

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-168692

(P2013-168692A)

(43) 公開日 平成25年8月29日(2013.8.29)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
H03H 9/72 (2006.01)	H03H 9/72	5J097
H03H 9/145 (2006.01)	H03H 9/145	Z
H03H 9/64 (2006.01)	H03H 9/64	Z

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2010-129300 (P2010-129300)
 (22) 出願日 平成22年6月4日(2010.6.4)

(71) 出願人 000006231
 株式会社村田製作所
 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
 (74) 代理人 100086597
 弁理士 官▲崎▼ 主税
 (74) 代理人 100134566
 弁理士 中山 和俊
 (72) 発明者 高峰 裕一
 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
 株式会社村田製作所内
 Fターム(参考) 5J097 AA15 BB15 CC05 DD07 KK01
 KK04

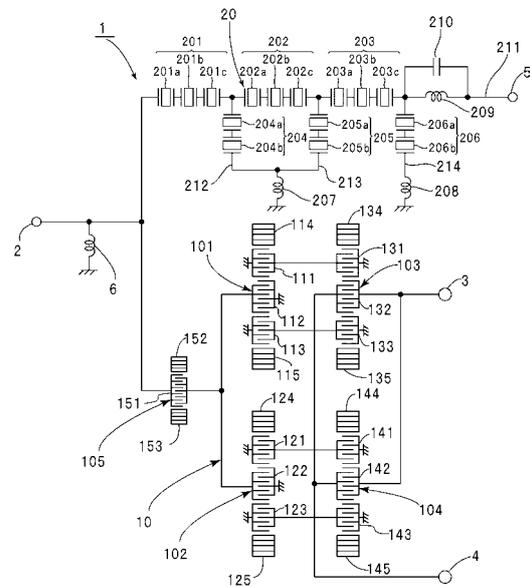
(54) 【発明の名称】 弾性波分波器

(57) 【要約】

【課題】送信フィルタの通過帯域においてリップルの発生を防止することができ、フィルタ特性の急峻性を高め得る、弾性波分波器を提供する。

【解決手段】アンテナ端子2と第1,第2の受信端子3,4との間に接続されており、縦結合共振子型弾性波フィルタからなる受信フィルタ10と、アンテナ端子2と送信端子5との間に接続された送信フィルタ20とを備え、受信フィルタ10が第1,第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部101,102を有し、第1,第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部101,102において、アンテナ端子2に接続されているIDTである第2のIDT112,122の電極指の周期で定まる弾性波の波長を1、アンテナ端子2に接続されていないIDTである第1,第3のIDT111,113,121,123の電極指の周期で定まる弾性波の波長を2としたときに、 $1 < 2$ とされている、弾性波分波器。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アンテナ端子と、受信端子と、送信端子とを備える弾性波分波器であって、
前記アンテナ端子と前記受信端子との間に接続されており、縦結合共振子型弾性波フィルタからなる受信フィルタと、

前記アンテナ端子と前記送信端子との間に接続された送信フィルタとを備え、

前記縦結合共振子型弾性波フィルタが、弾性波伝搬方向に沿って配置された少なくとも3つのIDTを有し、前記少なくとも3つのIDTの内、少なくとも1つのIDTが前記アンテナ端子に接続されており、残りのIDTが前記アンテナ端子に接続されておらず、

前記アンテナ端子に接続されているIDTにおける弾性波の波長を λ_1 、前記アンテナ端子に接続されていないIDTにおける弾性波の波長を λ_2 としたときに、 $\lambda_1 < \lambda_2$ とされている、弾性波分波器。

10

【請求項 2】

前記 λ_1 と前記 λ_2 との比 λ_1 / λ_2 が0.998以下である、請求項1に記載の弾性波分波器。

【請求項 3】

前記受信端子が、第1, 第2の受信端子を有し、

前記縦結合共振子型弾性波フィルタが、前記アンテナ端子に並列に接続された第1, 第2の3IDT型縦結合共振子型弾性波フィルタ部と、前記第1, 第2の3IDT型縦結合共振子型弾性波フィルタ部にそれぞれ縦続接続された第3, 第4の3IDT型縦結合共振子型弾性波フィルタ部とを有し、前記第3, 第4の3IDT型縦結合共振子型弾性波フィルタ部が前記第1, 第2の受信端子にそれぞれ接続されており、前記第1, 第2の3IDT型縦結合共振子型弾性波フィルタ部の3つのIDTを弾性波伝搬方向に沿って、それぞれ第1~第3のIDTとしたときに、前記第1, 第2の3IDT型縦結合共振子型弾性波フィルタ部の各第2のIDTが前記アンテナ端子に接続されており、各第1, 第3のIDTが、前記アンテナ端子に接続されていない、請求項1または2に記載の弾性波分波器。

20

【請求項 4】

前記受信端子が、第1, 第2の受信端子を有し、

前記縦結合共振子型弾性波フィルタが、前記アンテナ端子に並列に接続された第1, 第2の3IDT型縦結合共振子型弾性波フィルタ部を有し、前記第1, 第2の3IDT型縦結合共振子型弾性波フィルタ部が、それぞれ、前記第1, 第2の受信端子に接続されており、前記第1, 第2の3IDT型縦結合共振子型弾性波フィルタ部の3つのIDTを、弾性波伝搬方向に沿って第1~第3のIDTとしたときに、前記第1, 第2の3IDT型縦結合共振子型弾性波フィルタ部の各第1, 第3のIDTが、前記アンテナ端子に接続されており、各第2のIDTが前記アンテナ端子に接続されておらず、それぞれ、前記第1, 第2の受信端子に接続されている、請求項1または2に記載の弾性波分波器。

30

【請求項 5】

前記受信端子が、第1, 第2の受信端子を有し、

前記縦結合共振子型弾性波フィルタが、弾性波伝搬方向に沿って5つのIDTが配置されている5IDT型縦結合共振子型弾性波フィルタである、請求項1または2に記載の弾性波分波器。

40

【請求項 6】

前記5IDT型縦結合共振子型弾性波フィルタにおける前記5つのIDTを弾性波伝搬方向に沿って第1~第5のIDTとしたときに、第1, 第3及び第5のIDTが前記アンテナ端子に接続されており、第2, 第4のIDTが前記アンテナ端子に接続されておらず、前記第2のIDTが前記第1の受信端子に、前記第4のIDTが前記第2の受信端子に接続されている、請求項5に記載の弾性波分波器。

【請求項 7】

UMTS-BAND 2, 3または8の規格に対応する分波器である、請求項1~6のいずれか1項に記載の弾性波分波器。

50

【請求項 8】

前記縦結合共振子型弾性波フィルタが、縦結合共振子型弾性表面波フィルタである、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の弾性波分波器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、弾性表面波などの弾性波を利用した弾性波分波器に関し、より詳細には、受信フィルタが、縦結合共振子型弾性波フィルタからなる弾性波分波器に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) のような CDMA (Code Division Multiple Access) 方式に対応する携帯電話機では、信号の送信及び受信を同時に行うために、RF (Radio Frequency) 回路にデュプレクサが搭載されている。デュプレクサは、送信フィルタと、受信フィルタと、整合回路とを備える分波器である。上記送信フィルタ及び受信フィルタとしては、弾性表面波フィルタが広く用いられている。

【0003】

下記の特許文献 1 には、このようなデュプレクサの一例が開示されている。

【0004】

図 13 は、特許文献 1 に記載のデュプレクサを説明するための概略構成図である。

【0005】

デュプレクサ 1001 は、アンテナ 1002 に接続されるアンテナ端子 1003 を有する。アンテナ端子 1003 と送信端子 1004 との間に、送信フィルタ 1005 が接続されている。また、アンテナ端子 1003 と第 1, 第 2 の受信端子 1006, 1007 との間に、受信フィルタ 1008 が接続されている。さらに、アンテナ端子 1003 と受信フィルタ 1008 との間に、整合回路 1009 が接続されている。

【0006】

上記送信フィルタ 1005 及び受信フィルタ 1008 は、弾性表面波フィルタからなる。また、小型化を図るために、受信フィルタ 1008 は、平衡 - 不平衡変換機能を有する。すなわち、受信フィルタ 1008 では、入力端子 1010 から不平衡信号が入力され、第 1, 第 2 の受信端子 1006, 1007 から平衡信号が出力される。特許文献 1 では、上記受信フィルタ 1008 として、平衡 - 不平衡変換機能を有するバランス型縦結合共振子型弾性表面波フィルタが用いられている。それによって、携帯電話機の RF 回路において、 balan や段間フィルタを省略することが可能とされている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献 1】特開 2003 - 347964 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、縦結合共振子型弾性表面波フィルタを受信フィルタ 1008 として用いたデュプレクサ 1001 では、送信フィルタ 1005 の通過帯域にリップルが生じることがあることがわかった。このリップルは、受信フィルタ 1008 である縦結合共振子型弾性表面波フィルタの影響により現れているものと考えられる。UMTS - BAND 2, 3, 8 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の周波数間隔が狭い通信システムに用いられるデュプレクサでは、特に上記リップルが現れやすいという問題があった。

【0009】

10

20

30

40

50

本発明の目的は、上述した従来技術の欠点を解消し、送信フィルタの通過帯域にリップルが生じ難い、弾性波分波器を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明に係る弾性波分波器は、アンテナ端子と、受信端子と、送信端子とを備える弾性波分波器であって、アンテナ端子と受信端子との間に接続されており、縦結合共振子型弾性波フィルタからなる受信フィルタと、アンテナ端子と送信端子との間に接続された送信フィルタとを備える。本発明においては、縦結合共振子型弾性波フィルタが、弾性波伝搬方向に沿って配置された少なくとも3つのIDTを有し、少なくとも3つのIDTの内、少なくとも1つのIDTがアンテナ端子に接続されており、残りのIDTがアンテナ端子に接続されていない。そして、アンテナ端子に接続されているIDTにおける弾性波の波長を λ_1 、アンテナ端子に接続されていないIDTにおける弾性波の波長を λ_2 としたときに、 $\lambda_1 < \lambda_2$ とされている。

10

【0011】

本発明に係る弾性波分波器では、好ましくは、上記 λ_1 と λ_2 との比 λ_1 / λ_2 は、0.998以下とされる。その場合には、送信フィルタの通過帯域においてリップルがより一層生じ難い。

【0012】

本発明に係る弾性波分波器の他の特定の局面では、受信端子が、第1, 第2の受信端子を有し、縦結合共振子型弾性波フィルタが、アンテナ端子に並列に接続された第1, 第2の3IDT型縦結合共振子型弾性波フィルタ部と、第1, 第2の3IDT型縦結合共振子型弾性波フィルタ部にそれぞれ縦続接続された第3, 第4の3IDT型縦結合共振子型弾性波フィルタ部とを有する。第3, 第4の3IDT型縦結合共振子型弾性波フィルタ部が第1, 第2の受信端子にそれぞれ接続されている。そして、第1, 第2の3IDT型縦結合共振子型弾性波フィルタ部の3つのIDTを弾性波伝搬方向に沿って、それぞれ第1~第3のIDTとしたときに、第1, 第2の3IDT型縦結合共振子型弾性波フィルタ部の各第2のIDTがアンテナ端子に接続されており、各第1, 第3のIDTが、アンテナ端子に接続されていない。

20

【0013】

本発明に係る弾性波分波器のさらに別の特定の局面では、受信端子が、第1, 第2の受信端子を有し、縦結合共振子型弾性波フィルタが、アンテナ端子に並列に接続された第1, 第2の3IDT型縦結合共振子型弾性波フィルタ部を有する。第1, 第2の3IDT型縦結合共振子型弾性波フィルタ部が、それぞれ、第1, 第2の受信端子に接続されている。第1, 第2の3IDT型縦結合共振子型弾性波フィルタ部の3つのIDTを、弾性波伝搬方向に沿って第1~第3のIDTとしたときに、第1, 第2の3IDT型縦結合共振子型弾性波フィルタ部の各第1, 第3のIDTが、アンテナ端子に接続されており、各第2のIDTがアンテナ端子に接続されておらず、それぞれ、第1, 第2の受信端子に接続されている。

30

【0014】

本発明に係る弾性波分波器のさらに別の特定の局面では、受信端子が、第1, 第2の受信端子を有し、縦結合共振子型弾性波フィルタが、弾性波伝搬方向に沿って5つのIDTが配置されている5IDT型縦結合共振子型弾性波フィルタである。

40

【0015】

本発明に係る弾性波分波器のさらに別の特定の局面では、5IDT型縦結合共振子型弾性波フィルタにおける5つのIDTを弾性波伝搬方向に沿って第1~第5のIDTとしたときに、第1, 第3及び第5のIDTがアンテナ端子に接続されており、第2, 第4のIDTがアンテナ端子に接続されておらず、第2のIDTが第1の受信端子に、第4のIDTが第2の受信端子に接続されている。

【0016】

本発明に係る弾性波分波器では、様々な周波数帯で用いられるが、特に、UMTS-B

50

A N D 2 , 3 または 8 の規格の周波数帯で好適に用いられる。U M T S - B A N D 2 , 3 または 8 の規格の周波数帯では、送信側通過帯域と受信側通過帯域とが近接しているが、このような場合において、本発明は特に有効である。

【 0 0 1 7 】

本発明において、上記縦結合共振子型弾性波フィルタは、弾性表面波を利用した縦結合共振子型弾性表面波フィルタであってもよく、あるいは弾性境界波を利用した縦結合共振子型弾性境界波フィルタであってもよい。

【発明の効果】

【 0 0 1 8 】

本発明に係る弾性波分波器では、受信フィルタである縦結合共振子型弾性波フィルタにおいて、アンテナ端子に接続されている I D T における弾性波の波長を λ_1 、アンテナ端子に接続されていない I D T における弾性波の波長を λ_2 としたときに、 $\lambda_1 < \lambda_2$ とされているため、送信フィルタの通過帯域においてリップルが生じ難い。従って、送信フィルタの通過特性を高めることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 9 】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態に係る弾性波分波器であるデュプレクサの略図的回路図である。

【図 2】本発明の第 1 の実施形態のデュプレクサにおける送信フィルタのフィルタ特性及び第 1 の比較例のデュプレクサにおける送信フィルタのフィルタ特性を示す図である。

【図 3】本発明の第 1 の実施形態のデュプレクサにおける送信フィルタのフィルタ特性及び第 2 の比較例のデュプレクサにおける送信フィルタのフィルタ特性を示す図である。

【図 4】図 3 のフィルタ特性の要部を拡大して示す図である。

【図 5】本発明の第 1 の実施形態のデュプレクサにおける送信フィルタのフィルタ特性及び第 1 の変形例のデュプレクサにおける送信フィルタのフィルタ特性を示す図である。

【図 6】本発明の第 1 の実施形態のデュプレクサにおける送信フィルタのフィルタ特性及び第 2 の変形例のデュプレクサにおける送信フィルタのフィルタ特性を示す図である。

【図 7】本発明の第 1 の実施形態のデュプレクサにおける送信フィルタのフィルタ特性及び第 3 の変形例のデュプレクサにおける送信フィルタのフィルタ特性を示す図である。

【図 8】本発明の第 1 の実施形態のデュプレクサの受信フィルタにおいて、 λ_1 / λ_2 と送信フィルタのフィルタ特性における急峻性との関係を示す図である。

【図 9】本発明の第 2 の実施形態に係る弾性波分波器であるデュプレクサの略図的回路図である。

【図 10】本発明の第 3 の実施形態に係る弾性波分波器であるデュプレクサの略図的回路図である。

【図 11】本発明の第 4 の実施形態に係る弾性波分波器であるデュプレクサの略図的回路図である。

【図 12】本発明の第 5 の実施形態に係る弾性波分波器であるデュプレクサの略図的回路図である。

【図 13】従来のデュプレクサを説明するための概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 0 】

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。

【 0 0 2 1 】

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る弾性波分波器であるデュプレクサ 1 の略図的回路図である。デュプレクサ 1 は、U M T S - B A N D 2 に対応する。U M T S - B A N D 2 においては、送信側通過帯域は 1 8 5 0 ~ 1 9 1 0 M H z であり、受信側通過帯域は 1 9 3 0 ~ 1 9 9 0 M H z である。

【 0 0 2 2 】

デュプレクサ 1 は、アンテナ端子 2 と、第 1 及び第 2 の受信端子 3 , 4 と、送信端子 5 とを有する。

【 0 0 2 3 】

アンテナ端子 2 には、インダクタ 6 からなる整合回路が接続されている。インダクタ 6 の一端がアンテナ端子 2 に接続されており、他端がグラウンド電位に接続されている。

【 0 0 2 4 】

アンテナ端子 2 と送信端子 5 との間に、送信フィルタ 2 0 が接続されている。送信フィルタ 2 0 は、ラダー型回路構成の弾性表面波フィルタからなる。すなわち、送信フィルタ 2 0 は、アンテナ端子 2 と送信端子 5 とを接続する直列腕 2 1 1 に配置された第 1 , 第 2 及び第 3 の直列腕共振子 2 0 1 , 2 0 2 , 2 0 3 と、直列腕 2 1 1 とグラウンド電位とを接続する並列腕 2 1 2 , 2 1 3 , 2 1 4 にそれぞれ配置された第 1 , 第 2 及び第 3 の並列腕共振子 2 0 4 , 2 0 5 , 2 0 6 と、インダクタ 2 0 7 ~ 2 0 9 と、キャパシタ 2 1 0 とを有する。第 1 の直列腕共振子 2 0 1 は、弾性表面波共振子 2 0 1 a , 2 0 1 b , 2 0 1 c からなる。第 2 の直列腕共振子 2 0 2 は、弾性表面波共振子 2 0 2 a , 2 0 2 b , 2 0 2 c からなる。第 3 の直列腕共振子 2 0 3 は、弾性表面波共振子 2 0 3 a , 2 0 3 b , 2 0 3 c からなる。第 1 の並列腕共振子 2 0 4 は、弾性表面波共振子 2 0 4 a , 2 0 4 b からなる。第 2 の並列腕共振子 2 0 5 は、弾性表面波共振子 2 0 5 a , 2 0 5 b からなる。第 3 の並列腕共振子 2 0 6 は、弾性表面波共振子 2 0 6 a , 2 0 6 b からなる。弾性表面波共振子 2 0 1 a , 2 0 1 b , 2 0 1 c , 2 0 2 a , 2 0 2 b , 2 0 2 c , 2 0 3 a , 2 0 3 b , 2 0 3 c , 2 0 4 a , 2 0 4 b , 2 0 5 a , 2 0 5 b , 2 0 6 a , 2 0 6 b は、それぞれ 1 つの I D T と、当該 I D T の弾性表面波伝搬方向両側に配置された 1 組の反射器とを有する。インダクタ 2 0 7 の一端がグラウンド電位に接続されており、他端が第 1 の並列腕共振子 2 0 4 と第 2 の並列腕共振子 2 0 5 との共通接続点に接続されている。インダクタ 2 0 8 の一端がグラウンド電位に接続されており、他端が第 3 の並列腕共振子 2 0 6 に接続されている。インダクタ 2 0 9 とキャパシタ 2 1 0 とは、第 3 の直列腕共振子 2 0 3 と送信端子 5 との間に接続されている。

10

20

【 0 0 2 5 】

他方、アンテナ端子 2 と、第 1 及び第 2 の受信端子 3 , 4 との間に、受信フィルタ 1 0 が接続されている。受信フィルタ 1 0 は、平衡 - 不平衡変換機能を有するバランス型縦結合共振子型弾性表面波フィルタからなる。すなわち、受信フィルタ 1 0 では、アンテナ端子 2 側から不平衡信号が入力され、第 1 , 第 2 の受信端子 3 , 4 から平衡信号が出力される。

30

【 0 0 2 6 】

また、受信フィルタ 1 0 は、入力インピーダンスが 5 0 Ω 、出力インピーダンスが 1 0 0 Ω となるように構成されている。すなわち、受信フィルタ 1 0 は、インピーダンス変換機能をも有する。

【 0 0 2 7 】

上記平衡 - 不平衡変換機能及びインピーダンス変換機能を有するように、受信フィルタ 1 0 は以下のように構成されている。

【 0 0 2 8 】

受信フィルタ 1 0 は、第 1 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 1 0 1 と、第 2 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 1 0 2 と、第 3 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 1 0 3 と、第 4 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 1 0 4 と、弾性表面波共振子 1 0 5 とを有する。上記第 1 ~ 第 4 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 1 0 1 ~ 1 0 4 及び弾性表面波共振子 1 0 5 は、圧電基板上に A l からなる電極を形成することにより、構成されている。特に限定されないが、本実施形態では、圧電基板は、 $40^\circ \pm 5^\circ$ Y カット X 伝搬 L i T a O ₃ 基板からなる。

40

【 0 0 2 9 】

アンテナ端子 2 に、弾性表面波共振子 1 0 5 の一端が接続されている。弾性表面波共振子 1 0 5 は、I D T 1 5 1 と、I D T 1 5 1 の弾性表面波伝搬方向両側に配置された反射

50

器 1 5 2 , 1 5 3 とを有する。

【 0 0 3 0 】

上記弾性表面波共振子 1 0 5 のアンテナ端子 2 に接続されている側とは反対側の端部に、第 1 , 第 2 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 1 0 1 , 1 0 2 が接続されている。

【 0 0 3 1 】

第 1 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 1 0 1 は、弾性表面波伝搬方向に沿って配置された第 1 , 第 2 及び第 3 の I D T 1 1 1 , 1 1 2 , 1 1 3 と、第 1 , 第 2 及び第 3 の I D T 1 1 1 , 1 1 2 , 1 1 3 が設けられている部分の弾性表面波伝搬方向両側に配置された反射器 1 1 4 , 1 1 5 とを有する。すなわち、第 1 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 1 0 1 は、3 I D T 型の縦結合共振子型弾性表面波フィルタである。

10

【 0 0 3 2 】

第 2 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 1 0 2 は、弾性表面波伝搬方向に沿って配置された第 1 , 第 2 及び第 3 の I D T 1 2 1 , 1 2 2 , 1 2 3 と、第 1 , 第 2 及び第 3 の I D T 1 2 1 , 1 2 2 , 1 2 3 が設けられている部分の弾性表面波伝搬方向両側に配置された反射器 1 2 4 , 1 2 5 とを有する。すなわち、第 2 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 1 0 2 も、3 I D T 型の縦結合共振子型弾性表面波フィルタである。

【 0 0 3 3 】

また、本実施形態では、第 1 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 1 0 1 に、第 3 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 1 0 3 が縦続接続されている。第 3 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 1 0 3 も、同様に、3 I D T 型の縦結合共振子型弾性表面波フィルタである。従って、第 3 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 1 0 3 は、弾性表面波伝搬方向に沿って配置された第 1 , 第 2 及び第 3 の I D T 1 3 1 , 1 3 2 , 1 3 3 と、第 1 , 第 2 及び第 3 の I D T 1 3 1 , 1 3 2 , 1 3 3 が設けられている部分の弾性表面波伝搬方向両側に配置された反射器 1 3 4 , 1 3 5 とを有する。

20

【 0 0 3 4 】

他方、第 2 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 1 0 2 に、第 4 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 1 0 4 が縦続接続されている。第 4 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 1 0 4 も、同様に、3 I D T 型の縦結合共振子型弾性表面波フィルタである。従って、第 4 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 1 0 4 は、弾性表面波伝搬方向に沿って配置された第 1 , 第 2 及び第 3 の I D T 1 4 1 , 1 4 2 , 1 4 3 と、第 1 , 第 2 及び第 3 の I D T 1 4 1 , 1 4 2 , 1 4 3 が設けられている部分の弾性表面波伝搬方向両側に配置された反射器 1 4 4 , 1 4 5 とを有する。

30

【 0 0 3 5 】

第 1 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 1 0 1 の第 2 の I D T 1 1 2 の一端が弾性表面波共振子 1 0 5 に接続されており、他端がグラウンド電位に接続されている。すなわち、第 1 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 1 0 1 の第 2 の I D T 1 1 2 は、弾性表面波共振子 1 0 5 を介して、アンテナ端子 2 に接続されている I D T である。第 1 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 1 0 1 の第 1 の I D T 1 1 1 の一端がグラウンド電位に接続されており、他端が第 3 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 1 0 3 の第 1 の I D T 1 3 1 に接続されている。第 1 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 1 0 1 の第 3 の I D T 1 1 3 の一端がグラウンド電位に接続されており、他端が第 3 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 1 0 3 の第 3 の I D T 1 3 3 に接続されている。従って、第 1 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 1 0 1 の第 1 の I D T 1 1 1 及び第 3 の I D T 1 1 3 は、アンテナ端子 2 に接続されていない側の I D T である。

40

【 0 0 3 6 】

第 3 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 1 0 3 の第 1 の I D T 1 3 1 の第 1 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 1 0 1 の第 1 の I D T 1 1 1 に接続されている側とは反対側の端部は、グラウンド電位に接続されている。同様に、第 3 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 1 0 3 の第 3 の I D T 1 3 3 の第 1 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 1 0 1 の第 3 の I D T 1 1 3 に接続されている側とは反対側の端部は、グラウンド電位

50

に接続されている。第3の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部103の第2のIDT132の一端が第1の受信端子3に接続されており、他端が第2の受信端子4に接続されている。

【0037】

第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部102の第2のIDT122の一端が弾性表面波共振子105に接続されており、他端がグラウンド電位に接続されている。すなわち、第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部102の第2のIDT122は、弾性表面波共振子105を介して、アンテナ端子2に接続されているIDTである。第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部102の第1のIDT121の一端がグラウンド電位に接続されており、他端が第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部104の第1のIDT141に接続されている。第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部102の第3のIDT123の一端がグラウンド電位に接続されており、他端が第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部104の第3のIDT143に接続されている。従って、第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部102の第1のIDT121及び第3のIDT123は、アンテナ端子2に接続されていない側のIDTである。

10

【0038】

第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部104の第1のIDT141の第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部102の第1のIDT121に接続されている側とは反対側の端部は、グラウンド電位に接続されている。同様に、第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部104の第3のIDT143の第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部102の第3のIDT123に接続されている側とは反対側の端部は、グラウンド電位に接続されている。第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部104の第2のIDT142の一端が第1の受信端子3に接続されており、他端が第2の受信端子4に接続されている。より具体的には、第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部104の第2のIDT142の一端が、第3の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部103の第2のIDT132の一端と共通接続され、第1の受信端子3に接続されている。同様に、第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部104の第2のIDT142の他端が、第3の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部103の第2のIDT132の他端と共通接続され、第2の受信端子4に接続されている。

20

【0039】

本実施形態では、第3、第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部103、104の第2のIDT132、142の一端を第1の受信端子3に、他端を第2の受信端子4に接続することにより、第1、第2の受信端子3、4から平衡信号を出力することが可能とされている。

30

【0040】

なお、図1では、第1～第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部101～104のIDTは略図的に図示していることを指摘しておく。本実施形態では、第1～第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部101～104において、IDT同士が隣り合う部分には、IDTの端部に狭ピッチ電極指部が設けられている。狭ピッチ電極指部とは、IDTを構成する電極指の周期が、狭ピッチ電極指部が形成されている当該IDTの他の部分の電極指の周期よりも小さい部分である。

40

【0041】

受信フィルタ10において、第1及び第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部101、102のアンテナ端子2に接続されているIDTは、前述したように、第2のIDT112、122である。第1及び第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部101、102の第2のIDT112、122の電極指の周期で定まる弾性波の波長を λ とする。第1及び第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部101、102のアンテナ端子2に接続されていないIDTは、前述したように、第1のIDT111、121及び第3のIDT113、123である。第1及び第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部101、102の第1のIDT111、121及び第3のIDT113、123の電極指の周期

50

で定まる弾性波の波長を λ_2 とする。本実施形態の特徴は、 $\lambda_1 < \lambda_2$ とされていることにあり、それによって、送信フィルタ 20 の通過帯域において、リップルが生じ難くすることができる。これを、以下の実験例により具体的に説明する。

【0042】

受信フィルタ 10 を以下の設計パラメータに従って設計した。なお、電極指の周期で定まる弾性波の波長を λ_1 とする。

【0043】

1) 第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 101

第1, 第2及び第3のIDT 111, 112, 113の交叉幅: $1.9 \cdot \lambda_1$

第1のIDT 111及び第3のIDT 113の電極指の本数: 33本。但し、33本の内、第2のIDT 112に隣り合う部分に狭ピッチ電極指が3本設けられている。

第2のIDT 112の電極指の本数: 36本。但し、36本の内、第1及び第3のIDT 111, 113に隣り合う部分に、それぞれ、狭ピッチ電極指が8本設けられている。

反射器 114, 115の電極指の本数: 75本

第1, 第2及び第3のIDT 111, 112, 113及び反射器 114, 115のメタライゼーションレシオ: 0.70

第1, 第2及び第3のIDT 111, 112, 113及び反射器 114, 115の電極膜厚: $0.087 \cdot \lambda_1$

【0044】

第2のIDT 112における弾性波の波長 λ_2 は、前述した λ_1 に相当し、その値は $1.999 \mu\text{m}$ とした。また、第1及び第3のIDT 111, 113における弾性波の波長 λ_1 は、前述した λ_2 に相当し、その値は $2.001 \mu\text{m}$ とした。従って、 $\lambda_1 < \lambda_2$ である。

【0045】

2) 第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 102

第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 102は、第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 101と同様の設計とした。よって、第2のIDT 122における弾性波の波長 λ_2 は、前述した λ_1 に相当し、その値は $1.999 \mu\text{m}$ とした。また、第1及び第3のIDT 121, 123における弾性波の波長 λ_1 は、前述した λ_2 に相当し、その値は $2.001 \mu\text{m}$ とした。従って、 $\lambda_1 < \lambda_2$ である。

【0046】

3) 第3の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 103

第1, 第2及び第3のIDT 131, 132, 133の交叉幅: $1.6 \cdot \lambda_1$

第1のIDT 131及び第3のIDT 133の電極指の本数: 33本。但し、33本の内、第2のIDT 132に隣り合う部分に狭ピッチ電極指が3本設けられている。

第2のIDT 132の電極指の本数: 38本。但し、38本の内、第1及び第3のIDT 131, 133に隣り合う部分に、それぞれ、狭ピッチ電極指が6本設けられている。

反射器 134, 135の電極指の本数: 75本

第1, 第2及び第3のIDT 131, 132, 133及び反射器 134, 135のメタライゼーションレシオ: 0.70

第1, 第2及び第3のIDT 131, 132, 133及び反射器 134, 135の電極膜厚: $0.087 \cdot \lambda_1$

【0047】

4) 第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 104

第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 104は、第3の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 103と同様に設計した。

【0048】

5) 弾性表面波共振子 105

弾性表面波共振子 105 においても、IDT 151 の電極指の周期で定まる弾性波の波長を I とする。

【0049】

IDT 151 の交叉幅：14.4 I

IDT 151 の電極指の本数：201 本

反射器 152, 153 の電極指の本数：18 本

IDT 151 及び反射器 152, 153 のメタライゼーションレシオ：0.60

IDT 151 及び反射器 152, 153 の電極膜厚：0.089 I

【0050】

6) 送信フィルタの設計

送信フィルタ 20 としては、図 1 に示した回路構成の弾性表面波フィルタを用いた。その設計パラメータは以下の通りである。なお、電極指の周期で定まる弾性波の波長を I とする。

【0051】

・第 1 の直列腕共振子 201

弾性表面波共振子 201a, 201b, 201c における IDT の電極指の対数：177 対

弾性表面波共振子 201a, 201b, 201c における IDT の交叉幅：13.1 I

弾性表面波共振子 201a, 201b, 201c における反射器の電極指の本数：21 本

なお、弾性表面波共振子 201a, 201b, 201c は同じ設計パラメータとされている。

【0052】

・第 2 の直列腕共振子 202

弾性表面波共振子 202a, 202b, 202c における IDT の電極指の対数：190 対

弾性表面波共振子 202a, 202b, 202c における IDT の交叉幅：25.2 I

弾性表面波共振子 202a, 202b, 202c における反射器の電極指の本数：21 本

なお、弾性表面波共振子 202a, 202b, 202c は同じ設計パラメータとされている。

【0053】

・第 3 の直列腕共振子 203

弾性表面波共振子 203a, 203b, 203c における IDT の電極指の対数：161 対

弾性表面波共振子 203a, 203b, 203c における IDT の交叉幅：20.4 I

弾性表面波共振子 203a, 203b, 203c における反射器の電極指の本数：21 本

なお、弾性表面波共振子 203a, 203b, 203c は同じ設計パラメータとされている。

【0054】

・第 1 の並列腕共振子 204

弾性表面波共振子 204a, 204b における IDT の電極指の対数：167 対

弾性表面波共振子 204a, 204b における IDT の交叉幅：26.77 I

弾性表面波共振子 204a, 204b における反射器の電極指の本数：21 本

なお、弾性表面波共振子 204a, 204b は同じ設計パラメータとされている。

【0055】

10

20

30

40

50

・第2の並列腕共振子205

弾性表面波共振子205a, 205bにおけるIDTの電極指の対数: 166対

弾性表面波共振子205a, 205bにおけるIDTの交叉幅: 25.12 I I

弾性表面波共振子205a, 205bにおける反射器の電極指の本数: 21本

なお、弾性表面波共振子205a, 205bは同じ設計パラメータとされている。

【0056】

・第3の並列腕共振子206

弾性表面波共振子206a, 206bにおけるIDTの電極指の対数: 127対

弾性表面波共振子206a, 206bにおけるIDTの交叉幅: 20.47 I I

弾性表面波共振子206a, 206bにおける反射器の電極指の本数: 21本

なお、弾性表面波共振子206a, 206bは同じ設計パラメータとされている。

【0057】

比較のために、第1の比較例のデュプレクサを用意した。第1の比較例のデュプレクサでは、第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部101において、第1及び第3のIDT111, 113における弾性波の波長 λ_2 を $2.001\mu\text{m}$ 、第2のIDT112における弾性波の波長 λ_1 を $2.013\mu\text{m}$ とした。さらに、第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部102において、第1及び第3のIDT121, 123における弾性波の波長 λ_2 を $2.001\mu\text{m}$ 、第2のIDT122における弾性波の波長 λ_1 を $2.013\mu\text{m}$ とした。その他の点については、第1の実施形態のデュプレクサ1と同様にして第1の比較例のデュプレクサを形成した。

【0058】

従って、第1の比較例のデュプレクサでは、受信フィルタ10において、アンテナ端子2に接続されている第2のIDT112, 122における弾性波の波長 λ_1 が、アンテナ端子に接続されていないIDTである第1及び第3のIDT111, 121, 113, 123における弾性波の波長 λ_2 よりも大きくされている。すなわち、 $\lambda_1 > \lambda_2$ とされている。

【0059】

図2は、第1の実施形態のデュプレクサ1における送信フィルタ20のフィルタ特性及び第1の比較例のデュプレクサにおける送信フィルタのフィルタ特性を示す。図2において、実線が第1の実施形態のデュプレクサ1における送信フィルタ20のフィルタ特性を示し、破線が第1の比較例のデュプレクサにおける送信フィルタのフィルタ特性を示す。

【0060】

図2から明らかなように、第1の比較例のデュプレクサでは、送信フィルタの通過帯域高域側にリップルAが生じ、通過帯域高域側における急峻性が低下している。これに対して、第1の実施形態のデュプレクサ1では、送信フィルタ20の通過帯域高域側にリップルが認められず、通過帯域高域側における急峻性が優れている。

【0061】

次に、第2の比較例のデュプレクサを用意した。第2の比較例では、第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部101において、第1及び第3のIDT111, 113における弾性波の波長 λ_2 と、第2のIDT112における弾性波の波長 λ_1 とを $2.001\mu\text{m}$ とし、第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部102において、第1及び第3のIDT121, 123における弾性波の波長 λ_2 と、第2のIDT122における弾性波の波長 λ_1 とを $2.001\mu\text{m}$ とした。すなわち、 $\lambda_1 = \lambda_2$ とした。その他の点については、第1の実施形態のデュプレクサ1と同様にして、第2の比較例のデュプレクサを構成した。

【0062】

図3は、第1の実施形態のデュプレクサ1における送信フィルタ20のフィルタ特性及び第2の比較例のデュプレクサにおける送信フィルタのフィルタ特性を示す。図3において、実線が第1の実施形態のデュプレクサ1における送信フィルタ20のフィルタ特性を示し、破線が第2の比較例のデュプレクサにおける送信フィルタのフィルタ特性を示す。

また、図4は、図3のXで囲まれた部分を拡大して示す。図3及び図4から明らかなように、第2の比較例のデュプレクサでは、送信フィルタの通過帯域高域側にリップルBが生じ、通過帯域高域側における急峻性が低下している。これに対して、第1の実施形態のデュプレクサ1では、送信フィルタ20の通過帯域高域側にリップルが認められず、通過帯域高域側における急峻性に優れている。

【0063】

上記のように、第1の実施形態のデュプレクサ1では、送信フィルタ20の通過帯域高域側にリップルが生じない。この理由を以下において説明する。

【0064】

受信フィルタ10では、第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部101の第2のIDT112と、第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部102の第2のIDT122とは、弾性表面波共振子105を介してアンテナ端子2に接続されている。従って、第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部101の第2のIDT112と、第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部102の第2のIDT122とは、送信フィルタ20にも電氣的に接続されていることになる。そのため、第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部101の第2のIDT112の特性と、第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部102の第2のIDT122の特性とが、送信フィルタ20のフィルタ特性に影響することとなる。

【0065】

第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部101の第2のIDT112による応答と、第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部102の第2のIDT122による応答とは、受信フィルタ10の通過帯域よりも低域側に生じる。前述したように、第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部101の第2のIDT112及び第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部102の第2のIDT122は、送信フィルタ20にも電氣的に接続されているので、上記応答が、送信フィルタ20の通過帯域内の周波数に位置すると、該通過帯域内にリップルが生じる。

【0066】

UMTS-BAND2の送信側通過帯域は1850～1910MHzであり、受信側通過帯域は1930～1990MHzである。従って、送信側通過帯域と受信側通過帯域との周波数間隔は、20MHzである。

【0067】

UMTS-BAND3の送信側通過帯域は1710～1795MHzであり、受信側通過帯域は1805～1880MHzである。従って、送信側通過帯域と受信側通過帯域との周波数間隔は、20MHzである。

【0068】

UMTS-BAND8の送信側通過帯域は880～915MHzであり、受信側通過帯域は925～960MHzである。従って、送信側通過帯域と受信側通過帯域との周波数間隔は、10MHzである。

【0069】

UMTS-BAND2, 3, 8のように、送信側通過帯域と受信側通過帯域との周波数間隔が10～20MHzと狭い場合には、送信フィルタ20の通過帯域内において、上記のようなリップルが生じやすくなる。

【0070】

本実施形態のデュプレクサ1では、受信フィルタ10の第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部101において、第2のIDT112における弾性波の波長 λ_1 が、第1及び第3のIDT111, 113における弾性波の波長 λ_2 よりも小さくされている。また、第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部102においても、第2のIDT122における弾性波の波長 λ_1 が、第1及び第3のIDT121, 123における弾性波の波長 λ_2 よりも小さくされている。すなわち、本実施形態のデュプレクサ1では、受信フィルタ10において、アンテナ端子2に接続されているIDTである第2のIDT112, 1

10

20

30

40

50

22における弾性波の波長 λ_1 が、アンテナ端子2に接続されていないIDTである第1及び第3のIDT111, 113, 121, 123における弾性波の波長 λ_2 よりも小さくされている。

【0071】

その結果、第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部101の第2のIDT112による応答と、第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部102の第2のIDT122による応答とが、送信フィルタ20の通過帯域よりも高域側に位置する。それによって、送信フィルタ20の通過帯域内にリップルが生じない。

【0072】

言い換えれば、送信フィルタ20の通過帯域よりも高域側に、アンテナ端子2に接続されているIDTである第2のIDT112, 122の応答が現れるように、上記波長 λ_1 が、 λ_2 よりも小さくされている。

【0073】

なお、第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部101の第1及び第3のIDT111, 113は、第2のIDT112と音響結合している。同様に、第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部102の第1及び第3のIDT121, 123は、第2のIDT122と音響結合している。

【0074】

すなわち、第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部101の第1及び第3のIDT111, 113並びに第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部102の第1及び第3のIDT121, 123は、音響結合を介して送信フィルタ20に接続されているにすぎない。そのため、第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部101の第1及び第3のIDT111, 113の波長と、第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部102の第1及び第3のIDT121, 123の波長とを大きくしたとしても、送信フィルタ20に対する影響は、非常に小さい。よって、本実施形態のデュプレクサ1によれば、受信フィルタ10において、アンテナ端子2に接続されているIDTである第2のIDT112, 122における弾性波の波長 λ_1 と、アンテナ端子2に接続されていないIDTである第1及び第3のIDT111, 113, 121, 123における弾性波の波長 λ_2 とが、 $\lambda_1 < \lambda_2$ とされていることにより、送信フィルタ20の通過帯域高域側にリップルが生じることを確実に防止することができる。

【0075】

なお、本実施形態のように、IDTが狭ピッチ電極指部を有する場合、狭ピッチ電極指部における弾性波の波長は、IDTの他の電極指部分における弾性波の波長よりも非常に小さい。従って、狭ピッチ電極指部による応答は、送信フィルタ20の通過帯域よりも高域側に位置していることとなる。そのため、狭ピッチ電極指部を設けたとしても、送信フィルタ20の通過帯域に影響は生じない。

【0076】

次に、上記第1の実施形態の変形例として、下記の第1～第3の変形例のデュプレクサを作製し、送信フィルタ20のフィルタ特性を測定した。

【0077】

第1の変形例のデュプレクサとして、上記第1の実施形態における第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部101において、第1及び第3のIDT111, 113における弾性波の波長 λ_2 を $2.015\ \mu\text{m}$ とし、第2のIDT112における弾性波の波長 λ_1 を $1.999\ \mu\text{m}$ とした。第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部102において、第1及び第3のIDT121, 123における弾性波の波長 λ_2 を $2.015\ \mu\text{m}$ とし、第2のIDT122における弾性波の波長 λ_1 を $1.999\ \mu\text{m}$ とした。これら以外は、上記第1の実施形態のデュプレクサ1と同様とした。

【0078】

図5は、上記第1の実施形態のデュプレクサ1における送信フィルタ20のフィルタ特性及び第1の変形例のデュプレクサにおける送信フィルタ20のフィルタ特性を示す。図

10

20

30

40

50

5において、実線が第1の実施形態のデュプレクサ1における送信フィルタ20のフィルタ特性を示し、破線が第1の変形例のデュプレクサにおける送信フィルタ20のフィルタ特性を示す。図5から明らかなように、第1の変形例のデュプレクサにおける送信フィルタ20では、第1の実施形態のデュプレクサ1における送信フィルタ20よりもフィルタ特性の急峻性がごく僅かに悪化しているものの、送信フィルタ20の通過帯域高域側にリップルは現れていない。従って、第1の変形例の結果からも、受信フィルタ10において、アンテナ端子2に接続されているIDTである第2のIDT112, 122における弾性波の波長 λ_1 と、アンテナ端子2に接続されていないIDTである第1及び第3のIDT111, 113, 121, 123における弾性波の波長 λ_2 とを、 $\lambda_1 < \lambda_2$ とすることにより、送信フィルタ20の通過帯域高域側にリップルが生じることを確実に防止し得ることがわかる。

10

【0079】

第2の変形例のデュプレクサとして、第1の実施形態における第3の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部103において、第2のIDT132における弾性波の波長を、第1及び第3のIDT131, 133における弾性波の波長よりも小さくした。また、第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部104において、第2のIDT142における弾性波の波長を、第1及び第3のIDT141, 143における弾性波の波長よりも小さくした。これら以外は、上記第1の実施形態のデュプレクサ1と同様とした。従って、第2の変形例のデュプレクサにおいても、受信フィルタ10の第1及び第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部101, 102において、アンテナ端子2に接続されているIDTである第2のIDT112, 122における弾性波の波長 λ_1 と、アンテナ端子2に接続されていないIDTである第1及び第3のIDT111, 113, 121, 123における弾性波の波長 λ_2 とが、 $\lambda_1 < \lambda_2$ とされている。

20

【0080】

図6は、第1の実施形態のデュプレクサ1における送信フィルタ20のフィルタ特性及び第2の変形例のデュプレクサにおける送信フィルタ20のフィルタ特性を示す。図6において、実線が第1の実施形態のデュプレクサ1における送信フィルタ20のフィルタ特性を示し、破線が第2の変形例のデュプレクサにおける送信フィルタ20のフィルタ特性を示す。図6から明らかなように、第2の変形例のデュプレクサにおいても、送信フィルタ20の通過帯域高域側にリップルは現れていない。

30

【0081】

第3の変形例のデュプレクサとして、第1の実施形態における第3の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部103において、第2のIDT132における弾性波の波長を、第1及び第3のIDT131, 133における弾性波の波長よりも大きくした。また、第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部104において、第2のIDT142における弾性波の波長を、第1及び第3のIDT141, 143における弾性波の波長よりも大きくした。これら以外は、上記第1の実施形態のデュプレクサ1と同様とした。従って、第3の変形例のデュプレクサにおいても、受信フィルタ10の第1及び第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部101, 102において、アンテナ端子2に接続されているIDTである第2のIDT112, 122における弾性波の波長 λ_1 と、アンテナ端子2に接続されていないIDTである第1及び第3のIDT111, 113, 121, 123における弾性波の波長 λ_2 とが、 $\lambda_1 < \lambda_2$ とされている。

40

【0082】

図7は、第1の実施形態のデュプレクサ1における送信フィルタ20のフィルタ特性及び第3の変形例のデュプレクサにおける送信フィルタ20のフィルタ特性を示す。図7において、実線が第1の実施形態のデュプレクサ1における送信フィルタ20のフィルタ特性を示し、破線が第3の変形例のデュプレクサにおける送信フィルタ20のフィルタ特性を示す。図7から明らかなように、第3の変形例のデュプレクサにおいても、送信フィルタ20の通過帯域高域側にリップルは現れていない。

【0083】

50

なお、第3の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部103の第1～第3のIDT131～133と、第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部104の第1～第3のIDT141～143とは、音響結合を介して送信フィルタ20に接続されているものである。従って、第3及び第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部103、104の第1～第3のIDT131～133、141～143による送信フィルタ20への影響は非常に小さい。従って、第2の変形例及び第3の変形例のデュプレクサにおいても、第1の実施形態のデュプレクサ1と同様に、受信フィルタ10において、アンテナ端子2に接続されているIDTである第2のIDT112、122における弾性波の波長 λ_1 と、アンテナ端子2に接続されていないIDTである第1及び第3のIDT111、113、121、123における弾性波の波長 λ_2 とを、 $\lambda_1 < \lambda_2$ とすることにより、送信フィルタ20の通過帯域高域側にリップルが生じることを確実に防止し得ることがわかる。

【0084】

次に、上記第1の実施形態のデュプレクサ1の受信フィルタ10において、アンテナ端子2に接続されているIDTである第2のIDT112、122における弾性波の波長 λ_1 を、アンテナ端子2に接続されていないIDTである第1及び第3のIDT111、113、121、123における弾性波の波長 λ_2 よりもどれほど小さくすればよいかを検討した。結果を図8に示す。

【0085】

図8は、第1の実施形態のデュプレクサ1の受信フィルタ10の第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部101において、第1及び第3のIDT111、113における弾性波の波長 λ_2 に対し、第2のIDT112における弾性波の波長 λ_1 を変化させ、送信フィルタ20の通過帯域高域側の急峻性を測定した結果を示す。図8の横軸は、比 λ_1/λ_2 であり、縦軸は、送信フィルタ20の通過帯域高域側において、減衰量が3.4dBである周波数位置と、減衰量が40dBである周波数位置との周波数差を示す。なお、第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部102においても、比 λ_1/λ_2 を第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部101と同様に变化させた。

【0086】

UMTS-BAND2の送信側通過帯域と受信側通過帯域との周波数間隔は、20MHzである。周波数温度特性や加工ばらつきによる周波数ばらつきを考慮すると、上記急峻性は11MHz以下であることが好ましい。

【0087】

図8から明らかのように、 λ_1/λ_2 が1.0よりも小さければ、急峻性はほぼ飽和し、 λ_1/λ_2 が0.998以下であれば、11MHz以下の急峻性が得られることがわかる。従って、好ましくは、 λ_1/λ_2 は、0.998以下であることが望ましい。

【0088】

第1の実施形態のデュプレクサ1では、受信フィルタ10が、第1～第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部101～104と、弾性表面波共振子105とにより構成されていたが、本発明におけるデュプレクサでは、受信フィルタはこのような構成に限定されるものではない。

【0089】

以下、受信フィルタの形態が異なる第2～第5の実施形態を説明する。なお、第2～第5の実施形態を示す後述の図9～図12では、送信フィルタ20の図示は省略してある。第2～第5の実施形態において、送信フィルタ20については、第1の実施形態と同様に構成することができる。

【0090】

図9は、本発明の第2の実施形態のデュプレクサ21の略図的回路図である。

【0091】

第2の実施形態のデュプレクサ21では、第1の実施形態のデュプレクサ1と同様に、受信フィルタ22は、第1～第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部101～104と、弾性表面波共振子105とを有する。第2の実施形態のデュプレクサ21が第1の実

施形態のデュプレクサ 1 と異なるところは、第 3 及び第 4 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 1 0 3 , 1 0 4 と第 1 , 第 2 の受信端子 3 , 4 との接続構造にある。すなわち、本実施形態では、第 3 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 1 0 3 の第 2 の I D T 1 3 2 の一端が第 1 の受信端子 3 に接続されており、他端がグラウンド電位に接続されている。同様に、第 4 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 1 0 4 の第 2 の I D T 1 4 2 の一端が第 2 の受信端子 4 に接続されており、他端がグラウンド電位に接続されている。このように平衡信号を出力するための接続構造は、適宜変形することができる。

【 0 0 9 2 】

本実施形態においても、第 1 , 第 2 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 1 0 1 , 1 0 2 が、第 1 の実施形態と同様に構成されているため、アンテナ端子 2 に接続されている I D T である第 2 の I D T 1 1 2 , 1 2 2 における弾性波の波長 λ_1 と、アンテナ端子 2 に接続されていない I D T である第 1 及び第 3 の I D T 1 1 1 , 1 1 3 , 1 2 1 , 1 2 3 における弾性波の波長 λ_2 とを、 $\lambda_1 < \lambda_2$ とすることにより、送信フィルタ 2 0 の通過帯域高域側におけるリップルの発生を確実に防止することができる。

10

【 0 0 9 3 】

図 1 0 は、本発明の第 3 の実施形態のデュプレクサ 3 1 の略図的回路図である。

【 0 0 9 4 】

第 3 の実施形態のデュプレクサ 3 1 では、受信フィルタ 3 2 は、弾性表面波共振子 1 0 5 と、第 1 , 第 2 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 3 3 , 3 4 とを有する。第 1 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 3 3 は、弾性表面波伝搬方向に沿って配置された第 1 , 第 2 及び第 3 の I D T 3 3 1 , 3 3 2 , 3 3 3 と、第 1 , 第 2 及び第 3 の I D T 3 3 1 , 3 3 2 , 3 3 3 が設けられている部分の弾性表面波伝搬方向両側に配置された反射器 3 3 4 , 3 3 5 とを有する。すなわち、第 1 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 3 3 は、3 I D T 型の縦結合共振子型弾性表面波フィルタである。第 2 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 3 4 も、同様に、3 I D T 型の縦結合共振子型弾性表面波フィルタである。従って、第 2 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 3 4 は、弾性表面波伝搬方向に沿って配置された第 1 , 第 2 及び第 3 の I D T 3 4 1 , 3 4 2 , 3 4 3 と、第 1 , 第 2 及び第 3 の I D T 3 4 1 , 3 4 2 , 3 4 3 が設けられている部分の弾性表面波伝搬方向両側に配置された反射器 3 4 4 , 3 4 5 とを有する。第 1 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 3 3 に、第 2 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 3 4 が縦続接続されている。

20

30

【 0 0 9 5 】

本実施形態では、第 1 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 3 3 の第 2 の I D T 3 3 2 の一端が弾性表面波共振子 1 0 5 を介してアンテナ端子 2 に接続されており、他端がグラウンド電位に接続されている。第 1 , 第 3 の I D T 3 3 1 , 3 3 3 の各一端がグラウンド電位に接続されている。第 1 の I D T 3 3 1 の他端は、第 2 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 3 4 の第 1 の I D T 3 4 1 の一端に接続されている。第 1 の I D T 3 4 1 の他端は、グラウンド電位に接続されている。同様に、第 3 の I D T 3 3 3 の他端は、第 2 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 3 4 の第 3 の I D T 3 4 3 の一端に接続されている。第 3 の I D T 3 4 3 の他端は、グラウンド電位に接続されている。

【 0 0 9 6 】

第 2 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 3 4 の第 2 の I D T 3 4 2 は、弾性表面波伝搬方向において分割されており、第 1 , 第 2 の分割 I D T 部 3 4 2 a , 3 4 2 b を有する。第 1 の分割 I D T 部 3 4 2 a が、第 1 の受信端子 3 に接続されている。第 2 の分割 I D T 部 3 4 2 b が、第 2 の受信端子 4 に接続されている。

40

【 0 0 9 7 】

このような構成においても、アンテナ端子 2 に接続されている I D T である、第 1 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 3 3 の第 2 の I D T 3 3 2 における弾性波の波長 λ_1 と、アンテナ端子 2 に接続されていない I D T である、第 1 , 第 3 の I D T 3 3 1 , 3 3 3 における弾性波の波長 λ_2 とを、 $\lambda_1 < \lambda_2$ とすることにより、送信フィルタ 2 0 の通過帯域高域側におけるリップルの発生を確実に防止することができる。

50

【0098】

図11は、本発明の第4の実施形態のデュプレクサ41の略図的回路図である。

【0099】

第4の実施形態のデュプレクサ41では、受信フィルタ42は、弾性表面波共振子105と、第1,第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部43,44とを有する。

【0100】

第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部43は、弾性表面波伝搬方向に沿って配置された第1,第2及び第3のIDT431,432,433と、第1,第2及び第3のIDT431,432,433が設けられている部分の弾性表面波伝搬方向両側に配置された反射器434,435とを有する。すなわち、第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部43は、3IDT型の縦結合共振子型弾性表面波フィルタである。第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部44も、同様に、3IDT型の縦結合共振子型弾性表面波フィルタである。従って、第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部44は、弾性表面波伝搬方向に沿って配置された第1,第2及び第3のIDT441,442,443と、第1,第2及び第3のIDT441,442,443が設けられている部分の弾性表面波伝搬方向両側に配置された反射器444,445とを有する。第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部43と、第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部44とは、並列に接続されている。

10

【0101】

本実施形態では、第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部43の第1,第3のIDT431,433の各一端が共通接続され、弾性表面波共振子105を介してアンテナ端子2に接続されており、各他端がグラウンド電位に接続されている。第2のIDT432の一端がグラウンド電位に接続されており、他端が第1の受信端子3に接続されている。

20

【0102】

同様に、第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部44の第1,第3のIDT441,443の各一端が共通接続され、弾性表面波共振子105を介してアンテナ端子2に接続されており、各他端がグラウンド電位に接続されている。第2のIDT442の一端がグラウンド電位に接続されており、他端が第2の受信端子4に接続されている。

【0103】

このような構成においても、アンテナ端子2に接続されているIDTである、第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部43の第1,第3のIDT431,433及び第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部44の第1,第3のIDT441,443における弾性波の波長 λ_1 と、アンテナ端子2に接続されていないIDTである、第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部43の第2のIDT432及び第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部44の第2のIDT442における弾性波の波長 λ_2 とを、 $\lambda_1 < \lambda_2$ とすることにより、送信フィルタ20の通過帯域高域側におけるリップルの発生を確実に防止することができる。

30

【0104】

図12は、本発明の第5の実施形態のデュプレクサ51の略図的回路図である。

【0105】

第5の実施形態のデュプレクサ51では、受信フィルタ52は、弾性表面波共振子105と、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部53とを有する。

40

【0106】

縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部53は、弾性表面波伝搬方向に沿って配置された第1~第5のIDT531~535と、第1~第5のIDT531~535が設けられている部分の弾性表面波伝搬方向両側に配置された反射器536,537とを有する。すなわち、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部53は、5IDT型の縦結合共振子型弾性表面波フィルタである。

【0107】

本実施形態では、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部53の第1,第3及び第5のI

50

D T 5 3 1 , 5 3 3 , 5 3 5 の各一端が共通接続され、弾性表面波共振子 1 0 5 を介してアンテナ端子 2 に接続されており、各他端がグラウンド電位に接続されている。他方、第 2 の I D T 5 3 2 の一端がグラウンド電位に接続されており、他端が第 1 の受信端子 3 に接続されている。また、第 4 の I D T 5 3 4 の一端がグラウンド電位に接続されており、他端が第 2 の受信端子 4 に接続されている。

【 0 1 0 8 】

このような構成においても、アンテナ端子 2 に接続されている I D T である、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部 5 3 の第 1 , 第 3 及び第 5 の I D T 5 3 1 , 5 3 3 , 5 3 5 における弾性波の波長 λ_1 と、アンテナ端子 2 に接続されていない I D T である、第 2 及び第 4 の I D T 5 3 2 , 5 3 4 における弾性波の波長 λ_2 とを、 $\lambda_1 < \lambda_2$ とすることにより、送信フィルタ 2 0 の通過帯域高域側におけるリップルの発生を確実に防止することができる。

10

【 0 1 0 9 】

なお、第 2 ~ 第 5 の実施形態では、送信フィルタ 2 0 の構成については、省略しているが、送信フィルタ 2 0 は、第 1 の実施形態と同様に構成することができる。また、本発明は、上記のように、受信フィルタにおいて、アンテナ端子に接続されている I D T における弾性波の波長 λ_1 と、アンテナ端子に接続されていない I D T における弾性波の波長 λ_2 との関係に特徴を有するものであり、送信フィルタの構造自体は特に限定されるものではない。

20

【 0 1 1 0 】

上記第 1 ~ 第 5 の実施形態及び第 1 ~ 第 3 の比較例では、弾性表面波を利用した縦結合共振子型弾性表面波フィルタにより受信フィルタを構成したが、弾性境界波を利用した縦結合共振子型弾性境界波フィルタにより受信フィルタを構成してもよい。

【 符号の説明 】

【 0 1 1 1 】

- 1 ... デュプレクサ
- 2 ... アンテナ端子
- 3 , 4 ... 第 1 , 第 2 の受信端子
- 5 ... 送信端子
- 6 ... インダクタ
- 1 0 ... 受信フィルタ
- 2 0 ... 送信フィルタ
- 2 1 ... デュプレクサ
- 2 2 ... 受信フィルタ
- 3 1 ... デュプレクサ
- 3 2 ... 受信フィルタ
- 3 3 ... 第 1 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部
- 3 4 ... 第 2 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部
- 4 1 ... デュプレクサ
- 4 2 ... 受信フィルタ
- 4 3 ... 第 1 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部
- 4 4 ... 第 2 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部
- 5 1 ... デュプレクサ
- 5 2 ... 受信フィルタ
- 5 3 ... 縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部
- 1 0 1 ... 第 1 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部
- 1 0 2 ... 第 2 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部
- 1 0 3 ... 第 3 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部
- 1 0 4 ... 第 4 の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部
- 1 0 5 ... 弾性表面波共振子

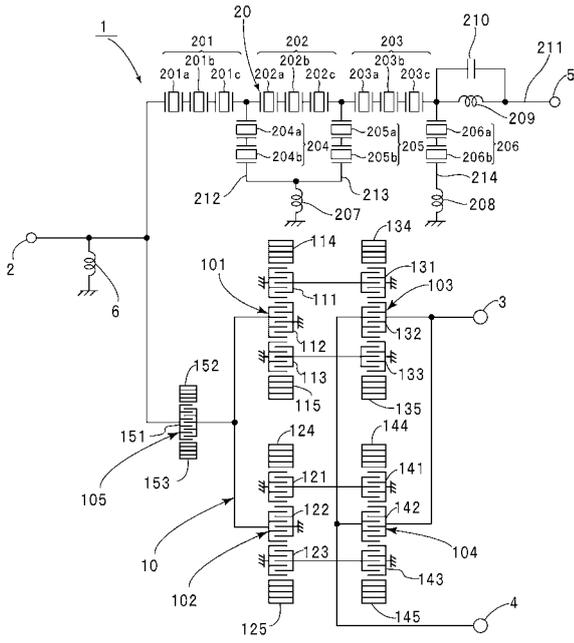
30

40

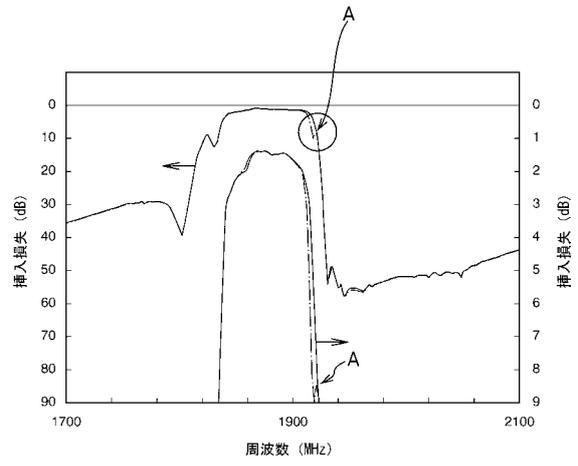
50

1 1 1 ~ 1 1 3 ... 第 1 ~ 第 3 の I D T	
1 1 4 , 1 1 5 ... 反射器	
1 2 1 ~ 1 2 3 ... 第 1 ~ 第 3 の I D T	
1 2 4 , 1 2 5 ... 反射器	
1 3 1 ~ 1 3 3 ... 第 1 ~ 第 3 の I D T	
1 3 4 , 1 3 5 ... 反射器	
1 4 1 ~ 1 4 3 ... 第 1 ~ 第 3 の I D T	
1 4 4 , 1 4 5 ... 反射器	
1 5 1 ... I D T	
1 5 2 , 1 5 3 ... 反射器	10
2 0 1 ... 第 1 の 直列 腕 共 振 子	
2 0 1 a ~ 2 0 1 c ... 弾 性 表 面 波 共 振 子	
2 0 2 ... 第 2 の 直列 腕 共 振 子	
2 0 2 a ~ 2 0 2 c ... 弾 性 表 面 波 共 振 子	
2 0 3 ... 第 3 の 直列 腕 共 振 子	
2 0 3 a ~ 2 0 3 c ... 弾 性 表 面 波 共 振 子	
2 0 4 ... 第 1 の 並列 腕 共 振 子	
2 0 4 a , 2 0 4 b ... 弾 性 表 面 波 共 振 子	
2 0 5 ... 第 2 の 並列 腕 共 振 子	
2 0 5 a , 2 0 5 b ... 弾 性 表 面 波 共 振 子	20
2 0 6 ... 第 3 の 並列 腕 共 振 子	
2 0 6 a , 2 0 6 b ... 弾 性 表 面 波 共 振 子	
2 0 7 ~ 2 0 9 ... インダクタ	
2 1 0 ... キャパシタ	
2 1 1 ... 直列 腕	
2 1 2 ~ 2 1 4 ... 並列 腕	
3 3 1 ~ 3 3 3 ... 第 1 ~ 第 3 の I D T	
3 3 4 , 3 3 5 ... 反射器	
3 4 1 ~ 3 4 3 ... 第 1 ~ 第 3 の I D T	
3 4 2 a , 3 4 2 b ... 第 1 , 第 2 の 分 割 I D T 部	30
3 4 4 , 3 4 5 ... 反射器	
4 3 1 ~ 4 3 3 ... 第 1 ~ 第 3 の I D T	
4 3 4 , 4 3 5 ... 反射器	
4 4 1 ~ 4 4 3 ... 第 1 ~ 第 3 の I D T	
4 4 4 , 4 4 5 ... 反射器	
5 3 1 ~ 5 3 5 ... 第 1 ~ 第 5 の I D T	
5 3 6 , 5 3 7 ... 反射器	

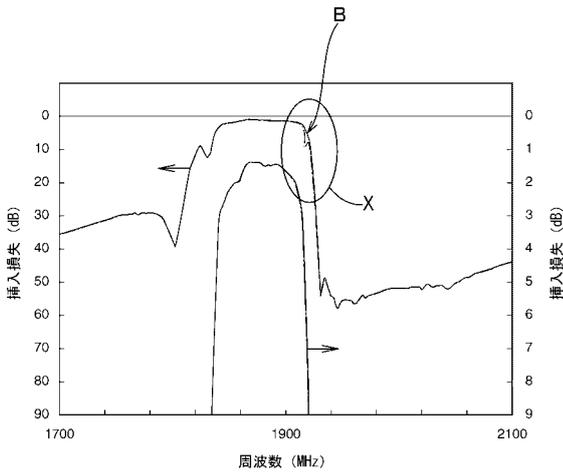
【 図 1 】



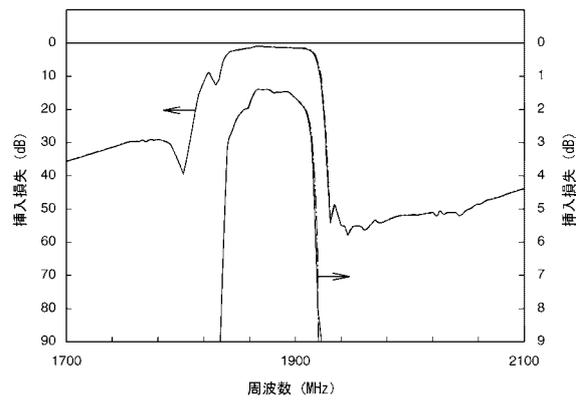
【 図 2 】



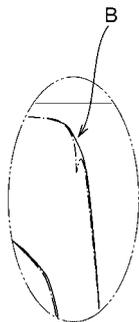
【 図 3 】



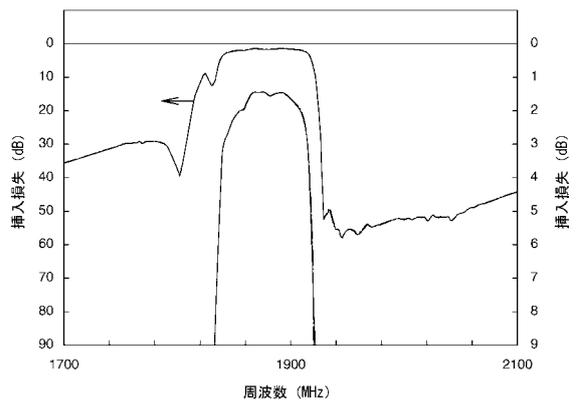
【 図 5 】



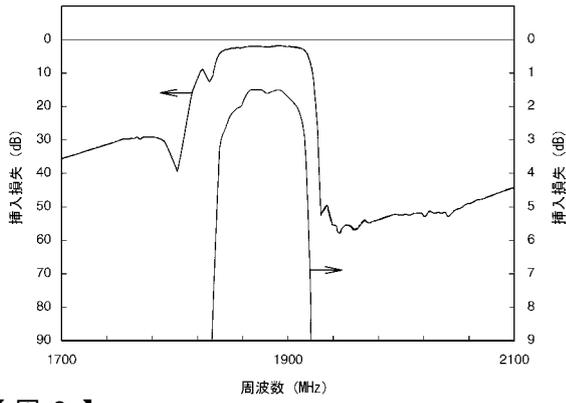
【 図 4 】



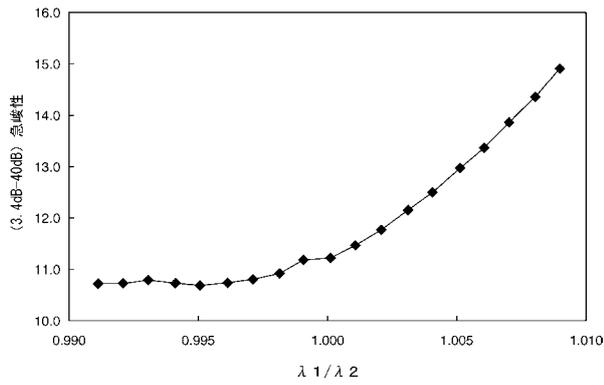
【 図 6 】



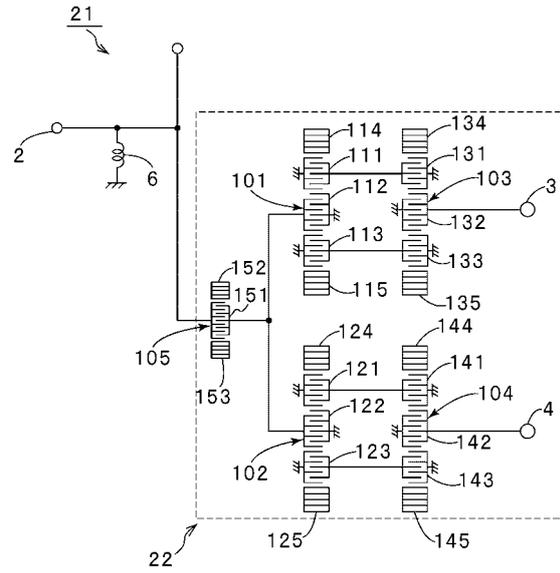
【 図 7 】



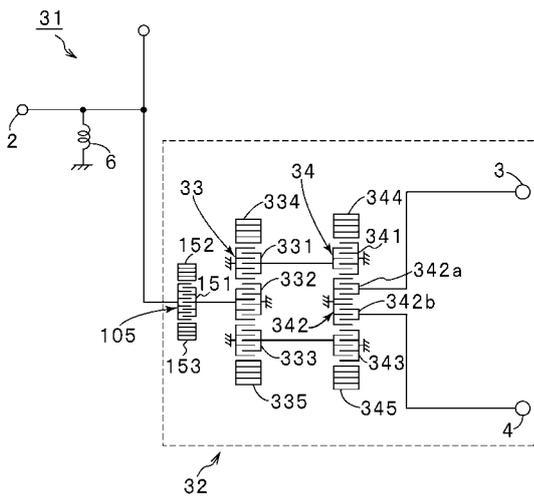
【 図 8 】



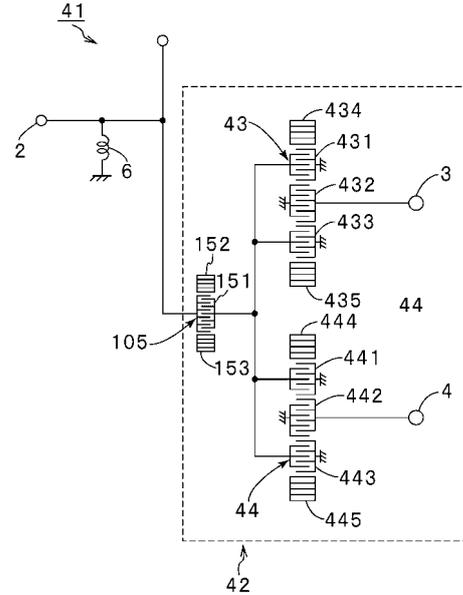
【 図 9 】



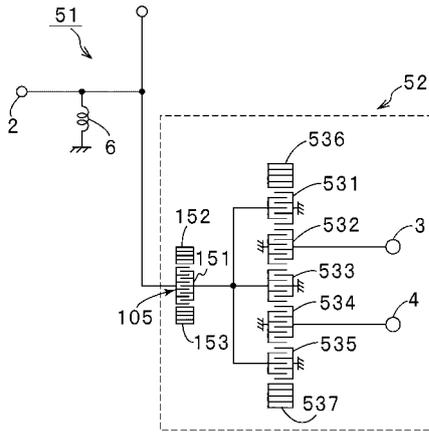
【 図 10 】



【 図 11 】



【図 1 2】



【図 1 3】

