

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7519902号
(P7519902)

(45)発行日 令和6年7月22日(2024.7.22)

(24)登録日 令和6年7月11日(2024.7.11)

(51)国際特許分類		F I		
H 0 3 H	9/145(2006.01)	H 0 3 H	9/145	Z
H 0 3 H	9/25 (2006.01)	H 0 3 H	9/25	C
H 0 3 H	9/64 (2006.01)	H 0 3 H	9/64	Z
請求項の数 15 (全27頁)				
(21)出願番号	特願2020-545804(P2020-545804)	(73)特許権者	598054968	
(86)(22)出願日	平成31年3月14日(2019.3.14)		ソイテック	
(65)公表番号	特表2021-516904(P2021-516904		Soitec	
	A)		フランス国, 38190 ベルナン,	
(43)公表日	令和3年7月8日(2021.7.8)		パルク テクノロジーク デ フォンテー	
(86)国際出願番号	PCT/EP2019/056431		ヌ, シュマン デ フランク	
(87)国際公開番号	WO2019/175317		Parc Technologique	
(87)国際公開日	令和1年9月19日(2019.9.19)		des fontaines chemi	
審査請求日	令和2年10月6日(2020.10.6)		n Des Franques 38190	
審判番号	不服2023-18788(P2023-18788/J		Bernin, France	
	1)	(74)代理人	100107456	
審判請求日	令和5年11月6日(2023.11.6)		弁理士 池田 成人	
(31)優先権主張番号	1852277	(74)代理人	100162352	
(32)優先日	平成30年3月16日(2018.3.16)		弁理士 酒巻 順一郎	
(33)優先権主張国・地域又は機関		(74)代理人	100123995	
最終頁に続く		最終頁に続く		

(54)【発明の名称】 SAWフィルタデバイスにおける発生源抑制のための変換器構造

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

弾性波伝播基板（210、310、410、502、610）に形成された表面弾性波デバイスのための変換器構造であって、前記変換器構造が電氣的負荷及び／又は電源とカップリングするように構成され、

前記弾性波伝播基板（210、310、410、502、610）に形成されたインターディジタル化されたくし型電極の対（202、204、302、304、402、404、602、604）であって、前記インターディジタル化されたくし型電極の対（202、204、302、304、402、404、602、604）が異なるくし型電極（202、204、302、304、402、404、602、604）に属し2つの隣接する電極手段（206、208、306、308、406、408、606、608）の間の端部間電極手段距離として規定されるピッチpを有する隣接する電極手段（206、208、306、308、406、408、606、608）を備え、前記ピッチpが $p = \lambda / 2$ により与えられるブラッグ条件を満足し、 λ が前記変換器構造の動作弾性波長であり、前記電極手段（206、208、306、308、406、408、606、608）がすべて同じ幾何形状を有する、インターディジタル化されたくし型電極の対（202、204、302、304、402、404、602、604）を備える変換器構造において、

前記インターディジタル化されたくし型電極の対（202、204、302、304、402、404、602、604）は、2つ以上の隣接する電極手段（206、208、

306、308、406、408、606、608)が前記同じくし型電極(202、204、302、304、402、404、602、604)に属し、一方で前記ピッチpに対応する互いに対する端部間距離を有し、同じ幾何形状を有する少なくとも1つの領域(218、316、416、614)を備え、異なるくし型電極に属する前記隣接する電極手段は、それらのくし型電極を介して交互の電位に接続され、交互の電位で接続された隣接する電極手段の対は、それぞれ電気-弾性源を規定し、

前記同じくし型電極(204)に属する2つ以上の隣接する電極手段(208)を有する前記少なくとも1つの領域(218)は、前記同じくし型電極(204)に属する偶数個の隣接する電極手段(208__4、208__5)を含み、

前記少なくとも1つの領域の各側の前記電気-弾性源は、全て同相であり、互いにコヒーレントであり、前記少なくとも1つの領域(218)の一方の側の前記電気-弾性源は、前記少なくとも1つの領域(218)の他方の側の前記電気-弾性源と反対位相であり、

10

前記弾性波伝播基板(210、310、410、502、610)が、少なくとも1つの第1の材料のベース基板(214)及び圧電材料の上部層(212)を含む複合基板(210、310、410、502、610)であり、前記上部層(212)の前記圧電材料がタンタル酸リチウムLiTaO₃又はニオブ酸リチウムLiNbO₃である、ことを特徴とする、変換器構造。

【請求項2】

前記同じくし型電極(202、204、302、304、402、404、602、604)に属する2つ以上の電極手段(206、208、306、308、406、408、606、608)を有する複数の領域(218、316、416、614)を備える、請求項1に記載の変換器構造。

20

【請求項3】

前記電極手段(206、208、306、308、406、408、606、608)が、電極フィンガ又は分割フィンガであり、前記分割フィンガが、同じ電位で2つ以上の隣り合う電極フィンガを含む、請求項1又は2に記載の変換器構造。

【請求項4】

前記同じくし型電極(202、204、302、304、402、404、602、604)に属する2つ以上の隣接する電極手段(206、208、306、308、406、408、606、608)を有する複数の領域(218、316、416、614)が、周期的には配置されず、特にランダムに配置される、請求項1～3のいずれか一項に記載の変換器構造。

30

【請求項5】

前記同じくし型電極(204)に属する2つ以上の隣接する電極手段(208)を有する前記少なくとも1つの領域(218)、特に前記少なくとも1つの領域(218)のうちの各々が、前記同じくし型電極(204)に属する隣接する電極手段(208__4、208__5)のうちの2つだけを含む、請求項1～4のいずれか一項に記載の変換器構造。

【請求項6】

前記同じくし型電極(304、404、602)に属する2つ以上の隣接する電極手段(308、408、606)を有する前記少なくとも1つの領域(316、416、614)、特に、前記少なくとも1つの領域(316、416、614)のうちの各々が、前記同じくし型電極(304、404、602)に属する隣接する電極手段(308__5、308__6、308__7、408__4、408__5、408__6、408__9、408__10、408__11、606__16、606__17、606__18)のうちの奇数個、特に3つだけを含む、請求項1～5のいずれか一項に記載の変換器構造。

40

【請求項7】

前記同じくし型電極(202、204、302、304、402、404、602、604)に属する隣接する電極手段(206、208、306、308、406、408、606、608)の数が、前記同じくし型電極(202、204、302、304、402、404、602、604)に属する2つ以上の隣接する電極手段(206、208、

50

306、308、406、408、606、608)を有する少なくとも2つの領域(218、316、416、614)の間で異なる、請求項1~6のいずれか一項に記載の変換器構造。

【請求項8】

前記同じくし型電極(202、204、302、304、402、404、602、604)に属する前記隣接する電極手段(206、208、306、308、406、408、606、608)が、両方のくし型電極(202、204、302、304、402、404、602、604)に設けられる、請求項1~7のいずれか一項に記載の変換器構造。

【請求項9】

前記上部層(212)の前記圧電材料が、 $36^\circ < \theta < 52^\circ$ で(YXI)/ θ として規格IEE1949 Std-176に従って規定された結晶方位を有するタンタル酸リチウムLiTaO₃、特に、規格IEE1949 Std-176に従った(YXI)/ 42° カットとして規定された、 42° Yカット、X伝播を有するLiTaO₃である、請求項1に記載の変換器構造。

【請求項10】

前記上部層(212)の前記圧電材料が、 $36^\circ < \theta < 52^\circ$ 若しくは $60^\circ < \theta < 68^\circ$ 若しくは $120^\circ < \theta < 140^\circ$ で(YXI)/ θ として、又は $85^\circ < \psi < 95^\circ$ で(YXt)/ ψ として、又は $\phi = 90^\circ$ 、 $-30^\circ < \theta < +45^\circ$ 及び $0^\circ < \psi < 45^\circ$ で(YXwt)/ $\phi\theta\psi$ として規格IEE1949 Std-176に従って規定された結晶方位を有するニオブ酸リチウムLiNbO₃である、請求項1に記載の変換器構造。

【請求項11】

前記ベース基板(214)が、シリコンを含む、請求項1に記載の変換器構造。

【請求項12】

前記ベース基板(214)に形成された前記上部層(212)の前記圧電材料の厚さが、1波長よりも大きい、特に20 μ m程度である、請求項1~11のいずれか一項に記載の変換器構造。

【請求項13】

前記ベース基板(214)の前記第1の材料が、前記上部層(212)の前記圧電材料のうちの1つよりも小さい、特に最小で10分の1小さい、さらに特に、10分の1よりも小さい熱膨張を有する、請求項1~12のいずれか一項に記載の変換器構造。

【請求項14】

請求項1~13のいずれか一項に記載の少なくとも1つの変換器構造(200、300、400、600)を備える、表面弾性波フィルタデバイス。

【請求項15】

前記表面弾性波フィルタデバイスの各々の変換器構造(200、300、400、600)が同じ構成を有する、請求項14に記載の表面弾性波フィルタデバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、表面弾性波フィルタデバイス、より詳細には、表面弾性波フィルタデバイスのための変換器構造に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、表面弾性波(SAW)デバイスが、フィルタ、センサ及び遅延線などの増え続ける数の実際的な用途で採用されてきている。特に、SAWフィルタは、複雑な電気回路を採用せずに低損失高次バンドパスフィルタを形成するそれ自体の能力のために、携帯電話用途に対して関心が持たれている。これゆえ、SAWフィルタは、他のフィルタ技術よりも性能及び大きさにおいて著しい強みを提供する。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 3 】

典型的な表面弾性波デバイスでは、1つ又は複数のインターディジタル化された変換器 (I D T) が、ある種の材料の圧電効果を採用することにより弾性波を電気信号へ変換するために使用され、そして逆も同様である。インターディジタル変換器 (I D T) は、圧電基板に配置されたインターディジタル化された金属フィンガを有する対向する「くし歯」を備える。表面弾性波は、フィンガを電氣的に励起することにより基板に確立されることがある。逆に、電気信号は、変換器の下方の圧電基板材料を伝播する表面弾性波によりフィンガの全体にわたり誘起されることがある。

【 0 0 0 4 】

S A W デバイスは、圧電材料として、モノリシックな石英、 LiNbO_3 又は LiTaO_3 結晶から作られたウェハを一般に使用する。しかしながら、圧電基板の使用は、使用する圧電材料に応じて、温度に対する高い感度又は弱い電気機械的カップリングのどちらかに苦しみ、これがフィルタの通過帯域特性の悪い性能に結果としてつながる。

10

【 0 0 0 5 】

1つの手法が、このようなデバイスのために複合基板の使用をもたらした。複合基板は、ベース基板に形成した1つ又は複数の層を含むことができる。基板上の単一層の設計は、好ましい選択肢であり、その理由は、上記単一層が単純な設計であり最上部の単一層が圧電材料から作られる限り圧電性ではないベース基板の使用を可能にするためである。強いカップリング、例えば1%よりも大きい電気機械係数 k_s^2 と例えば 10 ppm/K よりも小さい周波数の温度係数 (T C F) に関する温度安定性との組合せを有する複合基板は、S A W デバイスの性能を高めるであろうし、設計の柔軟性を与える。

20

【 0 0 0 6 】

複合基板は、ベース基板用の材料の大きな選択を与え、ダイヤモンド、サファイア、炭化ケイ素及びそれどころかシリコンなどの高い弾性波伝播速度を有するベース基板材料が選択されることがある。

【 0 0 0 7 】

基板の周波数の温度係数 (T C F) を考慮して使用される材料を調節することによって、圧電基板に製造したデバイスと比較して複合基板に製造したデバイスの温度感度を低下させることもさらに可能である。例えば、反対の周波数の温度係数 (T C F) を有する2つの材料を使用することが可能であり、これが温度全体にわたりスペクトル的により安定であるS A W デバイスを結果としてもたらす。上部層のうちの1つよりも小さな熱膨張を示す基板を使用することもさらに可能であり、これゆえ、複合熱膨張を押し付けそして同様にT C F 低下をもたらす。

30

【 0 0 0 8 】

最後に、材料の選択、材料の組合せ、材料の向き、及び最上部の単一層の厚さは、圧電基板単独の使用と比較して広い範囲の設計の可能性を提供し、これが高周波数のフィルタリングの分野でのS A W デバイスの改善のための余地を与える。

【 0 0 0 9 】

しかしながら、現在まで、複合構造に基づくいくつかのS A W フィルタデバイスが良い温度特性を与えることができる一方で、S A W フィルタデバイスは、米国特許第5,998,907号に開示されたようにフィルタ通過帯域の性能の著しい劣化に依然として苦しみ、より大きな挿入損失及びモバイル用途にとってS A W フィルタデバイスを不適当にさせる通過帯域の狭帯域化を結果としてもたらす。

40

【 0 0 1 0 】

さらにその上、複合基板に基づくS A W フィルタデバイスは、圧電層 / 基板の界面のところで反射される表面において生じる励起モードに対応する高レベルの寄生モードもさらに示す。このような効果は、圧電層の層厚さが半波長より一旦大きくなると典型的には観察される。このような効果は、基板の底部表面と空気との間の界面のところでの反射のために、 $250 \mu\text{m}$ 以下程度の厚さを有する比較的薄いバルク基板に基づくS A W フィルタに関して実際にさらに観察される。

50

【 0 0 1 1 】

このことは、フィルタの帯域通過の外側のいわゆる「ラトル効果」を結果としてもたらし、フィルタデバイスの性能、より詳しくは、フィルタデバイスの帯域外排除を減少させる。様々な手法が、例えば、独国特許出願公告第 1 0 2 0 1 7 1 0 8 4 8 3 号のように、反射を減少させる界面のところに特別な層を追加することにより、又は米国特許出願公開第 2 0 1 7 / 0 1 0 4 4 7 0 号のように、変換器の異なる部分全体を通して変換器構造の電極ピッチを調節することによりこれらのスプリアス共振に対処しようと試みた。しかし、このような手法は、S A W フィルタデバイスに対する製造の制約及び限定を導入する。

【 0 0 1 2 】

これゆえ、複合基板の S A W フィルタの性能は、依然として改善される必要がある。

10

【 発明の概要 】

【 0 0 1 3 】

本発明の目的は、改善したパラメータを有する複合基板に堆積された表面弾性波フィルタデバイスを提供することによりこれまでに言及した欠点を克服することである。

【 0 0 1 4 】

本発明の目的は、弾性波伝播基板に形成された表面弾性波デバイスのための変換器構造により達成され、前記変換器が電氣的負荷及び／又は電源とカップリングするように構成され、前記基板に形成されたインターディジタル化されたくし型電極の対を備える表面弾性波デバイスであり、前記インターディジタル化されたくし型電極の対が、異なるくし型電極に属し 2 つの隣接する電極手段の間の端部間電極手段距離として規定されるピッチ p を有する隣接する電極手段を備え、上記ピッチ p が $p = \lambda / 2$ により与えられるブラッグ条件を満足し、 λ が前記変換器の動作弾性波長である、変換器構造において、前記インターディジタル化されたくし型電極の対は、2 つ以上の隣接する電極手段が上記同じくし型電極に属し一方で上記ピッチ p に対応する互いに対する端部間距離を有することを特徴とする。変換器の動作弾性波長 λ は、 $f_r = V / 2 p = V / \lambda$ であるので変換器構造の共振周波数 f_r に対応し、 V が弾性波伝播基板における弾性波伝播速度である。同期モードにおいてブラッグ条件で変換器構造を使用すること及び変換器構造の特性的な特徴を修正せずに変換器構造の電気 - 弾性源密度を減少させることを可能にするために変換器構造の少なくとも 1 つの領域のところで修正することが可能である。実際に、電気 - 弾性源は、交互の電位 / 異なる電位に接続される 2 つの隣接する電極手段によって規定される。

20

30

【 0 0 1 5 】

これゆえ、同じ電位に接続される少なくとも 2 つ以上の隣接する電極手段が、デバイスの 1 つ又は複数の電気 - 弾性源の抑制をもたらす。したがって、少しの弾性波しか発生されず、検出されない。変換器構造の特性的な特徴を修正せずに、変換器構造の 1 つ又は複数の電気 - 弾性源の抑制によって変換器構造の弾性波の励起効率及び検出効率を制御することがこれゆえ可能になる。さらにその上、複合基板又は薄いバルク基板が S A W フィルタデバイスのフィルタ特性における寄生モードにつながるということが知られているので、変換器構造における 1 つ又は複数の電気 - 弾性源の抑制により S A W フィルタデバイスに存在する変換器構造の電気化学カップリング係数 k_s^2 の減少が、これらの寄生モードの存在又は検出の低下につながるはずである。全体の変換器長さ及び変換器構造の電極手段数を考慮して、電気 - 弾性源密度に比例する係数により変換器構造の電気化学カップリング係数 k_s^2 を減少させることがここで可能である。

40

【 0 0 1 6 】

本発明の変形形態によれば、上記変換器構造は、前記基板に形成されたインターディジタル化されたくし型電極の対を備えることができ、前記インターディジタル化されたくし型電極の対が、異なるくし型電極に属し 2 つの隣接する電極手段の間の端部間電極手段距離として規定されるピッチ p を有する隣接する電極手段を備え、ピッチ p が $p = \lambda / 2$ により与えられるブラッグ条件を満足し、 λ が前記変換器の動作弾性波長であり、上記電極手段がすべて同じ幾何形状を有する、上記変換器構造において、前記インターディジタル化されたくし型電極の対は、2 つ以上の隣接する電極手段が同じくし型電極に属し一方で

50

前記ピッチ p に対応する互いに対する端部間距離を有しそして同じ幾何形状を有する少なくとも 1 つの領域を含むことを特徴とする。変形形態では、すべての電極手段が、同じ幾何形状を有する。

【0017】

これらの変形形態でもまた、同期モードにおいてブラッグ条件で変換器構造を使用することが可能であり、変換器構造の少なくとも 1 つの領域が、変換器構造の電気 - 弾性源密度を減少させるために修正される。変換器構造において 1 つ又は複数の電気 - 弾性源の抑制により、変換器構造の弾性波の励起効率及び検出効率を制御することがこれゆえ可能になる。さらにその上、変換器構造における電気化学カップリング係数 k_s^2 は、全体の変換器長さ及び変換器構造の電極数を考慮して、電気 - 弾性源密度に比例する係数だけ減少されることがある。変換器構造において基板の反射した電気 - 弾性波に起因する寄生モードの存在又は少なくとも検出を減少させることも、したがって可能である。

10

【0018】

本発明の変形形態によれば、変換器構造は、同じくし型電極に属する 2 つ以上の電極手段を有する複数の領域を含む。以て、電気 - 弾性源の抑制が、変換器構造において大きくされ、変換器の電気機械カップリング係数 k_s^2 をさらに減少させることを可能にする。基板の反射した電気 - 弾性波に起因する寄生モードの変換器構造による存在又は少なくとも検出もまた、したがって減少されるはずである。

【0019】

本発明の変形形態によれば、上記電極手段が、電極フィンガ又は分割フィンガであり、前記分割フィンガが、同じ電位で 2 つ以上の隣り合う電極フィンガを含む。以て、単一の電極変換器構造に対してだけでなく、例えば、二重フィンガ電極変換器に対しても、様々なタイプの変換器構造に対する電気 - 弾性源の抑制を使用することが可能である。

20

【0020】

本発明の変形形態によれば、同じくし型電極に属する 2 つ以上の隣接する電極手段を有する複数の領域が、周期的には配置されず、特にランダムに配置される。したがって、電気 - 弾性源の抑制及び電気 - 弾性波の励起は、周期的な方法では実現されない。非周期的な方法で領域を配置することのもう 1 つのプラスの効果は、変換器構造により発生される低調波効果が減少される又はそれどころか抑制されることである。

【0021】

30

本発明の変形形態によれば、同じくし型電極に属する 2 つ以上の隣接する電極手段を有する少なくとも 1 つの領域、特に上記少なくとも 1 つの領域のうちの各々が、同じくし型電極に属する隣接する電極手段のうちの偶数個、特に 2 つだけを含む。変換器構造において同じ電位に接続された偶数個の隣接する電極フィンガを有することは、実際には、電気 - 弾性源の抑制並びに変換器構造内部で発生した表面弾性波の π の位相変化を結果としてもたらす。変換器構造の電気機械カップリング係数 k_s^2 をさらに減少させることがこれゆえ可能である。2 つだけの電極フィンガが同じ電位に接続される特定のケースでは、変換器構造内部で発生した表面弾性波の π の位相変化だけが生じ、特にここでは 2 分の 1 に電気機械カップリング係数 k_s^2 の減少という結果をもたらす。考えは、同じくし型電極に接続された 2 つの電極フィンガの各々の側から変換器に向かって放出されるエネルギーを統合することによって弱め合う干渉を作り出すことである、ところが、変換器の外側に向かって放出されるエネルギーは、実際に発せられ鏡により反射されるだろう。このことが、その時には 2 分の 1 だけ変換器効率を低下させるだろう。

40

【0022】

本発明の変形形態によれば、同じくし型電極に属する 2 つ以上の隣接する電極手段を有する少なくとも 1 つの領域、特に上記少なくとも 1 つの領域のうちの各々が、同じくし型電極に属する隣接する電極手段のうちの奇数個、特に 3 つだけを含む。同じくし型電極に属する奇数個の隣接する電極手段を有することは、変換器構造内部での 1 つ又は複数の電気 - 弾性源の抑制という結果をもたらす、変換器に関する電気機械カップリング係数 k_s^2 の減少という結果をもたらすだろう。同じ電位に接続される少なくとも 2 つの隣接する電

50

極フィンガがデバイスにおいて1つ又は複数の電気 - 弾性源の抑制をもたらすので、したがって、少しの弾性波しか発生されず、検出されない。変換器構造において1つ又は複数の電気 - 弾性源の抑制により変換器構造の弾性波の励起効率及び検出効率を制御することが、これゆえ可能になる。さらにその上、複合基板又は薄いバルク基板がSAWフィルタデバイスのフィルタ特性における寄生モードをもたらすことが知られているので、変換器構造の電気化学カップリング係数 k_s^2 の減少が、変換器構造における1つ又は複数の電気 - 弾性源の抑制によってSAWフィルタデバイスに存在し、これらの寄生モードの存在又は検出の低下をもたらすはずである。全体の変換器長さ及び変換器構造の電極数を考慮して電気 - 弾性源密度に比例する係数だけ変換器構造における電気化学カップリング係数 k_s^2 を減少させることが、ここで可能である。

10

【0023】

本発明の変形形態によれば、上記同じくし型電極に属する隣接する電極手段の数が、上記同じくし型電極に属する2つ以上の隣接する電極手段を有する少なくとも2つの領域の間で異なる。したがって、あるものは、変換器の設計においてさらなる自由度を有し、特に、変換器構造の電気機械カップリング係数 k_s^2 をさらに減少させる。変換器構造の電気機械カップリング係数 k_s^2 の減少は、変換器構造において基板の反射した電気 - 弾性波に起因する寄生モードの存在又は少なくとも検出を減少させることを可能にする。

【0024】

本発明の変形形態によれば、上記同じくし型電極に属する隣接する電極手段を有する領域が、両方のくし型電極に設けられる。このことは、必要性に対して変換器構造を調整する可能性をさらに高めるだろう。

20

【0025】

本発明の変形形態によれば、上記表面弾性波フィルタデバイスの上記基板が、少なくとも1つの第1の材料のベース基板及び圧電材料の上層部、特にLiTaO₃、特に36° < θ < 52°で(YXI)/ θ として規格IEEE 1949 Std - 176に従って規定された結晶方位を有するLiTaO₃、さらに特に、規格IEEE 1949 Std - 176に従った(YXI)/42°カットとして規定された、42° Yカット、X伝播を有するLiTaO₃を含む複合基板であってもよい。したがって、SAWデバイスの性能をさらに高めることを可能にし、設計のさらなる柔軟性を与える、温度安定性のある材料を組み合わせた複合基板を得ることができる。さらにその上、基板用の材料の大きな選択が、利用可能である、すなわち、高い弾性波伝播速度を有する基板材料が、選択されてもよい。

30

【0026】

本発明の変形形態によれば、上記ベース基板は、シリコンを含む。ベース基板は、圧電材料の上部層に接してトラップリッチ層をさらに含むことができ、前記トラップリッチ層がベース基板の分離性能を向上させ、例えば、多結晶シリコン、非晶質シリコン、又は多孔質シリコンなどの多結晶材料、非晶質材料、又は多孔質材料のうちの少なくとも1つにより形成されてもよいが、本発明はこのような材料に限定されない。

【0027】

シリコンに圧電層を移転させるために、移転されるべき層を規定するために圧電ソース基板にイオン注入を使用し、シリコン基板にソース基板を張り付け、熱処理又は機械的処理により上記層を移転させる、Smart Cut (商標) のような大量生産方法が使用されることがある。もう1つの選択肢は、圧電ソース基板をベース基板に組み立てること、及び特に化学的処理及び/又は機械的処理を使用して、圧電ソース基板のシンニングを引き続いて実行することだろう。代替として、ダイヤモンド、サファイア又は炭化ケイ素のようなベース基板が使用されてもよい。

40

【0028】

本発明の変形形態によれば、上記ベース基板に形成された上記圧電層の厚さが、1波長よりも大きい、特に20 μ mよりも大きいことがある。層の厚さがデバイスの使用の周波数に影響するので、周波数の望まれる範囲に、例えば、高周波数をフィルタするためにS

50

AWデバイスを適用するために厚さを調節することが可能になる。

【0029】

本発明の変形形態によれば、上記ベース基板の材料及び上記圧電材料は、異なる周波数の温度係数(TCF)、特に反対の周波数の温度係数(TCF)を有する。標準圧電基板の高いTCFは、通過帯域の波長のシフトをもたらす、フィルタデバイスにおける不安定性をもたらす。複合基板においてベース基板と圧電層との間で反対のTCFを選択することにより、温度の関数としての変換器の振る舞いを改善することが可能になる。

【0030】

本発明の変形形態によれば、上記ベース基板の上記材料が、上記圧電層のうちの1つよりも小さい、特に最小で10分の1小さい、さらに特に、10分の1よりも小さい熱膨張を有する。これゆえ、複合基板のベース基板が、複合基板の総合的な熱膨張を押し付けることができ、デバイスのTCF低下をもたらす。温度の関数として変換器の振る舞いを改善することが可能になる。

【0031】

本発明の目的は、これまでに説明したような弾性波伝播基板及び少なくとも1つの変換器構造を備える、表面弾性波フィルタデバイスを用いても達成される。したがって、SAWフィルタデバイスは、変換器構造を備え、上記変換器構造では、それ自体の構造のアクティブな電気-弾性源の総数及びそれゆえ電気化学カップリング係数 k_s^2 がブラッグ条件から乖離せずに制御される。

【0032】

特に、SAWフィルタデバイスの少なくとも1つの変換器構造が、上に説明したような特徴のうちの1つ又は複数を有する変換器構造を備えることができる。したがって、SAWフィルタデバイスは、変換器構造を備え、上記変換器構造がそれ自体の構造の電気-弾性源の抑制によってそれ自体の電気機械カップリング係数 k_s^2 を制御することを可能にする。変換器構造における電気-弾性源の抑制は、順にSAWフィルタデバイスの帯域通過の外側の寄生信号の削減及び温度でのさらに安定なフィルタ特性につながる。

【0033】

本発明の変形形態によれば、表面弾性波フィルタデバイスの各々の変換器構造は、同じ構成を有する。この特性は、すべての素子がフィルタ形状及び帯域外排除を最適化するために互いに類似の方法で振る舞うことを必要とするインピーダンス素子フィルタにとって特に重要である。

【0034】

本発明の変形形態によれば、SAWフィルタデバイスのフィルタ帯域通過は、所与のモード-基板カップルに関して実現可能な最大帯域通過よりも狭い、特に、(100)シリコンのLiTaO₃(YXI)/42°のケースに対して0.1と2%との間に含まれる。SAWフィルタデバイスのフィルタ帯域通過は、電気-弾性源の抑制の領域の総数及び少なくとも1つの変換器構造におけるそれら自体の非周期的な又はランダムな配置に依存して変調可能である。

【0035】

フィルタ帯域通過幅 Δf が電気機械カップリング係数 k_s^2 に関係するので、これゆえ、変換器構造の構造的な特徴、すなわち電極手段の形状、例えば、電極フィンガ幅、電極ピッチを修正せずに、電気機械カップリング係数 k_s^2 を変えることによってSAWフィルタデバイス帯域通過を変えること及び制御することが可能である。したがって、抑制された電気-弾性源の総数及び配列を単純に調節することによって使用される製造プロセスを修正せずに、フィルタ特性を適応させることが可能になる。結果として、所与の値から始めて電気機械カップリングの制御は、排除、帯域の位相直線性、挿入損失、等などの他のフィルタの特徴の劣化なしに様々なフィルタ帯域幅を取り扱うことを可能にする。

【0036】

本発明は、添付の図とともに下記の説明を参照することにより理解されることがあり、図では、参照番号は本発明の特徴を特定する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 7 】

【図 1 a】従来技術による表面弾性波デバイス用のインターディジタル化された変換器構造を示す図である。

【図 1 b】従来技術による、複合基板の図 1 a のインターディジタル化された変換器構造の側面図を示し、このような構造において発生されそして反射された弾性波をさらに図示する図である。

【図 2】本発明の第 1 の実施形態による表面弾性波デバイス用のインターディジタル化された変換器構造を模式的に図示する図である。

【図 3】本発明の第 2 の実施形態による表面弾性波デバイス用のインターディジタル化された変換器構造を模式的に図示する図である。

10

【図 4】本発明の第 3 の実施形態による表面弾性波デバイス用のインターディジタル化された変換器構造を示す図である。

【図 5 a】表面弾性波フィルタデバイスの例として、並列の 6 個の共振器及び直列の 6 個の共振器を備えた、ラダー型フィルタデバイスである SAW フィルタデバイスの実際的な例を示す図である。

【図 5 b】本発明の第 4 の実施形態による、図 5 a の表面弾性波デバイス用のインターディジタル化された変換器構造の実際的な例を示す図である。

【図 5 c】第 4 の実施形態による、図 5 b のインターディジタル化された変換器構造内部で接続された電極フィンガの数とともに、電気機械カップリング係数 k_s^2 の変動のプロットを示す図である。

20

【図 5 d】図 5 b の変換器構造を使用して、図 5 a の SAW フィルタデバイスについての SAW フィルタデバイス特性を図示する図である。

【図 5 e】本発明の第 4 の実施形態による、電気 - 弾性源の非周期的な抑制の有無の図 5 b に従った変換器構造を有する図 5 a の SAW フィルタデバイス特性のシミュレーションを図示する図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 3 8 】

図 1 a には、従来技術による変換器構造 1 0 0 が示される。変換器構造 1 0 0 は、対向するインターディジタル化されたくし型電極 1 0 2 及び 1 0 4 を備え、その各々は、それぞれの導電性部分 1 1 0 及び 1 1 2 から延び互いにインターディジタル化される、それぞれ複数の電極フィンガ 1 0 6 及び 1 0 8 を有する。電極 1 0 2 及び 1 0 4 並びに導電性部分 1 1 0 及び 1 1 2 は、任意の適した導電性金属、例えば、アルミニウム又はアルミニウム合金製である。

30

【 0 0 3 9 】

とりわけ、変換器は、図 1 に描かれたよりもはるかに多くの数の電極フィンガを一般に有する。実際の電極フィンガの数は、全体の概念をより明瞭に描こうとして図面のフィンガでは著しく少なくされている。

【 0 0 4 0 】

電氣的負荷 1 1 4 が、電極 1 0 2、1 0 4 をはさんでつながられるように図示される。しかしながら、変換器 1 0 0 が基板 1 1 6 の表面弾性波を励起するため若しくは受けた表面弾性波を電気信号に変化するため、又は両方に利用されるかどうか依存して、電源電位 1 1 4 が、電極 1 0 2、1 0 4 をはさんでさらにつながられてもよいことが理解されるだろう。

40

【 0 0 4 1 】

変換器構造 1 0 0 は、電場方向に、意味することは、図 1 に矢印 E により示したように、電極 1 0 2、1 0 4 のフィンガ 1 0 6、1 0 8 の延伸方向 y に垂直に、表面弾性波を励起する。変換器構造 1 0 0 は、電場が実効的に印加されるゾーンに対応する電気 - 弾性源の和として考えられてもよい。変換器構造がそれ自体の端部の各々で、意味することは 2 つの方向 + X 及び - X に、エネルギーを放出するので、電気 - 弾性源は、隣接する電極フ

50

インガと比較して異なる電位を有する任意の電極フィンガ間と考えられる。このことは、電気 - 弾性源が反対の極性の隣接する電極フィンガの対により形成されるという定義につながる。これゆえ、電気 - 弾性源 118 は、例えば、交互の電位 $+V / -V$ である電極フィンガ 106 __ 1 と電極フィンガ 108 __ 1 との間に存在するが、交互の電位 $-V / +V$ である電極フィンガ 108 __ 1 と電極フィンガ 106 __ 2 との間にも電気 - 弾性源 120 が存在するだろう。これゆえ、図 1 の全体の変換器構造には、5 個の電気 - 弾性源 118 が、5 個の電気 - 弾性源 120 と同様に存在する。電気 - 弾性源 118 又は 120 の空間エリアは、表面弾性波の伝播方向 x の電極間距離 a 及び横方向 y の隣接する電極フィンガ 106 と電極フィンガ 108、例えば、図 1 a では隣接する電極フィンガ 106 __ 1 と電極フィンガ 108 __ 1 との間の重なり b により規定される。

10

【0042】

変換器構造 100 の利用の周波数は、 $f_r = V / 2p$ により規定され、 V が弾性波の速度であり、 p が図 1 に示したように変換器構造 100 の電極ピッチである。変換器の電極ピッチ p は、 $\lambda / 2$ になるようにさらに選択され、 λ が表面弾性波の動作波長である。したがって、電極ピッチ p は、変換器構造の利用の周波数を規定する。電極ピッチ p は、対向するくし型電極 102 及び 104 からの 2 つの隣接する電極フィンガの間の、例えば、108 __ 2 と 106 __ 3 との間の端部間電極フィンガ距離にさらに対応する。このケースでは、波長 λ は、同じくし型電極 102 又は 104 からの 2 つの隣接する電極フィンガの間の、例えば、106 __ 2 と 106 __ 3 との間の端部間電極フィンガ距離としてこれゆえ規定される。

20

【0043】

インターディジタル化された電極フィンガ 106 及び 108 は、同じ長さ l 及び幅 w 並びに厚さ t を典型的にすべてが基本的に有する。

【0044】

インターディジタル化された電極フィンガ 106、108 は、交互の電位であり、ここではインターディジタル化された電極フィンガ 106、108 の交互の電位は、反対の極性の電位、すなわち $+V$ 及び $-V$ であってもよく、又はマス (mass) 及び負荷 / 電源電位 V_{IN} (図示せず) としてでもよい。

【0045】

変換器構造 100 により生成された波の伝播特性は、とりわけ、伝播速度、電気機械カップリング係数 k_s^2 及び周波数の温度係数 (TCF) を含む。伝播速度は、変換器のピッチ p とデバイスの要求される周波数との間の関係に影響を及ぼす。さらにその上、フィルタデバイス用途及び特別にラダーフィルダ型デバイスに関して、フィルタの帯域幅 Δf は、経験的な関係 $\Delta f / f \sim (2/3) k_s^2$ を考慮して電気機械カップリング係数 k_s^2 に比例し、 Δf がフィルタの周波数の帯域通過幅に対応し、 f_r が変換器構造の共振周波数である。TCF は、フィルタの周波数変化に対する温度の影響に関係する。

30

【0046】

図 1 b は、側面図で図 1 a と同じ変換器構造 100 を示し、それぞれインターディジタル化されたくし型電極 102 及び 104 (図示せず) からの複数の電極フィンガ 106、108 を示す。変換器構造 100 が上に設けられる基板 116 は、複合基板 116 である。

40

【0047】

複合基板 116 は、ベース基板 124 の上に形成された、ある厚さの圧電材料の層 122 を含む。例として本明細書において説明する圧電層 122 は、ニオブ酸リチウム (LiNbO_3) 又はタンタル酸リチウム (LiTaO_3) であってもよい。

【0048】

圧電材料層 118 は、例えば、Smart Cut (商標) 層移転技術を使用して、直接ボンディングによりベース基板 124 に張り付けられることがある。変形形態では、薄い SiO_2 層 (図示せず) が、張り付けを改善するために圧電層 122 とベース基板 124 との間に設けられてもよい。直接ボンディングに先立って、圧電層 122 とベース基板 124 との間に界面 126 を後に形成する圧電層 122 の面及び / 又はベース基板 124 の

50

面の研磨などのさらなる処理ステップが、追加されることがある。

【 0 0 4 9 】

1 % から始めて 2 5 % せいどころかそれ以上までの強いカップリングと、異なる周波数の温度係数 (T C F) 及び高い弾性波伝播速度を有する複数の材料の組合せによる温度安定性との組合せを有する複合基板 1 1 6 は、 S A W デバイスの性能を高めるだろう。

【 0 0 5 0 】

図 1 a におけるように、変換器構造 1 0 0 は、電極ピッチ p を有する。インターディジタル化された電極フィンガ 1 0 6 及び 1 0 8 は、基本的に同じ長さ l 、幅 w 並びに厚さ t をすべて有する。さらにその上、動作周波数 f_r は、 $V / 2 p$ により与えられる位相一致の条件によって固定され、 V がインターディジタル化された電極の下方を進む弾性波の速度であり、 p が変換器構造 1 0 0 の電極ピッチである。このような条件では、変換器は、動作周波数 f_r において同期モードで働いていると言われ、ここで変換器構造のすべての励起された弾性波はコヒーレントであり同相である。

10

【 0 0 5 1 】

電極グレーティングの下を伝播する電気 - 弾性波は、表面のところの電氣的及び機械的境界条件に敏感である。電極の端部では、ここでは電氣的及び機械的なインピーダンス分岐が、輸送されたエネルギーの一部の反射を生じさせる。基本的な反射、すなわち、電極の各々の下の反射のすべてが、同相であるときに、波は、完全に反射され、したがってグレーティングにより止められる。ブラッグ条件として知られるこの現象は、「阻止帯域」と呼ばれる周波数範囲に関して現れる。 $\lambda = 2 p n$ のときに、位相コヒーレンスとも呼ばれる波の反射能力同士のための強め合う干渉があり、 λ が変換器の動作波長であり、 p が電極ピッチであり、 n が整数である。変換器の動作波長 λ は、 $f_r = V / 2 p = V / \lambda$ として、以前に定義された動作周波数 f_r に関係する。

20

【 0 0 5 2 】

ブラッグ条件において、ブラッグ周波数は、 $\lambda = 2 p (n = 1)$ により規定される。このタイプの変換器構造は、波長当たり 2 フィンガ構造とも呼ばれ、「阻止帯域」の範囲内でブラッグ周波数のところで共振する。変換器 1 0 0 は、正にこのタイプの変換器の 1 つである。これらの構造は、交互の電位 $+V$ 、 $-V$ 、 $+V$ 、 $-V$. . . における電氣的な励起に対応し、共振空洞を作り出すことを可能にする。

【 0 0 5 3 】

インターディジタル化された電極フィンガ 1 0 6、 1 0 8 は、交互の電位であり、ここではインターディジタル化された電極フィンガ 1 0 6、 1 0 8 の交互の電位は、反対の極性の電位、すなわち図 1 b に示したような $+V$ 及び $-V$ であっても、又はマス及び負荷 / 電源電位 V_{IN} (図示せず) のところであってもよい。図 1 b に示したように、電極フィンガ 1 0 6 __ 1 は、電位 $+V$ であり、一方でその隣接する電極フィンガ 1 0 8 __ 1 は電位 $-V$ である。

30

【 0 0 5 4 】

再び、変換器構造 1 0 0 は、電場が実効的に印加されるゾーンに対応する電気 - 弾性源 1 1 8 及び 1 2 0 の和として考えられてもよく、このことが、交互の電位で隣接する電極フィンガの対、例えば、それぞれ、電極フィンガ 1 0 6 __ 1 と 1 0 8 __ 1 又は 1 0 8 __ 1 と 1 0 6 __ 2、により形成される電気 - 弾性源 1 1 8、 1 2 0 の定義につながる。その空間エリアは、伝播方向 x に、電極間フィンガ距離 a 、及び横方向の 2 つの隣接する電極フィンガ 1 0 6 と 1 0 8、すなわち、図 1 a 及び図 1 b に見ることができるよう 1 0 6 __ 1 と 1 0 8 __ 1 又は 1 0 8 __ 1 と 1 0 6 __ 2、との間の重なり b により規定される。

40

【 0 0 5 5 】

電氣的負荷 1 1 4 が電極 1 0 2、 1 0 4 をはさんでつなげられると、表面弾性波 1 2 8 が、複合基板 1 1 6 に励起され、電極フィンガ 1 0 6、 1 0 4 の方向に垂直な方向 x に伝播する。変換器構造 1 0 0 によって発生されたバルク弾性波 1 3 0 は、複合基板 1 1 6 へとさらに発せられ圧電層 1 2 2 とベース基板 1 2 4 との間のボンディング界面 1 2 6 のところで反射される。これらの反射された波 1 3 2 は、変換器構造 1 0 0 により次いで再吸

50

収され、このことが変換器構造 100 により発生されるスプリアス共振応答を結果としてもたらす。これらの反射された弾性波 132 は、変換器構造が同期モードで動作するので位相がコヒーレントであり、弾性波の検出及び発生が全体の変換器構造を通して同期していることを意味する。

【0056】

これらのバルク弾性波 128 は、圧電層 122 の表面と角度 α で、電気 - 弾性源 118 及び 120 のところで発生される。それら自体の実効速度 V は、D. Lee、*Excitation and Detection of Surface Skimming Bulk Waves on Rotated Y-Cut Quartz*、IEEE Transactions on Sonics and Ultrasonics、SU-27 巻、1 号、22 ~ 30 ページ、1980 年、並びにさらに R. F. Milsorn、N. H. C. Reilly、及び M. Redwood、*Analysis of generation and detection of surface and bulk acoustic waves by interdigital transducers*、IEEE Transactions on Sonics and Ultrasonics、SU-24 巻、147 ~ 166 ページ、1977 年に記載されたように、統合型変換器を使用して励起されたバルク波の良く知られた振る舞いの拡張により変換器構造 100 の圧電層 122 及び電極ピッチ p に依存する。

【0057】

バルク弾性波 132 の一部は、界面 126 のところでは反射されず、基板が波を圧電層へと導くことができる最大速度を示しているいわゆる表面スキミングバルク波 (SSBW) 限界を、等価な伝播速度がオーバーパスするときに放射性の方法でベース基板 124 中へとより深く伝播する。

【0058】

図 2 は、本発明の第 1 の実施形態による表面弾性波デバイスのためのインターディジタル化された変換器構造 200 を示す。インターディジタル化された変換器構造 200 は、複数の電極手段 206 及び 208 を各々含み、基板 210 に形成されたインターディジタル化されたくし型電極の対 202 及び 204 を備える。

【0059】

この実施形態では、電極手段 206 及び 208 は、フィンガ 206、208 の形状を有する。実施形態の変形では、電極手段は、同じくし型電極に属する各々 2 つ以上の直接隣り合う電極フィンガを含む分割フィンガ 206、208 を有することもある。

【0060】

複合基板 210 は、ベース基板 214 上に形成された、ある厚さの圧電材料の層 212 を含む。例として本明細書において説明する圧電層 212 は、ニオブ酸リチウム (LiNbO_3)、特に、 $36^\circ < \theta < 52^\circ$ 若しくは $60^\circ < \theta < 68^\circ$ 若しくは $120^\circ < \theta < 140^\circ$ で (YXI) / θ として並びに $85^\circ < \psi < 95^\circ$ で (YXt) / ψ として並びに $\phi = 90^\circ$ 、 $-30^\circ < \theta < +45^\circ$ 及び $0^\circ < \psi < 45^\circ$ で ($YXwI/t$) / $\phi\theta\psi$ として規格 IEEE 1949 Std-176 に従って規定された結晶方位を有する LiNbO_3 、又はタンタル酸リチウム (LiTaO_3)、特に $36^\circ < \theta < 52^\circ$ で (YXI) / θ として規格 IEEE 1949 Std-176 に従って規定された結晶方位を有する LiTaO_3 、さらに特に、規格 IEEE 1949 Std-176 に従った (YXI) / 42° カットとして規定された、 42° Y カット、X 伝播を有する LiTaO_3 のどちらかであってもよい。

【0061】

ベース基板 214 に形成した圧電層 212 の厚さは、1 波長よりも大きい、特に $20\ \mu\text{m}$ よりも大きいことがある。層の厚さがデバイスの使用の周波数に影響するので、周波数の望まれる範囲に厚さを調整することが可能になる。このケースでは、変換器は、高い周波数をフィルタリングするために SAW デバイスにおいて使用されることがある。実際に、 $4000\ \text{m/s}$ の波速度を考慮して、上部層の最小厚さは、 $100\ \text{MHz}$ と $5\ \text{GHz}$ と

10

20

30

40

50

の間で変化する周波数に対して $40\ \mu\text{m} \sim 1\ \mu\text{m}$ までの範囲に及ぶだろう。上限厚さは、圧電層 212 及びベース基板 214 の厚さ同士の間の比率に関係する。ベース基板 214 の厚さは、圧電層 212 にベース基板の熱膨張を押し付けるため及び温度変化に対する変換器感度を低下させるために圧電層 212 の厚さよりも小さくなくてはならない。好ましい状況は、圧電層 212 の厚さの少なくとも 10 倍のベース基板厚さに対応する。

【0062】

本発明の第 1 の実施形態において使用されるベース基板 214 は、シリコン基板である。Si の温度膨張係数が $2.6\ \text{ppm}/^\circ\text{C}$ 付近であり、一方で規格 IEEE 1949 Std-176 に従って $(\text{YXI})/42^\circ$ と記された 42°XYLiTaO_3 の温度膨張係数が $16\ \text{ppm}/^\circ\text{C}$ であるので、SAW デバイスの合成温度膨張係数は、圧電層 212 の厚さ及びボンディング界面 216 のところでの応力レベルに応じて、一般に、 $2.6 \sim 16\ \text{ppm}/^\circ\text{C}$ の範囲内だろう。複合基板 210 の温度膨張係数を実効的に下げることは、変換器 200 の周波数の温度係数 (TCF) の低下を結果としてもたらす。

10

【0063】

前に述べたように、ベース基板 214 に対して異なる材料を使用することにより、設計の柔軟性が高められることがある。シリコンの代わりに、高い弾性波伝播速度を有する他の基板材料、ダイヤモンド、サファイア、炭化ケイ素又はそれどころか窒化アルミニウム、及びより一般的に、 $4500\ \text{m/s}$ 以上の遅いせん断バルク波速度を示すいずれかの材料が選択されることがある。さらに、シリコンよりも小さな熱膨張を有する材料（例えば、いくつかの非晶質石英構成物又はパイレックスガラス又は雲母又は炭化ケイ素）が、得られるフィルタの TCF を制御するために使用されることが有利である。

20

【0064】

インターディジタル化されたくし型電極の対 202 及び 204 は、複数の電極フィンガ 206 及び 208 を備える。電極フィンガ、例えば、それぞれ 206_1 、 208_1 から 206_4 、 208_4 及び 208_5 、 206_7 から 208_8 、 206_10 は、インターディジタル化され、それ自体のくし型電極 202 及び 204 を介して交互の電位に接続される。交互の電位は、図示したように $+V$ 及び $-V$ 、又は変形形態ではマス及び負荷 / 電源電位であってもよい。電極フィンガは、金属性であり、同じ長さ l 、幅 w 、及び厚さ t をすべて有する。さらにその上、 $\lambda/2$ として規定される電極ピッチ p が、変換器構造 200 に対して使用される。

30

【0065】

本発明の変形形態によれば、電極フィンガ 206、208 は、異なる長さ l 、幅 w 、及び厚さ t もまた有することができる。

【0066】

変換器構造 200 は、領域 218 をさらに含み、そこでは 2 つの隣接する電極フィンガ 208_4 及び 208_5 が、間に対向するインターディジタル化されたくし型電極 202 からのいずれの電極フィンガ 206 もない状態で、同じ電位、ここでは $+V$ に接続される。2 つの隣接する電極フィンガ 208_4 及び 208_5 が、 $-V$ に、又はマスに、又は負荷 / 電源電位 V_{IN} (図示せず) にも接続されることがある。

【0067】

変形形態では電極手段 206、208 が同じ電位で 2 つ以上の隣り合うフィンガの分割フィンガ 206、208 によって表され、同じ電位に接続された 2 つの隣接する電極手段 206、208 は、分割フィンガ 206 のすべてのフィンガを呼ぶことができ、分割フィンガ 206 は、分割フィンガ 208 の同じ電位に接続される。しかし、分割フィンガ 206 のうちの少なくとも 1 つの電極フィンガが分割フィンガ 208 の同じ電位に接続されることも、さらにあってもよい。

40

【0068】

図 2 では、領域 218 は、変換器構造の真ん中に実際には設置され、その結果、領域 218 の各々の側、左及び右に、8 個の電極フィンガ又は 4 個の電極フィンガ対が存在する。実施形態の変形では、領域 218 は、変換器構造の異なる位置に設置されてもよく、そ

50

の結果、電極フィンガ対が領域 218 のいずれの側にも均等に配置されない。領域 218 は、変換器構造 200 のどちらかの末端部に設置されてもよい。

【0069】

以前に述べたように、電極フィンガ 206__1、208__1 から 206__4、208__4 のそれぞれ及び 208__5、206__5 から 208__8、206__8 は、インターディジタル化され、交互の電位を有する。領域 218 の存在のために、領域 218 の左側では、インターディジタル化された電極フィンガ 206__1、208__1 から 206__4、208__4 は、それぞれ交互の電位 $-V / +V$ であり、一方で領域 218 の右側では、インターディジタル化された電極フィンガ 208__5、206__5 から 208__8、206__8 は、それぞれ交互の電位 $+V / -V$ であることが実際に見られることがある。

10

【0070】

以前に説明したように、交互の電位で接続された隣接する電極フィンガの対は、電気 - 弾性源を規定する。例えば、ここで図 2 では、交互の電位 $-V / +V$ である隣接するインターディジタル化された電極フィンガ 206__1 及び 208__1 は、電気 - 弾性源 220 を規定する。しかし交互の電位 $+V / -V$ である隣接するインターディジタル化された電極フィンガ 208__1 及び 206__2 は、電気 - 弾性源 222 をさらに規定する。このように、隣接するインターディジタル化された電極フィンガの対 206__2、208__2 から 206__4、208__4 は、電気 - 弾性源 220 を各々さらに規定し、それぞれ、隣接するインターディジタル化された電極フィンガの対 208__2、206__3 及び 208__3、206__4 は、電気 - 弾性源 220 を各々さらに規定する。特にここで、領域 218 の左では、4 個のアクティブな電気 - 弾性源 220 及び 3 個のアクティブな電気 - 弾性源 222 が、合計で 8 個のインターディジタル化された電極フィンガ 206__1、208__1 から 206__4、208__4 とともに存在する。

20

【0071】

領域 218 の右側では、交互の電位 $+V / -V$ で接続された隣接するインターディジタル化された電極フィンガの対、例えば、208__5 及び 206__5 は、電気 - 弾性源 222 をさらに規定し、交互の電位 $-V / +V$ である隣接するインターディジタル化された電極フィンガの対 206__5 及び 208__6 は、電気 - 弾性源 220 を規定する。領域 218 の右側では、4 個のアクティブな電気 - 弾性源 222 及び 3 個のアクティブな電気 - 弾性源 220 が、合計で 8 個のインターディジタル化された電極フィンガ 208__5、206__5 から 208__8 から 206__8 とともに存在する。しかしここで、領域 218 の左側の電気 - 弾性源 220、222 は、領域 218 の右側の電気 - 弾性源 222、220 とは反対の、特に π の、位相である。

30

【0072】

しかしながら、電極ピッチ p が $\lambda / 2$ として規定されるので、これは、変換器構造がブラッグ条件において同期モードで動作していることを意味する。これゆえ、領域 218 の左側の複数の電気 - 弾性源 220、222 は、すべて同相であり互いにコヒーレントであり、一方で、領域 218 の右側の複数の電気 - 弾性源 222、220 は、すべて同相であり互いにコヒーレントである。

【0073】

領域 218 では、2 つの隣接する電極フィンガ 208__4 及び 208__5 が同じ電位に両者とも接続されるので、2 つの隣接する電極フィンガ 208__4 と 208__5 との間に電気 - 弾性源 220 又は 222 がない。

40

【0074】

変形形態によれば、電位の極性は、第 1 のインターディジタル化されたくし型電極 206 と第 2 のインターディジタル化されたくし型電極 208 との間で交換されてもよい。又は、一方のくし型電極のマス及び他方のくし型電極の負荷 / 電源電位 V_{IN} に接続される。

【0075】

変換器構造 200 における第 2 の領域 218 の存在のために、領域 218 の左側の電気 - 弾性源が領域 218 の右側の電気 - 弾性源と反対位相であるので、変換器の内部の電気

50

- 弾性源の位相は、 π だけ反転されている。したがって、弱め合う干渉が、同じくし型電極に接続された2つの電極フィンガの各々の側から変換器に向けて放出されるエネルギーを統合することによって変換器の電気 - 弾性源同士の間を作り出される、ところが、変換器の外側に向かって放出されるエネルギーは、実際に発せられ、SAWデバイスの変換器構造のどちらかの側に設置された鏡によって反射されるだろう。

【0076】

これゆえ、変換器構造200においてコヒーレントであり同相である変換器構造200に存在する電気 - 弾性源の総数は、同じ大きさの従来技術の変換器構造と比較して少なくなり、ここで電極フィンガのすべてが、図1に示したように交互の電位である。結果として、変換器構造の電気化学カップリング係数 k_s^2 が、減少してきている。

10

【0077】

ここで、この特定の実施形態では、変換器構造200において領域218の左側及び右側は、正確に同じ数のインターディジタル化された電極フィンガ206及び208、すなわち8個を有し、領域218が変換器構造200の中央に位置するので、7個のアクティブな電気 - 弾性源という結果をもたらす。ここで、変換器構造200の電気化学カップリング係数 k_s^2 は、2分の1に減少する。再び、同じくし型電極に接続された2つの電極フィンガの各々の側から変換器に向けて放出されるエネルギーを統合することによって、弱め合う干渉が、変換器構造の電気 - 弾性源同士の間を作り出され、ところが変換器の外側に向かって放出されるエネルギーは、実際に発せられ、鏡により反射されるだろう。変換器効率は、2分の1だけこれゆえ小さくなる。

20

【0078】

さらにその上、複合基板212の界面216のところで反射されるモードの位相コヒーレンスの可能性は、先行技術の状況と比較してさらに修正される。位相が変換器構造の内部でシフトする場合、位相一致条件に一致しない波を検出する機会がない。これゆえ、界面216から反射した弾性波の検出の低下があり、これが変換器構造200に基づくSAWデバイスのフィルタ性能におけるこれらの反射のために、望ましくない周波数のところでの寄生共振の低下を、順に導くだろう。

【0079】

これゆえ、本発明による変換器構造200における弾性波の発生及び/又は検出は、変換器構造200に存在する同相の電気 - 弾性源の総数によって制御される。同じ電位に接続された2つの隣接する電極フィンガを有することによって、寄生モードを排除する変換器構造の効率にプラスの影響を有する構造内部での π の位相変化という結果をもたらす。電極フィンガの幅又は長さ又は電極間距離などの変換器の寸法を変える必要がなく、このことはこのような構造の製造技術に影響を有するはずであり、上に説明した変換器構造を利用している共振器の共振の質を著しく低下させるはずである。

30

【0080】

第1の実施形態の変形によれば、たった1つの領域218よりも多くが変換器構造に存在するかも知れない、これゆえ、変換器構造において抑制された電気 - 弾性源の数を増加させ、以て電気機械カップリング係数 k_s^2 をさらに減少させる。これは、フィルタの帯域幅を制御する効率的な方法であり、したがって様々なフィルタ帯域を取り扱うためのより多くの自由度を与える。

40

【0081】

図3は、第2の実施形態による変換器構造300を模式的に表す。第1の実施形態と比較して、変換器構造300は、第1の実施形態の変換器構造200のインターディジタル化されたくし型電極202及び204と比べてインターディジタル化されたくし型電極の対302及び304の異なる配置を有する。この実施形態では、くし型電極304に接続された隣り合う電極手段を有する領域316は、3つの隣り合う電極手段308__4、308__5及び308__6を有する。

【0082】

インターディジタル化された変換器構造300は、インターディジタル化されたくし型

50

電極の対 302 及び 304 を備え、各々が基板 310 に形成された複数の電極手段 306 及び 308 を含む。

【0083】

基板 310 は、第 1 の実施形態の基板 210 と同じであり、その特徴は、これゆえ再び詳細には説明しないが、参照が上記のその説明に行われる。

【0084】

第 2 の実施形態における電極手段 306 及び 308 は、第 1 の実施形態におけるように電極フィンガ 306、308 の形態を有する。変形形態では、電極手段は、分割フィンガ 306、308 の形態も有することができ、それら自体のそれぞれのくし型電極に接続された 2 つ以上の直接隣り合う電極フィンガを各々含む。

10

【0085】

第 1 の実施形態におけるように、変換器構造 300 の電極フィンガ 306 及び 308 のすべては、金属であり、すべてが同じ長さ l 、幅 w 及び厚さ t を有する。

【0086】

再び、第 2 の実施形態の変形によれば、電極手段 306、308 は、寸法を変えることもでき、異なる長さ l 、幅 w 及び厚さ t を有する。

【0087】

交互の電位 $-V / +V$ のところの隣接するインターディジタル化された電極フィンガ 306__1 及び 308__1 は、第 1 の実施形態における電気 - 弾性源 220 のような電気 - 弾性源 312 を形成し、交互の電位 $+V / -V$ のところの隣接するインターディジタル化された電極フィンガ 308__1 及び 306__2 は、第 1 の実施形態における電気 - 弾性源 222 のような電気 - 弾性源 314 を形成する。さらに、隣接するインターディジタル化された電極フィンガの対 306__2、308__2 から 306__4、308__4 及び 306__5、308__7 から 306__7、308__9 は、電気 - 弾性源 312 を各々形成し、一方で、隣接するインターディジタル化された電極フィンガの対 308__2、306__3 と 308__3、306__4 及び 308__6、306__5 から 308__8、306__7 は、電気 - 弾性源 314 を各々形成する。交互の電位 $-V / +V$ の代わりに、一方のくし型電極は、マスのところであってもよい、又はそのくし型電極が、負荷 / 電源電位 V_{IN} (図示せず) に接続されてもよい。

20

【0088】

変換器構造は、対向するくし型電極 302 及び 304 からの 2 つの隣接する電極フィンガの間の、例えば、306__2 と 308__2 との間の端部間電極フィンガ距離として規定されるそれ自体のピッチ p_1 により規定される。第 2 の実施形態による変換器構造 300 は、本発明の第 1 の実施形態におけるように、 $\lambda_1 = 2p_1$ のようなブラッグ共振条件でさらに動作する。これゆえ、変換器構造 300 に存在する電気 - 弾性源 312 のすべては、変換器構造 300 が同期モードで動作するので、同相でありコヒーレントである。

30

【0089】

第 1 の実施形態とは異なり、変換器構造 300 は、領域 316 を含み、間に対向するインターディジタル化されたくし型電極 302 からのいずれの電極フィンガ 306 もない状態で同じ電位 $+V$ で 3 つの隣接する電極フィンガ 308__4 から 308__6 をともなう。変形形態によれば、3 つの隣接する電極フィンガ 308__4 から 308__6 は、 $-V$ に、又はマスに、又は負荷 / 電源電位 V_{IN} (図示せず) に接続されることもある。

40

【0090】

領域 316 では、間に対向する電極 302 からの電極フィンガ 306 のない状態で同じ電位 $+V$ で 3 つの隣接する電極フィンガ 308__4 から 308__6 を接続することによって、電気 - 弾性源 312 が、領域 316 では抑制されてきている。

【0091】

しかしながら、電位 $+V$ である領域 316 の電極フィンガ 308__4 が電位 $-V$ の電極フィンガ 306__4 の隣に位置するので、電気 - 弾性源 318 は、これら 2 つの隣接する電極フィンガ 308__4 と 306__4 との間に存在するだろうが、図 3 に示したように、

50

ピッチ p_2 により規定される。ピッチ p_2 は、変換器構造のピッチ p_1 よりも実際には大きい。

【 0 0 9 2 】

実施形態の変形では、領域 3 1 6 は、変換器構造 3 0 0 において別の位置に置かれることがある。領域 3 1 6 は、変換器構造 3 0 0 のどちらかの末端部に置かれることもある。

【 0 0 9 3 】

変換器構造 3 0 0 における領域 3 1 6 は、変換器構造 3 0 0 の残りの部分の電極ピッチ p_1 とは異なる電極ピッチ p_2 を結果としてもたらず。電極ピッチ p_1 は、変換器構造の共振周波数を規定し、一方で領域 3 1 6 のピッチ p_2 は、変換器構造 3 0 0 のカップリング強度を制御する。ピッチ p_2 は、同じくし型電極 3 0 2 又は 3 0 4 からの 2 つの隣接する電極フィンガの間の、例えば、ここでは 3 0 6 _ 4 と 3 0 6 _ 5 との間の端部間電極フィンガ距離として規定される波長 λ_2 を与える。電気 - 弾性源が領域 3 1 6 では抑制されてきているので、領域 3 1 6 のアクティブな電極フィンガ 3 0 8 の数が先行技術の構成に比べて削減され、先行技術の構成では、各々の電極フィンガがアクティブである。電極フィンガは、対向するくし型電極の別の電極フィンガとともに電気 - 弾性源を形成するときにアクティブとして規定される。

【 0 0 9 4 】

図示した変換器構造 3 0 0 を用いると、領域 3 1 4 が変換器構造 3 0 0 の残りのピッチ p_1 と比較して大きな変換器構造におけるピッチ p_2 の存在を結果としてもたらずという事実のために、電気機械カップリング係数 k_s^2 が、図 1 に図示したような先行技術の変換器構造の電気機械カップリング係数 k_s^2 と比較して減少する。以前に述べたように、大きなピッチ p_2 は大きな波長 λ_2 、これゆえ、 $\Delta f / f \sim (2 / 3) k_s^2$ であるので、共振周波数 f_{r2} の低下及び電気機械カップリング係数 k_s^2 の減少に関係する。

【 0 0 9 5 】

領域 3 1 6 では、電気 - 弾性波は、両方の波長 λ_1 及び λ_2 で、これゆえ、両方の共振周波数 f_{r1} 及び f_{r2} で発生される。このことは、図 1 に示したような交互の電極を有する変換器構造と比較して低調波と呼ばれる、より低い周波数 f_{r2} におけるコヒーレントモードの出現に対応する。さらにその上、発生源の抑制に起因して、電極フィンガのすべてがアクティブであること、例えば、発生源を形成することをともない構造に同じ総数の電極フィンガを有する従来技術の変換器構造と比較して、 f_{r1} において少しの電気 - 弾性波しか発生しない。

【 0 0 9 6 】

変換器構造 3 0 0 において共振周波数 f_{r1} で電気 - 弾性源 3 1 2 及び 3 1 4 により発生された電気 - 弾性波は、複合基板 3 1 0 中へと発せられ、第 1 の実施形態におけるように、圧電層 2 1 2 とベース基板 2 1 0 との間のボンディング界面 2 1 6 のところで反射される。しかし、変換器構造 3 0 0 では、これらの反射された弾性波の一部が、変換器構造 3 0 0 の領域 3 1 6 で実際には再吸収されないだろう。さらにその上、電気 - 弾性源 3 1 8 により共振周波数 f_{r2} で発生された電気 - 弾性波は、電気 - 弾性源 3 1 2 及び 3 1 4 により発生された電気 - 弾性波の残りとは同期しない、その結果、それらの反射された部分は、変換器構造 3 0 0 の残りによっても再吸収されないだろう。

【 0 0 9 7 】

変換器構造 3 0 0 の領域 3 1 6 における発生源の抑制の結果として、少しの弾性波しか、 $f_{r1} = V / p_1$ により与えられる周波数 f_{r1} のところで発生されず、変換器構造 3 0 0 により発生された少しの反射された弾性波しか、変換器構造 3 0 0 により再吸収されないだろう、及びこれゆえ、SAW フィルタデバイスにおいて使用されるときに、少しの寄生効果しかこのような変換器構造からは観察されないだろう。

【 0 0 9 8 】

変換器構造 3 0 0 における発生源抑制構造の使用は、弾性波の振幅及び効果を減少させるように、複数の（例えば、多数の）周波数、ここでは例えば、 f_{r1} 及び f_{r2} 、にわたる反射された弾性波の分布のために、変換器構造において得られる反射された弾性波の発

10

20

30

40

50

生及び検出の低下を結果としてもたらず。このことは、順に、このような変換器構造に関する寄生共振の減少につながる。

【0099】

本発明の第3の実施形態による変換器構造400が、図4に模式的に図示される。

【0100】

変換器構造400は、第2の実施形態と比較して複数の領域316を有し、基板410に複数の電極手段406及び408を有するインターディジタル化されたくし型電極の対402及び404を備え、これが第2の実施形態に対しての違いに過ぎない。すべての他の特徴は、同じであり、これゆえ再び詳細には説明しないが、参照が上記の説明に行われる。

10

【0101】

電極手段406及び408は、第1及び第2の実施形態におけるように電極フィンガ又は分割フィンガ406及び408である。

【0102】

基板410は、第1及び第2の実施形態の基板206又は310と同じ特性を有する。

【0103】

変換器構造400は、複数の電極フィンガ406__1から406__3及び408__1から408__3を備え、ここではインターディジタル化された電極フィンガの対406__1、408__1から406__3、408__3が、第1及び第2の実施形態におけるように交互の電位を有する。第1及び第2の実施形態におけるように複数の電気-弾性源414及び416が、変換器構造400に存在し、交互の電位-V/+V又は+V/-Vで隣接する電極フィンガの対、例えば、それぞれ406__1と408__1及び408__1と406__2により規定されることが分かることがある。

20

【0104】

第1及び第2の実施形態とは異なり、変換器構造400は、電極フィンガ406、408を有する2つの領域416(416__1、416__2)を含み、その結果、くし型電極404が、間に対向するインターディジタル化されたくし型電極402からのいずれの電極フィンガ406もない状態で同じ電位+Vで3つの隣接する電極フィンガ408__4から408__6及び408__9から408__112を有する。3つの隣接する電極フィンガ408__4から408__6及び408__9から408__11は、-Vに、又はマスに、又は負荷/電源電位 V_{IN} (図示せず)に接続されることもある。

30

【0105】

これゆえ、第2の実施形態におけるように、各々の領域416では、間に対向する電極402からの電極フィンガ406のない状態で、同じ電位-Vで3つの隣接する電極フィンガ408__4から408__6及び408__9から408__11を接続することによって、電気-弾性源が抑制されてきている。

【0106】

しかしながら、第2の実施形態におけるように、電気-弾性源418は、隣接する電極フィンガ406__4と408__4との間及び408__6と406__5との間に存在するだろう、しかし図4に示したようにピッチ p_2 により規定される。ピッチ p_2 は、変換器構造400のピッチ p_1 よりも実際には大きい。そして領域416__2に関して、電気-弾性源418は、隣接する電極フィンガ406__7と408__9との間にさらに408__11と406__8との間に存在するだろう、またピッチ p_2 により規定されるだろう。

40

【0107】

この変形形態では、領域416__1及び416__2は、同じ電位で隣接する電極フィンガの同じ構成、すなわち3つを有する。他の変形形態によれば、同じ電位での隣接する電極フィンガの数は、例えば、互いに隣り合って同じ電位で3つ以上の電極フィンガを有することにより、1つから他の数まで変わることもある。これが、電気機械カップリング係数 k_s^2 のより大きな低下という結果をもたらすはずである。

【0108】

50

変形形態によれば、電位の極性は、第1のインターディジタル化されたくし型電極402と第2のインターディジタル化されたくし型電極404との間で入れ替えられることがある、又は電位は、一方のくし型電極のマスに、及び他方のくし型電極の負荷/電源電位 V_{IN} に接続されることがある。

【0109】

この実施形態では、領域416は、伝播方向 x に、変換器構造400に沿って非周期的に又はランダムに配置される。第2の領域416__1は、3つのインターディジタル化されたくし型電極対により第2の領域416__2から隔てられる。変形形態によれば、領域416は、伝播方向 x に変換器構造に沿って互いに隣り合って配置されることがある。

【0110】

第2の実施形態におけるように、変換器構造400における複数の電気-弾性源抑制構造416の使用は、図1に示したような交互の電極を有する変換器構造と比較して低調波と呼ばれる、より低い周波数、すなわちここでは f_{r2} でのコヒーレントモードの出現という結果をもたらす。変換器構造400に沿った領域416の非周期的な又はランダムな配置は、低周波数での位相コヒーレンスを低下させる際に役立ち、以て、このような変換器構造を使用するフィルタデバイスにおいて観察されるラトル効果を減少できる。

【0111】

第2の実施形態におけるように、変換器構造400の電気-弾性源412、414及び418により発生された電気-弾性波は、複合基板410中へと発せられ、圧電層212とベース基板210との間のボンディング界面216のところで反射される。

【0112】

変換器構造400における発生源の抑制の結果として、少しの弾性波しか $f_{r1} = V/p_1$ により与えられる周波数 f_{r1} で電気-弾性源412、414により発生されず、変換器構造400により発生された少しの反射された弾性波しか、変換器構造400によって再吸収されないだろう、及びそれゆえ少しの寄生効果しか、SAWフィルタデバイスにおいて使用されるときにこのような変換器構造から観測されないだろう。

【0113】

第1及び第2の実施形態におけるように、周波数 f_1 で電気-弾性源412、414から発生され反射された波は、電気-弾性源418によつては再吸収されず、変換器構造の領域416のために存在する。この実施形態では、さらにその上、第2の実施形態におけるように、異なる周波数 f_2 で電気-弾性源418により発生され反射した波はまた、変換器構造400の電気-弾性源412、414によつては再吸収されない又は少ししか再吸収されないだろう。概して、反射した弾性波の発生及び検出の低下が、それ自体の強度及び効果を低下させるように複数の(例えば、多数の)周波数にわたる反射した弾性波の分布のために変換器構造400において得られる。このことは順に、このような変換器構造に関する寄生共振の減少をもたらす。

【0114】

この実施形態では、2つの領域416が、変換器構造400に図示される。変形形態によれば、2つ以上の領域416が、変換器構造400に存在してもよい。上に説明したように、複合基板410に生成されたSAWデバイスの変換器構造400における複数の電気-弾性源領域の抑制を使用することにより、SAWデバイスの表面波伝播特性が、(例えば、電極ピッチ p により与えられる共振の周波数を)基本的に変化させないで維持されることがあり、一方で、寄生バルク波伝播特性が、電気機械カップリング係数 k_s^2 の減少によって低下する。

【0115】

変形形態によれば、図2及び図3に図示した領域の組合せ、したがって同じくし型電極に接続された隣接する電極の奇数個を有する1つ又は複数の領域及び偶数個を有する1つ又は複数の領域の組合せもまた含むことができる。

【0116】

図5aは、本発明の第4の実施形態によるSAWフィルタデバイス500を模式的に図

10

20

30

40

50

示する。SAWフィルタデバイス500は、複合基板502並びに12個の共振器511から516及び521から526を備える。複合基板502は、ベース基板及び上部層を含み、以前の実施形態、例えば、第1の実施形態の説明に参照がなされる本発明の第1の実施形態に関して既に説明したベース基板214及び上部層212を有する基板210と同じ特性を有する。

【0117】

この実施形態では、SAWフィルタデバイス500は、ラダーフィルタであり、並列及び直列での共振器の縦接続を含む。フィルタの原理は、素子セルの実際の形に従っていわゆるL型、T型又はP型のものであってもよいインピーダンス素子セルを縦接続することから成る。

10

【0118】

変形形態によれば、SAWフィルタデバイスは、もう1つのタイプのフィルタデバイス、例えば、平衡ブリッジ型フィルタデバイスであってもよい。実際に、SAWフィルタデバイスが実施形態1から3のうちの1つ又はこれらの組合せに従った共振器を含む限り、どんなSAWフィルタデバイスが考えられてもよい。

【0119】

この実施形態では、各々の共振器511から516及び521から526は、変換器構造及び2つの反射器を備え、変換器構造が2つの反射器の間に設置される。12個の変換器のうちの少なくとも1つの変換器は、図2から図4に図示したような実施形態1から3による変換器構造200、300、400のうちの1つに従って実現されることがある。これらの特徴は、再び詳細には説明しないが、参照がそれらの説明に行われる。12個の変換器は、それら自体の電気機械カップリング係数 k_s^2 が基本的に同じであるが、それら自体の構造が異なることがあり、とりわけ以降に説明するように、適正にフィルタ応答を整形するため共振周波数及び反共振周波数を調整するように設計される。

20

【0120】

共振器511から516は並列に設置され、一方で共振器521から526は直列に設置される。

【0121】

このようなフィルタでは、直列の共振器521から526の共振は、中心周波数付近の伝送の最大値を確実にするために帯域幅の中心で並列共振器511から516の反共振と一致する。並列共振器511から516の共振に対応する周波数のところで、それぞれ共振器系列521から526の反共振、伝送は、ほとんどゼロであり、これが狭い遷移帯域で強い排除をとまうフィルタリング機能を設計することを可能にさせる。

30

【0122】

既に述べたように、先行技術のSAWフィルタデバイスでは、変換器構造により発生された電気弾性波は、圧電層の体積を進み、ベース基板との界面のところで反射される。これらの反射された波は、SAWデバイスのフィルタ特性を乱し、フィルタの帯域通過の外側のいわゆる「ラトル効果」をもたらす、以てデバイスの性能を低下させる。

【0123】

本発明による変換器構造及びSAWデバイスは、発生される電気-弾性波の量を減少させ、以て圧電層とベース基板との間の界面のところで反射される電気弾性波の量を減少させる。このことが、電気-弾性源を取り除き変換器構造の電気機械カップリングを減少させることによって可能にされる。変換器構造の電気機械カップリングのこの減少は、一定の動的容量のところで変換器の静的な容量の人工的な増加に対応する（又は逆も同様である）。

40

【0124】

加えて、本発明の実施形態1から3のうちの1つによる変換器構造200、300、400と組み合わせて、0.92~20%及びそれどころかそれ以上の範囲内の電気機械カップリング係数を有するLiTaO₃又はLiNbO₃などの強い電気機械カップリングを備えた圧電材料を使用することによって、複合基板502に製造されたSAWフィルタ

50

デバイス 500 は、先行技術の変換器構造と比較して優れた温度安定性及び帯域通過のフィルタ特性の改善の両方を示すことができる。特に、0.1と2%との間の相対的なフィルタ帯域幅を有するSAWフィルタデバイス500が、実現されることがある。

【0125】

図5bは、図5aに図示したSAWデバイス500において変換器517として使用される変換器構造600の実例を模式的に図示する。

【0126】

変換器構造600は、複数の電極手段606及び608、ここでは基板610上のフィンガ、を有するインターディジタル化されたくし型電極の対602及び604を備える。

【0127】

複合基板610は、シリコンのベース基板に設けられた、規格IEEE1949Std-176に沿った(YXI)/42°とも記される、42°Yカット、X伝播を有するタンタル酸リチウム(LiTaO₃)層である。LiTaO₃は、20μmの厚さを有する。

【0128】

変換器構造600では、メタピリオド612が、 $\Lambda = 4\lambda = 8p$ として定義されることがあり、pが変換器構造600の電極ピッチである。合計で10個の電極フィンガ604、608が、メタピリオド612にこれゆえ存在する。変換器構造600は、合計で7つのメタピリオド612を含むが、それらのうちの3つだけ、612__1、612__2及び612__3が図5bに図示される。

【0129】

変換器構造600の7つのメタピリオドの各々は、メタピリオドの各々において同じ電位のところに接続された複数の電極フィンガを有する少なくとも1つの領域614の存在のために、電気-弾性源の抑制部を備える。変換器構造は、図5bに示したメタピリオドの各々が発生源構造の異なる抑制部を備えるので、それ自体の構造内部に発生源の抑制部の非周期的な構成を示す。

【0130】

メタピリオド612__1では、領域614__1は、電極フィンガ606__1から606__9の間に対向するインターディジタル化されたくし型電極604から何も電極フィンガ608がない状態で、同じ電位-Vで9つの電極フィンガ606__1から606__9を含む。1つだけの電気-弾性源616が、+Vのところに接続された電極フィンガ608__1と-Vのところに接続された電極フィンガ606__1との間のメタピリオド612__1に存在する。

【0131】

メタピリオド612__2では、2つの領域614__2及び614__3は、電極フィンガ606__10から606__15の間に及び電極フィンガ606__16から606__18の間に対向するインターディジタル化されたくし型電極604から何も電極フィンガ608がない状態で、同じ電位-Vで6つの電極フィンガ606__10から606__15及び3つの電極フィンガ606__16から606__18を含む。+Vのところに接続された1つだけの電極フィンガ608__2が、電極フィンガ606__15と606__16との間に存在し、その結果2つの電気-弾性源616及び618が、メタピリオド612__2に存在する。

【0132】

メタピリオド612__3では、2つの領域614__4及び614__5は、電極フィンガ606__19と606__20との間に及び電極フィンガ606__21から606__27の間に対向するインターディジタル化されたくし型電極604から何も電極フィンガ608がない状態で、同じ電位-Vで各々の2つの電極フィンガ606__19及び606__20並びに7つの電極フィンガ606__21から606__27を含む。+Vのところに接続された1つだけの電極フィンガ608__3が、電極フィンガ606__20と606__21との間に存在し、その結果2つの電気-弾性源616及び618が、メタピリオド612__

10

20

30

40

50

3 に存在する。

【 0 1 3 3 】

図 1 に示したような、すべての電極フィンガが交互の電位である変換器構造 1 0 0 と比較して、この実施形態では、図 5 b に示したような領域 6 1 4 __ 1 から 6 1 4 __ 4 の非周期的な組合せが、電気 - 弾性源の抑制という結果をもたらす、このことが順に電気機械カップリング係数 k_s^2 の減少という結果をもたらす。

【 0 1 3 4 】

図 5 c は、Y 軸にプロットした電気機械カップリング係数 k_s^2 が、X 軸にプロットした変換器構造内部のアクティブ電極フィンガとも呼ばれる接続された電極フィンガの数とともにどのように変化するかを示す。電気機械カップリング係数 k_s^2 の 3 つの実験値が、2、3 及び 4 に対応する接続された電極の数に対してプロットされ、それぞれ 0 . 0 1 4 %、0 . 0 2 2 % 及び 0 . 0 3 % の電気機械カップリング係数 k_s^2 値に対応する。グラフに描かれた直線は、多項式： $f(x) = aX^2 + bX + c(\%)$ を使用した実験データの理論的フィットに対応する。

【 0 1 3 5 】

変換器構造 6 0 0 に関して、交互の電位に接続されるメタピリオドに存在する 1 0 個の電極フィンガのうちの 2 つだけの隣接する電極フィンガを用いて、1 . 4 % の程度の電気機械カップリング係数 k_s^2 が得られることが分かる。このことは、交互の電位に接続される隣接する電極フィンガのうちの 1 対だけを有するメタピリオドに対応する。

【 0 1 3 6 】

接続されるメタピリオドの電極フィンガの数が増加するときに、電気機械カップリング係数 k_s^2 の増加が直線的であることが分かる。変換器構造 1 0 0 のような従来技術の変換器構造に対応し交互の電位に接続されるメタピリオドの 5 対の電極フィンガに関して、3 . 8 % の電気機械カップリング係数 k_s^2 が得られる。

【 0 1 3 7 】

変換器構造 6 0 0 を用いて、0 . 6 5 % 及び 0 . 4 % の相対的なフィルタ帯域幅並びに 6 d B 未満の帯域幅損失を有する図 5 a に図示したような S A W フィルタデバイスが得られる。これは、X 軸の規格化した周波数に対する左の Y 軸の伝達関数の係数を描いている図 5 b に図示され、太い黒の線に対応し、一方で、 μs での群遅延が、右の Y 軸にプロットされ、図 5 d の細い黒の線に対応する。

【 0 1 3 8 】

群遅延は、通過帯域内の位相直線性の像を与える。例えば、 t_g の一定値は、直線位相を意味し、これはフィルタにとって注意される特徴のうちの 1 つである。さらにその上、図 5 b に図示されたような変換器構造 6 0 0 を使用する S A W フィルタデバイス 5 0 0 を用いると、- 0 . 9 と 1 p p m / K との間に含まれる 1 次の T C F (T C F ₁) 及び 3 0 と 3 6 p p b / K との間に含まれる 2 次の T C F (T C F ₂) を有する温度感度が達成されることがある。熱感度は、周囲温度 $T_0 = 25$ 付近で T C F ₁ 及び T C F ₂ により特徴づけられる。その式は、次の通りである：

$$f = f_0 \times (1 + T C F_1 (T - T_0) + T C F_2 (T - T_0)^2)$$

この式は、標準デバイスの S A W にとって一般的であるように二次に限定される温度 - 周波数依存性の多項式展開に対応する。T C F ₁ 及び T C F ₂ は、伝達関数の所与の強度 / 位相点についての実験的な周波数 - 温度測定値又は反射係数又はフィルタの自己アドミッタンス、トランスアドミッタンス若しくは自己インピーダンス若しくはトランスインピーダンスを考慮するベストフィット手順を使用することによって正確に得られることがある。

【 0 1 3 9 】

最後に、図 5 e には、変換器構造 6 0 0 において電気 - 弾性源の抑制の有無で、図 5 b の変換器構造 6 0 0 を備えた図 5 a の S A W フィルタデバイス 5 0 0 に関するシミュレーションした S A W フィルタデバイス特性が示される。再び、図 5 e には、X 軸の規格化した周波数に対する左の Y 軸の伝達関数の係数及び右の Y 軸の群遅延が図示される。

【 0 1 4 0 】

従来技術におけるような、すなわち、電気 - 弾性源の抑制を用いない変換器構造の周期的な構成のケースでは、S A Wフィルタデバイスの帯域通過周波数の外側の周波数である、規格化した周波数についての 0 . 8 2 5 及び 1 . 2 5 の値のところに 2 つの強い寄生共振が存在する。

【 0 1 4 1 】

電気 - 弾性源の抑制の非周期的な配置が実行されるときには、0 . 8 2 5 及び 1 . 2 5 の値のところでの寄生共振が消滅する。したがって、コヒーレントな低調波源の削除による帯域外排除の改善が明らかである。このことは、非周期的な構造が低調波に起因する何らかの擾乱なしにむしろ単一ピリオド構造のように振る舞い、これゆえ、フィルタ単一共振器のより良い動作、及びこれゆえ全体的なフィルタ応答の改善をもたらすという事実によって説明される。

10

【 0 1 4 2 】

上に説明したように、複合基板を有する S A Wフィルタデバイスにおける反射したバルク弾性波伝播からの寄生共振の効果は、S A Wデバイスの表面モード共振周波数 f_r が、構造的な特徴を保ちつつ変換器構造の全体を通して同じ又はほぼ同じ、すなわち、電極フィンガの幅及び厚さが変換器構造全体を通して同じままであるような方法で、S A Wフィルタデバイスにおいて使用される変換器構造の 1 つ又は複数の領域の電気 - 弾性源を抑制することによって低減されることがある。

【 0 1 4 3 】

本発明の多くの実施形態が、説明されてきている。それにも拘らず、様々な修正及び強調が、別記の特許請求の範囲から逸脱せずに行われてもよいことが理解される。

20

30

40

50

【図面】

【図 1 a】

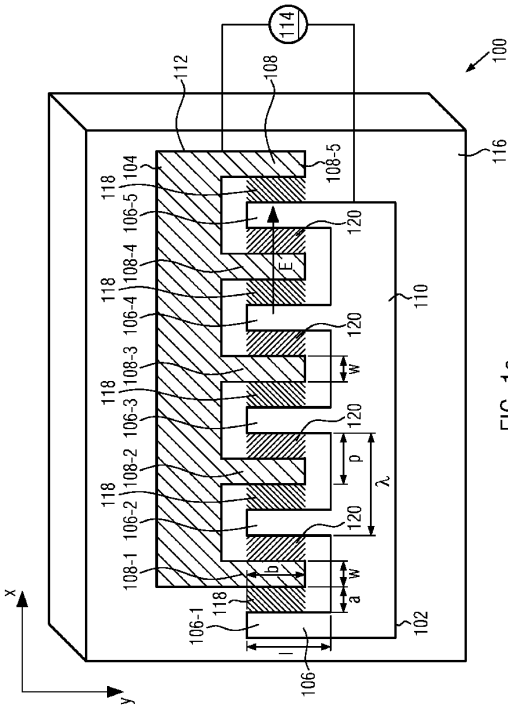


FIG. 1a
(prior art)

【図 1 b】

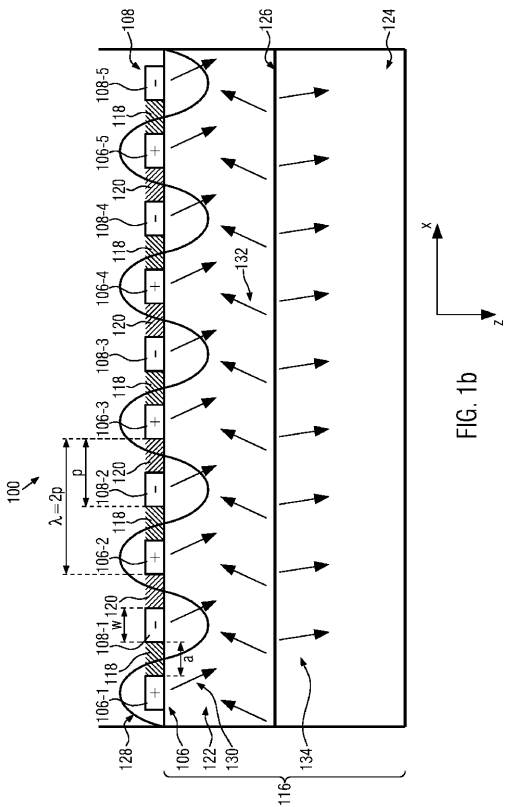


FIG. 1b

【図 2】

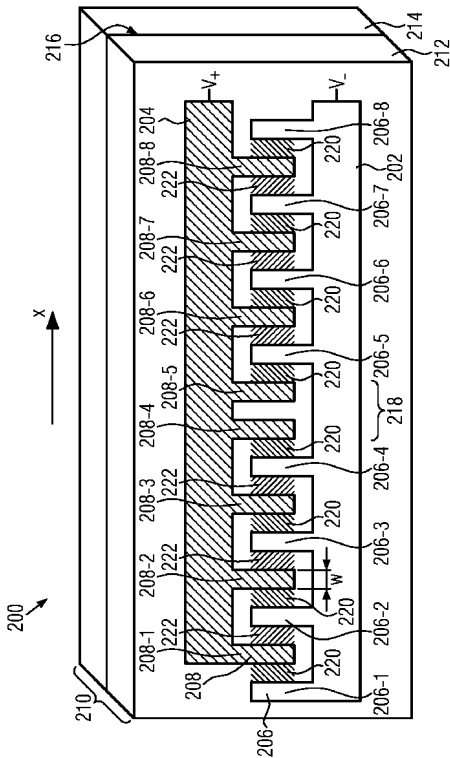


FIG. 2

【図 3】

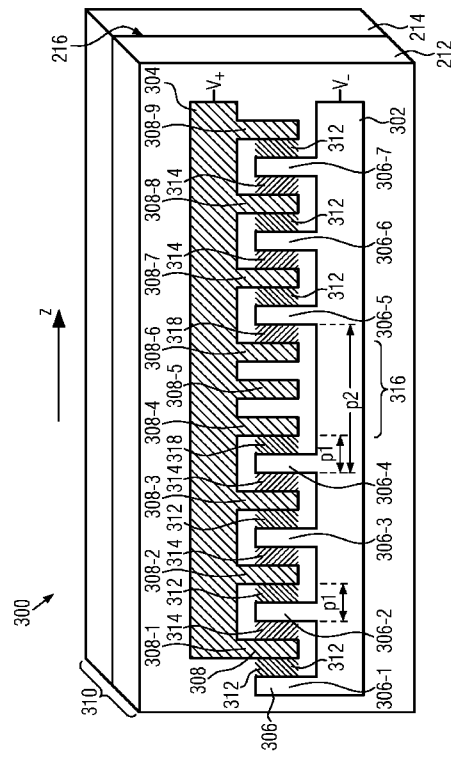


FIG. 3

10

20

30

40

50

【圖 4】

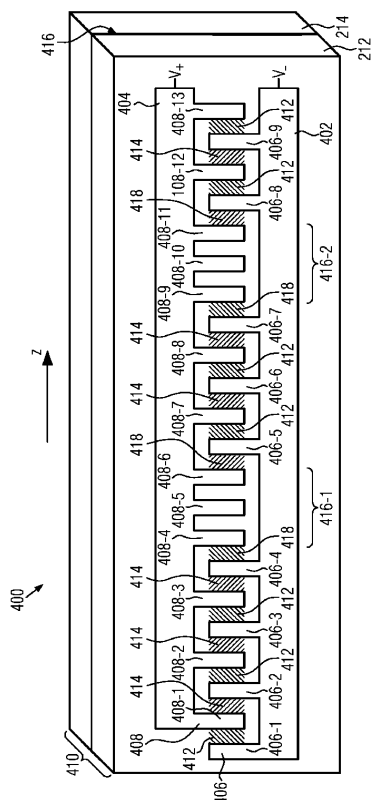


FIG. 4

【 図 5 a 】

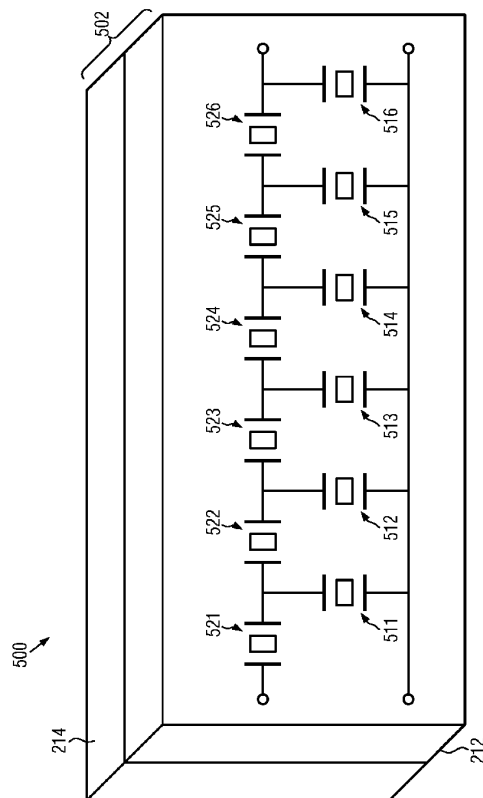


FIG. 5a

【 図 5 b 】

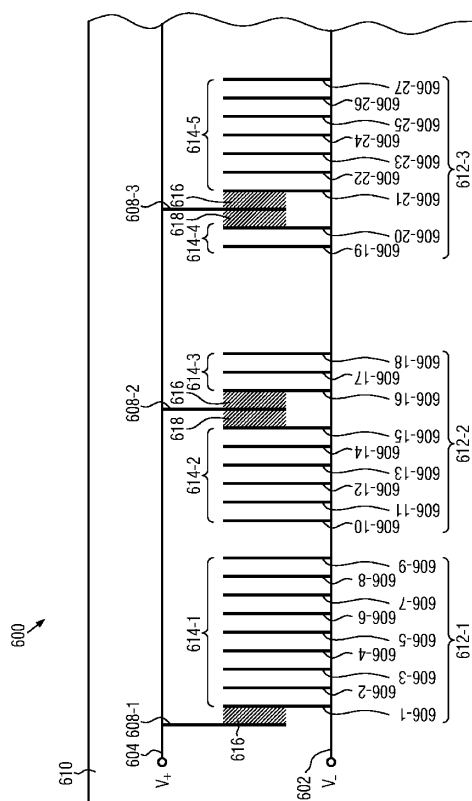


FIG. 5b

【 図 5 c 】

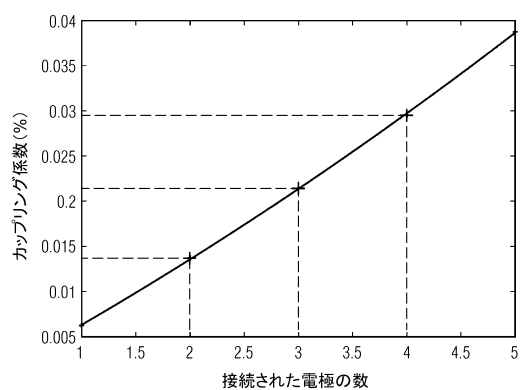


FIG. 5c

【図 5 d】

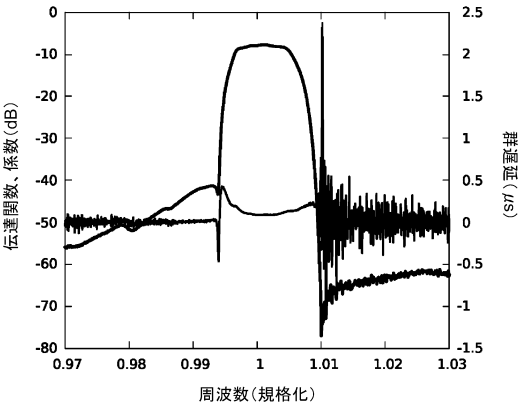


FIG. 5d

【図 5 e】

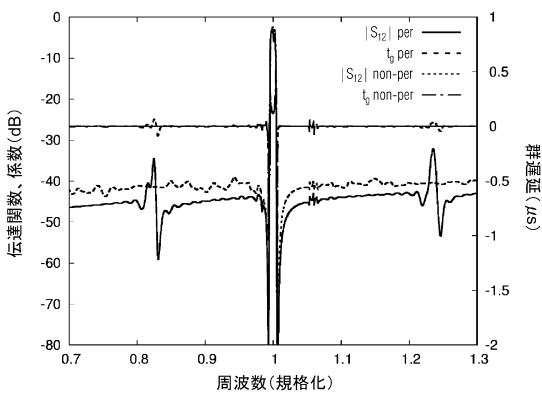


FIG. 5e

10

20

30

40

50

フロントページの続き

フランス(FR)
弁理士 野田 雅一
(74)代理人 100154656
弁理士 鈴木 英彦
(74)代理人 100223424
弁理士 和田 雄二
(72)発明者 バランドラス, シルヴァイン
フランス共和国, 25000 ブザンソン, リュー アレクサンドル エスティナード 9
(72)発明者 バーナード, フローレント
フランス共和国, 25000 ブザンソン, リュー エリゼ ルクリュ 29
(72)発明者 クルジョン, エミリエ
フランス共和国, 25770 フラノワ, リュー デ ラ フェリー 31

合議体
審判長 高野 洋
審判官 千葉 輝久
審判官 丸山 高政
(56)参考文献 特開2000-315931(JP,A)
国際公開第2016/121818(WO,A1)
特開2002-353769(JP,A)
特開2002-9584(JP,A)
国際公開第2010/004741(WO,A1)
特開2009-267665(JP,A)
特開2003-17967(JP,A)
特開2017-222029(JP,A)
(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H03H3/08-3/10
H03H9/145-9/76