

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5558334号  
(P5558334)

(45) 発行日 平成26年7月23日 (2014. 7. 23)

(24) 登録日 平成26年6月13日 (2014. 6. 13)

(51) Int. Cl. F I  
 HO 1 P 1/203 (2006. 01) HO 1 P 1/203  
 HO 1 P 1/212 (2006. 01) HO 1 P 1/212

請求項の数 4 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2010-288999 (P2010-288999)	(73) 特許権者	000006633
(22) 出願日	平成22年12月25日 (2010. 12. 25)		京セラ株式会社
(65) 公開番号	特開2012-138720 (P2012-138720A)		京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地
(43) 公開日	平成24年7月19日 (2012. 7. 19)	(72) 発明者	久木田 壮太郎
審査請求日	平成25年10月15日 (2013. 10. 15)		鹿児島県霧島市国分山下町 1 番 4 号 京セラ株式会社総合研究所内
		(72) 発明者	中俣 克朗
			鹿児島県霧島市国分山下町 1 番 4 号 京セラ株式会社総合研究所内
		審査官	岸田 伸太郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 バンドパスフィルタならびにそれを用いた無線通信モジュールおよび無線通信装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所定の周波数の信号を通過させるバンドパスフィルタであって、  
 入力端子および出力端子と、  
 入力段の共振器および出力段の共振器を少なくとも有するとともに、相互に電磁氣的に結合される複数の 1 / 2 波長共振器と、  
 前記入力端子と前記入力段の共振器の一方端側とを接続する第 1 の信号伝達経路と、  
 前記入力端子と前記入力段の共振器の他方端側とを接続する第 2 の信号伝達経路と、  
 前記出力端子と前記出力段の共振器の一方端側とを接続する第 3 の信号伝達経路と、  
 前記出力端子と前記出力段の共振器の他方端側とを接続する第 4 の信号伝達経路とを備え

10

、  
 前記第 1 の信号伝達経路を通過する信号と前記第 2 の信号伝達経路を通過する信号との位相差が、前記所定の周波数において 90° に設定されており、  
 前記第 3 の信号伝達経路を通過する信号と前記第 4 の信号伝達経路を通過する信号との位相差が、前記所定の周波数において 90° に設定されていることを特徴とするバンドパスフィルタ。

【請求項 2】

通過する信号の位相を前記所定の周波数において 90° シフトさせる移相器が、前記第 1 の信号伝達経路および前記第 2 の信号伝達経路の一方ならびに前記第 3 の信号伝達経路および前記第 4 の信号伝達経路の一方に設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載

20

のバンドパスフィルタ。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のバンドパスフィルタを含む R F 部と、該 R F 部に接続されたベースバンド部とを備えることを特徴とする無線通信モジュール。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の無線通信モジュールと、前記 R F 部に接続されたアンテナとを備えることを特徴とする無線通信装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気特性の優れたバンドパスフィルタならびにそれを用いた無線通信モジュールおよび無線通信装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

所定の周波数の電気信号を通過させるバンドパスフィルタとして、1/2 波長共振器を用いて構成されたバンドパスフィルタが知られている（例えば、特許文献 1 を参照。）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2007 - 208395 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献 1 にて提案されたような従来のバンドパスフィルタにおいては、通過帯域として設定された周波数帯域の信号の他に、その偶数次高調波、特に通過帯域の 2 倍の周波数の信号が、あまり減衰することなく通過してしまうという問題があった。

【0005】

本発明はこのような従来の技術における問題点に鑑みて案出されたものであり、その目的は、通過帯域の 2 倍の周波数の信号の通過が抑制されたバンドパスフィルタならびにそれを用いた無線通信モジュールおよび無線通信装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の第 1 のバンドパスフィルタは、所定の周波数の信号を通過させるバンドパスフィルタであって、入力端子および出力端子と、入力段の共振器および出力段の共振器を少なくとも有するとともに、相互に電磁氣的に結合される複数の 1/2 波長共振器と、前記入力端子と前記入力段の共振器の一方端側とを接続する第 1 の信号伝達経路と、前記入力端子と前記入力段の共振器の他方端側とを接続する第 2 の信号伝達経路と、前記出力端子と前記出力段の共振器の一方端側とを接続する第 3 の信号伝達経路と、前記出力端子と前記出力段の共振器の他方端側とを接続する第 4 の信号伝達経路とを備え、前記第 1 の信号伝達経路を通過する信号と前記第 2 の信号伝達経路を通過する信号との位相差が、前記所定の周波数において 90° に設定されており、前記第 3 の信号伝達経路を通過する信号と前記第 4 の信号伝達経路を通過する信号との位相差が、前記所定の周波数において 90° に設定されていることを特徴とするものである。

【0007】

本発明の第 2 のバンドパスフィルタは、前記第 1 のバンドパスフィルタにおいて、通過する信号の位相を前記所定の周波数において 90° シフトさせる移相器が、前記第 1 の信号伝達経路および前記第 2 の信号伝達経路の一方ならびに前記第 3 の信号伝達経路および前記第 4 の信号伝達経路の一方に設けられていることを特徴とするものである。

【0008】

本発明の無線通信モジュールは、前記第 1 のバンドパスフィルタを含む R F 部と、該 R

10

20

30

40

50

F部に接続されたベースバンド部とを備えることを特徴とするものである。

【0009】

本発明の無線通信装置は、前記無線通信モジュールと、前記RF部に接続されたアンテナとを備えることを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0010】

本発明のバンドパスフィルタによれば、通過帯域の2倍の周波数の信号の通過が抑制されたバンドパスフィルタを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の実施の形態の第1の例のバンドパスフィルタを模式的に示す等価回路図である。

【図2】本発明の実施の形態の第2の例のバンドパスフィルタを模式的に示す等価回路図である。

【図3】本発明の実施の形態の第3の例の無線通信モジュールおよび無線通信装置を模式的に示すブロック図である。

【図4】比較例のバンドパスフィルタを模式的に示す等価回路図である。

【図5】本発明の実施の形態の第1の例のバンドパスフィルタの電気特性のシミュレーション結果を示すグラフである。

【図6】本発明の実施の形態の第2の例のバンドパスフィルタの電気特性のシミュレーション結果を示すグラフである。

【図7】比較例のバンドパスフィルタの電気特性のシミュレーション結果を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明のバンドパスフィルタを添付の図面を参照しつつ詳細に説明する。

【0013】

(実施の形態の第1の例)

図1は、本発明の実施の形態の第1の例のバンドパスフィルタを模式的に示す等価回路図である。

【0014】

本例のバンドパスフィルタは、図1に示すように、入力端子11と、出力端子12と、1/2波長共振器21, 22と、移相器31, 32と、キャパシタ41~46とを備えている。

【0015】

複数の1/2波長共振器21, 22は、それぞれ、両端がともに接地されない開放端とされており、所定の周波数 $f_1$ において1/2波長共振器として機能する。また、1/2波長共振器21は、入力端子11に接続される入力段の共振器であり、1/2波長共振器22は、出力端子12に接続される出力段の共振器である。

【0016】

また、入力段の共振器21の一方端21aと出力段の共振器22の一方端22aとがキャパシタ45を介して接続されており、入力段の共振器21の他方端21bと出力段の共振器22の他方端22bとがキャパシタ46を介して接続されている。すなわち、1/2波長共振器21, 22は、キャパシタ45, 46によって相互に電磁氣的に結合される。なお、本明細書において、「電磁氣的に結合される」とは、電気的もしくは磁氣的に結合されること、または電気および磁氣の両方によって結合されることを意味する。

【0017】

入力段の共振器21の一方端21aは、キャパシタ41を介して入力端子11に接続されており、入力端子11からの入力信号がキャパシタ41を介して入力段の共振器21の一方端21aに入力される。すなわち、キャパシタ41によって、入力端子11と入力段

10

20

30

40

50

の共振器 2 1 の一方端側 2 1 a とを接続する第 1 の信号伝達経路が構成されている。

【 0 0 1 8 】

入力段の共振器 2 1 の他方端 2 1 b は、移相器 3 1 およびキャパシタ 4 2 を介して入力端子 1 1 に接続されており、入力端子 1 1 からの入力信号が移相器 3 1 およびキャパシタ 4 2 を介して入力段の共振器 2 1 の他方端 2 1 b に入力される。すなわち、移相器 3 1 およびキャパシタ 4 2 によって、入力端子 1 1 と入力段の共振器 2 1 の他方端側 2 1 b とを接続する第 2 の信号伝達経路が構成されている。

【 0 0 1 9 】

出力段の共振器 2 2 の一方端 2 2 a は、キャパシタ 4 3 を介して出力端子 1 2 に接続されており、出力段の共振器 2 2 の一方端 2 2 a からの出力信号がキャパシタ 4 3 を介して出力端子 1 2 に出力される。すなわち、キャパシタ 4 3 によって、出力端子 1 2 と出力段の共振器 2 2 の一方端側 2 2 a とを接続する第 3 の信号伝達経路が構成されている。

10

【 0 0 2 0 】

出力段の共振器 2 2 の他方端 2 2 b は、移相器 3 2 およびキャパシタ 4 4 を介して出力端子 1 2 に接続されており、出力段の共振器 2 2 の他方端 2 2 b からの出力信号が移相器 3 2 およびキャパシタ 4 4 を介して出力端子 1 2 に出力される。すなわち、移相器 3 2 およびキャパシタ 4 4 によって、出力端子 1 2 と出力段の共振器 2 2 の他方端側 2 2 b とを接続する第 4 の信号伝達経路が構成されている。

【 0 0 2 1 】

また、移相器 3 1 , 3 2 のそれぞれは、 $1/2$  波長共振器 2 1 , 2 2 が  $1/2$  波長共振器として機能する所定の周波数  $f_1$  において、通過する電気信号の移相量が  $90^\circ$  に設定されている。すなわち、移相器 3 1 , 3 2 のそれぞれは、所定の周波数  $f_1$  において、通過する信号の位相を  $90^\circ$  シフトさせる。よって、第 1 の信号伝達経路を通過する信号と第 2 の信号伝達経路を通過する信号との位相差は、所定の周波数  $f_1$  において  $90^\circ$  になり、第 3 の信号伝達経路を通過する信号と第 4 の信号伝達経路を通過する信号との位相差は、所定の周波数  $f_1$  において  $90^\circ$  になるようにされている。

20

【 0 0 2 2 】

このような構成を備える本例のバンドパスフィルタは、 $1/2$  波長共振器 2 1 , 2 2 が  $1/2$  波長共振器として機能する所定の周波数  $f_1$  の信号を選択的に通過させるバンドパスフィルタとして機能する。

30

【 0 0 2 3 】

また、本例のバンドパスフィルタによれば、第 1 の信号伝達経路を通過する信号と第 2 の信号伝達経路を通過する信号との位相差が、所定の周波数  $f_1$  において  $90^\circ$  になるように設定されている。そして、第 3 の信号伝達経路を通過する信号と第 4 の信号伝達経路を通過する信号との位相差が、所定の周波数  $f_1$  において  $90^\circ$  になるように設定されている。これにより、所定の周波数  $f_1$  を含む通過帯域の信号は良好に通過させるとともに、所定の周波数  $f_1$  の 2 倍の周波数  $f_2$  の信号の通過が抑制されたバンドパスフィルタを得ることができる。

【 0 0 2 4 】

この効果が得られるメカニズムは次のように推測される。すなわち、 $1/2$  波長共振器 2 1 , 2 2 として機能する所定の周波数  $f_1$  の 2 倍の周波数  $f_2$  においては、 $1/2$  波長共振器 2 1 , 2 2 の両端の位相は各々等しくなる。つまり、 $1/2$  波長共振器 2 1 の一方端 2 1 a における位相と他方端 2 1 b における位相とは互いに等しく、 $1/2$  波長共振器 2 2 の一方端 2 2 a における位相と他方端 2 2 b における位相とは互いに等しい。ところが、周波数  $f_2$  においては、移相器 3 1 , 3 2 を通過する信号の移相量が各々  $180^\circ$  であるため、第 1 の信号伝達経路を通過する信号と第 2 の信号伝達経路を通過する信号との位相差は  $180^\circ$  になり、第 3 の信号伝達経路を通過する信号と第 4 の信号伝達経路を通過する信号との位相差も  $180^\circ$  になる。これにより、入力端子 1 1 から入力された信号は、互いに  $180^\circ$  異なる位相で  $1/2$  波長共振器 2 1 の両端 2 1 a , 2 1 b に供給される。また、 $1/2$  波長共振器 2 2 の両端 2 2 a , 2 2 b の両端から出力された信号は、互

40

50

いに  $180^\circ$  異なる位相で出力端子 12 に到達して互いに打ち消し合う。このようなメカニズムによって、周波数  $f_2$  の信号の通過が抑制されたバンドパスフィルタを得ることができる。

#### 【0025】

また、本例のバンドパスフィルタによれば、通過する信号の位相を所定の周波数  $f_1$  において  $90^\circ$  シフトさせる移相器 31, 32 が、第 1 の信号伝達経路および第 2 の信号伝達経路の一方ならびに第 3 の信号伝達経路および第 4 の信号伝達経路の一方に設けられていることから、構成が単純なバンドパスフィルタを得ることができる。

#### 【0026】

さらに、本例のバンドパスフィルタによれば、 $1/2$  波長共振器 21, 22 の両端にそれぞれ接続されたキャパシタ 45, 46 によって、 $1/2$  波長共振器 21, 22 が電磁氣的に結合されており、対称性の高い回路構成となっている。このため、キャパシタ 41 ~ 44 のキャパシタンスを全て等しくできるとともに、キャパシタ 45, 46 のキャパシタンスを等しくできるので、設計が容易なバンドパスフィルタを得ることができる。

#### 【0027】

本例のバンドパスフィルタにおいて、 $1/2$  波長共振器 21, 22 としては、例えば、同軸共振器、ストリップライン共振器、マイクロストリップライン共振器等の、既知の共振器を使用することができる。また、移相器 31, 32 としては、例えば、同軸線路、マイクロストリップ線路、ストリップ線路等の、既知の高周波線路を使用した  $1/4$  波長線路のような、既知の  $90^\circ$  移相器を使用することができる。

#### 【0028】

(実施の形態の第 2 の例)

図 2 は、本発明の実施の形態の第 2 の例のバンドパスフィルタを模式的に示す等価回路図である。なお、本例においては、前述した実施の形態の第 1 の例と異なる部分について説明し、同一の構成要素には同一の符号を付して重複する説明を省略する。

#### 【0029】

本例のバンドパスフィルタは、図 2 に示すように、 $1/2$  波長共振器 21 の一方端 21a と、 $1/2$  波長共振器 22 の一方端 22a とを接続するキャパシタ 45 のみによって、 $1/2$  波長共振器 21, 22 が電磁氣的に接続されている。

#### 【0030】

このような構成を備える本例のバンドパスフィルタによれば、前述した実施の形態の第 1 の例のバンドパスフィルタと比較して、構造が単純なバンドパスフィルタを得ることができる。

#### 【0031】

本例のバンドパスフィルタにおいては、キャパシタ 42 のキャパシタンスをキャパシタ 41 のキャパシタンスよりも小さくするとともに、キャパシタ 44 のキャパシタンスをキャパシタ 43 のキャパシタンスよりも小さくするのが望ましい。これによって、バンドパスフィルタの通過帯域内の周波数における反射特性(リターンロス)を改善することができる。

#### 【0032】

(実施の形態の第 3 の例)

図 3 は本発明の実施の形態の第 3 の例の無線通信モジュール 80 および無線通信装置 85 を模式的に示すブロック図である。

#### 【0033】

本例の無線通信モジュール 80 は、ベースバンド信号が処理されるベースバンド部 81 と、ベースバンド部 81 に接続された、ベースバンド信号の変調後および復調前の RF 信号が処理される RF 部 82 とを備えている。RF 部 82 には上述した本発明のバンドパスフィルタ 821 が含まれており、ベースバンド信号が変調されてなる RF 信号または受信した RF 信号における通信帯域以外の信号をバンドパスフィルタ 821 によって減衰させ

10

20

30

40

50

ている。

【0034】

具体的な構成としては、ベースバンド部81は、ベースバンドIC 811を有している。また、RF部82は、バンドパスフィルタ821とベースバンド部81との間に接続されるRF IC 822を有している。なお、これらの回路間には別の回路が介在していてもよい。そして、無線通信モジュール80のバンドパスフィルタ821にアンテナ84を接続することによってRF信号の送受信がなされる本例の無線通信装置85が構成される。

【0035】

このような構成を有する本例の無線通信モジュール80および無線通信装置85によれば、周波数選択性の優れたバンドパスフィルタ821を用いて通信信号の濾波を行うことから、ノイズを低減することができるため、通信品質が高い高性能な無線通信モジュール80および無線通信装置85を得ることができる。

10

【0036】

(変形例)

本発明は上述した実施の形態の例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更、改良が可能である。

【0037】

上述した実施の形態の第1、第2の例においては、2つの1/2波長共振器21、22を用いてバンドパスフィルタを構成した例を示したが、これに限定されるものではない。2つ以上の任意の個数の1/2波長共振器を用いてバンドパスフィルタを構成することができる。但し、共振器数の増加は大型化を招くので、通常は10個程度以下にするのがよい。

20

【0038】

また、上述した実施の形態の第1、第2の例においては、第2の信号伝達経路に90°移相器31を設けることによって、第1の信号伝達経路を通過する信号と第2の信号伝達経路を通過する信号との位相差を90°にした例を示したが、これに限定されるものではない。第1の信号伝達経路を通過する信号と第2の信号伝達経路を通過する信号との位相差が90°であればよく、例えば、第1の信号伝達経路に100°移相器を設けるとともに、第2の信号伝達経路に10°移相器を設けるようにしても構わない。第3の信号伝達経路および第4の信号伝達経路についても同様である。

30

【0039】

さらに、上述した実施の形態の第1、第2の例においては、1/2波長共振器21、22がキャパシタで接続されて互いに電磁氣的に結合される例を示したが、これに限定されるものではない。例えば、インダクタで接続されて電磁氣的に結合されてもよく、電界および磁界の両方によって電磁氣的に結合されるようにしても構わない。

【0040】

またさらに、上述した実施の形態の第1、第2の例においては、入力端子11と入力段の共振器21とがキャパシタを介して接続され、出力端子12と出力段の共振器22とがキャパシタを介して接続された例を示したが、これに限定されるものではない。例えば、インダクタを介して接続されてもよく、電界および磁界の両方によって接続されるようにしても構わない。

40

【実施例】

【0041】

次に、本発明のバンドパスフィルタの具体例について説明する。

【0042】

図1および図2に示した本発明の実施の形態の第1および第2の例のバンドパスフィルタの電気特性と、本発明の実施の形態の第2の例のバンドパスフィルタから移相器31、32およびキャパシタ42、44を取り除いた構成を備える、図4に示した比較例のバンドパスフィルタの電気特性とをシミュレーションによって算出した。

50

## 【 0 0 4 3 】

このシミュレーションにおいて、1 / 2 波長共振器 2 1 , 2 2 は、内導体の半径（外径）が 1 . 5 mm で、外導体の半径（外径）が 9 mm で、その間の誘電体の比誘電率が 1 1 . 7 である同軸共振器を使用した。また、移相器 3 1 , 3 2 は、特性インピーダンスが 5 0 Ω で 1 . 8 5 GHz において 1 / 4 波長の長さになる理想線路を使用した。

## 【 0 0 4 4 】

本発明の実施の形態の第 1 の例のバンドパスフィルタにおいては、1 / 2 波長共振器 2 1 , 2 2 の長さを 2 1 . 8 3 mm とし、キャパシタ 4 1 ~ 4 4 のキャパシタンスを 0 . 2 6 4 p F とし、キャパシタ 4 5 , 4 6 のキャパシタンスを 0 . 0 2 8 p F とした。

## 【 0 0 4 5 】

本発明の実施の形態の第 2 の例のバンドパスフィルタにおいては、1 / 2 波長共振器 2 1 , 2 2 の長さを 2 1 . 8 7 mm とし、キャパシタ 4 1 , 4 3 のキャパシタンスを 0 . 2 6 1 p F とし、キャパシタ 4 2 , 4 4 のキャパシタンスを 0 . 2 5 6 p F とし、キャパシタ 4 5 のキャパシタンスを 0 . 0 5 6 p F とした。

## 【 0 0 4 6 】

比較例のバンドパスフィルタにおいては、1 / 2 波長共振器 2 1 , 2 2 の長さを 2 2 . 7 6 mm とし、キャパシタ 4 1 , 4 3 のキャパシタンスを 0 . 2 9 8 p F とし、キャパシタ 4 5 のキャパシタンスを 0 . 0 5 3 p F とした。

## 【 0 0 4 7 】

本発明の実施の形態の第 1 の例のバンドパスフィルタの電気特性のシミュレーション結果を図 5 のグラフに示し、本発明の実施の形態の第 2 の例のバンドパスフィルタの電気特性のシミュレーション結果を図 6 のグラフに示し、比較例のバンドパスフィルタの電気特性のシミュレーション結果を図 7 のグラフに示す。これらのグラフにおいて、横軸は周波数であり、縦軸は減衰量であり、フィルタの通過特性（S 2 1）の周波数による変化を示している。

## 【 0 0 4 8 】

図 7 に示すグラフによれば、比較例のバンドパスフィルタでは、通過帯域である 1 . 8 5 GHz 付近に加えて、その 2 倍の周波数である 3 . 7 GHz 付近においても電気信号が殆ど減衰することなく通過してしまい、通過帯域より高周波側における減衰量が不足していることがわかる。

## 【 0 0 4 9 】

これに対して、図 5 および図 6 に示すグラフによれば、本発明の実施の形態の第 1 および第 2 の例のバンドパスフィルタでは、通過帯域の 2 倍の周波数である 3 . 7 GHz 付近の減衰量が - 4 0 dB 以上確保されており、通過帯域より高周波側の広い周波数範囲に渡って減衰量が十分に確保されていることがわかる。これにより本発明の有効性が確認できた。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 5 0 】

- 1 1 : 入力端子
- 1 2 : 出力端子
- 2 1 : 入力段の共振器
- 2 2 : 出力段の共振器
- 3 1 , 3 2 : 移相器
- 8 0 : 無線通信モジュール
- 8 1 : ベースバンド部
- 8 2 : RF 部
- 8 2 1 : バンドパスフィルタ
- 8 4 : アンテナ
- 8 5 : 無線通信装置

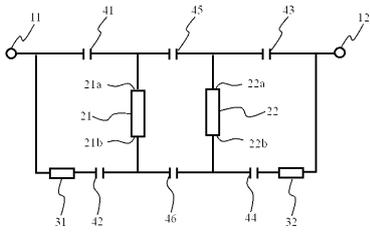
10

20

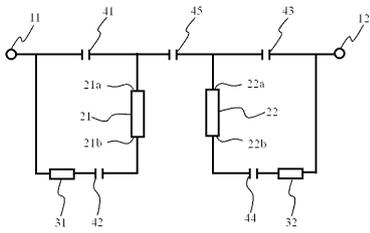
30

40

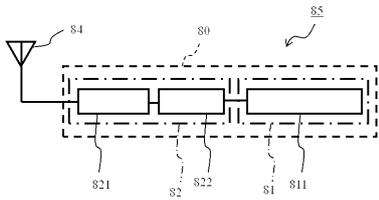
【図1】



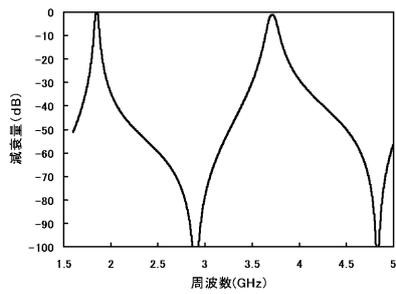
【図2】



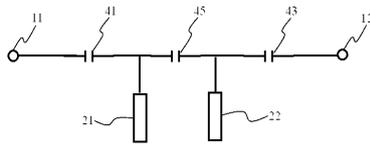
【図3】



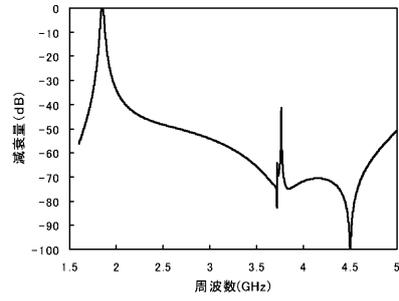
【図7】



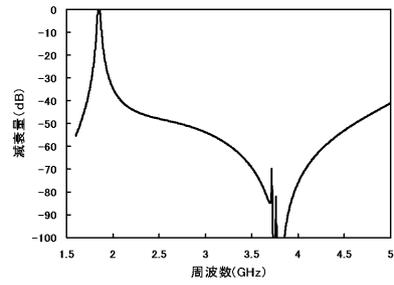
【図4】



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2008-072610(JP,A)  
国際公開第2010/034049(WO,A1)  
米国特許第5313662(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01P 1/203  
H01P 1/212