

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4525097号
(P4525097)

(45) 発行日 平成22年8月18日 (2010. 8. 18)

(24) 登録日 平成22年6月11日 (2010. 6. 11)

(51) Int. Cl.

F I

H03H 3/02 (2006.01)

H03H 3/02 B

H01L 41/09 (2006.01)

H01L 41/08 C

H01L 41/18 (2006.01)

H01L 41/18 I O I A

H01L 41/22 (2006.01)

H01L 41/22 Z

請求項の数 10 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2004-31001 (P2004-31001)
 (22) 出願日 平成16年2月6日 (2004. 2. 6)
 (65) 公開番号 特開2005-223719 (P2005-223719A)
 (43) 公開日 平成17年8月18日 (2005. 8. 18)
 審査請求日 平成19年1月30日 (2007. 1. 30)

(73) 特許権者 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
 (74) 代理人 100095728
 弁理士 上柳 雅誉
 (74) 代理人 100107261
 弁理士 須澤 修
 (74) 代理人 100127661
 弁理士 宮坂 一彦
 (72) 発明者 白石 茂
 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 崎間 伸洋

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エッチング方法およびこれを利用した圧電デバイスと圧電振動片の製造方法、ならびに電喰抑制パターンの構造

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧電材料の表面に、卑な金属と前記卑な金属と比較してイオン化傾向が低い貴な金属とを順次積層して耐蝕膜を形成し、この耐蝕膜を部分的に剥離して、露出した前記圧電材料をウェットエッチングすることにより、圧電材料の形状加工を行うエッチング方法であって、

前記耐蝕膜が剥離されて圧電材料がエッチングされる領域を除く領域の少なくとも一部に、前記耐蝕膜と共通する卑な金属でなる第1のパターンと、貴な金属でなる第2のパターンとを順次形成し、第2のパターンの上に、前記第1のパターンよりも厚みの厚い前記卑な金属と同じ金属による第3のパターンを形成することにより電喰抑制パターンを設け

10

、前記圧電材料がエッチングされる領域について、前記耐蝕膜をウェットエッチングにより除去する際に前記電喰抑制パターンの第3のパターンも同時にエッチングし、

前記耐蝕膜のエッチングによる除去終了時に前記電喰抑制パターンの第3のパターンの一部を残すようにした

ことを特徴とするエッチング方法。

【請求項 2】

基部と、この基部から平行に延びる複数の振動腕とを備える圧電振動片を形成し、この圧電振動片をパッケージまたはケース内に収容するようにした圧電デバイスの製造方法であって、

20

前記圧電振動片の製造工程が、
圧電材料でなる基板をウェットエッチングすることにより外形を形成するための外形エッチング工程を有しており、
前記外形エッチング工程が、
前記基板に卑な金属と前記卑な金属と比較してイオン化傾向が低い貴な金属とを順次積層して耐蝕膜を形成する工程と、
形成すべき前記圧電振動片の外形に対応して、前記耐蝕膜を除去する耐蝕膜の除去工程と
を含んでいて、

前記耐蝕膜の形成工程と同時に進行するように、前記耐蝕膜が剥離されて圧電材料がエッチングされる領域を除く領域の少なくとも一部に、前記耐蝕膜と共通する卑な金属でなる第1のパターンと、貴な金属でなる第2のパターンとを順次形成し、その後、前記第2のパターンの上に、前記第1のパターンよりも厚みの厚い前記卑な金属と同じ金属による第3のパターンを形成することにより電喰抑制パターンを設け、

前記耐蝕膜の除去工程において、
前記圧電材料がエッチングされる領域について、前記耐蝕膜をウェットエッチングにより除去する際に前記電喰抑制パターンの第3のパターンも同時にエッチングし、
前記耐蝕膜のエッチングによる除去終了時に前記電喰抑制パターンの第3のパターンの一部を残すようにした

ことを特徴とする、圧電デバイスの製造方法。

【請求項3】

前記圧電材料として、水晶を使用し、前記耐蝕膜および電喰抑制パターンを形成するための卑な金属としてクロムを、貴な金属として金を使用することを特徴とする請求項2に記載の圧電デバイスの製造方法。

【請求項4】

前記ウェットエッチングにおけるエッチング液として、硝酸第2セリウムアンモニウムと、硝酸と、水を混合した液体を使用することを特徴とする請求項3に記載の圧電デバイスの製造方法。

【請求項5】

前記エッチング液として、硝酸第2セリウムアンモニウムと、酢酸と、水を混合した液体を使用することを特徴とする請求項3に記載の圧電デバイスの製造方法。

【請求項6】

基部と、この基部から平行に延びる複数の振動腕とを備える圧電振動片を形成し、この圧電振動片をパッケージまたはケース内に収容するようにした圧電デバイスの製造方法であって、

前記圧電振動片の製造工程が、
圧電材料でなる基板をウェットエッチングすることにより外形を形成するための外形エッチング工程と、

前記外形エッチング工程により、音叉型の圧電振動片の外形を完成した後で、前記基板に卑な金属と前記卑な金属と比較してイオン化傾向が低い貴な金属とを順次積層して電極となる金属膜を形成する工程と、

形成すべき駆動用の電極の形状に対応して、前記電極となる金属膜を部分的に除去する電極エッチング工程と

を含んでいて、

前記金属膜の形成工程では、

前記電極となる金属膜の形成工程と同時に進行するように、前記電極膜が除去される領域を除く領域の少なくとも一部に、前記電極となる金属膜と共通する卑な金属でなる第1のパターンと、貴な金属でなる第2のパターンとを順次形成し、その後、前記第2のパターンの上に、前記第1のパターンよりも厚みの厚い前記卑な金属と同じ金属による第3のパターンを形成することにより電喰抑制パターンを設け、

前記電極エッチング工程において、

前記金属膜が除去される領域について、前記金属膜をウェットエッチングにより除去する際に前記電喰抑制パターンの第3のパターンも同時にエッチングし、

前記金属膜のエッチングによる除去終了時に前記電喰抑制パターンの第3のパターンの一部を残すようにした

ことを特徴とする、圧電デバイスの製造方法。

【請求項7】

基部と、この基部から平行に延びる複数の振動腕とを備える圧電振動片の製造方法であって、

圧電材料でなる基板をウェットエッチングすることにより圧電振動片の外形を形成するための外形エッチング工程を有しており、

前記外形エッチング工程が、

前記基板に卑な金属と前記卑な金属と比較してイオン化傾向が低い貴な金属とを順次積層して耐蝕膜を形成する工程と、

形成すべき前記圧電振動片の外形に対応して、前記耐蝕膜を除去する耐蝕膜の除去工程と

を含んでいて、

前記耐蝕膜の形成工程と同時に進行するように、前記耐蝕膜が剥離されて圧電材料がエッチングされる領域を除く領域の少なくとも一部に、前記耐蝕膜と共通する卑な金属でなる第1のパターンと、貴な金属でなる第2のパターンとを順次形成し、その後、前記第2のパターンの上に、前記第1のパターンよりも厚みの厚い前記卑な金属と同じ金属による第3のパターンを形成することにより電喰抑制パターンを設け、

前記耐蝕膜の除去工程において、

前記圧電材料がエッチングされる領域について、前記耐蝕膜をウェットエッチングにより除去する際に前記電喰抑制パターンの第3のパターンも同時にエッチングし、

前記耐蝕膜のエッチングによる除去終了時に前記電喰抑制パターンの第3のパターンの一部を残すようにした

ことを特徴とする、圧電振動片の製造方法。

【請求項8】

基部と、この基部から平行に延びる複数の振動腕とを備える圧電振動片の製造方法であって、

圧電材料でなる基板をウェットエッチングすることにより外形を形成するための外形エッチング工程と、

前記外形エッチング工程により、音叉型の圧電振動片の外形を完成した後で、前記基板に卑な金属と前記卑な金属と比較してイオン化傾向が低い貴な金属とを順次積層して電極となる金属膜を形成する工程と、

形成すべき駆動用の電極の形状に対応して、前記電極となる金属膜を部分的に除去する電極エッチング工程と

を含んでいて、

前記金属膜の形成工程では、

前記電極となる金属膜の形成工程と同時に進行するように、前記電極膜が除去される領域を除く領域の少なくとも一部に、前記電極となる金属膜と共通する卑な金属でなる第1のパターンと、貴な金属でなる第2のパターンとを順次形成し、その後、前記第2のパターンの上に、前記第1のパターンよりも厚みの厚い前記卑な金属と同じ金属による第3のパターンを形成することにより電喰抑制パターンを設け、

前記電極エッチング工程において、

前記金属膜が除去される領域について、前記金属膜をウェットエッチングにより除去する際に前記電喰抑制パターンの第3のパターンも同時にエッチングし、

前記金属膜のエッチングによる除去終了時に前記電喰抑制パターンの第3のパターンの一部を残すようにした

ことを特徴とする、圧電振動片の製造方法。

【請求項 9】

圧電材料の表面に、卑な金属と前記卑な金属と比較してイオン化傾向が低い貴な金属とを順次積層して耐蝕膜または電極となる金属膜を形成し、この耐蝕膜または金属膜を部分的に剥離するにあたり、エッチングすべき圧電材料を露出するために使用される電喰抑制パターンの構造であって、

前記耐蝕膜または金属膜が剥離されて圧電材料がエッチングされる領域を除く領域の少なくとも一部に、前記耐蝕膜または金属膜と共通する卑な金属で形成された第 1 のパターンと、

前記第 1 のパターンに積層された貴な金属でなる第 2 のパターンと、

前記第 2 のパターンに積層された前記第 1 のパターンよりも厚みの厚い前記卑な金属と同じ金属による第 3 のパターンと

を備えることを特徴とする、電喰抑制パターンの構造。

【請求項 10】

ウエハ状の前記圧電材料の基板に対して、周囲に幅広の枠部を残して、その内側が前記エッチングされる領域とされており、前記幅広の枠部に前記電喰抑制パターンが形成されていることを特徴とする請求項 9 に記載の電喰抑制パターンの構造。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、金属膜のエッチング方法に係り、特に製造工程で利用する耐蝕膜をエッチングするようにした圧電振動片の製造方法と、これを利用した圧電デバイスの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

HDD（ハード・ディスク・ドライブ）、モバイルコンピュータ、あるいは IC カード等の小型の情報機器や、携帯電話、自動車電話、またはページングシステム等の移動体通信機器において、圧電振動子や圧電発振器等の圧電デバイスが広く使用されている。

このような圧電デバイスには、例えば、図 13 に示すような圧電振動片 1 が収容されており、この圧電振動片 1 は基部 2 と、基部 2 から平行に延びる一対の振動腕 3、4 を備えた所謂音叉型の圧電振動片を示している。

このような圧電振動片 1 は、水晶などの圧電材料の薄板であるウエハを、平面視において音叉のような形状となるように、エッチングにより形成される。

【0003】

図 14 は従来の圧電振動片の製造工程を説明するために、図 13 の A - A 線断面を工程順に示した図である。

図 14 (a) において、水晶ウエハでなる基板 5 の上にマスクとなる耐蝕膜 9 を形成する。耐蝕膜は、基板 5 の上に形成される下地としてのクロム層 6 と、その上に金属 7 とをスパッタリングまたは金属蒸着により被覆して形成されている。さらにこの二層でなる耐蝕膜 9 の上には、図 13 の振動腕 3、4 の位置にレジスト 8 a、8 b を塗布して、これら振動腕 3、4 になる水晶材料が除去されないようにする。

【0004】

次いで、図 14 (b) に示されているように、レジストから露出した金属 7 をエッチングにより除去して金属 7 a、7 b に分離し、続いて、図 14 (c) に示すように、硝酸第二セリウムアンモニウムと、過塩素酸、水でなるエッチング液を用いて、クロム層 6 もエッチングされることで符号 6 a、6 b に示すように分離されて、その間に基板 5 が符号 5 a で示すように露出される。

最後に図 14 (d) に示すように、基板 5 の露出した領域 5 a をエッチングにより除去することで、振動腕 3、4 が形成される。

【0005】

10

20

30

40

50

ところが、このようにエッチング工程を進めてくると、図 1 4 (c) に示されているように、耐蝕膜 9 の下層であるクロム層を除去する過程で、その厚み方向のエッチングだけでなく、図において水平な横方向にもエッチング（以下、「サイドエッチング」という）も進行し、各クロム層 6 a , 6 b の幅が狭くなってしまうという問題がある。

この場合、クロム層の厚みは 5 0 0 オングストローム (0 . 0 5 μm) 程度であるが、その厚みの方向を全て除去する間に、サイドエッチングはその 2 0 倍も進み、後の工程で基板 5 をエッチングすると、振動腕 3 , 4 の腕幅が変化してしまい、完成した圧電振動片 1 の腕幅に大きなバラツキが生じる。そして、振動腕 3 , 4 の腕幅が 1 μm 変化すると、周波数は 1 0 0 0 0 p p m 程度ずれてしまう。また、さらに後の工程で、圧電振動片 1 に図示しない電極を形成する場合においても、電極膜が剥がれてショートしたり、剥がれて分離した電極膜の再付着により、この場合も短絡を生じて、大きく性能を損なう。

10

【 0 0 0 6 】

これに対して、図 1 4 のように金属 7 の下層となっているクロム層 6 のエッチングではなく、クロム層単層をエッチングする上での工夫も見られる（特許文献 1 参照）。

しかし、この技術は、レジストをはがしながら、クロムをエッチングして、角部にテーパを付ける内容であり、図 1 4 の工程における後述するような原理に基づく課題を解決しようとするものではない。

【 0 0 0 7 】

【特許文献 1】特公平 7 - 7 7 5 7 号

【発明の開示】

20

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

本発明者等の研究によると、図 1 4 の工程では、以下のような原理によりクロム層のサイドエッチングが進行するものと考えられる。

すなわち、図 1 4 (a) において、基板 5 に形成した耐蝕膜 9 を構成する金属膜のうち、基板 5 の形成されたクロム層 6 は、金属 7 よりもイオン化傾向の大きい金属（以下、「卑な金属」という）であり、これに対して金属 7 はクロム層 6 よりもイオン化傾向の小さい金属（以下、「貴な金属」という）である。

【 0 0 0 9 】

電解溶液中に互いに接触した卑な金属と、貴な金属を露出させると、金属間に電位差が生じ、電池（局部電池、ガルバニ電池）が形成される。つまり、各金属はエッチング液を電解溶液として、対となる電極を形成する。このように、異なる金属を電極として、局部電池が形成され、電気化学反応が生じることで腐食が進行することを異種金属接触腐食またはガルバニ腐食と呼び、図 1 4 (c) ではこのような現象が生じていると考えられる。

30

このため、図 1 4 (c) 以降では、卑な金属であるクロム層と貴な金属である金属 7 との間においては、電流が金属 7 からクロム層 6 へ流れ、エッチング液中では電流は卑な金属であるクロム層 6 からエッチング液を通り、貴な金属である金属 7 へ流れる。このため、卑な金属であるクロム層からは、電子が貴な金属である金属 7 へ移動し、かつエッチング液との接触面から金属イオンとして液体中へ溶け出すことで、サイドエッチングが進行するものである。

40

そして、後の工程では、サイドエッチングが進行したクロム層 6 をマスクとして、基板 5 をエッチングするために、図 1 4 (d) に示すように、圧電振動片 1 が設計よりも細い寸法となってしまう、特に小型の圧電振動片 1 では、その性能に大きな悪影響を及ぼすことになる。

したがって、図 1 4 (c) で説明したサイドエッチングを防止するためには、上述のガルバニ電池を形成する電流の流れを遮断する必要がある。

【 0 0 1 0 】

本発明は、以上の課題を解決するためになされたもので、圧電材料である基板に形成した耐蝕膜や電極膜をウエットエッチングする際に、ガルバニ電池が形成されることを防止し、精度良くエッチングすることができるエッチング方法とこれを利用した圧電振動片の

50

製造方法および、このような圧電振動片を用いた圧電デバイスの製造方法ならびにこれらの方法に好適に使用できる電喰抑制パターンの構造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】

【0011】

上述の目的は、第1の発明によれば、圧電材料の表面に、卑な金属と貴な金属とを順次積層して耐蝕膜を形成し、この耐蝕膜を部分的に剥離して、露出した前記圧電材料をウェットエッチングすることにより、圧電材料の形状加工を行うエッチング方法において、前記耐蝕膜が剥離されて圧電材料がエッチングされる領域を除く領域の少なくとも一部に、前記耐蝕膜と共通する卑な金属でなる第1のパターンと、貴な金属でなる第2のパターンとを順次形成し、第2のパターンの上に、前記第1のパターンよりも厚みの厚い前記卑な金属と同じ金属による第3のパターンを形成することにより電喰抑制パターンを設け、前記圧電材料がエッチングされる領域について、前記耐蝕膜をウェットエッチングにより除去する際に前記電喰抑制パターンの第3のパターンも同時にエッチングし、前記耐蝕膜のエッチングによる除去終了時に前記電喰抑制パターンの第3のパターンの一部を残すようにしたエッチング方法により、達成される。

【0012】

第1の発明の構成によれば、前記耐蝕膜が、卑な金属に重ねて、これを覆うように貴な金属が形成されているので、前記耐蝕膜をウェットエッチングにより除去する際には、電界液中に互いに接触した卑な金属と、貴な金属が露出される。そして、異種金属接触腐食においては、上述したように、電流が貴な金属層から卑な金属層へ流れ、電界液中では電流は卑な金属から電界液を通り、貴な金属へ流れる。

この場合、卑な金属と貴な金属との間の電位差が大きいくほど腐食は増大し、また、これらの各金属の電界液中への露出面積に関して、次の関係がある。すなわち、P；貴な金属に接触後の卑な金属の腐食速度、 P_0 ；卑な金属単独での腐食速度、A；卑な金属の表面積、B；貴な金属の表面積とすると、

$$\text{腐食速度 } P = P_0 (1 + B / A) \cdots \cdots \text{式 1}$$

となる。

したがって、異種金属接触腐食を抑制するには、卑な金属と貴な金属との間の電位差を小さくするか、あるいは式1に従って、電界溶液中に露出される卑な金属の面積Aを大きくし、もしくは、貴な金属の面積Bを小さくすることが有効である。

そこで、第1の発明の構成においては、前記耐蝕膜のエッチングによる除去終了時に前記電喰抑制パターンの第3のパターンの一部を残すようにし、この第3のパターンでなる卑な金属が電界液中に露出される面積を確実に増大させて、前記耐蝕膜の下層である卑な金属に対するサイドエッチングを抑制することができる。

かくして、第1の発明によれば、圧電材料である基板に形成した耐蝕膜をウェットエッチングする際に、ガルバニ電池が形成されることを防止し、精度良くエッチングすることができるエッチング方法を提供することができる。

【0013】

また、上述の目的は、第2の発明によれば、基部と、この基部から平行に延びる複数の振動腕とを備える圧電振動片を形成し、この圧電振動片をパッケージまたはケース内に收容するようにした圧電デバイスの製造方法であって、前記圧電振動片の製造工程が、圧電材料でなる基板をウェットエッチングすることにより外形を形成するための外形エッチング工程を有しており、前記外形エッチング工程が、前記基板に卑な金属と貴な金属とを順次積層して耐蝕膜を形成する工程と、形成すべき前記圧電振動片の外形に対応して、前記耐蝕膜を除去する耐蝕膜の除去工程とを含んでいて、前記耐蝕膜の形成工程と同時に進行するように、前記耐蝕膜が剥離されて圧電材料がエッチングされる領域を除く領域の少なくとも一部に、前記耐蝕膜と共通する卑な金属でなる第1のパターンと、貴な金属でなる第2のパターンとを順次形成し、その後、前記第2のパターンの上に、前記第1のパターンよりも厚みの厚い前記卑な金属と同じ金属による第3のパターンを形成することにより電喰抑制パターンを設け、前記耐蝕膜の除去工程において、前記圧電材料がエッチングさ

れる領域について、前記耐蝕膜をウエットエッチングにより除去する際に前記電喰抑制パターンの第3のパターンも同時にエッチングし、前記耐蝕膜のエッチングによる除去終了時に前記電喰抑制パターンの第3のパターンの一部を残すようにした、圧電デバイスの製造方法により、達成される。

【0014】

第2の発明の構成によれば、圧電デバイスを製造する場合において、圧電振動片の外形をエッチングするに際して、前記電喰抑制パターンを利用することにより、第1の発明で説明したのと同様の原理により、前記耐蝕膜の下層である卑な金属に対するサイドエッチングを抑制することができる。

【0015】

第3の発明は、第2の発明の構成において、前記圧電材料として、水晶を使用し、前記耐蝕膜および電喰抑制パターンを形成するための卑な金属としてクロムを、貴な金属として金を使用することを特徴とする。

第3の発明の構成によれば、圧電材料として水晶を使用する場合に、耐蝕金属としての例えば金を直接成膜することは困難なため、下地として例えばクロムを使用する。つまり、クロム層の上に金属層を重ねた耐蝕膜を形成する。ここで、クロムは必ずしも「卑金属」、すなわち絶対的にイオン化傾向が高い金属ではないが、その上に成膜される金属との関係でイオン化傾向が高ければ、ここでいう「卑な金属」に相当し、前記エッチング液を使用することにより、クロム層のサイドエッチングが有効に防止されることになる。

【0016】

第4の発明は、第3の発明の構成において、前記ウエットエッチングにおけるエッチング液として、硝酸第2セリウムアンモニウムと、硝酸と、水を混合した液体を使用することを特徴とする。

第4の発明の構成によれば、前記エッチング液の成分中、硝酸第2セリウムアンモニウム ($\text{Ce}(\text{NH}_4)_2(\text{NO}_3)_6$) は、クロムをエッチングする作用を発揮するための主成分である。また、硝酸 (HNO_3) は金属間電位差をより小さくするとともに、濃度に応じて絶縁膜を形成することができる。

【0017】

第5の発明は、第3の発明の構成において、前記エッチング液として、硝酸第2セリウムアンモニウムと、酢酸と、水を混合した液体を使用することを特徴とする。

第5の発明の構成によれば、前記エッチング液の成分中、硝酸第2セリウムアンモニウム ($\text{Ce}(\text{NH}_4)_2(\text{NO}_3)_6$) は、クロムをエッチングする作用を発揮するための主成分である。また、酢酸 (CH_3COOH) はエッチング液として金属間電位差をより小さくするとともに、濃度に応じて絶縁膜を形成することができる。

【0018】

また、上述の目的は、第6の発明にあっては、基部と、この基部から平行に延びる複数の振動腕とを備える圧電振動片を形成し、この圧電振動片をパッケージまたはケース内に收容するようにした圧電デバイスの製造方法であって、前記圧電振動片の製造工程が、圧電材料でなる基板をウエットエッチングすることにより外形を形成するための外形エッチング工程と、前記外形エッチング工程により、音叉型の圧電振動片の外形を完成した後で、前記基板に卑な金属と貴な金属とを順次積層して電極となる金属膜を形成する工程と、形成すべき駆動用の電極の形状に対応して、前記電極となる金属膜を部分的に除去する電極エッチング工程とを含んでいて、前記金属膜の形成工程では、前記電極となる金属膜の形成工程と同時に進行するように、前記電極膜が除去される領域を除く領域の少なくとも一部に、前記電極となる金属膜と共通する卑な金属でなる第1のパターンと、貴な金属でなる第2のパターンとを順次形成し、その後、前記第2のパターンの上に、前記第1のパターンよりも厚みの厚い前記卑な金属と同じ金属による第3のパターンを形成することにより電喰抑制パターンを設け、前記電極エッチング工程において、前記金属膜が除去される領域について、前記金属膜をウエットエッチングにより除去する際に前記電喰抑制パターンの第3のパターンも同時にエッチングし、前記金属膜のエッチングによる除去終了時

10

20

30

40

50

に前記電喰抑制パターンの第3のパターンの一部を残すようにした、圧電デバイスの製造方法により、達成される。

【0019】

第6の発明の構成によれば、前記金属膜のエッチングによる除去終了時に前記電喰抑制パターンの第3のパターンの一部を残すようにしている。これにより、第1の発明で説明したのと同様の原理によって、この第3のパターンでなる卑な金属が電界液中に露出される面積を確実に増大させて、前記金属膜の下層である卑な金属に対するサイドエッチングを抑制することができる。

かくして、第6の発明によれば、圧電材料である基板を利用して形成した圧電振動片の電極膜をウェットエッチングする際に、ガルバニ電池が形成されることを防止し、精度良くエッチングすることができるエッチング方法を提供することができる。

10

【0020】

さらにまた、上述の目的は、第7の発明にあつては、基部と、この基部から平行に延びる複数の振動腕とを備える圧電振動片の製造方法であつて、圧電材料でなる基板をウェットエッチングすることにより圧電振動片の外形を形成するための外形エッチング工程を有しており、前記外形エッチング工程が、前記基板に卑な金属と貴な金属とを順次積層して耐蝕膜を形成する工程と、形成すべき前記圧電振動片の外形に対応して、前記耐蝕膜を除去する耐蝕膜の除去工程とを含んでいて、前記耐蝕膜の形成工程と同時に進行するように、前記耐蝕膜が剥離されて圧電材料がエッチングされる領域を除く領域の少なくとも一部に、前記耐蝕膜と共通する卑な金属でなる第1のパターンと、貴な金属でなる第2のパターンとを順次形成し、その後、前記第2のパターンの上に、前記第1のパターンよりも厚みの厚い前記卑な金属と同じ金属による第3のパターンを形成することにより電喰抑制パターンを設け、前記耐蝕膜の除去工程において、前記圧電材料がエッチングされる領域について、前記耐蝕膜をウェットエッチングにより除去する際に前記電喰抑制パターンの第3のパターンも同時にエッチングし、前記耐蝕膜のエッチングによる除去終了時に前記電喰抑制パターンの第3のパターンの一部を残すようにした、圧電振動片の製造方法により、達成される。

20

【0021】

第7の発明の構成によれば、圧電振動片を製造する場合において、圧電振動片の外形をエッチングするに際して、前記電喰抑制パターンを利用することにより、第1の発明で説明したのと同様の原理により、前記耐蝕膜の下層である卑な金属に対するサイドエッチングを抑制することができる。

30

【0022】

また、上述の目的は、第8の発明にあつては、基部と、この基部から平行に延びる複数の振動腕とを備える圧電振動片の製造方法であつて、圧電材料でなる基板をウェットエッチングすることにより外形を形成するための外形エッチング工程と、前記外形エッチング工程により、音叉型の圧電振動片の外形を完成した後で、前記基板に卑な金属と貴な金属とを順次積層して電極となる金属膜を形成する工程と、形成すべき駆動用の電極の形状に対応して、前記電極となる金属膜を部分的に除去する電極エッチング工程とを含んでいて、前記金属膜の形成工程では、前記電極となる金属膜の形成工程と同時に進行するように、前記電極膜が除去される領域を除く領域の少なくとも一部に、前記電極となる金属膜と共通する卑な金属でなる第1のパターンと、貴な金属でなる第2のパターンとを順次形成し、その後、前記第2のパターンの上に、前記第1のパターンよりも厚みの厚い前記卑な金属と同じ金属による第3のパターンを形成することにより電喰抑制パターンを設け、前記電極エッチング工程において、前記金属膜が除去される領域について、前記金属膜をウェットエッチングにより除去する際に前記電喰抑制パターンの第3のパターンも同時にエッチングし、前記金属膜のエッチングによる除去終了時に前記電喰抑制パターンの第3のパターンの一部を残すようにした、圧電振動片の製造方法により、達成される。

40

【0023】

第8の発明の構成によれば、圧電振動片を製造する場合において、圧電振動片の電極膜

50

となる金属膜をエッチングするに際して、前記電喰抑制パターンを利用することにより、第１の発明で説明したのと同様の原理により、前記金属膜の下層である卑な金属に対するサイドエッチングを抑制することができる。

【００２４】

また、上述の目的は、第９の発明にあつては、圧電材料の表面に、卑な金属と貴な金属とを順次積層して耐蝕膜または電極となる金属膜を形成し、この耐蝕膜または金属膜を部分的に剥離するにあたり、エッチングすべき圧電材料を露出するために使用される電喰抑制パターンの構造であつて、前記耐蝕膜または金属膜が剥離されて圧電材料がエッチングされる領域を除く領域の少なくとも一部に、前記耐蝕膜または金属膜と共通する卑な金属で形成された第１のパターンと、前記第１のパターンに積層された貴な金属でなる第２の
10
パターンと、前記第２のパターンに積層された前記第１のパターンよりも厚みの厚い前記卑な金属と同じ金属による第３のパターンとを備える、電喰抑制パターンの構造により、達成される。

【００２５】

第９の発明によれば、圧電材料の表面に、卑な金属と貴な金属とを順次積層して耐蝕膜や電極となる金属膜を形成し、この耐蝕膜または金属膜を部分的に剥離して、前記圧電材料を露出させるための金属膜パターンの構造に、前記電喰抑制パターンを設けることによって、第１の発明で説明したのと同様の原理により、前記耐蝕膜または金属膜の下層である卑な金属に対するサイドエッチングを抑制することができる。

【００２６】

第１０の発明は、第９の発明の構成において、ウエハ状の前記圧電材料の基板に対して、周囲に幅広の枠部を残して、その内側が前記エッチングされる領域とされており、前記幅広の枠部に前記電喰抑制パターンが形成されていることを特徴とする。

第１０の発明の構成によれば、ウエハ状の前記圧電材料の基板を利用してエッチング加工する場合に、所定の形状を作る目的がなく、しかも加工上、基板を支持等するために必要な強度を得るために必ず形成される前記幅広の枠部に電喰抑制パターンを形成すれば、必要とされる卑な金属の表面積を容易に確保でき、しかも耐蝕膜などの成膜と同時にこの電喰抑制パターンを形成できる利点がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２７】

図１及び図２は、本発明のエッチング方法の実施形態としての製造方法を適用した圧電デバイスの実施の形態を示しており、図１はその概略平面図、図２は図１のＢ－Ｂ線概略断面図、図３は図１の圧電デバイスで用いる圧電振動片の概略斜視図である。

図において、圧電デバイス３０は、圧電振動子を構成した例を示しており、圧電デバイス３０は、パッケージ３７内に圧電振動片３２を収容している。パッケージ３７は、例えば、後述するように、絶縁材料として、酸化アルミニウム質のセラミックグリーンシートを成形して形成される複数の基板を積層した後、焼結して形成されている。

【００２８】

すなわち、この実施形態では、パッケージ３７は、図２に示すように、第１の基板５５と第２の基板５６とを積層して形成されており、第２の基板５６の内側の材料を除去することで、内部空間５のスペースを形成している。この内部空間５が圧電振動片３２を収容するための収容空間である。そして、第１の基板５５が絶縁基体に相当し、この第１の基板５５に圧電振動片３２を接合している。

ここで、本実施形態では、箱状のパッケージ３７を形成して、圧電振動片３２を収容するようにしているが、例えば、絶縁基体として、１枚の基板を用意し、この１枚の基板に、第１の基板５５の電極部と同様の電極部を形成して圧電振動片３２を接合し、厚みの薄い箱状のリッドないしは蓋体をかぶせて封止して、全体として圧電振動片３２を収容するためのパッケージを構成するようにしてもよい。

あるいは、金属製の筒状のケース内に圧電振動片を収容し、圧電振動片と接続されたりードを外部に導出するプラグで気密に封止するようにしてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 9 】

パッケージ 3 7 の内部空間 S 内の図において左端部付近において、内部空間 S に露出して内側底部を構成する第 1 の基板 5 5 には、例えば、タングステンメタライズ上にニッケルメッキ及び金メッキで形成した電極部 3 1 , 3 1 が設けられている。

この電極部 3 1 , 3 1 は、図 2 に示す実装端子 4 1 , 4 2 と接続されており、外部から印加される駆動電圧を、圧電振動片 3 2 に供給するものである。具体的には、この実装端子 4 1 , 4 2 と電極部 3 1 , 3 1 は、パッケージ 3 7 外部をメタライズにより引き回したり、あるいは第 1 の基板 5 5 および第 2 の基板 5 6 の焼成前にタングステンメタライズ等を利用して形成した導電スルーホール 4 8 等で接続することで形成できる。

この各電極部 3 1 , 3 1 の上には、導電性接着剤 4 3 が塗布されて、圧電振動片 3 2 の基部 5 1 が接合されている。この導電性接着剤 4 3 としては、接合力を発揮する接着剤成分（バインダー成分）としての合成樹脂剤に、導電性のフィラー（銀製の細粒等の導電粒子を含む）および、所定の溶剤を含有させたものが使用できる。

【 0 0 3 0 】

圧電振動片 3 2 は、例えば水晶で形成されており、水晶以外にもタンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム等の圧電材料を利用することができる。本実施形態の場合、圧電振動片 3 2 は、小型に形成して、必要な性能を得るために、特に図示する形状とされている。

すなわち、圧電振動片 3 2 は、パッケージ 3 7 側と固定される基部 5 1 と、この基部 5 1 を基端として、図において右方に向けて、二股に別れて平行に延びる一対の振動腕 3 5 , 3 6 を備えており、全体が音叉のような形状とされた、所謂、音叉型圧電振動片が利用

【 0 0 3 1 】

図 3 は、圧電振動片 3 2 の拡大斜視図である。図示されているように、ここで、各振動腕 3 5 , 3 6 には、励振電極を形成している。すなわち、振動腕 3 5 の表裏面には励振電極 3 3 が形成されており、振動腕 3 6 には励振電極 3 4 が形成されている。これらの励振電極 3 3 と励振電極 3 4 は互いに分離された異極の電極である。これにより、励振電極 3 3 , 3 4 に駆動電圧が印加されることによって、駆動時に、各振動腕の内部の電界効率を高めることができる。

【 0 0 3 2 】

また、圧電振動片 3 2 の基部 5 1 の端部（図 1 では左端部）の幅方向両端付近には、上述したように、パッケージ 3 7 の電極部 3 1 , 3 1 と接続するための電極部として、引き出し電極 3 3 a , 3 4 a が形成されている。各引き出し電極 3 3 a , 3 4 a は、基部 5 1 の外縁を回り込んで、圧電振動片 3 2 の基部 5 1 の表裏に設けられている。これらの各引き出し電極 3 3 a , 3 4 a は、各励振電極 3 3 , 3 4 と接続されている。

【 0 0 3 3 】

これにより、引き出し電極 3 3 a , 3 4 a から、励振電極 3 3 , 3 4 に駆動電圧が印加されることにより、各振動腕 3 5 , 3 6 内で電界が適切に形成され、振動腕 3 5 , 3 6 の各先端部が互いに接近したり離間したりするように駆動されて、所定の周波数で振動する。

【 0 0 3 4 】

パッケージ 3 7 の開放された上端には、蓋体 4 0 が接合されることにより、封止されている。蓋体 4 0 は、好ましくは、パッケージ 3 7 に封止固定した後で、図 2 に示すように、外部からレーザ光 L B を圧電振動片 3 2 の金属被覆部もしくは励振電極の一部（図示せず）に照射して、質量削減方式により周波数調整を行うために、光を透過する材料、特に、薄板ガラスにより形成されている。

蓋体 4 0 として適するガラス材料としては、例えば、ダウンドロー法により製造される薄板ガラスとして、例えば、硼珪酸ガラスが使用される。

蓋体 4 0 が、ガラスにより形成される場合には、例えば、低融点ガラス等を利用した封止材 3 8 を利用して、パッケージ 3 7 に固定される。蓋体 4 0 が、コパール等の金属材料で形成される場合には、蓋体 4 0 はシーム溶接等の手法により、パッケージ 3 7 に対して

固定される。

【 0 0 3 5 】

(圧電デバイスの製造方法)

次に、圧電デバイス 3 0 の製造方法の実施形態を図 4 のフローチャートを参照しながら説明する。

まず、図 1 ないし図 3 で説明した蓋体 4 0 と、パッケージ 3 7 は、別々に形成しておく。

(蓋体およびパッケージの製造工程)

蓋体 4 0 の構造は上述の通りであり、透明なガラスで形成したり、金属材料として、例えばコパールなどを用いて、従来と同様の方法で作成することができる。

パッケージ 3 7 は、例えば、所定の溶液中にセラミックパウダを分散させ、バインダを添加して生成される混練物をシート状の長いテープ形状に成形し、これを所定の長さにカットして得た、所謂グリーンシートを用意する。

このグリーンシートは、上述した第 1 の基板 5 5 と、第 2 の基板 5 6 とを形成するために共通して使用することができる。すなわち、グリーンシートを利用して、上述した第 1 の基板 5 5 と第 2 の基板 5 6 とをそれぞれ成形し、電極部や導電パターンに対応する箇所には、導電ペースト、例えば、タングステンメタライズを塗布する。そして、各基板を積層して焼成後に、タングステンメタライズを下地として、ニッケル、および金を順次メッキして、これら電極部や導電パターンを形成する。

【 0 0 3 6 】

(圧電振動片の製造工程)

(外形形成エッチング工程)

図 5 ないし図 1 2 は圧電振動片 3 2 の製造工程を示すもので、以下の工程図は図 3 の C - C 線の位置に対応する図 5 の D - D 線切断端面に対応した箇所を示している。また、以下の説明では基板の表裏両面に同じ作業が進行するので、煩雑さを避けるため片側のみ説明する。

図 5 に示すように、水晶ウエハ等の圧電材料でなる基板 1 1 を用意し、その全面に、耐蝕膜 1 4 をフォトリソグラフィ、もしくはスパッタリングあるいは蒸着などの手法により形成する。(S T 1 1) 。

【 0 0 3 7 】

図 5 は、圧電材料の基板として用いられる水晶ウエハの形成例を示す概略平面図である。図において、水晶ウエハ 1 1 は、圧電振動片となる多数個の水晶個片 (ブランク) 3 2 - 1 を複数もしくは多数個形成できる大きさの適当な大きさにされた厚みの薄い矩形の板体である。この水晶ウエハは、水晶の結晶軸に対して、所定の角度で切り出されて形成されている。

水晶ウエハ 1 1 は、エッチングにより縦横に並ぶ多数の水晶個片 3 2 - 1 を同時に外形加工されるようになっており、これらを縦方向に分離する列を形成する内枠部 1 1 - 2 と、内枠部 1 1 - 2 と一体でなり、水晶ウエハ 1 1 の外周を囲む広い幅で残された外枠部 1 1 - 1 を有している。外枠部 1 1 - 1 と内枠部 1 1 - 2 は、加工中に水晶ウエハ 1 1 を支持するために、材料自体は完全にエッチングされずに残される支持部であり、そして、特に外枠部 1 1 - 1 は、加工中の支持に必要とされる強度を得るために所定の幅で形成されている。この実施形態では、この幅の広い外枠部 1 1 - 1 に後述する構造でなる電喰抑制パターン 7 0 が形成される。なお、電喰抑制パターン 7 0 は、外枠部 1 1 - 1 に限らず、外枠部 1 1 - 1 および / または内枠部 1 1 - 2 に形成してもよい。この水晶ウエハ 1 1 を対象として、図 6 以下の加工が進行する。

【 0 0 3 8 】

図 6 (a) に示す基板 (水晶ウエハ) 1 1 の表面に、図 6 (c) に示す耐蝕膜 1 4 が形成される。

すなわち、耐蝕膜 1 4 は、図 6 (b) に示すように、水晶材料 1 1 の表面に下地となる卑な金属 1 2 を形成し、その上に接触させて図 6 (c) に示すように、卑な金属 1 2 に接

10

20

30

40

50

触させて形成される貴な金属 13 となる層構造を有している。

基板 11 となる圧電材料として水晶を使用する場合に、金等を直接成膜することは困難なため、下地としてクロムを使用する。つまり、この実施形態では、耐蝕膜 14 としてクロム層の上に金属を重ねた金属膜を使用する。ここで、クロムは必ずしも「卑金属」、すなわち絶対的にイオン化傾向が高い金属ではないが、その上に成膜される金属との関係でイオン化傾向が高ければ、ここでいう「卑な金属」に相当する。したがって、卑な金属としては例えば、クロム (Cr) やチタン (Ti) 等が使用でき、貴な金属としては金 (Au) や銀 (Ag) 等が使用できる。ここでは卑な金属としてクロム層 12 を、貴な金属として金属 13 を用いている。例えば、クロム層 12 の厚みは 500 オングストローム、金属 13 の厚みも 500 オングストローム程度とする。

10

【0039】

(電喰抑制パターンの形成)

次に、図 5 で説明した電喰抑制パターン 70 を形成する (ST12)。

まず、図 6 (d) に示すように、耐蝕膜 14 の上に、卑な金属層 71 を形成する。この卑な金属層 71 は、電喰抑制パターンの第 3 のパターンとなる。すなわち、電喰抑制パターン 70 (図 5 参照) は、第 3 のパターンとしての卑な金属層 71 の下層に、耐蝕膜 14 の下地層としてのクロム層 12 を第 1 のパターンとして、さらにその上に積層された金属 13 を第 2 のパターンとして共有しており、さらにその上に積層された卑な金属層 71 が第 3 のパターンとされる。したがって、卑な金属層 71 は、共有するクロム層 12 および金属 13 を介して、耐蝕膜 14 と電氣的に接続されている。

20

【0040】

また、卑な金属層 71 は、その厚み t_2 が、第 1 のパターンであるクロム層 12 の厚み t_1 よりも、厚くなるように成膜される。例えば、第 1 のパターンであるクロム層 12 の厚み t_1 が、500 オングストロームである場合に、第 3 のパターンである卑な金属層 71 の厚み t_2 は 700 オングストローム程度とされる。

次に、フォトリソグラフィの工程を利用して、電喰抑制パターンを分離する。

すなわち、図 7 (e) に示すように、フォトリソグ (以下、「レジスト」という) 15-1 を全面にスピンコートなどの手法で均一に塗布する (ST13)。レジスト 15-1 としては例えば、ノボラック樹脂によるポジレジストを使用できる。

【0041】

30

次に、図 7 (e) において、所定の領域にマスク 72 を配置し、露光・現像して、感光したレジスト 15-1 を、図 7 (f) に示すように除去し、さらに、レジスト 15-1 から露出した卑な金属層 71 を後述するクロムのエッチングに適したエッチャントを用いて除去し、図 7 (g) に示すように、金属 13 を露出させる。ここで、図 7 (e) において、マスク 72 が配置される領域は、電喰抑制パターン 70 が形成される領域であり、例えば、図 5 における外枠部 11-1 の一部である。

(外形形成)

続いて、図 8 (h) に示すように、レジスト 15-1 を除去し、図 8 (i) に示すように、外形を形成するためのレジスト 15 を全面に塗布する (ST13)。そして、それぞれ振動腕 35, 36 (図 3 参照) に対応する幅のマスク 73, 73 を配置して外形アライメントを行い (ST14)、露光・現像して (ST15)、感光したレジスト 15 を図 8 (j) に示すように除去する。

40

(耐蝕膜の除去工程)

次に、図 9 (k) および図 9 (l) に示すように、露出した耐蝕膜を金属 13, クロム層 12 の順で、それぞれウエットエッチングにより除去する (ST16)。すなわち、例えば、ヨウ素とヨウ化カリウムの水溶液等を用いて、金属 13 b をエッチングし、次いで、クロム層 12 b をエッチングする。尚、ST16 は狭義の外形エッチングであり、狭義の外形エッチングは耐蝕膜の除去工程と同義である。

【0042】

ここで、図 9 (l) において、クロム層 12 a と金属 13 a、およびクロム層 12 b と

50

金属 13 b は、それぞれレジスト 15 a , 15 b を載せたまま、それぞれ接触状態で積層されており、各端面は並んでエッチング液にさらされる。ここで、一般に、電解溶液であるエッチング液中に互いに接触した卑な金属と、貴な金属とを露出させると、金属間に電位差が生じ、電池（局部電池、ガルバニ電池）が形成されるので、この工程におけるクロム層 12 a と金属 13 a ならびにクロム層 12 b と金属 13 b もそれぞれ、この条件における卑な金属と貴な金属に該当する。このため、この実施形態では、好ましくは、エッチング液として金属間電位差をより小さくし、および / または卑な金属の露出面に絶縁膜あるいは不動態皮膜である酸化膜を形成できる液体を使用する。これにより、卑な金属からエッチング液を通り、貴な金属への電流の流れを阻害することで、ガルバニ電池が形成されることを回避し、その結果、卑な金属であるクロム層 12 a , クロム層 12 b のサイドエッチングを極力回避することができる。

10

【0043】

具体的には、第 1 のエッチング液として硝酸第 2 セリウムアンモニウム（ $\text{Ce}(\text{NH}_4)_2(\text{NO}_3)_6$ ）と、硝酸（ HNO_3 ）と、水を混合した液体を使用することができる。この溶液中、硝酸第 2 セリウムアンモニウムは、クロムをエッチングする作用を発揮するための主成分である。また、硝酸は金属間電位差をより小さくするとともに、濃度に応じて絶縁膜を形成することができる。

【0044】

そして、好ましくは、第 1 のエッチング液には、硝酸第 2 セリウムアンモニウムを 5 ないし 20 重量パーセント、硝酸を 35 ないし 55 重量パーセント含有させる。この場合、硝酸濃度が 35 重量パーセント未満であると、金属間電位差を十分小さくすることができず、クロムのサイドエッチングを十分抑制できない。また、硝酸濃度が 55 重量パーセントを超えると、エッチング作用を発揮するための主剤である硝酸第 2 セリウムアンモニウムの溶解度が低くなり、エッチングレートが非効率なレベルに低くなる。そして、硝酸濃度との対応により、硝酸第 2 セリウムアンモニウムの溶解量の上限から、その組成比は 20 重量パーセントを超えることはなく、また、下限値も 5 重量パーセントより低い濃度は実用上のレートとならない。

20

【0045】

また、ST16 の耐蝕膜のエッチング工程に使用される他のエッチング液としての第 2 のエッチング液は、硝酸第 2 セリウムアンモニウムと、酢酸（ CH_3COOH ）と、水を混合した液体である。第 2 のエッチング液の成分中、硝酸第 2 セリウムアンモニウムは、クロムをエッチングする作用を発揮するための主成分である。また、酢酸は金属間電位差をより小さくするとともに、濃度に応じて絶縁膜を形成することができる。

30

【0046】

そして、好ましくは、第 2 のエッチング液には、硝酸第 2 セリウムアンモニウムを 5 ないし 20 重量パーセント、酢酸を 40 ないし 60 重量パーセント含有させる。この場合、酢酸濃度が 40 重量パーセント未満であると、金属間電位差を十分小さくすることができず、クロムのサイドエッチングを十分抑制できない。また、酢酸濃度が 60 重量パーセントを超えると、エッチング作用を発揮するための主剤である硝酸第 2 セリウムアンモニウムの溶解度が低くなり、エッチングレートが非効率なレベルに低くなる。そして、酢酸濃度との対応により、硝酸第 2 セリウムアンモニウムの溶解量の上限から、その組成比は 20 重量パーセントを超えることはなく、また、下限値も 5 重量パーセントより低い濃度は実用上のレートとならない。

40

【0047】

これに加えて、図 9 (1) に示すように、この実施形態では、電喰抑制パターン 70 が残されている。

つまり、耐蝕膜 14 のエッチングによる除去終了時に電喰抑制パターン 70 の第 3 のパターン 71（卑な金属層）は、図 6 (d) で説明したように、耐蝕膜 14 のクロム層 12 より厚く形成されている関係から、このクロム層 12 のエッチングが終了した時点で、図 9 (1) に示されているように、僅かな厚みで残っている。

50

このように、電喰抑制パターン 70 の第 3 のパターン 71 の一部を残すようにし、このクロム層なる卑な金属が電界液中に露出される面積を確実に増大させて、耐蝕膜 14 の下層であるクロム層 12a, 12b に対するサイドエッチングを抑制することができる。

【0048】

すなわち、P；金属に接触後のクロム層の腐食速度、P0；クロム層単独での腐食速度、A；クロム層の表面積、B；金属の表面積とすると、

腐食速度 $P = P0 (1 + B / A) \cdots \cdots$ 式 1

となることから、このような異種金属接触腐食を抑制するには、クロム層と金属との間の電位差を小さくするか、あるいは式 1 に従って、電界溶液中に露出されるクロム層の面積 A を大きくし、もしくは、金属の面積 B を小さくすることが有効である。

10

この実施形態では、エッチング液について、上述のものを使用することにより、クロム層と金属との間の電位差を小さくし、電喰抑制パターン 70 を用いることにより、電界溶液中に露出されるクロム層の面積 A を大きくし、もしくは、金属の面積 B を小さくすることとして、クロム層のサイドエッチングを確実に抑制することができる。

尚、エッチングを従来のもの、例えば、過塩素酸と硝酸第 2 セリウムアンモニウムと水によるものを使用して、電喰抑制パターン 70 を形成した場合においても、クロム層のサイドエッチングを大きく抑制することができるものである。

【0049】

次に、例えば、フッ酸溶液をエッチング液として、レジスト 15a、15b および耐蝕膜から露出した水晶材料を除去して、圧電振動片の外形のエッチングを行う（ST17，水晶エッチング工程）。このエッチング工程は、6 時間ないし 15 時間のウェットエッチングで、フッ酸溶液の濃度や種類、温度等により変化する。この実施形態では、エッチング液として、例えば、フッ酸、フッ化アンモニウムを用いて、12 時間程度でエッチング工程が完了する。このエッチング時間を調整することで、周波数を調整することができる。そして、不要となったレジスト 15 と耐蝕膜 14 を除去することにより図 9（m）に示すように、図 3 の振動腕 35，36 にそれぞれ対応した部分 11a，11b が形成される。

20

かくして、この製造方法では、耐蝕膜 14 のクロム層 12 のサイドエッチングを防止もしくはごく僅かなエッチング量に止めることができる。

なお、ここまでの構成において、図 3 の各振動腕 35，36 に、その表裏面に長さ方向に沿った長溝（図示せず）を形成する場合には、以上の外形エッチング工程に、さらに溝部のパターンニングを行い、同様の手法でハーフエッチングすることにより、形成することができる。

30

【0050】

（電極形成工程）

続いて、部分 11a，11b を純水で洗浄し（ST18）、図 10（n）に示すように、部分 11a，11b の全面に駆動電極としての励振電極や引出し電極を形成するための金属膜 24 を蒸着またはスパッタリング等の手法により形成する。この金属膜 24 は、2 層構造とすることができ、耐蝕膜 14 と同様に、卑な金属と貴な金属を積層して形成することができる。ここでは、下地となるクロム層 22 と、金属 23 とで構成する（ST19）。以下の電極形成工程は、部分 11a、11b について、それぞれ同じであるから、部分 11b についてだけ符号を付して説明する。

40

そして、この場合、駆動電極を構成する金属膜が、耐蝕膜 14 の場合と同様に、卑な金属と貴な金属を積層した構成であることから、図 5 の水晶ウエハ 11 の内枠部 11-2 および / または外枠部 11-1 に、すでに説明したのと同様な電喰抑制パターン 70 を形成するようにしてもよい。この場合、各ブランクは、その基部 51（図 3 参照）の中央付近で、内枠部 11-2 と僅かに接続されているから、各振動腕 35，36 に形成される駆動電極を構成するための金属膜と電喰抑制パターン 70 とを電氣的に接続することができるものである。

【0051】

50

次いで、図10(o)に示すように、全面にレジスト25を塗布し(ST20)、図10(p)に示すように、図3で示した電極パターンと対応したフォトリソマスク26a, 26b, 26cを配置して(ST21)、紫外線で露光・現像する(ST22)。図10(q)に示すように、感光したレジストを除去して、残るレジストは電極パターンと対応したレジスト25a, 25b, 25cとされる。

【0052】

次いで、図11(r)に示すように、電極となる金属膜24のエッチングを行う(ST23)。すなわち、電極パターンと対応したレジスト25a, 25b, 25cから露出した金属膜24がエッチングされることで、クロム層22a, 22b, 22cに分離され、その上の金属膜も符号23a, 23b, 23cに示すように、パターンとして形成される。この際に、金属膜24は、上述した耐蝕膜14と全く同じであるから、クロム層はサイドエッチングSW2が進行することを防止する必要がある。そこで、ST16で用いたのと全く同じエッチング液を用いることにより、この工程でもサイドエッチングはほとんど形成されないか、ごく僅かなエッチング量に止めることができる。

さらに、上述したように、電喰抑制パターン70を形成しておくことにより、外形エッチング工程における耐蝕膜除去工程で説明したのと同様の理由により、より確実にクロム層22a, 22b, 22cのサイドエッチングを防止することができる。

【0053】

続いて、図11(s)に示すように、レジストを除去する(ST24)ことによって、振動腕35, 36に関して、励振電極33, 34が正確な電極幅で形成される。

さらに、図11(t)に示すように、各振動腕35, 36の先端部に、金、もしくは金および銀により金属膜45, 46を蒸着により形成することで先端部の質量を調整して、周波数を合わせる(ST25)。

さらに、圧電振動片32の表面に拡散、露出したクロムをエッチングで除去し(ST26)、レーザ光LBを金属膜45, 46に照射して、図11(u)の符号45a, 46aに示されているように、金属膜の一部を蒸散させ、質量削減方式による周波数調整を行う(ST27)。

以上により圧電振動片32が完成する。

【0054】

次に、図2で説明したように、圧電振動片32の基部51を、電極部31, 31に塗布した導電性接着剤43, 43の上に載置して、導電性接着剤43, 43を硬化させることにより圧電振動片32を電極部31, 31に対して接合する(ST28)。続いて、真空チャンバー内などに圧電振動片32を収容したパッケージ37を移し、蓋体40を封止材38により接合する(ST29)。

続いて、図2で既に説明したように、蓋体40の外部から圧電振動片32の各振動腕35, 36の先端部の金属膜(図11(u)参照)にレーザ光LBを照射して、金属膜の一部を蒸散させ、質量削減方式による周波数調整を行う(ST30)。最後に圧電デバイス30の駆動特性などの検査を行い(ST31)、圧電デバイス30を完成する。

【0055】

以上説明したように、本実施形態の製造方法によれば、圧電デバイス30の圧電振動片32は、これを製造する過程で利用される耐蝕膜の下層であるクロム層を除去する過程で、サイドエッチングが有効に防止され、正確な外形を形成することができる。これにより、サイドエッチングを原因とした周波数シフトが生じない高品質な圧電振動片32および圧電デバイス30を形成することができる。また、電極形成工程においても、電極膜の下層であるクロム層のサイドエッチングを防止することができるので、電極膜が剥がれてショートしたり、剥がれて分離した電極膜の再付着により、短絡を生じるといった事態を有効に回避することができ、この点においても高品質の製品を提供することができる。

【0056】

図12は、上述した製造工程において、図6(c)の耐蝕膜14の形成に続いて、電喰抑制パターン70をスパッタリングや蒸着により形成する形成例を示している。

図示されているように、電喰抑制パターン70を形成すべき領域を露出したマスク75を用意し、卑な金属、例えばクロムをスパッタリングもしくは蒸着により成膜する。これにより、図8(i)の工程に移行することができ、より製造工程を簡略にすることができる利点がある。

【0057】

本発明は上述の実施形態に限定されない。実施形態の各構成はこれらを適宜省略したり、図示しない他の構成と組み合わせることができる。

また、この発明は、ケースもしくはパッケージや箱状の蓋体に被われるようにして、内部に圧電振動片を収容するものであれば、圧電振動子、圧電発振器等の名称にかかわらず、全ての圧電デバイスに適用することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0058】

【図1】本発明の圧電デバイスの実施形態を示す概略平面図。

【図2】図1のB-B線概略断面図。

【図3】図1の圧電デバイスに使用される圧電振動片の概略斜視図。

【図4】図1の圧電デバイスの製造方法の実施形態を示すフローチャート。

【図5】図1の圧電デバイスの製造工程における水晶ウエハの概略平面図。

【図6】図1の圧電デバイスの製造工程を順次示す説明図。

【図7】図1の圧電デバイスの製造工程を順次示す説明図。

【図8】図1の圧電デバイスの製造工程を順次示す説明図。

20

【図9】図1の圧電デバイスの製造工程を順次示す説明図。

【図10】図1の圧電デバイスの製造工程を順次示す説明図。

【図11】図1の圧電デバイスの製造工程を順次示す説明図。

【図12】図1の圧電デバイスの製造工程の一部を示す説明図。

【図13】従来の圧電振動片の概略平面図。

【図14】図13の圧電振動片の製造工程の例を示す工程図。

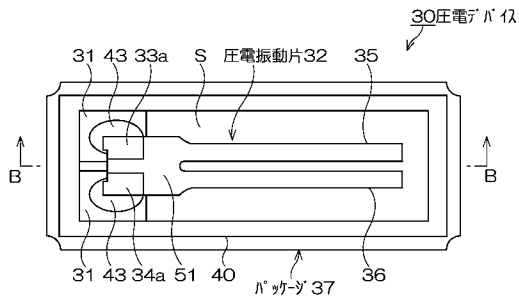
【符号の説明】

【0059】

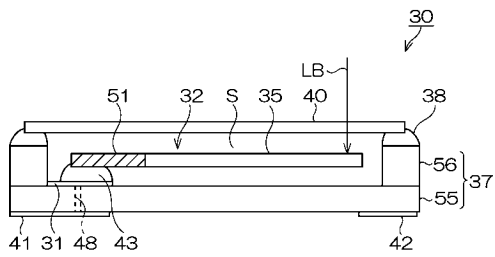
11・・・基板、14・・・耐蝕膜、15・・・レジスト、30・・・圧電デバイス、32・・・圧電振動片、35, 36・・・振動腕、31・・・電極部、55・・・第1の基板、56・・・第2の基板、70・・・電喰抑制パターン。

30

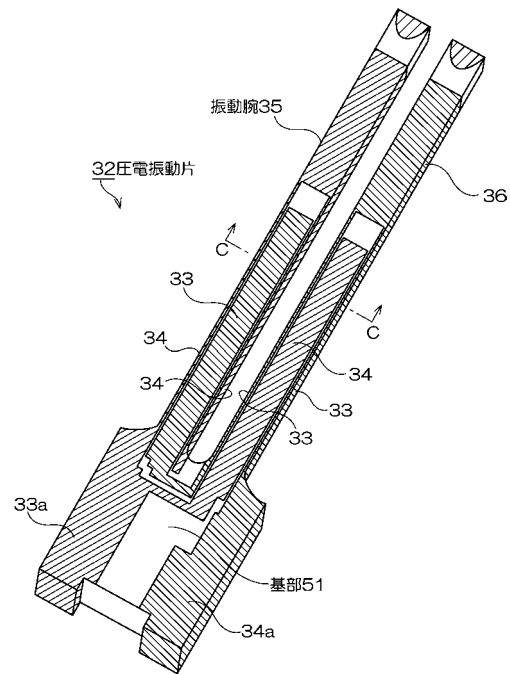
【図 1】



【図 2】



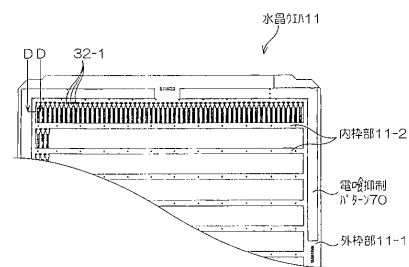
【図 3】



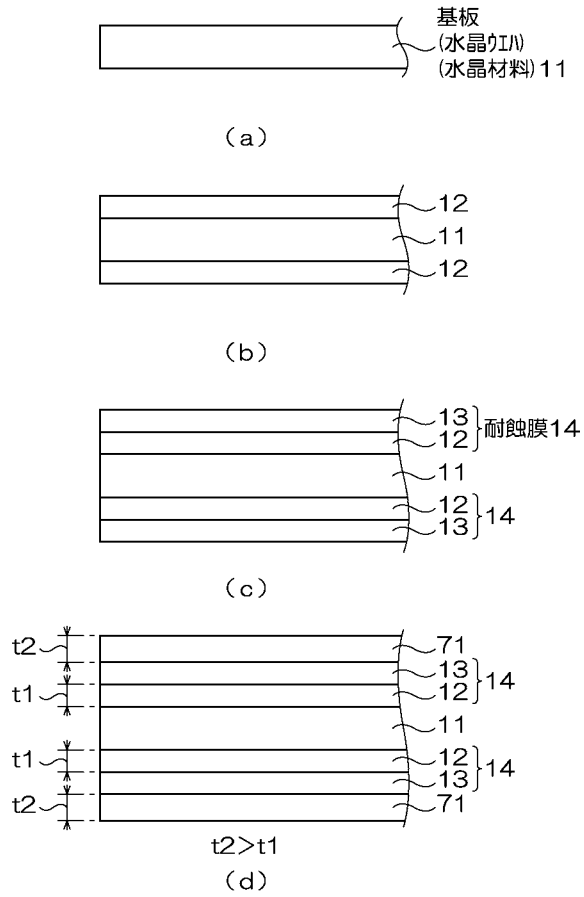
【図 4】



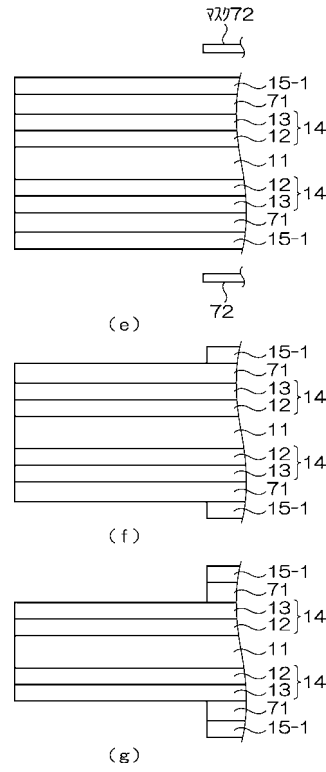
【図 5】



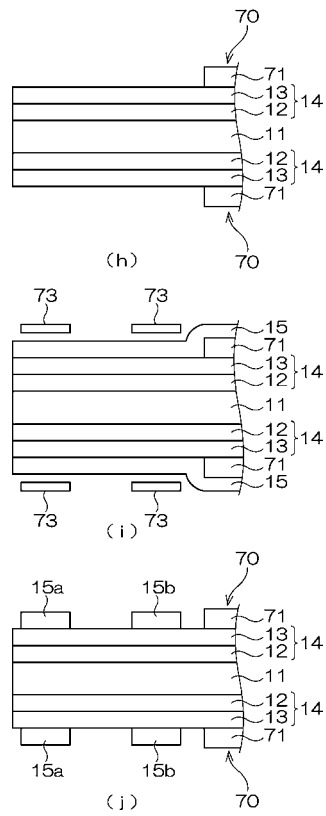
【図 6】



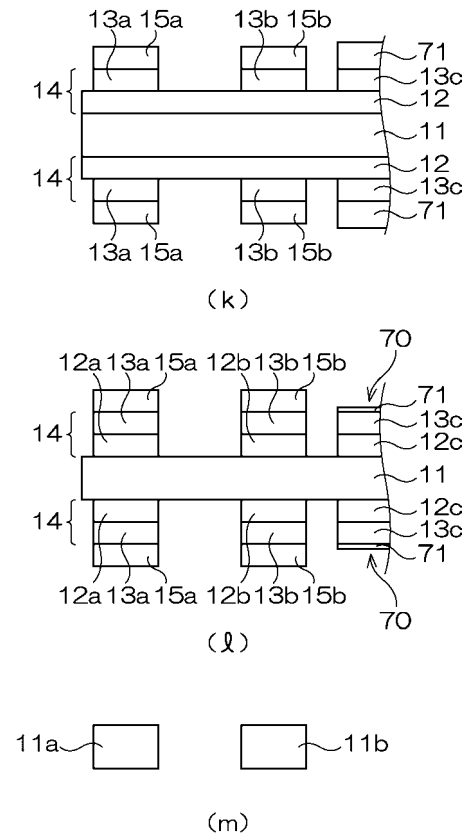
【図 7】



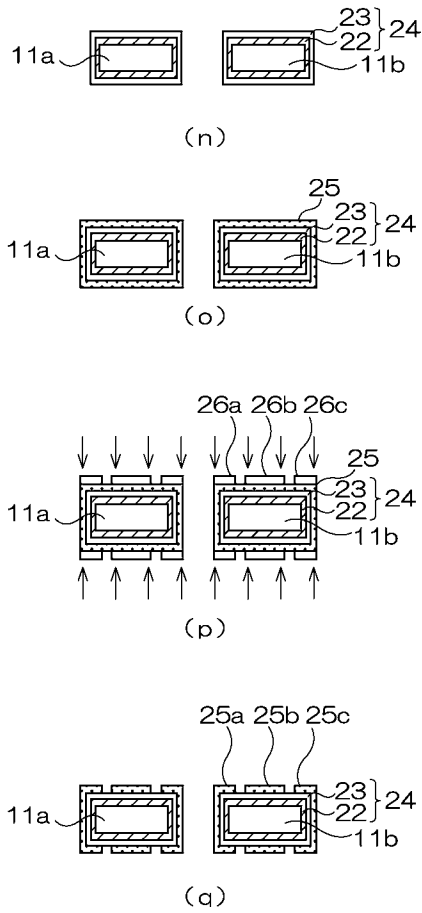
【図 8】



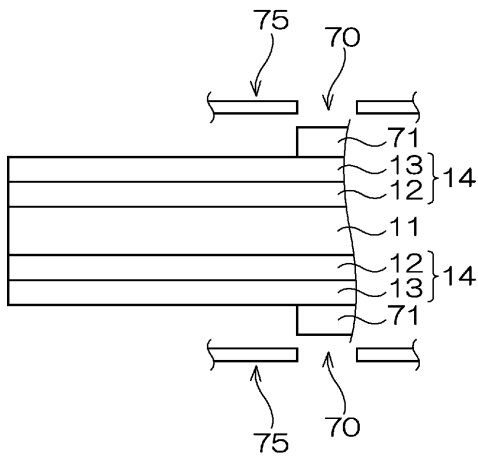
【図 9】



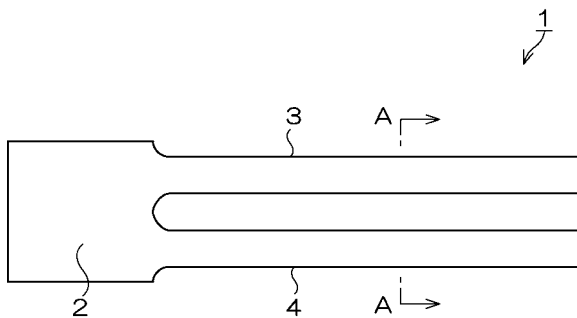
【図 10】



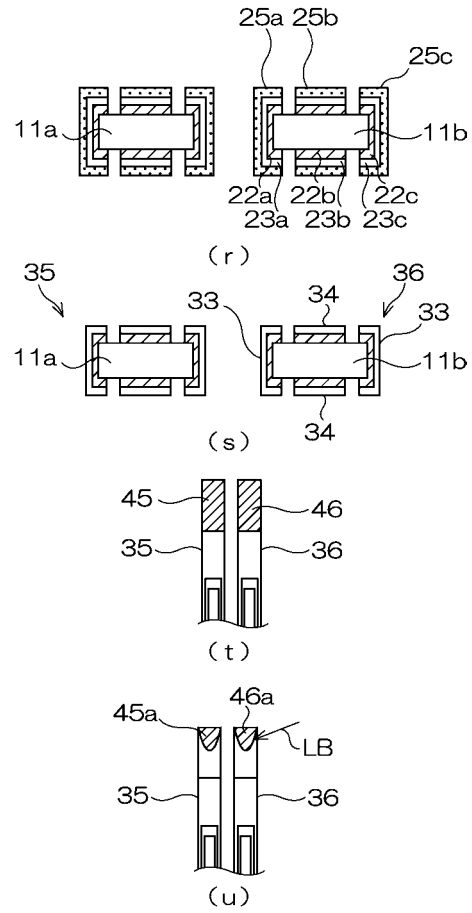
【図 12】



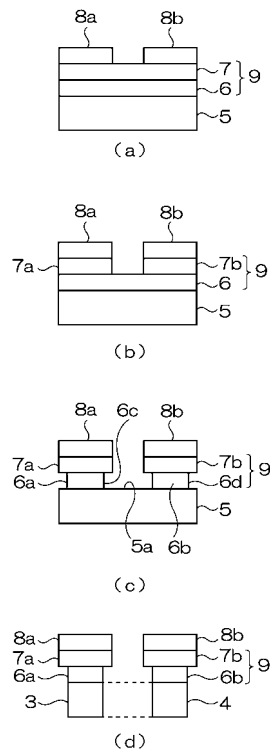
【図 13】



【図 11】



【図 14】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2003-204234(JP,A)
特開2003-347885(JP,A)
特開昭57-028415(JP,A)
特開昭59-061210(JP,A)
特開昭51-032289(JP,A)
特開平02-257635(JP,A)
特開平06-208987(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03H3/007-H03H3/10、H03H9/00-9/76、H01L41/09、
H01L41/18、H01L41/22