

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5418516号
(P5418516)

(45) 発行日 平成26年2月19日 (2014. 2. 19)

(24) 登録日 平成25年11月29日 (2013. 11. 29)

(51) Int. Cl.	F I				
HO 1 P 1/213 (2006. 01)	HO 1 P	1/213		M	
HO 4 B 1/40 (2006. 01)	HO 4 B	1/40			
HO 3 H 7/46 (2006. 01)	HO 3 H	7/46		A	
HO 3 H 7/075 (2006. 01)	HO 3 H	7/075		Z	
HO 3 H 7/12 (2006. 01)	HO 3 H	7/12			

請求項の数 9 (全 37 頁)

(21) 出願番号	特願2011-15070 (P2011-15070)	(73) 特許権者	000005083
(22) 出願日	平成23年1月27日 (2011. 1. 27)		日立金属株式会社
(62) 分割の表示	特願2008-550157 (P2008-550157) の分割		東京都港区芝浦一丁目2番1号
原出願日	平成19年12月18日 (2007. 12. 18)	(74) 代理人	230104019
(65) 公開番号	特開2011-91862 (P2011-91862A)		弁護士 大野 聖二
(43) 公開日	平成23年5月6日 (2011. 5. 6)	(74) 代理人	100106840
審査請求日	平成23年2月22日 (2011. 2. 22)		弁理士 森田 耕司
(31) 優先権主張番号	特願2006-341217 (P2006-341217)	(74) 代理人	100105991
(32) 優先日	平成18年12月19日 (2006. 12. 19)		弁理士 田中 玲子
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100117444
(31) 優先権主張番号	特願2006-353755 (P2006-353755)		弁理士 片山 健一
(32) 優先日	平成18年12月28日 (2006. 12. 28)	(72) 発明者	鋤持 茂
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地 日立金 属株式会社先端エレクトロニクス研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 分波回路、高周波回路、高周波部品、及び通信装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

高周波回路に用いられ、それぞれ異なる第1～第3の周波数帯域の送受信信号を分波可能な分波回路であって、

前記分波回路は、共通端子と第1の分岐端子との間の第1の経路、前記共通端子と第2の分岐端子との間の第2の経路、および、前記共通端子と第3の分岐端子との間の第3の経路を備え、

前記第1の経路には前記第1の周波数帯域の信号を通過させる第1のバンドパスフィルタ回路が配置され、前記第2の経路には前記第2の周波数帯域の信号を通過させる第2のバンドパスフィルタ回路が配置され、前記第3の経路には前記第3の周波数帯域の信号を通過させる第3のバンドパスフィルタ回路が配置され、

前記第1～第3の経路の少なくとも一つにおいて、前記共通端子と前記バンドパスフィルタ回路の間に、並列共振回路と位相調整回路が配置されていることを特徴とする分波回路。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の分波回路であって、

前記第1の経路に第1の並列共振回路が配置され、前記第2の経路に第2の並列共振回路が配置され、前記第3の経路に第3の並列共振回路が配置されており、

前記第1の並列共振回路は第2又は第3の周波数帯域の少なくとも一つの周波数帯域で共振するよう調整され、

前記第2の並列共振回路は第1又は第3の周波数帯域の少なくとも一つの周波数帯域で共振するよう調整され、

前記第3の並列共振回路は第1又は第2の周波数帯域の少なくとも一つの周波数帯域で共振するよう調整され、

前記第1～第3の並列共振回路は、通過させるべき周波数帯域以外の他の周波数帯域の信号の通過を阻止することが可能であり、

前記第1、第2および第3の経路のうち少なくとも二つの経路には、前記バンドパスフィルタ回路と前記並列共振回路の間に位相調整回路が設けられていることを特徴とする分波回路。

【請求項3】

10

請求項2に記載の分波回路であって、

前記第1～第3の並列共振回路の少なくとも一つは、信号の通過を阻止する前記の二つの周波数帯域のうち、低周波数側の帯域に共振周波数が調整されていることを特徴とする分波回路。

【請求項4】

請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載の分波回路であって、

前記第1および第2の経路には前記位相調整回路として伝送線路が設けられ、前記第3の経路には前記位相調整回路としてハイパスフィルタが設けられていることを特徴とする分波回路。

【請求項5】

20

請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載の分波回路であって、

前記第1の周波数帯域は無線LANまたはWiMAX用の通信システムに使用される周波数帯域であり、前記第2の周波数帯域はWiMAX用の通信システムに使用される周波数帯域であり、前記第3の周波数帯域は無線LANまたはWiMAX用の通信システムに使用される周波数帯域であることを特徴とする分波回路。

【請求項6】

請求項1乃至5の何れか1項に記載の分波回路を有することを特徴とする高周波回路。

【請求項7】

請求項6に記載の高周波回路であって、

前記第1の分岐端子に第4のバンドパスフィルタ回路が接続され、前記第2の分岐端子に第1のローパスフィルタ回路が接続され、前記第3の分岐端子に第2のローパスフィルタ回路が接続されていることを特徴とする高周波回路。

30

【請求項8】

請求項1乃至6の何れか1項に記載の分波回路を有する高周波部品であって、

前記分波回路は、積層基板中の電極パターンによって構成されていることを特徴とする高周波部品。

【請求項9】

請求項8に記載の高周波部品が用いられている通信装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、電子電気機器間における無線伝送を行う無線通信装置に関し、少なくとも三つの異なる周波数帯域に対応可能な分波回路、並びに、かかる分波回路を有する高周波回路、高周波部品、およびこれを用いた通信装置に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、IEEE802.11規格に代表される無線LANによるデータ通信が広く一般化している。無線LANによるデータ通信は、例えば、パーソナルコンピュータ(PC)、プリンタやハードディスク、ブロードバンドルータなどのPCの周辺機器、FAX、冷蔵庫、標準テレビ(SDTV)、高品位テレビ(HDTV)、カメラ、ビデオ、携帯電話

50

等々の電子機器、自動車内や航空機内での有線通信に代わる信号伝達手段として採用され、それぞれの電子電器機器間において無線データ伝送が行われている。

【0003】

無線LANの規格として、IEEE 802.11aは、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiples: 直交周波数多重分割) 変調方式を用いて、最大54Mbpsの高速データ通信をサポートするものであり、その周波数帯域は5GHz帯が利用される。また、IEEE 802.11bは、DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum: ディレクト・シーケンス・スペクトル拡散) 方式で、5.5Mbps、11Mbpsの高速通信をサポートするものであり、無線免許なしに自由に利用可能な、2.4GHzのISM (Industrial Scientific and Medical: 産業、科学及び医療) 帯域が利用される。また、IEEE 802.11gは、OFDM変調方式を用いて、最大54Mbpsの高速データ通信をサポートするものであり、IEEE 802.11bと同様に2.4GHz帯域が利用される。

10

【0004】

このような無線LANを用いたマルチバンド通信装置に用いられる高周波回路は、通信周波数帯が異なる二つの通信システム (IEEE 802.11aとIEEE 802.11bおよび/またはIEEE 802.11g) で送受信が可能な1個のアンテナと、送信側回路、受信側回路との接続を切り替える高周波スイッチを備える。かかる高周波スイッチによって、二つの通信システムの送信側回路、受信側回路の切り替えを行う。

【0005】

近年、数km程度の通信距離をカバーする高速無線通信規格としてWiMAX (IEEE 802.16-2004やIEEE 802.16e-2005など) が提案されており、例えば、光通信のいわゆるラストワンマイルを補う技術として期待されている。WiMAXは周波数帯域として2.5GHz帯、3.5GHz帯および5.8GHz帯の三つの周波数帯域を用いる。WiMAXの三つの周波数帯域全てをカバーする高周波部品を構成する場合、あるいはWiMAXと無線LANを組み合わせて三つの周波数帯域をカバーする高周波部品を構成する場合、三つの周波数帯域の送受信信号の経路を分岐する必要がある。

20

【0006】

三つの異なる周波数の信号を分波する技術としては、例えば、複合型LCフィルタ回路が特開2003-8385号公報 (特許文献1) に開示されている。また、三つの異なる周波数の信号を分波する分波器 (トリプレクサ) としては、特開2005-57342号公報 (特許文献2) に開示された分波器がある。特許文献1には、分波器を構成する各フィルタと入出力端子との間に分波器線路を設け、分波器性能を調整する構成が開示されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2003-8385号公報

【特許文献2】特開2005-57342号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

使用する周波数帯域が多くなると、その送受信および切り替えに必要な回路が大型化してしまうため、通信装置用のフロントエンドモジュールとして用いるためには、低コストであることに加えて、特にトリプレクサを含めた送受信の切り替え構造の小型化は必須である。

【0009】

また、分波器としては、通過させようとする周波数帯域の信号は低損失で通過させる一方、他の周波数帯域の信号は十分に阻止する必要があり、使用する周波数帯域に近いほど

50

それは困難になる。したがって、2.5 GHz帯、3.5 GHz帯および5.8 GHz帯を用いるW i M A Xのように使用する周波数帯域が近い場合、使用する分波器には高い分波特性が必要とされる。

【0010】

さらに、表面弾性波(SAW)フィルタが適用可能な周波数は、一般的に2 GHz以下に限定されるため、SAWフィルタを用いて2.5 GHz帯、3.5 GHz帯や5.8 GHz帯の3つの周波数に対応したトリプレクサを構成する事は困難である。

【0011】

このような要請や課題にもかかわらず、従来は、三つの異なる周波数帯域全てにおいて送受信を行う構成は十分に検討されるにいたっていなかった。これは、従来の技術が、携
10
帯電話の送受信にGPS信号の受信を含めた三つの異なる周波数の信号を分波する構成を前提としているためである。このため、フロントエンドモジュールの小型化、低コスト化は十分なものではなかった。

【0012】

例えば、特開2003-8385号公報(特許文献1)には、三つの異なる周波数の信号を分波するLCフィルタ回路(トリプレクサ)が開示されてはいるものの、該LCフィルタ回路の前後の回路構成は明らかにされていない。また、特許文献1に開示の構成のように、位相調整回路を配置しただけでは、通過させる周波数帯域以外の二つの周波数帯域の信号を十分に阻止することができないため、当該構成では、分波器として十分な特性を提供することは困難である。
20

【0013】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、通信信号を周波数の異なる三つの周波数帯域に分波する回路において、高い分波特性を実現することにある。また、本発明の目的は、かかる分波回路を、高周波回路、高周波部品および通信装置に用いることにより、装置の小型化・低コスト化を実現することにもある。

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記課題を解決するために、本発明に係る分波回路は、高周波回路に用いられ、それぞれ異なる第1~第3の周波数帯域の送受信信号を分波可能な分波回路であって、前記分波回路は、共通端子と第1の分岐端子との間の第1の経路、前記共通端子と第2の分岐端子との間の第2の経路、および、前記共通端子と第3の分岐端子との間の第3の経路を備え、前記第1の経路には前記第1の周波数帯域の信号を通過させる第1のバンドパスフィルタ回路が配置され、前記第2の経路には前記第2の周波数帯域の信号を通過させる第2のバンドパスフィルタ回路が配置され、前記第3の経路には前記第3の周波数帯域の信号を通過させる第3のバンドパスフィルタ回路が配置され、前記第1~第3の経路の少なくとも一つにおいて、前記共通端子と前記バンドパスフィルタ回路の間に、並列共振回路と位相調整回路が配置されていることを特徴とする。
30

【0015】

また、本発明に係る分波回路は、前記第1の経路に第1の並列共振回路が配置され、前記第2の経路に第2の並列共振回路が配置され、前記第3の経路に第3の並列共振回路が配置されており、前記第1の並列共振回路は第2又は第3の周波数帯域の少なくとも一つの周波数帯域で共振するよう調整され、前記第2の並列共振回路は第1又は第3の周波数帯域の少なくとも一つの周波数帯域で共振するよう調整され、前記第3の並列共振回路は第1又は第2の周波数帯域の少なくとも一つの周波数帯域で共振するよう調整され、前記第1~第3の並列共振回路は、通過させるべき周波数帯域以外の他の周波数帯域の信号の通過を阻止することが可能であり、前記第1、第2および第3の経路のうち少なくとも二つの経路には、前記バンドパスフィルタ回路と前記並列共振回路の間に位相調整回路が設けられている態様としてもよい。
40

【0016】

上記の態様において、前記第1~第3の並列共振回路の少なくとも一つは、信号の通過
50

を阻止する前記の二つの周波数帯域のうち、低周波数側の帯域に共振周波数が調整されていることが好ましい。

【0017】

また、本発明に係る分波回路は、前記第1および第2の経路には前記位相調整回路として伝送線路が設けられ、前記第3の経路には前記位相調整回路としてハイパスフィルタが設けられていることが好ましい。

【0018】

さらに、本発明に係る分波回路は、前記第1の周波数帯域は無線LANまたはWiMAX用の通信システムに使用される周波数帯域であり、前記第2の周波数帯域はWiMAX用の通信システムに使用される周波数帯域であり、前記第3の周波数帯域は無線LANまたはWiMAX用の通信システムに使用される周波数帯域であることが好ましい。

10

【0019】

本発明に係る高周波回路は、上記の本発明に係る分波回路を有する高周波回路である。

【0020】

本発明に係る高周波回路は、前記第1の分岐端子に第4のバンドパスフィルタ回路が接続され、前記第2の分岐端子に第1のローパスフィルタ回路が接続され、前記第3の分岐端子に第2のローパスフィルタ回路が接続されていることが好ましい。

【0021】

本発明に係る高周波部品は、前記分波回路は、積層基板中の電極パターンによって構成されている態様とすることができる。

20

【0022】

本発明に係る通信装置は、上記の本発明に係る高周波部品が用いられている通信装置である。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、通信信号を周波数の異なる三つの周波数帯域に分波する分波器において、高い分波特性が実現可能な構成が提供され、併せてこれを用いた高周波回路、高周波部品および通信装置を提供することが可能となる。

【0024】

また、本発明によれば、少なくとも三つ以上の周波数帯域を使用する無線装置に用いられる高周波回路、高周波部品において、低コストで、小型化が可能な構成が提供され、併せてこれらを用いた通信装置の低コスト化、小型化を図ることが可能となる。

30

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本発明の高周波回路の第1の実施形態の回路ブロック図である。

【図2】トリプレクサの構成の一例を示す図である。

【図3】本発明の高周波回路に用いる一例のトリプレクサの等価回路図である。

【図4】トリプレクサの構成の他の例を示す図である。

【図5】トリプレクサの一実施形態を示す回路ブロック図である。

【図6】トリプレクサに用いるバンドパスフィルタ部の等価回路の一例を示す図である。

40

【図7】図5に示した構成のトリプレクサの各周波数帯域のフィルタ特性を示す図である。

【図8】従来トリプレクサを示す回路ブロック図である。

【図9】従来トリプレクサの各周波数帯域のフィルタ特性を示す図である。

【図10】トリプレクサの他の実施形態を示す回路ブロック図である。

【図11】トリプレクサの他の実施形態を示す回路ブロック図である。

【図12】トリプレクサの他の実施形態を示す回路ブロック図である。

【図13】ハイパスフィルタの一例を示す等価回路図である。

【図14】図12に示す構成を有するトリプレクサの各周波数帯域のフィルタ特性を示す図である。

50

【図15】本発明の高周波回路の第2の実施形態の回路ブロックである。

【図16】本発明の高周波回路の第3の実施形態の回路ブロックである。

【図17】本発明の高周波回路の第4の実施形態の回路ブロックである。

【図18】本発明の高周波回路の第5の実施形態の回路ブロックである。

【図19】本発明の高周波回路の第6の実施形態の回路ブロックである。

【図20】本発明の高周波回路の第7の実施形態の回路ブロックである。

【図21】本発明の高周波回路の第8の実施形態の回路ブロックである。

【図22】本発明の高周波回路の第8の実施形態の回路ブロックの他の構成例である。

【図23】本発明の高周波回路の第9の実施形態の回路ブロックである。

【図24】本発明の高周波回路の第10の実施形態の回路ブロックである。

10

【図25】セラミック積層基板を用いて構成した本発明に係る一実施例の高周波部品の斜視図である。

【図26】セラミック積層基板を用いて構成した本発明に係る他の実施例の高周波部品の斜視図である。

【図27】セラミック積層基板を用いて構成した高周波部品内における回路配置を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下、本発明の実施形態を、図面を参照して説明する。

【0027】

20

本発明に係る分波回路を備える高周波回路は、少なくとも第1の周波数帯域と、当該第1の周波数帯域より高い周波数帯域の第2の周波数帯域と、当該第2の周波数帯域より高い周波数帯域の第3の周波数帯域とを用いて無線通信を行う通信装置に用いられる高周波回路である。

【0028】

以下において、少なくとも3つの周波数帯域の無線通信を行う通信装置に用いられるフロントエンドモジュールの高周波回路を本発明の一実施形態として説明するが、第1の周波数帯域を使用する通信システムとしては2.4GHz帯の無線LANあるいは2.5GHz帯のWiMAXを例として、また、第2の周波数帯域を使用する通信システムとしては3.5GHz帯のWiMAXを例として、さらに、第3の周波数帯域を使用する通信システムとしては5GHz帯の無線LANあるいは5.8GHz帯のWiMAXを例として説明する。

30

【0029】

また、以下では、第1の周波数帯域は2.5GHz帯、当該第1の周波数帯域より高い周波数帯域の第2の周波数帯域は3.5GHz帯、当該第2の周波数帯域より高い周波数帯域の第3の周波数帯域は5.8GHz帯として説明する。

【0030】

(高周波回路の第1の実施形態)：図1は、高周波回路の第1の実施形態の回路ブロック図である。図1に示す回路ブロックの高周波回路は、マルチバンドアンテナに接続されるアンテナ端子Ant1と、第1の周波数帯域である2.5GHz帯の送信信号が入力される第1の送信端子Tx1-1と、第2の周波数帯域である3.5GHz帯の送信信号が入力される第2の送信端子Tx2-1と、第3の周波数帯域である5.8GHz帯の送信信号が入力される第3の送信端子Tx3-1を備える。

40

【0031】

また、この高周波回路は、第1の周波数帯域である2.5GHz帯の受信信号が出力される第1の受信端子Rx1-1と、第2の周波数帯域である3.5GHz帯の受信信号が出力される第2の受信端子Rx2-1と、第3の周波数帯域である5.8GHz帯の受信信号が出力される第3の受信端子Rx3-1を備える。

【0032】

上記のアンテナ端子Ant1には、単極双投型のスイッチ回路SPDT1の共用端子が

50

接続され、スイッチ回路SPDT1の送信側端子には検波回路DET1を介して送信側トリプレクサTrip1が接続されている。一方、スイッチ回路SPDT1の受信側端子には第1の受信側トリプレクサTrip2が接続されている。スイッチ回路SPDT1によって、アンテナ端子と、第1、第2および第3の送信端子または第1、第2および第3の受信端子との接続が切り替えられる。高周波回路として、さらに以下の構成を備えることが好ましい。

【0033】

図1の構成では、スイッチ回路SPDT1と第1の受信側トリプレクサTrip2との間の受信経路には、第1の低雑音増幅器回路LNA1が設けられている。さらに、該第1の低雑音増幅器回路LNA1とスイッチ回路SPDT1の間には、ハイパスフィルタ回路HPF1が設けられている。

10

【0034】

第1の周波数帯域の送信経路である送信側トリプレクサTrip1と第1の送信端子Tx1-1の間には、第1の増幅回路PA1が接続され、該第1の増幅回路PA1の入力端子側には第1のバンドパスフィルタ回路BPF1が、出力端子側には第4のバンドパスフィルタ回路BPF4が設けられている。

【0035】

また、第2の周波数帯域の送信経路である送信側トリプレクサTrip1と第2の送信端子Tx2-1の間には、第2の増幅回路PA2が接続され、該第2の増幅回路PA2の入力端子側には第2のバンドパスフィルタ回路BPF2が、出力端子側には第1のローパスフィルタ回路LPF2が設けられている。

20

【0036】

さらに、第3の周波数帯域の送信経路である送信側トリプレクサTrip1と第3の送信端子Tx3-1の間には、第3の増幅回路PA3が接続され、該第3の増幅回路PA3の入力端子側には第3のバンドパスフィルタ回路BPF3が、出力端子側には第2のローパスフィルタ回路LPF3が設けられている。

【0037】

一方、第1の受信側トリプレクサTrip2には、第1の送信端子Rx1-1、第2の送信端子Rx2-1、および第3の送信端子Rx3-1が接続され、それぞれ第1の周波数帯域、第2の周波数帯域、および第3の周波数帯域の受信経路を形成している。

30

【0038】

すなわち、送信側トリプレクサTrip1と第1の受信側トリプレクサTrip2は、アンテナ端子Ant1に接続される送受信経路を上記第1、第2および第3の周波数帯域の送受信経路に分岐する。図1に示す例では、送信側トリプレクサTrip1は送信経路の分岐に用いられ、第1の受信側トリプレクサTrip2は受信経路の分岐に用いられている。

【0039】

図1の構成では、スイッチ回路SPDT1は、アンテナ端子Ant1と、送信側トリプレクサTrip1または第1の受信側トリプレクサTrip2との接続を切り替える。上述のように、送信側トリプレクサTrip1には、第1の送信端子Tx1-1、第2の送信端子Tx2-1および第3の送信端子Tx3-1が、第1の受信側トリプレクサTrip2には、第1の受信端子Rx1-1、第2の受信端子Rx2-1および第3の受信端子Rx3-1が接続されている。したがって、スイッチ回路SPDT1によって、アンテナ端子Ant1と、第1、第2および第3の送信端子又は第1、第2および第3の受信端子との接続が切り替えられる。

40

【0040】

図1に示す例では、スイッチ回路として電界効果トランジスタを用いた単極双投型のスイッチ回路(SPDT)を使用している。電界効果トランジスタを用いたスイッチ回路は、IC化して小型化を図ることができる。本発明に係る高周波回路をセラミック積層基板などを用いた積層モジュールで構成する場合、特に、占有空間が大きいトリプレクサの数

50

が多くなる場合には、スイッチ回路をIC化して積層体上に搭載することで全体の小型化を図ることができる。

【0041】

図1に示す高周波回路において、第1～第3の各増幅回路(PA1～PA3)と第1～第3の送信端子との間に接続されている第1、第2および第3のバンドパスフィルタ回路(BPF1～3)は、送信端子から入力される送信信号に含まれる帯域外の不要なノイズを除去する。一方、第1、第2および第3の各増幅回路(PA1～PA3)と送信側トリプレクサTrip1との間に接続されている、第4のバンドパスフィルタ回路、第2のローパスフィルタ回路LPF2および第3のローパスフィルタ回路LPF3は、各増幅器回路から発生する高調波信号を減衰させる。

10

【0042】

また、携帯電話システムへの妨害を防ぐためには、各増幅器回路から発生する携帯電話システムの受信周波数帯域の信号を抑圧する必要がある。特に、周波数帯域の低い第1の周波数帯域を、WiMAXの2.5GHz帯とする場合、WCDMA(Wide Band CDMA)方式の携帯端末の受信周波数は2.11から2.17GHzであり、WiMAXの帯域と近接しているため、バンドパスフィルタ回路を用いることによって、第1の周波数帯域よりも低周波側の信号を効率よく減衰させることができる。第2の周波数帯域の経路および第3の周波数帯域の経路では、送信側トリプレクサを構成するフィルタにて、それぞれの周波数帯域よりも低い周波数側の信号を減衰させることが可能である。なお、携帯電話システムへの影響が少ない使用用途の場合は、上記第4のバンドパスフィルタ回路BPF4の代わりにローパスフィルタ回路を用いることもできる。

20

【0043】

スイッチ回路SPDT1と第1の受信側トリプレクサTrip2との間に接続された第1の低雑音増幅器回路LNA1は、第1の受信側トリプレクサTrip2に入る受信信号を増幅する。図1における第1の低雑音増幅器回路LNA1は、一つの低雑音増幅器回路で三つの周波数帯域の受信信号を増幅する構成となっているため、使用する低雑音増幅器回路の数が少なく、高周波回路の小型化に寄与している。

【0044】

第1の低雑音増幅器回路LNA1とスイッチ回路SPDT1との間に設けられた第1のハイパスフィルタ回路HPF1は、携帯電話等の携帯機器などから発生する第1の周波数帯域よりも周波数の低い妨害波による低雑音増幅器回路の飽和を回避することを可能とする。第1の周波数帯域を2.5GHzとするWiMAXの場合、2.5GHz未満の信号が減衰するようにフィルタ特性を調整しておけばよい。ハイパスフィルタ回路の代わりにバンドパスフィルタ回路を用いることも可能であるが、ハイパスフィルタ回路はバンドパスフィルタ回路に比べて挿入損失が小さくなるため、バンドパスフィルタ回路を用いる場合に比べて受信感度の向上に寄与するので好ましい。

30

【0045】

以上の構成により、アンテナで受信されたWiMAXの受信信号は、アンテナ端子Ant1、スイッチ回路SPDT1を経由して、第1の低雑音増幅器回路LNA1で増幅され、第1の受信側トリプレクサTrip2で分岐され、第1の受信端子Rx1-1、第2の受信端子Rx2-1または第3の受信端子Rx3-1に出力される。一方、第1の送信端子Tx1-1、第2の送信端子Tx2-1または第3の送信端子Tx3-1に入力された送信信号は、増幅器回路で増幅された後、送信側トリプレクサTrip1、スイッチ回路SPDT1、アンテナ端子Ant1を経由してアンテナから送信される。

40

【0046】

このとき、増幅器回路で増幅された送信信号がスイッチ回路SPDT1で歪んでしまい、スイッチ回路SPDT1が高調波を発生させてしまうことがある。スイッチ回路SPDT1とアンテナ端子Ant1の間に、通過帯域および阻止帯域の周波数を可変できる周波数可変フィルタを配置すれば、この問題を解決できる。例えば、周波数可変フィルタは、電圧により特性が変わる可変容量ダイオードとインダクタンス素子、容量素子、抵抗素子

50

などの受動素子を組み合わせて構成することができる。電圧可変素子としては、PINダイオード、電解効果トランジスタ、MEMSスイッチなども使用することができる。

【0047】

また、図1の構成では送信側トリプレクサTrip1とアンテナ端子Ant1との間の送信経路に検波回路DET1を設けてある。この検波回路DET1としては、例えば、主線路と副線路が結合しているカップラ回路を有し、該副線路の一端が抵抗を介して接地され、他端が整合用伝送線路に繋がり、抵抗を介してショットキーダイオード及び抵抗素子とキャパシタンス素子から構成される電圧平滑回路に繋がり、検波出力端子に接続される構成を用いればよい。

【0048】

この検波出力端子からは、増幅回路PA1、PA2またはPA3の出力電力に応じたDC電圧が出力される。該検波回路は各増幅回路の出力側にそれぞれ設けてよいが、検波回路の数の増加を抑えるためには、送信側トリプレクサTrip1とアンテナ端子Ant1の間の経路に設けることが好ましい。図1では、検波回路DET1は送信側トリプレクサTrip1とスイッチ回路SPDT1との間に設けてある。なお、検波回路は、増幅回路に集積化されている場合もあり、この場合などは図1に示す位置に検波回路を設ける必要はない。

【0049】

(トリプレクサ)：トリプレクサは、例えば図2に示すブロック図で表される構成を用いればよい。図2に示すトリプレクサは、第1の周波数帯域の信号を通過させるローパスフィルタ回路(LPF)と、第2の周波数帯域の信号を通過させるバンドパスフィルタ回路(BPF)と、第3の周波数帯域の信号を通過させるハイパスフィルタ回路(HPF)とを用いて構成されている。図2に示すトリプレクサの構成により、トリプレクサを構成するフィルタ数を極力減らすことができ、小型化に有利である。

【0050】

図3は、上述のトリプレクサの等価回路の例を説明するための図である。トリプレクサを構成するローパスフィルタ回路、バンドパスフィルタ回路およびハイパスフィルタ回路は、伝送線路などのインダクタンス素子と容量素子を用いたLC回路で構成されている。すなわち、トリプレクサの分波機能は、インダクタンス素子と容量素子で構成されている。

【0051】

第1の周波数帯域の信号を通過させるローパスフィルタ回路は、伝送線路lt13と、lt13の一端とグランド間に接続される第3の周波数帯である5.8GHz付近に共振周波数をもつlt12とct11の直列共振回路と、lt13の別の一端とグランド間に接続される第2の周波数帯である3.5GHz付近に共振周波数をもつlt14とct12の直列共振回路と、位相調整用の伝送線路lt11で構成されている。

【0052】

第2の周波数帯域の信号を通過させるバンドパスフィルタ回路は、その一端がグランドに接続され、それぞれ磁気結合する3本の伝送線路lt21、lt22、lt23を基本構成としている。lt21とct22の並列共振回路、lt22とct23の並列共振回路、lt23とct24の並列共振回路の共振周波数は、第2の周波数帯域である3.5GHz付近に設定されている。

【0053】

ct21は入力容量、ct26、ct27、ct28は、伝送線路lt21、lt22、lt23の間の結合度を調整する結合補助容量、ct25は出力容量であり、lt24は位相調整用の伝送線路である。第1の周波数帯域である2.5GHz付近と第3の周波数帯域である5.8GHz付近に減衰極周波数が設定されていることが好ましい。

【0054】

第3の周波数帯域の信号を通過させるハイパスフィルタ回路は、経路に直列に接続される容量ct31、ct33、ct35と、ct31とct33の接続点とグランド間に接

10

20

30

40

50

続される第2の周波数帯である3.5GHz付近に共振周波数をもつ1t31とct32の直列共振回路と、ct33とct35の接続点とグランド間に接続される第1の周波数帯である2.5GHz付近に共振周波数をもつ1t32とct34の直列共振回路と、位相調整用の伝送線路1t33で構成されている。

【0055】

かかる素子は、多層基板中の電極パターンによって構成することができるため、設計自由度が高い。したがって、かかる素子で構成されたトリプレクサは多層基板に高周波回路を構成して小型化を図る場合に好適な構成となる。各フィルタ回路の通過帯域は、使用する周波数帯域に合わせて調整される。WiMAXの場合、それぞれ2.5GHz帯、3.5GHz帯、5.8GHz帯に調整する。

10

【0056】

また、トリプレクサとして、図4に示すブロック図で表される構成を採用してもよい。図4に示すトリプレクサは、上記第1および第2の周波数帯域の信号と上記第3の周波数帯域の信号に分岐する第1のダイプレクサ(Dip1)と、当該第1のダイプレクサに接続され、上記第1の周波数帯域の信号と上記第2の周波数帯域の信号を分岐する第2のダイプレクサ(Dip2)とを用いて構成されている。

【0057】

図4に示す構成のトリプレクサもインダクタンス素子と容量素子を用いて構成することができる。図4に示すトリプレクサの構成では、ダイプレクサはトリプレクサに比較して回路規模が小さいので、所望の特性を得ることが容易になる。なお、上述のスイッチ回路、トリプレクサ、バンドパスフィルタ回路、ローパスフィルタ回路、低雑音増幅器回路等の回路構成は、以下の実施形態においても同様に用いることができる。

20

【0058】

また、トリプレクサとして、図5に示すブロック図で表される構成を採用してもよい。共通端子Pcと第1の分岐端子P1との間の第1の経路には第1の周波数帯域(2.5GHz帯)の信号を通過させる第1のバンドパスフィルタ部bpf1が配置され、共通端子Pcと第2の分岐端子P2との間の第2の経路には第1の周波数帯域よりも高周波側の第2の周波数帯域(3.5GHz帯)の信号を通過させる第2のバンドパスフィルタ部bpf2が配置され、共通端子Pcと第3の分岐端子P3との間の第3の経路には第2の周波数帯域よりも高周波側の第3の周波数帯域(5.8GHz帯)の信号を通過させる第3のバンドパスフィルタ部bpf3が配置され、分波器(トリプレクサ)が構成されている。

30

【0059】

第1～第3のバンドパスフィルタ部の構成は特に限定するものではないが、例えば図6に示すような構成のものを用いればよい。ここで示したバンドパスフィルタは、互いに結合した2本の共振線路lb1、lb2と、キャパシタcb1～cb5で構成され、共振線路lb1、lb2間の結合度や、lb1～lb2の長さや太さや、キャパシタcb1～cb5の容量値を適宜調整することにより、所望の周波数に通過帯域、阻止帯域を有するバンドパスフィルタが形成したものである。

【0060】

WiMAXや無線LANが使用する2.4～2.5GHz帯の低周波側には携帯電話の使用周波数帯域が広がっているなど、第1～第3の周波数帯域の周辺には他のシステムの使用帯域が近接している。そのため、第1～第3の周波数帯域以外の周波数帯域の信号を阻止するためには、分波器の骨格を構成する各フィルタ部はバンドパスフィルタを用いることが好ましい。

40

【0061】

並列共振回路(X1～X3)の共振周波数は、通過帯以外の阻止すべき他の2つの帯域に調整することが望ましく、更にこの2つの阻止帯域のうち低周波数側の帯域に共振周波数を調整することが望ましい。これにより位相調整回路で調整すべき周波数帯域は高周波数側の信号になるため、調整する位相角度が同じと仮定すると、周波数が高い分位相調整回路を構成する物理的な形状を小型化でき、結果として回路全体としての形状を小型化で

50

きる可能性がある。

【0062】

トリプレクサでは通過させようとする周波数帯域に対して、阻止すべき周波数帯域が二つある。共通端子に接続される各経路に並列共振回路を設けることによって、通過させようとする周波数帯域以外の他の周波数帯域の信号を阻止することができる。さらに、位相調整回路を設けることによって、共振回路では阻止しきれない他の周波数帯域の信号を阻止することができる。かかる構成によって分波特性に優れた分波器を提供することができる。

【0063】

図5に示す構成では、分波特性を向上させるために、第1、第2および第3のバンドパスフィルタ部 ($bpf1 \sim bpf3$) と共通端子 Pc の間にはそれぞれ第1、第2および第3の並列共振回路 ($X1 \sim X3$) を設け、さらに第1、第2および第3の経路のうち第1の経路と第2の経路には、上記バンドパスフィルタ部と上記並列共振回路の間に位相調整回路 ($Y1$ 、 $Y2$) として伝送線路を設けている。第1、第2および第3の並列共振回路 ($X1 \sim X3$) には、インダクタンス素子 L とキャパシタンス素子 C で構成された並列共振回路を用いている。インダクタンス素子 L としては、チップインダクタを用いてもよいし、伝送線路を用いてもよい。また、位相調整回路は、位相調整できるものであればよく、伝送線路の他、ハイパスフィルタ、ローパスフィルタ、整合回路等を用いることができる。但し、挿入損失を抑えるためには、伝送線路を用いることが好ましい。

【0064】

第1のバンドパスフィルタ部 $bpf1$ と共通端子 Pc との間に設けられた並列共振回路 $X1$ の共振周波数は、第2の周波数帯域である $3.5GHz$ 帯に設定されており、 $3.5GHz$ 帯の信号の通過を阻止する。さらに、第1のバンドパスフィルタ部 $bpf1$ と第1の並列共振回路 $X1$ の間に設けられた位相調整回路 $Y1$ によって、共通端子 Pc 側から見たインピーダンスが第3の周波数帯域である $5.8GHz$ 帯でオープンになるように位相調整されている。

【0065】

ここで、位相調整回路 $Y1$ は $5.8GHz$ 帯でほぼオープンに調整することが望ましいが、共通端子 Pc 側から見たインピーダンスが第3の周波数帯域である $5.8GHz$ 帯において $0^\circ \pm 60^\circ$ の位相に調整されていれば、通過帯域のロス劣化は許容範囲内である。かかる構成によって、通過帯域以外の二つの周波数帯域である $3.5GHz$ 、 $5.8GHz$ の信号を十分に阻止することができる。

【0066】

同様に、第2のバンドパスフィルタ部 $bpf2$ と共通端子 Pc との間に設けられた並列共振回路 $X2$ の共振周波数は、第1の周波数帯域である $2.5GHz$ 帯に設定されており、 $2.5GHz$ 帯の信号の通過を阻止する。さらに、第2のバンドパスフィルタ部 $bpf2$ と第2の並列共振回路 $X2$ の間に設けられた位相調整回路 $Y2$ によって、共通端子 Pc 側から見たインピーダンスが第3の周波数帯域である $5.8GHz$ 帯でオープンになるように位相調整されている。

【0067】

ここで、位相調整回路 $Y2$ は $5.8GHz$ 帯でほぼオープンに調整することが望ましいが、共通端子 Pc 側から見たインピーダンスが第3の周波数帯域である $5.8GHz$ 帯において $0^\circ \pm 60^\circ$ の位相に調整されていれば通過帯域のロス劣化は許容範囲内である。かかる構成によって、通過帯域以外の二つの周波数帯域である $2.5GHz$ 、 $5.8GHz$ の信号を十分に阻止することができる。

【0068】

さらに、第3のバンドパスフィルタ部 $bpf3$ と共通端子 Pc との間に設けられた並列共振回路 $X3$ の共振周波数は、第1の周波数帯域である $2.5GHz$ 帯に設定されており、 $2.5GHz$ 帯の信号の通過を阻止する。

【0069】

図5の構成では、周波数が最も高い第3の周波数帯域に係る経路、すなわち第3のバンドパスフィルタ部 b p f 3 と第3の並列共振回路 X 3 の間には、位相調整回路は設けられていない。これは、後段に接続されるバンドパスフィルタのインピーダンスがオープンに近い位相にあるため、位相調整回路を設けなくても十分な分波特性を得ることができるためである。かかる構成によって、通過帯域以外の二つの周波数帯域である 2.5 GHz、3.5 GHz の信号を十分に阻止することができる。

【0070】

なお、本実施形態では、2.5 GHz を通過させる場合、並列共振回路で阻止する周波数帯域を 3.5 GHz 帯、位相調整回路で阻止する周波数帯域を 5.8 GHz 帯としているが、並列共振回路で阻止する周波数帯域を 5.8 GHz 帯、位相調整回路で阻止する周波数帯域を 3.5 GHz 帯としてもよい。すなわち、並列共振回路で阻止する周波数帯域と位相調整回路で阻止する周波数帯域は入れ替えても良い。

10

【0071】

図7に、図5に示す構成を有するトリプレクサの各周波数帯域のフィルタ特性を示す。また、比較のために、図8に示す回路ブロックで構成されたトリプレクサのフィルタ特性を図9に示す。なお、図8に示す分波器は、共通端子 P c と各バンドパスフィルタ部との間に位相調整のための伝送線路 (Y 1 ~ Y 3) だけを配置した、従来のトリプレクサである。

【0072】

従来のトリプレクサでは、2.5 GHz 帯と 3.5 GHz 帯の間に減衰量の低下を示すピークがある他、通過帯域の両側の傾きも緩やかである。また、通過帯域での挿入損失も大きい。これに対して、図5に示した実施形態のトリプレクサの特性は、図7に示すように、2.5 GHz 帯と 3.5 GHz 帯の間に減衰量の低下はなく、またフィルタ特性も急峻である。また、各通過帯域の挿入損失も小さく、通過帯域も広い。したがって、従来のトリプレクサに比べて、極めて優れたトリプレクサが得られていることがわかる。

20

【0073】

上述のように、図5に示す実施形態に係る構成は、通過させる帯域以外の二つの帯域を阻止するために、並列共振回路と位相調整回路の二種類の手段を有するので、異なる三つの周波数帯域の分波に用いられる分波器 (トリプレクサ) に好適な構成である。各経路の並列共振回路の共振周波数を通過させようとする帯域以外の他の周波数帯域のうちの一つに設定するとともに、同経路に設けられた位相調整回路によって、共通端子 P c 側から見たインピーダンスが通過させようとする帯域以外の他の周波数帯域のうちの一つでオープンになるように位相調整することで優れたトリプレクサが得られる。

30

【0074】

図5に示す実施形態では、第2の周波数帯域 (3.5 GHz 帯) と第3の周波数帯域 (5.8 GHz 帯) との間隔は、第1の周波数帯域 (2.5 GHz 帯) と第2の周波数帯域 (3.5 GHz 帯) との間隔よりも大きい。このように使用する周波数帯域のうちの一つが他の周波数帯域と離れている場合、該使用する周波数帯域のうちの一つの経路に位相調整回路設けることを省略することができる。

【0075】

2 GHz 以上の周波数間隔のある周波数帯域を用いる W i M A X または無線 L A N と W i M A X を組み合わせた場合、各周波数帯域の中心周波数は 1 GHz 以上離れているが、通信システムとして使用する周波数帯域全体の幅は 4 GHz より小さく、第3の周波数帯域の中心周波数は第1の周波数帯域の3倍よりも小さい。本実施形態に係るトリプレクサは、かかる第1～第3までの周波数範囲が狭い場合に好適である。

40

【0076】

図10には、トリプレクサの他の実施形態の回路ブロック図を示す。図10に示す構成では、図5に示す構成に対してさらに、5.8 GHz 帯の経路の第3のバンドパスフィルタ部 b p f 3 と第3の並列共振回路 X 3 の間に位相調整回路 Y 3 として伝送線路を設けてある。その他の構成に関しては図5に示す実施形態と同様であるので説明を省略する。位

50

相調整回路 Y 3 によって、共通端子 P c 側から見たインピーダンスが第 2 の周波数帯域である 3.5 GHz 帯でオープンになるように位相調整されている。かかる構成によって、分波特性を更に向上させることができる。

【 0 0 7 7 】

図 1 1 には、トリプレクサの他の実施形態の回路ブロック図を示す。図 1 1 に示す構成では、図 5 に示す構成に対してさらに、2.4 GHz 帯の経路の第 1 の並列共振回路 X 1 と第 1 のバンドパスフィルタの間に並列共振回路 X 1 a を追加したものである。その他の構成に関しては図 5 に示す実施形態と同様であるので説明を省略する。並列共振回路 X 1 および X 1 a の共振周波数をほぼ同じ周波数に設定する、あるいは少しずらして設定する事により、阻止帯域の減衰特性（分波特性）を向上や、阻止帯域の広帯域化が可能となる。

10

【 0 0 7 8 】

図 1 2 には、トリプレクサの他の実施形態の回路ブロック図を示す。図 1 2 に示す構成では、図 5 に示す構成に対してさらに、5.8 GHz 帯の経路の第 3 のバンドパスフィルタ部 b p f 3 と第 3 の並列共振回路 X 3 の間に位相調整回路としてハイパスフィルタ H P F を設けてある。ハイパスフィルタとしては、図 1 3 に示す等価回路を有するものを用いている。

【 0 0 7 9 】

図 1 3 に示すハイパスフィルタは、入出力端子間に接続されたキャパシタ C 4 1、C 4 2、C 4 3 と、インダクタンス素子 L 4 1 とキャパシタ C 4 4 とで構成された直列共振回路、およびインダクタンス素子 L 4 2 とキャパシタ C 4 5 とで構成された直列共振回路を備える。但し、ハイパスフィルタの構成は図 1 3 に示す構成に限定されるものではない。その他の構成に関しては図 5 に示す実施形態と同様であるので説明を省略する。ハイパスフィルタ H P F によって、共通端子 P c 側から見たインピーダンスが第 2 の周波数帯域である 3.5 GHz 帯でほぼオープンになるように位相調整されている。かかる構成によって、分波特性を更に向上させることができる。

20

【 0 0 8 0 】

図 1 4 には、図 1 2 に示す構成を有するトリプレクサの各周波数帯域のフィルタ特性を示す。図 1 4 に示した結果から明らかなように、図 1 2 に示すトリプレクサによっても、図 8 に示す従来のトリプレクサに比べて優れた分波特性が得られていることがわかる。また、図 7 のフィルタ特性において 2.1 GHz にみられたリップルも低減されており、フィルタ特性が改善していることが判る。

30

【 0 0 8 1 】

なお、上述したトリプレクサは単独の部品として構成してもよいし、以下に示すように高周波回路の一部として使用し、高周波部品を構成してもよい。

【 0 0 8 2 】

（高周波回路の第 2 の実施形態）：次に、本発明の他の実施形態を、図 1 5 を参照して説明する。図 1 5 に示す高周波回路は、図 1 に示す高周波回路のうち受信側の構成を変えたものである。アンテナ端子 A n t 1 からスイッチ回路 S P D T 1 を経由して第 1 の送信端子 T x 1 - 1、第 2 の送信端子 T x 2 - 1 および第 3 の送信端子 T x 3 - 1 に至る部分は図 1 の構成と同じであるので説明を省略する。

40

【 0 0 8 3 】

図 1 5 に示す高周波回路の受信側の構成は以下のようにになっている。第 1 の受信側トリプレクサ T r i p 2 と第 1 の受信端子 R x 1 - 1 との間に形成された第 1 の周波数帯域の受信経路には、第 2 の低雑音増幅器回路 L N A 2 と、該第 2 の低雑音増幅器回路 L N A 2 と第 1 の受信側トリプレクサ T r i p 2 との間に配置された第 2 のハイパスフィルタ回路 H P F 2 が設けられている。また、第 1 の受信側トリプレクサ T r i p 2 と第 2 の受信端子 R x 2 - 1 との間に形成された上記第 2 の周波数帯域の受信経路には、第 3 の低雑音増幅器回路 L N A 3 が設けられている。さらに、第 1 の受信側トリプレクサ T r i p 2 と第 3 の受信端子 R x 3 - 1 との間に形成された第 3 の周波数帯域の受信経路には、第 4 の低

50

雑音増幅器回路 L N A 4 が設けられている。

【 0 0 8 4 】

上記第 2 のハイパスフィルタ回路 H P F 2 は、第 1 の周波数帯域 (W i M A X の 2 . 5 G H z) の信号が通過するように調整されており、携帯電話等の携帯機器などから発生する、第 1 の周波数帯域よりも周波数の低い妨害波を減衰させ、該妨害波による低雑音増幅器回路の飽和を回避することを可能とする。第 1 の周波数帯域よりも低い周波数の信号を急峻に減衰させたい場合には、第 2 のハイパスフィルタをバンドパスフィルタとしても良い。

【 0 0 8 5 】

また、図 1 5 の構成では、第 3 の低雑音増幅器回路 L N A 3 の入力側には、第 2 の周波数帯域よりも低い周波数の信号を減衰させることができる第 1 の受信側トリプレクサが接続されているので、上記第 2 のハイパスフィルタ回路 H P F 2 に相当するフィルタ回路は設けなくても良いため、第 2 の周波数帯域の経路の信号損失を抑えることができる。また、第 4 の低雑音増幅器回路 L N A 4 の入力側にも、第 3 の周波数帯域よりも低い周波数の信号を減衰させることができる第 1 の受信側トリプレクサが接続されているので、上記第 2 のハイパスフィルタ回路 H P F 2 に相当するフィルタ回路を設けなくてもよいため、第 3 の周波数帯域の経路の信号損失を抑えることができる。

【 0 0 8 6 】

(高周波回路の第 3 の実施形態) : 次に、本発明の他の実施形態を図 1 6 を参照して説明する。図 1 6 に示す高周波回路は、図 1 5 に示す高周波回路にさらに受信経路として副高周波回路 (以下、第 2 の副高周波回路とする) を付加した構成である。付加する副高周波回路以外の部分 (以下、第 1 の副高周波回路とする) は、図 1 5 の構成と同じであるので説明を省略する。なお、第 1 の副高周波回路の構成は、図 1 5 に示す構成に限るものではなく、例えば図 1 に示す構成を用いてもよい。

【 0 0 8 7 】

図 1 6 に示す高周波回路の構成は以下のようにになっている。第 2 の副高周波回路は、第 1 の副高周波回路に係るアンテナとは別の他のアンテナと接続する他のアンテナ端子 A n t 2 と、上記第 1 の周波数帯域の受信信号が出力される第 4 の受信端子 R x 1 - 2 と、上記第 2 の周波数帯域の受信信号が出力される第 5 の受信端子 R x 2 - 2 と、上記第 3 の周波数帯域の受信信号が出力される第 6 の受信端子 R x 3 - 2 を備える。さらに、第 2 の副高周波回路は、第 2 の受信側トリプレクサ T r i p 3 を備え、該トリプレクサ T r i p 3 は他のアンテナ端子に接続される受信経路を上記第 1、第 2 および第 3 の周波数帯域の受信経路に分岐する。

【 0 0 8 8 】

図 1 6 に示す構成では、第 2 のスイッチ回路として単極双投型のスイッチを用い、その切り替え端子の一方は抵抗を接続して接地しているが、単極単投型 (S P S T) のスイッチを用いてもよいし、スイッチを配置しなくても良い。図 1 6 に示す高周波回路は二つのアンテナ端子を有し、第 2 の副高周波回路の受信端子は、第 1 の副高周波回路の受信端子と同一の通信システムの信号を受信する。すなわち、図 1 6 に示す高周波回路は、一つの通信システムまたは一つの周波数帯域当たり、一つの送信端子および二つの受信端子を備える構成となる (以下、1 T 2 R ともいう)。

【 0 0 8 9 】

かかる構成は、ダイバーシティ受信や、1 T 2 R、さらには一つの送信端子および一つの受信端子を備える構成 (以下 1 T 1 R) と合わせて 2 T 3 R とした M I M O 型フロントエンドモジュール用の高周波回路として用いることができる。副高周波回路を追加するなどして、アンテナ端子の数、受信端子の数、送信端子の数を増やすことによって、複数のアンテナ端子を有し、一つの通信システムまたは一つの周波数帯域当たり複数の受信端子を有する構成を拡張することもできる。

【 0 0 9 0 】

(高周波回路の第 4 の実施形態) : 次に、本発明の他の実施形態を図 1 7 を参照して説

10

20

30

40

50

明する。図 17 に示す高周波回路は、図 1 に示す高周波回路にさらに他の通信システムの入出力端子を備える構成である。図 17 に示す高周波回路では、上記第 1 ~ 第 3 の周波数帯域を用いる通信システムが W i M A X、他の通信システムが B l u e t o o t h (登録商標) に対応している。他の通信システムに係る部分以外の部分は、図 1 の構成と同じであるので説明を省略する。なお、他の通信システムに係る部分以外の部分は、図 1 に示す構成に限るものではなく、例えば図 2 に示す構成を用いてもよい。

【 0 0 9 1 】

図 17 に示す高周波回路は、第 1 の周波数帯域、第 2 の周波数帯域および第 3 の周波数帯域を用いる通信システム以外の他の通信システムの入出力端子 B T を備える。また、この高周波回路は、スイッチ回路として単極 3 投型のスイッチ回路 S P 3 T を有し、該スイッチ回路 S P 3 T の共用端子はアンテナ端子 A n t 1 に接続され、三つの切り替え端子はそれぞれ送信側トリプレクサ T r i p 1、第 1 の受信側トリプレクサ T r i p 2 および他の通信システムの入出力端子 B T に接続されている。

10

【 0 0 9 2 】

上記スイッチ回路 S P 3 T によって、アンテナ端子 A n t 1 と、第 1、第 2 および第 3 の送信端子 (T x 1 - 1、T x 2 - 1、T x 3 - 1)、第 1、第 2 および第 3 の受信端子 (R x 1 - 1、R x 2 - 1、R x 3 - 1) 又は他の通信システムの入出力端子 B T との接続を切り替える。

【 0 0 9 3 】

(高周波回路の第 5 の実施形態) : また、さらに別の実施形態として図 18 に示す高周波回路を構成してもよい。図 18 に示す高周波回路は、図 17 に示す高周波回路の送信端子および受信端子にさらにスイッチ回路を接続して送信経路および受信経路を分岐する構成であり、2.5 GHz 帯、3.5 GHz 帯および 5.8 GHz 帯の W i M A X と 2.4 GHz 帯および 5 GHz 帯の無線 LAN と B l u e t o o t h を共用する場合の例である。アンテナ端子 A n t 1 から、第 1 ~ 第 3 の送信端子 (T x 1 - 1、T x 2 - 1、T x 3 - 1)、第 1 ~ 第 3 の受信端子 (R x 1 - 1、R x 2 - 1、R x 3 - 1) および他の通信システムの入出力端子 B T までの回路は図 17 に示す構成と同じであるので説明を省略する。

20

【 0 0 9 4 】

上記回路の部分は、図 17 に示す構成に限るものではなく、例えば図 1 または図 15 に示す構成を用いてもよい。2.5 GHz 帯の第 1 の送信端子 T x 1 - 1 および 5.8 GHz 帯の第 3 の送信端子 T x 3 - 1 には、それぞれ後段のスイッチ回路 S P D T 3 または S P D T 4 を介してさらに複数の副送信端子が接続されている。第 1 の送信端子 T x 1 - 1 に接続された複数の副送信端子は、無線 LAN の 2.4 GHz 帯の副送信端子 W L A N - 2.4 T と、W i M A X の 2.5 GHz 帯の副送信端子 W i M A X - 2.5 T である。一方、第 3 の送信端子 T x 3 - 1 に接続された複数の副送信端子は、無線 LAN の 5 GHz 帯の副送信端子 W L A N - 5 T と、W i M A X の 5.8 GHz 帯の副送信端子 W i M A X - 5.8 T である。

30

【 0 0 9 5 】

また、上記第 1 の送信端子 T x 1 - 1 および第 3 の送信端子 T x 3 - 1 に対応する 2.5 GHz 帯の第 1 の受信端子 R x 1 - 1 および 5.8 GHz 帯の第 3 の受信端子 R x 3 - 1 には、それぞれ他の後段のスイッチ回路 S P D T 5 または S P D T 6 を介してさらに複数の副受信端子が接続されている。なお、ここで「対応する」とは周波数帯域が同じであることをいう。

40

【 0 0 9 6 】

第 1 の受信端子 R x 1 - 1 に接続された複数の副受信端子は、無線 LAN の 2.4 GHz 帯の副受信端子 W L A N - 2.4 R と、W i M A X の 2.5 GHz 帯の副受信端子 W i M A X - 2.5 R である。一方、第 3 の受信端子 R x 3 - 1 に接続された複数の副受信端子は、無線 LAN の 5 GHz 帯の副受信端子 W L A N - 5 R と、W i M A X の 5.8 GHz 帯の副受信端子 W i M A X - 5.8 R である。

50

【 0 0 9 7 】

後段のスイッチ回路 S P D T 3 は、第 1 の送信端子と、副送信端子 W L A N - 2 . 4 T または副送信端子 W i M A X - 2 . 5 T との接続を切り替え、後段のスイッチ回路 S P D T 4 は、第 3 の送信端子と、副送信端子 W L A N - 5 T または副送信端子 W i M A X - 5 . 8 T との接続を切り替える。一方、他の後段のスイッチ回路 S P D T 5 は、第 1 の受信端子と、副受信端子 W L A N - 2 . 4 R または副受信端子 W i M A X - 2 . 5 R との接続を切り替え、他の後段のスイッチ回路 S P D T 6 は、第 3 の受信端子と、副受信端子 W L A N - 5 R または副受信端子 W i M A X - 5 . 8 R との接続を切り替える。

【 0 0 9 8 】

W i M A X の 3 . 5 G H z の周波数帯域は、現在サービスされている無線 L A N の周波数帯域と重ならないため、図 1 8 に示す構成では、3 . 5 G H z の周波数帯域の第 2 の送信端子 T x 2 - 1 および第 2 の受信端子 R x 2 - 1 には分岐するための構成は設けていないが、もちろん 2 つの経路に分岐するためのスイッチ回路を設けても良い。

10

【 0 0 9 9 】

また、図 1 8 には、B l u e t o o t h の端子 B T を設けて、B l u e t o o t h 、W i M A X および無線 L A N で共用する高周波回路の例を示してあるが、B l u e t o o t h の端子 B T を設けずに、W i M A X および無線 L A N で共用する高周波回路としてもよい。

【 0 1 0 0 】

上記各副送信端子および副受信端子が、高周波回路の送信端子および受信端子として用いられ、副送信端子または副受信端子が接続されない 3 . 5 G H z 帯の第 2 の送信端子 T x 2 - 1 、第 2 の受信端子 R x 2 - 1 および B l u e t o o t h の端子 B T はそのまま、それぞれ送信端子 W i M A X - 3 . 5 T 、W i M A X - 3 . 5 R および B T として用いる。

20

【 0 1 0 1 】

上記の構成によれば、周波数帯域が重なる W i M A X と無線 L A N を一つの高周波回路で共用することができる。また、上述のように第 1 および第 3 の送信端子および受信端子に限らず、上記第 1 、第 2 および第 3 の周波数帯域のうちの少なくとも一つに係る送信端子あるいは受信端子に複数の副送信端子または副受信端子を接続すればよい。

【 0 1 0 2 】

(高周波回路の第 6 の実施形態) : 次に、トリプレクサと送受信を切り替えるスイッチ回路の位置関係が上記実施形態と異なる他の実施形態を図面を参照して説明する。図 1 9 に示す回路ブロックの高周波回路は、図 1 に示す実施形態と同様に、アンテナ端子 A n t 1 と、第 1 の周波数帯域である 2 . 5 G H z 帯の送信信号が入力される第 1 の送信端子 T x 1 - 1 と、第 2 の周波数帯域である 3 . 5 G H z 帯の送信信号が入力される第 2 の送信端子 T x 2 - 1 と、第 3 の周波数帯域である 5 . 8 G H z 帯の送信信号が入力される第 3 の送信端子 T x 3 - 1 を備える。

30

【 0 1 0 3 】

また、この高周波回路は、第 1 の周波数帯域である 2 . 5 G H z 帯の受信信号が出力される第 1 の受信端子 R x 1 - 1 と、第 2 の周波数帯域である 3 . 5 G H z 帯の受信信号が出力される第 2 の受信端子 R x 2 - 1 と、第 3 の周波数帯域である 5 . 8 G H z 帯の受信信号が出力される第 3 の受信端子 R x 3 - 1 を備える。上記アンテナ端子 A n t 1 には第 1 のトリプレクサ T r i p 1 1 が接続され、上記アンテナ端子に接続される送受信経路を、上記第 1 、第 2 および第 3 の周波数帯域の送受信経路に分岐する。

40

【 0 1 0 4 】

さらに、上記第 1 の周波数帯域の送受信経路と上記第 1 の送信端子 T x 1 - 1 または上記第 1 の受信端子 R x 1 - 1 との接続を切り替える第 1 のスイッチ回路 S P D T 1 1 と、上記第 2 の周波数帯域の送受信経路と上記第 2 の送信端子 T x 2 - 1 または上記第 2 の受信端子 R x 2 - 1 との接続を切り替える第 2 のスイッチ回路 S P D T 1 2 と、上記第 3 の周波数帯域の送受信経路と上記第 3 の送信端子 T x 3 - 1 または上記第 3 の受信端子と R x 3 - 1 の接続を切り替える第 3 のスイッチ回路 S P D T 1 3 とを備える。

50

【 0 1 0 5 】

かかる構成によって、上記第 1、第 2 および第 3 の周波数帯域の 3 つの周波数帯域を用いる無線通信の送受信の切り替えを行う。必要な分波回路としては、一つのトリプレクサでまかなうことができる。高周波回路として、さらに以下の構成を備えることが好ましい。

【 0 1 0 6 】

第 1 の周波数帯域の送信経路である第 1 のスイッチ回路 S P D T 1 1 と第 1 の送信端子 T x 1 - 1 との間には、第 1 の増幅回路 P A 1 1 が接続され、該第 1 の増幅回路 P A 1 1 の入力端子側には第 1 のバンドパスフィルタ回路 B P F 1 1 が、出力端子側には第 4 のバンドパスフィルタ回路 B P F 1 4 が設けられている。

10

【 0 1 0 7 】

また、第 2 の周波数帯域の送信経路である第 2 のスイッチ回路 S P D T 1 2 と第 2 の送信端子 T x 2 - 1 との間には、第 2 の増幅回路 P A 1 2 が接続され、該第 2 の増幅回路 P A 1 2 の入力端子側には第 2 のバンドパスフィルタ回路 B P F 1 2 が、出力端子側には第 1 のローパスフィルタ回路 L P F 1 2 が設けられている。

【 0 1 0 8 】

さらに、第 3 の周波数帯域の送信経路である第 3 のスイッチ回路 S P D T 1 3 と第 3 の送信端子 T x 3 - 1 との間には、第 3 の増幅回路 P A 1 3 が接続され、該第 3 の増幅回路 P A 1 3 の入力端子側には第 3 のバンドパスフィルタ回路 B P F 1 3 が、出力端子側には第 2 のローパスフィルタ回路 L P F 1 3 が設けられている。

20

【 0 1 0 9 】

一方、第 1 のスイッチ回路 S P D T 1 1、第 2 のスイッチ回路 S P D T 1 2 および第 3 のスイッチ回路 S P D T 1 3 の受信端子側には、それぞれ第 1 の受信端子 R x 1 - 1、第 2 の受信端子 R x 2 - 1 および第 3 の受信端子 R x 3 - 1 が接続され、それぞれ第 1 の周波数帯域、第 2 の周波数帯域および第 3 の周波数帯域の受信経路を形成している。第 1 ~ 第 3 の各増幅回路 (P A 1 1 ~ P A 1 3) の前後に配置されているバンドパスフィルタ回路やローパスフィルタ回路の機能等は図 1 に示す実施形態の場合と同様であるので説明を省略する。

【 0 1 1 0 】

図 1 9 に示した構成では、第 1 の T r i p 1 1 によって分岐された周波数の異なる送受信経路を、それぞれ第 1 のスイッチ回路 S P D T 1 1、第 2 のスイッチ回路 S P D T 1 2 および第 3 のスイッチ回路 S P D T 1 3 によって、送信経路と受信経路に分岐している。

30

【 0 1 1 1 】

また、図 1 9 に示す例では、スイッチ回路として電界効果トランジスタを用いた単極双投型のスイッチ回路 (S P D T) を使用している。

【 0 1 1 2 】

図 1 9 に示す高周波回路の受信側の構成は以下のようにになっている。第 1 のスイッチ回路 S P D T 1 1 と第 1 の受信端子 R x 1 - 1 との間に形成された第 1 の周波数帯域の受信経路には、第 1 の低雑音増幅器回路 L N A 1 1 と、該第 1 の低雑音増幅器回路 L N A 1 1 と第 1 のスイッチ回路 S P D T 1 1 との間に配置された第 1 のハイパスフィルタ回路 H P F 1 1 が設けられている。

40

【 0 1 1 3 】

また、第 2 のスイッチ回路 S P D T 1 2 と第 2 の受信端子 R x 2 - 1 との間に形成された上記第 2 の周波数帯域の受信経路には、第 2 の低雑音増幅器回路 L N A 1 2 が設けられている。

【 0 1 1 4 】

さらに、第 3 のスイッチ回路 S P D T 1 3 と第 3 の受信端子 R x 3 - 1 との間に形成された第 3 の周波数帯域の受信経路には、第 3 の低雑音増幅器回路 L N A 1 3 が設けられている。

【 0 1 1 5 】

50

上記第1のハイパスフィルタ回路H P F 1 1は、第1の周波数帯域(W i M A Xの2.5 G H z)の信号が通過するように調整されており、携帯電話等の携帯機器などから発生する、第1の周波数帯域よりも周波数の低い妨害波を減衰させ、該妨害波による低雑音増幅器回路の飽和を回避することを可能とする。第1の周波数帯域よりも低い周波数の信号を急峻に減衰させたい場合には、第1のハイパスフィルタをバンドパスフィルタとしても良い。

【0116】

また、図19の構成では、第2の低雑音増幅器回路L N A 1 2の入力側には、第2の周波数帯域よりも低い周波数の信号を減衰させることができる第1のトリプレクサが接続されているので、上記第1のハイパスフィルタ回路H P F 1 1に相当するフィルタ回路は設けなくとも良いため、第2の周波数帯域の経路の信号損失を抑えることができる。

10

【0117】

また、第3の低雑音増幅器回路L N A 1 3の入力側にも、第3の周波数帯域よりも低い周波数の信号を減衰させることができる第1のトリプレクサが接続されているので、上記第1のハイパスフィルタ回路H P F 1 1に相当するフィルタ回路を設けなくともよい、第3の周波数帯域の経路の信号損失を抑えることができる。

【0118】

以上の構成により、アンテナで受信されたW i M A Xの受信信号は、アンテナ端子A n t 1を経由して、第1のトリプレクサT r i p 1 1で分岐され、スイッチ回路S P D T 1 1 ~ 1 3を経由して、第1 ~ 第3の低雑音増幅器回路L N A 1 1 ~ 1 3で増幅され、第1の受信端子R x 1 - 1、第2の受信端子R x 2 - 1または第3の受信端子R x 3 - 1に出力される。一方、第1の送信端子T x 1 - 1、第2の送信端子T x 2 - 1または第3の送信端子T x 3 - 1に入力された送信信号は、増幅回路P A 1 1 ~ P A 1 3で増幅された後、スイッチ回路S P D T 1 1 ~ 1 3、第1のトリプレクサT r i p 1 1、アンテナ端子A n t 1を経由してアンテナから送信される。

20

【0119】

また、図19の構成では、第1のトリプレクサT r i p 1 1とアンテナ端子A n t 1との間に検波回路D E T 1 1を設けてある。検波回路の数の増加を抑えるためには、図19のように第1のトリプレクサT r i p 1 1とアンテナ端子A n t 1の間の経路に設けることが好ましい。

30

【0120】

また、検波回路から高調波が発生する場合には、上記第1の増幅回路P A 1 1と第4のバンドパスフィルタ回路B P F 1 4の間、上記第2の増幅回路P A 1 2と第1のローパスフィルタ回路L P F 1 2の間、上記第3の増幅回路P A 1 3と第2のローパスフィルタ回路L P F 1 3の間に、それぞれ検波回路を配置することもできる。なお、かかる検波回路、トリプレクサ等は、図1に示す実施形態と同様の構成を用いることができる。

【0121】

(高周波回路の第7の実施形態)：次に、本発明の他の実施形態を図20を参照して説明する。図20に示す高周波回路は、図19に示す高周波回路のうち第1の周波数帯の送信経路および受信経路に配置されるフィルタの構成を変えたものである。アンテナ端子A n t 1から第1のトリプレクサT r i p 1 1、第2のスイッチ回路S P D T 1 2および第3のスイッチ回路S P D T 1 3を経て、第2の受信端子R x 2 - 1、第2の送信端子T x 2 - 1、第3の受信端子R x 3 - 1、第3の送信端子T x 3 - 1に至る第2の周波数帯域と第3の周波数帯域の部分は図19の構成と同じであるので説明を省略する。

40

【0122】

図19の構成において、第1の増幅回路P A 1 1と第1のスイッチ回路S P D T 1 1の間に設けた第4のバンドパスフィルタ回路B P F 1 4と、第1の低雑音増幅器回路L N A 1 1と第1のスイッチ回路S P D T 1 1の間に設けた第1のハイパスフィルタ回路H P F 1 1の代わりに、図20に示す構成では、第1のトリプレクサT r i p 1 1と第1のスイッチ回路S P D T 1 1の間に第4のバンドパスフィルタ回路B P F 1 4または第1のハイ

50

パスフィルタ回路H P F 1 1を設ける。すなわち、この場合は第1の周波数帯の送信側と受信側のフィルタを共用とすることにより、フィルタの数を一つ減らすことができる。

【0123】

第1のトリプレクサT r i p 1 1とスイッチ回路S P D T 1 1との間に設けられた第1のハイパスフィルタ回路H P F 1 1またはバンドパスフィルタ回路B P F 1 4は、携帯電話等の携帯機器などから発生する第1の周波数帯域よりも低い周波数の妨害波による低雑音増幅器回路L N A 1 1の飽和を回避することを可能とする。また、増幅回路P A 1 1から発生される第1の周波数帯域よりも低い周波数の信号強度を抑圧することができ、携帯電話システムへの妨害を防ぐことができる。

【0124】

第1の周波数帯域を2.5GHzとするW i M A Xの場合、2.5GHz未満の信号が減衰するようにフィルタ特性を調整しておけばよい。ハイパスフィルタ回路はバンドパスフィルタ回路に比べて挿入損失が小さくでき、バンドパスフィルタ回路はハイパスフィルタ回路に比べて通過帯域近傍の減衰量を大きくできるため、所望の特性によりハイパスフィルタ回路H P F 1 1あるいはバンドパスフィルタB P F 1 4を選択する。

【0125】

(高周波回路の第8の実施形態)：次に、図16と同様に副高周波回路を付加した他の実施形態を、図21を参照して説明する。副高周波回路の目的、機能は図16に示した実施形態と同様である。なお、副高周波回路以外の部分の回路は図21に示した構成に限らず上記実施形態を適用することができる。

【0126】

第2のトリプレクサT r i p 1 2と他のアンテナ端子A n t 2との間には、第4の低雑音増幅器回路L N A 1 4と、該第4の低雑音増幅器回路L N A 1 4の入力側に接続した第2のハイパスフィルタ回路H P F 1 2を設けてある。ワイドバンドの低雑音増幅器回路を用いた、かかる構成によれば、追加した第2の副高周波回路において使用する低雑音増幅器回路の数を減らし、小型化を図ることが可能である。

【0127】

図21に示す構成では、他のアンテナ端子A n t 2と第2のハイパスフィルタ回路H P F 1 2との間において、第4のスイッチ回路として単極双投型のスイッチを用い、その切り替え端子の一方は抵抗を接続して接地している。該第4のスイッチ回路は、単極単投型(S P S T)のスイッチを用いてもよいし、スイッチを配置しなくても良い。また、図22に示すように、副高周波回路として図16に示したものと同一構成を用いてもよい。

【0128】

(高周波回路の第9の実施形態)：次に、本発明の他の実施形態を図23を参照して説明する。図23に示す高周波回路は、図19に示す高周波回路にさらに他の通信システムの入出力端子を備える構成である。図23に示す高周波回路では、上記第1～第3の周波数帯域を用いる通信システムがW i M A X、他の通信システムがB l u e t o o t h(登録商標)に対応している。他の通信システムに係る部分以外の部分は、図19の構成と同じであるので説明を省略する。なお、他の通信システムに係る部分以外の部分は、図19に示す構成に限るものではなく、例えば図20に示す構成を用いてもよい。

【0129】

図23に示す高周波回路は、第1の周波数帯域、第2の周波数帯域および第3の周波数帯域を用いる通信システム以外の他の通信システムの入出力端子B Tを備える。また、上記高周波回路は、第1のスイッチ回路として単極3投型のスイッチ回路S P 3 T 1 1を有し、該スイッチ回路S P 3 T 1 1の共用端子は第1のトリプレクサT r i p 1 1に接続され、三つの切り替え端子はそれぞれ、他の通信システムの入出力端子B T、第1の送信端子T x 1 - 1および第1の受信端子R x 1 - 1に接続されている。上記スイッチ回路S P 3 T 1 1によって、アンテナ端子A n t 1と、第1の送信端子T x 1 - 1、第1の受信端子R x 1 - 1又は他の通信システムの入出力端子B Tとの接続を切り替える。

【0130】

10

20

30

40

50

(高周波回路の第10の実施形態)：また、さらに別の実施形態として図24に示す高周波回路を構成してもよい。図24に示す高周波回路は、図18に示す高周波回路と同様に、図23に示す高周波回路の送信端子および受信端子にさらにスイッチ回路を接続して送信経路および受信経路を分岐する構成である。

【0131】

上述のように、本発明は、第1の周波数帯域を使用する通信システムとしては2.4GHz帯の無線LANまたは2.5GHz帯のWiMAX、第2の周波数帯域を使用する通信システムとしては3.5GHz帯のWiMAX、第3の周波数帯域を使用する通信システムとしては5GHz帯の無線LANまたは5.8GHz帯のWiMAXのように三つの周波数帯域を使用するフロントエンドモジュールに最適な高周波回路を提供するが、本発明の高周波回路はこれに限定されるものではなく、三つ以上の周波数帯域を用いる通信システムに広く適用できるものである。

10

【0132】

WiMAXまたは無線LANとWiMAXを組み合わせた場合、通信システムとして使用する周波数帯域全体の幅は4GHzより小さく、第3の周波数帯域の中心周波数は第1の周波数帯域の3倍よりも小さい。また、各周波数帯域の中心周波数は1GHz以上離れている。三つの周波数帯域全てをWiMAXで使用する構成、2.4GHz帯と5GHz帯を無線LANで使用し3.5GHz帯をWiMAXで使用するという構成、2.5GHz帯と3.5GHz帯をWiMAXで使用し5GHz帯を無線LANで使用するという構成、2.4GHz帯を無線LANで使用し3.5GHz帯と5.8GHz帯をWiMAXで使用するということも採用することができる。

20

【0133】

上述の本発明に係る高周波回路を有するWiMAX用または無線LANとWiMAXの共用フロントエンドモジュールを構成すれば、該フロントエンドモジュールの小型化、低コスト化を図ることができる。

【0134】

本発明に係る高周波部品は、WiMAX用または無線LANとWiMAXの共用のフロントエンドモジュールに限らず、三つ以上の周波数帯域を用いて送受信を行う通信装置のフロントエンドモジュールなど、広く適用可能である。本発明に係る高周波部品では、上記高周波回路は、複数の層に電極パターンを形成し積層一体化してなる積層体と、この積層体の表面に搭載された素子によって構成されている。

30

【0135】

積層体としては、例えばセラミックスなどの絶縁層に電極パターンを形成し、一体化したものをいれればよい。インダクタンス素子や容量素子を積層体内に電極パターンで形成することによって、小型化を図ることができる。トリプレクサは比較的多くのインダクタンス素子と容量素子で構成されるため、積層体内に形成したインダクタンス素子と容量素子でトリプレクサ構成すれば、特に小型化への寄与が大きくなる。

【0136】

(高周波部品)：次に、本発明に係る高周波回路を有する高周波部品を積層体部品(セラミック積層基板を用いた部品)として構成する例を説明する。図25および図26は、セラミック積層基板を用いて積層体部品を構成した、本発明の一実施態様の高周波部品の斜視図である。セラミック積層基板は、例えば1000以下で低温焼結が可能なセラミック誘電体材料LTCC(Low Temperature Co-fired Ceramics)からなり、厚さが10 μ m~200 μ mのグリーンシートに、低抵抗率のAgやCu等の導電ペーストを印刷して所定の電極パターンを形成し、複数のグリーンシートを適宜一体的に積層し、焼結することにより製造することができる。

40

【0137】

上記の誘電体材料としては、例えば、Al、Si、Srを主成分として、Ti、Bi、Cu、Mn、Na、Kを副成分とする材料や、Al、Si、Srを主成分としてCa、Pb、Na、Kを複成分とする材料や、Al、Mg、Si、Gdを含む材料や、Al、Si

50

、Zr、Mgを含む材料が用いられ、誘電率は5～15程度の材料を用いる。なお、セラミック誘電体材料の他に、樹脂積層基板や樹脂とセラミック誘電体粉末を混合してなる複合材料を用いてなる積層基板を用いることも可能である。また、上記セラミック基板を、HTCC（高温同時焼成セラミック）技術を用いて、誘電体材料を Al_2O_3 を主体とするものとし、伝送線路等をタングステンやモリブデン等の高温で焼結可能な金属導体として構成しても良い。

【0138】

このセラミック積層基板の各層には、インダクタンス素子用、容量素子用、配線ライン用、及びグランド電極用のパターン電極が適宜構成されて、層間にはビアホール電極が形成されて、所望の回路が構成される。主に、LC回路で構成可能な回路部分が構成される。ここでは、トリプレクサ、バンドパスフィルタ回路、ローパスフィルタ回路、ハイパスフィルタ回路を主にセラミック多層基板の内部に構成する。又、各回路の一部の素子は、セラミック多層基板の上面に搭載したチップ素子を用いてもよい。

10

【0139】

また、図25に示すセラミック積層基板は、スイッチ回路SPDT、三つの増幅回路PA1～PA3、低雑音増幅器回路LNA用の半導体素子を搭載する。一方、図26に示すセラミック積層基板は、3つのスイッチ回路SPDT11～SPDT13、3つの増幅回路PA11～PA13、3つの低雑音増幅器回路LNA11～LNA13用の半導体素子を搭載する。そして、ワイヤボンド、LGA、BGA等でセラミック積層基板に接続し、本発明の高周波回路を小型の高周波部品として構成することができる。

20

【0140】

もちろん、セラミック積層基板の搭載部品及びセラミック積層基板の内蔵素子とは所定回路になるように接続され、高周波回路が構成される。なお、セラミック積層基板には、上記した半導体素子以外に、チップコンデンサ、チップ抵抗、チップインダクタ等の素子を適宜搭載する。これらの搭載素子は、セラミック積層基板に内蔵する素子との関係から適宜選択することができる。

【0141】

図27は、図15に示す高周波回路をセラミック積層基板に構成する場合の、積層基板内の基板面内方向の回路配置の例を示す模式図である。送信側トリプレクサおよび受信側トリプレクサは積層体内に構成されており、送信側トリプレクサはFt1～Ft3、受信側トリプレクサはFr1～Fr3で構成されている。送信側トリプレクサおよび受信側トリプレクサは、それぞれ第1の周波数帯域の信号を通過させるフィルタ部(Ft1、Fr1)と、上記第2の周波数帯域の信号を通過させるフィルタ部(Ft2、Fr2)と、上記第3の周波数帯域の信号を通過させるフィルタ部(Ft3、Fr3)とを有し、それらは積層体の積層方向から見て互いに重ならないように配置されている。なお、トリプレクサ以外の回路は図示を省略してある。

30

【0142】

また、図27の構成では、フィルタ部が直線的に並設された送信側トリプレクサと、同様にフィルタ部が直線的に並設された受信側トリプレクサは、並設方向が互いに直交してL字状をなすように配置されている。ここでは、第1の周波数帯域は2.4GHz帯の無線LAN、上記第1の周波数帯域より高い周波数帯域の第2の周波数帯域は3.5GHz帯のWiMAX、上記第2の周波数帯域より高い周波数帯域の第3の周波数帯域は5.8GHz帯のWiMAXを想定している。送信側トリプレクサの2.4GHz帯の無線LANのフィルタ部Ft1と、受信側トリプレクサの2.4GHz帯の無線LANのフィルタ部Fr1が最近接している。

40

【0143】

すなわち、積層体の積層方向から見たフィルタ部の位置関係において、送信側トリプレクサのうち無線LANで使用するフィルタ部が、受信側トリプレクサのうちWiMAXで使用するフィルタ部とが最近接しないように配置されている。これは、無線LANの送信信号が、WiMAXの受信経路に漏洩し妨害波となることを防ぐことができる。また、W

50

i M A Xの送信信号が、無線LANの受信経路に漏洩し妨害波となることを防ぐように、送信側トリプレクサのうちW i M A Xで使用するフィルタ部が、受信側トリプレクサのうち無線LANで使用するフィルタ部に最近接しないように配置することも好ましい。

【0144】

送信側トリプレクサと受信側トリプレクサの配置は図27のようなL字状に限らず、並設方向が互いに平行になるように配置してもよい。かかる場合も、送信側トリプレクサのうち無線LANで使用するフィルタ部と受信側トリプレクサのうちW i M A Xで使用するフィルタ部、あるいは送信側トリプレクサのうちW i M A Xで使用するフィルタ部と受信側トリプレクサのうち無線LANで使用するフィルタ部とが最近接しないように配置することが好ましい。

10

【0145】

また、高周波部品の裏面等に配置される第1～第3の受信端子を、積層方向から見て矩形をなす高周波部品の1辺側にまとめて配置することが好ましい。このことにより、該高周波部品と変復調器との接続を、効率よく小面積で行なうことが可能となる。

【0146】

また、上述の高周波部品を用いることにより、少なくとも三つの異なる周波数帯域に対応可能な通信装置が構成可能となり、該通信装置の低コスト化、小型化にも寄与する。また、該高周波部品は、広く無線通信機能を備えた携帯機器やパーソナルコンピュータ等に適用することができる。

【0147】

本明細書において開示された発明には、特許請求の範囲に記載されているもののほか、下記の態様のもも含まれる。

20

【0148】

例えば高周波回路は、少なくとも第1の周波数帯域と、該第1の周波数帯域より高い周波数帯域の第2の周波数帯域と、該第2の周波数帯域より高い周波数帯域の第3の周波数帯域とを用いて無線通信を行う通信装置に用いられる高周波回路であって、アンテナに接続されるアンテナ端子と、上記第1の周波数帯域の送信信号が入力される第1の送信端子と、上記第2の周波数帯域の送信信号が入力される第2の送信端子と、上記第3の周波数帯域の送信信号が入力される第3の送信端子と、上記第1の周波数帯域の受信信号が出力される第1の受信端子と、上記第2の周波数帯域の受信信号が出力される第2の受信端子と、上記第3の周波数帯域の受信信号が出力される第3の受信端子と、上記アンテナ端子に接続され、上記第1、第2および第3の送信端子又は上記第1、第2および第3の受信端子との接続を切り替える、電界効果トランジスタを用いたスイッチ回路と、上記スイッチ回路に接続される送信経路を、上記第1、第2および第3の周波数帯域の送信経路に分岐する送信側トリプレクサと、上記スイッチ回路に接続される受信経路を、上記第1、第2および第3の周波数帯域の受信経路に分岐する第1の受信側トリプレクサを備えている。

30

【0149】

かかる構成により、一つのスイッチ回路で送受信の切り替えが可能であり、少なくとも三つの周波数帯域の周波数帯の分離や送受信の切り替えを行う高周波回路において、送信経路および受信経路を各周波数帯域に分岐する機能をトリプレクサによって発揮させることにより、該分岐用のスイッチを不要とし、低コストで、小型の高周波回路を提供することができる。例えば、2.5GHz帯、3.5GHz帯および5.8GHz帯を使用するW i M A Xを採用した通信装置のフロントエンドモジュールやW i M A Xと無線LANを組み合わせた通信装置のフロントエンドモジュールに好適な高周波回路を提供することができる。

40

【0150】

また、上記高周波回路において、上記送信側トリプレクサおよび/または受信側トリプレクサは、上記第1の周波数帯域の信号を通過させるローパスフィルタ回路と、上記第2の周波数帯域の信号を通過させるバンドパスフィルタ回路と、上記第3の周波数帯域の信

50

号を通過させるハイパスフィルタ回路とを用いて構成されていることが好ましい。これにより、トリプレクサを構成するフィルタ数を極力減らすことができる。

【0151】

あるいは、上記高周波回路において、上記送信側トリプレクサおよび/または受信側トリプレクサは、上記第1および第2の周波数帯域の信号と上記第3の周波数帯域の信号を分岐する第1のダイプレクサと、上記第1のダイプレクサに接続され、上記第1の周波数帯域の信号と上記第2の周波数帯域の信号を分岐する第2のダイプレクサとを用いて構成されていてもよい。ダイプレクサはトリプレクサに比較して回路規模が小さいので、所望の特性を得ることが容易になる。

【0152】

また、上記高周波回路において、上記トリプレクサの分波機能は、インダクタンス素子と容量素子で構成されていることが好ましい。該構成によれば、構造が複雑なSAWフィルタなどを用いる場合に比べて構造を簡略化することができる。また、インダクタンス素子や容量素子は多層基板中の電極パターンによって構成することができるため、上記構成は、多層基板に高周波回路を構成して小型化を図る場合に好適な構成といえる。

【0153】

さらに、上記高周波回路において、上記第1の送信端子には第1の増幅回路が接続され、上記第2の送信端子には第2の増幅回路が接続され、上記第3の送信端子には第3の増幅回路が接続されていることが好ましい。該構成によれば、増幅回路とトリプレクサを一体で設計できるので、増幅回路とトリプレクサの間の整合回路を設計することが容易になる。

【0154】

さらに、上記高周波回路において、上記第1の増幅回路の入力端子側に第1のバンドパスフィルタ回路、上記第2の増幅回路の入力端子側に第2のバンドパスフィルタ回路、上記第3の増幅回路の入力端子側に第3のバンドパスフィルタ回路が設けられていることが好ましい。該構成によれば、入力端子側からの不要なノイズ信号が増幅回路に入力することを防ぐことができる。

【0155】

さらに、上記高周波回路において、上記第1の増幅回路の出力端子側に第4のバンドパスフィルタ回路、上記第2の増幅回路の出力端子側に第1のローパスフィルタ回路、上記第3の増幅回路の出力端子側に第2のローパスフィルタ回路が設けられていることが好ましい。該構成によれば、トリプレクサと組み合わせることにより、送信経路の挿入損失の増加を抑えつつ、使用する周波数帯域より低い周波数および高い周波数のノイズを低減することができる。

【0156】

さらに、上記高周波回路において、上記送信側トリプレクサと上記スイッチ回路との間に検波回路が設けられていることが好ましい。該構成によれば、検波回路の出力をフィードバックすることにより、増幅回路からの出力電力の制御を行うことができる。また、一つの検波回路で複数の周波数帯域に対応しているため、高周波回路のコスト低減、小型化を図る上で好適な構成となる。

【0157】

さらに、上記高周波回路において、上記第1の受信側トリプレクサと上記スイッチ回路との間に、第1の低雑音増幅器回路が設けられていることが好ましい。さらに、上記第1の低雑音増幅器回路と上記スイッチ回路との間に、第1のハイパスフィルタ回路が設けられていることが好ましい。該構成によれば、一つの低雑音増幅回路で複数の周波数帯域の受信信号の増幅を行うことができるため、高周波回路のコスト低減、小型化を図る上で好適な構成となる。また、第1の低雑音増幅器回路の前段にハイパスフィルタを設けることによって、挿入損失の増加を抑えつつ、第1の周波数帯域よりも低い周波数の信号強度を低減することができ、低雑音増幅器回路の歪みを低減することができる。

【0158】

10

20

30

40

50

さらに、上記高周波回路において、上記第1の受信側トリプレクサと上記第1の受信端子の間に第2の低雑音増幅器回路が、上記第1の受信側トリプレクサと上記第2の受信端子の間に第3の低雑音増幅器回路が、上記第1の受信側トリプレクサと上記第3の受信端子の間に第4の低雑音増幅器回路が設けられていても良い。さらに、上記第1の受信側トリプレクサと上記第2の低雑音増幅器との間に、第2のハイパスフィルタ回路が設けられていることが好ましい。該構成によれば、第1の周波数帯域の受信信号を増幅する第2の低雑音増幅器回路の前段にハイパスフィルタを設けているので、第2、第3の周波数帯域の損失の増加を回避しつつ、第1の周波数帯域よりも低い周波数の信号強度を低減することができ、低雑音増幅器回路の歪みを低減することができる。

【0159】

10

さらに、上記高周波回路を第1の副高周波回路として、他のアンテナと接続する他のアンテナ端子と、上記第1の周波数帯域の受信信号が出力される第4の受信端子と、上記第2の周波数帯域の受信信号が出力される第5の受信端子と、上記第3の周波数帯域の受信信号が出力される第6の受信端子と、上記他のアンテナ端子に接続される受信経路を上記第1、第2および第3の周波数帯域の受信経路に分岐する第2の受信側トリプレクサを備える高周波回路を第2の副高周波回路として備える高周波回路を構成してもよい。該構成によれば、同じ周波数帯域に対して複数の受信経路を具備することになり、SIMO（シングルインプット・マルチアウトプット）型、さらにはMIMO（マルチインプット・マルチアウトプット）型の高周波回路に適用することができる。

【0160】

20

さらに、上記第2の副高周波回路において、上記第2の受信側トリプレクサと上記他のアンテナ端子の間に、第5の低雑音増幅器回路が、該第5の低雑音増幅器回路と上記他のアンテナ端子の間に第3のハイパスフィルタが配置されていることが好ましい。該構成によれば、上記第2の副高周波回路において、一つの低雑音増幅回路で複数の周波数帯域の受信信号の増幅を行うことができるため、高周波回路のコスト低減、小型化を図る上で好適な構成となる。また、第5の低雑音増幅器回路の前段にハイパスフィルタを設けることによって、挿入損失の増加を抑えつつ、第1の周波数帯域よりも低い周波数の信号強度を低減することができ、低雑音増幅器回路の歪みを低減することができる。

【0161】

30

さらに、上記第2の副高周波回路において、上記第2の受信側トリプレクサと上記第4の受信端子との間に形成された上記第1の周波数帯域の受信経路には、第6の低雑音増幅器回路と、該第6の低雑音増幅器回路と上記第2の受信側トリプレクサとの間に配置された第4のハイパスフィルタ回路が設けられ、上記第2の受信側トリプレクサと上記第5の受信端子との間に形成された上記第2の周波数帯域の受信経路には、第7の低雑音増幅器回路が設けられ、上記第2の受信側トリプレクサと上記第6の受信端子との間に形成された上記第3の周波数帯域の受信経路には、第8の低雑音増幅器回路が設けられていることも好ましい。該構成によれば、上記第2の副高周波回路において、第1の周波数帯域の受信信号を増幅する第6の低雑音増幅器回路の前段にバンドパスフィルタを設けているので、第2、第3の周波数帯域の損失の増加を回避しつつ、第1の周波数帯域よりも低い周波数の信号強度を低減することができ、低雑音増幅器回路の歪みを低減することができる。

40

【0162】

さらに、上記高周波回路であって、上記他のアンテナ端子と、上記第2の受信側トリプレクサとは、接続状態と非接続状態とを切り替える他のスイッチ回路を介して接続されていることが好ましい。該構成によれば、上記他のスイッチ回路を非接続状態とすることにより、上記他のアンテナ端子と上記第2の受信側トリプレクサの間のアイソレーションを確保できる。

【0163】

さらに、上記高周波回路であって、上記第1の周波数帯域、第2の周波数帯域および第3の周波数帯域を用いる通信システム以外の他の通信システムの入出力端子を備え、上記スイッチ回路は、上記アンテナ端子と、上記第1、第2および第3の送信端子、上記第1

50

、第2および第3の受信端子又は上記他の通信システムの入出力端子との接続を切り替える高周波回路を構成してもよい。かかる構成では、上記スイッチ回路に、第1～第3の周波数帯域の送信側端子および受信側端子に加えて、さらに分岐用の端子を付与することによって、他の通信システムの入出力の機能も発揮される。また、上記高周波回路において、上記他の通信システムはBluetoothであることが好ましい。

【0164】

さらに、上記高周波回路において、上記第1、第2および第3の送信端子のうち少なくとも一つには、後段のスイッチ回路を介してさらに複数の副送信端子が接続され、上記第1、第2および第3の送信端子のうち少なくとも一つに対応する上記第1、第2および第3の受信端子のうち少なくとも一つには、他の後段のスイッチ回路を介してさらに複数の副受信端子が接続され、上記後段のスイッチ回路は上記第1、第2および第3の送信端子のうち少なくとも一つと、上記複数の副送信端子との接続を切り替え、上記他の後段のスイッチ回路は上記第1、第2および第3の受信端子のうち少なくとも一つと、上記複数の副受信端子との接続を切り替える構成を具備することも好ましい。該構成によれば、周波数帯が重なる複数の通信システムに共用可能な高周波回路が実現される。すなわち、上記後段のスイッチ回路の切替によって、通信システムに応じて、送受信回路を切り替えることができる。

10

【0165】

さらに、上記高周波回路において、上記第1の周波数帯域を使用する通信システムは無線LANまたはWiMAX、上記第2の周波数帯域を使用する通信システムはWiMAX、上記第3の周波数帯域を使用する通信システムは無線LANまたはWiMAXであることが好ましい。

20

【0166】

さらに、上記高周波回路において、上記送信側トリプレクサおよび受信側トリプレクサのうち少なくとも一方は、共通端子と第1の分岐端子との間の第1の経路に配置され、上記第1の周波数帯域の信号を通過させる第1のバンドパスフィルタ部と、上記共通端子と第2の分岐端子との間の第2の経路に配置され、上記第2の周波数帯域の信号を通過させる第2のバンドパスフィルタ部と、上記共通端子と第3の分岐端子との間の第3の経路に配置され、上記第3の周波数帯域の信号を通過させる第3のバンドパスフィルタ部とを備え、上記第1、第2および第3のバンドパスフィルタ部と上記共通端子の間にはそれぞれ第1、第2および第3の並列共振回路が設けられ、上記第1、第2および第3の経路のうち少なくとも二つの経路には、上記バンドパスフィルタ部と上記並列共振回路の間に位相調整回路が設けられていることが好ましい。

30

【0167】

トリプレクサでは通過させようとする周波数帯域に対して、阻止すべき周波数帯域が二つある。共通端子に接続される各経路に並列共振回路を設けることによって、通過させようとする周波数帯域以外の他の周波数帯域の信号を阻止することができる。さらに、位相調整回路を設けることによって、共振回路では阻止しきれない他の周波数帯域の信号を阻止することができる。かかる構成によって分波特性に優れた分波器を提供することができる。

40

【0168】

周波数帯域として端に位置する第1、第3の周波数帯域の場合や、周波数帯域が離れている場合、後段に接続されるバンドパスフィルタのインピーダンスの関係などにより、一つの経路に関しては位相調整回路を設ける必要が無い場合がある。したがって位相調整回路は少なくとも二つの経路に設ける事が好ましく、更に高い分波特性を得るためには、第1、第2および第3の経路すべてに位相調整回路を設けることがより好ましい。

【0169】

特に、上記分波器において、上記位相調整回路は、第1および第2の経路に設けられていることが好ましい。第3の経路は最も周波数の高い周波数帯域の経路であり、後段に接続されるバンドパスフィルタのインピーダンスはオープンに近い位相にあるため、位相調

50

整回路を設けなくても十分な分波特性を得る事が可能な場合がある。したがって、位相調整回路を第1および第2の経路に設けるようにすると分波器の小型化を図ることができる。

【0170】

さらに、上記高周波回路において、上記第1および第2の経路には上記位相調整回路として伝送線路が設けられ、上記第3の経路には上記バンドパスフィルタ部と上記並列共振回路の間に位相調整回路としてハイパスフィルタが設けられていることが好ましい。位相調整回路として、構成が簡易な伝送線路を用いることによって、分波器の挿入損失を低減することができる。

【0171】

この場合、伝送線路の長さにより電気長を調整し、バンドパスフィルタと一体として見た場合のインピーダンスをオープンに近い位相に調整する事により分波特性を向上する事が可能である。また伝送線路の線幅を変更することにより、通過帯域における整合回路の一部を兼ねる事も可能である。また、ハイパスフィルタを用いる事により、第3の周波数を通過帯域とし、第1および第2の周波数において十分な減衰量を持ち、なおかつ第1および第2の周波数において共通端子から見たインピーダンスがオープンに近い位相になる様に分波回路を構成できる。

【0172】

また、高周波部品は、上記高周波回路を有する高周波部品であって、上記高周波回路は、複数の層に電極パターンを形成し積層一体化してなる積層体と、上記積層体の表面に搭載された素子によって構成されている。上記高周波回路を積層体に一体化することによって、高周波部品の小型化を図ることができる。高周波部品を小型化することによって、配線抵抗による挿入損失の低減に寄与する。

【0173】

さらに、上記高周波部品において、上記送信側トリプレクサおよび受信側トリプレクサは上記積層体内に構成され、それぞれ上記第1の周波数帯域の信号を通過させるフィルタ部と、上記第2の周波数帯域の信号を通過させるフィルタ部と、上記第3の周波数帯域の信号を通過させるフィルタ部とを有し、上記各フィルタ部は積層体の積層方向から見て互いに重ならないように配置されていることが好ましい。このフィルタ配置により、各フィルタ間のアイソレーションを確保することができ、他のフィルタへの信号の漏洩を極力減らすことができ、挿入損失の低減に寄与する。

【0174】

また、WiMAXと無線LANを用いた上記高周波回路を有する高周波部品において、上記高周波回路は、複数の層に電極パターンを形成し積層一体化してなる積層体と、上記積層体の表面に搭載された素子によって構成され、上記送信側トリプレクサおよび受信側トリプレクサは上記積層体内に構成され、それぞれ上記第1の周波数帯域の信号を通過させるフィルタ部と、上記第2の周波数帯域の信号を通過させるフィルタ部と、上記第3の周波数帯域の信号を通過させるフィルタ部とを有し、積層体の積層方向から見た上記フィルタ部の位置関係において、送信側トリプレクサの無線LANのフィルタ部と受信側トリプレクサのWiMAXのフィルタ部同士、および送信側トリプレクサのWiMAXのフィルタ部と受信側トリプレクサの無線LANのフィルタ部同士が最近接しないように配置されていることが好ましい。この配置により、無線LANの送信信号が、WiMAXの受信経路に漏洩し妨害波となることを防ぐことができる。また、WiMAXの送信信号が、無線LANの受信経路に漏洩し妨害波となることを防ぐことができる。

【0175】

例えば他の高周波回路は、少なくとも第1の周波数帯域と、上記第1の周波数帯域より高い周波数帯域の第2の周波数帯域と、上記第2の周波数帯域より高い周波数帯域の第3の周波数帯域とを用いて無線通信を行う通信装置に用いられる高周波回路であって、アンテナに接続されるアンテナ端子と、上記第1の周波数帯域の送信信号が入力される第1の送信端子と、上記第2の周波数帯域の送信信号が入力される第2の送信端子と、上記第3

10

20

30

40

50

の周波数帯域の送信信号が入力される第3の送信端子と、上記第1の周波数帯域の受信信号が出力される第1の受信端子と、上記第2の周波数帯域の受信信号が出力される第2の受信端子と、上記第3の周波数帯域の受信信号が出力される第3の受信端子と、上記アンテナ端子に接続され、上記アンテナ端子に接続される送受信経路を、上記第1、第2および第3の周波数帯域の送受信経路に分岐する第1のトリプレクサと上記第1の周波数帯域の送受信経路と上記第1の送信端子または上記第1の受信端子との接続を切り替える、電界効果トランジスタを用いた第1のスイッチ回路と、上記第2の周波数帯域の送受信経路と上記第2の送信端子または上記第2の受信端子との接続を切り替える、電界効果トランジスタを用いた第2のスイッチ回路と、上記第3の周波数帯域の送受信経路と上記第3の送信端子または上記第3の受信端子との接続を切り替える、電界効果トランジスタを用いた第3のスイッチ回路とを備えている。

10

【0176】

かかる構成によって、少なくとも三つの周波数帯域の周波数帯の分離や送受信の切り替えを行う高周波回路が実現できる。周波数帯の分離を一つのトリプレクサで行うため、少なくとも三つ以上の周波数帯の分離に伴う回路の大型化を回避し、低コストで、小型の高周波回路を提供することができる。例えば、2.5 GHz帯、3.5 GHz帯および5.8 GHz帯を使用するWiMAXを採用した通信装置のフロントエンドモジュールやWiMAXと無線LANを組み合わせた通信装置のフロントエンドモジュールに好適な高周波回路を提供することができる。上記高周波回路によれば、特にトリプレクサを積層基板に形成されたインダクタンス素子と容量素子で構成する場合、積層基板の小型化を図ることができる。

20

【0177】

また、上記高周波回路において、上記第1のトリプレクサは、上記第1の周波数帯域の信号を通過させるローパスフィルタ回路と、上記第2の周波数帯域の信号を通過させるバンドパスフィルタ回路と、上記第3の周波数帯域の信号を通過させるハイパスフィルタ回路とを用いて構成されていることが好ましい。これにより、トリプレクサを構成するフィルタ数を極力減らすことができる。

【0178】

あるいは、上記高周波回路において、上記第1のトリプレクサは、上記第1および第2の周波数帯域の信号と上記第3の周波数帯域の信号を分岐する第1のダイプレクサと、上記第1のダイプレクサに接続され、上記第1の周波数帯域の信号と上記第2の周波数帯域の信号を分岐する第2のダイプレクサとを用いて構成されていてもよい。ダイプレクサはトリプレクサに比較して回路規模が小さいので、所望の特性を得ることが容易になる。

30

【0179】

また、上記高周波回路において、上記トリプレクサの分波機能は、インダクタンス素子と容量素子で構成されていることが好ましい。該構成によれば、構造が複雑なSAWフィルタなどを用いる場合に比べて構造を簡略化することができる。また、インダクタンス素子や容量素子は積層基板中の電極パターンによって構成することができるため、上記構成は、積層基板に高周波回路を構成して小型化を図る場合に好適な構成といえる。

【0180】

さらに、上記高周波回路において、上記第1の送信端子には第1の増幅回路が接続され、上記第2の送信端子には第2の増幅回路が接続され、上記第3の送信端子には第3の増幅回路が接続されていることが好ましい。該構成によれば、増幅回路と第1～第3のスイッチ回路とトリプレクサを一体で設計できるので、増幅回路とスイッチ回路の間の整合回路、およびスイッチ回路とトリプレクサの間の整合回路を設計することが容易になる。

40

【0181】

さらに、上記高周波回路において、上記第1の増幅回路の入力端子側に第1のバンドパスフィルタ回路、上記第2の増幅回路の入力端子側に第2のバンドパスフィルタ回路、上記第3の増幅回路の入力端子側に第3のバンドパスフィルタ回路が設けられていることが好ましい。該構成によれば、入力端子側からの不要なノイズ信号が増幅回路に入力するこ

50

とを防ぐことができる。

【0182】

さらに、上記高周波回路において、上記第1のスイッチ回路と上記第1の受信端子の間に第1の低雑音増幅器回路が、上記第2のスイッチ回路と上記第2の受信端子の間に第2の低雑音増幅器回路が、上記第3のスイッチ回路と上記第3の受信端子の間に第3の低雑音増幅器回路が設けられていることが好ましい。さらに、上記第1のスイッチ回路と上記第1の低雑音増幅器との間に、第1のハイパスフィルタ回路が設けられていることが好ましい。該構成によれば、第1の周波数帯域の受信信号を増幅する第1の低雑音増幅器回路の前段にハイパスフィルタを設けているので、第2、第3の周波数帯域の損失の増加を回避しつつ、第1の周波数帯域よりも低い周波数の信号強度を低減することができ、低雑音増幅器回路の歪みを低減することができる。

10

【0183】

さらに、上記高周波回路において、上記第1の増幅回路の出力端子側に第4のバンドパスフィルタ回路、上記第2の増幅回路の出力端子側に第1のローパスフィルタ回路、上記第3の増幅回路の出力端子側に第2のローパスフィルタ回路が設けられていることが好ましい。該構成によれば、トリプレクサと組み合わせることにより、送信経路の挿入損失の増加を抑えつつ、使用する周波数帯域より低い周波数および高い周波数のノイズを低減することができる。トリプレクサの第1の周波数帯域の信号を通過させるローパスフィルタ回路の特性により、第4のバンドパスフィルタは、ハイパスフィルタで置き換えることもできる。

20

【0184】

また、上記高周波回路において、上記第1のスイッチ回路と上記第1の受信端子の間に第1の低雑音増幅器回路が、上記第2のスイッチ回路と上記第2の受信端子の間に第2の低雑音増幅器回路が、上記第3のスイッチ回路と上記第3の受信端子の間に第3の低雑音増幅器回路が設けられ、上記第1の送信端子には第1の増幅回路が接続され、上記第2の送信端子には第2の増幅回路が接続され、上記第3の送信端子には第3の増幅回路が接続されており、上記第2の増幅回路の出力端子側に第1のローパスフィルタ回路、上記第3の増幅回路の出力端子側に第2のローパスフィルタ回路が設けられ、上記第1のトリプレクサと上記第1のスイッチ回路の間には第4のバンドパスフィルタ回路または第1のハイパスフィルタ回路が設けられている構成としてもよい。

30

【0185】

該構成によっても、第1の周波数帯域の受信信号を増幅する第1の低雑音増幅器回路の前段にハイパスフィルタを設けることになるので、第2、第3の周波数帯域の損失の増加を回避しつつ、第1の周波数帯域よりも低い周波数の信号強度を低減することができ、低雑音増幅器回路の歪みを低減することができる。さらに上記構成は、第1のスイッチ回路と第1のトリプレクサとの間にハイパスフィルタ回路またはバンドパスフィルタ回路を設けることにより、第1の周波数帯域の信号経路に必要なとされるフィルタの数を減らし、小型化にも寄与する。

【0186】

さらに、上記高周波回路において、上記第1のトリプレクサと上記アンテナ端子との間に検波回路が設けられていることが好ましい。該構成によれば、検波回路の出力をフィードバックすることにより、増幅回路からの出力電力の制御を行うことができる。また、一つの検波回路で複数の周波数帯域に対応しているため、高周波回路のコスト低減、小型化を図る上で好適な構成となる。

40

【0187】

さらに、上記いずれかの高周波回路を第1の副高周波回路として、他のアンテナと接続する他のアンテナ端子と、上記第1の周波数帯域の受信信号が出力される第4の受信端子と、上記第2の周波数帯域の受信信号が出力される第5の受信端子と、上記第3の周波数帯域の受信信号が出力される第6の受信端子と、上記他のアンテナ端子に接続される受信経路を上記第1、第2および第3の周波数帯域の受信経路に分岐する第2のトリプレクサ

50

を備える高周波回路を第2の副高周波回路として備える高周波回路を構成してもよい。該構成によれば、同じ周波数帯域に対して複数の受信経路を具備することになり、S I M O (シングルインプット・マルチアウトプット)型、さらにはM I M O (マルチインプット・マルチアウトプット)型の高周波回路に適用することができる。

【0188】

さらに、上記高周波回路において、上記第2のトリプレクサと上記他のアンテナ端子の間に、第4の低雑音増幅器回路が、該第4の低雑音増幅器回路と上記他のアンテナ端子の間に第2のハイパスフィルタ回路が配置されていることが好ましい。該構成によれば、一つの低雑音増幅器回路で複数の周波数帯域の受信信号の増幅を行うことができるため、高周波回路のコスト低減、小型化を図る上で好適な構成となる。また、第4の低雑音増幅器回路の前段にハイパスフィルタを設けることによって、挿入損失の増加を抑えつつ、第1の周波数帯域よりも低い周波数の信号強度を低減することができ、低雑音増幅器回路の歪みを低減することができる。

10

【0189】

また、上記高周波回路において、上記第2のトリプレクサと上記第4の受信端子との間に形成された上記第1の周波数帯域の受信経路には、第5の低雑音増幅器回路と、該第5の低雑音増幅器回路と上記第2のトリプレクサとの間に配置された第3のハイパスフィルタ回路が設けられ、上記第2のトリプレクサと上記第5の受信端子との間に形成された上記第2の周波数帯域の受信経路には、第6の低雑音増幅器回路が設けられ、上記第2のトリプレクサと上記第6の受信端子との間に形成された上記第3の周波数帯域の受信経路には、第7の低雑音増幅器回路が設けられている構成としてもよい。該構成によれば、上記第2の副高周波回路において、第1の周波数帯域の受信信号を増幅する第5の低雑音増幅器回路の前段にハイパスフィルタを設けているので、第2、第3の周波数帯域の受信経路の損失の増加を回避しつつ、第1の周波数帯域よりも低い周波数の信号強度を低減することができ、低雑音増幅器回路の歪みを低減することができる。

20

【0190】

さらに、上記高周波回路において、上記他のアンテナ端子と、上記第2のトリプレクサとは、接続状態と非接続状態とを切り替える他のスイッチ回路を介して接続されていることが好ましい。該構成によれば、上記他のスイッチ回路を非接続状態とすることにより、上記他のアンテナ端子と上記第2のトリプレクサの間のアイソレーションを確保できる。

30

【0191】

さらに、上記高周波回路であって、上記第1の周波数帯域、第2の周波数帯域および第3の周波数帯域を用いる通信システム以外の他の通信システムの入出力端子を備え、上記第1のスイッチ回路は、上記アンテナ端子と、上記第1の送信端子、上記第1の受信端子又は上記他の通信システムの入出力端子との接続を切り替える高周波回路を構成してもよい。かかる構成では、上記第1のスイッチ回路に、第1の周波数帯域の送信側端子および受信側端子に加えて、さらに分岐用の端子を付与することによって、他の通信システムの入出力の機能も発揮される。また、上記高周波回路において、上記他の通信システムはB l u e t o o t hであることが好ましい。

【0192】

さらに、上記高周波回路において、上記第1、第2および第3の送信端子のうち少なくとも一つには、後段のスイッチ回路を介してさらに複数の副送信端子が接続され、上記第1、第2および第3の送信端子のうち少なくとも一つに対応する上記第1、第2および第3の受信端子のうち少なくとも一つには、他の後段のスイッチ回路を介してさらに複数の副受信端子が接続され、上記後段のスイッチ回路は上記第1、第2および第3の送信端子のうち少なくとも一つと、上記複数の副送信端子との接続を切り替え、上記他の後段のスイッチ回路は上記第1、第2および第3の受信端子のうち少なくとも一つと、上記複数の副受信端子との接続を切り替える構成を具備することも好ましい。該構成によれば、周波数帯が重なる複数の通信システムに共用可能な高周波回路が実現される。すなわち、上記後段のスイッチ回路の切り替えによって、通信システムに応じて、送受信回路を切り替え

40

50

ることができる。

【0193】

さらに、上記高周波回路において、上記第1の周波数帯域を使用する通信システムは無線LANまたはWiMAX、上記第2の周波数帯域を使用する通信システムはWiMAX、上記第3の周波数帯域を使用する通信システムは無線LANまたはWiMAXであることが好ましい。

【0194】

さらに、上記第1のトリプレクサおよび第2のトリプレクサのうち少なくとも一方は、共通端子と第1の分岐端子との間の第1の経路に配置され、上記第1の周波数帯域の信号を通過させる第1のバンドパスフィルタ部と、上記共通端子と第2の分岐端子との間の第2の経路に配置され、上記第2の周波数帯域の信号を通過させる第2のバンドパスフィルタ部と、上記共通端子と第3の分岐端子との間の第3の経路に配置され、上記第3の周波数帯域の信号を通過させる第3のバンドパスフィルタ部とを備え、上記第1、第2および第3のバンドパスフィルタ部と上記共通端子の間にはそれぞれ第1、第2および第3の並列共振回路が設けられ、上記第1、第2および第3の経路のうち少なくとも二つの経路には、上記バンドパスフィルタ部と上記並列共振回路の間に位相調整回路が設けられていることが好ましい。

10

【0195】

トリプレクサでは通過させようとする周波数帯域に対して、阻止すべき周波数帯域が二つある。共通端子に接続される各経路に並列共振回路を設けることによって、通過させようとする周波数帯域以外の他の周波数帯域の信号を阻止することができる。さらに、位相調整回路を設けることによって、共振回路では阻止しきれない他の周波数帯域の信号を阻止することができる。かかる構成によって分波特性に優れた分波器を提供することができる。

20

【0196】

周波数帯域として端に位置する第1、第3の周波数帯域の場合や、周波数帯域が離れている場合、後段に接続されるバンドパスフィルタのインピーダンスの関係などにより、一つの経路に関しては位相調整回路を設ける必要が無い場合がある。したがって位相調整回路は少なくとも二つの経路に設けることが好ましく、更に高い分波特性を得るためには、第1、第2および第3の経路すべてに位相調整回路を設けることがより好ましい。

30

【0197】

特に、上記分波器において、上記位相調整回路は、第1および第2の経路に設けられていることが好ましい。第3の経路は最も周波数の高い周波数帯域の経路であり、後段に接続されるバンドパスフィルタのインピーダンスはオープンに近い位相にあるため、位相調整回路を設けなくても十分な分波特性を得る事が可能な場合がある。したがって、位相調整回路を第1および第2の経路に設けるようにすると分波器の小型化を図ることができる。

【0198】

また、本発明の高周波部品は、上記高周波回路を有する高周波部品であって、上記高周波回路は、複数の層に電極パターンを形成し積層一体化してなる積層体と、上記積層基板の表面に搭載された素子によって構成されていることを特徴とする。上記高周波回路を積層体に一体化することによって、高周波部品の小型化を図ることができる。高周波部品の小型化することによって、配線抵抗による挿入損失の低減に寄与する。

40

【0199】

また、本発明の通信装置は、上述の本発明の高周波部品を用いて構成されている。本発明の高周波部品を採用することによって、通信装置、特に、軽量、小型化が要求される携帯通信機器やパーソナルコンピュータなどの小型化に寄与する。

【産業上の利用可能性】

【0200】

以上説明したように、本発明によれば、通信信号を周波数の異なる三つの周波数帯域に

50

分波する分波器において、高い分波特性が実現可能な構成が提供され、併せてこれを用いた高周波回路、高周波部品および通信装置が提供される。

【0201】

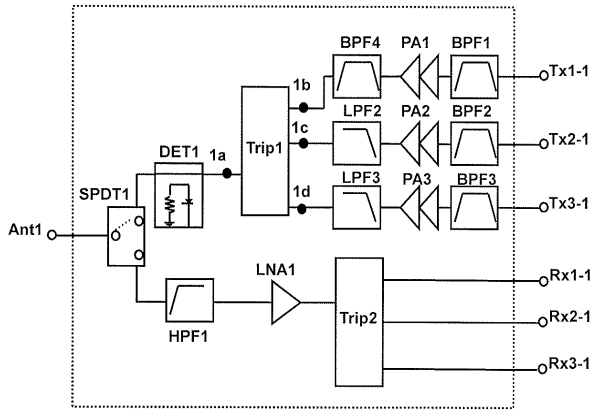
また、本発明によれば、少なくとも三つ以上の周波数帯域を使用する無線装置に用いられる高周波回路、高周波部品において、低コストで、小型化が可能な構成が提供され、併せてこれらを用いた通信装置の低コスト化、小型化を図ることが可能となる。

【符号の説明】

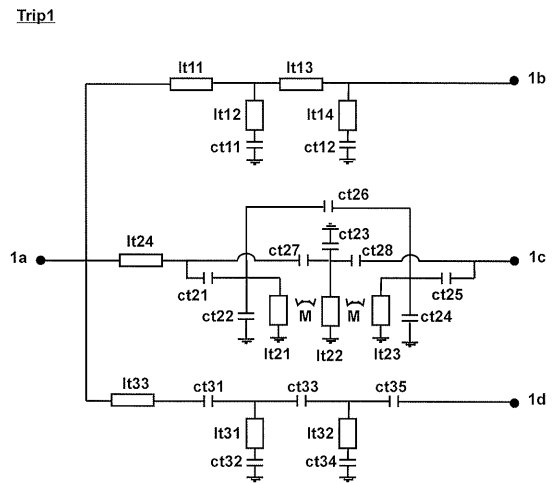
【0202】

Tri p 1 ~ 3 : トリプレクサ	
Ant 1 ~ 2 : アンテナ端子	10
SPDT 1 ~ 2 : スイッチ回路	
SP3T : スイッチ回路	
DET 1 : 検波回路	
BPF 1 ~ 5 : バンドパスフィルタ回路	
HPF 1 ~ 2 : ハイパスフィルタ回路	
LPF 2、LPF 3 : ローパスフィルタ回路	
PA 1 ~ 3 : 増幅回路	
LNA 1 ~ 8 : 低雑音増幅器回路	
Tri p 1 1 ~ 1 2 : トリプレクサ	
SPDT 1 1 ~ 1 8 : スイッチ回路	20
SP3T 1 1 : スイッチ回路	
DET 1 1 : 検波回路	
BPF 1 1 ~ 1 4 : バンドパスフィルタ回路	
HPF 1 1 ~ 1 2 : ハイパスフィルタ回路	
LPF 1 2 ~ 1 3 : ローパスフィルタ回路	
PA 1 1 ~ 1 3 : 増幅回路	
LNA 1 1 ~ 1 7 : 低雑音増幅器回路	
Pc : 共通端子	
P 1 ~ P 3 : 分岐端子	
X 1 ~ X 3 : 並列共振回路	30
Y 1 ~ Y 3 : 伝送線路	
bpf 1 ~ bpf 3 : バンドパスフィルタ部	
cb 1 ~ cb 5、C 4 1 ~ C 4 5 : キャパシタ	
lb 1、lb 2 : 共振線路	
L 4 1、L 4 2 : インダクタンス素子	
Ft 1 ~ 3、Fr 1 ~ 3 : フィルタ部	

【 図 1 】

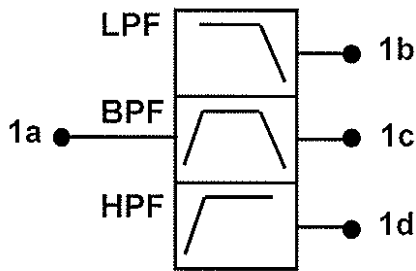


【 図 3 】



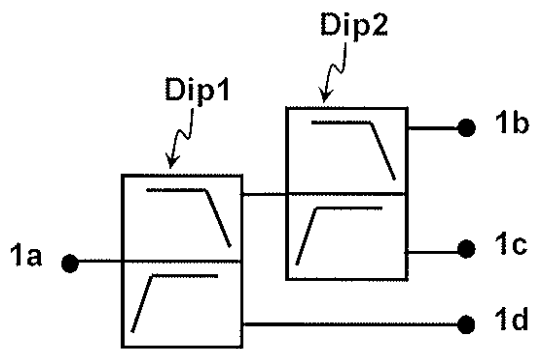
【 図 2 】

Trip1

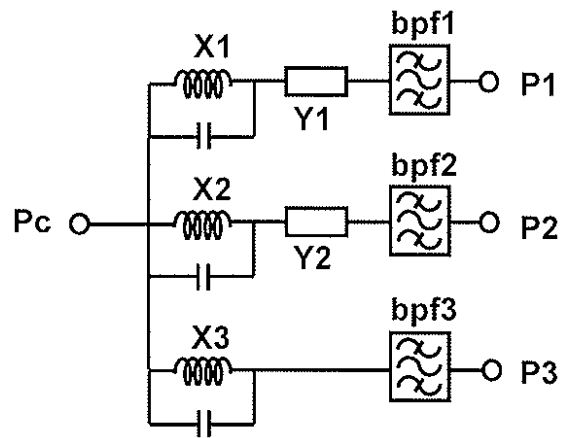


【 図 4 】

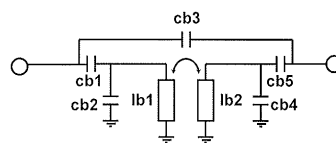
Trip1



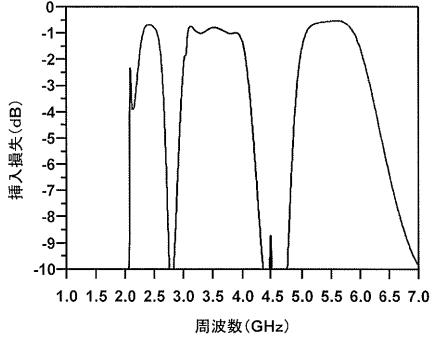
【 図 5 】



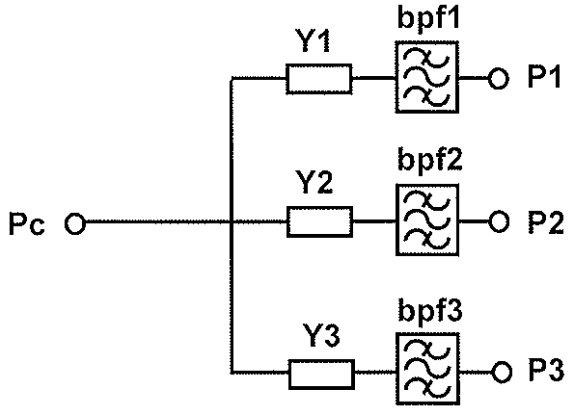
【 図 6 】



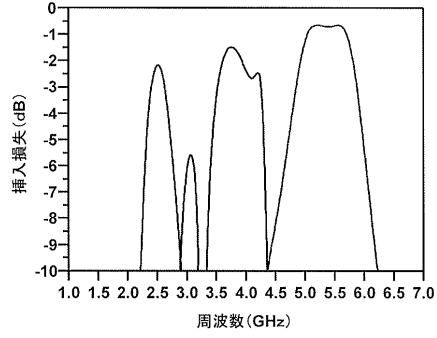
【 図 7 】



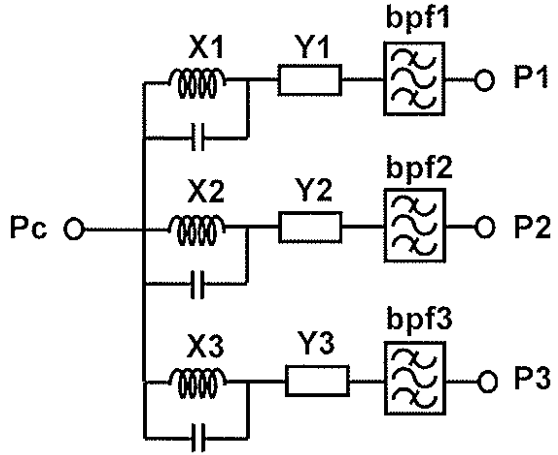
【 図 8 】



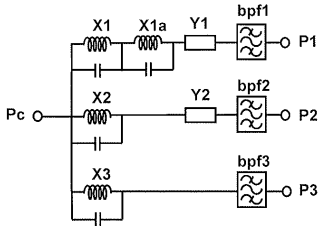
【 図 9 】



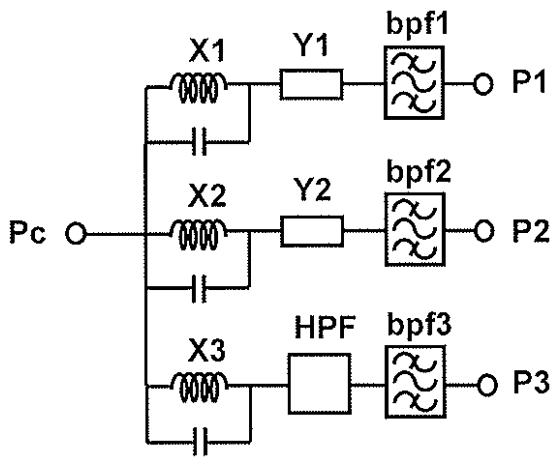
【 図 10 】



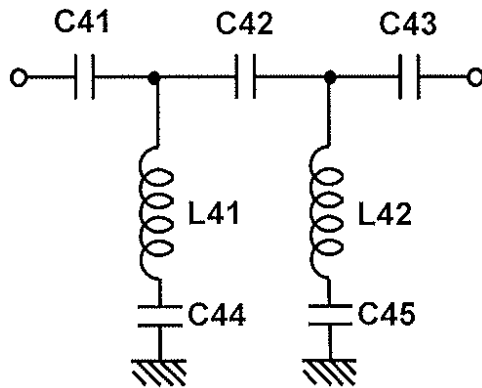
【 図 11 】



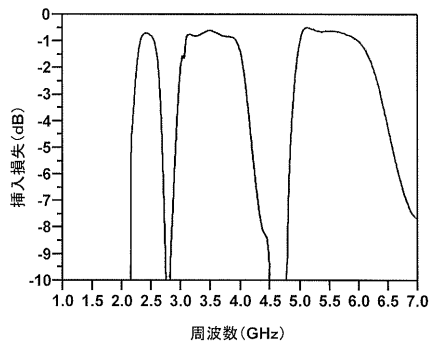
【 図 12 】



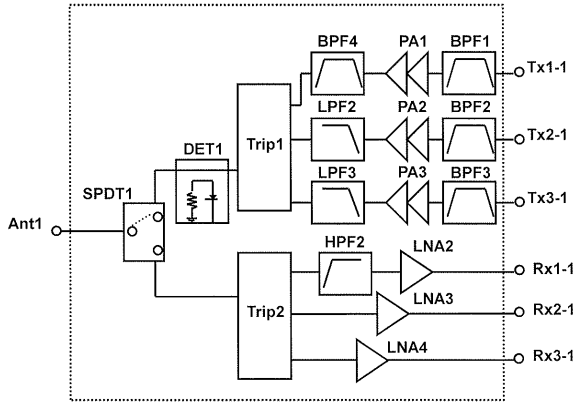
【 図 13 】



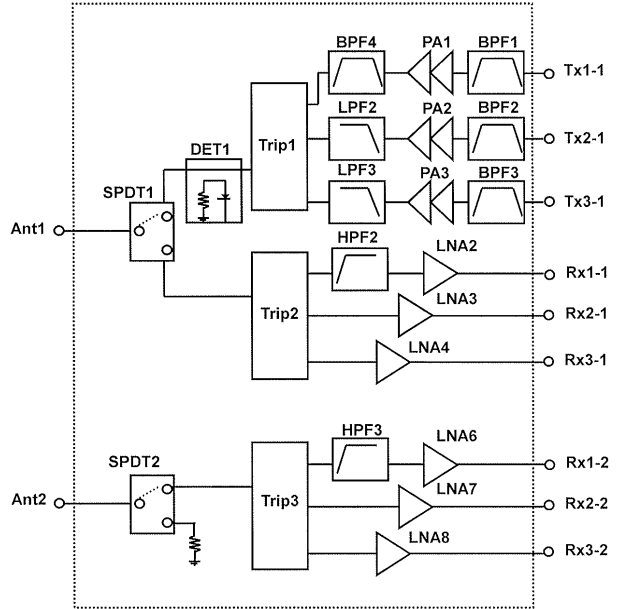
【 図 14 】



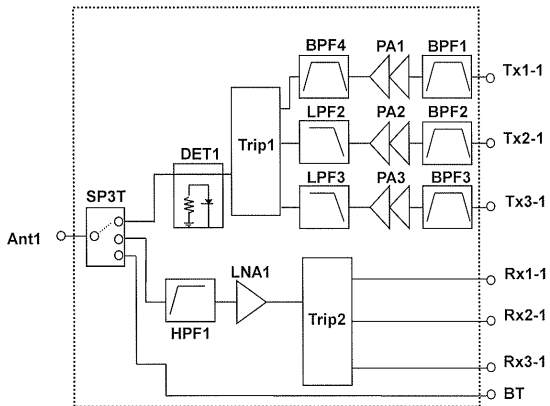
【 15 】



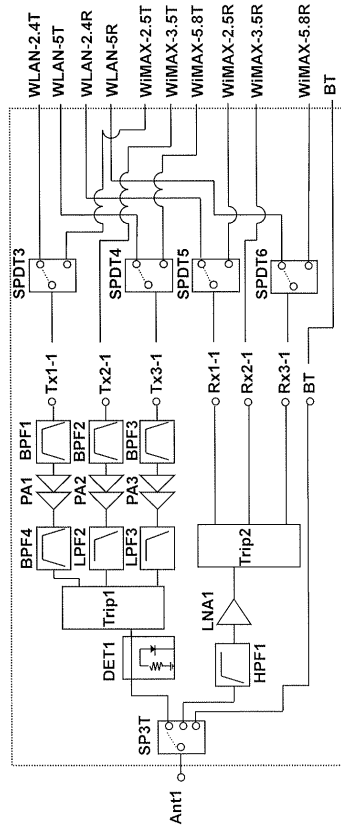
【 16 】



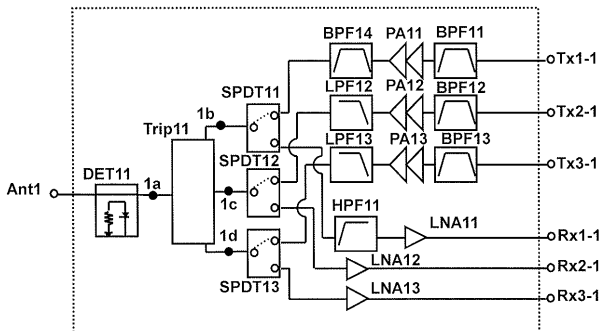
【 17 】



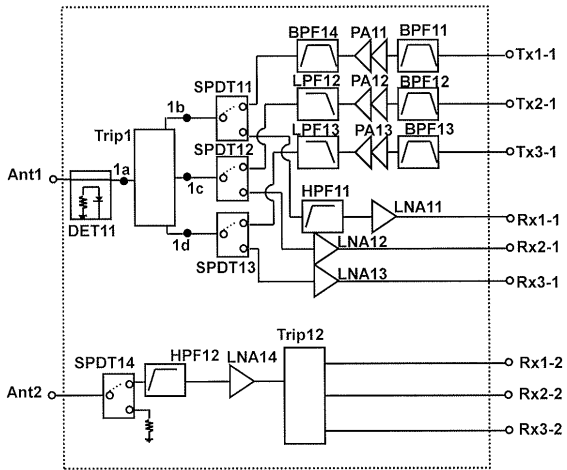
【 18 】



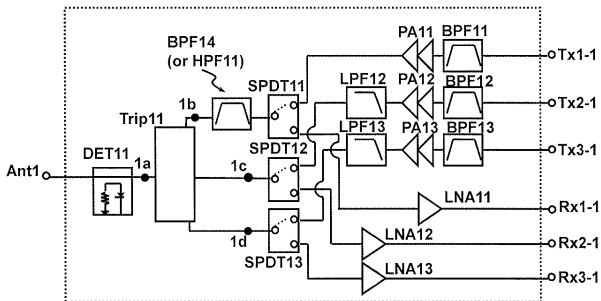
【 図 19 】



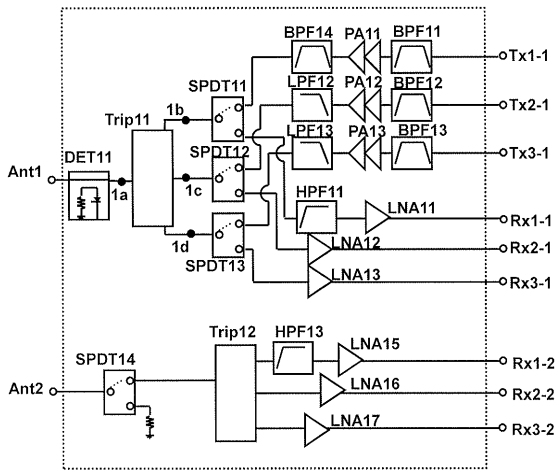
【 図 21 】



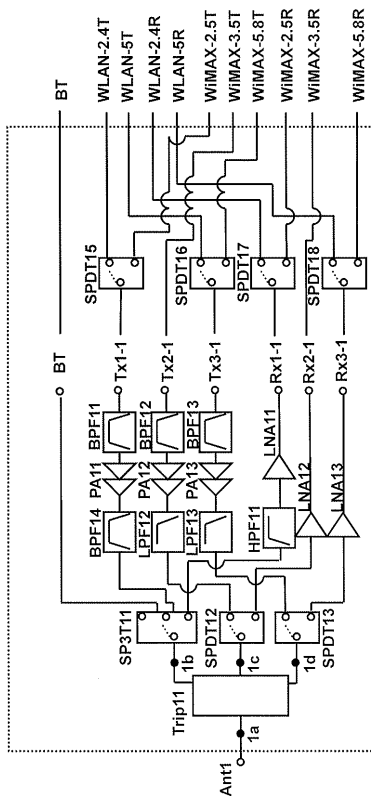
【 図 20 】



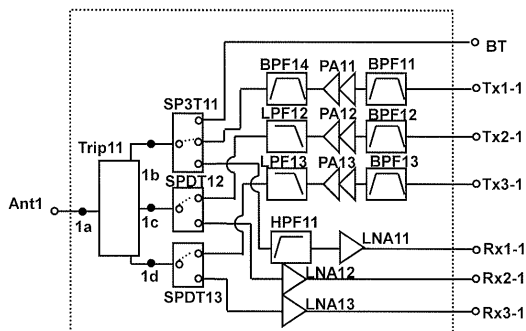
【 図 22 】



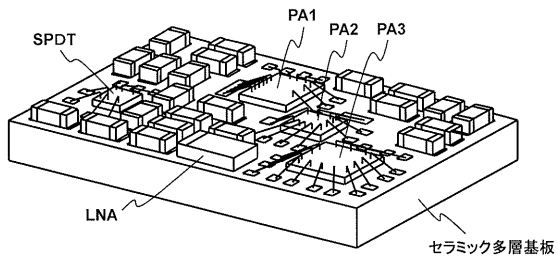
【 図 24 】



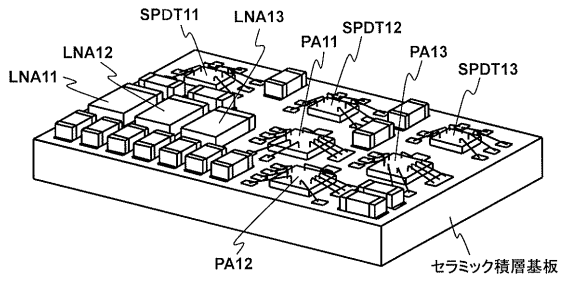
【 図 23 】



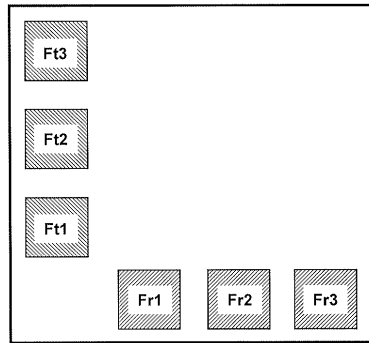
【図 25】



【図 26】



【図 27】



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 特願2007-186749(P2007-186749)

(32)優先日 平成19年7月18日(2007.7.18)

(33)優先権主張国 日本国(JP)

(72)発明者 深町 啓介

埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地 日立金属株式会社先端エレクトロニクス研究所内

(72)発明者 萩原 和弘

埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地 日立金属株式会社先端エレクトロニクス研究所内

審査官 赤穂 美香

(56)参考文献 特開2005-057342(JP,A)

特開2006-128881(JP,A)

特開平08-321738(JP,A)

特開2005-354407(JP,A)

特開2001-203601(JP,A)

特開2003-198309(JP,A)

特開2006-333258(JP,A)

特開2000-216661(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01P 1/213

H03H 7/075

H03H 7/12

H03H 7/46

H04B 1/40