、表示部 1301 は、被写体を電子画像として表示するファインダーとして機能する。また、ケース 1302 の正面側 (図中裏面側) には、光学レンズ (撮像光学系) や C C D 等を含む受光ユニット 1304 が設けられている。

【0089】

撮影者が表示部 1301 に表示された被写体像を確認し、シャッターボタン 1306 を押下すると、その時点における C C D の撮像信号が、メモリー 1308 に転送・格納される。また、このデジタルスチールカメラ 1300 においては、ケース 1302 の側面に、ビデオ信号出力端子 1312 と、データ通信用の入出力端子 1314 とが設けられている。そして、図示されるように、ビデオ信号出力端子 1312 にはテレビモニター 1430 が、データ通信用の入出力端子 1314 にはパーソナルコンピューター 1440 が、それぞれ必要に応じて接続される。さらに、所定の操作により、メモリー 1308 に格納された撮像信号が、テレビモニター 1430 や、パーソナルコンピューター 1440 に出力される構成になっている。このようなデジタルスチールカメラ 1300 には、セラミックパッケージ音叉型振動子 200 が内蔵されている。

【0090】

なお、本発明の一実施形態に係るセラミックパッケージ音叉型振動子 200 は、図 10 のパーソナルコンピューター (モバイル型パーソナルコンピューター)、図 11 の携帯電話機、図 12 のデジタルスチールカメラの他にも、例えば、インクジェット式吐出装置 (例えばインクジェットプリンター)、ラップトップ型パーソナルコンピューター、テレビ、ビデオカメラ、ビデオテープレコーダー、カーナビゲーション装置、ページャー、電子手帳 (通信機能付も含む)、電子辞書、電卓、電子ゲーム機器、ワードプロセッサ、ワークステーション、テレビ電話、防犯用テレビモニター、電子双眼鏡、P O S 端末、医療機器 (例えば電子体温計、血圧計、血糖計、心電図計測装置、超音波診断装置、電子内視鏡)、魚群探知機、各種測定機器、計器類 (例えば、車両、航空機、船舶の計器類)、フ

【0091】

[移動体]

図 13 は移動体の一例としての自動車を概略的に示す斜視図である。自動車 506 には本発明に係る電子デバイスとしてのセラミックパッケージ音叉型振動子 200 が搭載されている。例えば、同図に示すように、移動体としての自動車 506 には、セラミックパッケージ音叉型振動子 200 を内蔵してタイヤ 509 などを制御する電子制御ユニット 508 が車体 507 に搭載されている。また、セラミックパッケージ音叉型振動子 200 は、他にもキーレスエントリー、イモビライザー、カーナビゲーションシステム、カーエアコン、アンチロックブレーキシステム (A B S)、エアバック、タイヤ・プレッシャー・モニタリング・システム (T P M S : Tire Pressure Monitoring System)、エンジンコントロール、ハイブリッド自動車や電気自動車の電池モニター、車体姿勢制御システム、等の電子制御ユニット (E C U : electronic control unit) に広く適用できる。

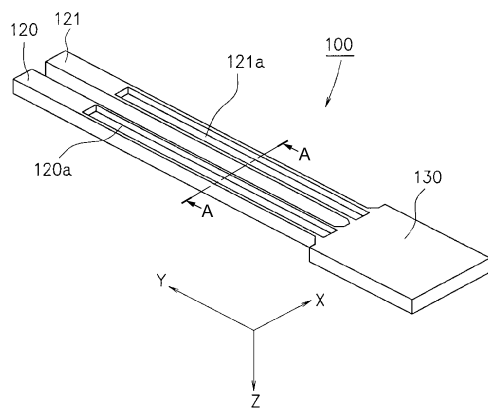
【符号の説明】

【0092】

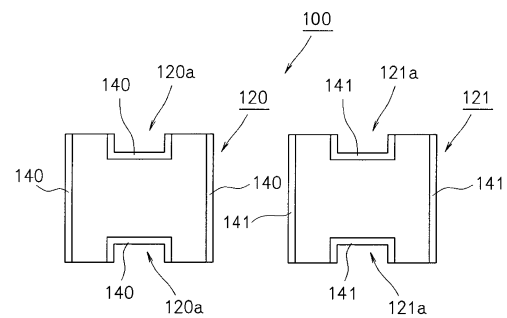
100…音叉型水晶振動片、101…水晶 Z 板基板、102…金属膜、103…フォトレジスト層、104…振動片の外形の内側、105…枠部、120、121…振動腕としての腕部、120a、121a…溝部、130…基部、140、141…電極、150…イソプロピルアルコール (I P A)、160…超音波発生器、161…溝エッチング液 (水晶エッチング液)、162…超音波、164…洗浄液 (リンス液)、200…セラミッ

クパッケージ型水晶振動子、２１０…パッケージ、２１１…ベース部、２１２…封止部、
 ２１３…蓋体、２１４…パッケージ側電極、４００…セラミックパッケージ型水晶発振器
 、５０６…移動体としての自動車、１１００…電子機器としてのモバイル型のパーソナル
 コンピューター、１２００…電子機器としての携帯電話機、１３００…電子機器としての
 デジタルスチールカメラ。

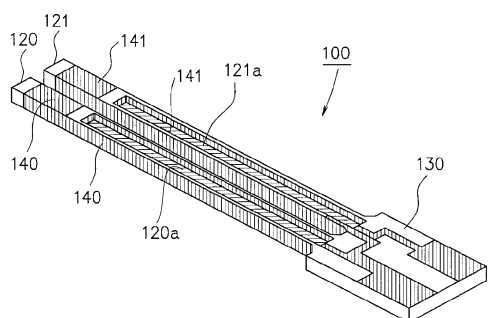
【図１】



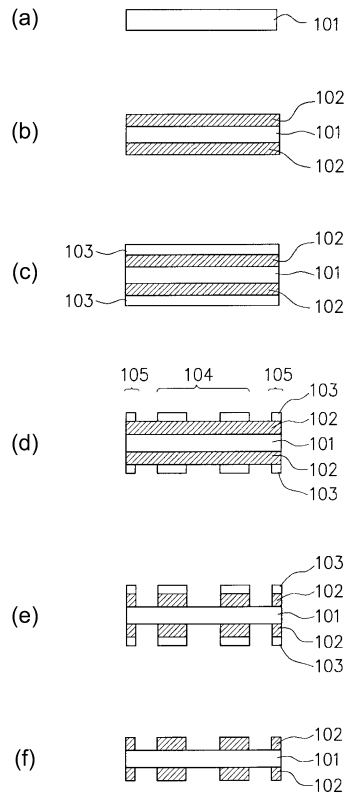
【図３】



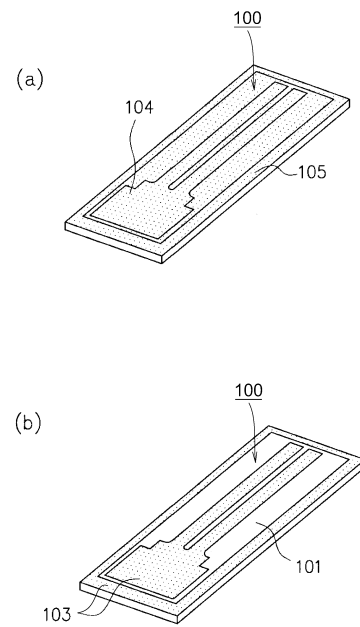
【図２】



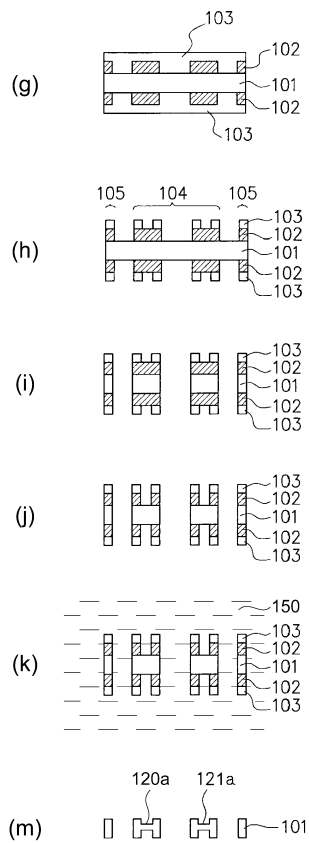
【図 4】



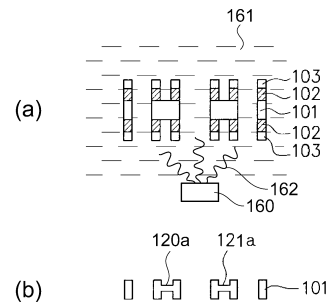
【図 5】



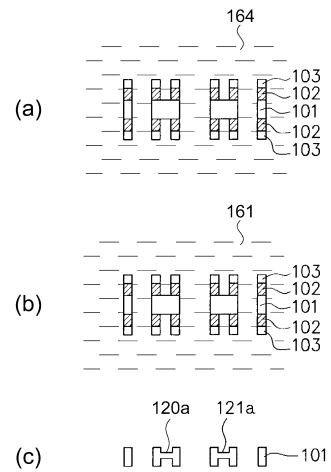
【図 6】



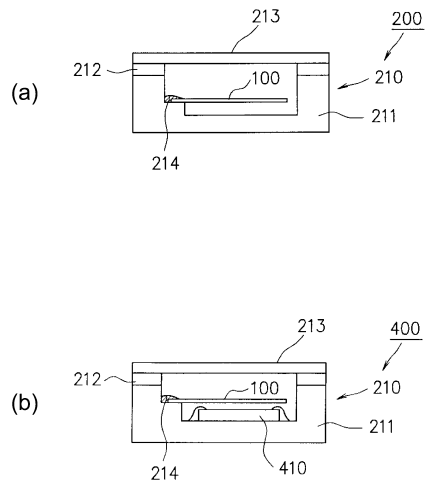
【図 7】



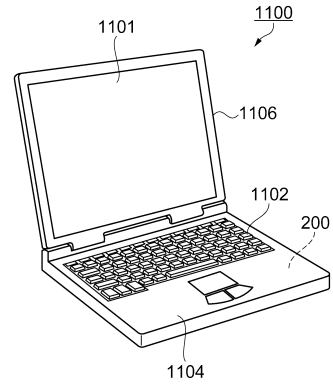
【図 8】



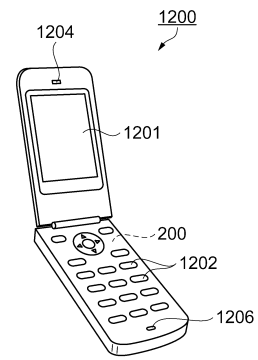
【図 9】



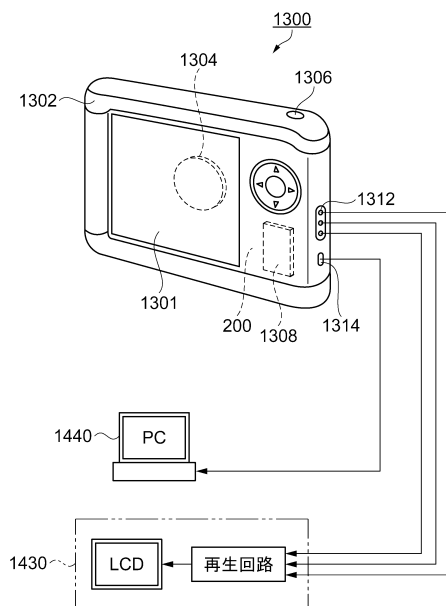
【図 10】



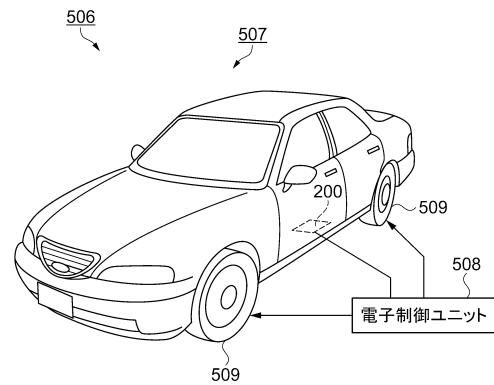
【図 11】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

- (72)発明者 西澤 竜太
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
- (72)発明者 中川 啓史
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

審査官 石田 昌敏

- (56)参考文献 特開2003-198302 (JP, A)
特公昭60-007382 (JP, B2)
特開2004-254173 (JP, A)
特開平09-092958 (JP, A)
特開平10-130096 (JP, A)
特開2008-085631 (JP, A)
特開2008-252826 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|---------------|
| H03H | 3/007-9/66 |
| H01L | 21/306-21/467 |
| H01L | 41/00-41/22 |