

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7268747号
(P7268747)

(45)発行日 令和5年5月8日(2023.5.8)

(24)登録日 令和5年4月25日(2023.4.25)

(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 9/145 C
	H 0 3 H 9/25 C

請求項の数 11 (全15頁)

(21)出願番号	特願2021-542843(P2021-542843)	(73)特許権者	000006231 株式会社村田製作所 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(86)(22)出願日	令和2年8月21日(2020.8.21)	(74)代理人	110001232 弁理士法人大阪フロント特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/031658	(72)発明者	大門 克也 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
(87)国際公開番号	WO2021/039639	(72)発明者	瀧川 和大 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
(87)国際公開日	令和3年3月4日(2021.3.4)	審査官	志津木 康
審査請求日	令和4年1月12日(2022.1.12)		
(31)優先権主張番号	特願2019-158337(P2019-158337)		
(32)優先日	令和1年8月30日(2019.8.30)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

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】

第1の圧電基板において構成されており、IDT電極を有する弾性波共振子と、
第2の圧電基板において構成されており、複数のIDT電極を有する縦結合型弾性波共振子フィルタとを備え、

前記弾性波共振子の前記IDT電極及び前記縦結合型弾性波共振子フィルタの前記IDT電極が、それぞれ複数本の電極指を有し、かつ前記電極指同士が弾性波伝搬方向において交叉している交叉領域を有し、該交叉領域が、中央領域と、前記電極指の延びる方向において前記中央領域の両外側に設けられており、前記中央領域よりも音速が低い第1、第2のエッジ領域とを有し、前記第1、第2のエッジ領域の前記電極指の延びる方向外側に配置されており、前記中央領域よりも音速が高い第1、第2のギャップ領域が設けられており、

前記第1、第2のエッジ領域において、前記電極指の延びる方向に沿う寸法を長さとしたときに、前記縦結合型弾性波共振子フィルタにおける前記第1、第2のエッジ領域の長さが、前記弾性波共振子における前記第1、第2のエッジ領域の長さよりも短い、弾性波装置。

【請求項2】

前記第1の圧電基板と前記第2の圧電基板とが同一圧電基板である、請求項1に記載の弾性波装置。

【請求項3】

前記第 2 の圧電基板が前記第 1 の圧電基板とは別の圧電基板である、請求項 1 に記載の弾性波装置。

【請求項 4】

前記第 1 , 第 2 のエッジ領域における前記電極指の幅が、前記中央領域における前記電極指の幅よりも大きい、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置。

【請求項 5】

前記第 1 , 第 2 のエッジ領域において、前記電極指に積層されている質量付加膜が設けられている、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置。

【請求項 6】

前記弾性波共振子において設けられた前記質量付加膜の厚みが、前記縦結合型弾性波共振子フィルタにおいて設けられている前記質量付加膜の厚みと同じである、請求項 5 に記載の弾性波装置。

10

【請求項 7】

前記中央領域において、前記電極指に高速化膜が積層されている、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置。

【請求項 8】

前記第 1 , 第 2 の圧電基板が、高音速材料層及び圧電膜がこの順序で積層された積層体であり、前記高音速材料層を伝搬するバルク波の音速が、前記圧電膜を伝搬する弾性波の音速よりも高い、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置。

【請求項 9】

前記第 1 , 第 2 の圧電基板が、前記高音速材料層と前記圧電膜との間に設けられている低音速膜をさらに含み、

20

前記低音速膜を伝搬するバルク波の音速が、前記圧電膜を伝搬するバルク波の音速よりも低い、請求項 8 に記載の弾性波装置。

【請求項 10】

前記高音速材料層が高音速材料からなる支持基板である、請求項 8 または 9 に記載の弾性波装置。

【請求項 11】

前記高音速材料層が高音速材料からなる高音速膜であり、前記高音速材料層を支持している支持基板をさらに備える、請求項 8 または 9 に記載の弾性波装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、交叉領域内において両端に低音速領域としての第 1 , 第 2 のエッジ領域が設けられている構造を有する弾性波装置に関する。

【背景技術】

【0002】

下記の特許文献 1 に記載の弾性波装置では、ピストンモードを形成して横モードリップルの抑制が図られている。より具体的には、IDT 電極において、隣り合う電極指が弾性波伝搬方向において重なり合っている領域を交叉領域とする。交叉領域が中央領域と、中央領域の電極指の延びる方向外側に配置された第 1 , 第 2 のエッジ領域とを有する。この第 1 , 第 2 のエッジ領域の音速が、中央領域における音速よりも低められている。そして、第 1 , 第 2 のエッジ領域の外側に、中央領域よりも高音速の領域が設けられている。それによって、ピストンモードが形成されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特許第 5503020 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 0 4 】

特許文献 1 に記載の弾性波装置では、ピストンモードを形成することにより、横モードリップルの抑制が図られている。

【 0 0 0 5 】

しかしながら、弾性波共振子と、縦結合型弾性波共振子フィルタとを有する弾性波装置において、弾性波共振子及び縦結合型弾性波共振子フィルタの双方において、第 1 , 第 2 のエッジ領域を設けた場合、横モードを十分に抑制することができないことがあった。

【 0 0 0 6 】

本発明の目的は、弾性波共振子と縦結合型弾性波共振子フィルタとを有する弾性波装置であって、横モードをより一層効果的に抑制することができる、弾性波装置を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

本発明に係る弾性波装置は、第 1 の圧電基板において構成されており、I D T 電極を有する弾性波共振子と、第 2 の圧電基板において構成されており、複数の I D T 電極を有する縦結合型弾性波共振子フィルタとを備え、前記弾性波共振子の前記 I D T 電極及び前記縦結合型弾性波共振子フィルタの前記 I D T 電極が、それぞれ複数本の電極指を有し、かつ前記電極指同士が弾性波伝搬方向において交叉している交叉領域を有し、該交叉領域が、中央領域と、前記電極指の延びる方向において前記中央領域の両外側に設けられており、前記中央領域よりも音速が低い第 1 , 第 2 のエッジ領域とを有し、前記第 1 , 第 2 のエッジ領域の前記電極指の延びる方向外側に配置されており、前記中央領域よりも音速が高い第 1 , 第 2 のギャップ領域が設けられており、前記第 1 , 第 2 のエッジ領域において、前記電極指の延びる方向に沿う寸法を長さとしたときに、前記縦結合型弾性波共振子フィルタにおける前記第 1 , 第 2 のエッジ領域の長さが、前記弾性波共振子における前記第 1 , 第 2 のエッジ領域の長さよりも短い。

20

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

本発明に係る弾性波装置によれば、弾性波共振子及び縦結合型弾性波共振子フィルタのいずれにおいても、横モードを効果的に抑圧することができる。

【図面の簡単な説明】

30

【 0 0 0 9 】

【図 1】図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る弾性波装置の回路図である。

【図 2】図 2 は、本発明の第 1 の実施形態に係る弾性波装置における弾性波共振子の構造を説明するための正面断面図である。

【図 3】図 3 は、本発明の第 1 の実施形態に係る弾性波装置における弾性波共振子の電極配置を説明するための模式的平面図である。

【図 4】図 4 は、本発明の第 1 の実施形態に係る弾性波装置における弾性波共振子の I D T 電極を示す平面図である。

【図 5】図 5 は、図 4 に示した I D T 電極の要部を拡大して示す部分切り欠き平面図である。

40

【図 6】図 6 は、本発明の第 1 の実施形態に係る弾性波装置における縦結合型弾性波共振子フィルタの電極配置を説明するための模式的平面図である。

【図 7】図 7 (a) 及び図 7 (b) は、第 1 の実施形態に係る弾性波装置の弾性波共振子の I D T 電極の要部及び縦結合型弾性波共振子フィルタの I D T 電極の要部を示す、各部分切り欠き平面図である。

【図 8】図 8 (a) は、第 1 の実施形態に係る弾性波装置における弾性波共振子のインピーダンス特性を示す図であり、図 8 (b) は S 1 1 特性を示す図である。

【図 9】図 9 は、実施例 1 に係る弾性波装置における弾性波共振子の第 1 , 第 2 のエッジ領域の長さ、横モードリップルの強度であるリップル強度との関係を示す図である。

【図 1 0】図 1 0 は、実施例 1 における縦結合型弾性波共振子フィルタの第 1 , 第 2 のエ

50

ッジ領域の長さ、横モードリップルの強度であるリップル強度との関係を示す図である。

【図 1 1】図 1 1 は、 LiNbO_3 膜を用いた実施例 2 の弾性波装置における弾性波共振子の第 1, 第 2 のエッジ領域の長さ、横モードリップルの強度であるリップル強度との関係を示す図である。

【図 1 2】図 1 2 は、 LiNbO_3 膜を用いた実施例 2 における縦結合型弾性波共振子フィルタの第 1, 第 2 のエッジ領域の長さ、横モードリップルの強度であるリップル強度との関係を示す図である。

【図 1 3】図 1 3 は、本発明の第 2 の実施形態に係る弾性波装置の回路図である。

【図 1 4】図 1 4 は、本発明の第 2 の実施形態に係る弾性波装置における IDT 電極の変形例を説明するための平面図である。

【図 1 5】図 1 5 は、本発明の第 2 の実施形態に係る弾性波装置における IDT 電極のさらに他の変形例を説明するための平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、図面を参照しつつ、本発明の具体的な実施形態を説明することにより、本発明を明らかにする。

【0011】

なお、本明細書に記載の各実施形態は、例示的なものであり、異なる実施形態間において、構成の部分的な置換または組み合わせが可能であることを指摘しておく。

【0012】

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る弾性波装置の回路図である。

【0013】

弾性波装置 1 は、デュプレクサであり、受信フィルタ 2 及び送信フィルタ 3 を有する。アンテナ端子 4 に、受信フィルタ 2 及び送信フィルタ 3 の一端が接続されている。受信フィルタ 2 及び送信フィルタ 3 は、それぞれ、弾性波フィルタである。受信フィルタ 2 では、縦結合型弾性波共振子フィルタ 6 に直列に 1 ポート型の弾性波共振子 5 が接続されている。送信フィルタ 3 は、複数の直列腕共振子 $S_1 \sim S_3$ と、複数の並列腕共振子 P_1, P_2 とを有する。直列腕共振子 $S_1 \sim S_3$ 及び並列腕共振子 P_1, P_2 は、それぞれ、1 ポート型弾性波共振子からなる。すなわち、送信フィルタ 3 は、複数の弾性波共振子を有するラダー型フィルタである。

【0014】

受信フィルタ 2 の弾性波共振子 5 及び縦結合型弾性波共振子フィルタ 6 において、ピストンモードを形成するために、IDT 電極の交叉領域内に、第 1, 第 2 のエッジ領域が設けられている。この第 1, 第 2 のエッジ領域の長さが、弾性波共振子 5 と縦結合型弾性波共振子フィルタ 6 とで異なっている。それによって、横モードをより効果的に抑圧することができる。以下、弾性波共振子 5 及び縦結合型弾性波共振子フィルタ 6 の構造をより詳細に説明する。

【0015】

図 2 は、弾性波共振子 5 の構造を説明するための正面断面図である。弾性波共振子 5 では、第 1 の圧電基板 15 上に、IDT 電極 16 及び反射器 17, 18 が設けられている。図 3 は IDT 電極 16 及び反射器 17, 18 が設けられている部分を示す模式的平面図である。IDT 電極 16 の弾性波伝搬方向両側に反射器 17, 18 が設けられており、それによって、1 ポート型弾性波共振子が構成されている。

【0016】

なお、図 2 に示すように、第 1 の圧電基板 15 では、支持基板 11、高音速材料層としての高音速膜 12、低音速材料層としての低音速膜 13 及び圧電膜 14 がこの順序で積層されている。圧電膜 14 上に、IDT 電極 16 が積層されている。第 1 の実施形態では、圧電膜 14 はタンタル酸リチウム単結晶膜からなる。

【0017】

支持基板 11 は Si、SiC 等の半導体や、酸化アルミニウム、水晶等の絶縁体からな

10

20

30

40

50

る。支持基板 11 の材料は特に限定されない。

【0018】

高音速膜 12 は、高音速材料からなる。また低音速膜 13 は低音速材料からなる。

【0019】

高音速材料とは、伝搬するバルク波の音速が、圧電膜 14 を伝搬する弾性波の音速よりも高い材料をいう。このような高音速材料としては、酸化アルミニウム、炭化ケイ素、窒化ケイ素、酸窒化ケイ素、シリコン、サファイア、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム、水晶、アルミナ、ジルコニア、コ-ジライト、ムライト、ステアタイト、フォルステライト、マグネシア、DLC（ダイヤモンドライクカーボン）膜またはダイヤモンド、上記材料を主成分とする媒質、上記材料の混合物を主成分とする媒質等の様々な材料を用いることができる。

10

【0020】

低音速材料とは、伝搬するバルク波の音速が、圧電膜 14 を伝搬するバルク波の音速よりも低い材料をいう。このような低音速材料としては、酸化ケイ素、ガラス、酸窒化ケイ素、酸化タンタル、また、酸化ケイ素にフッ素や炭素やホウ素、水素、あるいはシラノール基を加えた化合物、上記材料を主成分とする媒質等の様々な材料を用いることができる。

【0021】

なお、高音速材料層が支持基板を兼ねていてもよい。

【0022】

図 4 は、弾性波共振子 5 の IDT 電極 16 を示す平面図であり、図 5 は、図 4 の要部を拡大して示す部分切り欠き平面図である。IDT 電極 16 は、複数本の第 1 の電極指 21 と、複数本の第 2 の電極指 22 とを有する。複数本の第 1 の電極指 21 と複数本の第 2 の電極指 22 とは、互いに間挿しあっている。第 1 の電極指 21 の基端が、第 1 のバスバー 23 に連ねられている。第 1 のバスバー 23 には、弾性波伝搬方向に沿って配置された複数の開口部 23c が形成されている。この開口部 23c よりも後述する交叉領域側の部分が内側バスバー部 23a である。開口部 23c の交叉幅方向外側の領域が外側バスバー部 23b である。連結部 23d は、第 1 の電極指 21 を延長した部分に位置している。連結部 23d は、内側バスバー部 23a と外側バスバー部 23b とを連結している。

20

【0023】

第 2 の電極指 22 の基端は、第 2 のバスバー 24 に連ねられている。第 2 のバスバー 24 は、第 1 のバスバー 23 と同様に構成されている。すなわち、第 2 のバスバー 24 は、内側バスバー部 24a、外側バスバー部 24b、複数の開口部 24c 及び複数の連結部 24d を有する。

30

【0024】

なお、第 1 のバスバー 23 および第 2 のバスバー 24 には、内側バスバー部 23a、24a、外側バスバー部 23b、24b 及び開口部 23c、24c は形成されていなくともよい。

【0025】

第 1 の電極指 21 と第 2 の電極指 22 とが弾性波伝搬方向において重なり合っている領域が交叉領域 A である。交叉領域 A は、中央領域 B と、中央領域 B の第 1、第 2 の電極指 21、22 の延びる方向外側に位置している第 1、第 2 のエッジ領域 C1、C2 とを有する。第 1、第 2 のエッジ領域 C1、C2 においては、第 1 の電極指 21 及び第 2 の電極指 22 に、太幅部 25、26 が設けられている。すなわち、第 1、第 2 のエッジ領域 C1、C2 における第 1、第 2 の電極指 21、22 の幅は、中央領域 B における第 1、第 2 の電極指 21、22 の幅よりも大きい。なお、電極指の幅とは、第 1、第 2 の電極指 21、22 の延びる方向と直交する方向の寸法をいうものとする。

40

【0026】

ここで、第 1、第 2 のエッジ領域 C1、C2 の、第 1、第 2 の電極指 21、22 が延びる方向の寸法を第 1、第 2 のエッジ領域 C1、C2 の長さ X とする。太幅部 25、26 は、この長さ X にわたり設けられている。

50

【 0 0 2 7 】

他方、第 1 , 第 2 のエッジ領域 C 1 , C 2 の音速は、上記太幅部 2 5 , 2 6 が設けられているため、中央領域 B の音速よりも低められている。そして、第 1 , 第 2 のエッジ領域 C 1 , C 2 の第 1 , 第 2 の電極指 2 1 , 2 2 が延びる方向外側には、第 1 , 第 2 のギャップ領域 G 1 , G 2 が設けられている。

【 0 0 2 8 】

上記第 1 , 第 2 のギャップ領域 G 1 , G 2 及び第 1 , 第 2 のバスバー 2 3 , 2 4 の開口部 2 3 c , 2 4 c が設けられている領域の音速は、第 1 , 第 2 のエッジ領域 C 1 , C 2 の音速よりも高い。したがって、ピストンモードが形成され、横モードリップルを抑圧することができる。なお、第 1 , 第 2 のバスバー 2 3 , 2 4 の開口部 2 3 c , 2 4 c は設けられていなくとも良い。第 1 , 第 2 のギャップ領域 G 1 , G 2 の音速が第 1 , 第 2 のエッジ領域 C 1 , C 2 の音速よりも高ければ、ピストンモードが形成される。

10

【 0 0 2 9 】

図 4 及び図 5 を参照して弾性波共振子 5 の I D T 電極 1 6 の構造を説明したが、図 1 に示した縦結合型弾性波共振子フィルタ 6 の I D T 電極も同様の構造を有する。図 6 は縦結合型弾性波共振子フィルタ 6 の複数の I D T 電極が設けられている部分を示す模式的平面図である。第 2 の圧電基板を兼ねている第 1 の圧電基板上に、図 6 に示す電極構造が設けられており、それによって、縦結合型弾性波共振子フィルタ 6 が構成されている。なお、第 1 の圧電基板でなく、第 1 の圧電基板と異なる第 2 の圧電基板上に縦結合型弾性波共振子フィルタ 6 が構成されていてもよい。縦結合型弾性波共振子フィルタ 6 では、複数の I D T 電極 6 a ~ 6 c が弾性波伝搬方向に沿って配置されている。I D T 電極 6 a ~ 6 c が設けられている領域の弾性波伝搬方向外側に、反射器 6 d , 6 e が配置されている。複数の I D T 電極 6 a ~ 6 c の数は特に限定されない。

20

【 0 0 3 0 】

縦結合型弾性波共振子フィルタ 6 の複数の I D T 電極の 6 a ~ 6 c においても、図 4 及び図 5 に示した I D T 電極 1 6 と同様に、ピストンモードを形成するように、交叉領域 A が中央領域 B と第 1 , 第 2 のエッジ領域 C 1 , C 2 とを有する。

【 0 0 3 1 】

図 7 (a) 及び図 7 (b) に示すように、本実施形態の特徴は、縦結合型弾性波共振子フィルタ 6 における I D T 電極 6 a ~ 6 c の第 1 , 第 2 のエッジ領域 C 1 , C 2 の長さ X が、弾性波共振子 5 の I D T 電極 1 6 における第 1 , 第 2 のエッジ領域 C 1 , C 2 の長さ X よりも短いことにある。それによって、横モードリップルを弾性波共振子 5 及び縦結合型弾性波共振子フィルタ 6 の双方において効果的に抑圧することができる。

30

【 0 0 3 2 】

本願発明者らは、弾性波共振子と縦結合型弾性波共振子フィルタとを備える複合型の弾性波装置において、第 1 , 第 2 のエッジ領域を設けて横モードリップルの抑圧を図った場合に、双方において十分に横モードを抑圧し得ないことがあることを見出した。そして、弾性波共振子と縦結合型弾性波共振子フィルタとでは、第 1 , 第 2 のエッジ領域の長さにより、横モードリップルの抑圧効果が異なることを見出し、本発明をなすに至った。これを図 8 ~ 図 1 2 を参照して説明する。

40

【 0 0 3 3 】

[実施例 1]

第 1 の実施形態に係る弾性波装置として、以下の実施例 1 の弾性波装置を作製した。弾性波共振子 5 の第 1 の圧電基板 1 5 と縦結合型弾性波共振子フィルタ 6 が構成される圧電基板を同一圧電基板とした。支持基板 1 1 として S i 基板を用いた。高音速膜 1 2 として窒化ケイ素膜を用いた。高音速膜 1 2 の厚みは 9 0 0 n m とした。低音速膜 1 3 として、酸化ケイ素膜を用いた。低音速膜 1 3 の厚みは 6 0 0 n m とした。

【 0 0 3 4 】

圧電膜 1 4 として、5 0 ° Y カット X 伝搬の L i T a O ₃ 膜を用いた。膜厚は 6 0 0 n m とした。

50

【 0 0 3 5 】

I D T 電極 1 6 及び反射器 1 7 , 1 8 を構成する電極材料として、A l C u 膜を用いた。厚みは 1 0 0 n m とした。この A l C u 膜と圧電膜 1 4 との間に、厚み 1 2 n m の T i 層を密着層として設けた。A l C u 膜上に密着層として、厚み 4 n m の T i 層を設けた。I D T 電極 1 6 上に保護膜として、酸化ケイ素膜を積層した。酸化ケイ素膜の厚みは 3 5 n m とした。

【 0 0 3 6 】

I D T 電極 1 6 の中央領域 B におけるデューティーは 0 . 4 5 とし、第 1 , 第 2 のエッジ領域 C 1 , C 2 におけるデューティーは 0 . 7 とした。I D T 電極 1 6 の電極指ピッチで定まる波長は 2 μ m とした。

【 0 0 3 7 】

他方、縦結合型弾性波共振子フィルタ 6 においても、I D T 電極及び保護膜は同様に構成した。

【 0 0 3 8 】

図 8 (a)、図 8 (b) はそれぞれ、上記実施例 1 における弾性波共振子のインピーダンス特性及び S 1 1 特性を示す図である。図 8 (b) の S 1 1 特性において、矢印 P で示す複数のリップルが現れている。

【 0 0 3 9 】

複数のリップルのうち、最も大きなリップルの強度をリップル強度とした。

【 0 0 4 0 】

そして、上記実施例 1 において、第 1 , 第 2 のエッジ領域 C 1 , C 2 の長さを 0 . 2 以上、1 . 2 以下の範囲で変化させた。

【 0 0 4 1 】

図 9 は、弾性波共振子 5 における第 1 , 第 2 のエッジ領域 C 1 , C 2 の長さ、リップル強度との関係を示す図である。図 1 0 は、縦結合型弾性波共振子フィルタ 6 における第 1 , 第 2 のエッジ領域 C 1 , C 2 の長さ、リップル強度との関係を示す図である。

【 0 0 4 2 】

図 9 から明らかのように、弾性波共振子 5 では、第 1 , 第 2 のエッジ領域 C 1 , C 2 の長さが 0 . 3 であることが最も好ましく、リップル強度が最も小さいことがわかる。また、第 1 , 第 2 のエッジ領域 C 1 , C 2 の長さが、0 . 2 以上、0 . 5 以下であれば、リップル強度を 1 . 0 d B 以下と、小さくし得ることがわかる。他方、縦結合型弾性波共振子フィルタ 6 では、第 1 , 第 2 のエッジ領域 C 1 , C 2 の長さが 0 . 2 の場合に、リップル強度が最も小さいことがわかる。また、第 1 , 第 2 のエッジ領域 C 1 , C 2 の長さが、0 . 1 5 以上、0 . 2 5 以下であれば、リップル強度を 0 . 4 d B 以下と、非常に小さくし得ることがわかる。

【 0 0 4 3 】

図 9 及び図 1 0 より、縦結合型弾性波共振子フィルタ 6 における第 1 , 第 2 のエッジ領域 C 1 , C 2 の長さ X を、弾性波共振子 5 における第 1 , 第 2 のエッジ領域 C 1 , C 2 の長さ X よりも短くすれば、縦結合型弾性波共振子フィルタ 6 及び弾性波共振子 5 の双方において、横モードによるリップルを効果的に抑圧し得ることがわかる。

【 0 0 4 4 】

上記のように、縦結合型弾性波共振子フィルタにおいて、第 1 , 第 2 のエッジ領域の長さが短くなっても横モードを抑制し得るのは以下の理由によると考えられる。通常の弾性波共振子 (1 ポート型共振子) と縦結合型弾性波共振子フィルタとを比べた場合、I D T 電極における波長が同じであっても、縦結合型弾性波共振子フィルタでは反射器を利用してモードを形成しているため、通常の弾性波共振子よりも低い周波数側に共振モードを生じさせることができる。そのため、通常の弾性波共振子に比べて、縦結合型弾性波共振子フィルタでは中央領域における音速が低くなっており、それに従って、第 1 , 第 2 のエッジ領域の音速も低くなっている。I D T 電極の中央領域及び第 1 , 第 2 のエッジ領域において、音速が同様に低下した場合、相対的な音速差は大きくなる。そのため、縦結合型弾

10

20

30

40

50

性波共振子フィルタでは、第1, 第2のエッジ領域の長さが通常の弾性波共振子の場合よりも短くとも、横モードを抑制することができる。

【0045】

[実施例2]

実施例2では、圧電膜として 128.5°Y の LiNbO_3 を用いた。厚みは 125nm とした。IDT電極は圧電膜上に設けられており、圧電膜側から、 NiCr 、 Pt 、 Ti 、 AlCu 、 Ti の順に積層し、各膜厚は 10nm 、 30nm 、 30nm 、 200nm 、 10nm となる。また、IDT電極を覆うように SiO_2 からなる第1の保護膜が設けられている。膜厚は 600nm とした。 SiO_2 膜としての第1の保護膜上に、第2の保護膜として SiN 膜が設けられている。膜厚は 25nm とした。

10

【0046】

図11は、実施例2における弾性波共振子5の第1, 第2のエッジ領域 C_1 , C_2 の長さ、リップル強度との関係を示す図である。図12は、実施例2における縦結合型弾性波共振子フィルタ6の第1, 第2のエッジ領域 C_1 , C_2 の長さ、リップル強度との関係を示す図である。

【0047】

図11から明らかなように、弾性波共振子5では、第1, 第2のエッジ領域 C_1 , C_2 の長さが、 0.3 の場合、リップル強度が最も小さい。さらに、第1, 第2のエッジ領域 C_1 , C_2 の長さが、 0.25 以上、 0.35 以下であれば、リップル強度を 1.0dB 以下と小さくし得ることがわかる。また、図12から明らかなように、縦結合型弾性波共振子フィルタ6では、第1, 第2のエッジ領域 C_1 , C_2 の長さが、 0.15 である時に、リップル強度が最も小さい。さらに、第1, 第2のエッジ領域 C_1 , C_2 の長さが、 0.1 以上、 0.25 以下であれば、リップル強度を 0.5dB 程度と非常に小さくし得ることがわかる。

20

【0048】

図11及び図12から明らかなように、圧電膜14として LiNbO_3 を用いた場合において、縦結合型弾性波共振子フィルタ6における第1, 第2のエッジ領域 C_1 , C_2 の長さを、弾性波共振子5における第1, 第2のエッジ領域 C_1 , C_2 の長さよりも短くすることにより、双方におけるリップル強度を効果的に小さくし得ることがわかる。

【0049】

図13は本発明の第2の実施形態に係る弾性波装置の回路図である。弾性波装置31では、縦結合型弾性波共振子フィルタ32に直列に弾性波共振子33が接続されている。この弾性波装置31は、単一の帯域通過型フィルタである。本発明は、このような単一の帯域通過型フィルタにも適用することができる。すなわち、弾性波共振子と、縦結合型弾性波共振子フィルタとを備える様々な弾性波装置に広く本発明を適用することができる。

30

【0050】

また、第1の実施形態では太幅部を設けることにより第1, 第2のエッジ領域 C_1 , C_2 の音速が低められていたが、図14に示すように、第1, 第2のエッジ領域 C_1 , C_2 において、質量付加膜25A, 26Aを積層してもよい。図14において、ハッチングを付して示した部分が質量付加膜25A, 26Aが積層されている部分である。質量付加膜25A, 26Aの積層により、第1, 第2のエッジ領域 C_1 , C_2 の音速を低めることができる。このような質量付加膜25A, 26Aの材料としては、酸化ケイ素や酸化ケイ素等の絶縁体や、 Ni 、 W 等の金属もしくは合金を用いることができる。また、質量付加膜25A, 26Aが、隣り合う電極指間の領域に至るように、弾性波伝搬方向に沿ってストライプ状に設けられてもよい。その場合には、質量付加膜25A, 26Aの材料としては、絶縁性材料を用いる必要がある。なお、弾性波共振子5および縦結合型弾性波共振子フィルタ6において質量付加膜25A, 26Aを設けてピストンモードを形成する場合、弾性波共振子5の第1, 第2のエッジ領域 C_1 , C_2 における質量付加膜25A, 26Aの厚みと、縦結合型弾性波共振子フィルタ6の第1, 第2のエッジ領域 C_1 , C_2 における質量付加膜25A, 26Aの厚みとは同じであってもよい。

40

50

【 0 0 5 1 】

また、質量付加膜は、第 1 , 第 2 のエッジ領域において電極指の圧電基板側とは反対側の面に積層してもよいし、電極指と圧電基板との間に積層されてもよい。質量付加膜を電極指と圧電基板との間に積層する場合には、質量付加膜が第 1 , 第 2 のエッジ領域から第 1 , 第 2 のギャップ領域を経て、バスバーと圧電体基板との間まで至るように延びていてもよい。

【 0 0 5 2 】

さらに、質量付加膜は、I D T 電極および圧電基板を覆うように形成される誘電体膜により代用されてもよい。この場合、第 1 , 第 2 のエッジ領域における誘電体膜の厚みは、中央領域における誘電体膜の厚みより厚くなっている。この構成によっても、第 1 , 第 2 のエッジ領域の音速を中央領域よりも低くできる。

10

【 0 0 5 3 】

さらに、図 1 5 に示すように、第 1 , 第 2 の電極指 2 1 , 2 2 の中央領域 B において、ハッチングを付して示すように、音速を高める高速化膜 2 7 , 2 8 を積層してもよい。この場合、第 1 , 第 2 のエッジ領域 C 1 , C 2 には、上記高速化膜 2 7 , 2 8 を設けない。それによって第 1 , 第 2 のエッジ領域 C 1 , C 2 の音速を相対的に低くしてもよい。なお、高速化膜とは、高速化膜中を伝搬するバルク波の音速が、圧電膜を伝搬する弾性波の音速より速い膜のことを指し、上記高速化膜 2 7 , 2 8 の材料としては、 Al_2O_3 、 SiN 、 AlN 等を挙げることができる。図 1 5 に示した高速化膜 2 7 , 2 8 は、第 1 , 第 2 の電極指 2 1 , 2 2 上に積層されていたが、第 1 , 第 2 の電極指 2 1 , 2 2 間の領域をも埋めるように設けられてもよい。すなわち、中央領域 B において、弾性波伝搬方向に延びるように、高速化膜 2 7 , 2 8 が設けられていてもよい。この場合、高速化膜 2 7 , 2 8 は一体であってもよい。なお、弾性波共振子 5 および縦結合型弾性波共振子フィルタ 6 において高速化膜 2 7 , 2 8 を設けてピストンモードを形成する場合、弾性波共振子 5 の中央領域 B における高速化膜 2 7 , 2 8 の厚みと、縦結合型弾性波共振子フィルタ 6 の中央領域 B における高速化膜 2 7 , 2 8 の厚みとは同じであってもよい。

20

【 0 0 5 4 】

また、高速化膜 2 7 , 2 8 は第 1 , 第 2 のエッジ領域 C 1 , C 2 に設けられていてもよい。この場合、第 1 , 第 2 のエッジ領域 C 1 , C 2 における高速化膜 2 7 , 2 8 の膜厚が、中央領域 B における高速化膜 2 7 , 2 8 の膜厚より薄い。このような構成によっても、第 1 , 第 2 のエッジ領域 C 1 , C 2 の音速を中央領域 B よりも低くできる。

30

【 0 0 5 5 】

上記の通り、本発明において、第 1 , 第 2 のエッジ領域 C 1 , C 2 の音速を中央領域 B の音速よりも低める構成は特に限定されない。

【 0 0 5 6 】

また、上記圧電基板において、高音速材料層が、支持基板であってもよい。すなわち、高音速材料からなる支持基板が用いられてもよい。

【 0 0 5 7 】

また、第 1 , 第 2 の実施形態においては、互いに直列に接続された弾性波共振子と縦結合型弾性波共振子フィルタとにおいて、縦結合型弾性波共振子フィルタにおけるエッジ領域の長さが弾性波共振子におけるエッジ領域の長さより短い例を示した。しかしながら、本発明が適用されるのはこの例に限られない。例えば、本発明は、図 1 に示した送信フィルタ 3 に含まれる直列腕共振子 S 1 ~ S 3、並列腕共振子 P 1 , P 2 のうち少なくとも 1 つの弾性波共振子と、受信フィルタ 2 に含まれる縦結合型弾性波共振子フィルタ 6 とに適用されてもよい。具体的には、縦結合型弾性波共振子フィルタ 6 における第 1 , 第 2 のエッジ領域 C 1 , C 2 の長さが直列腕共振子 S 1 ~ S 3、並列腕共振子 P 1 , P 2 のうち少なくとも 1 つの弾性波共振子における第 1 , 第 2 のエッジ領域 C 1 , C 2 の長さより短くてもよい。すなわち、本発明は、1 以上の 1 ポート型弾性波共振子と、1 以上の縦結合型弾性波共振子フィルタとを含む弾性波装置であれば適用することができ、エッジ領域の長さを変える弾性波共振子と縦結合型弾性波共振子フィルタとは弾性波装置のどのような場

40

50

所に形成されていてもよい。

【符号の説明】

【0058】

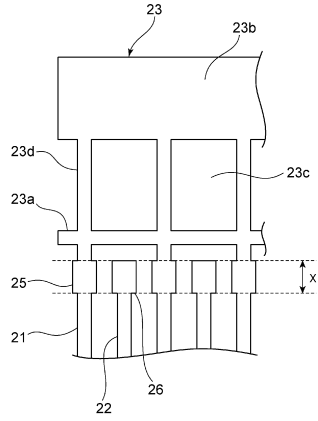
- 1 ... 弾性波装置
- 2 ... 受信フィルタ
- 3 ... 送信フィルタ
- 4 ... アンテナ端子
- 5 ... 弾性波共振子
- 6 ... 縦結合型弾性波共振子フィルタ
- 6 a ~ 6 c ... I D T 電極 10
- 6 d , 6 e ... 反射器
- 1 1 ... 支持基板
- 1 2 ... 高音速膜
- 1 3 ... 低音速膜
- 1 4 ... 圧電膜
- 1 5 ... 第 1 の圧電基板
- 1 6 ... I D T 電極
- 1 7 , 1 8 ... 反射器
- 2 1 ... 第 1 の電極指 20
- 2 2 ... 第 2 の電極指
- 2 3 ... 第 1 のバスバー
- 2 3 a ... 内側バスバー部
- 2 3 b ... 外側バスバー部
- 2 3 c ... 開口部
- 2 3 d ... 連結部
- 2 4 ... 第 2 のバスバー
- 2 4 a ... 内側バスバー部
- 2 4 b ... 外側バスバー部
- 2 4 c ... 開口部
- 2 4 d ... 連結部 30
- 2 5 , 2 6 ... 太幅部
- 2 5 A , 2 6 A ... 質量付加膜
- 2 7 , 2 8 ... 高速化膜
- 3 1 ... 弾性波装置
- 3 2 ... 縦結合型弾性波共振子フィルタ
- 3 3 ... 弾性波共振子
- P 1 , P 2 ... 並列腕共振子
- S 1 ~ S 3 ... 直列腕共振子

40

50

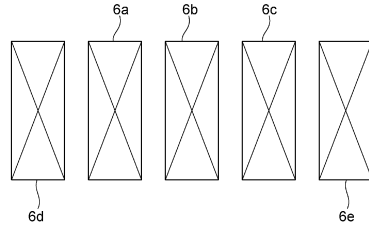
【 5 】

圖5



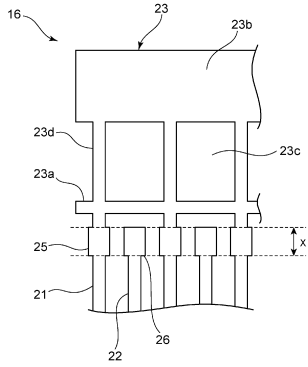
【 6 】

圖6

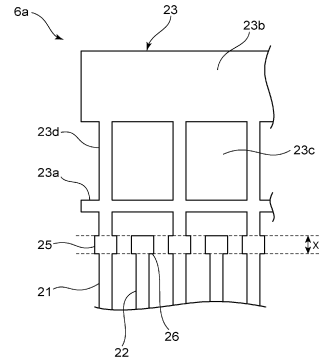


【 7 】

圖7 (a)

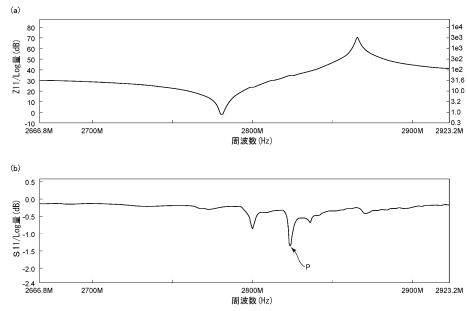


(b)



【 8 】

圖8



10

20

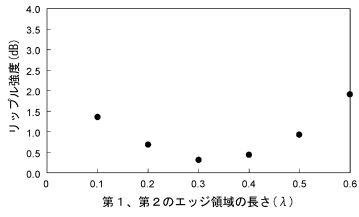
30

40

50

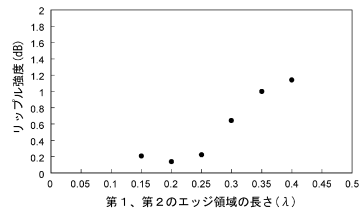
【図 9】

図9



【図 10】

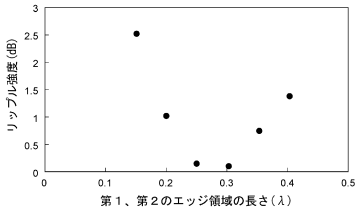
図10



10

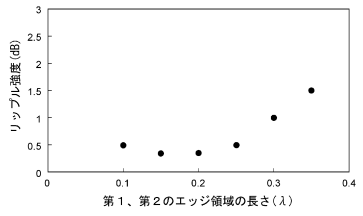
【図 11】

図11



【図 12】

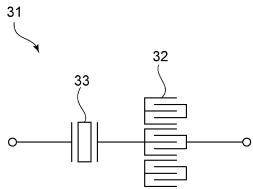
図12



20

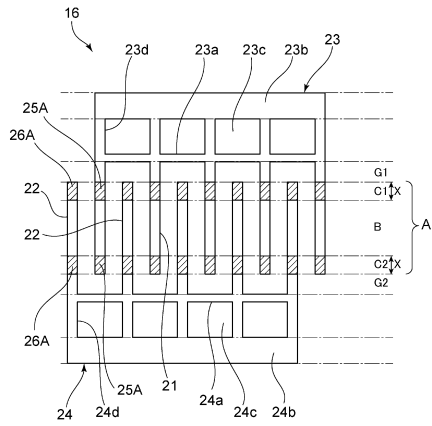
【図 13】

図13



【図 14】

図14



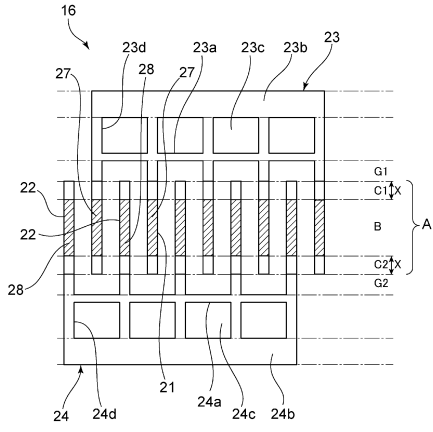
30

40

50

【 15 】

図15



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2018/225650(WO,A1)
国際公開第2018/003338(WO,A1)
国際公開第2016/208446(WO,A1)
国際公開第2015/182522(WO,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H03H3/007-3/10
H03H9/00-9/76