

【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 12 月 24 日 (2004.12.24)

【公開番号】特開 2003-273648 (P2003-273648A)

【公開日】平成 15 年 9 月 26 日 (2003.9.26)

【出願番号】特願 2002-383430 (P2002-383430)

【国際特許分類第 7 版】

H 0 3 B 5/32

H 0 1 L 41/09

H 0 1 L 41/18

H 0 1 L 41/22

H 0 3 H 9/02

H 0 3 H 9/19

H 0 3 H 9/215

【F I】

H 0 3 B 5/32 G

H 0 3 B 5/32 H

H 0 3 H 9/02 K

H 0 3 H 9/19 J

H 0 3 H 9/215

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 16 年 1 月 19 日 (2004.1.19)

【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】

水晶振動子と増幅器とコンデンサーと抵抗とを具えて構成される水晶発振器であって、前記水晶振動子は屈曲モードで振動する音叉腕と音叉基部から成る音叉形状の屈曲水晶振動子で、前記音叉腕は上面と下面と側面とを有し、前記音叉形状の音叉腕の上面と下面の少なくとも一面に溝が設けられ、前記溝の側面に電極が配置され、前記溝側面の電極とその電極に対抗する音叉腕側面の電極とが互いに異極で、かつ、前記音叉腕が逆相で振動するように音叉腕に溝と電極を形成し、
前記音叉形状の屈曲水晶振動子は表面実装型、又は円筒型のユニットに収納されていて、前記屈曲水晶振動子と前記コンデンサーと前記抵抗は電氣的に接続されていることを特徴とする水晶発振器。

【請求項 2】

水晶発振器は増幅回路と帰還回路を具えて水晶発振回路を具えて構成され、前記増幅回路は増幅器と帰還抵抗を具えて構成され、前記帰還回路は水晶振動子とコンデンサーとドレイン抵抗とを具えて構成され、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音叉腕の上下面に各々1個の溝が設けられ、少なくとも1個の溝幅 W_2 は部分幅 W_1 、及び/又は部分幅 W_3 より大きく形成され、且つ、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、前記音叉腕に設けられた各々1個の溝の内、少なくとも1個の溝幅 W_2 と音叉腕幅 W との比(W_2/W)が0.35より大きく、1より小さく、且つ、前記溝の厚み t_1 と音叉腕の厚み t との比(t_1/t)が0.79より小さくなるように、溝が音叉型屈曲水晶振動子に形成されていることを特徴とする請求項1に記載の水晶発振器。

【請求項3】

音叉腕に溝を有する音叉型屈曲水晶振動子の、前記溝の内少なくとも1個の溝幅 W_2 と音叉腕幅 W との比(W_2/W)が0.35~0.85で、かつ、前記溝の厚み t_1 と音叉腕の厚み t との比(t_1/t)が0.01~0.79の値を有し、前記音叉型屈曲水晶振動子の基本波モード振動のフィガーオブメリット M_1 が2次、3次高調波モード振動のフィガーオブメリット M_2 、 M_3 より大きい屈曲水晶振動子を具えて水晶発振回路は構成されると共に、

増幅回路と帰還回路を具えて構成される前記水晶発振回路の、増幅回路の基本波モード振動の増幅率 α_1 と2次高調波モード振動の増幅率 α_2 との比が、帰還回路の2次高調波モード振動の帰還率 β_2 と基本波モード振動の帰還率 β_1 との比より大きく、かつ、前記基本波モード振動の増幅率 α_1 と前記基本波モード振動の帰還率 β_1 の積が1より大きく前記水晶発振回路は構成されていて、

前記水晶発振回路の出力信号である発振周波数が、32.768kHzに対して-100PPM~+100PPMの範囲内にあることを特徴とする請求項2に記載の水晶発振器。

【請求項4】

水晶振動子と増幅器とコンデンサーと抵抗とを具えて構成される水晶発振器の製造方法で、

前記水晶発振器は増幅回路と帰還回路を具えて構成される水晶発振回路を具えて構成され、前記水晶振動子は屈曲モードで振動する音叉腕と音叉基部から成る音叉型屈曲水晶振動子で、前記音叉腕は上面と下面と側面とを有し、前記音叉腕の上面と下面の少なくとも一面に1個の溝を設ける工程、と

前記溝の側面に電極が配置され、前記溝側面の電極とその電極に対抗する音叉腕側面の電極とが互いに異極となる電極を形成する工程、と

ケースと蓋を具えて構成されるユニットの固定部に前記音叉型屈曲水晶振動子を固定する工程、と、

前記音叉型屈曲水晶振動子の発振周波数を調整する工程、と

前記音叉型屈曲水晶振動子を表面実装型あるいは円筒型のユニットに収納する工程、と

前記増幅器と前記音叉型屈曲水晶振動子と前記コンデンサーと前記抵抗とを電氣的に接続する工程、とを有し、

前記音叉型屈曲水晶振動子の発振周波数の調整が、少なくとも2回の別々の工程で行われることを特徴とする水晶発振器の製造方法。

【請求項5】

請求項4に記載の水晶発振器の製造方法において、発振周波数調整の前記少なくとも2回の別々の工程の内、1回の発振周波数の調整は、前記音叉型屈曲水晶振動子が水晶ウエハに形成された状態で行われ、水晶発振器を構成する水晶発振回路の出力信号である発振周波数が、32.768kHzに対して、-9000PPM~+5000PPMの範囲内に

発振周波数が調整されることを特徴とする水晶発振器の製造方法。

【請求項 6】

請求項 4 又は請求項 5 に記載の水晶発振器の製造方法において、発振周波数調整の前記少なくとも 2 回の別々の工程の内、1 回の発振周波数の調整は、前記音叉型屈曲水晶振動子をユニットの固定部に固定した後に行われ、水晶発振器を構成する水晶発振回路の出力信号である発振周波数が、 32.768 kHz に対して、 $-100\text{ PPM} \sim +100\text{ PPM}$ の範囲内に発振周波数が調整されることを特徴とする水晶発振器の製造方法。

【請求項 7】

水晶振動子と増幅器とコンデンサーと抵抗とを具えて構成される水晶発振器の製造方法で、

前記水晶振動子は屈曲モードで振動する音叉腕と音叉基部から成る音叉型屈曲水晶振動子で、前記音叉腕は上面と下面と側面とを有し、前記音叉腕の上面と下面の少なくとも一面に 1 個の溝を設ける工程、と

前記溝の側面に電極が配置され、前記溝側面の電極とその電極に対抗する音叉腕側面の電極とが互いに異極となる電極を形成する工程、と

ケースと蓋を備えて構成されるユニットの固定部に前記音叉型屈曲水晶振動子を固定する工程、と

前記音叉型屈曲水晶振動子の発振周波数を調整する工程、と

前記音叉型屈曲水晶振動子を表面実装型あるいは円筒型のユニットに収納する工程、と

前記増幅器は CMOS インバータで、前記音叉型屈曲水晶振動子と前記 CMOS インバータと前記コンデンサーと前記抵抗とを電氣的に接続する工程、とを有し、

前記音叉型屈曲水晶振動子の音叉腕の間隔が W_4 で与えられ、間隔 W_4 と音叉腕に設けられ

た貫通穴を含む溝の内、少なくとも 1 個の溝幅 W_2 との関係が、 $W_4 \geq W_2$ の関係を満たす

ことを特徴とする水晶発振器の製造方法。

【請求項 8】

間隔 W_4 は $0.05\text{ mm} \sim 0.35\text{ mm}$ で、溝幅 W_2 は $0.02\text{ mm} \sim 0.12\text{ mm}$ の値を有し、音叉腕と前記音叉腕に設けられる溝は別々の工程で形成されることを特徴とする請求項 7 に記載の水晶発振器の製造方法。

【請求項 9】

音叉腕の厚み t が $0.06\text{ mm} \sim 0.15\text{ mm}$ のとき、間隔 W_4 は $0.05\text{ mm} \sim 0.35\text{ mm}$ で、音叉腕に設けられた溝の内、少なくとも 1 個の溝の面積 $S(W_2 \times l_1)$ は $0.023\text{ mm}^2 \sim 0.088\text{ mm}^2$ の範囲内にあり、音叉腕と前記音叉腕に設けられる貫通穴を含む溝は同時の工程で形成されることを特徴とする請求項 7 に記載の水晶発振器の製造方法。

【請求項 10】

音叉腕に設けられる貫通穴を含む溝の内、少なくとも 1 個の溝幅 W_2 は $0.02\text{ mm} \sim 0.068\text{ mm}$ の範囲内にあることを特徴とする請求項 7 から請求項 9 のいずれかに記載の水晶発振器の製造方法。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0005】

即ち、本発明の水晶発振器の第 1 の態様は、水晶振動子と増幅器とコンデンサーと抵抗とを具えて構成される水晶発振器であって、前記水晶振動子は屈曲モードで振動する音叉腕と音叉基部から成る音叉形状の屈曲水晶振動子で、前記音叉腕は上面と下面と側面とを有し、前記音叉形状の音叉腕の上面と下面の少なくとも一面に溝が設けられ、前記溝の側面

に電極が配置され、前記溝側面の電極とその電極に対抗する音叉腕側面の電極とが互いに異極で、かつ、前記音叉腕が逆相で振動するように音叉腕に溝と電極を形成し、前記音叉形状の屈曲水晶振動子は表面実装型、又は円筒型のユニットに収納されていて、前記屈曲水晶振動子と前記コンデンサーと前記抵抗は電氣的に接続されている水晶発振器である。本発明の水晶発振器の第2の態様は、水晶発振器は増幅回路と帰還回路を具えて水晶発振回路を具えて構成され、前記増幅回路は増幅器と帰還抵抗を具えて構成され、前記帰還回路は水晶振動子とコンデンサーとドレイン抵抗とを具えて構成され、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音叉腕の上下面に各々1個の溝が設けられ、少なくとも1個の溝幅 W_2 は部分幅 W_1 、及び/又は部分幅 W_3 より大きく形成され、且つ、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、前記溝の電極に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、前記音叉腕に設けられた各々1個の溝の内、少なくとも1個の溝幅 W_2 と音叉腕幅 W との比(W_2/W)が0.35より大きく、1より小さく、且つ、前記溝の厚み t_1 と音叉腕の厚み t との比(t_1/t)が0.79より小さくなるように、溝が音叉型屈曲水晶振動子に形成されている第1の態様に記載の水晶発振器である。

本発明の水晶発振器の第3の態様は、音叉腕に溝を有する音叉型屈曲水晶振動子の、前記溝の内少なくとも1個の溝幅 W_2 と音叉腕幅 W との比(W_2/W)が0.35~0.85で、かつ、前記溝の厚み t_1 と音叉腕の厚み t との比(t_1/t)が0.01~0.79の値を有し、前記音叉型屈曲水晶振動子の基本波モード振動のフィガーオブメリット M_1 が2次、3次高調波モード振動のフィガーオブメリット M_2 、 M_3 より大きい屈曲水晶振動子を具えて水晶発振回路は構成されると共に、増幅回路と帰還回路を具えて構成される前記水晶発振回路の、増幅回路の基本波モード振動の増幅率 α_1 と2次高調波モード振動の増幅率 α_2 との比が、帰還回路の2次高調波モード振動の帰還率 β_2 と基本波モード振動の帰還率 β_1 との比より大きく、かつ、前記基本波モード振動の増幅率 α_1 と前記基本波モード振動の帰還率 β_1 の積が1より大きく前記水晶発振回路は構成されていて、前記水晶発振回路の出力信号である発振周波数が、32.768kHzに対して-100PPM~+100PPMの範囲内にある第2の態様に記載の水晶発振器である。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0006】

本発明の水晶発振器の製造方法の第1の態様は、水晶振動子と増幅器とコンデンサーと抵抗とを具えて構成される水晶発振器の製造方法で、前記水晶発振器は増幅回路と帰還回路を具えて構成される水晶発振回路を具えて構成され、前記水晶振動子は屈曲モードで振動する音叉腕と音叉基部から成る音叉型屈曲水晶振動子で、前記音叉腕は上面と下面と側面とを有し、前記音叉腕の上面と下面の少なくとも一面に1個の溝を設ける工程、と前記溝の側面に電極が配置され、前記溝側面の電極とその電極に対抗する音叉腕側面の電極とが互いに異極となる電極を形成する工程、とケースと蓋を具えて構成されるユニットの固定部に前記音叉型屈曲水晶振動子を固定する工程、と、前記音叉型屈曲水晶振動子の発振周

波数を調整する工程、と前記音叉型屈曲水晶振動子を表面実装型あるいは円筒型のユニットに収納する工程、と前記増幅器と前記音叉型屈曲水晶振動子と前記コンデンサーと前記抵抗とを電氣的に接続する工程、とを有し、前記音叉型屈曲水晶振動子の発振周波数の調整が、少なくとも2回の別々の工程で行われる水晶発振器の製造方法である。

本発明の水晶発振器の製造方法の第2の態様は、第1の態様に記載の水晶発振器の製造方法において、発振周波数調整の前記少なくとも2回の別々の工程の内、1回の発振周波数の調整は、前記音叉型屈曲水晶振動子が水晶ウエハに形成された状態で行われ、水晶発振器を構成する水晶発振回路の出力信号である発振周波数が、 32.768 kHz に対して、 $-9000\text{ PPM} \sim +5000\text{ PPM}$ の範囲内に発振周波数が調整される水晶発振器の製造方法である。

本発明の水晶発振器の製造方法の第3の態様は、第1の態様又は第2の態様に記載の水晶発振器の製造方法において、発振周波数調整の前記少なくとも2回の別々の工程の内、1回の発振周波数の調整は、前記音叉型屈曲水晶振動子をユニットの固定部に固定した後に行われ、水晶発振器を構成する水晶発振回路の出力信号である発振周波数が、 32.768 kHz に対して、 $-100\text{ PPM} \sim +100\text{ PPM}$ の範囲内に発振周波数が調整される水晶発振器の製造方法である。

本発明の水晶発振器の製造方法の第4の態様は、水晶振動子と増幅器とコンデンサーと抵抗とを具えて構成される水晶発振器の製造方法で、前記水晶振動子は屈曲モードで振動する音叉腕と音叉基部から成る音叉型屈曲水晶振動子で、前記音叉腕は上面と下面と側面とを有し、前記音叉腕の上面と下面の少なくとも一面に1個の溝を設ける工程、と前記溝の側面に電極が配置され、前記溝側面の電極とその電極に対抗する音叉腕側面の電極とが互いに異極となる電極を形成する工程、とケースと蓋を備えて構成されるユニットの固定部に前記音叉型屈曲水晶振動子を固定する工程、と前記音叉型屈曲水晶振動子の発振周波数を調整する工程、と前記音叉型屈曲水晶振動子を表面実装型あるいは円筒型のユニットに収納する工程、と前記増幅器はCMOSインバータで、前記音叉型屈曲水晶振動子と前記CMOSインバータと前記コンデンサーと前記抵抗とを電氣的に接続する工程、とを有し、前記音叉型屈曲水晶振動子の音叉腕の間隔が W_4 で与えられ、間隔 W_4 と音叉腕に設けられた貫通穴を含む溝の内、少なくとも1個の溝幅 W_2 との関係が、 $W_4 \geq W_2$ の関係を満たす水晶発振器の製造方法である。

本発明の水晶発振器の製造方法の第5の態様は、間隔 W_4 は $0.05\text{ mm} \sim 0.35\text{ mm}$ で、溝幅 W_2 は $0.02\text{ mm} \sim 0.12\text{ mm}$ の値を有し、音叉腕と前記音叉腕に設けられる溝は別々の工程で形成される第4の態様に記載の水晶発振器の製造方法である。

本発明の水晶発振器の製造方法の第6の態様は、音叉腕の厚み t が $0.06\text{ mm} \sim 0.15\text{ mm}$ のとき、間隔 W_4 は $0.05\text{ mm} \sim 0.35\text{ mm}$ で、音叉腕に設けられた溝の内、少なくとも1個の溝の面積 $S(W_2 \times l_1)$ は $0.023\text{ mm}^2 \sim 0.088\text{ mm}^2$ の範囲内にあり、音叉腕と前記音叉腕に設けられる貫通穴を含む溝は同時の工程で形成される第4の態様に記載の水晶発振器の製造方法である。

本発明の水晶発振器の製造方法の第7の態様は、音叉腕に設けられる貫通穴を含む溝の内、少なくとも1個の溝幅 W_2 は $0.02\text{ mm} \sim 0.068\text{ mm}$ の範囲内にある第4の態様から第6の態様のいずれかに記載の水晶発振器の製造方法である。