【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23年8月11日(2011.8.11)

【公開番号】特開2011-87273(P2011-87273A)
【公開日】平成23年4月28日(2011.4.28)
【年通号数】公開・登録公報2011-017
【出願番号】特願2010-69441(P2010-69441)
【国際特許分類】
Ｈ０３Ｈ　9/02　(2006.01)
Ｈ０１Ｌ　23/08　(2006.01)
【ＦＩ】
Ｈ０３Ｈ　9/02　Ａ
Ｈ０１Ｌ　23/08　Ｂ

【手続補正書】
【提出日】平成23年6月29日(2011.6.29)
【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】請求項３
【補正方法】変更
【補正の内容】
【請求項３】
前記キャビティの内壁には、前記音叉型圧電振動片の主面と対向する平面と該平面から凹んだ凹み部とが形成されている請求項１に記載の圧電デバイス。
前記キャビティの内壁は、前記音叉型圧電振動片の主面と対向する平面と、該平面から凹んだ凹み部と、を有する請求項１に記載の圧電デバイス。

【手続補正２】
【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】
（第１実施形態）
＜第１水晶振動子１０Ａ＞
図１（ａ）は、第１実施形態の第１水晶振動子１０Ａの分解斜視図である。図１（ｂ）は、（ａ）のＡ－Ａ断面図である。
なお、第１音叉型水晶振動片１００Ａが載置された面をＸＹ平面とし、第１音叉型圧電振動片１００Ａの一対の振動腕３１が延伸された方向をＹ軸方向とし、ＸＹ平面に垂直の方向をＺ軸方向とする。

【手続補正３】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００２０
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００２０】
第１圧電ベース部４０Ａも水晶材料により構成される。第１圧電ベース部４０Ａは、＋Ｚ側（第１リッド部側）に第１ベース凹部４５Ａを備える。第１圧電ベース部４０Ａには

第１音叉型水晶振動片１００Ａを載置する一対の台座３２が形成される。第１ベース凹部４５Ａは、サンドブラスト、ウエットエッチング又はドライエッチングにより形成される。第１圧電ベース部４０Ａおよび台座３２のＺ軸方向の高さＨ５は１６０μｍ～２１０μｍであり、ウエットエッチング等により形成された第１ベース凹部４５Ａの深さ（高さ）Ｈ４は６０μｍ～１３０μｍ程度である。

【手続補正４】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００２１
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００２１】
ここで、第１リッド部２０Ａ及び第１圧電ベース部４０Ａを水晶材料から形成する理由は以下のとおりである。工業材料の硬さを表わす指標の一つにヌープ硬度がある。ヌープ硬度は数値が高ければ硬く、低ければ柔らかい。リッド及びベースに使用される代表的なガラスであるホウケイ酸ガラスは、ヌープ硬度が５９０ｋｇ／ｍｍ^{2}である。また、水晶のヌープ硬度は７１０～７９０ｋｇ／ｍｍ^{2}である。そのため第１水晶振動子１０Ａでは、第１リッド部２０Ａ及び第１圧電ベース部４０Ａにガラスの代わりに水晶を使用する方が水晶振動子の硬度を高くすることができる。また、ガラスを使用した場合、水晶デバイスを所定の硬度にする場合には、リッド及びベースに使われるガラスの厚みを厚くする必要があるが、水晶であれば厚みが薄くてもよい。つまり、同じ硬度の水晶振動子であればリッド及びベースに水晶を使用すると、小型化・低背化が可能となる。

【手続補正５】
【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】
また、第１音叉型水晶振動片１００Ａが台座３２に配置された後、第１リッド部２０Ａと第１圧電ベース部４０Ａとは、たとえばシロキサン結合（Ｓｉ－Ｏ－Ｓｉ）により接合される。シロキサン結合は、まず第１リッド部２０Ａおよび第１圧電ベース部４０Ａの接面を鏡面状態にして紫外線を照射する。さらに、シロキサン結合は、第１リッド部２０Ａと第１圧電ベース部４０Ａとを重ね合わさせて、例えば１００℃から２５０℃に保持された状態でそれらを押圧する。

【手続補正６】
【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】
＜＜温度変化によるＣＩ値の劣化＞＞
音叉型水晶振動子の小型化が進むにしたがって、音叉型水晶振動子のパッケージ内のキャビティの容積も小さくなる。例えば、３．２ｍｍ×１．５ｍｍサイズ（３２１５サイズ）の音叉型水晶振動子のキャビティの容積は０．８ｃｃ程度であるが、２．０ｍｍ×１．２ｍｍサイズ（２０１２サイズ）の第１水晶振動子１０Ａのキャビティ内の容積は０．３ｃｃ程度まで小さくなる。

【手続補正７】

【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００４７
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００４７】
第２圧電フレーム３０Ｂは水晶材料より構成されている。第２圧電フレーム３０ＢのＺ軸方向の高さＨ６は６０μｍ～２００μｍ程度に設定される。第２圧電フレーム３０Ｂは、その中央部にいわゆる第２音叉型圧電振動片１００Ｂと外側に外枠部３６とを有しており、第２音叉型圧電振動片１００Ｂと外枠部３６との間には空間部３７が形成されている。ここで、第２音叉型圧電振動片１００Ｂは基部３８から伸びた支持腕ＳＡを介して外枠部３６と接続されている。

【手続補正８】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００５０
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００５０】
ここで、図２を参照するとキャビティ容積Ｖｃと振動腕体積Ｖａとの容積率が１２以上である場合、ＣＩ値劣化量は１５ｋΩ以下となる。第２実施形態は、第２圧電フレーム３０Ｂの高さＨ６が６０μｍ～２００μｍあるため、第１実施形態と比べて、第２リッド凹部２５Ｂまたは第２ベース凹部４５Ｂの同じ深さ（高さ）をそれほど高くしなくてもよい。すなわち、第２リッド凹部２５Ｂまたは第２ベース凹部４５Ｂを形成する際のエッチング時間を少なくすることができる。

【手続補正９】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００６０
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００６０】
図５に示されたように、第４リッド部２０Ｄおよび第４圧電ベース部４０Ｄには、それぞれＹ軸方向に沿って９個、Ｘ軸方向に沿って６個の合計５４個の小サブ凹部２６Ｄおよび４６Ｄがそれぞれ形成されている。必要によって小サブ凹部の個数を変更させてもよい。小サブ凹部２６Ｄおよび４６Ｄは、それらの断面が矩形形状で示されているが円形又は多角形であってもよい。

【手続補正１０】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００７０
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００７０】
以上、第１実施形態から第５実施形態では、リッド部およびベース部は水晶材料等の圧電体を使用した例を示した。このような圧電材料以外にもガラス材料を使用することができる。たとえば、第１実施形態において、水晶材料の第１リッド部２０Ａおよび第１圧電ベース部４０Ａに代えてガラス材料を使用した場合、リッド用のガラスウエハとベース用のガラスウエハとは陽極接合で接合することができる。

【手続補正１１】

【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００７１
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００７１】
また、第２～第５実施形態において、水晶材料の第２リッド部２０Ｂおよび第２圧電ベース部４０Ｂに代えてガラス材料を使用した場合、リッド用のガラスウエハとベース用のガラスウエハとは陽極接合で接合することができる。この場合には、第２圧電フレーム３０Ｂは、エッチングにより形成された第２音叉型水晶動片１００Ｂの外枠部３６に、四角枠の形状の金属膜を形成して陽極接合する。

【手続補正１２】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００７４
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００７４】
１０Ａ～１０Ｅ　…　水晶振動子
１００Ａ　…　第１音叉型水晶振動片
１００Ｂ　…　第２音叉型水晶振動片
２０Ａ～２０Ｅ　…　リッド部
２２　…　キャビティ
２５Ａ～２０Ｅ　…　リッド凹部
２６Ｃ，４６Ｃ　…　サブ凹部
２６Ｄ，４６Ｄ　…　小凹部
２００Ａ～２００Ｅ　…　キャビティ
３０Ｂ　…　第２圧電フレーム
３１　…　振動腕
３２　…　台座　（３２ａ、３２ｂ　…　接続電極）
３３　…　錘部　（３４ａ、３４ｂ　…　励振電極）
３５ａ，３５ｂ　…　基部電極
３６　…　外枠部
３７　…　空間部
３８　…　基部
３９　…　溝部
４０Ａ～４０Ｅ　…　圧電ベース部
４１ａ，４１ｂ…　接続電極
４２ａ，４２ｂ　…　貫通電極
４４ａ，４４ｂ　…　外部電極
４５Ａ～４５Ｅ　…　ベース凹部
Ｈ　…　深さ（高さ）
Ｌ　…　長さ
ＰＫ　…　パッケージ
ＳＡ　…　支持腕
Ｗ　…　幅