

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4356675号  
(P4356675)

(45) 発行日 平成21年11月4日(2009.11.4)

(24) 登録日 平成21年8月14日(2009.8.14)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>HO3H</b>	<b>9/25</b>	<b>(2006.01)</b>	HO3H	9/25	C
<b>HO3H</b>	<b>9/145</b>	<b>(2006.01)</b>	HO3H	9/145	C
<b>HO3B</b>	<b>5/30</b>	<b>(2006.01)</b>	HO3B	5/30	A
<b>HO1L</b>	<b>41/09</b>	<b>(2006.01)</b>	HO1L	41/08	U
<b>HO1L</b>	<b>41/18</b>	<b>(2006.01)</b>	HO1L	41/08	C

請求項の数 2 (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2005-282641 (P2005-282641)	(73) 特許権者	000003104 エプソントヨコム株式会社 東京都日野市日野4 2 1-8
(22) 出願日	平成17年9月28日(2005.9.28)	(74) 代理人	100095728 弁理士 上柳 雅誉
(65) 公開番号	特開2007-96683 (P2007-96683A)	(74) 代理人	100107261 弁理士 須澤 修
(43) 公開日	平成19年4月12日(2007.4.12)	(74) 代理人	100127661 弁理士 宮坂 一彦
審査請求日	平成19年8月2日(2007.8.2)	(72) 発明者	大脇 卓弥 神奈川県高座郡寒川町小谷二丁目1番1号 東洋通信機株式 会社内
		審査官	崎間 伸洋

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 弾性表面波デバイス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

圧電基板と、該圧電基板上に形成したIDTとを備え、励振波をSH波とした弾性表面波デバイスであって、

前記圧電基板は、そのカット角  $\theta$  を結晶X軸を回転軸とした結晶Z軸の回転角度とし、  
結晶+Z軸から結晶+Y軸側へ回転させる方向を前記カット角  $\theta$  が負となる回転方向として、  
 $-62^\circ$   $\sim$   $-51^\circ$  の範囲に設定し、且つ、弾性表面波の伝搬方向を結晶X軸に対し  
 $90^\circ \pm 5^\circ$  とした水晶平板からなる回転Yカット水晶基板であり、

前記IDTがW又はWを主成分とする合金にて形成されていることを特徴とし、

励振する弾性表面波の波長を  $\lambda$ 、電極膜厚をH、前記IDTを構成する電極指のライン占有率を  $m_r$  とした時に、弾性表面波の波長を基準とした基準化膜厚  $H/\lambda$  と電極指のライン占有率  $m_r$  との積を、

$$0.001 < H/\lambda \cdot m_r < 0.027$$

の範囲内となるように定めることを特徴とした弾性表面波デバイス。

【請求項2】

請求項1に記載の弾性表面波デバイスを用いた発振回路、モジュールの複合デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、水晶基板を用いた弾性表面波デバイスにおいて、広帯域で優れた周波数温度

特性を得ることを目的とした弾性表面波デバイスに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、弾性表面波（Surface Acoustic Wave：以下、SAW）デバイスは移動体通信用端末や車載用機器等の部品として幅広く利用され、広帯域で周波数温度特性が優れていることが強く要求されている。

従来のSAWデバイスとしてSTカット水晶基板を用いたSAWデバイスがある。STカット水晶基板は結晶X軸を回転軸としてXZ面を結晶Z軸より反時計方向を正として42.75°回転した面（XZ'面）を持つ水晶板のカット名であり、結晶X軸方向に伝搬するレイリー波と呼ばれる（P+SV）波であるSAW（以下、STカット水晶SAWと称す）を利用する。STカット水晶SAWデバイスの用途は、発振素子として用いられるSAW共振子や、移動体通信端末のRF段とIC間に配置されるIF用フィルタなど幅広く存在する。図7はSTカット水晶SAW共振子1の構造を示しており、STカット水晶基板4上にそれぞれ互いに間挿し合う複数本の電極指を有する櫛型電極2a、2bを配置し、当該櫛型電極を一对組み合わせる構成されるすだれ状電極（IDT：Interdigital Transducer）の両側にSAWを反射する為のグレーティング反射器3a、3bを配置している。IDTやグレーティング反射器3a、3bの電極材料はAl、又はAlを主成分とする合金で形成される。

10

【0003】

前記STカット水晶SAWデバイスは、周波数温度特性の1次温度係数が零であり、その特性は2次曲線で表され、頂点温度を使用温度範囲の中心に位置するように調整すると周波数変動量が格段に小さくなるので周波数安定性に優れていることが一般的に知られている。

20

【特許文献1】特許第3353742号

【非特許文献1】Michio Kadota, "Small-sized resonator IF filter using shear horizontal wave on heavy metal film/quartz substrate", IEEE International Frequency Control Symp. Proc., pp.50~54 (2002)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、前述のSTカット水晶SAWデバイスは、1次温度係数は零であるが、2次温度係数は $-3.2(10^{-8}/^{\circ}\text{C}^2)$ と比較的大きいので、使用温度範囲を拡大すると周波数変動量が極端に大きくなってしまいう問題があった。また、STカット水晶SAWデバイスは電気機械結合係数 $k^2$ が小さく、フィルタを構成する際には広帯域な特性を実現するのが困難であった。

30

【0005】

また、広帯域化を図るべく $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ のように電気機械結合係数 $k^2$ の大きい圧電基板を用いると周波数温度特性が劣化し、動作温度範囲における挿入損失や通過帯域近傍の減衰量等の保障規格のマーヅンを大きく確保しなければならず、製造歩留まりが悪化してしまうという問題があった。

40

【0006】

これに対し、特許文献1及び非特許文献1では、STカット水晶SAWの伝搬方向に対して90°面内回転した方向に伝搬するSH波を利用し、且つ電極材料を圧電基板よりも比重の大きな金属、例えばW、Ta等を用いることで、STカット水晶SAWよりも大きな電気機械結合係数が得られ、フィルタを構成した場合に広帯域な特性を実現できるとされている。

【0007】

しかしながら、特許文献1及び非特許文献1に開示されているSAWデバイスにおいては、STカット水晶SAWデバイスよりも広帯域な特性を実現できるものの、周波数温度特性の2次温度係数についてはSTカット水晶SAWデバイスとほぼ同等であり、使用温

50

度範囲を拡大すると周波数変動量が大きくなってしまふという問題は解決されないままであった。

【0008】

本発明は上記問題点を解決するためになされたものであって、圧電基板に水晶基板を用いSH (shear horizontal) 波を利用したSAWデバイスにおいて、広帯域で且つ優れた周波数温度特性を実現することを目的とする。

また、本発明の目的として、上記のようなSAWデバイスを用いた複合デバイスを提供することも挙げることができる。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するための本発明に係る弾性表面波デバイスは、圧電基板と、該圧電基板上に形成したIDTとを備え、励振波をSH波とした弾性表面波デバイスであつて、前記圧電基板は、そのカット角を結晶X軸を回転軸とした結晶Z軸の回転角度とし、結晶+Z軸から結晶+Y軸側へ回転させる方向を前記カット角が負となる回転方向として、 $-62^{\circ}$  -  $51^{\circ}$ の範囲に設定し、且つ、弾性表面波の伝搬方向を結晶X軸に対し $90^{\circ} \pm 5^{\circ}$ とした水晶平板からなる回転Yカット水晶基板であり、前記IDTがW又はWを主成分とする合金にて形成されていることを特徴とした。このような構成の弾性表面波デバイスによれば、頂点温度を実用的な範囲に設定することができる。このため、周囲温度が実用的な範囲において、広帯域で周波数温度特性が優れた弾性表面波デバイスを実現することができる。

【0010】

また、上記のような構成の弾性表面波デバイスでは、励振する弾性表面波の波長を、電極膜厚をH、前記IDTを構成する電極指のライン占有率を $m_r$ とした時に、弾性表面波の波長を基準とした基準化膜厚 $H/\lambda$ と電極指のライン占有率 $m_r$ との積を、 $0.001 H/\lambda \cdot m_r < 0.027$ の範囲内となるように定めることが望ましい。このような構成の弾性表面波デバイスによれば、従来の弾性表面波デバイスに比べて2次温度係数を良好な値とすることができる。このため、カット角を結晶X軸を回転軸とした結晶Z軸の回転角度とし、結晶+Z軸から結晶+Y軸側へ回転させる方向を前記カット角が負となる回転方向として、 $-62^{\circ}$  -  $51^{\circ}$ の範囲に設定し、且つ、弾性表面波の伝搬方向を結晶X軸に対し $90^{\circ} \pm 5^{\circ}$ とした水晶平板からなる回転Yカット水晶基板において、 $H/\lambda \cdot m_r$ を $0.001 H/\lambda \cdot m_r < 0.027$ と設定した場合には、周囲温度が実用的な範囲において、広帯域で周波数温度特性が優れた弾性表面波デバイスとすることができる。

【0011】

また上記目的を達成するための複合デバイスは、上記構成を有する弾性表面波デバイスを用いた発振回路、モジュール等であれば良い。このような構成の複合デバイスであれば、上記構成の弾性表面波デバイスに作用する効果を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、本発明のSAWデバイスに係る実施の形態について、図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、以下に示す実施の形態は、本発明に係る一部の実施形態であつて、その主要部を変えない限りにおいて本発明は種々の形態をとるものとする。

まず、図1を参照して本発明に係るSAW共振子100について説明する。なお、図1(A)は、SAW共振子の平面構成を示す図であり、図1(B)は同図(A)におけるA-A断面を示す図である。本実施形態のSAW共振子100は、弾性表面波を励起させるためのSAW素子片10と、このSAW素子片10を実装するパッケージ110とを基本構成とする。

【0013】

前記SAW素子片10は、圧電基板12の一方の主面にすだれ状電極(IDT)14と

10

20

30

40

50

、当該IDT14を弾性表面波の伝播方向に挟み込むグレーティング反射器（以下、単に反射器という）22（22a，22b）とが形成されて成る。

前記IDT14は、弾性表面波の伝播方向に沿って配置されるバスバー16（16a，16b）と、当該バスバー16に対して垂直に形成された複数の電極指20（20a，20b）とによって形成される櫛型電極を一对、互いの電極指20が交差し合うように配置した構成とされる。また、前記反射器22は、前記電極指20に平行に形成された複数の導体ストリップを互いに連結した構成とされる。また、前記櫛型電極には、前記バスバー16に対してそれぞれ、IDT14に対する入出力電力を供給あるいは出力するための入出力パッド18（18a，18b）が設けられている。このような構成の電極パターンを一主面に形成される圧電基板12は、図2に示すように、回転Yカット水晶板のカット角をZ軸より反時計方向を正として $-52^\circ$ 回転した付近に設定し、SAWの伝播方向を結晶X軸に対してほぼ垂直（ $90^\circ \pm 5^\circ$ ）のZ'軸方向にした水晶平板である。よって、このような構成のSAW素子片10によって励振される弾性表面波（SAW）は、SH波となる。なお、前記カット角をオイラー角表示で（ $\theta$ ， $\phi$ ）として表す場合には、（ $0^\circ \pm 5^\circ$ ， $38^\circ$ ， $90^\circ \pm 5^\circ$ ）となる。ここで、 $\theta$ について $0^\circ \pm 5^\circ$ という表現をしているが、この範囲は製造段階での誤差の範囲であり、SAW素子片、あるいはSAW共振子としての特性に影響を与えるものではない。

#### 【0014】

前記パッケージ110は、上記SAW素子片10を実装するベース112と、当該ベース112の開口部を封止するための蓋体（リッド）120とから成る。前記ベース112は、内部にすりばち型の階段状に形成したキャビティを有し、当該キャビティには前記SAW素子片10を実装するための実装用端子114（114a，114b）が形成されている。また、前記リッド120は、前記ベース112の開口部を気密に封止するための平板であり、構成部材として前記ベース112と熱膨張係数の近い部材で形成することが望ましい。

#### 【0015】

本実施形態で示すSAW共振子100は、上記構成のSAW素子片10をその能動面上にした状態で、上記構成のベース112に対して接着剤等を用いて搭載し、SAW素子片10に形成された入出力パッド18とベース112に形成された実装用端子114とを金属ワイヤ116（116a，116b）にて接続することで実装が成される。ベース112にSAW素子片10を実装した後、ベース112の開口部を図示しないリッド120によって封止することでSAW共振子100の体を成す。

#### 【0016】

上記のような構成のSAW共振子100において、本発明では、圧電基板12に形成する励振電極、すなわち、IDT14、反射器22、及び入出力パッド18を形成する際の構成材料を、W（タングステン）、又はWを主成分とする合金とした。図3は、IDT14の部分拡大断面図を示しており、以下に示す実施例においては、IDT14上を励振するSAWの波長を $\lambda$ とする。また、IDT14等の電極の膜厚、電極膜厚Hを波長 $\lambda$ で基準化した値、すなわち基準化膜厚を $H/\lambda$ で表すこととする。また、電極指幅Lを電極指幅Lと電極指間スペースSとの和で除した値（ $L/(L+S)$ ）、すなわちライン占有率を $m_r$ で表すこととする。

#### 【0017】

上記のような構成のSAW共振子100において、圧電基板12のカット角と、基準化膜厚とライン占有率との積（ $H/\lambda \cdot m_r$ ）とを調整することにより頂点温度を良好に保ち、2次温度特性を従来のSTカット水晶基板上にAl膜を形成したSAW素子片を搭載したSAW共振子よりも良好に保つことが可能となる。

#### 【0018】

まず、図4を参照して基準化膜厚とライン占有率（ $H/\lambda \cdot m_r$ ）と、頂点温度 $T_p$ との関係の調査結果について説明する。図4は、基準化膜厚とライン占有率（ $H/\lambda \cdot m_r$ ）と、頂点温度 $T_p$ との関係について、回転Yカット水晶板のカット角 $\theta$ をZ軸より反時

10

20

30

40

50

計方向を正として  $-50.0^\circ$  から  $-63^\circ$  まで  $1^\circ$  間隔で計算した時の計算結果を示す。なお、Z'軸については、上記と同様にSAWの伝播方向を結晶X軸に対してほぼ垂直 ( $90^\circ \pm 5^\circ$ ) としている。オイラー角表示で ( $\theta, \phi, \psi$ ) として表す場合には、 ( $0^\circ \pm 5^\circ, 27^\circ, 40^\circ, 90^\circ \pm 5^\circ$ ) となる。

#### 【0019】

このように計算した結果から、頂点温度を実用的範囲、すなわち  $0 \sim 70$  程度の範囲とすることができるのカット角を抽出する。図4から読み取れるように、頂点温度が  $0 \sim 70$  の範囲は破線で囲った範囲である。したがって、頂点温度をこの範囲内に設定することができるのカット角は、回転Yカット水晶板において  $0.001 \text{ H} / \text{m}r \sim 0.030$  の範囲で  $-62^\circ \sim -51^\circ$  となる。なお、これをオイラー角で表示した場合には、 ( $0^\circ \pm 5^\circ, 28^\circ \sim 39^\circ, 90^\circ \pm 5^\circ$ ) となる。ここで、回転Yカット水晶板におけるカット角  $\theta$  を  $-51^\circ$  より大きくすると頂点温度  $T_p$  を常温付近 ( $0 \sim 70$  の範囲) に設定できず、カット角  $\theta$  を  $-62^\circ$  より小さくすると基準化膜厚  $\text{H} / \text{m}r$  に対する頂点温度  $T_p$  の感度が著しく高くなり、頂点温度を制御するのが非常に困難となる。従って、カット角  $\theta$  を  $> -51^\circ$  及び  $< -62^\circ$  とするのは実用的ではない。

#### 【0020】

次に、基準化膜厚とライン占有率 ( $\text{H} / \text{m}r$ ) と、2次温度特性  $b$  との関係について説明する。図5は、回転Yカットの水晶板において、カット各  $\theta$  を  $-50.0^\circ \sim -63.0^\circ$  の範囲で変化させた場合の、 $\text{H} / \text{m}r$  と  $b$  との関係を計算により求めた結果を示すものである。図5中に示す  $\text{H} / \text{m}r$  の軸に平行な破線は、  $-3.2 (10^{-8} / \text{m}^2)$  を示すラインである。この値は、従来技術で示したSAWデバイスにおける2次温度係数  $b$  であり、図中でこのラインよりも上の範囲、すなわち2次温度係数  $b$  が  $-3.2 (10^{-8} / \text{m}^2)$  の絶対値よりも低くなる範囲において、本実施形態のSAW共振子100は従来のSAWデバイスよりも良好な温度係数を得ることができるといえる。カット角  $\theta$  が  $-62^\circ \sim -51^\circ$  の範囲において2次温度係数  $b$  を  $-3.2 (10^{-8} / \text{m}^2)$  の絶対値よりも低くするためには、図5から読みとれるように、 $\text{H} / \text{m}r$  の値が  $0.027$  よりも低くなるように  $\text{H} / \text{m}r$  と  $\text{m}r$  とを調整すれば良い。すなわち、 $\text{H} / \text{m}r < 0.027$  の範囲となるように調整するのである。

#### 【0021】

以上より、カット角  $\theta$  を  $-62^\circ \sim -51^\circ$  に設定し、SAWの伝播方向を結晶X軸に対しほぼ  $90^\circ$  にした回転Yカット水晶基板上にW膜で電極を形成したSAW共振子100において、基準化膜厚とライン占有率との積  $\text{H} / \text{m}r$  を  $0.001 \text{ H} / \text{m}r \sim 0.030$  とすることにより頂点温度を常温付近 ( $0 \sim 70$  程度の範囲) に容易に設定でき、 $\text{H} / \text{m}r < 0.027$  とすることにより従来品より2次温度係数を小さくできる。したがって、 $\text{H} / \text{m}r$  を  $0.001 \text{ H} / \text{m}r < 0.027$  の範囲に設定すれば、頂点温度を常温付近に容易に設定でき、且つ、従来品よりも2次温度係数を小さくできる。具体的な実施例を挙げると、例えば  $\text{H} / \text{m}r$  を  $0.02$  とした場合に、 $\text{m}r$  を  $0.06$  と設定すると良い。この場合、 $\text{H} / \text{m}r$  は、 $0.012$  となり、上記範囲内とすることができる。なお、基準化膜厚  $\text{H} / \text{m}r$  は、好適には、 $0.01$  以上とすることが望ましい。電極膜厚を極端に薄く形成した場合には、電極自体の抵抗値が大きくなってしまい損失が増大してしまうからである。また、当然に、メタライゼーション比  $\text{m}r$  については、 $0$ 、あるいは  $1$  という数値は調整の範囲外となる。 $\text{m}r$  が  $0$  の場合には電極は無くなり、 $\text{m}r$  が  $1$  の場合には正負電極がショートしてしまい、IDTの形態を成さなくなってしまうからである。

#### 【0022】

これまで、図1に示すような1ポートのSAW共振子についてのみ言及してきたが、2ポートSAW共振子、SAW共振子の音響結合を利用した2重モードSAW (DMS) フィルタ、SAW共振子を直列腕と並列腕に梯子状に配置したラダー型SAWフィルタ、入力用IDTと出力用IDTを所定の間隔をあけて配置したトランスバーサル型SAWフィ

10

20

30

40

50

ルタ等の種々の方式のSAWデバイスにおいても、本発明を適用すれば同様の効果が得られるのは言うまでもない。

【0023】

更に、上述のSAWデバイスにおいて、IDTやグレーティング反射器上に陽極酸化膜、SiO<sub>2</sub>等の保護膜を施したり、電極の上部あるいは下部に密着層あるいは耐電力向上等の目的で別の金属薄膜を形成した場合においても、本発明と同様の効果を得られることは明らかである。また、センサ装置やモジュール装置、発振回路等に本発明のSAWデバイスが適用できることは言うまでもない。例えば上記実施形態のSAWデバイスを利用したSAW発振器としては、図6に示すようなものを挙げることができる。図6に示すSAW発振器200は、ベース212とリッド220とから構成されるパッケージ210内に、SAW素子片10と、このSAW素子片10の励振を制御するためのIC230とを実装したものである。

10

また、電圧制御SAW発振器(VCSO)等に本発明のSAWデバイスを用いれば、容量比を小さくできるので周波数可変幅を大きくとれる。

【0024】

また、本発明のSAWデバイスは、図1に示すようなSAW素子片とパッケージをワイヤボンディングした構造以外でも良く、例えばSAW素子片の入出力パッドとパッケージの実装用端子とを金属バンプで接続したフリップチップボンディング(FCB)構造や、配線基板上にSAW素子片をフリップチップボンディングしSAW素子片の周囲を樹脂封止したCSP(Chip Size Package)構造、或いは、SAW素子片上に金属膜や樹脂層を形成することによりパッケージや配線基板を不要としたWLCSP(Wafer Level Chip Size Package)構造等にしても良い。更には、水晶デバイスを水晶又はガラス基板で挟んで積層封止したAQP(All Quartz Package)構造としても良い。前記AQP構造は、水晶又はガラス基板で挟んだだけの構造であるのでパッケージが不要で薄型化が可能であり、低融点ガラス封止や直接接合とすれば接着剤によるアウトガスが少なくなりエージング特性に優れた効果を奏する。

20

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本発明のSAW共振子を説明する図であり、(A)は平面図、(B)は同図(A)のA-A断面を示す図である。

30

【図2】本発明のSAW共振子に使用するSAW素子片を構成する圧電基板のカット角を説明するための図である。

【図3】IDTの断面を示す部分拡大断面図である。

【図4】本発明のSAW共振子のカット角を $-50^{\circ}$ ～ $-63^{\circ}$ とした時の基準化膜厚とライン占有率の積 $H/\lambda \cdot m r$ と頂点温度 $T_p$ の関係を示す。

【図5】本発明のSAW共振子のカット角を $-50^{\circ}$ ～ $-63^{\circ}$ とした時の基準化膜厚とライン占有率の積 $H/\lambda \cdot m r$ と2次温度係数 $b$ の関係を示す。

【図6】本発明のSAW共振子を用いたSAW発振器を説明する図である。

【図7】従来のSTカット水晶基板を用いたSAWデバイスを説明する図である。

40

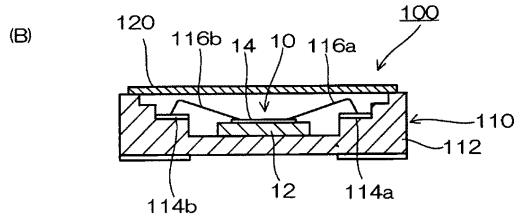
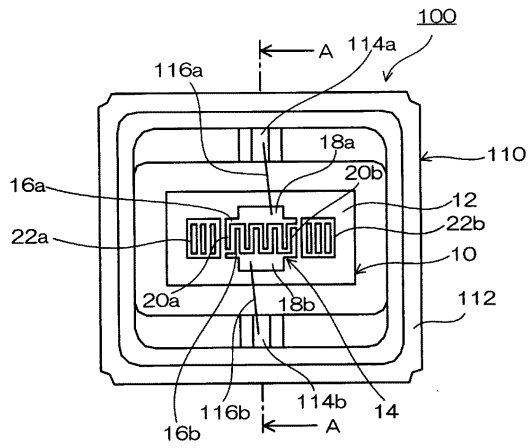
【符号の説明】

【0026】

10..... SAW素子片、12..... 圧電基板、14..... すだれ状電極(IDT)、16(16a, 16b)..... バスバー、18(18a, 18b)..... 入出力パッド、20(20a, 20b)..... 電極指、22(22a, 22b)..... グレーティング反射器、100..... SAW共振子、110..... パッケージ、112..... ベース、114(114a, 114b)..... 実装用端子、116(116a, 116b)..... 金属ワイヤ、120..... リッド。

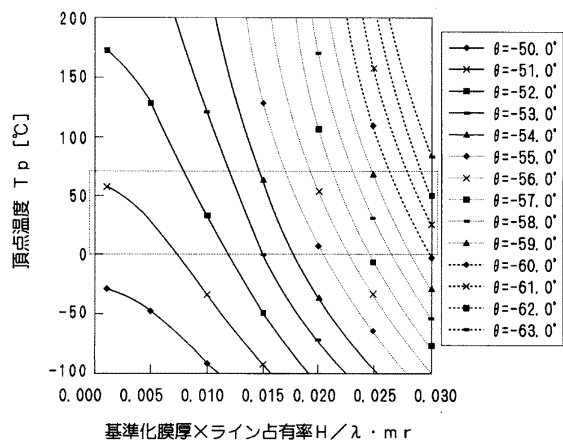
【図1】

(A)

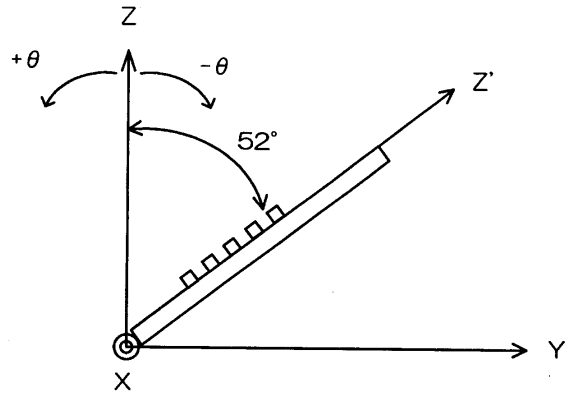


A-A

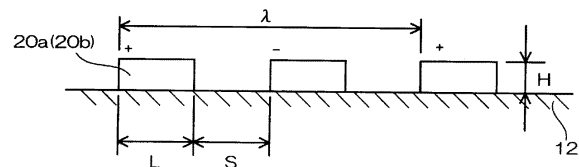
【図4】



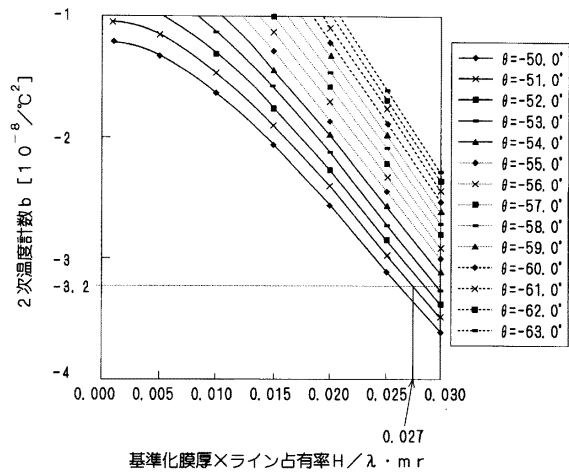
【図2】



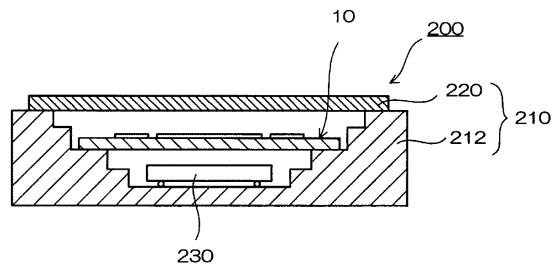
【図3】



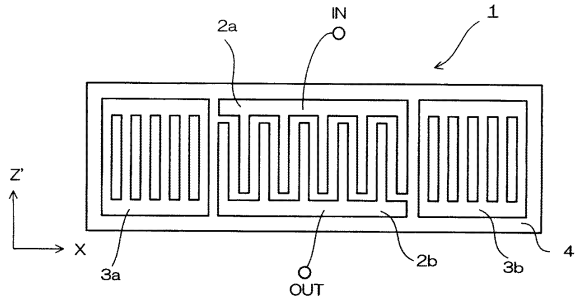
【図5】



【図6】



【図7】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

H 0 1 L 41/18 1 0 1 A

(56)参考文献 特公平01-034411(JP, B2)

特開平10-233645(JP, A)

特開平11-298290(JP, A)

特開平07-046079(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03H3/007 - H03H3/10、H03H9/00 - 9/76