

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年5月22日(22.05.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/100949 A1

- (51) 国際特許分類:
H03H 9/145 (2006.01) H03H 9/72 (2006.01)
H03H 9/25 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/044567
- (22) 国際出願日: 2019年11月13日(13.11.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2018-214002 2018年11月14日(14.11.2018) JP
- (71) 出願人: 京セラ株式会社 (KYOCERA CORPORATION) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 野添 惣一郎 (NOZOE, Soichiro); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

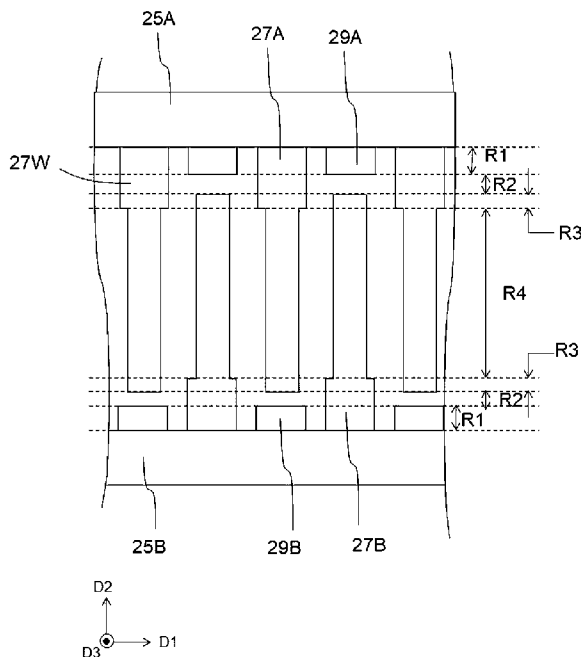
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: ELASTIC WAVE DEVICE, DUPLEXER, AND COMMUNICATION DEVICE

(54) 発明の名称: 弾性波装置、分波器および通信装置

【図3】



(57) Abstract: Provided is an elastic wave device capable of achieving resonance at a relatively high frequency as compared with a pitch between electrode fingers. An elastic wave device 1 includes: a substrate 3; a multilayer film 5 located above the substrate 3; a piezoelectric layer 7 located above the multilayer film 5; and an IDT electrode 19 located above the piezoelectric layer 7. Each electrode finger 27 of the IDT electrode 19 is formed so as to be thick from the part connected to a bus bar to a position overlapping the tip of the other electrode finger 27 when seen in the direction in which the electrode fingers 27 are arranged.

(57) 要約: 電極指のピッチに対して相対的に周波数が高い共振を実現できる弾性波装置を提供する。弾性波装置1は、基板3と、基板3上に位置している多層膜5と、多層膜5上に位置している、圧電層7と、圧電層7上に位置しているIDT電極19と、IDT電極19の電極指27の太さは、バスバーに接続された部位から、電極指27の配列方向でみたときに他方の電極指27の先端と重なる位置まで太くなっている。

添付公開書類：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

明 細 書

発明の名称： 弾性波装置、分波器および通信装置

技術分野

[0001] 本開示は、弾性波を利用する弾性波装置、当該弾性波装置を含む分波器および通信装置に関する。

背景技術

[0002] 圧電体上の I D T (interdigital transducer) 電極に電圧を印加して、圧電体を伝搬する弾性波を生じさせる弾性波装置が知られている。I D T 電極は、1 対の櫛歯電極を有している。1 対の櫛歯電極は、それぞれ複数の電極指を有しており、互いに噛み合うように配置される。弾性波装置においては、電極指のピッチの 2 倍を波長とする弾性波の定在波が形成され、この定在波の周波数が共振周波数となる。

[0003] 近年、弾性波のうち板波を用いる弾性波装置が提案されている。このような弾性波装置として、基板と、基板上に位置している音響反射層と、音響反射層上に位置している圧電体層と、圧電体層上に位置している I D T 電極とを有する構成が提案されている。音響反射層は、低音響インピーダンス層と高音響インピーダンス層とを交互に積層して構成されている。このような構成により、電極指の周期が $3\ \mu\text{m}$ 程度であっても $5\ \text{GHz}$ に共振点を有する弾性波装置を提供することができる。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 電極指のピッチに対して相対的に周波数が高い共振を実現できる弾性波装置、分波器および通信装置が提供されることが望まれる。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の一態様に係る弾性波装置は、圧電層と、前記圧電層上に位置している I D T 電極と、を有している。前記 I D T 電極は、互いに異なる電位に接続され、互いに間隔を開けて配置された第 1 バスバーおよび第 2 バスバー

と、弾性波伝搬方向に沿って交互に配列された、前記第1バスバーに接続され前記第2バスバー側に延びる第1電極指および前記第2バスバーに接続され前記第1バスバー側に延びる第2電極指と、を含む。前記第1電極指は、前記第1バスバーに接続される部分から、前記第1電極指と前記第2電極指との配列方向で見たときに前記第2電極指の先端と重複する位置までの太さが、前記第1電極指と前記第2電極指との交差領域の中央付近に比べて太くなっている拡幅部を備える。前記圧電層の厚さは、前記IDT電極の電極指のピッチを p としたときに $1.5p$ 未満である。

[0006] 本開示の一態様に係る弾性波装置は、圧電層と、前記圧電層上に位置しているIDT電極と、を有するA1モードの板波を用いるものである。前記IDT電極は、互いに異なる電位に接続され、互いに間隔を開けて配置された第1バスバーおよび第2バスバーと、弾性波伝搬方向に沿って交互に配列された、前記第1バスバーに接続され前記第2バスバー側に延びる第1電極指および前記第2バスバーに接続され前記第1バスバー側に延びる第2電極指と、を含む。前記第1電極指は、前記第1バスバーに接続される部分から、前記第1電極指と前記第2電極指との配列方向で見たときに前記第2電極指の先端と重複する位置までの太さが、前記第1電極指と前記第2電極指との交差領域の中央付近に比べて太くなっている拡幅部を備える。

[0007] 本開示の一態様に係る分波器は、アンテナ端子と、前記アンテナ端子へ出力される信号をフィルタリングする送信フィルタと、前記アンテナ端子から入力される信号をフィルタリングする受信フィルタと、を有しており、前記送信フィルタおよび前記受信フィルタの少なくとも一方が上記の弾性波装置を含んでいる。

[0008] 本開示の一態様に係る通信装置は、アンテナと、前記アンテナに前記アンテナ端子が接続されている上記の分波器と、前記送信フィルタおよび前記受信フィルタに対して信号経路に関して前記アンテナ端子とは反対側に接続されているICと、を有している。

発明の効果

[0009] 上記の構成によれば、電極指のピッチに対して相対的に周波数が高い共振を実現できる。

図面の簡単な説明

[図1]図1は、実施形態に係る弾性波装置の平面図である。

[図2]図1の弾性波装置のII-II線における断面図である。

[図3]図1の要部拡大図である。

[図4]図4は、実施例および比較例の電極指モデルを示す図である。

[図5]図5(a)は、実施例と比較例のインピーダンス特性を示す図であり、図5(b)は、実施例と比較例の位相特性を示す図であり、図5(c)、図5(d)は図5(b)の要部拡大図である。

[図6]図6(a)は、オフセット量と共振周波数との相関を示す図であり、図6(b)は、オフセット量と $d f$ および最大位相との相関を示す図である。

[図7]図7(a)は、実施例と比較例のインピーダンス特性を示す図であり、図7(b)は、実施例と比較例の位相特性を示す図であり、図7(c)、図7(d)は図7(b)の要部拡大図である。

[図8]図8(a)は、オフセット量と共振周波数との相関を示す図であり、図8(b)は、オフセット量と $d f$ および最大位相との相関を示す図である。

[図9]図1の弾性波装置の利用例としての分波器の構成を模式的に示す回路図である。

[図10]図1の弾性波装置の利用例としての通信装置の構成を模式的に示す回路図である。

[図11]図11(a)、図11(b)は、オフセット量と最大位相値との相関を示す線図である。

[図12]図12(a)は、拡幅部における $D u t y$ と周波数特性との関係を示す線図であり、図12(b)は、拡幅部における $D u t y$ と交差部における $D u t y$ との関係を示す線図である。

[図13]図13(a)は、拡幅部における $D u t y$ と周波数特性との関係を示す線図であり、図13(b)は、拡幅部における $D u t y$ と交差部における

Dutyとの関係を示す線図である。

[図14]図1の弾性波装置の変形例を示す要部断面図である。

[図15]図15(a)は、実施例と比較例のインピーダンス特性を示す図であり、図15(b)は、実施例と比較例の位相特性を示す図であり、図15(c)、図15(d)は図15(b)の要部拡大図である。

[図16]図16は、実施例および比較例の電極指モデルを示す図である。

[図17]図17(a)は、実施例と比較例のインピーダンス特性を示す図であり、図17(b)は、実施例と比較例の位相特性を示す図であり、図17(c)、図17(d)は図17(b)の要部拡大図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本開示に係る実施形態について、図面を参照して説明する。なお、以下の説明で用いられる図は模式的なものであり、図面上の寸法比率等は現実のものとは必ずしも一致していない。

[0012] 本開示に係る弾性波装置は、いずれの方向が上方または下方とされてもよいものであるが、以下では、便宜的に、D1軸、D2軸およびD3軸からなる直交座標系を定義するとともに、D3軸の正側を上方として、上面または下面等の用語を用いることがある。また、平面視または平面透視という場合、特に断りがない限りは、D3軸方向に見ることをいう。なお、D1軸は、後述する圧電層の上面に沿って伝搬する弾性波の伝搬方向に平行になるように定義され、D2軸は、圧電層の上面に平行かつD1軸に直交するように定義され、D3軸は、圧電層の上面に直交するように定義されている。

[0013] (弾性波装置の全体構成)

図1は、弾性波装置1の要部の構成を示す平面図である。図1は後述する共振子の構成を示している。図2は、図1のII-II線における断面図である。

[0014] 弾性波装置1は、例えば、基板3(図2)と、基板3上に位置する多層膜5(図2)と、多層膜5上に位置する圧電層7と、圧電層7上に位置する導電層9とを有している。各層は、例えば、概ね一定の厚さとされている。な

お、基板 3、多層膜 5 および圧電層 7 の組み合わせを固着基板 2（図 2）とすることがある。

[0015] 弾性波装置 1 では、導電層 9 に電圧が印加されることによって、圧電層 7 を伝搬する弾性波が励振される。弾性波装置 1 は、例えば、この弾性波を利用する共振子および／またはフィルタを構成している。多層膜 5 は、例えば、弾性波を反射して弾性波のエネルギーを圧電層 7 に閉じ込めることに寄与している。基板 3 は、例えば、多層膜 5 および圧電層 7 の強度を補強することに寄与している。

[0016] 弾性波装置 1 は、図 1 に示す共振子単独であってもよいし、共振子を複数備えてフィルタ等を構成してもよい。

[0017] （固着基板の概略構成）

基板 3 は、直接的には、弾性波装置 1 の電気的特性に影響しない。従って、基板 3 の材料および寸法は適宜に設定されてよい。基板 3 の材料は、例えば、絶縁材料であり、絶縁材料は、例えば、樹脂またはセラミックである。なお、基板 3 は、圧電層 7 等に比較して熱膨張係数が低い材料によって構成されていてもよい。この場合、例えば、温度変化によって弾性波装置 1 の周波数特性が変化してしまう虞を低減することができる。このような材料としては、例えば、シリコン等の半導体、サファイア等の単結晶および酸化アルミニウム質焼結体等のセラミックを挙げることができる。なお、基板 3 は、互いに異なる材料からなる複数の層が積層されて構成されていてもよい。基板 3 の厚さは、例えば、圧電層 7 よりも厚い。

[0018] 多層膜 5 は、低音響インピーダンス層 1 1 と高音響インピーダンス層 1 3 とを交互に積層することにより構成されている。これにより、両者の界面においては弾性波の反射率が比較的高くなる。その結果、例えば、圧電層 7 を伝搬する弾性波の厚み方向への漏れが低減される。なお、低音響インピーダンス層 1 1 を構成する材料としては、二酸化ケイ素（ SiO_2 ）を例示できる。高音響インピーダンス層 1 3 を構成する材料としては、五酸化タンタル（ Ta_2O_5 ）や酸化ハフニウム（ HfO_2 ）、酸化ジルコニウム（ ZrO_2 ）、酸

化チタン (TiO_2) を例示できる。

- [0019] 多層膜 5 の積層数は適宜に設定されてよい。例えば、多層膜 5 は、低音響インピーダンス層 1 1 および高音響インピーダンス層 1 3 の合計の積層数が 2 層以上 1 2 層以下とされてよい。多層膜 5 の合計の積層数は、偶数でもよいし、奇数でもよいが、圧電層 7 に接する層は、低音響インピーダンス層 1 1 である。基板 3 に接する層については、低音響インピーダンス層 1 1, 高音響インピーダンス層 1 3 のいずれであってもよい。また、各層の間や、基板 3 と多層膜 5 との間、もしくは多層膜 5 と圧電層 7 との間に、密着や拡散防止を目的に付加膜を挿入してもよい。その場合には、付加膜は弾性波装置 1 の特性に影響を与えない程度に薄く（概ね 0.01λ 以下）してもよい。
- [0020] 圧電層 7 は、タンタル酸リチウム (LiTaO_3 、以下、LT という) やニオブ酸リチウム (LiNbO_3 、以下、LN という) の単結晶によって構成されている。
- [0021] 圧電層 7 として LT を用いる場合には、カット角は、例えば、オイラー角 (ϕ, θ, ψ) で ($0^\circ \pm 10^\circ$, 0° 以上 55° 以下, $0^\circ \pm 10^\circ$) である。別の観点では、LT は、回転 Y カット X 伝搬のものであり、Y 軸は、圧電層 7 の法線 (D 3 軸) に対して 90° 以上 145° の角度で傾斜している。X 軸は、圧電層 7 の上面 (D 1 軸) に概ね平行である。ただし、X 軸と D 1 軸とは、XZ 平面または D 1 D 2 平面において -10° 以上 10° 以下で傾斜していてもよい。
- [0022] 圧電層 7 として LN を用いる場合には、オイラー角で ($0^\circ \pm 10^\circ$, $0^\circ \pm 15^\circ$, ψ)、ただし ψ は $0^\circ \sim 360^\circ$ とする。また、($0^\circ \pm 5^\circ$, $0^\circ \pm 5^\circ$, ψ) としてもよい。別の観点では、Z カット基板としてもよい。
- [0023] また、圧電層 7 の厚さは、比較的薄くされており、例えば、後述する λ を基準として、 0.75λ 以下である。より具体的には、 0.15λ 以上 0.3λ 以下である。圧電層 7 のカット角および厚さをこのように設定することにより、弾性波として、A 1 モードの板波に近い振動モードのものを利用す

ることが可能になる。

[0024] 以下、本実施形態においては圧電層 7 として L N を用いた場合を例に説明するものとする。

[0025] (導電層の概略構成)

導電層 9 は、例えば、金属により形成されている。金属は、適宜な種類のものとされてよく、例えば、アルミニウム (A l) または A l を主成分とする合金 (A l 合金) である。A l 合金は、例えば、A l - 銅 (C u) 合金である。なお、導電層 9 は、複数の金属層から構成されていてもよい。また、A l または A l 合金と、圧電層 7 との間に、これらの接合性を強化するためのチタン (T i) からなる比較的薄い層が設けられていてもよい。

[0026] 導電層 9 は、図 1 の例では、共振子 1 5 を構成するように形成されている。共振子 1 5 は、いわゆる 1 ポート弾性波共振子として構成されており、概念的かつ模式的に示す端子 1 7 A および 1 7 B の一方から所定の周波数の電気信号が入力されると共振を生じ、その共振を生じた信号を端子 1 7 A および 1 7 B の他方から出力可能である。

[0027] 導電層 9 (共振子 1 5) は、例えば、I D T 電極 1 9 と、I D T 電極 1 9 の両側に位置する 1 対の反射器 2 1 とを含んでいる。

[0028] I D T 電極 1 9 は、互いに異なる電位に接続される 1 対の櫛歯電極 2 3 (第 1 櫛歯電極 2 3 A, 第 2 櫛歯電極 2 3 B) を含んでいる。各櫛歯電極 2 3 は、例えば、バスバー 2 5 (第 1 バスバー 2 5 A, 第 2 バスバー 2 5 B) と、バスバー 2 5 から互いに並列に延びる複数の電極指 2 7 (第 1 電極指 2 7, 第 2 電極指 2 7 B) と、複数の電極指 2 7 間においてバスバー 2 5 から突出するダミー電極 2 9 (第 1 ダミー電極 2 9 A, 第 2 ダミー電極 2 9 B) とを含んでいる。1 対の櫛歯電極 2 3 は、複数の電極指 2 7 が互いに噛み合うように (交差するように) 配置されている。

[0029] なお、以後、第 1 櫛歯電極 2 3 A と第 2 櫛歯電極 2 3 B とに共通する説明するでは単に櫛歯電極 2 3 という。他の構成要素についても同様である。

[0030] バスバー 2 5 は、例えば、概ね一定の幅で弾性波の伝搬方向 (D 1 軸方向

）に直線状に延びる長尺状に形成されている。そして、一对のバスバー 25 は、弾性波の伝搬方向に直交する方向（D2 軸方向）において互いに対向している。なお、バスバー 25 は、幅が変化したり、弾性波の伝搬方向に対して傾斜したりしていてもよい。

[0031] 各電極指 27 は、例えば、概ね一定の幅で弾性波の伝搬方向に直交する方向（D2 軸方向）に直線状に延びる長尺状に形成されている。各櫛歯電極 23 において、複数の電極指 27 は、弾性波の伝搬方向に配列されている。また、一方の櫛歯電極 23 の複数の電極指 27 と他方の櫛歯電極 23 の複数の電極指 27 とは、基本的には交互に配列されている。

[0032] 複数の電極指 27 のピッチ p（例えば互いに隣り合う 2 本の電極指 27 の中心間距離）は、IDT 電極 19 内において基本的に一定である。なお、IDT 電極 19 の一部に、他の大部分よりもピッチ p が狭くなる狭ピッチ部、または他の大部分よりもピッチ p が広くなる広ピッチ部が設けられてもよい。

[0033] なお、以下において、ピッチ p という場合、特に断りがない限りは、上記のような狭ピッチ部または広ピッチ部のような特異な部分を除いた部分（複数の電極指 27 の大部分）のピッチをいうものとする。また、特異な部分を除いた大部分の複数の電極指 27 においても、ピッチが変化しているような場合においては、大部分の複数の電極指 27 のピッチの平均値をピッチ p の値として用いてよい。「大部分」とは、例えば、電極指 27 全体の 80% 以上を言うものとする。

[0034] 複数の電極指 27 の長さは、例えば、互いに同等である。なお、IDT 電極 19 は、複数の電極指 27 の長さ（別の観点では交差幅）が伝搬方向の位置に応じて変化する、いわゆるアポダイズが施されていてもよい。

[0035] ダミー電極 29 は、例えば、概ね一定の幅で弾性波の伝搬方向に直交する方向に突出している。また、一方の櫛歯電極 23 のダミー電極 29 の先端は、他方の櫛歯電極 23 の電極指 27 の先端とギャップを介して対向している。なお、IDT 電極 19 は、ダミー電極 29 を含まないものであってもよい。

。

[0036] 1対の反射器21は、弾性波の伝搬方向において複数のIDT電極19の両側に位置している。各反射器21は、例えば、格子状に形成されている。すなわち、反射器21は、互いに対向する1対のバスバー31と、1対のバスバー31間において延びる複数のストリップ電極33とを含んでいる。複数のストリップ電極33のピッチ、および互いに隣接する電極指27とストリップ電極33とのピッチは、基本的には複数の電極指27のピッチと同等である。

[0037] そして、圧電層7の上面は導電層9の上から保護膜37によって覆われていてもよい。保護膜37は、圧電層7よりも音速の遅い材料で構成する。そのような材料としては例えば、 SiO_2 や Si_3N_4 、 Si 等がある。保護膜37は、導電層9直上のみに設けてもよいし、導電層9で構成される電極指27間にも設けてもよい。保護膜37を電極指27間にも設ける場合には、保護膜37を絶縁材料としてもよい。また、保護膜37はこれらの材料からなる複数層の積層体としてもよい。

[0038] また、保護膜37は、単に導電層9の腐食を抑制するためのものであってもよいし、温度補償に寄与するものであってもよい。導電層9と保護膜37との音響的境界を明瞭にするために、IDT電極19および反射器21の上面または下面には、弾性波の反射係数を向上させるために、絶縁体または金属からなる付加膜が設けられてもよい。

[0039] 図1および図2に示した構成は、適宜にパッケージされてよい。パッケージは、例えば、不図示の実装基板上に隙間を介し圧電層7の上面を対向させるように図示の構成を実装し、その上から樹脂封止するものであってもよいし、圧電層7上に箱型のカバーを設けるウェハレベルパッケージ型のものであってもよい。

[0040] (A1モード板波の利用)

1対の櫛歯電極23に電圧が印加されると、複数の電極指27によって圧電層7に電圧が印加され、圧電体である圧電層7が振動する。これにより、

D 1 軸方向に伝搬する弾性波が励振される。弾性波は、複数の電極指 2 7 によって反射される。そして、複数の電極指 2 7 のピッチ p を概ね半波長 ($\lambda/2$) とする定在波が立つ。定在波によって圧電層 7 に生じる電気信号は、複数の電極指 2 7 によって取り出される。このような原理により、弾性波装置 1 は、ピッチ p を半波長とする弾性波の周波数を共振周波数とする共振子として機能する。なお、 λ は、通常、波長を示す記号であり、また、実際の弾性波の波長は $2p$ からずれることもあるが、以下で λ の記号を用いる場合、特に断りがない限り、 λ は $2p$ を意味するものとする。

[0041] ここで、上述のように、圧電層 7 は、比較的薄くされ、かつそのオイラー角が ($0^\circ \pm 10^\circ$, $0^\circ \pm 15^\circ$, $0^\circ \pm 10^\circ$) とされていることから、弾性波装置 1 は A 1 モードの板波の弾性波を利用可能になっている。A 1 モードの弾性波の伝搬速度 (音速) は、一般的な SAW (Surface Acoustic Wave) の伝搬速度よりも速い。例えば、一般的な SAW の伝搬速度が $3000 \sim 4000 \text{ m/s}$ であるのに対して、A 1 モードの弾性波の伝搬速度は 10000 m/s 以上である。従って、従来と同等のピッチ p で、従来よりも高周波領域での共振を実現することができる。例えば、 $1 \mu\text{m}$ 以上のピッチ p で 5 GHz 以上の共振周波数を実現することができる。

[0042] (各層の材料および厚さの設定)

A 1 モードの弾性波を利用して比較的高い周波数領域 (例えば 5 GHz 以上) の共振を実現するためには、多層膜 5 の材料および厚さ、圧電体層 (本実施形態では圧電層 7) のオイラー角、材料および厚さ、ならびに導電層 9 の厚さの組み合わせに条件がある。

[0043] 例えば、以下の条件としたときに、共振周波数および反共振周波数近傍にスプリアスが存在しない状態で 5 GHz の共振を得ることができた。

[0044] 圧電層 :

材料 : LN

厚さ : 0.19λ

オイラー角 : (0, 0, 0)

多層膜：

材料：2種（ SiO_2 ， Ta_2O_5 ）

厚み： SiO_2 層 0.10λ ， Ta_2O_5 層 0.07λ

積層数：8層

導電層：

材料：Al

厚さ： 0.06λ

ピッチ p ： $1\mu\text{m}$ ($\lambda = 2\mu\text{m}$)

[0045] なお、多層膜5の積層数は、2種の層の数の合計（例えば図2の例では4）である。また、ピッチ p は $1\mu\text{m}$ であるが、ピッチを変化させた場合も、 $\lambda = 2p$ で表される波長にしたがって実際の膜厚を変化させれば、共振特性は周波数依存性が全体的にシフトするだけで同様の結果となる。すなわち、波長またはピッチで規格化した場合も同様の結果を得ることができる。

[0046] 上記の例の他にも、例えば、以下の条件としたときにピッチが $0.9\mu\text{m} \sim 1.4\mu\text{m}$ の場合であっても、5GHz以上の共振を得ることができ、かつ、共振周波数および反共振周波数近傍にリップルのない状態を得ることができた。なお、以下の条件は、圧電層7の材料、圧電層7の厚み、低音響インピーダンス層11の材料、厚み、高音響インピーダンス層13の材料、厚みの順に各条件を“/”で区切って示している。

[0047] 他条件1： $\text{LN}/0.2\lambda/\text{SiO}_2/0.06\lambda/\text{HfO}_2/0.095\lambda$

他条件2： $\text{LT}/0.175\lambda/\text{SiO}_2/0.09\lambda/\text{Ta}_2\text{O}_5/0.07\lambda$

他条件3： $\text{LT}/0.2\lambda/\text{SiO}_2/0.1\lambda/\text{HfO}_2/0.08\lambda$

なお、他条件2，3のときに、LTのオイラー角は（ $0^\circ \pm 5^\circ$ ， $24^\circ \pm 5^\circ$ ， $0^\circ \pm 5^\circ$ ）もしくは（ $0^\circ \pm 5^\circ$ ， $16^\circ \pm 5^\circ$ ， $0^\circ \pm 5^\circ$ ）である。

[0048] （電極指構造）

弾性波装置1において、A1モード板波を用いたときには、圧電層7の厚

みが $20\mu\text{m}$ 程度ある通常の弾性波装置に比べて共振周波数（ f_r ）と反共振周波数（ f_a ）との間のインピーダンス特性が悪い傾向があった。これは圧電層7の厚みが薄くなることにより顕著になる。

[0049] これに対して、弾性波装置1は電極指27の太さを変化させている。図3は、図1の要部拡大図である。図3に示すように、SAWの伝搬方向（すなわち電極指27の繰り返し配列方向、D1方向）に伸びる、ダミー電極29と重なる領域R1、ダミー電極29と電極指27の先端とのギャップと重なる領域R2、電極指27の先端と重なる領域R3、電極指27の交差領域の中央部を含む領域R4と区分する。なお、この例では電極指27の交差領域は伝搬方向と平行であるため、各領域R1～R4も伝搬方向に沿って区分したが、IDT電極19がアポタイズされていたり傾斜していたりする場合には各領域R1～R4も合せて傾斜させればよい。例えば、電極指27の交差幅は略同一で、電極指27の先端を結ぶ仮想線が電極指27の繰り返し配列方向に対して傾斜している場合には、領域R1～R4は仮想線の傾斜にあわせた平行四辺形となる。このような傾斜角度は圧電層7のオイラー角、厚み等にもよるが、例えば 5° 以上 45° 以下を例示できる。上記条件の場合には例えば、 25° 以上 35° 以下としてもよい。このようにIDT電極19の仮想線傾斜させた場合には横モードの漏洩を低減することができる。

[0050] まず、領域R4の電極指27の線幅（D1方向における幅）に比べ、R1領域のダミー電極29および電極指27（すなわち電極指27の根元、バスバー31と接続される側の部分。以下、単に接続部、接続部側ということがある）の線幅を太くしている。すなわち、電極指27は拡幅部27Wを備えている。このような構成とすることで、横モードのロスを低減する。

[0051] さらに、本例では、電極指27の接続部近傍で、領域R1から領域R2、R3まで続くように、線幅を領域R4の電極指27の線幅に比べて太くしている。すなわち、拡幅部27Wは電極指27の配列方向で見たときに、他方の電極指27の先端と重なる位置まで続いている。なお、領域R3に位置する電極指27の先端部においては線幅を太らせていない。

- [0052] このように、領域R3まで電極指27の接続部側を太らせること（拡幅部27Wとすること）で、 $f_r - f_a$ 間の最大位相（ $MaxPh$ ）を高めることができ、ロスの少ない弾性波素子を提供することができる。また、 f_a よりも高周波数側においても位相を小さくすることができるので、ロスの少ない弾性波装置を提供することができる。
- [0053] 例えば、領域R1～R3におけるDutyは、領域R4におけるDutyの1.05倍以上1.3倍以下である。具体的には領域R1～R3におけるDutyは、0.5～0.8としてもよい。
- [0054] また、領域R3のD2方向に伸びる長さは、例えば、0.5p以上2.5p以下としてもよい。領域R4のD2方向に延びる長さは電極指27の交差幅の65%以上としてもよい。
- [0055] 上述の効果を実測値で検証した。圧電層7の伝搬角（ ϕ ）は 90° としている。このような圧電層7の上面にIDT電極19を形成した。実施例1、比較例1～3にかかるIDT電極19の電極指形状のモデルは、図4に示す通りとした。実施例1に係る弾性波素子1は電極指27の根元が領域R1～R3まで太くなっている。具体的には、ダミー電極29の先端から $2\mu m$ 先まで太くなっている。比較例1は、電極指27およびダミー電極29が全領域において実施例1の電極指27の領域R4における太さと同じ太さとしている。比較例2は、電極指27の根元をダミー電極29の先端と同じ位置まで太くしている。言い換えると、領域R1の全領域において太くしている。比較例3は、電極指27の根元を、ダミー電極29の先端から $2\mu m$ の内側の位置まで太くしている。なお、以下の説明において、電極指27の根元をどこまで太くするかを、ダミー電極29の先端を基準としたオフセット量として示すことがある。すなわち、オフセット量は、実施例1は $+2\mu m$ であり、比較例2は $0\mu m$ 、比較例3は $-2\mu m$ である。
- [0056] 実施例1、比較例1～3の周波数特性を測定した結果を図5に示す。図5（a）はインピーダンス特性を示し、図5（b）は位相特性を示し、図5（c）に図5（b）の $f_r - f_a$ 付近の拡大図を示し、図5（d）に図5（b）

）の f_a の高周波数側の拡大図を示す。図 5 において、横軸は規格化周波数であり、縦軸は、図 5（a）はインピーダンスであり、図 5（b）～図 5（d）は位相である。

[0057] 図 5 から明らかなように、 $f_r - f_a$ 付近において、実施例 1 は比較例 1 ～ 3 に比べて位相特性が向上している。具体的には、全体的な位相レベル自体が向上している上に、 $f_r - f_a$ 間の位相のスプリアスも少なくなっている。さらに、 f_a の高周波数側においても位相を小さくできることが確認できた。

[0058] さらに、図 6（a）に、オフセット量と共振周波数 f_r との関係を、図 6（b）にオフセット量と df （ $f_r - f_a$ 間隔）、最大位相値との関係をそれぞれ示す。図 6 から明らかなように、オフセット量を大きくするにつれて、 df を維持したまま、最大位相を大きくすることができることを確認した。

[0059] なお、実施例 2、比較例 4 ～ 6 として、圧電層 7 の伝搬角を $\phi = 0^\circ$ とした場合の結果について、図 7、図 8 に示す。図 7 は図 5 に相当する図であり、図 8 は図 6 に相当する図である。

[0060] この図からも明らかなように、伝搬角に関係なく、実施例 2 に係る弾性波素子は、 $f_r - f_a$ 付近において位相特性が向上している。具体的には、全体的な位相レベル自体が向上している上に、 $f_r - f_a$ 間の位相のスプリアスも少なくなっている。さらに、 f_a の高周波数側においても位相を小さくできることが確認できた。

[0061] また、図 8 から明らかなように、伝搬角が 0° の場合にも、オフセット量を大きくするにつれて最大位相が大きくなる様子を確認した。

[0062] 以上の結果から、より高い共振周波数が必要な場合には伝搬角を 90° とし、急峻なフィルタを形成するために df の小さい共振子が必要な場合には伝搬角を 0° としてもよい。

[0063] なお、上述の例では、第 1 電極指 27A および第 2 電極指 27B 共に根元に拡幅部 27W を備える構成としたが、一方のみでもよい。

[0064] また、比較例として、圧電層 7 の厚みを上述の実施形態と同様にし、カット角を異ならせることで、上述の実施例よりも低い周波数の共振を得るような弾性波素子を製造した。すなわち、利用する弾性波の種類が本願のような板波ではない弾性波素子を製造し、オフセット量を変化させて特性を測定した。その結果、上述のように R 3 領域まで続く幅広部 2 7 W を設ける必要はないことを確認している。このことから、上述のように R 3 領域まで続く幅広部 2 7 W を備えることによる特性向上は A 1 モードの板波を用いた場合にみに発現する効果であることが確認された。

[0065] また、上述の例では、幅広部 2 7 W を設けたが、同じ位置において、他の部位に比べて厚みの厚い厚膜部を設けることでも同様の効果を得られる。

[0066] (オフセット量)

次に、オフセット量の範囲を確認した。具体的には、ピッチ p に対するオフセット量をピッチ p 比で 0 ~ 1 0 まで変化させたときの周波数特性を測定した。その結果を図 1 1 に示す。図 1 1 はオフセット量に対する最大位相値の変化の様子を示す線図であり、図 1 1 (a) は、圧電層 7 として、1 0 6 ° Y 回転 X 伝搬の L T 基板を用いた場合の結果を示し、図 1 1 (b) は、圧電層 7 として、Z 回転 Y 伝搬の L N 基板を用いた場合の結果を示す。

[0067] 図 1 1 において、横軸はオフセット量、縦軸は最大位相 (単位: d e g) を示している。図 1 1 から明らかなように、オフセット量を増やすに従い最大位相値は周期的に増減を繰り返し、圧電層 7 の材料によらず、オフセット量が 2 p のときに最大値をとる様子が確認された。以上より、オフセット量を 1 p ~ 3 p にしたときには最大位相を高くすることができることを確認した。より好ましくは、オフセット量を 1 . 5 p 以上 2 . 5 p 以下としてもよい。

[0068] なお、ギャップ間隔 (領域 R 2 の D 2 方向の長さ) は 0 . 3 p としている。すなわち、幅広部 2 7 W は、領域 R 1 から領域 R 2 を超え、領域 R 3 まで延びることが重要であることを確認できる。

[0069] (拡幅量)

領域R4における電極指27の線幅に対して、拡幅部27Wの線幅を変化させたときの周波数特性を測定した。具体的には、領域R4におけるDutyを0.35～0.5に、各Dutyにおいて、拡幅部27WにおけるDutyを領域R4におけるDutyの値～0.75まで変化させて周波数特性を測定した。なお、オフセット量は2pとした。

[0070] 圧電層7としてLT基板を用いた場合の結果を、図12に示す。図12(a)は領域R4におけるDutyを0.45としたときの、拡幅部27WのDutyに対する共振周波数と反共振周波数との差(df)および最大位相値との関係を示す線図である。図12(a)からも明らかなように、拡幅部27WのDutyを大きくするにつれ、dfが急激に小さくなる閾値が存在する一方で、最大位相は最大値をとる値があるものの比較的安定した値をとることが確認された。

[0071] 以上より、拡幅部27WのDutyを、dfが小さくなる閾値よりも小さい範囲で、最大位相値が最大値をとる値を求め、図12(b)に示した。図12(b)は、領域R4におけるDutyと拡幅部Dutyの好ましい値との関係を示す線図である。図12(b)からも明らかなように、領域R4におけるDutyが0.45以下の場合には拡幅部27WのDutyは0.55、領域R4におけるDutyが0.5の場合には拡幅部27WのDutyは0.6としてもよい。領域R4におけるDutyが0.5以上の場合には、拡幅部27WのDutyは、最大位相値を高め、かつdfを確保するために領域R4のDutyに0.1を加えた値としてもよい。

[0072] なお、最大位相値の変化は比較的少ないため、領域R4におけるDutyが0.45以下の場合には拡幅部27WのDutyは0.50～0.60、領域R4におけるDutyが0.5以上の場合には拡幅部27WのDutyは領域R4のDutyに0.5～1.5足した値としてもよい。

[0073] 次に、圧電層7としてLN基板を用いた場合の、図12に相当する図を図13に示す。圧電層7がLN基板の場合には、dfが大きく変化する閾値はないので最大位相値として好ましい値を求めた。その結果、領域R4におけ

る $Duty$ が 0.45 以下の場合には拡幅部 27W の $Duty$ は 0.50 ~ 0.60、領域 R4 における $Duty$ が 0.5 以上の場合には拡幅部 27W の $Duty$ は、領域 R4 の $Duty$ に 0.1 を加えた値としてもよい。

[0074] なお、最大位相値の変化は最大値を挟んで二次関数的に変化しているため、最大値を挟んで 0.1 程度の範囲であれば、特性を保つことができる。したがって、領域 R4 における $Duty$ が 0.45 以下の場合には拡幅部 27W の $Duty$ は 0.50 ~ 0.60、領域 R4 における $Duty$ が 0.5 以上の場合には拡幅部 27W の $Duty$ は領域 R4 の $Duty$ に 0.5 ~ 1.5 足した値としてもよい。

[0075] (変形例)

上述の例では、多層膜 5 を備える構成を例に説明したが、これらを備えなくてもよい。図 14 に示す弾性波装置 1A は、凹部 3x を備える基板 3 上に圧電層 7 を配置したメンブレン状となっている。この場合であっても板波を用いるのであれば、同様の効果を奏することができる。

[0076] 図 15 に弾性波装置 1A の周波数特性を実施例 3 として実線で示す。比較例 7 として、幅広部 27A を備えない以外は弾性波装置 1A と同様の構成の弾性波装置についての周波数特性を図 15 中に破線で示している。図 15 (a) ~ 図 15 (d) は、図 5 (a) ~ 図 5 (d) に相当する図である。

[0077] 図 15 から明らかなように、多層膜を備えない、メンブレン状の弾性波装置 1A においても最大位相値を高めることができることが確認できた。

[0078] (変形例)

図 14 に示す弾性波装置 1A のようにメンブレン形状の弾性波装置において、電極指 27 の形状を図 16 に示す実施例 4, 5, 比較例 8 のようにした。具体的には、実施例 4 は実施例 1 と同様の形状であり、実施例 5 は、実施例 4 の電極指形状において、領域 R3 に位置する電極指 27 の先端部分も幅広部としたものであり、比較例 8 は、領域 R3 に位置する電極指 27 の先端部分のみ幅広部とし、それ以外は領域 R4 と同等の電極指幅としたものである。

[0079] この実施例 4, 5, 比較例 8 の周波数特性を測定した結果を図 17 に示す。図 17 (a) ~ 図 17 (d) は、図 5 (a) ~ 図 5 (d) に相当する図である。図中において実施例 4 は実線で、実施例 5 は間隔の長い破線で、比較例 8 は間隔の短い破線でそれぞれ示している。

[0080] 図 17 (c) から明らかなように、比較例 8 は $f_r - f_a$ 間でスプリアスが多発しており、横モードの漏洩を低減できていないことが確認できる。すなわち、単に領域 R3 における電極幅を広くしても効果はなく、電極指 27 の根元から続く幅広部 27W により初めて横モードのロスを低減できることが確認できた。

[0081] また、実施例 4 と実施例 5 とを比較すると、実施例 5 は、実施例 4 に比べて、 f_a よりも高周波数側において若干特性が向上しているものの、 $f_r - f_a$ 間でスプリアスが若干大きくなっていると同時に、 f_r よりも低周波数側においてスプリアスが発生していることが確認できた。

[0082] (その他の変形例)

幅広部 27W の太さは、領域 R1 ~ R3 で一様であってもよい。この場合には、弾性波の伝搬方向に向かって突き出す突起部を備えないため、電極指同士が短絡する恐れを低減することができる。(弾性波装置の利用例：分波器)

[0083] 図 9 は、弾性波装置 1 の利用例としての分波器 101 の構成を模式的に示す回路図である。この図の紙面左上に示された符号から理解されるように、この図では、櫛歯電極 23・反射器 21 を簡略化して表わされている。

[0084] 分波器 101 は、例えば、送信端子 105 からの送信信号をフィルタリングしてアンテナ端子 103 へ出力する送信フィルタ 109 と、アンテナ端子 103 からの受信信号をフィルタリングして 1 対の受信端子 107 に出力する受信フィルタ 111 とを有している。

[0085] 送信フィルタ 109 は、例えば、複数の共振子 15 がラダー型に接続されて構成された、ラダー型フィルタによって構成されている。すなわち、送信フィルタ 109 は、送信端子 105 とアンテナ端子 103 との間に直列に接

続された複数（１つでも可）の共振子１５と、その直列のライン（直列腕）と基準電位とを接続する複数（１つでも可）の共振子１５（並列腕）とを有している。なお、送信フィルタ１０９を構成する複数の共振子１５は、例えば、同一の固着基板２（３、５および７）に設けられている。

[0086] 受信フィルタ１１１は、例えば、共振子１５と、多重モード型フィルタ（ダブルモード型フィルタを含むものとする。）１１３とを含んで構成されている。多重モード型フィルタ１１３は、弾性波の伝搬方向に配列された複数（図示の例では３つ）のＩＤＴ電極１９と、その両側に配置された１対の反射器２１とを有している。なお、受信フィルタ１１１を構成する共振子１５および多重モード型フィルタ１１３は、例えば、同一の固着基板２に設けられている。

[0087] なお、送信フィルタ１０９および受信フィルタ１１１は、同一の固着基板２に設けられていてもよいし、互いに異なる固着基板２に設けられていてもよい。図９は、あくまで分波器１０１の構成の一例であり、例えば、受信フィルタ１１１が送信フィルタ１０９と同様にラダー型フィルタによって構成されるなどしてもよい。

[0088] なお、分波器１０１として、送信フィルタ１０９と受信フィルタ１１１とを備える場合について説明したが、これに限定されない。例えば、ダイプレクサでもよいし、３以上のフィルタを含んだマルチプレクサであってもよい。

[0089] （弾性波装置の利用例：通信装置）

図１０は、弾性波装置１（分波器１０１）の利用例としての通信装置１５１の要部を示すブロック図である。通信装置１５１は、電波を利用した無線通信を行うものであり、分波器１０１を含んでいる。

[0090] 通信装置１５１において、送信すべき情報を含む送信情報信号ＴＩＳは、ＲＦ－ＩＣ（Radio Frequency Integrated Circuit）１５３によって変調および周波数の引き上げ（搬送波周波数の高周波信号への変換）がなされて送信信号ＴＳとされる。送信信号ＴＳは、バンドパスフィルタ１５５によって

送信用の通過帯以外の不要成分が除去され、増幅器 157 によって増幅されて分波器 101（送信端子 105）に入力される。そして、分波器 101（送信フィルタ 109）は、入力された送信信号 TS から送信用の通過帯以外の不要成分を除去し、その除去後の送信信号 TS をアンテナ端子 103 からアンテナ 159 に出力する。アンテナ 159 は、入力された電気信号（送信信号 TS）を無線信号（電波）に変換して送信する。

[0091] また、通信装置 151 において、アンテナ 159 によって受信された無線信号（電波）は、アンテナ 159 によって電気信号（受信信号 RS）に変換されて分波器 101（アンテナ端子 103）に入力される。分波器 101（受信フィルタ 111）は、入力された受信信号 RS から受信用の通過帯以外の不要成分を除去して受信端子 107 から増幅器 161 へ出力する。出力された受信信号 RS は、増幅器 161 によって増幅され、バンドパスフィルタ 163 によって受信用の通過帯以外の不要成分が除去される。そして、受信信号 RS は、RF-IC 153 によって周波数の引き下げおよび復調がなされて受信情報信号 RIS とされる。

[0092] なお、送信情報信号 TIS および受信情報信号 RIS は、適宜な情報を含む低周波信号（ベースバンド信号）でよく、例えば、アナログの音声信号もしくはデジタル化された音声信号である。無線信号の通過帯は、適宜に設定されてよく、本実施形態では、比較的高周波の通過帯（例えば 5 GHz 以上）も可能である。変調方式は、位相変調、振幅変調、周波数変調もしくはこれらのいずれか 2 つ以上の組み合わせのいずれであってもよい。回路方式は、図 17 では、ダイレクトコンバージョン方式を例示したが、それ以外の適宜なものとされてよく、例えば、ダブルスーパーヘテロダイン方式であってもよい。また、図 10 は、要部のみを模式的に示すものであり、適宜な位置にローパスフィルタやアイソレータ等が追加されてもよいし、また、増幅器等の位置が変更されてもよい。

[0093] 本開示は、以上の実施形態に限定されず、種々の態様で実施されてよい。例えば、各層の厚さおよび圧電層のオイラー角は、実施形態で例示した範囲

外の値とされてもよい。

符号の説明

[0094] 1…弾性波装置、3…基板、5…多層膜、7…圧電層、19…ＩＤＴ電極、11…低音響インピーダンス層、13…高音響インピーダンス層、37…保護膜。

請求の範囲

[請求項1]

圧電層と、

前記圧電層上に位置している I D T 電極を含む複数の共振子と、

前記複数の共振子上に位置する保護膜と、

を有しており、

前記 I D T 電極は、

互いに異なる電位に接続され、互いに間隔を開けて配置された第 1 バスバーおよび第 2 バスバーと、

弾性波伝搬方向に沿って交互に配列された、前記第 1 バスバーに接続され前記第 2 バスバー側に延びる第 1 電極指および前記第 2 バスバーに接続され前記第 1 バスバー側に延びる第 2 電極指と、を含み、

前記第 1 電極指は、前記第 1 バスバーに接続される部分から、前記第 1 電極指と前記第 2 電極指との配列方向でみたときに前記第 2 電極指の先端と重複する位置までの太さが、前記第 1 電極指と前記第 2 電極指との交差領域の中央付近に比べて太くなっている、拡幅部を備え、

前記圧電層の厚さは、前記 I D T 電極の電極指のピッチを p としたときに $1.5p$ 未満である、弾性波装置。

[請求項2]

A 1 モードの板波を用いる、請求項 1 に記載の弾性波装置。

[請求項3]

圧電層と、

前記圧電層上に位置している I D T 電極を含む複数の共振子と、

前記複数の共振子上に位置する保護膜と、

を有しており、

前記 I D T 電極は、

互いに異なる電位に接続され、互いに間隔を開けて配置された第 1 バスバーおよび第 2 バスバーと、

弾性波伝搬方向に沿って交互に配列された、前記第 1 バスバーに接続され前記第 2 バスバー側に延びる第 1 電極指および前記第 2 バス

バーに接続され前記第1バスバー側に延びる第2電極指と、を含み、

前記第1電極指は、前記第1バスバーに接続される部分から、前記第1電極指と前記第2電極指との配列方向でみたときに前記第2電極指の先端と重複する位置までの太さが、前記第1電極指と前記第2電極指との交差領域の中央付近に比べて太くなっている、拡幅部を備え、

A1モードの板波を用いる、弾性波装置。

[請求項4] 前記圧電層の厚さは、前記IDT電極の電極指のピッチを p としたときに、 $0.6p$ 以下である、

請求項1～3のいずれかに記載の弾性波装置。

[請求項5] 前記圧電層は、ニオブ酸リチウム単結晶からなり、そのオイラー角 (ϕ, θ, ψ) が $(0 \pm 10^\circ, 0^\circ \pm 10^\circ, 0^\circ \sim 360^\circ)$ である、請求項1～4のいずれかに記載の弾性波装置。

[請求項6] 前記IDT電極は、

前記第1バスバーに接続され、前記第2電極指の先端と対向する第1ダミー電極と、

前記第2バスバーに接続され、前記第2電極指の先端と対向する第2ダミー電極と、を備え、前記第1ダミー電極および前記第2ダミー電極は、前記第1電極指と前記第2電極指との交差領域の中央付近の太さに比べて太くなっている、請求項1～5のいずれかに記載の弾性波装置。

[請求項7] 前記第1電極指の伸びる方向を第1方向とし、前記第1電極指と前記第2電極指との繰り返し配列方向を第2方向とし、前記IDT電極の電極指のピッチを p とすると、

前記拡幅部は、

前記第2方向に見て前記第2ダミー電極と重なる位置を基準として、前記第1方向の前記第1バスバーと反対側に向けて $1.5p$ 以上 $2.5p$ 以下離れた位置まで太くなっている、請求項6に記載の弾性

波装置。

[請求項8]

基板と、

前記基板上に位置している低音響インピーダンス層と高音響インピーダンス層が交互に積層された多層膜と、を含み、

前記圧電層は前記多層膜上に位置している、請求項1～7のいずれかに記載の弾性波装置。

[請求項9]

アンテナ端子と、

前記アンテナ端子へ出力される信号をフィルタリングする送信フィルタと、

前記アンテナ端子から入力される信号をフィルタリングする受信フィルタと、

を有しており、

前記送信フィルタおよび前記受信フィルタの少なくとも一方が請求項1～8いずれかに記載の弾性波装置を含んでいる

分波器。

[請求項10]

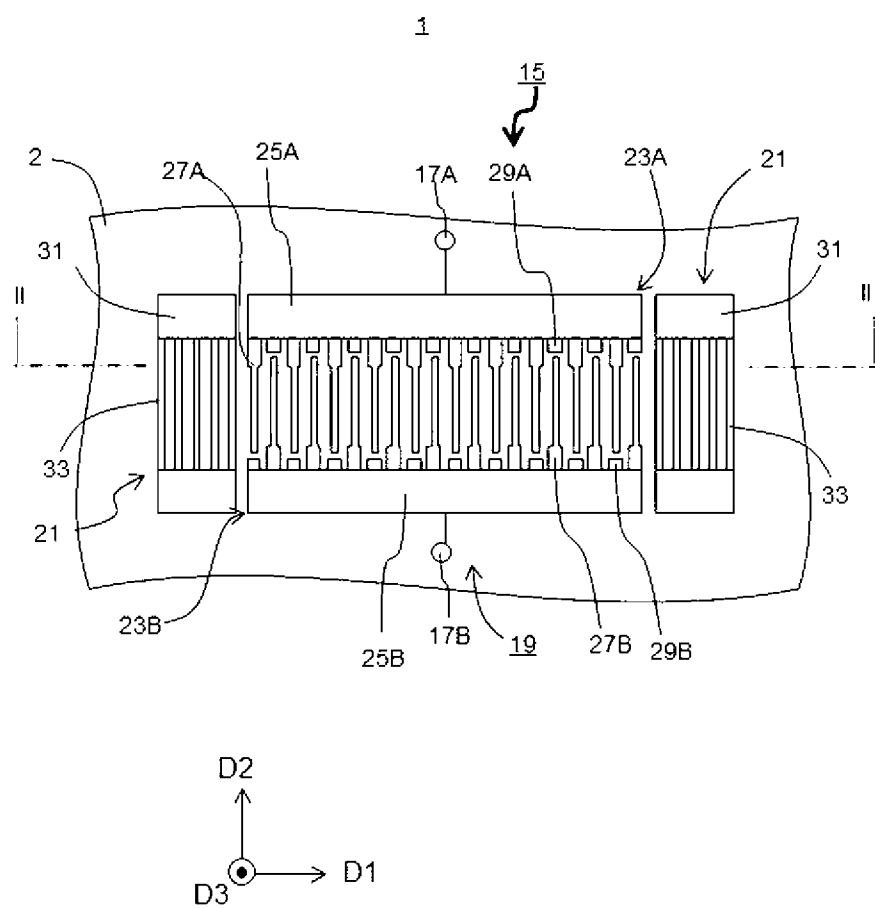
アンテナと、

前記アンテナに前記アンテナ端子が接続されている請求項9に記載の分波器と、

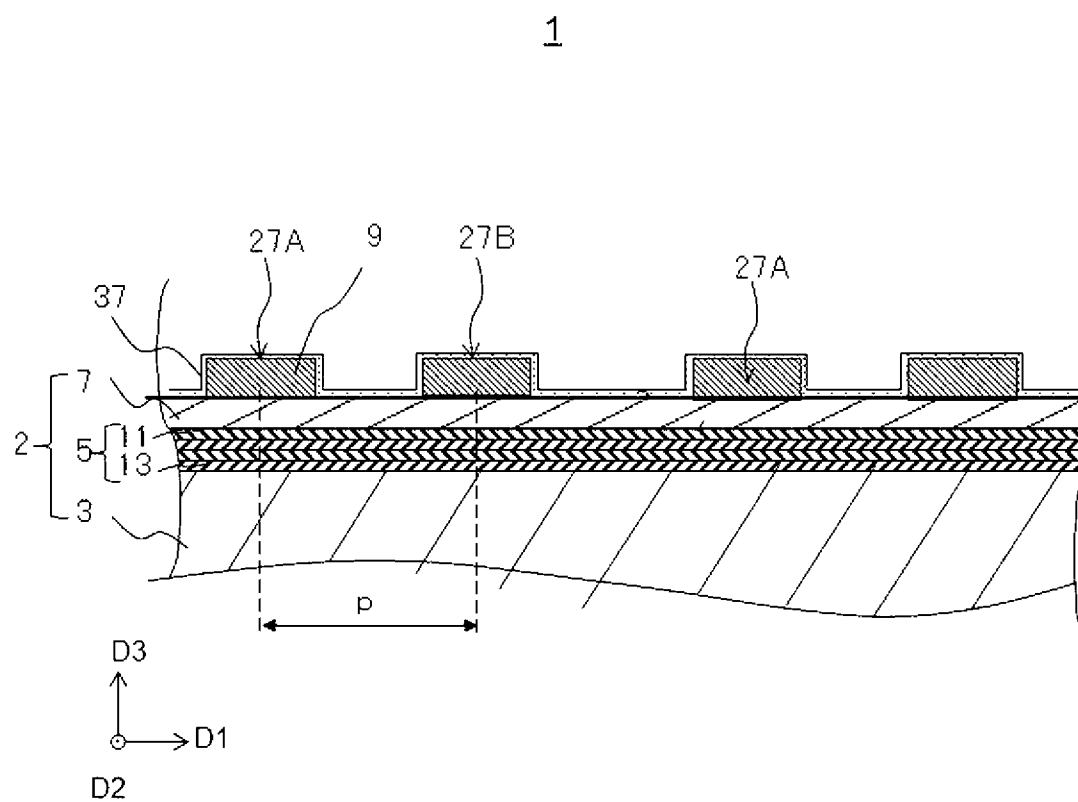
前記送信フィルタおよび前記受信フィルタに対して信号経路に関して前記アンテナ端子とは反対側に接続されているICと、

を有している通信装置。

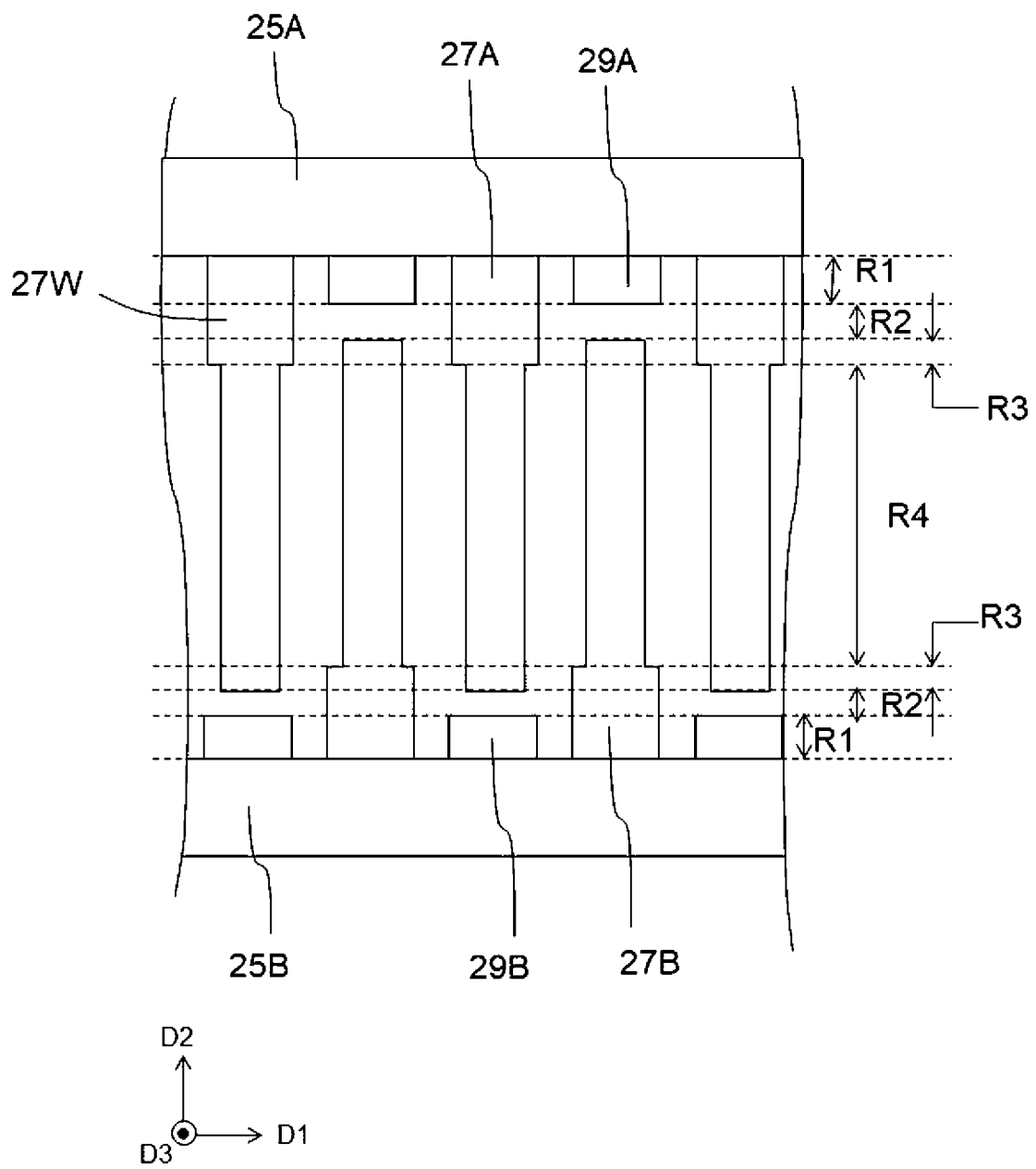
[図1]



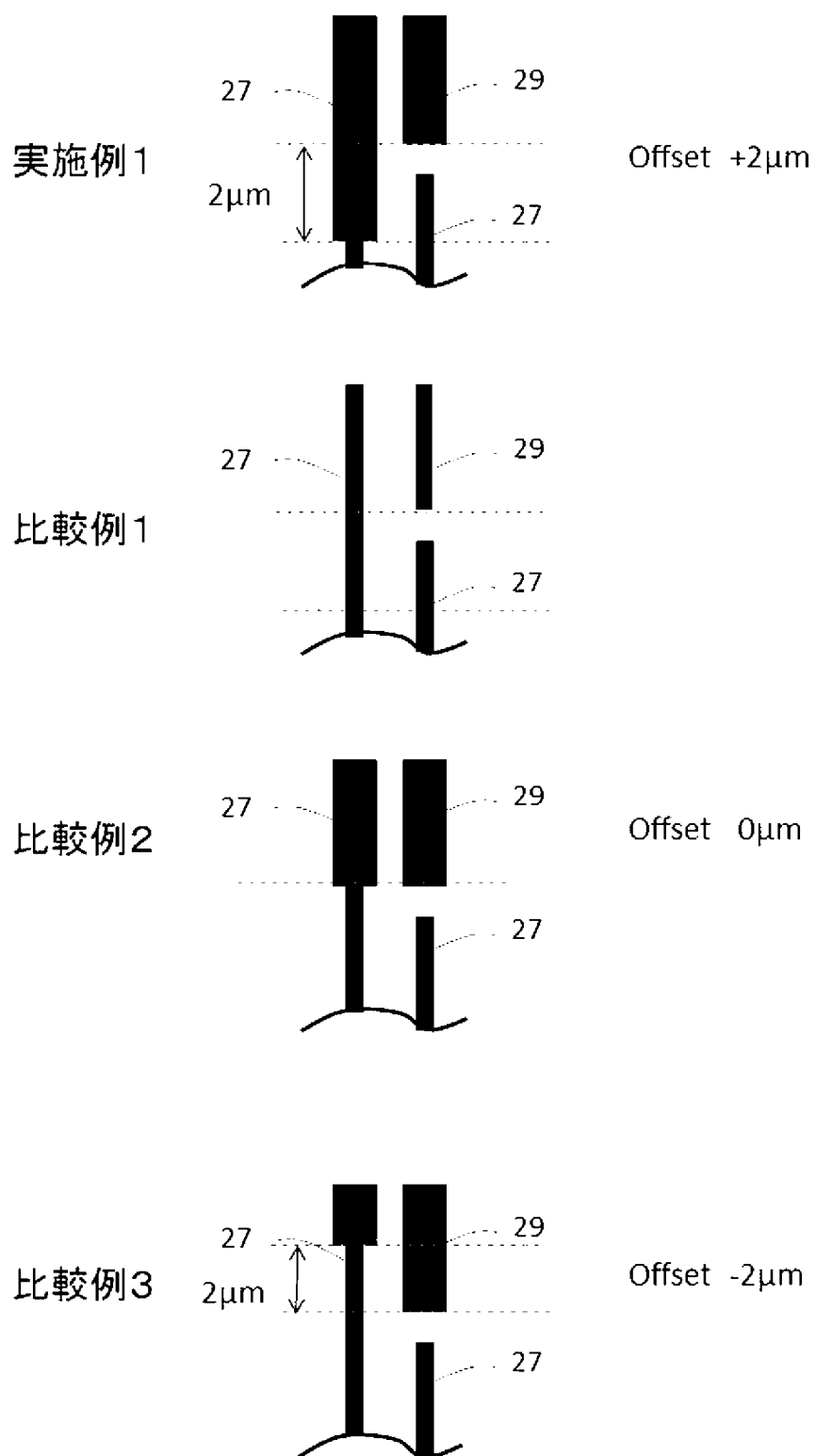
[図2]



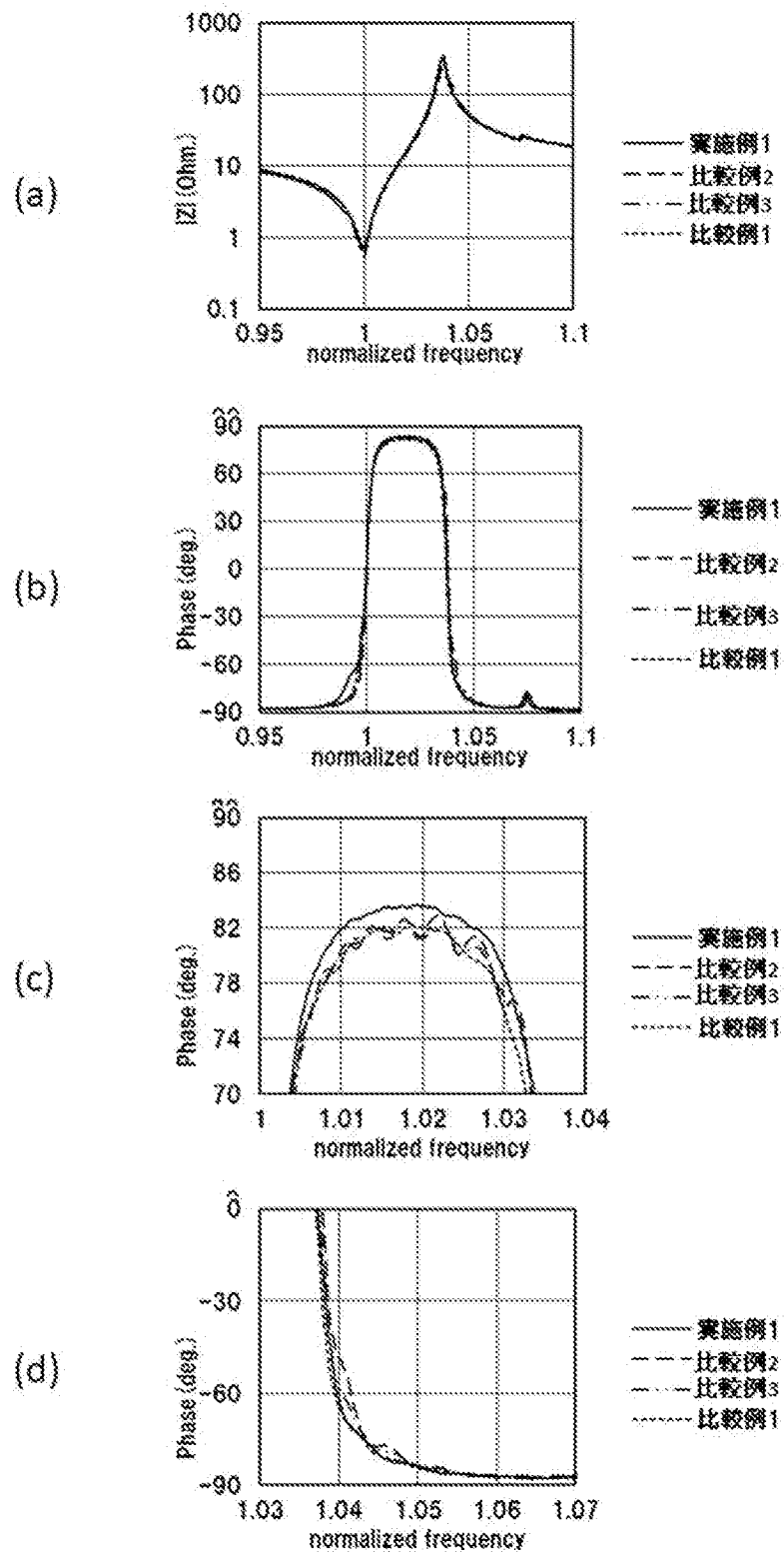
[図3]



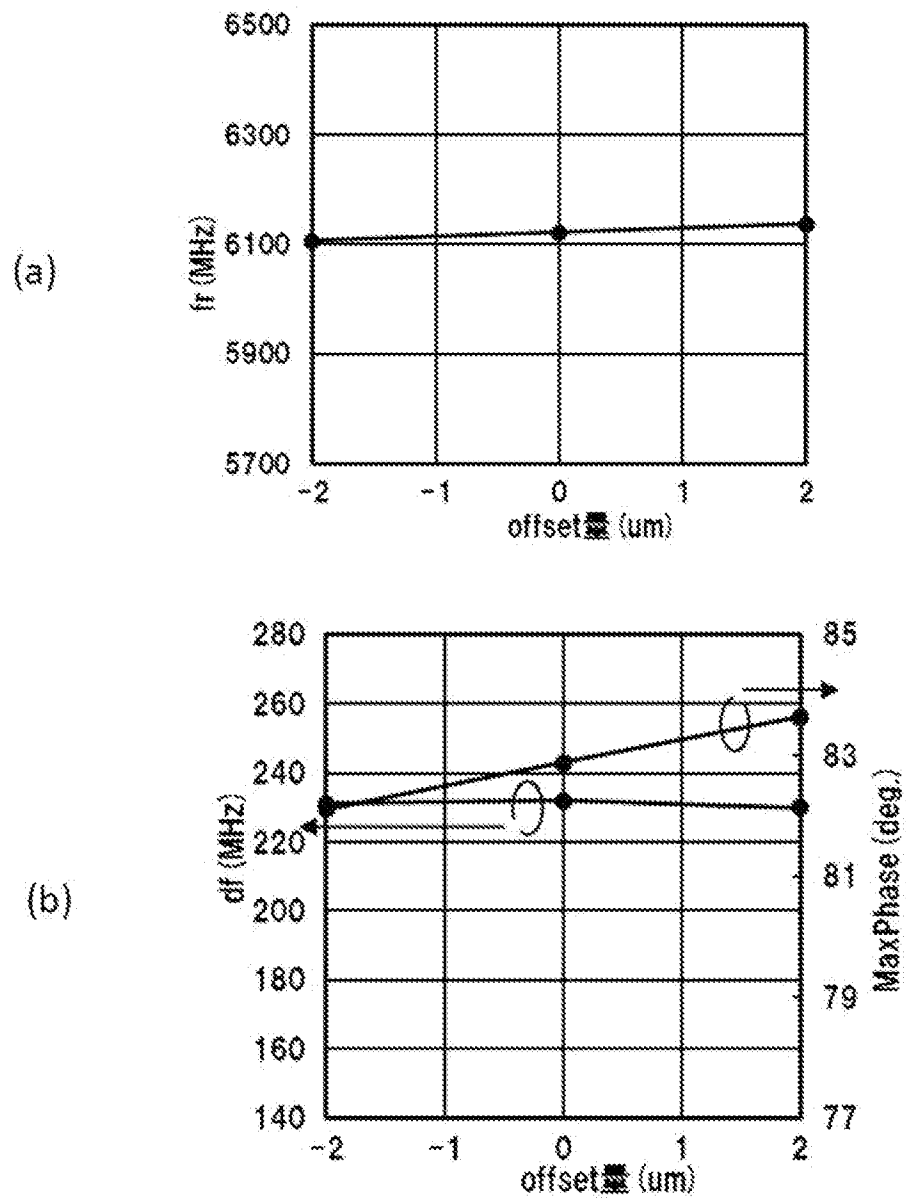
[図4]



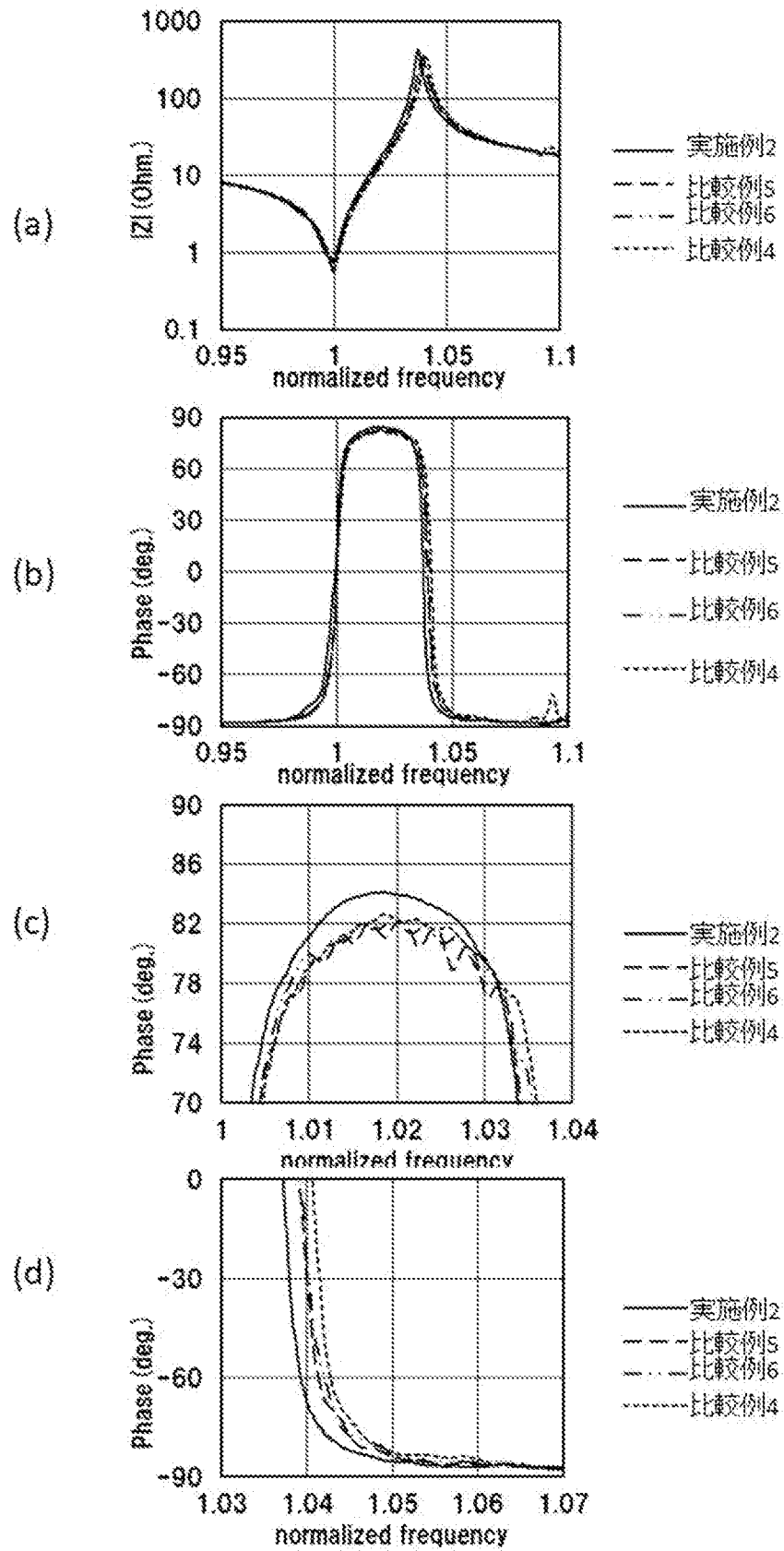
[図5]



[図6]

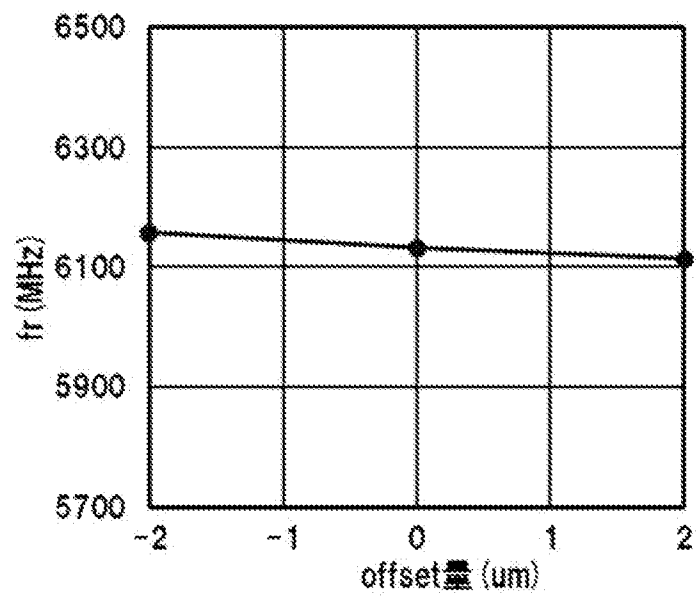


[図7]

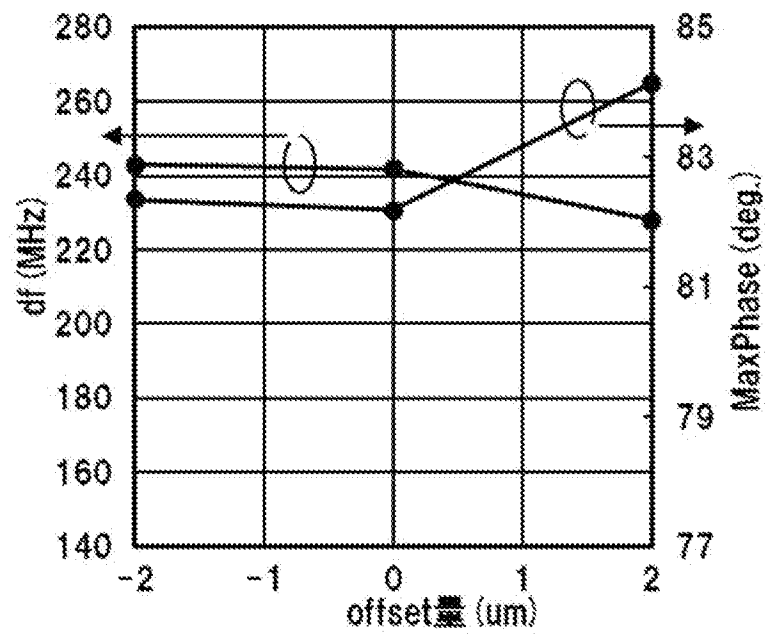


[図8]

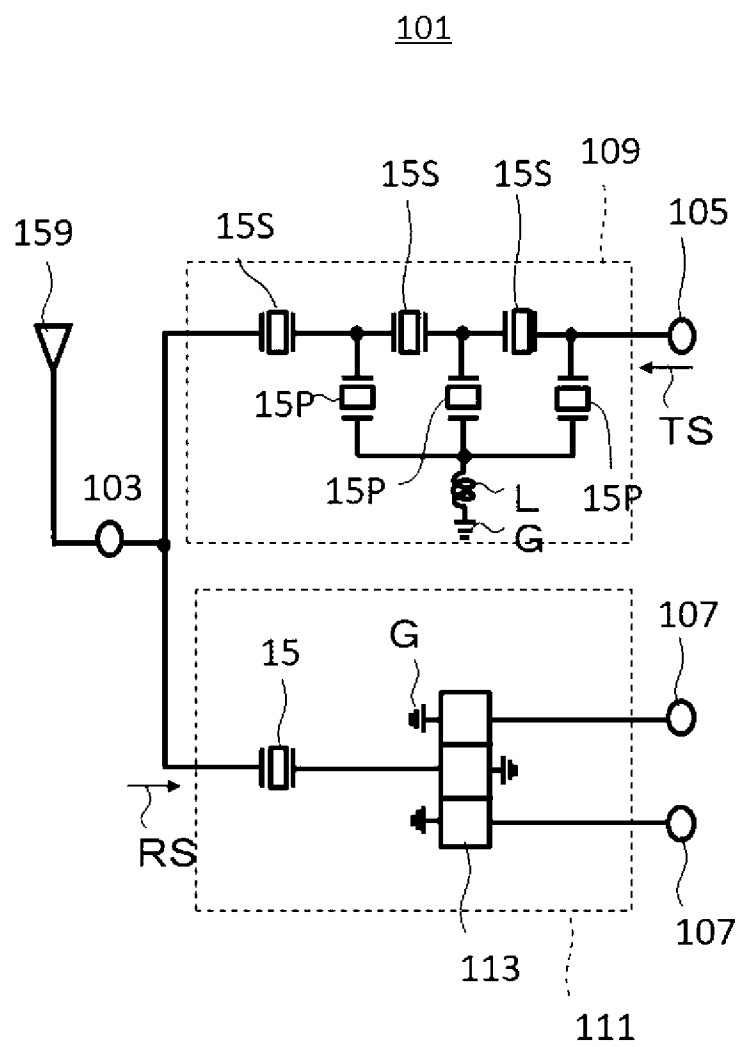
(a)



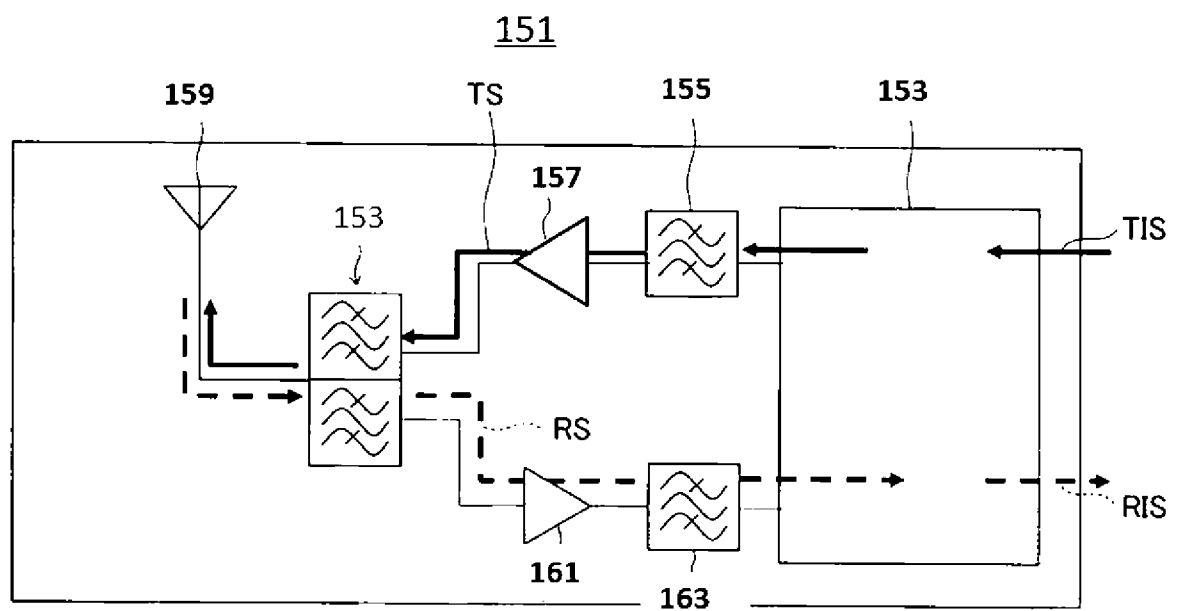
(b)



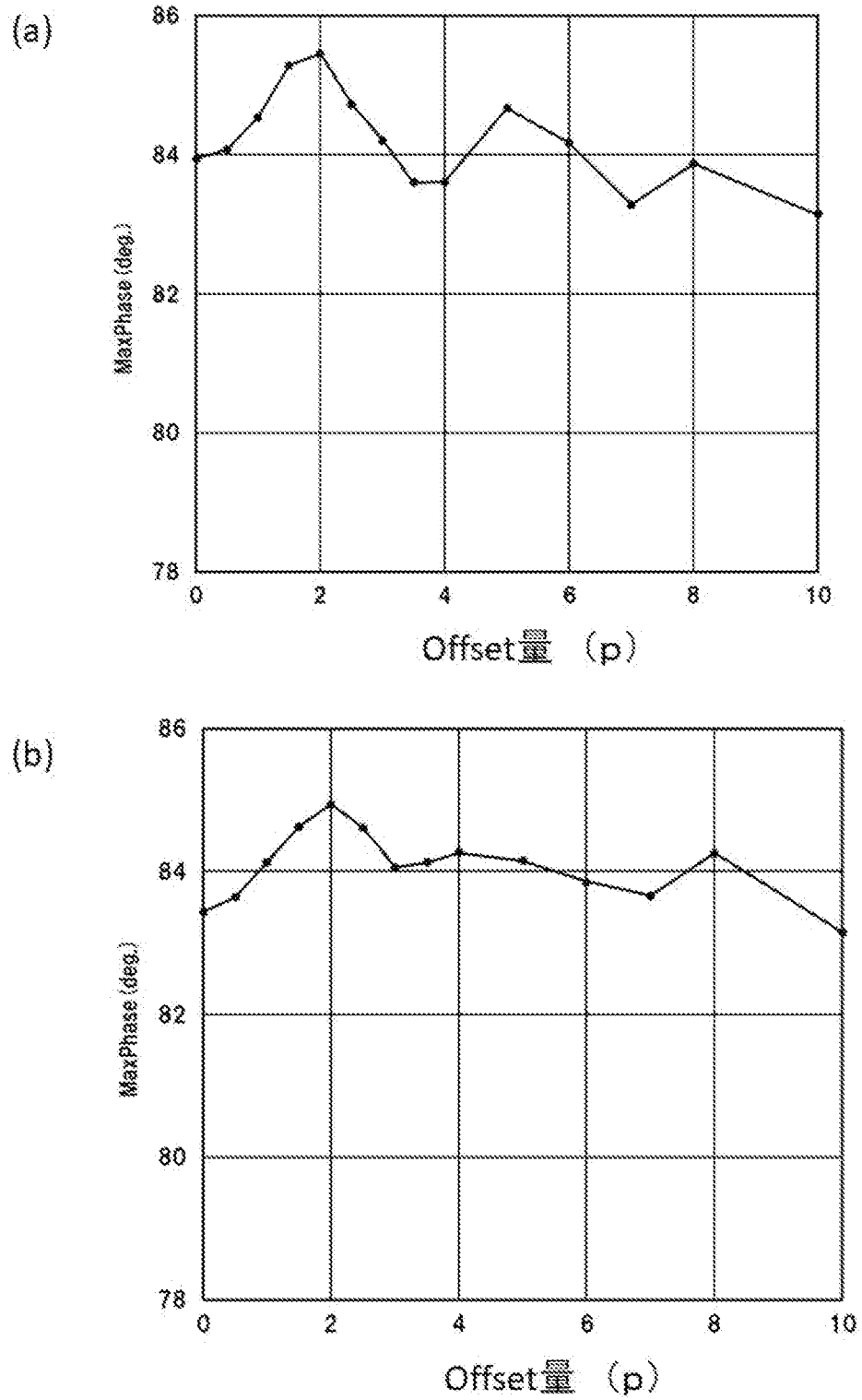
[図9]



[図10]

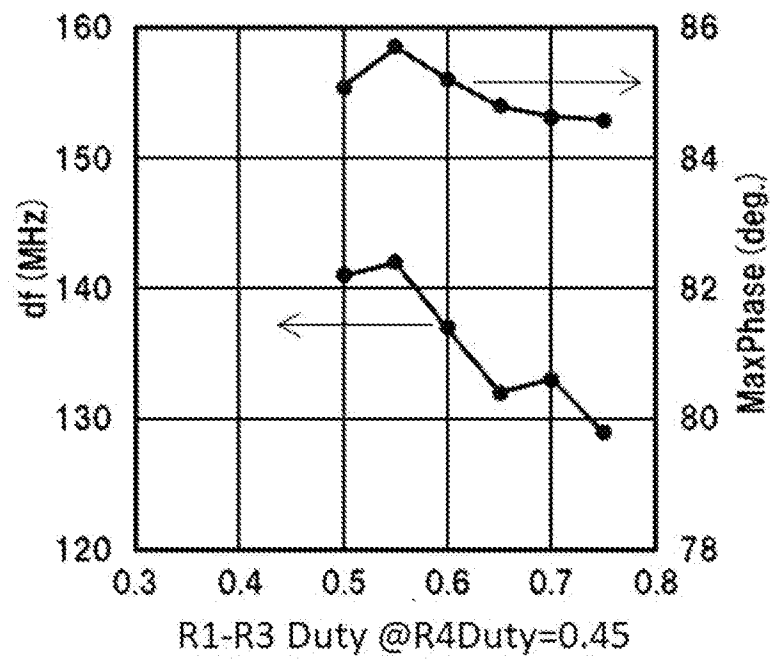


[図11]

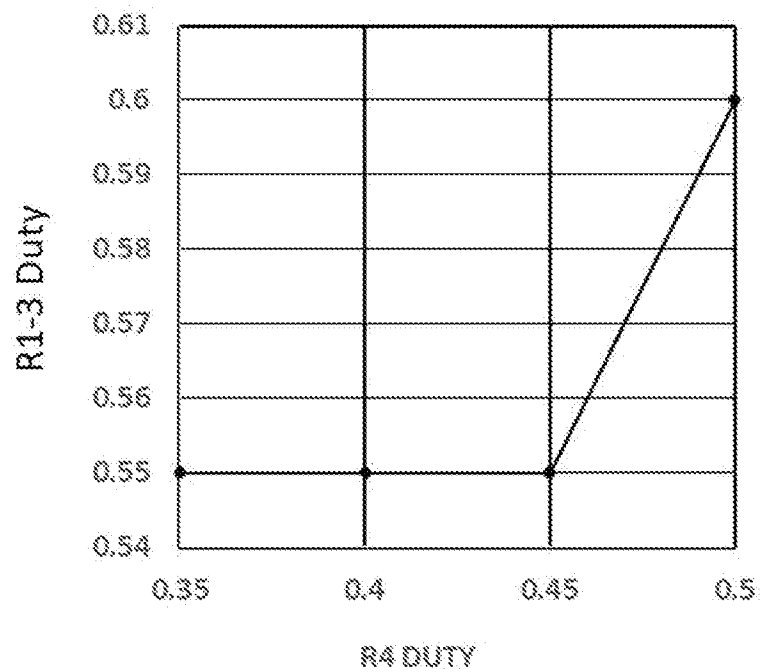


[図12]

(a)

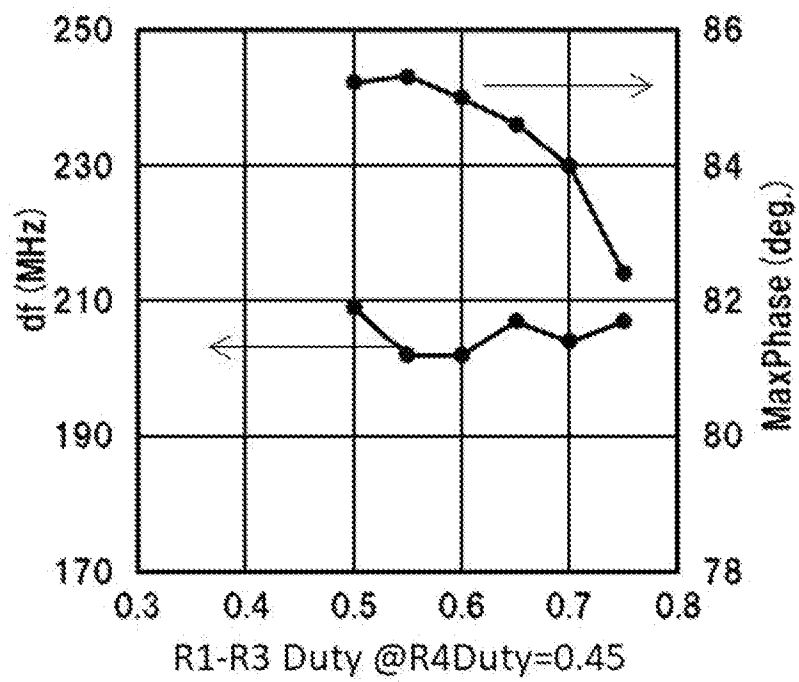


(b)

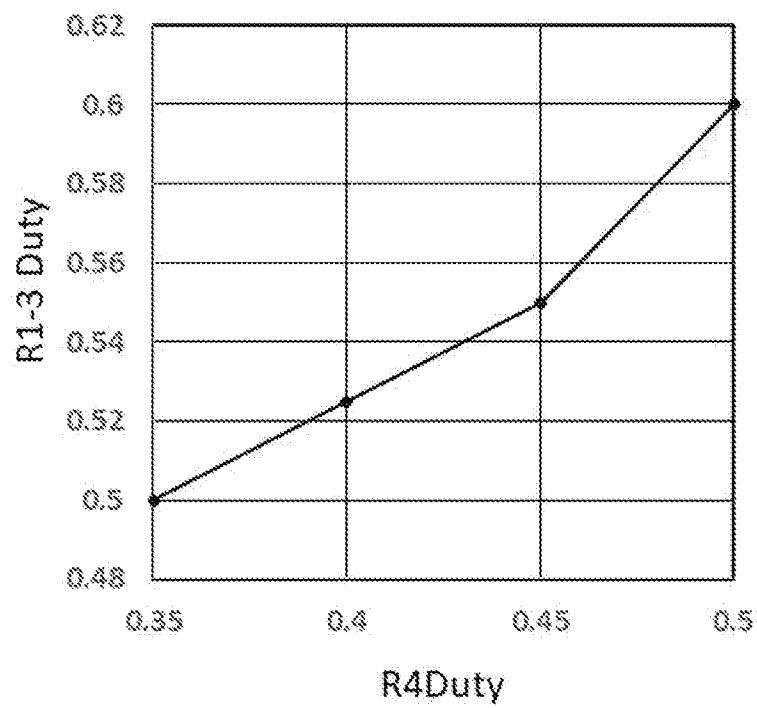


[図13]

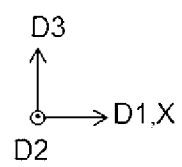
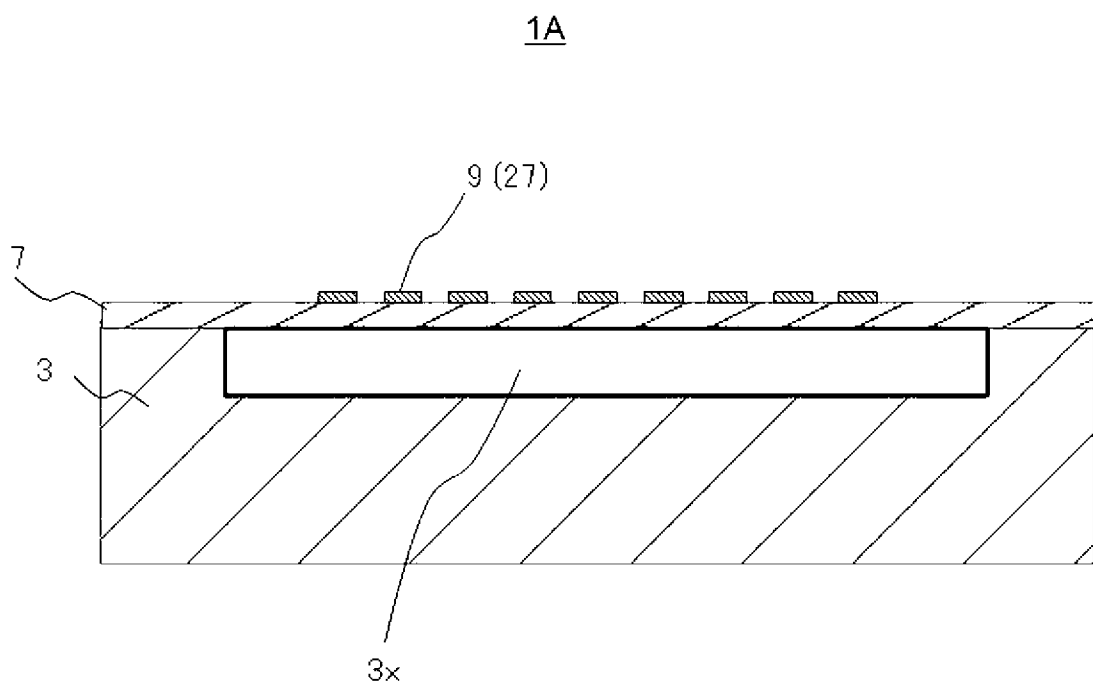
(a)



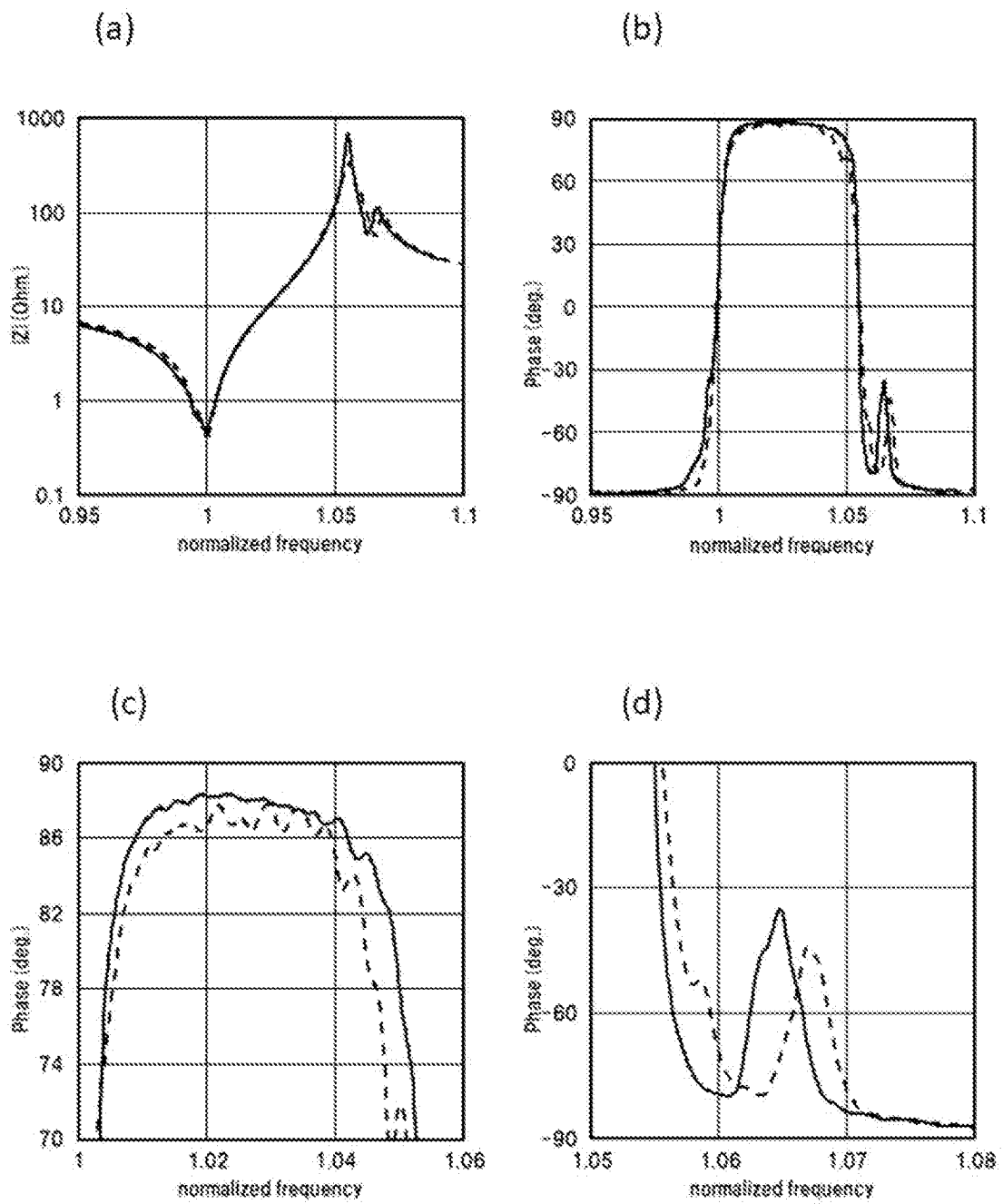
(b)



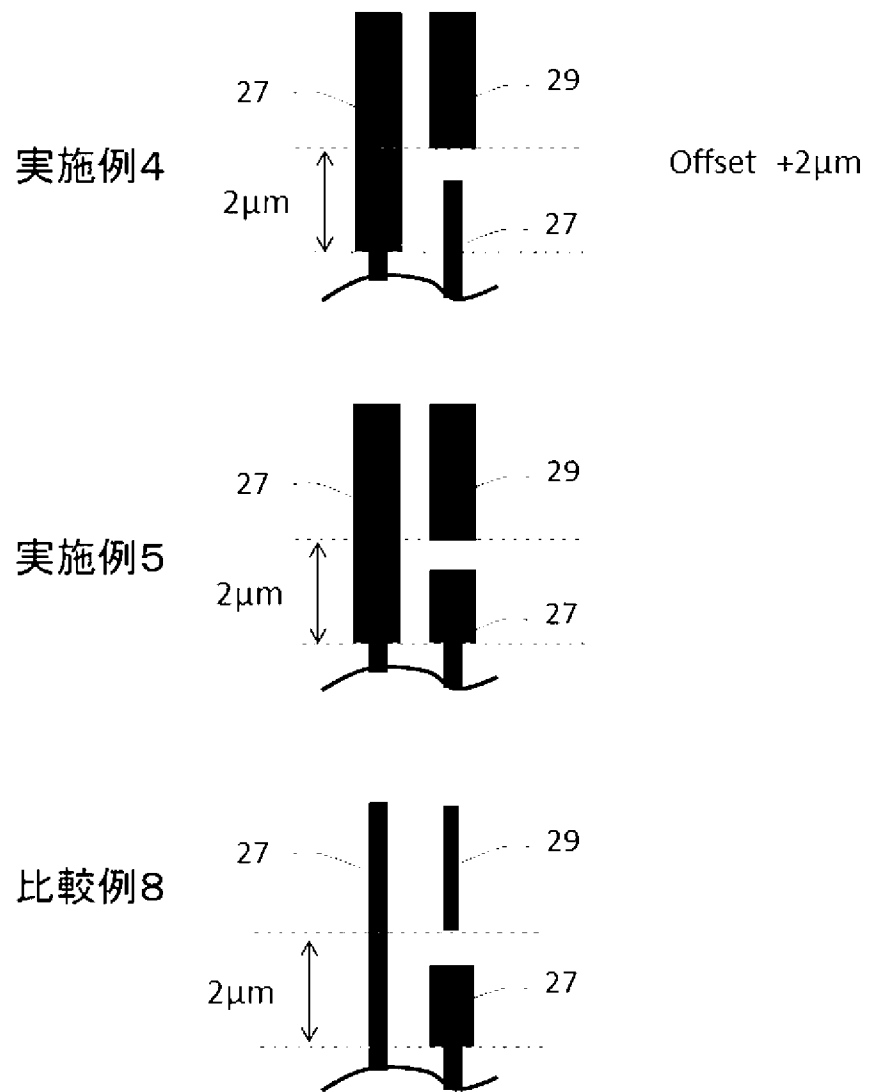
[図14]



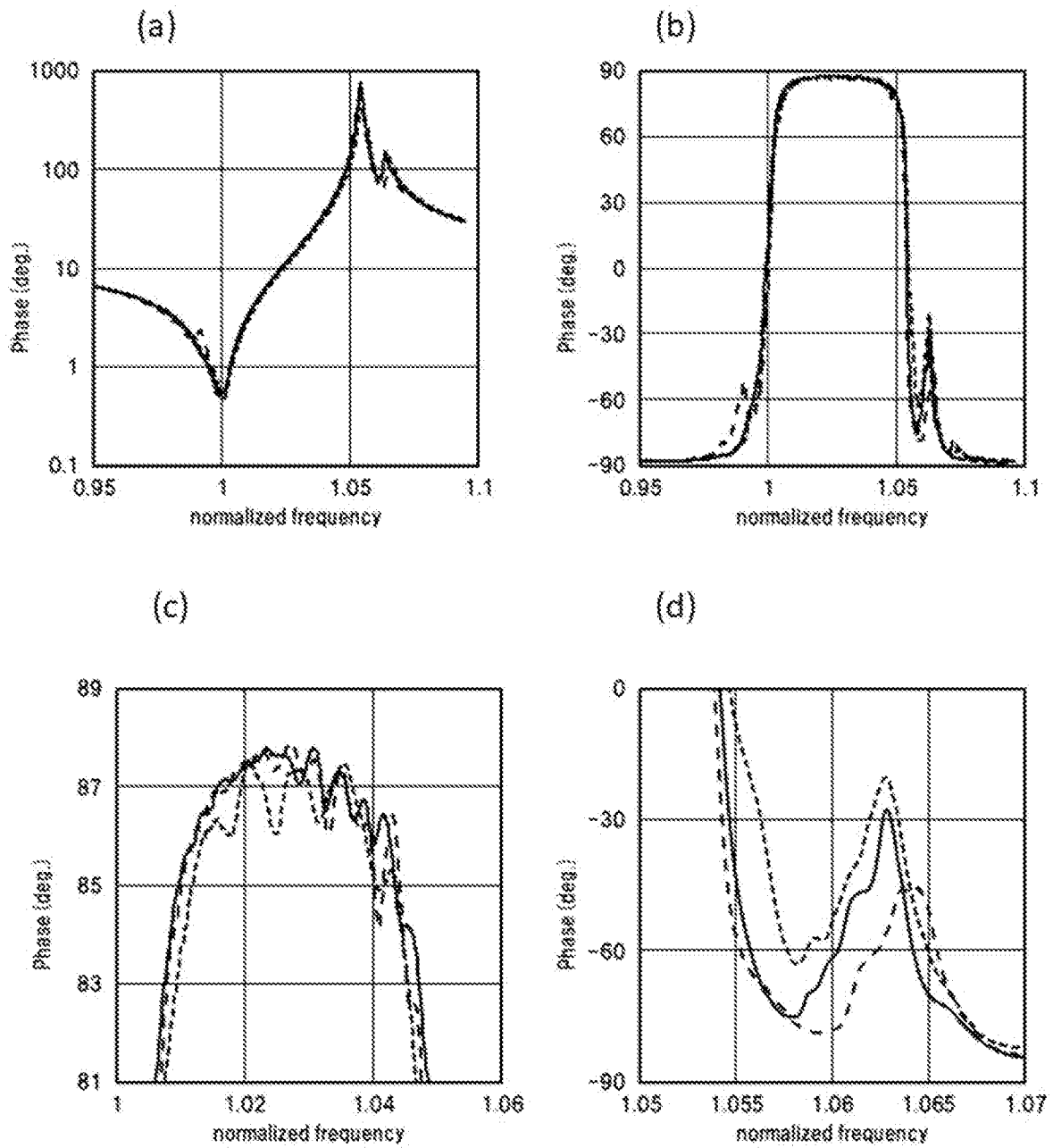
[図15]



[図16]



[図17]



—— 実施例4
 ---- 実施例5
 比較例8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/044567

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03H 9/145(2006.01)i; H03H 9/25(2006.01)i; H03H 9/72(2006.01)i
FI: H03H9/145 Z; H03H9/25 C; H03H9/72

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H03H9/145; H03H9/25; H03H9/72

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	WO 2017/051874 A1 (KYOCERA CORP.) 30.03.2017 (2017-03-30) paragraphs [0012]-[0053], fig. 1-3	1, 4, 6, 9-10 2-6, 8-10 7
Y	WO 2010/004741 A1 (PANASONIC CORP.) 14.01.2010 (2010-01-14) paragraphs [0007]-[0032], [0035], fig. 1-7	2-6, 8-10
Y	WO 2018/154950 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 30.08.2018 (2018-08-30) paragraphs [0026]-[0050], fig. 1-2	2-6, 8-10
Y	WO 2013/021948 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 14.02.2013 (2013-02-14) paragraphs [0034]-[0036], fig. 1-3	5-6, 8-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
17 January 2020 (17.01.2020)

Date of mailing of the international search report
28 January 2020 (28.01.2020)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2019/044567

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2017/051874 A1	30 Mar. 2017	US 2019/0109579 A1 paragraphs [0026]- [0068], fig. 1-3 CN 108141193 A	
WO 2010/004741 A1	14 Jan. 2010	US 2011/0109196 A1 paragraphs [0024]- [0049], [0052], fig. 1-7 CN 102089970 A	
WO 2018/154950 A1	30 Aug. 2018	KR 10-2019-0103411 A paragraphs [0026]- [0050], fig. 1-2 CN 110392978 A	
WO 2013/021948 A1	14 Feb. 2013	US 2014/0145556 A1 paragraphs [0047]- [0049], fig. 1-3 EP 2744107 A1 CN 103718458 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H03H 9/145(2006.01)i; H03H 9/25(2006.01)i; H03H 9/72(2006.01)i FI: H03H9/145 Z; H03H9/25 C; H03H9/72										
B. 調査を行った分野										
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H03H9/145; H03H9/25; H03H9/72										
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年									
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）										
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
X	WO 2017/051874 A1（京セラ株式会社）30.03.2017（2017 - 03 - 30） 段落[0012]-[0053], [図1]-[図3]	1, 4, 6, 9-10								
Y		2-6, 8-10								
A		7								
Y	WO 2010/004741 A1（パナソニック株式会社）14.01.2010（2010 - 01 - 14） 段落[0007]-[0032], [0035], [図1]-[図7]	2-6, 8-10								
Y	WO 2018/154950 A1（株式会社村田製作所）30.08.2018（2018 - 08 - 30） 段落[0026]-[0050], [図1]-[図2]	2-6, 8-10								
Y	WO 2013/021948 A1（株式会社村田製作所）14.02.2013（2013 - 02 - 14） 段落[0034]-[0036], [図1]-[図3]	5-6, 8-10								
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。										
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献										
国際調査を完了した日 17.01.2020		国際調査報告の発送日 28.01.2020								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 石田 昌敏 5W 4181 電話番号 03-3581-1101 内線 3576								

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2019/044567

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2017/051874	A1	30.03.2017	US 2019/0109579 A1 段落[0026]-[0068], [図1]- [図3] CN 108141193 A	
WO	2010/004741	A1	14.01.2010	US 2011/0109196 A1 段落[0024]-[0049], [0052], [図1]-[図7] CN 102089970 A	
WO	2018/154950	A1	30.08.2018	KR 10-2019-0103411 A 段落[0026]-[0050], [図1]- [図2] CN 110392978 A	
WO	2013/021948	A1	14.02.2013	US 2014/0145556 A1 段落[0047]-[0049], [図1]- [図3] EP 2744107 A1 CN 103718458 A	