

(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
2011 年 2 月 10 日(10.02.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/016332 A1

- (51) 国際特許分類:
H03H 9/72 (2006.01) H03H 9/145 (2006.01)
H01L 41/09 (2006.01) H03H 9/17 (2006.01)
H01L 41/18 (2006.01) H03H 9/54 (2006.01)
H01L 41/22 (2006.01) H03H 9/64 (2006.01)
H01L 41/24 (2006.01) H03H 9/70 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/062145
- (22) 国際出願日: 2010 年 7 月 20 日(20.07.2010)
- (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 2009-183568 2009 年 8 月 6 日(06.08.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 太陽誘電株式会社 (TAIYO YUDEN CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1100005 東京都台東区上野 6 丁目 1 6 番 2 0 号 Tokyo (JP). 岩城 匡郁 (IWAKI, masafumi) [JP/JP]; 〒2110053 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 原 基揚 (HARA, motoaki) [JP/JP]; 〒2110053 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 堤 潤 (TSUTSUMI, jun) [JP/JP]; 〒2110053 神奈川県川崎市中原区上小田

中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 井上 将吾 (INOUE, shogo) [JP/JP]; 〒2110053 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 上田 政則 (UEDA, masanori) [JP/JP]; 〒2110053 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).

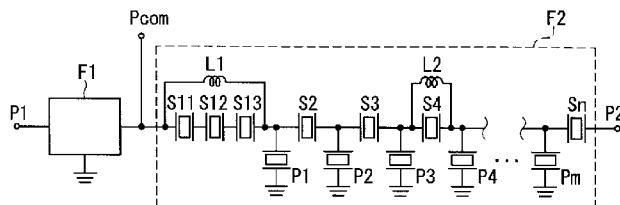
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: DUPLEXER

(54) 発明の名称: 分波器

【図10】



(57) Abstract: Disclosed is a duplexer for which filter loss is reduced. The duplexer is provided with at least two filters (F1 and F2) having different passbands, connected to a common terminal; wherein at least one of the filters (F1 and F2) includes a plurality of series resonators (S1 to Sn) connected in series to a line that connects the input terminal and output terminal of the filter, and parallel resonators (P1 to Pm) connected in parallel to the line; wherein an inductance (L1) is connected in parallel to at least one of the series resonators, and the series resonator (S1) connected in parallel to the inductance (L1) is divided under a plurality of resonators (S11 to S13) connected in series.

(57) 要約: 【課題】フィルタの損失を抑えた分波器を提供する。【解決手段】分波器は、共通端子に接続される、通過帯域の異なる2以上のフィルタF1、F2を備え、フィルタF1、F2の少なくとも1つは、フィルタの入力端子および出力端子を繋ぐ線路に直列に接続された複数の直列共振器S1～Snと、前記線路に並列に接続された並列共振器P1～Pmを含み、直列共振器の少なくとも1つには、インダクタンスL1が並列接続されており、インダクタンスL1が並列接続された直列共振器S1は、直列に接続された複数の共振器S11～S13に分轄されている。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 分波器

技術分野

[0001] 本発明は、例えば、通信機器等の電気回路に用いられる分波器に関する。

背景技術

[0002] 携帯電話に代表される無線機器の急速な普及により、分波器への需要は急速に拡大している。例えば、小型で高い急峻性を有する弾性波素子を用いた分波器への需要は旺盛である。

[0003] 近年、ラダー型フィルタとして、図 1 に示すような回路構成が提案されている（例えば、特許文献 1 ～ 4 参照）。図 1 の構成では、直列共振器 S 1 に、並列にインダクタンス L P が接続されている。これにより、フィルタ通過帯域より低周波の領域に減衰極を生成することができる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2003-332885号公報

特許文献2：特開2003-69382号公報

特許文献3：特開2004-135322号公報

特許文献4：特開2004-242281号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 例えば、上記の図 1 に示すフィルタ（以下、自フィルタと称する）と、通過帯域の異なる他のフィルタ（以下、相手フィルタと称する）とを組み合わせ分波器を構成することができる。この分波器を構成する際に、自フィルタの減衰極が現れる帯域が相手フィルタの通過帯域に合うように調整すると、優れた分波特性を得ることが可能になる。

[0006] しかしながら、自フィルタの減衰極は、インダクタが並列接続された共振器により生じるので、この減衰極を相手フィルタの通過帯域に配置すると、

インダクタンスが並列接続された共振器のスプリアスも、相手フィルタの通過帯域に配置される。これにより、相手フィルタの通過帯域の損失が大きくなるという課題がある。

[0007] そこで、本発明は、フィルタの損失を抑えた分波器を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本願開示の分波器は、共通端子に接続される、通過帯域の異なる2以上のフィルタを備える。前記2以上のフィルタの少なくとも1つは、フィルタの入力端子および出力端子を繋ぐ線路に直列に接続された複数の直列共振器と、前記線路に並列に接続された並列共振器を含み、前記直列共振器の少なくとも1つには、インダクタンスが並列接続されている。前記インダクタンスが並列接続された直列共振器は、直列に接続された複数の共振器に分轄されている。

発明の効果

[0009] 本願開示によれば、フィルタの損失を抑えた分波器を提供することが可能になる。

図面の簡単な説明

- [0010] [図1]従来のラダー型フィルタの構成を示す図
[図2]ラダー型フィルタを説明するための図
[図3]ラダー型フィルタを説明するための図
[図4]ラダー型フィルタを説明するための図
[図5]SAW共振器の構成例を示す図
[図6]境界波共振器の構成例を示す図
[図7]Lamb波共振器の構成例を示す図
[図8]FBARの構成例を示す図
[図9]FBARにおける励振部から振動エネルギーの散逸を防ぐための構成例
[図10]第1の実施形態にかかる分波器の構成例を示す回路図
[図11]フィルタF1、F2の通過特性の一例を示すグラフ

[図12] ラダー型フィルタの直列共振器にインダクタンスを並列接続した場合のフィルタ特性について説明するための図

[図13] リップルが生成される例を示す図

[図14] 第2の実施形態における分波器の回路構成例を示す図

[図15] 直列共振器S1として、弾性波共振器を用いた場合の構成例を示す図

[図16] 図14に示す回路構成の分波器において、得られる特性を示すグラフ

[図17] 送信フィルタF2から見た受信フィルタF2の反射係数 Γ を示すグラフ

[図18] 図14に示した直列共振器S1～S7が、FBARである場合の、共振器S11～S13の構成例を示す図

[図19] 第3の実施形態にかかる分波器の構成例を示す回路図

[図20] FBARの製作工程の一例を示す図

[図21] 楕円形状を有するFBARに対し、軸比を様々に変化させたときの応答を計測した結果を示すグラフ

[図22] 楕円形状を有するFBARに対し、軸比を様々に変化させたときの共振点におけるQ値を測定した結果を示すグラフ

[図23] 図19に示すフィルタF2の構成の一例を示す平面図である

[図24] 上記第1～3の実施形態における分波器を用いたRFモジュールの一例

[図25] 通信機器の構成例を示す図

[図26] 第5の実施形態における分波器の回路構成図

[図27] 図26に示す送信フィルタF1および受信フィルタをチップ化する場合の構成の一例を示す図

[図28] デュプレクサパッケージの構成例を示す図

[図29] デュプレクサパッケージ37およびインダクタを基板に実装した場合の構成例を示す図

[図30] インダクタL1、L2、L3を石英基板上に形成した部品の構成例を示す図

発明を実施するための形態

- [0011] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して具体的に説明する。
- [0012] まず、本実施形態において用いることができる共振器、フィルタおよび分波器の例を説明する。分波器は、送信用フィルタと受信用フィルタとを備える。これらのフィルタを、弾性波素子を用いて実現する手法として、例えば、ラダー型フィルタが広く受け入れられている。ラダー型フィルタは共振周波数の異なる二つの共振器を梯子状に結線して構成される高周波フィルタである。ここで、図2～3を用いて、ラダー型フィルタについて説明する。
- [0013] 図2（a）は、入力端子 T_{in} と出力端子 T_{out} との間に直列に接続される直列共振器 S 、図2（b）は、入力端子 T_{in} と出力端子 T_{out} とを繋ぐ線路に対して並列に接続される並列共振器 P を示す。直列共振器 S は、 f_{rs} なる共振周波数と f_{as} なる反共振周波数を有する。並列共振器 P は、 f_{rp} なる共振周波数と f_{ap} なる反共振周波数を有する。図2（c）は、直列共振器 S および並列共振器 P の周波数特性を示すグラフである。図2（c）に示す例では、 f_{ap} と f_{rs} がほぼ同じ値となっている。
- [0014] 図3（a）は、直列共振器 S を直列腕に、並列共振器 P を並列腕に配した1段のフィルタ（一对の梯子型回路）の回路構成を示す図である。 f_{ap} と f_{rs} がほぼ同じ値であるとき、図3（a）のように、直列共振器 S と、並列共振器 P を配することで図3（b）に示すようなフィルタ特性が実現される。
- [0015] ラダー型フィルタは、図3（a）に示した一对の梯子型回路を多段に接続して構成される。図4（a）は、ラダー型フィルタの構成例を示す回路図である。図4（a）に示す例では、各段間での反射を防ぐため、隣り合う梯子型回路は互いにミラー反転させた形で接続される。図4（a）において、直列腕の共振器の静電容量は C_s 、並列腕の共振器の静電容量は C_p である。
- [0016] 図4（a）に示すようなフィルタの多段接続においては、直列腕において同種の共振器が直列接続されている箇所と、並列腕において同種の共振器が並列接続されている箇所が存在する。直列腕および並列腕において、隣り合

う同種の共振器はまとめて1つの共振器で構成することができる。例えば、図4（b）に示すように、隣り合う同種の共振器は一つの共振器として、容量的に合成されてもよい。すなわち、直列腕において隣り合う2つの共振器（それぞれの静電容量＝ C_s ）は、静電容量 $C_s/2$ の1つの共振器で構成することができる。並列腕において隣り合う2つの共振器（それぞれの静電容量＝ C_p ）は、静電容量 $2C_p$ の1つの共振器で構成することができる。

[0017] ラダーフィルタを構成する弾性波素子として、弾性表面波（Surface Acoustic Wave:

SAW）共振器や圧電薄膜共振器（例えば、FBAR: Film Bulk Acoustic Resonator）などが広く用いられている。

[0018] 図5（a）は、SAW共振器の構成例を示す平面図であり、図5（b）は、断面図である。SAW共振器は圧電基板10上に励振電極となるIDT（InterDigitated Transducer）2と、その両端に配置されるグレーティング反射器3を備える。IDTには、入力端子inと出力端子outが、配線パターンにより接続される。IDTは、櫛形電極とも呼ばれ、例えば、等間隔で平行に並ぶ複数の電極指と、これら電極指を接続するバスバーを有する。電極指の並ぶ方向が弾性波の伝播方向になる。

[0019] SAW共振器の変種として、例えば、境界波共振器やLamb波共振器などが存在する。図6（a）は、境界波共振器の構成例を示す平面図であり、図6（b）は、その断面図である。図6に示す例では、境界波共振器は、圧電基板10上に、IDT2および反射器3を覆うように誘電体膜が設けられる。図7（a）は、Lamb波共振器の構成例を示す平面図であり、図7（b）は、その断面図である。図7に示す例では、基板11上に設けられた圧電体膜16の上に、IDT2および反射器3が設けられる。IDT2および反射器3が設けられる部分（励起領域）の下には、圧電体膜16と基板11との間に空隙9が形成されている。境界波共振器およびLamb波共振器は

、本願では、これらのSAW共振器、境界波共振器およびLamb波共振器のようにIDTを有する共振器を総称として、弾性表面波共振器と呼ぶことにする。

[0020] 図8(a)は、FBARの構成例を示す平面図であり、図8(b)は、その断面図である。図8に示す例では、FBARは、基板10の上に設けられた圧電膜17と、圧電膜17を挟む上部電極19および下部電極18を備える。上部電極19と下部電極18が圧電膜17を挟んで対向する領域が励振部(共振領域)となる。励振部直下は基板への振動エネルギーの散逸を防ぐため空隙9aとなっている。

[0021] FBARにおける空隙には、図8(b)に示すような励振部下部の基板を貫通するタイプの空隙(バイアホール(via hole))の他、励振部と基板との間に形成されるタイプの空隙(キャビティ)が含まれる。

[0022] キャビティの形成方法としては、例えば、図9(a)に示すように基板表面を加工して空隙9bを形成する方式や、図9(b)に示すように基板上にドーム上の空隙9cを形成するエアブリッジ方式等がある。

[0023] また、例えば、図9(c)に示すように、励振部から振動エネルギーの散逸を防ぐために、空隙の代わりに、高インピーダンス層と低インピーダンス層を交互に積層した音響多層膜を励振部の下部に設けてもよい。この構成は、SMR(Solidly Mounted Resonator)と呼ばれる。本願では、圧電薄膜共振器には、FBARおよびSMRいずれも含まれるものとする。

[0024] (第1の実施形態)

図10は、第1の実施形態にかかる分波器(デュプレクサ)の構成例を示す回路図である。図10に示す分波器は、共通端子Pcomに接続される、通過帯域の異なる2つのフィルタF1、F2を備える。フィルタF2は、フィルタF2の共通端子PcomとフィルタF2の入出力端子P2とを繋ぐ線路上に直列に接続された複数の直列共振器S1~Snと、この線路に並列に接続された並列共振器P1~Pmを含む。直列共振器S1~Snの少なくとも1つ(ここでは、一例としてS1およびS4)には、インダクタンスが並

列接続されている。直列共振器 S_1 は、直列に接続された複数の共振器 $S_{11} \sim S_{13}$ に分轄されている。

[0025] このように、直列共振器 $S_1 \sim S_n$ の少なくとも 1 つにインダクタを並列接続することで、フィルタ F_2 の通過帯域外に減衰極を生成することができる。ここで、フィルタ F_1 （相手フィルタ）の通過帯域に減衰極が含まれるように調整することで、優れた分波特性を得ることができる。そのため、フィルタ損失を抑えた分波器が得られる。図 11 は、減衰極 G が相手フィルタの通過帯域に含まれる場合のフィルタ F_1 、 F_2 の通過特性の一例を示すグラフである。

[0026] 本実施形態においては、インダクタが並列接続された直列共振器 S_1 は、直列に接続された複数の共振器 $S_{11} \sim S_{13}$ に分轄（直列分轄）されているので、共振器 S_1 におけるスプリアスのフィルタ F_1 の通過特性への影響が抑制される。このように共振器を直列分轄することによって、個々の共振器の容量、すなわち、面積を大きくすることができる。一般的に、共振器で生成されるスプリアスは、共振器内を伝搬する波動と、共振器端面の相互作用によって生成される。そのため、共振器の直列分轄により共振器のサイズを大きくすることによって、波動が面方向に共振器端面の影響を受けずに伝搬できる距離を十分に確保でき、スプリアスを抑制することができる。

[0027] 分轄された複数の共振器 $S_{11} \sim S_{13}$ は、それぞれの形状が互いに異なることが好ましい。これにより、スプリアスが発生する帯域が分散されるため、スプリアスがフィルタの通過特性に与える影響をさらに抑制することができる。

[0028] また、分轄された共振器 $S_{11} \sim S_{13}$ の静電容量は等しいことが好ましい。これにより、分轄された共振器 $S_{11} \sim S_{13}$ それぞれに供給される電気エネルギーは略一定になるので、非線形応答を抑制することができる。

[0029] 共振器 $S_{11} \sim S_{13}$ が、圧電基板の上に設けられた IDT とその両側に配置される反射器とをそれぞれ有する弾性波共振器である場合、共振器 $S_{11} \sim S_{13}$ それぞれの開口長を異ならせることができる。これにより、共振

器 S 1 1 ~ S 1 3 においてスプリアスが発生する周波数帯域を分散させることができる。さらに、共振器 S 1 1 ~ S 1 3 の電気エネルギーを等しくする観点からは、各共振器 S 1 1 ~ S 1 3 の対数と開口長の積は一定であることが望ましい。

[0030] 共振器 S 1 1 ~ S 1 3 が、圧電膜と、圧電膜を挟んで対向する上部電極および下部電極とをそれぞれ有する圧電薄膜共振器である場合、共振器 S 1 1 ~ S 1 3 それぞれにおける共振領域を互いに異なる形状とすることができる。ここで共振領域は、上部電極と下部電極が圧電膜を挟んで対向している領域である。これにより、共振器 S 1 1 ~ S 1 3 においてスプリアスが発生する周波数帯域を分散させることができる。

[0031] あるいは、分轄された共振器 S 1 1 ~ S 1 3 の共振周波数がそれぞれ異なる態様であってもよい。これにより、共振器 S 1 1 ~ S 1 3 においてスプリアスが発生する周波数帯域を分散させ、フィルタ F 1 へのスプリアスの影響を抑制することができる。例えば、F A B A R の膜圧を変えるか、あるいは、共振領域の面積を変えることにより、共振周波数を変化させることができる。

[0032] なお、図 1 0 に示すフィルタ F 2 は、ラダー型フィルタの例であるが、ラティス型フィルタであっても上記と同様の効果を奏する。また、インダクタンスが並列接続される直列共振器は、図 1 0 に示す構成例のように、ラダー型フィルタまたはラティス型フィルタにおいて最も端にある直列共振器とすることが、フィルタ特性の観点からは好ましい。ただし、インダクタンスが並列接続される直列共振器は、必ずしもに端部の共振器に限定されない。

[0033] [効果の説明]

次に、本実施形態にかかる分波器の効果について説明する。図 1 2 は、ラダー型フィルタの直列共振器にインダクタンスを並列接続した場合のフィルタ特性について説明するための図である。図 1 2 の一番上のグラフは、その左に示すラダー型フィルタのフィルタ特性を示す。上から 2 番目のグラフは、上記ラダー型フィルタの並列共振器のアドミッタンス特性を示す。上から

3番目のグラフは、上記ラダー型フィルタの直列共振器のアドミッタンス特性を示す。上から4番目のグラフは、上記ラダー型フィルタにおいて、インダクタンスが並列接続された直列共振器のアドミッタンス特性を示す。

[0034] 図12に示す例では、並列共振器の共振点は f_2 、反共振点は f_3 であり、直列共振器の共振点は f_4 、反共振点は f_5 である。直列共振器にインダクタンスが並列接続された場合、共振器の静電容量と並列接続されたインダクタンスの反共振によって、 f_1 に反共振点が生成される。この反共振点が、フィルタにおける減衰極を生成する。ここで、直列共振器自身の反共振点 f_5 は並列接続されたインダクタンスとの相互作用により、高周波帯 f_6 にシフトする。また、直列共振器自身の共振点 f_4 はインダクタンスの付加によって変動しない。

[0035] なお、図12に示す例では、インダクタンスが並列接続される直列共振器の共振点 f_4 を、並列共振器の反共振点 f_3 と同じとせず、 f_4 と f_3 を近傍に配置することによって、通過帯域の広帯域化ができる。

[0036] 図12に示すラダー型フィルタを分波器のフィルタの1つに採用した場合、生成される減衰極が、相手フィルタの通過帯域に配置されることによって、分波特性の向上を図ることができる。

[0037] 例えば、相手フィルタの通過帯域に配置される該減衰極は、相手フィルタ通過帯域の中心周波数に配置することが望ましい。しかし、例えば、WCDMA Band 2 (送信帯：1850 MHz～1910 MHz、受信帯：1930 MHz～1990 MHz) や、Band 3 (送信帯：1710 MHz～1785 MHz、受信帯：1805 MHz～1880 MHz) のように送信フィルタの通過帯域と受信フィルタの通過帯域とが近接する仕様の場合、自フィルタ通過帯域の低周波端の急峻性と両立させるため、該減衰極は相手フィルタの通過帯域の中心周波数よりも、高周波端よりに配置されることが望ましい。

[0038] ここで、インダクタンスが並列接続される共振器がスプリアスを有していた場合、フィルタ特性にもスプリアスが生成されることとなる。しかし、スプリアスの生成される周波数がフィルタの通過帯域と非通過帯域とで、その

影響は大きく異なる。なぜなら、通過帯域では、電気信号は主に機械振動として弾性波素子である共振器内を伝搬するため、弾性波素子内の不要振動に起因するスプリアスの影響を強く受ける。一方、非通過帯域では、電気信号は信号配線間の電磁・静電結合によって主に伝搬されるため、弾性波素子内の不要振動の影響を受ける度合いは少なくなる。

[0039] 弾性波素子では、共振点以下の領域でスプリアスが発生するが、例えば、直列共振器の共振点を並列共振器の反共振点近傍に配置する等により、問題となるスプリアスをフィルタの非通過帯域に配置し、フィルタ特性への影響を抑制することが考えられる。

[0040] しかし、分波器において、該減衰極を相手帯域に配置する場合は、インダクタンスが並列接続される直列共振器のスプリアスが相手フィルタの通過帯域に配置される。この場合、相手フィルタの通過特性にリップルが生成される。したがって、共振器の共振点および反共振点の調整によって、リップルを抑制することは困難である。以下にその具体例を説明する。

[0041] 図 1 3 は、インダクタンスが並列接続された直列共振器のスプリアスに起因する相手フィルタの通過帯域におけるリップル生成の例を示す図である。図 1 3 に最上のグラフは、インダクタンスが並列接続された直列共振器のアドミッタンス特性の一例を示すグラフである。この例では、共振点と反共振点の間にスプリアスが発生している。上から 2 番目のグラフは、自フィルタの減衰量の周波数特性（実線）と、相手フィルタからみた自フィルタの反射係数の周波数特性（点線）とを示す。反射係数においても、スプリアスに対応する位置にリップルが発生している。上から 3 番目のグラフは、相手フィルタの減衰量の周波数特性（実線）と、相手フィルタからみた自フィルタの反射係数の周波数特性（点線）とを示す。この例では、相手フィルタの通過帯域においてリップルが発生している。

[0042] このように、インダクタンスが接続される共振器がスプリアスを有していた場合、図 1 3 に示すように、相手フィルタからみた自フィルタの反射係数の全反射条件が局所的に擾乱され、リップルが生成される。このリップルの

影響によって、相手フィルタの通過帯域にもリップルが生成される。

[0043] 相手帯域の通過帯域において、相手フィルタの損失を低く抑えるためには、相手フィルタ自身の損失の低減とともに、相手フィルタからみた自フィルタの反射係数が全反射(0 dB)の状態であることが望ましい。しかし、例えば、WCDMA Band 2 や、Band 3 のように送信フィルタと受信フィルタの通過帯域が近接する仕様では、インダクタンスが並列接続される共振器のスプリアスは相手フィルタの通過帯域に配置されることとなり、共振点や反共振点などの周波数配置の調整によって、リップルを抑制することは困難である。

[0044] 一方、本実施形態の分波器では、上記したように、インダクタが並列接続された直列共振器 S 1 は、直列に接続された複数の共振器 S 1 1 ~ S 1 3 に分轄されているので、共振器 S 1 におけるスプリアスのフィルタ F 1 の通過特性への影響が抑制される。そのため、自フィルタの減衰極を相手フィルタの通過帯域に配置する場合でも、相手フィルタの通過帯域におけるリップルを抑制することができる。

[0045] (第 2 の実施形態)

図 1 4 は、第 2 の実施形態における分波器の回路構成例を示す図である。

図 1 4 の回路は、例えば、WCDMA

Band2用分波器に用いることができる。図 1 4 に示す例では、アンテナに接続される共通端子 A n t (port1) に送信フィルタ F 1 と、受信フィルタ F 2 が接続されている。受信フィルタ F 2 は、バラン回路 B 1 に接続される。バラン回路 B 1 は、平衡不平衡変換器であり、受信フィルタ F 2 のシングル出力を、バランス出力に変換する。なお、本実施形態では、インダクタンスが並列接続された共振器 S 1 を有する受信フィルタ F 2 が自フィルタ、送信フィルタ F 1 が相手フィルタとなる。

[0046] 受信フィルタ F 2 は、直列腕の直列共振器 S 1 ~ S 4 および並列腕の並列共振器 P 1 ~ P 4 により、7 段構成のラダー型フィルタを形成している。初段の直列共振器 S 1 には、インダクタンス L 1 が並列接続されている。直列共振器 S 1 には、上記第 1 の実施形態と同様、複数の直列に接続された共振

器に分轄されている。

[0047] 直列共振器 $S_1 \sim S_7$ を構成する弾性波素子には、例えば、弾性表面波共振器を用いることができる。図 15 は、直列共振器 S_1 として、弾性表面波共振器を用いた場合の構成例を示す図である。図 15 (a) は、分轄された共振器はいずれも同じ形状である場合の構成例である。共振器 $S_{11} \sim S_{13}$ は、いずれも $IDT_{2a} \sim 2c$ とその両側の反射器 $3a \sim 3c$ を備える。共振器 $S_{11} \sim S_{13}$ の $IDT_{2a} \sim 2c$ は、電極 4 によって直列に接続されている。共振器 $S_{11} \sim S_{13}$ の $IDT_{2a} \sim 2c$ の開口長および電極指の対数は同じである。

[0048] 図 15 (b) は、分轄された共振器それぞれの形状が異なる場合の構成例である。図 15 (b) の共振器 $S_{11} \sim S_{13}$ は、共振器 $S_{11} \sim S_{13}$ の $IDT_{2a} \sim 2c$ の開口長および電極指の対数は異なっている。図 15 (b) では、 $IDT_{2a} \sim 2c$ の開口長をそれぞれ $k_1 \sim k_3$ で示し、 $IDT_{2a} \sim 2c$ の電極指の対数を $t_1 \sim t_3$ で示している。

[0049] 受信フィルタ F_2 のインダクタンス L_1 が並列接続される直列共振器 S_1 が有するスプリアスは、送信フィルタ F_1 の通過特性におけるリップルとなって現れる。そこで、図 15 (a) および図 15 (b) に示すようにインダクタンス L_1 が並列接続された共振器 S_1 を分轄して直列に接続された共振器 $S_{11} \sim S_{13}$ とすることで、このスプリアスを抑制することができる。また、図 15 (b) に示すように、共振器 S_1 を分轄し、且つ、分轄された共振器それぞれの電極指の対数と開口長を異ならせることで、さらに、このスプリアスを抑制することができる。

[0050] ここで、受信フィルタ F_2 のインダクタンス L_1 が並列接続された共振器 S_1 が初段にある場合は、特に、非線形応答を抑制するために、分轄された共振器 $S_{11} \sim S_{13}$ それぞれに供給される電気エネルギーは一定であることが望ましい。そのため、各共振器 $S_{11} \sim S_{13}$ の静電容量は同一であることが望ましい。具体的には、各共振器 $S_{11} \sim S_{13}$ の対数と開口長の積が同じである態様とすることができる。すなわち、 $k_1 \times t_1 = k_2 \times t_2$

$=k_3 t_3$ となるように、各共振器 $S_{11} \sim S_{13}$ の対数と開口長を調整することができる。

[0051] [効果の説明]

図16は、図14に示す回路構成の分波器において、得られる特性を示すグラフである。図16(a)に示すグラフは、送信フィルタ F_1 の通過特性 S_{12} と、送信フィルタ F_1 からみた受信フィルタ F_2 の反射係数 Γ の一例を示している。図16(b)は、図16(a)における送信フィルタ通過帯域の端部を拡大したものである。図16のグラフに示す S_{12} や Γ は、例えば、有限要素法による電磁界シミュレーションを用いて計算することができる。

[0052] 図16より、送信フィルタ F_1 の通過特性 S_{12} において、通過帯域端部に、リップル R_1 が生成されていることが確認される。このリップル R_1 が生成される周波数は、受信フィルタ F_2 の反射係数におけるリップルの生成周波数とほぼ一致している。

[0053] 図17(a)は、図15(b)に示すように各共振器 $S_{11} \sim S_{13}$ の形状が異なる場合(D)と、図15(a)に示すように各共振器 $S_{11} \sim S_{13}$ の形状が同じ場合(W)の、送信フィルタ F_2 から見た受信フィルタ F_2 の反射係数 Γ を示すグラフである。図17(b)は、各共振器 $S_{11} \sim S_{13}$ の形状が異なる場合と同じ場合の送信フィルタ F_1 の通過特性 S_{12} を示すグラフである。ここでは、図17(a)および図17(b)のグラフは、各共振器の対数、開口長が、下記表1に示す値である場合の解析結果である。

[0054] [表1]

	同じ形状			異なる形状		
IDT 対数	45	45	45	40	45	50
開口長	10.5 λ	10.5 λ	10.5 λ	11.8 λ	10.5 λ	9.47 λ

図17(a)および図17(b)のグラフより、受信フィルタ F_2 の分轄された共振器 $S_{11} \sim S_{13}$ の開口長および対数を異ならせることによって、受信フィルタ F_2 の反射係数が改善され、送信フィルタ F_1 の通過帯域におけるリップルが軽減されることを確認することができる。

[0055] [F B A Rの場合の構成例]

図18は、図14に示した直列共振器S1～S7が、F B A Rである場合の、共振器S11～S13の構成例を示す図である。図18(a)～(c)は、F B A Rを上から見た図である。上部電極および下部電極が圧電膜を挟んで対向する領域（共振領域）はハッチングで示している。図18(a)～(c)に示す例では、分轄された共振器S11～S13は、いずれも共振領域の形状が異なっている。図18(a)に示す例では、共振器S11～S13の共振領域はいずれも四角形である。共振器S11～S13の共振領域の面積（S1、S2、S3）は、すべて同じである（ $S1=S2=S3$ ）。これにより、各共振器S11～S13の静電容量が同じになる。

[0056] 図18(b)に示す例では、共振器S11～S13の共振領域は、楕円である。共振器S11～S13の共振領域において、長軸aと短軸bとの比が互いに異なっている。これにより、スプリアスが発生する周波数が共振器S11～S13ごとに異なる。そのため、共振器S11～S13のスプリアスが分散され、スプリアスが送信フィルタF1の通過特性に与える影響が小さくなる。

[0057] ここで、共振器S11～S13において、共振領域の楕円の長軸と短軸との積が同じになるように形成することにより、各共振器S11～S13の静電容量を同じにすることができる。すなわち、 $a1 \times b1 = a2 \times b2 = a3 \times b3$ となるように、共振器S11～S13のそれぞれにおける共振領域の楕円の長軸a1、a2、a3および短軸b1、b2、b3が決定されることが好ましい。

[0058] 図18(c)に示す例では、共振器S11～S13の共振領域は長方形である。長方形の長辺aと短辺bとの比は、共振器S11～S13ごとに異なっている。これにより、共振器S11～S13のスプリアスが分散され、スプリアスが送信フィルタF1の通過特性に与える影響が抑制される。さらに、長辺aと短辺bとの積は同じである（ $a1 \times b1 = a2 \times b2 = a3 \times b3$ ）。このように、共振器S11～S13それぞれにおける共振領域の長方

形の長軸 a_1 、 a_2 、 a_3 および短軸 b_1 、 b_2 、 b_3 が決定されることにより、各共振器 S_{11} ～ S_{13} の静電容量を同じにすることができる。

[0059] 図 18 に例示したように、フィルタに用いる共振器が FBAR である場合も、FBAR の形状によってスプリアスを調整することが可能である。また、FBAR においても、分轄される共振器の静電容量が同じであることが望ましく、上部電極と下部電極が対向する領域の面積が等しいことが望ましい。

[0060] (第 3 の実施形態)

図 19 は、第 3 の実施形態にかかる分波器の構成例を示す回路図である。図 19 に示す分波器は、共通端子 P_{com} に接続された通過帯域の異なる 2 つのフィルタ F_1 、 F_2 を備える。フィルタ F_2 は、フィルタ F_2 の共通端子 P_{com} とフィルタ F_2 の入出力端子 P_2 とを繋ぐ線路上に直列に接続された複数の直列共振器 S_1 ～ S_4 と、この線路に並列に接続された並列共振器 P_1 ～ P_4 を含む。直列共振器 S_1 ～ S_4 の少なくとも 1 つ（ここでは、一例として S_1 および S_4 ）には、インダクタンス L_1 、 L_2 が並列接続されている。直列共振器 S_1 ～ S_4 は、圧電膜を挟んで上部電極および下部電極が対向する共振領域をそれぞれ有する圧電薄膜共振器（例えば、FBAR）である。インダクタンス L_1 が並列接続された直列共振器 S_1 の共振領域の電極平面方向における最も長い幅 A と最も短い幅 B との比 (A/B) は、その他の直列共振器 S_2 ～ S_4 の共振領域における最も長い幅 A と最も短い幅 B との比 (A/B) より小さい。

[0061] ここで、図 20 (a)～図 20 (c) を用い、FBAR の製作工程の一例を説明する。図 20 (a) を参照に、例えば主に Si で構成される基板 10 に、下部電極 18 として Ru 膜を、 $0.6 \sim 1.2 Pa$ の圧力下の Ar ガス雰囲気中でスパッタリング法を用いて形成する。その後、露光技術およびエッチング技術を用い、下部電極 18 を所定の形状にする。

[0062] 図 20 (b) を参照に、基板 10 上および下部電極 18 上に、圧電膜 17 として AlN 膜を、約 $0.3 Pa$ の圧力下の Ar/N_2 混合ガス雰囲気中でス

パッタリング法を用い形成する。圧電膜 17 上に、上部電極 19 として Ru 膜を、0.6 ~ 1.2 Pa の圧力下の Ar ガス雰囲気中でスパッタリング法を用い形成する。

[0063] 図 20 (c) を参照に、Deep-RIE (反応性ドライエッチング) 法を用い、基板 10 裏面からエッチングすることにより、圧電膜 17 を挟み下部電極 18 と上部電極 19 とが対向する領域 (共振領域) の下の基板 10 に空隙 9a を形成する。以上の工程により、FBAR が形成される。

[0064] 次に、FBAR の共振領域の形状とスプリアスとの関係および、共振領域の形状と損失の関係について説明する。図 21 は楕円形状の共振領域を有する FBAR に対し、共振領域の軸比を様々に変化させたときの、その応答を計測した結果である。ここで、共振領域を形成する楕円における長軸を a 、短軸を b とし、軸比を a/b とする。測定は 2 端子共振器に対して S_{11} (反射係数) を計測したものであり、図中の点線は FBAR の共振点を示している。図 21 に示す計測結果は、膜構成が Ru 上部電極 250 nm、AlN 圧電薄膜 1200 nm、Ru 下部電極 250 nm であり、容量が 0.75 pF である FBAR の計測結果である。図 21 (a) は軸比が 10 : 5 の場合、図 21 (b) は軸比が 8 : 5 の場合、図 21 (c) は軸比が 6 : 5 の場合の計測結果をそれぞれ示している。軸比が小さいほど、共振点以下のスプリアスが小さいことがわかる。

[0065] FBAR において、スプリアスは主として電極平面を伝搬する Lamb 波によって生成される。スプリアスは伝搬距離が短いほど減衰が少なく、その大きさは顕著になる。従って、楕円共振器の場合、最も伝搬距離の短い短軸の長さがスプリアスの大小に大きく影響する。同じ電極面積で比較した場合、軸比が小さいほど短軸は長く、スプリアスは抑制されて評価される。

[0066] 図 22 は楕円形状を有する FBAR に対し、軸比を様々に変化させたときの共振点における Q 値を測定した結果である。図 22 の結果より、軸比が大きいほど共振点における Q が大きいことが確認される。直列共振器と並列共振器とで構成されるラダー型フィルタにおいて、直列共振器は共振 Q が高い

ことが重要であり、F B A Rを用いた場合、直列共振器の軸比は大きいことが望まれる。

[0067] ここで、インダクタンス L_1 が並列接続される直列共振器 S_1 は、共振点を並列共振器の反共振点近傍に配置することで、必ずしも、共振点の Q 値が高い必要性を持たない。むしろ、分波器を想定した場合は、反射係数に悪影響を与えるスプリアスが十分に抑制されていることの方が望まれる。このように、直列共振器 S_1 の共振領域の好ましい形状については、スプリアスと損失の間にトレードオフの関係があると言える。したがって、インダクタンス L_1 が並列接続される直列共振器 S_1 の軸比は、他の直列共振器の軸比に対して、小さくなるよう共振領域を構成することが好ましい。

[0068] このように、インダクタンス L_1 が並列接続される直列共振器 S_1 に関しては、周波数の関係上、損失よりもスプリアスを重視すべきという観点から軸比を調整することができる。その結果、スプリアスの低減と Q 値の双方を考慮した適切な設計が可能になる。なお、本実施形態は、楕円形状のF B A Rに関して述べたが、長方形やその他多角形に関しても、同様に構成し上記効果を得ることが可能である。

[0069] 図23は、図19に示すフィルタ F_2 の構成の一例を示す平面図である。直列共振器 $S_1 \sim S_4$ および並列共振器 $P_1 \sim P_3$ は、上部電極4および下部電極2が圧電膜3を挟んで対向する共振領域に形成される。図23では、下部電極2の位置を点線で示している。これらの7つの共振器は、例えば、基板と共振器間にドーム状のキャビティ（図示せず）を有する。また、並列腕の並列共振器 $P_1 \sim P_3$ については、上部電極の300nmのルテニウム（Ru）膜上に110のチタン（Ti）が設けられていてもよい。

[0070] 図23に示す例では、初段の直列共振器 S_1 の下部電極2は、圧電膜3上部のパッド5aに導通しており、直列共振器 S_1 の上部電極4と S_2 の上部電極4との間の配線パターンはパッド5bに導通している。パッド5aとパッド5bとの間にはインダクタンス L_1 が接続される。

[0071] インダクタンス L_1 が並列接続された直列共振器 S_1 の共振領域における

長軸 a_1 と短軸 b_1 の比 (a_1/b_1) は、その他の直列共振器 $S_2 \sim S_4$ の共振領域における長軸 a_2 と短軸 b_2 の比 (a_2/b_2) より小さくなっている。このように、インダクタンスが並列接続される直列共振器の軸比を、他の直列共振器の軸比に対して大きくすることで、共振器のスプリアスと損失の共振器形状に対するトレードオフを考慮した適切な設計が可能になる。

[0072] (第4の実施形態)

図24は、上記第1～3の実施形態における分波器を用いたRFモジュールの一例である。図24に示す例では、分波器は、フィルタバンクモジュール(デュプレクサバンクモジュール)の一部として用いられている。図24に示すRFモジュールは、スイッチモジュール6、デュプレクサバンクモジュール7およびアンプモジュール8を含む。デュプレクサバンクモジュール7は、周波数帯域の異なる複数のデュプレクサD1、D2、D3、・・・を備える。スイッチモジュール6は、アンテナで送受信した信号を扱うデュプレクサを切り替える。すなわち、スイッチモジュール6は、デュプレクサD1、D2、D3、・・・のうちいずれのデュプレクサを使うかを選択する。アンプモジュール8は、デュプレクサD1、D2、D3、・・・から出力される信号またはデュプレクサD1、D2、D3、・・・に入力する信号を増幅する。

[0073] デュプレクサD1、D2、D3、・・・は、それぞれ送信フィルタF1と受信フィルタ2を備える。デュプレクサD1、D2、D3、・・・にはそれぞれ、上記第1～3の実施形態で示した分波器が用いられる。このように、フィルタ損失を抑え、優れた分波特性を持つ分波器を用いてRFモジュールを構成することにより、優れた特性を持つRFモジュールが得られる。

[0074] なお、分波器を用いたモジュールは、図24に示す例に限られない。例えば、分波器を増幅器モジュール(Amp. Module)やスイッチモジュール(SW. Module)と組み合わせてモジュール化する場合も想定しうる。さらに、分波器を含む通信機器も本発明の実施形態に含まれる。

[0075] 図25は、通信機器の構成例を示す図である。図25に示す通信機器50においては、モジュール基板51上に、通信モジュール60、RFIC53およびベースバンドIC54が設けられている。通信モジュール60には、上記実施形態で示した分波器を用いることができる。例えば、通信モジュール60は、図24に示したRFモジュールを含んでもよい。

[0076] 通信モジュール60の送信端子TxはRFIC53に接続され、受信端子RxもRFIC53に接続されている。RFIC53はベースバンドIC54に接続されている。RFIC53は、半導体チップおよびその他の部品により形成することができる。RFIC53には、受信端子から入力された受信信号を処理するための受信回路および、送信信号を処理するための送信回路を含む回路が集積されている。

[0077] また、ベースバンドIC54も半導体チップおよびその他の部品により実現することができる。ベースバンドIC54には、RFIC53に含まれる受信回路から受け取った受信信号を、音声信号やパケットデータに変換するための回路と、音声信号やパケットデータを送信信号に変換してRFIC53に含まれる送信回路に出力するため回路とが集積される。

[0078] 図示しないが、ベースバンドIC54には、例えば、スピーカ、ディスプレイ等の出力機器が接続されており、ベースバンドIC54で受信信号から変換された音声信号やパケットデータを出力し、通信機器50のユーザに認識させることができる。また、マイク、ボタン等の通信機器50が備える入力機器もベースバンドIC54に接続されており、ユーザから入力された音声やデータをベースバンドIC54が送信信号に変換することができる構成になっている。なお、通信機器50の構成は、図25に示す例に限られない。

[0079] (第5の実施形態)

本実施形態では、上記第1～4で説明した分波器の実装例を説明する。ここでは、一例として、図26に示す回路構成の分波器を実装する場合について説明する。図26に示す分波器では、アンテナ端子Antに送信フィルタ

F 1 と受信フィルタ F 2 が接続されている。送信フィルタ F 1 は、直列共振器 S 1 ～ S 4 と並列共振器 P 1 ～ P 2 により構成されるラダー型フィルタである。受信フィルタ F 2 は、ラダー型フィルタ L F 1、集中定数型のバラン B 1 およびラティス型フィルタ L F 2 を備える。ラダー型フィルタ L F 1 は、直列共振器 S 5 ～ S 7 と並列共振器 P 3 ～ P 5 で構成される。

[0080] ラダー型フィルタ L F 1 はアンテナ端子 A n t からの信号を、シングル端子を介して入力し、バラン B 1 へシングル出力する。バラン B 1 は、ラダー型フィルタ L F 1 からのシングル信号を、バランス信号に変換する。ラティス型フィルタ L F 2 は、バランス信号を入力し、バランス信号を出力するバランス入出力型フィルタである。なお、ラダー型フィルタ L F 1 の初段の直列共振器 S 5 には、インダクタンス L 1 が並列接続されている。直列共振器 S 5 とインダクタンス L 1 とで整合回路を形成している。直列共振器 S 5 は、上記第 1、2 の実施形態と同様、複数の共振器に分轄されるか、あるいは第 3 の実施形態のように、他の直列共振器とは異なる形状であってもよい。本実施形態では、説明を簡単にするため、共振器の分轄や形状の変化は図示しない。

[0081] 図 2 7 (a) は、図 2 6 に示す送信フィルタ F 1 をチップ化する場合の構成の一例を示す図である。図 2 7 (a) に示す例では、圧電基板上の I D T と反射器により、直列共振器 S 1 ～ S 4 と並列共振器 P 1、P 2 が形成され、さらに、アンテナ端子 A n t へ接続されるバンプ、送信端子 T x へ接続されるバンプおよび、グランド (G N D) 端子が形成される。これらの共振器 S 1 ～ S 4、P 1、P 2、バンプおよびグランド端子の間は圧電基板上の配線パターンにより接続される。

[0082] 図 2 7 (b) は、図 2 6 に示す受信フィルタ F 2 をチップ化する場合の構成の一例を示す図である。図 2 7 (b) に示す例でも、同様に、圧電基板上の I D T と反射器により、共振器 S 5 ～ S 1 0、P 3 ～ P 8 が形成され、さらに、アンテナ端子 A n t へ接続されるバンプ、整合回路用のインダクタ L 1 を接続するバンプ、バラン B 1 のインダクタ L 2、L 3 を接続するバンプ

、受信端子 $R \times 1$ 、 $R \times 2$ へ接続されるバンプおよび、グランド端子が形成される。図 27 (b) に示す例は、整合回路用のインダクタ $L 1$ およびバラン 2 用のインダクタ $L 2$ 、 $L 3$ は、チップの外部に設けられる構成である。

[0083] 図 28 は、図 27 (a) の送信フィルタチップと図 27 (b) の受信フィルタチップとをパッケージ化したデュプレクサパッケージの構成例を示す図である。図 28 に示す例では、キャビティ 29 を有するセラミックパッケージ 36 に、送信フィルタチップ 33、および受信フィルタチップ 34 がフリップチップ実装される。送信フィルタチップ 33 は送信フィルタ $F 1$ を形成するチップ (図 27 (a)) であり、受信フィルタチップ 34 は受信フィルタ $F 2$ を形成するチップ (図 27 (b)) である。これらの各チップとセラミックパッケージ 36 とは、例えば、Au バンプにより導通される。これらのチップが実装されたセラミックパッケージ 36 の上部には、メタルリッド 27 がキャップとして設けられる。これにより、キャビティ 29 は気密封止される。なお、パッケージの構成は、図 28 に示す例に限られない。例えば、バラン $B 1$ を構成する IPD チップを別途作成してキャビティ 29 内に実装してもよい。

[0084] 図 29 は、図 28 に示すデュプレクサパッケージ 37 およびインダクタを基板に実装した場合の構成例を示す図である。図 29 に示す例では、プリント基板 38 上に、デュプレクサパッケージ 37 が実装される。また、プリント基板 38 上には、インダクタ $L 1$ 、 $L 2$ 、 $L 3$ のチップ部品も実装される。プリント基板 38 上の配線パターンにより、インダクタ $L 1$ 、 $L 2$ 、 $L 3$ とデュプレクサパッケージ 37 のバンプとが接続される。また、デュプレクサパッケージ 37 の送信端子 $T x$ 、受信端子 $R \times 1$ 、 $R \times 2$ 、グランド端子もプリント基板 38 上の配線パターンにより外部へ引き出される。

[0085] なお、分波器の実装形態は、上記例に限られない。例えば、インダクタ $L 1$ 、 $L 2$ 、 $L 3$ をまとめて部品化することもできる。図 30 は、インダクタ $L 1$ 、 $L 2$ 、 $L 3$ を石英基板上に形成した部品の構成例を示す図である。図 30 に示す例では、石英基板 41 上に、スパイラルコイルが 3 つ形成され、

各スパイラルコイルの端子はパッドになっている。

[0086] 以上の実施形態に関し、さらに以下の付記を開示する。

[0087] (付記 1)

共通端子に接続される、通過帯域の異なる 2 以上のフィルタを備え、

前記 2 以上のフィルタの少なくとも 1 つは、フィルタの入力端子および出力端子を繋ぐ線路に直列に接続された複数の直列共振器と、前記線路に並列に接続された並列共振器を含み、

前記直列共振器の少なくとも 1 つには、インダクタンスが並列接続されており、

前記インダクタンスが並列接続された直列共振器は、直列に接続された複数の共振器に分轄されている、分波器。

[0088] (付記 2)

前記分轄された複数の共振器は、互いに形状が異なる、付記 1 に記載の分波器。

[0089] (付記 3)

前記分轄された複数の共振器の静電容量が等しいことを特徴とする、付記 1 または 2 に記載の分波器。

[0090] (付記 4)

前記分轄された複数の共振器は、圧電基板の上に設けられた IDT とその両側に配置される反射器とをそれぞれ有する弾性表面波共振器であり、

前記分轄された複数の弾性表面波共振器の開口長は互いに異なっている、付記 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の分波器。

[0091] (付記 5)

前記分轄された複数の共振器は、圧電膜と、圧電膜を挟んで対向する上部電極および下部電極とをそれぞれ有する圧電薄膜共振器であり、

前記分轄された複数の圧電薄膜共振器それぞれにおける上部電極と下部電極が圧電膜を挟んで対向する領域の形状は、互いに異なっている、付記 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の分波器。

[0092] (付記 6)

前記分轄された複数の共振器は、圧電膜と、圧電膜を挟んで対向する上部電極および下部電極とをそれぞれ有する圧電薄膜共振器であり、

前記圧電薄膜共振器それぞれの共振周波数は互いに異なっている、付記 1～3 のいずれか 1 項に記載の分波器。

[0093] (付記 7)

通過帯域の異なる 2 以上のフィルタを備え、

前記 2 以上のフィルタの少なくとも 1 つは、フィルタの入力端子および出力端子を繋ぐ線路に直列に接続された複数の直列共振器と、前記線路に並列に接続された並列共振器を含み、

前記直列共振器の少なくとも 1 つには、インダクタンスが並列接続されており、

前記直列共振器は、圧電膜を挟んで上部電極および下部電極が対向する共振領域をそれぞれ有する圧電薄膜共振器であり、

前記インダクタンスが並列接続された直列共振器の共振領域の電極平面方向における最も長い幅 A と最も短い幅 B との比 (A/B) が、その他の直列共振器の共振領域における最も長い幅 A と最も短い幅 B との比 (A/B) より小さい、分波器。

[0094] (付記 8)

前記直列共振器を有するフィルタは、ラダー型フィルタまたはラティス型フィルタであって、

前記インダクタンスが並列接続された直列共振器は、前記ラダー型フィルタまたは前記ラティス型フィルタの最前段の共振器である、付記 1～7 のいずれか 1 項に記載の、分波器。

[0095] (付記 9)

付記 1～8 のいずれか 1 項に記載の分波器を含む、通信モジュール。

[0096] (付記 10)

付記 1～8 のいずれか 1 項に記載の分波器を含む、通信機器。

請求の範囲

- [請求項1] 共通端子に接続される、通過帯域の異なる2以上のフィルタを備え、
- 前記2以上のフィルタの少なくとも1つは、フィルタの入力端子および出力端子を繋ぐ線路に直列に接続された複数の直列共振器と、前記線路に並列に接続された並列共振器を含み、
- 前記直列共振器の少なくとも1つには、インダクタンスが並列接続されており、
- 前記インダクタンスが並列接続された直列共振器は、直列に接続された複数の共振器に分轄されている、分波器。
- [請求項2] 前記分轄された複数の共振器は、互いに形状が異なる、請求項1に記載の分波器。
- [請求項3] 前記分轄された複数の共振器の静電容量が等しいことを特徴とする、請求項1または2に記載の分波器。
- [請求項4] 前記分轄された複数の共振器は、圧電基板の上に設けられたIDTとその両側に配置される反射器とをそれぞれ有する弾性表面波共振器であり、
- 前記分轄された複数の弾性表面波共振器の開口長は互いに異なっている、請求項1～3のいずれか1項に記載の分波器。
- [請求項5] 前記分轄された複数の共振器は、圧電膜と、圧電膜を挟んで対向する上部電極および下部電極とをそれぞれ有する圧電薄膜共振器であり、
- 前記分轄された複数の圧電薄膜共振器それぞれにおける上部電極と下部電極が圧電膜を挟んで対向する領域の形状は、互いに異なっている、請求項1～3のいずれか1項に記載の分波器。
- [請求項6] 前記分轄された複数の共振器は、圧電膜と、圧電膜を挟んで対向する上部電極および下部電極とをそれぞれ有する圧電薄膜共振器であり、

前記圧電薄膜共振器それぞれの共振周波数は互いに異なっている、
請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の分波器。

[請求項7]

通過帯域の異なる 2 以上のフィルタを備え、

前記 2 以上のフィルタの少なくとも 1 つは、フィルタの入力端子および出力端子を繋ぐ線路に直列に接続された複数の直列共振器と、前記線路に並列に接続された並列共振器を含み、

前記直列共振器の少なくとも 1 つには、インダクタンスが並列接続されており、

前記直列共振器は、圧電膜を挟んで上部電極および下部電極が対向する共振領域をそれぞれ有する圧電薄膜共振器であり、

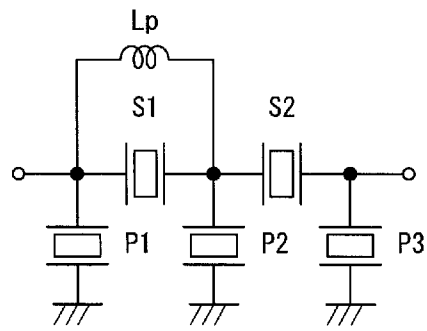
前記インダクタンスが並列接続された直列共振器の共振領域の電極平面方向における最も長い幅 A と最も短い幅 B との比 (A/B) が、その他の直列共振器の共振領域における最も長い幅 A と最も短い幅 B との比 (A/B) より小さい、分波器。

[請求項8]

前記直列共振器を有するフィルタは、ラダー型フィルタまたはラティス型フィルタであって、

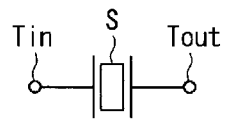
前記インダクタンスが並列接続された直列共振器は、前記ラダー型フィルタまたは前記ラティス型フィルタの最前段の共振器である、請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の、分波器。

[図1]

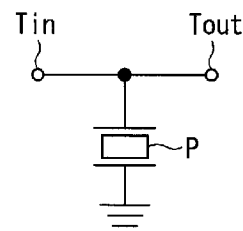


[図2]

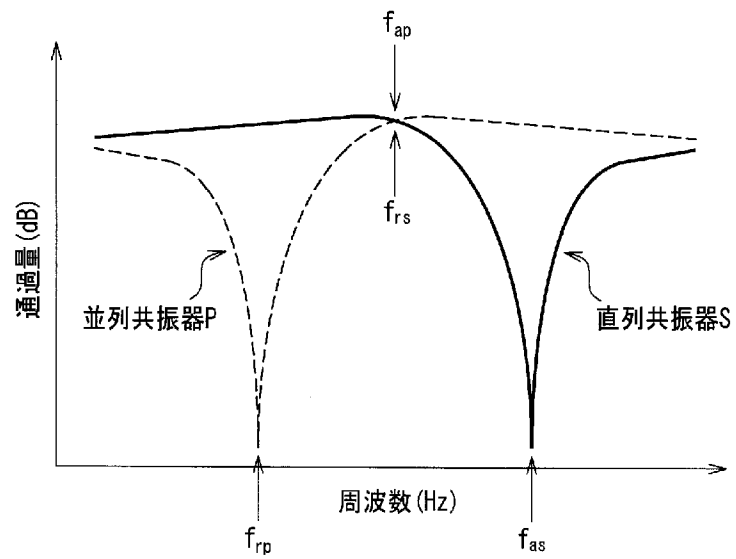
(a)



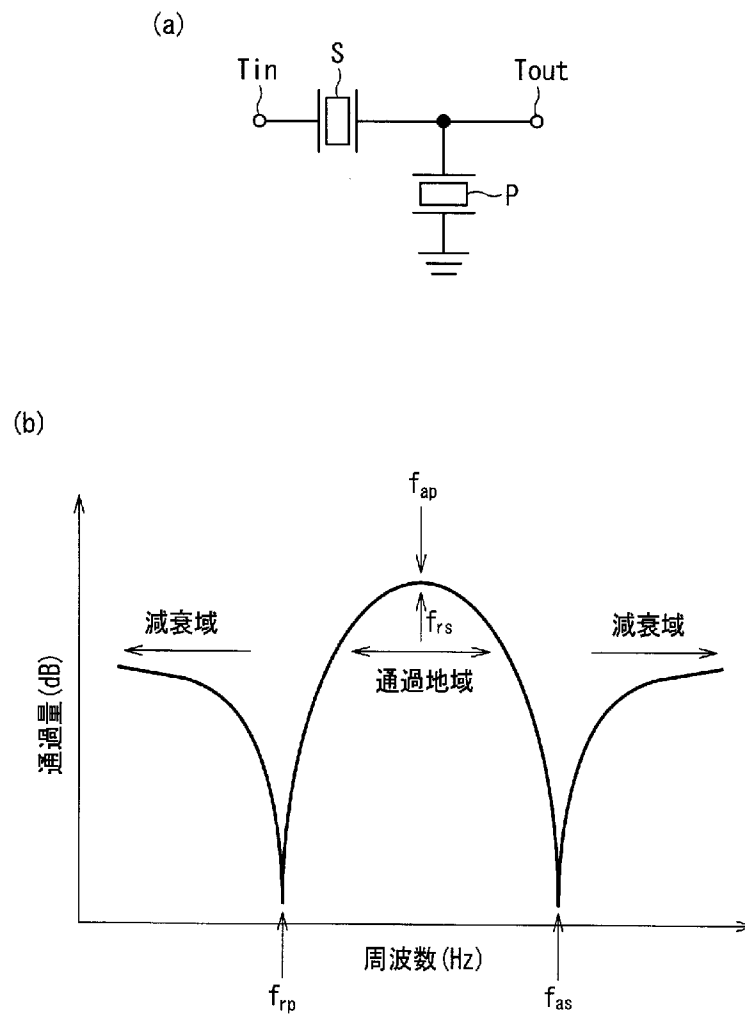
(b)



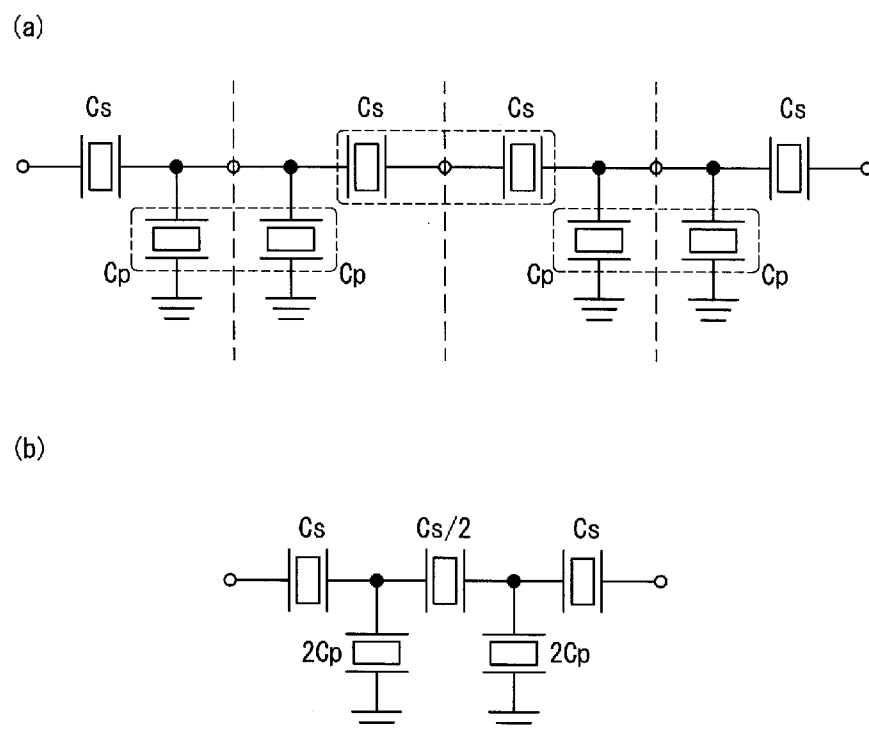
(c)



[図3]

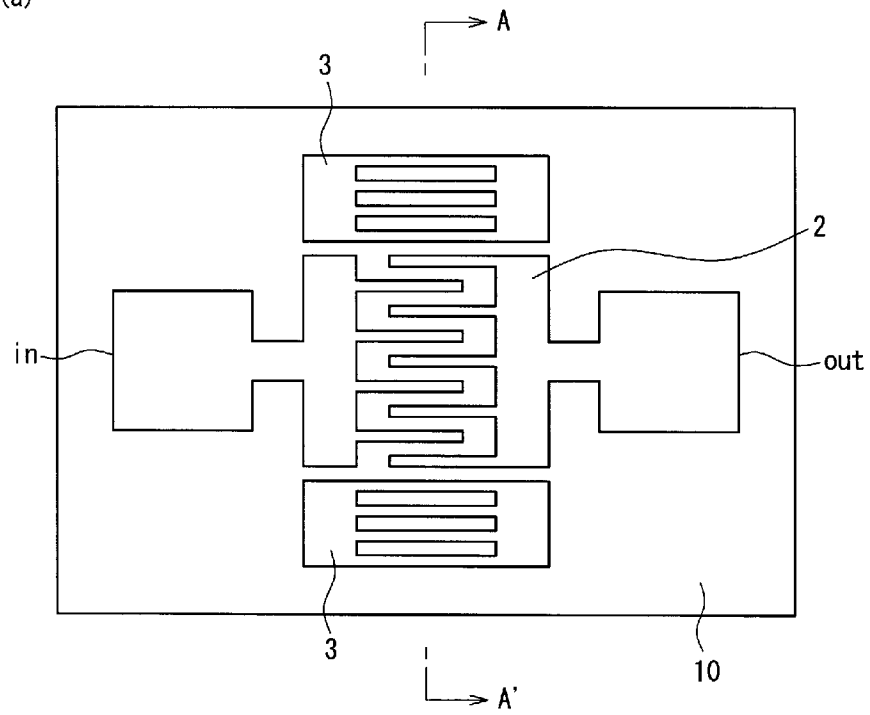


[図4]

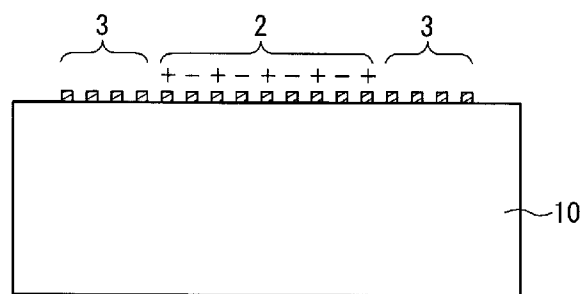


[図5]

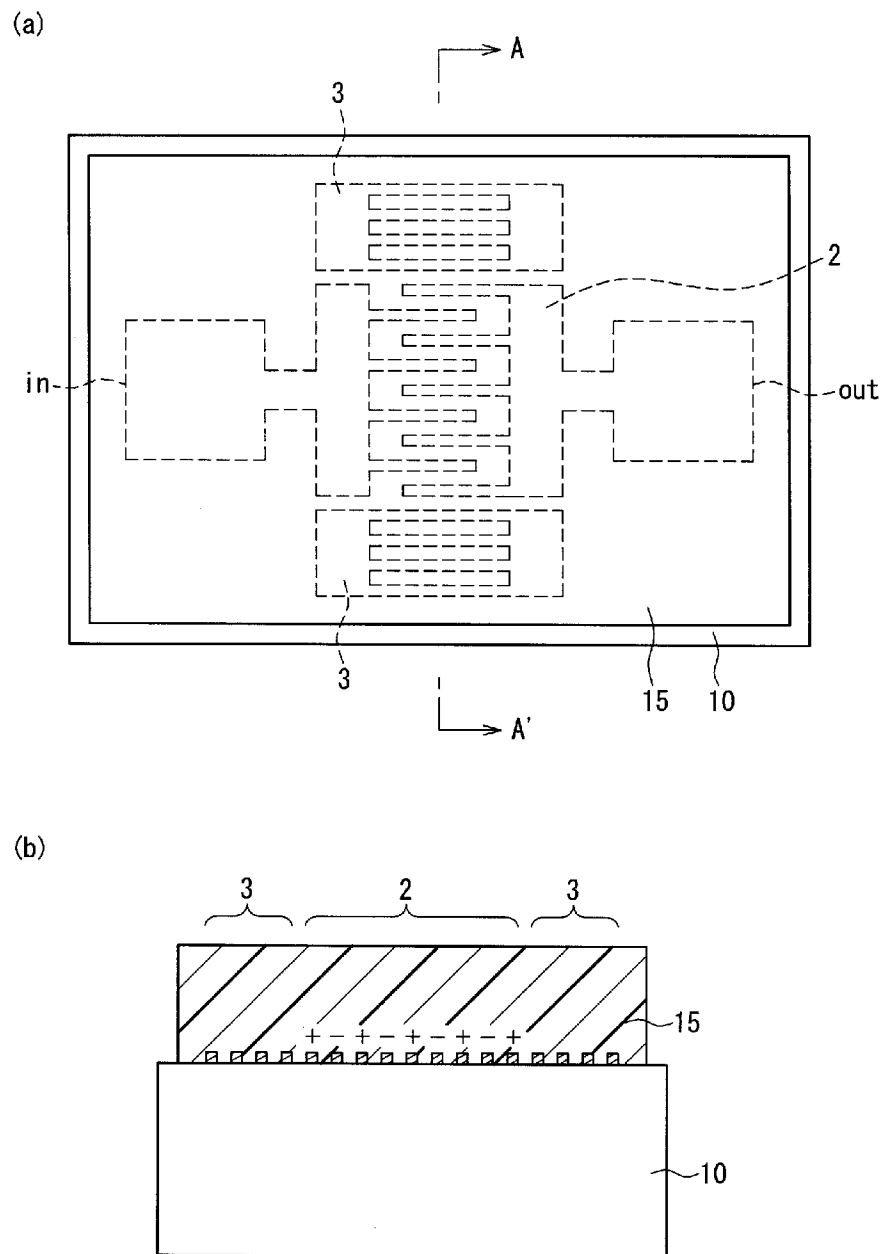
(a)



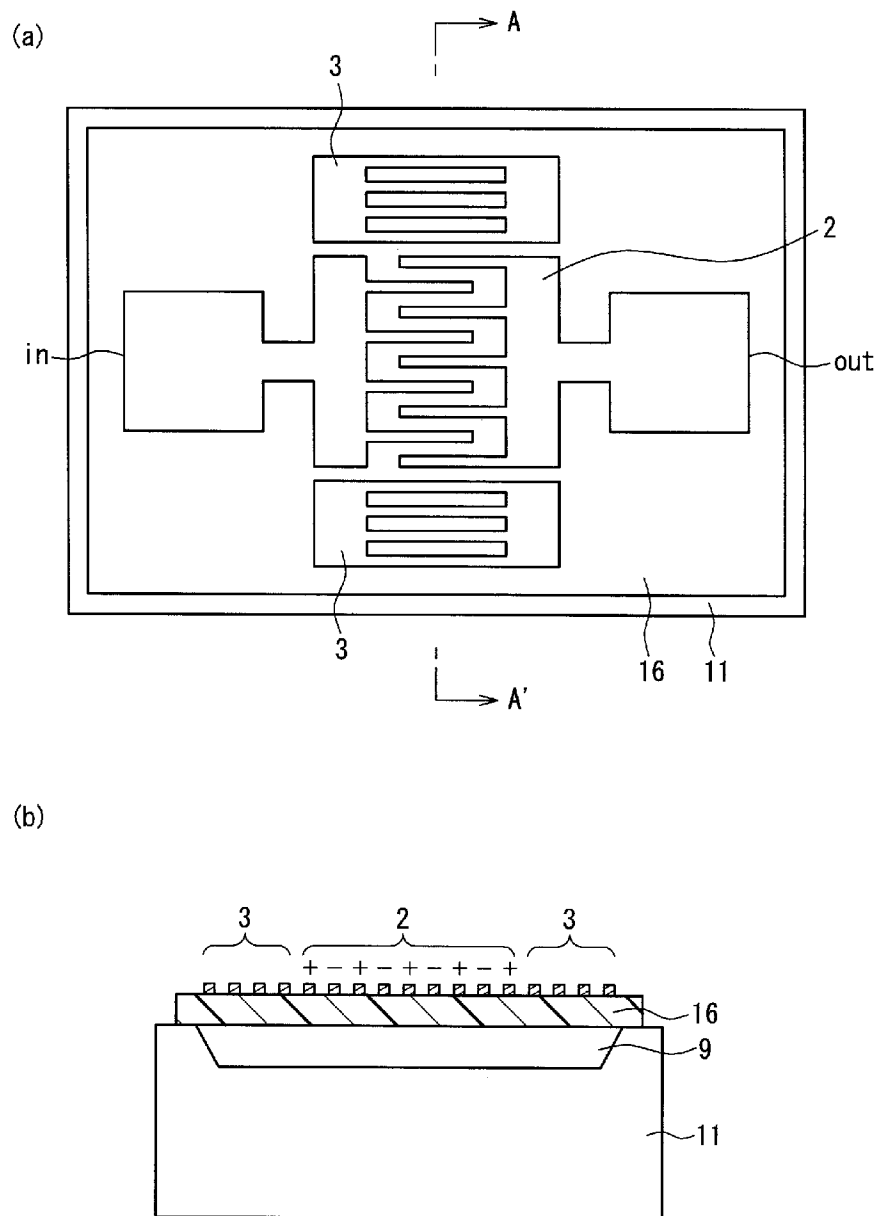
(b)



[図6]

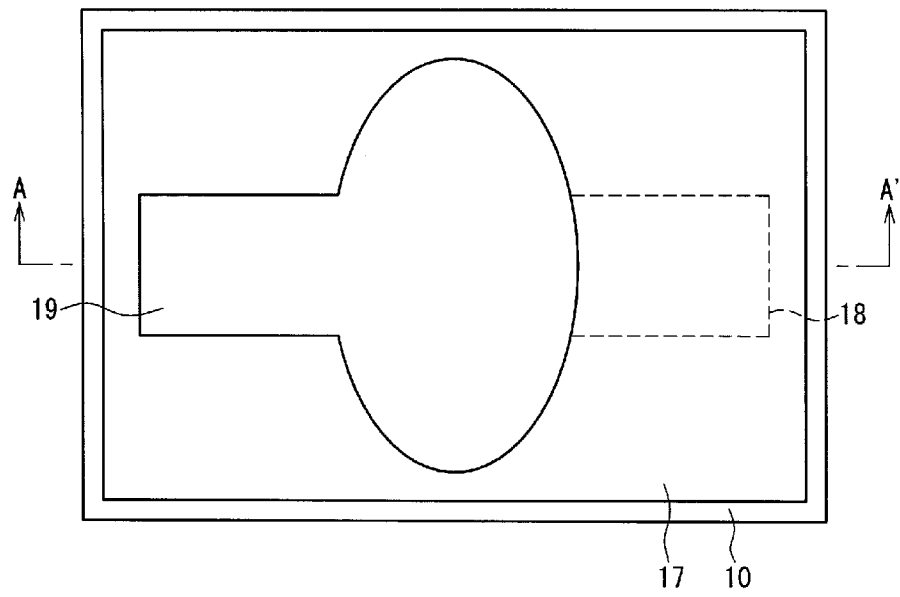


[図7]

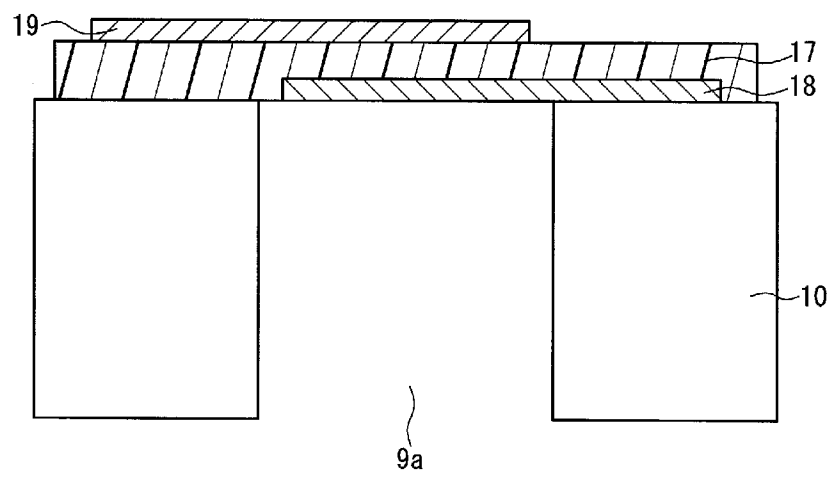


[図8]

(a)

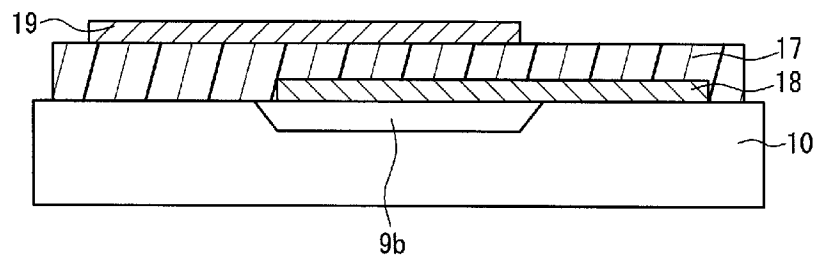


(b)

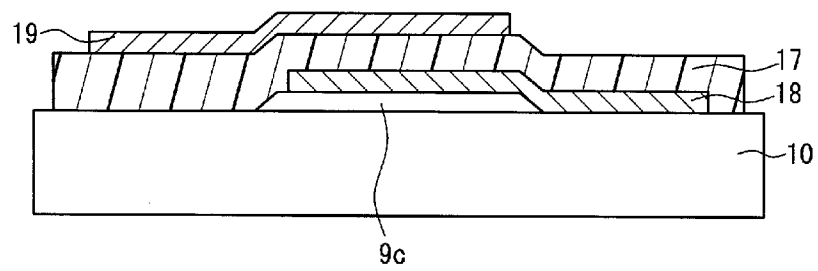


[図9]

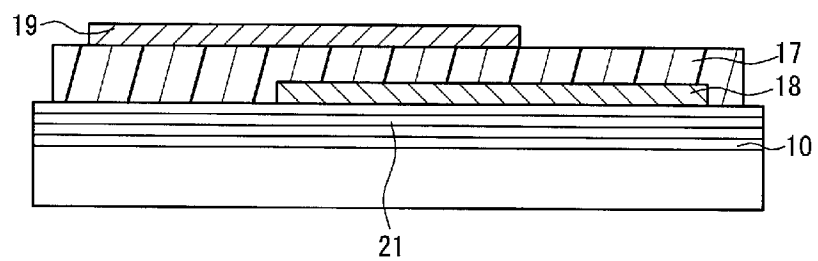
(a)



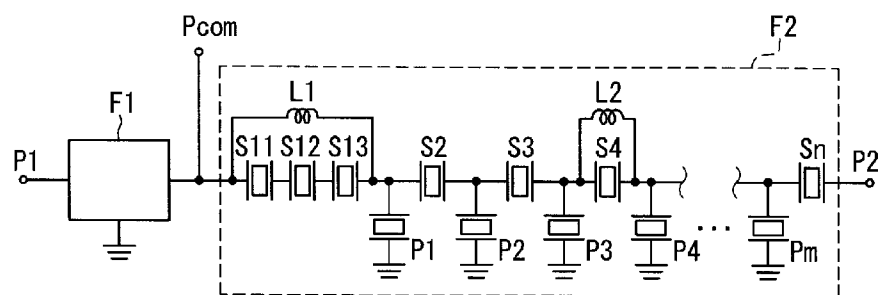
(b)



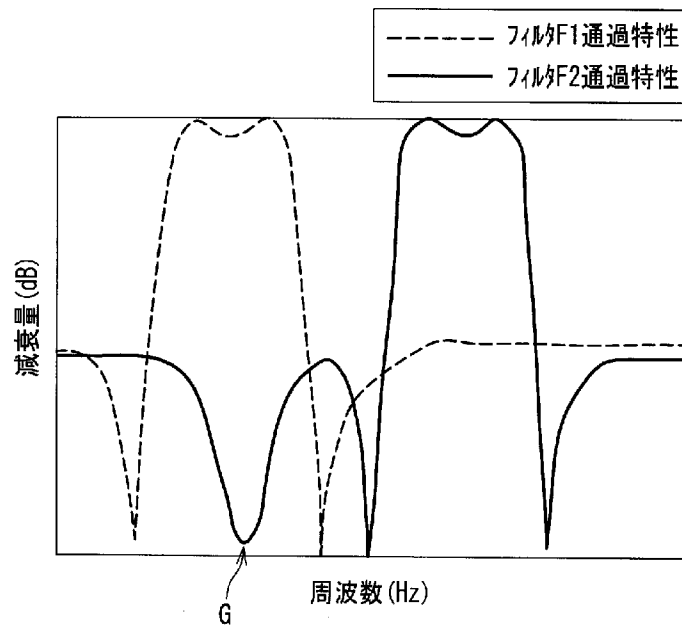
(c)



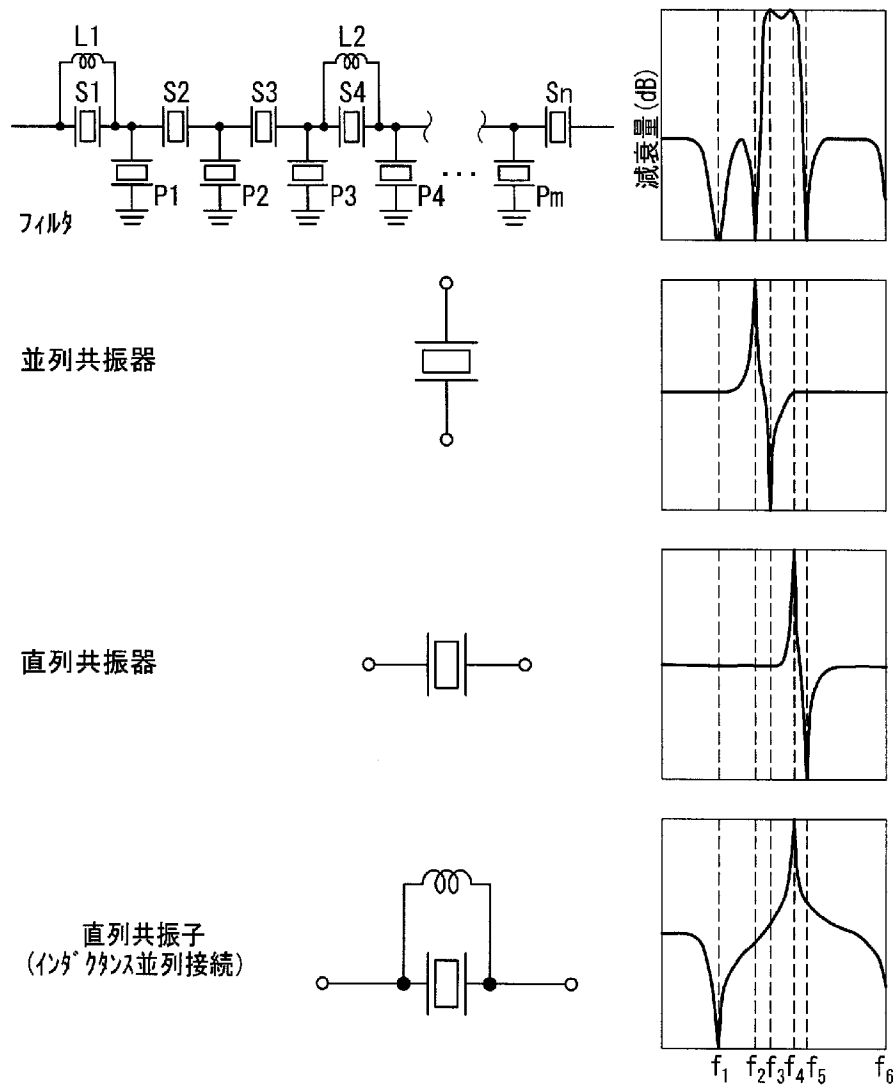
[図10]



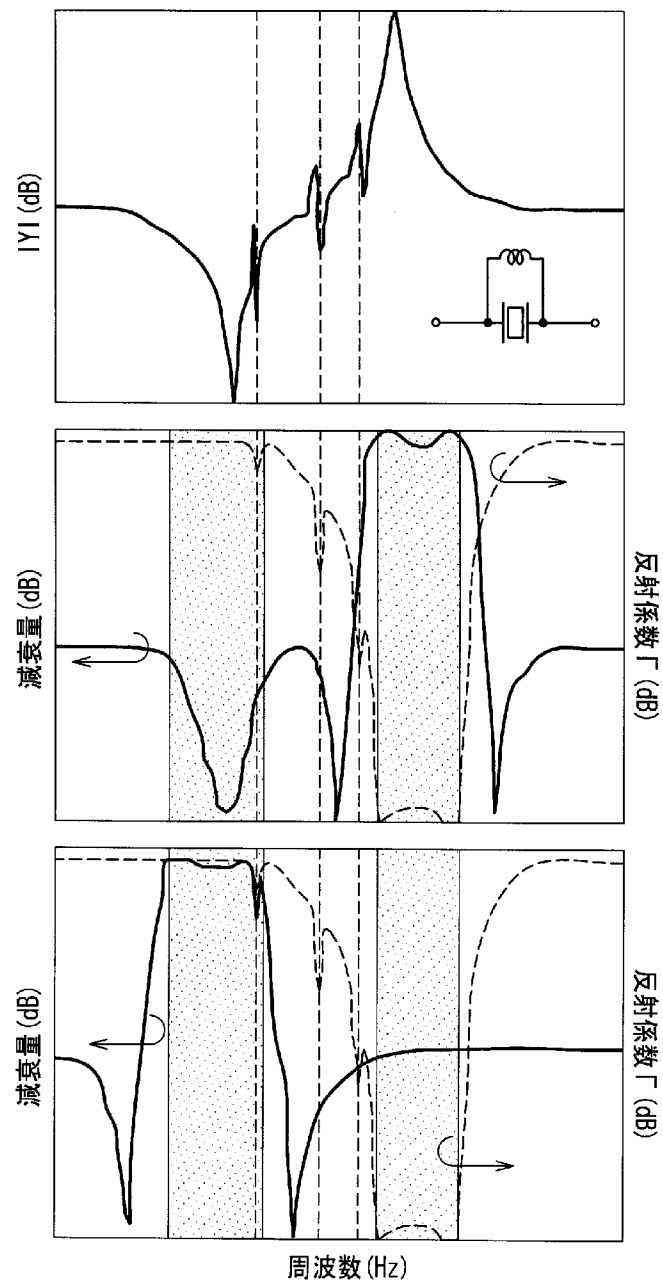
[図11]



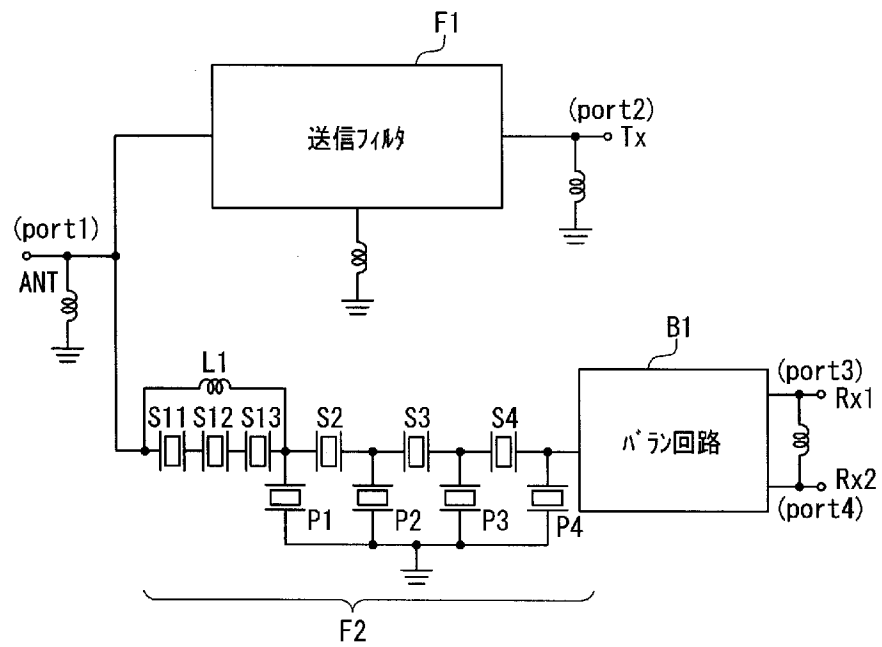
[図12]



[図13]

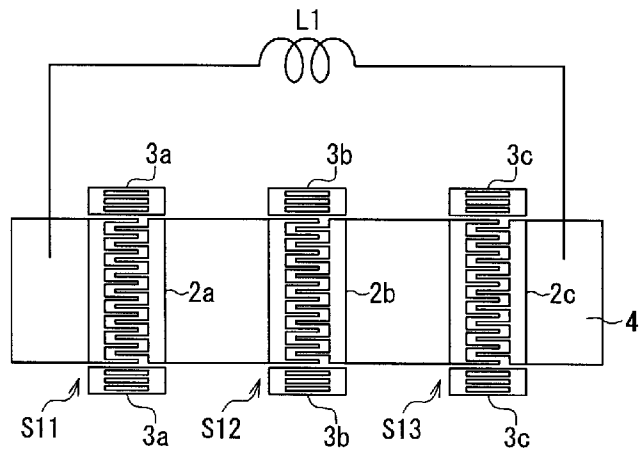


[図14]

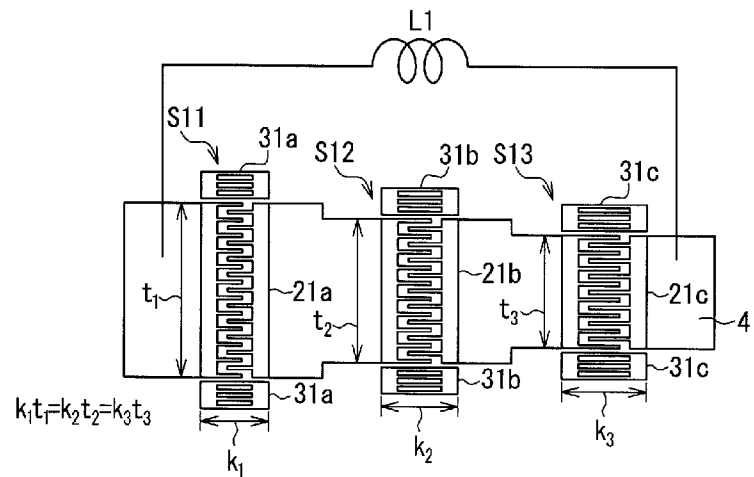


[図15]

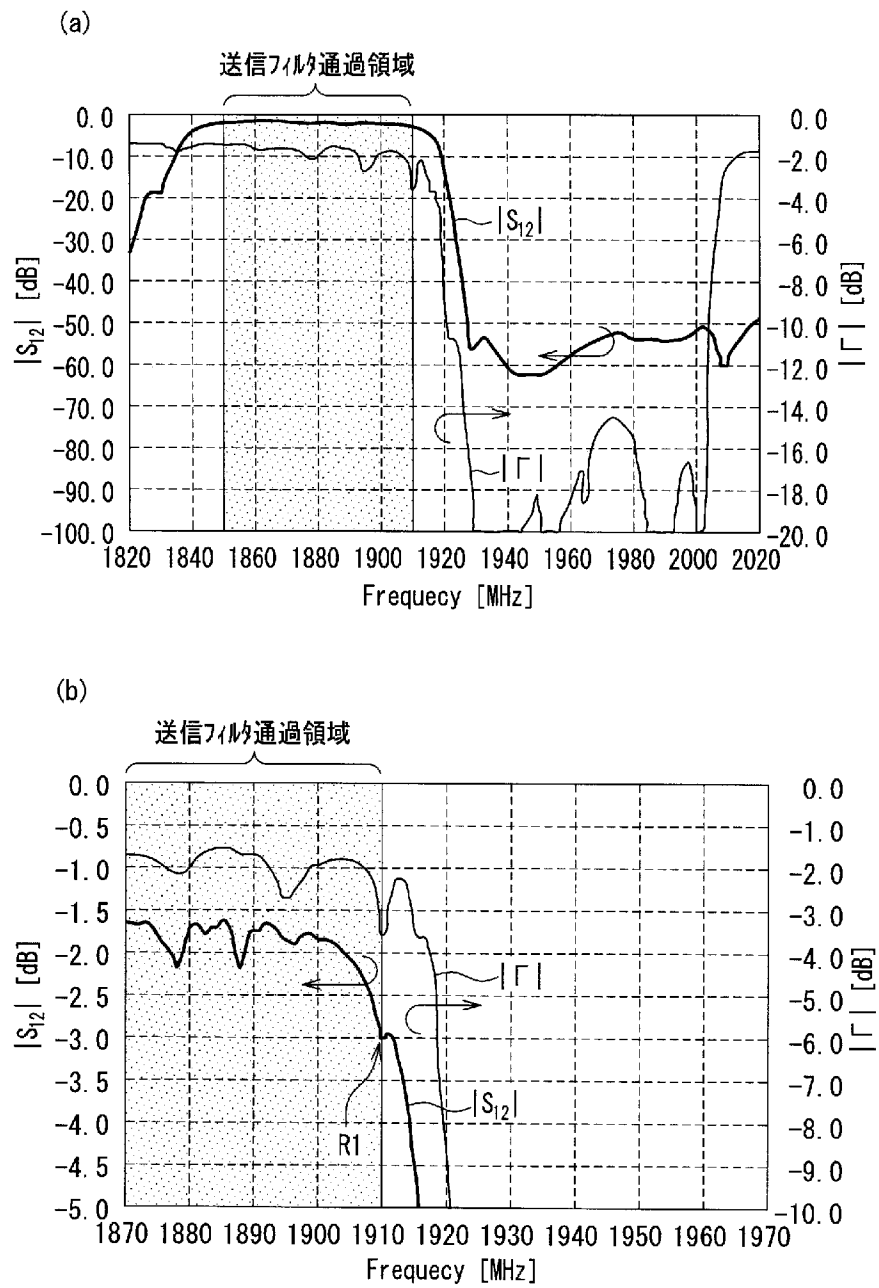
(a)



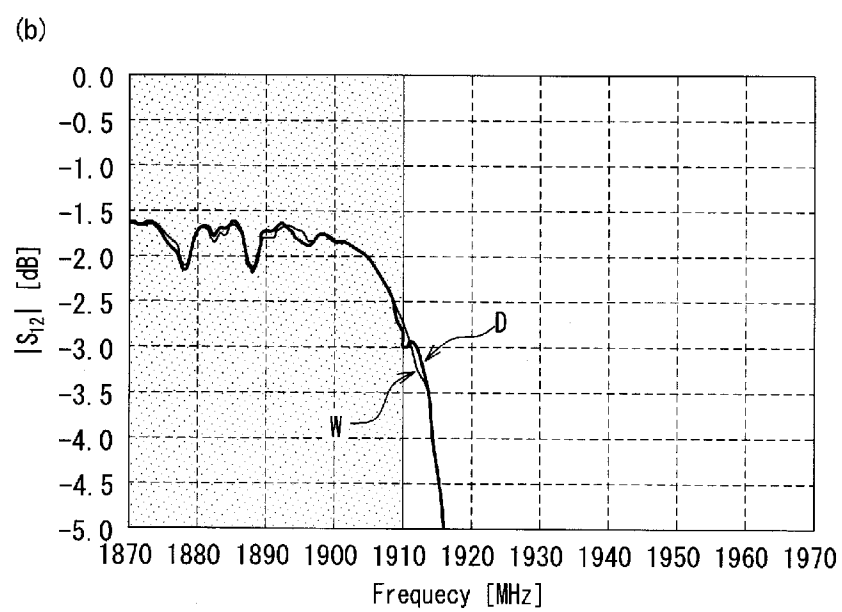
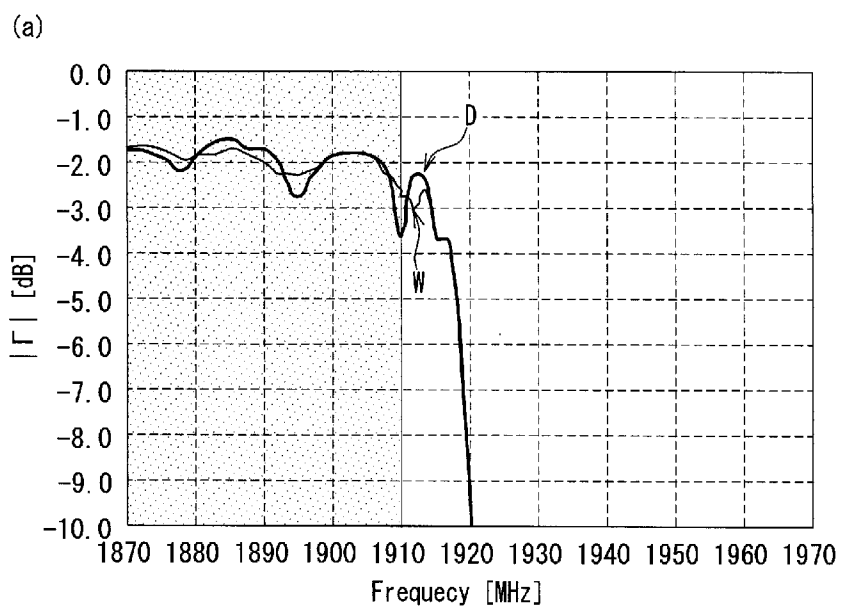
(b)



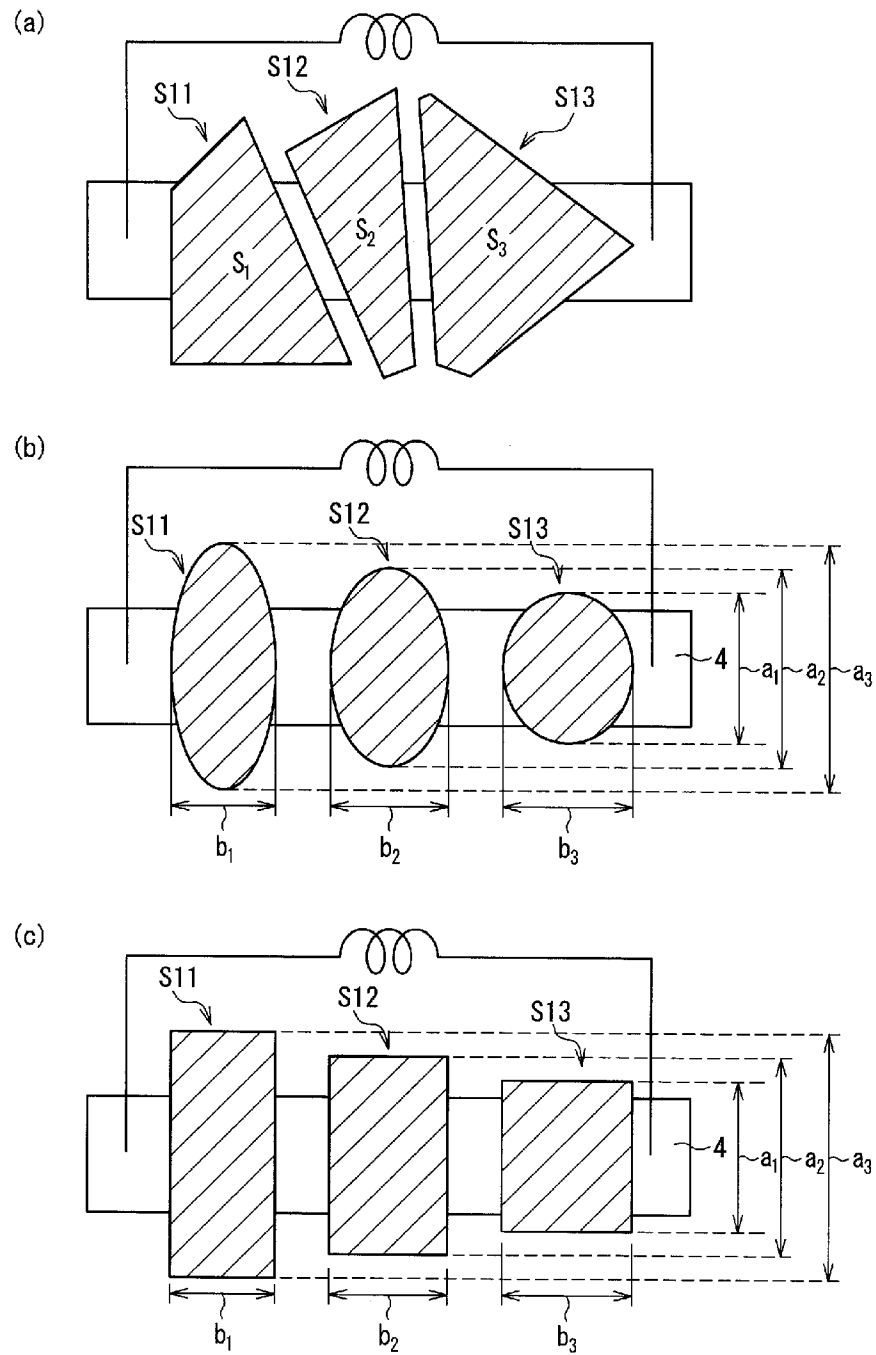
[図16]



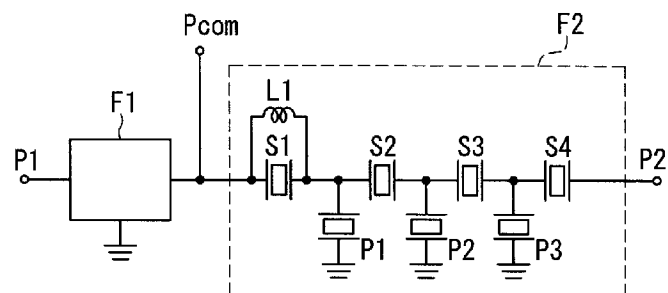
[図17]



[図18]

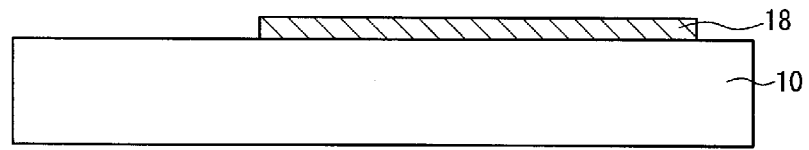


[図19]

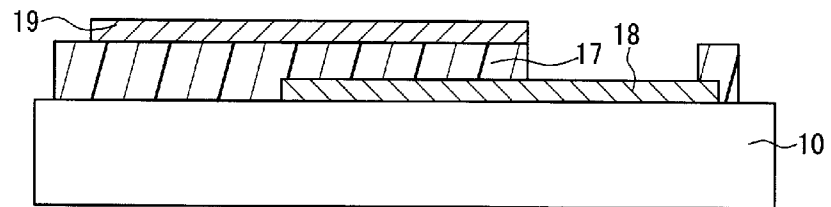


[図20]

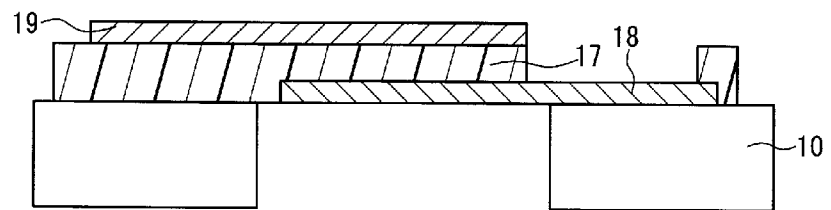
(a)



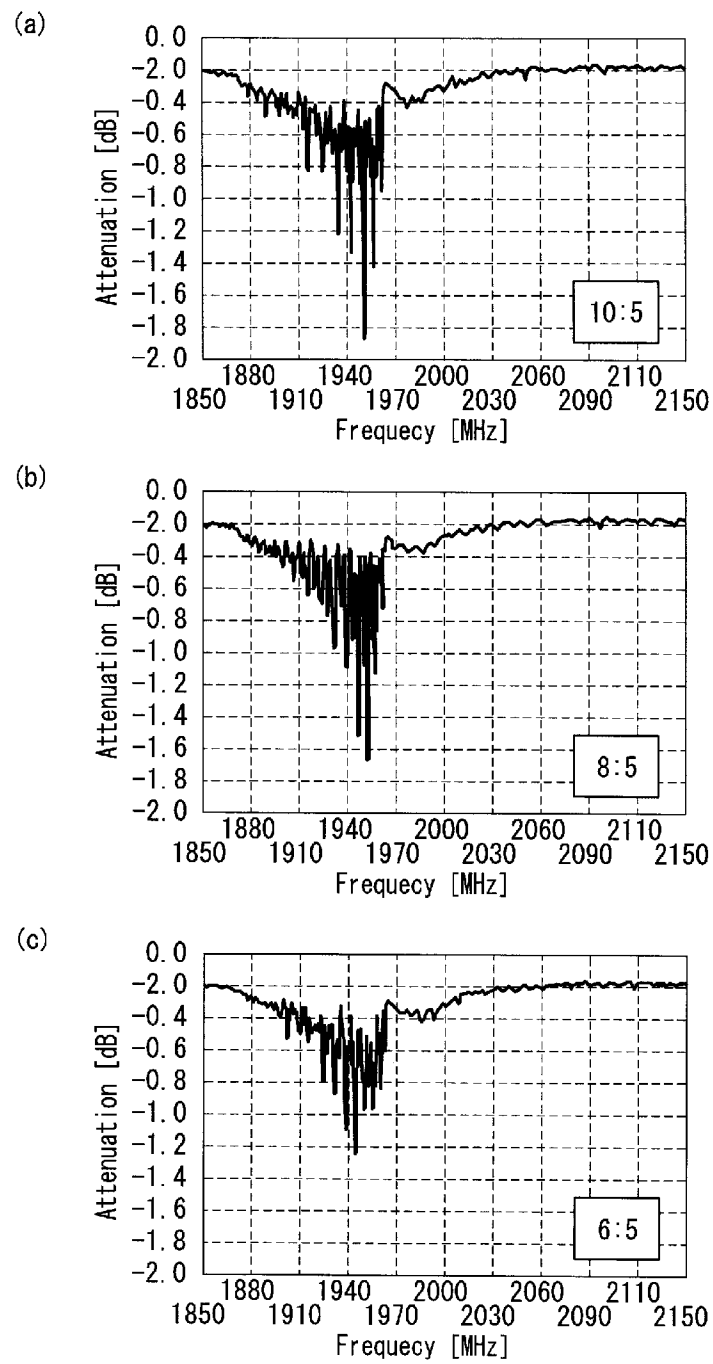
(b)



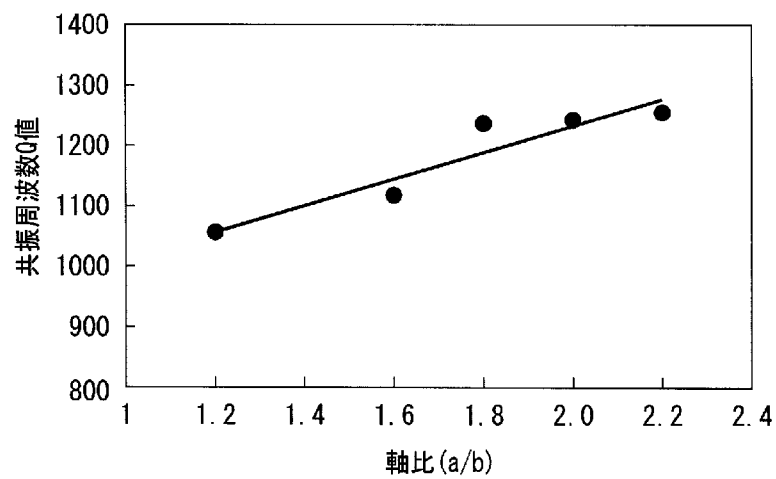
(c)

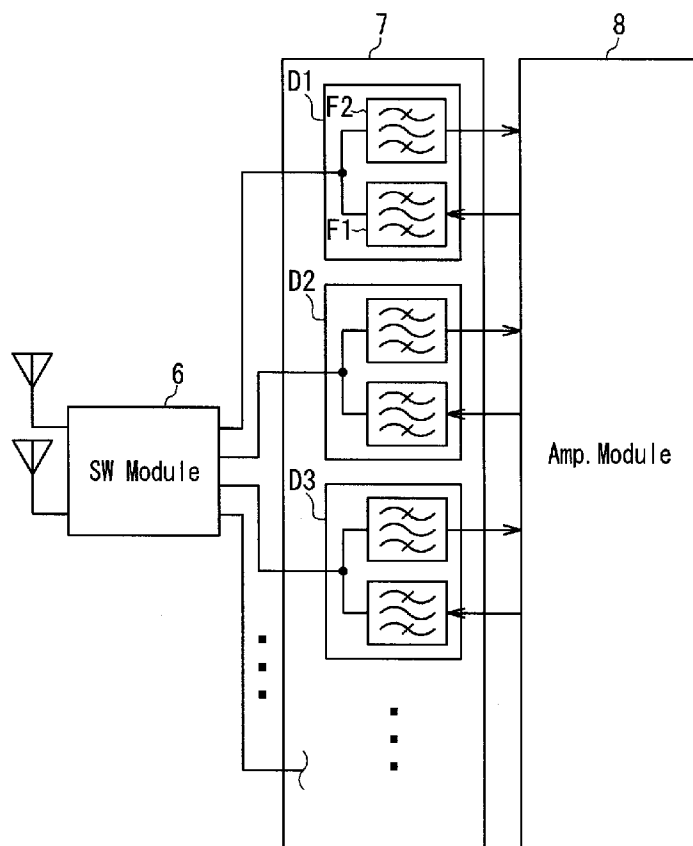
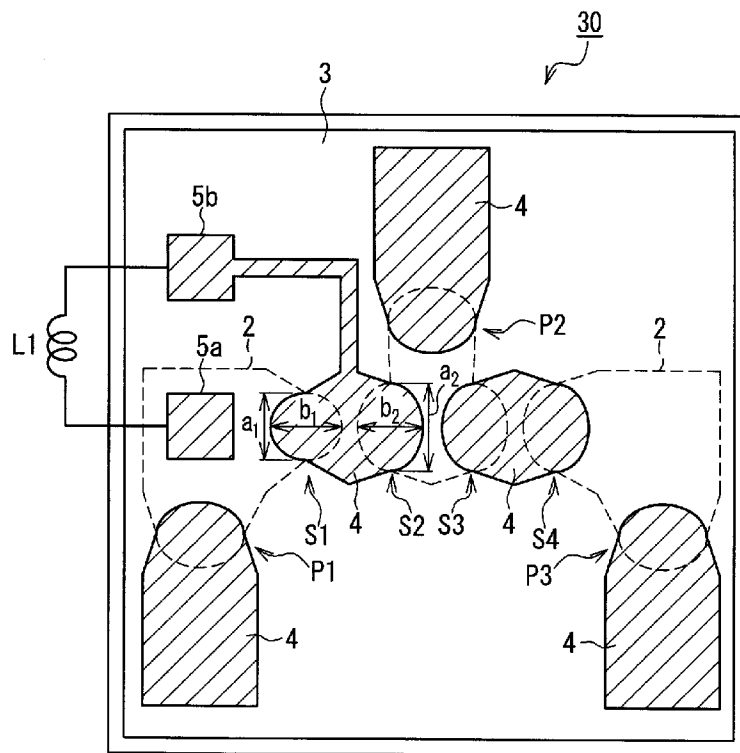


[図21]

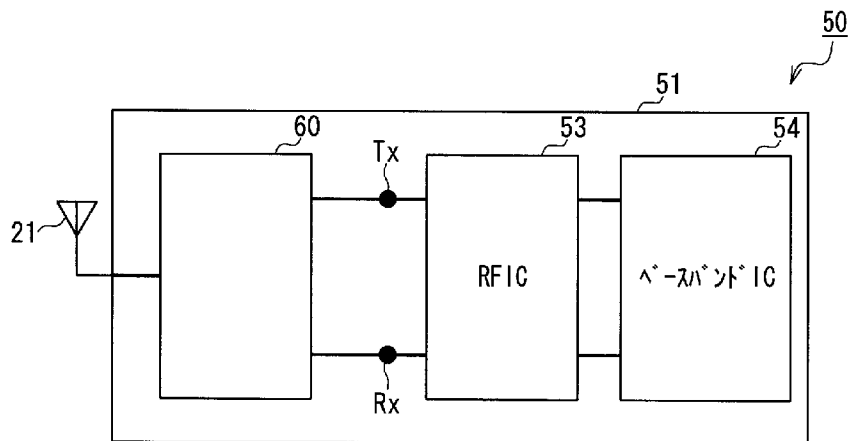


[図22]

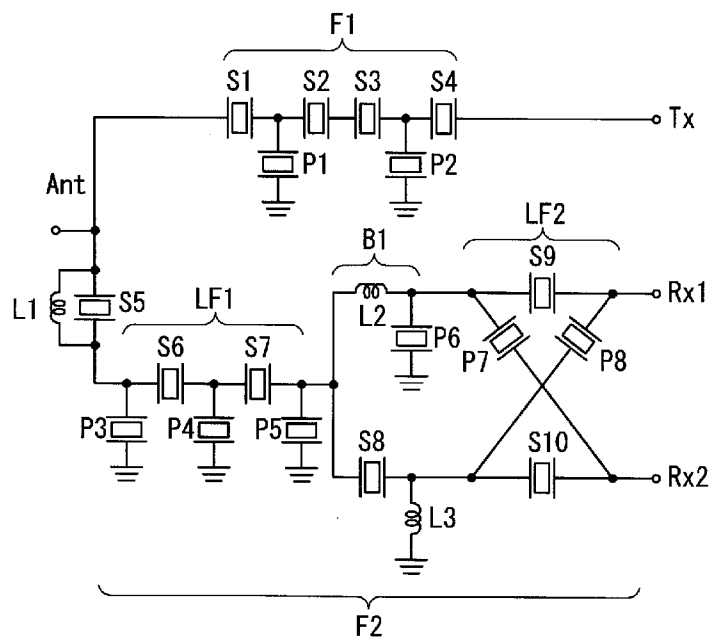




50

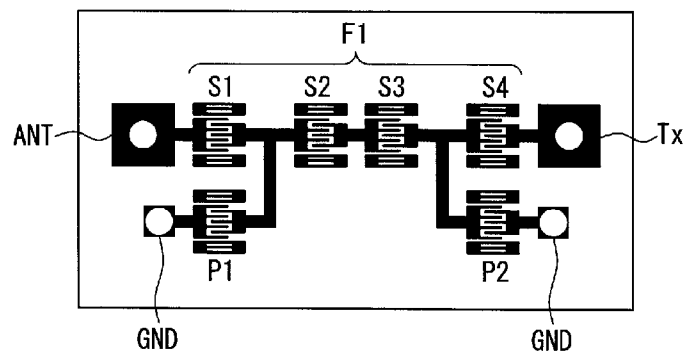


F1

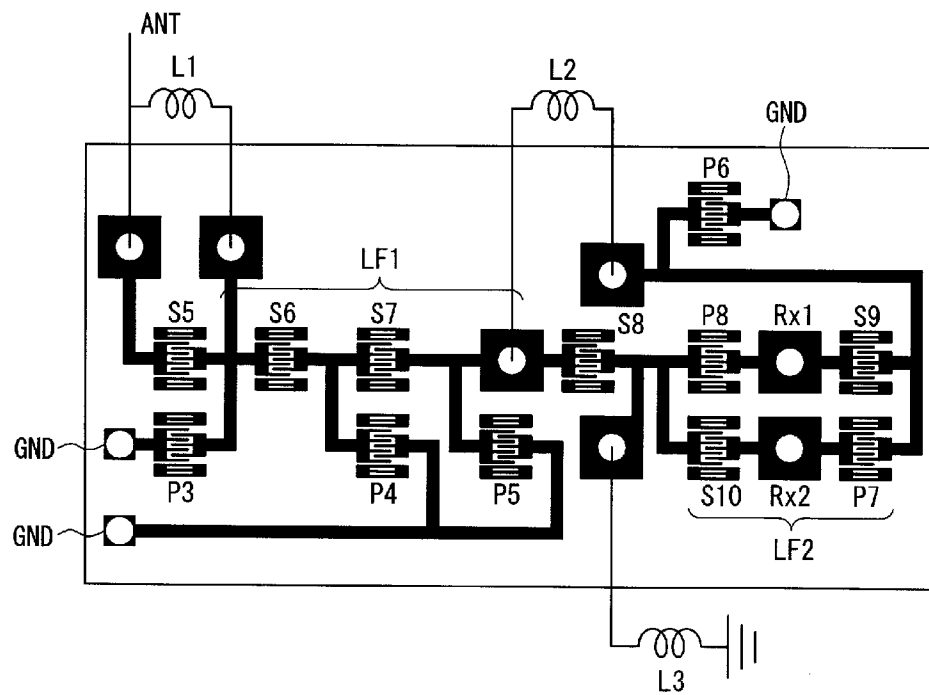


[図27]

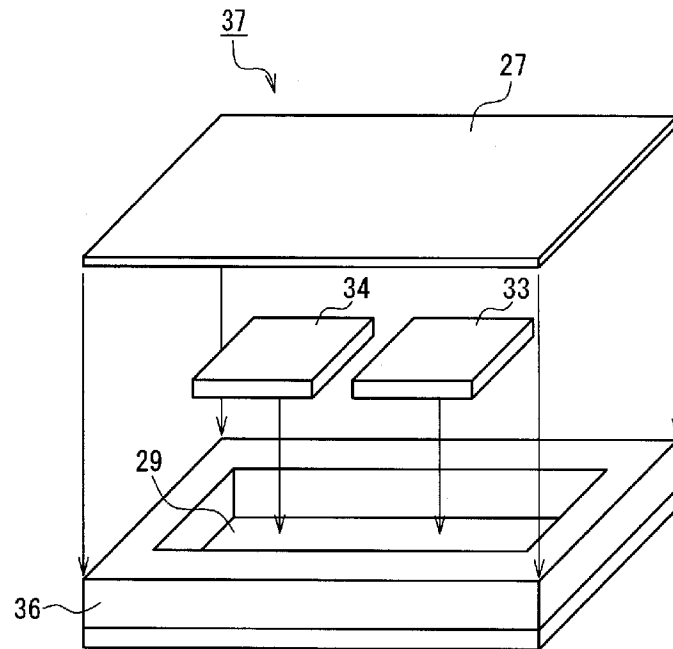
(a)



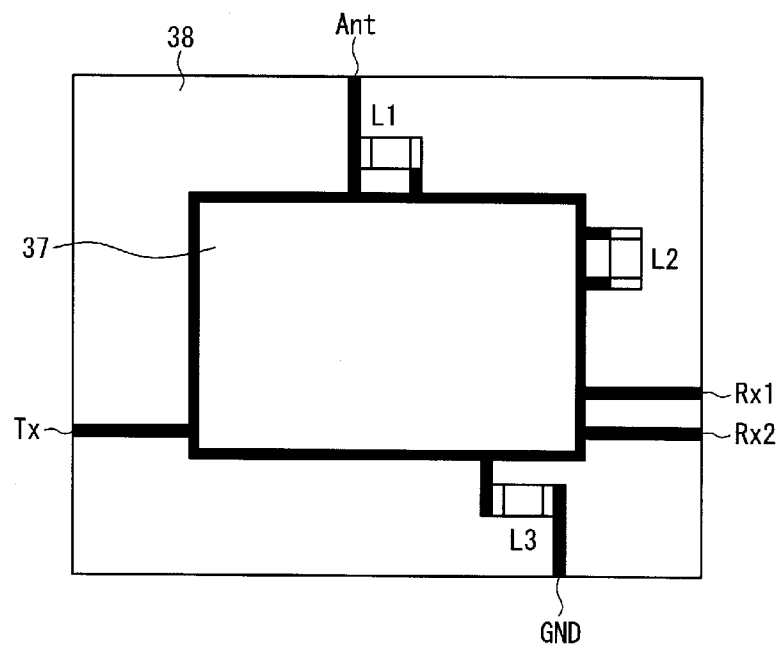
(b)



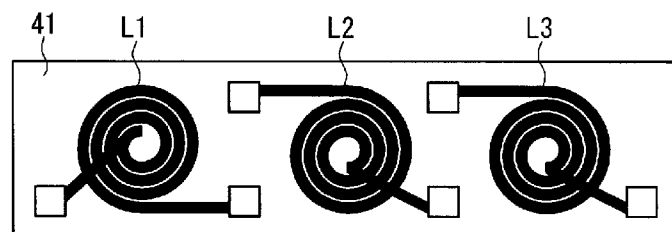
[図28]



[図29]



[図30]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/062145

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03H9/72(2006.01)i, H01L41/09(2006.01)i, H01L41/18(2006.01)i, H01L41/22(2006.01)i, H01L41/24(2006.01)i, H03H9/145(2006.01)i, H03H9/17(2006.01)i, H03H9/54(2006.01)i, H03H9/64(2006.01)i, H03H9/70(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)

H03H3/007-H03H3/10, H03H9/00-H03H9/76, H01L41/09, H01L41/18, H01L41/22, H01L41/24

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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	JP 2004-173245 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 17 June 2004 (17.06.2004), paragraphs [0057] to [0062], [0074], [0108] to [0112]; fig. 17, 24 & US 2004/0119561 A1	1, 3, 8 4
X Y A	JP 2008-85989 A (Fujitsu Media Devices Ltd.), 10 April 2008 (10.04.2008), paragraphs [0026] to [0028], [0032] to [0035]; fig. 7, 10 & US 2008/0055021 A1	1-2, 5, 8 6 7
Y	WO 2009/060594 A1 (Panasonic Corp.), 14 May 2009 (14.05.2009), paragraphs [0016] to [0040]; fig. 1 & US 2010/0194496 A	4, 6



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

"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

"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
12 October, 2010 (12.10.10)

Date of mailing of the international search report
26 October, 2010 (26.10.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/062145

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-336479 A (Fujitsu Media Devices Ltd.), 27 December 2007 (27.12.2007), paragraph [0043]; fig. 4, 7, 19 & US 2008/0024243 A1	7
A	JP 2007-300216 A (Fujitsu Media Devices Ltd.), 15 November 2007 (15.11.2007), paragraph [0021]; fig. 2 & US 2007/0252662 A1 & EP 1850479 A2	7
A	WO 2009/066380 A1 (Fujitsu Ltd.), 28 May 2009 (28.05.2009), paragraphs [0041] to [0050]; fig. 7 & US 2010/0148888 A	7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H03H9/72(2006.01)i, H01L41/09(2006.01)i, H01L41/18(2006.01)i, H01L41/22(2006.01)i,
H01L41/24(2006.01)i, H03H9/145(2006.01)i, H03H9/17(2006.01)i, H03H9/54(2006.01)i,
H03H9/64(2006.01)i, H03H9/70(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 (I P C))

Int.Cl. H03H3/007-H03H3/10, H03H9/00-H03H9/76, H01L41/09, H01L41/18, H01L41/22, H01L41/24

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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	JP 2004-173245 A (株式会社村田製作所) 2004.06.17, [0057]-[0062], [0074], [0108]-[0112], 図 17, 図 24 & US 2004/0119561 A1	1, 3, 8 4
X Y A	JP 2008-85989 A (富士通メディアデバイス株式会社) 2008.04.10, [0026]-[0028], [0032]-[0035], 図 7, 図 10 & US 2008/0055021 A1	1-2, 5, 8 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

1 2 . 1 0 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

2 6 . 1 0 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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)

崎間 伸洋

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 7 6

5 W

3 5 7 0

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
Y	WO 2009/060594 A1 (パナソニック株式会社) 2009. 05. 14, [0016]-[0040], 図 1 & US 2010/0194496 A	4, 6
A	JP 2007-336479 A (富士通メディアデバイス株式会社) 2007. 12. 27, [0043], 図 4, 図 7, 図 19 & US 2008/0024243 A1	7
A	JP 2007-300216 A (富士通メディアデバイス株式会社) 2007. 11. 15, [0021], 図 2 & US 2007/0252662 A1 & EP 1850479 A2	7
A	WO 2009/066380 A1 (富士通株式会社) 2009. 05. 28, [0041]-[0050], 図 7 & US 2010/0148888 A	7