

【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 2 日 (2017.2.2)

【公開番号】特開 2015-128269 (P2015-128269A)

【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 2013-273627 (P2013-273627)

【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 9/02 (2006.01)

H 0 1 L 41/113 (2006.01)

H 0 1 L 41/053 (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 9/215

H 0 3 H 9/02 K

H 0 1 L 41/113

H 0 1 L 41/053

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 19 日 (2016.12.19)

【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】

振動素子と、
 前記振動素子を取り付けられているパッケージと、
 前記パッケージに前記振動素子を取り付ける部材と、
 を含み、
 前記振動素子は、
 基部と、
 平面視で前記基部の一端側から延出されている一対の振動腕と、
 平面視で前記基部の他端側に配置されている接続部と、
 平面視で前記基部と前記接続部との間に配置され、前記基部と前記接続部とを連結して
 いる連結部と、
 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、
 を含み、
 前記基部の前記延出方向と交差する方向に沿った幅を W 1、

前記連結部の前記交差する方向に沿った幅を W_2 、
前記部材のヤング率を E (G P a) としたとき、

【数 1】

$$-1.3 \leq \log E < -0.7$$

なる関係のときに、

【数 2】

$$0.1 \leq \frac{W_2}{W_1} \leq 0.7$$

なる関係を満足することを特徴とする振動子。

【請求項 2】

振動素子と、

前記振動素子を取り付けられているパッケージと、

前記パッケージに前記振動素子を取り付ける部材と、

を含み、

前記振動素子は、

基部と、

平面視で前記基部の一端側から延出されている一対の振動腕と、

平面視で前記基部の他端側に配置されている接続部と、

平面視で前記基部と前記接続部との間に配置され、前記基部と前記接続部とを連結している連結部と、

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、

を含み、

前記基部の前記延出方向と交差する方向に沿った幅を W_1 、

前記連結部の前記交差する方向に沿った幅を W_2 、

前記部材のヤング率を E (G P a) としたとき、

【数 3】

$$-0.7 \leq \log E \leq 0.7$$

なる関係のときに、

【数 4】

$$0.100 \leq \frac{W_2}{W_1} \leq -1.995 \times 10^{-1} \times (\log E)^3 + 1.891 \times 10^{-1} \times (\log E)^2 \\ - 4.561 \times 10^{-2} \times (\log E) + 5.038 \times 10^{-1}$$

なる関係を満足することを特徴とする振動子。

【請求項 3】

振動素子と、

前記振動素子を取り付けられているパッケージと、

前記パッケージに前記振動素子を取り付ける部材と、

を含み、

前記振動素子は、

基部と、

平面視で前記基部の一端側から延出されている一対の振動腕と、

平面視で前記基部の他端側に配置されている接続部と、

平面視で前記基部と前記接続部との間に配置され、前記基部と前記接続部とを連結して

いる連結部と、
 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、
 を含み、
 前記基部の前記延出方向と交差する方向に沿った幅をW1、
 前記連結部の前記交差する方向に沿った幅をW2、
 前記部材のヤング率をE (G P a)としたとき、
 【数5】

$$-1.3 \leq \log E < -1.0$$

なる関係のときに、
 【数6】

$$1.167 \times (\log E)^2 + 2.168 \times (\log E) + 1.101 \leq \frac{W2}{W1} \leq 0.7$$

なる関係を満足することを特徴とする振動子。

【請求項4】
 振動素子と、
 前記振動素子を取り付けられているパッケージと、
 前記パッケージに前記振動素子を取り付ける部材と、
 を含み、
 前記振動素子は、
 基部と、
 平面視で前記基部の一端側から延出されている一対の振動腕と、
 平面視で前記基部の他端側に配置されている接続部と、
 平面視で前記基部と前記接続部との間に配置され、前記基部と前記接続部とを連結して
 いる連結部と、
 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、
 を含み、
 前記基部の前記延出方向と交差する方向に沿った幅をW1、
 前記連結部の前記交差する方向に沿った幅をW2、
 前記部材のヤング率をE (G P a)としたとき、
 【数7】

$$-1.0 \leq \log E \leq 0.7$$

なる関係のときに、
 【数8】

$$0.100 \leq \frac{W2}{W1} \leq -1.100 \times 10^{-1} \times (\log E)^3 + 1.433 \times 10^{-1} \times (\log E)^2 \\ - 8.338 \times 10^{-2} \times (\log E) + 4.246 \times 10^{-1}$$

なる関係を満足することを特徴とする振動子。

【請求項 5】

振動素子と、
 前記振動素子を取り付けられているパッケージと、
 前記パッケージに前記振動素子を取り付ける部材と、
 を含み、
 前記振動素子は、
 基部と、
 平面視で前記基部の一端側から延出されている一対の振動腕と、
 平面視で前記基部の他端側に配置されている接続部と、
 平面視で前記基部と前記接続部との間に配置され、前記基部と前記接続部とを連結している連結部と、
 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、
 を含み、
 前記基部の前記延出方向と交差する方向に沿った幅を W_1 、
 前記連結部の前記交差する方向に沿った幅を W_2 、
 前記部材のヤング率を E (GPa) としたとき、

【数 9】

$$-1.3 \leq \log E < -0.82$$

なる関係のときに、

【数 10】

$$-9.877 \times 10^{-1} \times (\log E)^2 - 2.610 \times (\log E) - 1.370$$

$$\leq \frac{W_2}{W_1} \leq$$

$$-1.219 \times 10^{-2} \times (\log E)^6 - 2.289 \times 10^{-1} \times (\log E)^5 - 3.460 \times 10^{-1} \times (\log E)^4$$

$$+ 1.566 \times 10^{-1} \times (\log E)^3 + 4.112 \times 10^{-1} \times (\log E)^2 - 2.472 \times 10^{-1} \times (\log E) + 2.285 \times 10^{-1}$$

なる関係を満足することを特徴とする振動子。

【請求項 6】

振動素子と、
 前記振動素子を取り付けられているパッケージと、
 前記パッケージに前記振動素子を取り付ける部材と、
 を含み、
 前記振動素子は、
 基部と、
 平面視で前記基部の一端側から延出されている一対の振動腕と、
 平面視で前記基部の他端側に配置されている接続部と、
 平面視で前記基部と前記接続部との間に配置され、前記基部と前記接続部とを連結している連結部と、
 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、
 を含み、

前記基部の前記延出方向と交差する方向に沿った幅を W_1 、
 前記連結部の前記交差する方向に沿った幅を W_2 、
 前記部材のヤング率を E (G P a) としたとき、

【数 1 1】

$$-0.82 \leq \log E \leq 0.7$$

なる関係のときに、

【数 1 2】

$$0.100 \leq \frac{W_2}{W_1} \leq -1.219 \times 10^{-2} \times (\log E)^6 - 2.289 \times 10^{-1} \times (\log E)^5 - 3.460 \times 10^{-1} \times (\log E)^4 \\ + 1.566 \times 10^{-1} \times (\log E)^3 + 4.112 \times 10^{-1} \times (\log E)^2 - 2.472 \times 10^{-1} \times (\log E) \\ + 2.285 \times 10^{-1}$$

なる関係を満足することを特徴とする振動子。

【請求項 7】

前記接続部は、平面視で、前記部材と重なっている部分を有する請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の振動子。

【請求項 8】

前記振動腕の前記延出方向に沿った長さを L 、
 前記錘部の前記延出方向に沿った長さを H としたとき、

【数 1 3】

$$0.184 \leq \frac{H}{L} \leq 0.597$$

なる関係を満足する請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の振動子。

【請求項 9】

前記振動腕の前記延出方向に沿った長さを L 、
 前記錘部の前記延出方向に沿った長さを H としたとき、

【数 1 4】

$$0.012 < \frac{H}{L} < 0.30$$

なる関係を満足する請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の振動子。

【請求項 10】

前記振動腕は、互いに表裏の関係にある 1 対の主面と、前記 1 対の主面にそれぞれ設けられている 1 対の溝と、を有し、

前記延出方向と交差する方向に沿って前記溝を挟んで並んでいる前記主面の各部位の幅を W_3 としたとき、

$$7 (\mu m) \leq W_3 \leq 15 (\mu m)$$

なる関係を満足している請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 項に記載の振動子。

【請求項 11】

前記振動腕は、互いに表裏の関係にある 1 対の主面と、前記 1 対の主面にそれぞれ設けられている 1 対の溝と、を有し、

前記振動腕の厚さを T 、

前記溝の深さを t としたとき、

【数 1 5】

$$0.4 \leq 2 \times \frac{t}{T} < 1$$

なる関係を満足している請求項 1 ないし 1 0 のいずれか 1 項に記載の振動子。

【請求項 1 2】

前記錘部は、前記腕部よりも前記延出方向と交差する方向に沿った幅が広い請求項 1 ないし 1 1 のいずれか 1 項に記載の振動子。

【請求項 1 3】

前記基部は、前記他端側に位置し、平面視で前記延出方向と交差する方向の長さが、前記一对の振動腕の間の中心線に沿って、前記一端から離れるに従って連続的または段階的に減少している第 1 縮幅部を含んでいる請求項 1 ないし 1 2 のいずれか 1 項に記載の振動子。

【請求項 1 4】

前記基部は、前記一端側であって前記一对の振動腕の間に位置し、平面視で前記延出方向と交差する方向の長さが、前記一对の振動腕の間の中心線に沿って、前記他端から離れるに従って連続的または段階的に減少している第 2 縮幅部を含んでいる請求項 1 ないし 1 3 のいずれか 1 項に記載の振動子。

【請求項 1 5】

請求項 1 ないし 1 4 のいずれか 1 項に記載の振動子と、
回路と、
を備えていることを特徴とする発振器。

【請求項 1 6】

請求項 1 ないし 1 4 のいずれか 1 項に記載の振動子を備えていることを特徴とする電子機器。

【請求項 1 7】

請求項 1 ないし 1 4 のいずれか 1 項に記載の振動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 1 8】

請求項 1 ないし 1 4 のいずれか 1 項に記載の振動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】0 0 1 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 1 3】

[適用例 7]

本適用例の振動子では、前記接続部は、平面視で、前記部材と重なっている部分を有することが好ましい。

[適用例 8]

本適用例の振動子では、前記振動腕の前記延出方向に沿った長さを L、
前記錘部の前記延出方向に沿った長さを H としたとき、

【数 1 3】

$$0.184 \leq \frac{H}{L} \leq 0.597$$

なる関係を満足することが好ましい。

これにより、振動素子の Q 値を向上させることができる。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0014】

[適用例9]

本適用例の振動子では、前記振動腕の前記延出方向に沿った長さをL、
前記錘部の前記延出方向に沿った長さをHとしたとき、

【数14】

$$0.012 < \frac{H}{L} < 0.30$$

なる関係を満足することが好ましい。

これにより、振動素子のCI値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】0015

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0015】

[適用例10]

本適用例の振動子では、前記振動腕は、互いに表裏の関係にある1対の主面と、前記1対の主面にそれぞれ設けられている1対の溝と、を有し、

前記延出方向と交差する方向に沿って前記溝を挟んで並んでいる前記主面の各部位の幅をW3としたとき、

$$7(\mu\text{m}) < W3 < 15(\mu\text{m})$$

なる関係を満足していることが好ましい。

これにより、熱弾性損失を低減することができ、より優れた振動特性を発揮することができる。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0016】

[適用例11]

本適用例の振動子では、前記振動腕は、互いに表裏の関係にある1対の主面と、前記1対の主面にそれぞれ設けられている1対の溝と、を有し、

前記振動腕の厚さをT、

前記溝の深さをtとしたとき、

【数15】

$$0.4 \leq 2 \times \frac{t}{T} < 1$$

なる関係を満足していることが好ましい。

これにより、熱弾性損失を低減することができ、より優れた振動特性を発揮することができる。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更**【補正の内容】****【0017】****[適用例 1.2]**

本適用例の振動子では、前記錘部は、前記腕部よりも前記延出方向と交差する方向に沿った幅が広いことが好ましい。

これにより、錘部の効果をより発揮することができる。

[適用例 1.3]

本適用例の振動子では、前記基部は、前記他端側に位置し、平面視で前記延出方向と交差する方向の長さが、前記一对の振動腕の間の中心線に沿って、前記一端から離れるに従って連続的または段階的に減少している第1縮幅部を含んでいることが好ましい。

これにより、第1縮幅部によって振動腕の振動が相殺（緩和・吸収）され、振動漏れを低減することができる。そのため、優れた振動特性を有する振動片が得られる。また、基部の一端と他端の離間距離が広がり、これらの間での熱移動を低減でき、熱弾性損失を低減することができる。

【手続補正7】**【補正対象書類名】明細書****【補正対象項目名】0018****【補正方法】変更****【補正の内容】****【0018】****[適用例 1.4]**

本適用例の振動子では、前記基部は、前記一端側であって前記一对の振動腕の間に位置し、平面視で前記延出方向と交差する方向の長さが、前記一对の振動腕の間の中心線に沿って、前記他端から離れるに従って連続的または段階的に減少している第2縮幅部を含んでいることが好ましい。

これにより、第2縮幅部によって振動腕の振動が相殺（緩和・吸収）され、振動漏れを低減することができる。そのため、優れた振動特性を有する振動片が得られる。また、基部の一端と他端の離間距離が広がり、これらの間での熱移動を低減でき、熱弾性損失を低減することができる。

【手続補正8】**【補正対象書類名】明細書****【補正対象項目名】0019****【補正方法】変更****【補正の内容】****【0019】****[適用例 1.5]**

本適用例の発振器は、上記適用例の振動子と、回路と、

を備えていることを特徴とする。

これにより、信頼性の高い発振器が得られる。

【手続補正9】**【補正対象書類名】明細書****【補正対象項目名】0020****【補正方法】変更****【補正の内容】****【0020】****[適用例 1.6]**

本適用例の電子機器は、上記適用例の振動子を備えていることを特徴とする。

これにより、信頼性の高い電子機器が得られる。

[適用例 1 7]

本適用例の物理量センサーは、上記適用例の振動子を備えていることを特徴とする。
これにより、信頼性の高い物理量センサーが得られる。

[適用例 1 8]

本適用例の移動体は、上記適用例の振動子を備えていることを特徴とする。
これにより、信頼性の高い移動体を得られる。