(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2012-257019
(P2012-257019A)
(43)公開日　平成24年12月27日(2012.12.27)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H03H 9/25	(2006.01)	H03H	9/25	A	5J097
H03H 9/145	(2006.01)	H03H	9/25	Z	
H01L 41/09	(2006.01)	H03H	9/145	D	
H01L 41/18	(2006.01)	H01L	41/08	C	
		H01L	41/18	101A	

審査請求 未請求　請求項の数 12　ＯＬ　（全 14 頁）

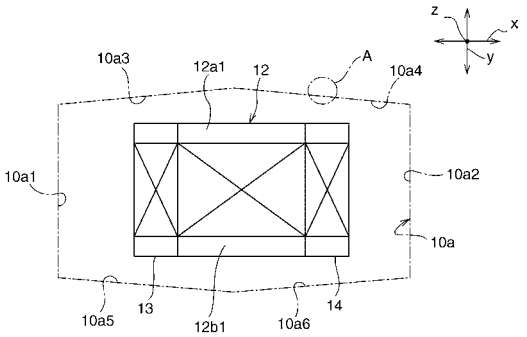
(21)出願番号　特願2011-128093 (P2011-128093)
(22)出願日　平成23年6月8日 (2011.6.8)

(71)出願人　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
(74)代理人　110001232
特許業務法人　宮▲崎▼・目次特許事務所
(72)発明者　神藤　始
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
(72)発明者　渡辺　宗久
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

Ｆターム(参考)　5J097 AA20 BB01 BB11 DD15 EE05
GG03 GG04 GG07 KK09 KK10

(54)【発明の名称】弾性波装置

(57)【要約】　（修正有）
【課題】板波を利用した弾性波装置であって、優れたデバイス特性を有する弾性波装置を提供する。
【解決手段】弾性波装置は、支持体と、圧電基板と、ＩＤＴ電極１２とを備えている。支持体には、空洞部１０ａが設けられている。圧電基板は、支持体の上に空洞部１０ａと重なるように設けられている。ＩＤＴ電極１２は、圧電基板の上に空洞部１０ａと重なるように設けられている。弾性波装置では、ＩＤＴ電極１２により板波が励振される。空洞部１０ａの端縁部は、ＩＤＴ電極１２により励振される板波の伝搬方向と平行に延びる直線部を含まない。
【選択図】図９



【特許請求の範囲】
【請求項１】
空洞部が形成された支持体と、
前記支持体の上に前記空洞部と重なるように設けられている圧電基板と、
前記圧電基板の上に前記空洞部と重なるように設けられているＩＤＴ電極と、
を備え、
前記ＩＤＴ電極により板波が励振される弾性波装置であって、
前記空洞部の端縁部は、前記ＩＤＴ電極により励振される板波の伝搬方向と平行に延びる直線部を含まない、弾性波装置。
【請求項２】
前記空洞部の端縁部は、前記板波の伝搬方向以外の方向において対向する一対の直線部を含まない、請求項１に記載の弾性波装置。
【請求項３】
前記空洞部の前記板波の伝搬方向と垂直な交差幅方向における幅の最大値が前記ＩＤＴ電極の電極指ピッチにより定められる波長の５０倍以下である、請求項１または２に記載の弾性波装置。
【請求項４】
前記ＩＤＴ電極は、バスバーと、前記バスバーから前記板波の伝搬方向と垂直な交差幅方向に沿って延びる複数の電極指とを有し、互いに間挿し合っている一対のくし歯状電極を備え、
前記空洞部の辺縁の少なくとも一部が前記バスバーと重なるように設けられている、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】
前記空洞部は、前記複数の電極指が設けられた領域の少なくとも一部が前記空洞部の辺縁部と重なるように設けられている、請求項４に記載の弾性波装置。
【請求項６】
前記空洞部の端縁部は、複数の凹凸を有する、請求項１～５のいずれか一項に記載の弾性波装置。
【請求項７】
前記ＩＤＴ電極は、バスバーと、前記バスバーから前記板波の伝搬方向と垂直な交差幅方向に沿って延びる複数の電極指とを有し、互いに間挿し合っている一対のくし歯状電極を備え、
前記バスバーは、前記板波の伝搬方向と傾斜した方向に延びる部分を有する、請求項１～６のいずれか一項に記載の弾性波装置。
【請求項８】
前記バスバーは、前記板波の伝搬方向と平行に延びる直線部を含まない、請求項７に記載の弾性波装置。
【請求項９】
前記バスバーは、前記板波の伝搬方向以外の方向において対向する一対の直線部を有さない、請求項７または８に記載の弾性波装置。
【請求項１０】
空洞部が形成された支持体と、
前記支持体の上に前記空洞部と重なるように設けられている圧電基板と、
前記圧電基板の上に前記空洞部と重なるように設けられているＩＤＴ電極と、
を備え、
前記ＩＤＴ電極により板波が励振される弾性波装置であって、
前記ＩＤＴ電極は、バスバーと、前記バスバーから前記板波の伝搬方向と垂直な交差幅方向に沿って延びる複数の電極指とを有し、互いに間挿し合っている一対のくし歯状電極を備え、
前記バスバーは、前記板波の伝搬方向と傾斜した方向に延びる部分を有する、弾性波装

置。
【請求項１１】
前記バスバーは、前記板波の伝搬方向と平行に延びる直線部を含まない、請求項１０に記載の弾性波装置。
【請求項１２】
前記バスバーは、前記板波の伝搬方向以外の方向において対向する一対の直線部を有さない、請求項１０または１１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、弾性波装置に関する。特に、本発明は、空洞部が形成された支持体と、支持体の上に空洞部と重なるように設けられている圧電基板と、圧電基板の上に空洞部と重なるように設けられているＩＤＴ電極とを備える弾性波装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来、例えば携帯電話機などのＲＦ回路等に使用されるフィルタ装置や共振子として、弾性表面波装置や弾性境界波装置が用いられている。
【０００３】
しかしながら、弾性表面波装置や弾性境界波装置では、共振周波数やフィルタ装置の通過帯域、阻止帯域などの周波数特性を十分に高周波化することは困難である。これに鑑み、例えば下記の特許文献１などにおいて、周波数特性を高周波化し得る弾性波装置として、ラム波を利用した弾性波装置が提案されている。
【０００４】
具体的には、特許文献１には、図１９及び図２０に示すような弾性波装置１００が記載されている。弾性波装置１００は、基板１０１を備えている。基板１０１には、空洞部１０１ａが設けられている。基板１０１の上には、積層共振体１０２が設けられている。この積層共振体１０２は、空洞部１０１ａを覆うように配されている。積層共振体１０２は、下部電極層１０３と、下部圧電層１０４と、ＩＤＴ電極１０５と、上部圧電層１０６と、上部電極層１０７とを有する。
【０００５】
図２０に示すように、積層共振体１０２のＩＤＴ電極１０５が設けられている部分は、空洞部１０１ａの上に位置している。空洞部１０１ａは、矩形状であり、空洞部１０１ａの短辺の延びる方向と、ＩＤＴ電極１０５の電極指の延びる方向ｙとは平行である。このため、空洞部１０１ａの長辺の延びる方向は、ＩＤＴ電極１０５によって励振される弾性波（ラム波）の伝搬方向ｘと平行である。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００６】
【特許文献１】特開２００７－３１２１６４号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００７】
弾性波装置１００では、不要波に起因するデバイス特性の劣化を十分に抑制することが困難であるため、十分に優れたデバイス特性を得ることが困難であるという問題がある。
【０００８】
本発明は、斯かる点に鑑みてなされたものであり、その目的は、板波を利用した弾性波装置であって、優れたデバイス特性を有する弾性波装置を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【０００９】
本発明に係る第１の弾性波装置は、支持体と、圧電基板と、ＩＤＴ電極とを備えている

。支持体には、空洞部が形成されている。圧電基板は、支持体の上に空洞部と重なるように設けられている。ＩＤＴ電極は、圧電基板の上に空洞部と重なるように設けられている。本発明に係る第１の弾性波装置では、ＩＤＴ電極により板波が励振される。空洞部の端縁部は、ＩＤＴ電極により励振される板波の伝搬方向と平行に延びる直線部を含まない。

【００１０】

本発明に係る第１の弾性波装置のある特定の局面では、空洞部の端縁部は、板波の伝搬方向以外の方向において対向する一対の直線部を含まない。

【００１１】

本発明に係る第１の弾性波装置の他の特定の局面では、空洞部の板波の伝搬方向と垂直な交差幅方向における幅の最大値がＩＤＴ電極の電極指ピッチにより定められる波長の５０倍以下である。

【００１２】

本発明に係る第１の弾性波装置の別の特定の局面では、ＩＤＴ電極は、バスバーと、バスバーから板波の伝搬方向と垂直な交差幅方向に沿って延びる複数の電極指とを有し、互いに間挿し合っている一対のくし歯状電極を備えている。空洞部の辺縁の少なくとも一部がバスバーと重なるように設けられている。

【００１３】

本発明に係る第１の弾性波装置のさらに他の特定の局面では、空洞部は、複数の電極指が設けられた領域の少なくとも一部が空洞部の辺縁部と重なるように設けられている。

【００１４】

本発明に係る第１の弾性波装置のさらに別の特定の局面では、空洞部の端縁部は、複数の凹凸を有する。

【００１５】

本発明に係る第１の弾性波装置のまた他の特定の局面では、ＩＤＴ電極は、バスバーと、バスバーから板波の伝搬方向と垂直な交差幅方向に沿って延びる複数の電極指とを有し、互いに間挿し合っている一対のくし歯状電極を備えている。バスバーは、板波の伝搬方向と傾斜した方向に延びる部分を有する。

【００１６】

本発明に係る第１の弾性波装置のまた別の特定の局面では、バスバーは、板波の伝搬方向と平行に延びる直線部を含まない。

【００１７】

本発明に係る第１の弾性波装置のさらにまた他の特定の局面では、バスバーは、板波の伝搬方向以外の方向において対向する一対の直線部を有さない。

【００１８】

本発明に係る第２の弾性波装置は、支持体と、圧電基板と、ＩＤＴ電極とを備えている。支持体には、空洞部が形成されている。圧電基板は、支持体の上に空洞部と重なるように設けられている。ＩＤＴ電極は、圧電基板の上に空洞部と重なるように設けられている。本発明に係る第２の弾性波装置では、ＩＤＴ電極により板波が励振される。ＩＤＴ電極は、バスバーと、バスバーから板波の伝搬方向と垂直な交差幅方向に沿って延びる複数の電極指とを有し、互いに間挿し合っている一対のくし歯状電極を備えている。バスバーは、板波の伝搬方向と傾斜した方向に延びる部分を有する。

【００１９】

本発明に係る第２の弾性波装置のある特定の局面では、バスバーは、板波の伝搬方向と平行に延びる直線部を含まない。

【００２０】

本発明に係る第２の弾性波装置の別の特定の局面では、バスバーは、板波の伝搬方向以外の方向において対向する一対の直線部を有さない。

【発明の効果】

【００２１】

本発明によれば、板波を利用した弾性波装置であって、優れたデバイス特性を有する弾

性波装置を提供することができる。
【図面の簡単な説明】
【００２２】
【図１】第１の実施形態に係る弾性波装置の部分切欠略図的斜視図である。
【図２】図１の線ＩＩ－ＩＩにおける略図的断面図である。
【図３】S_0モードのラム波を説明するための模式的平面図である。
【図４】S_1モードのラム波を説明するための模式的平面図である。
【図５】A_0モードのラム波を説明するための模式的平面図である。
【図６】A_1モードのラム波を説明するための模式的平面図である。
【図７】SH_0モードのＳＨ波を説明するための模式的平面図である。
【図８】SH_1モードのＳＨ波を説明するための模式的平面図である。
【図９】第１の実施形態における空洞部とＩＤＴ電極との模式的平面図である。
【図１０】第２の実施形態における空洞部とＩＤＴ電極との模式的平面図である。
【図１１】第３の実施形態における空洞部とＩＤＴ電極との模式的平面図である。
【図１２】第４の実施形態における空洞部とＩＤＴ電極との模式的平面図である。
【図１３】第５の実施形態における空洞部とＩＤＴ電極との模式的平面図である。
【図１４】第６の実施形態における空洞部とＩＤＴ電極との模式的平面図である。
【図１５】第７の実施形態における空洞部とＩＤＴ電極との模式的平面図である。
【図１６】第１の変形例における空洞部の一部分を表す模式的断面図である。
【図１７】第２の変形例における空洞部の一部分を表す模式的断面図である。
【図１８】第３の変形例における空洞部の一部分を表す模式的断面図である。
【図１９】特許文献１に記載された弾性波装置の模式的断面図である。
【図２０】特許文献１に記載された弾性波装置の模式的平面図である。
【発明を実施するための形態】
【００２３】
以下、本発明を実施した好ましい形態の一例について説明する。但し、下記の実施形態は、単なる例示である。本発明は、下記の実施形態に何ら限定されない。
【００２４】
また、実施形態等において参照する各図面において、実質的に同一の機能を有する部材は同一の符号で参照することとする。また、実施形態等において参照する図面は、模式的に記載されたものであり、図面に描画された物体の寸法の比率などは、現実の物体の寸法の比率などとは異なる場合がある。図面相互間においても、物体の寸法比率等が異なる場合がある。具体的な物体の寸法比率等は、以下の説明を参酌して判断されるべきである。
【００２５】
（第１の実施形態）
図１は、第１の実施形態に係る弾性波装置の部分切欠略図的斜視図である。図２は、図１の線ＩＩ－ＩＩにおける略図的断面図である。
【００２６】
図１及び図２に示すように、弾性波装置１は、支持体１０を備えている。支持体１０の構成材料は、特に限定されない。好ましく用いられる支持体１０の構成材料の具体例としては、例えば、$LiNbO_3$、$LiTaO_3$、水晶、シリコン、ガラス、サファイア、アルミナ、セラミック等が挙げられる。
【００２７】
支持体１０には、支持体１０の主面１０ｂに開口する空洞部１０ａが設けられている。支持体１０の主面１０ｂの上には、圧電基板１１が設けられている。この圧電基板１１は、ｚ方向（積層方向）において、空洞部１０ａと重なるように設けられている。
【００２８】
空洞部１０ａの板波伝搬方向ｘに対して垂直な交差幅方向ｙにおける幅の最大値は、ＩＤＴ電極１２により定められる波長の５０倍以下である。
【００２９】

圧電基板１１は、適宜の圧電体により構成することができる。圧電基板１１は、例えば、$LiNbO_3$、$LiTaO_3$、ＺｎＯ、ＡｌＮ、水晶等により構成することができる。

【００３０】

圧電基板１１の厚みｔは、後に詳述する板波が好適に励振される程度である限りにおいて特に限定されない。例えば、オイラー角（０°，３３°，０°）の$LiTaO_3$膜を用いて後述するA_1モードのラム波を励振する場合において、音速８４００ｍ／秒以上、電気機械結合係数k^2を５．８％以上に設定するには、圧電基板１１の厚みｔは、ＩＤＴ電極１２により定められる波長の０．３０倍以下であることが好ましい。

【００３１】

圧電基板１１の上には、正規型のＩＤＴ電極１２と、一対の反射器１３，１４が設けられている。一対の反射器１３，１４は、ＩＤＴ電極１２の板波伝搬方向ｘの両側に配置されている。本実施形態では、ＩＤＴ電極１２及び反射器１３，１４は、ｚ方向において、空洞部１０ａと重なるように設けられている。

【００３２】

ＩＤＴ電極１２及び反射器１３，１４は、適宜の導電材料により構成することができる。ＩＤＴ電極１２及び反射器１３，１４は、例えば、Ａｌ，Ｐｔ，Ａｕ，Ａｇ，Ｃｕ，Ｎｉ，Ｔｉ，Ｃｒ及びＰｄからなる群から選ばれた金属、もしくは、Ａｌ，Ｐｔ，Ａｕ，Ａｇ，Ｃｕ，Ｎｉ，Ｔｉ，Ｃｒ及びＰｄからなる群から選ばれた一種以上の金属を含む合金により構成することができる。また、ＩＤＴ電極１２及び反射器１３，１４は、上記金属や合金からなる複数の導電膜の積層体により構成することもできる。

【００３３】

ＩＤＴ電極１２は、一対のくし歯状電極１２ａ、１２ｂを有する。一対のくし歯状電極１２ａ、１２ｂは、互いに間挿し合っている。くし歯状電極１２ａ、１２ｂのそれぞれは、バスバー１２ａ１，１２ｂ１と、複数の電極指１２ａ２，１２ｂ２とを有する。複数の電極指１２ａ２のそれぞれは、バスバー１２ａ１から、ｙ方向に沿ってバスバー１２ｂ１側に向かって延びている。複数の電極指１２ａ２は、ｘ方向に沿って相互に間隔をおいて配列されている。一方、複数の電極指１２ｂ２のそれぞれは、バスバー１２ｂ１から、ｙ方向に沿ってバスバー１２ａ１側に向かって延びている。複数の電極指１２ｂ２は、ｘ方向に沿って相互に間隔をおいて配列されている。

【００３４】

本実施形態の弾性波装置１では、ＩＤＴ電極１２によって、板波が励振される。

【００３５】

ここで、「板波」とは、２つの自由境界面に挟まれた媒質中を伝搬する弾性波である。

【００３６】

板波には、ラム波とＳＨ波とが含まれる。ラム波は、板波伝搬方向ｘの成分（Ｐ成分）と、圧電基板１１の厚み方向の成分（ＳＶ成分）とを主とする弾性波である。一方、ＳＨ波は、板波伝搬方向に垂直で伝搬面に水平な方向ｙの成分（ＳＨ成分）を主とする弾性波である。

【００３７】

ラム波には、対称モード（Ｓモード）のラム波と、非対称モード（Ａモード）のラム波とが含まれる。Ｓモードのラム波には、厚み方向の節の数が０である図３に示すS_0モードのラム波と、厚み方向の節の数が１である図４に示すS_1モードのラム波とが含まれる。Ａモードのラム波には、厚み方向の節の数が０である図５に示すA_0モードのラム波と、厚み方向の節の数が１である図６に示すA_1モードのラム波とが含まれる。さらに節の数が多い高次のラム波も含まれる。

【００３８】

ＳＨ波には、厚み方向の節の数が０である図７に示すSH_0モードのＳＨ波と、厚み方向の節の数が１である図８に示すSH_1モードのＳＨ波とが含まれる。

【００３９】

さらに、$LiTaO_3$や$LiNbO_3$などの圧電体は、結晶方位により弾性定数や圧電

定数が異なるため弾性的に異方性を示し、異方性のある結晶を伝搬する板波は、Ｐ成分、ＳＶ成分、ＳＨ成分が結合しながら伝搬する。Ｐ成分とＳＶ成分の振動変位が大きく、ＳＨ成分の振動変位が小さい板波もラム波に含み、Ｐ成分とＳＶ成分の振動変位が小さく、ＳＨ成分の振動変位が大きい板波もＳＨ波に含む。

【００４０】

ＩＤＴ電極１２により励振された板波は、板波伝搬方向ｘに沿って伝搬する。

【００４１】

ＩＤＴ電極１２の電極指１２ａ２，１２ｂ２に電位を印加すると、圧電基板１１に機械的歪みが生じて電極指１２ａ２，１２ｂ２の各所で板波が励振される。これらの板波は、点波源で励起された要素波と考えられる。ホイヘンスの原理によれば、板波の要素波は、円弧上に放射され、周囲の要素波と重ね合わさり、交差幅方向ｙと平行な波面を形成する。

【００４２】

ＩＤＴ電極１２の電極指１２ａ２，１２ｂ２の長さは有限であるため、電極指１２ａ２，１２ｂ２の端部より外側に板波の一部が漏洩する。漏洩した板波は、音響インピーダンスが不整合となる箇所で少なくとも一部が反射する。音響インピーダンスが不整合となる箇所としては、例えば、バスバーの端やメンブレンを構成する空洞の端縁部が挙げられる。特に、板波の場合は、空洞部１０ａの外側には板波は存在できないので、空洞部１０ａの端縁部で大きな反射を生じる。

【００４３】

例えば、図１９及び図２０に示す従来の弾性波装置１００では、空洞部１０１ａが矩形であり、空洞部１０１ａの長辺側の端縁部１０１ａ１，１０１ａ２が板波伝搬方向ｘと平行である。ＩＤＴ電極１０５で励振され漏洩した板波は、端縁部１０１ａ１，１０１ａ２で入射角と同じ反射角で反射するため、平行な反射面で反射した場合、ＩＤＴ電極１０５から漏洩したときと同じ角度で再入射したのちにＩＤＴ電極１０５で受信される。すなわち、空洞部１０１ａの端縁部１０１ａ１，１０１ａ２において反射した板波の位相がメインモードと整合する。よって、反射波により弾性波装置１００の周波数特性が劣化する。

【００４４】

さらに、端縁部１０１ａ１と端縁部１０１ａ２とは平行であるため、端縁部１０１ａ１と端縁部１０１ａ２との間で板波が繰り返し反射され共振し、端縁部１０１ａ１と端縁部１０１ａ２との間に定在波が生じる。この定在波がメインモードに干渉し、弾性波装置１００の周波数特性が大きく劣化する。弾性波装置１００の動作周波数によりＩＤＴ電極１０５から漏洩する板波の波長が変動するため、定在波の波長も変わり、メインモードで重ねあわされることによりメインモード付近で多数のスプリアス応答やリップル応答を生じる。

【００４５】

これに対し、本実施形態では、図９に示すように、空洞部１０ａの端縁部は、ＩＤＴ電極１２により励振される板波の伝搬方向ｘと平行に延びる直線部を有さない。このため、空洞部１０ａの端縁部における反射波の位相が、メインモードの位相と整合しにくい。よって、空洞部１０ａの端縁部において板波が反射したとしても、弾性波装置１の周波数特性は劣化し難い。すなわち、優れたデバイス特性を有する弾性波装置１を実現することができる。

【００４６】

なお、空洞部をＩＤＴ電極に対して十分に大きくすれば、反射波の位相が整合した場合であっても、相対的に駆動域の面積が小さくなるため、ＩＤＴ電極からの漏洩波を励振源とする定在波の振幅は小さくなり、反射波による周波数特性の劣化を抑制することができる。しかしながら、空洞部を大きくするためには支持体を大きくする必要があったり、各構成部材間の間隔を大きくする必要があったりするため、弾性波装置が大型化してしまう。

【００４７】

それに対して本実施形態のように、空洞部１０ａの端縁部の形状を所定の形状にすることによって、反射波に起因する周波数特性の劣化を抑制する場合は、必ずしも空洞部１０ａを大きくする必要がない。従って、優れたデバイス特性を有し、且つ小型である弾性波装置１を実現することができる。

【００４８】

特に、空洞部１０ａの交差幅方向ｙにおける幅の最大値が、ＩＤＴ電極１２により定められる波長の５０倍以下である場合に、反射波に起因する周波数特性の劣化が生じやすい。このため、本実施形態の技術は、空洞部１０ａの交差幅方向ｙにおける幅の最大値が、ＩＤＴ電極１２により定められる波長の５０倍以下である、小型の弾性波装置に特に有用である。

【００４９】

また、本実施形態では、ＩＤＴ電極１２を正規型のＩＤＴ電極により構成できるため、例えばアポダイズ重み付けを施したＩＤＴ電極を用いる場合と比較して、Ｑ値の劣化を抑制することができる。

【００５０】

具体的には、本実施形態では、空洞部１０ａの端縁部は、交差幅方向ｙに沿って延びる一対の端縁部１０ａ１，１０ａ２と、板波伝搬方向ｘと交差幅方向ｙとのそれぞれに対して傾斜した方向に延びる端縁部１０ａ３～１０ａ６とを有する。ここで、端縁部１０ａ３と端縁部１０ａ５とは、板波伝搬方向ｘにおいて同じ位置に設けられている。そして、端縁部１０ａ３と端縁部１０ａ５とは、非平行である。すなわち、端縁部１０ａ３と端縁部１０ａ５とは、対向していない。また、端縁部１０ａ４と端縁部１０ａ６とは、板波伝搬方向ｘにおいて同じ位置に設けられている。そして、端縁部１０ａ４と端縁部１０ａ６とは、非平行である。すなわち、端縁部１０ａ４と端縁部１０ａ６とは、対向していない。また、端縁部１０ａ３と端縁部１０ａ６とは、平行であるが、板波伝搬方向ｘにおける位置が異なるため対向していない。同様に、端縁部１０ａ４と端縁部１０ａ５とは、平行であるが、板波伝搬方向ｘにおける位置が異なるため対向していない。よって、本実施形態では、空洞部１０ａの交差幅方向ｙに沿った幅が、板波伝搬方向ｘにおいて一定ではない。

【００５１】

このように本実施形態では、空洞部１０ａの端縁部は、板波伝搬方向ｘ以外の方向において、対向する一対の直線部を有さない。このため、空洞部１０ａの端縁部１０ａ３～１０ａ６で反射された板波は、振幅の強い共振を起こしにくい。従って、弾性波装置１の周波数特性の劣化をより効果的に抑制することができる。

【００５２】

以下、本発明の好ましい実施形態の他の例について説明する。以下の説明において、上記第１の実施形態と実質的に共通の機能を有する部材を共通の符号で参照し、説明を省略する。

【００５３】

（第２の実施形態）

図１０は、第２の実施形態における空洞部とＩＤＴ電極との模式的平面図である。なお、図１０及び下記の図１１～図１５において、電極指１２ａ２，１２ｂ２は描画を省略している。

【００５４】

第２及の実施形態に係る弾性波装置は、空洞部１０ａの形状が異なる点を除いて、上記第１の実施形態と実質的に同様の構成を有する。

【００５５】

図１０に示すように、第２の実施形態では、空洞部１０ａが、長手方向が板波伝搬方向ｘに沿った楕円形状に形成されている。このため、本実施形態においても、空洞部１０ａの端縁部は、板波伝搬方向ｘと平行に延びる直線部を含まない。また、空洞部１０ａの端縁部は、板波伝搬方向ｘ以外の方向において対向する一対の直線部を含まない。よって、

上記第１の実施形態と同様に、本実施形態においても、優れたデバイス特性を有し、且つ小型である弾性波装置を実現することができる。

【００５６】

（第３の実施形態）

図１１は、第３の実施形態における空洞部とＩＤＴ電極との模式的平面図である。

【００５７】

第３の実施形態に係る弾性波装置は、空洞部１０ａの形状が異なる点を除いて、上記第１の実施形態と実質的に同様の構成を有する。

【００５８】

図１１に示すように、第３の実施形態では、空洞部１０ａが、長手方向が板波伝搬方向ｘと傾斜した方向に延びる矩形状に形成されている。このため、本実施形態においても、空洞部１０ａの端縁部は、板波伝搬方向ｘと平行に延びる直線部を含まない。また、空洞部１０ａの端縁部は、板波伝搬方向ｘ以外の方向において対向する一対の直線部を含まない。よって、上記第１の実施形態と同様に、本実施形態においても、優れたデバイス特性を有し、且つ小型である弾性波装置を実現することができる。

【００５９】

（第４及び第５の実施形態）

図１２は、第４の実施形態における空洞部とＩＤＴ電極との模式的平面図である。図１３は、第５の実施形態における空洞部とＩＤＴ電極との模式的平面図である。

【００６０】

第４の実施形態に係る弾性波装置と第５の実施形態に係る弾性波装置とのそれぞれは、空洞部１０ａの形状が異なる点を除いて、上記第１の実施形態と実質的に同様の構成を有する。

【００６１】

第４及び第５の実施形態では、第１の実施形態よりも、ＩＤＴ電極１２に対する空洞部１０ａの大きさが小さい。具体的には、第４の実施形態では、空洞部１０ａは、バスバー１２ａ１，１２ｂ１の少なくとも一部が空洞部１０ａの縁端部１０ａ３、１０ａ４、１０ａ５，１０ａ６と重なるように設けられている。このため、バスバー１２ａ１，１２ｂ１の交差幅方向ｙ外側の端縁部における板波の反射を抑制することができる。従って、より優れたデバイス特性を実現することができる。

【００６２】

第５の実施形態では、空洞部１０ａは、複数の電極指１２ａ２，１２ｂ２が設けられた領域が空洞部１０ａの縁端部１０ａ３、１０ａ４、１０ａ５，１０ａ６の少なくとも一部と重なるように設けられている。このため、バスバー１２ａ１，１２ｂ１の交差幅方向ｙの外側の端縁部における板波の反射と共に、バスバー１２ａ１，１２ｂ１の交差幅方向ｙの内側の電極指領域内における板波の反射も抑制することができる。従って、さらに優れたデバイス特性を実現することができる。

【００６３】

また、第４及び第５の実施形態では、空洞部１０ａをより小さくできるため、弾性波装置のさらなる小型化を図ることができる。

【００６４】

（第６の実施形態）

図１４は、第６の実施形態における空洞部とＩＤＴ電極との模式的平面図である。

【００６５】

第６の実施形態は、ＩＤＴ電極１２及び反射器１３，１４の形状が異なる点を除いて、上記第１の実施形態と実質的に同様の構成を有する。

【００６６】

本実施形態では、ＩＤＴ電極１２には、アポダイズ重み付けが施されている。このため、ＩＤＴ電極１２のバスバー１２ａ１，１２ｂ１は、板波伝搬方向ｘと傾斜した方向に延びる部分を有する。具体的には、バスバー１２ａ１，１２ｂ１の全体が板波伝搬方向ｘと

傾斜した方向に延びている。バスバー１２ａ１，１２ｂ１は、板波伝搬方向ｘと平行に延びる直線部を有さない。よって、バスバー１２ａ１，１２ｂ１における反射波の位相が、メインモードの位相と整合しにくい。従って、バスバー１２ａ１，１２ｂ１において板波が反射したとしても、弾性波装置の周波数特性は劣化し難い。すなわち、より優れたデバイス特性を実現することができる。

【００６７】

また、本実施形態では、バスバー１２ａ１，１２ｂ１は、板波伝搬方向ｘ以外の方向において対向する一対の直線部を有さない。このため、さらに優れたデバイス特性を実現することができる。バスバー１２ａ１，１２ｂ１において反射された板波は、振幅の強い共振を起こしにくい。従って、優れたデバイス特性を実現することができる。

【００６８】

（第７の実施形態）

図１５は、第７の実施形態における空洞部とＩＤＴ電極との模式的平面図である。なお、第７の実施形態においては、図１及び図２を第１の実施形態と共通に参照する。

【００６９】

本実施形態の弾性波装置は、支持体１０を備えている。支持体１０の構成材料は、特に限定されない。好ましく用いられる支持体１０の構成材料の具体例としては、例えば、$LiNbO_3$、$LiTaO_3$、水晶、シリコン、ガラス、セラミック等が挙げられる。

【００７０】

支持体１０には、支持体１０の主面１０ｂに開口する空洞部１０ａが設けられている。支持体１０の主面１０ｂの上には、圧電基板１１が設けられている。この圧電基板１１は、ｚ方向（積層方向）において、空洞部１０ａと重なるように設けられている。

【００７１】

空洞部１０ａの形状は特に限定されない。本実施形態では、空洞部１０ａは、長手方向が板波伝搬方向ｘに沿った矩形状とである。

【００７２】

空洞部１０ａの板波伝搬方向ｘに対して垂直な交差幅方向ｙにおける幅の最大値は、ＩＤＴ電極１２により定められる波長の５０倍以下である。

【００７３】

圧電基板１１は、適宜の圧電体により構成することができる。圧電基板１１は、例えば、$LiNbO_3$、$LiTaO_3$、ＺｎＯ、ＡｌＮ、水晶等により構成することができる。

【００７４】

圧電基板１１の厚みは、後に詳述する板波が好適に励振される程度である限りにおいて特に限定されない。例えば、オイラー角（０°，３３°，０°）の$LiTaO_3$膜を用いて後述するA_1モードのラム波を励振する場合において、音速８４００ｍ／秒以上、電気機械結合係数k^2を５．８％以上に設定するには、圧電基板１１の厚みｔは、ＩＤＴ電極１２により定められる波長の０．３０倍以下であることが好ましい。

【００７５】

圧電基板１１の上には、アポダイズ重み付けを施したＩＤＴ電極１２と、一対の反射器１３，１４が設けられている。本実施形態では、ＩＤＴ電極１２及び反射器１３，１４は、ｚ方向において、空洞部１０ａと重なるように設けられている。

【００７６】

ＩＤＴ電極１２及び反射器１３，１４は、適宜の導電材料により構成することができる。ＩＤＴ電極１２及び反射器１３，１４は、例えば、Ａｌ，Ｐｔ，Ａｕ，Ａｇ，Ｃｕ，Ｎｉ，Ｔｉ，Ｃｒ及びＰｄからなる群から選ばれた金属、もしくは、Ａｌ，Ｐｔ，Ａｕ，Ａｇ，Ｃｕ，Ｎｉ，Ｔｉ，Ｃｒ及びＰｄからなる群から選ばれた一種以上の金属を含む合金により構成することができる。また、ＩＤＴ電極１２及び反射器１３，１４は、上記金属や合金からなる複数の導電膜の積層体により構成することもできる。

【００７７】

ＩＤＴ電極１２は、一対のくし歯状電極１２ａ、１２ｂを有する。一対のくし歯状電極

１２ａ、１２ｂは、互いに間挿し合っている。くし歯状電極１２ａ、１２ｂのそれぞれは、バスバー１２ａ１，１２ｂ１と、複数の電極指１２ａ２，１２ｂ２とを有する。複数の電極指１２ａ２のそれぞれは、バスバー１２ａ１から、ｙ方向に沿ってバスバー１２ｂ１側に向かって延びている。複数の電極指１２ａ２は、ｘ方向に沿って相互に間隔をおいて配列されている。一方、複数の電極指１２ｂ２のそれぞれは、バスバー１２ｂ１から、ｙ方向に沿ってバスバー１２ａ１側に向かって延びている。複数の電極指１２ｂ２は、ｘ方向に沿って相互に間隔をおいて配列されている。

【００７８】

本実施形態の弾性波装置では、ＩＤＴ電極１２によって、板波が励振される。ＩＤＴ電極１２により励振された板波は、板波伝搬方向ｘに沿って伝搬する。

【００７９】

ＩＤＴ電極１２の電極指１２ａ２，１２ｂ２に電位を印加すると、圧電基板１１に機械的歪みが生じて電極指１２ａ２，１２ｂ２の各所で板波が励振される。これらの板波は、点波源で励起された要素波と考えられる。ホイヘンスの原理によれば、板波の要素波は、円弧上に放射され、周囲の要素波と重ね合わさり、交差幅方向ｙと平行な波面を形成する。

【００８０】

ＩＤＴ電極１２の電極指１２ａ２，１２ｂ２の長さは有限であるため、電極指１２ａ２，１２ｂ２の端部より外側に板波の一部が漏洩する。漏洩した板波は、音響インピーダンスが不整合となる箇所で少なくとも一部が反射する。音響インピーダンスが不整合となる箇所としては、例えば、バスバーの端やメンブレンを構成する空洞の端縁部が挙げられる。

【００８１】

例えば、図１９及び図２０に示す従来の弾性波装置１００では、ＩＤＴ電極１０５のバスバー１０５ａ、１０５ｂが板波伝搬方向ｘと平行である。このため、バスバー１０５ａ、１０５ｂにおいて反射した板波の位相がメインモードと整合する。よって、反射波により弾性波装置１００の周波数特性が劣化する。

【００８２】

さらに、バスバー１０５ａとバスバー１０５ｂとは平行であるため、バスバー１０５ａとバスバー１０５ｂとの間で板波が繰り返し反射され共振するため、反射波により弾性波装置１００の周波数特性が大きく劣化する。

【００８３】

これに対し、本実施形態では、図１５に示すように、ＩＤＴ電極１２には、アポダイズ重み付けが施されている。このため、ＩＤＴ電極１２のバスバー１２ａ１，１２ｂ１は、板波伝搬方向ｘと傾斜した方向に延びる部分を有する。具体的には、バスバー１２ａ１，１２ｂ１の全体が板波伝搬方向ｘと傾斜した方向に延びている。バスバー１２ａ１，１２ｂ１は、板波伝搬方向ｘと平行に延びる直線部を有さない。よって、バスバー１２ａ１，１２ｂ１における反射波の位相が、メインモードの位相と整合しにくい。従って、バスバー１２ａ１，１２ｂ１において板波が反射したとしても、弾性波装置の周波数特性は劣化し難い。すなわち、優れたデバイス特性を実現することができる。

【００８４】

また、本実施形態では、バスバー１２ａ１，１２ｂ１は、板波伝搬方向ｘ以外の方向において対向する一対の直線部を有さない。このため、さらに優れたデバイス特性を実現することができる。バスバー１２ａ１，１２ｂ１において反射された板波は、振幅の強い共振を起こしにくい。従って、さらに優れたデバイス特性を実現することができる。

【００８５】

（第１～第３の変形例）

図１６は、第１の変形例における空洞部の一部分を表す模式的断面図である。図１７は、第２の変形例における空洞部の一部分を表す模式的断面図である。図１８は、第３の変形例における空洞部の一部分を表す模式的断面図である。具体的には、図１６～図１８は

、図９のＡ部分に対応する部分の模式的断面図である。第１～第３の変形例は、上記第１～第７の実施形態のいずれにも適用可能なものである。

【００８６】

図１６～図１８に示すように、第１～第３の変形例では、空洞部１０ａの端縁部は、複数の凹凸を有する。このため、板波は、空洞部１０ａの端縁部において乱反射される。よって、反射波は、定在波とならず、より共振しにくくなる。従って、より優れたデバイス特性を実現することができる。

【００８７】

なお、端縁部の凹凸は、図１６や図１７に示すように周期的な構造であってもよいし、図１８に示すように非周期的な構造であってもよい。具体的には、図１６に示す第１の変形例では、端縁部がのこぎり歯状とされている。図１７に示す第２の変形例では、端縁部に、半円状の凸部が複数形成されている。

【００８８】

また、本発明で図示した図９から図１５の構造は、ＩＤＴ電極の中心に対して点対称や線対称とならないようにすることで、端縁部からの反射波の位相をずらして定在波の応答を小さくすることができ、スプリアスを抑制しやすくなる。従って、ＩＤＴ電極は、点対称や線対称でないことが望ましい。

【００８９】

また、空洞部は、支持基板を掘削することにより形成した窪みの上に圧電体を配して形成してもよいし、圧電体を掘削することにより形成した窪みの下に支持基板を配して形成してもよいし、基板上にSiO_2やＳｉＮなどからなる薄膜で枠を形成した支持基板を形成し、枠上に圧電体を配して形成してもよいし、圧電体上にSiO_2やＳｉＮなどからなる薄膜で枠を形成した圧電基板を形成し、枠下に支持基板を配して形成してもよい。

【００９０】

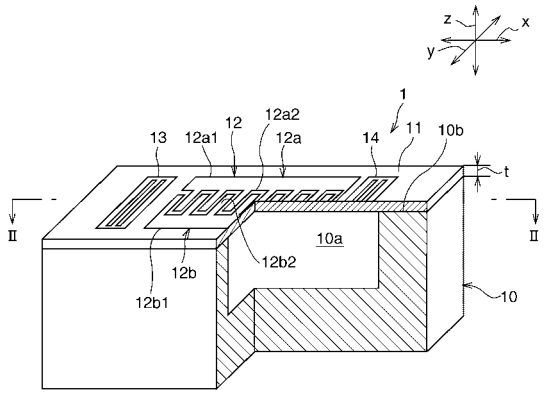
特に、薄膜で枠を形成する方法は、フォトリソグラフィ技術を用いて簡易に行えるため、図９～１５に示すような矩形以外の複雑な形状や、図１６～図１８に示すような形状を容易に、且つ、高精度に加工できるので望ましい。

【符号の説明】

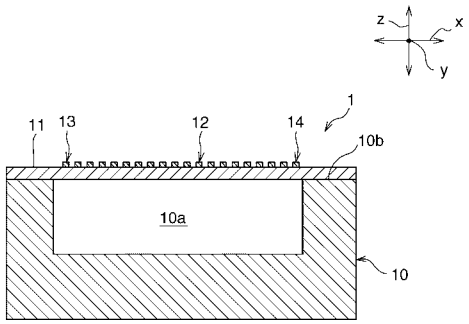
【００９１】

１…弾性波装置
１０…支持体
１０ａ…空洞部
１０ａ１～１０ａ６…端縁部
１０ｂ…主面
１１…圧電基板
１２…ＩＤＴ電極
１２ａ、１２ｂ…くし歯状電極
１２ａ１，１２ｂ１…バスバー
１２ａ２，１２ｂ２…電極指
１３，１４…反射器

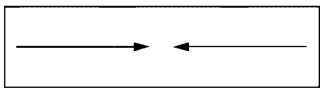
【図１】



【図２】



【図３】



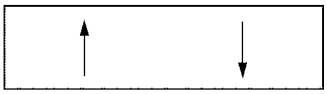
S0モードラム波

【図４】



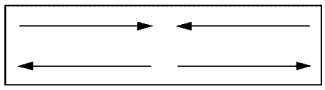
S1モードラム波

【図５】



A0モードラム波

【図６】



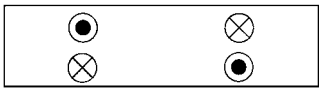
A1モードラム波

【図７】



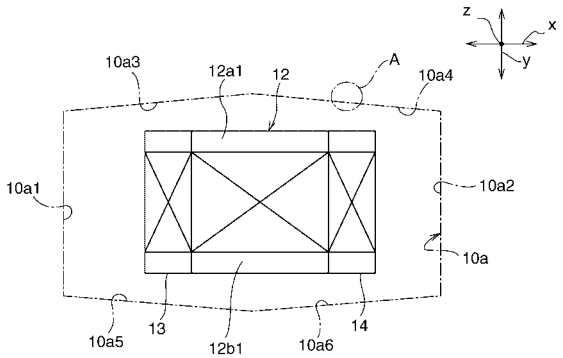
SH0モード

【図８】

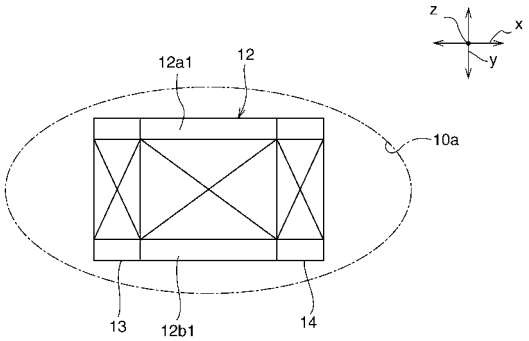


SH1モード

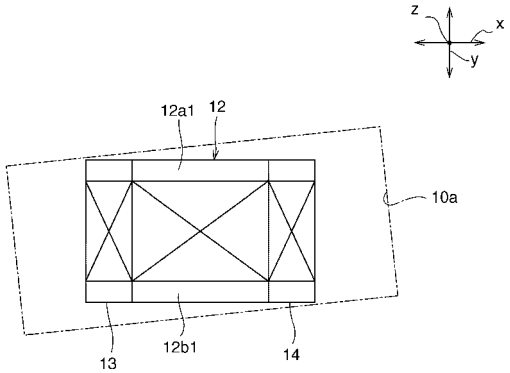
【図９】



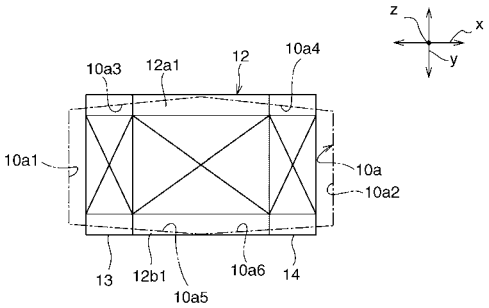
【図１０】



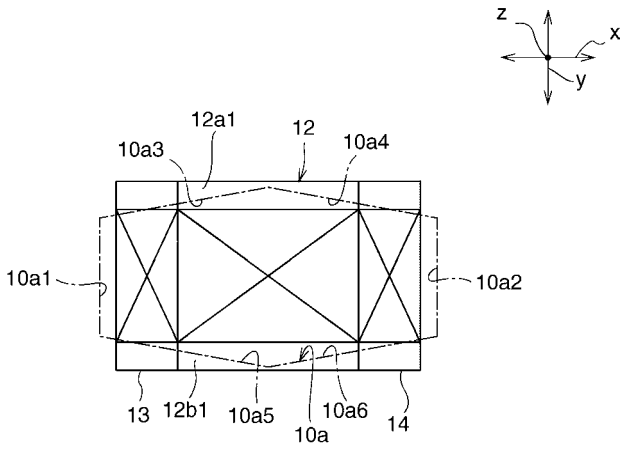
【図１１】



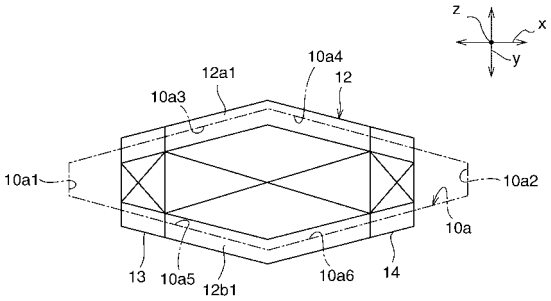
【図１２】



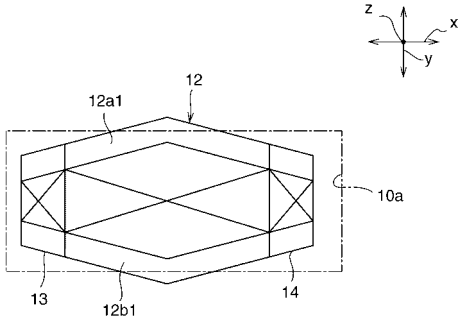
【図１３】



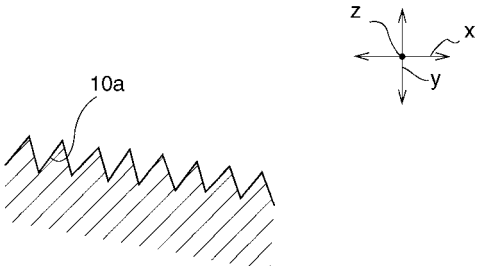
【図１４】



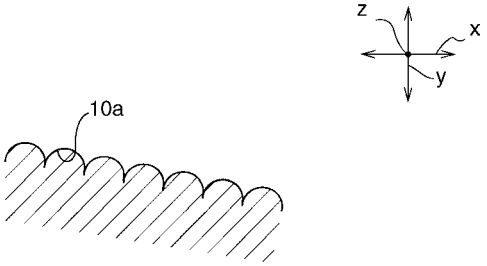
【図１５】



【図１６】



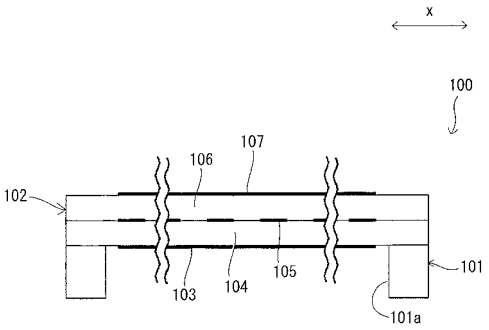
【図１７】



【図１８】



【図１９】



【図２０】

