

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4249502号  
(P4249502)

(45) 発行日 平成21年4月2日 (2009.4.2)

(24) 登録日 平成21年1月23日 (2009.1.23)

(51) Int.Cl.

F I

C 3 O B 29/14 (2006.01)

H O 1 L 41/09 (2006.01)

H O 1 L 41/18 (2006.01)

C 3 O B 29/14

H O 1 L 41/08 C

H O 1 L 41/18 1 O 1 A

請求項の数 4 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2003-26600 (P2003-26600)  
 (22) 出願日 平成15年2月4日 (2003.2.4)  
 (65) 公開番号 特開2004-238221 (P2004-238221A)  
 (43) 公開日 平成16年8月26日 (2004.8.26)  
 審査請求日 平成18年2月1日 (2006.2.1)

(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  
 (72) 発明者 岡崎 正喜  
 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  
 (72) 発明者 尾上 守夫  
 東京都世田谷区太子堂4丁目9番7号  
 (72) 発明者 関本 仁  
 神奈川県横浜市泉区岡津町1519-7

審査官 若土 雅之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電結晶材料及び圧電振動子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

リン酸ガリウムの結晶軸 (X Y Z) の X - Z 平面を X 軸を中心にし + X 軸から見て Z 軸から Y 軸方向に  $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$  左回転して形成され、前記左回転した Y 軸を厚みとして X - Z 平面を主面とした X 軸方向に細長い振動子片であって、前記振動子片の X Y 平面となる側面を + X 軸から見て  $1^{\circ} \sim 3^{\circ}$  左回転した方向に傾けたことを特徴とする圧電結晶材料

【請求項 2】

請求項 1 において、前記振動子片は X 軸方向に細長い短冊型に成形したことを特徴とする圧電結晶材料。

【請求項 3】

請求項 2 において、前記振動子片の厚み t に対する幅 w の比 (w / t) は 3 ~ 20であることを特徴とする圧電結晶材料。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 において、前記振動子片の主面に圧電振動を励振する電極を形成したことを特徴とする圧電振動子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、りん酸ガリウムからなる圧電結晶材料に関する。

## 【 0 0 0 2 】

## 【従来の技術】

(発明の背景) 圧電作用を有する結晶としては種々の結晶が知られているが、その一つに、りん酸ガリウム ( $\text{GaPO}_4$ ) がある。

りん酸ガリウムは、結晶としての相変化が無く、900 近い高温域まで圧電結晶として利用することができる。

## 【 0 0 0 3 】

また、りん酸ガリウムは水晶に比べて電気機械結合係数が大きいので、センサーとしての利用も有望視されている。

そして、りん酸ガリウムを圧電振動子として利用する場合、図 5 に示すように、りん酸ガリウムの結晶構造によって定まる、直交する X、Y、Z の三軸において、X - Z 面を主面とする板体 1 を X 軸を回転軸として Y 軸方向へ一定角度 だけ回転した X - Z' 面に主面を有する回転 Y 板 2 の利用が考えられている。

## 【 0 0 0 4 】

そして回転 Y 板を薄板状の振動子片に成形し、板面に電極を設けて圧電振動を励振する。このような、りん酸ガリウムの回転 Y 板の振動子は、図 6 に示すように上に凸の二次曲線状の周波数温度特性を有し、かつ上述の X 軸の回転角度 に応じて頂点温度  $T_0$  が変化する。したがって常温 (25 ) よりも高温の、たとえば頂点温度が 100 前後の振動子を実現できる可能性がある。

## 【 0 0 0 5 】

しかしながら、りん酸ガリウムの回転 Y 板を用いて、実用的な振動子を製作する場合に、結晶を板状に整形した振動子片を小型化するために板面積を小さくしていくと、厚みに対して面積が十分に大きいという厚み滑り振動の前提が成り立たなくなる。このような場合、目的の主振動以外に強勢な副振動が発生し、この影響で周波数温度特性はなめらかな二次曲線からずれ、かつ頂点温度も変化してしまう。

## 【 0 0 0 6 】

一般に、この種の振動子を小型化する場合、厚み滑り振動の変位方向に細長く、すなわち X 軸方向に細長い短冊形に成形するようにしているが、上述のような副振動の発生によって、適切な形状を選択することが難しくなり、小型化が困難になる問題がある。

## 【 0 0 0 7 】

## 【特許文献】

特開昭 51 - 97394 号

## 【 0 0 0 8 】

## 【発明が解決しようとする課題】

本発明は上記の事情に鑑みてなされたもので、形状の小さな振動子片の場合にも副振動の発生を抑圧でき、なめらかな二次曲線状の周波数温度特性を得ることができるりん酸ガリウムからなる圧電材料を提供することを目的とするものである。

## 【 0 0 0 9 】

## 【課題を解決するための手段】

本発明の請求項 1 は、リン酸ガリウムの結晶軸 (X Y Z) の X - Z 平面を X 軸を中心にし + X 軸から見て Z 軸から Y 軸方向に 10° ~ 20° 左回転して形成され、前記左回転した Y 軸を厚みとして X - Z 平面を主面とした X 軸方向に細長い振動子片であって、前記振動子片の X - Y 平面となる側面を + X 軸から見て 1° ~ 3° 左回転した方向に傾けたことを特徴とする圧電結晶材料である。

## 【 0 0 1 0 】

そして請求項 2 は、請求項 1 において、振動子片は X 軸方向に細長い短冊型に成形したことを特徴とする圧電結晶材料であり、請求項 3 は、請求項 2 において、振動子片の厚み  $t$  に対する幅  $w$  の比 ( $w/t$ ) は 3 ~ 20 であることを特徴とする圧電結晶材料であり、さらに請求項 4 は請求項 1 ~ 3 において、振動子片の板面に圧電振動を励振する電極を形成したことを特徴とする圧電振動子である。

## 【 0 0 1 1 】

## 【 発明の実施の形態 】

以下本発明の一実施態様を図面を参照して詳細に説明する。

本発明の発明者らは、りん酸ガリウムを用いた振動子について長年に亙る研究の結果、強勢な副振動が発生する理由は、目的とする厚み滑り振動に幅方向の輪郭すべり振動が結合しているためではないかと推定した。

## 【 0 0 1 2 】

図 1 は本発明の、りん酸ガリウムの振動子 3 を示す斜視図、図 2 は振動子の結晶軸を説明する正面図である。

すなわち、振動子 3 は X 軸方向に細長い短冊形で幅は Z' 軸方向、厚みは Y' 軸方向である。そして両主面の中央部分に厚み滑り振動を励振するための電極 4 を相対面して形成している。

10

## 【 0 0 1 3 】

そして振動子 3 は、りん酸ガリウムの結晶の X - Z 平面を X 軸を中心にして  $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$  左回転した X - Z' 平面から切り出した振動子片の側面を + X 軸から見て  $1^{\circ} \sim 3^{\circ}$  左回転した方向に傾けるようにしている。

## 【 0 0 1 4 】

りん酸ガリウムの回転 Y 板の頂点温度は、図 3 に示すように回転角度に応じて変化し、 $10^{\circ}$  で約 600 であり、回転角度の増加とともに頂点温度は次第に低くなり、 $15^{\circ}$  で概略 25 、 $20^{\circ}$  で - 100 である。

20

したがって実用的な頂点温度として - 100 ないし 600 とすれば、回転角度は  $20^{\circ}$  ないし  $10^{\circ}$  とすればよい。

## 【 0 0 1 5 】

そして上に凸の二次曲線状の周波数温度特性において、頂点温度が約 25 になる回転 Y 板、すなわち回転角度が  $15^{\circ}$  の板体から、X 軸方向に細長い短冊形の振動子片を切り出した。

そして、この板体の長手方向の側面を傾け研磨し、傾け角を + X 軸から見て左回転の回転角度が  $1^{\circ} \sim 3^{\circ}$  に側面を傾けたときに実用上問題のない程度に副振動の発生は少なくなり、最も望ましくは側面の傾け角を  $1.5^{\circ}$  としたときに、ほとんど副振動の発生は見られなかった。

30

## 【 0 0 1 6 】

したがって側面の傾け角は、 $1^{\circ} \sim 3^{\circ}$  とすることとした。

ちなみに、X 軸の回転角が  $15^{\circ}$  の振動子において、側面を  $1.5^{\circ}$  傾けた振動子と側面が垂直な振動子の辺比に対する頂点温度の対応は図 4 に示すようになった。

図 4 において横軸は辺比、すなわち厚み t に対する幅 w の比 ( $w/t$ )、縦軸は周波数 - 温度特性における頂点温度で、側面が垂直な振動子を曲線 A、側面を  $1.5^{\circ}$  傾けた振動子を曲線 B で示している。

## 【 0 0 1 7 】

図 4 のグラフから明らかなように、側面が垂直な振動子では辺比を変えると、頂点温度も大きく変化するが、側面を  $1.5^{\circ}$  傾けた振動子では辺比が 3 以上であれば略一定の頂点温度 (略 35 ) となる。

40

## 【 0 0 1 8 】

なお厚み滑り振動の変位方向は X 軸方向であり、振動特性をあまり損なうことなく幅方向の寸法を切り詰めて形状を小型化することができる。

そして辺比が 20 を越えると、振動特性を改善する効果は得られず、かつ形状は大型になる。

したがって X 軸方向に細長い短冊形の振動子の辺比は 3 ~ 20 とすることが望ましい。

## 【 0 0 1 9 】

## 【 発明の効果 】

以上詳述したように本発明は、りん酸ガリウムを用いて、回転 Y 板の回転角度に応じて任

50

意の頂点温度を得ることができ、かつ振動子片を小型化した場合も副振動の発生を抑圧でき、なめらかな二次曲線状の周波数温度特性を得ることのできるりん酸ガリウムからなる圧電材料を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施態様の振動子片の斜視図である。

【図 2】 図 1 に示す振動子片の正面図である。

【図 3】 回転 Y 板の回転角度と頂点温度の関係を示すグラフ。

【図 4】 側面が垂直な振動子と側面を傾けた振動子の辺比の変化に対する頂点温度の変化を示すグラフである。

【図 5】 りん酸ガリウムの振動子の切断角度を説明する図である。

10

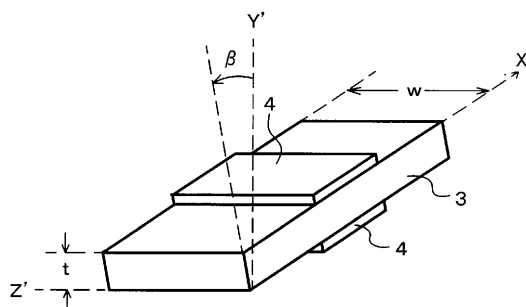
【図 6】 りん酸ガリウムの振動子の回転角度と頂点温度との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

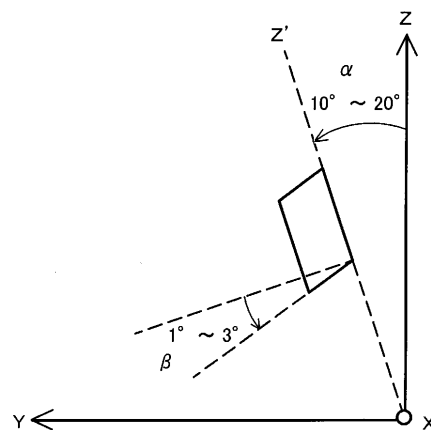
3 . . . 振動子

4 . . . 電極

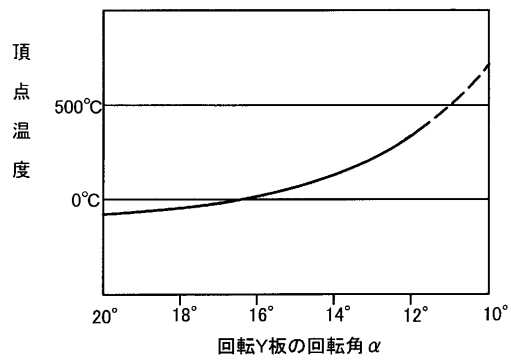
【図 1】



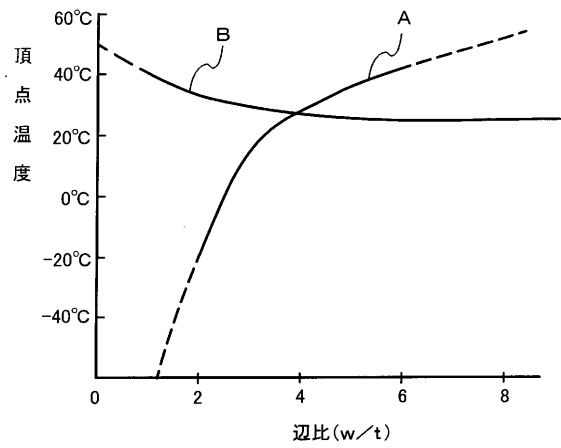
【図 2】



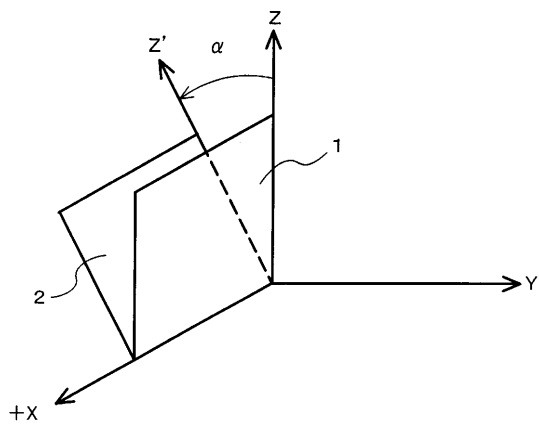
【図 3】



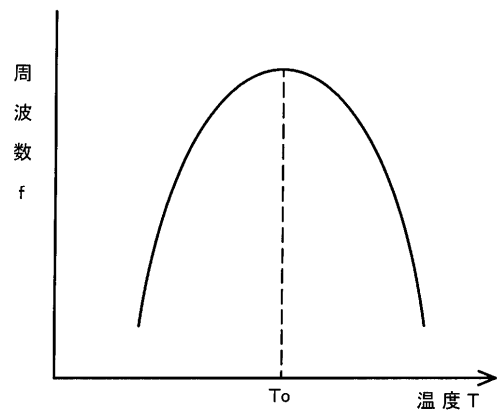
【図 4】



【図 5】



【図 6】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 0 2 - 1 8 8 9 7 5 ( J P , A )  
特開平 0 6 - 3 2 6 5 5 2 ( J P , A )  
国際公開第 0 2 / 0 9 7 9 8 4 ( WO , A 1 )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

C30B 1/00-35/00

H01L 41/09

H01L 41/18

JSTPlus(JDreamII)

JST7580(JDreamII)