

(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 I

HO3H 9/17 (2006.01)

HO3H 9/19 (2006.01)

HO1L 41/09 (2006.01)

HO1L 41/18 (2006.01)

HO3H 9/17 G

HO3H 9/19 B

HO1L 41/08 C

HO1L 41/18 I O I A

請求項の数 1 (全 7 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2009-97897 (P2009-97897) | (73) 特許権者 | 000232483 |
| (22) 出願日 | 平成21年4月14日 (2009. 4. 14) | | 日本電波工業株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開2010-251959 (P2010-251959A) | | 東京都渋谷区笹塚一丁目50番1号 笹塚 NAビル |
| (43) 公開日 | 平成22年11月4日 (2010. 11. 4) | (74) 代理人 | 100094651 |
| 審査請求日 | 平成23年2月16日 (2011. 2. 16) | | 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 狭山事業所内 |
| | | 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 ° 及び ° 回転し、前記 を 33 ° として前記 を 22 ° とし、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、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SC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 面内にて前記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、ことを特徴とするSC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（CI）を小さくしたSC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 S C 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。S C 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 S C 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 S C カットの水晶片 1 からなり、結晶軸（X Y Z）の X 軸及び Z 軸を中心として、 θ （約 33° ）及び ϕ （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 θ 及び ϕ 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 θ 回転した後、新たに生じた Z 軸を中心として ϕ 回転する。あるいは Z 軸を中心として ϕ 左回転した後、新たに生じた X 軸を中心として θ 左回転する。一般には、 θ は方向角、 ϕ は傾角と称され、方向角 θ は温度特性（頂点温度）に、傾角 ϕ は C I 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、S C 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（ $30 - \phi$ ） $^\circ$ 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（S C 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 C I 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SC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 θ を 33° として傾角 ϕ を 19° としたITカットや、 θ を 33° 、 ϕ を 15° としたFC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CI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】

【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(XYZ)のX軸及びZ軸を中心としてそれぞれ反時計回りに θ 及び ϕ 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 θ 回転した軸方向とし、前記 θ は $(30 -)^\circ \pm 45^\circ$ とした構成とする。

【発明の効果】

【0014】

このような構成であれば、SCカットを例として説明するように、BモードのCI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 θ を 33° として前記 ϕ を 22° としたSC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 θ を 33° として前記 ϕ を 19° としたITカット、又は、前記 θ を 33° として前記 ϕ を 15° としたFC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。

【0016】

なお、特許文献2では、応力感度特性等の点からSCカットとして $X \pm 45^\circ$ とすることが示されている。しかし、本発明の場合は、SCカットとすると、 $(30 -)^\circ \pm 45^\circ$ とする式から導かれるように $X + 53^\circ$ 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(SC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CI特性図である。

【図3】従来例を説明する図で、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。

【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(CI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(XYZ)のX軸及びZ軸を中心とし、方向角 θ を 33° 及び傾角 ϕ を 22° とした回転結晶軸(X'Y'Z')のY'に主面が直交し

10

20

30

40

50

たSC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 -)°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1Aとする。例えば長さLを3.2mm、幅Wを1.8mm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±90°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(+)°になる。また、X軸からの傾角は前述のように(30 -)°となるので、面内回転角は(30 -)°を規準としても表記できる。なお、実験での規準水晶片1A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出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±90°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十分に励振されて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±90°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±45°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±45°で最大値となり、±90°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、SC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】

40

(他の事項)

上記実施形態では、SC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°±90°)、及び最大にする面内回転角は8°±45°としたが、前述のように面内回転角 = 8°は(30 -)°に相当する。したがって、CIを最大にする面内回転角 = (8±45°)は(30 -)°±45°として表せる。この場合、(30 -)°±90°でBモードのCIを最小にし、中間となる(30 -)°±45°で最大にする。

【0027】

これらのことは、上記例でのSC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ITカットの場合でも、同

50

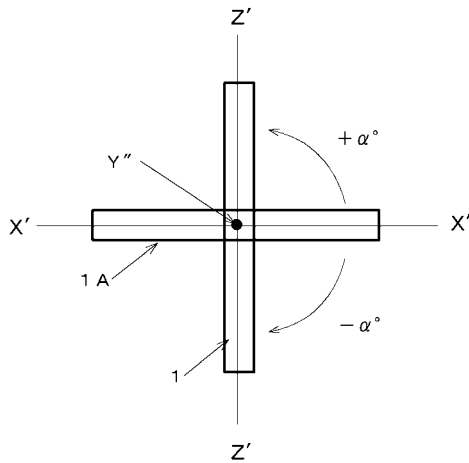
様の現象を生ずる。したがって、X軸からの回転角が $(30 -)^\circ \pm 45^\circ$ であれば、BモードのCIを最大にしてCモードとのCI比B/Cを格段に大きくする。これらにより、本願発明ではSCカットのみならず、Cモード及びBモードを有する2回回転Yカットに基本的に適用できる。

【符号の説明】

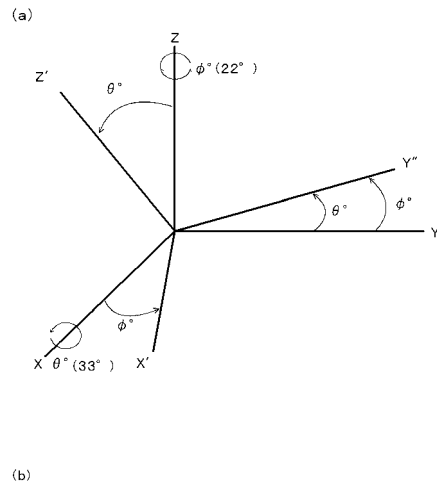
【0028】

1 水晶片、1A 規準水晶片。

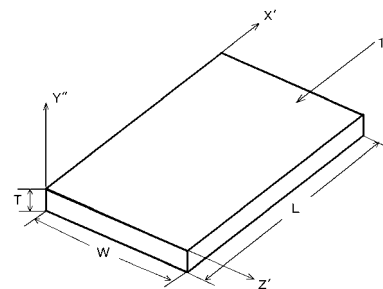
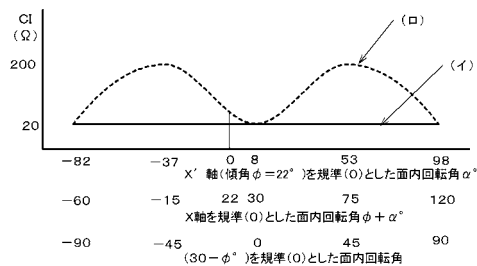
【図1】



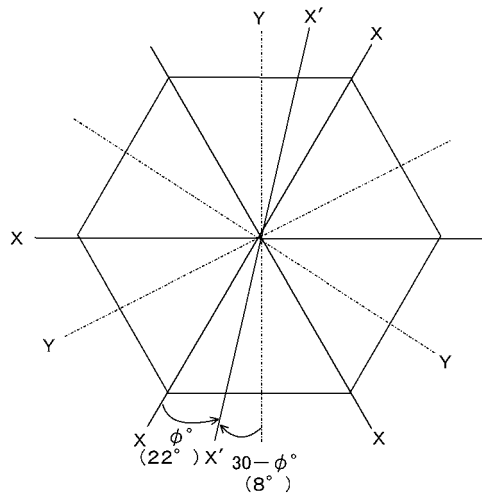
【図3】



【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