

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3987036号
(P3987036)

(45) 発行日 平成19年10月3日(2007.10.3)

(24) 登録日 平成19年7月20日(2007.7.20)

(51) Int. Cl. F I
HO3H 9/58 (2006.01) HO3H 9/58 C
HO3H 9/17 (2006.01) HO3H 9/17 F

請求項の数 16 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2003-543190 (P2003-543190)	(73) 特許権者	501209070
(86) (22) 出願日	平成13年11月6日(2001.11.6)		インフィネオン テクノロジーズ アクチ
(65) 公表番号	特表2005-509348 (P2005-509348A)		エンゲゼルシャフト
(43) 公表日	平成17年4月7日(2005.4.7)		ドイツ連邦共和国 81669 ミュンヘ
(86) 国際出願番号	PCT/EP2001/012826		ン ザンクト マルティン シュトラーセ
(87) 国際公開番号	W02003/041273		53
(87) 国際公開日	平成15年5月15日(2003.5.15)	(73) 特許権者	398012616
審査請求日	平成16年5月24日(2004.5.24)		ノキア コーポレイション
			フィンランド エフイーエンー02150
			エスプー ケイララーデンティエ 4
		(74) 代理人	100080034
			弁理士 原 謙三
		(74) 代理人	100113701
			弁理士 木島 隆一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フィルタ装置およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

(a) 上面(12)および下面(14)を有する基板(10)と、

(b) 共振周波数が0.5~5GHzである少なくとも1つの弾性バルク波共振器を含んだ、少なくとも1つの弾性バルク波(BAW)フィルタ(20)とを含み、

上記弾性バルク波(BAW)フィルタ(20)は、基板(10)の上面(12)に接触しており、

上記基板(10)の下面(14)が、弾性波の弾性波フィルタ(20)への反射を低減させるためにでこぼこになっている、フィルタ装置。

【請求項 2】

でこぼこにした基板の下面における突出部と窪みとの平均高度差が、0.2よりも大きく、好ましくは0.5よりも大きい、請求項1に記載のフィルタ装置。

【請求項 3】

上記でこぼこにした基板の下面における突出部と窪みとの平均横方向距離が、3よりも小さく、好ましくは2よりも小さい、請求項1または2に記載のフィルタ装置。

【請求項 4】

上記弾性波フィルタが、少なくとも1つの積層型結晶フィルタ(SCF)を含んだ弾性バルク波(BAW)フィルタである、請求項1~3のいずれか1項に記載のフィルタ装置。

【請求項 5】

上記弾性波フィルタは、少なくとも1つの音響ミラーをさらに含んでいる、請求項1～4のいずれか1項に記載のフィルタ装置。

【請求項6】

上記音響ミラーは、弾性バルク波共振器または積層型結晶フィルタと、基板の上面(12)との間に配置されている、請求項5に記載のフィルタ装置。

【請求項7】

上記音響ミラーは、ミラー層を2組のみ含んでおり、この各組のミラー層が、高い音響インピーダンスを有する材料からなる層と、低い音響インピーダンスを有する材料からなる層とを含んでおり、双方の組のミラー層は、高い音響インピーダンスを有する材料からなる2つの層が、低い音響インピーダンスを有する材料からなる1つの層によって隔てられて配置されている、請求項5または6に記載のフィルタ装置。

10

【請求項8】

上記基板がシリコン基板である、請求項1～7のいずれか1項に記載のフィルタ装置。

【請求項9】

フィルタ装置の製造方法であって、

(a)上記上面(12)および下面(14)を有する基板(10)を準備するステップと、

(b)上記基板(10)の上面(12)に、共振周波数が0.5～5GHzの弾性バルク波共振器を少なくとも1つ含む弾性バルク波フィルタ(20)を少なくとも1つ形成するステップと、

20

(c)上記弾性バルク波フィルタ(20)への弾性波の反射が低減するように、基板(10)の下面(14)をでこぼこにするステップとを含んだ、製造方法。

【請求項10】

上記した基板(10)の下面(14)をでこぼこにするステップ(c)を、基板を薄くすると同時に実施する、請求項9に記載の方法。

【請求項11】

上記の下面(14)をでこぼこにするステップは、機械を用いて実施される、請求項9または10に記載の方法。

【請求項12】

上記の下面をでこぼこにするステップは、研磨によって実施される、請求項9～11のいずれか1項に記載の方法。

30

【請求項13】

上記の下面(14)をでこぼこにするステップは、エッチング、好ましくはウェットエッチングによって実施される、請求項9または10に記載の方法。

【請求項14】

上記弾性波フィルタは、少なくとも1つの積層型結晶フィルタ(SCF)を含んだ弾性バルク波(BAW)フィルタである、請求項9～13のいずれか1項に記載の方法。

【請求項15】

上記ステップ(b)では、基板(10)の上面(12)と、弾性波フィルタにおける弾性バルク波共振器または積層型結晶フィルタ(SCF)との間に配置される音響ミラーを形成する、請求項9～14のいずれか1項に記載の方法。

40

【請求項16】

上記基板(10)がシリコン基板である、請求項9～15のいずれか1項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

本発明は、フィルタ装置に関するものである。また、本発明は、特に、弾性波(音波)(acoustic wave)フィルタ装置、例えば弾性表面波(SAW)フィルタ装置、および/または、弾性バルク波(Bulk Acoustic Wave)(BAW)フィルタ装置に関するものである。

50

【 0 0 0 2 】

無線通信装置に小型で高性能なフィルタを使う必要があることにより、弾性表面波 (S A W) フィルタが広範に用いられるようになった。この弾性表面波 (S A W) フィルタに加えて、弾性バルク波 (B A W) フィルタも用いることができる。この弾性バルク波 (B A W) フィルタには、通常、弾性バルク波 (B A W) 共振器がいくつか含まれている。弾性バルク波 (B A W) フィルタでは、弾性波は、フィルタの層表面に対して垂直方向に伝播する。一方、弾性表面波 (S A W) フィルタにおいて伝播する弾性波は、フィルタの層表面に対して平行方向に伝播する。

【 0 0 0 3 】

また、弾性バルク波 (B A W) 共振器装置を少なくとも1つ含んだモノリシックフィルタの製造が、知られている。この共振器装置は、「薄膜弾性バルク波共振器 (Thin Film Bulk Acoustic Wave Resonators) (F B A R s) 」として、従来から知られている。例えば、弾性バルク波 (B A W) 共振器は、通常、2つの電極と、それらの間に堆積された1つの圧電層とを含んでいる。また、1つまたはそれ以上の弾性絶縁層 (acoustic isolation layers) を、圧電層と各装置の基板との間で使用してもよい。

10

【 0 0 0 4 】

また、様々な既知のタイプの弾性バルク波 (B A W) 共振器を含んだ弾性バルク波 (B A W) フィルタを、製造できる。これらの既知のタイプの弾性バルク波 (B A W) 共振器は、3つの基本部分によって構成されている。これらのうちの第1部分は、弾性波の発生に用いられる。この部分は、弾性に富んだ (acoustically-active) 圧電層を含んでいる。この層は、例えば、酸化亜鉛 (Z n O)、窒化アルミニウム (A l N)、硫化亜鉛 (Z n S)、または、他の適切な、薄膜を製造できる圧電材料を含んでいてもよい。これらのうちの第2の部分には、電極が備えられており、この電極は圧電層の反対側に形成される。弾性バルク波 (B A W) 共振器の第3部分は、圧電層によって生じた振動から基板を弾性によって (acoustically) 分離するためのメカニズムを含んでいる。弾性バルク波 (B A W) 共振器は、通常、シリコン、ガリウムヒ素、または、薄膜技術 (例えば、スパッタリング、化学気相反応法、等) を用いるガラス基板の上に、形成される。弾性バルク波 (B A W) 共振器は、直列共振および並列共振を示し、この共振は、例えば結晶共振器の共振と類似している。弾性バルク波 (B A W) 共振器の共振周波数の範囲は、通常、装置の層厚によって異なるが、約 0 . 5 G H z から 5 G H z までである。

20

30

【 0 0 0 5 】

図1に、共振器を基板から弾性によって分離するために音響ミラー (acoustic mirror) を用いる弾性バルク波 (B A W) 共振器の1例を示す。弾性バルク波 (B A W) 共振器20は、上面12および下面 (底面) 14を有する基板10を含んでいる。音響ミラー31は、基板の上面12を覆っている。また、共振器は、さらに、第1電極21と第2電極23との間に位置する圧電層22と、保護層16とを含んでいる。圧電層22は、例えば、酸化亜鉛 (Z n O) または窒化アルミニウム (A l N) のような薄膜として形成できる圧電材料を含んでいる。

【 0 0 0 6 】

図1に例示的に示したように、音響ミラー31は、3層 (つまり、上層31a、中間層31b、および、下層31c) を含んでいる。各層31a、31b、および、31cの厚さは、例えば、共振器の共振周波数の波長の4分の1にほぼ相当する。上層31aおよび下層31cは、例えば酸化シリコン (S i O ₂)、ポリシリコン、アルミニウム (A l)、または、重合体のように、低い音響インピーダンスを有する材料から形成されている。さらに、中間層31bは、例えば金 (A u)、水鉛 (M o)、または、タングステン (W) のような、高音響インピーダンスを有する材料から形成されている。これら連続した層の音響インピーダンスの比率は、基板のインピーダンスをより低い値に変更できる程十分に、大きい。その結果、基板10は、様々な高い音響インピーダンス材料または低い音響インピーダンス材料 (例えば、S i、S i O ₂、G a A s、ガラス、または、セラミック材料) を含んでいてもよい。また、音響ミラーの層の数を、各フィルタ装置に必要とされ

40

50

る弾性絶縁 (acoustic isolation) の程度に応じて大幅に変えることができる。通常、3層から9層を使用する。また、層の数は奇数であっても偶数であってもよい。

【0007】

図2に、基板10上の積層型結晶フィルタ (Stacked-Crystal-Filter) (SCF) を含んだBAW装置の例を示す。積層型結晶フィルタ (SCF) 50は、下部電極21、中間電極23、および、上部電極25を含んでいる。下部電極と中間電極との間に位置しているのが、第1圧電層22である。中間電極と上部電極との間に位置しているのが、第2圧電層24である。圧電層22は、例えば酸化亜鉛 (ZnO) または窒化アルミニウム (AlN) のような、薄膜を形成できる圧電材料を含んでいる。第2圧電層24は、第1圧電層22と同様の材料を含んでいてもよい。中間電極23は、通常、外側電極 (ground electrode) に用いられる。上部電極25は、下部電極21および中間電極23と同様の材料 (例えばAl) を含んでいてもよい。

10

【0008】

図2に示したしっかりと備え付けられた (solidly-mounted) 積層型結晶フィルタ50は、圧電層22・24によって生じた振動を基板10から弾性によって (acoustically) 分離する音響ミラー31を含んでいる。また、図2に示したこの音響ミラー31も、3つの層 (すなわち上部層31a、中間層31b、および、下部層31c) を含んでいる。これらの層31a、31b、および、31cの厚さは、それぞれ、例えば共振器の共振周波数の波長の4分の1にほぼ等しい。上部層31aおよび下部層31cは、例えば酸化シリコン (SiO₂)、ポリシリコン、アルミニウム (Al)、または、重合体のような、低い音響インピーダンスを有する材料から形成されている。さらに、中間層31bは、例えば金 (Au)、モリブデン (Mo)、または、タングステン (W) のような高い音響インピーダンスを有する材料から形成されている。留意すべきは、装置50に所望の周波数応答特性を付与できるように装置50をチューニングするために、薄膜または波長調整層 (tuning layer) (図示せず) が必要なのであれば、この層を装置50の音響ミラー31と電極21との間に供給してもよい、ということである。

20

【0009】

しっかりと備え付けられた弾性バルク装置が有する問題は、音響ミラーによる共振器の弾性絶縁が完全ではないということ、したがって弾性エネルギー (the acoustic energy) の一部が基板に漏れ、基板の下面から共振器まで反射されてしまうという点にある。この現象は、フィルタ通過帯域に影響を与えて波紋 (ripples) を発生させ、この装置の性能を悪化させてしまう。また、基板の厚さに対応している周波数に関して言えば、基板は、共振器に対して負の効果が増す弾性の空洞 (acoustic cavity) を形成している場合さえある。

30

【0010】

これらの劣化作用を低減するために、当該の弾性波に対して高い吸収力を有する基板材料を使うことが提案されてきた。したがって、波が基板の下面に達する前に、基板に漏れた弾性波の大部分のエネルギーは、吸収される。これに適した材料が、たとえばガラスである。この解決策に関する問題は、ガラス基板が標準のCMOS製造プロセスとの互換性を有していないことにある。

40

【0011】

その代わりに、ミラー層の数を増やすこと、または、弾性エネルギーの基板への漏れを低減させるためにタングステンによって形成された非常に厚い音響ミラーを使うことが、提案されてきた。しかしながら、これらの2つの解決策には、そのような装置の製造にかなりの追加費用が必要である。

【0012】

この問題を回避するための別のアプローチは、フィルタ装置にブリッジタイプのBAW共振器を使うことである。このような共振器には、それを弾性的に (acoustically) 絶縁するために、空隙が共振器の下で用いられる。しかしながら、そのようなブリッジタイプのBAW共振器の製造コストは、共振器用に音響ミラーを使用するよりもかなり高い。さ

50

らに、ブリッジタイプの共振器を使用した場合、このようなフィルタ装置の包装 (packaging) を適切に行うことがさらに困難になる。

【 0 0 1 3 】

したがって、基板中の弾性エネルギーの反射に起因する劣化作用を低減する弾性波フィルタ装置が、必要である。特に、標準の CMOS 製造プロセスに容易に組み込むことのできる、コスト効率の良い解決策が、必要である。

【 0 0 1 4 】

前述の問題および他の問題を、独立請求項 1 に明記したようなフィルタ装置、および、独立請求項 9 に記載したフィルタ装置の製造方法によって、解決する。本発明のさらにも有効な特徴、側面、および、詳細は、従属請求項、詳細な説明、及び、添付図面から明らかである。また、請求項は、一般的な言葉で本発明を定義する初めの限定のないアプローチとして理解されることを意図している。

10

【 0 0 1 5 】

本発明は、以下を含むフィルタ装置を提示する。

(a) 上面および下面を有する基板

(b) 基板の上面に接触する少なくとも 1 つの弾性波フィルタ

このとき、基板の下面は、弾性波の弾性波フィルタへの反射を低減させるために、粗くなっている。

【 0 0 1 6 】

基板の下面を粗くすることにより得られた効果とは、弾性波フィルタによって生じて基板の下面に届く弾性波が、基本的には、粗くなった下面において拡散されることである。したがって、弾性波装置へ実際に反射される弾性波の部分は、減少する。つまり (in turn)、弾性波フィルタの性能特性が向上する。こうして、この弾性波フィルタは、ブリッジタイプのフィルタの性能レベルと類似した性能レベルに達することができるにもかかわらず (but)、製造の複雑さに関するブリッジタイプのフィルタの欠点を回避することもできる。

20

【 0 0 1 7 】

また、基板を、マイクロチップ技術、特に CMOS 技術において、基板として通常用いられる全ての材料から形成できる。本発明の好ましい実施形態では、この基板はシリコン基板である。この利点は、シリコン基板が標準の CMOS 技術と完全に互換性があるという点にある。本文脈において使われているように、基板の上面とは、弾性波フィルタが上に形成される基板の表面のことである。弾性波装置を、基板の上面に接するように形成できるか、または、弾性波装置と基板との間に配置できる例えば波長調整層のような付加的な層の上に接するように形成できる。双方の選択肢では、弾性波装置は、本発明の文脈において、基板の上面に「接している」と見なされる。

30

【 0 0 1 8 】

本発明の好ましい実施形態では、粗くした基板の下面における突出部と窪みとの平均高度差は、 0.2 よりも大きく、好ましくは 0.5 よりも大きい。ここで、 λ は、弾性波フィルタによって生じる弾性波の波長である。さらに、粗くした基板の下面における突出部と窪みとの平均横方向 (lateral) 距離が、 3λ よりも小さく、好ましくは 2λ よりも小さくなっている。

40

【 0 0 1 9 】

本発明の他の好ましい実施形態では、弾性波フィルタは、少なくとも 1 つの弾性バルク波共振器を含んだ弾性バルク波 (BAW) フィルタである。本発明のさらにもう 1 つの好ましい実施形態では、弾性波フィルタは、少なくとも 1 つの積層型結晶フィルタ (SCF) を含んだ弾性バルク波 (BAW) フィルタである。これらのタイプの弾性波フィルタは、この出願の図 1 および図 2 に関してすでに論じたように、基板上にこれらのフィルタを形成するためのプロセスと同様に、技術的によく知られている。

【 0 0 2 0 】

本発明のさらにも好ましい実施形態では、弾性波フィルタ装置は、さらに、少なくとも 1

50

つの音響ミラーを有しており、この音響ミラーは、弾性波フィルタと基板の上面との間に配置されることが好ましい。本発明の特に好ましい実施形態では、この音響ミラーは、ミラー層を2組のみ含んでおり、この各組のミラー層は、高い音響インピーダンスを有する材料からなる層と、低い音響インピーダンスを有する材料からなる層とを含んでいる。そして、双方の組のミラー層は、高い音響インピーダンスを有する材料からなる2つの層が、低い音響インピーダンスを有する材料からなる1つの層によって隔てられているように、互いに配置されている。

【0021】

本発明に基づくフィルタ装置によって、弾性波フィルタから基板を弾性によって (acoustically) 絶縁するために必要なミラー層の数を、十分に低減できる。音響ミラーを完全に省略することすら可能である。使われるミラー層の数を低減することにより、フィルタ装置のコストを削減し、さらに、音響ミラーを、基板中の反射の低減以外の他のパラメータ (例えば温度の変化 (temperature behavior)) に関して最適化できる。

10

【0022】

本発明のさらなる側面では、フィルタ装置の製造方法を提示する。この方法は、(a) 上面および下面を有する基板を準備するステップ、(b) 基板の上面に弾性波フィルタ装置を少なくとも1つ形成するステップ、(c) 弾性波フィルタへの弾性波の反射が低減するように、基板の下面を粗くするステップ、を含んでいる。

【0023】

ステップ(a)、(b)、および、(c)が、この順序で行われることが好ましいが、粗くするステップ(c)を、形成するステップ(b)の前に行うことも可能である。さらに、粗くするステップ(c)を、基板を薄くすると同時に実施することが好ましい。この場合、他のステップ、特に付加的なエッチングステップは、必要ではなくなる。この場合もやはり、コスト効率は、非常に良くなる。

20

【0024】

本発明の方法のさらに好ましい実施形態では、機械を用いて、最も好ましくは研磨することによって粗くすることができる。また、粗くするステップは、プレートサンダ (plate sander) のような従来の研磨装置を用いて実施することができる。その上、特に適切な化学機械研磨プロセスを使用できる。また、粗さの程度は、粗くするステップの間に適切など粒 (abrasive grains) を用いて制御できる。

30

【0025】

本発明の方法のさらに好ましい実施形態では、粗くするステップは、エッチングによって、好ましくはウェットエッチング (例えば HNO_3 または HF) によって達成される。しかし、基板の下面を必要な表面の粗さにできる他の全ての方法を用いても、適切に行うことができる。

【0026】

本発明の方法の他の好ましい実施形態では、弾性波フィルタは、少なくとも1つの弾性バルク波共振器を含んだ弾性バルク波 (BAW) フィルタである。本発明の方法のさらにもう1つの好ましい実施形態では、弾性波フィルタは、少なくとも1つの積層型結晶フィルタ (SCF) を含んだ弾性バルク波 (BAW) フィルタである。これらのタイプの弾性波フィルタは、既に論じたように、基板上にこれらのフィルタを形成するためのプロセスと同様に、技術的によく知られている。

40

【0027】

本発明の方法のさらにもう1つの好ましい実施形態では、上記ステップ(b)において、基板の上面と、弾性波フィルタにおける共振器または積層型結晶フィルタ (SCF) との間に配置される音響ミラーを形成する。この音響ミラーは、本発明にかかるフィルタ装置に関して既に示したように、ミラー層から形成されることが好ましい。

【0028】

本発明の方法のさらなる実施形態では、基板は、シリコンウエハのようなシリコン基板である。

50

【0029】

既にいくつか示した本発明の側面、および、他のさらに詳細な本発明の側面を、以下にいくつか記載し、図面に部分的に示す。図1は、音響ミラーを含んだ代表的な弾性バルク波(BAW)共振器の断面を概略的に示す図である。図2は、しっかりと備え付けられた、音響ミラーを含んだ代表的な積層型結晶フィルタ(SCF)の断面を概略的に示す図である。図3は、本発明の第1実施形態にかかるフィルタ装置を示す図である。図4aおよび図4bは、(a)従来のフィルタ装置と、(b)本発明のフィルタ装置とにおける、基板の下面での弾性波反射を比較した図である。図5は、基板の下面を粗くしなかった3.5ステップはしご型フィルタ装置(3.5-step ladder-type filter device)の伝送(the transmission)を示すグラフである。図6は、図5のグラフの通過帯域部分を示す拡大図である。図7は、図5のグラフ(that)に相当する、フィルタ装置の伝送のグラフの通過帯域部分を示す拡大図であるが、本発明に基づいてフィルタ装置の基板の下面を粗くした場合の図である。図8は、従来のフィルタ装置のインピーダンスの振幅(z_{am})および位相(z_{ph})を、周波数の関数(function)として示すグラフである。図9は、図8のグラフに相当する、フィルタ装置のインピーダンスの振幅(z_{am})および位相(z_{ph})を示すグラフであるが、このフィルタ装置では、その基板の下面が本発明にしたがって粗くなっている。

10

【0030】

図3に、本発明の第1実施形態にかかるフィルタ装置に用いられる弾性波フィルタに含まれる共振器を示す。

20

【0031】

図3に示した共振器は、弾性バルク波共振器であり、この出願の図1に記載したものと基本的に一致する。図3の参照符号は、図1の参照符号に付した部材と対応している。

【0032】

図1に開示した弾性バルク共振器に対して、図3の共振器は、弾性波フィルタへの弾性波の反射が低減するように基板の下面(14)を粗くした基板(10)を含んでいる。それによって、粗くした基板の下面における突出部と窪みとの平均高度差は、0.2よりも大きくなっている。そして、この平均高度差は、0.5よりも大きいことが好ましい。通常使用する場合(in typical applications)、突出部と窪みとの平均高度差は、2 μm よりも大きく、好ましくは3 μm よりも大きく、最も好ましくは5 μm よりも大きい。さらに、粗くした基板の下面における突出部と窪みとの平均横方向距離は、3よりも小さくなっている。そして、この平均横方向距離は、2よりも小さいことが好ましい。

30

【0033】

さらに、図3に基づいた好ましい実施形態では、音響ミラーは、2組のミラー層を含んでいる。この各組は、低い音響インピーダンスを有する材料からなる層(31a, 31c)と、高い音響インピーダンスを有する材料からなる層(31b, 31d)とを含んでいる。基板での弾性波反射を最小化(minimization)すること以外の特性に関してミラー積層(mirror stack)を最適化するために、本発明に基づいたフィルタ装置の音響ミラー中の層の数を変えることもできる。このような特性は、例えば温度の変化であってもよい。

【0034】

本発明にかかる弾性波フィルタは、主として、同じ音響ミラーを備えた従来技術の弾性波フィルタと一致しているが、基板の下面が粗くなっているという特徴において異なっている。この本発明に基づいた弾性波フィルタでは、従来技術の弾性波フィルタと比べて基板中の弾性波反射が少ないことが分かる。

40

【0035】

さらに、この効果を、図4aおよび図4bを参照しながら説明する。図4aおよび図4bは、従来技術のフィルタ装置(図a)および本発明のフィルタ装置(図b)における基板(10)の下面(14)での弾性波反射の比較を示す図である。図4aでは、基板(10)は、上面(12)および粗くしていない下面(14)を有している。弾性波フィルタ(40)から基板(10)に漏れる弾性波は、下面(14)に伝播し(propagate)、

50

滑らかな下面(14)において、弾性波フィルタ(40)の方へコヒーレントに(coherently)反射される。このことを、図4aの2つの矢印によって示す。弾性波は弾性波フィルタ(40)の方へ反射された後、共振器の通過帯域(結果としてフィルタの性能を悪化させるフィルタの通過帯域)において、波紋を発生させる(ripples)。

【0036】

到来波に対する反射波の干渉性(coherence)のゆえに、ある波長において、反射波が共振器に結合する(coupling)ので、基板は、劣化作用をさらに増幅する弾性の空洞を形成する。これに対して、図4bに示した本発明のフィルタ装置では、基板(10)下面は粗くなっている。弾性波フィルタ(40)から漏れて下面(14)に達した弾性波は、粗面において四方に拡散される。したがって、弾性波装置に実際に反射する弾性波は、低減される。それゆえに、弾性波フィルタへの弾性波の反射によって引き起こされたマイナスの効果は、本発明に基づいたフィルタ装置によって回避される。

10

【0037】

図5~図9に、フィルタ装置の基板が本発明にしたがって粗くなったフィルタ装置と、基板の下面を粗くしていないフィルタ装置とに関する異なる測定結果の比較を示す。これらの測定は、900MHz共振器において行われる。本発明にかかるフィルタ装置では、基板の下面を、木工品に通常使われる従来のプレートサンダを用いて粗くした。

【0038】

図5には、3.5ステップはしご型フィルタ装置の伝送を周波数の関数として示す。この測定は、フィルタ装置の拡散マトリックスの S_{21} 成分(S_{21} -component)を測定する適切な方法を用いて実行された。フィルタ装置の拡散マトリックスの定義は、当業者に知られており、例えば、Zinke, Brunswick『高周波数技術(Hochfrequenztechnik)1』(第6版、Springer出版社、182-185ページ)に開示されている。この開示を参照によってここに含める。

20

【0039】

図5のフィルタ装置では、フィルタ装置の基板の下面は、伝送(the transmission)を測定するに先立って、粗くされていなかった。図6に示した、図5の伝送測定の通過帯域部分の拡大図によると、伝送は、約920~965MHzの周波数範囲において多数の波紋を発生させる(ripples)。これらの影響は、フィルタの性能を悪化させるものである。

30

【0040】

これに対して、図7に示したように、本発明にしたがって基板の下面を粗くしたフィルタ装置における伝送では、このような波紋が通過帯域部分において存在しないことを示し、それゆえ、基板の下面を粗くしていないフィルタ装置と比較して、フィルタ装置の性能が改善されていることを示している。

【0041】

同様に、本発明にかかるフィルタ装置によって達成されたこのプラスの効果は、図8および図9からも明らかである。図8および図9では、拡散マトリックスの S_{11} 成分の振幅および位相は、周波数の機能として測定される。この測定は、上記フィルタ装置の拡散マトリックスの S_{11} 成分の適切な測定方法を用いて行われた。

40

【0042】

図8は、基板の下面を粗くしていないフィルタ装置に関するものである。他方、図9は、本発明にしたがって基板の下面を粗くしたフィルタ装置に関するものである。

【0043】

フィルタ装置の基板の下面を粗くしなかったフィルタ装置(図8)と、本発明にかかるフィルタ装置(図9)とのインピーダンスの振幅(Z_{am})および位相(Z_{ph})の比較から分かるように、本発明に基づいたフィルタ装置の S_{11} 成分は、振幅(Z_{am})および位相(Z_{ph})の両方において実質的な波紋を発生していない。これに対して、粗くしなかったフィルタ装置の性能は、特に935MHz~950MHzの範囲における、 S_{11} 成分の振幅(Z_{am})および位相(Z_{ph})の両方における波紋によって性能が悪化する

50

ることを示している。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】音響ミラーを含んだ代表的な弾性バルク波（BAW）共振器の断面を概略的に示す図である。

【図2】しっかりと備え付けられた、音響ミラーを含んだ代表的な積層型結晶フィルタ（SCF）の断面を概略的に示す図である。

【図3】本発明の第1実施形態にかかるフィルタ装置を示す図である。

【図4A】従来のフィルタ装置における、基板の下面での弾性波反射を示す図である。

【図4B】本発明のフィルタ装置における、基板の下面での弾性波反射を示す図である。

【図5】基板の下面を粗くしなかった3.5ステップはしご型フィルタ装置の伝送を示すグラフである。

【図6】図5のグラフの通過帯域部分を拡大して示す図である。

【図7】フィルタ装置の伝送のグラフの通過帯域部分を拡大して示す図である。この図は、図5のグラフに対応するグラフであるが、本発明に基づいてフィルタ装置の基板の下面を粗くした場合の図である。

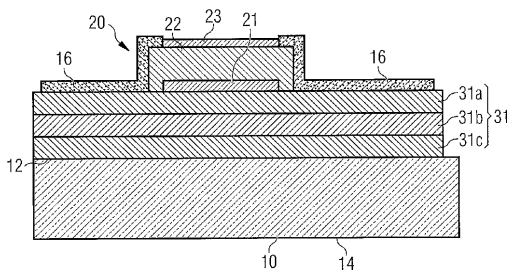
【図8】従来のフィルタ装置のインピーダンスの振幅（ z_{am} ）および位相（ z_{ph} ）を、周波数の関数として示すグラフである。

【図9】フィルタ装置のインピーダンスの振幅（ z_{am} ）および位相（ z_{ph} ）を示すグラフである。この図は、図8のグラフに対応するものであるが、この図におけるフィルタ装置は、その基板の下面が本発明にしたがって粗くなっている。

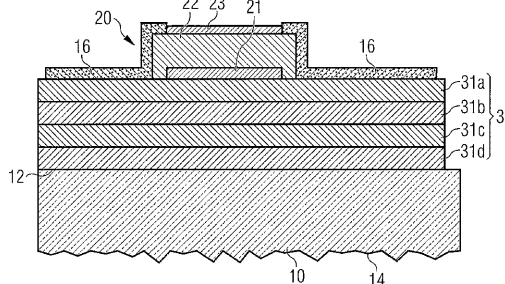
10

20

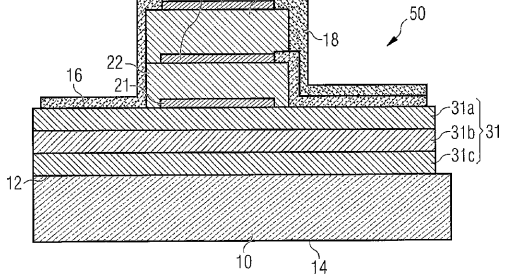
【図1】
FIG 1



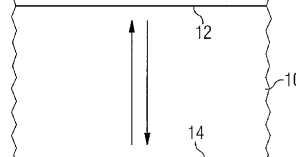
【図3】
FIG 3



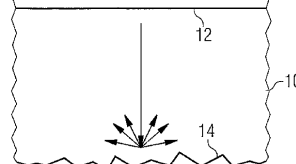
【図2】
FIG 2



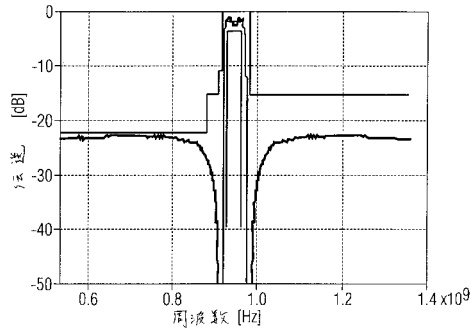
【図4A】
FIG 4A



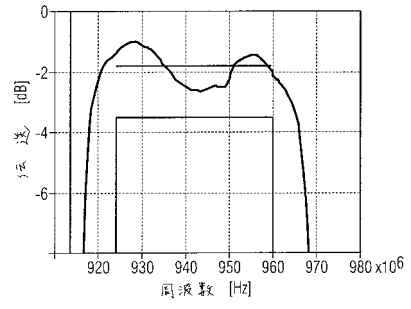
【図4B】
FIG 4B



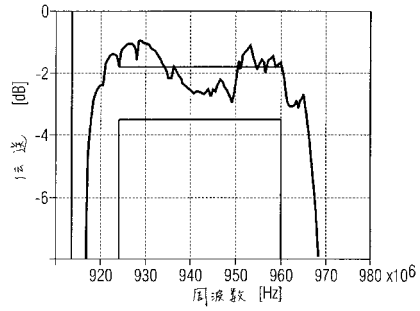
【 図 5 】



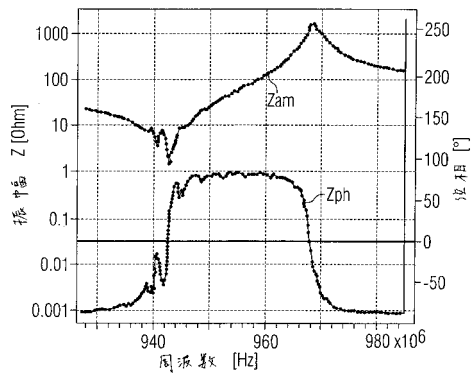
【 図 7 】



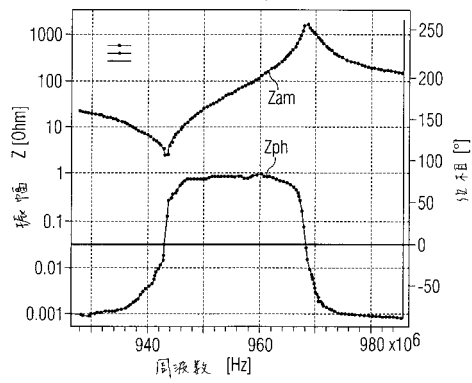
【 図 6 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(74)代理人 100116241

弁理士 金子 一郎

(72)発明者 アイグナー, ローベルト

ドイツ連邦共和国 82008 ウンターハヒング カール ドゥイスベルク シュトラーセ 2
4

(72)発明者 ティッカ, パン

フィンランド 00550 ヘルシンキ カンガサランティエ 4ア-19

(72)発明者 エッラ, ユハ

フィンランド 24800 ハリッコ カーリアイセンティ 5

審査官 崎間 伸洋

(56)参考文献 特開平10-270979(JP,A)

特開昭60-126907(JP,A)

特開昭50-056224(JP,A)

特開平08-097675(JP,A)

特開平03-165116(JP,A)

特開平11-284481(JP,A)

Giwan Yoon,他1名, Fabrication of ZnO-based film bulk acoustic resonator devices using
W/SiO₂ multilayer reflector, ELECTRONICS LETTERS, 2000年 8月 3日, vol.36, no.1
6, p.1435-p.1437

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03H3/007-H03H3/10, H03H9/00-9/76