

【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 1 月 5 日 (2017.1.5)

【公開番号】特開 2015-97366 (P2015-97366A)

【公開日】平成 27 年 5 月 21 日 (2015.5.21)

【年通号数】公開・登録公報 2015-034

【出願番号】特願 2013-237478 (P2013-237478)

【国際特許分類】

H 0 3 H 9/19 (2006.01)

H 0 3 H 9/02 (2006.01)

H 0 3 H 9/215 (2006.01)

H 0 3 B 5/32 (2006.01)

【F I】

H 0 3 H 9/19 J

H 0 3 H 9/02 K

H 0 3 H 9/215

H 0 3 B 5/32 H

【手続補正書】

【提出日】平成 28 年 11 月 14 日 (2016.11.14)

【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、

平面視で前記基部から第 1 方向に沿って延出し、互いに表裏の関係にある第 1 の主面及び第 2 の主面を備えている振動腕と、

を含み、

前記振動腕は、

錘部と、

平面視で、前記基部と前記錘部との間に配置されている腕部と、

前記第 1 の主面側に設けられている第 1 溝、及び前記第 2 の主面側に設けられている第 2 溝と、

を含み、

前記振動腕の厚さを T、

平面視で、前記振動腕の前記第 1 方向に沿った外縁の一方と前記第 1 溝との間の前記第 1 の主面の前記第 1 方向と直交する第 2 方向に沿った幅、または、前記外縁の一方と前記第 2 溝との間の前記第 2 の主面の前記第 2 方向に沿った幅を W、

前記第 1 溝の深さと、前記第 2 溝の深さとの合計を t a、

t a / T を としたとき、

$$4.236 \times 10 \times 10^{-2} - 8.473 \times 10 \times 10^{-2} + 4.414 \times 10 [\mu m] \quad W [\mu m]$$

$$- 3.367 \times 10 \times 10^{-2} + 7.112 \times 10 \times 10^{-2} - 2.352 \times 10 [\mu m]$$

かつ、 $0.75 < 1.00$

を満たしている領域が、前記振動腕の前記第 1 方向の少なくとも一部にあり、

前記振動腕の前記第 1 方向に沿った長さを L、

前記錘部の前記第 1 方向に沿った長さを H としたとき、

$$0.012 < H/L < 0.30$$

を満足していることを特徴とする振動素子。

【請求項 2】

基部と、

平面視で前記基部から第 1 方向に沿って延出し、互いに表裏の関係にある第 1 の主面及び第 2 の主面を備えている振動腕と、

を含み、

前記振動腕は、

錘部と、

平面視で、前記基部と前記錘部との間に配置されている腕部と、

前記第 1 の主面側に設けられている第 1 溝、および前記第 2 の主面側に設けられている第 2 溝と、

を含み、

前記振動腕の厚さを T、

平面視で、前記振動腕の前記第 1 方向に沿った外縁の一方と前記第 1 溝との間の前記第 1 の主面の前記第 1 方向と直交する第 2 方向に沿った幅、または、前記外縁の一方と前記第 2 溝との間の前記第 2 の主面の前記第 2 方向に沿った幅を W、

前記第 1 溝の深さと、前記第 2 溝の深さとの合計を t a、

$t a / T$  をとしたとき、

$$4.236 \times 10 \times 10^{-2} - 8.473 \times 10 \times 10^{-2} + 4.414 \times 10 [\mu m] \quad W [\mu m] \\ - 3.367 \times 10 \times 10^{-2} + 7.112 \times 10 \times 10^{-2} - 2.352 \times 10 [\mu m]$$

$$\text{かつ、} 0.75 < 1.00$$

を満たしている領域が、前記振動腕の前記第 1 方向の少なくとも一部にあり、

前記振動腕の前記第 1 方向に沿った長さを L、

前記錘部の前記第 1 方向に沿った長さを H としたとき、

$$0.183 < H/L < 0.597$$

を満足していることを特徴とする振動素子。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 において、

前記振動腕の厚さは、 $110 \mu m$  以上、 $150 \mu m$  以下であることを特徴とする振動素子。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項において、

前記振動腕は、一对の振動腕からなり、

前記一对の振動腕が互いに接近および離間を交互に繰り返すように前記第 2 方向に沿って屈曲振動する基本振動モードを有し、

前記基本振動モードの共振周波数を  $f_0$ 、

前記基本振動モードと異なる振動モードの共振周波数を  $f_1$  としたとき、

$$|f_0 - f_1| / f_0 < 0.124$$

なる関係を満足することを特徴とする振動素子。

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項において、

前記第 1 溝の底面および前記第 2 溝の底面は、平面状の部分<sub>(1)</sub>を有することを特徴とする振動素子。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項において、

前記第 1 溝および前記第 2 溝の前記深さは、一定ではないことを特徴とする振動素子。

【請求項 7】

請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の振動素子と、

前記振動素子が収納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 8】

請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の振動素子と、  
前記振動素子と電氣的に接続されている発振回路と、  
を備えていることを特徴とする発振器。

【請求項 9】

請求項 1 ないし 6 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 10】

請求項 1 ないし 6 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。

【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】

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]

本発明の振動素子は、基部と、  
平面視で前記基部から第 1 方向に沿って延出し、互いに表裏の関係にある第 1 の主面及び第 2 の主面を備えている振動腕と、  
を含み、

前記振動腕は、  
錘部と、  
平面視で、前記基部と前記錘部との間に配置されている腕部と、  
前記第 1 の主面側に設けられている第 1 溝、及び前記第 2 の主面側に設けられている第 2 溝と、  
を含み、

前記振動腕の厚さを T、  
平面視で、前記振動腕の前記第 1 方向に沿った外縁の一方と前記第 1 溝との間の前記第 1 の主面の前記第 1 方向と直交する第 2 方向に沿った幅、または、前記外縁の一方と前記第 2 溝との間の前記第 2 の主面の前記第 2 方向に沿った幅を W、

前記第 1 溝の深さと、前記第 2 溝の深さとの合計を  $t_a$ 、

$t_a / T$  をとしたとき、

$$4.236 \times 10 \times 10^{-2} - 8.473 \times 10 \times 10^{-2} + 4.414 \times 10 [\mu m] \quad W [\mu m] \\ - 3.367 \times 10 \times 10^{-2} + 7.112 \times 10 \times 10^{-2} - 2.352 \times 10 [\mu m]$$

かつ、 $0.75 < 1.00$

を満たしている領域が、前記振動腕の前記第 1 方向の少なくとも一部にあり、

前記振動腕の前記第 1 方向に沿った長さを L、

前記錘部の前記第 1 方向に沿った長さを H としたとき、

$$0.012 < H / L < 0.30$$

を満足していることを特徴とする。

このような条件を満たすことにより、従来よりも熱弾性損失を低減することができるため、高い Q 値が得られ、優れた振動特性を発揮することのできる振動素子を得られる。

特に、 $0.012 < H / L < 0.30$  なる関係を満足することにより、CI 値の上昇を低減することができる。

【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 6

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 0 6 】

[ 適用例 2 ]

本発明の振動素子は、基部と、

平面視で前記基部から第 1 方向に沿って延出し、互いに表裏の関係にある第 1 の主面及び第 2 の主面を備えている振動腕と、  
を含み、

前記振動腕は、

錘部と、

平面視で、前記基部と前記錘部との間に配置されている腕部と、

前記第 1 の主面側に設けられている第 1 溝、および前記第 2 の主面側に設けられている第 2 溝と、

を含み、

前記振動腕の厚さを  $T$ 、

平面視で、前記振動腕の前記第 1 方向に沿った外縁の一方と前記第 1 溝との間の前記第 1 の主面の前記第 1 方向と直交する第 2 方向に沿った幅、または、前記外縁の一方と前記第 2 溝との間の前記第 2 の主面の前記第 2 方向に沿った幅を  $W$ 、

前記第 1 溝の深さと、前記第 2 溝の深さとの合計を  $t_a$ 、

$t_a / T$  を としたとき、

$$4.236 \times 10 \times \quad^2 - 8.473 \times 10 \times \quad + 4.414 \times 10 [\mu m] \quad W [\mu m] \\ - 3.367 \times 10 \times \quad^2 + 7.112 \times 10 \times \quad - 2.352 \times 10 [\mu m]$$

かつ、 $0.75 \quad < 1.00$

を満たしている領域が、前記振動腕の前記第 1 方向の少なくとも一部にあり、

前記振動腕の前記第 1 方向に沿った長さを  $L$ 、

前記錘部の前記第 1 方向に沿った長さを  $H$  としたとき、

$$0.183 \quad H / L \quad 0.597$$

を満足していることを特徴とする。

このような条件を満たすことにより、従来よりも熱弾性損失を低減することができるため、高い  $Q$  値が得られ、優れた振動特性を発揮することのできる振動素子が得られる。

特に、 $0.183 \quad H / L \quad 0.597$  なる関係を満足することにより、小型化を図ることができ、かつ振動特性の劣化を低減することができる。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 0 8

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 0 8 】

[ 適用例 4 ]

本発明の振動素子では、前記振動腕は、一对の振動腕からなり、

前記一对の振動腕が互いに接近および離間を交互に繰り返すように前記第 2 方向に沿って屈曲振動する基本振動モードを有し、

前記基本振動モードの共振周波数を  $f_0$ 、

前記基本振動モードと異なる振動モードの共振周波数を  $f_1$  としたとき、

$$|f_0 - f_1| / f_0 \quad 0.124$$

なる関係を満足することが好ましい。

これにより、基本振動モードとその基本振動モードと異なる振動モードとの結合が低減され、高い  $Q$  値を得ることができる。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0009】

[適用例5]

本発明の振動素子では、前記第1溝の底面および前記第2溝の底面は、平面状の部分を有することが好ましい。

これにより、深さが一定の底面を有していないものと比べて、熱弾性損失を低減することができ、高いQ値を得ることができる。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0010】

[適用例6]

本発明の振動素子では、前記第1溝および前記第2溝の前記深さは、一定ではないことが好ましい。

これにより、深さが一定の底面を有しているものと比べて、剛性が高くなり、衝撃等に対して強いものとなる。

[適用例7]

本発明の振動子は、本発明の振動素子と、  
前記振動素子が収納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。

これにより、優れた信頼性を有する振動子が得られる。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0011】

[適用例8]

本発明の発振器は、本発明の振動素子と、  
前記振動素子と電氣的に接続されている発振回路と、を備えていることを特徴とする。  
これにより、優れた信頼性を有する発振器が得られる。

[適用例9]

本発明の電子機器は、本発明の振動素子を備えていることを特徴とする。  
これにより、優れた信頼性を有する電子機器が得られる。

[適用例10]

本発明の移動体は、本発明の振動素子を備えていることを特徴とする。  
これにより、優れた信頼性を有する移動体 that 得られる。