

【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11月18日 (2010.11.18)

【公開番号】特開2010-183634(P2010-183634A)

【公開日】平成22年8月19日 (2010.8.19)

【年通号数】公開・登録公報2010-033

【出願番号】特願2010-94456(P2010-94456)

【国際特許分類】

H 0 3 B 5/32 (2006.01)

H 0 3 H 3/02 (2006.01)

H 0 3 H 3/04 (2006.01)

H 0 3 H 9/02 (2006.01)

【F I】

H 0 3 B 5/32 A

H 0 3 H 3/02 C

H 0 3 H 3/04 B

H 0 3 H 9/02 N

【手続補正書】

【提出日】平成22年7月28日 (2010.7.28)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の名称

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の名称】水晶振動子と水晶ユニットと水晶発振器の各製造方法及び水晶振動子と水晶ユニットと水晶発振器

【手続補正 2】

【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】

音叉基部と前記音叉基部に接続された少なくとも第 1 音叉腕と第 2 音叉腕とを備えた音叉型屈曲水晶振動子の製造方法で、

水晶ウエハを準備する工程と、

前記水晶ウエハの上面と下面の各々に金属膜を形成する工程と、

前記金属膜の上にレジストを塗布する工程と、

前記音叉基部と前記第 1 音叉腕と前記第 2 音叉腕とを備えた音叉形状を形成する工程と、

前記第 1 音叉腕と前記第 2 音叉腕の各々に溝を形成する工程と、

前記第 1 音叉腕に形成された溝の面の上に形成された電極が、前記第 2 音叉腕の側面に形成された電極に接続され、かつ、前記第 2 音叉腕に形成された溝の面の上に形成された電極が、前記第 1 音叉腕の側面に形成された電極に接続されるように、前記電極を形成する工程と、

前記音叉型屈曲水晶振動子を前記水晶ウエハから切り離す工程と、

前記音叉型屈曲水晶振動子の発振周波数を少なくとも 2 回、かつ、異なる工程で調整する工程と、を含むことを特徴とする水晶振動子の製造方法。

【請求項 2】

前記音叉型屈曲水晶振動子の基本波モード振動の容量比 r_1 が、前記音叉型屈曲水晶振動子の2次高調波モード振動の容量比 r_2 より小さくなるように、前記第1音叉腕と前記第2音叉腕の厚みの寸法と前記第1音叉腕と前記第2音叉腕の各々に形成された溝の厚みの寸法を決定する工程を備えていることを特徴とする請求項1に記載の水晶振動子の製造方法。

【請求項3】

前記第1音叉腕に形成された溝の面の上に形成された電極が、前記第2音叉腕の側面に形成された電極に接続され、かつ、前記第2音叉腕に形成された溝の面の上に形成された電極が、前記第1音叉腕の側面に形成された電極に接続されるように、前記電極を形成する工程によって前記電極が形成されたときに、前記音叉型屈曲水晶振動子の基本波モード振動の発振周波数が 32.768 kHz より高く形成され、前記電極の形成後に、前記音叉型屈曲水晶振動子の前記発振周波数が、 29.4 kHz から 32.75 kHz の範囲内にあるように、水晶ウエハ内に形成された前記第1音叉腕と前記第2音叉腕に重りが形成され、その重りの形成後に、前記重りの一部又は全部をレーザー又はプラズマエッチング法によって除去して、前記音叉型屈曲水晶振動子の前記発振周波数が、 32.2 kHz から 33.08 kHz の範囲内にあるように、水晶ウエハ内で周波数が調整され、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、前記音叉型屈曲水晶振動子の2次高調波モード振動のフィガーオブメリット M_2 より大きくなるように、前記音叉形状と前記溝と前記電極の寸法を決定する工程を備えていることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の水晶振動子の製造方法。

【請求項4】

前記第1音叉腕と前記第2音叉腕の各々に形成された溝は、各音叉腕の長さ方向に沿って形成された長溝で、音叉の叉部付近に形成された前記長溝の端部は、音叉の叉部より各音叉腕の自由端側に形成されていることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の水晶振動子の製造方法。

【請求項5】

前記音叉基部は第1幅 W_5 を備えた第1基部部分と前記第1幅 W_5 より小さい第2幅 W_6 を備えた第2基部部分を備え、前記第1音叉腕と前記第2音叉腕の各々の一端部は前記第1基部部分に接続されていて、前記音叉基部の幅が曲線的に徐々に狭くなる部分又は前記音叉基部の幅が直線的に徐々に狭くなる部分が、前記第1基部部分と前記第2基部部分の間に形成されていることを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の水晶振動子の製造方法。

【請求項6】

請求項3から請求項5のいずれか1項に記載の水晶振動子の製造方法と、前記音叉型屈曲水晶振動子の2次高調波モード振動のフィガーオブメリット M_2 が30より小さくなるように、前記音叉形状と前記溝と前記電極の寸法を決定する工程と、を備えていて、前記音叉型屈曲水晶振動子を前記水晶ウエハから切り離し、ケースの固定部に前記音叉型屈曲水晶振動子を固定する第1工程と、前記音叉型屈曲水晶振動子の基本波モード振動の発振周波数が 32.764 kHz から 32.772 kHz の範囲内にあるように、周波数を調整する第2工程と、前記ケースに蓋を真空中で接続する第3工程と、を含み、第1工程から第3工程の順になされることを特徴とする水晶ユニットの製造方法。

【請求項7】

請求項3から請求項5のいずれか1項に記載の水晶振動子の製造方法と、前記音叉型屈曲水晶振動子の2次高調波モード振動のフィガーオブメリット M_2 が30より小さくなるように、前記音叉形状と前記溝と前記電極の寸法を決定する工程と、を備えていて、前記音叉型屈曲水晶振動子をケースの固定部に前記音叉型屈曲水晶振動子を固定する第1工程と、前記音叉型屈曲水晶振動子の基本波モード振動の発振周波数が 32.764 kHz から 32.772 kHz の範囲内にあるように、前記音叉型屈曲水晶振動子の周波数を調整する第2工程と、前記ケースに蓋を接続する第3工程と、前記ケースに設けられた穴を真空中で低融点ガラス又は金属を用いて封止する第4工程と、を含み、第1工程から第4工程

の順になされることを特徴とする水晶ユニットの製造方法。

【請求項 8】

請求項 3 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の水晶振動子の製造方法と、前記音叉型屈曲水晶振動子の 2 次高調波モード振動のフィガーオブメリット M_2 が 30 より小さくなるように、前記音叉形状と前記溝と前記電極の寸法を決定する工程と、を備えていて、前記音叉基部に切り欠き部を形成する第 1 工程と、前記音叉型屈曲水晶振動子を前記水晶ウエハから切り離し、ケースの固定部に前記音叉型屈曲水晶振動子を固定する第 2 工程と、前記ケースに蓋を接続する第 3 工程と、前記ケースに設けられた穴を真空中で低融点ガラス又は金属を用いて封止する第 4 工程と、を含み、第 1 工程から第 4 工程の順になされ、前記ケースに蓋を接続する第 3 工程の後に、かつ、前記ケースに設けられた穴を真空中で低融点ガラス又は金属を用いて封止する第 4 工程の前に、前記音叉型屈曲水晶振動子の基本波モード振動の発振周波数を真空中で調整する工程を、あるいは前記ケースに設けられた穴を真空中で低融点ガラス又は金属を用いて封止する第 4 工程の後に、前記音叉型屈曲水晶振動子の基本波モード振動の発振周波数が 32.766 kHz から 32.77 kHz の範囲内にあるように、前記音叉型屈曲水晶振動子の周波数を調整する工程を備えていることを特徴とする水晶ユニットの製造方法。

【請求項 9】

請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の水晶振動子の製造方法と、または請求項 6 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の水晶ユニットの製造方法と、増幅回路の増幅器と、帰還回路のコンデンサーと抵抗と、を備えた水晶発振器の製造方法で、前記水晶発振器から出力される出力信号は、 32.764 kHz から 32.772 kHz の範囲内にある発振周波数を備えていることを特徴とする水晶発振器の製造方法。

【請求項 10】

音叉基部と前記音叉基部に接続された少なくとも第 1 音叉腕と第 2 音叉腕とを備えた音叉形状の音叉型屈曲水晶振動子で、前記第 1 音叉腕と前記第 2 音叉腕の各々に溝が、前記溝の溝幅 W_2 と音叉腕幅 W との比 W_2 / W が $0.35 \sim 0.95$ の範囲内に、かつ、溝幅 W_2 が $0.03\text{ mm} \sim 0.12\text{ mm}$ の範囲内にあるように形成され、前記第 1 音叉腕と前記第 2 音叉腕の間隔は W_4 で与えられ、前記間隔 W_4 と前記溝幅 W_2 は $W_4 \geq W_2$ の関係を満足するように構成され、かつ、前記間隔 W_4 は $0.05\text{ mm} \sim 0.35\text{ mm}$ の範囲内にあり、前記第 1 音叉腕に形成された溝の面の上に形成された電極が、前記第 2 音叉腕の側面に形成された電極に接続され、かつ、前記第 2 音叉腕に形成された溝の面の上に形成された電極が、前記第 1 音叉腕の側面に形成された電極に接続され、前記溝の厚み t_1 と前記第 1 音叉腕と前記第 2 音叉腕の厚み t との比 t_1 / t が $0.01 \sim 0.79$ の範囲内にあり、かつ、前記音叉型屈曲水晶振動子の基本波モード振動の容量比 r_1 が、前記音叉型屈曲水晶振動子の 2 次高調波モード振動の容量比 r_2 より小さくなるように、前記第 1 音叉腕と前記第 2 音叉腕の厚み t の寸法と前記溝の厚み t_1 の寸法が決定され、前記溝の長さ l_1 と前記音叉型屈曲水晶振動子の全長 l との比 l_1 / l が $0.2 \sim 0.78$ の範囲内にあり、かつ、前記音叉型屈曲水晶振動子の基本波モード振動の等価直列抵抗 R_1 が、2 次高調波モード振動の等価直列抵抗 R_2 より小さくなるように、前記溝の長さ l_1 の寸法と前記音叉型屈曲水晶振動子の全長 l の寸法が決定されていて、前記音叉型屈曲水晶振動子は基本波モード振動のフィガーオブメリット M_1 と周波数安定係数 S_1 を備え、かつ、2 次高調波モード振動のフィガーオブメリット M_2 と周波数安定係数 S_2 を備え、 $M_1 > M_2$ になるように、前記音叉形状と前記溝と前記電極の寸法が決定され、前記音叉型屈曲水晶振動子は $S_1 < S_2$ の関係を備えていることを特徴とする水晶振動子。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の水晶振動子と、前記音叉型屈曲水晶振動子を収納するケースと、前記ケースの開口部をカバーする蓋と、を備えた水晶ユニットで、前記音叉型屈曲水晶振動子は前記ケースの固定部に固定され、前記蓋が前記ケースの開口部に接続されていることを特徴とする水晶ユニット。

【請求項 12】

請求項 10 に記載の水晶振動子と、あるいは請求項 11 に記載の水晶ユニットと、増幅器とコンデンサーと抵抗素子とを備えた水晶発振器で、前記音叉型屈曲水晶振動子の前記電極は前記増幅器と前記コンデンサーと前記抵抗素子とに電氣的に接続されていることを特徴とする水晶発振器。

【手続補正 3】

【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】

本発明の水晶振動子の製造方法の第 1 の態様は、音叉基部と前記音叉基部に接続された少なくとも第 1 音叉腕と第 2 音叉腕とを備えた音叉型屈曲水晶振動子の製造方法で、水晶ウエハを準備する工程と、前記水晶ウエハの上面と下面の各々に金属膜を形成する工程と、前記金属膜の上にレジストを塗布する工程と、前記音叉基部と前記第 1 音叉腕と前記第 2 音叉腕とを備えた音叉形状を形成する工程と、前記第 1 音叉腕と前記第 2 音叉腕の各々に溝を形成する工程と、前記第 1 音叉腕に形成された溝の面の上に形成された電極が、前記第 2 音叉腕の側面に形成された電極に接続され、かつ、前記第 2 音叉腕に形成された溝の面の上に形成された電極が、前記第 1 音叉腕の側面に形成された電極に接続されるように、前記電極を形成する工程と、前記音叉型屈曲水晶振動子を前記水晶ウエハから切り離す工程と、前記音叉型屈曲水晶振動子の発振周波数を少なくとも 2 回、かつ、異なる工程で調整する工程と、を含む水晶振動子の製造方法である。

本発明の水晶振動子の製造方法の第 2 の態様は、前記音叉型屈曲水晶振動子の基本波モード振動の容量比 r_1 が、前記音叉型屈曲水晶振動子の 2 次高調波モード振動の容量比 r_2 より小さくなるように、前記第 1 音叉腕と前記第 2 音叉腕の厚みの寸法と前記第 1 音叉腕と前記第 2 音叉腕の各々に形成された溝の厚みの寸法を決定する工程を備えている第 1 の態様に記載の水晶振動子の製造方法である。

本発明の水晶振動子の製造方法の第 3 の態様は、前記第 1 音叉腕に形成された溝の面の上に形成された電極が、前記第 2 音叉腕の側面に形成された電極に接続され、かつ、前記第 2 音叉腕に形成された溝の面の上に形成された電極が、前記第 1 音叉腕の側面に形成された電極に接続されるように、前記電極を形成する工程によって前記電極が形成されたときに、前記音叉型屈曲水晶振動子の基本波モード振動の発振周波数が 32.768 kHz より高く形成され、前記電極の形成後に、前記音叉型屈曲水晶振動子の前記発振周波数が、 29.4 kHz から 32.75 kHz の範囲内にあるように、水晶ウエハ内に形成された前記第 1 音叉腕と前記第 2 音叉腕に重りが形成され、その重りの形成後に、前記重りの一部又は全部をレーザー又はプラズマエッチング法によって除去して、前記音叉型屈曲水晶振動子の前記発振周波数が、 32.2 kHz から 33.08 kHz の範囲内にあるように、水晶ウエハ内で周波数が調整され、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、前記音叉型屈曲水晶振動子の 2 次高調波モード振動のフィガーオブメリット M_2 より大きくなるように、前記音叉形状と前記溝と前記電極の寸法を決定する工程を備えている第 1 の態様または第 2 の態様に記載の水晶振動子の製造方法である。

本発明の水晶振動子の製造方法の第 4 の態様は、前記第 1 音叉腕と前記第 2 音叉腕の各々に形成された溝は、各音叉腕の長さ方向に沿って形成された長溝で、音叉の叉部付近に形成された前記長溝の端部は、音叉の叉部より各音叉腕の自由端側に形成されている第 1 の態様から第 3 の態様のいずれか 1 つの態様に記載の水晶振動子の製造方法である。

本発明の水晶振動子の製造方法の第 5 の態様は、前記音叉基部は第 1 幅 W_5 を備えた第 1 基部部分と前記第 1 幅 W_5 より小さい第 2 幅 W_6 を備えた第 2 基部部分を備え、前記第 1 音叉腕と前記第 2 音叉腕の各々の一端部は前記第 1 基部部分に接続されていて、前記音叉基部の幅が曲線的に徐々に狭くなる部分又は前記音叉基部の幅が直線的に徐々に狭くなる部分が、前記第 1 基部部分と前記第 2 基部部分の間に形成されている第 1 の態様から第 4

の態様のいずれか 1 つの態様に記載の水晶振動子の製造方法である。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0006】

本発明の水晶ユニットの製造方法の第 1 の態様は、第 3 の態様から第 5 の態様のいずれか 1 つの態様に記載の水晶振動子の製造方法と、前記音叉型屈曲水晶振動子の 2 次高調波モード振動のフィガーオブメリット M_2 が 30 より小さくなるように、前記音叉形状と前記溝と前記電極の寸法を決定する工程と、を備えていて、前記音叉型屈曲水晶振動子を前記水晶ウエハから切り離し、ケースの固定部に前記音叉型屈曲水晶振動子を固定する第 1 工程と、前記音叉型屈曲水晶振動子の基本波モード振動の発振周波数が 32.764 kHz から 32.772 kHz の範囲内にあるように、周波数を調整する第 2 工程と、前記ケースに蓋を真空中で接続する第 3 工程と、を含み、第 1 工程から第 3 工程の順になされる水晶ユニットの製造方法である。

本発明の水晶ユニットの製造方法の第 2 の態様は、第 3 の態様から第 5 の態様のいずれか 1 つの態様に記載の水晶振動子の製造方法と、前記音叉型屈曲水晶振動子の 2 次高調波モード振動のフィガーオブメリット M_2 が 30 より小さくなるように、前記音叉形状と前記溝と前記電極の寸法を決定する工程と、を備えていて、前記音叉型屈曲水晶振動子をケースの固定部に前記音叉型屈曲水晶振動子を固定する第 1 工程と、前記音叉型屈曲水晶振動子の基本波モード振動の発振周波数が 32.764 kHz から 32.772 kHz の範囲内にあるように、前記音叉型屈曲水晶振動子の周波数を調整する第 2 工程と、前記ケースに蓋を接続する第 3 工程と、前記ケースに設けられた穴を真空中で低融点ガラス又は金属を用いて封止する第 4 工程と、を含み、第 1 工程から第 4 工程の順になされる水晶ユニットの製造方法である。

本発明の水晶ユニットの製造方法の第 3 の態様は、第 3 の態様から第 5 の態様のいずれか 1 つの態様に記載の水晶振動子の製造方法と、前記音叉型屈曲水晶振動子の 2 次高調波モード振動のフィガーオブメリット M_2 が 30 より小さくなるように、前記音叉形状と前記溝と前記電極の寸法を決定する工程と、を備えていて、前記音叉基部に切り欠き部を形成する第 1 工程と、前記音叉型屈曲水晶振動子を前記水晶ウエハから切り離し、ケースの固定部に前記音叉型屈曲水晶振動子を固定する第 2 工程と、前記ケースに蓋を接続する第 3 工程と、前記ケースに設けられた穴を真空中で低融点ガラス又は金属を用いて封止する第 4 工程と、を含み、第 1 工程から第 4 工程の順になされ、前記ケースに蓋を接続する第 3 工程の後に、かつ、前記ケースに設けられた穴を真空中で低融点ガラス又は金属を用いて封止する第 4 工程の前に、前記音叉型屈曲水晶振動子の基本波モード振動の発振周波数を真空中で調整する工程を、あるいは前記ケースに設けられた穴を真空中で低融点ガラス又は金属を用いて封止する第 4 工程の後に、前記音叉型屈曲水晶振動子の基本波モード振動の発振周波数が 32.766 kHz から 32.77 kHz の範囲内にあるように、前記音叉型屈曲水晶振動子の周波数を調整する工程を備えている水晶ユニットの製造方法である。

。

本発明の水晶発振器の製造方法の第 1 の態様は、第 1 の態様から第 5 の態様のいずれか 1 つの態様に記載の水晶振動子の製造方法と、または第 1 の態様から第 3 の態様のいずれか 1 つの態様に記載の水晶ユニットの製造方法と、増幅回路の増幅器と、帰還回路のコンデンサーと抵抗と、を備えた水晶発振器の製造方法で、前記水晶発振器から出力される出力信号は、32.764 kHz から 32.772 kHz の範囲内にある発振周波数を備えている水晶発振器の製造方法である。

本発明の水晶振動子の第 1 の態様は、音叉基部と前記音叉基部に接続された少なくとも第 1 音叉腕と第 2 音叉腕とを備えた音叉形状の音叉型屈曲水晶振動子で、前記第 1 音叉腕と前記第 2 音叉腕の各々に溝が、前記溝の溝幅 W_2 と音叉腕幅 W との比 W_2 / W が 0.35

～ 0.95 の範囲内に、かつ、溝幅 W_2 が 0.03 mm ～ 0.12 mm の範囲内にあるように形成され、前記第 1 音叉腕と前記第 2 音叉腕の間隔は W_4 で与えられ、前記間隔 W_4 と前記溝幅 W_2 は $W_4 = W_2$ の関係を満足するように構成され、かつ、前記間隔 W_4 は 0.05 mm ～ 0.35 mm の範囲内にあり、前記第 1 音叉腕に形成された溝の面の上に形成された電極が、前記第 2 音叉腕の側面に形成された電極に接続され、かつ、前記第 2 音叉腕に形成された溝の面の上に形成された電極が、前記第 1 音叉腕の側面に形成された電極に接続され、前記溝の厚み t_1 と前記第 1 音叉腕と前記第 2 音叉腕の厚み t との比 t_1 / t が 0.01 ～ 0.79 の範囲内にあり、かつ、前記音叉型屈曲水晶振動子の基本波モード振動の容量比 r_1 が、前記音叉型屈曲水晶振動子の 2 次高調波モード振動の容量比 r_2 より小さくなるように、前記第 1 音叉腕と前記第 2 音叉腕の厚み t の寸法と前記溝の厚み t_1 の寸法が決定され、前記溝の長さ l_1 と前記音叉型屈曲水晶振動子の全長 l との比 l_1 / l が 0.2 ～ 0.78 の範囲内にあり、かつ、前記音叉型屈曲水晶振動子の基本波モード振動の等価直列抵抗 R_1 が、2 次高調波モード振動の等価直列抵抗 R_2 より小さくなるように、前記溝の長さ l_1 の寸法と前記音叉型屈曲水晶振動子の全長 l の寸法が決定されていて、前記音叉型屈曲水晶振動子は基本波モード振動のフィガーオブメリット M_1 と周波数安定係数 S_1 を備え、かつ、2 次高調波モード振動のフィガーオブメリット M_2 と周波数安定係数 S_2 を備え、 $M_1 > M_2$ になるように、前記音叉形状と前記溝と前記電極の寸法が決定され、前記音叉型屈曲水晶振動子は $S_1 < S_2$ の関係を備えている水晶振動子である。

本発明の水晶ユニットの第 1 の態様は、第 1 の態様に記載の水晶振動子と、前記音叉型屈曲水晶振動子を収納するケースと、前記ケースの開口部をカバーする蓋と、を備えた水晶ユニットで、前記音叉型屈曲水晶振動子は前記ケースの固定部に固定され、前記蓋が前記ケースの開口部に接続されている水晶ユニットである。

本発明の水晶発振器の第 1 の態様は、第 1 の態様に記載の水晶振動子と、あるいは第 1 の態様に記載の水晶ユニットと、増幅器とコンデンサーと抵抗素子とを備えた水晶発振器で、前記音叉型屈曲水晶振動子の前記電極は前記増幅器と前記コンデンサーと前記抵抗素子とに電氣的に接続されている水晶発振器である。