

【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 03H 9/19 (2006.01)

H 03H 9/215 (2006.01)

H 03B 5/32 (2006.01)

【F I】

H 03H 9/19 J

H 03H 9/19 K

H 03H 9/215

H 03B 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Wbとしたとき、

$$\underline{Q} = \{ ( \cdot C_p ) / ( c \cdot \cdot^2 \cdot ) \} \\ \times [ \{ 1 + ( 2 \cdot \cdot C_p \cdot W e^2 \cdot f / ( \cdot k ) )^2 \} \\ / ( 2 \cdot \cdot C_p \cdot W e^2 \cdot f / ( \cdot k ) ) ]$$

0.81 Wb / We 1.70

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]、Weは実効幅[m]、は質量密度[kg/m³]、Cpは熱容量[J/(kg·K)]、cは前記Wbの方向と面内で直交する方向に関する弾性定数[N/m²]、は前記Wbの方向と面内で直交する方向に関する熱膨張係数[1/K]、は環境温度[K]、kは前記Wb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、

0.91 Wb / We 1.30、

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、

1.00 Wb / We 1.20、

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、  
前記一対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対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】0 0 0 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 0 6】

[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、

$$\underline{Q} = \{ ( \cdot C_p ) / ( c \cdot \cdot^2 \cdot ) \} \\ \times [ \{ 1 + ( 2 \cdot \cdot C_p \cdot W e^2 \cdot f / ( \cdot k ) )^2 \} \\ / ( 2 \cdot \cdot C_p \cdot W e^2 \cdot f / ( \cdot k ) ) ]$$

0 . 8 1    W b / W e    1 . 7 0

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]、W は質量密度 [kg/m<sup>3</sup>]、C<sub>p</sub> 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/m<sup>2</sup>]、k 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]、e 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)]。

**【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、前記一对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】0016

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0016】

[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对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】0018

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0018】

[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】0046

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0046】

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。

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

ここで、 $\dots$  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 [ $W / (m \cdot K)$ ]、 $\dots$  は振動腕の質量密度 [ $kg / m^3$ ]、 $C_p$  は振動腕の熱容量 [ $J / (kg \cdot K)$ ]、 $a$  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】0054

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0054】

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。

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

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

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 [Hz]、 $f_0$  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) [Hz]、 $Q$  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。

$$Q = \{ ( \cdot C_p ) / ( c \cdot \cdot^2 \cdot \cdot ) \} \\ \times [ \{ 1 + ( 2 \cdot \cdot C_p \cdot W e^2 \cdot f / ( \cdot k ) )^2 \} \\ / ( 2 \cdot \cdot C_p \cdot W e^2 \cdot f / ( \cdot k ) ) ] \dots (4)$$

【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、 $\rho$ は質量密度 [ $\text{kg/m}^3$ ]、 $C_p$ は熱容量 [ $\text{J/(kg \cdot K)}$ ]、 $c$ はWbの方向と面内で直交する方向に関する弾性定数 [ $\text{N/m}^2$ ]、 $\alpha$ はWbの方向と面内で直交する方向に関する熱膨張係数 [ $1/\text{K}$ ]、 $T$ は環境温度 [ $\text{K}$ ]、 $k$ はWbの方向に関する熱伝導率 [ $\text{W/(m \cdot K)}$ ]である。

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