

【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 16 年 10 月 14 日 (2004.10.14)

【公開番号】特開 2003-204240 (P2003-204240A)

【公開日】平成 15 年 7 月 18 日 (2003.7.18)

【出願番号】特願 2002-60827 (P2002-60827)

【国際特許分類第 7 版】

H 0 3 H 9/19

H 0 1 L 41/09

H 0 1 L 41/18

H 0 1 L 41/22

H 0 3 H 3/04

H 0 3 H 9/10

【F I】

H 0 3 H 9/19 K

H 0 3 H 3/04 B

H 0 3 H 9/10

H 0 1 L 41/08 C

H 0 1 L 41/22 Z

H 0 1 L 41/18 1 0 1 A

【手続補正書】

【提出日】平成 15 年 10 月 6 日 (2003.10.6)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

水晶振動子と、その水晶振動子を収納するケースと、蓋とを具えて構成される水晶ユニットで、前記ケース内には前記水晶振動子として、音叉腕と音叉基部とが一体に形成されて屈曲モードで振動する音叉型屈曲水晶振動子が接着剤又は半田によって前記ケースの固定部に固定されていて、前記ケースと前記蓋は接合部材を用いて接合され、前記音叉型屈曲水晶振動子の音叉腕の側面に電極が配置され、前記側面の電極に対抗して位置するように極性の異なる電極が前記音叉腕の溝に配置されている事を特徴とする水晶ユニット。

【請求項 2】

各音叉腕の上下面の幅方向には各々 2 個の段差部が設けられ、前記 2 個の段差部には同極となる電極が配置され、前記各電極と対抗する側面に配置された電極は極性が異なる事を特徴とする請求項 1 に記載の水晶ユニット。

【請求項 3】

複数個の水晶振動子が同一の水晶ユニット内に収納されていて、その中の少なくとも 1 個が音叉型屈曲水晶振動子である事を特徴とする水晶ユニット。

【請求項 4】

同一の水晶ユニット内には 2 個の振動モードの異なる振動子が収納され、1 個の水晶振動子は幅と厚みと長さとを有する音叉腕と音叉基部とを具えて構成され、屈曲モードで振動する音叉型屈曲水晶振動子で、前記音叉腕の一端部は音叉基部に接続され、他端部は自由である音叉型屈曲水晶振動子で、前記音叉腕は少なくとも第 1 音叉腕と第 2 音叉腕を具えて構成され、前記第 1 音叉腕と前記第 2 音叉腕と前記音叉基部とはエッチング法によって

一体に形成されていて、第 1 音叉腕と第 2 音叉腕の上下面にはそれぞれ厚みの方向に対抗して溝が設けられ、前記溝は第 1 音叉腕と第 2 音叉腕の上下面に各々 1 個の溝が設けられ、各々の溝には第 1 音叉腕の溝の電極と第 2 音叉腕の溝の電極との極性が異なる電極が配置されると共に、前記溝の電極と対抗して配置された音叉腕の側面の電極とは極性が異なる 2 電極端子を構成し、前記 2 電極端子の内、1 電極端子は第 1 音叉腕の上下面の溝に配置された電極と第 2 音叉腕の両側面に配置された電極から構成され、且つ、上下面の溝に配置された前記電極と両側面に配置された前記電極とが接続され、他の 1 電極端子は第 1 音叉腕の両側面に配置された電極と第 2 音叉腕の上下面の溝に配置された電極から構成され、且つ、両側面に配置された前記電極と上下面の溝に配置された前記電極とが接続されていて、前記 2 個の振動子の間には仕切りが設けられている事を特徴とする請求項 3 に記載の水晶ユニット。

【請求項 5】

水晶振動子と、その水晶振動子を収納するケースと、蓋とを具えて構成される水晶ユニットで、前記水晶振動子は幅と厚みと長さとを有する音叉腕と音叉基部とを具えて構成され、屈曲モードで振動する音叉型屈曲水晶振動子で、前記音叉腕の一端部は音叉基部に接続され、他端部は自由である音叉型屈曲水晶振動子で、前記音叉腕は少なくとも第 1 音叉腕と第 2 音叉腕を具えて構成され、前記第 1 音叉腕と前記第 2 音叉腕と前記音叉基部とはエッチング法によって一体に形成されていて、第 1 音叉腕と第 2 音叉腕の上下面にはそれぞれ厚みの方向に対抗して溝が設けられ、前記溝は第 1 音叉腕と第 2 音叉腕の上下面に各々 1 個の溝が設けられ、各々の溝には第 1 音叉腕の溝の電極と第 2 音叉腕の溝の電極との極性が異なる電極が配置されると共に、前記溝の電極と対抗して配置された音叉腕の側面の電極とは極性が異なる 2 電極端子を構成し、前記 2 電極端子の内、1 電極端子は第 1 音叉腕の上下面の溝に配置された電極と第 2 音叉腕の両側面に配置された電極から構成され、且つ、上下面の溝に配置された前記電極と両側面に配置された前記電極とが接続され、他の 1 電極端子は第 1 音叉腕の両側面に配置された電極と第 2 音叉腕の上下面の溝に配置された電極から構成され、且つ、両側面に配置された前記電極と上下面の溝に配置された前記電極とが接続されていて、前記 2 電極端子に直流電圧を印加したときに、前記第 1 音叉腕の中立線に対して音叉の叉部側に存在する音叉腕の内側側面の電極と、その電極に対抗して配置された溝側面の電極との間に前記電極に垂直に発生する電界の方向と、前記第 2 音叉腕の中立線に対して音叉の叉部側に存在する音叉腕の内側側面の電極と、その電極に対抗して配置された溝側面の電極との間に前記電極に垂直に発生する電界の方向とが同じで、更に、前記第 1 音叉腕の中立線に対して音叉の叉部側と反対の位置に存在する音叉腕の外側側面の電極と、その電極に対抗して配置された溝側面の電極との間に前記電極に垂直に発生する電界の方向と、前記第 2 音叉腕の中立線に対して音叉の叉部側と反対の位置に存在する音叉腕の外側側面の電極と、その電極に対抗して配置された溝側面の電極との間に前記電極に垂直に発生する電界の方向とが同じで、かつ、前記第 1 音叉腕と前記第 2 音叉腕の中立線に対して音叉の内側に発生する電界の方向と、前記第 1 音叉腕と前記第 2 音叉腕の中立線に対して音叉の外側に発生する電界の方向とは互いに方向が反対で、前記電界の方向は大略 x 軸（電気軸）の方向に一致し、前記第 1 音叉腕と前記第 2 音叉腕のそれぞれ厚み方向に対抗して設けられた溝に配置された電極の、対抗する溝電極と溝電極との間には前記溝電極に対して垂直に発生する電界が厚み方向に存在しないように電極が配置され、前記第 1 音叉腕と前記第 2 音叉腕は前記 2 電極端子に印加された交番電圧によって逆相の屈曲モードで振動し、更に、音叉腕に生ずる慣性モーメントが大きくなるように、音叉腕の上下面に設けられた各々 1 個の溝の内、少なくとも 1 個の溝幅 W_2 は部分幅 W_1 、 W_3 と等しいか、又は部分幅 W_1 、 W_3 より大きくなるように形成され、かつ、少なくとも 1 個の溝幅 W_2 と音叉腕幅 W との比 (W_2 / W) が、 $0.35 \sim 0.85$ の範囲内にあり、前記溝の厚み t_1 と音叉腕の厚み t との比 (t_1 / t) が、 $0.05 \sim 0.79$ の範囲内にある音叉型屈曲水晶振動子を具えて構成されている事を特徴とする水晶ユニット。

【請求項 6】

音叉腕、又は音叉腕と音叉基部に設けられた溝の長さ l_1 と音叉型屈曲水晶振動子の全長 l との比 (l_1 / l) が、 $0.2 \sim 0.68$ の範囲内にある事を特徴とする請求項 5 に記載の水晶ユニット。

【請求項 7】

音叉腕の段差部は音叉腕の長さ方向に階段部を有するか、又は分割されている事を特徴とする請求項 5、又は請求項 6 に記載の水晶ユニット。

【請求項 8】

音叉型屈曲水晶振動子と、その水晶振動子を収納するケースと、蓋とを具えて構成される水晶ユニットの製造方法で、

水晶ウエハに音叉腕と音叉基部とを具えて構成される音叉形状を形成する工程と、

音叉腕、又は音叉腕と音叉基部に溝を設ける工程と、

溝の側面とその溝の側面に対抗する音叉腕の側面に互いに異なる極性を有する電極を配置する工程、と

音叉基部をケースの固定部に接着剤又は半田にて固定する工程と、

周波数を調整する工程と、

ケースと蓋とを接合する工程と、を有することを特徴とする水晶ユニットの製造方法。

【請求項 9】

ケースと蓋とを接合する工程の後、さらに前記音叉型屈曲水晶振動子の周波数をレーザにて調整の後、前記ケースの穴を真空中で封止する工程を有することを特徴とする請求項 8 に記載の水晶ユニットの製造方法。

【請求項 10】

音叉型屈曲水晶振動子を真空中で封止した後、さらに、前記音叉型屈曲水晶振動子の周波数をレーザにて調整する工程を有することを特徴とする請求項 8、又は請求項 9 に記載の水晶ユニットの製造方法。

【請求項 11】

音叉形状と音叉腕に設けられる溝は別々の工程によって形成され、音叉形状を形成した後に、音叉腕に溝を形成する事を特徴とする請求項 8 から請求項 10 のいずれかに記載の水晶ユニットの製造方法。

【請求項 12】

音叉形状と音叉腕に設けられる溝は別々の工程によって形成され、溝を形成した後に、音叉形状を形成する事を特徴とする請求項 8 から請求項 10 のいずれかに記載の水晶ユニットの製造方法。

【請求項 13】

音叉形状と音叉腕に設けられる溝は同時の工程によって形成される事を特徴とする請求項 8 から請求項 10 のいずれかに記載の水晶ユニットの製造方法。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0008】

即ち、本発明の水晶ユニットの第 1 の態様は、水晶振動子と、その水晶振動子を収納するケースと、蓋とを具えて構成される水晶ユニットで、前記ケース内には前記水晶振動子として、音叉腕と音叉基部とが一体に形成されて屈曲モードで振動する音叉型屈曲水晶振動子が接着剤又は半田によって前記ケースの固定部に固定されていて、前記ケースと前記蓋は接合部材を用いて接合され、前記音叉型屈曲水晶振動子の音叉腕の側面に電極が配置され、前記側面の電極に対抗して位置するように極性の異なる電極が前記音叉腕の溝に配置されている水晶ユニットである。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 0 9

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 0 9 】

本発明の水晶ユニットの第2の態様は、各音叉腕の上下面の幅方向には各々2個の段差部が設けられ、前記2個の段差部には同極となる電極が配置され、前記各電極と対抗する側面に配置された電極は極性が異なる第1の態様に記載の水晶ユニットである。

【手続補正4】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 0

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 1 0 】

本発明の水晶ユニットの第3の態様は、複数個の水晶振動子が同一の水晶ユニット内に収納されていて、その中の少なくとも1個が音叉型屈曲水晶振動子である水晶ユニットである。

【手続補正5】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 1

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 1 1 】

本発明の水晶ユニットの第4の態様は、同一の水晶ユニット内には2個の振動モードの異なる振動子が収納され、1個の水晶振動子は幅と厚みと長さとを有する音叉腕と音叉基部とを具えて構成され、屈曲モードで振動する音叉型屈曲水晶振動子で、前記音叉腕の一端部は音叉基部に接続され、他端部は自由である音叉型屈曲水晶振動子で、前記音叉腕は少なくとも第1音叉腕と第2音叉腕を具えて構成され、前記第1音叉腕と前記第2音叉腕と前記音叉基部とはエッチング法によって一体に形成されていて、第1音叉腕と第2音叉腕の上下面にはそれぞれ厚みの方向に対抗して溝が設けられ、前記溝は第1音叉腕と第2音叉腕の上下面に各々1個の溝が設けられ、各々の溝には第1音叉腕の溝の電極と第2音叉腕の溝の電極との極性が異なる電極が配置されると共に、前記溝の電極と対抗して配置された音叉腕の側面の電極とは極性が異なる2電極端子を構成し、前記2電極端子の内、1電極端子は第1音叉腕の上下面の溝に配置された電極と第2音叉腕の両側面に配置された電極から構成され、且つ、上下面の溝に配置された前記電極と両側面に配置された前記電極とが接続され、他の1電極端子は第1音叉腕の両側面に配置された電極と第2音叉腕の上下面の溝に配置された電極から構成され、且つ、両側面に配置された前記電極と上下面の溝に配置された前記電極とが接続されていて、前記2個の振動子の間には仕切りが設けられている第3の態様に記載の水晶ユニットである。

【手続補正6】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 2

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 1 2 】

本発明の水晶ユニットの第5の態様は、水晶振動子と、その水晶振動子を収納するケースと、蓋とを具えて構成される水晶ユニットで、前記水晶振動子は幅と厚みと長さとを有する音叉腕と音叉基部とを具えて構成され、屈曲モードで振動する音叉型屈曲水晶振動子で、前記音叉腕の一端部は音叉基部に接続され、他端部は自由である音叉型屈曲水晶振動子で、前記音叉腕は少なくとも第1音叉腕と第2音叉腕を具えて構成され、前記第1音叉腕と前記第2音叉腕と前記音叉基部とはエッチング法によって一体に形成されていて、第1

音叉腕と第2音叉腕の上下面にはそれぞれ厚みの方向に対抗して溝が設けられ、前記溝は第1音叉腕と第2音叉腕の上下面に各々1個の溝が設けられ、各々の溝には第1音叉腕の溝の電極と第2音叉腕の溝の電極との極性が異なる電極が配置されると共に、前記溝の電極と対抗して配置された音叉腕の側面の電極とは極性が異なる2電極端子を構成し、前記2電極端子の内、1電極端子は第1音叉腕の上下面の溝に配置された電極と第2音叉腕の両側面に配置された電極から構成され、且つ、上下面の溝に配置された前記電極と両側面に配置された前記電極とが接続され、他の1電極端子は第1音叉腕の両側面に配置された電極と第2音叉腕の上下面の溝に配置された電極から構成され、且つ、両側面に配置された前記電極と上下面の溝に配置された前記電極とが接続されていて、前記2電極端子に直流電圧を印加したときに、前記第1音叉腕の中立線に対して音叉の叉部側に存在する音叉腕の内側側面の電極と、その電極に対抗して配置された溝側面の電極との間に前記電極に垂直に発生する電界の方向と、前記第2音叉腕の中立線に対して音叉の叉部側に存在する音叉腕の内側側面の電極と、その電極に対抗して配置された溝側面の電極との間に前記電極に垂直に発生する電界の方向とが同じで、更に、前記第1音叉腕の中立線に対して音叉の叉部側と反対の位置に存在する音叉腕の外側側面の電極と、その電極に対抗して配置された溝側面の電極との間に前記電極に垂直に発生する電界の方向と、前記第2音叉腕の中立線に対して音叉の叉部側と反対の位置に存在する音叉腕の外側側面の電極と、その電極に対抗して配置された溝側面の電極との間に前記電極に垂直に発生する電界の方向とが同じで、かつ、前記第1音叉腕と前記第2音叉腕の中立線に対して音叉の内側に発生する電界の方向と、前記第1音叉腕と前記第2音叉腕の中立線に対して音叉の外側に発生する電界の方向とは互いに方向が反対で、前記電界の方向は大略x軸（電気軸）の方向に一致し、前記第1音叉腕と前記第2音叉腕のそれぞれ厚み方向に対抗して設けられた溝に配置された電極の、対抗する溝電極と溝電極との間には前記溝電極に対して垂直に発生する電界が厚み方向に存在しないように電極が配置され、前記第1音叉腕と前記第2音叉腕は前記2電極端子に印加された交番電圧によって逆相の屈曲モードで振動し、更に、音叉腕に生ずる慣性モーメントが大きくなるように、音叉腕の上下面に設けられた各々1個の溝の内、少なくとも1個の溝幅 W_2 は部分幅 W_1 、 W_3 と等しいか、又は部分幅 W_1 、 W_3 より大きくなるように形成され、かつ、少なくとも1個の溝幅 W_2 と音叉腕幅 W との比（ W_2/W ）が、 $0.35 \sim 0.85$ の範囲内にあり、前記溝の厚み t_1 と音叉腕の厚み t との比（ t_1/t ）が、 $0.05 \sim 0.79$ の範囲内にある音叉型屈曲水晶振動子を具えて構成されている水晶ユニットである。

【手続補正7】

【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】

なお、上記第5の態様において、前記音叉腕の上下面の幅方向の任意の位置に各々1個の溝を設け、前記溝が音叉基部にまで延在する振動子を具えて水晶ユニットを構成しても良い。

【手続補正8】

【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】

本発明の水晶ユニットの第6の態様は、音叉腕、又は音叉腕と音叉基部に設けられた溝の長さ l_1 と音叉型屈曲水晶振動子の全長 l との比（ l_1/l ）が、 $0.2 \sim 0.68$ の範囲内にある第5の態様に記載の水晶ユニットである。

【手続補正9】

【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】

本発明の水晶ユニットの第7の態様は、音叉腕の段差部は音叉腕の長さ方向に階段部を有するか、又は分割されている第5の態様又は第6の態様に記載の水晶ユニットである。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0016】

なお、上記第3の態様において、2個以上の音叉型屈曲水晶振動子が音叉基部で接続部を介して接続され、且つ、一体に形成されている水晶ユニットを構成しても良い。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0017】

本発明の水晶ユニットの製造方法の第1の態様は、音叉型屈曲水晶振動子と、その水晶振動子を収納するケースと、蓋とを具えて構成される水晶ユニットの製造方法で、水晶ウエハに音叉腕と音叉基部とを具えて構成される音叉形状を形成する工程と、音叉腕、又は音叉腕と音叉基部とに溝を設ける工程と、溝の側面とその溝の側面に対抗する音叉腕の側面に互いに異なる極性を有する電極を配置する工程、と音叉基部をケースの固定部に接着剤又は半田にて固定する工程と、周波数を調整する工程と、ケースと蓋とを接合する工程と、を有する水晶ユニットの製造方法である。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0018】

本発明の水晶ユニットの製造方法の第2の態様は、ケースと蓋とを接合する工程の後、さらに前記音叉型屈曲水晶振動子の周波数をレーザにて調整の後、前記ケースの穴を真空中で封止する工程を有する第1の態様に記載の水晶ユニットである。

【手続補正13】

【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】

本発明の水晶ユニットの製造方法の第3の態様は、音叉型屈曲水晶振動子を真空中で封止した後、さらに、前記音叉型屈曲水晶振動子の周波数をレーザにて調整する工程を有する第1の態様又は第2の態様に記載の水晶ユニットである。

【手続補正14】

【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】

本発明の水晶ユニットの製造方法の第4の態様は、音叉形状と音叉腕に設けられる溝は別々の工程によって形成され、音叉形状を形成した後に、音叉腕に溝を形成する第1の態様から第3の態様のいずれかに記載の水晶ユニットの製造方法である。

【手続補正15】

【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】

本発明の水晶ユニットの製造方法の第5の態様は、音叉形状と音叉腕に設けられる溝は別々の工程によって形成され、溝を形成した後に、音叉形状を形成する第1の態様から第3の態様のいずれかに記載の水晶ユニットの製造方法である。

【手続補正16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0022】

本発明の水晶ユニットの製造方法の第6の態様は、音叉形状と音叉腕に設けられる溝は同時の工程によって形成される第1の態様から第3の態様のいずれかに記載の水晶ユニットの製造方法である。

【手続補正17】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0039

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0039】

これに対して、溝25および溝31の長さ l_1 については、溝25、31が、音叉腕22、23から長さ l_2 の音叉基部24にまで延在し、その音叉基部24に延在する溝の長さが l_3 となるような寸法とされている。それ故、音叉腕22、23に設けられた溝の長さは、 $(l_1 - l_3)$ で与えられ、等価直列抵抗 R_1 の小さな振動子を得るために、溝の長さ $(l_1 - l_3)$ と音叉腕の長さとの比が0.4～0.7の範囲内の値を有する。更に、音叉基部の歪量を大きくして、 R_1 を小さくし、且つ、支持、固定によるエネルギー漏れのない振動子を得るには音叉基部の溝の長さ l_3 と音叉基部の長さ l_2 との比が0.04～0.78の範囲内の値になるように溝25、31が構成される。なお、本実施例では、溝の長さ l_3 の側面全部に電極が配置されているが、側面の電極が溝の長さ l_3 より短く配置されている時には、 l_3 は電極の長さと同じ長さとする。また、音叉型屈曲水晶振動子21の全長 l は要求される周波数や収納容器の大きさなどから決定される。と同時に、基本波モードで振動する良好な音叉型屈曲水晶振動子を得るためには、以下で説明するように、溝の長さ l_1 と全長 l の間には密接な関係が存在する。