

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-253500

(P2012-253500A)

(43) 公開日 平成24年12月20日(2012.12.20)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
<b>HO3H</b>	<b>9/19</b>	<b>(2006.01)</b>	HO3H	9/19	J	5J079		
<b>HO3H</b>	<b>9/215</b>	<b>(2006.01)</b>	HO3H	9/215		5J108		
<b>HO3B</b>	<b>5/32</b>	<b>(2006.01)</b>	HO3B	5/32	H			
<b>HO1L</b>	<b>41/09</b>	<b>(2006.01)</b>	HO1L	41/08	C			
<b>HO1L</b>	<b>41/18</b>	<b>(2006.01)</b>	HO1L	41/18	1O1A			

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2011-123478 (P2011-123478)  
 (22) 出願日 平成23年6月1日(2011.6.1)

(71) 出願人 000002369  
 セイコーエプソン株式会社  
 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
 (74) 代理人 100095728  
 弁理士 上柳 雅誉  
 (74) 代理人 100107261  
 弁理士 須澤 修  
 (74) 代理人 100127661  
 弁理士 宮坂 一彦  
 (72) 発明者 古畑 誠  
 東京都日野市日野421-8 エプソント  
 ヨコム株式会社内  
 Fターム(参考) 5J079 AA04 FA01 FA14 HA03 HA22  
 KA05

最終頁に続く

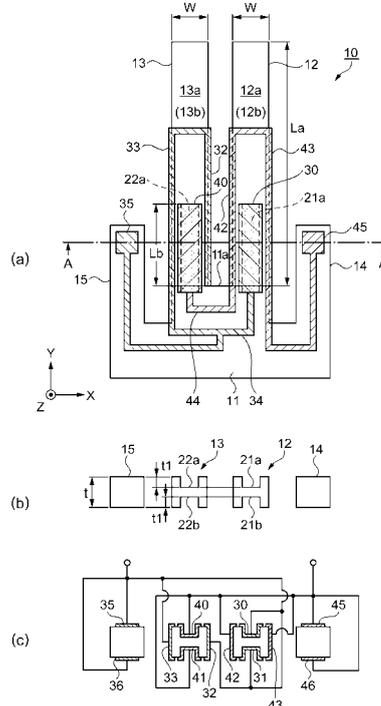
(54) 【発明の名称】 振動片、振動子、発振器、電子機器

(57) 【要約】

【課題】 二次モードを抑制した振動片を実現する。

【解決手段】 振動片10は、基部11と、基部11の基端部11aから延在された振動腕12、13と、振動腕12、13の第1主面12a、13aに形成された溝部21a、22a、および第2主面に形成された溝部21b、22bと、各溝部の内壁面に設けられた励振電極30、31、40、41と、を有し、振動腕12、13の基端部11aからの長さLaに対する、各励振電極の基端部11aからの長さLbの比Lb/Laが、 $0.38 < Lb/La < 0.42$ の範囲に設定されている。このようにすれば、二次モードの等価直列容量C2を一次モードの等価直列容量C1に対して1%以下にすることができ、二次モードのインピーダンスを高めること、電気機械結合係数K<sup>2</sup>を低く抑えること、によって、二次モードの励振をほぼ除去することができる。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基部と、  
前記基部の基端部から第 1 方向に延在され、屈曲振動する振動腕と、  
前記振動腕の主面に設けられた励振電極と、を有し、  
前記振動腕の屈曲振動の二次モードの等価直列容量を、一次モードの等価直列容量の 10 % 以下にするように、前記振動腕の前記基端部から先端までの長さ  $L_a$  に対する前記基端部から前記励振電極の先端側の端部までの長さ  $L_b$  の比  $L_b / L_a$  が設定されたこと、  
を特徴とする振動片。

## 【請求項 2】

前記振動腕の前記主面には、前記第 1 方向に溝部が設けられ、  
前記励振電極の少なくとも一部に、前記溝部内に設けられていること、を特徴とする請求項 1 に記載の振動片。

## 【請求項 3】

前記  $L_b / L_a$  が、 $0.28 < L_b / L_a < 0.52$  の範囲にあること、  
を特徴とする請求項 1 または 2 に記載の振動片。

## 【請求項 4】

前記  $L_b / L_a$  が、 $0.34 < L_b / L_a < 0.46$  の範囲にあること、  
を特徴とする請求項 1 または 2 に記載の振動片。

## 【請求項 5】

前記  $L_b / L_a$  が、 $0.38 < L_b / L_a < 0.42$  の範囲にあること、  
を特徴とする請求項 1 または 2 に記載の振動片。

## 【請求項 6】

請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか一項に記載の振動片と、  
前記振動片が格納されたパッケージと、  
を有することを特徴とする振動子。

## 【請求項 7】

請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか一項に記載の振動片と、  
前記振動片と接続された発振回路と、  
を有することを特徴とする発振器。

## 【請求項 8】

請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか一項に記載の振動片を有する、  
ことを特徴とする電子機器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、振動片と、この振動片を有する振動子、発振器、および電子機器に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

音叉形振動子において、基本振動モードとして、屈曲一次モードを利用するもの、屈曲二次モードを利用するもの、さらに高次モードを利用するものがある。特に屈曲二次モードにおいて十分な励振を行えるようするために、2 本の振動腕寄りの主面上で隣接する逆極性の励振電極の境界を振動腕長手方向に対して斜めに形成し、かつ振動腕基部の主面上の各励振電極間に補助電極を設け、有効な励振電極長を長くした振動子が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献 1】特開昭 59 - 218024 号公報

## 【発明の概要】

10

20

30

40

50

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

このような特許文献1では、有効な励振電極長を長くしてCI値を低減することによって、屈曲二次モードの励振効率を高めることが可能となる。しかし、屈曲一次モードを基本モードとする場合においては、例えば、屈曲二次モードのインピーダンスが低いと、同じ二次モードでスプリアス発振を起こすことがあり、スプリアスとしての屈曲二次モードは抑制されなければならない。屈曲二次モードの抑制には、振動腕の長さに対する励振電極の長さを適切な関係にコントロールしなければならない。

## 【課題を解決するための手段】

## 【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、以下の形態または適用例として実現することが可能である。

## 【0006】

[適用例1] 本適用例に係る振動片は、基部と、前記基部の基端部から第1方向に延在され、屈曲振動する振動腕と、前記振動腕の主面に設けられた励振電極と、を有し、前記振動腕の屈曲振動の二次モードの等価直列容量を、一次モードの等価直列容量の10%以下にするように、前記振動腕の前記基端部から先端までの長さ $L_a$ に対する前記基端部から前記励振電極の先端側の端部までの長さ $L_b$ の比 $L_b/L_a$ が設定されたこと、を特徴とする。

## 【0007】

本適用例によれば、振動腕の基端部からの長さ $L_a$ （以降、単に振動腕長さ $L_a$ と表すことがある）に対する励振電極の基端部から先端部までの長さ $L_b$ の比 $L_b/L_a$ を、二次モードの等価直列容量が、一次モードの等価直列容量の10%以下になるように設定することで、二次モードのインピーダンスを高めることと、二次モードの電気機械結合係数 $K^2$ も小さくすること、とによって二次モードの励振を抑制することができる。

## 【0008】

[適用例2] 上記適用例に係る振動片において、前記振動腕の前記主面には、前記第1方向に溝部が設けられ、前記励振電極の少なくとも一部に、前記溝部内に設けられていること、が好ましい。

## 【0009】

振動片の共振周波数は、振動腕の形状（長さ、幅、厚さ）に依存するが、振動腕に溝部を設けることにより、同じ共振周波数であれば、振動片を小型化することができる。そして、 $L_b/L_a$ を上記条件に設定することで、二次モードの励振を抑制することができる。

## 【0010】

[適用例3] 上記適用例に係る振動片において、前記 $L_b/L_a$ が、 $0.28 < L_b/L_a < 0.52$ の範囲にあること、が好ましい。

## 【0011】

振動腕長さ $L_a$ と励振電極長さ $L_b$ の比を、 $0.28 < L_b/L_a < 0.52$ とすることで、二次モードの等価直列容量を一次モードの等価直列容量に対して10%以下に抑えることができる。

## 【0012】

[適用例4] 上記適用例に係る振動片において、前記 $L_b/L_a$ が、 $0.34 < L_b/L_a < 0.46$ の範囲にあることが、さらに好ましい。

## 【0013】

振動腕長さ $L_a$ と励振電極長さ $L_b$ の比を、 $0.34 < L_b/L_a < 0.46$ とすることで、二次モードの等価直列容量を一次モードの等価直列容量に対して5%以下にすることができ、一次モードに対して、二次モードの励振をさらに抑制することができる。

## 【0014】

[適用例5] 上記適用例に係る振動片において、前記 $L_b/L_a$ が、 $0.38 < L_b/L_a < 0.42$ の範囲にあることが、さらに好ましい。

10

20

30

40

50

$L a$  0.42の範囲にあることが、より一層好ましい。

【0015】

振動腕長さ $L a$ と励振長さ $L b$ の比を、 $0.38 < L b / L a < 0.42$ とすることで、二次モードの等価直列容量を一次モードの等価直列容量に対して1%以下にすることができ、一次モードに対して、二次モードの励振をほぼ除去することができる。

【0016】

[適用例6]本適用例に係る振動子は、上記適用例のいずれかに記載の振動片と、前記振動片が格納されたパッケージと、を有することを特徴とする。

【0017】

振動片は、例えば、セラミック等で形成されたパッケージ内に実装される。パッケージ内は真空状態にあることが好ましく、真空環境で振動片が振動することで、より一層安定した振動を長期間にわたって維持することができる。

また、振動片がパッケージに収納されることで、扱いやすいうえ、湿度など外部環境から振動片を保護することができる。

【0018】

[適用例7]本適用例に係る発振器は、上記適用例のいずれかに記載の振動片と、前記振動片と接続された発振回路と、を有することを特徴とする。

【0019】

このようにすれば、スプリアスである二次モードの励振を抑制しつつ発振器の小型化を実現できる。

【0020】

[適用例8]本適用例に係る電子機器は、上記適用例のいずれかに記載の振動片を有する、ことを特徴とする。

【0021】

上記の振動片を用いることにより、二次モードの励振を抑制できることから、基本モードである一次モードの安定化を実現できる。従って、タイミングデバイス等として、デジタル携帯電話、パーソナルコンピューター、電子時計、ビデオレコーダー、テレビなどの電子機器に広く用いることができる。そして、振動片をパッケージ化した振動子や、発振器も安定した正確な振動が可能であり、搭載される電子機器の品質向上に貢献することができる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】振動片を模式的に表し、(a)は平面図、(b)は(a)のA-A切断面を示す断面図、(c)は電極構成および結線を示す説明図。

【図2】振動片の等価回路。

【図3】周波数インピーダンス特性。

【図4】 $L b / L a$ と等価直列容量の関係を示すグラフであり、(a)は溝部の深さ $t_1 = 5 \mu m$ 、(b)は $t_1 = 35 \mu m$ 、(c)は $t_1 = 45 \mu m$ の場合。

【図5】 $L b / L a$ と電気機械結合係数 $K^2$ の関係を示すグラフ。

【図6】振動子の概略構成を示す断面図。

【図7】発振器の構成例を示す説明図。

【図8】電子機器の一例として示す携帯電話機の斜視図。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。

(振動片)

【0024】

図1は、振動片を模式的に表し、(a)は平面図、(b)は(a)のA-A切断面を示す断面図、(c)は電極構成および結線を示す説明図である。なお、振動片10は、X軸と、X軸に対して垂直なY軸で構成される平面に展開されており、Z軸は厚さを表す。ま

10

20

30

40

50

た、振動片 10 の材質は特に限定されないが、水晶や、水晶以外の圧電材料、または、それ以外の材料であってもよく、本実施例では、水晶振動片を例示しており、X 軸が電気軸、Y 軸が機械軸、Z 軸が光軸となるように、水晶の単結晶から切り出された Z 板であって、音叉形水晶振動片である。

【0025】

振動片 10 は、基部 11 と、基部 11 の基端部 11 a から第 1 方向としての Y 軸方向に互いに平行に延在された 2 本の振動腕 12, 13 と、基部 11 の X 軸方向両側に突設された支持腕部 14, 15 とから構成されている。なお、基端部 11 a からの振動腕 12, 13 の長さを  $L_a$  とする。

【0026】

振動腕 12, 13 それぞれの第 1 主面 12 a, 13 a と、第 1 主面 12 a, 13 a に向かい合う第 2 主面 12 b, 13 b と、には、基端部 11 a から振動腕先端方向に向かって溝部 21 a, 22 a, 21 b, 22 b が形成されている。また、第 1 主面 12 a, 13 a からの溝部 21 a, 22 a の深さと、第 2 主面 12 b, 13 b からの溝部 21 b, 22 b の深さを共に  $t_1$  とする。

【0027】

図 1 (a), (c) に示すように、溝部 21 a, 21 b, 22 a, 22 b それぞれの内壁面には、励振電極 30, 31, 40, 41 が設けられており、基端部 11 a からの各励振電極の長さを  $L_b$  とする。本実施形態では、溝部 21 a, 22 a, 21 b, 22 b の基端部 11 a からの長さとして励振電極の長さ  $L_b$  を同じにしている。なお、溝部長さと励振電極長さとが一致しなくてもよい。

【0028】

続いて、振動片 10 の電極構成を図 1 (a), (c) を参照して説明する。励振電極 30 は、溝部 21 a の内壁面に形成されており、リード電極 34 を経由して支持腕部 15 の上面端部に設けられる接続電極 35 に接続されている。リード電極 34 は基部 11 上で分岐されて振動腕 13 の側面に形成された側面電極 33, 32 を介して、振動腕 12 の第 2 主面 12 b に延長されて溝部 21 b の内壁面に設けられる励振電極 31 に接続されている。励振電極 31 は、第 1 主面 12 a に対して励振電極 30 と面对称である。なお、励振電極 31 に接続されるリード電極 (図示せず) および接続電極 36 もそれぞれ、リード電極 34 と接続電極 35 に対して面对称である。

【0029】

励振電極 40 は、溝部 22 a の内壁面に形成されており、リード電極 44 を経由して支持腕部 14 の上面端部に設けられる接続電極 45 に接続されている。リード電極 44 は基部 11 上から振動腕 12 の側面に形成された側面電極 42, 43 を介して、振動腕 12 の第 2 主面 12 b に延長されて溝部 22 b の内壁面に設けられる励振電極 41 に接続されている。励振電極 41 は、第 1 主面 13 a に対して励振電極 40 と面对称である。なお、励振電極 41 に接続されるリード電極 (図示せず) および接続電極 46 もそれぞれ、リード電極 44 と接続電極 45 に対して面对称である。

【0030】

図 1 (c) に示すように、振動腕 12 に設けられる励振電極 30, 31 は、側面電極 32, 33 を介して接続電極 35, 36 に接続されている。一方、振動腕 13 の励振電極 40, 41 は、側面電極 42, 43 を介して接続電極 45, 46 に接続されている。ここで、励振電極 30, 31 と、励振電極 40, 41 と、に逆極性となる交流電圧を印加すると、振動腕 12, 13 は、基端部 11 a 付近を振動の節として X 軸方向に屈曲振動する。

【0031】

振動片 10 の基本振動モードは一次モードの屈曲振動であるが、二次モードの屈曲振動が含まれ、発振回路を構成したときに二次モードでスプリアス発振を起こす場合がある。従って、基本モード (一次モード) の励振を安定的に行わせるためには、二次モードの屈曲振動の励振を抑制することが求められる。

そのことについて振動片 10 の等価回路を参照して説明する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 2 】

図 2 は、本実施例に係る振動片の等価回路を示している。ここで、 $C_d$  は並列容量、 $L_1$  は等価直列インダクタンス、 $C_1$  は等価直列容量、 $R_1$  は等価直列抵抗であって、等価直列インダクタンス  $L_1$  と、等価直列容量  $C_1$  と、等価直列抵抗  $R_1$  は、一次モードの等価直列成分  $S_1$  である。同様に、 $L_2$  は等価直列インダクタンス、 $C_2$  は等価直列容量、 $R_2$  は等価直列抵抗であって、等価直列インダクタンス  $L_2$  と、等価直列容量  $C_2$  と、等価直列抵抗  $R_2$  は、二次モードの等価直列成分  $S_2$  である。なお、図示しないが、三次以上の高次モードにおける等価直列成分も同様に表すことが可能である。

## 【 0 0 3 3 】

二次モードにおけるインピーダンスが低いと、発振回路を構成したときに二次モードでスプリング発振を起こす場合がある。そこで、周波数とインピーダンスの関係について説明する。

図 3 は、屈曲振動を行わせる場合の周波数 インピーダンス特性を模式的に示している。図 3 に示すように周波数 ( $f$ ) が高くなるに従いインピーダンスは低下する傾向を示す。一次モードの周波数帯において、一次モードのインピーダンスの極値、二次モードの周波数帯において二次モードのインピーダンスの極値が存在する。それぞれのモードにおいて、インピーダンスが低いと励振しやすくなることから二次モードのインピーダンスを高くしておくことで、二次モードの励振を抑制できる。なお、インピーダンス特性は、等価直列容量  $C_1$ 、 $C_2$  に依存する。よって、強く励振させたい一次モードの等価直列容量  $C_1$  に対して、励振を抑制したい二次モードの等価直列容量  $C_2$  を小さくすればよい。

そして、等価直列容量  $C_1$ 、 $C_2$  は、振動腕長さ  $L_a$  に対する励振電極長さ  $L_b$  の比 ( $L_b / L_a$ ) に依存する。このことについてシミュレーション結果を参照して説明する。

## 【 0 0 3 4 】

図 4 は、 $L_b / L_a$  と等価直列容量の関係を示すグラフである。(a) は溝部の深さ  $t_1 = 5 \mu\text{m}$ 、(b) は  $t_1 = 35 \mu\text{m}$ 、(c) は  $t_1 = 45 \mu\text{m}$  の場合を表している。縦軸に等価直列容量 ( $F$ )、横軸に  $L_b / L_a$  を表し、一次モードの等価直列容量  $C_1$  と、二次モードの等価直列容量  $C_2$  とを比較している。なお、振動腕  $1_2$ 、 $1_3$  の長さ  $L_a$  を  $1600 \mu\text{m}$ 、振動腕の幅  $W$  を  $115 \mu\text{m}$ 、振動腕の厚さ  $t$  を  $100 \mu\text{m}$  としてシミュレーションした。

図 4 (a)、(b)、(c) を俯瞰すると、一次モードの等価直列容量  $C_1$  は、 $L_b / L_a$  が大きくなっても若干の上昇傾向を示すが、ほぼフラットである。また、 $L_b / L_a$  が 0.4 の付近で二次モードの等価直列容量  $C_2$  には最小値があることを示している。

## 【 0 0 3 5 】

そこで、二次モードの等価直列容量  $C_2$  を、一次モードの等価直列容量  $C_1$  の 10% 以下にすれば、二次モードのインピーダンスを一次モードのインピーダンスよりも高くすることができる。これが推察できる。

これを  $L_b / L_a$  を変化させることで検証する。

(1) 振動腕長さ  $L_a$  と励振電極長さ  $L_b$  の比を、 $0.28 \leq L_b / L_a \leq 0.52$  とすることで、二次モードの等価直列容量  $C_2$  を一次モードの等価直列容量に対して 10% 以下に抑えることができる。

(2) 振動腕長さ  $L_a$  と励振電極長さ  $L_b$  の比を、 $0.34 \leq L_b / L_a \leq 0.46$  とすることで、二次モードの等価直列容量  $C_2$  を一次モードの等価直列容量  $C_1$  に対して 5% 以下にすることができ、一次モードに対して、二次モードの励振をさらに抑制することができる。

(3) 振動腕長さ  $L_a$  と励振電極長さ  $L_b$  の比を、 $0.38 \leq L_b / L_a \leq 0.42$  とすることで、二次モードの等価直列容量  $C_2$  を一次モードの等価直列容量  $C_1$  に対して 1% 以下にすることができ、一次モードに対して、二次モードの励振をほぼ除去することができる。溝部の深さ  $t_1$  が  $0.45 \mu\text{m}$  の場合には、二次モードの等価直列容量  $C_2$  を 0.1% 以下と極めて小さくできる。

## 【 0 0 3 6 】

10

20

30

40

50

続いて、振動片 10 の励振しやすさの目安である電気機械結合係数  $K^2$  について説明する。

図 5 は、 $L_b / L_a$  と電気機械結合係数  $K^2$  の関係を示すグラフである。(a) は溝部深さ  $t_1 = 5 \mu\text{m}$ 、(b) は  $t_1 = 35 \mu\text{m}$ 、(c) は  $t_1 = 45 \mu\text{m}$  の場合を表している。縦軸に電気機械結合係数  $K^2$  (%)、横軸に  $L_b / L_a$  を表し、一次モードの電気機械結合係数  $K_1^2$  と、二次モードの電気機械結合係数  $K_2^2$  とを比較している。図 5 (a) , (b) , (c) を俯瞰すると、一次モードにおける電気機械結合係数  $K_1^2$  は、 $L_b / L_a$  の変化に対してほぼフラットであって、二次モードにおける電気機械結合係数  $K_2^2$  は、図 4 で示した等価直列容量の変化と同様に、 $L_b / L_a$  が 0.4 の付近で最小の極値があることを示している。つまり、励振しにくい領域があることを示している。

10

#### 【0037】

そこで、電気機械結合係数  $K^2$  を、 $L_b / L_a$  の変化させることで検証する。

(1) 振動腕長さ  $L_a$  と励振電極長さ  $L_b$  の比を、 $0.28 \leq L_b / L_a \leq 0.52$  とすることで、二次モードの電気機械結合係数  $K_2^2$  を一次モードの電気機械結合係数  $K_1^2$  に対して 1% 以下に抑えることができる。

(2) 振動腕長さ  $L_a$  と励振電極長さ  $L_b$  の比を、 $0.34 \leq L_b / L_a \leq 0.46$  とすることで、二次モードの電気機械結合係数  $K_2^2$  を一次モードの電気機械結合係数  $K_1^2$  に対して 0.5% 以下にすることができ、一次モードに対して、二次モードの励振をさらに抑制することができる。

(3) 振動腕長さ  $L_a$  と励振電極長さ  $L_b$  の比を、 $0.38 \leq L_b / L_a \leq 0.42$  とすることで、二次モードの電気機械結合係数  $K_2^2$  を一次モードの電気機械結合係数  $K_1^2$  に対して 0.1% 以下にすることができ、一次モードに対して、二次モードの励振をほぼ除去することができる。溝部の深さ  $t_1$  が  $0.45 \mu\text{m}$  の場合には、ほとんど無視できるほどに二次モードの電気機械結合係数  $K_2^2$  を小さくできることが分かる。

20

#### 【0038】

以上説明した実施例によれば、基端部 11a からの振動腕 12, 13 の長さ  $L_a$  に対する基端部 11a からの励振電極 30, 31, 40, 41 の長さ  $L_b$  の比  $L_b / L_a = 0.4 \pm 0.02$  の範囲に設定すれば、二次モードの等価直列容量  $C_2$  を一次モードの等価直列容量  $C_1$  よりも 0.1% 以下に小さくできる。このことによって、二次モードのインピーダンスを高くでき、また、電気機械結合係数  $K_2^2$  も小さくすることが可能で、二次モードの励振を抑制することができ、基本モードである一次モードを安定して屈曲振動させることを可能にする。

30

#### 【0039】

なお、本実施形態では、振動片 10 に溝部 21a, 21b, 22a, 22b を形成した場合を説明したが、溝部がない場合でも、励振電極長さ  $L_b$  と振動腕長さ  $L_a$  の比を、上述した条件に設定すればよい。

また、溝部長さと励振電極長さとは同じ長さでなくてもよい。

(振動子)

#### 【0040】

続いて、前述した振動片 10 を用いた振動子の 1 例について図面を参照して説明する。

40

図 6 は、振動子の概略構成を示す断面図である。振動子 100 は、前述した振動片 10 と、この振動片 10 を収容するパッケージベース 101、及びパッケージベース 101 の開口部を封止するリッド 102 とを主な構成要素としている。

#### 【0041】

パッケージベース 101 は、セラミックグリーンシート等を積層して焼成した箱体であり、凹状に形成されたキャビティ内部には、振動片 10 を実装するための台座 103 と内部実装電極 106, 107 が形成されている。内部実装電極 106 は、振動片 10 の接続電極 36 と電氣的に接続され、内部実装電極 107 は、振動片 10 の接続電極 46 と電氣的に接続されている。パッケージベース 101 の外部底面には、外部実装端子 104, 105 が形成されている。外部実装端子 104, 105 は、図示しないスルーホール等を介

50

して内部実装電極 106、または内部実装電極 107 と電気的に接続されている。

【0042】

リッド 102 は、本実施形態の場合には平板状であって、金属またはガラスが採用されることが多い。いずれの材質を採用する場合であっても、線膨張係数がパッケージベース 101 と近似したものを採用することが望ましい。

【0043】

振動片 10 を收容するパッケージとしてのパッケージベース 101 の開口部を封止する際、リッド 102 は接合材（図示せず）を介して接合される。接合材は、リッド 102 を構成する材質により異なる。例えばリッド 102 が金属であった場合、接合材には低融点金属で構成されたシールリングを用いる。一方、リッド 102 がガラスであった場合、接合部材には低融点ガラスを採用することが好ましい。

10

【0044】

パッケージベース 101 とリッド 102 で構成される空間は、減圧状態または真空状態を保持できるように気密封止されている。

【0045】

このように構成される振動子 100 は、外部実装端子 104、105 を介した外部からの駆動信号により振動片 10 が励振され、所定の周波数（例えば、32kHz）で発振する。

【0046】

振動片 10 は、パッケージ内に収納され、パッケージ内において、真空環境で振動されることで、より一層安定した振動を長期間にわたって維持することができる。また、パッケージ内に収納されることで、扱いやすいうえ、湿度など外部環境から振動片 10 を保護することができる。

20

（発振器）

【0047】

次に、前述した振動片 10 を含んで構成される発振器について図面を参照して説明する。

図 7 は、発振器の構成例を示す説明図である。発振器 200 は、振動片 10 と、この振動片 10 と並列に接続された発振回路 201（例えば、インバーター）と、を含む。発振回路 201 の一方端が前述した接続電極 36 と接続され、他方端が前述した接続電極 46 と接続される。また、図示するように、振動片 10 と発振回路 201 との一方の接続点と接地端との間に接続された容量素子（コンデンサ）202 と、振動片 10 と発振回路 201 との他方の接続点と接地端との間に接続された容量素子（コンデンサ）203 と、を更に備えてもよい。

30

【0048】

以上に説明した発振器 200 は、従来と同等の性能を保ちつつ小型化された発振器を提供することが可能となる。また、振動片 10 の  $L_b/L_a$  を前述したような適切な範囲に設定することで、二次モードのインピーダンスを高くし、二次モードの励振を抑制し、基本モードである一次モードの励振を安定させることができ、信頼性の高い発振器を実現できる。

40

（電子機器）

【0049】

次に、前述した発振器 200 を適用した電子機器について説明する。

図 8 は、電子機器の一例として示す携帯電話機の斜視図である。携帯電話機 1000 は表示部 1001 と、複数の操作ボタン 1002 と、受話口 1003 と、送話口 1004 とを備え、内部回路構成要素のタイミングデバイスなどとして上述した振動子 100 または発振器 200 を備えて構成されている。従って、前述したような振動子 100 または発振器 200 を備えた信頼性の高い携帯電話機 1000 を実現できる。

【0050】

なお、本発明を適用した電子機器としては、上述したような携帯電話機 1000 に限ら

50

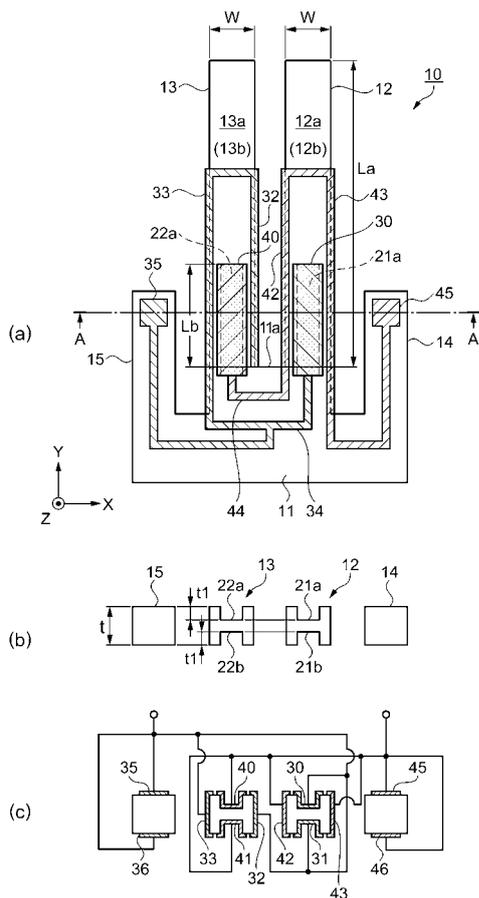
ず、例えば、電子ブック、パーソナルコンピューター、デジタルスチルカメラ、液晶テレビ、ビデオテープレコーダー、カーナビゲーション装置、ページャー、電子手帳、電卓、ワードプロセッサ、ワークステーション、テレビ電話、POS 端末などを挙げる事ができる。

【符号の説明】

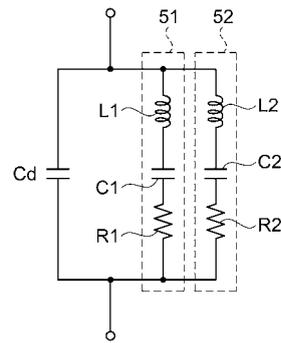
【0051】

10 ... 振動片、11 ... 基部、11a ... 基部の基端部、12, 13 ... 振動腕、21a, 21b, 22a, 22b ... 溝部、30, 31, 40, 41 ... 励振電極。

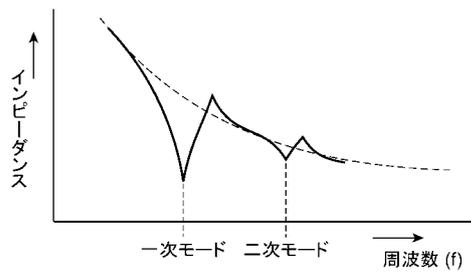
【図1】



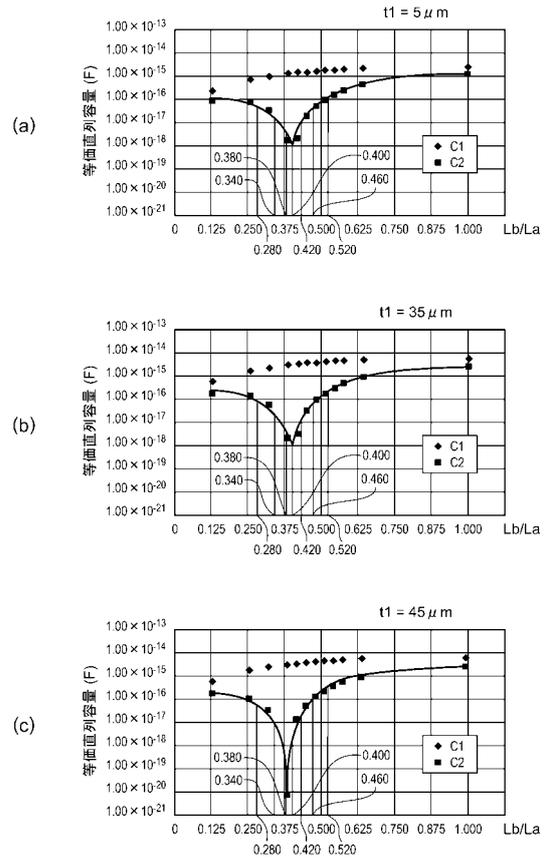
【図2】



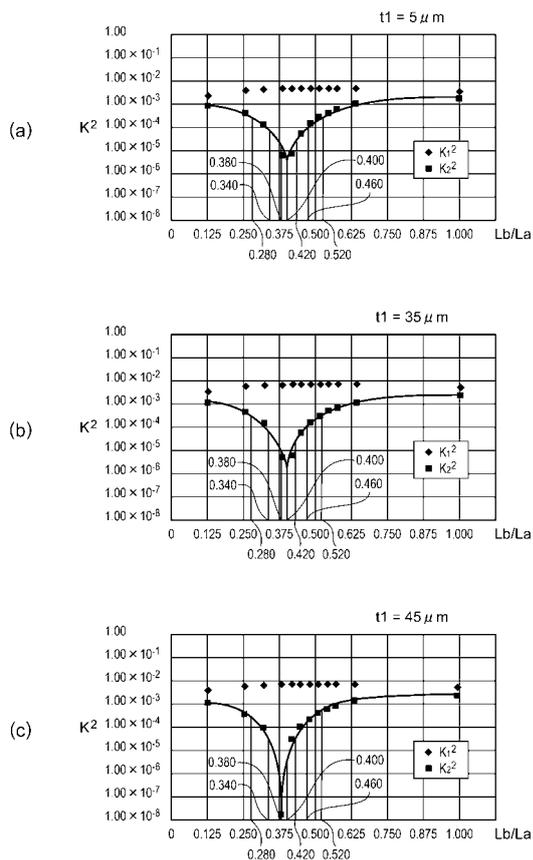
【 図 3 】



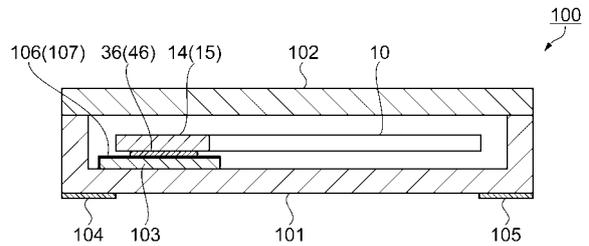
【 図 4 】



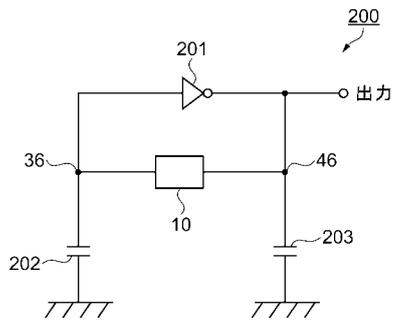
【 図 5 】



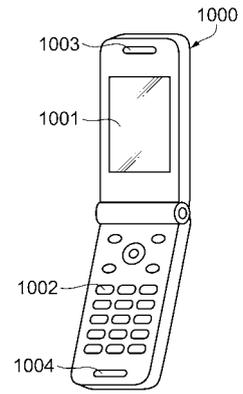
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 5J108 AA01 BB02 CC06 CC09 CC11 CC12 DD05 EE03 EE07 FF04  
GG03 GG15 GG16 GG17 GG20 JJ04