

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第5877032号  
(P5877032)

(45) 発行日 平成28年3月2日 (2016.3.2)

(24) 登録日 平成28年1月29日 (2016.1.29)

(51) Int.Cl.	F I
H O 3 H 9/64 (2006.01)	H O 3 H 9/64 Z
H O 3 H 9/145 (2006.01)	H O 3 H 9/145 Z
H O 3 H 9/25 (2006.01)	H O 3 H 9/25 C
	H O 3 H 9/25 D

請求項の数 16 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2011-226443 (P2011-226443)	(73) 特許権者	514250975
(22) 出願日	平成23年10月14日 (2011.10.14)		スカイワークス・パナソニック フィルタ
(65) 公開番号	特開2013-90023 (P2013-90023A)		ーソリューションズ ジャパン株式会社
(43) 公開日	平成25年5月13日 (2013.5.13)		大阪府門真市大字門真1006番地
審査請求日	平成26年10月10日 (2014.10.10)	(74) 代理人	100083806
			弁理士 三好 秀和
		(74) 代理人	100095500
			弁理士 伊藤 正和
		(74) 代理人	100111235
			弁理士 原 裕子
		(72) 発明者	西村 和紀
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
			ソニックエレクトロニックデバイス株式会
			社内
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 弾性波装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧電基板と、  
前記圧電基板の主面上に零と異なる同一のパワーフロー角をもたせてそれぞれ配置した第1および第2の弾性波共振器であって、前記第1および第2の弾性波共振器はそれぞれ、一对の反射器と、前記一对の反射器の間に設けられたIDTと、前記IDTを構成する櫛電極の電極指が交差した交差部とを有する第1および第2の弾性波共振器と、  
前記第1の弾性波共振器の交差部を第1の弾性波共振器の位相速度の伝播方向に延長した第1の領域と、  
前記第2の弾性波共振器の交差部を第2の弾性波共振器の位相速度の伝播方向に延長した第2の領域であって、前記第1の領域および第2の領域は少なくとも一部が重なるように配置された第2の領域と  
を含み、  
前記第1および第2の弾性波共振器により励振される弾性表面波の群速度の伝播方向と前記弾性表面波に伴い励振されるバルク波の伝播方向とが平面視で同じである弾性波装置。

【請求項 2】

前記圧電基板の前記主面の反対側の面を鏡面にした請求項1記載の弾性波装置。

【請求項 3】

前記鏡面の表面粗さRaが0.1nm~0.3nmである請求項2記載の弾性波装置。

## 【請求項 4】

前記第 1 の弾性波共振器の入出力端のいずれか一方と前記第 2 の弾性波共振器の入出力端のいずれか一方を電氣的に接続させた請求項 1 記載の弾性波装置。

## 【請求項 5】

前記圧電基板は、オイラー角 ( , , ) に対し、 $-10^{\circ}$        $10^{\circ}$ 、 $42^{\circ}$        $52^{\circ}$ 、 $-0.2^{\circ}$        $+0.2^{\circ}$  の条件を満たすタンタル酸リチウム単結晶である請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の弾性波装置。

## 【請求項 6】

前記第 1 の弾性波共振器および第 2 の弾性波共振器は、縦結合型弾性波フィルタである請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の弾性波装置。

10

## 【請求項 7】

前記第 1 の弾性波共振器および第 2 の弾性波共振器は、ラダー型フィルタを構成する直列腕共振器または並列腕共振器である請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の弾性波装置。

## 【請求項 8】

前記第 1 の弾性波共振器の IDT の交差幅と前記第 2 の弾性波共振器の IDT の交差幅が異なる請求項 1 から請求項 7 のいずれかに記載の弾性波装置。

## 【請求項 9】

前記バルク波の伝播方向は、前記      の値に基づき前記弾性表面波の群速度の伝播方向に連動して変えられる請求項 1 から 8 のいずれかに記載の弾性波装置。

20

## 【請求項 10】

前記圧電基板の厚みは  $80\mu\text{m} \sim 200\mu\text{m}$  である請求項 1 から 9 のいずれかに記載の弾性波装置。

## 【請求項 11】

前記第 1 および第 2 の弾性波共振器のいずれか又は双方が誘電体で被覆される請求項 1 から 10 のいずれかに記載の弾性波装置。

## 【請求項 12】

前記誘電体は酸化ケイ素を含む請求項 11 記載の弾性波装置。

## 【請求項 13】

前記第 1 および第 2 の弾性波共振器は一方の交差幅が他方の交差幅の中に納まる位置に配置される請求項 1 から 12 のいずれかに記載の弾性波装置。

30

## 【請求項 14】

前記一対の反射器の間には 5 つの IDT が順次並べられる請求項 1 から 13 のいずれかに記載の弾性波装置。

## 【請求項 15】

前記 5 つの IDT のうち前記一対の反射器の間の中央に位置する IDT は、2 つの領域に分割される請求項 14 記載の弾性波装置。

## 【請求項 16】

前記 2 つの領域は逆相構成とされる請求項 15 記載の弾性波装置。

## 【発明の詳細な説明】

40

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、主として移動体通信機器等において使用される弾性波装置に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、携帯電話機などに使用される弾性波装置において、低背化の要求が増してきている。この背景として弾性波装置を含んだモジュール化の流れがあり、モジュールの低背化を実現するためには弾性波装置の低背化が欠かせないためである。このようなモジュールはトランスファーマールドで樹脂封止されることが多く、モジュールに実装される部品は

50

トランスファーマールド時の圧力に耐える強度が求められる。弾性表面波または擬似弾性表面波を用いる弾性波装置（以下、擬似弾性表面波も含めて弾性表面波と表記する）を低背化のために機能素子を形成する圧電基板を薄くすると圧電基板がトランスファーマールド時の圧力で割れてしまうことがある。このような問題を解決するには圧電基板の機能素子を形成した面に対して裏面側の表面粗さを小さくすることで圧電基板の強度を上げることができる。弾性表面波を用いる弾性波装置は、電気信号と音響信号を変換するインターデジタルトランスデューサ（以下ＩＤＴ）において弾性表面波のみならず不要なバルク波も励振する。圧電基板の裏面の表面粗さを小さくするとＩＤＴから放射されるバルク波が裏面で十分散乱されず、反射し再度表面に到達した際に、ＩＤＴにて受信することでフィルタの通過帯域内にリップルを生じさせ、あるいは帯域外減衰量を劣化させるという問題が生じる。このような問題は同一基板上に形成した２つ以上の共振器が弾性表面波の伝播路が重なって配置されたときや、基板厚みに対し共振器の伝播方向への長さが１．５倍以上長い場合に生じる。弾性表面波を利用した弾性波装置の圧電基板としては、４２°回転ＹカットＸ伝播タンタル酸リチウムのように位相速度の伝播方向と群速度の伝播方向が一致した所謂パワーフロー角が０°の圧電基板が望ましいとされてきたが、図６に示すようにバルク波の進行方向も弾性表面波の位相速度の伝播方向と一致するため、２つ以上の共振器が弾性表面波の伝播路が重なって配置されたときに前記のようなリップルが生じて電気特性を劣化させる課題が生じる。チップの小型化の観点から同一基板上に形成した２つ以上の共振器が弾性表面波の伝播路が重なって配置される場合があり、バルク波の影響を軽減できる手段が求められる。

10

20

【０００３】

なお、この出願の発明に関する先行技術文献情報としては、例えば、特許文献１が知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

【特許文献１】特開２００２－２９０２０３号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

30

特許文献１では圧電基板の厚みと、同一伝播路上に形成された２つの共振器の中心間距離を適切に設定することでフィルタの通過帯域内などに生じるリップルを低減する技術が開示されている。

【０００６】

しかし、特許文献１に記載された技術は圧電基板を薄くしようとした場合、リップル低減が不十分という課題が生じ、リップル低減をするために、裏面にある程度以上表面粗さを大きくする必要があるが、そうすると圧電基板が割れやすくなり強固な弾性波装置が得られないという課題があった。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

40

上記課題を解決するために、本発明は以下の構成を有するものである。

【０００８】

本発明は、圧電基板と、この圧電基板の主面上に零と異なる同一のパワーフロー角をもたせて配置した第１および第２の弾性波共振器とを備え、前記第１および第２の弾性波共振器はそれぞれ、一对の反射器と、この一对の反射器の間に設けられたＩＤＴと、このＩＤＴを構成する櫛電極の電極指が交差した交差部とを有し、前記第１の弾性波共振器の交差部を第１の弾性波共振器の位相速度の伝播方向に延長した領域を第１の領域とし、前記第２の弾性波共振器の交差部を第２の弾性波共振器の位相速度の伝播方向に延長した領域を第２の領域としたとき、前記第１の領域と第２の領域の少なくとも一部が重なるように配置したものである。この構成によれば、一方の弾性波共振器から放射されたバルク波は

50

、圧電基板の主面を平面視した場合、弾性表面波の群速度と同じ方向へ伝播するため、裏面で反射されたバルク波成分が基板の主面側に到達した際に他方の弾性波共振器により受信しない、もしくは、位相ズレにより受信レベルが低下するためリップルを低減でき、かつ圧電基板の裏面が鏡面であるため、より割れにくく強固な弾性波装置を得られるという作用効果を有するものである。

【発明の効果】

【0009】

以上のように本発明の弾性波装置は、低背化を実現しながら、強固な弾性波装置を実現し、かつ通過帯域内リップルの発生や帯域外減衰量劣化の少ない弾性波装置を実現する優れた効果を奏するものである。

10

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施の形態における弾性波装置を概念的に示す平面図と断面図

【図2】弾性波装置のチップサイズパッケージの構造の一例を示す断面図

【図3】本発明の他の実施の形態における弾性波装置を示す平面図

【図4】同弾性波装置の電気特性図

【図5】同弾性波装置の電気特性図

【図6】従来の弾性波装置を概念的に示す平面図と断面図

【図7】比較例の弾性波装置の電気特性図

【図8】同弾性波装置の電気特性図

20

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、従来例と比較し、本発明の一実施の形態における弾性波装置について説明する。

【0012】

図6は従来の弾性波装置の位相速度の伝播方向とバルク波の伝播方向を示す概念図である。図6(a)は圧電基板の主面を平面視した図であり、圧電基板1上において、2つの弾性波共振器2、3が、互いに弾性表面波の位相速度の伝播方向4の延長線上に配置されている。弾性波共振器2の入力端子6と弾性波共振器3の入力端子8が電気的に接続されている。また、パワーフロー角が零であるために、バルク波の伝播方向5は弾性表面波の位相速度の伝播方向4と平面視で同じ方向に伝播する。圧電基板の厚み方向で見ると図6(b)の断面図に示すように弾性表面波は基板の表面を伝播するのに対し、バルク波は徐々に基板の裏面方向に伝播し、基板の底面で反射された後再び表面に到達する。弾性波共振器2から発信され、圧電基板1の裏面で反射されたバルク波は表面に到達した際に弾性波共振器3のIDTで受信され、通過帯域内リップルの発生や帯域外減衰量の劣化などフィルタ特性を悪化する要因となる。42°YカットX伝播タンタル酸リチウムや64°カットX伝播ニオブ酸リチウムのような圧電基板を用いて、パワーフロー角を零にして使用した場合このような現象が生じる。従来このような特性悪化を抑制する汎用技術として圧電基板の裏面を荒らすことにより、反射したバルク波を散乱させることが行われてきた。

30

【0013】

しかしながら、近年チップサイズパッケージと言われる弾性波装置を極めて小型にしたハウジング技術が多用され、圧電基板に外力が伝わり易い構造になり、さらには製品高さを低くするために圧電基板の厚みも薄い傾向になってきた。図2にチップサイズパッケージと言われるハウジング技術で作製された弾性波装置の断面図の一例を示す。圧電基板11の主面側に櫛電極からなる弾性波装置の機能部12が形成され、配線基板14の内部電極15とパンプ13を通じて外部電極16と接続されている。圧電基板11は外装樹脂17、18により封止されている。外装樹脂17、18には線膨張係数や弾性率を制御する目的でフィラーが含まれていることがある。このような構造の場合、弾性波装置の上部(外装樹脂17側)から力が加わると圧電基板11にダイレクトに応力が加わりやすいたともフィラーが割れの起点をつくり易い。したがって、圧電基板11の裏面を荒らす汎用技術を用いると応力集中が起こり易くなり圧電基板11の強度が落ちる現象と圧電基板1

40

50

1の薄板化による機械的強度の低下の観点で悪い要因が重なり、圧電基板11が割れる課題が生じるようになった。

【0014】

図1は本発明の一実施の形態における弾性波装置の位相速度の伝播方向とバルク波の伝播方向を示す概念図である。図1(a)は圧電基板21の主面を平面視した図であり、圧電基板21上に2つの弾性波共振器22、23を零と異なる同一のパワーフロー角をもたせて配置したものである。

【0015】

そして、弾性波共振器22、23は、互いに弾性表面波の位相速度の伝播方向24の延長線上に配置したものである。弾性波共振器22の入力端子26または出力端子27と弾性波共振器23の入力端子28または出力端子29が電気的に接続されている。また、バルク波の伝播方向25は弾性表面波の位相速度の伝播方向24と角度を持ち、異なった方向に伝播する。圧電基板の厚み方向で見ると図1(b)の断面図に示すように弾性表面波は基板の表面を伝播するのに対し、バルク波は徐々に基板の裏面方向に伝播し、基板の底面で反射され再び表面に到達する。表面に到達した際にIDTがあればIDTで受信されることになるが、バルク波の伝播方向25は弾性表面波の位相速度の伝播方向24と角度を持ち、異なった方向に伝播するため、弾性波共振器22のIDTで励振し放射されたバルク波は、弾性波共振器23のIDTで受信するレベルが非常に小さくなるため、通過帯域リップルの発生や帯域外減衰量の劣化が抑圧される。このような効果を生むためには、圧電基板21上の弾性波共振器22、23の配置を弾性表面波の位相速度の伝播方向24と群速度の伝播方向30が異なる配置にすればよい。弾性表面波の位相速度の伝播方向24と群速度の伝播方向30のなす角がパワーフロー角である。バルク波の伝播方向25は弾性表面波の群速度と平面視で同じ方向に進むため、位相速度の伝播方向24とは平面視でパワーフロー角と同じ角度だけ異なる方向に伝播することになる。パワーフロー角を有する場合、圧電基板21の裏面を鏡面とすることでバルク波による通過帯域リップルや帯域減衰劣化が抑制され、かつ圧電基板21の割れの問題が起こりにくい強固な弾性波装置を得ることができる。

【0016】

本発明の効果はタンタル酸リチウムに限らず、他の圧電材料を圧電基板21として用いた場合であっても、零と異なる同一のパワーフロー角を持たせて2つの弾性波共振器を配置した場合であれば同様の効果を有することは自明である。

【0017】

また、圧電基板21上に形成する弾性波共振器22、23はラダー型フィルタを形成する直列腕共振器と並列腕共振器でもよい。

【0018】

また、圧電基板21上に形成する弾性波共振器22、23を酸化ケイ素などの誘電体で被覆してもよい。このようにすることで温度特性を改善でき、バルク波散乱による弾性波装置の特性劣化を低減することができる。

【0019】

図3に本発明の他の実施の形態における弾性波装置の平面模式図を示す。図3において、圧電基板31は、タンタル酸リチウム単結晶からなり、カット角を右手系直交座標のオイラー角表示( $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ ) = ( $-2^\circ, 47^\circ, 1.8^\circ$ )の回転操作を行った後の新たなX軸を伝播方向としたものである。この場合、パワーフロー角を $-0.9^\circ$ に設定したものである。パワーフロー角の符号のマイナスは時計回りの方向に角度をもつことを意味する。

【0020】

この圧電基板31を用いて第1の弾性波共振器として中心周波数が1842MHzの第1の縦結合型弾性表面波フィルタ32と第2の弾性波共振器として中心周波数が1960MHzの第2の縦結合型弾性表面波フィルタ33の2つの弾性波共振器を同一の圧電基板31上に作製した。第1の縦結合型弾性表面波フィルタ32のIDTの交差幅は75 $\mu$ m

10

20

30

40

50

とし、2つの反射器の間に第1のIDT、第2のIDT、第3のIDT、第4のIDT、第5のIDTが順次並べられた構成とし、それぞれの電極指本数は順に44本(22対)、23本(11.5対)、64本(32対)、23本(11.5対)、44本(22対)とした。中央の第3のIDTは中央で2つの領域に分割され、前記2つの領域は逆相構成とされている。

#### 【0021】

第1の縦結合型弾性表面波フィルタ32の第2のIDTと第4のIDTは入力端子36に接続され、第1のIDTと第3のIDTの分割された一方の領域はバランス型の出力端子37の一方に接続され、第5のIDTと第3のIDTの分割された他の一方の領域はバランス型の出力端子37の他の一方に接続されている。

10

#### 【0022】

第2の縦結合型弾性表面波フィルタ33の交差幅は50 $\mu$ mとし、2つの反射器の間に第1のIDT、第2のIDT、第3のIDT、第4のIDT、第5のIDTが順次並べられた構成とし、それぞれの電極指本数は順に36本(18対)、33本(16.5対)、60本(30対)、33本(16.5対)、36本(18対)とした。中央の第3のIDTは中央で2つの領域に分割され、前記2つの領域は逆相構成とされている。第2の縦結合型弾性表面波フィルタ33の第2のIDTと第4のIDTは入力端子38に接続され、第1のIDTと第3のIDTの分割された一方の領域はバランス型の出力端子39の一方に接続され、第5のIDTと第3のIDTの分割された他の一方の領域はバランス型の出力端子39の他の一方に接続されている。第1の縦結合型弾性表面波フィルタ32の入力端子36と第2の縦結合型弾性表面波フィルタ33の入力端子38は電氣的に接続され共通入力端子を有する構成とされている。

20

#### 【0023】

そして、第1の縦結合型弾性表面波フィルタ32の交差部を位相速度の伝播方向に延長した領域と、第2の縦結合型弾性表面波フィルタ33の交差部を位相速度の伝播方向に延長した領域とは、一部が重なるように配置したものである。第2の縦結合型弾性表面波フィルタ33の交差幅が弾性表面波の位相速度の伝播方向の延長上の第1の交差幅の中に納まる位置に配置した。

#### 【0024】

第1と第2の縦結合型弾性表面波フィルタ32、33の中心間距離は430 $\mu$ mである。

30

#### 【0025】

圧電基板31の厚みは250 $\mu$ m、圧電基板31の裏面は、強度アップのため鏡面(表面粗さRa=0.1~0.3nm)とした。図4、図5に第1の縦結合型弾性表面波フィルタ32の電気特性を示す。比較例として図7、図8に裏面粗さRa=0.1 $\mu$ m、基板厚み=250 $\mu$ mの42°YカットX伝播タンタル酸リチウムを圧電基板とした際の第1の縦結合型弾性表面波フィルタの電気特性を示す。図4に示す本発明の他の実施の形態の弾性波装置の電気特性の方が、図7に示す比較例より減衰特性が優れていることがわかる。また図5に示した本発明の他の実施の形態の弾性波装置の電気特性の方が、図8に示した比較例より通過帯域内リップルが小さく、電気特性が優れていることがわかる。

40

#### 【0026】

上記した本発明の他の実施の形態では、中心周波数の異なる第1と第2の縦結合型弾性表面波フィルタ32、33を同一の圧電基板31上に作製した場合を示したが、中心周波数が同じフィルタを同一の圧電基板上に作製し、入出力端の少なくともいずれか一方を共通化した構成においても同様に通過帯域リップルや帯域外減衰量の劣化を抑制することができる。

#### 【0027】

本発明の他の実施の形態における弾性波装置では、圧電基板31についてはオイラー角表示( , , )=( -2°, 47°, 1.8°)のタンタル酸リチウム単結晶を用いたが、オイラー角( , , )=( a , b , c )としたときに、 -10° a 10°

50

、 $42^\circ$ 、 $b = 52^\circ$ 、 $-a - 0.2^\circ$ 、 $c = -a + 0.2^\circ$ の条件を満たすタンタル酸リチウム単結晶を圧電基板として用いることで、この圧電基板に形成する弾性波共振器として低損失のフィルタが得られ、バルク波による通過帯域内リップルの発生や帯域外減衰量の劣化を抑制することができる。オイラー角の値  $c$  を  $0$  から異ならせるほどパワーフロー角が大きくなり、バルク波の進行方向も弾性表面波の群速度の進行方向に連動して変えることができる。圧電基板 31 の厚みが  $80\ \mu\text{m} \sim 200\ \mu\text{m}$  と更に薄板化が進んでも圧電基板 31 の厚みに応じオイラー角の値  $c$  を適宜選択することでバルク波による通過帯域内リップルの発生や帯域外減衰量の劣化を抑制することができる。また、オイラー角の値  $c$  とオイラー角の値  $a$  の関係を、 $-a - 0.2^\circ$ 、 $c = -a + 0.2^\circ$  とすることで弾性表面波の損失を小さく保つことができる。また、オイラー角の値  $a$  を  $-10^\circ \sim 10^\circ$  の範囲外とするとタンタル酸リチウムウエハの製作が困難になるなど製造上の問題が生じる他、電気機械結合係数が小さくなるなど性能上の問題も発生するため、 $-10^\circ \leq a \leq 10^\circ$  の範囲とすることが望ましい。

10

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0028】

本発明に係る弾性波装置は、低背化を実現しながら、十分な強度を有する弾性波装置を実現し、かつ通過帯域内リップルの発生や帯域外減衰量劣化の少ない弾性波装置を得るものであり、主として移動体通信機器に用いられる弾性波フィルタ等において有用となるものである。

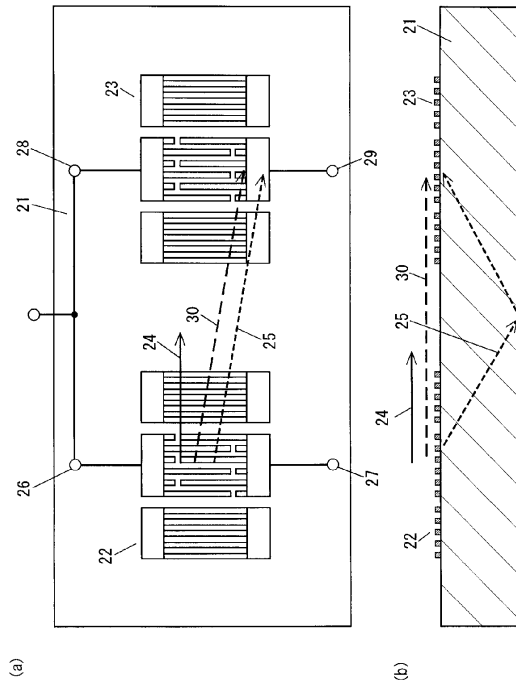
20

#### 【符号の説明】

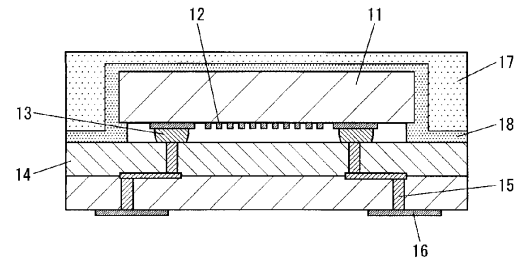
#### 【0029】

- 21、31 圧電基板
- 22、23 弾性波共振器
- 24 位相速度の伝播方向
- 25 バルク波の伝播方向
- 26、28、36、38 入力端子
- 27、29、37、39 出力端子
- 32、33 縦結合型弾性表面波フィルタ

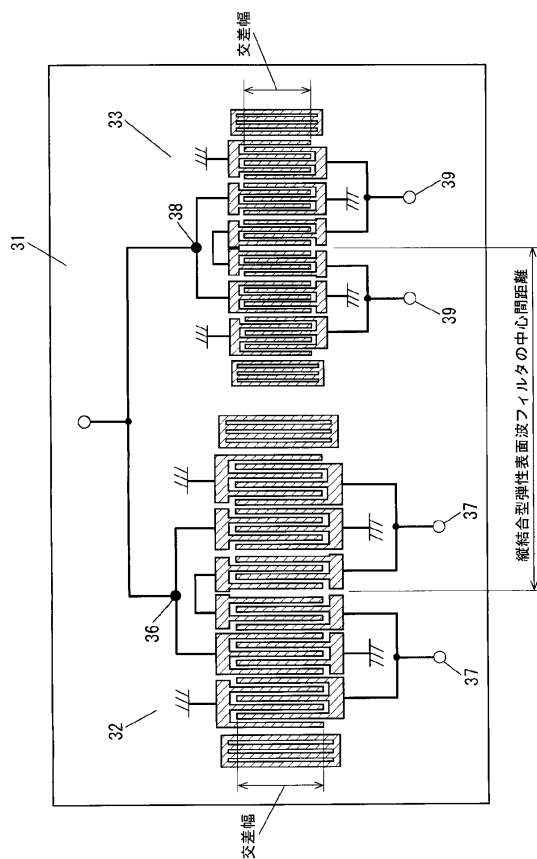
【図 1】



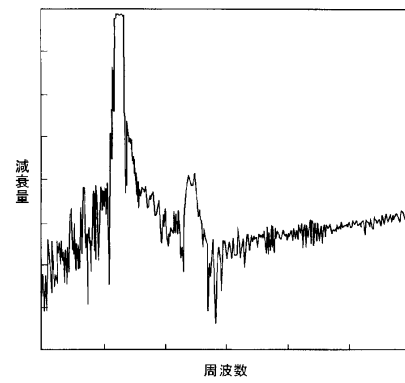
【図 2】



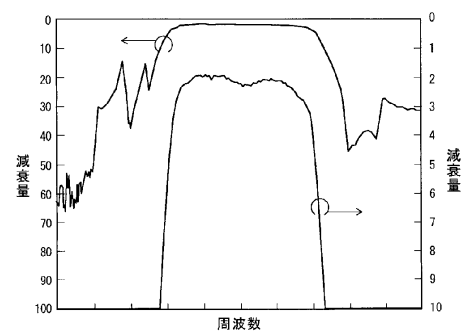
【図 3】



【図 4】

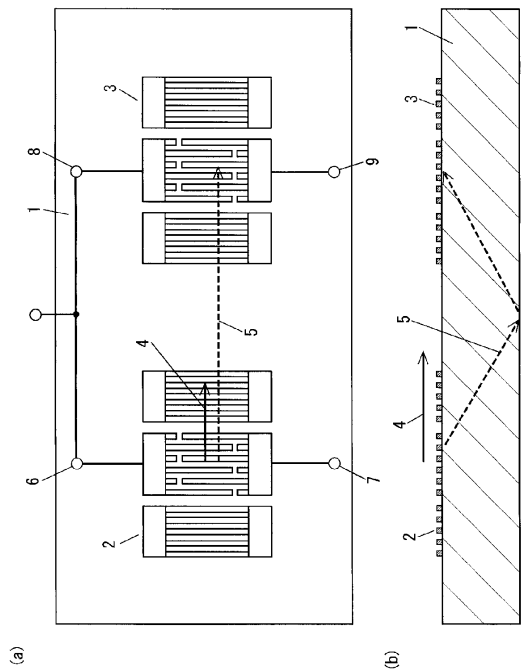


【図 5】

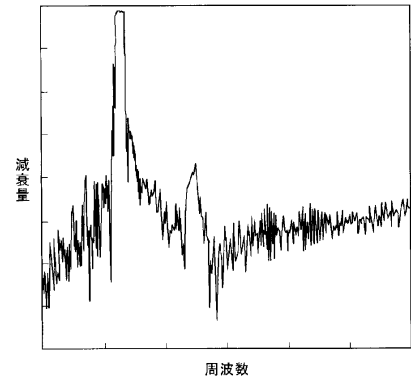




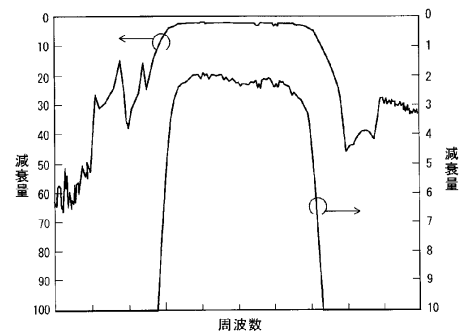
【図 6】



【図 7】



【図 8】



---

フロントページの続き

(72)発明者 佐々木 理穂

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニックエレクトロニックデバイス株式会社内

(72)発明者 井上 孝

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニックエレクトロニックデバイス株式会社内

審査官 鬼塚 由佳

(56)参考文献 特開 2 0 1 0 - 2 5 1 8 8 9 ( J P , A )

特開 2 0 0 7 - 3 2 5 0 8 4 ( J P , A )

特開昭 6 2 - 0 6 2 6 0 8 ( J P , A )

特開 2 0 0 2 - 2 9 0 2 0 3 ( J P , A )

特開 2 0 0 3 - 1 6 8 9 5 1 ( J P , A )

特開 2 0 0 7 - 1 0 4 0 5 7 ( J P , A )

特許第 3 2 1 6 1 3 7 ( J P , B 2 )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 3 H 9 / 6 4

H 0 3 H 9 / 1 4 5

H 0 3 H 9 / 2 5