

【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 29 年 2 月 16 日 (2017.2.16)

【公開番号】特開 2015-128268 (P2015-128268A)

【公開日】平成 27 年 7 月 9 日 (2015.7.9)

【年通号数】公開・登録公報 2015-044

【出願番号】特願 2013-273626 (P2013-273626)

【国際特許分類】

H 0 3 H 9/19 (2006.01)

H 0 3 H 3/04 (2006.01)

H 0 3 H 9/215 (2006.01)

H 0 1 L 41/113 (2006.01)

H 0 1 L 41/187 (2006.01)

H 0 1 L 41/083 (2006.01)

【F I】

H 0 3 H 9/19 J

H 0 3 H 3/04 B

H 0 3 H 9/215

H 0 1 L 41/113

H 0 1 L 41/187

H 0 1 L 41/083

【手続補正書】

【提出日】平成 28 年 12 月 20 日 (2016.12.20)

【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】

基部と、

前記基部から延出し、一方の主面および前記一方の主面と表裏の関係にある他方の主面を備え、且つ、エネルギー線が透過可能な材料で構成されている振動腕と、

を含み、

前記振動腕は、前記基部とは反対側の先端側に錘部が設けられており、

前記錘部は、

平面視で、前記一方の主面に配置されている第 1 錘部と、

平面視で、前記一方の主面の前記第 1 錘部よりも前記基部側に配置され、前記一方の主面に直交する方向の厚さが前記第 1 錘部よりも薄い第 2 錘部と、

を含み、

前記振動腕の前記他方の主面であって、平面視で前記第 2 錘部と重なる位置に、前記エネルギー線の前記振動腕内への入射を許容する領域が配置されていることを特徴とする振動素子。

【請求項 2】

前記領域は、前記他方の主面であって、平面視で前記第 1 錘部と重なる位置にも配置されている請求項 1 に記載の振動素子。

【請求項 3】

前記第 1 錘部の前記振動腕の延在方向に沿った長さを L 1、

前記第 2 錘部の前記延在方向に沿った長さを L_2 としたとき、

【数 1】

$$0.1 \leq \frac{L_1}{L_1 + L_2} \leq 0.8$$

なる関係満足する請求項 1 または 2 に記載の振動素子。

【請求項 4】

【数 2】

$$0.3 \leq \frac{L_1}{L_1 + L_2} \leq 0.6$$

なる関係満足する請求項 3 に記載の振動素子。

【請求項 5】

前記第 1 錘部は、前記一方の主面側から少なくとも第 1 錘層と、前記第 1 錘層上に第 2 錘層が順に積層してなり、

前記第 2 錘部は、前記第 1 錘層で構成されている請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の振動素子。

【請求項 6】

前記第 1 錘層は、スパッタ法により形成された層であり、

前記第 2 錘層は、蒸着法により形成された層である請求項 5 に記載の振動素子。

【請求項 7】

前記錘部は、

前記他方の主面に平面視で前記第 1 錘部と重なるように配置されている第 3 錘部を含む請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の振動素子。

【請求項 8】

前記第 3 錘部は、前記他方の主面に直交する方向の厚さが前記第 2 錘部よりも厚い請求項 7 に記載の振動素子。

【請求項 9】

前記第 1 錘部の前記振動腕の延在方向に沿った長さを L_1 、

前記第 3 錘部の前記延在方向に沿った長さを L_3 としたとき、

$$L_3 < L_1$$

なる関係満足する請求項 7 または 8 に記載の振動素子。

【請求項 10】

前記領域では、前記振動腕の前記材料が露出している請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 項に記載の振動素子。

【請求項 11】

前記振動腕は、

広幅部と、

前記基部と前記広幅部との間に配置され、前記振動腕の延在方向に直交する方向の幅が前記広幅部よりも狭い腕部と、

を含み、

前記広幅部に前記錘部が配置されている請求項 1 ないし 10 のいずれか 1 項に記載の振動素子。

【請求項 12】

請求項 1 ないし 11 のいずれか 1 項に記載の振動素子と、

前記振動素子が収容されているパッケージと、

を備えていることを特徴とする振動子。

【請求項 13】

請求項 1 ないし 11 のいずれか 1 項に記載の振動素子と、

回路と、
を備えていることを特徴とする発振器。

【請求項 14】

請求項 1 ないし 11 のいずれか 1 項に記載の振動素子を備えていることを特徴とする電子機器。

【請求項 15】

請求項 1 ないし 11 のいずれか 1 項に記載の振動素子を備えていることを特徴とする物理量センサー。

【請求項 16】

請求項 1 ないし 11 のいずれか 1 項に記載の振動素子を備えていることを特徴とする移動体。

【請求項 17】

基部と、

前記基部から延出し、一方の主面および前記一方の主面と表裏の関係にある他方の主面を備え、且つ、エネルギー線が透過可能な材料で構成されている振動腕と、
を含み、

前記振動腕は、前記基部とは反対側の先端側に錘部が設けられており、

前記錘部は、

平面視で、前記一方の主面に配置されている第 1 錘部と、

平面視で前記一方の主面の前記第 1 錘部よりも前記基部側に配置され、前記一方の主面に直交する方向の厚さが前記第 1 錘部よりも薄い第 2 錘部と、
を含み、

前記振動腕の前記他方の主面であって、平面視で前記第 2 錘部と重なる位置に、前記エネルギー線の前記振動腕内への入射を許容する領域が配置されている振動素子、

および、前記エネルギー線が透過することのできる透過部を有しているパッケージを準備する工程と、

前記振動素子を前記パッケージに収容する収容工程と、

前記振動素子の共振周波数を調整する第 1 調整工程と、

前記振動素子の共振周波数を調整する第 2 調整工程と、

を有し、

前記収容工程では、

前記振動素子を前記他方の主面を前記透過部側に位置させ、且つ、平面視で前記透過部と前記領域とが重なるように前記パッケージに収容し、

前記第 1 調整工程では、

前記エネルギー線を、前記透過部を介して前記他方の主面から前記振動腕内を透過させ前記第 1 錘部に照射して、前記第 1 錘部の少なくとも一部を除去し、

前記第 2 調整工程では、

前記エネルギー線を、前記透過部を介して前記領域から前記振動腕内を透過させ前記第 2 錘部に照射して、前記第 2 錘部の少なくとも一部を除去することを特徴とする振動素子の周波数調整方法。

【請求項 18】

前記領域は、

前記振動腕の他方の主面であって、平面視で前記第 1 錘部と重なる位置にも配置されており、

前記第 1 調整工程では、

前記エネルギー線を、前記透過部を介して平面視で前記第 1 錘部と重なる位置の前記領域から前記振動腕内を透過させ前記第 1 錘部に照射して、前記第 1 錘部の少なくとも一部を除去する請求項 17 に記載の振動素子の周波数調整方法。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 0 6

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【0 0 0 6】

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の適用例として実現することが可能である。

[適用例 1]

本適用例の振動素子は、基部と、

前記基部から延出し、一方の主面および前記一方の主面と表裏の関係にある他方の主面を備え、且つ、エネルギー線が透過可能な材料で構成されている振動腕と、

を含み、

前記振動腕は、前記基部とは反対側の先端側に錘部が設けられており、

前記錘部は、

平面視で、前記一方の主面に配置されている第 1 錘部と、

平面視で、前記一方の主面の前記第 1 錘部よりも前記基部側に配置され、前記一方の主面に直交する方向の厚さが前記第 1 錘部よりも薄い第 2 錘部と、

を含み、

前記振動腕の前記他方の主面であって、平面視で前記第 2 錘部と重なる位置に、前記エネルギー線の前記振動腕内への入射を許容する領域が配置されていることを特徴とする。

これにより、他方の主面側からエネルギー線を照射することで、蒸発した錘部が振動腕に再付着することをより効果的に抑制することができる。そのため、さらに、効率よくかつ精度よく周波数調整を行うことのできる振動素子が得られる。

【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 8

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【0 0 0 8】

[適用例 3]

本適用例の振動素子では、前記第 1 錘部の前記振動腕の延在方向に沿った長さを L_1 、

前記第 2 錘部の前記延在方向に沿った長さを L_2 としたとき、

【数 1】

$$0.1 \leq \frac{L_1}{L_1 + L_2} \leq 0.8$$

なる関係を満足することが好ましい。

第 1 錘部は、周波数の粗調用に用いることができ、第 2 錘部は、周波数の微調に用いることができる。第 1 錘部の長さ L_1 と第 2 錘部の長さ L_2 の関係を本適用例の関係とすることで、第 1、第 2 錘部をそれぞれ十分に広く確保することができ、周波数の粗調および微調をそれぞれ簡単に行うことができる。

【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 1

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【0 0 1 1】

[適用例 6]

本適用例の振動素子では、前記第 1 錘層は、スパッタ法により形成された層であり、

前記第 2 錘層は、蒸着法により形成された層であることが好ましい。

これにより、錘部を簡単に形成することができる。特に、第 2 錘層を蒸着法で形成する

ことで、エネルギー線照射によって錘部を除去する際に発生するアウトガス（デガス）を低減することができる。そのため、振動素子をパッケージに収容した状態で周波数調整を行う場合には、パッケージ内の真空度の低下等を低減することができる。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0012】

[適用例 7]

本適用例の振動素子では、前記錘部は、
前記他方の主面に平面視で前記第 1 錘部と重なるように配置されている第 3 錘部を含むことが好ましい。

これにより、周波数の粗調をより効果的に行うことができる。

[適用例 8]

本適用例の振動素子では、前記第 3 錘部は、前記他方の主面に直交する方向の厚さが前記第 2 錘部よりも厚いことが好ましい。

これにより、周波数の粗調をより効果的に行うことができる。

【手続補正 6】

【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】

[適用例 9]

本適用例の振動素子では、前記第 1 錘部の前記振動腕の延在方向に沿った長さを L_1 、
前記第 3 錘部の前記延在方向に沿った長さを L_3 としたとき、

$L_3 < L_1$

なる関係を満足することが好ましい。

これにより、第 3 錘部が前記領域を覆ってしまうのを防止することができる。

[適用例 10]

本適用例の振動素子では、前記領域では、前記振動腕の前記材料が露出していることが好ましい。

これにより、より効率的に、エネルギー線を振動腕内に入射させることができる。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0014】

[適用例 11]

本適用例の振動素子では、前記振動腕は、
広幅部と、

前記基部と前記広幅部との間に配置され、前記振動腕の延在方向に直交する方向の幅が前記広幅部よりも狭い腕部と、
を含み、

前記広幅部に前記錘部が配置されていることが好ましい。

これにより、振動素子の小型化を図ることができる。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 8

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 1 8 】

[適用例 1 7]

本適用例の振動素子の周波数調整方法は、基部と、

前記基部から延出し、一方の主面および前記一方の主面と表裏の関係にある他方の主面を備え、且つ、エネルギー線が透過可能な材料で構成されている振動腕と、
を含み、

前記振動腕は、前記基部とは反対側の先端側に錘部が設けられており、

前記錘部は、

平面視で、前記一方の主面に配置されている第 1 錘部と、

平面視で前記一方の主面の前記第 1 錘部よりも前記基部側に配置され、前記一方の主面に直交する方向の厚さが前記第 1 錘部よりも薄い第 2 錘部と、
を含み、

前記振動腕の前記他方の主面であって、平面視で前記第 2 錘部と重なる位置に、前記エネルギー線の前記振動腕内への入射を許容する領域が配置されている振動素子、

および、前記エネルギー線が透過することのできる透過部を有しているパッケージを準備する工程と、

前記振動素子を前記パッケージに収容する収容工程と、

前記振動素子の共振周波数を調整する第 1 調整工程と、

前記振動素子の共振周波数を調整する第 2 調整工程と、

を有し、

前記収容工程では、

前記振動素子を前記他方の主面を前記透過部側に位置させ、且つ、平面視で前記透過部と前記領域とが重なるように前記パッケージに収容し、

前記第 1 調整工程では、

前記エネルギー線を、前記透過部を介して前記他方の主面から前記振動腕内を透過させ前記第 1 錘部に照射して、前記第 1 錘部の少なくとも一部を除去し、

前記第 2 調整工程では、

前記エネルギー線を、前記透過部を介して前記領域から前記振動腕内を透過させ前記第 2 錘部に照射して、前記第 2 錘部の少なくとも一部を除去することを特徴とする。

このような方法によれば、錘部が透過部と反対側に位置しているため、エネルギー線によって蒸発した錘部が透過部に付着し難くなる。そのため、前述の背景技術で挙げた問題が生じ難く、効率よくかつ精度よく振動素子の周波数調整を行うことができる。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 9

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 1 9 】

[適用例 1 8]

本適用例の振動素子の周波数調整方法では、前記領域は、

前記振動腕の他方の主面であって、平面視で前記第 1 錘部と重なる位置にも配置されており、

前記第 1 調整工程では、

前記エネルギー線を、前記透過部を介して平面視で前記第 1 錘部と重なる位置の前記領域から前記振動腕内を透過させ前記第 1 錘部に照射して、前記第 1 錘部の少なくとも一部を除去することが好ましい。

これにより、さらに、効率よくかつ精度よく振動素子の周波数調整を行うことができる

o