

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6342017号  
(P6342017)

(45) 発行日 平成30年6月13日 (2018. 6. 13)

(24) 登録日 平成30年5月25日 (2018. 5. 25)

(51) Int. Cl.

F I

H03H 9/145 (2006.01)

H03H 9/145 D

H03H 9/64 (2006.01)

H03H 9/145 C

H03H 9/64 Z

請求項の数 20 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2016-569125 (P2016-569125)	(73) 特許権者	514250975
(86) (22) 出願日	平成27年2月17日 (2015. 2. 17)		スカイワークスフィルターソリューションズジャパン株式会社
(65) 公表番号	特表2017-506866 (P2017-506866A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公表日	平成29年3月9日 (2017. 3. 9)	(74) 代理人	100083806
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/000718		弁理士 三好 秀和
(87) 国際公開番号	W02015/125460	(74) 代理人	100095500
(87) 国際公開日	平成27年8月27日 (2015. 8. 27)		弁理士 伊藤 正和
審査請求日	平成30年2月16日 (2018. 2. 16)	(74) 代理人	100111235
(31) 優先権主張番号	特願2014-28059 (P2014-28059)		弁理士 原 裕子
(32) 優先日	平成26年2月18日 (2014. 2. 18)	(72) 発明者	濱岡 陽介
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		大阪府門真市大字門真1006番地 スカイワークスフィルターソリューションズジャパン株式会社内
早期審査対象出願			

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 弾性波素子とこれを用いたラダーフィルタ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

弾性波素子であって、  
 上面を有する圧電体と、  
 前記圧電体に配置されたインターディジタルトランスデューサ ( I D T ) 電極と、  
 前記圧電体に配置されて前記 I D T 電極に電気接続された接続配線と、  
 前記接続配線の上に配置された補強電極と  
 を含み、  
 前記接続配線は、  
 下側接続配線と、  
 前記下側接続配線の上に配置された上側接続配線と、  
 前記上側接続配線及び前記下側接続配線を通して前記圧電体の上面に垂直な方向に延びるホール電極と  
 を含み、  
 前記上側接続配線における前記ホール電極の第 1 直径は、前記下側接続配線における前記ホール電極の第 2 直径よりも大きく、  
 前記補強電極は、前記ホール電極を介して前記下側接続配線に接触かつ電気接続される弾性波素子。

【請求項 2】

前記 I D T 電極は、

下側 I D T 電極と、  
前記下側 I D T 電極の上に設けられた上側 I D T 電極と  
を含み、  
前記下側 I D T 電極の材料が前記下側接続配線の材料と同じであり、  
前記上側 I D T 電極の材料が前記上側接続配線の材料と同じである請求項 1 の弾性波素子  
。

【請求項 3】

請求項 1 の弾性波素子を含むラダーフィルタ。

【請求項 4】

前記下側接続配線の材料が前記上側接続配線の材料とは異なる請求項 1 の弾性波素子。

10

【請求項 5】

前記下側接続配線の材料の酸素親和力が、前記上側接続配線の材料の酸素親和力よりも小さい請求項 2 の弾性波素子。

【請求項 6】

前記補強電極は、前記下側接続配線の上面に接触かつ電気接続される請求項 1 の弾性波素子。

【請求項 7】

前記上側接続配線は、前記圧電体の上面に垂直な方向の断面において前記補強電極によって第 1 上側接続配線及び第 2 上側接続配線に分断され、  
前記第 1 上側接続配線と前記第 2 上側接続配線とは、前記補強電極を介して互いに電気接続される請求項 4 の弾性波素子。

20

【請求項 8】

前記下側接続配線は、前記圧電体の上面に垂直な方向の断面において前記補強電極によって第 1 下側接続配線及び第 2 下側接続配線に分断され、  
前記第 1 下側接続配線と前記第 2 下側接続配線とは、前記補強電極を介して互いに電気接続される請求項 5 の弾性波素子。

【請求項 9】

前記接続配線は、前記上側接続配線及び前記下側接続配線の双方を含んで前記圧電体の上面に垂直な方向の断面において前記補強電極によって第 1 接続配線及び第 2 接続配線に分断され、  
前記第 1 接続配線と前記第 2 接続配線とは、前記補強電極を介して互いに電気接続される請求項 6 の弾性波素子。

30

【請求項 10】

前記第 1 接続配線及び前記第 2 接続配線間において前記圧電体に配置された第 3 接続配線をさらに含み、  
前記第 3 接続配線は絶縁層によって覆われ、  
前記補強電極は前記絶縁層を超えるように延びる請求項 9 の弾性波素子。

【請求項 11】

弾性波素子であって、  
上面を有する圧電体と、  
前記圧電体に配置された第 1 インターディジタルトランスデューサ ( I D T ) 電極と、  
前記圧電体に配置された第 2 I D T 電極と、  
前記圧電体の上面に配置されて前記第 1 I D T 電極及び前記第 2 I D T 電極に電気接続された接続配線と、  
前記接続配線の上に配置された補強電極と  
を含み、  
前記接続配線は、  
下側接続配線と、  
前記下側接続配線の上に配置された上側接続配線と、  
前記上側接続配線及び前記下側接続配線を通して前記圧電体の上面に垂直な方向に延びる

40

50

ホール電極と

を含み、

前記ホール電極は、前記上側接続配線における第 1 直径と前記下側接続配線における第 2 直径とを含み、

前記第 1 直径は前記第 2 直径よりも大きく、

前記補強電極は、前記ホール電極を介して前記上側接続配線に接触かつ電気接続され、及び前記下側接続配線に接触かつ電気接続される弾性波素子。

【請求項 1 2】

前記下側接続配線は第 1 材料から形成され、

前記上側接続配線は第 2 材料から形成され、

10

前記第 1 材料の酸素親和力が前記第 2 材料の酸素親和力よりも小さい請求項 1 1 の弾性波素子。

【請求項 1 3】

前記接続配線は、前記上側接続配線及び前記下側接続配線の双方を含んで前記圧電体の上面に垂直な方向の断面において前記補強電極によって第 1 接続配線及び第 2 接続配線に分断され、

前記第 1 接続配線と前記第 2 接続配線とは、前記補強電極を介して互いに電気接続される請求項 1 1 の弾性波素子。

【請求項 1 4】

前記第 1 接続配線及び前記第 2 接続配線間において前記圧電体に配置された第 3 接続配線をさらに含み、

20

前記第 3 接続配線は絶縁層によって覆われ、

前記補強電極は前記絶縁層を超えるように延びる請求項 1 3 の弾性波素子。

【請求項 1 5】

請求項 1 1 の弾性波素子を含むラダーフィルタ。

【請求項 1 6】

弾性波素子であって、

上面を有する圧電体と、

前記圧電体に配置されたインターディジタルトランスデューサ (IDT) 電極と、

前記圧電体に配置されて前記 IDT 電極に電気接続された接続配線と、

30

前記接続配線の上に配置された補強電極と

を含み、

前記接続配線は、

下側接続配線と、

前記下側接続配線に配置された上側接続配線と

を含み、

前記補強電極は、前記下側接続配線の上面に接触かつ電気接続され、

前記上側接続配線は、前記圧電体の上面に垂直な方向の断面において前記補強電極によって第 1 上側接続配線及び第 2 上側接続配線に分断され、

前記第 1 上側接続配線と前記第 2 上側接続配線とは、前記補強電極を介して互いに電気接続される弾性波素子。

40

【請求項 1 7】

前記下側接続配線は、前記圧電体の上面に垂直な方向の断面において前記補強電極によって第 1 下側接続配線及び第 2 下側接続配線に分断され、

前記第 1 下側接続配線と前記第 2 下側接続配線とは、前記補強電極を介して互いに電気接続される請求項 1 6 の弾性波素子。

【請求項 1 8】

前記第 1 下側接続配線及び前記第 2 下側接続配線間においてかつ前記第 1 上側接続配線及び前記第 2 上側接続配線間において前記圧電体に配置された付加接続配線をさらに含み、

前記付加接続配線は絶縁層によって覆われ、

50

前記補強電極は前記絶縁層を超えるように延びる請求項 17 の弾性波素子。

【請求項 19】

前記接続配線は、前記圧電体の上面に垂直な方向に延びるホール電極を含み、  
前記補強電極は、前記ホール電極を介して前記下側接続配線に電気接続される請求項 16 の弾性波素子。

【請求項 20】

前記ホール電極は前記上側接続配線及び前記下側接続配線を通して延び、  
前記上側接続配線における前記ホール電極の第 1 直径が、前記下側接続配線における前記ホール電極の第 2 直径よりも大きい請求項 19 の弾性波素子。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、弾性波素子とこれを用いたラダーフィルタに関する。

【0002】

関連出願の相互参照

本願は、2014年2月18日に出願された「弾性波素子とこれを用いたラダーフィルタ」との名称である同時係属中の、その全体がすべての目的のためにここに参照として組み入れられる特願 2014 - 028059 の米国特許法第 119 条及び特許協力条約第 8 条の利益を主張する。

【背景技術】

20

【0003】

図 1 及び 2 は、無線通信装置のような電子機器において用いられる従来型弾性波素子 6000 の一例を示す。図 1 は従来型弾性波素子 6000 の平面図を示し、図 2 は、図 1 の B - B 線に沿った対応断面図を示す。図 1 及び 2 に示されるように、従来型弾性波素子 6000 は第 1 インターディジタルトランスデューサ (IDT) 電極 1000 及び第 2 IDT 電極 2000 を含み、双方とも、圧電体 5000 の上面に設けられる。従来型弾性波素子 6000 はさらに、第 1 IDT 電極 1000 を第 2 IDT 電極 2000 に接続する接続配線 3000 と、接続配線 3000 の上に設けられた補強電極 4000 とを含む。補強電極 4000 は、第 1 IDT 電極 1000 を第 2 IDT 電極 2000 に接続する接続配線 3000 の電気抵抗を低減するべく設けられる。加えて、接続配線 3000 は、下側接続配線 3002 及び上側接続配線 3001 を含む。上側接続配線 3001 は、下側接続配線 3002 の上面に設けられる。

30

【0004】

特許文献 1 は、かかる従来型弾性波素子の一例を開示する。

【0005】

複数の側面及び実施形態が、弾性波素子とこれを用いたラダーフィルタに関する。

【0006】

図 1 及び 2 を参照して上述したような従来型弾性波素子において、接続配線の上面に補強電極を設けるだけでは、電気損失を適切に低減するには不十分である。したがって、本発明に係る弾性波素子の実施形態は、以下に詳述するように、IDT 電極間に電気接続された接続配線における電気損失を大幅に低減するべく構成することができる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献 1】特開 2011 - 71912 号公報

【特許文献 2】特許第 4775978 号公報

【特許文献 3】特許第 5182437 号公報

【特許文献 4】特開 2003 - 087080 号公報

【発明の概要】

【0008】

50

一実施形態によれば、弾性波素子が、上面を有する圧電体と、当該圧電体の上に設けられたインターディジタルトランスデューサ（ＩＤＴ）電極と、当該圧電体の上に設けられたＩＤＴ電極に接続された接続配線と、当該接続配線の上に設けられた補強電極とを含み、当該接続配線は、下側接続配線と、当該下側接続配線の上に設けられた上側接続配線とを含み、当該補強電極は、当該下側接続配線に接触かつ電気接続される。

【０００９】

弾性波素子の一例において、接続配線は、前記圧電体の上面に垂直な方向に延びるホール電極を含み、補強電極は、当該ホール電極を介して下側接続配線に電気接続される。一例において、ホール電極は、上側接続配線及び下側接続配線を通して延び、当該上側接続配線におけるホール電極の第１直径が、当該下側接続配線における当該ホール電極の第２直径よりも大きい。

10

【００１０】

下側接続配線の材料が、上側接続配線の材料とは異なってよい。具体的には、下側接続配線の材料の酸素親和力が、上側接続配線の材料の酸素親和力よりも小さくてよい。

【００１１】

補強電極は、下側接続配線の上面に接触かつ電気接続されてよい。一例において、上側接続配線は、圧電体の上面に垂直な方向の断面において補強電極によって第１上側接続配線及び第２上側接続配線に分断され、当該第１上側接続配線と当該第２上側接続配線とは、当該補強電極を介して互いに電気接続される。弾性波素子はさらに、第１上側接続配線及び第２上側接続配線間において圧電体に配置された第３接続電極を含み、当該第３接続配線は絶縁層によって覆われ、補強電極は当該絶縁層を超えるように延びる。他例において、下側接続配線は、圧電体の上面に垂直な方向の断面において補強電極によって第１下側接続配線及び第２下側接続配線に分断され、当該第１下側接続配線と当該第２下側接続配線とは、当該補強電極を介して互いに電気接続される。弾性波素子はさらに、第１下側接続配線及び第２下側接続配線間において圧電体に配置された第３接続配線を含み、当該第３接続配線は絶縁層によって覆われ、補強電極は絶縁層を超えるように延びる。

20

【００１２】

一例において、ＩＤＴ電極は、下側ＩＤＴ電極と、当該下側ＩＤＴ電極の上に設けられた上側ＩＤＴ電極とを含み、当該下側ＩＤＴ電極の材料が当該下側接続配線の材料と同じであり、当該上側ＩＤＴ電極の材料が当該上側接続配線の材料と同じである。

30

【００１３】

他実施形態によれば、弾性波素子が、上面を有する圧電体と、当該圧電体に配置された第１インターディジタルトランスデューサ（ＩＤＴ）電極と、当該圧電体に配置された第２ＩＤＴ電極と、当該圧電体の上面に配置されて当該第１ＩＤＴ電極及び当該第２ＩＤＴ電極に電気接続された接続配線と、当該接続配線の上に配置された補強電極とを含み、当該接続配線は、下側接続配線と、当該下側接続配線の上に配置された上側接続配線とを含み、当該補強電極は当該下側接続配線に接触かつ電気接続される。

【００１４】

一例において、下側接続配線は第１材料から形成され、上側接続配線は第２材料から形成され、当該第１材料の酸素親和力が当該第２材料の酸素親和力よりも小さい。

40

【００１５】

他例において、補強電極はさらに、上側接続配線に接触かつ電気接続される。接続配線はさらに、上側接続配線及び下側接続配線を通して圧電体の上面に垂直な方向に延びるホール電極を含んでよい。一例において、ホール電極は、上側接続配線における第１直径と下側接続配線における第２直径とを含み、第１直径は第２直径よりも大きい。補強電極は、ホール電極を介して下側接続配線に電気接続される。

【００１６】

他例において、接続配線は、上側接続配線及び下側接続配線の双方を含んで圧電体の上面に垂直な方向の断面において補強電極によって第１接続配線及び第２接続配線に分断され、当該第１接続配線と当該第２接続配線とは、当該補強電極を介して互いに電気接続さ

50

れる。弾性波素子はさらに、第 1 接続配線及び第 2 接続配線間において圧電体に配置された第 3 接続配線を含んでよく、当該第 3 接続配線は絶縁層によって覆われ、補強電極が当該絶縁層を超えるように延びる。

【0017】

他実施形態は、上述した例のいずれかの弾性波素子を含むラダーフィルタに関する。

【0018】

他実施形態によれば、弾性波素子が、上面を有する圧電体と、当該圧電体に設けられた第 1 インターデジタルトランスデューサ (IDT) 電極と、当該圧電体に設けられた第 2 IDT 電極と、当該圧電体の上面に設けられて当該第 1 IDT 電極及び当該第 2 IDT 電極に電気接続された接続配線と、当該接続配線における電気損失を低減する手段とを含む。

10

【0019】

これらの典型的な側面のさらに他の側面、実施形態及び利点が以下に詳述される。ここに述べられる実施形態は、ここに述べられる原理の少なくとも一つに整合する任意の態様で他実施形態と組み合わせてよく、「一実施形態」、「いくつかの実施形態」、「代替実施形態」、「様々な実施形態」、「一つの実施形態」等の言及は、必ずしも相互に排他的というわけではなく、固有の特徴、構造又は特性が少なくとも一つの実施形態に含まれ得ることを示唆する意図である。ここでの、かかる用語の登場は、必ずしもすべてが同じ実施形態を言及するというわけではない。

【0020】

20

少なくとも一つの実施形態の様々な側面を、縮尺通りに描かれることが意図されるわけではない添付図面を参照して以下に述べる。図面は、様々な側面及び実施形態の例示及びさらなる理解を与えるべく含まれ、本明細書の一部に組み入れられ、当該一部を構成するが、本発明の限界を画定することを意図しない。図面において、様々な図面に例示される同一又はほぼ同一の構成要素はそれぞれが、同じ参照番号で表される。明確のため、すべての構成要素が、すべての図面に標識されるわけではない。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図 1】従来型弾性波素子の一例を模式的に示す平面図である。

【図 2】図 1 の従来型弾性波素子の、図 1 の B - B 線に沿った断面図である。

30

【図 3】本発明の一側面に係る弾性波素子の一例を模式的に示す平面図である。

【図 4 A】図 3 の弾性波素子の、図 3 の A - A 線に沿った断面図である。

【図 4 B】図 3 の弾性波素子の、図 3 の A - A 線に沿った断面図である。

【図 4 C】図 3 の弾性波素子の、図 3 の A - A 線に沿った断面図である。

【図 4 D】図 3 の弾性波素子の、図 3 の A - A 線に沿った断面図である。

【図 5 A】従来型弾性波素子の一例の断面図であり、接続配線の接触抵抗値の測定条件を示す。

【図 5 B】図 5 A の従来型弾性波素子の一例の対応平面図である。

【図 6 A】本発明の複数の側面に係る弾性波素子の一例の断面図であり、接続配線の接触抵抗値の測定条件を示す。

40

【図 6 B】図 6 A の弾性波素子の一例の対応平面図である。

【図 7 A】本発明の複数の側面に係る弾性波素子の他例の断面図であり、接続配線の接触抵抗値の測定条件を示す。

【図 7 B】図 7 A の弾性波素子の一例の対応平面図である。

【図 8】図 5 A ~ 7 B の例に対応する接続配線の接触抵抗値の測定結果を示す特性図である。

【図 9 A】従来型弾性波素子の一例の断面図であり、接続配線の単位長さ当たりの抵抗値の測定条件を示す。

【図 9 B】図 9 A の従来型弾性波素子の一例の対応平面図である。

【図 10 A】本発明の複数の側面に係る弾性波素子の一例の断面図であり、接続配線の単

50

位長さ当たりの抵抗値の測定条件を示す。

【図 1 0 B】図 1 0 A の弾性波素子の一例の対応平面図である。

【図 1 1 A】本発明の複数の側面に係る弾性波素子の他例の断面図であり、接続配線の単位長さ当たりの抵抗値の測定条件を示す。

【図 1 1 B】図 1 1 A の弾性波素子の一例の対応平面図である。

【図 1 2】図 9 A ~ 1 1 B の例に対応する接続配線の抵抗値の測定結果を示す特性図である。

【図 1 3】本発明の複数の側面に係るラダーフィルタの一例の回路図である。

【図 1 4】本発明の複数の側面に係るラダーフィルタの通過特性を示す特性図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

所定の側面及び実施形態を、図面及び典型的な弾性波素子 6 0 を参照して以下に述べる。

【0023】

図 3 は、弾性波素子 6 0 の一実施形態を模式的に例示する平面図である。図 4 A ~ D は、弾性波素子 6 0 の様々な例の、図 3 の A - A A 線に沿った断面図である。

【0024】

一実施形態によれば、弾性波素子 6 0 は、単結晶圧電材料からなる圧電体 5 0 を含む。第 1 I D T 電極 1 0 及び第 2 I D T 電極 2 0 は、圧電体 5 0 の上面に設けられる。弾性波素子 6 0 はさらに、第 1 I D T 電極 1 0 及び第 2 I D T 電極 2 0 が生成する弾性波の伝播方向において I D T 電極 1 0、2 0 に隣接して配置された 2 つの反射器 1 3 を含む。弾性波素子 6 0 はさらに、第 1 I D T 電極 1 0 及び第 2 I D T 電極 2 0 に電気接続された接続配線 3 0 と、接続配線 3 0 の電気損失を低減するべく接続配線 3 0 の上面に設けられた補強電極 4 0 とを含む。第 1 I D T 電極 1 0 は複数の櫛形電極を有し、これらはそれぞれが、線形状の第 1 バスバー 1 2、及び線形状の第 1 バスバー 1 2 の線方向に対して垂直方向に延びる複数の第 1 電極指 1 1 を含む。第 1 I D T 電極 1 0 は、対向する櫛形電極からなる。第 1 I D T 電極 1 0 と同様に、第 2 I D T 電極 2 0 は、それぞれが第 2 バスバー 2 2 及び複数の第 2 電極指 2 1 を有する複数の櫛形電極を含む。第 1 I D T 電極 1 0、第 2 I D T 電極 2 0、反射器 1 3、接続配線 3 0 及び補強電極 4 0 は、金属薄膜をパターンニングすることにより形成することができる。図面には示さないが、本開示の利益を受ける当業者には、所定の実施形態に係る弾性波素子 6 0 の温度特性が、圧電体 5 0、第 1 I D T 電極 1 0、第 2 I D T 電極 2 0、反射器 1 3、接続配線 3 0 及び補強電極 4 0 の上面を覆う誘電体層を設けることによって改善し得ることがわかる。

【0025】

一実施形態において、接続配線 3 0 は、上側接続配線 3 1 及び下側接続配線 3 2 を含む。下側接続配線 3 2 と補強電極 4 0 とは、接続配線 3 0 において電気損失が大幅に低減され得るように互いに接触かつ電気接続される。電気損失は、薄膜プロセス中に上側接続配線 3 1 及び下側接続配線 3 2 の表面に形成された酸化膜が、接続配線 3 0 と補強電極 4 0 と電気接続を遮る場合に生じる。すなわち、上述した補強電極 4 0 を設けることで奏する接続配線 3 0 の電気抵抗の低減効果は、酸化膜が存在することによって失われ又は劣化され得る。上述した理由に鑑み、所定の側面及び実施形態は、接続配線 3 0 の表面に形成された酸化膜を課題とし、接続配線 3 0 及び補強電極 4 0 間の接触抵抗を低減することによって接続配線 3 0 における電気損失を低減する。

【0026】

一実施形態によれば、上側接続配線 3 1 及び下側接続配線 3 2 を形成する材料は、当該表面に酸化膜を形成する可能性が低い材料であることが好ましい。一般に、酸化のしやすさは、酸素親和力によって表わされる。加えて、一つの実施形態における接続配線 3 0 の電気損失低減効果の主要因は、下側接続配線 3 2 と補強電極 4 0 とが互いに接触かつ電気接続されることであるから、下側接続配線 3 2 を形成する材料の酸素親和力が、上側接続配線 3 1 を形成する材料の酸素親和力よりも小さくすることが好ましい。この材料の酸素

10

20

30

40

50

親和力は一般に、標準自由エネルギーと相関があり、標準自由エネルギー ( $G / k J m o l^{-1}$ ) が小さいほど酸素親和力が小さい。代表的な材料は、標準自由エネルギーの小さい順に、 $P t < R u < C u < M o < W < T i < A l < M g$  のように例示される。

【0027】

なお、少なくとも一つの実施形態において上側接続配線 3 1 及び下側接続配線 3 2 の 2 層構造が説明されるが、この構造は 2 層に限られず、3 層以上で構成されてよい。

【0028】

所定の実施形態に係る接続配線 3 0 及び補強電極 4 0 の構成を、図 4 A ~ D を参照して以下に詳述する。

【0029】

図 4 A ~ D に示されるように、所定の実施形態によれば、少なくとも下側接続配線 3 2 と補強電極 4 0 とは、接続配線 3 0 において互いに接触かつ電気接続される。下側接続配線 3 2、上側接続配線 3 1 及び補強電極 4 0 は、圧電体 5 0 の上面に順次設けられる。加えて、接続配線 3 0 は、薄膜プロセスを用いて第 1 I D T 電極 1 0 及び第 2 I D T 電極 2 0 と一体的かつ同時に形成することができる。さらに、製造プロセスを簡便にするべく、同じ構成 (例えば上下 2 層構造) 及び同じ材料を用いることが好ましい。

【0030】

図 4 A を参照すると、一実施形態における特性として、上側接続配線 3 1 は補強電極 4 0 によって分断され、下側接続配線 3 2 の上面と補強電極 4 0 とが互いに接触かつ電気接続される。加えて、上側接続配線 3 1 の上面及び側面が、補強電極 4 0 に接触かつ電気接続される。

【0031】

他実施形態における図 4 B を参照すると、図 4 A に示される一例の特性に加え、下側接続配線 3 2 もまた補強電極 4 0 によって分断され、圧電体 5 0 もまた、表面が補強電極 4 0 に接触する。補強電極 4 0 は、下側接続配線 3 2 の側面に接触かつ電気接続される構成を特性とし得る。

【0032】

他実施形態に係る図 4 C を参照すると、下側接続配線 3 2 と補強電極 4 0 とが互いに接触かつ電気接続されるように、上側接続配線 3 1 及び下側接続配線 3 2 を通って圧電体 5 0 の上面に垂直な方向に延びるホール電極 7 0 が設けられる。加えて、圧電体 5 0 の上面に平行な方向に沿ったホール電極 7 0 の断面について、下側接続配線 3 2 に設けられたホール電極 7 0 の断面積は、下側接続配線 3 2 の側面だけでなくその上面も補強電極 4 0 に接触かつ電気接続されるように、上側接続配線 3 1 に設けられたホール電極 7 0 の断面積よりも小さくすることが好ましい。その結果、接触面積が大きくなるので、接触抵抗がさらに低減される。

【0033】

なお、ホール電極 7 0 の形状は、図 4 C に示される例に限られず、例えば、円形、矩形等を含む任意の断面形状を有してよい。加えて、断面は、ホール電極 7 0 の深さ方向において異なるように構成してよい。なお、図面には示さないが、ホール電極 7 0 は、下側接続配線 3 2 の上面がホール電極 7 0 に接触かつ電気接続されるように、上側接続配線 3 1 にのみ設けてもよい。

【0034】

図 4 D を参照すると、所定の例に係る接続配線 3 0 の他構成が例示される。本構成において、補強電極 4 0 によって分断された一方の接続配線 3 0 を第 1 接続配線 1 0 0 とし、他方の接続配線 3 0 を第 2 接続配線 1 1 0 とした場合、第 1 接続配線 1 0 0 及び第 2 接続配線 1 1 0 間において圧電体 5 0 の上面に第 3 接続配線 1 2 0 が設けられる。第 3 接続配線 1 2 0 は絶縁層 8 0 によって覆われる。特性的な構成として、補強電極 4 0 が絶縁層 8 0 を介して第 3 接続配線 1 2 0 の上方を立体交差するとともに、第 1 接続配線 1 0 0 と第 2 接続配線 1 1 0 とが互いに接触かつ電気接続される。第 3 接続配線 1 2 0 は、第 1 接続配線 1 0 0 又は第 2 接続配線 1 1 0 とは異なる電位を有する電極でよい。一例において、第 3

10

20

30

40

50



接続配線 1 2 0 は、第 1 接続配線 1 0 0 及び第 2 接続配線 1 1 0 と一体的かつ同時に形成することができる。製造プロセスを簡便にするべく、同じ構成（例えば上下 2 層構造）及び同じ材料を用いることが好ましい。

【 0 0 3 5 】

接続配線 3 0 及び補強電極 4 0 間の接触抵抗を、弾性波素子 6 0 の実施形態と従来型弾性波素子とを比較し、かつ、接続配線 3 0 及び補強電極 4 0 における接触抵抗の測定例を示す図 5 A ~ 7 B を参照しながら、以下に説明する。

【 0 0 3 6 】

図 5 A は、図 2 の従来型弾性波素子の構成に対応する断面図であり、図 5 B はその平面図である。図 5 A 及び 5 B は、補強電極 4 0 が上側接続配線 3 1 にのみ接触かつ電気接続された比較例を示す。

10

【 0 0 3 7 】

図 6 A 及び 6 B はそれぞれ、上側接続配線 3 1 と下側接続配線 3 2 とが互いに接触かつ電気接続された弾性波素子 6 0 の一実施形態の一例の断面図及びその対応平面図である。

【 0 0 3 8 】

図 7 A 及び 7 B はそれぞれ、下側接続配線 3 2 のみが補強電極 4 0 に接触かつ電気接続された弾性波素子 6 0 の一実施形態の他例の断面図及びその対応平面図である。

【 0 0 3 9 】

これらの例のそれぞれは、補強電極 4 0 をアルミニウム ( A l ) とし、上側接続配線 3 1 をアルミニウム合金とし、下側接続配線 3 2 をモリブデン ( M o ) とし、補強電極 4 0 及び接続配線 3 0 間の総接触面積は  $400\mu\text{m}^2$  である。

20

【 0 0 4 0 】

図 8 は、接続配線 3 0 及び補強電極 4 0 間における単位面積当たりの接触抵抗の測定結果を示す。図 8 において、図 5 A ~ 7 B それぞれに対する 5 つの測定点がプロットされている。図 8 に示されるように、図 6 A ~ B 及び 7 A ~ B の実施形態の単位面積当たりの接触抵抗は、図 5 A ~ B の比較例の単位面積当たりの接触抵抗よりも低い。これは、薄膜プロセス中に上側接続配線 3 1 の上面に形成された酸化膜が、補強電極 4 0 及び接続配線 3 0 間の単位面積当たりの接触抵抗を増加させるからである。加えて、図 7 A ~ B の実施形態の単位面積当たりの接触抵抗は、図 5 A ~ B 及び 6 A ~ B の実施形態の単位面積当たりの接触抵抗よりも低い。これは、下側接続配線 3 2 ( M o ) の酸素親和力が上側接続配線 3 1 ( A l 合金 ) よりも低い結果、酸化膜が形成されにくいからである。さらに、単位面積当たりの接触抵抗の測定値を比較すると、図 6 A ~ B 及び 7 A ~ B 実施形態の測定値の方が、図 5 A ~ B の比較例よりもばらつきが少なく安定していることがわかる。なおもさらに、図 7 A ~ B の実施形態のばらつきは、図 6 A ~ B の実施形態のばらつきよりも小さい。これは、酸化膜が形成されやすい上側接続配線 3 1 と、補強電極 4 0 との接触面積が大きいほど、接触抵抗の測定値がばらつくことを示す。したがって、所定の実施形態に係る接続配線 3 0 を、少なくとも下側接続配線 3 2 が補強電極 4 0 に接触かつ電気接続されるように構成することにより、接続配線 3 0 と補強電極 4 0 との接触抵抗が低減される。その結果、接続配線 3 0 における電気損失を低減することができる。

30

【 0 0 4 1 】

接続配線 3 0 の単位長さ当たりの抵抗値の複数の例を、弾性波素子 6 0 の他実施形態と従来型弾性波素子とを比較し、かつ、接続配線 3 0 の単位長さ当たりの抵抗値の測定例を示す図 9 A ~ 1 1 B を参照しながら、以下に説明する。各構成の接続配線構成及び構成材料は、上述されかつ図 4 に例示された構成と同様である。下側接続配線 3 2 が圧電体 5 0 の上面に設けられ、引き続いて補強電極 4 0 が下側接続配線 3 2 の上面に設けられる。

40

【 0 0 4 2 】

図 9 A 及び B はそれぞれ、補強電極 4 0 及び下側接続配線 3 2 間に接触が存在しない比較例の断面図及び対応平面図を示す。図 1 0 A の断面図、及び図 1 0 B の対応平面図は、直径  $8\mu\text{m}$  のホール電極 7 0 が上側接続配線 3 1 及び下側接続配線 3 2 を通って延びる実施例を示す。ホール電極 7 0 には補強電極 4 0 が充填され、補強電極 4 0 と下側接続配線

50

32の側面とが、ホール電極70を介して互いに電気接続される。

【0043】

図12は、接続配線30の単位長さ当たりの抵抗値の測定結果を示す。図12に示されるように、図10A～Bに例示される実施例の、接続配線30の単位長さ当たりの抵抗値は、図9A～Bに例示される比較例の接続配線30の単位長さ当たりの抵抗値よりも低い。下側接続配線32と補強電極40とは、小さな面積を介してではあるが互いに接触かつ電気接続されるので、接続配線30において電気損失が低減される結果となる。

【0044】

図11A及びBはそれぞれ、補強電極40によって充填されたホール電極70が上側接続配線31にのみ設けられて補強電極40が下側接続配線32の上面に接触かつ電気接続された他構成の断面図及び平面図である。本構成もまた、接続配線30の単位長さ当たりの抵抗値を、図9A～Bの比較例よりも低減して接続配線30における電気損失の低減効果を達成することができる。

【0045】

なお、ホール電極70の直径は上述した8 $\mu$ mの例に限られず、電気損失の低減効果は、下側接続配線32と補強電極40とが互いに接触かつ電気接続されることによって達成することができる。

【0046】

弾性波素子60の一実施形態を用いたラダーフィルタと、従来型弾性波素子6000を用いたラダーフィルタとの通過特性を以下に説明する。

【0047】

図13は、弾性波素子60の一実施形態を用いたラダーフィルタ400の一例の回路図である。図13に示されるように、一実施形態に係るラダーフィルタ400は、入力端子201及び出力端子202間に直列接続された第1直列共振器301、第2直列共振器302、第3直列共振器303及び第4直列共振器304を含む。第1並列共振器305及び第2並列共振器306は一端が第1直列共振器301及び第2直列共振器302間に接続され、他端がグランドに接続される。第3並列共振器307及び第4並列共振器308は一端が第3直列共振器303及び第4直列共振器304間に接続され、他端がグランドに接続される。共振器301、302、303、304、305、306、307及び308はそれぞれ、弾性波素子60を含み得る。

【0048】

一実施形態によれば、ラダーフィルタ400の共振器の各IDT電極の両端には、図10Bに示されるように、一部分にホール電極70が設けられる一方、比較例はホール電極70なしで製造される。各ラダーフィルタの通過特性が図14において比較される。

【0049】

図14は、ラダーフィルタ400の通過特性の測定結果を示す。図14に示されるように、実施例に係るラダーフィルタは、比較例よりも通過帯域における減衰量が向上し、当該通過帯域における最小の挿入損失を低減することができる。

【0050】

ここに説明される弾性波素子の複数の実施形態は、ラダーフィルタ構成において、及び/又は携帯電話のような様々な電子機器において有用である。

【0051】

少なくとも一つの実施形態のいくつかの側面を上述したが、当業者にとって様々な改変、修正及び改善が容易に想起されることがわかる。かかる改変、修正及び改善は、本開示の一部となることが意図され、本発明の範囲内にあることも意図される。したがって、この述べた方法及び装置の複数の実施形態は、アプリケーションにおいて、上記説明に記載され又は添付図面に例示される構造の詳細、及び構成要素の配列に限られない。方法及び装置は、他実施形態において実装することができ、様々な態様で実施又は実行することができる。複数の固有な実装の例が、例示のみを目的としてここに与えられ、限定されることを意図しない。また、ここに使用される表現及び用語は説明のためであり、限定とみ

10

20

30

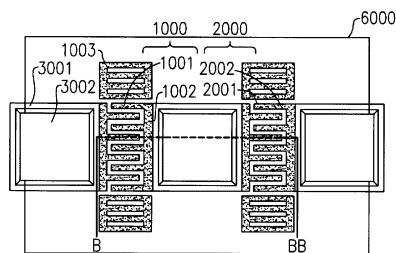
40

50

なすべきではない。ここでの「含む」、「備える」、「有する」、「包含する」、及びこれらのバリエーションは、その後に挙げられた項目及びその均等物並びに付加項目を包括することを意味する。「又は」の言及は、解釈することができる。「又は」を用いて説明される任意の用語が、記載された項目の一つ、一つを超える、及びすべてのいずれをも示し得る。さらに理解されることだが、垂直方向、平行方向、深さ方向等を示す用語は、本発明の複数の側面を説明するべく記載上の目的で使用される。したがって、これらの用語は、絶対的な方向を示すわけではなく、限定されることを意図しない。上述の説明及び図面は単なる例示であり、本発明の範囲は、添付の特許請求の範囲及びその均等物の適切な構築によって決定されるべきである。

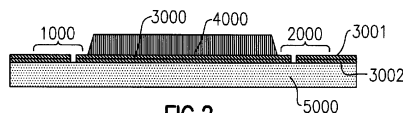
10

【図 1】



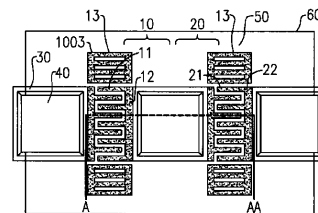
**FIG.1**  
( 先行技術 )

【図 2】

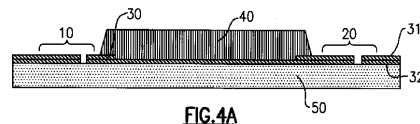


**FIG.2**  
( 先行技術 )

【図 3】

**FIG.3**

【図 4 A】

**FIG.4A**

【図 4 B】

**FIG.4B**

【図 4 C】

**FIG.4C**

【図 4 D】

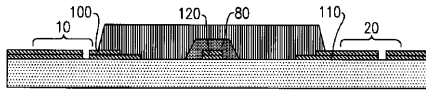


FIG. 4D

【図 5 A】

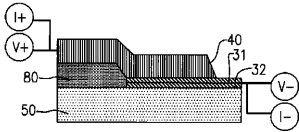


FIG. 5A

【図 5 B】

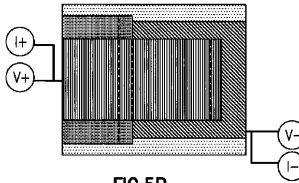


FIG. 5B

【図 6 A】

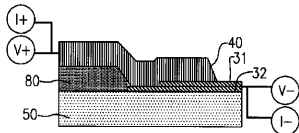


FIG. 6A

【図 8】

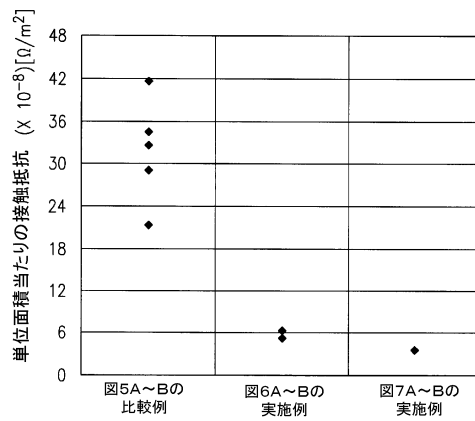


FIG. 8

【図 9 A】

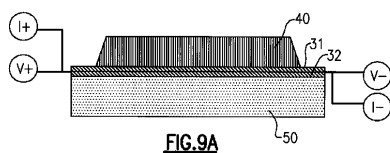


FIG. 9A

【図 6 B】

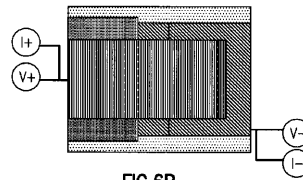


FIG. 6B

【図 7 A】

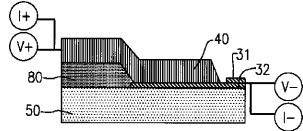


FIG. 7A

【図 7 B】

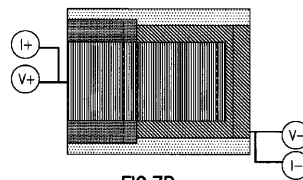


FIG. 7B

【図 9 B】

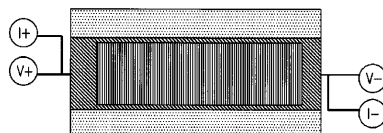


FIG. 9B

【図 10 A】

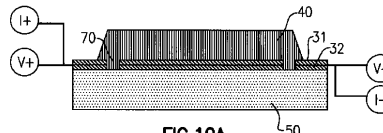


FIG. 10A

【図 10 B】

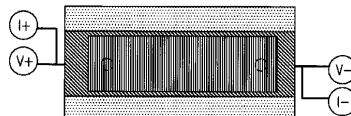


FIG. 10B

【図 11 A】

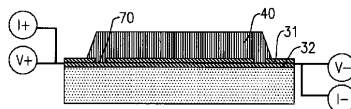


FIG. 11A

【図 1 1 B】

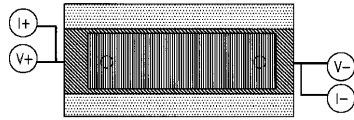


FIG. 11B

【図 1 2】

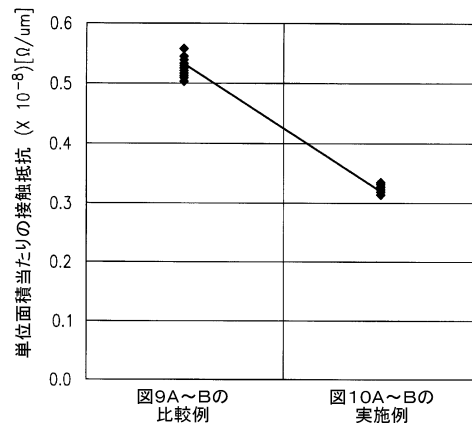


FIG. 12

【図 1 3】

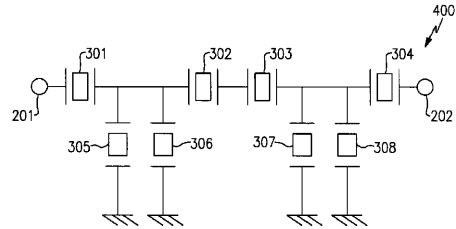


FIG. 13

【図 1 4】

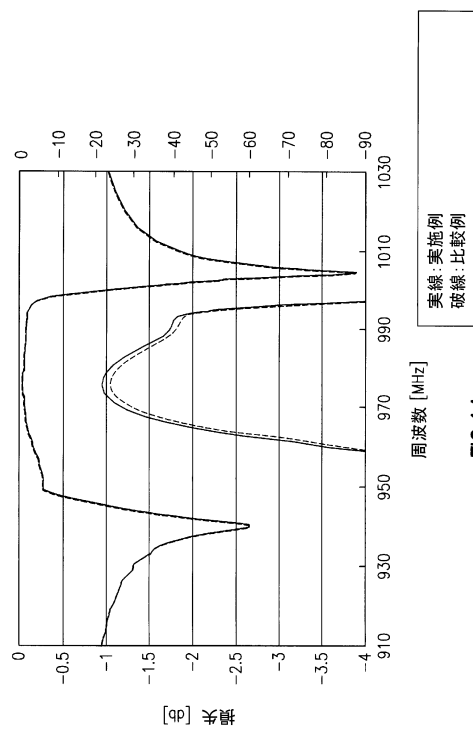


FIG. 14

---

フロントページの続き

- (72)発明者 宮成 光則  
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 スカイワークスフィルターソリューションズジャパン株式会  
社内
- (72)発明者 中村 弘幸  
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 スカイワークスフィルターソリューションズジャパン株式会  
社内
- (72)発明者 中西 秀和  
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 スカイワークスフィルターソリューションズジャパン株式会  
社内

審査官 橋本 和志

- (56)参考文献 特開 2 0 1 2 - 4 6 1 3 ( J P , A )  
特開 2 0 1 1 - 3 0 2 0 8 ( J P , A )  
特開 2 0 0 8 - 2 3 5 9 7 9 ( J P , A )  
国際公開第 2 0 0 9 / 0 5 7 1 9 5 ( W O , A 1 )  
特開 2 0 0 3 - 8 7 0 8 0 ( J P , A )

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
- |         |             |
|---------|-------------|
| H 0 3 H | 9 / 1 4 5   |
| H 0 3 H | 9 / 6 4     |
| H 0 1 L | 4 1 / 0 4 7 |