

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3931662号  
(P3931662)

(45) 発行日 平成19年6月20日(2007.6.20)

(24) 登録日 平成19年3月23日(2007.3.23)

(51) Int.C1.

F 1

<b>H03H</b>	<b>9/215</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H03H</b>	<b>9/215</b>
<b>H03B</b>	<b>5/32</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H03B</b>	<b>5/32</b>
<b>H03H</b>	<b>9/02</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H03H</b>	<b>9/02</b>

H

D

請求項の数 16 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2002-6225 (P2002-6225)  
 (22) 出願日 平成14年1月15日 (2002.1.15)  
 (65) 公開番号 特開2002-280870 (P2002-280870A)  
 (43) 公開日 平成14年9月27日 (2002.9.27)  
 審査請求日 平成16年10月6日 (2004.10.6)  
 (31) 優先権主張番号 特願2001-6638 (P2001-6638)  
 (32) 優先日 平成13年1月15日 (2001.1.15)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 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 雅善  
 (74) 代理人 100107076  
 弁理士 藤岡 英吉  
 (74) 代理人 100107261  
 弁理士 須澤 修  
 (72) 発明者 棚谷 英雄  
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内  
 (72) 発明者 北村 文孝  
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】振動片、振動子、発振器及び電子機器

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

基部と、この基部から突出して形成されている振動腕部と、前記振動腕部の表面部及び/又は裏面部に溝部が形成されている振動片であって、

前記基部に切り込み部が形成されていると共に、前記溝部において、電極部が形成された部分と電極部が形成されていない部分とを有することを特徴とする振動片。

## 【請求項2】

前記振動腕部の表面部及び裏面部に溝部が形成されていると共に、前記振動片のC I(クリスタルインピーダンス)値比(高周波C I値/基本波C I値)が1.0以上になるように前記溝部の一部に電極部が形成されていることを特徴とする請求項1に記載の振動片。

10

## 【請求項3】

前記振動腕部の長手方向における前記溝部の一部に形成される電極部の長さが前記振動腕部の長さに対して45%乃至55%に形成されていることを特徴とする請求項2に記載の振動片。

## 【請求項4】

前記電極部が励振電極であることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の振動片。

## 【請求項5】

前記基部には、この振動片を固定させるための固定領域が設けられていると共に、前記

20

切り込み部は、この固定領域と前記振動腕部との間の基部に設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の振動片。

【請求項 6】

前記振動片が 30 KHz 乃至 40 KHz で発振する水晶で形成されている音叉型振動片であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載の振動片。

【請求項 7】

基部と、この基部から突出して形成されている振動腕部と、前記振動腕部の表面部及び/又は裏面部に溝部が形成されている振動片が、パッケージ内に収容されている振動子であって、前記基部に切り込み部が形成されていると共に、前記溝部において、電極部が形成された部分と電極部が形成されていない部分とを有することを特徴とする振動子。 10

【請求項 8】

前記振動腕部の表面部及び裏面部に溝部が形成されていると共に、前記振動片の C/I (クリスタルインピーダンス) 値比 (高周波 C/I 値 / 基本波 C/I 値) が 1.0 以上になるように前記溝部の一部に電極部が形成されていることを特徴とする請求項 7 に記載の振動子。

【請求項 9】

前記振動腕部の長手方向における前記溝部の一部に形成される電極部の長さが前記振動腕部の長さに対して 45% 乃至 55% に形成されていることを特徴とする請求項 8 に記載の振動子。

【請求項 10】 20

前記電極部が励振電極であることを特徴とする請求項 7 乃至請求項 9 のいずれかに記載の振動子。

【請求項 11】

前記基部には、この振動片を固定させるための固定領域が設けられていると共に、前記切り込み部は、この固定領域と前記振動腕部との間の基部に設けられていることを特徴とする請求項 7 乃至請求項 10 のいずれかに記載の振動子。

【請求項 12】

前記振動片が 30 KHz 乃至 40 KHz で発振する水晶で形成されている音叉型振動片であることを特徴とする請求項 7 乃至請求項 11 のいずれかに記載の振動子。

【請求項 13】 30

前記パッケージが箱状に形成されていることを特徴とする請求項 7 乃至請求項 12 のいずれかに記載に振動子。

【請求項 14】

前記パッケージが所謂シリンダータイプに形成されていることを特徴とする請求項 7 乃至請求項 12 のいずれかに記載の振動子。

【請求項 15】

基部と、この基部から突出して形成されている振動腕部と、を有する振動片と集積回路がパッケージ内に収容されている発振器であって、

前記振動片の前記基部に切り込み部が形成されていると共に、前記溝部において、電極部が形成された部分と電極部が形成されていない部分とを有することを特徴とする発振器 40

【請求項 16】

基部と、この基部から突出して形成されている振動腕部と、を有する振動片であり、この振動片がパッケージ内に収容されている振動子であり、

この振動子を制御部に接続して用いている電子機器であって、前記振動片の前記基部に切り込み部が形成されていると共に、前記溝部において、電極部が形成された部分と電極部が形成されていない部分とを有することを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 50

**【0002】**

本発明は、例えば水晶等からなる振動片、この振動片を有する振動子、この振動子を備える発振器や電子機器に関する。

**【0003】****【従来の技術】**

従来、振動片である音叉型水晶振動片は、例えば図11に示すように構成されている。すなわち、音叉型水晶振動片10は、基部11と、この基部11から突出して形成されている2本の振動腕部12, 13を有している。そして、この2本の振動腕部12, 13には、図12に示すように、溝12a, 13aが表面及び裏面に形成されている。

図12は、図11のA-A'線断面図であり、この図12に示すように振動腕部12, 13は、この溝12a, 13aにより、その断面が略H型に形成されている。10

さらに、このような溝12a, 13aには、この振動腕部12, 13を振動させるための励振電極12b, 13bが、それぞれ図12に示すように形成されている。

また、図12に示すように、振動腕部12, 13の側面にも側面励振電極12c, 13cが形成されている。

**【0004】**

このような略H型の音叉型水晶振動片10は、振動片の大きさを小型化しても溝12a, 13b内に励振電極12b, 13bを備えているので、腕部12, 13の振動損失が低くCI値(クリスタルインピーダンス又は等価直列抵抗)も低く抑えることができるという特性を有する。20

このため、略H型の音叉型水晶振動片10は、例えば特に小型でも高精度な性能が求められる振動子に適用されている。

このような音叉型水晶振動片10は、その振動により基本波の周波数で信号を発振するようになっているが、同時に高調波の周波数でも同様の信号を発振してしまう特性を有している。

そして、この高調波の信号を振動子等の機器が基本波の周波数の信号と間違えて拾ってしまうと、機器に異常をもたらすおそれがある。

**【0005】**

そこで、このような事態を未然に防ぐ方法として、CI値比を基準に設計する方法がある。このCI値比は、高周波のCI値を基本波CI値で割ったもの(高周波CI値/基本波CI値)である。30

すなわち、高周波CI値が基本波CI値より大となり、このCI値比が1.0以上となれば、高周波での信号の発振が発生し難くなり、機器等が誤って高調波の信号を拾うおそれが小さくなり、高性能な振動片となる。

このようにCI値比を1.0以上にするためには、高調波のCI値を大きくする必要がある。その方法として、図11における振動腕部12, 13の長さ(L)に対して溝12a, 13aに形成された励振電極12b, 13bの長さ(d1)を半分、すなわち0.5Lにすることが知られている。

図13は、このような基本波CI値とCI値比との関係を示す図である。図13に示すように、基本波CI値は、励振電極12b, 13bの長さ(d1)が、振動腕部12, 13の長さ(L)に対して短くなればなるほど上昇し、これによりCI値比も上昇する。40

**【0006】**

反対に、励振電極12b, 13bの長さ(d1)が、振動腕部12, 13の長さ(L)に対して長くなればなるほど、基本波CI値が下降するが、同時にCI値比も1.0に近づく。例えば励振電極12b, 13bの長さが(d1)が振動腕部12, 13の長さ(L)の60%になるとCI値比は1.0以下となってしまう。

したがって、このように励振電極12b, 13bの長さ(d1)を振動腕部12, 13の長さ(L)の約半分程度にしている。

このようにすることで、振動片の高調波CI値と基本波CI値が上昇するが、同時に、高調波CI値の方が基本波CI値より、より大きくなるため、両者のCI値の差が広がり、50

上述の C I 値比を 1 . 0 以上とすることができるようになる(図 13 参照)。

したがって、このように C I 値比を 1 . 0 以上にすることで、音叉型水晶振動片 10 を搭載している振動子等が誤って高調波の信号を拾い難くし、高性能で小型の振動片を構成するようにしている。

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述のように高調波の C I 値を上昇させると、高調波ほどではないが基本波の C I 値も大となってしまう。

この基本波において C I 値が大きくなりすぎると、振動片の性能の劣化の原因となってしまう。そのため、上述の C I 値比を 1 . 0 以上とするため、高調波の C I 値を、あまり大きくすることができなかった。 10

しかし、基本波の C I 値が上昇しちぎない程度に高調波の C I 値を上げると、上述の C I 値比を 1 . 0 以上にするのは容易ではないため、どうしても基本波の C I 値が必要以上に上昇してしまうという問題があった。

#### 【0008】

また、上述のような小型の音叉型水晶振動片 10 であっても、近年の電気機器等の装置の小型化の要請に対応するには、更なる小型化が求められている。

この小型化の要請に対応するには、基部 11 の図 11 における縦方向の長さ( L1 )をより短く形成すれば、全体として振動片 10 の長さが短くなり、振動片 10 が小型化され、最も良いのであるが、以下のような問題があった。 20

すなわち、一般に基部 11 の長さを振動腕部 12 , 13 の長さの 40 % 以上としないと、 C I 値が安定せず、振動片の性能が劣化してしまうという問題があった。

#### 【0009】

具体的には、図 12 に示すように振動腕部 12 , 13 の厚みを D 、振動腕部 12 , 13 の幅を W 、振動腕部 12 , 13 の長さを L とした場合、音叉型水晶振動片 10 の周波数 f は

$$f = W / L^2 \dots \dots \dots \text{式 1}$$

の関係式を満たさなければならない。すなわち、振動片 10 の振動腕部 12 , 13 の長さ L を短くすればするほど、振動腕部 12 , 13 の幅 W も細くなるという関係になっている。 30

#### 【0010】

図 11 に示す音叉型水晶振動片 10 は、上述のように小型化されているため振動腕部 12 , 13 の長さ L が例えば、1 . 644 mm と短いため、その幅も例えれば 0 . 1 mm と極めて細くなっている。さらに振動腕部 12 , 13 の厚み D も例えれば 0 . 1 mm と成っている。

ところで、音叉型水晶振動片 10 の腕部 12 , 13 は、図 14 ( a ) に示すように、幅 W が長く厚み D が短ければ、図において矢印 B に示すように通常の水平方向の振動を行うことになる。

しかし、上述のように幅 W が短くなると、図 14 ( b ) に示すように、垂直方向の成分(図において矢印 C の方向)を含むようになり、図 14 ( b ) において矢印 E で示す方向に振動腕部 12 , 13 が振動する。 40

これは、図 15 に示す図でも明らかなように垂直振動成分変位量( nm )は、振動腕部 12 , 13 の幅 W / 厚み D が 1 . 2 より小さくなると急激に変位量も大きくなるのが分かる。

#### 【0011】

このように振動腕部 12 , 13 の振動の垂直成分が増加すると、この振動が振動片 10 の基部 11 へと伝わり、振動片 10 をパッケージ等に固定する基部 11 の固定領域の接着剤等からエネルギーが逃げてしまうことになる。

このように振動が基部 11 へ漏れ、基部 11 の固定領域からエネルギーが逃げると、振動腕部 12 , 13 の振動が不安定化し、振動片、素子間の C I 値バラツキが大きなものにな 50

っていた。

そして、このような振動腕部12, 13の振動の漏れや基部11の固定領域からのエネルギーの逃げを防ぐには、上述のように振動腕部12, 13の長さLの40%以上の長さを基部11において確保しなければならなかつた。したがつて、これが振動片10自体の小型化の障害となつていた。

#### 【0012】

本発明は上記問題に鑑み、基本波のCI値を低く抑えながら、CI値比を一定に保持すると共に、基部を短くしても振動片、素子間のCI値バラツキを小さくし、並びに振動片全体も小型化できる振動片、これを有する振動子、この振子を備える発振器及び電子機器を提供することを目的とする。

10

#### 【0013】

##### 【課題を解決するための手段】

前記目的は、基部と、この基部から突出して形成されている振動腕部と、前記振動腕部の表面部及び/又は裏面部に溝部が形成されている振動片であつて、前記基部に切り込み部が形成されていると共に、前記溝部の一部に電極部が形成されていることを特徴とする振動片により、達成される。

#### 【0014】

前記溝部の一部に電極部が形成されているので、溝部のうち電極部が形成されていない部分を前記振動腕部に形成することになる。

すなわち、前記電極部は、CI値比が一定以上になるような長さで前記溝部に配置される。

20

一方、CI値の上昇は、前記溝部の長さを前記振動腕部の長さに比べ長く形成することで解消できる。具体的には、前記溝部には、前記電極部が形成されていない部分があるので、この部分の長さを変更することで、CI値の上昇を容易に抑えることができる。

したがつて、CI値比とCI値を容易に最適に調整することができる振動片である。

また、前記基部に切り込み部が形成されているので、前記振動腕部が振動する際に、振動の垂直成分が生じても、振動腕部の振動が基部側へ漏れるのを、この切り込み部で緩和することができる。したがつて、基部を小型化しながら、振動片、素子間のCI値のバラツキを小さくすることができる。

#### 【0015】

30

好ましくは、前記振動腕部の表面部及び裏面部に溝部が形成されていると共に、前記振動片のCI(クリスタルインピーダンス)値比(高周波CI値/基本波CI値)が1.0以上になるように前記溝部の一部に電極部が形成されていることを特徴とする振動片である。

前記振動片のCI(クリスタルインピーダンス)値比(高周波CI値/基本波CI値)が1.0以上になるように前記溝部の一部に電極部が形成されているので、この振動片を搭載した機器等において、高周波で発振がしにくくなる。このため、異常信号を発振しない高性能な振動片となる。

#### 【0016】

好ましくは、前記振動腕部の長手方向における前記溝部の一部に形成される電極部の長さが前記振動腕部の長さに対して略45%乃至略55%に形成されていることを特徴とする振動片である。

40

前記振動腕部の長手方向における前記溝部の一部に形成される電極部の長さが前記振動腕部の長さに対して略45%乃至略55%に形成されているので、図13に示すようにCI値比を1.0以上とすることができます。

したがつて、この振動片を搭載した機器等において、高周波で発振がしにくくなる。このため、異常信号を発振しない高性能な振動片となる。

#### 【0017】

好ましくは、前記電極部が励振電極であることを特徴とする振動片である。前記電極部が励振電極であるので、励振電極において、上述のようにCI値及びCI値比を容易に調整

50

することができる。

**【0018】**

好ましくは、前記基部には、この振動片を固定させるための固定領域が設けられていると共に、前記切り込み部は、この固定領域と前記振動腕部との間の基部に設けられていることを特徴とする振動片である。

前記切り込み部は、この固定領域と前記振動腕部との間の基部に設けられている。したがって、この切り込み部は、前記振動腕部の振動の妨げにならない位置に配置されていると共に、振動漏れが前記固定領域へ伝わり、エネルギーの逃げが生じるのを有効に防止している。このため、振動片、素子間のCI値バラツキを小さくすることができる。

**【0019】**

好ましくは、前記振動片が略30KHz乃至略40KHzで発振する水晶で形成されている音叉型振動片であることを特徴とする振動片である。

前記振動片が略30KHz乃至略40KHzで発振する水晶で形成されている音叉型振動片に、前記基部に切り込み部が形成されていると共に、前記溝部の一部に電極部が形成されている。

したがって、CI値及びCI値比の調整が容易で、前記音叉型振動片全体も小型化でき、振動片、素子間のCI値バラツキを小さくすることができる。

**【0020】**

前記目的は、基部と、この基部から突出して形成されている振動腕部と、前記振動腕部の表面部及びノ又は裏面部に溝部が形成されている振動片が、パッケージ内に収容されている振動子であって、前記基部に切り込み部が形成されていると共に、前記溝部の一部に電極部が形成されていることを特徴とする振動子により、達成される。

**【0021】**

前記振動片の前記溝部の一部に電極部が形成されているので、溝部のうち電極部が形成されていない部分を前記振動腕部に形成することになる。

すなわち、前記電極部は、CI値比が一定以上になるような長さで前記溝部に配置される。

一方、CI値の上昇は、前記溝部の長さを前記振動腕部の長さに比べ長く形成することで解消できる。具体的には、前記溝部には、前記電極部が形成されていない部分があるので、この部分の長さを変更することで、CI値の上昇を容易に抑えることができる。

したがって、振動片のCI値比とCI値を容易に最適に調整することができる振動子である。

また、前記振動片の前記基部に切り込み部が形成されているので、前記振動腕部が振動する際に、振動の垂直成分が生じても、振動腕部の振動が基部側へ漏れるのを、この切り込み部で緩和することができる。したがって、基部を小型化しながら、振動片、素子間のCI値バラツキを小さくすることができる振動子である。

**【0022】**

好ましくは、前記振動腕部の表面部及び裏面部に溝部が形成されていると共に、前記振動片のCI(クリスタルインピーダンス)値比(高周波CI値/基本波CI値)が1.0以上になるように前記溝部の一部に電極部が形成されていることを特徴とする振動子である。

請求項8の構成によれば、前記振動片のCI(クリスタルインピーダンス)値比(高周波CI値/基本波CI値)が1.0以上になるように前記溝部の一部に電極部が形成されているので、この振動片を搭載した機器等において、高周波で発振がしにくくなる。このため、異常信号を発振しない高性能な振動片を有する振動子となる。

**【0023】**

好ましくは、前記振動腕部の長手方向における前記溝部の一部に形成される電極部の長さが前記振動腕部の長さに対して略45%乃至略55%に形成されていることを特徴とする振動子である。

前記振動片の前記振動腕部の長手方向における前記溝部の一部に形成される電極部の長さ

10

20

30

40

50

が前記振動腕部の長さに対して略45%乃至略55%に形成されているので、図13に示すようにCI値比を1.0以上とすることができます。

したがって、この振動片を搭載した振動子において、高周波で発振がしにくくなるため、異常信号を発振しない高性能な振動片を有する振動子となる。

#### 【0024】

好ましくは、前記電極部が励振電極であることを特徴とする振動子である。

前記振動片の前記電極部が励振電極であるので、励振電極において、上述のようにCI値及びCI値比を容易に調整することができる。

#### 【0025】

好ましくは、前記基部には、この振動片を固定させるための固定領域が設けられていると共に、前記切り込み部は、この固定領域と前記振動腕部との間の基部に設けられていることを特徴とする振動子である。

前記振動片の前記切り込み部は、この固定領域と前記振動腕部との間の基部に設けられている。したがって、この切り込み部は、前記振動腕部の振動の妨げにならない位置に配置されていると共に、振動漏れが前記固定領域へ伝わり、エネルギーの逃げが生じるのを有效地に防止している。このため、振動片、素子間のCI値バラツキを小さくした振動子となる。

#### 【0026】

好ましくは、前記振動片が略30KHz乃至略40KHzで発振する水晶で形成されている音叉型振動片であることを特徴とする振動子である。

前記振動片が略30KHz乃至略40KHzで発振する水晶で形成されている音叉型振動片に、前記基部に切り込み部が形成されていると共に、前記溝部の一部に電極部が形成されている。

したがって、CI値及びCI値比の調整が容易で、前記音叉型振動片全体や振動子全体も小型化でき、振動片、素子間のCI値バラツキを小さくすることができる振動子である。

#### 【0027】

好ましくは、前記パッケージが箱状に形成されていることを特徴とする振動子である。

前記パッケージが箱状に形成されている振動子を小型化でき、前記振動片のCI値及びCI値比の調整が容易で、且つ振動片、素子間のCI値バラツキを小さくすることができる。

#### 【0028】

好ましくは、前記パッケージが所謂シリンダータイプに形成されていることを特徴とする振動子である。

前記パッケージが所謂シリンダータイプに形成され、振動子や振動片を小型化でき、前記振動片のCI値及びCI値比を容易に調整でき、且つ振動片、素子間のCI値バラツキを小さくすることができる。

#### 【0029】

前記目的は、基部と、この基部から突出して形成されている振動腕部と、を有する振動片と集積回路がパッケージ内に収容されている発振器であって、前記振動片の前記基部に切り込み部が形成されていると共に、前記振動片の前記溝部の一部に電極部が形成されていることを特徴とする発振器により、達成される。

#### 【0030】

前記振動片の前記溝部の一部に電極部が形成されているので、溝部のうち電極部が形成されていない部分を前記振動腕部に形成することになる。

すなわち、前記電極部は、CI値比が一定以上になるような長さで前記溝部に配置される。

一方、CI値の上昇は、前記溝部の長さを前記振動腕部の長さに比べ長く形成することで解消できる。具体的には、前記溝部には、前記電極部が形成されていない部分があるので、この部分の長さを変更することで、CI値の上昇を容易に抑えることができる。

したがって、振動片のCI値比とCI値を容易に最適に調整することができる発振器であ

10

20

30

40

50

る。

また、前記振動片の前記基部に切り込み部が形成されているので、前記振動腕部が振動する際に、振動の垂直成分が生じても、振動腕部の振動が基部側へ漏れるのを、この切り込み部で緩和することができる。したがって、基部を小型化しながら、振動片、素子間のC I値バラツキを小さくすることができる発振器である。

#### 【0031】

前記目的は、基部と、この基部から突出して形成されている振動腕部と、を有する振動片であり、この振動片がパッケージ内に収容されている振動子であり、この振動子を制御部に接続して用いている電子機器であって、前記振動片の前記基部に切り込み部が形成されていると共に、前記振動片の前記溝部の一部に電極部が形成されていることを特徴とする電子機器により、達成される。

#### 【0032】

溝部のうち電極部が形成されていない部分を前記振動腕部に形成することになる。  
すなわち、前記電極部は、C I値比が一定以上になるような長さで前記溝部に配置される。

一方、C I値の上昇は、前記溝部の長さを前記振動腕部の長さに比べ長く形成することで解消できる。具体的には、前記溝部には、前記電極部が形成されていない部分があるので、この部分の長さを変更することで、C I値の上昇を容易に抑えることができる。

したがって、振動片のC I値比とC I値を容易に最適に調整することができる振動子を有する電子機器である。

また、前記振動片の前記基部に切り込み部が形成されているので、前記振動腕部が振動する際に、振動の垂直成分が生じても、振動腕部の振動が基部側へ漏れるのを、この切り込み部で緩和することができる。したがって、基部を小型化しながら、振動片、素子間のC I値バラツキを小さくすることができる振動子を有する電子機器である。

#### 【0033】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施の形態を添付図面に基づいて詳細に説明する。

なお、以下に述べる実施の形態は、本発明の好適な具体例であるから、技術的に好ましい種々の限定が付されているが、本発明の範囲は、以下の説明において特に本発明を限定する旨の記載がない限り、これらの形態に限られるものではない。

#### 【0034】

##### (第1の実施の形態)

図1は、本発明の第1の実施の形態に係る振動片である音叉型水晶振動片100を示す図である。

音叉型水晶振動片100は、例えば所謂水晶Z板となるように水晶の単結晶を切り出して形成されている。また、図1に示す音叉型水晶振動片100は例えば32.768KHzで信号を発信する振動片であるため、極めて小型の振動片となっている。

このような音叉型水晶振動片100は、図1に示すように、基部110を有している。そして、この基部110から図において上方向に突出するように振動腕部である音叉腕121, 122が2本配置されている。

また、この音叉腕121, 122の表面と裏面には、溝部123, 124が図1に示すように形成されている。この溝部123, 124は、図1に示されていない音叉腕121, 122の裏面側にも同様に形成されているため、図2に示すように図1のF-F'断面図では、略H型に形成されている。

#### 【0035】

ところで、図1に示す音叉腕121, 122に形成されている溝部123, 124には、図1及び図2に示すように、電極部である励振電極123a, 124aが形成されている。

また、音叉型水晶振動片100の側面には、図2に示すように側面励振電極123b, 124bが配置されている。

10

20

30

40

50

さらに、音叉型水晶振動片 100 には、給電等を行う他の電極 125 も配置されている。この励振電極 123a, 124a が溝部 123, 124 に配置され、側面励振電極 123b, 124b が、側面に配置されているため、励振電極 123a, 124a 及び側面励振電極 123b, 124b に電圧を印加すると、音叉腕 123, 124 内に効率良く電界が生じ、音叉腕 123, 124 の振動損失が低く C I 値（クリスタルインピーダンス又は等価直列抵抗）も低い状態で振動が生じることになる。

この C I 値は、具体的には基本波であり、周波数は例えば 32 kHz となっている。この基本波の C I 値を低く抑えることで高性能な振動片となることになる。

#### 【0036】

ところで、この励振電極 123a, 124a が配置されている溝部 123, 124 の長さ 10 は、図 1 に示すように音叉腕 121, 122 の長さ (L) に対して、70% の長さである 0.7L に設定されている。

この 0.7L の長さは、図 3 の基本波 C I 値と溝長との関係を示す図にあるように、最も基本波 C I 値が低くなる長さである。

また、このような長さに配置されている溝部 123, 124 の一部には、図 1 及び 2 に示すように、励振電極 123a, 124a が配置されている。

すなわち、この励振電極 123a, 124a は、溝部 123, 124 の全部にわたって配置されているのではなく、音叉腕 121, 122 の長さ (L) に対して 50% の長さとなっている。

#### 【0037】

この割合は、図 13 に示すように、C I 値比（高調波 C I 値 / 基本波 C I 値）が 1.0 以上となる配置である。このように配置することで、上述のように高調波の C I 値が大きくなり、高調波で誤った発振をし難くなるので、音叉型水晶振動片 100 を搭載する振動子等は基本波の発振を受け易くなる。

上述のように音叉腕 121, 122 が振動すると、基本波の発振のみならず高調波での発振する可能性が発生してしまう。

しかし、本実施の形態によれば、溝部 123, 124 の長さは、基本波の C I 値が低下するような長さ (0.7L) に設定し、励振電極 123a, 124a の長さは C I 値比が 1.0 以上になるような長さ (0.5L) としているので、高調波の発振がし難く、且つ基本波の C I 値を低く抑えることができるようになる。

すなわち、従来の音叉型水晶振動片 10 と異なり溝部 123, 124 内全体に励振電極 123a, 124a を配置せず、溝部 123, 124 に励振電極 123a, 124a を配置しない部分を設けたので、かかる調整が可能となった。

#### 【0038】

ところで、このように溝部 123, 124 や励振電極 123a, 124a が配置されている音叉腕 121, 122 の図 1 における下方には、上述のように基部 110 が配置されている。

この基部 110 は、その全体が略板状に形成されている。そして、図において縦方向の長さが、図 4 に示すように、例えば 0.56 mm に形成されている。

図 4 は、図 1 の音叉型水晶振動片 100 の大きさ等を示した図である。

図 4 に示すように、この基部 110 から突出して配置されている前記音叉腕 121, 122 の図において縦方向の長さは例えば 1.644 mm に形成されている。

#### 【0039】

したがって、この音叉腕 121, 122 に対する基部 110 の長さは、約 34% となっている。これに対して従来の音叉型水晶振動片 10 は、図 11 に示すように基部 11 の長さ (L1) が 0.7 mm で腕部 12, 13 の長さ (L) が 1.644 mm に形成され、基部 11 の長さは腕部 12, 13 の長さに対して約 42.6% となり、40% を超えている。

このように基部 11 の長さを腕部 12, 13 の長さに対して 40% 以上の長さになるようにすることで、上述のように腕部 12, 13 の垂直成分の振動により振動漏れが生じ、

10

20

30

40

50

振動片、素子間の C I 値バラツキが大きくなるのを防いでいた。

#### 【 0 0 4 0 】

これに対して、本実施の形態の音叉型水晶振動片 100 の基部 110 の長さは、音叉腕 121, 122 の長さに対して上述のように 34 % になるように形成されているので、従来の音叉型水晶振動片 10 と同様の構成では、音叉腕 121, 122 の垂直成分の振動による振動漏れが生じ、振動片、素子間の C I 値バラツキが大きくなる。

しかし、本実施の形態では、図 4 に示すように基部 110 の両側に切り込み部 126 が 2 箇所設けられている。

この状態を示すのが図 5 である。図 5 は図 4 の基部 110 の切り込み部 126 の配置状態を示す概略斜視図である。10

図 5 に示すように切り込み部 126 は、矩形状に形成されされている。

このような切り込み部 126 は、図 4 に示すように基部 110 の上端部から 0.113 m 下方から下に向かって形成されている。

#### 【 0 0 4 1 】

この切り込み部 126 の基部 110 における配置条件を示したのが図 6 である。

図 6 において基部 110 の底面から基部 110 の上端、具体的には 2 本の音叉腕 121, 122 の間の股部までの長さを A1 とする。

そして、基部 110 の底面から切り込み部 126 の上端部までの長さを A2 とする。

また、基部 110 の底面から音叉腕 121, 122 に形成されている溝部 123, 124 の下端部までの長さを A3 としたとき、A3 の長さは、A2 の長さより長くなるように切り込み部 126 が形成される。20

そして、A3 の長さは A1 の長さと同じか、若しくは A3 の長さが A1 の長さより長くなるように形成される。したがって、音叉腕 121, 122 の根元より基部 110 の底面側に前記溝部 123, 124 が形成されないようになっている。

#### 【 0 0 4 2 】

以上の関係から、基部 110 に形成される切り込み部 126 の位置は、必ず音叉腕 121, 122 の溝部 123, 124 の下端部より下方に配置されることになる。

したがって、この切り込み部 126 の存在が、音叉腕部 121, 122 の振動を阻害等する事がない。

また、図 6 で斜線で示す部分は、音叉型水晶振動片 100 をパッケージにおいて固定する際に実際に固定される固定領域 111 である。この固定領域 111 の上端部と、基部 110 の底面との長さを示したのが A4 である。30

そして、この固定領域 111 と切り込み部 126 との位置関係は、A2 の長さが、必ず A4 の長さより長くなる。

したがって、切り込み部 126 の上端部は、必ず固定領域 111 より図 6 の上方に配置されるので、切り込み部 126 が固定領域 111 に影響を及ぼすことがなく、音叉型水晶振動片 100 のパッケージに対する固定状態に悪影響を与えることがない。

#### 【 0 0 4 3 】

このように、基部 110 に設けられた切り込み部 126 は、音叉型水晶振動片 100 の音叉腕 121, 122 の振動に悪影響を与えることがない位置に設けられている。そして、更に、切り込み部 126 は、音叉型水晶振動片 100 のパッケージに対する固定状態に悪影響を与えることがない位置にも設けられている。このような位置に設けられている切り込み部 126 は、音叉腕 121, 122 の溝部 123, 124 の位置より下方の基部 110 側に設けられている。このため、音叉腕 121, 122 の垂直成分の振動により、溝部 123, 124 から漏れてきた漏れ振動は、切り込み部 126 により、基部 110 の固定領域 111 に伝わり難くなる。40

したがって、漏れ振動が固定領域 111 に伝わり、エネルギー逃げが生じ難くなり、振動片、素子間の C I 値バラツキの増大を有效地に防止できることになる。

#### 【 0 0 4 4 】

以上のように振動片、素子間の C I 値バラツキを小さくすることができるので、従来の

音叉型水晶振動片 100 のように基部 110 の長さを腕部 121, 122 の長さの 40 %以上にする必要がない。

本実施の形態では、図 1 に示すように、音叉型水晶振動片 100 の基部 110 の長さは、音叉腕 121, 122 の長さに対して上述のように 34 %になるように形成されていても、音叉腕 121, 122 の垂直成分の振動による振動漏れが生じ難く、振動片、素子間の C I 値バラツキを小さくすることになる。これにより、基部 110 の長さを短くすることができ、音叉型水晶振動片 100 の大きさを小型化することができる。

本実施の形態では、基部 110 の長さが図 4 に示すように 0.56 mm とすることができ、従来の音叉型水晶振動片 100 の図 11 に示す基部 110 の長さ (L1) である 0.7 mm より著しく小さくすることが可能となる。

#### 【0045】

ところで、上述の音叉腕 121, 122 のそれぞれの幅は、図 4 に示すように 0.1 mm に形成される。このように音叉腕 121, 122 の腕幅を著しく狭くするのは、上述の式 1 である「 $f = W / L^2$ 」の説明で詳述したように、音叉腕 121, 122 の長さ (L) を短くしたためである。

すなわち、音叉腕 121, 122 の長さを図 4 に示すように 1.644 mm と短くするには、上記式 1 から腕幅は、0.1 mm にする必要があり、そのため腕幅を 0.1 mm としたものである。

しかし、このように音叉腕 121, 122 の腕幅を 0.1 mm とすると、C I 値が大きくなるおそれがある。

そこで、本実施の形態では、C I 値の上昇を抑えるために図 1 に示すように音叉腕 121, 122 の表面及び裏面に長さ 0.7 L の溝部 123, 124 が上述のように設けられ、図 3 に示すように、C I 値が著しく低くなるようになっている。

#### 【0046】

以上のように構成される本実施の形態の音叉型水晶振動片 100 がパッケージ等内に配置され、電圧が印加されると、音叉腕 121, 122 が振動するが、このとき、音叉腕 121, 122 の腕幅と厚みは、上述のように共に 0.1 mm に形成されている。

したがって、図 14 (b) に示すように垂直成分の振動が生じるが、この振動が基部 110 の切り込み部 126 で緩和され、エネルギーが基部 110 の固定領域 111 から逃げ、振動漏れが生じ、振動片、素子間の C I 値バラツキが増大するのを未然に防止することができる。

また、この切り込み部 126 は音叉腕 121, 122 の振動を阻害せず、且つ基部 110 の固定領域 111 の固定に影響を与えない基部 110 の部分に配置されているため、音叉腕 121, 122 の振動や音叉型水晶振動片 100 のパッケージに対する固定に悪影響を与えることがない。

#### 【0047】

さらに、基部 110 の長さを従来の振動片より短くすることができるので、音叉型水晶振動片 100 の小型化を図ることができ、このような振動片を搭載する振動子等の小型化を可能にするものである。

そして、小型化された音叉型水晶振動片 100 は、基本波 C I 値が上述のように極めて低く設定され、C I 値比も 1.0 以上に設定されているので、より精度の高い超小型振動片となる。

#### 【0048】

##### (第 2 の実施の形態)

図 7 は、本発明の第 2 の実施の形態に係る振動子であるセラミックパッケージ音叉型振動子 200 を示す図である。

このセラミックパッケージ音叉型振動子 200 は、上述の第 1 の実施の形態の音叉型水晶振動片 100 を用いている。したがって、音叉型水晶振動片 100 の構成、作用等については、同一符号を用いて、その説明を省略する。

図 7 は、セラミックパッケージ音叉型振動子 200 の構成を示す概略断面図である。図 7

10

20

30

40

50

に示すようにセラミックパッケージ音叉型振動子 200 は、その内側に空間を有する箱状のパッケージ 210 を有している。

このパッケージ 210 には、その底部にベース部 211 を備えている。このベース部 211 は、例えばアルミナ等のセラミックス等で形成されている。

#### 【0049】

ベース部 211 上には、封止部 212 が設けられており、この封止部 212 は、ベース部 211 と同様の材料から形成されている。また、この封止部 212 の上端部には、蓋体 213 が載置され、これらベース部 211 、封止部 212 及び蓋体 213 で、中空の箱体を形成することになる。

このように形成されているパッケージ 210 のベース部 211 上にはパッケージ側電極 214 が設けられている。このパッケージ側電極 214 の上には導電性接着剤等を介して音叉型水晶振動片 100 の基部 110 の固定領域 111 が固定されている。

この音叉型水晶振動片 100 は、図 1 に示すように構成されているため、基本波の C I 値が低く抑えられていると共に、C I 値比が 1.0 以上に設定されており、更に、小型で振動片、素子間で C I 値バラツキが小さい。したがって、この振動片を搭載したセラミックパッケージ音叉型振動子 200 も小型で振動片、素子間で C I 値バラツキが小さい高性能な振動子となる。

#### 【0050】

##### (第 3 の実施の形態)

図 8 は、本発明の第 3 の実施の形態に係る電子機器であるデジタル携帯電話 300 を示す概略図である。

このデジタル携帯電話 300 は、上述の第 2 の実施の形態のセラミックパッケージ音叉型振動子 200 と音叉型水晶振動片 100 とを使用している。

したがって、セラミックパッケージ音叉型振動子 200 と音叉型水晶振動片 100 の構成、作用等については、同一符号を用いる等して、その説明を省略する。

図 8 はデジタル携帯電話 300 の回路ブロックを示しているが、図 8 に示すように、デジタル携帯電話 300 で送信する場合は、使用者が、自己の声をマイクロフォンに入力すると、信号はパルス幅変調・符号化のブロックと変調器 / 復調器のブロックを経てトランスミッター、アンテナスイッチを開始アンテナから送信されることになる。

#### 【0051】

一方、他人の電話から送信された信号は、アンテナで受信され、アンテナスイッチ、受信フィルターを経て、レシーバーから変調器 / 復調器ブロックに入力される。そして、変調又は復調された信号がパルス幅変調・符号化のブロックを経てスピーカーに声として出力されるようになっている。

このうち、アンテナスイッチや変調器 / 復調器ブロック等を制御するためのコントローラが設けられている。

このコントローラは、上述の他に表示部である LCD や数字等の入力部であるキー、更には RAM や ROM 等も制御するため、高精度であることが求められる。また、デジタル携帯電話 300 の小型化の要請もある。

このような要請に合致するものとして上述のセラミックパッケージ音叉振動子 200 が用いられている。

#### 【0052】

このセラミックパッケージ音叉型振動子 200 は、図 1 に示す音叉型水晶振動片 100 を有するため、C I 値が低く、C I 値比も 1.0 以上の設定され、且つ振動片、素子間で C I 値バラツキが小さく高精度となると共に、小型となる。したがって、このセラミックパッケージ音叉型振動子 200 を搭載したデジタル携帯電話 300 も小型で振動片、素子間で C I 値バラツキが小さい高性能なデジタル携帯電話となる。

#### 【0053】

##### (第 4 の実施の形態)

図 9 は、本発明の第 4 の実施の形態に係る発振器である音叉水晶発振器 400 を示す図で

10

20

30

40

50

ある。

このデジタル音叉水晶発振器 400 は、上述の第 2 の実施の形態のセラミックパッケージ音叉型振動子 200 と多くの部分で構成が共通している。したがって、セラミックパッケージ音叉型振動子 200 と音叉型水晶振動片 100 の構成、作用等については、同一符号を用いて、その説明を省略する。

#### 【0054】

図 9 に示す音叉型水晶発振器 400 は、図 9 に示すセラミックパッケージ音叉振動子 200 の音叉型水晶振動片 100 の下方で、ベース部 211 の上に、図 10 に示すように集積回路 410 を配置したものである。

すなわち、音叉水晶発振器 400 では、その内部に配置された音叉型水晶振動片 100 が振動すると、その振動は、集積回路 410 に入力され、その後、所定の周波数信号を取り出すことで、発振器として機能することになる。

すなわち、音叉水晶発振器 400 に収容されている音叉型水晶振動片 100 は、図 1 に示すように構成されているため、CI 値が低く抑えられ、CI 値比も 1.0 以上に設定されると共に、小型で振動片、素子間で CI 値バラツキが小さいので、この振動片を搭載したデジタル音叉水晶発振器 400 も小型で振動片、素子間で CI 値バラツキが小さい高性能な発振器となる。

#### 【0055】

##### (第 5 の実施の形態)

図 10 は、本発明に第 5 の実施の形態に係る振動子であるシリンドータイプ音叉振動子 500 を示す図である。

このシリンドータイプ音叉振動子 500 は、上述の第 1 の実施の形態の音叉型水晶振動片 100 を使用している。したがって、音叉型水晶振動片 100 の構成、作用等については、同一符号を用いる等して、その説明を省略する。

図 10 は、シリンドータイプ音叉振動子 500 の構成を示す概略図である。

図 10 に示すようにシリンドータイプ音叉振動子 500 は、その内部に音叉型水晶振動片 100 を収容するための金属製のキャップ 530 を有している。このキャップ 530 は、ステム 520 に対して圧入され、その内部が真空状態に保持されるようになっている。

#### 【0056】

また、キャップ 530 に収容された略 H 型の音叉型水晶振動片 100 を保持するためのリード 510 が 2 本配置されている。

このようなシリンドータイプ音叉振動子 500 に外部より電流等を印加すると音叉型水晶振動片 100 の音叉腕 121, 122 が振動し、振動子として機能することになる。

このとき、音叉型水晶振動片 100 は、図 1 に示すように構成されているため、CI 値が低く抑えられ、CI 値比も 1.0 以上に設定され、さらに、小型で振動片、素子間で CI 値バラツキが小さいので、この振動片を搭載したシリンドータイプ音叉振動子 500 も小型で、振動片、素子間で CI 値バラツキが小さい高性能な振動子となる。

#### 【0057】

また、上述の各実施の形態では、32.738kHz の音叉型水晶振動子を例に説明したが、15kHz 乃至 155kHz の音叉型水晶振動子に適用できることは明らかである。

なお、上述の実施の形態に係る音叉型水晶振動片 100 は、上述の例のみならず、他の電子機器、携帯情報端末、さらに、テレビジョン、ビデオ機器、所謂ラジカセ、パーソナルコンピュータ等の時計内蔵機器及び時計にも用いられることは明らかである。

さらに、本発明は、上記実施の形態に限定されず、特許請求の範囲を逸脱しない範囲で種々の変更を行うことができる。そして、上記実施の形態の構成は、その一部を省略したり、上述していない他の任意の組み合わせに変更することができる。

#### 【0058】

本実施の形態に係る音叉型水晶振動片 100 は、以上のように構成されるが、以下、その製造方法等について説明する。

先ず、水晶基板をエッチング等することで、図 16 の電極が形成されていない状態の音叉

10

20

50

30

40

50

型水晶振動片が形成される。その後、この音叉型水晶振動片に電極を形成する。

以下、電極の形成工程を音叉腕120, 130を中心に説明する。また、音叉腕130は音叉腕120と同様のため、以下の説明は、音叉腕120の説明のみとする。図18は電極形成工程を示す概略フローチャートである。図19は、音叉腕120に電極が形成される工程を示す概略図である。

#### 【0059】

先ず、図19(a)は、上記エッチングにより外形が形成された状態の音叉型水晶振動片の音叉腕120の図16のB-B'線概略断面図である。

図19(a)に示すように、音叉腕120の表面120e及び裏面120fには、溝部120a、120aが形成される(溝部形成工程)。

このような音叉腕120等を含む振動片全体にスパッタ等により金属膜である電極膜150を形成する(金属膜形成工程、図18のST1)。

この状態を示したのが図19(b)である。図19に示す電極膜150は、下層がCrで厚みが例えば100乃至1000で形成される。そして、上層がAuで厚みが例えば500乃至1000で形成されている。

#### 【0060】

このように表面全体に電極膜150を形成した後、図18のST2に示すようにフォトレジストを霧状に噴霧して電極膜150の上の全面に塗布する。すなわち、図19(c)に示すようにフォトレジスト膜151を形成する(フォトレジスト層形成工程)。

このフォトレジストは紫外光に感光感度を持つ樹脂をベースとした化合物であり、流動性を有するため、例えばスプレーにより霧状に噴霧して塗布される。

また、フォトレジスト膜151の厚みは、例えば1μm乃至6μmとなっている。

#### 【0061】

次に、図18のST3に示すようにフォトレジストパターン形成を行う。すなわち、図16の電極形成部分(斜線部分)を除く部分を覆うような図示しないマスクを介して紫外線をフォトレジスト膜151に照射して(露光)、現像液で取り除き、加熱工程等を経てフォトレジスト膜151を固化させる。

これにより、図16の電極形成部分(斜線部分)に対応する形状のフォトレジストパターン152が形成される。

#### 【0062】

このとき、フォトレジストパターン152は、図16及び図17の短絡防止用間隔W1、具体的には例えば15μmの幅でフォトレジスト膜151が形成されていない部分ができる。ところで、フォトレジストは、上述のように電極膜150上に塗布されるが、図19(a)の音叉腕120の角部であるエッジ部分(図における矢印E)をカバーするように塗布する必要がある。このとき、塗布するフォトレジストが粒子状になっていた方がエッジ部分Eのカバーが良い。

しかしながらフォトレジストをこのように粒子状のものを含んだ状態で塗布すると、フォトレジスト現像後のフォトレジストパターン152の外形は正確な略直線ではなく、粒子の外形に沿った略波線に形成されてしまう。

このようにフォトレジストパターン152の外形線が、不均一であると前記短絡防止用間隔W1が15μmという微細な間隔を形成する場合、部分的に間隔が保持されないおそれがある。

間隔が保持されていない部分は、エッチングされない部分となってしまうため、電極同士の短絡等のおそれがある。

#### 【0063】

そのため、本実施の形態では、図18のST4に示すようにレーザ照射を行う(パターン形状調整工程)。具体的には、前記フォトレジストパターン152の一部の形状である図16の音叉腕120の腕表面120eの短絡防止用間隔W1について行われる。

すなわち、図20(a)に示すように、フォトレジストパターン152の外形線が不均一となり、このフォトレジストパターンをマスクとしてエッチングした場合、形成される溝

10

20

30

40

50

電極 120b と側面電極 120d とが短絡等を生じないように、短絡防止用間隔 W1 が例えば 15 μm 確保できるようにフォトレジストパターン 152 の外形がレーザによって調整される。

#### 【0064】

このレーザは、例えば、YAG レーザ等が用いられ、特に YAG レーザの 3 倍高調波を用いるとフォトレジストパターン 152 の外形をより正確に調整することができる。

このようにフォトレジストパターン 152 を形成してからレーザを照射するので、特にフォトレジストの感光を防止するイエロールーム内でレーザを照射する必要がないので製造コストを低減することができる。

また、レーザの照射は、図 20 (a) (b) に示すように音叉腕 120 の腕表面 120e 10 の短絡防止用間隔 W1 と腕裏面 120f の短絡防止用間隔 W1 とを格別に行う。

#### 【0065】

しかし、これに限らず図 20 (c) に示すように腕表面 120e 及び腕裏面の 120f の双方を同時にレーザによって加工することもできる。

この場合、生産工程を減らすことができるので生産コストも下げることができる

#### 【0066】

このようにフォトレジストパターン 152 がレーザによって正確に形成された後、図 18 の ST5 のエッチング工程となる（電極膜形成工程）。

具体的には、上述のフォトレジストパターン 152 をマスクとして電極膜 150 をエッチングにより除去する。 20

図 21 (a) は、エッチングにより電極膜 150 が除去された状態を示す図である。図 21 (b) に示すように本実施の形態の製造方法によれば、短絡防止用間隔 W1 を正確に確保することができる。

#### 【0067】

次に、図 18 の ST6 のレジスト剥離工程でフォトレジストパターン 152 を除去すれば、図 21 (b) に示すように溝電極 120b、側面電極 120d が正確に形成されることになる（フォトレジストパターン剥離工程）。

このとき、上述のレーザ照射工程（ST3）の図 17 に示すレーザ照射で電極膜 150 の一部が溶解し、この溶解した電極膜 150 の一部がレジストパターン 152 と共に除去されるので、より正確に短絡防止用間隔 W1 を形成することができる。 30

そして、このとき、音叉型水晶振動片 100 全体については、図 16 に示すように基部電極 140a 等が所定の形状で形成され、音叉型水晶振動片 100 の電極配置が終了する。このようにして製造された音叉型水晶振動片 100 は、音叉腕 120、130 の腕表面 120e、130e 及び腕裏面 120f、130f の短絡防止用間隔 W1 が例えば 15 μm に正確保持され、溝電極 120b、130b と側面電極 120d、130d とが短絡等する効果を有効に防止することができ、不良が生じにくい音叉型水晶振動片となる。

#### 【0068】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、基本波の CI 値を低く抑えながら、CI 値比を一定に保持すると共に、基部を短くしても、振動片、素子間の CI 値バラツキを小さくし、並びに振動片全体も小型化できる振動片、これを有する振動子、この振動子を備える発振器及び電子機器を提供することができる。 40

##### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態に係る音叉型水晶振動片の概略図である。

【図 2】図 1 の F - F' 線断面図である。

【図 3】基本波 CI 値と溝長との関係を示す図である。

【図 4】図 1 の音叉型水晶振動片の寸法を示す図である。

【図 5】図 4 の基部の切り込み部の構成を示す概略斜視図である。

【図 6】図 4 の音叉型水晶振動子の説明図である。

【図 7】本発明の第 2 の実施の形態に係るセラミックパッケージ音叉型振動子の構成を示 50

す概略断面図である。

【図8】本発明の第3の実施の形態に係るデジタル携帯電話の回路ブロックを示す概略図である。

【図9】本発明の第4の実施の形態に係る音叉水晶発振器の構成を示す概略断面図である。

【図10】本発明の第5の実施の形態に係るシリンドータイプ音叉振動子の構成を示す概略断面図である。

【図11】従来の音叉型水晶振動片を示す概略図である。

【図12】図11のA-A'線概略断面図である。

【図13】基本波CI値とCI値比との関係を示す図である。

10

【図14】(a)振動腕部の振動の説明図である。(b)振動腕部の振動の他の説明図である。

【図15】振動腕部と垂直振動成分変位量との関係を示す図である。

【図16】本発明の第1の実施の形態に係る振動片の製造方法で製造された音叉型水晶振動片100を示す概略図である。

【図17】図16のB-B'線概略断面図である。

【図18】電極形成工程を示す概略フローチャートである。

【図19】音叉腕に電極が形成される工程を示す概略図である。

【図20】音叉腕に電極が形成される他の工程を示す概略図である。

【図21】音叉腕に電極が形成される他の工程を示す概略図である。

20

#### 【符号の説明】

100・・・音叉型水晶振動片

110・・・基部

111・・・固定領域

121、122・・・音叉腕

123, 124・・・溝部

123a, 124a・・・励振電極

123b, 124b・・・側面励振電極

125・・・他の電極

126・・・切り込み部

30

200・・・セラミックパッケージ音叉振動子

210・・・パッケージ

211・・・ベース部

212・・・封止部

213・・・蓋体

214・・・パッケージ側電極

300・・・デジタル携帯電話

400・・・音叉水晶発振器

410・・・集積回路

500・・・シリンドータイプ音叉振動子

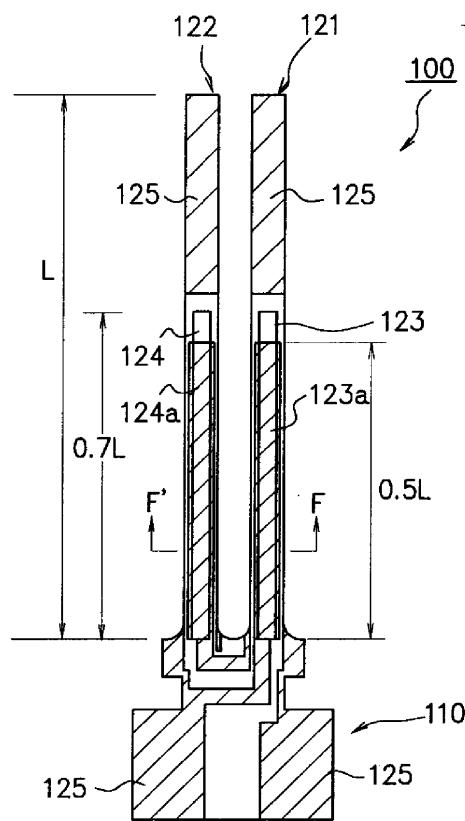
40

510・・・リード

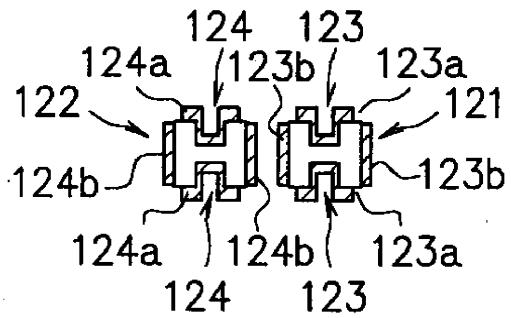
520・・・システム

530・・・キャップ

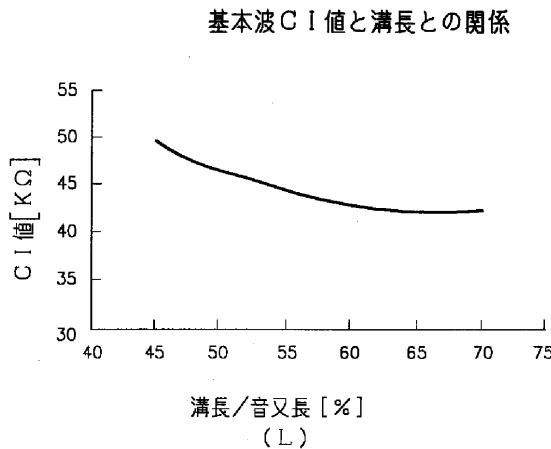
【図1】



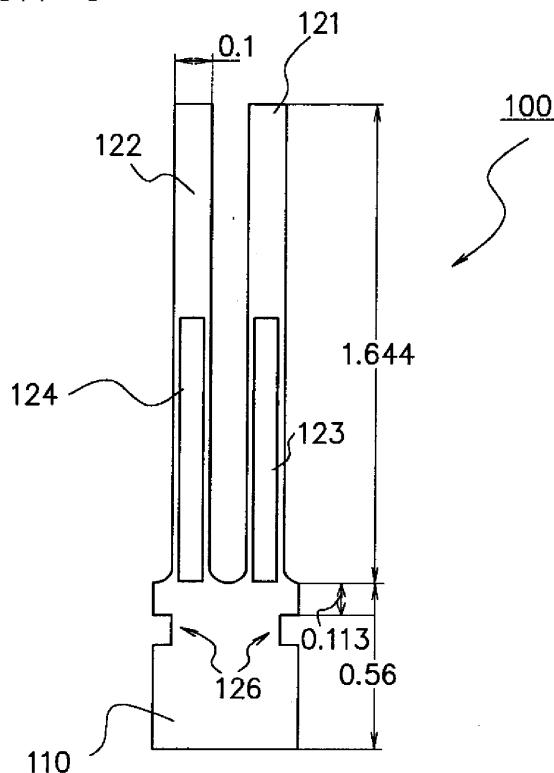
【図2】



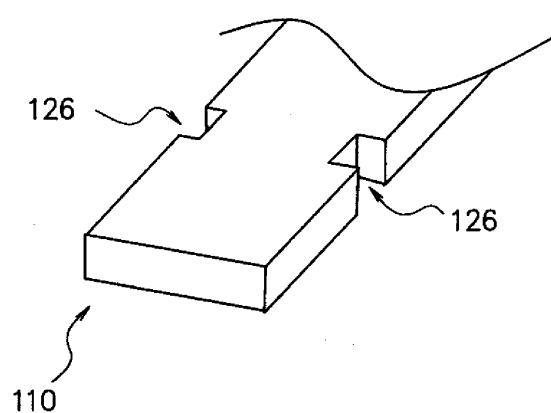
【図3】



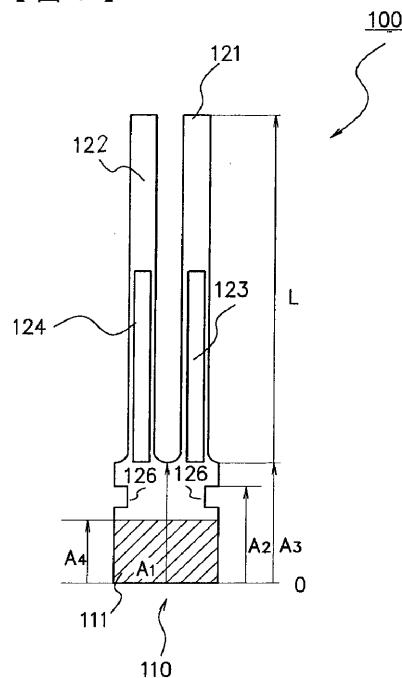
【図4】



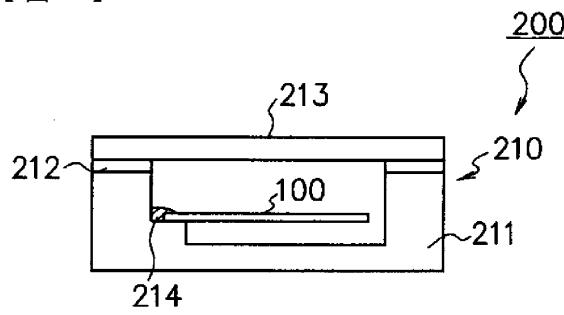
【図5】



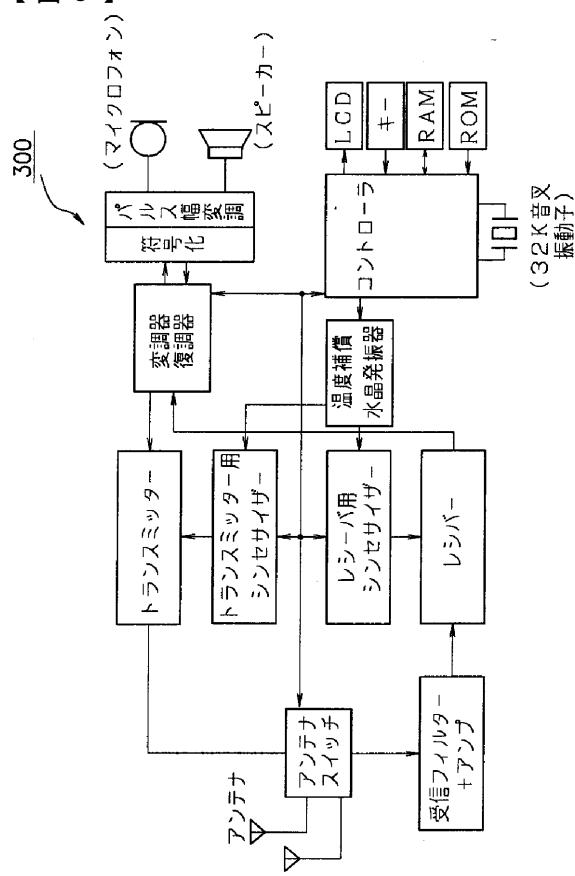
【図6】



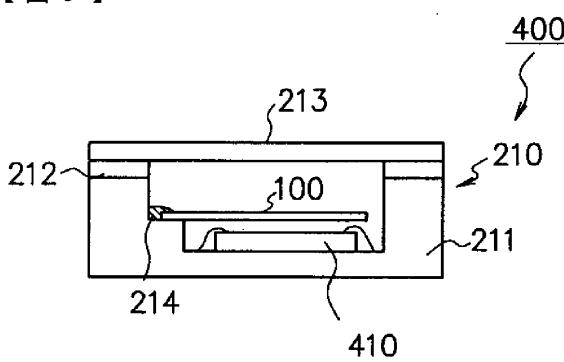
【図7】



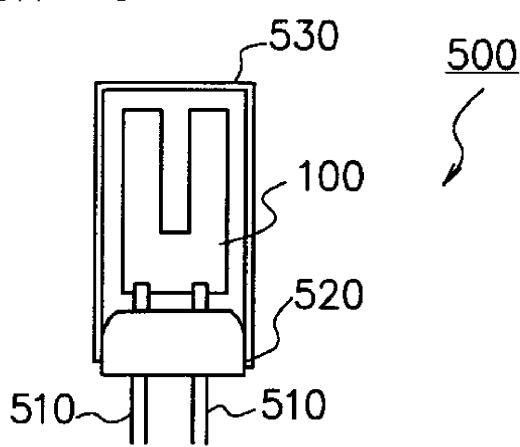
【図8】



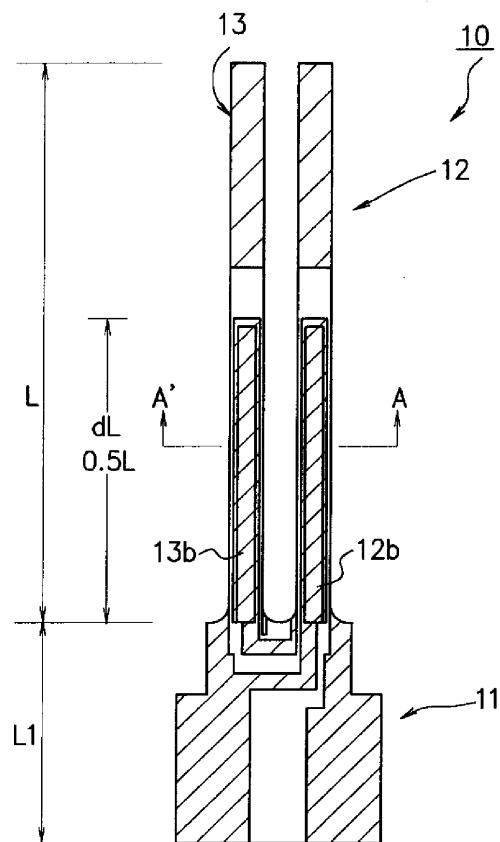
【図9】



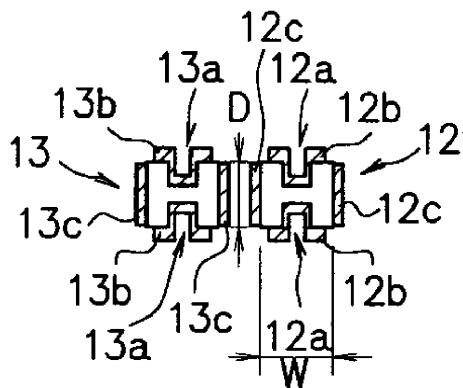
【図10】



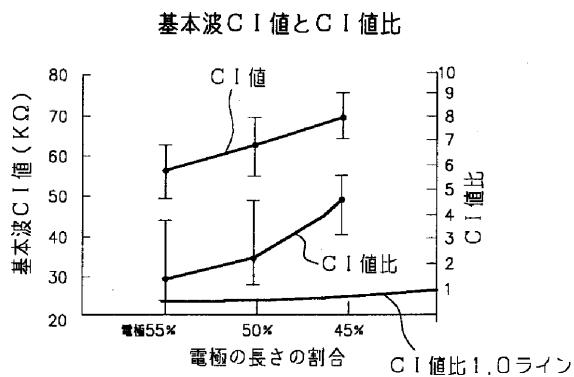
【図 1 1】



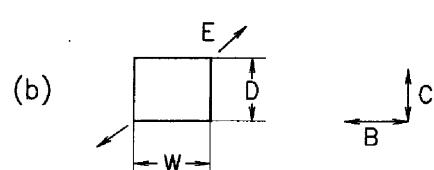
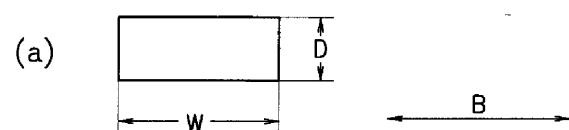
【図 1 2】



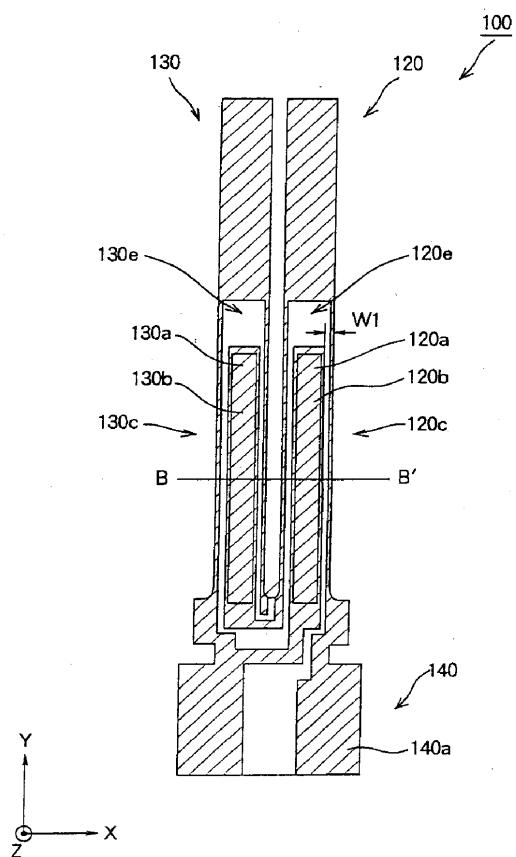
【図 1 3】



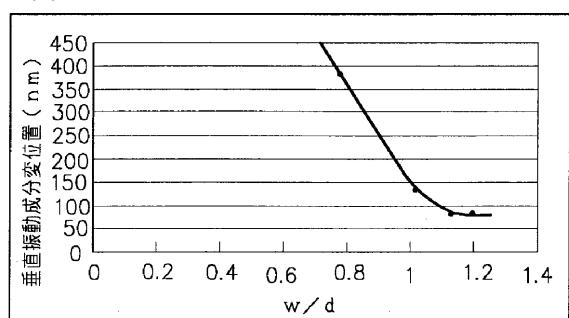
【図 1 4】



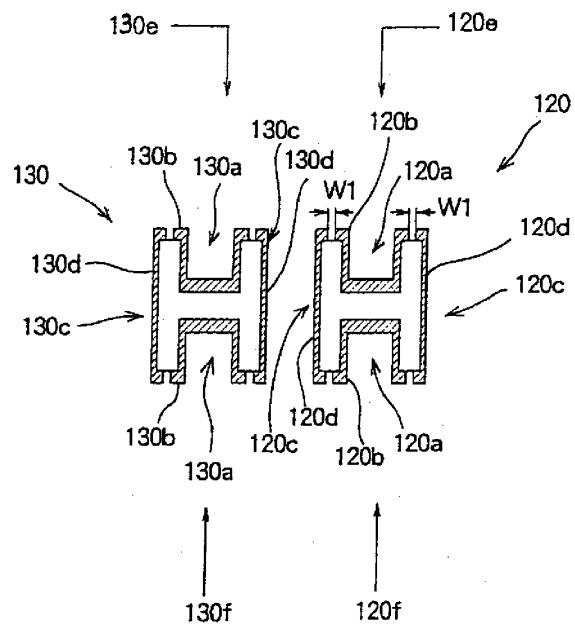
【図 1 6】



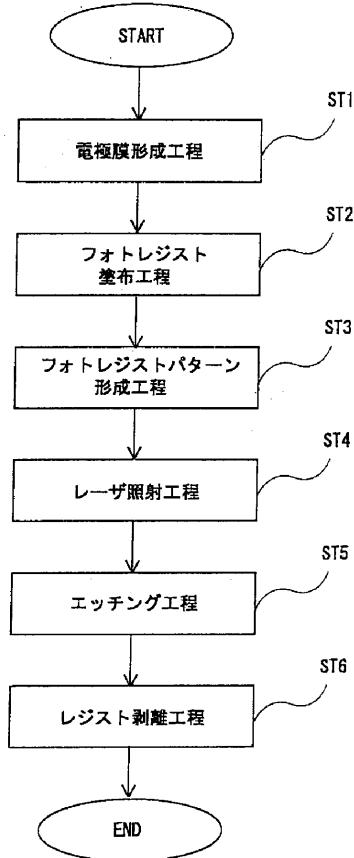
【図 1 5】



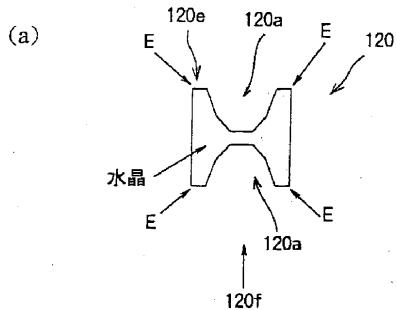
【図17】



【図18】



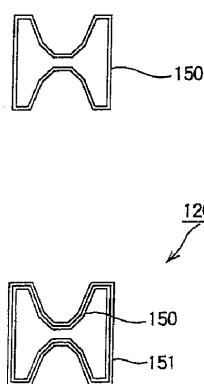
【図19】



(b)

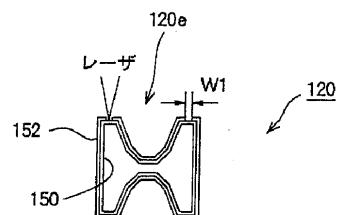


(c)

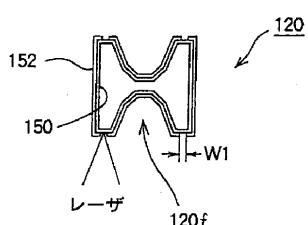


【図20】

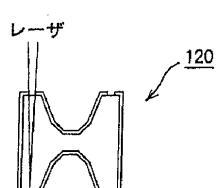
(a)



(b)

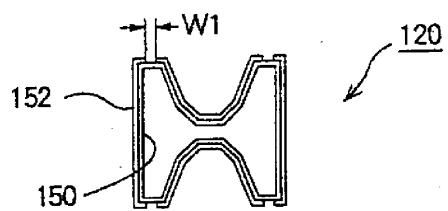


(c)

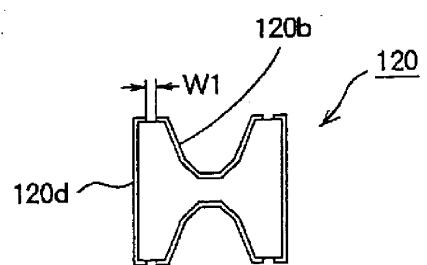


【図 2 1】

(a)



(b)



---

フロントページの続き

(72)発明者 坂田 淳一郎  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーホームズ株式会社内

審査官 崎間 伸洋

(56)参考文献 特開昭58-063212(JP,A)  
特開昭59-183520(JP,A)  
特開平10-256868(JP,A)  
国際公開第00/044092(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H03H3/007-H03H3/10, H03H9/00-9/76, H03B 5/32