

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6708258号
(P6708258)

(45) 発行日 令和2年6月10日 (2020.6.10)

(24) 登録日 令和2年5月25日 (2020.5.25)

(51) Int.Cl. F I
H03H 9/64 (2006.01) H03H 9/64 Z

請求項の数 20 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2018-538441 (P2018-538441)	(73) 特許権者	000006231
(86) (22) 出願日	平成29年9月6日 (2017.9.6)		株式会社村田製作所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2017/032108		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(87) 国際公開番号	W02018/047862	(74) 代理人	110001232
(87) 国際公開日	平成30年3月15日 (2018.3.15)		特許業務法人 宮▲崎▼・目次特許事務所
審査請求日	平成30年6月4日 (2018.6.4)	(72) 発明者	安田 潤平
(31) 優先権主張番号	特願2016-174775 (P2016-174775)		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(32) 優先日	平成28年9月7日 (2016.9.7)		株式会社村田製作所内
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)	審査官	橋本 和志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 弾性波フィルタ装置及び複合フィルタ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも1つの直列腕共振子及び少なくとも1つの並列腕共振子を含むラダー型回路を有し、前記直列腕共振子及び前記並列腕共振子が弾性波共振子からなる、第1のフィルタ部と、

前記第1のフィルタ部に接続されており、少なくとも1つの直列腕共振子及び少なくとも1つの並列腕共振子を含むラダー型回路を有し、前記直列腕共振子及び前記並列腕共振子が弾性波共振子からなる、第2のフィルタ部とを備え、

前記第2のフィルタ部の比帯域が、前記第1のフィルタ部の比帯域よりも小さく、

前記第1のフィルタ部が、前記並列腕共振子と基準電位との間に接続されているインダクタを有し、または有さず、

前記第2のフィルタ部が、少なくとも1つの前記並列腕共振子と基準電位との間に接続されているインダクタを有し、

前記並列腕共振子と基準電位との間に接続されているインダクタのうち、最もインダクタンス値が大きいインダクタが、前記第2のフィルタ部に含まれている、弾性波フィルタ装置。

【請求項2】

前記弾性波フィルタ装置と共通接続される他の帯域通過型フィルタまたは他のシステムの送信帯域または受信帯域のうち、前記弾性波フィルタ装置の通過帯域に周波数が最も近い前記送信帯域または前記受信帯域における、前記第2のフィルタ部の減衰量が前記第1

10

20

のフィルタ部の減衰量よりも大きい、請求項 1 に記載の弾性波フィルタ装置。

【請求項 3】

前記第 1 のフィルタ部及び前記第 2 のフィルタ部がそれぞれ、少なくとも 1 つの並列腕共振子と基準電位との間に接続されているインダクタを有し、前記第 1、第 2 のフィルタ部において、前記並列腕共振子と前記基準電位との間に接続されているインダクタのうち、インダクタンス値が最も大きいインダクタを、前記第 2 のフィルタ部が有する、請求項 1 または 2 に記載の弾性波フィルタ装置。

【請求項 4】

前記第 2 のフィルタ部に設けられている前記インダクタのいずれのインダクタンス値も、前記第 1 のフィルタ部に設けられている前記インダクタのいずれのインダクタンス値よりも大きい、請求項 3 に記載の弾性波フィルタ装置。

10

【請求項 5】

前記第 2 のフィルタ部に設けられている前記インダクタのうち、前記第 1 のフィルタ部から最も遠い側に設けられているインダクタのインダクタンス値が最も大きい、請求項 3 または 4 に記載の弾性波フィルタ装置。

【請求項 6】

前記第 1、第 2 のフィルタ部において、前記第 2 のフィルタ部が、比帯域が最も小さい弾性波共振子を有する、請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載の弾性波フィルタ装置。

【請求項 7】

他の帯域通過型フィルタまたは他のシステムと共通接続され、通過帯域を有する弾性波フィルタ装置であって、

20

ラダー型回路を有する、第 1 のフィルタ部と、

前記第 1 のフィルタ部に接続されており、少なくとも 1 つの直列腕共振子及び少なくとも 1 つの並列腕共振子を含むラダー型回路を有し、前記直列腕共振子及び前記並列腕共振子が弾性波共振子からなる、第 2 のフィルタ部とを備え、

前記第 2 のフィルタ部において、直列腕と基準電位との間に接続されたインダクタをさらに備え、

前記第 2 のフィルタ部の比帯域が、前記第 1 のフィルタ部の比帯域よりも小さく、

共通接続される前記他の帯域通過型フィルタまたは前記他のシステムの送信帯域または受信帯域のうち、前記通過帯域に周波数が最も近い前記送信帯域または前記受信帯域における、前記第 2 のフィルタ部の減衰量が前記第 1 のフィルタ部の減衰量よりも大きく、

30

前記第 1 のフィルタ部が、弾性波共振子からなる前記ラダー型回路を有する、弾性波フィルタ装置。

【請求項 8】

前記第 1、第 2 のフィルタ部において、前記第 2 のフィルタ部が、比帯域が最も小さい弾性波共振子を有する、請求項 7 に記載の弾性波フィルタ装置。

【請求項 9】

他の帯域通過型フィルタまたは他のシステムと共通接続され、通過帯域を有する弾性波フィルタ装置であって、

ラダー型回路を有する、第 1 のフィルタ部と、

40

前記第 1 のフィルタ部に接続されており、少なくとも 1 つの直列腕共振子及び少なくとも 1 つの並列腕共振子を含むラダー型回路を有し、前記直列腕共振子及び前記並列腕共振子が弾性波共振子からなる、第 2 のフィルタ部とを備え、

前記第 2 のフィルタ部において、直列腕と基準電位との間に接続されたインダクタをさらに備え、

前記第 2 のフィルタ部の比帯域が、前記第 1 のフィルタ部の比帯域よりも小さく、

共通接続される前記他の帯域通過型フィルタまたは前記他のシステムの送信帯域または受信帯域のうち、前記通過帯域に周波数が最も近い前記送信帯域または前記受信帯域における、前記第 2 のフィルタ部の減衰量が前記第 1 のフィルタ部の減衰量よりも大きく、

前記第 1 のフィルタ部が、直列腕と前記基準電位との間に接続されているインダクタを

50

有しない、弾性波フィルタ装置。

【請求項 1 0】

他の帯域通過型フィルタまたは他のシステムと共通接続され、通過帯域を有する弾性波フィルタ装置であって、

ラダー型回路を有する、第 1 のフィルタ部と、

前記第 1 のフィルタ部に接続されており、少なくとも 1 つの直列腕共振子及び少なくとも 1 つの並列腕共振子を含むラダー型回路を有し、前記直列腕共振子及び前記並列腕共振子が弾性波共振子からなる、第 2 のフィルタ部とを備え、

前記第 2 のフィルタ部において、直列腕と基準電位との間に接続されたインダクタをさらに備え、

前記第 2 のフィルタ部の比帯域が、前記第 1 のフィルタ部の比帯域よりも小さく、

共通接続される前記他の帯域通過型フィルタまたは前記他のシステムの送信帯域または受信帯域のうち、前記通過帯域に周波数が最も近い前記送信帯域または前記受信帯域における、前記第 2 のフィルタ部の減衰量が前記第 1 のフィルタ部の減衰量よりも大きく、

前記第 1 のフィルタ部が、前記直列腕と前記基準電位との間に、他の素子を介さず接続されているインダクタを有し、

前記第 1、第 2 のフィルタ部において、前記直列腕と前記基準電位との間に接続されているインダクタのうち、インダクタンス値が最も大きいインダクタを、前記第 1 のフィルタ部が有する、弾性波フィルタ装置。

【請求項 1 1】

前記第 1 のフィルタ部において、前記直列腕と前記基準電位との間に、他の素子を介さず接続されているいずれのインダクタのインダクタンス値も、前記第 2 のフィルタ部において、前記直列腕と前記基準電位との間に、他の素子を介さず接続されているいずれのインダクタのインダクタンス値よりも大きい、請求項 1 0 に記載の弾性波フィルタ装置。

【請求項 1 2】

前記第 1 のフィルタ部が、少なくとも 1 つのインダクタと少なくとも 1 つのコンデンサとを有する LC フィルタである、請求項 9 ～ 1 1 のいずれか 1 項に記載の弾性波フィルタ装置。

【請求項 1 3】

前記第 1 のフィルタ部が、弾性波共振子からなる前記ラダー型回路を有し、

前記第 1 のフィルタ部に設けられている前記弾性波共振子の比帯域のいずれもが、前記第 2 のフィルタ部に設けられている前記弾性波共振子の比帯域よりも大きい、請求項 1 ～ 1 1 のいずれか 1 項に記載の弾性波フィルタ装置。

【請求項 1 4】

前記第 1、第 2 のフィルタ部が、弾性表面波フィルタである、請求項 1 ～ 1 1 のいずれか 1 項に記載の弾性波フィルタ装置。

【請求項 1 5】

前記第 1 のフィルタ部が、弾性波共振子からなる前記ラダー型回路を有し、

前記第 1 のフィルタ部で用いられる弾性波のモードと、前記第 2 のフィルタ部で用いられる弾性波のモードとが異なる、請求項 1 ～ 1 1 のいずれか 1 項に記載の弾性波フィルタ装置。

【請求項 1 6】

前記第 1、第 2 のフィルタ部が、圧電体と、前記圧電体上に設けられた電極とを有し、前記電極の材料、前記圧電体の材料、前記圧電体の前記材料の組成比、前記圧電体の結晶方位並びに前記圧電体のカット角のうち少なくとも 1 つにおいて、前記第 1 のフィルタ部と前記第 2 のフィルタ部とが異なっている、請求項 1 ～ 1 1 及び 1 3 ～ 1 5 のいずれか 1 項に記載の弾性波フィルタ装置。

【請求項 1 7】

前記第 1、第 2 のフィルタ部が、圧電体と、前記圧電体上に設けられた電極と、前記電極を覆うように設けられた誘電体膜とを備え、前記電極の厚み及び前記誘電体膜の厚みの

10

20

30

40

50

うち少なくとも一方において、前記第1のフィルタ部と前記第2のフィルタ部とが異なっている、請求項1～11及び13～16のいずれか1項に記載の弾性波フィルタ装置。

【請求項18】

一端において共通接続されている複数の帯域通過型フィルタを備え、

前記複数の帯域通過型フィルタが、請求項1～6のいずれか1項に記載の弾性波フィルタ装置を含み、かつ第1の通過帯域を有する第1の帯域通過型フィルタと、前記第1の通過帯域とは異なる第2の通過帯域を有する第2の帯域通過型フィルタとを有し、

前記第2の通過帯域が前記第1の通過帯域よりも高周波数側に位置している、複合フィルタ装置。

【請求項19】

一端において共通接続されている複数の帯域通過型フィルタを備え、

前記複数の帯域通過型フィルタが、請求項7～12のいずれか1項に記載の弾性波フィルタ装置を含み、かつ第1の通過帯域を有する第1の帯域通過型フィルタと、前記第1の通過帯域とは異なる第2の通過帯域を有する第2の帯域通過型フィルタとを有し、

前記第2の通過帯域が前記第1の通過帯域よりも低周波数側に位置している、複合フィルタ装置。

【請求項20】

一端において共通接続されている複数の帯域通過型フィルタを備え、

前記複数の帯域通過型フィルタが、請求項13～17のいずれか1項に記載の弾性波フィルタ装置を含み、かつ第1の通過帯域を有する第1の帯域通過型フィルタと、前記第1の通過帯域とは異なる第2の通過帯域を有する第2の帯域通過型フィルタとを有する、複合フィルタ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ラダー型回路を有する弾性波フィルタを有する、弾性波フィルタ装置及び複合フィルタ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、携帯電話機等においては、アンテナ端子に、複数の帯域通過型フィルタが接続されている。例えば下記の特許文献1には、アンテナ端子に、第1、第2の弾性波フィルタからなる第1、第2の帯域通過型フィルタの一端が接続された弾性波フィルタ装置が開示されている。特許文献1では、第1、第2の帯域通過型フィルタは、直列腕共振子及び並列腕共振子を有する、ラダー型フィルタである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2004-88143号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1に記載の弾性波フィルタ装置では、第1、第2の帯域通過型フィルタのうちの一方のフィルタ特性が、他方のフィルタ特性の影響を受ける。例えば、第1の帯域通過型フィルタのアンテナ端子側からみた反射損失が、第2の帯域通過型フィルタの通過帯域において大きいとする。この場合、第2の帯域通過型フィルタの通過帯域における挿入損失が増大するという問題があった。

【0005】

他方、近年、携帯電話機のRF段の帯域通過型フィルタでは、通過帯域の拡大が求められている。そのため、ラダー型回路構成の弾性波フィルタでは、並列腕共振子と基準電位との間にインダクタを接続したり、直列腕と基準電位との間にインダクタを接続したりす

10

20

30

40

50

ることにより、広帯域化が図られている。

【0006】

しかしながら、第1、第2の帯域通過型フィルタが一端側でアンテナ端子に接続されている構成では、1つの帯域通過型フィルタの広帯域化を図るだけでなく、上述した相手側の帯域通過型フィルタへの影響も考慮して設計しなければならない。すなわち、上記インダクタを用いて広帯域化を図った場合、通過帯域外における反射損失が増大し、相手側の帯域通過型フィルタの通過帯域における挿入損失を悪化させるおそれがあった。

【0007】

本発明の目的は、一端が共通接続された複数の弾性波フィルタを有する弾性波フィルタ装置であって、広帯域化と相手方フィルタの通過帯域における挿入損失の改善とを図り得る、弾性波フィルタ装置を提供することにある。

10

【0008】

本発明の他の目的は、広帯域化を図りつつ、束ねられている帯域通過型フィルタの挿入損失を改善することができる、複合フィルタ装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明に係る弾性波フィルタ装置のある広い局面では、少なくとも1つの直列腕共振子及び少なくとも1つの並列腕共振子を含むラダー型回路を有し、前記直列腕共振子及び前記並列腕共振子が弾性波共振子からなる、第1のフィルタ部と、前記第1のフィルタ部に接続されており、少なくとも1つの直列腕共振子及び少なくとも1つの並列腕共振子を含むラダー型回路を有し、前記直列腕共振子及び前記並列腕共振子が弾性波共振子からなる、第2のフィルタ部とが備えられており、前記第2のフィルタ部の比帯域が、前記第1のフィルタ部の比帯域よりも小さく、前記第1のフィルタ部が、前記並列腕共振子と基準電位との間に接続されているインダクタを有し、または有さず、前記第2のフィルタ部が、少なくとも1つの前記並列腕共振子と基準電位との間に接続されているインダクタを有し、前記並列腕共振子と基準電位との間に接続されているインダクタのうち、最もインダクタンス値が大きいインダクタが、前記第2のフィルタ部に含まれている。

20

【0010】

本発明に係る弾性波フィルタ装置の他の特定の局面では、前記第2のフィルタ部において、通過帯域に隣接する所定の減衰域における減衰量が、前記第1のフィルタ部において通過帯域に隣接する減衰域における減衰量よりも大きい。

30

【0011】

本発明に係る弾性波フィルタ装置の別の特定の局面では、前記第1のフィルタ部及び前記第2のフィルタ部がそれぞれ、少なくとも1つの並列腕共振子と基準電位との間に接続されているインダクタを有し、前記第1、第2のフィルタ部において、前記並列腕共振子と前記基準電位との間に接続されているインダクタのうち、インダクタンス値が最も大きいインダクタを、前記第2のフィルタ部が有する。

【0012】

本発明に係る弾性波フィルタ装置のさらに他の特定の局面では、前記第2のフィルタ部に設けられている前記インダクタのいずれのインダクタンス値も、前記第1のフィルタ部に設けられている前記インダクタのいずれのインダクタンス値よりも大きい。

40

【0013】

本発明に係る弾性波フィルタ装置のさらに他の特定の局面では、前記第2のフィルタ部に設けられている前記インダクタのうち、前記第1のフィルタ部から最も遠い側に設けられているインダクタのインダクタ値が最も大きい。

【0014】

本発明に係る弾性波フィルタ装置のさらに別の特定の局面では、前記第1、第2のフィルタ部において、前記第2のフィルタ部が、比帯域が最も小さい弾性波共振子を有する。

【0015】

本発明に係る弾性波フィルタ装置の他の広い局面では、少なくとも1つのインダクタと

50

少なくとも1つのコンデンサとを有するLCフィルタである、第1のフィルタ部と、前記第1のフィルタ部に接続されており、少なくとも1つの直列腕共振子及び少なくとも1つの並列腕共振子を含むラダー型回路を有し、前記直列腕共振子及び前記並列腕共振子が弾性波共振子からなる、第2のフィルタ部とが備えられており、前記第2のフィルタ部の比帯域が、前記第1のフィルタ部の比帯域よりも小さい。

【0016】

本発明に係る弾性波フィルタ装置のさらに他の特定の局面では、前記第2のフィルタ部において、通過帯域に隣接する所定の減衰域における減衰量が、前記第1のフィルタ部において通過帯域に隣接する減衰域における減衰量よりも大きい。

【0017】

本発明に係る弾性波フィルタ装置の別の広い局面では、ラダー型回路を有する、第1のフィルタ部と、前記第1のフィルタ部に接続されており、少なくとも1つの直列腕共振子及び少なくとも1つの並列腕共振子を含むラダー型回路を有し、前記直列腕共振子及び前記並列腕共振子が弾性波共振子からなる、第2のフィルタ部とが備えられており、前記第2のフィルタ部において、直列腕と基準電位との間に接続されたインダクタをさらに備えられている。

【0018】

本発明に係る弾性波フィルタ装置の他の特定の局面では、前記第2のフィルタ部において通過帯域に隣接している所定の減衰域における減衰量が、前記第1のフィルタ部において通過帯域に隣接している減衰域における減衰量よりも大きい。

【0019】

本発明に係る弾性波フィルタ装置の他の特定の局面では、前記第1のフィルタ部が、弾性波共振子からなる前記ラダー型回路を有する。

【0020】

本発明に係る弾性波フィルタ装置の別の特定の局面では、前記第1、第2のフィルタ部において、前記第2のフィルタ部が、比帯域が最も小さい弾性波共振子を有する。

【0021】

本発明に係る弾性波フィルタ装置のさらに他の特定の局面では、前記第1のフィルタ部が、直列腕と前記基準電位との間に接続されているインダクタを有しない。

【0022】

本発明に係る弾性波フィルタ装置の他の特定の局面では、前記第1のフィルタ部が、前記直列腕と前記基準電位との間に、他の素子を介さず接続されているインダクタを有し、前記第1、第2のフィルタ部において、前記直列腕と前記基準電位との間に接続されているインダクタのうち、インダクタンス値が最も大きいインダクタを、前記第1のフィルタ部が有する。

【0023】

本発明に係る弾性波フィルタ装置のさらに他の特定の局面では、前記第1のフィルタ部において、前記直列腕と前記基準電位との間に、他の素子を介さず接続されているいずれのインダクタのインダクタンス値も、前記第2のフィルタ部において、前記直列腕と前記基準電位との間に、他の素子を介さず接続されているいずれのインダクタのインダクタンス値よりも大きい。

【0024】

本発明に係る弾性波フィルタ装置のさらに別の特定の局面では、前記第1のフィルタ部が、少なくとも1つのインダクタと少なくとも1つのコンデンサとを有するLCフィルタである。

【0025】

本発明に係る弾性波フィルタ装置の別の特定の局面では、前記第1のフィルタ部が、弾性波共振子からなる前記ラダー型回路を有し、前記第1のフィルタ部に設けられている前記弾性波共振子の比帯域のいずれもが、前記第2のフィルタ部に設けられている前記弾性波共振子の比帯域よりも大きい。

10

20

30

40

50

【0026】

本発明に係る弾性波フィルタ装置のさらに他の特定の局面では、前記第1、第2のフィルタ部が、弾性表面波フィルタである。

【0027】

本発明に係る弾性波フィルタ装置のさらに他の特定の局面では、前記第1のフィルタ部が、弾性波共振子からなる前記ラダー型回路を有し、前記第1のフィルタ部で用いられる弾性波のモードと、前記第2のフィルタ部で用いられる弾性波のモードとが異なる。

【0028】

本発明に係る弾性波フィルタ装置のさらに他の特定の局面では、前記第1、第2のフィルタ部が、圧電体と、前記圧電体上に設けられた電極とを有し、前記電極の材料、前記圧電体の材料、前記圧電体の前記材料の組成比、前記圧電体の結晶方位並びに前記圧電体のカット角のうち少なくとも1つにおいて、前記第1のフィルタ部と前記第2のフィルタ部とが異なっている。

10

【0029】

本発明に係る弾性波フィルタ装置の別の特定の局面では、前記第1、第2のフィルタ部が、圧電体と、前記圧電体上に設けられた電極と、前記電極を覆うように設けられた誘電体膜とを備え、前記電極の厚み及び前記誘電体膜の厚みのうち少なくとも一方において、前記第1のフィルタ部と前記第2のフィルタ部とが異なっている。

【0030】

本発明に係る複合フィルタ装置のある広い局面では、一端において共通接続されている複数の帯域通過型フィルタが備えられており、前記複数の帯域通過型フィルタが、本発明に従い構成された弾性波フィルタ装置であり、かつ第1の通過帯域を有する第1の帯域通過型フィルタと、前記第1の通過帯域とは異なる第2の通過帯域を有する第2の帯域通過型フィルタとを有し、前記第2の通過帯域が前記第1の通過帯域よりも高周波数側に位置している。

20

【0031】

本発明に係る複合フィルタ装置の他の広い局面では、一端において共通接続されている複数の帯域通過型フィルタが備えられており、前記複数の帯域通過型フィルタが、本発明に従い構成された弾性波フィルタ装置であり、かつ第1の通過帯域を有する第1の帯域通過型フィルタと、前記第1の通過帯域とは異なる第2の通過帯域を有する第2の帯域通過型フィルタとを有し、前記第2の通過帯域が前記第1の通過帯域よりも低周波数側に位置している。

30

【0032】

本発明に係る複合フィルタ装置の別の広い局面では、一端において共通接続されている複数の帯域通過型フィルタが備えられており、前記複数の帯域通過型フィルタが、本発明に従い構成された弾性波フィルタ装置であり、かつ第1の通過帯域を有する第1の帯域通過型フィルタと、前記第1の通過帯域とは異なる第2の通過帯域を有する第2の帯域通過型フィルタとを有する。

【発明の効果】

【0033】

本発明に係る弾性波フィルタ装置によれば、広帯域化を図りつつ、挿入損失を改善することができる。よって、他の帯域通過型フィルタと束ねられた場合に、束ねられている他の帯域通過型フィルタの挿入損失を改善できる。

40

【0034】

本発明に係る複合フィルタ装置によれば、第1の帯域通過型フィルタが、発明に係る弾性波フィルタ装置からなるため、広帯域化を図りつつ、束ねられている他の帯域通過型フィルタの挿入損失を改善することができる。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】図1は、本発明の第1の実施形態に係る複合フィルタ装置の回路図である。

50

【図 2】図 2 は、第 1 の実施形態において、第 1、第 2 のフィルタ部に用いられている各弾性波共振子の共振特性を示す図である。

【図 3】図 3 は、第 1 の実施形態における第 1 のフィルタ部及び第 2 のフィルタ部の S パラメータ特性を示す図である。

【図 4】図 4 は、図 3 に示した S パラメータ特性を拡大して示す図である。

【図 5】図 5 は、第 1 の実施形態における第 1 のフィルタ部及び第 2 のフィルタ部のアンテナ端子からみた反射損失を示す図である。

【図 6】図 6 は、第 1 の実施形態における第 1、第 2 のフィルタ部のフィルタ特性の関係を示す図である。

【図 7】図 7 は、本発明の第 2 の実施形態に係る複合フィルタ装置の回路図である。

10

【図 8】図 8 は、本発明の第 3 の実施形態に係る複合フィルタ装置の回路図である。

【図 9】図 9 は、本発明の第 4 の実施形態に係る複合フィルタ装置の回路図である。

【図 10】図 10 は、第 4 の実施形態における第 1、第 2 のフィルタ部の S 1 2 パラメータの周波数特性を示す図である。

【図 11】図 11 は、本発明の第 4 の実施形態における第 1 のフィルタ部及び第 2 のフィルタ部のアンテナ端子からみた反射損失を示す図である。

【図 12】図 12 は、本発明の第 5 の実施形態に係る複合フィルタ装置の回路図である。

【図 13】図 13 は、本発明の第 6 の実施形態に係る複合フィルタ装置の回路図である。

【発明を実施するための形態】

【0036】

20

以下、図面を参照しつつ、本発明の具体的な実施形態を説明することにより、本発明を明らかにする。

【0037】

なお、本明細書に記載の各実施形態は、例示的なものであり、異なる実施形態間において、構成の部分的な置換または組み合わせが可能であることを指摘しておく。

【0038】

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る複合フィルタ装置の回路図である。

【0039】

複合フィルタ装置 1 は、携帯電話機の RF 段に用いられるフィルタ装置である。複合フィルタ装置 1 は、アンテナに接続されるアンテナ端子 2 を有する。アンテナ端子 2 に、第 1～第 4 の帯域通過型フィルタ 3～6 の一端が接続されている。第 1～第 4 の帯域通過型フィルタ 3～6 は、一端側で束ねられて、アンテナ端子 2 に接続されている。第 1～第 4 の帯域通過型フィルタ 3～6 の各通過帯域はそれぞれ異なっている。本実施形態では、第 1 の帯域通過型フィルタ 3 の通過帯域は 2300MHz～2370MHz である。第 2 の帯域通過型フィルタ 4 の通過帯域は、2496MHz～2690MHz である。他方、第 3 の帯域通過型フィルタ 5 の通過帯域は、2110MHz～2200MHz である。第 4 の帯域通過型フィルタ 6 の通過帯域は、1475.9MHz～2025MHz である。

30

【0040】

第 1～第 4 の帯域通過型フィルタ 3～6 は、それぞれ、複数の直列腕共振子及び複数の並列腕共振子を有する。すなわち、第 1～第 4 の帯域通過型フィルタ 3～6 は、ラダー型回路を有している。そして、直列腕共振子及び並列腕共振子は、それぞれ、弾性波共振子からなる。

40

【0041】

第 1 の帯域通過型フィルタ 3 が、本発明の弾性波フィルタ装置の一実施形態に相当する。

【0042】

第 1 の帯域通過型フィルタ 3 は、アンテナ端子 2 に接続されている第 1 のフィルタ部 3a と、第 1 のフィルタ部 3a に接続されている第 2 のフィルタ部 3b とを有する。第 1、第 2 のフィルタ部 3a、3b はいずれも弾性波フィルタである。第 1 の帯域通過型フィルタ 3 は、アンテナ端子 2 と、送信端子としての端子 7 との間に接続されている。

50

【0043】

第1のフィルタ部3aは、直列腕共振子S1、S2と、並列腕共振子P1とを有する。第2のフィルタ部3bは、直列腕共振子S3～S5と、並列腕共振子P2、P3とを有する。並列腕共振子P2、P3と、基準電位との間には、それぞれ、インダクタL1、L2が接続されている。インダクタL1、L2の接続により、第2のフィルタ部3bの通過帯域の拡大が図られている。それによって、第1の帯域通過型フィルタ3の通過帯域が広がられている。

【0044】

第1の帯域通過型フィルタ3では、第2のフィルタ部3bが、比帯域が最も小さい弾性波共振子を有する。なお、弾性波共振子の比帯域は、反共振周波数と共振周波数との周波数差を、共振周波数により割ることによって表される。より詳細には、第1のフィルタ部3aに含まれる直列腕共振子S1、S2及び並列腕共振子P1と、第2のフィルタ部3bに含まれる直列腕共振子S3～S5と、並列腕共振子P2、P3とを構成している弾性波共振子の中で、比帯域が最も小さい弾性波共振子が、直列腕共振子S3～S5及び並列腕共振子P2、P3のうちのいずれかである。

【0045】

そのため、第1のフィルタ部3aに比べ、第2のフィルタ部3bにおいて、通過帯域に隣接している減衰域における減衰量が大きくされている。ここで、減衰域とは、受信フィルタにおいては、同じ通信バンドの送信帯域、異なる通信バンドの送信帯域またはWi-Fiなどの他のシステムにおける送信帯域をいう。他方、送信フィルタにおいては、減衰域とは、同じ通信バンドの受信帯域、異なる通信バンドの受信帯域またはWi-Fiなどの他のシステムにおける受信帯域をいう。

【0046】

前述したように、第1のフィルタ部3a及び第2のフィルタ部3bにおいて、並列腕共振子と基準電位との間に接続されているインダクタのうち、最もインダクタンス値が大きいインダクタが第2のフィルタ部3bに含まれている。

【0047】

なお、第2のフィルタ部3bでは、並列腕共振子P2、P3と基準電位との間にそれぞれインダクタL1、L2が設けられており、第1のフィルタ部3aでは、並列腕共振子P1と基準電位との間にインダクタは接続されていない。このように、並列腕共振子と基準電位との間にインダクタが接続されていない場合、並列腕共振子と基準電位との間のインダクタンス値は0nH～数nH程度となる。もっとも、広帯域化を図るために、並列腕共振子P1と基準電位との間にインダクタが接続されていてもよい。いずれにしても、第1、第2のフィルタ部3a、3bにおいて、並列腕共振子と基準電位との間に接続されているインダクタが、第2のフィルタ部3bに設けられておればよい。

【0048】

第1の帯域通過型フィルタ3は上記構成を備えるため、通過帯域の広帯域化を図ることができる。しかも、第1、第2のフィルタ部3a、3bが上記のように構成されているため、アンテナ端子2からみた第1の帯域通過型フィルタ3の反射損失を小さくすることができる。ここで、第1の帯域通過型フィルタ3において、並列腕共振子と基準電位との間に接続されているインダクタのうち、アンテナ端子2から最も遠い側に設けられているインダクタのインダクタンス値が最も大きいことが好ましい。より具体的には、本実施形態においては、第2のフィルタ部3bにおける、第1のフィルタ部3aから最も遠い側に設けられているインダクタL2のインダクタンス値が、インダクタL1のインダクタンス値よりも大きいことが好ましい。それによって、アンテナ端子2側からみた第1の帯域通過型フィルタ3の反射損失をより一層小さくすることができる。

【0049】

他方、第2の帯域通過型フィルタ4は、直列腕共振子S11～S14及び並列腕共振子P11～P13を有する、ラダー型回路構成の帯域通過型フィルタである。第3の帯域通過型フィルタ5も同様に、直列腕共振子S21～S24及び並列腕共振子P21～P23

を有するラダー型回路構成の帯域通過型フィルタである。

【0050】

第4の帯域通過型フィルタ6も、複数の直列腕共振子S31～S34と、複数の並列腕共振子P31～P33とを有するラダー型回路構成の帯域通過型フィルタである。

【0051】

ここで、第1の帯域通過型フィルタ3の通過帯域を第1の通過帯域とし、第2の帯域通過型フィルタ4の通過帯域を第2の通過帯域とする。

【0052】

第1の帯域通過型フィルタ3においては、上記のように、インダクタL1、L2が設けられているため、通過帯域の拡大を図ることができる。しかも、アンテナ端子2からみた第1の帯域通過型フィルタ3の第2の通過帯域における反射損失が小さくされている。これは、第2のフィルタ部3bが、比帯域が最も小さい弾性波共振子を有し、通過帯域に隣接する減衰域における減衰量が、第2のフィルタ部3bにおいて、第1のフィルタ部3aにおける減衰量よりも大きいことによる。これを、図2～図6を参照して説明する。

【0053】

図2の実線は、第1のフィルタ部3aに用いられている弾性波共振子の共振特性を、破線は第2のフィルタ部3bに用いられている弾性波共振子の共振特性を示す。ここでは、並列腕共振子P1の共振特性と、並列腕共振子P2の共振特性とが示されている。第2のフィルタ部3bの並列腕共振子P2は、並列腕共振子P1に比べて比帯域が小さい弾性波共振子である。同様に、直列腕共振子S3、S4、S5は、直列腕共振子S1、S2よりも比帯域が小さい弾性波共振子である。

【0054】

並列腕共振子P2、P3は、比帯域が最も小さいものの、上述したインダクタL1、L2が並列腕共振子P2、P3に接続されていることにより、広帯域化が図られている。

【0055】

図3は、第1の実施形態における第1のフィルタ部及び第2のフィルタ部のSパラメータ特性を示す図であり、図4は、図3に示したSパラメータ特性を拡大して示す図である。図5は、第1の実施形態における第1のフィルタ部及び第2のフィルタ部のアンテナ端子からみた反射損失を示す図である。パラメータ特性は、ネットワークアナライザでの伝送特性、反射損失を測定する。ここで、図3及び図4における実線で示すS(1, 4)パラメータは第1のフィルタ部の周波数特性であり、破線で示すS(1, 2)パラメータは第2のフィルタ部の周波数特性である。図5においては、実線が第1のフィルタ部の反射損失を示し、破線が第2のフィルタ部の反射損失を示す。図3及び図4に示すS(1, 2)パラメータの周波数特性において、第1の通過帯域である2300MHz～2370MHzにおいては、減衰量が非常に小さい。他方、第1の通過帯域に隣接する減衰帯域である2402MHz～2472MHz、及び第2の通過帯域である2496MHz～2690MHzでは、十分な減衰量が確保されている。それによって、図5に示すように、第2の通過帯域では、アンテナ端子2からみた反射損失が小さくなっている。従って、第1の帯域通過型フィルタ3において、インダクタL1、L2の接続により広帯域化を図りつつ、共通接続される相手方の帯域通過型フィルタである第2の帯域通過型フィルタ4の第2の通過帯域における挿入損失を改善し得ることがわかる。

【0056】

図6は、第1の実施形態における第1、第2のフィルタ部のフィルタ特性の関係を示す図である。図6の実線が、第1のフィルタ部3aのフィルタ特性を示し、破線が、第2のフィルタ部3bのフィルタ特性を示す。

【0057】

他方、破線で示すように、第2のフィルタ部3bでは、比帯域が小さい弾性波共振子を有するため、通過帯域に隣接している減衰域における減衰量が十分大きくされている。従って、第2のフィルタ部3bでは、通過帯域近傍における減衰特性の急峻性が高められている。

【0058】

もっとも、通過帯域から離れた周波数域、すなわち、図6において、通過帯域よりも高域側に離れた位置においては、第2のフィルタ部3bでは、十分な減衰量が確保されていない。これに対して、第1のフィルタ部3aでは、通過帯域よりも高域側に離れた周波数域において、十分大きな減衰量が確保されている。

【0059】

従って、複合フィルタ装置1の第1の帯域通過型フィルタ3では、広帯域化を図りつつ、第1の通過帯域よりも高域側における減衰量が十分大きくされている。そのため、第1の通過帯域よりも高域側に位置している第2の通過帯域における減衰量が十分大きくされている。よって、図5に示したように、アンテナ端子2からみた第1の帯域通過型フィルタ3の第2の通過帯域における反射損失を小さくすることができる。よって、第2の帯域通過型フィルタ4の挿入損失を改善することができる。

10

【0060】

本実施形態では、第1のフィルタ部3aを構成している各弾性波共振子について、LiNbO₃基板を伝搬するラブ波を利用している。他方、第2のフィルタ部3bを構成している各弾性波共振子については、LiTaO₃基板を伝搬するリーキー波またはLiNbO₃基板を伝搬するレイリー波を用いている。

【0061】

もっとも、第1のフィルタ部3aと第2のフィルタ部3bの間で、弾性波共振子の比帯域を異ならせる方法は、上記のように、第1のフィルタ部3aにおいて用いられる弾性波のモードと、第2のフィルタ部3bにおいて用いられる弾性波のモードとを異ならせる方法に限定されるものではない。第1のフィルタ部3a及び第2のフィルタ部3bが、圧電体と、圧電体上に設けられた電極とを有する構成において、電極の材料、圧電体の材料、圧電体の材料の組成比、圧電体の結晶方位及び圧電体のカット角のうち少なくとも1つにおいて、第1のフィルタ部3aと第2のフィルタ部3bとが異なってもよい。なお、圧電体の材料の組成比が異なる場合とは、圧電体が複合材料からなる場合の複合材料における組成比が、第1のフィルタ部3aと第2のフィルタ部3bとにおいて異なることをいう。より具体的には、例えば、圧電体が窒化アルミニウムにスカンジウムがドーブされた複合材料からなる場合、窒化アルミニウムとスカンジウムとの比が、第1のフィルタ部3aと第2のフィルタ部3bとにおいて異なることをいう。

20

30

【0062】

あるいは、圧電体上に設けられた電極を覆うようにさらに誘電体膜が設けられている構成において、電極の厚み及び誘電体膜の厚みのうち少なくとも一方において、第1のフィルタ部3aと、第2のフィルタ部3bとが異なってもよい。

【0063】

また、上記実施形態では、第1、第2のフィルタ部3a、3bは、上記のように弾性表面波を利用しているが、弾性表面波でなく、弾性波としてBAW(Bulk Acoustic Wave)を用いてもよい。

【0064】

また、上記実施形態では、第1のフィルタ部3aに設けられている直列腕共振子S1の比帯域が、第2のフィルタ部3bの直列腕共振子S3の比帯域よりも大きくされていたが、第1のフィルタ部3aに設けられている弾性波共振子の比帯域のいずれもが、第2のフィルタ部3bに設けられている弾性波共振子の比帯域よりも大きくてもよい。すなわち、直列腕共振子S1、S2の比帯域が、直列腕共振子S3～S5のいずれの比帯域よりも大きい構成としてもよい。その場合には、第2のフィルタ部3bにおいて、通過帯域近傍の減衰量をより一層大きくすることができる。

40

【0065】

すなわち、好ましくは、比帯域が最も小さい弾性波共振子は第2のフィルタ部3bに設けられていることが望ましい。また、第1のフィルタ部3aにおいて、比帯域が最も小さい弾性波共振子の比帯域よりも、第2のフィルタ部3bの弾性波共振子のうち比帯域が最

50

も大きい弾性波共振子の比帯域より大きいことが好ましい。

【0066】

この構成によれば、第1のフィルタ部3aの比帯域を、第2のフィルタ部3bの比帯域より大きくすることができる。なお、フィルタの比帯域は、通過帯域幅を中心周波数により割ることによって表される。

【0067】

ところで、上記実施形態において、各インダクタの構成は特に限定されず、例えば、チップとして構成されていてもよく、電極パターンにより構成されていてもよい。各インダクタの配置も特に限定されない。例えば、第1のフィルタ部3a及び第2のフィルタ部3bが、圧電体と、圧電体上に設けられた電極とを有する構成において、各インダクタは圧電体上に設けられていてもよい。あるいは、複合フィルタ装置1が、各弾性波共振子が構成されている圧電体とは別の配線基板を有し、各弾性波共振子が配線基板上の配線に電気的に接続される構成において、各インダクタは配線基板上に設けられていてもよい。配線基板が多層基板であり、各インダクタが電極パターンにより構成されている場合、各インダクタは配線基板の内層に設けられていてもよい。

10

【0068】

図7は、本発明の第2の実施形態に係る複合フィルタ装置の回路図である。

【0069】

第2の実施形態の複合フィルタ装置21では、第2のフィルタ部3bは、第1の実施形態の複合フィルタ装置1における第2のフィルタ部3bと同様に構成されている。これに対して、第2の実施形態における第1のフィルタ部3aは、第1の実施形態における第1のフィルタ部3aが有する直列腕共振子S1、S2に加えて直列腕共振子S2Aが設けられており、さらに、並列腕共振子P1A及びインダクタL3が設けられている。

20

【0070】

このように、第1のフィルタ部3aにおいて、並列腕共振子P1Aと基準電位との間に接続されたインダクタL3を設けることで、第1のフィルタ部3aにおいて、広帯域化を図ってもよい。第2のフィルタ部3bに設けられているインダクタL1、L2のインダクタンス値のいずれかが、第1のフィルタ部3aに設けられているインダクタL3のインダクタンス値よりも大きくされていればよい。

【0071】

また、図7で一点鎖線で略図的に示すように、複合フィルタ装置21では、第1の帯域通過型フィルタ3は、第1、第2の弾性波チップ22、23を用いて構成されている。第1の弾性波チップ22において、上記第1のフィルタ部3aの一部が構成されている。第2の弾性波チップ23において、第1のフィルタ部3aの他の一部と、第2のフィルタ部3bとが構成されている。

30

【0072】

ただし、第1の帯域通過型フィルタ3全体が、1つの弾性波チップに構成されていてもよい。あるいは、第1のフィルタ部3aが1つの弾性波チップに、第2のフィルタ部3bが他の1つの弾性波チップに構成されていてもよい。すなわち、第1の帯域通過型フィルタ3を構成する各弾性波チップ間の境界と、第1、第2のフィルタ部3a、3b間の境界とは異なってもよい。

40

【0073】

第2の実施形態の複合フィルタ装置21は、その他の点については、第1の実施形態の複合フィルタ装置1と同様である。従って、同一部分については同一の参照番号を付することにより、その説明を省略する。

【0074】

図8は、第3の実施形態に係る複合フィルタ装置の回路図である。第3の実施形態の複合フィルタ装置31では、第1の帯域通過型フィルタ3において、第1のフィルタ部3aと第2のフィルタ部3bとの間にスイッチ3cが設けられている。このように、第1の帯域通過型フィルタ3において、第1のフィルタ部3aと第2のフィルタ部3bとの間にス

50

イッチや容量結合部などの他の素子が配置されていてもよい。

【0075】

図9は、本発明の第4の実施形態に係る複合フィルタ装置の回路図である。第4の実施形態の複合フィルタ装置41は、第1の実施形態の複合フィルタ装置1と同様に、第1～第4の帯域通過型フィルタ3～6を有する。第1の帯域通過型フィルタ3が、本発明に係る弾性波フィルタ装置の一実施形態に相当し、複合フィルタ装置41が、本発明に係る複合フィルタ装置の一実施形態に相当する。

【0076】

本実施形態では、第1の帯域通過型フィルタ3の通過帯域が、2496MHz～2690MHzであり、第2の帯域通過型フィルタ4の通過帯域が、1475.9MHz～2025MHzであり、第3の帯域通過型フィルタ5の通過帯域が、2110MHz～2200MHzであり、第4の帯域通過型フィルタ6の通過帯域が、2300MHz～2370MHzである。従って、第1の実施形態の場合と比べて、第1の帯域通過型フィルタ3の通過帯域と第2の帯域通過型フィルタ4の通過帯域との周波数の高低が逆の順序となっている。

10

【0077】

第1の帯域通過型フィルタ3は、第1のフィルタ部3aと、第2のフィルタ部3bとを有する。第1のフィルタ部3aは、第1の実施形態における第1のフィルタ部3aと同様に構成されている。

【0078】

20

異なるところは、第2のフィルタ部3bが、弾性波共振子からなる直列腕共振子S3～S5、並列腕共振子P2、P3及びインダクタL1を有することに加えて、シャント型のインダクタL11、L12を有していることにある。

【0079】

インダクタL11は、直列腕と基準電位との間に接続されている。すなわち、直列腕共振子S4、S5を結んでいる直列腕部分と基準電位との間に接続されている。また、インダクタL12は、直列腕共振子S5と端子7とを結んでいる直列腕部分と基準電位との間に接続されている。

【0080】

その他の構成は、第1の帯域通過型フィルタ3は、第1の実施形態の第1の帯域通過型フィルタ3と同様である。

30

【0081】

本実施形態においても、比帯域が最も小さい弾性波共振子を、第2のフィルタ部3bが有している。そして、第1のフィルタ部3aに比べて、第2のフィルタ部3bの比帯域が小さくなっており、通過帯域近傍における減衰量は、第2のフィルタ部3bにおいて、第1のフィルタ部3aよりも大きくされている。

【0082】

そして、インダクタL1、L2が設けられていることにより、第2のフィルタ部3bにおける比帯域の拡大が図られている。加えて、第1のフィルタ部3aは、直列腕共振子S1、S2及び並列腕共振子P1を有し、この第1のフィルタ部3aにおいて、LC共振周波数以上の高域側における減衰量が十分に大きくされている。

40

【0083】

さらに、本実施形態では、インダクタL11、L12が接続されていることによって、第1の通過帯域よりも低い周波数側において、十分な減衰量が確保されている。従って、第2の通過帯域における減衰量が十分大きくされている。

【0084】

本実施形態では、インダクタL11、L12が接続されているため、通過帯域の拡大が図られている。他方、第1のフィルタ部3aにおいては、直列腕共振子S1、S2及び並列腕共振子P1を構成している弾性波共振子の比帯域が大きい。また、インダクタL11、L12などが設けられていないため、第2の通過帯域における反射損失は小さい。従っ

50

て、複合フィルタ装置 4 1 においても、第 1 の帯域通過型フィルタ 3 において広帯域化を図ることができる、しかも第 2 の帯域通過型フィルタ 4 において、挿入損失を改善することができる。

【0085】

なお、第 1 の帯域通過型フィルタ 3 において、本実施形態では、インダクタ L 1 が設けられていたが、インダクタ L 1 は設けられずともよい。また、本実施形態においても、第 2 のフィルタ部 3 b においてインダクタ L 1 が設けられている場合、第 1 のフィルタ部 3 a 側にも並列腕共振子 P 1 と基準電位との間に接続されるインダクタを設けてもよい。その場合には、第 1 のフィルタ部 3 a において基準電位に接続されるインダクタのインダクタンス値は、第 2 のフィルタ部 3 b におけるインダクタ L 1 のインダクタンス値よりも小さいことが望ましい。

10

【0086】

図 10 は、第 4 の実施形態における第 1、第 2 のフィルタ部の S 1 2 パラメータの周波数特性を示す図である。図 11 は、第 4 の実施形態における第 1 のフィルタ部及び第 2 のフィルタ部のアンテナ端子からみた反射損失を示す図である。図 10 及び図 11 において、実線が第 1 のフィルタ部 3 a の結果を示し、破線が第 2 のフィルタ部 3 b の結果を示す。図 10 から明らかなように、第 1 の帯域通過型フィルタ 3 の通過帯域である 2 4 9 6 MHz ~ 2 6 9 0 MHz の帯域において、減衰量が十分小さくされていることがわかる。また、隣接する減衰帯域である 2 4 0 2 MHz ~ 2 4 7 2 MHz、及び相手方フィルタである第 2 の帯域通過型フィルタ 4 の第 2 の通過帯域である 1 4 7 5 . 9 MHz ~ 2 0 2 5 MHz において、十分減衰量が大きくされていることがわかる。

20

【0087】

図 10 から明らかなように、第 2 のフィルタ部 3 b では、通過帯域近傍における減衰量が十分大きくされている。従って、通過帯域近傍における減衰特性が改善されている。

【0088】

他方、実線で示すように、第 1 のフィルタ部 3 a のフィルタ特性では、通過帯域よりも低域側における減衰量が十分大きくされている。また、図 11 に示すように、第 2 の通過帯域における反射損失が小さくされている。従って、第 2 の帯域通過型フィルタ 4 における第 2 の通過帯域における挿入損失を改善し得ることがわかる。

【0089】

30

図 12 は、第 5 の実施形態に係る複合フィルタ装置の回路図である。

【0090】

第 5 の実施形態の複合フィルタ装置 5 1 では、第 1 のフィルタ部 3 a が、インダクタ L 1 3 を有している。すなわち、第 1 のフィルタ部 3 a において、直列腕と基準電位との間にインダクタ L 1 3 が接続されている。複合フィルタ装置 5 1 のその他の構成は、複合フィルタ装置 4 1 と同様である。

【0091】

本実施形態のように、第 1 のフィルタ部 3 a においても、直列腕と基準電位との間にインダクタ L 1 3 を接続してもよい。この場合、インダクタ L 1 3 のインダクタンス値は、好ましくは、第 2 のフィルタ部 3 b 内に設けられているインダクタ L 1 1、L 1 2 のインダクタンス値よりも大きいことが望ましい。それによって、通過帯域から離れた低域側における減衰量を十分に小さくすることができる。

40

【0092】

図 13 は、第 6 の実施形態に係る複合フィルタ装置の回路図である。複合フィルタ装置 6 1 では、第 1 の帯域通過型フィルタ 3 において、第 1 のフィルタ部 3 A が、LC フィルタからなることを除いては、第 1 の実施形態の複合フィルタ装置 1 と同様に構成されている。第 1 のフィルタ部 3 A は、直列腕において、互いに直列に接続されたコンデンサ C 1、C 2、C 3 を有する。コンデンサ C 1 とコンデンサ C 2 との間の直列腕部分と基準電位との間に、それぞれ、インダクタ L 2 1 及びコンデンサ C 4 が接続されている。また、コンデンサ C 2 とコンデンサ C 3 との間の直列腕部分と基準電位との間に、インダクタ L 2

50

2 及びコンデンサ C 5 がそれぞれ接続されている。このように、第 1 の帯域通過型フィルタ 3 において、第 1 のフィルタ部として、L C フィルタからなる第 1 のフィルタ部 3 A を用いてもよい。

【0093】

なお、L C フィルタからなる第 1 のフィルタ部 3 A の回路構成は、少なくとも 1 つのコンデンサと、少なくとも 1 つのインダクタとを有する限り、目的とするフィルタ特性において適宜変更することができる。

【0094】

なお、第 1 ～第 6 の実施形態では、第 1 ～第 4 の帯域通過型フィルタ 3 ～6 がアンテナ端子 2 に接続されていたが、接続される帯域通過型フィルタの個数はこれに限定されず、5 個以上の帯域通過型フィルタが一端側で束ねられていてもよく、2 個または 3 個の帯域通過型フィルタが一端側で束ねられていてもよい。

10

【符号の説明】

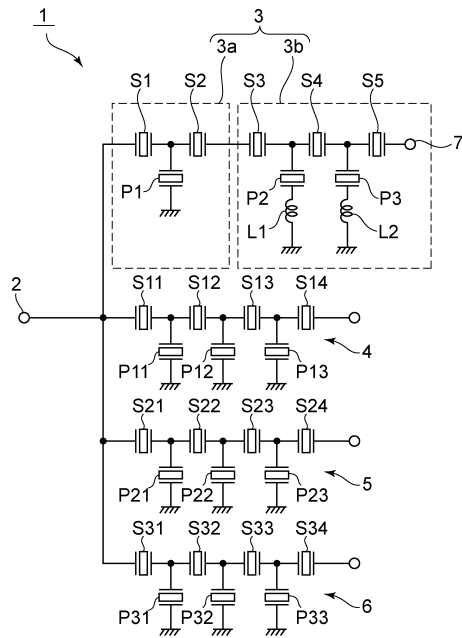
【0095】

1 …複合フィルタ装置
 2 …アンテナ端子
 3 ～6 …第 1 ～第 4 の帯域通過型フィルタ
 3 a, 3 A …第 1 のフィルタ部
 3 b …第 2 のフィルタ部
 3 c …スイッチ
 7 …端子
 2 1 …複合フィルタ装置
 2 2, 2 3 …第 1, 第 2 の弾性波チップ
 3 1, 4 1, 5 1, 6 1 …複合フィルタ装置
 C 1 ～C 5 …コンデンサ
 L 1 ～L 3, L 1 1 ～L 1 3, L 2 1, L 2 2 …インダクタ
 P 1 ～P 3, P 1 A, P 1 1 ～P 1 3, P 2 1 ～P 2 3, P 3 1 ～P 3 3 …並列腕共振子
 S 1 ～S 5, S 2 A, S 1 1 ～S 1 4, S 2 1 ～S 2 4, S 3 1 ～S 3 4 …直列腕共振子

20

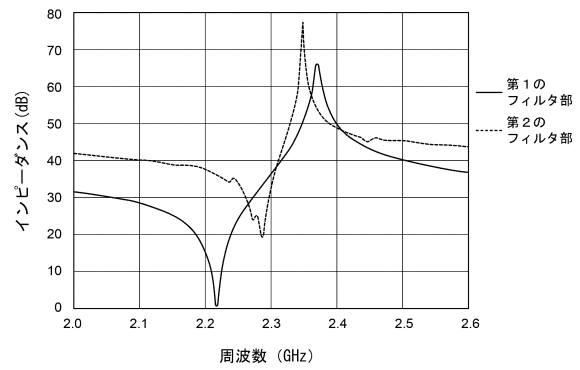
【図 1】

図1



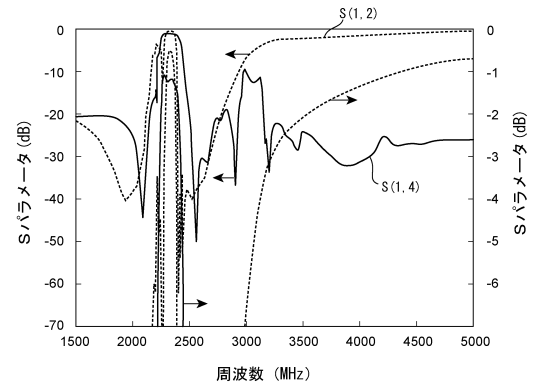
【図 2】

図2



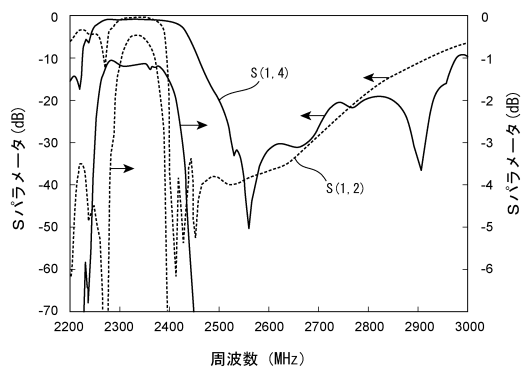
【図 3】

図3



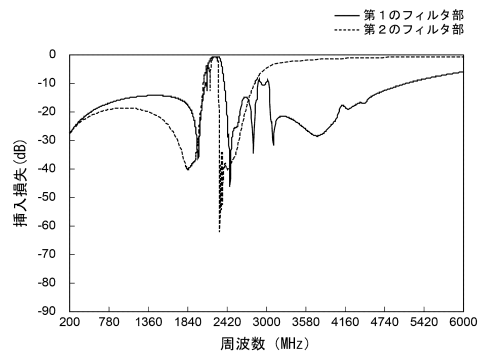
【図 4】

図4



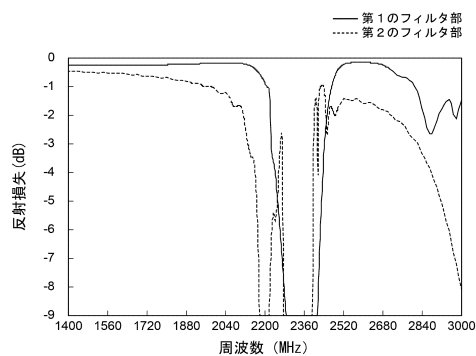
【図 6】

図6



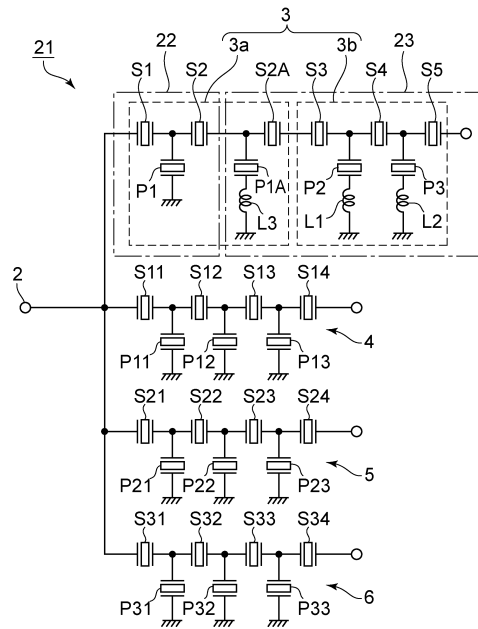
【図 5】

図5



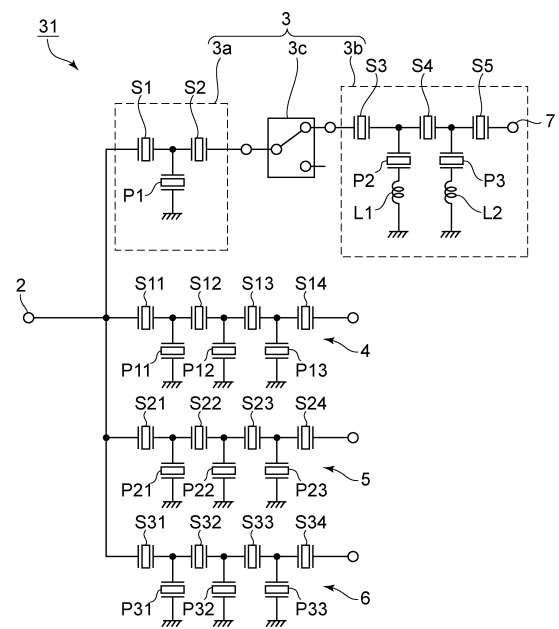
【図 7】

図7



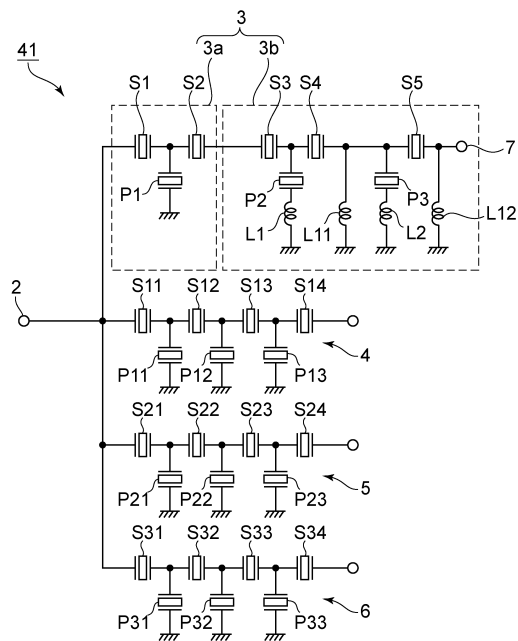
【図 8】

図8



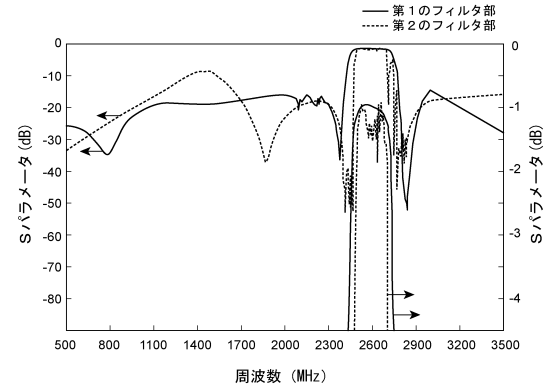
【図 9】

図9



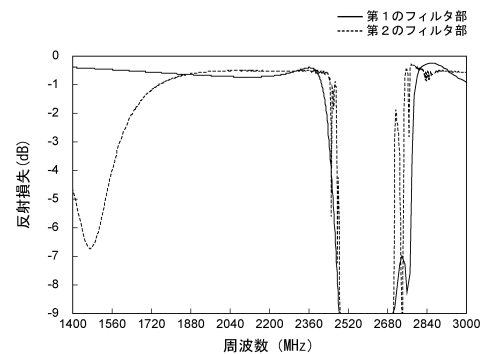
【図 10】

図10



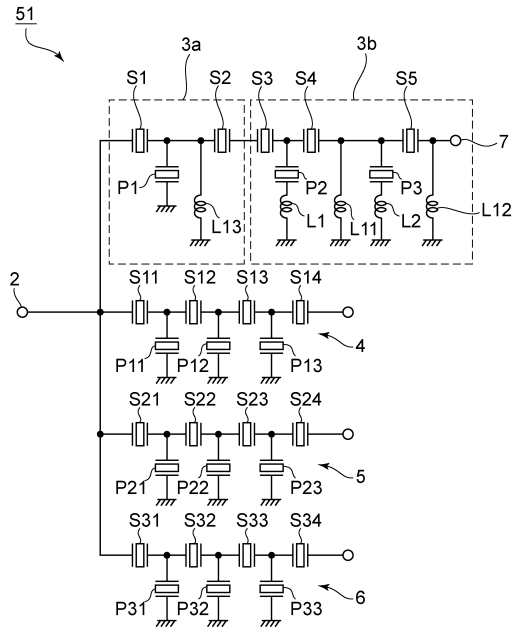
【図 11】

図11



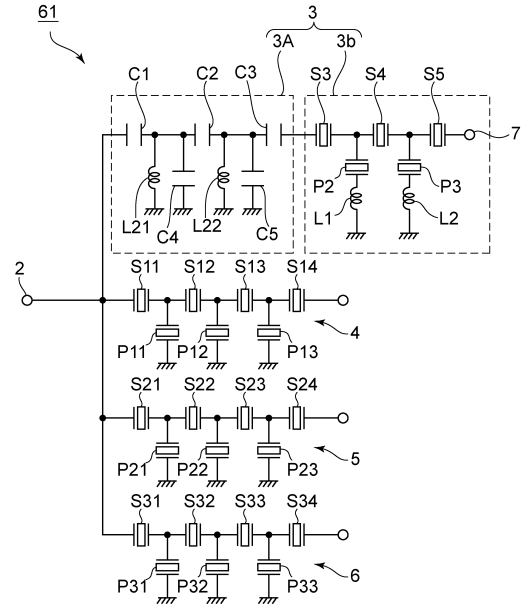
【図 12】

図12



【図 13】

図13



フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2015/083415 (WO, A1)
国際公開第2016/117676 (WO, A1)
特開平09-098056 (JP, A)
国際公開第2013/128636 (WO, A1)
特開2012-169707 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H03H9/00-9/76