

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4701504号  
(P4701504)

(45) 発行日 平成23年6月15日 (2011.6.15)

(24) 登録日 平成23年3月18日 (2011.3.18)

(51) Int.Cl.

F I

H03H 3/04 (2006.01)

H03H 3/04 B

H03H 9/56 (2006.01)

H03H 9/56 D

請求項の数 2 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-13392 (P2001-13392)  
 (22) 出願日 平成13年1月22日 (2001.1.22)  
 (65) 公開番号 特開2002-217663 (P2002-217663A)  
 (43) 公開日 平成14年8月2日 (2002.8.2)  
 審査請求日 平成20年1月8日 (2008.1.8)

(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  
 (74) 代理人 100095728  
 弁理士 上柳 雅誉  
 (74) 代理人 100107261  
 弁理士 須澤 修  
 (74) 代理人 100127661  
 弁理士 宮坂 一彦  
 (72) 発明者 渡辺 潤  
 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 畑中 博幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 三重モード圧電フィルタの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一方の主面上に凹陷部を形成した圧電基板の平坦面側に3つの電極を配置すると共に、凹陷面側に全面電極を施した三重モード圧電フィルタの周波数を調整する工程において、前記3つの電極の一方の端の電極と前記全面電極とを駆動電極とし、他の電極を全面電極と短絡した1端子対共振子が呈する共振特性に応じて、中央の電極および前記端の電極に質量を同時に付加して周波数調整するときの前記質量は、前記中央の電極よりも前記端の電極の方が多いことを特徴とする三重モード圧電フィルタの製造方法。

【請求項 2】

請求項1に記載の三重モード圧電フィルタの製造方法において、前記周波数を調整する工程は、孔が開いたマスクを前記平坦面側に被せて、前記中央および前記端の電極に質量を負荷する工程を有し、前記孔は、前記中央の電極を露出する領域よりも前記端の電極を露出する領域の方が広いことを特徴とする三重モード圧電フィルタの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は高周波三重モード圧電フィルタとその周波数調整法に関し、特に高周波三重モードフィルタの周波数調整方法の改良に関する。

【0002】

【従来の技術】

10

20

高周波圧電デバイス、特に水晶基板を用いた多重モード圧電フィルタ（以下、多重モードフィルタと称す）は、小型、軽量、堅牢であると共に優れた周波数温度特性を有することから、近年では携帯電話の端末に広く使用されている。

図4（a）は従来の三重モードフィルタの構成を示す平面図であって、水晶基板31の主面上に対向する3対の電極32-33、34-35、36-37を近接配置すると共に、それぞれの電極対から水晶基板31の端部に向けてリード電極を延在し、端子T1-T1'、T2-T2'、T3-T3'と接続して三重モードフィルタを構成する。図4（b）はフィルタとして機能させるために、各電極の接続を示す図であって端子T2-T2'を短絡すると共に、T1'、T2'、T3'接続して共通端子Tcとし、入出力端子T1-Tc、T3-Tcに適当な終端を施すことにより、バンドパスフィルタとして作用する。また、電極33、35、37を接続して1つの共通電極としても、三重モードフィルタとして機能することは周知のことである。

10

#### 【0003】

三重モードフィルタの周波数調整法については、例えば特開平7-189884号公報に公開されている。図4（b）において端子T3とTcとを短絡して、T1-Tcの1端子対共振子とした場合の共振周波数を低い周波数から $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$ とする。ここで、水晶基板31の平面度及び平行度が理想的であり、電極対32-33、34-35、36-37の質量負荷が同一であるならば、図5の上段に示すような共振特性を呈する。そこで、図5の右端に示すように相並んだ3電極の両端の電極にのみに質量を付加すると、その共振特性は下段に示すような共振特性となる。即ち、 $f_2$ の周波数変動が $f_1$ 、 $f_3$ に比べて大きく移動する。周波数 $f_1$ と周波数 $f_3$ の周波数移動量は略同じで周波数差（ $f_3' - f_1'$ ）は（ $f_3 - f_1$ ）とほぼ同じであるが、周波数 $f_2$ の変化量は大きくなり、周波数差（ $f_2' - f_1'$ ）は（ $f_2 - f_1$ ）と比べて大幅に小さくなる。

20

これは、反対称零次モード $A_0$ （共振周波数 $f_2$ ）の振動変位は電極34の中央で0となり、電極32、36のほぼ中央で最大の変位を呈する。周知のように、振動体の振動部分に質量を付加する際、振動変位が最大である位置に付加すると周波数変化量が最大になるからである。

また、逆に両端の電極の質量を電子ビーム等で一様に削取ると（ $f_3' - f_1'$ ）はほぼ一定の状態、周波数差（ $f_2' - f_1'$ ）は（ $f_2 - f_1$ ）と比べて増大することになる。

30

#### 【0004】

次に、図6の右端に示すように相並んだ3電極のうち、中央の電極34にのみ質量を付加すると、周波数変化量の大きいモードは対称零次モード $S_0$ （周波数 $f_1$ ）であり、次が対称1次モード $S_1$ （周波数 $f_3$ ）、周波数の変動の少ないモードは反対称零次モード $A_0$ （ $f_2$ ）である。従って三重モードフィルタの中央の電極34に質量を付加し周波数を低下させると、反対称零次モード $A_0$ の周波数変動量が小さいため、周波数差（ $f_3' - f_1'$ ）をほぼ一定に保持したまま周波数差（ $f_3' - f_2'$ ）を減少させることができる。逆に電極34の質量を削り取りと周波数差（ $f_3' - f_2'$ ）を増大させることができる。

40

#### 【0005】

また、三重モードフィルタのいずれの電極に質量を付加した場合でも程度の差はあれ全体の周波数に影響するため、各々の周波数配列を崩さず全体の周波数を低下する方法が必要であるが、電極33、35、37の全体に蒸着などの方法を用いて質量を付加すれば、3つの周波数を並行移動させることができる。

#### 【0006】

#### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記したような三重モードフィルタの周波数調整法は、従来の平板状の水晶基板を用いた三重モードフィルタには適用可能であったが、図7に断面図を示すような、水晶基板40にエッチング等の手段を用いて凹陷部41を形成した高周波圧電基板に、3つの電極42、43、44を近接配置し、凹陷側に全面電極45を配設した高周波三重

50

モードフィルタには、次に述べる理由で適用できないという問題があった。即ち、凹陥部 41 の薄肉部（振動部）の板厚は高周波を得るため十数ミクロンと極めて薄く加工する必要がある、図 8、9 の上段に示すように、平行度あるいは平面度が良好ではない場合が多い。例えば、図 8 に示すように、図中の左端から右端にかけて基板の厚みが次第に薄くなるような基板に、電極 42、43、44 と全面電極 45 を付着し、電極 43、44、45 を短絡して、 $T_1 - T_c$  からみた 1 端子対共振子の共振特性を測定すると、例えば図 8 の下段に示すような特性となる。つまり、各電極対 42 - 45、43 - 45、44 - 45 の共振周波数が大幅に異なるために、各電極間に生じる結合が極めて弱くなり、図 8 に示すような振動部の形状の場合には、駆動する電極 42 - 45 により対称零次モード  $S_0$ （共振周波数  $f_1$ ）が強く励振されるが、反対称零次モード  $A_0$ （共振周波数  $f_2$ ）、対称 1 次モード  $S_1$ （共振周波数  $f_3$ ）の共振レベルは極めて小さくなり、場合によっては他のモードによる共振に隠れて検出できないこともある。

#### 【0007】

逆に、図 9 の上段に示すように基板の厚みが図中左端から右端にかけて次第に厚くなる場合、端子  $T_1 - T_c$  側から駆動した共振特性は、同図の下段に示すように各電極間の結合が弱いために対称 1 次モード（ $S_1$ ）は強く励振されるが、他の対称零次モード  $S_0$ （共振周波数  $f_1$ ）、反対称零次モード  $A_0$ （共振周波数  $f_2$ ）の共振レベルは極めて小さくなる。

そこで、図 10 の上段左のような共振特性の場合に、対称 1 次モード  $S_1$ （ $f_3$ ）の共振レベルを大きくすべく電極 44 に質量を付加すると、反対称零次モード  $A_0$ （ $f_2$ ）が大きく周波数移動することになり、図 10 の下段に示すように対称零次モード  $S_0$ （ $f_1$ ）の共振と反対称零次モード  $A_0$ （ $f_2$ ）の共振周波数が接近するようになる。また、図 11 の上段右に示すように、電極 43、44 に質量を付加すると、下段に示すように反対称零次モード  $A_0$ （ $f_2$ ）が対称 1 次モード  $S_1$ （ $f_3$ ）と近接するようになり、高周波三重モードフィルタの周波数調整に従来の三重モードフィルタの周波数調整法が適用できないという問題があった。

本発明は上記問題を解決するためになされたものであって、高周波圧電基板の平面度、平行度が悪い場合でも高周波三重モードフィルタの周波数調整を可能とし、所定のフィルタ特性に調整できる手法を提供することを目的とする。

#### 【0008】

#### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明に係る三重モード圧電フィルタの製造方法は、一方の主面上に凹陥部を形成した圧電基板の平坦面側に 3 つの電極を配置すると共に、凹陥面側に全面電極を施した三重モード圧電フィルタの周波数を調整する工程において、前記 3 つの電極の一方の端の電極と前記全面電極とを駆動電極とし、他の電極を全面電極と短絡した 1 端子対共振子が呈する共振特性に応じて、中央の電極および前記端の電極に質量を同時に付加して周波数調整するときの前記質量は、前記中央の電極よりも前記端の電極の方が多いことを特徴とする。また、三重モード圧電フィルタの製造方法において、さらに、前記周波数を調整する工程は、孔が開いたマスクを前記平坦面側に被せて、前記中央および前記端の電極に質量を負荷する工程を有し、前記孔は、前記中央の電極を露出する領域よりも前記端の電極を露出する領域の方が広いことを特徴とする。そして、上記の周波数を調整する工程を含む製造方法によって、三重モード圧電フィルタは製造される。

#### 【0009】

#### 【発明の実施の形態】

以下本発明を図面に示した実施の形態に基づいて詳細に説明する。

図 1 (a) は本発明に係る三重モードフィルタの構成を示す平面図であって、水晶基板 1 の一方の主面の一部をエッチング等の手段により、振動部となる凹陥部 2 を形成すると共に、該凹陥面に全面電極 3 を施し、端子  $T_c$  と接続する。一方、平坦側に 3 つの電極 4、5、6 を近接して配置すると共に、該電極 4、5、6 から水晶基板 1 の端部に向けてリード電極を延在し、それぞれ端子  $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$  と接続して高周波三重モードフィルタを

構成する。

図 1 ( b ) は三重モードフィルタとして機能させるように各電極を接続した場合であり、端子 T 1 - T c、T 3 - T c にそれぞれ適当な終端を施すことによりバンドパスフィルタとして作用する。図 1 ( c ) は本発明になる三角形状、矩形状に孔を開けた周波数調整用のマスク 7 a、7 b を三重モードフィルタ素子に被せて周波数を行う場合の状態を示す図で、端の電極 6 上にはマスク 7 b をとおしてほぼ全面に質量が付加されるが、中央の電極 5 上はマスク 7 a をとおして電極 5 の一部にのみ質量が付加されるようになる。

【 0 0 1 0 】

本発明の特徴は、従来のように電極 6 ( 電極 4 )、あるいは電極 5、6 ( 電極 4、5 ) のようにそれぞれの電極にほぼ等面積に質量付加するのではなく、電極 6 ( 電極 4 ) のほぼ全面、電極 5 の一部、例えば電極の 1 / 4 に質量付加することにより、対称零次モード ( f 1 )、反対称零次モード ( f 2 )、対称 1 次モード ( f 3 ) の共振周波数は互いに接近することなく、しかもその共振レベルが増大するようになる。従って、各モードの周波数とレベルを確認しながら周波数を調整することができるようになったことである。

【 0 0 1 1 】

図 2 は本発明になる三角形状の周波数調整用マスクを用いて、三重モードフィルタの周波数調整を行った際の周波数特性を示す図である。始めに、端子 T 1 - T c から三重モードフィルタ素子の周波数特性を測定したとき図 2 の上段に示すような場合とする。電極 5、6 上に図 1 ( c ) に示すようなマスクで覆い、質量付加を始めると図 2 下段に示すように各モードのレベルが大きくなり、共振周波数の測定が容易になる。このように各モードのレベルが大きくなると、各モードの共振周波数を精度良く測定できるようになり、その後は従来の調整法にて所望の周波数に調整すればよい。

図 3 は 1 3 0 M H z 帯の高周波三重モードフィルタを本発明になる周波数調整用マスクを用いて周波数調整し、1 端子対共振子として測定した例である。

【 0 0 1 2 】

以上では圧電基板に水晶を用いた三重モードフィルタの例を説明したが、本発明はこれのみに限ることなく他の圧電基板、四硼酸リチウム、タンタル酸リチウム、ランガサイト等の圧電基板を用いた三重モードフィルタに適用してもよい。

また、周波数調整用マスクの形状としては必ずしも三角形状である必要はなく、中央の電極と端の電極とに付着する質量付加を異なるようにした形状であればよい。

また、上記説明は質量を付加して三重モードフィルタの周波数調整法を説明したが、電極膜を薄く削り取るように調整してもよい。この場合も中央の電極と、一方の端の電極とを同時に削り取る量を異なるようにすればよい。

【 0 0 1 3 】

【 発明の効果 】

本発明は、以上説明したように構成したので、請求項 1 に記載の発明は高周波三重モードフィルタの周波数調整法が、従来の試行錯誤による調整法に比べて遙かに優れた効果を表す。請求項 2 に記載の発明は、各電極に余分な質量付加を行うことがないので、スプリアス等の少ないフィルタが得られるという効果がある。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 ( a ) は本発明に係る三重モードフィルタの構成を示す平面図、( b ) は各電極の接続法を示す図、( c ) は三重モードフィルタ素子に周波数調整用マスクを被せた場合の平面図である。

【 図 2 】 周波数調整前後の周波数特性を示す図である。

【 図 3 】 各電極の周波数調整が完了した後の周波数特性を示す図である。

【 図 4 】 ( a ) は従来の三重モードフィルタの構成を示す平面図、( b ) はフィルタとして機能させる場合の各電極の接続状態を示す図である。

【 図 5 】 従来の三重モードフィルタの周波数調整法を示す図である。

【 図 6 】 従来の三重モードフィルタの周波数調整法を示す図である。

【 図 7 】 従来の高周波三重モードフィルタの構成を示す断面図である。

【図 8】圧電基板の振動部が一様でない場合（図中左から右にかけて厚みが薄くなる）の周波数特性である。

【図 9】圧電基板の振動部が一様でない場合（図中左から右にかけて厚みが厚くなる）の周波数特性である。

【図 10】第 3 電極への質量付加と周波数特性との関係を示す図である。

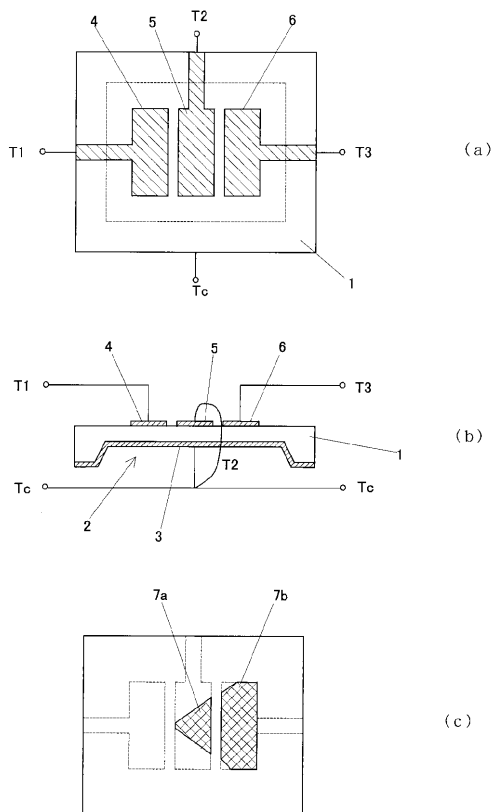
【図 11】第 2、第 3 電極への質量付加と周波数特性との関係を示す図である。

【符号の説明】

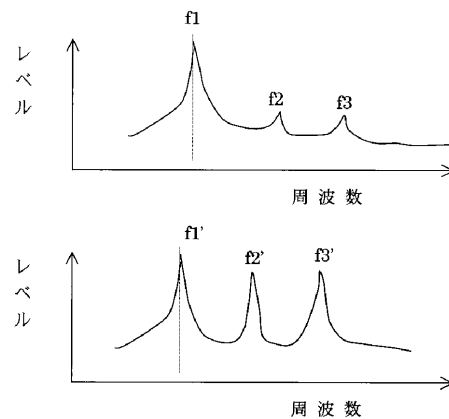
- 1・・・圧電基板
- 2・・・凹陷部
- 3・・・全面電極
- 4、5、6・・・電極
- T1、T2、T3、Tc・・・端子
- 7・・・周波数調整用マスク
- 8、9・・・付加された質量

10

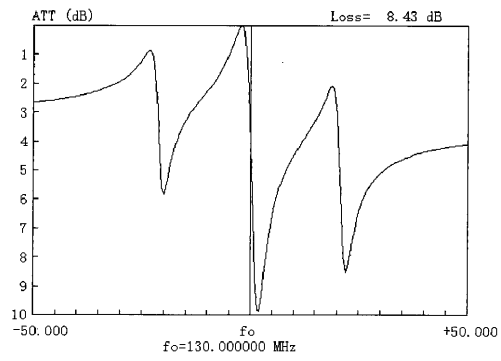
【図 1】



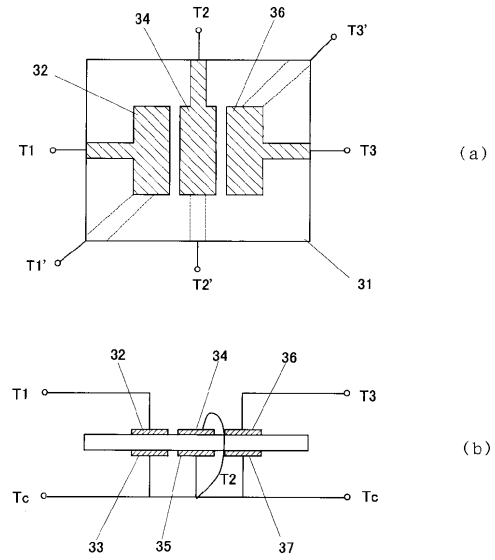
【図 2】



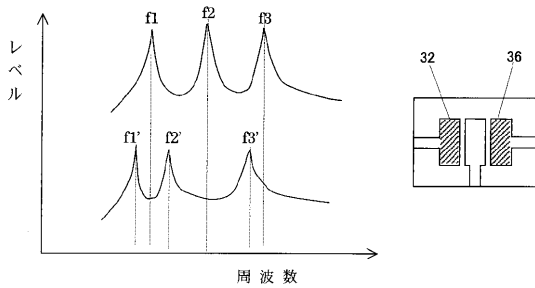
【図 3】



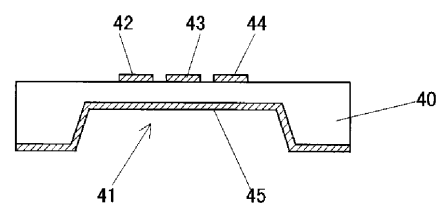
【図 4】



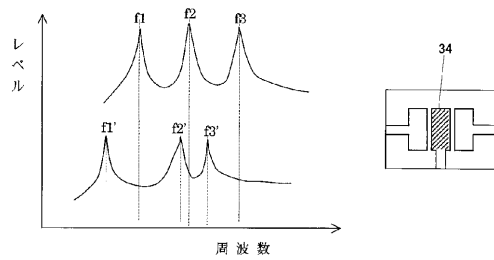
【図 5】



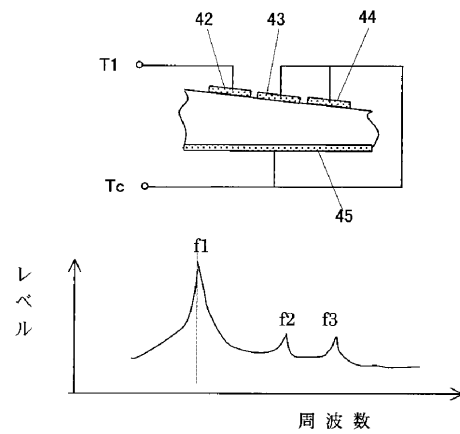
【図 7】



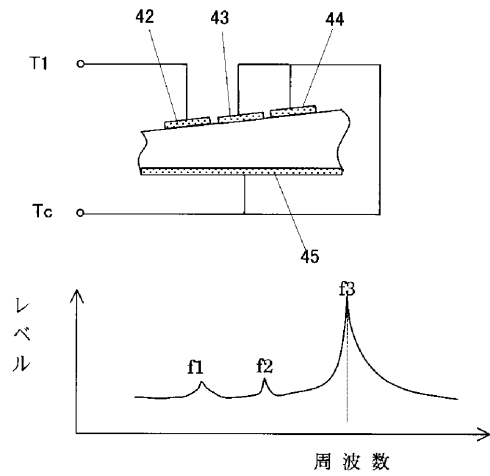
【図 6】



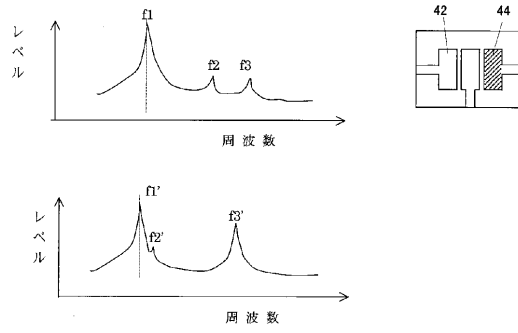
【図 8】



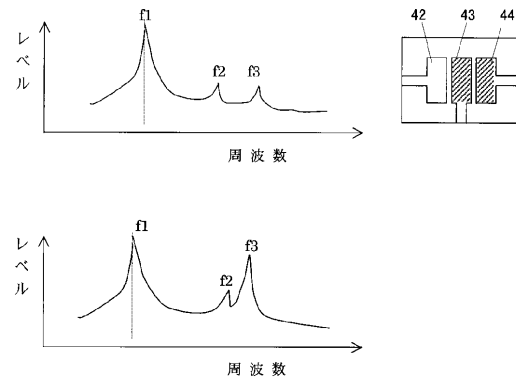
【図 9】



【図 10】



【図 11】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 0 9 - 0 1 8 2 6 6 ( J P , A )  
特開 2 0 0 0 - 3 4 1 0 6 7 ( J P , A )  
特開昭 5 3 - 1 1 3 4 5 1 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H03H 3/04

H03H 9/56