

(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2012-129904  
(P2012-129904A)

(43) 公開日 平成24年7月5日(2012.7.5)

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

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-281336 (P2010-281336)  
(22) 出願日 平成22年12月17日 (2010.12.17)

(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 山田 明法  
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 HA03 HA07 HA09  
HA22 JA01

最終頁に続く

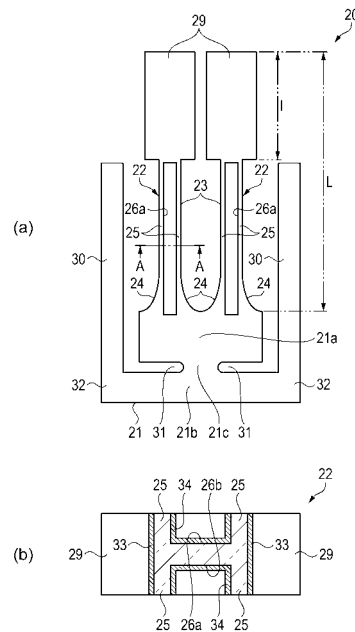
(54) 【発明の名称】 電子機器

(57) 【要約】

【課題】 振動片を備え、小型で、低周波数化および高Q値化が図られた、電子機器を提供する。

【解決手段】 電子機器に備えられる振動片20は、一対の切り込み31が形成された基部21と、基部21の第1の部分の一端側から互いに平行に延出された一対の振動腕22と、を有している。各振動腕22は、主要な振動部である一般部23と、振動腕22の基部21との付け根とは反対側の先端側に、一般部23よりも幅が広い錘部29と、を有している。また、各振動腕22の両主面のうち少なくとも一方の主面に沿って開口部を有する有底の長溝と、前記振動腕の前記基部との付け根とは反対側の先端側に、前記基部との前記付け根側よりも幅が広い錘部29が形成されている。錘部29は、振動腕22の長手方向において、基部21との付け根から先端側までの長さに占める錘部29の長さ割合が35%~41%の範囲となるように形成されている。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

振動片と、  
前記振動片と電氣的に接続する回路部と、  
を有し、  
前記振動片は、  
基部と、  
前記基部から延出された振動腕と、を有し、  
前記振動腕には、前記振動腕の両主面のうち少なくとも一方の主面に沿って開口部を有する有底の長溝が設けられ、  
前記振動腕は、前記振動腕の前記基部との付け根とは反対側の先端側に、前記振動腕の前記基部との付け根側よりも幅が広い錘部が設けられ、  
前記振動腕の長手方向において、前記基部との付け根から前記先端側までの長さに占める前記錘部の長さの割合が 35% ~ 41% の範囲にあることを特徴とする電子機器。

10

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の電子機器において、  
前記錘部の前記長さの割合が 36% ~ 40% の範囲にあることを特徴とする電子機器。

## 【請求項 3】

請求項 2 に記載の電子機器において、  
前記錘部の前記長さの割合が 37% ~ 39% の範囲にあることを特徴とする電子機器。

20

## 【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の電子機器において、  
前記振動片は、  
前記基部から延出された 2 つの前記振動腕と、  
前記基部の 2 つの前記振動腕の間から、前記振動腕の前記長手方向に沿って延出して設けられている支持腕と、  
を備えていることを特徴とする電子機器。

## 【請求項 5】

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の電子機器において、  
前記振動片の前記基部と前記振動腕とが水晶により形成されていることを特徴とする電子機器。

30

## 【請求項 6】

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の電子機器において、  
前記振動片が屈曲振動モードを呈する屈曲振動片であ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、例えば、屈曲振動モードで振動する屈曲振動片などの振動片を備えた電子機器に関する。

## 【背景技術】

40

## 【0002】

従来より、屈曲振動モードで振動し電子機器に備えることが可能な振動片には、例えば、水晶のような圧電材料からなる基材の基部から一对の振動腕を平行に延出させて、且つ、水平方向に互いに接近または離反する向きに振動させる音叉型の屈曲振動片が広く使用されている。この音叉型屈曲振動片の振動腕を励振させたとき、その振動エネルギーに損失が生じると、CI (Crystal Impedance) 値の増大や Q 値の低下など、振動片の性能を低下させる原因となる。そこで、そのような振動エネルギーの損失を防止または低減するために、従来から様々な工夫がなされている。

## 【0003】

例えば、振動腕が延出する基部の両側部に切込み部または所定の深さの切り込み（切り

50

込み溝)を形成した音叉型の水晶振動片が知られている(例えば特許文献1、特許文献2を参照)。この音叉型水晶振動片は、振動腕の振動が垂直方向の成分をも含む場合に、振動が基部から漏れるのを切り込みにより緩和することによって、振動エネルギーの閉じ込め効果を高めてQ値を制御し、且つ、振動片間でのQ値のばらつきを防止している。

【0004】

また、振動片においては、上記のような機械的な振動エネルギーの損失だけでなく、屈曲運動する振動腕の圧縮応力が作用する圧縮部と引張応力が作用する伸張部との間で発生する温度差による熱伝導によっても発生する。この熱伝導によって生じるQ値の低下は熱弾性損失効果と呼ばれている。

熱弾性損失効果によるQ値の低下を防止または抑制するために、矩形断面を有する振動腕(振動梁)の中心線上に溝、または孔を形成した音叉型の振動片が、例えば特許文献3に紹介されている。

【0005】

ところで、振動片を備えた種々の電子機器、例えば、HDD(ハード・ディスク・ドライブ)、モバイルコンピューター、あるいはICカード等の小型の情報機器や、携帯電話、自動車電話、またはページングシステム等の移動体通信機器や振動ジャイロセンサー等の小型化が、近年ますます進展している。これに伴って、それらの電子機器に取り付けられる振動片の小型化の要求がより一層高まってきている。

このような振動片の小型化への要求のなかでは、特に、振動腕の長さを短くすることが寄与率が高く、また、それに伴い、振動腕の断面積を小さくすることが要求される。このため、振動片の低周波数化を図ることが困難になり、また、高次振動モードが発生するなどして振動片の振動特性が不安定になりやすくなることが知られている。このような高次振動モードの発生を抑えたり、低周波数化や振動特性の安定化を図り得る振動片として、振動腕の先端部に、振動腕の一般部(腕部)よりも幅の大きい錘部を形成した振動片が、例えば特許文献4に紹介されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2002-261575号公報

【特許文献2】特開2004-260718号公報

【特許文献3】実開平2-32229号公報

【特許文献4】実開2005-5896号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、電子機器に備えることが可能な振動片において、長溝と錘部とを兼ね備えた振動腕を有する構成とした場合、振動腕の長手方向の全長に対する錘部の長さの占有率が小さ過ぎたり、あるいは大き過ぎたりすると、錘部による低周波数化や長溝による熱弾性損失の抑制効果を所望のレベルで図ることはできないことを、発明者は見出した。また、発明者は、振動腕の長手方向の全長に対する錘部の長さの占有率が或る範囲にある場合に、所望の低周波数化、および、熱弾性損失の抑制効果による所望のQ値の確保ができることを見出した。

【課題を解決するための手段】

【0008】

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。

【0009】

〔適用例1〕本適用例にかかる電子機器は、振動片と、前記振動片と電氣的に接続する回路部と、を有し、前記振動片は、基部と、前記基部から延出された振動腕と、を有し、前記振動腕には、前記振動腕の両主面のうち少なくとも一方の主面に沿って開口部を有す

る有底の長溝が設けられ、前記振動腕は、前記振動腕の前記基部との付け根とは反対側の先端側に、前記振動腕の前記基部との付け根側よりも幅が広い錘部が設けられ、前記振動腕の長手方向において、前記基部との付け根から前記先端側までの長さに占める前記錘部の長さの割合が35%～41%の範囲にあることを特徴とする。

【0010】

この構成によれば、電子機器に備えられている振動片において、振動腕に設けられた長溝によって、振動効率が向上しCI値が低減されるとともに、振動腕の先端部分の錘部が錘の機能を果たすことにより、振動腕の長さを増大させることなく周波数を十分に低く抑えられる効果が得られ、さらに、熱弾性損失が小さくなって、Q値の低下が十分に抑えられる効果が得られることを発明者は見出した。したがって、小型化を実現しながら、低周波数化が図られるとともに、Q値の低下が抑えられ、優れた振動特性を備えた振動片を提供することができる。これにより、電子機器の小型化の推進および信頼性の向上を図ることができる。

10

【0011】

〔適用例2〕上記適用例にかかる電子機器において、前記錘部の前記長さの割合が36%～40%の範囲にあることを特徴とする。

【0012】

この構成によれば、小型化、低周波数化、およびQ値の低下の抑制の効果が顕著になる。

【0013】

〔適用例3〕上記適用例にかかる電子機器において、前記錘部の前記長さの割合が37%～39%の範囲にあることを特徴とする。

20

【0014】

この構成によれば、小型化、低周波数化、およびQ値の低下の抑制の効果がより顕著になる。

【0015】

〔適用例4〕上記適用例にかかる電子機器において、前記振動片は、前記基部から延出された2つの前記振動腕と、前記基部の2つの前記振動腕の間から、前記振動腕の前記長手方向に沿って延出して設けられている支持腕と、を備えていることを特徴とする。

【0016】

この構成によれば、電子機器に備えられている振動片は、支持腕が一对の振動腕間に設けられていることにより、各振動腕が振動した際に、特に、各振動腕が互いに接近する向きに振動したときに、各振動腕間の空気がかき乱されることによって起こる振動片の動作パラメータの変化を抑制することができる。

30

また、基部を支持部としてパッケージなどに支持・固定させた場合に起こる様々な不具合、例えば、振動片の先端が下方に傾いてパッケージなどに接触することを防止できたり、パッケージへの衝撃が基部を介してダイレクトに振動腕に伝わることによって起こり得る動作異常などを回避したりすることが可能になり、振動特性の安定した振動片を提供することができる。この振動片を備えた電子機器は、高い信頼性を保持することができる。

【0017】

〔適用例5〕上記適用例にかかる電子機器において、前記振動片の前記基部と前記振動腕とが水晶により形成されていることを特徴とする

40

【0018】

この構成によれば、耐衝撃性が高いとともに、熱弾性損失によるQ値の低下が抑えられ優れた振動特性を備えた、水晶振動片を提供することができる。この水晶振動片を備えた電子機器は、より高い信頼性を保持することができる。

【0019】

〔適用例6〕上記適用例にかかる電子機器において、前記振動片が屈曲振動モードを呈する屈曲振動片であることを特徴とする。

【0020】

50

この構成によれば、電子機器に備えることが可能で、屈曲振動モードを呈する屈曲振動片において、低周波数化と同時にQ値の低下を抑える効果をより顕著に奏することを発明者は見出した。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】(a)は、本発明に係る電子機器に備えられた振動片の一実施形態を模式的に説明する、一方の主面側の平面図、(b)は、(a)のA-A断面を示す断面拡大図。

【図2】は、振動片の錘部占有率と高性能化指数との関係を示すグラフ。

【図3】(a)は、上記振動片を備えた振動子の一実施形態を上からみて説明する概略平面図、(b)は、(a)のB-B線断面図。

【図4】(a)は、上記振動片を備えた発振器の一実施形態を上からみて説明する概略平面図、(b)は、(a)のC-C線断面図。

【図5】電子機器の一例としての携帯電話機の概略を示す斜視図。

【図6】携帯電話機の回路ブロック図。

【図7】電子機器の一例としてのパーソナルコンピュータの概略を示す斜視図。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明の電子機器の一実施形態について図面を参照しながら説明する。この電子機器は、優れた振動特性を有する振動片を備えていることが特徴である。

(実施形態)

【0023】

〔振動片〕

まず、本発明の電子機器の説明に先だって、電子機器に備えられている振動片について説明する。

図1は、本実施形態の振動片を模式的に説明するものであり、(a)は、一方の主面側の平面図、(b)は、(a)のA-A線断面を示す断面拡大図である。

図1(a)において、本実施形態の振動片20は、水晶、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウムなどの圧電材料からなる、屈曲振動モードを呈する振動片である。振動片20を水晶から構成する場合、水晶ウェハは、X軸、Y軸、およびZ軸からなる直交座標系において、Z軸を中心に時計回りに0度～5度の範囲で回転させて切り出した水晶Z板を、所定の厚みに切断研磨加工して得られるものを用いる。本実施形態の振動片20は、その水晶Z板を加工することにより形成された基部21と、この基部21の一端側(図において上端側)から二股に別れて互いに平行に延出する一对の振動腕22とからなる所謂音叉型の外形を有して形成されている、水晶振動片である。

【0024】

基部21には、その両主面に括れた形状が表れるように1つの直線に沿って対向方向に一对の切り込み31が形成されている。基部21は、一对の切り込み31を挟んで両側に位置する第1の部分21aおよび第2の部分21bと、一对の切り込み31間で第1の部分21aおよび第2の部分21bを接続する接続部分21cとを含む。本実施形態の振動片20においては、この切り込み31によって、各振動腕22の振動の伝達が遮断されるので、振動が基部21や支持腕30を介して外部に伝わる所謂振動漏れを抑制し、CI値の上昇を防止することができる。

なお、各切り込み31は、振動片20の落下に対する強度の確保をした上で、最適な幅や長さに調整して振動漏れを最小にするのが望ましい。

【0025】

図1(a)に示すように、一对の振動腕22は、基部21の第1の部分21aから両主面(紙面上手前と奥の面)に平行に延出されている。また、各振動腕22は、前記両主面と、その両主面を両側で接続する両側面とを有する。

各振動腕22は、その中央部に、振動腕22において主要な振動部である一般部23を有している。また、各振動腕22は、基部21に接続される根元部において、一般部23

10

20

30

40

50

から基部 2 1 側に向けて前記両側面間の幅が徐々に広げられ基部 2 1 との付け根部で最も幅広となる幅広部 2 4 を有している。このように、各振動腕 2 2 が幅広部 2 4 を有することにより、広い幅で基部 2 1 に接続されるので剛性が高くなり、耐衝撃性などが向上する。

#### 【 0 0 2 6 】

また、各振動腕 2 2 の基部 2 1 の付け根とは反対側の先端側には、一般部 2 3 よりも幅が広い錘部 2 9 がそれぞれ形成されている。このように、各振動腕 2 2 の先端部分に錘部 2 9 が設けられていることにより、先端部分が錘の機能を果たすので、振動腕 2 2 の長さを増大させることなく周波数を低くすることができる。

また、振動片 2 0 の各振動腕 2 2 の長手方向（本例では、基部 2 1 の第 1 の部分 2 1 a から各振動腕 2 2 が延出される方向）において、基部 2 1 との付け根から先端側までの長さ L に占める錘部 2 9 の長さ l の割合が 3 5 % ~ 4 1 % の範囲に調整されて設けられている。このような構成とすることにより、振動片 2 0 は、各振動腕 2 2 の先端部分の錘部 2 9 が錘の機能を果たすことにより、振動腕 2 2 の長さを増大させることなく周波数を十分に低く抑えられる効果が得られるとともに、熱弾性損失が小さくなって Q 値の低下が十分に抑えられる効果が得られることを発明者は見出した（詳細は後述する）。

#### 【 0 0 2 7 】

各振動腕 2 2 の一方の主面には、それぞれの長手方向に沿って一本の有底の長溝 2 6 a が設けられている。また、図 1 ( b ) に示すように、一方の（図 1 ( a ) の紙面上左側の）振動腕 2 2 の他方の主面にも、振動腕 2 2 の長手方向に沿って一本の長溝 2 6 b が設けられている。同様に、図示はしないが、他方の振動腕 2 2 （紙面上右側の振動腕）の他方の主面にも、一本の有底の溝 2 6 b が設けられている。即ち、長溝 2 6 a , 2 6 b は、主面に沿って位置する開口部をそれぞれ有している。

このように、各振動腕 2 2 に設けられた長溝 2 6 a , 2 6 b によって、剛性が小さくなって振動しやすくなり、振動腕 2 2 が効率よく振動して良好な振動特性を示すことが可能になる。また、長溝 2 6 a , 2 6 b は、各振動腕 2 2 の基部 2 1 との付け根部近傍において、振動に伴う歪により振動腕 2 2 の両側面の突堤部 2 5 で発生する温度上昇および温度低下に起因する熱の流路を狭めているので、熱の移動を抑制して熱弾性損失を低減する効果を奏し、この結果、C I 値の増大や Q 値の低下などの熱弾性損失による悪影響を抑制できる。

#### 【 0 0 2 8 】

本実施形態の振動片 2 0 は、基部 2 1 の第 2 の部分 2 1 b から延びる一对の支持腕 3 0 を有している。一对の支持腕 3 0 は、基部 2 1 から一对の振動腕 2 2 が延びる方向とは交差方向であって、それぞれ相互に反対方向に延出されてから、屈曲部 3 2 で略直角に屈曲され、一对の振動腕 2 2 の延出方向と平行な方向に延びている。このように屈曲させることにより、支持腕 3 0 を有する振動片 2 0 の小型化を図ることができる。支持腕 3 0 は、屈曲部 3 2 よりも先端側（振動腕 2 2 の錘部 2 9 側）に、後述するようにパッケージなどに取り付けられる固定領域を含み、この支持腕 3 0 の固定領域で振動片 2 0 を支持するように取り付けることによって、振動腕 2 2 および基部 2 1 を振動片 2 0 の固定面から浮いた状態にすることができる。

#### 【 0 0 2 9 】

各振動腕 2 2 の各長溝 2 6 a , 2 6 b 、および各両側面を含む表面には、励振電極 3 3 , 3 4 が形成されている（図 1 ( b ) を参照）。一方の振動腕 2 2 において、励振電極 3 3 , 3 4 間に電圧を印加して、振動腕 2 2 の両側面を伸縮させることで振動腕 2 2 を振動させる。励振電極 3 3 , 3 4 は、水晶をエッチングして振動片 2 0 の長溝 2 6 a , 2 6 b を含む外形を形成した後で、例えば、ニッケル ( Ni ) またはクロム ( Cr ) を下地層として、その上に、蒸着またはスパッタリングにより例えば金 ( Au ) による電極層を成膜し、その後フォトリソグラフィを用いてパターンングすることにより形成することができる。ここで、クロムは水晶との密着性が高く、また、金は、電気抵抗が低く酸化し難いことで知られている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 0 】

ここで、本実施形態の振動片 2 0 の効果について述べる。

発明者は、まず、振動腕 2 2 の基部 2 1 との付け根から先端部までの長さ L に対する錘部 2 9 の長さ l の占有率を変化させた時に、低周波数化が効率よく図れる占有率と、周波数一定に換算した Q 値の低下を効率よく軽減できる占有率とをシミュレーションにより個別に求めた。その結果、低周波数化が効率よく図れる占有率と、Q 値の低下を効率よく軽減できる占有率とは、一致しなかった。

次に、そのような、振動腕 2 2 の基部 2 1 との付け根から先端部までの長さに対する錘部 2 9 の長さの占有率により、振動片 2 0 の低周波数化の効率が良くなる要素と、熱弾性損失がより小さくなる要素とを掛け合わせ、さらに、等価モデルでシミュレーションすることによって求めた最適値と合うように補正した結果、図 2 のグラフに示すような結果を得た。

図 2 において、横軸は、振動腕 2 2 の基部 2 1 との付け根から先端部までの長手方向の長さ L に対して錘部 2 9 の長さ l が占める錘部占有率 (%) であり、縦軸は、低周波数化指数と高 Q 値化指数とを掛けた値として定義する (補正後) 修正高性能化指数である。

図 2 のグラフに示すように、補正後の高性能化指数は、錘部占有率 3 8 % を中心として錘部占有率 3 5 % ~ 4 1 % のときに最も高いことを発明者は見出した。

## 【 0 0 3 1 】

なお、低周波数化指数とは、錘部による周波数の低下量を示す値であり、0 ~ 1 の規格化された値である。具体的には、低周波数化指数は、錘部占有率を 0 % ~ 1 0 0 % の間で変化させた場合に、周波数が最も低くなったときを 1 とし、最も高くなったときを 0 として規格化した値である。

また、高 Q 値化指数とは、錘部による Q 値の上昇量を示す値であり、0 ~ 1 の規格化された値である。具体的には、高 Q 値化指数は、錘部占有率を 0 % ~ 1 0 0 % の間で変化させた場合に、Q 値が最も高くなったときを 1 とし、最も低くなったときを 0 として規格化した値である。

## 【 0 0 3 2 】

したがって、上記実施形態の振動片 2 0 によれば、各振動腕 2 2 に設けられた長溝 2 6 a , 2 6 b によって振動効率が向上し C I 値が低減されるとともに、各振動腕 2 2 の先端部分に形成された錘部 2 9 の長手方向の長さ l が、振動腕 2 2 の全長 L に対して 3 5 ~ 4 1 % の占有率になるように形成されているので、振動腕 2 2 の長さを増大させることなく周波数を十分に低く抑えられるとともに、熱弾性損失が小さくなって Q 値の低下を十分に抑える効果が得られる。

この効果は、各振動腕 2 2 の錘部 2 9 の錘部占有率を 3 6 % ~ 4 0 % とすれば、より高まることを発明者は見出した。

更に、この効果は、各振動腕 2 2 の錘部 2 9 の錘部占有率を 3 7 % ~ 3 9 % とすれば、より顕著に高まることを発明者は見出した。

## 【 0 0 3 3 】

〔振動子〕

次に、上記の振動片 2 0 を用いた振動子について説明する。

図 3 は、上記の振動片 2 0 を搭載する振動子の一実施形態を説明するものであり、( a ) は上側からみた概略平面図、( b ) は ( a ) の B - B 線断面図である。なお、図 3 ( a ) では、振動子の内部の構造を説明する便宜上、振動子 2 0 0 の上方に設けられるリッド 1 1 9 (図 3 ( b ) を参照) を取り外した状態を図示している。

## 【 0 0 3 4 】

図 3 において、振動子 2 0 0 は、段差を有する凹部が設けられたパッケージ 1 1 0 を有している。パッケージ 1 1 0 の凹部の凹底部分には、振動片 2 0 が接合され、パッケージ 1 1 0 の開放された上端には、蓋体としてのリッド 1 1 9 が接合されている。

## 【 0 0 3 5 】

パッケージ 1 1 0 は、平板状の第 1 層基板 1 1 1 上に、内環状部の大きさが異なる矩形

10

20

30

40

50

環状の第2層基板112および第3層基板113がこの順に積層されて構成されることにより、上面側に開口を有し内部に段差が設けられた凹部が形成されている。パッケージ110の材質としては、例えば、セラミック、ガラスなどを用いることができる。

【0036】

パッケージ110の凹部において、第2層基板112により形成される段差上には、振動片20が接合される複数の振動片接続端子115が設けられている。また、図示はしないが、パッケージ110の外底面となる第1層基板111の外底面には、外部基板との接合に供する外部実装端子が設けられている。

このようにパッケージ110に設けられた上記の各種端子は、対応する端子同士が、図示しない引き回し配線やスルーホールなどの層内配線により接続されている。

10

【0037】

パッケージ110の凹部には、振動片20が接合されている。具体的には、振動片20の支持腕30の一部に設けられた図示しない外部接続電極と、パッケージ110の凹部において、第2層基板112の突部112aにより形成された段差上に設けられた振動片接続端子115と、が位置合わせされ、例えば銀ペーストなどの導電性の接合部材96により接合されるとともに、電氣的に接続されている。これにより、振動片20が、パッケージ110内において、凹部の凹底部分となる第1層基板111との間に隙間を空けながら、振動腕22を自由端として固定される。

【0038】

図3(b)に示すように、振動片20が凹部に接合されたパッケージ110の上端には、蓋体としてのリッド119が配置され、パッケージ110の開口を封鎖している。リッド119の材質としては、例えば、42アロイ(鉄にニッケルが42%含有された合金)やコパール(鉄、ニッケルおよびコバルトの合金)等の金属、セラミックス、あるいはガラスなどを用いることができる。例えば、金属からなるリッド119は、コパール合金などを矩形環状に型抜きして形成されたシールリング118を介してシーム溶接することによりパッケージ110と接合される。パッケージ110内に形成される内部空間は、振動片20が動作するための空間となる。また、この内部空間は、減圧空間または不活性ガス雰囲気密閉・封止されている。

20

【0039】

上記構成の振動子200によれば、上記した構成の振動片20を備えているので、振動腕22に設けられた長溝26a, 26bによって、振動効率が向上されてCI値の低減が図られるとともに、錘部29による低周波数化および高Q値化が図られた優れた振動特性を備えた振動子200を提供することができる。

30

【0040】

〔発振器〕

次に、上記の振動片20を用いた発振器について説明する。

図4は、上記の振動片20を搭載する発振器の一実施形態を説明するものであり、(a)は上側からみた概略平面図、(b)は(a)のC-C線断面図である。なお、図4(a)では、発振器の内部の構造を説明する便宜上、発振器300の上方に設けられるリッド219を取り外した状態を図示している。

40

【0041】

図4において、発振器300は、段差を有する凹部が設けられたパッケージ210を有している。パッケージ210の凹部の凹底部分には、ICチップ150と、ICチップ150の上方に配置された振動片20とが接合され、パッケージ210の開放された上端には蓋体としてのリッド219が接合されている。

【0042】

パッケージ210は、平板状の第1層基板211上に、内環状部の大きさが異なる矩形環状の第2層基板212、第3層基板213、および第4層基板214がこの順に積層されて構成されることにより、上面側に開口を有し内部に段差が設けられた凹部が形成されている。パッケージ210の材質としては、例えば、セラミック、ガラスなどを用いるこ

50

とができる。

#### 【0043】

パッケージ210の凹部の凹底部分となる第1層基板211上には、ICチップ150が配置されるダイパッド215が設けられている。なお、図示はしないが、パッケージ210の外底面となる第1層基板211の外底面(ダイパッド215が設けられた面と異なる面)には、外部基板との接合に供する外部実装端子が設けられている。

また、パッケージ210の凹部において、第2層基板212により形成される段差上には、ICチップ150との電氣的な接続に供する複数のIC接続端子216が設けられている。

さらに、パッケージ210の凹部において、第3層基板213により形成される段差上には、振動片20が接合される複数の振動片接続端子217が設けられている。

このようにパッケージ210に設けられた上記の各種端子は、対応する端子どうしが、図示しない引き回し配線やスルーホールなどの層内配線により接続されている。

#### 【0044】

ICチップ150は、振動片20を発振させる発振回路や、温度補償回路などを含む半導体回路素子(回路部)である。ICチップ150は、パッケージ210の凹部の凹底部分に設けられたダイパッド215上に、例えばろう材95によって接着・固定されている。また、ICチップ150とパッケージ210とは、本実施形態では、ワイヤーボンディング法を用いて電氣的に接続されている。具体的には、ICチップ150に設けられた複数の電極パッド155と、パッケージ210の対応するIC接続端子216とが、ボンディングワイヤー97により接続されている。

#### 【0045】

パッケージ210の凹部において、ICチップ150の上方には、振動片20が接合されている。具体的には、振動片20の支持腕30の一部に設けられた図示しない外部接続電極と、パッケージ210の凹部において第3層基板213の突部213aにより形成された段差上に設けられた振動片接続端子217とが位置合わせされ、例えば銀ペーストなどの導電性の接合部材96により接合されるとともに、電氣的に接続されている。これにより、振動片20が、パッケージ210内において、下方に接合されたICチップ150との間に隙間を空けながら、振動腕22を自由端として固定される。

#### 【0046】

図4(b)に示すように、ICチップ150および振動片20が凹部内に接合されたパッケージ210の上端にはリッド219が配置され、パッケージ210の開口を封鎖している。例えば、金属からなるリッド219を用いた場合には、コパール合金などを矩形環状に型抜きして形成されたシールリング218を介してシーム溶接することによりパッケージ210と接合される。パッケージ210内において振動片20が動作するための空間となる内部空間は、減圧空間または不活性ガス雰囲気にも密閉・封止されている。

#### 【0047】

上記構成の発振器300によれば、上記した構成の振動片20を備えているので、振動腕22に設けられた長溝26a, 26bによって、振動効率が向上されてCI値の低減が図られるとともに、錘部29による低周波数化および高Q値化が図られ優れた発振特性を備えた発振器300を提供することができる。

#### 【0048】

〔電子機器〕

上記実施形態の振動片20は、各種の電子機器に適用することができ、これらの電子機器は、信頼性の高いものとなる。なお、本電子機器には、上記実施形態で説明した振動片200および発振器300を用いてもよい。図5、および図6は、本発明の電子機器の一例としての携帯電話機を示す。図5は、携帯電話機の外観の概略を示す斜視図であり、図6は、携帯電話機の回路構成を説明する回路ブロック図である。この携帯電話機400は、振動片20(図1)を用いた例で説明し、振動片20の構成、作用については、同一符号を用いるなどして、その説明を省略する。

10

20

30

40

50

図5に示すように携帯電話機400は、表示部であるLCD(Liquid Crystal Display)401、数字等の入力部であるキー402、マイクロフォン403、スピーカー411などが設けられている。そして、図6に示すように、携帯電話機400で送信する場合は、使用者が、自己の声をマイクロフォン403に入力すると、信号はパルス幅変調・符号化ブロック404と、変調器/復調器ブロック405とを経て、さらにトランスミッター406、アンテナスイッチ407を介して、アンテナ408から送信されることになる。

#### 【0049】

一方、他人の電話機から送信された信号は、アンテナ408で受信され、アンテナスイッチ407、受信フィルター409を経て、レシーバー410から変調器/復調器ブロック405に入力される。そして、変調又は復調された信号がパルス幅変調・符号化ブロック404を経て、スピーカー411に声として出力されるようになっている。そして、アンテナスイッチ407や変調器/復調器ブロック405等を制御するために、コントローラ412が設けられている。

このコントローラ412は、上述の他に表示部であるLCD401や数字等の入力部であるキー402、更にはRAM413やROM414等も制御するため、高精度であることが求められる。また、携帯電話機400の小型化の要請もあり、このような要請に合致するものとして、上述の振動片20が用いられている。なお、携帯電話機400は、他の構成ブロックとして、温度補償水晶発振器415、レシーバー用シンセサイザー416、トランスミッター用シンセサイザー417などを有しているが、ここでは説明を省略する。

#### 【0050】

また、本発明の振動片20を備える電子機器としては、図7に示すパーソナルコンピューター(モバイル型パーソナルコンピューター)500も挙げられる。パーソナルコンピューター500は、表示部501、入力キー部502などを備えており、その電氣的制御の基準クロックとして上述の振動片20が用いられている。

#### 【0051】

このような携帯電話機400やパーソナルコンピューター500に用いられている振動片20は、振動腕22の基部21との付け根から先端側までの長さLに占める錘部29の長さlの割合が35%~41%の範囲に設定されており、振動腕22の長さを増大させることなく周波数を十分に低く抑えられる効果や、熱弾性損失が小さくなって、Q値の低下を十分に抑えられる効果、が得られ、優れた振動特性を備えることができる。これにより、携帯電話機400およびパーソナルコンピューター500は、小型化および高い信頼性を図ることができる。

#### 【0052】

なお、本発明の振動片20を備える電子機器としては、前述に加え、例えばデジタルスチールカメラ、インクジェット式吐出装置(例えばインクジェットプリンター)、ラップトップ型パーソナルコンピューター、テレビ、ビデオカメラ、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(通信機能付も含む)、電子辞書、電卓、電子ゲーム機器、ワードプロセッサ、ワークステーション、テレビ電話、防犯用テレビモニター、電子双眼鏡、POS端末、医療機器(例えば電子体温計、血圧計、血糖計、心電図計測装置、超音波診断装置、電子内視鏡)、魚群探知機、各種測定機器、計器類(例えば、車両、航空機、船舶の計器類)、フライトシミュレーター等が挙げられる。

#### 【0053】

以上、本発明の電子機器を、図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、各部の構成は、同様の機能を有する任意の構成のものに置換することができる。また、本発明に、他の任意の構成物が付加されていてもよい。例えば、上記実施形態では、電子機器の振動片20が振動部として一对の振動腕22を有する場合を例に説明したが、振動腕22の数は、3つ以上であってもよい。さらに、固定端となる基部を有する1本の振動腕のみにより構成されるビーム型振動片などであってもよい。

10

20

30

40

50

## 【0054】

また、上記実施形態で説明した振動腕22は、電圧制御水晶発振器（VCXO）、温度補償水晶発振器（TCXO）、恒温槽付水晶発振器（OCXO）等の発振器の他、ジャイロセンサー等に適用することができる。

## 【0055】

そして、本発明は、その要旨を逸脱しない範囲で種々の変更を加えることが可能である。例えば、上記実施形態では、電子機器に備えることが可能な、屈曲振動モードの振動片20を例にとって、本発明である、錘部29の長さ割合を最適に設定して優れた振動特性を奏する効果、について説明した。これに限らず、ねじり振動モードや剪断モードなどの屈曲振動モード以外の振動モードの振動片においても、本発明の特徴的な構成を具備させることにより、上記実施形態と同様な効果を得ることができる。

10

## 【0056】

また、上記実施形態では、基部21から延出された支持専用の支持腕30を有するとともに、基部21から2本の振動腕22が平行に延出されて形成された所謂音叉型の振動片20における本発明の一実施形態について説明した。これに限らず、支持腕30が無い構成の振動片であっても、上記実施形態と同様な効果を得ることができる。

## 【0057】

また、上記実施形態では、圧電材料からなる振動片20、この場合水晶からなる水晶振動片、について説明した。これに限らず、例えば、非圧電材料であるシリコン等からなる振動片であっても、上記実施形態と同様な効果を得ることができる。

20

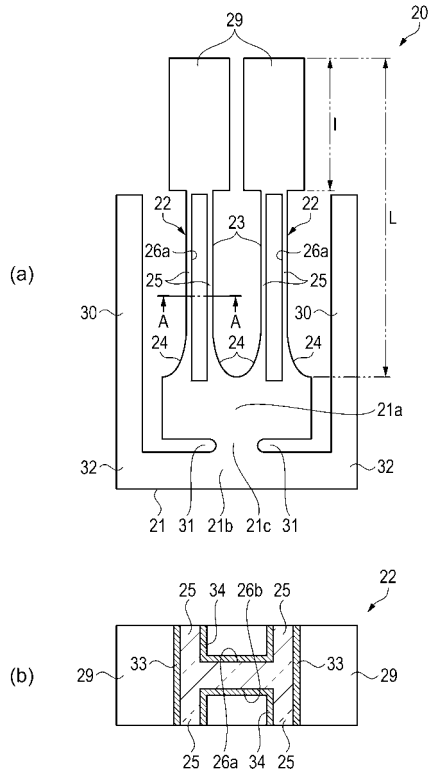
## 【符号の説明】

## 【0058】

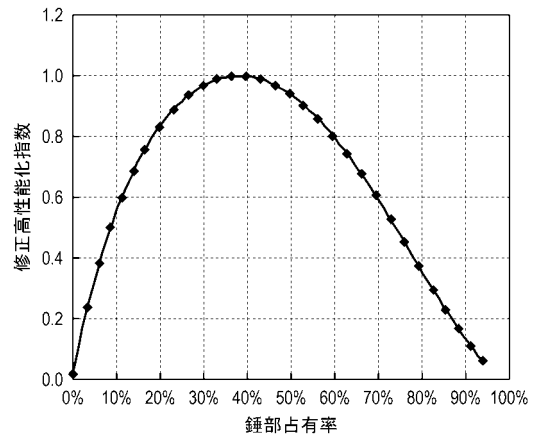
20...振動片、21...基部、21a...（基部の）第1の部分、21b...（基部の）第2の部分、21c...（基部の）接続部分、22...振動腕、23...一般部、24...幅広部、25...突堤部、26a, 26b...長溝、29...錘部、30...支持腕、32...屈曲部、33, 34...励振電極、95...ろう材、96...導電性の接合部材、97...ボンディングワイヤー、110, 210...パッケージ、111, 211...第1層基板、112, 212...第2層基板、112a...突部、113, 213...第3層基板、115, 217...振動片接続端子、118, 218...シールリング、119, 219...リッド、150...回路部としてのICチップ、155...電極パッド、200...振動子、214...第4層基板、215...ダイパッド、300...発振器、400...電子機器としての携帯電話機、500...電子機器としてのパーソナルコンピューター。

30

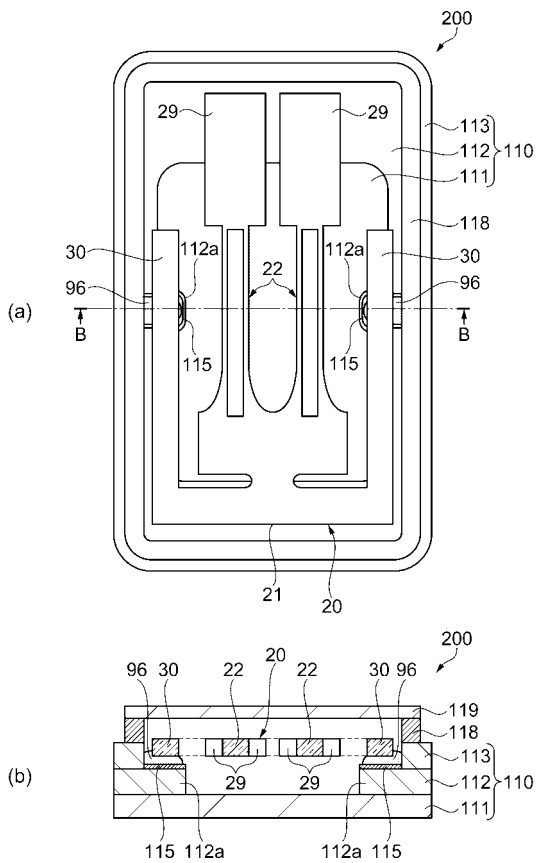
【 図 1 】



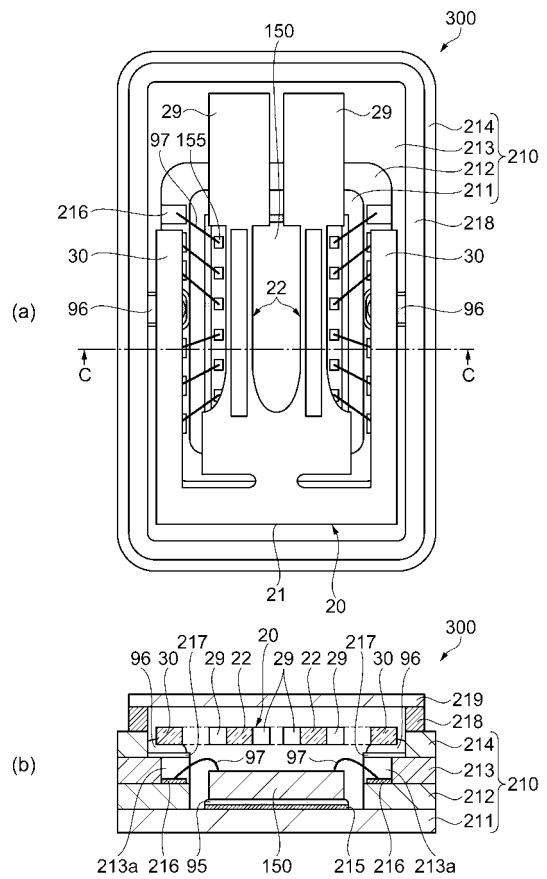
【 図 2 】



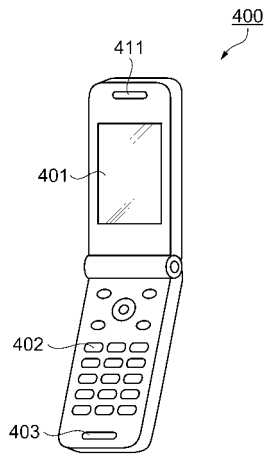
【 図 3 】



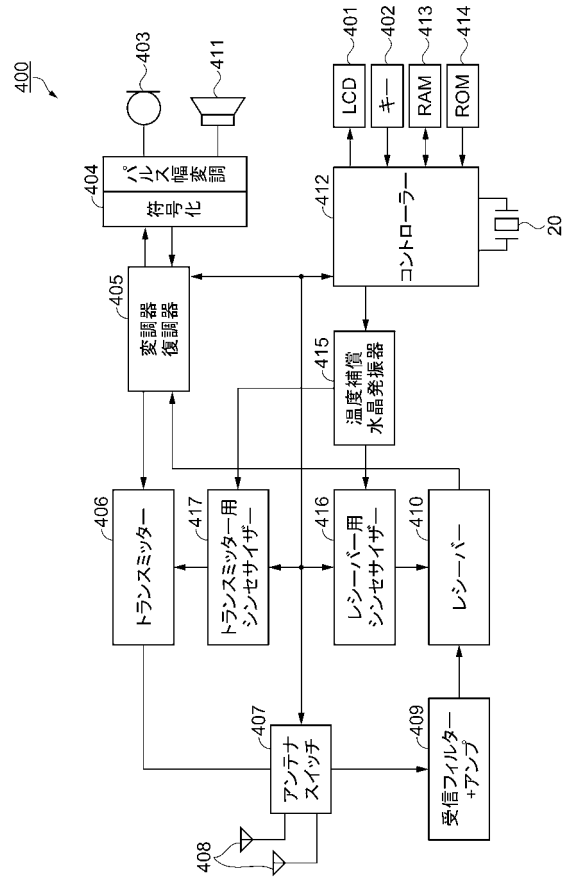
【 図 4 】



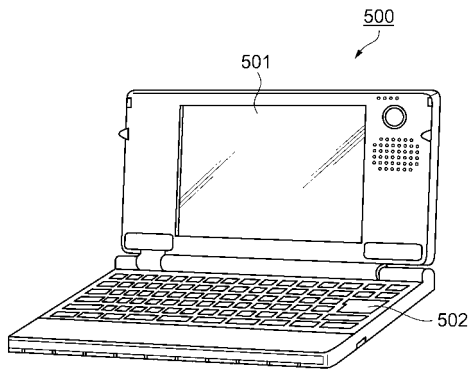
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
<b>H 0 1 L 41/22 (2006.01)</b>	H 0 1 L 41/18	1 0 1 A
	H 0 1 L 41/08	L
	H 0 1 L 41/22	Z
	H 0 1 L 41/08	K

Fターム(参考) 5J108 BB02 CC08 CC09 CC11 CC12 DD05 EE03 EE07 EE13 EE18  
GG03 JJ04