

【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3月3日(2011.3.3)

【公開番号】特開2010-213262(P2010-213262A)

【公開日】平成22年9月24日(2010.9.24)

【年通号数】公開・登録公報2010-038

【出願番号】特願2010-26241(P2010-26241)

【国際特許分類】

H 0 3 H 9/19 (2006.01)

H 0 3 H 9/215 (2006.01)

H 0 3 H 3/02 (2006.01)

H 0 1 L 41/09 (2006.01)

H 0 1 L 41/18 (2006.01)

H 0 1 L 41/22 (2006.01)

【F I】

H 0 3 H 9/19 K

H 0 3 H 9/215

H 0 3 H 9/19 J

H 0 3 H 3/02 D

H 0 1 L 41/08 C

H 0 1 L 41/18 1 0 1 A

H 0 1 L 41/22 Z

H 0 1 L 41/08 L

【手続補正書】

【提出日】平成23年1月17日(2011.1.17)

【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】

圧電材からなる基部と、

前記基部から所定厚さで且つ所定の腕幅で平行に伸びる一対の振動腕と、

前記振動腕の先端の手前から先端側に向けて前記振動腕の腕幅が拡大されている一対の錘部と、を備え、

前記一対の錘部の断面形状は、前記一対の振動腕の中心となる中心軸を基準に点対称に形成されるとともに、前記錘部の少なくとも一部の厚さが前記所定厚さより薄く形成される音叉型圧電振動片。

【請求項 2】

前記錘部の前記中心軸側の端部が薄く形成され、前記一対の振動腕が励振する際に、前記一対の薄く形成された部分は前記錘部の厚さ方向に空間を隔てていることを特徴とする請求項 1 に記載の音叉型圧電振動片。

【請求項 3】

前記薄く形成された部分の厚さが前記所定厚さの半分より薄いことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の音叉型圧電振動片。

【請求項 4】

前記錘部の腕幅は、前記錘部の先端から前記基部方向に変化することを特徴とする請求項

1 ないし請求項 3 のいずれか一項に記載の音叉型圧電振動片。

【請求項 5】

前記薄く形成された部分は、前記先端から基部に向けて腕幅が徐々に小さくなっていることを特徴とする請求項 5 に記載の音叉型圧電振動片。

【請求項 6】

前記錘部のすべてが、前記所定厚さより薄く形成されていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか一項に記載の音叉型圧電振動片。

【請求項 7】

圧電材からなる基部と、

前記基部から所定厚さで且つ所定の腕幅で平行に伸びる一对の振動腕と、

前記振動腕の先端の手前から先端側に向けて前記振動腕の腕幅が拡大されている一对の錘部と、

前記一对の振動腕の両外側において前記基部の一端側から平行に伸びる一对の支持腕と、

、

前記支持腕と接続されるとともに前記基部及び前記振動腕を囲む外枠部と、を備え、

前記一对の錘部の断面形状は、前記一对の振動腕の中心となる中心軸を基準に点対称に形成されるとともに、前記錘部の少なくとも一部の厚さが前記所定厚さより薄いく形成される圧電フレーム。

【請求項 8】

前記支持腕の断面形状は、前記一对の振動腕の中心となる中心軸を基準に点対称に形成されるとともに、前記支持腕の一部が前記所定厚さより薄く形成される請求項 7 に記載の圧電フレーム。

【請求項 9】

前記錘部の両外側の端部が薄く形成され、前記一对の振動腕が励振する際に、前記両外側の端部が前記支持腕の薄く形成された部分と厚さ方向に空間を隔てていることを特徴とする請求項 8 に記載の圧電フレーム。

【請求項 10】

前記錘部の腕幅は、前記錘部の先端から前記基部方向に変化することを特徴とする請求項 7 ないし請求項 9 のいずれか一項に記載の圧電フレーム。

【請求項 11】

前記錘部の両外側の端部の厚さが前記振動腕の所定厚さの半分より薄いことを特徴とする請求項 7 ないし請求項 10 に記載の圧電フレーム。

【請求項 12】

前記錘部のすべてが、前記振動腕の所定厚さの半分より薄いことを特徴とする請求項 7 ないし請求項 10 に記載の圧電フレーム。

【請求項 13】

請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の音叉型圧電振動片と、

前記圧電振動片を覆う蓋部と、

前記圧電振動片を支えるベースと、を備えることを特徴とする圧電デバイス。

【請求項 14】

請求項 7 から請求項 12 のいずれか一項に記載の圧電フレームと、

前記圧電フレームの前記外枠部の一方の面に接合され、前記基部及び前記振動腕を覆う蓋部と、

前記外枠部の他方の面に接合されるベースと、を備えることを特徴とする圧電デバイス。

。

【請求項 15】

基部から所定厚さで平行に伸びる一对の振動腕とこの振動腕の先端に形成された錘部とを有する音叉型圧電振動片を製造する音叉型圧電振動片の製造方法において、

前記音叉型圧電振動片の外形を、前記音叉型圧電振動片の外形に対応する第一マスクを使って、前記所定厚さの圧電ウエハを露光する第一露光工程と、

前記錘部の断面形状の少なくとも一部が薄くなるように、前記一对の振動腕の中心となる中心軸を基準に点対称位置の前記錘部を露光する第二露光工程と、

前記振動腕の根元部に溝部を形成するように、前記振動腕の根元部を露光する第三露光工程と、

前記第一露光工程による圧電ウエハをエッチングする第一エッチング工程と、

前記第二露光工程による圧電ウエハをエッチングする第二エッチング工程と、

前記第三露光工程による圧電ウエハをエッチングする第三エッチング工程と、

を備えることを特徴とする音叉型圧電振動片の製造方法。

【請求項 16】

前記第二露光工程は前記薄く形成される部分に対応した第二マスクを使って露光し、前記第三露光工程は前記溝部に対応した第三マスクを使って露光し、

前記第二エッチング工程及び前記第三エッチング工程が別々に行われることを特徴とする請求項 15 に記載の圧電フレームの製造方法。

【請求項 17】

前記第二露光工程及び前記第三露光工程は前記薄く形成される部分及び前記溝部に対応した第四マスクを使って一度に露光し、

前記第二エッチング工程及び前記第三エッチング工程が同時に行われることを特徴とする請求項 15 に記載の圧電フレームの製造方法。

【請求項 18】

基部から所定厚さで平行に伸びる一对の振動腕及びこの振動腕の先端に形成された錘部を有する音叉型圧電振動片と、前記音叉型水晶振動片を囲む外枠と、前記基部から前記振動腕の外側で伸びて前記外枠に接続する支持腕と有する圧電フレームを製造する圧電フレームの製造方法において、

前記音叉型圧電振動片、前記外枠及び前記支持腕の外形を、前記音叉型圧電振動片、前記外枠及び前記支持腕の外形に対応する第一マスクを使って、前記所定厚さの圧電ウエハを露光する第一露光工程と、

前記錘部の断面形状の少なくとも一部が前記一对の振動腕の中心となる中心軸を基準に点対称に薄くなるように、且つ前記支持腕の断面形状の少なくとも一部が前記一对の振動腕の中心となる中心軸を基準に点対称に薄くなるように、前記錘部および前記支持腕を露光する第二露光工程と、

前記振動腕の溝部を形成するように、前記振動腕の根元部を露光する第三露光工程と、

前記第一露光工程による圧電ウエハをエッチングする第一エッチング工程と、

前記第二露光工程による圧電ウエハをエッチングする第二エッチング工程と、

前記第三露光工程による圧電ウエハをエッチングする第三エッチング工程と、

を備えることを特徴とする圧電フレームの製造方法。

【請求項 19】

前記第二露光工程は前記錘部の薄く形成される部分及び前記支持腕の薄く形成される部分に対応した第二マスクを使って露光し、前記第三露光工程は前記溝部に対応した第三マスクを使って露光し、

前記第二エッチング工程及び前記第三エッチング工程が別々に行われることを特徴とする請求項 18 に記載の圧電フレームの製造方法。

【請求項 20】

前記第二露光工程及び前記第三露光工程は、前記錘部の薄く形成される部分、前記支持腕の薄く形成される部分及び前記溝部に対応した第四マスクを使って一度に露光し、

前記第二エッチング工程及び前記第三エッチング工程が同時に行われることを特徴とする請求項 18 に記載の圧電フレームの製造方法。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0022】

第1音叉型水晶振動片20の母材は、Zカットに加工された水晶単結晶ウエハである。図1(a)に示すように、第1音叉型水晶振動片20は、第1基部23-1及び第2基部23-2から構成される基部23と、この第1基部23-1から図1において右方に向けて、二股に別れて平行に延びる所定幅(W3)の一对の振動腕21を備えている。振動腕21の先端には錘部28を備える。基部23は水晶単結晶ウエハに第1音叉型水晶振動片20が一時的に連結した状態を維持するための連結部27が設けられている。

【手続補正3】

【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音叉型水晶振動片20は、たとえば32.768kHzで発振する振動片で、極めて小型の振動片となっている。図1(a)において、振動腕21の先端の錘部28は、一定幅(W4)で幅広となりハンマー型の形状となっている。ハンマー型の形状部分は幅を大きくすると体積が増えて先端の重量が増えるため、振動腕の長さが短くてもより周波数を下げることができる。また錘部28の面積が増えることにより、レーザーによって周波数調整をすることができる面積も広くなる。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0026

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0026】

図1(b)に示されるように、振動腕21の先端の錘部28の断面は、一对の振動腕21の中心となる中心軸AAを基準に点対称に形成される。また錘部28は、振動腕21の厚さより薄い厚さに加工されている。この加工された錘部28は中心軸AAを基準に上半分と下半分の位置に形成されている。

【手続補正5】

【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】

図1(b)に示されるように、第1音叉型水晶振動片20の基部23及び振動腕21には、第1基部電極31と第2基部電極32と第1励振電極33及び第2励振電極34とが形成されている。振動腕21の先端の錘部28には、金属膜18を備える。第1基部電極31、第2基部電極32、第1励振電極33、第2励振電極34及び錘部28の金属膜18は、同一厚さで形成されている。錘部28の金属膜18は第1音叉型水晶振動片20の周波数調整のために設けられる。振動腕21の表面、裏面及び側面には第1励振電極33及び第2励振電極34が形成される。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 3 4

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 3 4 】

第 1 音叉型水晶振動片 2 0 は、錘部 2 8 の幅を大きくすること、すなわち周波数調整用の金属膜 1 8 の幅を大きくすることで体積が増えて先端の重量が増えるため、より周波数を下げることができる。また、周波数調整可能範囲が大きくなり、所定の周波数に調整することが容易にできる。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 4 5

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 4 5 】

錘部 2 8 は、振動腕 2 1 の幅広な根元部分からくびれ部の変更点 P にかけて細くなり先端にかけ広くなるため、錘部 2 8 の面積が大きくなりより周波数を調整することができる。また、根元部分に集中していた応力が振動腕 2 1 の先端方向に移動するので、基部 2 3 への振動漏れが減少する。またくびれ部の変更点 P の幅を調節することで C I 値を抑制しつつ、2 次の高調波における発振の防止をすることができ、安定した基本波を発振することができる。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 8 4

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 8 4 】

ステップ S 2 2 2 では、フォトリソが形成された水晶単結晶ウエハ上に対して錘部 2 8 に対応した第 3 フォトマスク 1 9 6 - 2 (図 1 2 (b) 参照) を第 1 面に使い、第 3 フォトマスク 1 9 6 - 3 (図 1 2 (c) 参照) を第 2 面に使い水晶単結晶ウエハに露光する。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 8 6

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 8 6 】

ステップ S 2 2 6 では、エッチング工程で錘部 2 8 のエッチングを行う。すなわち、錘部 2 8 に対応したフォトリソ膜から露出した水晶材料を、錘部 2 8 が薄くなるようにハーフエッチングを行う。錘部 2 8 は振動腕 2 1 の厚さ 5 1 パーセント以上エッチングされる。錘部 2 8 に対してのみエッチング時間を調整すればよいから、任意のエッチングの深さを調整することは容易である。

【手続補正 1 0】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 8 8

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 8 8 】

図 1 2 (a) は、第 1 音叉型水晶振動片 2 0 の溝部 2 4 用の第 2 フォトマスク 1 9 6 - 1 を示す上面図である。図 1 2 (b) に示される第 3 フォトマスク 1 9 6 - 2 には、一対の錘部 2 8 用の一方の錘部パターン 9 5 が描かれている。図 1 2 (c) に示される第 3 フォトマスク 1 9 6 - 3 には、一対の錘部 2 8 用の他方の錘部パターン 9 5 が描かれている。第 2 フォトマスク 1 9 6 - 1、第 3 フォトマスク 1 9 6 - 2 及び 1 9 6 - 3 は、理解を助けるためマスク枠 9 7 の外形部分を仮想線（一点鎖線）で示している。

【 手続補正 1 1 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 0 9 7

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 0 0 9 7 】

水晶フレーム 5 0 の製造工程は、図 7 で示された外形形成工程と同様に行われる。図 7 のステップ S 1 0 6 と同様に第 1 露光工程で、水晶単結晶ウエハの第 1、第 2 主面の両面に、不図示の水晶フレーム 5 0 の外形に対応する不図示の第 1 フォトマスクを使って露光する。第 1 フォトマスクには、第 5 音叉型水晶振動片 3 0 と、水晶外枠部 2 9 と、基部 2 3 と、支持腕 2 2 との外形が描かれている。そして、ステップ S 1 1 0 において、水晶単結晶ウエハに対して第 1 ウェットエッチングが行われると、水晶単結晶ウエハに複数の水晶フレーム 5 0 の外形が形成される。なお、水晶フレーム 5 0 は水晶単結晶ウエハに多数同時に形成される。

【 手続補正 1 2 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 1 0 9

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 0 1 0 9 】

本発明の第 2 水晶デバイス 1 1 0 は、水晶デバイスの製造途中で周波数調整をする。第 2 水晶デバイス 1 1 0 は、第 6 音叉型水晶振動片 3 0 の周波数を測定した後、錘部 2 8 の金属膜にレーザー光を照射して錘部 2 8 の金属膜を蒸散・昇華させ、周波数の調整を行うことができる。最後に第 2 水晶デバイス 1 1 0 の駆動特性などの検査を行い、第 2 水晶デバイス 1 1 0 を完成させる。