(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3709113号

(P3709113)

(45)発行日　平成17年10月19日(2005.10.19)　(24)登録日　平成17年8月12日(2005.8.12)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
H03H 9/215	H03H	9/215	
H03H 3/02	H03H	3/02	B
H03H 9/02	H03H	9/02	A
H03H 9/10	H03H	9/10	

請求項の数 8　(全 8 頁)

(21)出願番号　特願平11-363038
(22)出願日　平成11年12月21日(1999.12.21)
(65)公開番号　特開2001-177373(P2001-177373A)
(43)公開日　平成13年6月29日(2001.6.29)
審査請求日　平成15年4月2日(2003.4.2)

(73)特許権者　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　100079212
弁理士　松下　義治
(72)発明者　白石　政良
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メンツ株式会社内
(72)発明者　荒武　潔
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メンツ株式会社内

審査官　井上　弘亘

最終頁に続く

(54)【発明の名称】圧電振動子とその製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

励振電極膜が形成された圧電振動片と、その基端部に一体的に接続されて前記圧電振動片の周囲を囲む枠状部とを有する圧電振動板と、

前記圧電振動片の振動を妨げることなく気密封止するために、前記圧電振動板の両面側に設けられた一対の蓋体と、

前記枠状部の上下面に形成された接合膜と、

前記一対の蓋体に形成された接合電極膜と、

前記接合膜と前記接合電極膜の間に設けられた接合層とを備え、

前記圧電振動板と前記一対の蓋体は、前記接合層を用いた陽極接合により接合されたことを特徴とする圧電振動子。

【請求項２】

前記圧電振動板と前記一対の蓋体が同一の熱膨張係数であることを特徴とする請求項１に記載の圧電振動子。

【請求項３】

前記接合電極膜が金属膜であることを特徴とする請求項１または２に記載の圧電振動子。

【請求項４】

前記接合層が硬質ガラスやソーダライムガラスからなることを特徴とする請求項１乃至３のいずれか一項に記載の圧電振動子。

【請求項５】
前記接合電極膜と前記接合膜が同一材料からなることを特徴とする請求項１乃至４のいずれか一項に記載の圧電振動子。
【請求項６】
圧電振動片と、その周囲を囲む枠状部が一体的に形成された圧電振動板に金属膜を形成する工程と、
前記金属膜をパターニングして前記枠状部に接合膜を形成する工程と、
蓋体に接合電極膜を形成する工程と、
前記接合電極膜上に接合層を形成する工程と、
前記一対の蓋体と前記圧電振動板が積層するように、前記接合層を介して前記接合膜と前記接合電極膜とを対向させ、前記接合膜を用いた陽極接合により前記圧電振動板と前記一対の蓋体とを接合する工程と、を備えることを特徴とする圧電振動子の製造方法。
【請求項７】
前記接合層を硬質ガラスとし、前記陽極接合の際の温度を２５０～４００℃とするとともに、前記接合電極膜と前記接合膜に０．５～５．０ｋＶの電圧を印加することを特徴とする請求項６に記載の圧電振動子の製造方法。
【請求項８】
前記接合層をソーダライムガラスとし、前記陽極接合の際の温度を１００～３００℃とするとともに、前記接合電極膜と前記接合膜に０．５～５．０ｋＶの電圧を印加することを特徴とする請求項６に記載の圧電振動子の製造方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、圧電振動片を蓋体で気密封止した圧電振動子の製造方法に関し、特に、陽極接合を用いた圧電振動子の製造方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】
図７に示すように、従来の表面実装型の圧電振動子５０は、圧電振動片５１とこの圧電振動片５１の一端を固定する容器５２と、容器５２を封止する蓋体５６とからなる。
圧電振動片５１が固定される容器５２は、圧電振動片５１の振動を妨げない程度の空間を画成する凹部５３を有し、この凹部５３内には他の部分よりも深さの浅い段差部５４が設けられている。圧電振動片５１は、このような容器５２の段差部５４の上面に半田材又は導電性接着剤等の接着層５５によって固定される。そして、この容器５２は、上部に圧電振動片５１の固定と同様の接着層５７によって蓋体５６が接合され、圧電振動片５１が容器５２の凹部５３内に気密封止される。
【０００３】
また、もう一つの従来技術としては、陽極接合を用いた圧電振動子が挙げられるが、製品化された例は未だ無い。これは陽極接合を用いる場合には、貼り合わせる部材の熱膨張率の差が小さいことが求められるからである。例えば、パイレックスガラスの熱膨張率は３．２５ppm／℃であり、水晶の熱膨張率が１１～14ppm／℃である。これらを３００℃以上の高温で接合し、室温まで冷却した場合には割れやひびが発生し実用化は難しい。
【０００４】
【発明が解決しようとする課題】
図７に示すような従来の表面実装型の圧電振動子では、容器５２、接着層５５と圧電振動片５１の熱膨張係数に差があり、温度によって圧電振動片５１に加わる応力が変化する。これにより、圧電振動片の共振または発振周波数が変化するといった問題がある。
【０００５】
本発明は、このような事情に鑑み、圧電振動子の特性を低下させることのない圧電振動子およびその製造方法を提供することを課題とする。
さらに、部材の選択と構造を改良することにより、割れやひびが発生しない陽極接合を用

いた圧電振動子を提供することを課題とする。
【０００６】
【課題を解決するための手段】
上記課題を解決する本発明の第１の態様は、圧電振動片と、その基端部に一体的に接続されて前記圧電振動片の周囲を囲む枠状部とを有する圧電振動板と、圧電振動片の上下面に形成された励振電極膜と、枠状部の上下面に形成された接合膜と、前記圧電振動板の両面側に、前記圧電振動片の振動を妨げることなく前記圧電振動片を気密封止する一対の蓋体を接合する圧電振動子において、当該圧電振動板と当該一対の蓋体が同一の熱膨張係数であり、且つ前記一対の蓋体が接合電極膜と接合層を有することを特徴とする圧電振動子である。
【０００７】
本発明の第２の態様は、第１の態様において、接合電極膜がクロム、アルミニウム及びそれぞれの合金からなる群から選択され、接合層が硬質ガラスやソーダライムガラスからなることを特徴とする圧電振動子である。
本発明の上記両形態とも、圧電振動板の両側表面に略全面に亘って金属膜を形成するステップと、金属膜をパターニングして圧電振動片に励振電極膜を形成すると共に枠状部に対応する領域に前記一対の蓋体と接合される接合膜を形成するステップと、蓋体の片側表面に接合電極膜を形成するステップと、蓋体の接合電極膜を形成した表面の全面に接合層を形成するステップと、接合膜を介して圧電振動板と前記一対の蓋体とを積層し、接合層が硬質ガラスの場合には温度を２５０～４００℃とし、接合層がソーダライムガラスの場合には温度を１００～３００℃とすると共に接合電極膜と接合膜とに圧電振動板側を正極として０．５～５．０ｋＶの電圧を印加するステップとを具備することを特徴とする圧電振動子の製造方法にある。
【０００８】
【発明の実施の形態】
以下、図面に基づいて本発明を詳細に説明する。
図１は、圧電振動子の一例を示す分解斜視図であり、図２は、その断面図である。
本実施形態の圧電振動子は、例えば、水晶（SiO_2）からなる音叉型の水晶振動片を有する水晶振動子であり、図１に示すように、水晶振動片１１を有する水晶振動板１２と、この水晶振動板１２の両面に接合されて水晶振動片１１を振動可能な状態で気密封止する一対の蓋体１４ａと蓋体１４ｂとを具備する。
【０００９】
水晶振動板１２は、音叉型の水晶振動片１１と、その基端部５０と一体的に接続され水晶振動片１１の周囲を囲む枠状部１５を有する。
また、図２に示すように、水晶振動片１１を振動させるために、水晶振動片１１は枠状部１５より板厚が薄くなっている。水晶振動片１１の加工方法はエッチングや噴射加工などから任意に選択できる。本実施形態では、音叉型の水晶振動片１１を表裏両面にエッチングを施し形成した。
【００１０】
更に、水晶振動子片１１の表、裏面及び側面に励振電極膜１６ａ、励振電極膜１６ｂが設けられる。枠状部１５に対応する領域の表、裏面には励振電極膜１６ａ、励振電極膜１６ｂと同一材料からなり、水晶振動板１２と蓋体１４ａと蓋体１４ｂとの接合に用いられる接合膜１７が設けられる。励振電極膜１６ａ、励振電極膜１６ｂは、水晶振動板１２の端部まで延設され、励振電極膜１６ａと同じ側の枠状部１５上面の接合膜１７の一部である端子接続用接合膜１７ａ、端子接続用接合膜１７ｂにそれぞれ接続される。本願発明では接合膜１７は蓋体との接合と励振電極引き出しのリード電極の両方の役割を果たす。
【００１１】
一対の蓋体１４ａと蓋体１４ｂは、例えば、水晶振動板１２と同じカット角で切り出された水晶板である。水晶板はカット角により出来る面の熱膨張率が変化する。例えば、図６に示すような、あるカット角で切断された水晶板３３の矢印３１の短手方向と矢印３２の

長手方向の熱膨張率は、別のカット角で切断された振動板の熱膨張率と必ずしも同じとは限らない。カット角を合わせることにより接合面での残留応力を最小とでき、割れやひびといった問題を解決できる。

【００１２】

蓋体１４ａと蓋体１４ｂは図２に示すように、水晶振動板１２と対向する面上に接合電極膜２１と、接合電極膜２１の上面に接合層２２を有する。蓋体１４ｂには励振電極膜１６ａと励振電極膜１６ｂとを水晶振動子外部に引き出すために、スルーホール６０、スルーホール６１が蓋体１４ｂ上の接合電極膜２１と接合層２２を貫通して設けられる。スルーホール６０、６１内には接合電極膜２１は極性の異なるリード電極１８ａとリード電極１８ｂが形成されるが、接合電極膜２１によりリード電極同士が電気的に短絡しないように形成してある。本実施形態では、スルーホール６０、スルーホール６１の周囲に接合電極膜２１を形成しないようにパターニングすることでリード電極同士を絶縁している。

【００１３】

そして、この蓋体１４ａと蓋体１４ｂ上の接合層２２と枠状部１５上の接合膜１７が、詳しくは後述するが、いわゆる陽極接合により接合され、水晶振動板１２と蓋体１４ａと蓋体１４ｂとが接合される。そして本実施形態では、一方の極である励振電極膜１６ａは、接合膜１７の一部にあたる端子接続用接合膜１７ａを介して、蓋体１４ｂのスルーホール６０上に成膜されたリード電極１８ａに接続される。他方の極となる励振電極膜１６ｂは、図示はしていないが水晶振動片１１の側面に設けられた電極を介して接合膜１７の一部にあたる端子接続用接合膜１７ｂまで延設され、蓋体１４ｂのスルーホール６１上に成膜されたリード電極１８ｂに接続される。端子接続用接合膜１７ａと端子接続用接合膜１７ｂはお互いに短絡しないように接合膜１７の一部に設けられる。

【００１４】

なお、図示はしていないが、水晶振動板１２の枠状部１５の両面の接合膜１７は少なくとも一部が、両面においてそれぞれ水晶振動片１１を取り囲むように枠状部１５に形成されている。接合後は水晶振動片１１が枠状部１５より薄くなっていることにより、水晶振動板１２と上下の接合層２２との間に出来る空間は気密に封止されるようになっている。

【００１５】

以下、このような水晶振動子の製造工程について説明する。なお、図３は、本実施形態に係る圧電振動子の製造工程を示す断面図である。

まず、図３（ａ）に示すように、水晶振動板１２となる水晶板の枠状部１５を除きエッチングし、実際の駆動部である水晶振動片１１が振動できる空間と枠状部１５を形成する。

【００１６】

次いで、図３（ｂ）に示すように、図３（ａ）でエッチングした部分をさらにエッチングし、水晶振動片１１を形成する。

次いで、図３（ｃ）に示すように、水晶振動板１２の両側表面に、それぞれ略全面に亘って金属膜２０をスパッタリング等によって成膜する。この金属膜２０は、水晶振動片１１を振動させるための励振電極膜１６ａと励振電極膜１６ｂ、励振電極膜１６ａと励振電極膜１６ｂに接続される端子接続用接合膜１７ａ、端子接続用接合膜１７ｂ、及び蓋体１４ａと蓋体１４ｂとの実際の接合に用いる接合膜１７を構成する膜であり、その材質は特に限定されないが、例えば、クロム、アルミニウム及びそれぞれの合金が好ましいが、クロムを用いることが特に好ましい。

【００１７】

次に、図３（ｄ）に示すように、金属膜２０をパターニングして、励振電極膜１６ａ、励振電極膜１６ｂ、その周囲の枠状部１５に対応する部分に全周に亘って接合膜１７、および図示はしていないが、励振電極膜１６ａを形成した側の枠上部１５上面の接合膜１７の一部に端子接続用接合膜１７ａと端子接続用接合膜１７ｂを形成する。

【００１８】

図２に示すように、蓋体１４ａ、蓋体１４ｂの水晶振動板１２と対向する面上に接合電極膜２１をスパッタリングや蒸着により成膜する。接合電極膜２１はクロム、アルミニウム

及びそれぞれの合金が好ましいが、例えば、蓋体１４ａ、蓋体１４ｂとの密着性などからクロムを用いることが特に好ましい。
また、接合電極膜２１は接合膜１７と接合層２２を陽極接合する際に電極として機能するものであり、水晶振動片１１の上下に位置する部分には形成しなくとも良い。
【００１９】
次に、接合電極膜２１の上に接合層２２をスパッタリングや蒸着により成膜する。接合層２２は硬質ガラスやソーダライムガラスなどからなり、陽極接合の条件から絶縁破壊しない膜厚とする。
蓋体１４ｂには端子接続用接合膜１７ａと端子接続用接合膜１７ｂと対向する位置にスルーホール６０とスルーホール６１が蓋体１４ｂ上の接合電極膜２１と接合層２２を貫通して設けられるが、スルーホール６０、６１内に極性の異なるリード電極１８ａとリード電極１８ｂが形成された際に接合電極膜２１によりリード電極同士が電気的に短絡しないようにする必要がある。例えば本実施形態では、スルーホール６０とスルーホール６１の周囲に接合電極膜２１を形成しないようにパターニングすることでリード電極同士を絶縁している。絶縁はスルーホール６０とスルーホール６１のうち少なくとも一方が絶縁されていればよい。
【００２０】
次いで、上述したように形成した一対の蓋体１４ａ、１４ｂと水晶振動板１２を図４に示すように水晶振動板１２を一対の蓋体１４ａと蓋体１４ｂにより挟持するように真空中で重ね合わせ陽極接合によって接合する。このとき、各部材を１００℃～４００℃に加熱すると共に、水晶振動板１２の各面の接合膜１７と接合電極膜２１とに、接合膜１７側が陽極となるように直流電源４０によってそれぞれ０．５～５．０ｋＶの直流電圧を印加することが好ましい。例えば、本実施形態では、各部材を約３００℃に加熱すると共に約１．０ｋＶの直流電圧を印加した。
【００２１】
そして、接合膜１７と接合層２２を陽極接合することにより、水晶振動板１２と蓋体１４とが良好に接合される。水晶振動板１２と一対の蓋体１４は同一材質で、且つ同一のカット角であるので、水晶板の熱膨張率が同一であり、接合後の残留応力を最小とできる。つまり、熱膨張率の差によるクラックや割れなどが発生することはない。
【００２２】
なお、実際には、水晶振動片１１や励振電極膜１６ａ、１６ｂ、接合膜１７等を形成した水晶振動板１２を複数形成した水晶基板を、複数の水晶振動板１２に対応した位置に接合電極膜２１と接合層２２等を形成した蓋体１４ａ、蓋体１４ｂをそれぞれ複数形成した蓋体形成基板で挟持するように重ね合わせ陽極接合した後、所定の位置で切断することにより個別の水晶振動子となる。
【００２３】
以上のように、本実施形態では、水晶振動板１２と各蓋体１４ａと蓋体１４ｂを陽極接合によって接合し、水晶振動片１１を気密封止するようにしたので、脱ガス等が起こらず、真空度が低下する虞がない。また、励振電極膜１６ａ、１６ｂと端子接続用接合膜１７ａ、１７ｂおよび接合膜１７とを同一材料で形成するようにしたため、これらを一度に形成することができ、製造工程を簡略化することができる。
【００２４】
また、上述の実施形態では、水晶振動板１２に２回のエッチングにより水晶振動片１１と枠状部１５に段差を設け、水晶振動片１１の振動を阻害しない程度の空間を形成するようにしたが、これに限定されず、例えば、図5に示すように、蓋体１４ａと蓋体１４ｂにそれぞれ凹部７０、７１を設け、水晶振動片１１の振動を阻害しない程度の空間を形成するようにしてもよい。
【００２５】
さらに、上述の実施形態では、圧電振動板を水晶で形成するようにしたが、これに限定されず、例えば、セラミック等で形成してもよい。

また、上述の実施形態では、それぞれ陽極接合が可能なように成膜された一対の蓋体１４ａと蓋体１４ｂと水晶振動板１２を同時に接合したが、これに限定されず、蓋体１４ａと蓋体１４ｂを同時ではなく個別に接合してもよい。

【００２６】

これらの何れの構造であっても、上述したように、圧電振動子と蓋体とを確実且つ容易に接合することができる。

【００２７】

【発明の効果】

以上説明したように本発明では、圧電振動板の表面に励振電極膜と同一材料からなる接合膜を形成し、蓋体には接合電極膜と接合層を形成し、この接合膜と接合膜を陽極接合することにより圧電振動板と蓋体とを接合するようにした。これにより、小型化に適している，アウトガスが少ないなど陽極接合の利点を生かし、更に圧電振動板と蓋体を同じ熱膨張率からなる部材で構成することができる。従来の陽極接合では接合できない部材を、陽極接合により接合できる膜や層を介在させ接合することを実現させた。

【００２８】

また、接合膜は、励振電極膜と同一工程で形成することができ、製造工程の簡略化を図ることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の一実施形態に係る圧電振動子の分解斜視図である。

【図２】本発明の一実施形態に係る圧電振動子の断面図である。

【図３】本発明の圧電振動子の製造工程を示す断面図である。

【図４】本発明の圧電素子の陽極接合時における配線を示す概略図である。

【図５】本発明に係る圧電振動子の他の例を示す断面図である。

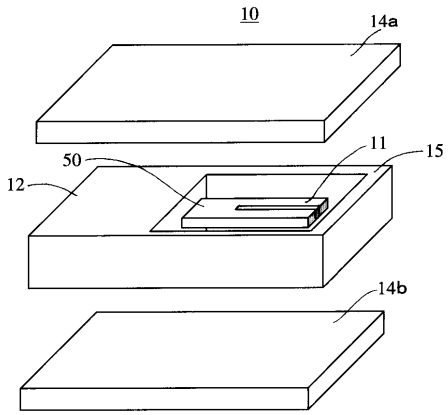
【図６】本発明に係る圧電振動子の熱膨張率を説明する説明図である。

【図７】従来技術に係る圧電素子の断面図である。

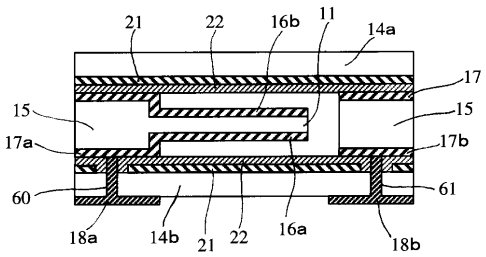
【符号の説明】

１０　水晶振動子
１１　水晶振動片
１２　水晶振動板
１４ａ、１４ｂ　蓋体
１５　枠状部
１６ａ、１６ｂ　励振電極膜
１７　接合膜
１７ａ、１７ｂ　端子接続用接合膜
１８ａ、１８ｂ　リード電極
４０　直流電源
５０　基端部
６０、６１　スルーホール
７０、７１　凹部

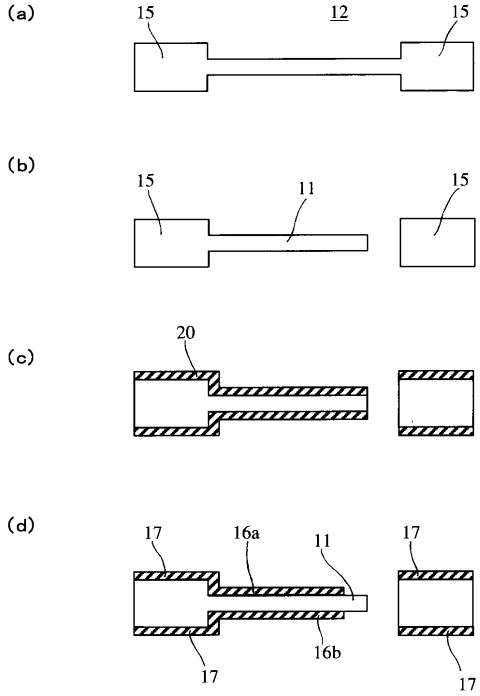
【図１】



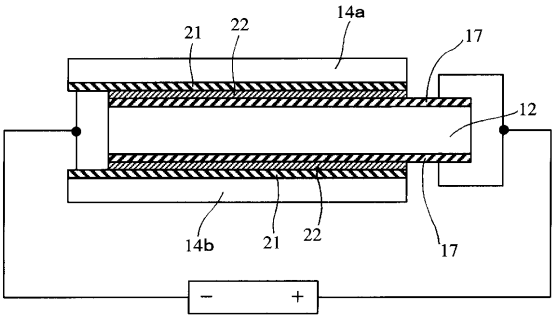
【図２】



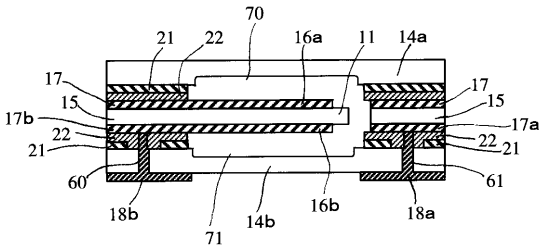
【図３】



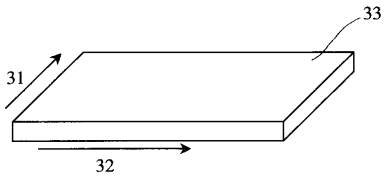
【図４】



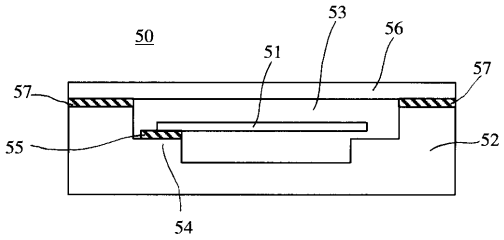
【図５】



【図６】



【図７】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０５－１９９０５６（ＪＰ，Ａ）
特開昭５６－０４４２１３（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－２４７５７８（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－６８７８０（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)

H03H 9/215
H03H 3/02
H03H 9/02
H03H 9/10