

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6439799号
(P6439799)

(45) 発行日 平成30年12月19日(2018.12.19)

(24) 登録日 平成30年11月30日(2018.11.30)

(51) Int.Cl.		F I	
HO3H	7/01	(2006.01)	HO3H 7/01 A
HO3H	7/075	(2006.01)	HO3H 7/075 A
HO3H	9/64	(2006.01)	HO3H 9/64 Z
HO3H	9/145	(2006.01)	HO3H 9/145 C

請求項の数 14 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2016-535995 (P2016-535995)	(73) 特許権者	000006231
(86) (22) 出願日	平成27年7月24日 (2015.7.24)		株式会社村田製作所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/071117		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(87) 国際公開番号	W02016/013659	(74) 代理人	100105980
(87) 国際公開日	平成28年1月28日 (2016.1.28)		弁理士 梁瀬 右司
審査請求日	平成29年1月25日 (2017.1.25)	(74) 代理人	100105935
(31) 優先権主張番号	特願2014-151345 (P2014-151345)		弁理士 振角 正一
(32) 優先日	平成26年7月25日 (2014.7.25)	(74) 代理人	100178995
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 丸山 陽介
(31) 優先権主張番号	特願2014-215999 (P2014-215999)	(72) 発明者	竹内 壮央
(32) 優先日	平成26年10月23日 (2014.10.23)		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	野阪 浩司
			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
			株式会社村田製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 バンドパスフィルタおよびフィルタモジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

インダクタとキャパシタとを含むLCフィルタと、
 共振周波数と反共振周波数とを有する第1の弾性波共振子と、
 共振周波数と反共振周波数とを有する第2の弾性波共振子とを備える
 所定の通過帯域が設定されたバンドパスフィルタにおいて、
 前記第1の弾性波共振子の共振周波数および反共振周波数の少なくとも一方は、前記通過帯域よりも低周波側の第1の通過阻止帯域内に位置する第1の減衰極であって、
 前記第2の弾性波共振子の共振周波数および反共振周波数の少なくとも一方は、前記通過帯域よりも高周波側の第2の通過阻止帯域内に位置する第2の減衰極であって、
 前記第1の弾性波共振子は、第1の電極及び前記第1の電極が形成された圧電性を有する第1のベース基板を含み、
 前記第2の弾性波共振子は、第2の電極及び前記第2の電極が形成された圧電性を有する第2のベース基板を含み、
 前記第1のベース基板の種類と前記第2のベース基板の種類とが互いに異なる、および/または、前記第1の電極の構成と前記第2の電極の構成とが互いに異なり、
 前記第1の弾性波共振子と、前記LCフィルタの前記インダクタに含まれる第1のインダクタと、前記LCフィルタの前記キャパシタに含まれる第1のキャパシタとによって、前記第1の通過阻止帯域を有するLCハイパスフィルタが構成されており、
 前記第2の弾性波共振子と、前記LCフィルタの前記インダクタに含まれる第2のイン

10

20

ダクタと、前記 LC フィルタの前記キャパシタに含まれる第 2 のキャパシタとによって、前記第 2 の通過阻止帯域を有する LC ローパスフィルタが構成されており、

前記第 1 の通過阻止帯域の前記第 1 の減衰極よりも低周波側における減衰特性が前記第 1 のインダクタおよび前記第 1 のキャパシタにより設定され、

前記第 2 の通過阻止帯域の前記第 2 の減衰極よりも高周波側における減衰特性が前記第 2 のインダクタおよび前記第 2 のキャパシタにより設定され、

前記 LC ハイパスフィルタおよび前記 LC ローパスフィルタが直列接続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】

前記第 1 のベース基板と前記第 2 のベース基板とは、材料もしくは電気機械結合係数が互いに異なる、または、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極の形状が互いに異なることを特徴とする請求項 1 に記載のバンドパスフィルタ。

10

【請求項 3】

前記 LC ハイパスフィルタは、

第 1 の入力端子と、

第 1 の出力端子と、

前記第 1 の入力端子と前記第 1 の出力端子とを接続する第 1 の経路内に直列接続された複数の前記第 1 のキャパシタと、前記第 1 の経路とグランド電位との間に接続された少なくとも 1 つの前記第 1 のインダクタとを備え、

前記第 1 の弾性波共振子の共振周波数より低域側および反共振周波数より高域側において、前記第 1 の弾性波共振子の容量性によって少なくとも 1 つの前記第 1 のキャパシタが形成されている

20

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のバンドパスフィルタ。

【請求項 4】

前記 LC ローパスフィルタは、

第 2 の入力端子と、

第 2 の出力端子と、

前記第 2 の入力端子と前記第 2 の出力端子とを接続する第 2 の経路内に直列接続された複数の前記第 2 のインダクタと、前記第 2 の経路とグランド電位との間に接続された少なくとも 1 つの前記第 2 のキャパシタとを備え、

30

前記第 2 の弾性波共振子の共振周波数より低域側および反共振周波数より高域側において、前記第 2 の弾性波共振子の容量性によって少なくとも 1 つの前記第 2 のキャパシタが前記第 2 の弾性波共振子により形成されている

ことを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載のバンドパスフィルタ。

【請求項 5】

インダクタとキャパシタとを含む LC フィルタと、

共振周波数と反共振周波数とを有する第 1 の弾性波共振子と、

共振周波数と反共振周波数とを有する第 2 の弾性波共振子とを備える

所定の通過帯域が設定されたバンドパスフィルタにおいて、

前記第 1 の弾性波共振子の共振周波数および反共振周波数の少なくとも一方は、前記通過帯域よりも低周波側の第 1 の通過阻止帯域内に位置する第 1 の減衰極であって、

40

前記第 2 の弾性波共振子の共振周波数および反共振周波数の少なくとも一方は、前記通過帯域よりも高周波側の第 2 の通過阻止帯域内に位置する第 2 の減衰極であって、

前記第 1 の弾性波共振子は、第 1 の電極及び前記第 1 の電極が形成された圧電性を有する第 1 のベース基板を含み、

前記第 2 の弾性波共振子は、第 2 の電極及び前記第 2 の電極が形成された圧電性を有する第 2 のベース基板を含み、

前記第 1 のベース基板の種類と前記第 2 のベース基板の種類とが互いに異なる、および/または、前記第 1 の電極の構成と前記第 2 の電極の構成とが互いに異なり、

入力端子と、

50

出力端子と、

前記入力端子と前記出力端子とを接続する経路内に直列接続された複数の第3のキャパシタと、前記経路とグランド電位との間に接続されたLC並列共振回路とを備え、

少なくとも1つの前記第3のキャパシタが前記第1の弾性波共振子の容量性により形成され、または、前記LC並列共振回路を構成する少なくとも1つの共振回路用キャパシタが前記第1の弾性波共振子または前記第2の弾性波共振子の容量性により形成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6】

前記経路内に前記第1の弾性波共振子および前記第2の弾性波共振子が直列接続されていないことを特徴とする請求項5に記載のバンドパスフィルタ。

10

【請求項7】

インダクタとキャパシタとを含むLCフィルタと、

共振周波数と反共振周波数とを有する第1の弾性波共振子と、

共振周波数と反共振周波数とを有する第2の弾性波共振子とを備える

所定の通過帯域が設定されたバンドパスフィルタにおいて、

前記第1の弾性波共振子の共振周波数および反共振周波数の少なくとも一方は、前記通過帯域よりも低周波側の第1の通過阻止帯域内に位置する第1の減衰極であって、

前記第2の弾性波共振子の共振周波数および反共振周波数の少なくとも一方は、前記通過帯域よりも高周波側の第2の通過阻止帯域内に位置する第2の減衰極であって、

前記第1の弾性波共振子は、第1の電極及び前記第1の電極が形成された圧電性を有する第1のベース基板を含み、

20

前記第2の弾性波共振子は、第2の電極及び前記第2の電極が形成された圧電性を有する第2のベース基板を含み、

前記第1のベース基板の種類と前記第2のベース基板の種類とが互いに異なる、および/または、前記第1の電極の構成と前記第2の電極の構成とが互いに異なり、

入力端子と、

出力端子とを有し、

前記入力端子と前記出力端子とを接続する経路内に複数の前記第1の弾性波共振子が直列接続され、

前記経路とグランド電位との間に複数の前記第2の弾性波共振子が接続される

30

ことを特徴とするバンドパスフィルタ。

【請求項8】

前記複数の第1の弾性波共振子の前記反共振周波数が前記第1の減衰極であって、

前記複数の第2の弾性波共振子の前記共振周波数が前記第2の減衰極である

ことを特徴とする請求項7に記載のバンドパスフィルタ。

【請求項9】

前記第1の弾性波共振子はSAW共振子であって、前記第2の弾性波共振子は圧電薄膜共振子またはSMR型BAW共振子であることを特徴とする請求項1～8のいずれか1項に記載のバンドパスフィルタ。

【請求項10】

40

前記第1の弾性波共振子はSAW共振子であって、前記第2の弾性波共振子はSAW共振子であって、前記第1のベース基板はタンタル酸リチウム圧電基板であって、前記第2のベース基板はニオブ酸リチウム圧電基板であることを特徴とする請求項1～9のいずれか1項に記載のバンドパスフィルタ。

【請求項11】

前記第1の弾性波共振子はSAW共振子であって、前記第2の弾性波共振子はSAW共振子であって、前記第1のベース基板のカット角と前記第2のベース基板のカット角とが異なることを特徴とする請求項1～10のいずれか1項に記載のバンドパスフィルタ。

【請求項12】

前記第1の弾性波共振子はSAW共振子であって、前記第2の弾性波共振子はSAW共

50

振子であって、前記第1の弾性波共振子を構成するSAW共振子の電極構造と前記第2の弾性波共振子を構成するSAW共振子の電極構造とが異なることを特徴とする請求項1～11のいずれか1項に記載のバンドパスフィルタ。

【請求項13】

前記第1の弾性波共振子はSAW共振子であって、前記第2の弾性波共振子はSAW共振子であって、前記第1の弾性波共振子を構成するSAW共振子の電極膜厚と前記第2の弾性波共振子を構成するSAW共振子の電極膜厚とが異なることを特徴とする請求項1～12のいずれか1項に記載のバンドパスフィルタ。

【請求項14】

請求項1ないし13のいずれか1項に記載のバンドパスフィルタを備えるフィルタモジュールにおいて、

前記第1のベース基板および前記第2のベース基板が実装されるためのモジュール基板を備えることを特徴とするフィルタモジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、所定の通過帯域が設定されたバンドパスフィルタおよびこのフィルタを備えるフィルタモジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、マルチモード、マルチバンドに対応した通信端末が提供されている。このような通信端末には、所望の通信信号のみを通過させるバンドパスフィルタが搭載されている。例えば、図11に示すように、集中定数型のLCハイパスフィルタ501と集中定数型のLCローパスフィルタ502とが直列接続されることにより形成されたバンドパスフィルタ500が提案されている（例えば特許文献1参照）。具体的には、LCハイパスフィルタ501は、入力端子A51と出力端子B51とを接続する経路W51に直列接続された2個のキャパシタC51、C52と、キャパシタC51とキャパシタC52との間の経路とグラウンド電位との間に接続されたインダクタL51とにより形成されている。また、LCローパスフィルタ502は、経路W51に直列接続された1個のインダクタL52と、インダクタL52の両端位置のそれぞれにおいて経路W51とグラウンド電位との間に接続された2個のキャパシタC55及びC56とにより形成されている。

【0003】

そして、LCハイパスフィルタ501とLCローパスフィルタ502とが直列接続されて所定の通過帯域が設定されることによってバンドパスフィルタ500が形成される。このようにすることで、バンドパスフィルタ500の通過帯域の広帯域化を図ることができる。また、LCハイパスフィルタ501のインダクタL51に直列にキャパシタC53が付加され、LCローパスフィルタ502のインダクタL52に並列にキャパシタC54が付加されて、バンドパスフィルタ500の回路定数が調整されることにより、バンドパスフィルタ500の通過帯域特性が任意に設定される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平9-181549号公報（段落0008、0009、図1、2、要約書など）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、マルチモード、マルチバンドに対応した通信端末では、それぞれ周波数帯域が異なる複数の通信信号が選択的に使用されて通信が行われる。近年、各通信信号それぞれに割り当てられる周波数帯域が互いに近接する傾向にあるので、より急峻な減衰特性を

10

20

30

40

50

備えるバンドパスフィルタが要望されている。

【0006】

この発明は、上記の課題に鑑みてなされたものであり、減衰特性が改善されたバンドパスフィルタを提供すると共に、このバンドパスフィルタを備えるフィルタモジュールを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記の目的を達成するために、本発明のバンドパスフィルタは、インダクタとキャパシタとを含むLCフィルタと、共振周波数と反共振周波数とを有する第1の弾性波共振子と

、
共振周波数と反共振周波数とを有する第2の弾性波共振子とを備える所定の通過帯域が設定されたバンドパスフィルタにおいて、前記第1の弾性波共振子の共振周波数および反共振周波数の少なくとも一方は、前記通過帯域よりも低周波側の第1の通過阻止帯域内に位置する第1の減衰極であって、前記第2の弾性波共振子の共振周波数および反共振周波数の少なくとも一方は、前記通過帯域よりも高周波側の第2の通過阻止帯域内に位置する第2の減衰極であって、前記第1の弾性波共振子は、第1の電極及び前記第1の電極が形成された圧電性を有する第1のベース基板を含み、前記第2の弾性波共振子は、第2の電極及び前記第2の電極が形成された圧電性を有する第2のベース基板を含み、前記第1のベース基板の種類と前記第2のベース基板の種類とが互いに異なる、および/または、前記第1の電極の構成と前記第2の電極の構成とが互いに異なり、前記第1の弾性波共振子と、前記LCフィルタの前記インダクタに含まれる第1のインダクタと、前記LCフィルタの前記キャパシタに含まれる第1のキャパシタとによって、前記第1の通過阻止帯域を有するLCハイパスフィルタが構成されており、前記第2の弾性波共振子と、前記LCフィルタの前記インダクタに含まれる第2のインダクタと、前記LCフィルタの前記キャパシタに含まれる第2のキャパシタとによって、前記第2の通過阻止帯域を有するLCローパスフィルタが構成されており、前記第1の通過阻止帯域の前記第1の減衰極よりも低周波側における減衰特性が前記第1のインダクタおよび前記第1のキャパシタにより設定され、前記第2の通過阻止帯域の前記第2の減衰極よりも高周波側における減衰特性が前記第2のインダクタおよび前記第2のキャパシタにより設定され、前記LCハイパスフィルタおよび前記LCローパスフィルタが直列接続されていることを特徴としている。

【0008】

このように構成された発明では、バンドパスフィルタの低周波側の減衰特性をより急峻に設定することができ、バンドパスフィルタの高周波側の減衰特性をより急峻に設定することができる。

【0009】

また、第1の弾性波共振子とその周波数特性を得るために最適な第1のベース基板の種類および第1の電極の構成で形成することができ、第2の弾性波共振子とその周波数特性を得るために最適な第2のベース基板の種類および第2の電極の構成で形成することができる。そのため、それぞれ周波数特性が異なる第1の弾性波共振子および第2の弾性波共振子が、同じ種類のベース基板上に同一の構成で形成された電極により形成された場合と比較すると、第1の弾性波共振子により形成される第1の減衰極および第2の弾性波共振子により形成される第2の減衰極をより急峻に形成することができる。したがって、減衰特性がさらに改善されたバンドパスフィルタを提供することができる。

【0010】

このとき、前記第1のベース基板と前記第2のベース基板とは、材料もしくは電気機械結合係数が互いに異なる、または、前記第1の電極と前記第2の電極の形状が互いに異なるようにするとよい。

【0012】

このように構成すると、バンドパスフィルタの通過帯域をより広帯域に設定することができる。また、通過帯域の低周波側の第1の通過阻止帯域において、LCハイパスフィル

10

20

30

40

50

タの第1の弾性波共振子により第1の減衰極が形成されるため、第1の通過阻止帯域と通過帯域との境界付近における減衰特性を改善することができる。そして、第1の減衰極よりも低周波側における減衰特性が、LCハイパスフィルタの第1のインダクタおよび第1のキャパシタにより設定されるため、第1の減衰極よりも低周波側における減衰特性の劣化を抑制することができる。

【0013】

また、通過帯域の高周波側の第2の通過阻止帯域において、LCローパスフィルタの第2の弾性波共振子により第2の減衰極が形成されるため、第2の通過阻止帯域と通過帯域との境界付近における減衰特性を改善することができる。そして、第2の減衰極よりも高周波側における減衰特性が、LCローパスフィルタの第2のインダクタおよび第2のキャ

10

【0014】

また、前記LCハイパスフィルタは、第1の入力端子と、第1の出力端子と、前記第1の入力端子と前記第1の出力端子とを接続する第1の経路内に直列接続された複数の前記第1のキャパシタと、前記第1の経路とグランド電位との間に接続された少なくとも1つの前記第1のインダクタとを備え、前記第1の弾性波共振子の共振周波数より低域側および反共振周波数より高域側において、前記第1の弾性波共振子の容量性によって少なくとも1つの前記第1のキャパシタが形成されているとよい。

【0015】

また、前記LCローパスフィルタは、第2の入力端子と、第2の出力端子と、前記第2の入力端子と前記第2の出力端子とを接続する第2の経路内に直列接続された複数の前記第2のインダクタと、前記第2の経路とグランド電位との間に接続された少なくとも1つの前記第2のキャパシタとを備え、前記第2の弾性波共振子の共振周波数より低域側および反共振周波数より高域側において、前記第2の弾性波共振子の容量性によって少なくとも1つの前記第2のキャパシタが前記第2の弾性波共振子により形成されているとよい。

20

【0016】

また、インダクタとキャパシタとを含むLCフィルタと、共振周波数と反共振周波数とを有する第1の弾性波共振子と、共振周波数と反共振周波数とを有する第2の弾性波共振子とを備える所定の通過帯域が設定されたバンドパスフィルタにおいて、前記第1の弾性波共振子の共振周波数および反共振周波数の少なくとも一方は、前記通過帯域よりも低周波側の第1の通過阻止帯域内に位置する第1の減衰極であって、前記第2の弾性波共振子の共振周波数および反共振周波数の少なくとも一方は、前記通過帯域よりも高周波側の第2の通過阻止帯域内に位置する第2の減衰極であって、前記第1の弾性波共振子は、第1の電極及び前記第1の電極が形成された圧電性を有する第1のベース基板を含み、前記第2の弾性波共振子は、第2の電極及び前記第2の電極が形成された圧電性を有する第2のベース基板を含み、前記第1のベース基板の種類と前記第2のベース基板の種類とが互いに異なる、および/または、前記第1の電極の構成と前記第2の電極の構成とが互いに異なり、入力端子と、出力端子と、前記入力端子と前記出力端子とを接続する経路内に直列接続された複数の第3のキャパシタと、前記経路とグランド電位との間に接続されたLC並列共振回路とを備え、少なくとも1つの前記第3のキャパシタが前記第1の弾性波共振子の容量性により形成され、または、前記LC並列共振回路を構成する少なくとも1つの共振回路用キャパシタが前記第1の弾性波共振子または前記第2の弾性波共振子の容量性により形成されているとよい。

30

40

【0017】

また、インダクタとキャパシタとを含むLCフィルタと、共振周波数と反共振周波数とを有する第1の弾性波共振子と、共振周波数と反共振周波数とを有する第2の弾性波共振子とを備える所定の通過帯域が設定されたバンドパスフィルタにおいて、前記第1の弾性波共振子の共振周波数および反共振周波数の少なくとも一方は、前記通過帯域よりも低周波側の第1の通過阻止帯域内に位置する第1の減衰極であって、前記第2の弾性波共振子

50

の共振周波数および反共振周波数の少なくとも一方は、前記通過帯域よりも高周波側の第2の通過阻止帯域内に位置する第2の減衰極であって、前記第1の弾性波共振子は、第1の電極及び前記第1の電極が形成された圧電性を有する第1のベース基板を含み、前記第2の弾性波共振子は、第2の電極及び前記第2の電極が形成された圧電性を有する第2のベース基板を含み、前記第1のベース基板の種類と前記第2のベース基板の種類とが互いに異なる、および/または、前記第1の電極の構成と前記第2の電極の構成とが互いに異なり、入力端子と、出力端子とを有し、前記入力端子と前記出力端子とを接続する経路内に複数の前記第1の弾性波共振子が直列接続され、前記経路とグランド電位との間に複数の前記第2の弾性波共振子が接続されるようにしてもよい。

【0018】

このように構成しても良好な減衰特性を有するバンドパスフィルタを提供することができる。

【0019】

また、前記経路内に前記第1の弾性波共振子および前記第2の弾性波共振子が直列接続されていないようにするとよい。

【0020】

このようにすれば、入力端子と出力端子とを接続する経路内に第2の弾性波共振子が配置されていないので、通過帯域における挿入損失を低減することができる。

【0021】

また、前記入力端子と前記出力端子とを接続する経路内に直列接続された前記複数の第1の弾性波共振子の前記反共振周波数が前記第1の減衰極であって、前記経路とグランド電位との間に接続された前記複数の第2の弾性波共振子の前記共振周波数が前記第2の減衰極であるとよい。

【0022】

このようにすることにより、バンドパスフィルタの低周波側の減衰特性をより急峻に設定することができ、バンドパスフィルタの高周波側の減衰特性をより急峻に設定することができる。

【0023】

また、前記第1の弾性波共振子はSAW共振子であって、前記第2の弾性波共振子は圧電薄膜共振子またはSMR型BAW共振子であってもよい。

【0024】

また、前記第1の弾性波共振子はSAW共振子であって、前記第2の弾性波共振子はSAW共振子であって、前記第1のベース基板はタンタル酸リチウム圧電基板であって、前記第2のベース基板はニオブ酸リチウム圧電基板であってもよい。

【0025】

また、前記第1の弾性波共振子はSAW共振子であって、前記第2の弾性波共振子はSAW共振子であって、前記第1のベース基板のカット角と前記第2のベース基板のカット角とが異なってもよい。

【0026】

また、前記第1の弾性波共振子はSAW共振子であって、前記第2の弾性波共振子はSAW共振子であって、前記第1の弾性波共振子を構成するSAW共振子の電極構造と前記第2の弾性波共振子を構成するSAW共振子の電極構造とが異なってもよい。

【0027】

また、前記第1の弾性波共振子はSAW共振子であって、前記第2の弾性波共振子はSAW共振子であって、前記第1の弾性波共振子を構成するSAW共振子の電極膜厚と前記第2の弾性波共振子を構成するSAW共振子の電極膜厚とが異なってもよい。

【0028】

また、本発明のフィルタモジュールは、前記第1のベース基板および前記第2のベース基板が実装されるためのモジュール基板を備えることを特徴としている。

【0029】

10

20

30

40

50

このように構成された発明では、減衰特性の改善が図られたバンドパスフィルタを備えるフィルタモジュールを提供することができる。

【発明の効果】

【0030】

本発明によれば、第1の弾性波共振子とその周波数特性に最適な第1のベース基板の材料または電気機械結合係数および最適な第1の電極の形状で形成することができ、第2の弾性波共振子とその周波数特性に最適な第2のベース基板の材料または電気機械結合係数および最適な第2の電極の形状で形成することができる。したがって、それぞれ周波数特性が異なる第1の弾性波共振子および第2の弾性波共振子が、同じ材料または電気機械結合係数のベース基板上に同一の形状の電極により構成された場合と比較すると、第1の弾性波共振子により形成される第1の減衰極および第2の弾性波共振子により形成される第2の減衰極をより急峻に形成することができ、減衰特性の改善が図られたバンドパスフィルタを提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】本発明の第1実施形態にかかるフィルタモジュールを示す図である。

【図2】図1のフィルタモジュールが備えるバンドパスフィルタを示す回路図である。

【図3】図2のバンドパスフィルタの通過特性を示す図である。

【図4】弾性波共振子の周波数特性を示す図である。

【図5】LCハイパスフィルタの一例を示す回路図である。

20

【図6】LCローパスフィルタの一例を示す回路図である。

【図7】第1実施形態にかかるバンドパスフィルタおよび比較例それぞれの周波数特性を示す図である。

【図8】本発明の第2実施形態にかかるバンドパスフィルタを示す回路図である。

【図9】本発明の第3実施形態にかかるバンドパスフィルタを示す回路図である。

【図10】図9のバンドパスフィルタの通過特性を示す図である。

【図11】従来のバンドパスフィルタを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0032】

<第1実施形態>

30

本発明のフィルタモジュールの第1実施形態について、図1～図6を参照して説明する。

【0033】

なお、図1および図2では、本発明にかかる主要な構成のみが図示されており、説明を簡易なものとするために、その他の構成の図示は省略されている。また、後の説明で参照する各図面についても、図1および図2と同様に主要な構成のみが図示されているが、以下の説明においてはその説明を省略する。

【0034】

(フィルタモジュール)

図1および図2に示すフィルタモジュール1は、例えば、携帯電話や携帯情報端末などの通信携帯端末が備えるアンテナ素子の直後に配置されるフロントエンドモジュールとして形成されるものであり、図2に示すバンドパスフィルタ100を備えている。フィルタモジュール1は、この実施形態では、モジュール基板2と、第1、第2のベース基板3, 4と、インダクタやキャパシタなどの各種の回路部品5とを備えている。第1、第2のベース基板3, 4、各種の回路部品5は、モジュール基板2の実装面2a上に設けられた実装用の電極2bに実装されて、モジュール基板2に設けられた配線電極6を介してモジュール基板2の裏面に形成された複数の実装用電極2cに電氣的に接続される。なお、第1のベース基板3には第1の弾性波共振子を構成する第1の電極(図示省略)が形成され、第2のベース基板4には第2の弾性波共振子を構成する第2の電極が形成されており、その構成については後で詳細に説明する。

40

50

【 0 0 3 5 】

モジュール基板 2 は複数の誘電体層が積層されて形成され、各誘電体層に形成されたビア導体および面内導体パターンにより、モジュール基板 2 に実装された第 1、第 2 のベース基板 3、4 や回路部品 5 を電氣的に接続する配線電極 6 や実装用電極 2 c などが形成され、これらが相互に電氣的に接続されてバンドパスフィルタ 1 0 0 が形成される。なお、各誘電体層に形成される面内導体パターンおよびビア導体により形成されたキャパシタやインダクタなどの回路素子と、第 1、第 2 のベース基板 3、4 や各種の回路部品 5 とが相互に電氣的に接続されることにより、バンドパスフィルタ 1 0 0 が形成されてもよい。

【 0 0 3 6 】

(バンドパスフィルタ)

バンドパスフィルタ 1 0 0 は、この実施形態では、図 3 に示すように、所定の通過帯域 P B が設定される。バンドパスフィルタ 1 0 0 は、図 2 に示すように、入力端子 A と出力端子 B とを接続する経路 W に直列接続され、通過帯域 P B よりも低周波側に第 1 の通過阻止帯域 R B 1 が設定された L C ハイパスフィルタ 1 0 1 と、通過帯域 P B よりも高周波側に第 2 の通過阻止帯域 R B 2 が設定された L C ローパスフィルタ 1 0 2 とを備えている。そして、L C ハイパスフィルタ 1 0 1 と L C ローパスフィルタ 1 0 2 とが直列接続されることにより、通過帯域 P B および第 1 の通過阻止帯域 R B 1、第 2 の通過阻止帯域 R B 2 が設定されたバンドパスフィルタ 1 0 0 が形成されている。

【 0 0 3 7 】

L C ハイパスフィルタ 1 0 1 は、L C ローパスフィルタ 1 0 2 の第 2 の出力端子 B 2 に接続される第 1 の入力端子 A 1 と、バンドパスフィルタ 1 0 0 の出力端子 B に接続される第 1 の出力端子 B 1 と、第 1 のベース基板 3 に形成された第 1 の電極により構成された複数の第 1 の弾性波共振子 S 1 ~ S 5 及び P 1 ~ P 3 と、複数の第 1 のインダクタ L 1 ~ L 4 と、減衰特性調整用のキャパシタ C 1 とを備えている。また、第 1 の入力端子 A 1 と第 1 の出力端子 B 1 とを接続する第 1 の経路 W 1 に 5 個の第 1 の弾性波共振子 S 1 ~ S 5 が直列接続される。直列接続された 2 つの第 1 の弾性波共振子の間であって、第 1 の経路 W 1 とグラウンド電位との間に、複数の第 1 のインダクタ L 1 ~ L 4 が接続されている。

【 0 0 3 8 】

また、第 1 のインダクタのうち、第 1 のインダクタ L 2 と、第 1 の弾性波共振子 S 2 と S 3 とをつなぐ経路との間に第 1 の弾性波共振子 P 1 が直列接続されている。第 1 のインダクタ L 3 と、第 1 の弾性波共振子 S 3 と S 4 とをつなぐ経路との間に第 1 の弾性波共振子 P 2 が直列接続されている。第 1 のインダクタ L 4 と、第 1 の弾性波共振子 S 4 と S 5 とをつなぐ経路との間に第 1 の弾性波共振子 P 1 が直列接続されている。第 1 のインダクタ L 1 と、第 1 の弾性波共振子 S 1 と S 2 とをつなぐ経路との間に減衰特性調整用のキャパシタ C 1 が直列接続されている。また、各第 1 の弾性波共振子は、図 3 に示すように、第 1 の通過阻止帯域 R B 1 の通過帯域 P B との境界付近である帯域 A P L に、共振周波数および反共振周波数の少なくとも一方を有するように形成されている。そして、複数の第 1 の弾性波共振子それぞれの共振周波数あるいは反共振周波数を異なる値にすることで、図 3 に示すように、帯域 A P L に第 1 の減衰極群を形成することができる。このように第 1 の減衰極群を形成することで、第 1 の通過阻止帯域 R B 1 の通過帯域 P B 近傍において所望の減衰特性を持つ帯域を形成することができる。

【 0 0 3 9 】

また、図 4 に示すように、第 1 の弾性波共振子は、その共振周波数よりも低周波側の帯域では容量性の素子として機能する。したがって、図 3 に示すように、第 1 の減衰極群よりも低周波側の帯域 A L における高周波信号の減衰特性が、各第 1 のインダクタ、減衰特性調整用のキャパシタ C 1、容量性の素子として機能する第 1 の弾性波共振子により設定される。

【 0 0 4 0 】

以上のように、第 1 の弾性波共振子により、L C ハイパスフィルタ 1 0 1 の第 1 の経路 W 1 に直列接続された本発明の「第 1 のキャパシタ」が形成されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 1 】

LCローパスフィルタ102は、バンドパスフィルタ100の入力端子Aに接続される第2の入力端子A2と、LCハイパスフィルタ101の第1の入力端子A1に接続される第2の出力端子B2と、第2のベース基板4に形成された第2の電極により構成された複数の第2の弾性波共振子P4～P8と、第2のインダクタL10～L13と、減衰特性調整用のキャパシタC2～C5と、減衰特性調整用のインダクタL5～L9とを備えている。また、第2の入力端子A2と第2の出力端子B2とを接続する第2の経路W2に4個の第2のインダクタが直列接続され、直列接続された2つの第2のインダクタの間であって、第2の経路W2とグランド電位との間に、第2の弾性波共振子P4～P8が接続されている。

10

【 0 0 4 2 】

また、第2の弾性波共振子P4～P8のそれぞれに減衰特性調整用のインダクタL5～L9がそれぞれ直列接続されている。また、第2のインダクタL10～L13のそれぞれに減衰特性調整用のキャパシタC2～C5がそれぞれ並列接続されている。また、各第2の弾性波共振子は、図3に示すように、第2の通過阻止帯域RB2の通過帯域PBとの境界付近である帯域APHに共振周波数および反共振周波数の少なくとも一方を有するように形成されている。そして、複数の第2の弾性波共振子それぞれの共振周波数あるいは反共振周波数を異なる値にすることで帯域APHに第2の減衰極群を形成することができる。このように第2の減衰極群を形成することで、第2の通過阻止帯域RB2の通過帯域PB近傍において所望の減衰特性を持つ帯域を形成することができる。

20

【 0 0 4 3 】

また、図4に示すように、第2の弾性波共振子は、その反共振周波数よりも高周波側の帯域では容量性の素子として機能する。したがって、図3に示すように、第2の減衰極群よりも高周波側の帯域AHにおける高周波信号の減衰特性が、直列接続された各第2のインダクタL10～L13、減衰特性調整用のキャパシタC2～C5、減衰特性調整用のインダクタL5～L9、容量性の素子として機能する第2の弾性波共振子P4～P8により設定される。

【 0 0 4 4 】

以上のように、第2の弾性波共振子P4～P8により、LCローパスフィルタ102の第2の経路W2とグランド電位との間に接続された本発明の「第2のキャパシタ」が形成されている。

30

【 0 0 4 5 】

なお、バンドパスフィルタ100が備えるLCハイパスフィルタ101およびLCローパスフィルタ102の構成は図2に示す構成に限定されるものではなく、例えば、図5および図6に示す一般的なLCハイパスフィルタ201やLCローパスフィルタ202を使用してバンドパスフィルタ100を形成することができる。

【 0 0 4 6 】

LCハイパスフィルタ201は、図5に示すように、第1の入力端子A11と第1の出力端子B11とを接続する第1の経路W11に直列接続された第1のキャパシタC11～C14と、第1の経路W11とグランド電位との間に接続された第1のインダクタL11～L13とを備えている。また、図5では図示省略されているが、少なくとも1つの第1のキャパシタが第1の弾性波共振子により形成（置換）される。弾性波共振子が圧電体の表面にIDT電極が設けられた弾性表面波共振子（SAW共振子）である場合、弾性波共振子における圧電材料と楕円電極の電極指間距離と交叉幅と対数とで決定される静電容量値が、キャパシタの静電容量値と等しくなるように、弾性波共振子の容量性を設けている。あるいは、弾性波共振子が圧電体の互いに対向する表面に上部および下部電極が設けられたバルク弾性波共振子（BAW共振子）である場合、弾性波共振子における圧電材料と上部および下部電極の対向面積と電極間距離とで決定される静電容量値が、キャパシタの静電容量値と等しくなるように、BAW共振子の容量性を設けている。

40

【 0 0 4 7 】

50

LCローパスフィルタ202は、図6に示すように、第2の入力端子A22と第2の出力端子B22とを接続する第2の経路W22に直列接続された第2のインダクタL21及びL22と、第2の経路W22とグランド電位との間に接続された第2のキャパシタC21～C23とを備えている。また、図6では図示省略されているが、少なくとも1つの第2のキャパシタが第2の弾性波共振子により形成（置換）される。

【0048】

なお、図5および図6に示すLCハイパスフィルタ201およびLCローパスフィルタ202に、図2に示す回路と同様に、減衰特性調整用のキャパシタやインダクタがさらに付加されていてもよい。すなわち、図5および図6に示す基本的なLCハイパスフィルタ201およびLCローパスフィルタ202それぞれの減衰特性を調整するために、減衰特性調整用のキャパシタやインダクタを、LCハイパスフィルタ201およびLCローパスフィルタ202それぞれに任意に付加して回路構成を変形することにより、図2に示すLCハイパスフィルタ101やLCローパスフィルタ102を形成することができる。

【0049】

（共振子）

次に、第1の弾性波共振子および第2の弾性波共振子について詳細に説明する。なお、以下の説明においては、第1の弾性波共振子および第2の弾性波共振子に共通する説明を行う場合に、第1の弾性波共振子および第2の弾性波共振子を単に「共振子」と称する場合もある。

【0050】

共振子は、表面弾性波（SAW：Surface Acoustic Wave）を利用したSAW共振子により形成されたり、バルク弾性波（BAW：Bulk Acoustic Wave）を利用した圧電薄膜共振子（FBAR：Film Bulk Acoustic Resonator、SMR：Solidly Mounted Resonator）により形成されたり、境界弾性波（Boundary Elastec wave）を利用した共振子により形成される。

【0051】

また、SAW共振子は、水晶やタンタル酸リチウム（ LiTaO_3 ）、ニオブ酸リチウム（ LiNbO_3 ）などにより形成された圧電基板の表面に形成された1対の櫛形電極を含むIDT電極（IDT：Interdigital Transducer）により構成される。また、圧電基板の材料やカット角、表面弾性波の進行方向などの基板の種類を変更したり、櫛形電極の構造や膜厚などの電極の構成を変更したりすることにより、SAW共振子の周波数特性が調整される。また、圧電薄膜共振子は、上部電極および下部電極によりサンドイッチ状に挟まれた状態の圧電性の薄膜がSi基板等の表面に配置されることにより構成される。

【0052】

そして、この実施形態では、第1の弾性波共振子および第2の弾性波共振子は、それぞれの周波数特性に応じて最適な構成を備えるように形成される。すなわち、圧電性を有する第1のベース基板3と圧電性を有する第2のベース基板4において、材料または電気機械結合係数が互いに異なる、および、第1の電極と第2の電極の形状が互いに異なる構成となるように組み合わせられている。

【0053】

材料または電気機械結合係数が互いに異なる第1のベース基板3および第2のベース基板4の組み合わせの具体例と、第1の弾性波共振子（第1の電極）および第2の弾性波共振子（第2の電極）の組み合わせの具体例について説明する。

【0054】

（1）ベース基板の材料（材質）および電極の構成（共振子の種類）による組み合わせ

A．第1の通過阻止帯域RB1に最適化された第1の弾性波共振子：SAW共振子

第2の通過阻止帯域RB2に最適化された第2の弾性波共振子：圧電薄膜共振子

【0055】

10

20

30

40

50

Aの組み合わせの場合、減衰特性が変動することによる影響が大きい高周波側にSAW共振子に比べて急峻な減衰特性を有する圧電薄膜共振子を用いることで、バンドパスフィルタの通過帯域の高域側の急峻な減衰特性が得られる。さらに、減衰特性が変動することによる影響が大きい低周波側に圧電薄膜共振子に比べて共振および反共振周波数が低下による共振子の面積低下率の高いSAW共振子を用いることで、バンドパスフィルタを小型化できる。

【0056】

B. 第1の通過阻止帯域RB1に最適化された第1の弾性波共振子：SAW共振子
第2の通過阻止帯域RB2に最適化された第2の弾性波共振子：SMR型BAW共振子

10

【0057】

Bの組み合わせの場合、圧電薄膜共振子にSMR型BAW共振子を用いることで、FBAR型BAW共振子に比べて、製造時に犠牲層を形成したキャビティを形成する工程を省略でき、かつ良好な周波数温度特性が得られる。

【0058】

C. 第1の通過阻止帯域RB1に最適化された第1のベース基板3：タンタル酸リチウム圧電基板

第1の弾性波共振子：SAW共振子

第2の通過阻止帯域RB2に最適化された第2のベース基板4：ニオブ酸リチウム圧電基板

20

第2の弾性波共振子：SAW共振子

【0059】

Cの組み合わせにより、低周波側にタンタル酸リチウム圧電基板のSAW共振子を用い、減衰特性が変動することによる影響が大きい高周波側に、IDT電極をSiO₂で覆って温度特性変化を安定化させることができる高周波側にニオブ酸リチウム圧電基板のレイリー波を主要波とするSAW共振子を用いることで、温度特性の安定性が高く、バンドパスフィルタの通過帯域の高域側の急峻な減衰特性が得られる。低周波側に高次モードによる高調波スプリアスの影響が比較的小さいタンタル酸リチウム圧電基板のSAW共振子を用いることで、バンドパスフィルタの通過帯域内に高次モードによる影響を抑制することができ、高次モードの影響を考慮せずにフィルタを構成できるためフィルタの設計自由度が高められる。

30

【0060】

D. 第1の通過阻止帯域RB1に最適化された第1のベース基板3：ニオブ酸リチウム圧電基板

第1の弾性波共振子：SAW共振子

第2の通過阻止帯域RB2に最適化された第2のベース基板4：タンタル酸リチウム圧電基板

第2の弾性波共振子：SAW共振子

【0061】

Dの組み合わせの場合、本発明の実施形態として、LCローパスフィルタにおいて、入力端子と出力端子とを結ぶ経路に互いに直列に接続して設けられた第1の弾性波共振子にニオブ酸リチウム圧電基板のレイリー波を主要波とするSAW共振子を用いる。高域側である第2の弾性波共振子にニオブ酸リチウム圧電基板の漏えい弾性波（リーキー波）を主要波とするSAW共振子を用いる。比較例として、第1および第2の弾性波共振子を同一のニオブ酸リチウム圧電基板にIDT電極を設けた漏えい弾性波（リーキー波）を主要波とするSAW共振子を用いる。本発明の実施形態と比較例との周波数特性を図7に示す。本発明の実施形態は比較例に比べて、低域側である第1の共振子が共振周波数の高域側で発生するバルク放射による損失が小さく、共振周波数の高域側にある通過帯域でQの高いキャパシタとして機能するため、バンドパスフィルタの通過帯域の挿入損失を小さくすることができる。さらに、LCハイパスフィルタにおいて、入力端子と出力端子とを結ぶ経

40

50

路と接地電位とを結ぶ経路に設けられた高域側の第2の弾性波共振子に、ニオブ酸リチウム圧電基板に比べて脆性が低く損傷の少ないタンタル酸リチウム圧電基板のSAW共振子を用いることで、製造時の圧電基板の損傷が少ないバンドパスフィルタを得ることができる。

【0062】

(2) ベース基板の形状(製造方法)および電極の形状(電極構造、電極膜厚)による組み合わせ

E. 第1の通過阻止帯域RB1に最適化されたSAW共振子により形成された第1の弾性波共振子の第1のベース基板3のカット角と、第2の通過阻止帯域RB2に最適化されたSAW共振子により形成された第2の弾性波共振子のベース基板4のカット角とが異なる。

10

【0063】

Eの組み合わせの場合、例えば、低域側である第1の弾性波共振子に、電極指に波長の約1.5%の厚みを有するPt層と波長の約7%の厚みを有するAl層を含むIDT電極をカット角127°回転Yカット-X伝搬のニオブ酸リチウム圧電基板に設けたレイリー波を主要波とするSAW共振子を用い、高域側である第2の弾性波共振子に、電極指に波長の約2.5%の厚みを有するPt層と波長の約10%の厚みを有するAl層を含むIDT電極を-11°回転Yカット-X伝搬のニオブ酸リチウム圧電基板に設けたリーキー波を主要波とするSAW共振子を用いる。この場合、低域側では通過帯域外では周波数の依存性を抑え、バルク波の影響による通過帯域内の挿入損失の低減が小さくできる。高域側

20

【0064】

F. 第1の通過阻止帯域RB1に最適化された第1の弾性波共振子を形成するSAW共振子の電極構造と、第2の通過阻止帯域RB2に最適化された第2の弾性波共振子を形成するSAW共振子の電極構造とが異なる。

【0065】

Fの組み合わせの場合、例えば、低域側である第1の弾性波共振子に、電極指に波長の約1.5%の厚みを有するPt層と波長の約7%の厚みを有するAl層と含むIDT電極を127°回転Yカット-X伝搬のニオブ酸リチウム圧電基板に設けたリーキー波を主要波とするSAW共振子を用いる。高域側である第2の弾性波共振子に、電極指に波長の約10%の厚みを有するAl層を含むIDT電極を64°回転Yカット-X伝搬のニオブ酸リチウム圧電基板に設けたリーキー波を主要波とするSAW共振子を用いる。この場合、高域側である第2の弾性波共振子にレイリー波を主要波とする急峻な減衰特性を有するSAW共振子を用いれば、通過帯域の高域側の減衰特性が急峻であり、レイリー波における主要波の高調波をバンドパスフィルタの通過帯域外の高域側の阻止帯域に配置できるため、通過帯域外の周波数特性の変動が小さいバンドパスフィルタを得ることができる。

30

【0066】

G. 第1の通過阻止帯域RB1に最適化された第1の弾性波共振子を形成するSAW共振子の電極膜厚と、第2の通過阻止帯域RB2に最適化された第2の弾性波共振子を形成するSAW共振子の電極膜厚とが異なる。

40

【0067】

Gの組み合わせの場合、例えば、低域側である第1の弾性波共振子に、電極指に波長の約11%の厚みを有するAl層を含むIDT電極を42°回転Yカット-X伝搬のタンタル酸リチウム圧電基板に設けたリーキー波を主要波とするSAW共振子を用い、高域側である第2の弾性波共振子に、電極指に波長の約7%の厚みを有するAl層を含むIDT電極を42°回転Yカット-X伝搬のタンタル酸リチウム圧電基板に設けたリーキー波を主要波とする急峻な減衰特性を有するSAW共振子を用いる。この場合、通過帯域の低域側の第1の共振子に、IDT電極の厚みを厚くしたバルク放射の発生が比較的少ない共振子を用いることで、通過帯域の挿入損失の増加を小さくできる。通過帯域の高域側に、ID

50

T電極の厚みを薄くした通過帯域内に入るSH波によるリップルの発生を抑えて通過帯域の周波数特性の変動が小さなバンドパスフィルタを得ることができる。

【0068】

なお、第1のベース基板3および第2のベース基板4の材料、形状の組み合わせと、第1の弾性波共振子(第1の電極)および第2の弾性波共振子(第2の電極)の形状の組み合わせとは上記の具体例に限定されるものではない。すなわち、第1、第2の弾性波共振子それぞれが、周波数特性に応じて最適な構成を備えるように形成されていればよい。

【0069】

以上のように、この実施形態では、通過帯域PBよりも低周波側の第1の通過阻止帯域RB1に共振周波数および反共振周波数の少なくとも一方を有する第1の弾性波共振子により第1の通過阻止帯域RB1に第1の減衰極が形成されるので、バンドパスフィルタ100の低周波側の減衰特性をより急峻に設定することができる。また、通過帯域PBよりも高周波側の第2の通過阻止帯域RB2に共振周波数および反共振周波数の少なくとも一方を有する第2の弾性波共振子により第2の通過阻止帯域RB2に第2の減衰極が形成されるので、バンドパスフィルタ100の高周波側の減衰特性をより急峻に設定することができる。

10

【0070】

また、第1のベース基板3と第2のベース基板4において、材料または電気機械結合係数が互いに異なる、および、第1の電極と第2の電極の形状が互いに異なるので、次のような効果を奏することができる。すなわち、第1の弾性波共振子とその周波数特性に最適な第1のベース基板3の種類および第1の電極の構成で形成することができ、第2の弾性波共振子とその周波数特性に最適な第2のベース基板4の種類および第2の電極の構成で形成することができる。

20

【0071】

そのため、それぞれ周波数特性が異なる第1の弾性波共振子および第2の弾性波共振子が、第1のベース基板3と第2のベース基板4において、材料または電気機械結合係数が同じであって、第1の電極と第2の電極の形状が同じである場合と比較すると、第1の弾性波共振子により形成される第1の減衰極および第2の弾性波共振子により形成される第2の減衰極をより急峻に形成することができる。したがって、減衰特性の改善がさらに図られたバンドパスフィルタ100を提供することができる。

30

【0072】

通過帯域外の高域側をSMR型BAW共振子または圧電薄膜共振子とし、通過帯域外の低域側をSAW共振子にした場合、小型化が可能となり、減衰特性が向上する。

【0073】

通過帯域外の高域側に減衰極を有する第2の共振子を、SiO₂からなる誘電体層で覆ったIDT電極が設けられたニオブ酸リチウム圧電基板とし、通過帯域外の低域側をタンタル酸リチウム圧電基板にした場合、温度特性が向上する。

【0074】

また、弾性波共振子のみによりバンドパスフィルタを構成すると、集中定数型のインダクタやキャパシタを使用したLCフィルタと比較すると通過帯域における挿入損失が大きくなるという問題がある。しかしながら、上記したように、LCフィルタの一部のキャパシタが弾性波共振子に置換されてバンドパスフィルタ100が構成されることにより、通過特性(挿入損失)および減衰特性の両方を改善することができる。

40

【0075】

また、LCハイパスフィルタ101とLCローパスフィルタ102とが直列接続されてバンドパスフィルタ100が形成されているので、バンドパスフィルタ100の通過帯域PBをより広帯域に設定することができる。

【0076】

また、LCハイパスフィルタ101の第1の弾性波共振子により第1の通過阻止帯域RB1と通過帯域PBとの境界付近に第1の減衰極が形成される。そして、第1の減衰極よ

50

りも低周波側における減衰特性が、LCハイパスフィルタ101の第1のインダクタおよび第1のキャパシタにより設定されるため、第1の減衰極よりも低周波側における減衰特性の劣化を抑制することができる。

【0077】

また、LCローパスフィルタ102の第2の弾性波共振子により第2の通過阻止帯域RB2と通過帯域PBとの境界付近に第2の減衰極が形成される。そして、第2の減衰極よりも高周波側における減衰特性が、LCローパスフィルタ102の第2のインダクタおよび第2のキャパシタにより設定されるため、第2の減衰極よりも高周波側における減衰特性の劣化を抑制することができる。

【0078】

したがって、減衰特性の改善が図られたバンドパスフィルタ100を備えるフィルタモジュール1を提供することができる。

【0079】

ところで、共振・反共振周波数の高周波信号が入力されると、第1の弾性波共振子及び第2の弾性波共振子は励振する。そして、入力される高周波信号の電力が大きくなると第1の弾性波共振子および第2の弾性波共振子の励振の振幅が大きくなる。このため、共振・反共振周波数を通過帯域PBに有する弾性波共振子により形成された従来の弾性波フィルタでは、励振の振幅が大きくなることにより弾性波共振子の電極が破壊するおそれがあるため、弾性波フィルタに入力される通過帯域PBの高周波信号の電力が約1~2W(約30~33dBm)程度の大きさに抑制されていた。

【0080】

一方、上記の実施形態では、第1の弾性波共振子の共振周波数および反共振周波数の少なくとも一方は、通過帯域よりも低周波側の第1の通過阻止帯域RB1内に位置する第1の減衰極であって、前記第2の弾性波共振子の共振周波数および反共振周波数の少なくとも一方は、通過帯域よりも高周波側の第2の通過阻止帯域RB2内に位置する第2の減衰極である。図4に示すように、共振周波数よりも低い周波数、反共振周波数よりも高い周波数では、第1の弾性波共振子および第2の弾性波共振子は励振せず、容量性の素子として機能する。そのため、従来の構成と比較すると、通過帯域PBに高電力の高周波信号が入力されても、各第1の弾性波共振子および第2の弾性波共振子が励振するのが抑制されるので、各第1の弾性波共振子および第2の弾性波共振子の電極が破壊するのを防止することができる。したがって、高電力の高周波信号の入力特性を向上することができ、例えば、約5W(約37dBm)以上の大きさの入力電力に対する耐電力性を向上させることができる。

【0081】

また、第1の弾性波共振子それぞれの共振周波数および反共振周波数の少なくとも一方は、通過帯域よりも低周波側の第1の通過阻止帯域RB1内に位置する第1の減衰極であって、第2の弾性波共振子それぞれの共振周波数および反共振周波数の少なくとも一方は、通過帯域よりも高周波側の第2の通過阻止帯域RB2内に位置する第2の減衰極であることで、次のような効果を奏することができる。すなわち、通過帯域PBの低周波側の第1の通過阻止帯域RB1に各第1の弾性波共振子それぞれの反共振周波数により減衰極が形成される。そのため、共振周波数は反共振周波数よりも低い周波数であるので、各第1の弾性波共振子それぞれの共振周波数が通過帯域PBと重なることがない。

【0082】

また、通過帯域PBの高周波側の第2の通過阻止帯域RB2に各第2の弾性波共振子それぞれの共振周波数により減衰極が形成される。そのため、反共振周波数は共振周波数よりも高い周波数であるので、各第2の弾性波共振子それぞれの反共振周波数が通過帯域PBと重なることがない。したがって、各第1の弾性波共振子および第2の弾性波共振子それぞれの共振・反共振周波数が通過帯域PBと重なることがないので、さらに効果的に高電力の入力信号に耐えることができるバンドパスフィルタ100を形成することができる。

。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 3 】

< 第 2 実施形態 >

次に、図 8 を参照して本発明の第 2 実施形態について説明する。図 8 は本発明の第 2 実施形態にかかるバンドパスフィルタを示す回路図である。なお、上記の第 1 実施形態と同様の構成については、同一符号を引用することによりその構成の説明を省略する。

【 0 0 8 4 】

この実施形態のバンドパスフィルタ 3 0 0 は、図 8 に示すように、入力端子 A 3 1 と出力端子 B 3 1 とを接続する経路 W 3 1 に直列接続された第 3 のキャパシタ C 3 1 ~ C 3 3 と、経路 W 3 1 とグランド電位との間に接続された 2 つの LC 並列共振回路 3 0 1 , 3 0 2 とを備えている。また、入力端子 A 3 1 と出力端子 B 3 1 に入出力用のキャパシタがさら

10

【 0 0 8 5 】

また、LC 並列共振回路 3 0 1 は、低周波側の第 1 の通過阻止帯域 R B 1 に第 1 の減衰極を形成するために共振回路用キャパシタが第 1 の弾性波共振子 P 3 2 に置換され、共振回路用インダクタ L 3 2 と第 1 の弾性波共振子 P 3 2 とにより形成されている。また、LC 並列共振回路 3 0 2 は、高周波側の第 2 の通過阻止帯域 R B 2 に第 2 の減衰極を形成するために共振回路用キャパシタが第 2 の弾性波共振子 P 3 1 に置換され、共振回路用インダクタ L 3 1 と第 2 の弾性波共振子 P 3 1 とにより形成されている。

【 0 0 8 6 】

このように、入力端子 A 3 1 と出力端子 B 3 1 とを接続する経路 W 3 1 に弾性波共振子を直列接続しないことにより、通過帯域 P B における挿入損失を低減することができる。

20

【 0 0 8 7 】

< 第 3 実施形態 >

次に、図 9 および図 1 0 を参照して本発明の第 3 実施形態について説明する。図 9 は本発明の第 3 実施形態にかかるバンドパスフィルタを示す回路図、図 1 0 は図 9 のバンドパスフィルタの通過特性を示す図である。なお、上記の第 1 実施形態と同様の構成については、同一符号を引用することによりその構成の説明を省略する。

【 0 0 8 8 】

この実施形態のバンドパスフィルタ 4 0 0 は、図 9 に示すように、入力端子 A 4 1 と出力端子 B 4 1 とを接続する経路 W 4 1 に直列接続された複数の第 1 の弾性波共振子 S 4 1 ~ S 4 4 と、経路 W 4 1 とグランド電位との間に接続された複数の第 2 の弾性波共振子 P 4 1 ~ P 4 6 とを備えている。また、各第 1 の弾性波共振子 S 4 1 ~ S 4 4 それぞれに、特性調整用のインダクタ L 4 1 ~ L 4 4 が並列接続され、各第 2 の弾性波共振子 P 4 1 ~ P 4 6 それぞれに、特性調整用のインダクタ L 4 5 ~ L 4 9、L 4 0 が直列接続されている。また、入力端子 A 4 1 に入出力用のキャパシタ C 4 1 が付加されている。出力端子 B 4 1 に入出力用のキャパシタ C 4 2 が付加されている。

30

【 0 0 8 9 】

また、図 1 0 に示すように、直列腕の各第 1 の弾性波共振子は、第 1 の通過阻止帯域 R B 1 の通過帯域 P B との境界付近である帯域 A P L に反共振周波数を有するように形成されている。そして、複数の第 1 の弾性波共振子それぞれの反共振周波数を異なる値にすることで、図 3 に示すように、帯域 A P L に第 1 の減衰極群を形成することができる。このように第 1 の減衰極群を形成することで、第 1 の通過阻止帯域 R B 1 の通過帯域 P B 近傍において所望の減衰特性を持つ帯域を形成することができる。

40

【 0 0 9 0 】

また、図 1 0 に示すように、並列腕の各第 2 の弾性波共振子は、第 2 の通過阻止帯域 R B 2 の通過帯域 P B との境界付近である帯域 A P H に共振周波数を有するように形成されている。そして、複数の第 2 の弾性波共振子それぞれの共振周波数を異なる値にすることで帯域 A P H に第 2 の減衰極群を形成することができる。このように第 2 の減衰極群を形成することで、第 2 の通過阻止帯域 R B 2 の通過帯域 P B 近傍において所望の減衰特性を持つ帯域を形成することができる。

50

【 0 0 9 1 】

以上のように、通過帯域 P B に共振・反共振周波数が重なっていないため、通過帯域 P B の高電力の信号入力に対する耐性を向上させることができる。また、通過帯域 P B の低周波側近傍の第 1 の減衰極群が、各第 1 の弾性波共振子それぞれの反共振周波数により形成され、通過帯域 P B の高周波側近傍の第 2 の減衰極群が、第 2 の弾性共振子それぞれの共振周波数により形成されるので、急峻性に優れたバンドパスフィルタ 4 0 0 を提供することができる。

【 0 0 9 2 】

なお、本発明は上記の実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない限りにおいて、上記したもの以外に種々の変更を行なうことが可能であり、上記の各実施形態が備える構成をどのように組み合わせてもよい。また、バンドパスフィルタの構成は上記の例に限定されるものではなく、低周波側の第 1 の通過阻止帯域 R B 1 に第 1 の減衰極を形成するための第 1 の弾性波共振子と、高周波側の第 2 の通過阻止帯域 R B 2 に第 2 の減衰極を形成するための第 2 の弾性波共振子とを利用することができる回路構成を備えるバンドパスフィルタであれば、バンドパスフィルタはどのように構成されていてもよい。

【 0 0 9 3 】

また、図 8 に示すバンドパスフィルタ 3 0 0 において、経路 W 3 1 に直列接続された第 3 のキャパシタ C 3 1 ~ C 3 3 や減衰特性調整用、入出力用のキャパシタのうち少なくとも 1 つが、低周波側の第 1 の通過阻止帯域 R B 1 に第 1 の減衰極を形成するために第 1 の弾性波共振子により形成（置換）されていてもよい。また、経路 W 3 1 に減衰特性調整用のインダクタがさらに直列接続されていてもよい。

【 0 0 9 4 】

また、第 1 のベース基板 3 および第 2 のベース基板 4 は、所謂、W L - C S P（ウェハレベルチップサイズパッケージ）構造に形成されていてもよいし、それぞれ共振子が形成された第 1、第 2 のベース基板 3、4 がパッケージ基板に実装された C S P（チップサイズパッケージ）構造に形成されていてもよい。

【 0 0 9 5 】

また、通過帯域 P B の低周波側の第 1 の通過阻止帯域 R B 1 に第 1 の減衰極を形成するための第 1 の弾性波共振子が、入力端子と出力端子とを接続する経路のみに直列接続され、通過帯域 P B の高周波側の第 2 の通過阻止帯域 R B 2 に第 2 の減衰極を形成するための第 2 の弾性波共振子が、入力端子と出力端子とを接続する経路とグラウンド電位との間だけに接続されているとよい。このようにすると、さらに効果的に入力電力特性を向上させることができる。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 9 6 】

所定の通過帯域が設定されたバンドパスフィルタおよびこのフィルタを備えるフィルタモジュールに本発明を広く適用することができる。

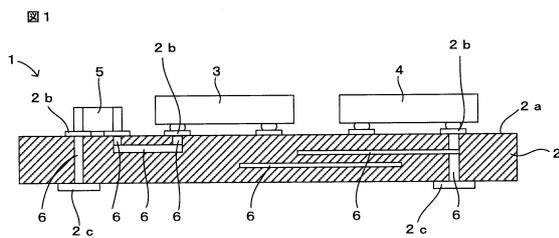
【符号の説明】

【 0 0 9 7 】

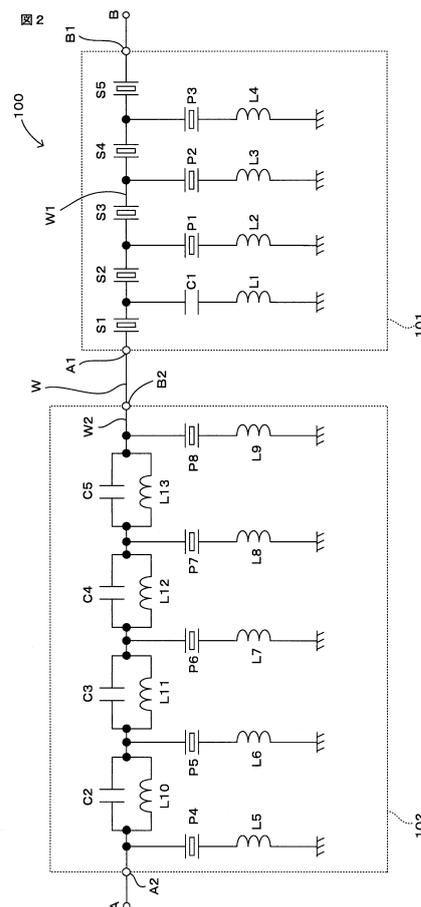
- | | | |
|-------------------|--------------|----|
| 1 | フィルタモジュール | 40 |
| 2 | モジュール基板 | |
| 3 | 第 1 のベース基板 | |
| 4 | 第 2 のベース基板 | |
| 1 0 0、3 0 0、4 0 0 | バンドパスフィルタ | |
| 1 0 1、2 0 1 | L C ハイパスフィルタ | |
| 1 0 2、2 0 2 | L C ローパスフィルタ | |
| 3 0 1、3 0 2 | L C 並列共振回路 | |
| A、A 3 1、A 4 1 | 入力端子 | |
| A 1、A 1 1 | 第 1 の入力端子 | |
| A 2、A 2 2 | 第 2 の入力端子 | 50 |

- B、B 3 1、B 4 1 出力端子
- B 1、B 1 1 第 1 の出力端子
- B 2、B 2 2 第 2 の出力端子
- C 1 1 ~ C 1 4、C 5 1、C 5 2 第 1 のキャパシタ
- C 2 1、C 2 2、C 2 3 第 2 のキャパシタ
- C 3 1、C 3 2、C 3 3 第 3 のキャパシタ
- L 1、L 2、L 3、L 4、L 1 1、L 1 2、L 1 3 第 1 のインダクタ
- L 1 0、L 1 1、L 1 2、L 1 3、L 2 1、L 2 2 第 2 のインダクタ
- S 1 ~ S 5、P 1 ~ P 3、P 3 2、S 4 1 ~ S 4 4 第 1 の弾性波共振子 (第 1 のキャパシタ)
- P 4 ~ P 8、P 3 1、P 4 1 ~ P 4 6 第 2 の弾性波共振子 (第 2 のキャパシタ)
- P B 通過帯域
- R B 1 第 1 の通過阻止帯域
- R B 2 第 2 の通過阻止帯域
- W、W 3 1、W 4 1 経路
- W 1、W 1 1 第 1 の経路
- W 2、W 2 2 第 2 の経路

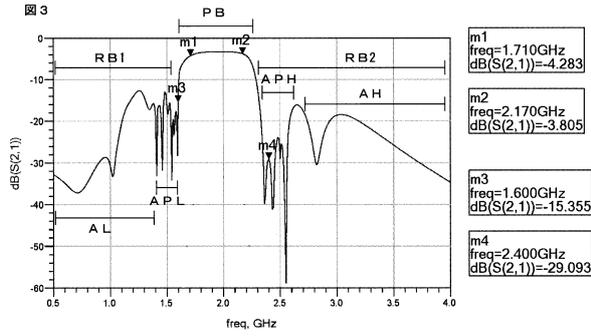
【図 1】



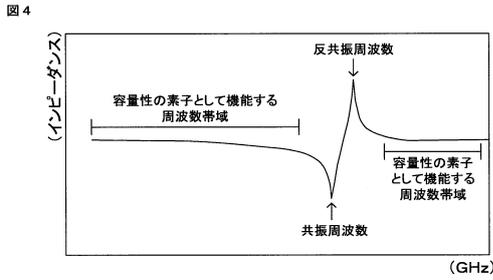
【図 2】



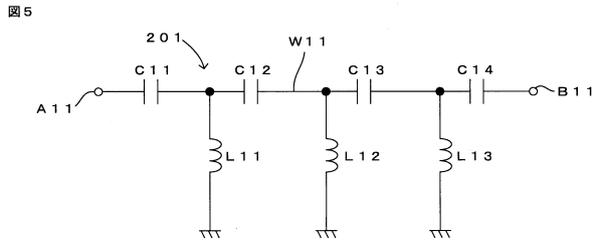
【 図 3 】



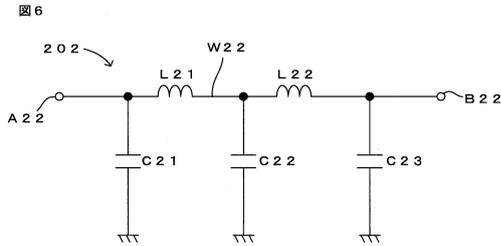
【 図 4 】



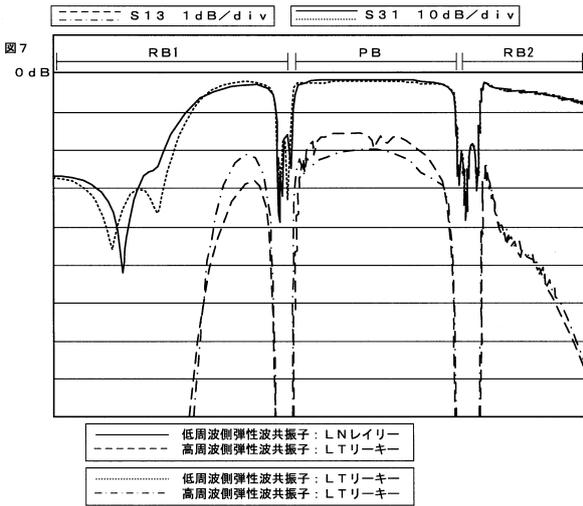
【 図 5 】



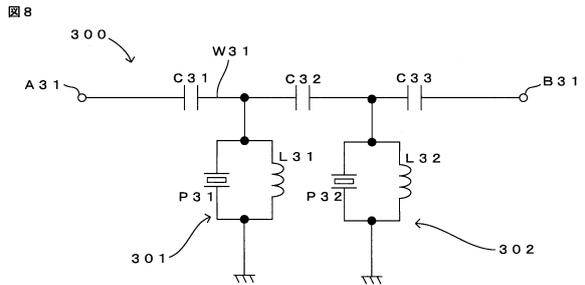
【 図 6 】



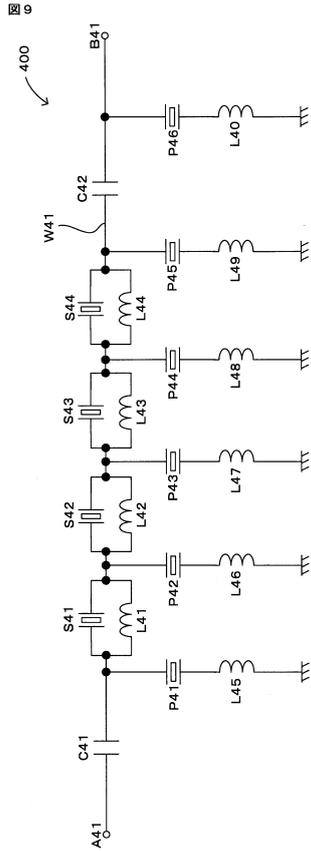
【 図 7 】



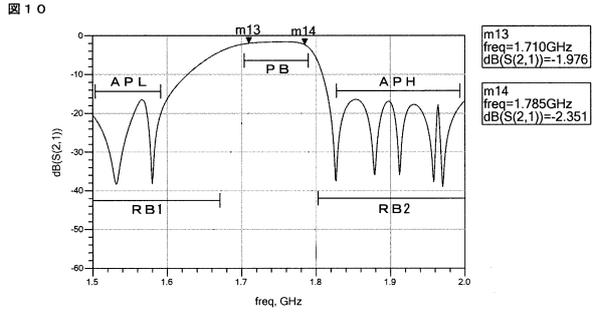
【 図 8 】



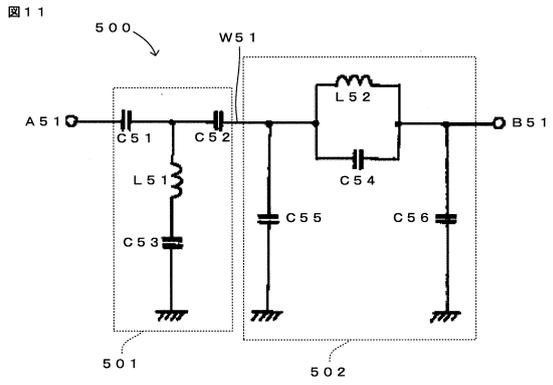
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



フロントページの続き

審査官 橋本 和志

- (56)参考文献 特開平09 - 098056 (JP, A)
国際公開第2013 / 128636 (WO, A1)
特開2008 - 078981 (JP, A)
特開平07 - 283688 (JP, A)
特開2006 - 074749 (JP, A)
特開2002 - 319836 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03H	7/01
H03H	7/075
H03H	9/145
H03H	9/64