

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4864114号
(P4864114)

(45) 発行日 平成24年2月1日(2012.2.1)

(24) 登録日 平成23年11月18日(2011.11.18)

(51) Int.Cl.

F 1

H03H	9/17	(2006.01)	H03H	9/17	G
H03H	9/19	(2006.01)	H03H	9/19	B
H01L	41/09	(2006.01)	H01L	41/08	C
H01L	41/18	(2006.01)	H01L	41/18	101A

請求項の数 1 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2009-97897 (P2009-97897)
 (22) 出願日 平成21年4月14日 (2009.4.14)
 (65) 公開番号 特開2010-251959 (P2010-251959A)
 (43) 公開日 平成22年11月4日 (2010.11.4)
 審査請求日 平成23年2月16日 (2011.2.16)

(73) 特許権者 000232483
 日本電波工業株式会社
 東京都渋谷区笹塚一丁目50番1号 笹塚
 N Aビル
 (74) 代理人 100094651
 弁理士 大川 晃
 (72) 発明者 杉山 利夫
 埼玉県狭山市大字上広瀬1275番地の2
 日本電波工業
 株式会社 狹山事業所内
 審査官 橋本 和志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】水晶振動子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

結晶軸 (X Y Z) の X 軸及び Z 軸を中心としてそれぞれ反時計回りに 33° 及び 22° 回転し、前記 33° を 33° として前記 22° とし、新たに生じた回転結晶軸 (X Y Z) の Y 軸に正面が直交した水晶片からなり、前記水晶片は一方向に長い、X 軸方向の長さ L、Z 軸方向の幅 W とし、辺比 L / W を 1.8 以上の、矩形状とした 2 回回転 S C カットの水晶振動子において、前記水晶片の長辺方向は前記正面となる回転結晶軸の X - Z 面内にて前記 Y 軸を中心軸として前記 X 軸を反時計回りに 45° 回転した軸方向とし、前記 45° は $(30 - 45)^\circ \pm 45^\circ$ としたことを特徴とする S C カットの水晶振動子。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は 2 回回転 Y カットの水晶振動子を技術分野とし、特に B モードに対する C モードの相対的なクリスタルインピーダンス (C I) を小さくした S C カットの水晶振動子に関する。

【背景技術】

【0002】

(発明の背景)

20

2回回転Yカット例えばSCカットの水晶振動子は熱衝撃特性等に優れることから、例えば恒温型とした高安定用の水晶発振器に採用される。SCカットでは主振動とするCモード以外に、振動周波数がCモードに接近して異常発振（周波数ジャンプ）の元となるBモードが存在する。このことから、Bモードを抑圧してCモードでの確実な発振が求められている。

【0003】

(従来技術の一例)

第3図は一従来例を説明する水晶振動子の図で、同図(a)はSCカットの切断方位図、同図(b)は水晶片の図である。

【0004】

水晶振動子はSCカットの水晶片1からなり、結晶軸(XYZ)のX軸及びZ軸を中心として、°(約33°)及び°(約22°)の半時計回りとなる左回転した新たな回転結晶軸(X Y Z)のY軸に水晶片1の主面が直交する。要するに、Y軸に直交した主面(Y面)をX軸及びY軸を中心として°及び°左回転した二回回転Yカット板からなる。

【0005】

現実には例えばX軸を中心として°回転した後、新たに生じたZ軸を中心として°回転する。あるいはZ軸を中心として°左回転した後、新たに生じたX軸を中心として°左回転する。一般には、°は方向角、°は傾角と称され、方向角°は温度特性(頂点温度)に、傾角°はCIに影響を与える。

【0006】

また、第4図に示したように、水晶は三方系結晶であることから電気軸としてのX軸(実線)は120°間隔で存在し、機械軸としてのY軸(一点鎖線)はこれに直交して存在する。なお、第5図は紙面を貫通する方向が光軸としてのZ軸で、Z軸に直交した断面図である。したがって、SCカットとする傾角(22°)は反時計回りに30°回転したY軸を基準とすると(30-22)°となり、即ちX軸からの回転角30°を規準として時計回りに8°回転した角度になる。

【0007】

水晶片1は例えばX軸方向に長い矩形状とし、X軸を長さL、Z軸を幅W、Y軸を厚みTとする。水晶片1の両主面には図示しない励振電極が形成され、例えば一端部両側に引出電極を延出する。そして、引出電極の延出した水晶片1の一端部両側は図示しない手段によって保持され、これを密閉封入して水晶振動子を形成する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2006-345115号公報

【特許文献2】特開平11-177376号公報

【特許文献3】特開昭56-122516号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

(従来技術の問題点)

しかしながら、上記構成の水晶振動子(SCカット)では、厚みすべり振動のCモード(主振動)に対して厚み捻れ振動のBモード(副振動)が接近して発生するとともに、両者のCIは同等となる。したがって、Cモードでの発振に対してBモードでの異常発振を生ずる問題があった。

【0010】

このことから、例えば特許文献1ではCモードやBモードでの発振周波数に対する共振回路を設け、Bモードを抑圧してCモードでの発振を確実にすることが示されている。しかし、この場合には、共振回路としてのLC回路等を要して回路を複雑にし、部品点数を

10

20

30

40

50

多くして設計を複雑にする問題があった。

【0011】

なお、これらの問題は S C カットのみならず、C モードに対して B モードを生ずる 2 回回転 Y カットについても同様に生ずる。例えば方向角 を 33° として傾角 を 19° とした I T カットや、 を 33° 、 15° とした F C カット等の場合でも同様に生ずる。

【0012】

(発明の目的)

本発明は、C モードに対する B モードの C I を相対的に大きくし、C モードでの発振を容易にした 2 回回転 Y カットの水晶振動子を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

10

【0013】

本発明は、特許請求の範囲（請求項 1）に示したように、結晶軸（X Y Z）の X 軸及び Z 軸を中心としてそれぞれ反時計回りに ° 及び ° 回転し、新たに生じた回転結晶軸（X Y Z）の Y 軸に主面が直交した水晶片からなり、前記水晶片は一方向に長い矩形状とした 2 回回転 Y カットの水晶振動子において、前記水晶片の長辺方向は前記主面となる回転結晶軸の X - Z 面内にて Y 軸を中心軸として前記 X 軸を反時計回りに ° 回転した軸方向とし、前記 ° は (30 -) ° ± 45° とした構成とする。

【発明の効果】

【0014】

20

このような構成であれば、S C カットを例として説明するように、B モードの C I を C モードに対して例えば 20 倍として格段に大きくできる。したがって、B モードによる異常発振を防止して、C モードでの発振を確実にする。

(実施態様項)

【0015】

本発明の請求項 2 では、請求項 1 において、前記 を 33° として前記 を 22° とした S C カットとする。また、同請求項 3 では、請求項 1 において、前記 を 33° として前記 を 19° とした I T カット、又は、前記 を 33° として前記 を 15° とした F C カットとする。これらにより、請求項 1 での 2 回回転カットを明確にした上で、請求項 1 での効果を奏する。

30

【0016】

なお、特許文献 2 では、応力感度特性等の点から S C カットとして X ± 45° とすることが示されている。しかし、本発明の場合は、S C カットとすると、(30 -) ° ± 45° とする式から導かれるように X + 53° 又は - 37° となるので、特許文献 2 とは全く異なる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図 1】本発明の一実施形態を説明する水晶片（S C カット）の面内回転図である。

【図 2】本発明の一実施形態を説明する面内回転に対する C I 特性図である。

【図 3】従来例を説明する図で、同図（a）は S C カットの切断方位図、同図（b）は水晶片の図である。

40

【図 4】従来例を説明する水晶（結晶）の Z 軸に直交した平面を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、第 1 図（面内回転図）及び第 2 図（C I 特性図）によって、本発明の一実施形態を説明する。なお、前従来例と同一部分には同番号を付与してその説明は簡略又は省略する。

【0019】

水晶振動子は、前述したように、結晶軸（X Y Z）の X 軸及び Z 軸を中心とし、方向角を 33° 及び傾角 を 22° とした回転結晶軸（X Y Z）の Y に主面が直交し

50

た S C カットの水晶片 1 からなる（前第 3 図参照）。この場合、X 軸からの半時計回りとする傾角（ 22° ）は、X 軸から 30° 同方向に回転した Y 軸から表すると、（ $30 -$ ） $^\circ$ となる（段落 0006 及び前第 4 図参照）。

【0020】

水晶片 1 は Y 軸を厚み T、X 軸を長さ L、Z 軸を幅 W として、X 軸方向に長い矩形状とし、これを規準水晶片 1 A とする。例えは長さ L を 3.2 mm 、幅 W を 1.8 mm とし、辺比 L/W を 1.8 とする。なお、辺比 L/W を約 1.8 以上にすることによって、C モードに対する B モードの CI を基本的に大きくできる（特許文献 3 参照）。そして、本実施形態では、第 1 図に示したように、規準水晶片 1 を主面となる X-Z 平面内で、X 軸（傾角 = 22° ）を規準（ 0° ）として面内回転し、その場合における各水晶片 1 の CI 値を得る。10

【0021】

第 2 図は面内回転に対する実験結果に基づく基本的な CI 特性図である。但し、横軸は X 軸を規準（ 0° ）として半時計回り及び時計回りに約 $\pm 90^\circ$ の範囲で回転した面内回転角である。また、縦軸は面内回転角に対する C モード（曲線イ）及び B モード（曲線ロ）の CI 値である。

【0022】

ここで、X 軸を規準とした面内回転角は X 軸を規準（ 0° ）とすると、傾角（ 22° ）が加えられて（ $+22^\circ$ ）になる。また、X 軸からの傾角は前述のように（ $30 -$ ） $^\circ$ となるので、面内回転角は（ $30 - 22$ ） $^\circ$ を規準としても表記できる。なお、実験での規準水晶片 1 A 及び水晶片 1 は両主面の図示しない励振電極から引出電極の延伸した一端部両側が保持される。20

【0023】

第 2 図から明らかなように、X 軸を規準とした面内回転角が $\pm 90^\circ$ の範囲内では、C モードでの CI（曲線イ）はほぼ一定の 20° となる。これは、C モード（厚みすべり振動）が面内回転によって X 軸の長さが変化しても充分に励振されて CI に影響を与えないことによる。

【0024】

これに対し、B モードの CI（曲線ロ）は、X 軸からの面内回転角が 8° 及びこれに $\pm 90^\circ$ となる 98° 、 -82° で C モードと同等とした最小値の 20° となる。そして、 8° に対して $\pm 45^\circ$ となる 53° 及び -37° で CI が最大値の約 200° となる。要するに、X 軸からの面内回転角 = 8° （最小値）を中心として $\pm 45^\circ$ で最大値となり、 $\pm 90^\circ$ で最小値となる。30

【0025】

これらのことから、X 軸からの面内回転角を 53° 及び -37° とすることによって、S C カットでの C モードに対する B モードの CI 比 B/C を概ね 20 倍として格段に大きくできる。これにより、B モードでの異常発振を防止して、C モードでの発振を容易にする。そして、例えば LC 回路を用いて B モードを抑圧する場合に比較し、部品点数を少なくして回路設計を容易にする。

【0026】

（他の事項）

上記実施形態では、S C カットにおける B モードの CI を最小にする X 軸（傾角 = 22° ）からの面内回転角は 8° （ $8^\circ \pm 90^\circ$ ）、及び最大にする面内回転角は $8^\circ \pm 45^\circ$ としたが、前述のように面内回転角 = 8° は（ $30 -$ ） $^\circ$ に相当する。したがって、CI を最大にする面内回転角 = $(8 \pm 45)^\circ$ は（ $30 -$ ） $^\circ \pm 45^\circ$ として表せる。この場合、（ $30 -$ ） $^\circ \pm 90^\circ$ で B モードの CI を最小にし、中間となる（ $30 -$ ） $^\circ \pm 45^\circ$ で最大にする。

【0027】

これらのこととは、上記例での S C カット以外の C モード及び B モードを有する 2 回回転 Y カット例えば X 軸からの回転角である傾角を 19° とした I T カットの場合でも、同50

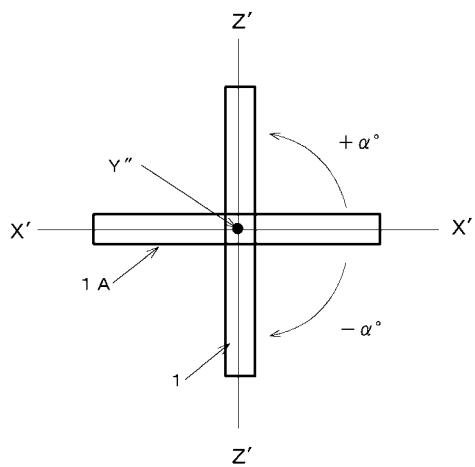
様の現象を生ずる。したがって、X軸からの回転角が $(30 - \phi)$ ° ± 45°であれば、BモードのCIを最大にしてCモードとのCI比B/Cを格段に大きくする。これらにより、本願発明ではSCカットのみならず、Cモード及びBモードを有する2回回転Yカットに基本的に適用できる。

【符号の説明】

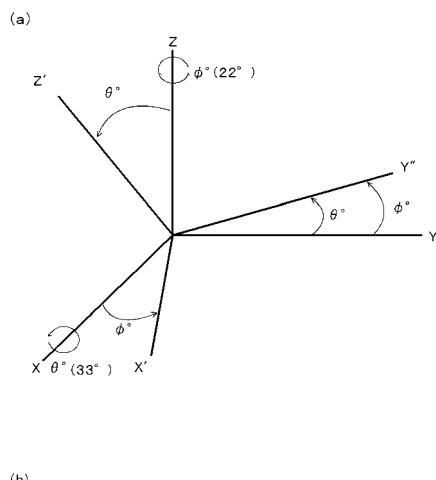
【0028】

1 水晶片、1A 規準水晶片。

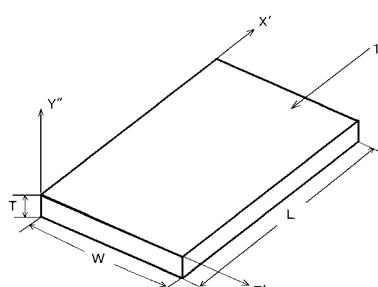
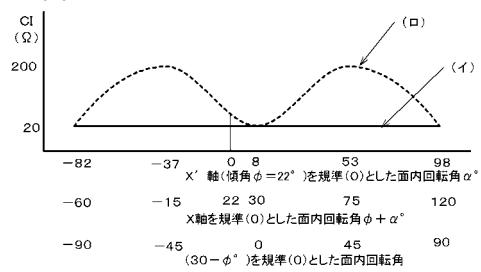
【図1】



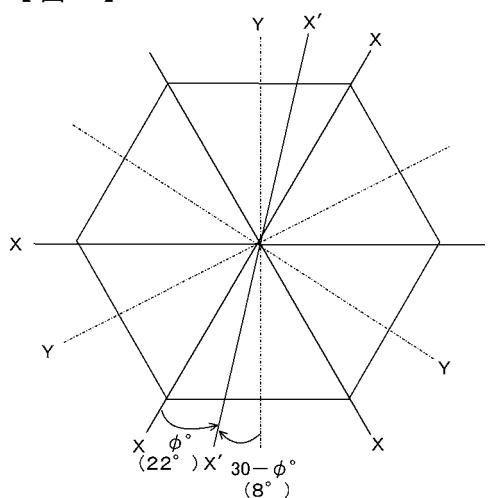
【図3】



【図2】



【図4】



フロントページの続き

(56)参考文献 実開平04-128420(JP, U)
特開平11-225040(JP, A)
実開平04-128421(JP, U)
特開2000-040937(JP, A)
特開平11-177376(JP, A)
特開2004-096569(JP, A)
特開2003-324332(JP, A)
特開昭56-122516(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03H3/007 - H03H3/10, H03H9/00 - 9/76
H01L41/09
H01L41/18