

(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
2018年11月1日(01.11.2018)



(10) 国際公開番号

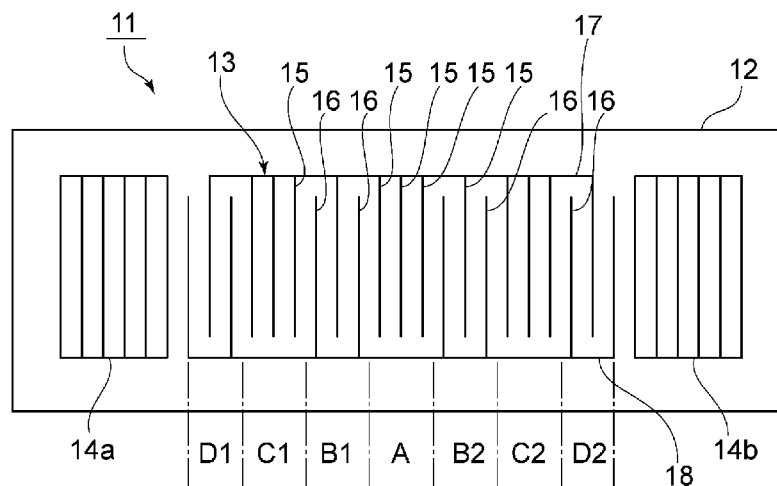
WO 2018/199070 A1

- (51) 国際特許分類:
H03H 9/145 (2006.01) H03H 9/64 (2006.01) JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 Kyoto (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/016562 (72) 発明者: 金澤 富夫 (KANAZAWA, Tomio); 〒6178555 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 Kyoto (JP). 清水 寛司 (SHIMIZU, Hiroshi); 〒6178555 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 Kyoto (JP). 木戸 俊介 (KIDO, Syunsuke); 〒6178555 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 Kyoto (JP). 中川 亮 (NAKAGAWA, Ryo); 〒6178555 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 Kyoto (JP).
- (22) 国際出願日: 2018年4月24日(24.04.2018)
- (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 2017-090499 2017年4月28日(28.04.2017) JP
特願 2017-126121 2017年6月28日(28.06.2017) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/

(54) Title: ACOUSTIC WAVE DEVICE, FILTER AND COMPOSITE FILTER DEVICE

(54) 発明の名称: 弾性波装置、フィルタ及び複合フィルタ装置

図2



(57) Abstract: An acoustic wave device with improved nonlinearity is provided. Provided is an acoustic wave device 11 wherein: an IDT electrode 13 is provided on a piezoelectric substrate 12; the IDT electrode 13 includes a plurality of first electrode fingers 15, and a plurality of second electrode fingers 16 connected to a potential different from that of the plurality of first electrode fingers 15; the direction orthogonal to the extension direction of the first and second electrode fingers 15, 16 is the acoustic wave propagation direction; the IDT electrode 13 has a first region A provided at the center in the acoustic wave propagation direction, second regions B1, B2 provided on one side and the other side of the first region A in the acoustic wave propagation direction, and third regions C1, C2 provided on the opposite sides of the second regions B1, B2 to the first region A in the acoustic wave propagation direction; in the second regions B1, B2, the first electrode fingers 15 and the second electrode fingers 16 are arranged alternately in the acoustic wave propagation direction; and in the first region A and the third regions C1, C2, the electrode fingers adjacent to each other along the



(74) 代理人: 特許業務法人 宮▲崎▼・目次特許事務所 (MIYAZAKI & METSUGI); 〒5400028
大阪府大阪市中央区常盤町 1 丁目 3 番 8
号 中央大通 F N ビル Osaka (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).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

acoustic wave propagation direction have the same potential or the electrode fingers are not connected to the potential.

(57) 要約: 非線形性が改善された弾性波装置を提供する。圧電性基板 1 2 上に、I D T 電極 1 3 が設けられており、I D T 電極 1 3 が、複数本の第 1 の電極指 1 5 と、複数本の第 1 の電極指 1 5 とは異なる電位に接続される複数本の第 2 の電極指 1 6 とを有し、第 1、第 2 の電極指 1 5、1 6 の延びる方向と直交する方向が弾性波伝搬方向であり、I D T 電極 1 3 が、弾性波伝搬方向中央に設けられた第 1 の領域 A と、弾性波伝搬方向において第 1 の領域 A の一方側及び他方側に設けられた第 2 の領域 B 1、B 2 と、弾性波伝搬方向において第 2 の領域 B 1、B 2 の前記第 1 の領域 A とは反対側に設けられた第 3 の領域 C 1、C 2 を有し、各第 2 の領域 B 1、B 2 において、第 1 の電極指 1 5 と第 2 の電極指 1 6 とが弾性波伝搬方向において交互に配置されており、第 1 の領域 A 及び第 3 の領域 C 1、C 2 では、弾性波伝搬方向に沿って隣り合う電極指の電位が同一もしくは電極指が電位に接続されていない、弾性波装置 1 1。

明 細 書

発明の名称： 弾性波装置、フィルタ及び複合フィルタ装置

技術分野

[0001] 本発明は、圧電性基板上にＩＤＴ電極が設けられている弾性波装置、該弾性波装置を有するフィルタ及び複合フィルタ装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、携帯電話機やスマートフォンのＲＦ段において、弾性波装置を利用した複数のフィルタが用いられている。この種のフィルタでは、弾性波共振子からなる複数の弾性波装置が接続されている。下記の特許文献１には、このような弾性波装置として用いられる弾性波共振子の一例が示されている。特許文献１に記載の弾性波装置では、圧電基板上に、ＩＤＴ電極及び一對の反射器が設けられている。ＩＤＴ電極では、複数本の第１の電極指と、第１の電極指と異なる電位に接続される複数本の第２の電極指とが弾性波伝搬方向において交互に配置されている。すなわち、弾性波伝搬方向に沿って隣り合う電極指の電位が異なるように、複数本の電極指が周期的に配置されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：ＷＯ２０１１／１０５３１７Ａ１

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ＩＤＴ電極において、複数本の第１の電極指と複数本の第２の電極指との間に交流電界を印加することにより、弾性波が励振される。もっとも、弾性波装置では、電位に接続される電極指が交互に配置されているため、非線形性により物的な歪が生じる。そのため、弾性波装置の特性が劣化することがある。また、このような弾性波装置を用いたフィルタを含む複数のフィルタがアンテナ端側で共通接続されている場合、フィルタの特性の劣化が生じる

ことがある。すなわち、1つのフィルタにおいて、上記非線形性による相互変調歪（IMD）や、高調波歪が生じると、他のフィルタに悪影響を及ぼすことがあった。特に、送信フィルタにおいて、アンテナに最も近い弾性波共振子の非線形性歪が大きいと、受信フィルタなどの他のフィルタの特性に悪影響を及ぼすことがあった。なお、弾性波共振子の線形性を高めるには、電極指交差幅×対数を大きくすることが知られているが、この場合には、弾性波共振子のインピーダンス特性（アドミタンス特性）が変わる。弾性波共振子を用いた弾性波装置で所望のフィルタ特性を得るために、アドミタンス特性を変えずに非線形性を改善することのできる弾性波共振子が求められていた。

[0005] 本発明の目的は、非線形性が改善された弾性波装置、該弾性波装置を有するフィルタ及び複合フィルタ装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明に係る弾性波装置は、圧電性基板と、前記圧電性基板上に設けられたIDT電極とを備え、前記IDT電極が、複数本の第1の電極指と、前記複数本の第1の電極指とは異なる電位に接続される複数本の第2の電極指とを有し、前記第1、第2の電極指の延びる方向と直交する方向が弾性波伝搬方向であり、前記IDT電極が弾性波伝搬方向中央に設けられた第1の領域と、前記弾性波伝搬方向において前記第1の領域の一方側及び他方側に設けられた第2の領域と、前記弾性波伝搬方向において、各前記第2の領域の前記第1の領域とは反対側に設けられた第3の領域を有し、前記第2の領域において、前記第1の電極指と前記第2の電極指とが前記弾性波伝搬方向において交互に配置されており、前記第1の領域及び前記第3の領域では、前記弾性波伝搬方向に沿って隣り合う電極指の電位が同一もしくは電極指が電位に接続されていない。

[0007] 本発明に係る弾性波装置のある特定の局面では、前記第1の領域及び前記第3の領域において、前記弾性波伝搬方向に沿って隣り合う電極指が同電位とされている。この場合、前記第1の領域及び前記第3の領域の少なくとも

一方において、前記電極指よりも弾性波伝搬方向に沿う幅方向寸法が大きい、太幅電極指を有していてもよい。

[0008] 本発明に係る弾性波装置の他の特定の局面では、前記第 1 の領域及び前記第 3 の領域の少なくとも一方が、電位に接続されていない浮き電極指からなる。

[0009] 本発明に係る弾性波装置のさらに他の特定の局面では、2つの前記第 2 の領域において、前記第 1 の領域側の端部の前記電極指が同電位に接続される。

[0010] 本発明に係る弾性波装置の別の特定の局面では、2つの前記第 2 の領域において、前記第 1 の領域側の端部の前記電極指が異なる電位に接続される。

[0011] 本発明に係る弾性波装置のさらに別の特定の局面では、前記第 1 の領域の前記電極指が奇数本であり、2つの前記第 2 の領域において、前記第 1 の領域側の端部の前記電極指の極性が互いに異なっている。

[0012] 本発明に係る弾性波装置のさらに別の特定の局面では、前記第 1 の領域の前記電極指が偶数本であり、2つの前記第 2 の領域において、前記第 1 の領域側の端部の前記電極指の極性が互いに同じである。

[0013] 本発明に係るフィルタは、弾性波共振子からなる複数の弾性波装置を有するフィルタであって、前記複数の弾性波装置のうち、少なくとも1つの弾性波装置が、圧電性基板と、前記圧電性基板上に設けられた I D T 電極とを備え、前記 I D T 電極が、複数本の第 1 の電極指と、前記複数本の第 1 の電極指とは異なる電位に接続される複数本の第 2 の電極指とを有し、前記第 1 , 第 2 の電極指の延びる方向と直交する方向が弾性波伝搬方向であり、前記 I D T 電極が前記弾性波伝搬方向中央に設けられた第 1 の領域と、前記弾性波伝搬方向において前記第 1 の領域の一方側及び他方側に設けられた第 2 の領域と、前記弾性波伝搬方向において、各前記第 2 の領域の前記第 1 の領域とは反対側に設けられた第 3 の領域を有し、前記第 2 の領域において、前記第 1 の電極指と前記第 2 の電極指とが前記弾性波伝搬方向において交互に配置されており、前記第 1 の領域及び前記第 3 の領域では、前記弾性波伝搬方向

に沿って隣り合う電極指の電位が同一もしくは電極指が電位に接続されていない。

[0014] 本発明に係る複合フィルタ装置は、 n 個のフィルタを備え、前記 n 個のフィルタの一端が共通接続されており、前記 n 個のフィルタのうち少なくとも1つのフィルタが、本発明に従って構成された弾性波装置を有する。

[0015] 本発明に係る複合フィルタ装置のある特定の局面では、 n 個のフィルタと、前記 n 個のフィルタの一端が共通接続されているアンテナ端子と、を備え、前記 n 個のフィルタのうち少なくとも1つのフィルタが、少なくとも1つの弾性波装置を有し、前記フィルタにおいて、前記アンテナ端子に最も近い前記弾性波装置が、本発明に従って構成された弾性波装置からなる。

発明の効果

[0016] 本発明に係る弾性波装置によれば、非線形性を改善することができる。従って、本発明に係る弾性波装置を用いた本発明に係るフィルタ及び複合フィルタ装置によれば、電気的特性の劣化が生じ難く、かつ他のフィルタのフィルタ特性の劣化が生じ難い。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]図1は、本発明の第1の実施形態に係る弾性波装置を有する複合フィルタ装置の回路図である。

[図2]図2は、本発明の第1の実施形態の弾性波装置の平面図である。

[図3]図3は、本発明の第1の実施形態の弾性波装置における第1の領域、第2の領域及び第3の領域を説明するための模式的正面図である。

[図4]図4は、実施例1及び比較例1の弾性波装置のアドミタンス特性を示す図である。

[図5]図5は、実施例1及び比較例1の弾性波装置における3次高調波歪の周波数特性を示す図である。

[図6]図6は、実施例1及び比較例1の弾性波装置におけるIMD特性を示す図である。

[図7]図7は、比較例1におけるIDT電極の電極指の極性を説明するための

模式図である。

[図8]図8は、第1の実施形態の弾性波装置におけるIDT電極の電極指の極性を説明するための模式図である。

[図9]図9は、第1の実施形態の弾性波装置におけるIDT電極の電極指の極性を説明するための模式図である。

[図10]図10は、第1の実施形態の弾性波装置における両側の反射器で反射されたメインモードの弾性波及び高次モードの伝搬状態を説明するための模式図である。

[図11]図11は、第1の実施形態についての実施例2の弾性波装置及び比較例1の弾性波装置の3次高調波歪の周波数特性を示す図である。

[図12]図12は、第1の実施形態についての実施例2の弾性波装置及び比較例1の弾性波装置のIMD特性を示す図である。

[図13]図13は、本発明の第2の実施形態に係る弾性波装置の平面図である。

[図14]図14は、第2の実施形態の弾性波装置についての実施例3及び比較例2の位相特性を示す図である。

[図15]図15は、第2の実施形態の弾性波装置を用いた帯域通過型フィルタとしてのノッチフィルタの回路図である。

[図16]図16は、図15に示したノッチフィルタについて実施例4及び比較例3の通過特性を示す図である。

[図17]図17は、図16に示した通過特性の一部を拡大して示す図である。

[図18]図18は、第1の領域としての連続領域の構成の第1の変形例を示す模式的平面図である。

[図19]図19は、第1の領域としての連続領域の構成の第2の変形例を示す模式的平面図である。

[図20]図20は、本発明の弾性波装置に用いられるIDT電極の変形例を示す模式的平面図である。

[図21]図21は、本発明の弾性波装置に用いられるIDT電極の他の変形例

を示す模式的平面図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、図面を参照しつつ、本発明の具体的な実施形態を説明することにより、本発明を明らかにする。

[0019] なお、本明細書に記載の各実施形態は、例示的なものであり、異なる実施形態間において、構成の部分的な置換または組み合わせが可能であることを指摘しておく。

[0020] 図1は、本発明の第1の実施形態の弾性波装置を有する複合フィルタ装置の回路図である。

[0021] 複合フィルタ装置1は、第1～第3のフィルタ5～7を有する。本実施形態では、第1～第3のフィルタ5～7は、それぞれ、帯域通過型フィルタである。

[0022] 複合フィルタ装置1は、アンテナ端子2を有する。アンテナ端子2に、第1～第3のフィルタ5～7の一端が共通接続されている。第1のフィルタ5は、送信フィルタである。第1のフィルタ5は、複数の直列腕共振子S1～S4及び複数の並列腕共振子P1、P2、P3を有する。第1のフィルタ5は、従って、ラダー型の弾性波フィルタである。第1のフィルタ5は、送信端子3に接続されている。第2のフィルタ6は受信端子4に接続されている。

[0023] 直列腕共振子S1～S4及び並列腕共振子P1～P3は、1ポート型弾性波共振子からなる。

[0024] 複合フィルタ装置1の特徴は、第1のフィルタ5において、直列腕共振子S1～S4及び並列腕共振子P1～P3が、本発明の弾性波装置により構成されていることにある。これを、直列腕共振子S1を代表して以下において説明する。

[0025] 図2は、直列腕共振子S1を構成している第1の実施形態の弾性波装置1の平面図である。図3は、本発明の第1の実施形態の弾性波装置における第1の領域、第2の領域及び第3の領域を説明するための模式的正面図であ

る。弾性波装置 11 では、圧電性基板 12 上に、IDT 電極 13 及び反射器 14a, 14b が設けられている。弾性波装置 11 は、1ポート型弾性波共振子である。前述したように、弾性波装置では、IDT 電極における非線形性により歪が生じるという問題があった。これに対して、弾性波装置 11 では、IDT 電極 13 が、以下の構成を備えるため、非線形性が改善されている。

[0026] IDT 電極 13 は、複数本の第 1 の電極指 15 と、複数本の第 2 の電極指 16 とを有する。複数本の第 1 の電極指 15 は、第 1 のバスバー 17 に一端が接続されている。複数本の第 2 の電極指 16 は、第 2 のバスバー 18 に一端が接続されている。

[0027] ところで、前述したように、従来の IDT 電極では、複数本の第 1, 第 2 の電極指が、弾性波伝搬方向に沿って、交互に配置されていた。これに対して、IDT 電極 13 では、図 2 に示すように、弾性波伝搬方向中央に位置する第 1 の領域 A において、隣り合う第 1 の電極指 15 が同電位となるように、3 本の第 1 の電極指 15 が第 1 のバスバー 17 に接続されている。すなわち、第 1 の領域 A においては、隣り合う電極指は同電位に接続されていることになる。

[0028] 第 1 の領域 A の弾性波伝搬方向両側に第 2 の領域 B1, B2 が設けられている。第 2 の領域 B1, B2 では、第 1 の電極指 15 と第 2 の電極指 16 とが弾性波伝搬方向において交互に配置されている。従って、第 2 の領域 B1, B2 では、第 1, 第 2 の電極指 15, 16 間に交流電界を印加した場合、弾性波が励振される。

[0029] 第 2 の領域 B1, B2 の第 1 の領域 A とは反対側に、第 3 の領域 C1, C2 が設けられている。第 3 の領域 C1, C2 では、第 1 の領域 A と同様に、複数本の第 1 の電極指 15 の一端が第 1 のバスバー 17 に接続されており、第 2 の電極指 16 は配置されていない。従って、第 3 の領域 C1, C2 においても、非線形性が改善されている。

[0030] 第 3 の領域 C1, C2 の弾性波伝搬方向外側には、第 4 の領域 D1, D2

が設けられている。第4の領域D1, D2においては、第1の電極指15と第2の電極指16とが弾性波伝搬方向において交互に配置されている。従って、第4の領域D1, D2においても、駆動に際し弾性波が励振される。

[0031] 弾性波装置11では、IDT電極13が、上記第1の領域A及び第3の領域C1, C2を有するため、非線形性が改善されている。そのため、駆動に際し、歪が生じ難い。特に、IDT電極13においては、弾性波伝搬方向における中央領域において、駆動に際し大きな応力が生じる。すなわち、第1の領域Aが、上記のように、第1, 第2の電極指の周期的構造を有しない不連続部分とされていることにより、線形性をより効果的に高めることが可能とされている。

[0032] 上記第1の実施形態の弾性波装置11によりアドミタンス特性やインピーダンス特性の変化をもたらすことなく、非線形性が改善されることを、以下の実施例1及び比較例1を参照して説明する。

[0033] 以下の設計パラメータで、実施例1の弾性波装置11を作製した。圧電性基板12として、LiNbO₃を用いた。電極指ピッチで定まる波長 λ は4.6 μ mとした。IDT電極13におけるデューティは、0.5とした。IDT電極13の電極指の本数は、全体で237本とした。反射器14a, 14bにおける電極指の本数は10本とした。IDT電極13において、第1の領域Aの電極指の本数は11本、第2の領域B1, B2における電極指の本数は、51本、第3の領域C1, C2における電極指の本数は11本、第4の領域D1, D2における電極指の本数は51本とした。また、電極指交差幅は110 μ mとした。

[0034] 比較のために、電極指交差幅は100 μ mであり、第1, 第3の領域においても、第1の電極指と第2の電極指とが弾性波伝搬方向において交互に配置されていることを除いては、上記実施例1と同様にして比較例1の弾性波装置を作製した。なお、比較例1の弾性波装置における電極指交差幅が100 μ mであるのに対し、実施例1では、容量が異なるため、電極指交差幅を110 μ mと補正した。

- [0035] 図4に実線で実施例1のアドミタンス特性を、破線で比較例1のアドミタンス特性を示す。なお、上記実施例1の弾性波共振子における共振周波数と反共振周波数との間の周波数域は800MHz～900MHzである。
- [0036] 図4から明らかなように、実線と破線がほぼ重なっており、実施例1の弾性波装置11では、比較例1の弾性波装置と共振特性がほとんど変わらないことがわかる。
- [0037] 図5は、実施例1及び比較例1の弾性波装置における3次高調波歪の周波数特性を示す図であり、図6は、IMD特性を示す図である。実線が実施例1の結果を、破線が比較例1の結果を示す。図5及び図6から明らかなように、比較例1に比べ、実施例1によれば、3次高調波歪を小さくすることができ、かつIMD特性も改善されていることがわかる。
- [0038] なお、3次高調波の周波数域は、2400MHz～2700MHzに現れている。
- [0039] また、 $IMD = 2f_1 - f_2$ において、 $f_1 = 825\text{MHz} \sim 849\text{MHz}$ とし、 $f_2 = 870\text{MHz} \sim 894\text{MHz}$ とした。従って、 $2f_1 - f_2 = 780\text{MHz} \sim 804\text{MHz}$ である。
- [0040] 上記のように、弾性波装置11において、非線形性が改善されるメカニズムを、図7及び図8を参照して説明する。
- [0041] 図7は、比較例1の弾性波装置におけるIDT電極の複数本の電極指の極性を示す模式図である、図8は第1の実施形態の弾性波装置11における第1の領域A付近の複数本の電極指の極性を示す模式図である。図7及び図8では、励振強度を、「1」、「0.5」、「0」で模式的に表す。すなわち、隣り合う電極指の極性が反転している場合、励振強度は1であり、同極性の場合には、0となる。図7に示すように、比較例1の弾性波装置では、隣り合う電極指の極性が反転しているため、励振強度は高いが、非線形性が高くなっている。これに対して、図8に示すように、第1の実施形態では、第1の領域Aにおいて、隣り合う電極指の極性が等しくなっているため、励振強度が低められているが、それによって線形性が高められている。しかも、

弾性波伝搬方向中央に第１の領域Ａが設けられているため、応力が大きい中央領域において、線形性をより一層効果的に改善することが可能とされている。

[0042] なお、弾性波装置１１では、第２の領域Ｂ１の第１の領域Ａ側の電極指は、第２の電極指１６であり、第２の領域Ｂ２の第１の領域Ａ側の端部の電極指も第２の電極指１６であり、両電極指が同極性であった。

[0043] もっとも、第２の領域Ｂ１から第１の領域Ａを通過して第２の領域Ｂ２に伝搬する波にとって、第２の領域Ｂ１と第２の領域Ｂ２の極性が異なっていることが好ましい。図９に示すように、第１の領域ＡのＩＤＴ電極の電極指の本数が奇数本である場合は、第２の領域Ｂ１の第１の領域Ａ側の端部の電極指を第２の電極指１６とし、第２の領域Ｂ２の第１の領域Ａ側の端部の電極指を第１の電極指１５とすることが望ましい。すなわち、第２の領域Ｂ１の第１の領域Ａ側の端部の電極指の極性と、第２の領域Ｂ２の第１の領域Ａ側の端部の電極指の極性が異なっていることが好ましい。第１の領域ＡのＩＤＴ電極の電極指の本数が偶数本である場合は、第２の領域Ｂ１の第１の領域Ａ側の端部の電極指を第２の電極指１６とし、第２の領域Ｂ２の第１の領域Ａ側の端部の電極指を第２の電極指１６とすることが望ましい。すなわち、第２の領域Ｂ１の第１の領域Ａ側の端部の電極指の極性と、第２の領域Ｂ２の第１の領域Ａ側の端部の電極指の極性が同じであることが好ましい。いずれの場合にも、反射器で反射され、第１の領域Ａを通過してきた高調波を相殺し、より良好な特性を得ることができる。これを、図１０を参照して説明する。

[0044] 図１０に示すように、ＩＤＴ電極１３を駆動すると、第２の領域Ｂ１で励振されたメインモードの弾性波と、第２の領域Ｂ２で励振されたメインモードの弾性波とが図示の矢印で示す方向に伝搬する。この場合、ＩＤＴ電極１３におけるメインモードの弾性波の反射係数が大きいため、矢印Ａ１で示す弾性波は領域Ａで反射されて領域Ｂ１に戻り、矢印－Ａ１で示す弾性波も同様に領域Ａで反射され領域Ｂ２に戻るため、結果として、メインモードの弾

性波は相殺されない。これに対して、高次モードについては、矢印 B 1 a で示す高次モードと、矢印 - B 1 a で示す高次モードが、それぞれ矢印方向に伝搬するが、I D T 電極 1 3 における高次モードの反射係数が小さいため、それぞれの高次モードは領域 A を通過し、両者が逆相となる。そのため、高次モードの応答を効果的に抑制することができる。このように、第 2 の領域 B 1 から第 1 の領域 A を通過して第 2 の領域 B 2 に伝搬する波にとって、第 2 の領域 B 1 と第 2 の領域 B 2 の極性を異ならせることが望ましい。このような望ましい弾性波装置についての実施例 2 及び比較例 1 について、図 1 1 及び図 1 2 を参照して説明する。

[0045] 実施例 2 の設計パラメータは、第 2 の領域 B 1, B 2 の第 1 の領域 A 側の端部の電極指の極性を逆極性としたことを除いては、実施例 1 と同様とした。実施例 2 の弾性波装置及び比較例 1 の弾性波装置のアドミタンス特性は、図 4 に示した実施例 1 のアドミタンス特性とほぼ重なっていた。他方、図 1 1 は、実施例 2 及び比較例 1 の弾性波装置の 3 次高調波歪の周波数特性を示す図であり、図 1 2 は I M D 特性を示す図である。図 1 1 及び図 1 2 において、実線が実施例 2 の結果を、破線が比較例 1 の結果を示す。図 1 1 から明らかのように、実施例 2 においても、比較例 1 に比べて、3 次高調波の歪を小さくし得ることがわかる。また、図 1 2 に示すように、I M D 特性についても、実施例 2 によれば、比較例 1 に比べて改善され得ることがわかる。すなわち、I D T 電極における線形性の向上により、3 次高調波歪の周波数特性及び I M D 特性が改善されている。

[0046] (第 2 の実施形態)

図 1 3 は、本発明の第 2 の実施形態に係る弾性波装置 3 1 の平面図である。弾性波装置 3 1 では、第 1 の領域 A、第 3 の領域 C 1, C 2 において、複数本の浮き電極指 3 5 が設けられている。浮き電極指 3 5 は、第 1 のバスバー 1 7 にも、第 2 のバスバー 1 8 にも電氣的に接続されていない。すなわち、浮き電極指 3 5 は、電氣的に浮かされている。従って、例えば第 1 の領域 A においては、複数本の浮き電極指 3 5 により、反射器が構成されている。

第3の領域C 1, C 2においても、複数本の浮き電極指3 5により反射器が構成されている。

[0047] 弾性波装置3 1では、第2の領域B 1, B 2及び第4の領域D 1, D 2は、弾性波装置1 1と同様に構成されている。

[0048] 弾性波装置3 1では、I D T電極1 3において、上記第1の領域A及び第3の領域C 1, C 2が、電極周期の不連続部分とされている。すなわち、第1の電極指1 5と第2の電極指1 6とが交互に配置されている電極構造において、第1の領域A及び第3の領域C 1, C 2が該周期的構造の不連続部分とされている。そして、第1の領域A及び第3の領域C 1, C 2においては、圧電効果により弾性波が励振されないため、線形性が高められている。従って、弾性波装置3 1では、弾性波装置1 1と同様に、非線形性が改善されている。このように、本発明においては、上記第1の領域A及び第3の領域C 1, C 2においては、電極指が他の電位に接続されていないことによって、非線形性が改善されてもよい。

[0049] 上記第2の実施形態の弾性波装置3 1についての実施例3及び比較例2の位相特性を図1 4に示す。

[0050] なお、実施例3の設計パラメータとしては、第1の領域A及び第3の領域C 1, C 2において、以下のように構成したことを除いては、実施例1と同様とした。

[0051] 第1の領域A：浮き電極指を1 1本配置した。

[0052] 第3の領域C 1, C 2：浮き電極指を1 1本配置した。

[0053] 第2の領域B 1の第1の領域A側の端部の電極指の極性と、第2の領域B 2の第1の領域A側の端部の電極指の極性を異ならせた。

[0054] 第4の領域D 1の第3の領域C 1側の端部の電極指の極性と、第2の領域B 1の第3の領域C 1側の端部の電極指の極性を異ならせた。

[0055] 第4の領域D 2の第3の領域C 2側の端部の電極指の極性と、第2の領域B 2の第3の領域C 2側の端部の電極指の極性を異ならせた。

[0056] 図1 4において、実線が実施例3の結果を示し、破線が比較例2の結果を

示す。なお、実施例3においては、共振周波数は2450MHzとなるように設計した。図14における矢印E1～E3は、全て不要波の応答を示す。比較例2に比べ、実施例3によれば、矢印E1～E3で示す不要波が効果的に抑制されていることがわかる。上記構成を取ることで、複数領域で不要波の相殺が実現できる。すなわち、第2の領域B1から第1の領域Aを通過して第2の領域B2に入った高次モードは第2の領域B2の高次モードと相殺される。第4の領域D1から第3の領域C1を通過して第2の領域B1に入った高次モードは第2の領域B1の高次モードと相殺される。第4の領域D2から第3の領域C2を通過して第2の領域B2に入った高次モードは第2の領域B2の高次モードと相殺される。よって、不要波が効果的に抑制される。

[0057] 図15は、本発明の第2の実施形態としてのノッチフィルタの回路図である。ノッチフィルタ41は、直列腕に設けられたインダクタンスL1、L2と、並列腕に設けられた静電容量とを有する、ローパスフィルタである。ここでは、並列腕に設けられた静電容量の一部が、共振子R1、R2で置換されている。共振子R1、R2の共振周波数である2.4GHz付近において、急峻な減衰特性が得られるように構成されている。それによって、2.5GHz～3.3GHzの周波数帯の信号を通過させることが可能とされている。なお、共振子R1、R2における静電容量を、それぞれ、C1a、C2aとする。また、インダクタンスL1、L2のインダクタンス値を、L1a、L2aとする。

[0058] 第2の実施形態についての実施例としての実施例4及び比較例3を、以下のパラメータで作製した。

[0059] 実施例4において、L1a、L2aはそれぞれ1.5nH、C1a、C2aはそれぞれ1.5pFとした。共振子R1、R2は、実施例3の弾性波装置31で構成されている。

[0060] 比較例3において、L1a、L2aはそれぞれ1.5nH、C1a、C2aはそれぞれ1.5pFとした。共振子R1、R2は、以下のように構成し

たことを除いては、実施例3の弾性波装置31と同様とした。

[0061] 第2の領域B1の第1の領域A側の端部の電極指の極性と、第2の領域B2の第1の領域A側の端部の電極指の極性とは、同じとされている。

[0062] 第4の領域D1の第3の領域C1側の端部の電極指の極性と、第2の領域B1の第3の領域C1側の端部の電極指の極性とは、同じとされている。

[0063] 第4の領域D2の第3の領域C2側の端部の電極指の極性と、第2の領域B2の第3の領域C2側の端部の電極指の極性とは、同じとされている。

[0064] 図16は、実施例4及び比較例3のノッチフィルタの通過特性を示し、図17は、図16の一部を拡大して示す図である。なお、実線が実施例4、破線が比較例3の結果を示す。

[0065] 図16及び図17から、実施例4によれば、通過帯域である、 $2.7\text{ GHz} \sim 3.3\text{ GHz}$ 付近において、不要波による局所的な挿入損失の劣化を大幅に小さくし得ることがわかる。

[0066] 上記第1の実施形態及び第2の実施形態では、第1の領域Aや、第3の領域C1、C2において、中期の不連続部分として、隣り合う電極指が同電位に接続される構成や、複数の浮き電極指を示したが、これらの形成パターンについては、特に限定されない。例えば、図2において、同電位となる3本の隣り合う第1の電極指15間をメタライズしてもよい。すなわち、弾性波伝搬方向両側の第1の電極指15間が、金属膜で構成されていてもよい。この場合、IDT電極13において最大の電極指幅を有する電極指であって、当該電極指を除く電極指における平均電極指幅の2倍以上の電極指幅を有する太幅電極指（塗りつぶし電極）となる。また、図18に示す第1の変形例のように、一本の浮き電極指35のみで第1の領域を構成してもよい。また、図19に示す、第2の変形例のように、第1の領域において、隣り合う浮き電極指35間をメタライズしてもよい。この場合、図19に示す図は、弾性波伝搬方向両側の浮き電極指35間が金属膜で構成されることになる。また、複数の浮き電極指の少なくとも一部の浮き電極指の電位を同一とするため、一部の浮き電極指間が交差幅方向の端部にて電氣的に接続されていても

よい。なお、図18及び図19において、浮き電極35における励振強度を $\times 1$ として示す。

[0067] また、第1、第2の実施形態及び図18及び図19に示した各構成において、第1の領域Aに対し、両側の第2の領域B1、B2の第1の領域A側の端部の電極指は、前述したように、異なる極性であることが好ましいが、同極性であってもよい。

[0068] また、図20に示すように、IDT電極51において、交差幅重み付けが施されていてもよい。さらに、図21に示すIDT電極52のように、交差幅重み付けが施されており、さらにバスバーが弾性波伝搬方向に対して傾斜していてもよい。また、IDT電極52のように、第1、第2のダミー電極指53、54が設けられているものであってもよい。

[0069] また、弾性波を励振する圧電材料層としては、リチウムタンタレート、リチウムナイオベート、水晶など特に限定されない。また、高次モードの発生しやすい圧電材料層上に、酸化シリコン、窒化シリコン等の誘電膜を形成した積層構造、圧電材料層をシリコンやアルミナ、サファイア等の支持基板に貼り付けた積層構造であってもよい。

符号の説明

- [0070] 1…複合フィルタ装置
2…アンテナ端子
3…送信端子
4…受信端子
5～7…第1～第3のフィルタ
11…弾性波装置
12…圧電性基板
13…IDT電極
14a, 14b…反射器
15, 16…第1, 第2の電極指
17, 18…第1, 第2のバスバー

3 1 …弾性波装置

3 5 …浮き電極指

4 1 …ノッチフィルタ

5 1 … I D T 電極

5 2 … I D T 電極

5 3, 5 4 …第 1, 第 2 のダミー電極指

P 1 ～ P 3 …並列腕共振子

S 1 ～ S 4 …直列腕共振子

請求の範囲

- [請求項1] 圧電性基板と、前記圧電性基板上に設けられたＩＤＴ電極とを備え、
- 前記ＩＤＴ電極が、複数本の第１の電極指と、前記複数本の第１の電極指とは異なる電位に接続される複数本の第２の電極指とを有し、
- 前記第１、第２の電極指の延びる方向と直交する方向が弾性波伝搬方向であり、
- 前記ＩＤＴ電極が弾性波伝搬方向中央に設けられた第１の領域と、前記弾性波伝搬方向において前記第１の領域の一方側及び他方側に設けられた第２の領域と、前記弾性波伝搬方向において、各前記第２の領域の前記第１の領域とは反対側に設けられた第３の領域を有し、前記第２の領域において、前記第１の電極指と前記第２の電極指とが前記弾性波伝搬方向において交互に配置されており、前記第１の領域及び前記第３の領域では、前記弾性波伝搬方向に沿って隣り合う電極指の電位が同一もしくは電極指が電位に接続されていない、弾性波装置。
- [請求項2] 前記第１の領域及び前記第３の領域において、前記弾性波伝搬方向に沿って隣り合う電極指が同電位とされている、請求項１に記載の弾性波装置。
- [請求項3] 前記第１の領域及び前記第３の領域の少なくとも一方において、前記電極指よりも弾性波伝搬方向に沿う幅方向寸法が大きい、太幅電極指を有する、請求項２に記載の弾性波装置。
- [請求項4] 前記第１の領域及び前記第３の領域の少なくとも一方が、電位に接続されていない浮き電極指からなる、請求項１に記載の弾性波装置。
- [請求項5] ２つの前記第２の領域において、前記第１の領域側の端部の前記電極指が同電位に接続される、請求項１～４のいずれか１項に記載の弾性波装置。
- [請求項6] ２つの前記第２の領域において、前記第１の領域側の端部の前記電

極指が異なる電位に接続される、請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置。

[請求項7] 前記第 1 の領域の前記電極指が奇数本であり、2つの前記第 2 の領域において、前記第 1 の領域側の端部の前記電極指の極性が互いに異なっている、請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置。

[請求項8] 前記第 1 の領域の前記電極指が偶数本であり、2つの前記第 2 の領域において、前記第 1 の領域側の端部の前記電極指の極性が互いに同じである、請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置。

[請求項9] 弾性波共振子からなる複数の弾性波装置を有するフィルタであって、

前記複数の弾性波装置のうち、少なくとも 1 つの弾性波装置が、圧電性基板と、前記圧電性基板上に設けられた I D T 電極とを備え、

前記 I D T 電極が、複数本の第 1 の電極指と、前記複数本の第 1 の電極指とは異なる電位に接続される複数本の第 2 の電極指とを有し、

前記第 1、第 2 の電極指の延びる方向と直交する方向が弾性波伝搬方向であり、

前記 I D T 電極が前記弾性波伝搬方向中央に設けられた第 1 の領域と、前記弾性波伝搬方向において前記第 1 の領域の一方側及び他方側に設けられた第 2 の領域と、前記弾性波伝搬方向において、各前記第 2 の領域の前記第 1 の領域とは反対側に設けられた第 3 の領域を有し、前記第 2 の領域において、前記第 1 の電極指と前記第 2 の電極指とが前記弾性波伝搬方向において交互に配置されており、前記第 1 の領域及び前記第 3 の領域では、前記弾性波伝搬方向に沿って隣り合う電極指の電位が同一もしくは電位に接続されていない、フィルタ。

[請求項10] n 個のフィルタを備え、前記 n 個のフィルタの一端が共通接続されており、

前記 n 個のフィルタのうち少なくとも 1 つのフィルタが、請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置を有する、複合フィルタ装置

。

[請求項11]

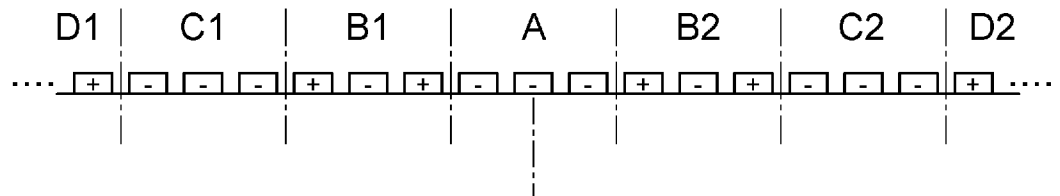
n 個のフィルタと、

前記 n 個のフィルタの一端が共通接続されているアンテナ端子と、
を備え

前記 n 個のフィルタのうち少なくとも 1 つのフィルタが、少なくとも 1 つの弾性波装置を有し、前記フィルタにおいて、前記アンテナ端子に最も近い前記弾性波装置が、請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置からなる、複合フィルタ装置。

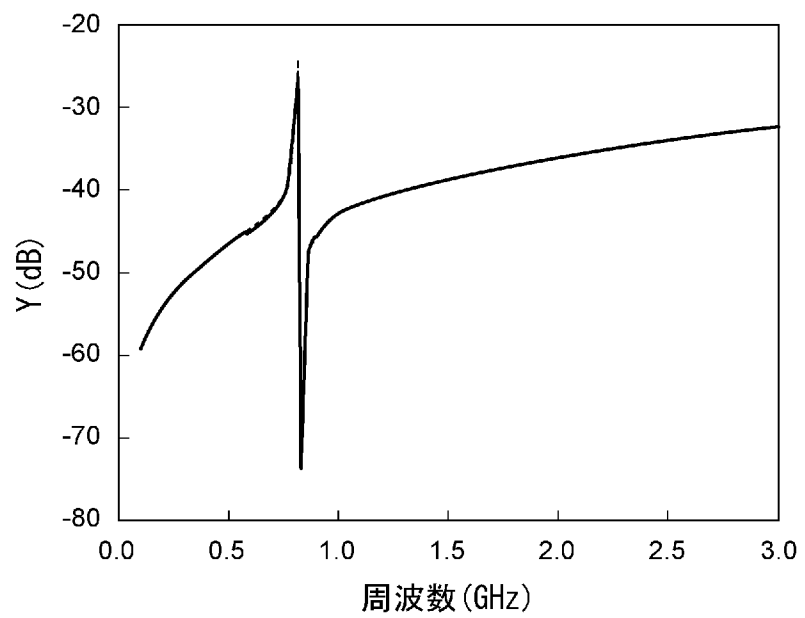
[図3]

図3



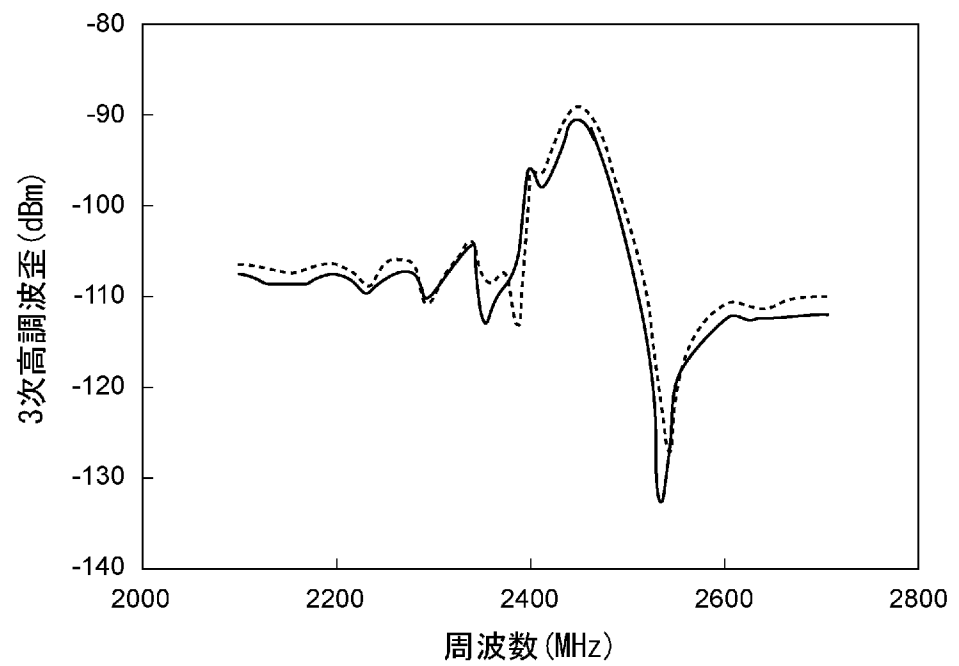
[図4]

図4



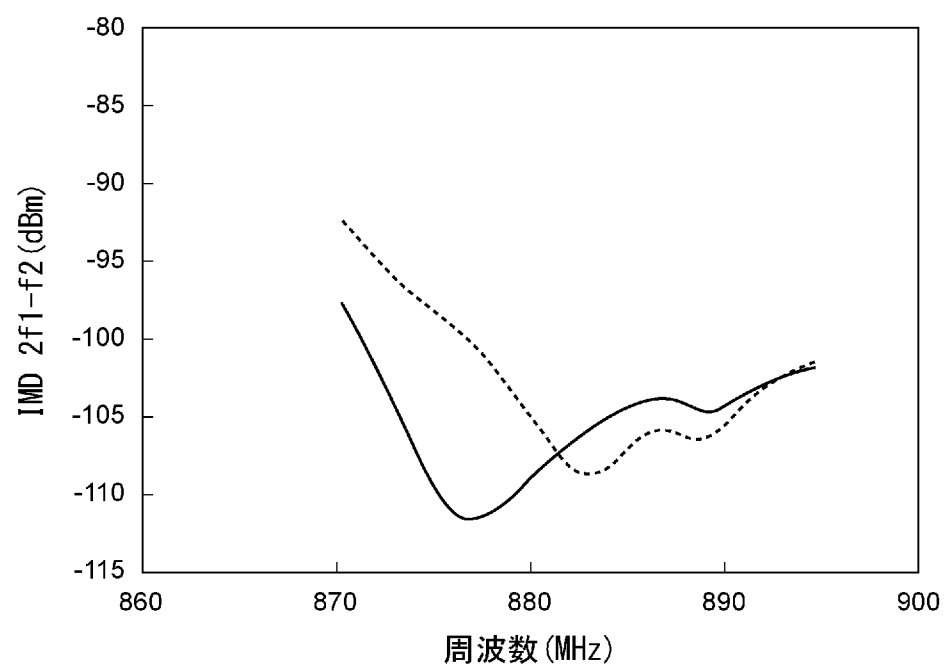
[図5]

図5



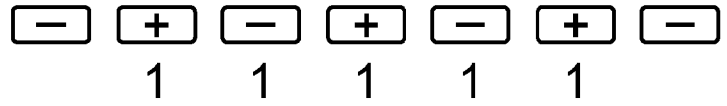
[図6]

図6



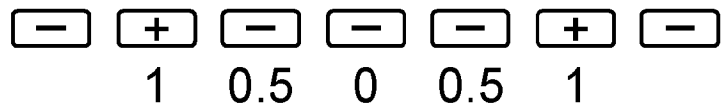
[図7]

図7



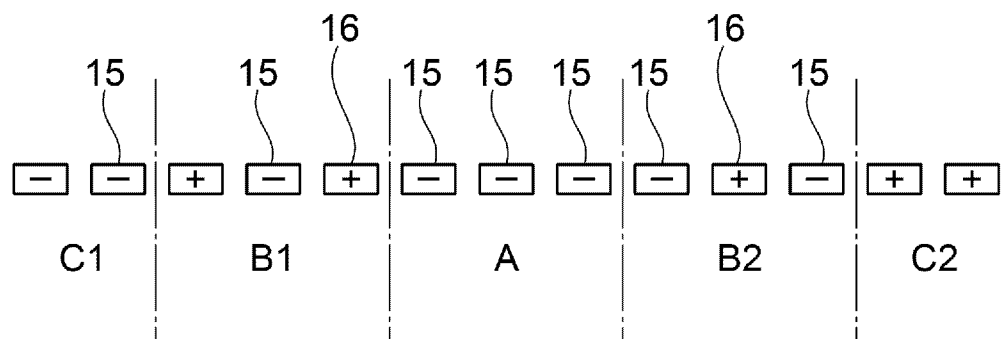
[図8]

図8



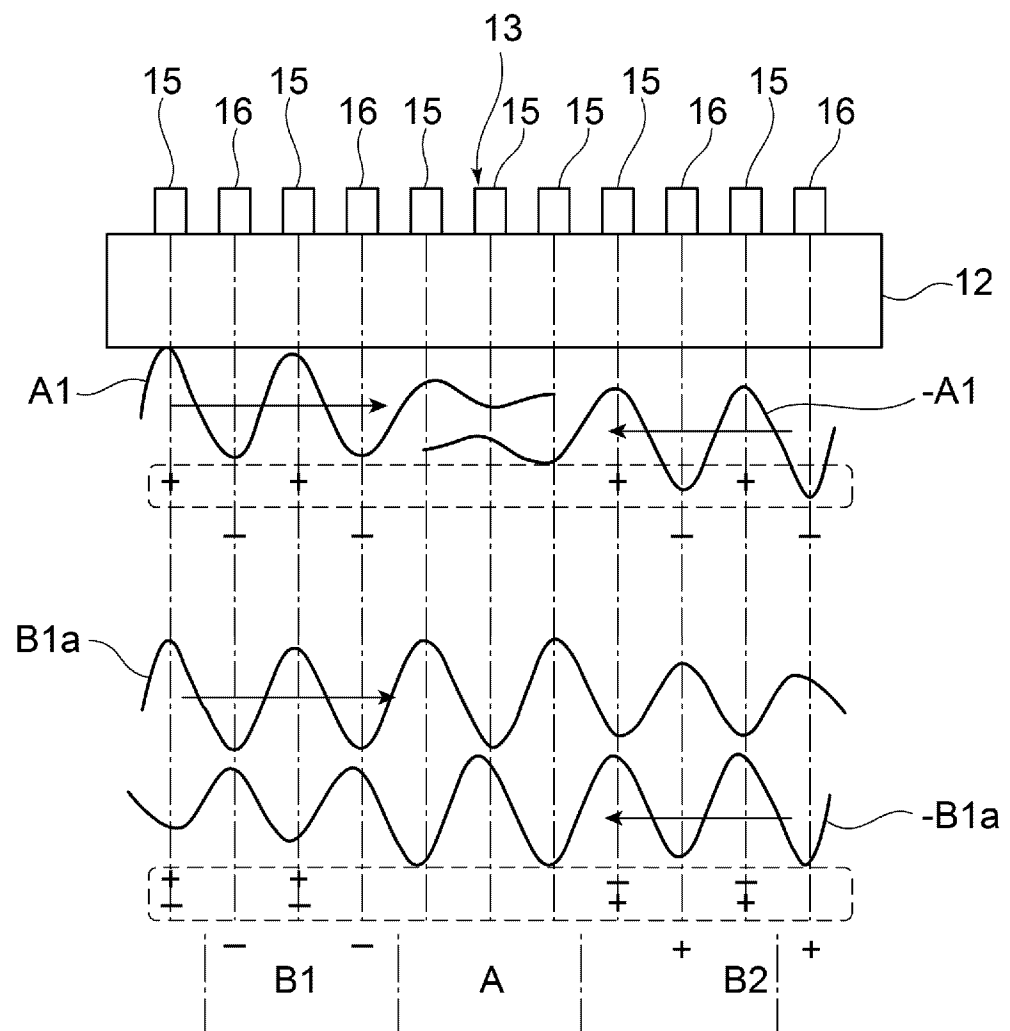
[図9]

図9



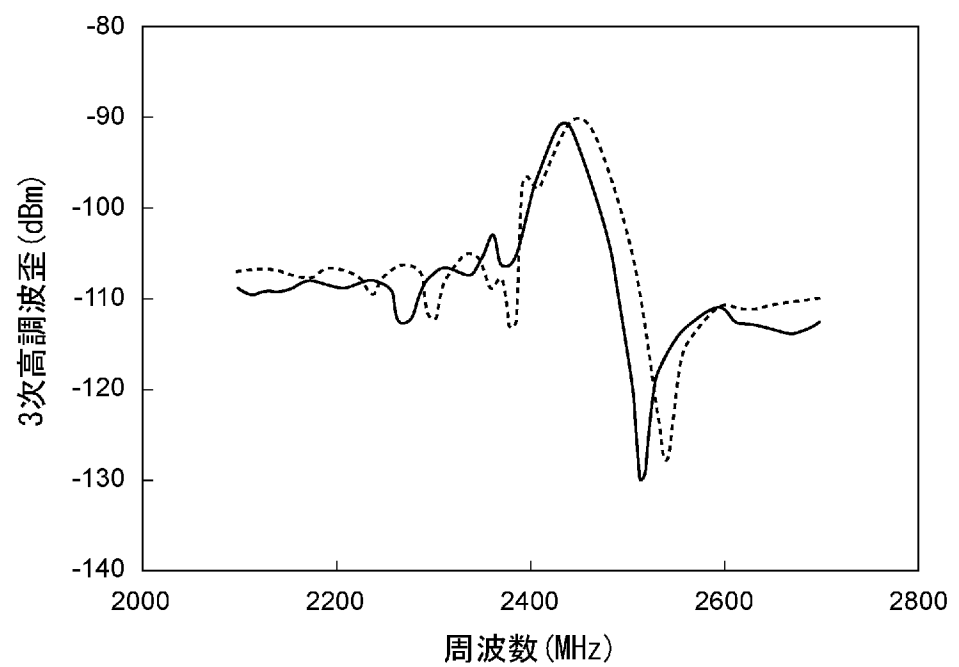
[図10]

図10



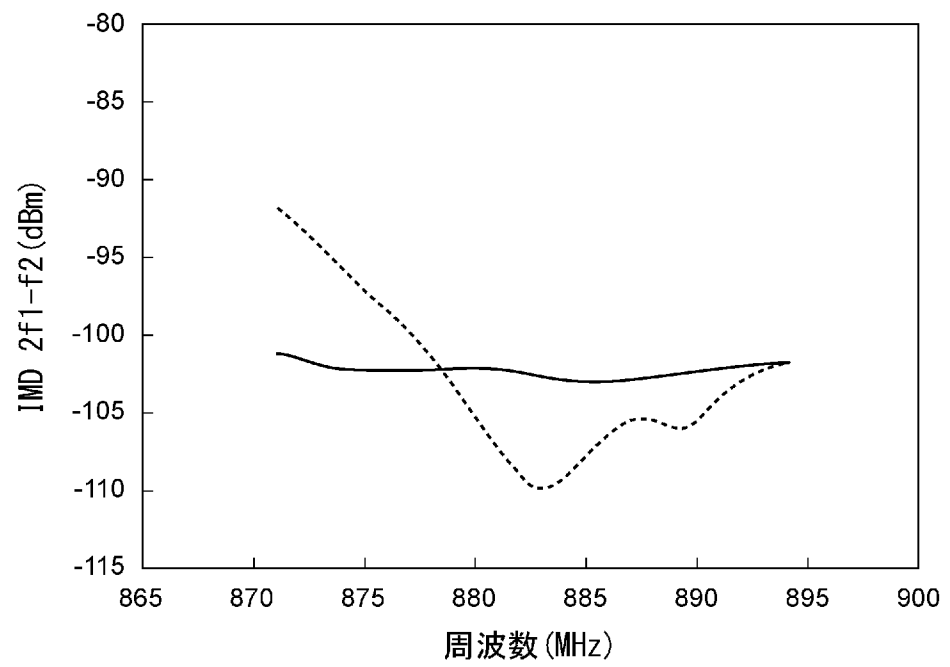
[図11]

図11



[図12]

図12



[図13]

図13

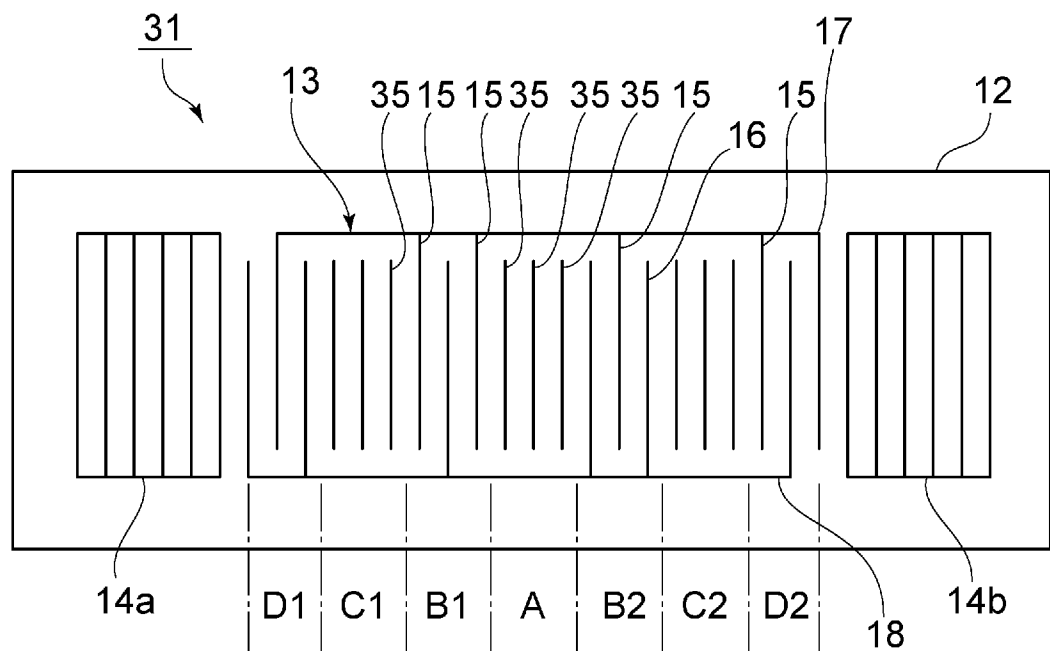
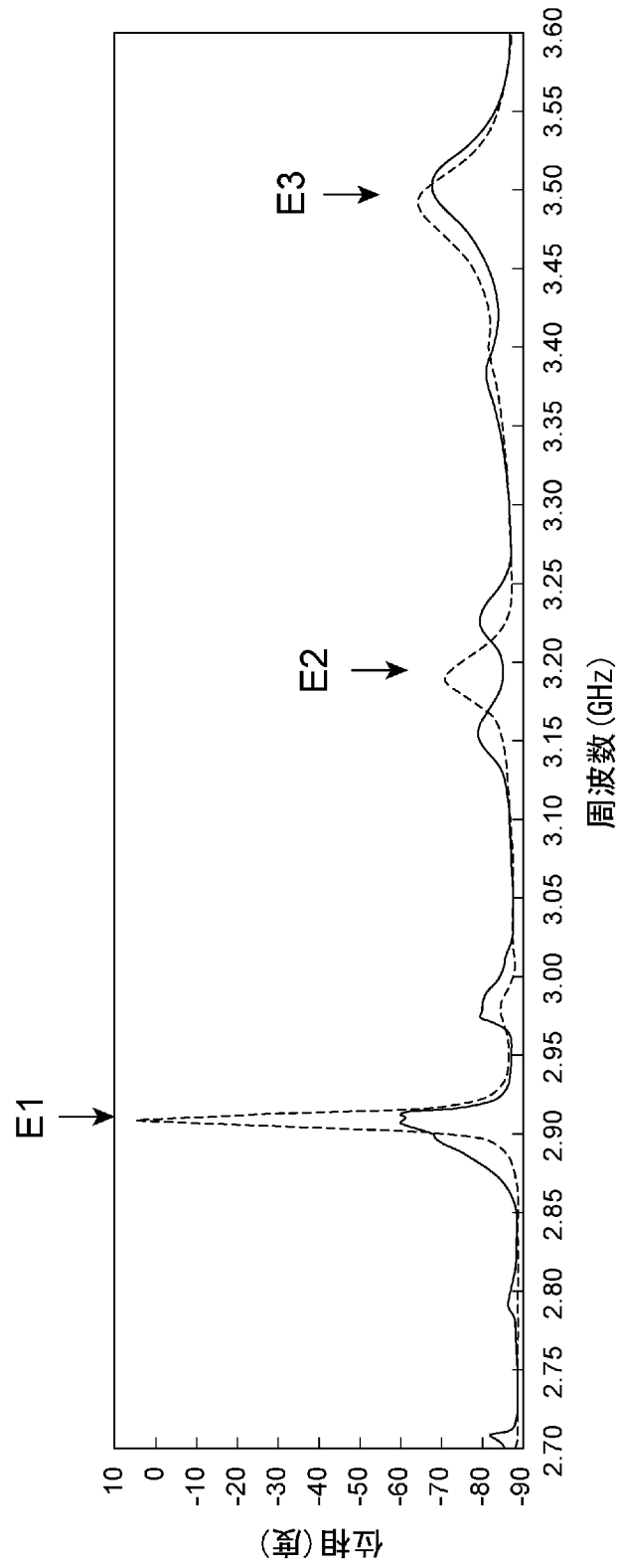


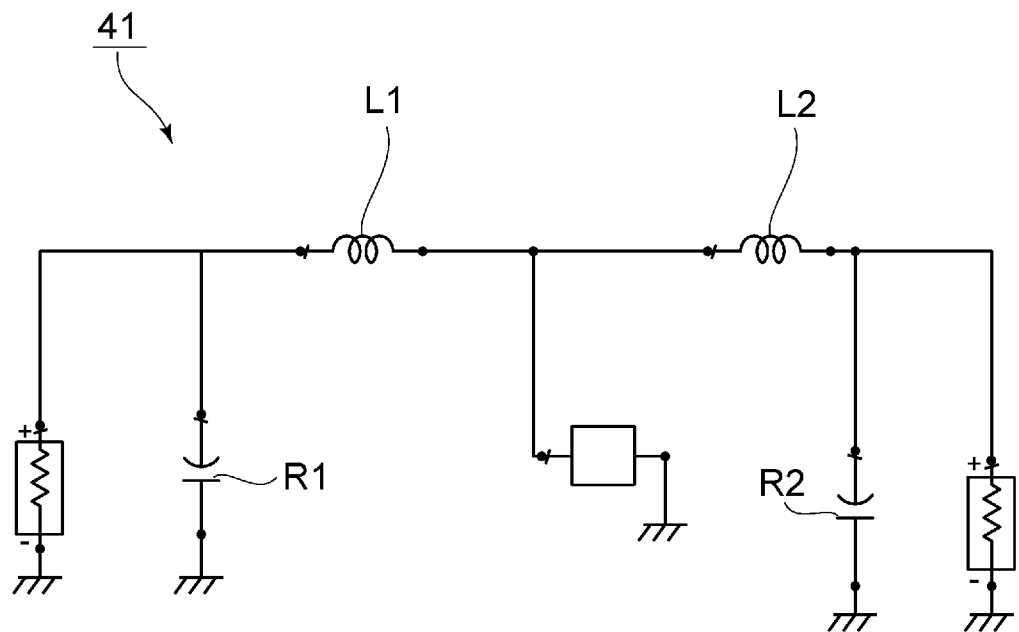
図14

[図14]



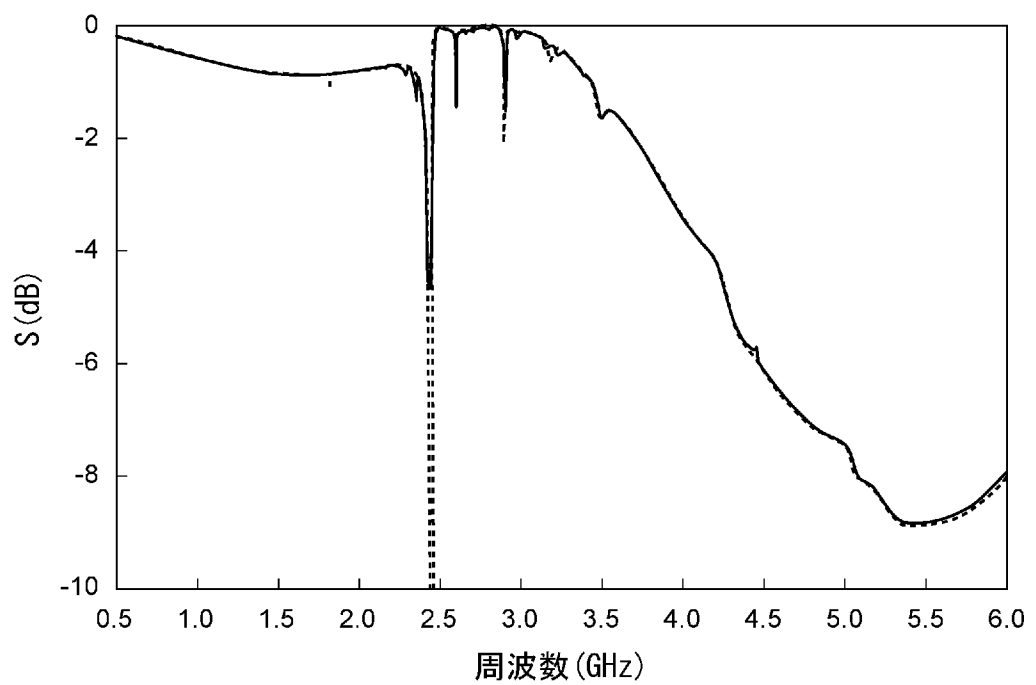
[図15]

図15



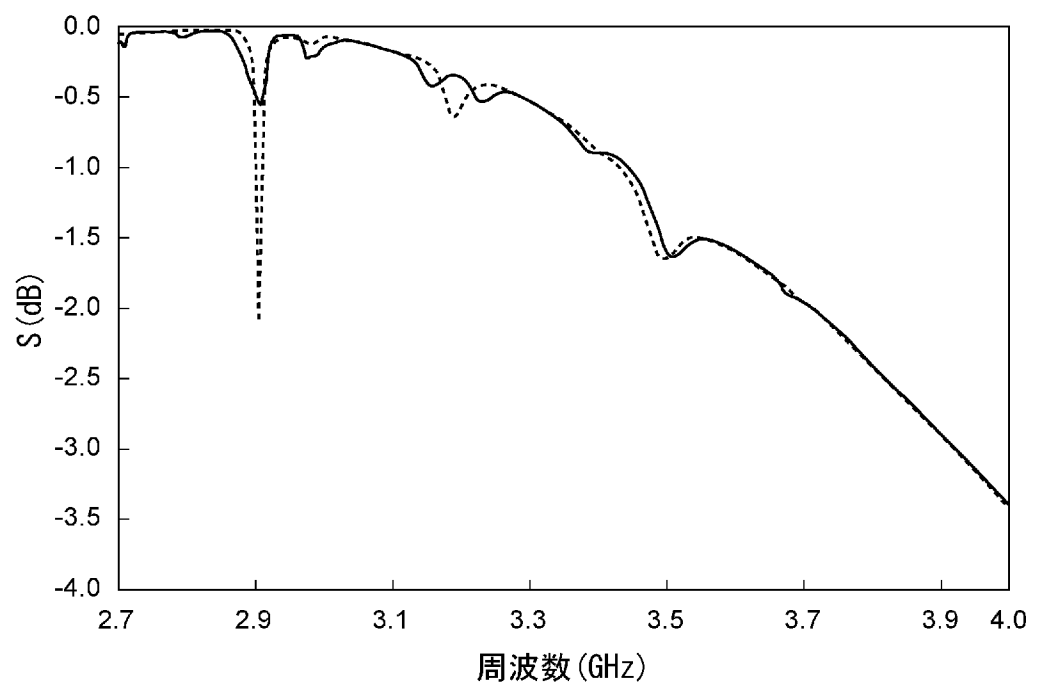
[図16]

図16



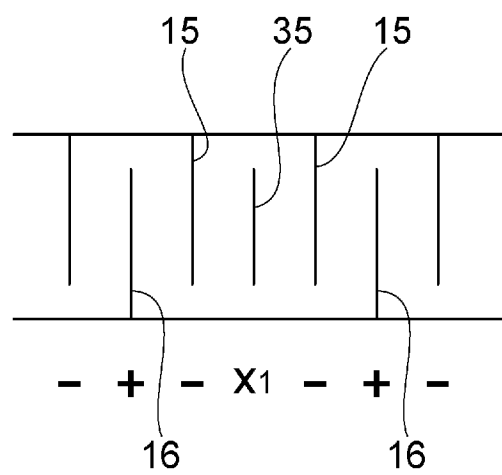
[図17]

図17



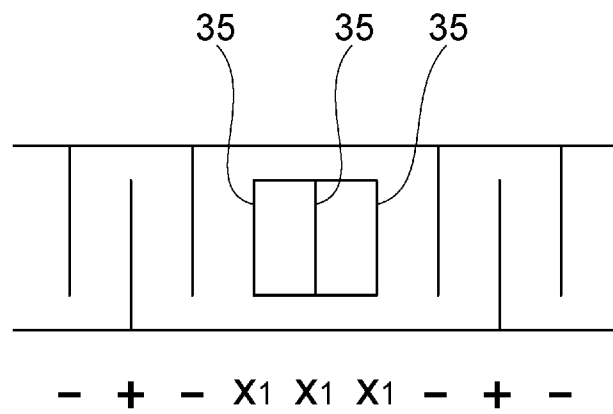
[図18]

図18



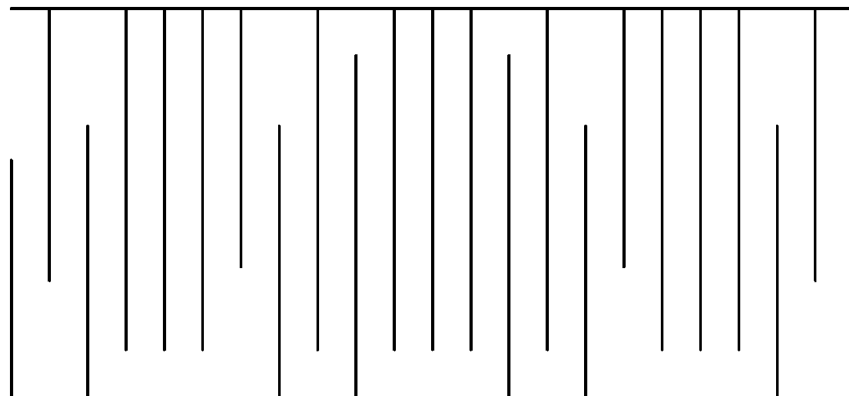
[図19]

図19



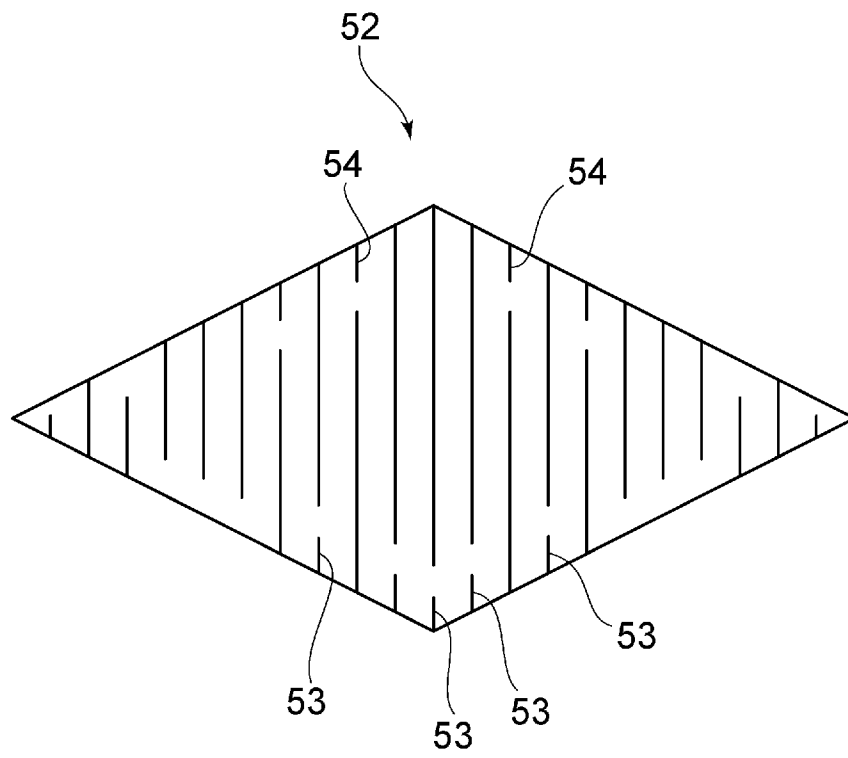
[図20]

図20

51

[図21]

図21



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/016562

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H03H9/145 (2006.01) i, H03H9/64 (2006.01) i

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)

Int.Cl. H03H9/145, H03H9/64

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 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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	JP 2002-319842 A (FUJITSU LIMITED) 31 October 2002, fig. 16 & US 2002/0153969 A1, fig. 16 & DE 10153093 A & KR 10-2002-0082393 A	1-2, 5, 8-11 3 4, 6-7
X Y A	JP 08-330897 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 13 December 1996, fig. 4 & US 5844453 A, fig. 4 & EP 746095 A1	1-2, 5, 8-11 3 4, 6-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" 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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 27.06.2018	Date of mailing of the international search report 10.07.2018
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

International application No.

PCT/JP2018/016562

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2014-229916 A (KYOCERA CORPORATION) 08 December 2014, fig. 1 (Family: none)	1, 4, 6-7, 9-11 2-3, 5, 8
X A	JP 2005-303893 A (SEIKO EPSON CORPORATION) 27 October 2005, fig. 1 (Family: none)	1, 4, 6-7, 9-11 2-3, 5, 8
Y	JP 2000-315931 A (MURATA MANUFACTURING CO.) 14 November 2000, paragraph [0070], fig. 13 & US 6462632 B1, column 14, lines 6-29, fig. 13 & EP 1049254 A2 & CN 1272000 A & KR 10-2000-0077109 A	3
Y	JP 05-145367 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 11 June 1993, paragraph [0066], fig. 3 (Family: none)	3

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H03H9/145(2006.01)i, H03H9/64(2006.01)i

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））

Int.Cl. H03H9/145, H03H9/64

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

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 Y A	JP 2002-319842 A（富士通株式会社）2002.10.31, [図16] & US 2002/0153969 A1, [図16] & DE 10153093 A & KR 10-2002-0082393 A	1-2, 5, 8-11 3 4, 6-7
X Y A	JP 08-330897 A（三洋電機株式会社）1996.12.13, [図4] & US 5844453 A, [図4] & EP 746095 A1	1-2, 5, 8-11 3 4, 6-7

☒ 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矛盾するものではなく、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

27.06.2018

国際調査報告の発送日

10.07.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

石田 昌敏

5W

4181

電話番号 03-3581-1101 内線 3576

C (続き) . 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 A	JP 2014-229916 A (京セラ株式会社) 2014. 12. 08, [図 1] (ファミリーなし)	1, 4, 6-7, 9-11 2-3, 5, 8
X A	JP 2005-303893 A (セイコーエプソン株式会社) 2005. 10. 27, [図 1] (ファミリーなし)	1, 4, 6-7, 9-11 2-3, 5, 8
Y	JP 2000-315931 A (株式会社村田製作所) 2000. 11. 14, 段落 [0070], [図 13] & US 6462632 B1, 第 14 カラム第 6 行-同カラム第 29 行, [図 13] & EP 1049254 A2 & CN 1272000 A & KR 10-2000-0077109 A	3
Y	JP 05-145367 A (三菱電機株式会社) 1993. 06. 11, 段落 [0066], [図 3] (ファミリーなし)	3