

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7205551号
(P7205551)

(45)発行日 令和5年1月17日(2023.1.17)

(24)登録日 令和5年1月6日(2023.1.6)

(51)国際特許分類		F I		
H 0 3 H	9/25 (2006.01)	H 0 3 H	9/25	Z
H 0 3 H	9/145(2006.01)	H 0 3 H	9/145	Z
H 0 3 H	9/64 (2006.01)	H 0 3 H	9/64	Z

請求項の数 7 (全17頁)

(21)出願番号	特願2020-559980(P2020-559980)	(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1年12月4日(2019.12.4)	(74)代理人	110002527 弁理士法人北斗特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2019/047470	(72)発明者	大村 正志 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	WO2020/116528	(72)発明者	木村 哲也 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)国際公開日	令和2年6月11日(2020.6.11)	審査官	石田 昌敏
審査請求日	令和3年6月1日(2021.6.1)		
(31)優先権主張番号	特願2018-229429(P2018-229429)		
(32)優先日	平成30年12月6日(2018.12.6)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		
前置審査			

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】

支持基板と、
前記支持基板上に形成されている音響反射層と、
前記音響反射層上に形成されている圧電体層と、
前記圧電体層上に形成されているIDT電極と、を備え、
前記音響反射層は、
少なくとも1つの高音響インピーダンス層と、
前記高音響インピーダンス層よりも音響インピーダンスが低い少なくとも1つの低音響インピーダンス層と、を有し、
前記音響反射層では、
前記高音響インピーダンス層及び前記低音響インピーダンス層の少なくとも1つが導電層であり、
前記IDT電極は、
第1バスバーと、
前記第1バスバーに対向している第2バスバーと、
前記第1バスバーに接続され前記第2バスバー側に延びている複数の第1電極指と、
前記第2バスバーに接続され前記第1バスバー側に延びている複数の第2電極指と、
を有し、
前記IDT電極の電極指ピッチにより定まる弾性波の波長を とし、前記複数の第1電

極指の先端の包絡線と前記複数の第 2 電極指の先端の包絡線との間の領域を交差領域としたときに、

前記支持基板の厚さ方向からの平面視において、

前記導電層が少なくとも前記交差領域に重複し、

前記複数の第 1 電極指の延びている方向で前記複数の第 1 電極指の前記先端から前記導電層の端までの距離が 0 より大きく 12 以下であり、

前記複数の第 1 電極指の延びている方向で、前記交差領域の交差幅が 2 以上 7.5 以下である、

弾性波装置。

【請求項 2】

前記支持基板の厚さ方向からの平面視において、

前記複数の第 2 電極指の延びている方向で前記複数の第 2 電極指の前記先端から前記導電層の端までの距離が 0 より大きく 12 以下である、

請求項 1 に記載の弾性波装置。

【請求項 3】

前記支持基板の厚さ方向からの平面視において、

前記導電層が前記第 1 パスバーの一部と前記第 2 パスバーの一部との少なくとも一方に重複している、

請求項 1 又は 2 に記載の弾性波装置。

【請求項 4】

前記高音響インピーダンス層は、複数設けられており、

前記低音響インピーダンス層は、複数設けられており、

前記複数の高音響インピーダンス層と前記複数の低音響インピーダンス層とが前記支持基板の厚さ方向において一層ごとに交互に並んでいる、

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の弾性波装置。

【請求項 5】

前記圧電体層の厚さが、1 以下である、

請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の弾性波装置。

【請求項 6】

前記弾性波が板波である、

請求項 5 に記載の弾性波装置。

【請求項 7】

前記弾性波装置は、複数の弾性波共振子を備える弾性波フィルタであって、

前記複数の弾性波共振子の各々は、前記 I D T 電極と前記圧電体層と前記音響反射層とを含む共振子であり、

前記複数の弾性波共振子の前記圧電体層どうしはつながっており、

前記複数の弾性波共振子の前記音響反射層どうしは互いに離れていて電氣的に絶縁されている、

請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の弾性波装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に弾性波装置に関し、より詳細には、圧電体層を備える弾性波装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、支持基板と、音響反射層と、圧電体層と、I D T (Interdigital Transducer) 電極と、を備える弾性波装置が知られている (例えば、特許文献 1 参照)。

【0003】

音響反射層は、支持基板上に形成されている。圧電体層は、音響反射層上に形成されて

10

20

30

40

50

いる。IDT電極は、圧電体層の上面に形成されている。

【0004】

音響反射層は、低音響インピーダンス層と、低音響インピーダンス層よりも音響インピーダンスが高い高音響インピーダンス層と、を有している。

【0005】

特許文献1には、高音響インピーダンス層の音響インピーダンスと、低音響インピーダンス層の音響インピーダンスとの比である音響インピーダンス比が最大となる材料の組み合わせとして、W（タングステン）とSiO₂（酸化ケイ素）との組み合わせが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【文献】国際公開第2012/086441号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献1に開示された弾性波装置では、例えば、音響反射層がタングステンにより形成された導電層（高音響インピーダンス層）を含んでいる場合に、IDT電極と導電層との間に発生する寄生容量により共振特性が低下してしまうという問題があった。

【0008】

本発明の目的は、共振特性を向上させることが可能な弾性波装置を提供することにある。なお、共振特性の向上とは、伝搬損失を低減させて、共振特性のQ値やインピーダンス比の向上を実現することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の一態様に係る弾性波装置は、支持基板と、音響反射層と、圧電体層と、IDT電極と、を備える。前記音響反射層は、前記支持基板上に形成されている。前記圧電体層は、前記音響反射層上に形成されている。前記IDT電極は、前記圧電体層上に形成されている。前記音響反射層は、少なくとも1つの高音響インピーダンス層と、少なくとも1つの低音響インピーダンス層と、を有する。前記低音響インピーダンス層は、前記高音響インピーダンス層よりも音響インピーダンスが低い。前記音響反射層では、前記高音響インピーダンス層及び前記低音響インピーダンス層の少なくとも1つが導電層である。前記IDT電極は、第1バスバーと、第2バスバーと、複数の第1電極指と、複数の第2電極指と、を有する。前記第2バスバーは、前記第1バスバーに対向している。前記複数の第1電極指は、前記第1バスバーに接続され前記第2バスバー側に延びている。前記複数の第2電極指は、前記第2バスバーに接続され前記第1バスバー側に延びている。前記IDT電極の電極指ピッチにより定まる弾性波の波長を λ とし、前記複数の第1電極指の先端の包絡線と前記複数の第2電極指の先端の包絡線との間の領域を交差領域としたときに、前記支持基板の厚さ方向からの平面視において、前記導電層が少なくとも前記交差領域に重複し、前記複数の第1電極指の延びている方向で前記複数の第1電極指の前記先端から前記導電層の端までの距離が $0 < \lambda < 2\lambda$ 以下である。前記複数の第1電極指の延びている方向で、前記交差領域の交差幅が $2\lambda < \lambda < 7.5\lambda$ 以下である。

【発明の効果】

【0010】

本発明の一態様に係る弾性波装置では、共振特性を向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】図1は、本発明の一実施形態に係る弾性波装置の平面図である。

【図2】図2は、同上の弾性波装置に関し、図1のX1-X1線断面図である。

【図3】図3は、同上の弾性波装置に関し、図1のX2-X2線断面図である。

10

20

30

40

50

【図 4】図 4 は、弾性波装置のインピーダンス - 周波数特性の説明図である。

【図 5】図 5 は、I D T 電極の第 1 電極指の先端と導電層の端との距離と、比帯域幅 \times Q 値と、の関係を示すグラフである。

【図 6】図 6 は、I D T 電極の交差領域の交差幅と、比帯域幅 \times Q 値と、の関係を示すグラフである。

【図 7】図 7 は、本発明の一実施形態の一変形例に係る弾性波装置の平面図である。

【図 8】図 8 は、同上の弾性波装置の等価回路図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、実施形態に係る弾性波装置について、図面を参照して説明する。

10

【0013】

以下の実施形態等において参照する図 1 ~ 3 及び 7 は、いずれも模式的な図であり、図中の各構成要素の大きさや厚さそれぞれの比が、必ずしも実際の寸法比を反映しているとは限らない。

【0014】

(1) 弾性波装置の全体構成

以下、実施形態に係る弾性波装置 1 について、図 1 ~ 3 を参照して説明する。

【0015】

実施形態に係る弾性波装置 1 は、例えば、弾性波として板波を利用する弾性波装置である。弾性波装置 1 は、支持基板 2 と、音響反射層 3 と、圧電体層 4 と、I D T 電極 5 と、を備える。音響反射層 3 は、支持基板 2 上に形成されている。圧電体層 4 は、音響反射層 3 上に形成されている。I D T 電極 5 は、圧電体層 4 上に形成されている。音響反射層 3 は、少なくとも 1 つ (例えば、2 つ) の高音響インピーダンス層 3 1 と、少なくとも 1 つ (例えば、3 つ) の低音響インピーダンス層 3 2 と、を有する。低音響インピーダンス層 3 2 は、高音響インピーダンス層 3 1 よりも音響インピーダンスが低い。また、弾性波装置 1 は、電気絶縁層 6 を更に含んでいる。電気絶縁層 6 は、支持基板 2 上に形成されており、音響反射層 3 を囲んでいる。弾性波装置 1 では、音響反射層 3 と電気絶縁層 6 とを含む中間層 7 が、支持基板 2 と圧電体層 4 との間に介在している。弾性波装置 1 は、2 つの反射器 8 を更に備える。2 つの反射器 8 は、弾性波装置 1 の弾性波の伝搬方向に沿った方向において I D T 電極 5 の一方側及び他方側それぞれに 1 つずつ位置している。

20

30

【0016】

(2) 弾性波装置の各構成要素

次に、弾性波装置 1 の各構成要素について、図面を参照して説明する。

【0017】

(2.1) 支持基板

支持基板 2 は、図 2 に示すように、音響反射層 3、圧電体層 4 及び I D T 電極 5 を含む積層体 9 を支持している。積層体 9 は、上述の電気絶縁層 6 も含んでいる。

【0018】

支持基板 2 は、第 1 主面 2 1 及び第 2 主面 2 2 を有する。第 1 主面 2 1 及び第 2 主面 2 2 は、互いに対向する。支持基板 2 の平面視形状 (支持基板 2 を厚さ方向 D 1 から見たときの外周形状) は、長方形形状であるが、これに限らず、例えば正方形形状であってもよい。

40

【0019】

支持基板 2 は、例えば、シリコン基板である。支持基板 2 の厚さは、10 (: 電極指ピッチ P 1 により定まる弾性波の波長) μm 以上 180 μm 以下が好適であり、一例として、例えば、120 μm である。支持基板 2 がシリコン基板の場合、第 1 主面 2 1 の面方位は、例えば、(100) 面、(111) 面、(551) 面を採用することができる。弾性波の伝搬方位は、シリコン基板の面方位に制約されずに設定することができる。

【0020】

支持基板 2 の材料は、Si (シリコン) に限らず、例えば、リチウムニオブ (LiNbO₃)、リチウムタンタレート (LiTaO₃)、水晶、ガラスであってもよい。

50

【 0 0 2 1 】

(2 . 2) 音響反射層

音響反射層 3 は、図 2 に示すように、支持基板 2 の第 1 主面 2 1 上に形成されている。音響反射層 3 は、支持基板 2 の厚さ方向 D 1 において I D T 電極 5 に対向している。

【 0 0 2 2 】

音響反射層 3 は、I D T 電極 5 で励振された弾性波が支持基板 2 に漏洩するのを抑制する機能を有する。弾性波装置 1 は、音響反射層 3 を備えることにより、圧電体層 4 内及び弾性波が励振されている I D T 電極 5 内への弾性波エネルギーの閉じ込め効果を高めることができる。そのため、弾性波装置 1 は、音響反射層 3 を備えていない場合と比べて、損失を低減し、Q 値を高めることができる。

10

【 0 0 2 3 】

音響反射層 3 は、複数 (3 つ) の低音響インピーダンス層 3 2 と複数 (2 つ) の高音響インピーダンス層 3 1 とが支持基板 2 の厚さ方向 D 1 において一層ごとに交互に並んだ積層構造を有する。低音響インピーダンス層 3 2 の音響インピーダンスは、高音響インピーダンス層 3 1 の音響インピーダンスよりも低い。

【 0 0 2 4 】

以下では、説明の便宜上、音響反射層 3 において、2 つの高音響インピーダンス層 3 1 を、支持基板 2 の第 1 主面 2 1 に近い順に、第 1 高音響インピーダンス層 3 1 1、第 2 高音響インピーダンス層 3 1 2 と称することもある。また、3 つの低音響インピーダンス層 3 2 を、支持基板 2 の第 1 主面 2 1 に近い順に、第 1 低音響インピーダンス層 3 2 1、第 2 低音響インピーダンス層 3 2 2、第 3 低音響インピーダンス層 3 2 3 と称することもある。

20

【 0 0 2 5 】

音響反射層 3 では、支持基板 2 側から、第 1 低音響インピーダンス層 3 2 1、第 1 高音響インピーダンス層 3 1 1、第 2 低音響インピーダンス層 3 2 2、第 2 高音響インピーダンス層 3 1 2 及び第 3 低音響インピーダンス層 3 2 3 が、この順に並んでいる。したがって、音響反射層 3 は、第 3 低音響インピーダンス層 3 2 3 と第 2 高音響インピーダンス層 3 1 2 との界面、第 2 高音響インピーダンス層 3 1 2 と第 2 低音響インピーダンス層 3 2 2 との界面、第 2 低音響インピーダンス層 3 2 2 と第 1 高音響インピーダンス層 3 1 1 との界面、第 1 高音響インピーダンス層 3 1 1 と第 1 低音響インピーダンス層 3 2 1 との界面のそれぞれにおいて、圧電体層 4 からの弾性波 (板波) を反射することが可能である。

30

【 0 0 2 6 】

複数の高音響インピーダンス層 3 1 の材料は、例えば、Pt (白金) である。また、複数の低音響インピーダンス層 3 2 の材料は、例えば、SiO₂ (酸化ケイ素) である。複数の高音響インピーダンス層 3 1 の各々の厚さは、例えば、0 . 0 9 である。また、複数の低音響インピーダンス層 3 2 の各々の厚さは、例えば、0 . 1 4 である。音響反射層 3 は、2 つの高音響インピーダンス層 3 1 の各々が Pt により形成されているので、2 つの導電層を含んでいる。

【 0 0 2 7 】

複数の高音響インピーダンス層 3 1 の材料は、Pt (白金) に限らず、例えば、W (タングステン)、Ta (タンタル) 等の金属でもよい。また、音響反射層 3 は、高音響インピーダンス層 3 1 が導電層である例に限らず、低音響インピーダンス層 3 2 が導電層であってもよい。

40

【 0 0 2 8 】

また、複数の高音響インピーダンス層 3 1 は、互いに同じ材料である場合に限らず、例えば、互いに異なる材料であってもよい。また、複数の低音響インピーダンス層 3 2 は、互いに同じ材料である場合に限らず、例えば、互いに異なる材料であってもよい。

【 0 0 2 9 】

また、音響反射層 3 における高音響インピーダンス層 3 1 及び低音響インピーダンス層 3 2 それぞれの数は、2 つ及び 3 つに限らず、2 つ以上及び 3 つ以上であってもよい。ま

50

た、高音響インピーダンス層 3 1 の数と低音響インピーダンス層 3 2 の数とは異なる場合に限らず、同じであってもよいし、低音響インピーダンス層 3 2 の数が高音響インピーダンス層 3 1 の数よりも 1 つ少なくてもよい。また、音響反射層 3 は、少なくとも 1 つの高音響インピーダンス層 3 1 と少なくとも 1 つの低音響インピーダンス層 3 2 とが支持基板 2 の厚さ方向 D 1 において重複していればよい。

【 0 0 3 0 】

(2 . 3) 電気絶縁層

電気絶縁層 6 は、電気絶縁性を有する。電気絶縁層 6 は、支持基板 2 の厚さ方向 D 1 からの平面視で音響反射層 3 を囲んでいる。電気絶縁層 6 は、音響反射層 3 とは異なる位置で支持基板 2 と圧電体層 4 との間に介在している。電気絶縁層 6 は、支持基板 2 と圧電体層 4 との間に介在する中間層 7 において音響反射層 3 以外の領域 (部分) である。電気絶縁層 6 は、例えば、低音響インピーダンス層 3 2 と同じ材料により形成されている。電気絶縁層 6 の材料は、例えば、 SiO_2 (酸化ケイ素) である。

10

【 0 0 3 1 】

(2 . 4) 圧電体層

圧電体層 4 は、第 1 主面 4 1 及び第 2 主面 4 2 を有する。第 1 主面 4 1 と第 2 主面 4 2 とは対向する。圧電体層 4 のオイラー角 (θ , ϕ , ψ) において、IDT 電極 5 で励振される弾性波の伝搬方位に相当する θ は 0° 以上 90° 以下とすることができる。圧電体層 4 は、例えば、オイラー角が (90° , 90° , 40°) の X カット 40° 伝搬 LiNbO_3 からなる。圧電体層 4 の材料は、 LiNbO_3 に限らず、例えば、 LiTaO_3 でもよい。

20

【 0 0 3 2 】

圧電体層 4 の厚さは、IDT 電極 5 の電極指ピッチ P 1 により定まる弾性波の波長をとしたときに、 $\lambda/4$ 以下である。これにより、弾性波装置 1 では、IDT 電極 5 によって板波が励振され、板波が伝搬する。圧電体層 4 の厚さは、一例として、 0.2λ である。電極指ピッチ P 1 については、後述の「(2 . 5) IDT 電極」の欄で説明する。

【 0 0 3 3 】

(2 . 5) IDT 電極

IDT 電極 5 は、圧電体層 4 上に形成されている。より詳細には、IDT 電極 5 は、圧電体層 4 の中間層 7 側の第 2 主面 4 2 とは反対の第 1 主面 4 1 上に形成されている。

30

【 0 0 3 4 】

IDT 電極 5 は、第 1 バスバー 5 1 と、第 2 バスバー 5 2 と、複数の第 1 電極指 5 3 と、複数の第 2 電極指 5 4 と、を有する。第 2 バスバー 5 2 は、第 1 バスバー 5 1 に対向している。

【 0 0 3 5 】

複数の第 1 電極指 5 3 は、第 1 バスバー 5 1 に接続され第 2 バスバー 5 2 側に延びている。複数の第 1 電極指 5 3 は、第 1 バスバー 5 1 と一体に形成されており、第 2 バスバー 5 2 とは離れている。複数の第 1 電極指 5 3 の先端と第 2 バスバー 5 2 との間のギャップ長は、一例として、 0.2λ である。

【 0 0 3 6 】

複数の第 2 電極指 5 4 は、第 2 バスバー 5 2 に接続され第 1 バスバー 5 1 側に延びている。複数の第 2 電極指 5 4 は、第 2 バスバー 5 2 と一体に形成されており、第 1 バスバー 5 1 とは離れている。複数の第 2 電極指 5 4 の先端と第 1 バスバー 5 1 との間のギャップ長は、一例として、 0.2λ である。

40

【 0 0 3 7 】

IDT 電極 5 では、複数の第 1 電極指 5 3 と複数の第 2 電極指 5 4 とが、1 本ずつ交互に互いに離隔して並んでいる。したがって、隣り合う第 1 電極指 5 3 と第 2 電極指 5 4 とは離れている。第 1 バスバー 5 1 は、複数の第 1 電極指 5 3 を同じ電位にするための導体部である。第 2 バスバー 5 2 は、複数の第 2 電極指 5 4 を同じ電位 (等電位) にするための導体部である。

50

【0038】

I D T電極5の電極指ピッチP1は、図1に示すように、複数の第1電極指53のうち隣り合う2つの第1電極指53の中心線間の距離、又は、複数の第2電極指54のうち隣り合う2つの第2電極指54の中心線間の距離で定義される。隣り合う2つの第2電極指54の中心線間の距離は、隣り合う2つの第1電極指53の中心線間の距離と同じである。

【0039】

実施形態に係る弾性波装置1のI D T電極5では、第1電極指53と第2電極指54との対数は、一例として100である。つまり、I D T電極5は、一例として、100本の第1電極指53と、100本の第2電極指54と、を有している。

【0040】

I D T電極5は、導電性を有する。I D T電極5の材料は、例えば、Al（アルミニウム）、Cu（銅）、Pt（白金）、Au（金）、Ag（銀）、Ti（チタン）、Ni（ニッケル）、Cr（クロム）、Mo（モリブデン）、W（タンゲステン）又はこれらの金属のいずれかを主体とする合金等である。また、I D T電極5は、これらの金属又は合金からなる複数の金属膜を積層した構造を有していてもよい。I D T電極5は、例えば、圧電体層4上に形成されたTi膜からなる密着膜と、密着膜上に形成されたAl膜からなる主電極膜との積層膜を含む。密着膜の厚さは、例えば、10nmである。また、主電極膜の厚さは、例えば80nmである。なお、I D T電極5は、第1バスバー51及び第2バスバー52の低抵抗化の観点等から、第1バスバー51及び第2バスバー52の各々において、主電極膜上に形成された金属膜を含んでいてもよい。

【0041】

I D T電極5は、複数の第1電極指53と複数の第2電極指54とで規定される交差領域55を有している。交差領域55は、複数の第1電極指53の先端の包絡線L1と複数の第2電極指54の先端の包絡線L2との間の領域である。I D T電極5は、交差領域55において、弾性波（板波）を励振する。図1では、I D T電極5の交差領域55にドットのハッチングを付してあるが、このハッチングは、断面を表すものではなく、交差領域55と第1バスバー51及び第2バスバー52との相対的な位置関係を分かりやすくするために付してあるにすぎない。

【0042】

I D T電極5において、交差領域55の交差幅H1は、複数の第1電極指53の延びている方向における交差領域55の幅である。

【0043】

I D T電極5は、正規型のI D T電極でもよいし、アポダイズ重み付けが施されているI D T電極であってもよいし、傾斜I D T電極であってもよい。アポダイズ重み付けが施されているI D T電極では、弾性波の伝搬方向の一端部から中央に近づくにつれて交差幅が大きくなり、弾性波の伝搬方向の中央から他端部に近づくにつれて交差幅が小さくなっている。したがって、I D T電極5がアポダイズ重み付けが施されているI D T電極の場合、I D T電極5の交差領域55は、ひし形又は六角形となる。アポダイズ重み付けが施されているI D T電極では、複数の第1電極指53の先端の包絡線L1と、複数の第2電極指54の先端の包絡線L2と、のそれぞれと、弾性波の伝搬方向とのなす角の大きさ（アポダイズ角度）が0°よりも大きい。

【0044】

(2.6) 反射器

2つの反射器8の各々は、短絡グレーティングである。各反射器8は、弾性波を反射する。

【0045】

各反射器8は、複数の電極指81を有し、複数の電極指81の一端どうし短絡され、他端どうしが短絡されている。各反射器8では、電極指81の数は、一例として20である。

【0046】

各反射器8は、導電性を有する。各反射器8の材料は、例えば、Al、Cu、Pt、A

10

20

30

40

50

u、Ag、Ti、Ni、Cr、Mo、W又はこれらの金属のいずれかを主体とする合金等である。また、各反射器8は、これらの金属又は合金からなる複数の金属膜を積層した構造を有していてもよい。各反射器8は、例えば、圧電体層4上に形成されたTi膜からなる密着膜と、密着膜上に形成されたAl膜からなる主電極膜との積層膜を含む。密着膜の厚さは、例えば、10nmである。また、主電極膜の厚さは、例えば80nmである。

【0047】

弾性波装置1では、各反射器8とIDT電極5とが同じ材料で同じ厚さに設定されている場合、弾性波装置1の製造時に各反射器8とIDT電極5とを同じ工程で形成することができる。

【0048】

弾性波装置1では、各反射器8は、支持基板2の厚さ方向D1からの平面視において、音響反射層3と重複している。

【0049】

(3)レイアウト

弾性波装置1では、支持基板2の厚さ方向D1からの平面視において、導電層(高音響インピーダンス層31)が少なくとも交差領域55に重複している。また、弾性波装置1では、複数の第1電極指53の延びている方向で複数の第1電極指53の先端から導電層(高音響インピーダンス層31)の端まで距離d1が0より大きく12以下である。また、弾性波装置1では、複数の第2電極指54の延びている方向で複数の第2電極指54の先端から導電層(高音響インピーダンス層31)の端まで距離d2が0より大きく12

以下である。弾性波装置1では、距離d1と距離d2とが等しいが、距離d1と距離d2とが異なってもよい。

【0050】

(4)弾性波装置の特性

図4は、弾性波装置1のインピーダンスの周波数特性である。図4において、横軸は周波数であり、縦軸は弾性波装置1のインピーダンス[dB]である。ここでのインピーダンス[dB]は、弾性波装置1のインピーダンスをZとした場合、 $20 \times \log_{10} |Z|$ で求められる値である。

【0051】

また、弾性波装置1のインピーダンス比は、
インピーダンス比 = $(20 \times \log_{10} |Z2|) - (20 \times \log_{10} |Z1|)$
で求められる値である。ここにおいて、Z1は、弾性波装置1の共振周波数でのインピーダンスである。また、Z2は、弾性波装置1の反共振周波数でのインピーダンスである。

【0052】

図5は、実施形態に係る弾性波装置1の共振特性を評価項目の一例として、弾性波装置1における各距離d1、d2と「比帯域幅×Q値」との関係を示す。ここにおいて、比帯域幅は、

比帯域幅 = (共振周波数 - 反共振周波数) / 共振周波数

で定義される。図5における横軸は、「距離d1及び距離d2」である。図5では、距離d1及び距離d2について、導電層(高音響インピーダンス層31)の端(高音響インピーダンス層31の端31A及び31B)と第1電極指53の先端及び第2電極指54の先端とが一致する場合を0として、導電層の端(高音響インピーダンス層31の端31A及び31B)が第1電極指53の先端及び第2電極指54の先端それぞれより外側にある場合を正、導電層の端(高音響インピーダンス層31の端31A及び31B)が第1電極指53の先端及び第2電極指54の先端それぞれより内側にある場合を負としている。図5における縦軸の「比帯域幅×Q値」は、距離d1及び距離d2を0としたときの、比帯域幅×Q値の値で規格化した値である。なお、弾性波装置では、一般的に、同じQ値であれば、比帯域幅が広いほうが、インピーダンス比が大きくなる。

【0053】

図5には、距離d1及び距離d2を0、1.4、2.2、3.9、4.8、

10

20

30

40

50

7、10.6、12.4 それぞれとしたときの「比帯域幅×Q値」について規格化した値をプロットしてある。なお、図5では、実施形態に係る弾性波装置1との比較のために、距離d1及び距離d2の各々を0.8とした場合、距離d1及び距離d2の各々を12.4とした場合の「比帯域幅×Q値」について規格化した値もプロットしてある。なお、図5の評価結果を得るために特性評価を行ったサンプルの構造パラメータは、下記の通りである。

【0054】

(構造パラメータ)

圧電体層4：オイラー角が(90°、90°、40°)のXカット40°伝搬LiNbO₃

圧電体層4の厚さ：0.2

高音響インピーダンス層31の材料：Pt

高音響インピーダンス層31の厚さ：0.09

低音響インピーダンス層32の材料：SiO₂

低音響インピーダンス層32の厚さ：0.14

IDT電極5：アボダイズ重み付けが施されているIDT電極

第1電極指53と第2電極指54との対数：100対

交差領域55の交差幅H1(平均交差幅)：15

反射器8における電極指の本数：20本

複数の第1電極指53の先端と第2バスバー52との間のギャップ長：0.2

複数の第2電極指54の先端と第1バスバー51との間のギャップ長：0.2

【0055】

図5の結果から、弾性波装置1では、距離d1及び距離d2を0よりも大きく12以下とすることにより、複数の第1電極指53の先端及び複数の第2電極指54の先端が支持基板2の厚さ方向からの平面視で高音響インピーダンス層31と重複している場合、距離d1及び距離d2を0とした場合と比べて、共振特性を向上させることができることが分かる。実施形態に係る弾性波装置1では、支持基板2の厚さ方向D1からの平面視で導電層がIDT電極5の全体に重複している場合と比べて、共振特性を向上させることが可能となる。

【0056】

また、弾性波装置1では、支持基板2の厚さ方向D1からの平面視において、複数の第1電極指53の先端と第2バスバー52との間のギャップ長が0.2であり、複数の第2電極指54の先端と第1バスバー51との間のギャップ長が0.2である。したがって、弾性波装置1では、距離d1及び距離d2の各々が0.2よりも大きく12以下であれば、導電層(高音響インピーダンス層31)が第1バスバー51の一部と第2バスバー52の一部との両方に重複する。

【0057】

図6は、弾性波装置1において、IDT電極5を正規型のIDT電極として、交差幅H1を3、4、5、7.5それぞれとしたときの交差幅H1と「比帯域幅×Q値」との関係を示すグラフである。図6では、比較のために、交差幅H1を10、15としたときの「比帯域幅×Q値」もプロットしてある。なお、図6における縦軸の「比帯域幅×Q値」は、交差幅H1を7.5としたときの、比帯域幅×Q値の値で規格化した値である。

【0058】

図6から、弾性波装置1では、複数の第1電極指53の延びている方向で、交差領域55の交差幅H1が7.5以下であることにより、「比帯域幅×Q値」が向上する(つまり、共振特性が向上する)ことが分かる。図6では、交差幅H1として、3、4、5、7.5を例示してあるが、交差幅H1の下限は、例えば、2である。

【0059】

(5)効果

実施形態に係る弾性波装置1は、支持基板2と、音響反射層3と、圧電体層4と、ID

10

20

30

40

50

T電極5と、を備える。音響反射層3は、支持基板2上に形成されている。圧電体層4は、音響反射層3上に形成されている。IDT電極5は、圧電体層4上に形成されている。音響反射層3は、少なくとも1つの高音響インピーダンス層31と、少なくとも1つの低音響インピーダンス層32と、を有する。低音響インピーダンス層32は、高音響インピーダンス層31よりも音響インピーダンスが低い。音響反射層3では、高音響インピーダンス層31及び低音響インピーダンス層32の少なくとも1つが導電層(高音響インピーダンス層31)である。IDT電極5は、第1バスバー51と、第2バスバー52と、複数の第1電極指53と、複数の第2電極指54と、を有する。第2バスバー52は、第1バスバー51に対向している。複数の第1電極指53は、第1バスバー51に接続され第2バスバー52側に延びている。複数の第2電極指54は、第2バスバー52に接続され第1バスバー51側に延びている。IDT電極5の電極指ピッチP1により定まる弾性波の波長を λ とし、複数の第1電極指53の先端の包絡線L1と複数の第2電極指54の先端の包絡線L2との間の領域を交差領域55としたときに、支持基板2の厚さ方向D1からの平面視において、導電層(高音響インピーダンス層31)が少なくとも交差領域55に重複し、複数の第1電極指53の延びている方向で複数の第1電極指53の先端から導電層(高音響インピーダンス層31)の端まで距離d1が $0 < d1 < \lambda/2$ 以下である。また、複数の第2電極指54の延びている方向で複数の第2電極指54の先端から導電層(高音響インピーダンス層31)の端まで距離d2が $0 < d2 < \lambda/2$ 以下である。

10

【0060】

20

実施形態に係る弾性波装置1では、共振特性を向上させることができる。また、実施形態に係る弾性波装置1では、不要波によるリップルを低減することができる。また、実施形態に係る弾性波装置1では、寄生容量の増加による帯域幅の減少を抑制することができる。

【0061】

また、実施形態に係る弾性波装置1では、IDT電極5の電極指ピッチP1により定まる弾性波の波長を λ としたときに、圧電体層4の厚さが、 $\lambda/4$ 以下である。これにより、実施形態に係る弾性波装置1では、板波を励振することができる。

【0062】

また、実施形態に係る弾性波装置1では、弾性波が板波である。これにより、実施形態に係る弾性波装置1は、板波を利用する弾性波装置として使用することが可能となる。

30

【0063】

また、実施形態に係る弾性波装置1では、圧電体層4の材料がLiNbO₃又はLiTaO₃であり、低音響インピーダンス層32の材料がSiO₂である。ここにおいて、LiNbO₃及びLiTaO₃の各々の弾性定数は負の温度特性を有し、SiO₂の弾性定数は正の温度特性を有する。したがって、実施形態に係る弾性波装置1では、TCF(Temperature Coefficient of Frequency)の絶対値を小さくすることができ、周波数温度特性を改善することができる。

【0064】

上記の実施形態は、本発明の様々な実施形態の一つに過ぎない。上記の実施形態は、本発明の目的を達成できれば、設計等に応じて種々の変更が可能である。

40

【0065】

上記の実施形態に係る弾性波装置1では、音響反射層3を備えることにより、弾性波の漏れを抑制することができ、弾性波を効果的に閉じ込めることができQ値を高めることができる。音響反射層3では、例えば高音響インピーダンス層31の材料として金属を採用することにより、高音響インピーダンス層31と低音響インピーダンス層32との音響インピーダンス比を大きくすることができ、板波を効果的に反射することができ、弾性波装置1のQ値を高めることができる。しかしながら、弾性波装置1の比較例として、支持基板2の厚さ方向D1において導電層をIDT電極5の全部に対向する大きさとした構成では、IDT電極5と導電層との間の寄生容量に起因してインピーダンス比が低下する。こ

50

れに対して、実施形態に係る弾性波装置 1 では、下記の第 1 条件と第 2 条件との両方を満たすことにより共振特性を向上させることができるが、第 1 条件と第 2 条件とのうち少なくとも第 1 条件を満たしていることにより、共振特性を向上させることが可能となる。第 1 条件は、支持基板 2 の厚さ方向 D 1 からの平面視において、導電層（高音響インピーダンス層 3 1）が少なくとも交差領域 5 5 に重複し、複数の第 1 電極指 5 3 の延びている方向で複数の第 1 電極指 5 3 の先端から導電層（高音響インピーダンス層 3 1）の端（高音響インピーダンス層 3 1 の端 3 1 A）まで距離 d 1 が 0 より大きく 1 2 以下である、という条件である。第 2 条件は、支持基板 2 の厚さ方向 D 1 からの平面視において、複数の第 2 電極指 5 4 の延びている方向で複数の第 2 電極指 5 4 の先端から導電層（高音響インピーダンス層 3 1）の端（高音響インピーダンス層 3 1 の端 3 1 B）まで距離 d 2 が 0 より大きく 1 2 以下である、という条件である。弾性波装置 1 では、第 1 条件と第 2 条件とのうち第 1 条件のみ満たす場合よりも、第 1 条件と第 2 条件との両方を満たすほうが、弾性波を効果的に閉じ込めることができ Q 値を高めることができる。

10

【 0 0 6 6 】

また、実施形態に係る弾性波装置 1 では、支持基板 2 の厚さ方向 D 1 からの平面視において、導電層（高音響インピーダンス層 3 1）が第 1 バスバー 5 1 の一部と第 2 バスバー 5 2 の一部との両方に重複しているが、少なくとも一方に重複している構成であってもよい。

【 0 0 6 7 】

また、実施形態に係る弾性波装置 1 では、支持基板 2 の厚さ方向 D 1 からの平面視において、導電層（高音響インピーダンス層 3 1）の外周形状が矩形状であるが、これに限らず、導電層が、矩形状部分と、矩形状部分の外周縁から矩形状部分と同一面内で外方に突出する突部と、を含んでいてもよい。また、導電層に切欠部が形成されていてもよい。

20

【 0 0 6 8 】

弾性波装置 1 は、第 1 バスバー 5 1 に接続された第 1 配線層と、第 1 配線層を介して第 1 バスバー 5 1 に接続された第 1 端子と、第 2 バスバー 5 2 に接続された第 2 配線層と、第 2 配線層を介して第 2 バスバー 5 2 に接続された第 2 端子と、を更に備えていてもよい。また、弾性波装置 1 は、複数の反射器 8 の各々に 1 つずつ接続された複数の第 3 配線層を更に備えていてもよい。この場合、複数の反射器 8 の各々は、少なくとも第 3 配線層を介して第 2 端子と接続されていてもよい。第 1 配線層は、第 1 バスバー 5 1 から複数の第 1 電極指 5 3 側とは反対側へ延びている。第 1 配線層は、支持基板 2 の厚さ方向 D 1 において第 1 バスバー 5 1 と一部重複するように形成されていてもよいし、第 1 バスバー 5 1 と同じ材料かつ同じ厚さで第 1 バスバー 5 1 と一体に形成されていてもよい。また、第 1 配線層は、第 1 バスバー 5 1 と一体に形成された第 1 金属膜と、第 1 金属膜上に形成された金属膜と、を含んでいてもよい。第 2 配線層は、第 2 バスバー 5 2 から複数の第 2 電極指 5 4 側とは反対側へ延びている。第 2 配線層は、支持基板 2 の厚さ方向 D 1 において第 2 バスバー 5 2 と一部重複するように形成されていてもよいし、第 2 バスバー 5 2 と同じ材料かつ同じ厚さで第 2 バスバー 5 2 と一体に形成されていてもよい。また、第 2 配線層は、第 2 バスバー 5 2 と一体に形成された第 2 金属膜と、第 2 金属膜上に形成された金属膜と、を含んでいてもよい。

30

40

【 0 0 6 9 】

また、弾性波装置 1 では、各反射器 8 が短絡グレーティングであるが、これに限らず、例えば、開放グレーティング、正負反射型グレーティング等であってもよい。また、弾性波装置 1 において、各反射器 8 は、必須の構成要素ではない。

【 0 0 7 0 】

また、弾性波装置 1 では、I D T 電極 5 が複数設けられていてもよい。ここにおいて、弾性波装置 1 は、I D T 電極 5 と音響反射層 3 との組を複数組備えている場合、複数の音響反射層 3 の導電層（例えば、高音響インピーダンス層 3 1）どうしが電氣的に絶縁されていればよい。弾性波装置 1 は、複数の I D T 電極 5 を備える場合、複数の I D T 電極 5 を接続する適宜の配線層を備えることにより、弾性波フィルタを構成することができる。

50

【 0 0 7 1 】

実施形態の一変形例に係る弾性波装置 1 a は、図 7 及び 8 に示すように、圧電体層 4 上に複数 (5 つ) の I D T 電極 5 を備えている点で、実施形態に係る弾性波装置 1 と相違する。弾性波装置 1 a に関し、実施形態に係る弾性波装置 1 と同様の構成要素については、同一の符号を付して説明を省略する。

【 0 0 7 2 】

弾性波装置 1 a は、弾性波フィルタ (ここでは、ラダー型フィルタ) である。弾性波装置 1 a は、入力端子 1 5 と、出力端子 1 6 と、入力端子 1 5 と出力端子 1 6 とを結ぶ第 1 経路上に設けられた直列腕回路 1 2 と、第 1 経路上のノードとグラウンド (グラウンド端子 1 7、 1 8) とを結ぶ第 2 経路上に設けられた複数 (2 つ) の並列腕回路 1 3、 1 4 と、を備える。直列腕回路 1 2 は、複数 (3 つ) の直列腕共振子 S 1 を有する。複数の並列腕回路 1 3、 1 4 の各々は、並列腕共振子 S 2 を有する。グラウンド端子 1 7、 1 8 は、1 つのグラウンドとして共通化されていてもよい。

10

【 0 0 7 3 】

弾性波装置 1 a では、複数の直列腕共振子 S 1 及び複数の並列腕共振子 S 2 の各々が、実施形態で説明した I D T 電極 5 と圧電体層 4 と音響反射層 3 とを含む弾性波共振子で構成されている。これにより、弾性波装置 1 a では、共振特性の向上を図れる。

【 0 0 7 4 】

弾性波装置 1 a では、2 つの並列腕回路 1 3、 1 4 を備えているが、並列腕回路の数は、2 つに限らず、例えば、1 つであってもよいし、3 つ以上であってもよい。

20

【 0 0 7 5 】

(まとめ)

以上説明した実施形態等から以下の態様が開示されている。

【 0 0 7 6 】

第 1 の態様に係る弾性波装置 (1 ; 1 a) は、支持基板 (2) と、音響反射層 (3) と、圧電体層 (4) と、I D T 電極 (5) と、を備える。音響反射層 (3) は、支持基板 (2) 上に形成されている。圧電体層 (4) は、音響反射層 (3) 上に形成されている。I D T 電極 (5) は、圧電体層 (4) 上に形成されている。音響反射層 (3) は、少なくとも 1 つの高音響インピーダンス層 (3 1) と、少なくとも 1 つの低音響インピーダンス層 (3 2) と、を有する。低音響インピーダンス層 (3 2) は、高音響インピーダンス層 (3 1) よりも音響インピーダンスが低い。音響反射層 (3) では、高音響インピーダンス層 (3 1) 及び低音響インピーダンス層 (3 2) の少なくとも 1 つが導電層である。I D T 電極 (5) は、第 1 バスバー (5 1) と、第 2 バスバー (5 2) と、複数の第 1 電極指 (5 3) と、複数の第 2 電極指 (5 4) と、を有する。第 2 バスバー (5 2) は、第 1 バスバー (5 1) に対向している。複数の第 1 電極指 (5 3) は、第 1 バスバー (5 1) に接続され第 2 バスバー (5 2) 側に延びている。複数の第 2 電極指 (5 4) は、第 2 バスバー (5 2) に接続され第 1 バスバー (5 1) 側に延びている。I D T 電極 (5) の電極指ピッチ (P 1) により定まる弾性波の波長を λ とし、複数の第 1 電極指 (5 3) の先端の包絡線 (L 1) と複数の第 2 電極指 (5 4) の先端の包絡線 (L 2) との間の領域を交差領域 (5 5) としたときに、圧電体層 (4) の厚さ方向からの平面視において、導電層が少なくとも交差領域 (5 5) に重複し、複数の第 1 電極指 (5 3) の延びている方向で複数の第 1 電極指 (5 3) の先端から導電層 (高音響インピーダンス層 3 1) の端 (高音響インピーダンス層 3 1 の端 3 1 A) まで距離 (d 1) が 0 より大きく $\lambda / 2$ 以下である。

30

40

【 0 0 7 7 】

第 1 の態様に係る弾性波装置 (1 ; 1 a) では、共振特性を向上させることが可能となる。

【 0 0 7 8 】

第 2 の態様に係る弾性波装置 (1 ; 1 a) は、第 1 の態様に基づく。第 2 の態様に係る弾性波装置 (1 ; 1 a) では、支持基板 (2) の厚さ方向 (D 1) からの平面視において、複数の第 2 電極指 (5 4) の延びている方向で複数の第 2 電極指 (5 4) の先端から導

50

電層（高音響インピーダンス層 3 1）の端（高音響インピーダンス層 3 1 の端 3 1 B）まで距離（ d_2 ）が 0 より大きく $1/2$ 以下である。

【0079】

第 2 の態様に係る弾性波装置（1；1 a）では、Q 値を向上させることが可能となる。

【0080】

第 3 の態様に係る弾性波装置（1；1 a）は、第 1 又は 2 の態様に基づく。第 3 の態様に係る弾性波装置（1；1 a）では、支持基板（2）の厚さ方向（ D_1 ）からの平面視において、導電層（高音響インピーダンス層 3 1）が第 1 バスバー（5 1）の一部と第 2 バスバー（5 2）の一部との少なくとも一方に重複している。

【0081】

第 4 の態様に係る弾性波装置（1；1 a）は、第 1～3 の態様のいずれか一つに基づく。第 4 の態様に係る弾性波装置（1；1 a）では、複数の第 1 電極指（5 3）の延びている方向で、交差領域（5 5）の交差幅（ H_1 ）が 7.5 以下である。

【0082】

第 4 の態様に係る弾性波装置（1；1 a）では、共振特性を向上させることが可能となる。

【0083】

第 5 の態様に係る弾性波装置（1；1 a）は、第 1～4 の態様のいずれか一つに基づく。第 5 の態様に係る弾性波装置（1；1 a）では、高音響インピーダンス層（3 1）は、複数設けられている。低音響インピーダンス層（3 2）は、複数設けられている。複数の高音響インピーダンス層（3 1）と複数の低音響インピーダンス層（3 2）とが支持基板（2）の厚さ方向（ D_1 ）において一層ごとに交互に並んでいる。

【0084】

第 6 の態様に係る弾性波装置（1；1 a）は、第 1～5 の態様のいずれか一つにおいて、圧電体層（4）の厚さが、1 以下である。

【0085】

第 6 の態様に係る弾性波装置（1；1 a）では、板波を励振することができる。

【0086】

第 7 の態様に係る弾性波装置（1；1 a）は、第 6 の態様において、弾性波が板波である。

【0087】

第 7 の態様に係る弾性波装置（1；1 a）では、板波を利用する弾性波装置として使用することが可能となる。

【0088】

第 8 の態様に係る弾性波装置（1 a）では、第 1～7 の態様のいずれか一つにおいて、弾性波装置（1 a）は、複数の弾性波共振子を備える弾性波フィルタである。複数の弾性波共振子の各々は、IDT 電極（5）と圧電体層（4）と音響反射層（3）とを含む共振子である。複数の弾性波共振子の圧電体層（4）どうしはつながっている。複数の弾性波共振子の音響反射層（3）どうしは互いに離れていて電氣的に絶縁されている。

【0089】

第 8 の態様に係る弾性波装置（1 a）では、弾性波フィルタの共振特性の向上を図ることが可能となる。

【符号の説明】

【0090】

- 1、1 a 弾性波装置
- 2 支持基板
 - 2 1 第 1 主面
 - 2 2 第 2 主面
- 3 音響反射層
 - 3 1 高音響インピーダンス層（導電層）

10

20

30

40

50

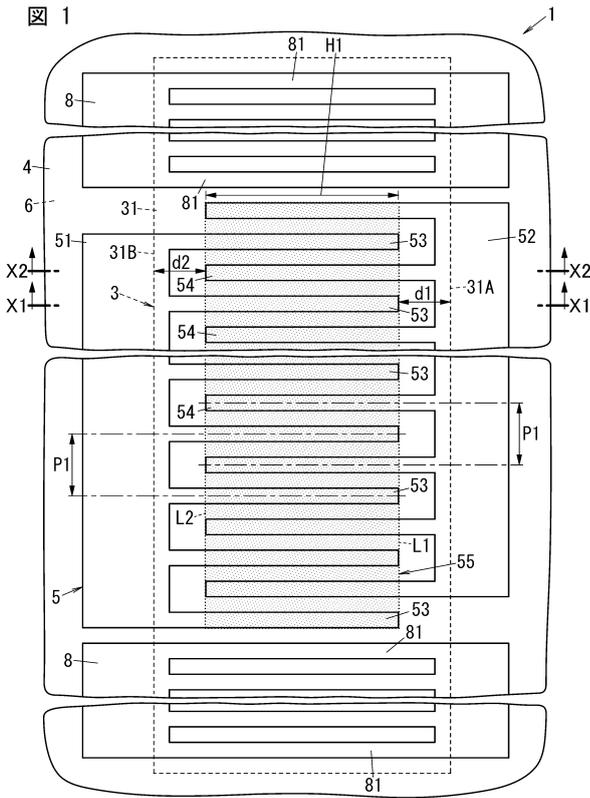
3 1 1	第 1 高音響インピーダンス層 (導電層)	
3 1 2	第 2 高音響インピーダンス層 (導電層)	
3 2	低音響インピーダンス層	
3 2 1	第 1 低音響インピーダンス層	
3 2 2	第 2 低音響インピーダンス層	
3 2 3	第 3 低音響インピーダンス層	
4	圧電体層	
4 1	第 1 主面	
4 2	第 2 主面	
5	I D T 電極	10
5 1	第 1 バスバー	
5 2	第 2 バスバー	
5 3	第 1 電極指	
5 4	第 2 電極指	
5 5	交差領域	
6	電気絶縁層	
7	中間層	
8	反射器	
8 1	電極指	
9	積層体	20
1 2	直列腕回路	
1 3	並列腕回路	
1 4	並列腕回路	
1 5	入力端子	
1 6	出力端子	
1 7	グラウンド端子	
1 8	グラウンド端子	
S 1	直列腕共振子	
S 2	並列腕共振子	
D 1	厚さ方向	30
P 1	電極指ピッチ	
d 1	距離	
d 2	距離	
H 1	交差幅	
L 1	包絡線	
L 2	包絡線	

40

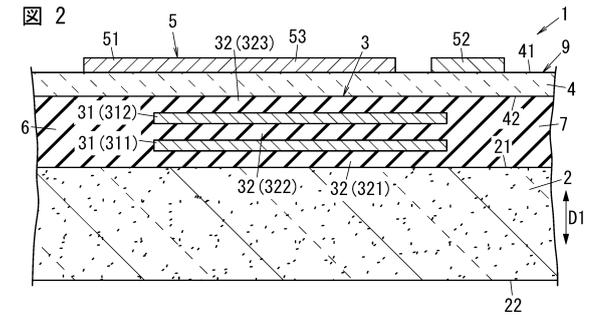
50

【図面】

【図 1】



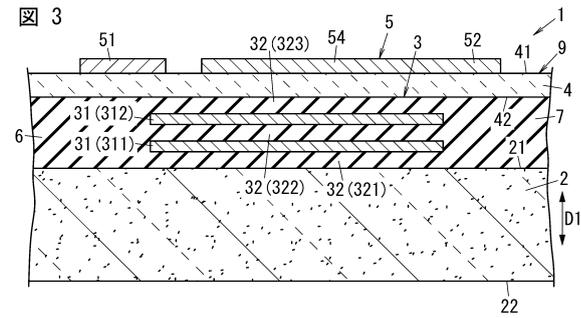
【図 2】



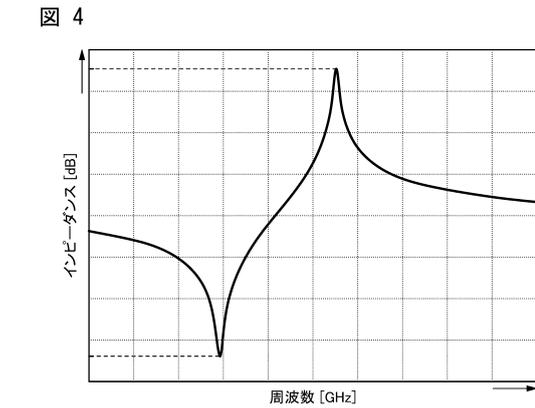
10

20

【図 3】



【図 4】

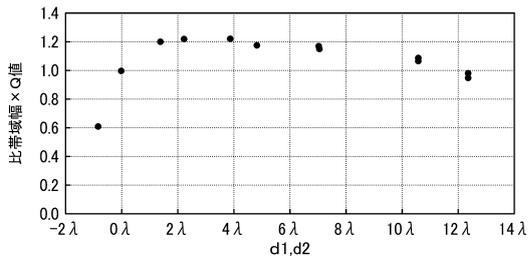


30

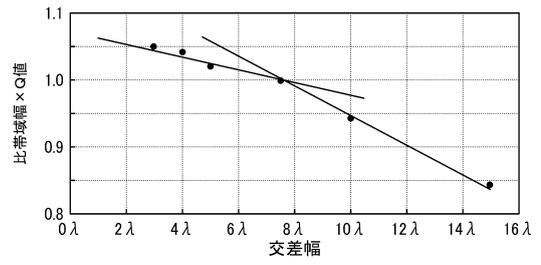
40

50

【 図 5 】
図 5

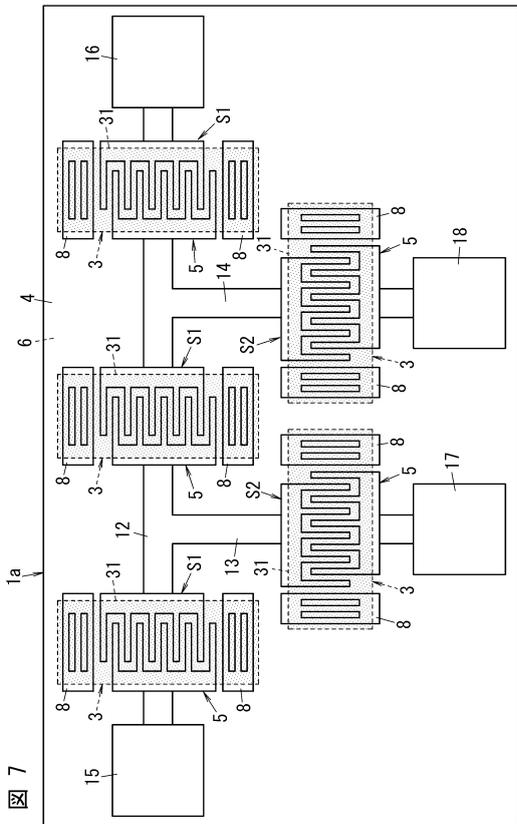


【 図 6 】
図 6

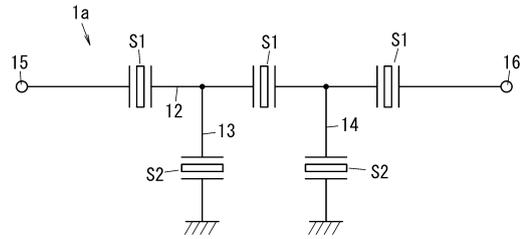


10

【 図 7 】



【 図 8 】
図 8



20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2017/077892(WO,A1)
国際公開第2016/147986(WO,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H03H 9/145 - 9/76