

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第3区分

【発行日】平成22年9月9日(2010.9.9)

【公開番号】特開2009-60479(P2009-60479A)

【公開日】平成21年3月19日(2009.3.19)

【年通号数】公開・登録公報2009-011

【出願番号】特願2007-227344(P2007-227344)

【国際特許分類】

H 03 H 9/02 (2006.01)

H 03 H 9/10 (2006.01)

H 03 H 3/02 (2006.01)

【F I】

H 03 H 9/02 A

H 03 H 9/10

H 03 H 3/02 C

【手続補正書】

【提出日】平成22年7月26日(2010.7.26)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

両面に基部電極及び前記基部電極に導通する励振電極を有する水晶振動片と、前記水晶振動片の周囲に設けられて前記水晶振動片を支える外枠とを有する水晶からなる水晶フレームと、

上面に形成された接続電極と、前記上面の反対側の底面に形成され前記接続電極に導通する外部電極とを有し水晶からなる水晶ベースと、を備え、

前記水晶フレームの外枠と前記水晶ベースの上面とのいずれか一方には、前記基部電極または前記接続電極が配置される段差部が形成され、

前記段差部の深さは、前記基部電極の厚さと前記接続電極の厚さとを合わせた合計厚さより小さく形成され、

前記水晶フレームと前記水晶ベースとを重ねた際に、前記基部電極と前記接続電極とが接触し前記外枠と前記上面とが接触しないで隙間を形成し、その後、シロキサン結合により前記隙間がなくなるように前記外枠と前記上面とが接合される水晶デバイス。

【請求項2】

前記水晶フレームと前記水晶ベースとに対向する圧力をかけることで前記隙間がなくなり、前記外枠と前記上面とがシロキサン結合により接合する請求項1に記載の水晶デバイス。

【請求項3】

前記隙間の厚さは、前記基部電極の厚さと接続電極の厚さとを合わせた合計厚さの10パーセントから30パーセントとする請求項1または請求項2に記載の水晶デバイス。

【請求項4】

水晶からなり前記外枠に重ねて接合される水晶蓋を備え、

前記水晶蓋と前記外枠とは、シロキサン結合により接合する請求項1または請求項3に

記載の水晶デバイス。

【請求項 5】

前記水晶蓋は第1凹部を有し、前記水晶ベースは第2凹部を有し、前記水晶振動片は前記第1凹部と第2凹部との間に配置される請求項4に記載の水晶デバイス。

【請求項 6】

前記基部電極及び前記接続電極は、下地の第1金属層とその第1金属層上に形成された第2金属層とから構成され、前記基部電極の第2金属層と前記接続電極の第2金属層とが接合する請求項1から請求項5のいずれか一項に記載の水晶デバイス。

【請求項 7】

前記外枠と前記上面とのいずれか一方に櫛歯状または波形状の領域が形成されていることを特徴とする請求項1から請求項6のいずれか一項に記載の水晶デバイス。

【請求項 8】

第1水晶ウエハに複数の水晶蓋を形成する第1工程と、

第2水晶ウエハの両面に、基部電極及び前記基部電極に導通する励振電極を有する水晶振動片と、前記水晶振動片を支える外枠と、を有する複数の水晶フレームを形成する第2工程と、

第3水晶ウエハの上面に、接続電極と、前記上面の反対側の底面に前記接続電極に導通する外部電極と、を有する複数の水晶ベースを形成する第3工程と、

前記第1水晶ウエハ、第2水晶ウエハ及び第3水晶ウエハを重ねる第4工程と、

この第4工程の後に、接合した水晶蓋、水晶フレーム及び水晶ベースを水晶デバイスとして切り取る第5工程と、を備え、

前記第2工程または前記第3工程で、前記水晶フレームの外枠と前記水晶ベースの上面とのいずれか一方に、前記基部電極または前記接続電極が配置される段差部が形成され、

前記段差部の深さは、前記基部電極の厚さと前記接続電極の厚さとを合わせた合計厚さより小さく形成され、

前記第4工程で前記第2水晶ウエハと前記第3水晶ウエハとを重ねた際に、前記基部電極と前記接続電極とは接触し前記外枠と前記上面とは接触しないで隙間を形成し、その後、前記水晶フレームと前記水晶ベースとに圧力をかけて前記隙間がなくなり、シロキサン結合により前記外枠と前記上面とが接合される水晶デバイスの製造方法。

【請求項 9】

前記隙間の厚さは、前記基部電極の厚さと接続電極の厚さとを合わせた合計厚さの10パーセントから30パーセントとする請求項8に記載の水晶デバイスの製造方法。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0004

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0004】

特許文献1に開示された水晶振動子には、パッケージ部材の陽極接合の際、ガラスリッド又はセラミックリッドにアルミニューム(A1)などの金属膜を形成するため、接合時にアルミニューム膜の剥離等が発生し信頼性に問題が生じることがある。また、アルミニューム、ガラス、セラミック及び水晶のそれぞれの熱膨張係数が互いに異なるため、温度変化により接合箇所が剥がれることもあった。また、水晶振動子を一つずつガラスリッド、パッケージ部材を重ね合わせて製造するため生産性を上げることは困難であった。

【手続補正3】**【補正対象書類名】明細書****【補正対象項目名】0006****【補正方法】変更****【補正の内容】****【0006】**

第1の観点による水晶デバイスは、電極パターンを有する水晶振動片とこの水晶振動片を支える外枠とを有する水晶からなる水晶フレームと、第1面に形成された接続電極と第1面の反対側の第2面に形成され接続電極に導通する外部電極とを有し水晶からなる水晶ベースと、を備え、水晶フレームと水晶ベースとを重ねて接合する際に、電極パターンに接続電極が接触し、外枠と第1面とが接触していない。

この構成により、電極パターンと接続電極とが互いに接合するとともに、外枠と水晶ベースとが強固に接合する。

【手続補正4】**【補正対象書類名】明細書****【補正対象項目名】0007****【補正方法】変更****【補正の内容】****【0007】**

第2の観点による水晶デバイスは、電極パターンに接続電極が接触した際に、電極パターンの厚さと接続電極の厚さとを合わせた合計厚さの10パーセントから30パーセントの隙間が水晶フレームと第1面との間に形成されることを特徴とする請求項1に記載の隙間が外枠と第1面との間に形成される水晶デバイス。

電極パターンの厚さと接続電極の厚さとを合わせた合計厚さの10パーセント以下の隙間しか外枠と第1面との間に形成されていないと、外枠と水晶ベースとは接合するが電極パターンと接続電極とが互いに接合しない場合が発生する。その一方で、電極パターンの厚さと接続電極の厚さとを合わせた合計厚さの30パーセント以上の隙間が外枠と第1面との間に形成されていると、電極パターンと接続電極とは互いに接合するが外枠と水晶ベースとが接合しない場合が発生する。

【手続補正5】**【補正対象書類名】明細書****【補正対象項目名】0008****【補正方法】変更****【補正の内容】****【0008】**

第3の観点による水晶デバイスは、水晶からなり外枠に重ねて接合される水晶蓋を備え、水晶蓋、外枠及び水晶ベースはシロキサン結合により接合する。

水晶デバイスの主要な構成がすべて水晶であるため、温度変化が大きな環境であっても熱膨張がすべて同じである。このため水晶デバイスに熱膨張の違いによって生じる割れなどが生じない。水晶フレームと水晶ベースの電極の接続部の面積は小さいため、水晶と熱膨張の違いによるはがれは起きにくい。

【手続補正6】**【補正対象書類名】明細書****【補正対象項目名】0010****【補正方法】変更****【補正の内容】**

【0010】

第5の観点による水晶デバイスは、電極パターン及び接続電極は下地の第1金属層とその第1金属層上に形成された第2金属層とから構成され、電極パターンの第2金属層と接続電極の第2金属層とが接合する。

電極パターン及び接続電極が2層からなる金属層で形成されている場合には、シロキサン結合時に加わる熱と圧力により、水晶フレームと水晶ベースの金属同士が拡散し、同じ第2金属層同士が接合する。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0011】

第6の観点による水晶デバイスは、電極パターンを有する水晶振動片とこの水晶振動片を支える外枠とを有する水晶からなる水晶フレームと、第1面に形成された接続電極と、第1面の反対側の第2面に形成され接続電極に導通する外部電極とを有し水晶からなる水晶ベースと、を備え、外枠と第1面とのいずれか一方に櫛歯状又は波形状の領域が形成されている。

シロキサン結合する箇所に櫛歯状又は波形状の領域が形成されていることにより、電極パターンと接続電極とが互いに接合するとともに、外枠と水晶ベースとが強固に接合する。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0012】

第7の観点による水晶デバイスの製造方法は、第1水晶ウエハに複数の水晶蓋を形成する工程と、第2水晶ウエハに電極パターンを有する水晶振動片とこの水晶振動片を支える外枠とを有する複数の水晶フレームを形成する工程と、第3水晶ウエハの第1面に形成された接続電極と、第1面の反対側の第2面に形成され接続電極に導通する外部電極とを有する複数の水晶ベースを形成する工程と、第1水晶ウエハ、第2水晶ウエハ及び第3水晶ウエハを重ねて接合する接合工程と、この接合工程の後に、接合した水晶、蓋水晶フレーム及び水晶ベースを水晶デバイスとして切り取る工程と、を備える。

この構成の製造方法によれば、水晶ウエハ単位で重ね合わせて水晶デバイスを製造することができるため、生産性が高い。また第1水晶ウエハ、第2水晶ウエハ及び第3水晶ウエハはすべて熱膨張が同じであるため3枚を位置合わせしてすることも容易に行える。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0013】

第8の観点による水晶デバイスの製造方法は、第2水晶ウエハと第3水晶ウエハとを重ねて接合する際に、電極パターンに接続電極が接触し、外枠と第1面とが接触していない。

第1水晶ウエハ、第2水晶ウエハ及び第3水晶ウエハを接合する際に、電極パターンと

接続電極とも接合させることができる。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0014】

本発明の水晶デバイスは、蓋、及びベース全てが水晶から成り簡易な方法で製造することができるため、また同時に電極などを接合することができるため、大量に製造することができるとともにコストダウンを図ることができる。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0015】

【図1】(a)は、本実施形態にかかる水晶振動子100の概略断面図である。(a)は(b)のX-X断面図である。(b)は、水晶フレーム50の上面図である。(c)はベース40の上面図である。

【図2A】(a)は、第1実施例の水晶フレーム50及びベース40の部分拡大断面図である。(b)は、第1実施例の水晶フレーム50とベース40とを重ね合わせた断面図である。

【図2B】(c)は、第2実施例の水晶フレーム50及びベース40の部分拡大断面図である。(d)は、第3実施例の水晶フレーム50及びベース40の部分拡大断面図である。

【図2C】(e-1)は、第4実施例の水晶フレーム50及びベース40の側面図である。(e-2)は、第4実施例の水晶フレーム50及びベース40の部分拡大断面図である。

【図3A】音叉型の水晶振動片30を形成した水晶ウエハ10を示した概略斜視図である。

【図3B】水晶ウエハ10における水晶フレーム50の一部を拡大した平面図である。

【図4】リッド20の水晶ウエハ10と、音叉型の水晶振動片30及び水晶フレーム50の水晶ウエハ10と、ベース40の水晶ウエハ10とを重ね合わせる図である。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0019】

水晶振動子100は、水晶振動片30を備えた水晶フレーム50を中心として、その水晶フレーム50の下にベース40が接合され、水晶フレーム50の上にリッド20が接合されている。つまり、リッド20は水晶フレーム50に、ベース40は水晶フレーム50にシロキサン接合(Si-O-Si)技術により接合された構成になっている。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】変更

【補正の内容】**【0023】**

第1スルーホール41及び第2スルーホール43は、その内面に金属膜が形成され、その内面の金属膜は、第1接続電極42及び第2接続電極44と同時にフォトリソグラフィ工程で作成される。ベース40は、底面にメタライジングされた第1外部電極45及び第2外部電極46を備える。第1接続電極42は、第1スルーホール41を通じてベース40の底面に設けた第1外部電極45に接続する。第2接続電極44は、第2スルーホール43を通じてベース40の底面に設けた第2外部電極46に接続する。

【手続補正14】**【補正対象書類名】明細書****【補正対象項目名】0024****【補正方法】変更****【補正の内容】****【0024】**

上記のようなリッド20、ベース40及び水晶フレーム50がシロキサン結合によって接合する。シロキサン結合は、水晶振動片30を備えた水晶フレーム50を中心として、ベース用凹部47が設けられたベース40及びリッド用凹部27を設けたリッド20の接面を清浄な状態にして重ね合わせ、400°Cから450°Cに保持された高温槽で加熱されることによって接合が行われ水晶振動子パッケージングが終了する。

【手続補正15】**【補正対象書類名】明細書****【補正対象項目名】0025****【補正方法】変更****【補正の内容】****【0025】**

リッド20及びベース40にはそれぞれ、リッド用凹部27及びベース用凹部47が形成されているが、必ずしもリッド20及びベース40に設ける必要はない。水晶振動片30の振動に支障がない程度に、水晶振動片30とリッド20との間隙及び水晶振動片30とベース40との間隙が設けられていればよい。このため、水晶フレーム50の中央に水晶振動片30を形成する際に水晶振動片30の厚さを薄くすれば、リッド20及びベース40は凹部を設けない平板であってもよい。ただし、リッド20、ベース40及び水晶フレーム50のシロキサン結合と、第1基部電極33及び第2基部電極34と第1接続電極42及び第2接続電極44との接合とを同時に行うために、本実施形態は以下に説明するように段差部49を有している。

【手続補正16】**【補正対象書類名】明細書****【補正対象項目名】0027****【補正方法】変更****【補正の内容】****【0027】**

リッド20、水晶振動片30及びベース40はすべて水晶で構成されているため、水晶振動子100が温度変化の大きな環境に置かれても、熱膨張による伸縮が同じである。これまででは、材質の違いにより熱膨張による伸縮の違いから接合箇所に割れが生じることもあったがそのような問題も解決する。

【手続補正17】**【補正対象書類名】明細書**

【補正対象項目名】0028

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0028】

<水晶同士及び電極同士の接合>

<<第1実施例>>

図2Aは、第1実施例の水晶フレーム50とベース40との拡大断面図である。図2A(a)は水晶フレーム50とベース40とを分離した状態を示す。(b)は水晶フレーム50とベース40とを重ねた状態を示すが、シロキサン結合した状態を示した図ではない。

【手続補正18】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0029】

図2A(a)及び(b)において、ベース40に形成される第1接続電極42及び第2接続電極44(図1参照)の位置に段差部49が設けられている。このベース40に設けられた段差部49の高さAは、ウエットエッティングなどによって2500～3000に形成されている。水晶フレーム50に形成された第1基部電極33及び不図示の第2基部電極34の厚さBは1500～2000である。また、ベース40に形成された第1接続電極42及び不図示の第2接続電極44の厚さBも1500～2000である。すなわち、水晶フレーム50に形成された基部電極の厚さとベース40に形成された接続電極の厚さを合計すると3000から4000(2*B)である。

【手続補正19】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0030

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0030】

ベース40と水晶フレーム50とを接触しようとすると、最初に第1基部電極33及び第2基部電極34と第1接続電極42及び第2接続電極44とが接触する。このときに水晶フレーム50の底面とベース40の上面との隙間Cは500～1000ぐらいとなる。この状態で水晶のシロキサン結合を行うと、第1基部電極33及び第2基部電極34と第1接続電極42及び第2接続電極44との金層が互いに接合する。また、隙間Cは水晶フレーム50とベース40とに圧力をかけることで無くなり、水晶フレーム50の底面とベース40の上面とがシロキサン結合で強固に接合する。

【手続補正20】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0031

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0031】

段差部49を設けない状態で、水晶フレーム50の底面とベース40の上面とを接合しようとすると、水晶フレーム50に形成された基部電極とベース40に形成された接続電極との合計厚さが3000から4000もあり、水晶フレーム50の底面とベース40の上面とが接合しないことが多い。その一方で、基部電極と接続電極との合計厚さ(3

000から4000)と同等深さの段差部49を設けると、水晶フレーム50とベース40とはシロキサン結合することができるが、第1基部電極33及び第2基部電極34と第1接続電極42及び第2接続電極44とが接合せず、両者が導通していない場合が多い。

【手続補正21】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0032

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0032】

このため、第1基部電極33及び第2基部電極34と第1接続電極42及び第2接続電極44との合計厚さより約10パーセントから約30パーセントの水晶厚さが薄くなるような段差部49の深さAを形成している。すなわち、基部電極と接続電極との合計厚さと段差部49の深さとの差が0から10パーセントであると基部電極と接続電極とが接合しない場合が多く、基部電極と接続電極との合計厚さより段差部49の深さが30パーセント以上薄いと水晶フレーム50とベース40とがシロキサン結合できない場合が多くなる。

【手続補正22】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0033

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0033】

<< 第2実施例 >>

図2B(c)は、第2実施例の水晶フレーム50とベース40との拡大断面図である。水晶フレーム50の第1基部電極33及び第2基部電極34(図1参照)の位置に凹んでいる段差部59を設けている。水晶フレーム50に設けられた段差部59の深さAは、2500～3000である。第1基部電極33及び第2基部電極34の厚さB並びに第1接続電極42及び第2接続電極44の厚さBはそれぞれ1500～2000であり、合計の電極厚さが3000～4000である。合計した電極厚さ(2*B)と段差部59の深さAとの差は500～1000(隙間C)となる。この隙間Cが保たれることにより第1基部電極33及び第2基部電極34と第1接続電極42及び第2接続電極44とが接続する。また、隙間Cは水晶フレーム50とベース40とに圧力をかけることで無くなり、水晶フレーム50の底面とベース40の上面とが接触され、水晶はシロキサン結合で強固に接合すること

【手続補正23】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0034

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0034】

<< 第3実施例 >>

図2B(d)は、第3実施例の水晶フレーム50とベース40との拡大断面図である。水晶フレーム50の第1基部電極33及び第2基部電極34(図1参照)の位置に突出している段差部59'を設けている。水晶フレーム50に設けられた段差部59'の高さAは、2500～3000である。上述したように基部電極及び接続電極の合計の電極厚さが3000～4000である。このため、合計した電極厚さ(2*B)から段差

部 5 9 ' の深さ A との差は 5 0 0 ~ 1 0 0 0 (間隙 C) となる。この間隙 C が保たれることにより第 1 基部電極 3 3 及び第 2 基部電極 3 4 と第 1 接続電極 4 2 及び第 2 接続電極 4 4 とが接続する。また、隙間 C は水晶フレーム 5 0 とベース 4 0 とに圧力をかけることで無くなり、水晶フレーム 5 0 の底面とベース 4 0 の上面とが接触され水晶はシロキサン結合で強固に接合することができる。

【手続補正 2 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 5】

< < 第 4 実施例 > >

図 2 C (e 1) は、第 4 実施例の水晶フレーム 5 0 とベース 4 0 との側面図であり、(e 2) はその拡大断面図である。また、基部電極及び接続電極の合計の電極厚さが 3 0 0 0 ~ 4 0 0 0 である。第 4 実施例の段差部 5 9 " の高さ A は第 3 実施例と同じように 2 5 0 0 ~ 3 0 0 0 であるが、櫛歯状になっており一部は段差の高さがゼロである。このような段差部 5 9 " であっても、第 1 基部電極 3 3 及び第 2 基部電極 3 4 と第 1 接続電極 4 2 及び第 2 接続電極 4 4 とが接続する。また、隙間 C は水晶フレーム 5 0 とベース 4 0 とに圧力をかけることで無くなり、水晶フレーム 5 0 の底面とベース 4 0 の上面とが接触され水晶はシロキサン結合で強固に接合することができる。

【手続補正 2 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 6】

図 2 C の第 4 実施例では、櫛歯状の段差部 5 9 " が水晶フレーム 5 0 の外枠部 5 1 に形成されているが、櫛歯状の段差部をベース 4 0 に設けてもよい。また、櫛歯状の段差部ではなく、波形状の段差部であってもよくその際に波型状の一部は段差の深さがゼロであり一部が基部電極及び接続電極の合計の電極厚さ (2 * B) より 5 0 0 ~ 1 0 0 0 薄くなっている。

【手続補正 2 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 7

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 7】

< 水晶フレーム 5 0 及び音叉型の水晶振動片 3 0 の製造工程 >

図 3 A は、音叉型の水晶振動片 3 0 を形成した水晶ウエハ 1 0 を示した概略斜視図である。図 3 に示す状態は、円形の水晶ウエハ 1 0 から音叉型の水晶振動片 3 0 及び水晶フレーム 5 0 をエッティングで同時に形成した状態を示した図である。円形の水晶ウエハ 1 0 から斜線部で示した開口領域 1 2 及び空間部 5 2 がエッティングされることにより音叉型の水晶振動片 3 0 及び水晶フレーム 5 0 が所定の大きさに形成されている。音叉型の水晶振動片 3 0 及び水晶フレーム 5 0 を 3 個 1 ブロックとして、1 1 ブロック配置した状況を示している。円形の水晶ウエハ 1 0 は、軸方向が特定できるように、水晶ウエハ 1 0 の周辺部 1 0 e の一部には、水晶の結晶方向を特定するオリエンテーションフラット 1 0 c が形成されている。なお、説明の都合上水晶ウエハ 1 0 には 3 3 個の音叉型の水晶振動片 3 0 が

描かれているが、実際には水晶ウエハ10に数百数千もの音叉型の水晶振動片30が形成される。

【手続補正27】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0041

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0041】

水晶振動片30に形成された第1基部電極33及び第2基部電極34、第1励振電極35及び第2励振電極36並びに錐部37及び錐部38は、スパッタリングもしくは真空蒸着をして金属膜を形成しフォトリソグラフィ工程を経て作成される。具体的には、基部電極は、下地としてクロム(Cr)、ニッケル(Ni)又はチタン(Ti)などをスパッタリングで形成し、その上に金層(Au)又は銀層(Arg)を重ねた金属膜を使用する。本実施形態では、第1基部電極33及び第2基部電極34並びに第1励振電極35及び第2励振電極36は、ニッケル層の厚みが500～1000、金層の厚みが500～1000、全体の厚みが1500～2000程度になるよう作成される。

【手続補正28】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0043

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0043】

重ね合わせる際には、すでにリッド20のリッド用凹部27は水晶エッチングで形成されている。また、ベース40のベース用凹部47が水晶エッチングで形成されており、さらに第1接続電極42及び第2接続電極44も形成されている。また、図3A及び図3Bで説明したように、音叉型の水晶振動片30には第1基部電極33及び第2基部電極34並びに第1励振電極35及び第2励振電極36が形成されている。

【手続補正29】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0044

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0044】

それぞれの水晶ウエハ10の直径は例えば4インチでありオリエンテーションフラット10cが形成されているため、3枚の水晶ウエハ10を正確に位置合わせて重ね合わせる。重ね合わされた3枚の水晶ウエハ10はシロキサン結合される。図2Aないし図2Cで説明したように、水晶ウエハ10同士のシロキサン結合の際に、第1基部電極33及び第2基部電極34と第1接続電極42及び第2接続電極44ともしっかりと接合する。

【手続補正30】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0045

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0045】

3枚の水晶ウエハ10が重ね合わされた状態で、共通する連結部11を折ることで水晶振動子100が完成する。この方法で、いわゆるパッケージングと電極の接合とが同時に

行うことができ、また水晶ウエハ単位で製造できるため、生産性を向上させることができる。

【手続補正31】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0046

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0046】

以上、本発明の好適な実施形態について詳細に説明したが、当業者に明らかなように、本発明はその技術的範囲内において上記各実施形態に様々な変更・変形を加えて実施することができる。本発明においてはスルーホールを充填するものとしてAuSn、AuSi、金ペースト、銀ペーストを記載したが、Au₁₂Geや融点が300°C～450°Cの金属（合金）でも同様の効果が期待できる。

また、上記説明では音叉型の水晶振動片30を説明したが、音叉型の水晶振動片に代えてAT振動片と、水晶の基板を用いたSAW素子とに、本発明は適用できる。

【手続補正32】

【補正対象書類名】図面

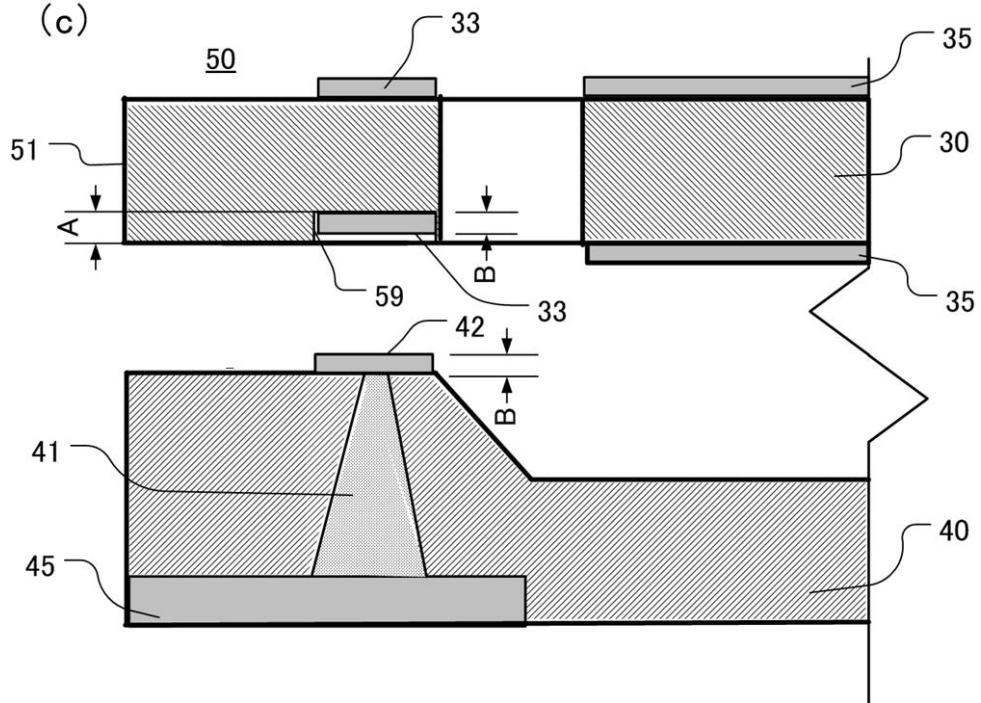
【補正対象項目名】図2B

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図2B】

(c)



(d)

