

【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 28 年 7 月 14 日 (2016.7.14)

【公開番号】特開 2015-8352 (P2015-8352A)

【公開日】平成 27 年 1 月 15 日 (2015.1.15)

【年通号数】公開・登録公報 2015-003

【出願番号】特願 2013-131936 (P2013-131936)

【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 B 5/32 (2006.01)

【F I】

H 0 3 H 9/19 J

H 0 3 H 9/19 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 5 月 25 日 (2016.5.25)

【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】

第 1 の端面及び前記第 1 の端面の裏側の第 2 の端面を有する基部と、
前記基部の前記第 1 の端面側から第 1 方向に延出し、前記第 1 方向と直交する第 2 方向
に離間して配置されている一対の振動腕と、
を含む振動片であって、

前記第 1 の端面と前記第 2 の端面との最短距離を W_b としたとき、

$$Q = \left\{ \left(\frac{\rho \cdot C_p}{c \cdot \alpha} \right) / \left(\frac{2 \cdot \rho \cdot C_p \cdot W_e^2 \cdot f}{\alpha \cdot k} \right)^2 \right\} \\ \times \left[\frac{1 + \left(\frac{2 \cdot \rho \cdot C_p \cdot W_e^2 \cdot f}{\alpha \cdot k} \right)^2}{\left(\frac{2 \cdot \rho \cdot C_p \cdot W_e^2 \cdot f}{\alpha \cdot k} \right)} \right] \\ \frac{0.81}{1.70} \frac{W_b}{W_e}$$

の関係を満足することを特徴とする振動片。

但し、 Q は前記振動片の Q 値、 f は前記振動片の振動周波数 [Hz]、 W_e は実効幅 [m]、 ρ は質量密度 [kg/m³]、 C_p は熱容量 [J/(kg·K)]、 c は前記 W_b の方向と面内で直交する方向に関する弾性定数 [N/m²]、 α は前記 W_b の方向と面内で直交する方向に関する熱膨張係数 [1/K]、 T は環境温度 [K]、 k は前記 W_b の方向に関する熱伝導率 [W/(m·K)]

【請求項 2】

請求項 1 において、

$$\frac{0.91}{1.30} \frac{W_b}{W_e}$$

の関係を満足することを特徴とする振動片。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 において、

$$\frac{1.00}{1.20} \frac{W_b}{W_e}$$

の関係を満足することを特徴とする振動片。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか一項において、
前記基部から支持腕が延出していることを特徴とする振動片。

【請求項 5】

請求項 4 において、
前記支持腕は、
前記一对の振動腕の間に配置されていることを特徴とする振動片。

【請求項 6】

請求項 4 において、
2 つの前記支持腕を有し、
平面視で、前記 2 つの支持腕の間に前記一对の振動腕が配置されていることを特徴とする振動片。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の振動片と、
内部に前記振動片が収納されている容器と、
を備えていることを特徴とする振動子。

【請求項 8】

請求項 7 において、
前記容器の前記内部が真空であることを特徴とする振動子。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の振動片と、
回路と、
を備えていることを特徴とする電子デバイス。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の振動片を備えていることを特徴とする電子機器。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の振動片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】0006

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0006】

[適用例 1] 本適用例に係る振動片は、第 1 の端面及び前記第 1 の端面の裏側の第 2 の端面を有する基部と、前記基部の前記第 1 の端面側から第 1 方向に延出し、前記第 1 方向と直交する第 2 方向に離間して配置されている一对の振動腕と、を含む振動片であって、前記第 1 の端面と前記第 2 の端面との最短距離を W b としたとき、

$$Q = \left\{ \left(\frac{\rho \cdot C_p}{c \cdot W b} \right) / \left(\frac{c \cdot W b}{\rho \cdot C_p} \right)^2 \right\} \times \left[\left\{ 1 + \left(\frac{2 \cdot \rho \cdot C_p \cdot W e^2 \cdot f}{c \cdot k} \right)^2 \right\} / \left(\frac{2 \cdot \rho \cdot C_p \cdot W e^2 \cdot f}{c \cdot k} \right) \right]$$

$$\frac{0.81}{1.70} \frac{W b}{W e} \quad (1)$$

の関係を満足することを特徴とする。

但し、Q は前記振動片の Q 値、f は前記振動片の振動周波数 [Hz]、W e は実効幅 [m]、 ρ は質量密度 [kg/m³]、C_p は熱容量 [J/(kg・K)]、c は前記 W b の方向と面内で直交する方向に関する弾性定数 [N/m²]、 α は前記 W b の方向と面内で直交する方向に関する熱膨張係数 [1/K]、T は环境温度 [K]、k は前記 W b の方向に関する熱伝導率 [W/(m・K)]。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 4

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 1 4 】

〔適用例 5〕上記適用例に記載の振動片において、前記支持腕は、前記一対の振動腕の間に配置されていることを特徴とする。

【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 6

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 1 6 】

〔適用例 6〕上記適用例に記載の振動片において、2つの前記支持腕を有し、平面視で、前記2つの支持腕の間に前記一対の振動腕が配置されていることを特徴とする。

【手続補正 5】

【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 7〕上記適用例に係る振動子は、内部に前記振動片が収納されている容器と、を備えていることを特徴とする。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 4 6

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 4 6 】

一般に、振動腕が平板構造である場合の緩和周波数 f_0 は、下記式 (1) で求まることが知られている。

$$f_0 = (\quad \cdot k) / (2 \cdot \quad \cdot C_p \cdot a^2) \cdots (1)$$

ここで、 \quad は円周率、 k は振動腕の振動方向 (屈曲振動方向) の熱伝導率 [W / (m · K)]、 \quad は振動腕の質量密度 [k g / m³]、 C_p は振動腕の熱容量 [J / (k g · K)]、 a は振動腕の振動方向 (屈曲振動方向) の幅 [m] である。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 5 4

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 5 4 】

下記式 (2) は振動子 1 全体の Q 値を表す式であり、下記式 (3) は上記 (1) より Q 値が極小になる周波数である熱緩和周波数 f_{0e} を表す式である。

$$Q = \{ (\quad \cdot C_p) / (c \cdot \quad^2 \cdot \quad) \} \\ \times [\{ 1 + (f / f_{0e}) \} / (f / f_{0e})] \cdots (2)$$

$$f_{0e} = (\quad \cdot k) / (2 \cdot \quad \cdot C_p \cdot W e^2) \cdots (3)$$

ここで、 $W e$ は実効幅 (仮想梁の幅) [m]、 f は振動子 (振動片をパッケージに搭載した状態) で得られる実際の振動周波数 [H z]、 f_0 は振動子の実効的な熱緩和周波数 (仮想梁の熱緩和周波数) [H z]、 Q は振動子で得られる実際の Q 値である。

式 (2)、(3) から下記式 (4) が求まる。この式 (4) から分かるように、 Q 値は、 $W e$ の関係式となる。

$$Q = \left\{ \left(\frac{\rho \cdot C_p}{c \cdot \theta^2 \cdot \tau} \right) \times \left[\frac{1 + \left(\frac{2 \cdot \rho \cdot C_p \cdot W e^2 \cdot f}{(\theta \cdot k)} \right)^2}{\left(\frac{2 \cdot \rho \cdot C_p \cdot W e^2 \cdot f}{(\theta \cdot k)} \right)} \right] \right\} \cdots (4)$$

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0055

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0055】

また、以下の定数は、材料が決まれば（水晶のカット角が決まれば結晶軸との関係から）一義的に決定する定数であり、 ρ は質量密度 [kg / m³]、 C_p は熱容量 [J / (kg · K)]、 c は W b の方向と面内で直交する方向に関する弾性定数 [N / m²]、 θ は W b の方向と面内で直交する方向に関する熱膨張係数 [1 / K]、 τ は環境温度 [K]、 k は W b の方向に関する熱伝導率 [W / (m × K)] である。

よって、式（2）、（3）において既知ではないものは $W e$ のみであるから、この式（4）からは実効幅 $W e$ が算出されることになる。