

(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 1

H03H 9/145 (2006.01)

H03H 9/145

9/145

D

H03H 9/64 (2006.01)

H03H 9/64

9/64

C

H03H 9/64

9/64

Z

請求項の数 20 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2016-569125 (P2016-569125)
 (86) (22) 出願日 平成27年2月17日 (2015.2.17)
 (65) 公表番号 特表2017-506866 (P2017-506866A)
 (43) 公表日 平成29年3月9日 (2017.3.9)
 (86) 國際出願番号 PCT/JP2015/000718
 (87) 國際公開番号 WO2015/125460
 (87) 國際公開日 平成27年8月27日 (2015.8.27)
 審査請求日 平成30年2月16日 (2018.2.16)
 (31) 優先権主張番号 特願2014-28059 (P2014-28059)
 (32) 優先日 平成26年2月18日 (2014.2.18)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 514250975
 スカイワークスフィルターソリューションズ
 ズジャパン株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 (74) 代理人 100083806
 弁理士 三好 秀和
 (74) 代理人 100095500
 弁理士 伊藤 正和
 (74) 代理人 100111235
 弁理士 原 裕子
 (72) 発明者 濱岡 陽介
 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

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テューサ (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、
 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っ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 IDT 電極は、

10

20

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
つて第 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
つて第 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、

30

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。

【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、

40

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テューサ (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って前記圧電体の上面に垂直な方向に延びる

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弹性波素子。

【請求項12】

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、

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11の弹性波素子。

【請求項13】

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11の弹性波素子。

【請求項14】

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13の弹性波素子。

【請求項15】

請求項11の弹性波素子を含むラダーフィルタ。

【請求項16】

弹性波素子であって、

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弹性波素子。

【請求項17】

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16の弹性波素子。

【請求項18】

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、

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の弹性波素子。

【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の弹性波素子。

【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って延び、

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の弹性波素子。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、弹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「弹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弹性波素子6000の一例を示す。図1は従来型弹性波素子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、従来型弹性波素子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2IDT電極2000を含み、双方とも、圧電体5000の上面に設けられる。従来型弹性波素子6000はさらに、第1IDT電極1000を第2IDT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1IDT電極1000を第2IDT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、かかる従来型弹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、弹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弹性波素子において、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、本発明に係る弹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(I D T)電極と、当該圧電体の上に設けられた I D T 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。

【 0 0 0 9 】

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って延び、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

【 0 0 1 0 】

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。

【 0 0 1 1 】

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

【 0 0 1 2 】

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

30

【 0 0 1 3 】

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(I D T)電極と、当該圧電体に配置された第2I D T 電極と、当該圧電体の上面に配置されて当該第1I D T 電極及び当該第2I D T 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。

【 0 0 1 4 】

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

【 0 0 1 5 】

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っ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。

【 0 0 1 6 】

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インターディ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2IDT電極と、当該圧電体の上面に設けられて当該第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4A】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4B】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4C】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4D】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5A】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5B】図5Aの従来型弾性波素子の一例の対応平面図である。

【図6A】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6B】図6Aの弾性波素子の一例の対応平面図である。

【図7A】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7B】図7Aの弾性波素子の一例の対応平面図である。

【図8】図5A～7B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9A】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9B】図9Aの従来型弾性波素子の一例の対応平面図である。

【図10A】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10B】図10Aの弹性波素子の一例の対応平面図である。

【図11A】本発明の複数の側面に係る弹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11B】図11Aの弹性波素子の一例の対応平面図である。

【図12】図9A～11B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13】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14】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】

10

【0022】

所定の側面及び実施形態を、図面及び典型的な弹性波素子60を参照して以下に述べる。

【0023】

図3は、弹性波素子60の一実施形態を模式的に例示する平面図である。図4A～Dは、弹性波素子60の様々な例の、図3のA-A線に沿った断面図である。

【0024】

一実施形態によれば、弹性波素子60は、単結晶圧電材料からなる圧電体50を含む。第1IDT電極10及び第2IDT電極20は、圧電体50の上面に設けられる。弹性波素子60はさらに、第1IDT電極10及び第2IDT電極20が生成する弹性波の伝播方向においてIDT電極10、20に隣接して配置された2つの反射器13を含む。弹性波素子60はさらに、第1IDT電極10及び第2IDT電極20に電気接続された接続配線30と、接続配線30の電気損失を低減するべく接続配線30の上面に設けられた補強電極40とを含む。第1IDT電極10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12、及び線形状の第1バスバー12の線方向に対して垂直方向に延びる複数の第1電極指11を含む。第1IDT電極10は、対向する櫛形電極からなる。第1IDT電極10と同様に、第2IDT電極20は、それぞれが第2バスバー22及び複数の第2電極指21を有する複数の櫛形電極を含む。第1IDT電極10、第2IDT電極20、反射器13、接続配線30及び補強電極40は、金属薄膜をパター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弹性波素子60の温度特性が、圧電体50、第1IDT電極10、第2IDT電極20、反射器13、接続配線30及び補強電極40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。

20

【0025】

一実施形態において、接続配線30は、上側接続配線31及び下側接続配線32を含む。下側接続配線32と補強電極40とは、接続配線30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31及び下側接続配線32の表面に形成された酸化膜が、接続配線30と補強電極40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40を設けることで奏する接続配線30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30の表面に形成された酸化膜を課題とし、接続配線30及び補強電極40間の接触抵抗を低減することによって接続配線30における電気損失を低減する。

30

【0026】

一実施形態によれば、上側接続配線31及び下側接続配線32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30の電気損失低減効果の主要因は、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であるから、下側接続配線32を形成する材料の酸素親和力が、上側接続配線31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

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 ($G / kJ m^{-1}$) 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、 $Pt < Ru < Cu < Mo < W < Ti < Al < Mg$ 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 31 及び下側接続配線 32 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 30 及び補強電極 40 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 32 と補強電極 40 とは、接続配線 30 において互いに接触かつ電気接続される。下側接続配線 32 、上側接続配線 31 及び補強電極 40 は、圧電体 50 の上面に順次設けられる。加えて、接続配線 30 は、薄膜プロセスを用いて第 1 IDT 電極 10 及び第 2 IDT 電極 20 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。

10

【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 31 は補強電極 40 によって分断され、下側接続配線 32 の上面と補強電極 40 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 31 の上面及び側面が、補強電極 40 に接触かつ電気接続される。

20

【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 32 もまた補強電極 40 によって分断され、圧電体 50 もまた、表面が補強電極 40 に接触する。補強電極 40 は、下側接続配線 32 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 32 と補強電極 40 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 31 及び下側接続配線 32 を通って圧電体 50 の上面に垂直な方向に延びるホール電極 70 が設けられる。加えて、圧電体 50 の上面に平行な方向に沿ったホール電極 70 の断面について、下側接続配線 32 に設けられたホール電極 70 の断面積は、下側接続配線 32 の側面だけでなくその上面も補強電極 40 に接触かつ電気接続されるように、上側接続配線 31 に設けられたホール電極 70 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。

30

【0033】

なお、ホール電極 70 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 70 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 70 は、下側接続配線 32 の上面がホール電極 70 に接触かつ電気接続されるように、上側接続配線 31 にのみ設けてよい。

40

【0034】

図 4 D を参照すると、所定の例に係る接続配線の他構成が例示される。本構成において、補強電極 40 によって分断された一方の接続配線 30 を第 1 接続配線 100 とし、他方の接続配線 30 を第 2 接続配線 110 とした場合、第 1 接続配線 100 及び第 2 接続配線 110 間において圧電体 50 の上面に第 3 接続配線 120 が設けられる。第 3 接続配線 120 は絶縁層 80 によって覆われる。特性的な構成として、補強電極 40 が絶縁層 80 を介して第 3 接続配線 120 の上方を立体交差するとともに、第 1 接続配線 100 と第 2 接続配線 110 とが互いに接触かつ電気接続される。第 3 接続配線 120 は、第 1 接続配線 100 又は第 2 接続配線 110 とは異なる電位を有する電極でよい。一例において、第 3

50

接続配線 120 は、第1接続配線 100 及び第2接続配線 110 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。

【0035】

接続配線 30 及び補強電極 40 間の接触抵抗を、弹性波素子 60 の実施形態と従来型弹性波素子とを比較し、かつ、接続配線 30 及び補強電極 40 における接触抵抗の測定例を示す図 5A～7B を参照しながら、以下に説明する。

【0036】

図 5A は、図 2 の従来型弹性波素子の構成に対応する断面図であり、図 5B はその平面図である。図 5A 及び 5B は、補強電極 40 が上側接続配線 31 にのみ接触かつ電気接続された比較例を示す。

10

【0037】

図 6A 及び 6B はそれぞれ、上側接続配線 31 と下側接続配線 32 とが互いに接触かつ電気接続された弹性波素子 60 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。

【0038】

図 7A 及び 7B はそれぞれ、下側接続配線 32 のみが補強電極 40 に接触かつ電気接続された弹性波素子 60 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。

【0039】

これらの例のそれぞれは、補強電極 40 をアルミニウム (A1) とし、上側接続配線 31 をアルミニウム合金とし、下側接続配線 32 をモリブデン (Mo) とし、補強電極 40 及び接続配線 30 間の総接触面積は $400 \mu\text{m}^2$ である。

20

【0040】

図 8 は、接続配線 30 及び補強電極 40 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 5A～7B 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 6A～B 及び 7A～B の実施形態の単位面積当たりの接触抵抗は、図 5A～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 31 の上面に形成された酸化膜が、補強電極 40 及び接続配線 30 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 7A～B の実施形態の単位面積当たりの接触抵抗は、図 5A～B 及び 6A～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 32 (Mo) の酸素親和力が上側接続配線 31 (A1 合金) よりも低い結果、酸化膜が形成されにくいためである。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 6A～B 及び 7A～B 実施形態の測定値の方が、図 5A～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 7A～B の実施形態のばらつきは、図 6A～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 31 と、補強電極 40 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 30 を、少なくとも下側接続配線 32 が補強電極 40 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 30 と補強電極 40 との接触抵抗が低減される。その結果、接続配線 30 における電気損失を低減することができる。

30

【0041】

接続配線 30 の単位長さ当たりの抵抗値の複数の例を、弹性波素子 60 の他実施形態と従来型弹性波素子とを比較し、かつ、接続配線 30 の単位長さ当たりの抵抗値の測定例を示す図 9A～11B 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造材料は、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 32 が圧電体 50 の上面に設けられ、引き続いて補強電極 40 が下側接続配線 32 の上面に設けられる。

40

【0042】

図 9A 及び B はそれぞれ、補強電極 40 及び下側接続配線 32 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 10A の断面図、及び図 10B の対応平面図は、直径 $8 \mu\text{m}$ のホール電極 70 が上側接続配線 31 及び下側接続配線 32 を通って延びる実施例を示す。ホール電極 70 には補強電極 40 が充填され、補強電極 40 と下側接続配線

50

3 2 の側面とが、ホール電極 7 0 を介して互いに電気接続される。

【 0 0 4 3 】

図 1 2 は、接続配線 3 0 の単位長さ当たりの抵抗値の測定結果を示す。図 1 2 に示されるように、図 1 0 A ~ B に例示される実施例の、接続配線 3 0 の単位長さ当たりの抵抗値は、図 9 A ~ B に例示される比較例の接続配線 3 0 の単位長さ当たりの抵抗値よりも低い。下側接続配線 3 2 と補強電極 4 0 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 3 0 において電気損失が低減される結果となる。

【 0 0 4 4 】

図 1 1 A 及び B はそれぞれ、補強電極 4 0 によって充填されたホール電極 7 0 が上側接続配線 3 1 にのみ設けられて補強電極 4 0 が下側接続配線 3 2 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 3 0 の単位長さ当たりの抵抗値を、図 9 A ~ B の比較例よりも低減して接続配線 3 0 における電気損失の低減効果を達成することができる。

【 0 0 4 5 】

なお、ホール電極 7 0 の直径は上述した 8 μ m の例に限られず、電気損失の低減効果は、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によって達成することができる。

【 0 0 4 6 】

弾性波素子 6 0 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 6 0 0 0 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。

【 0 0 4 7 】

図 1 3 は、弾性波素子 6 0 の一実施形態を用いたラダーフィルタ 4 0 0 の一例の回路図である。図 1 3 に示されるように、一実施形態に係るラダーフィルタ 4 0 0 は、入力端子 2 0 1 及び出力端子 2 0 2 間に直列接続された第 1 直列共振器 3 0 1 、第 2 直列共振器 3 0 2 、第 3 直列共振器 3 0 3 及び第 4 直列共振器 3 0 4 を含む。第 1 並列共振器 3 0 5 及び第 2 並列共振器 3 0 6 は一端が第 1 直列共振器 3 0 1 及び第 2 直列共振器 3 0 2 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 3 0 7 及び第 4 並列共振器 3 0 8 は一端が第 3 直列共振器 3 0 3 及び第 4 直列共振器 3 0 4 間に接続され、他端がグランドに接続される。共振器 3 0 1 、3 0 2 、3 0 3 、3 0 4 、3 0 5 、3 0 6 、3 0 7 及び 3 0 8 はそれぞれ、弾性波素子 6 0 を含み得る。

【 0 0 4 8 】

一実施形態によれば、ラダーフィルタ 4 0 0 の共振器の各 I D T 電極の両端には、図 1 0 B に示されるように、一部分にホール電極 7 0 が設けられる一方、比較例はホール電極 7 0 なしで製造される。各ラダーフィルタの通過特性が図 1 4 において比較される。

【 0 0 4 9 】

図 1 4 は、ラダーフィルタ 4 0 0 の通過特性の測定結果を示す。図 1 4 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。

【 0 0 5 0 】

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。

【 0 0 5 1 】

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

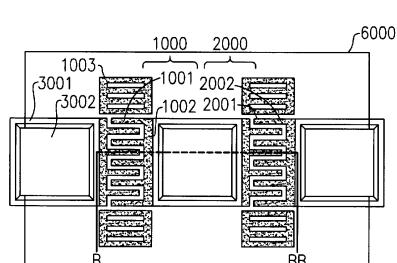
30

40

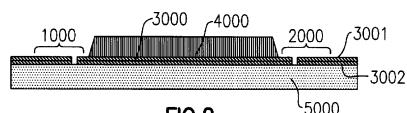
50

なすべきではない。ここで「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。

【図 1】

FIG.1
(先行技術)

【図 2】

FIG.2
(先行技術)

【図 3】

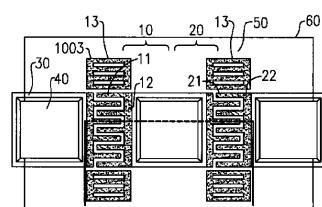


FIG.3

【図 4 A】

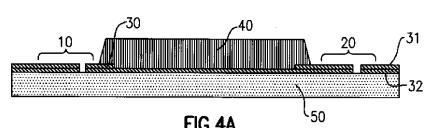


FIG.4A

【図 4 B】



FIG.4B

【図 4 C】



FIG.4C

【図 4 D】

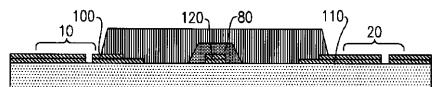


FIG.4D

【図 5 A】

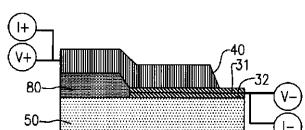


FIG.5A

【図 5 B】

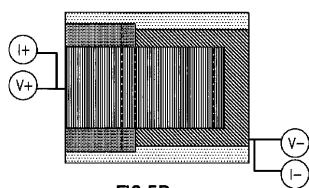


FIG.5B

【図 6 A】

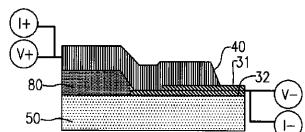


FIG.6A

【図 8】

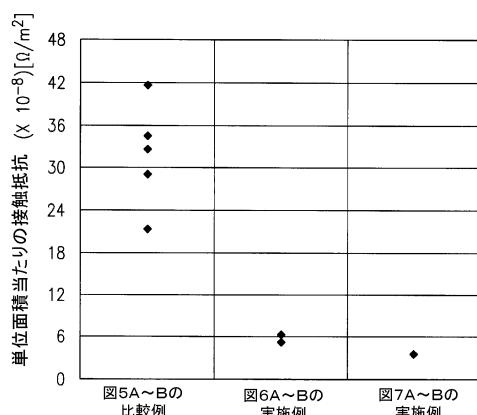


FIG.8

【図 9 A】

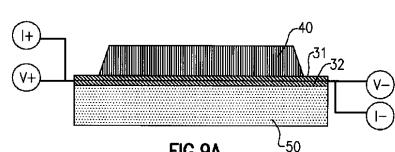


FIG.9A

【図 6 B】

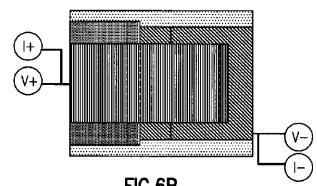


FIG.6B

【図 7 A】

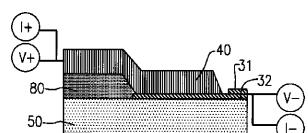


FIG.7A

【図 7 B】

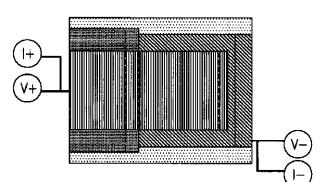


FIG.7B

【図 9 B】

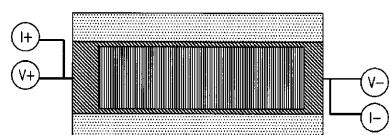


FIG.9B

【図 10 A】

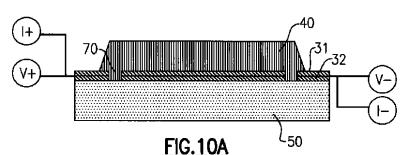


FIG.10A

【図 10 B】

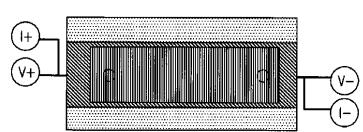


FIG.10B

【図 11 A】

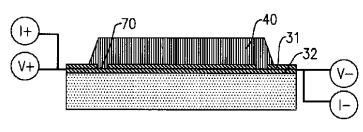


FIG.11A

【図 1 1 B】

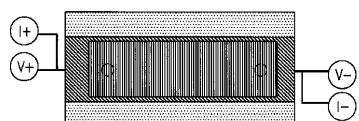


FIG.11B

【図 1 2】

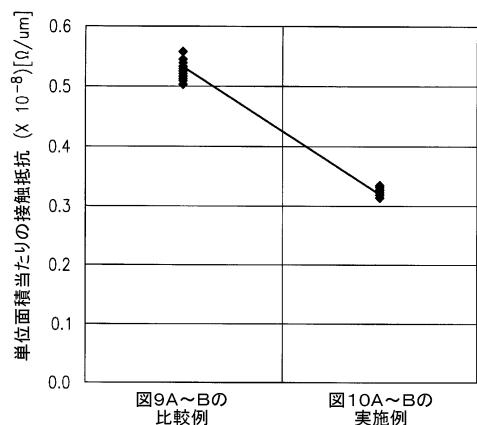


FIG.12

【図 1 3】

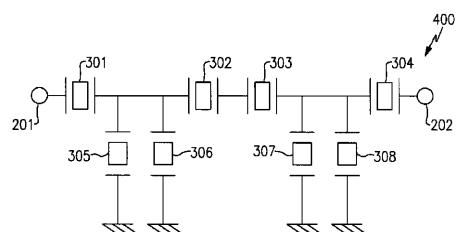


FIG.13

【図 1 4】

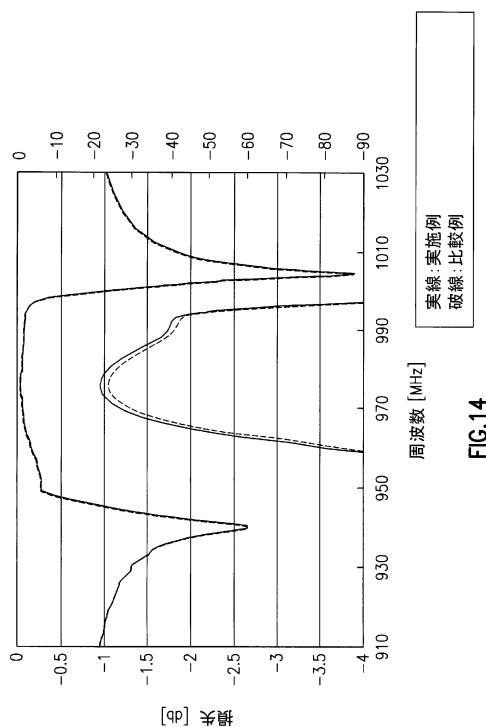


FIG.14

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

(72)発明者 中村 弘幸

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

(72)発明者 中西 秀和

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

審査官 橋本 和志

(56)参考文献 特開2012-4613 (JP, A)

特開2011-30208 (JP, A)

特開2008-235979 (JP, A)

国際公開第2009/057195 (WO, A1)

特開2003-87080 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03H 9/145

H03H 9/64

H01L 41/047