

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7328751号
(P7328751)

(45)発行日 令和5年8月17日(2023.8.17)

(24)登録日 令和5年8月8日(2023.8.8)

(51)国際特許分類

H 03 H	9/64 (2006.01)	H 03 H	9/64	Z
H 03 H	9/17 (2006.01)	H 03 H	9/17	F
H 03 H	9/25 (2006.01)	H 03 H	9/25	C
H 03 H	7/01 (2006.01)	H 03 H	7/01	A
H 03 H	9/54 (2006.01)	H 03 H	9/54	Z

請求項の数 7 (全15頁)

(21)出願番号 特願2018-208626(P2018-208626)
 (22)出願日 平成30年11月6日(2018.11.6)
 (65)公開番号 特開2020-77927(P2020-77927A)
 (43)公開日 令和2年5月21日(2020.5.21)
 審査請求日 令和3年10月7日(2021.10.7)

(73)特許権者 000204284
 太陽誘電株式会社
 東京都中央区京橋二丁目 7番 19号
 (74)代理人 100087480
 弁理士 片山 修平
 関根 英行
 東京都青梅市新町六丁目 16番地 3 太
 陽誘電モバイルテクノロジー株式会社内
 審査官 志津木 康

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ハイパスフィルタおよびマルチブレクサ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

通過帯域を有するハイパスフィルタであって、
 入力端子と出力端子との間に位置する第1ノードと第2ノードとを接続する第1経路上
 に両方の端子が接続された1または複数のキャパシタと、

一端が前記第1経路に接続され、他端がグランドに接続された1または複数のインダクタと、

前記第1ノードと前記第2ノードとの間において前記第1経路と並列に接続され前記第
 1ノードと前記第2ノードとを接続する第2経路上に両方の端子が接続された1または複
 数の第1弹性波共振器と、

一端が前記第2経路に接続され、他端がグランドに接続された1または複数の第2弹性
 波共振器と、

を備え、

前記1または複数の第2弹性波共振器の共振周波数は前記通過帯域より低く、

前記1または複数の第2弹性波共振器の反共振周波数および前記1または複数の第1弹性
 波共振器の共振周波数は前記通過帯域内に位置し、

前記1または複数の第2弹性波共振器の一端は、前記第1経路に接続されず、または、
 前記第2経路を介してのみ前記第1経路に接続されるハイパスフィルタ。

【請求項2】

前記1または複数の第2弹性波共振器の共振周波数は、前記1または複数のキャパシタ

、前記 1 または複数のインダクタおよび前記 1 または複数の第 1 弹性波共振器により形成される 1 または複数の減衰極のうち最も高い周波数より高い請求項 1 に記載のハイパスフィルタ。

【請求項 3】

前記 1 または複数の第 1 弹性波共振器は单一の第 1 弹性波共振器であり、前記 1 または複数の第 2 弹性波共振器は单一の第 2 弹性波共振器である請求項 2 に記載のハイパスフィルタ。

【請求項 4】

前記 1 または複数の第 2 弹性波共振器は、複数設けられ、前記複数の第 2 弹性波共振器は互いに共振周波数が同じであり互いに反共振周波数が同じである請求項 2 に記載のハイパスフィルタ。10

【請求項 5】

前記 1 または複数の第 1 弹性波共振器は、複数設けられ、前記複数の第 1 弹性波共振器は互いに共振周波数が同じであり互いに反共振周波数が同じである請求項 2 に記載のハイパスフィルタ。

【請求項 6】

前記 1 または複数の第 1 弹性波共振器および前記 1 または複数の第 2 弹性波共振器は圧電薄膜共振器または弹性表面波共振器である請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載のハイパスフィルタ。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載のハイパスフィルタを含むマルチプレクサ。20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ハイパスフィルタおよびマルチプレクサに関し、例えば弹性波共振器を有するハイパスフィルタおよびマルチプレクサに関する。

【背景技術】

【0002】

キャパシタおよびインダクタにより形成された L C 回路に、弹性波共振器を設けるハイパスフィルタが知られている（例えば特許文献 1、2）。30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2018 - 129680 号公報

特開 2018 - 129683 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 および 2 のハイパスフィルタでは、通過帯域と素子帯域との間の遷移領域における減衰量の急峻性が十分ではない。

【0005】

本発明は、上記課題に鑑みなされたものであり、急峻性を向上させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、通過帯域を有するハイパスフィルタであって、入力端子と出力端子との間に位置する第 1 ノードと第 2 ノードとを接続する第 1 経路上に両方の端子が接続された 1 または複数のキャパシタと、一端が前記第 1 経路に接続され、他端がグランドに接続された 1 または複数のインダクタと、前記第 1 ノードと前記第 2 ノードとの間ににおいて前記第 1 経路と並列に接続され前記第 1 ノードと前記第 2 ノードとを接続する第 2 経路上に両方の端子が接続された 1 または複数の第 1 弹性波共振器と、一端が前記第 2 経路に接続され、40

他端がグランドに接続された 1 または複数の第 2 弹性波共振器と、を備え、前記 1 または複数の第 2 弹性波共振器の共振周波数は前記通過帯域より低く、前記 1 または複数の第 2 弹性波共振器の反共振周波数および前記 1 または複数の第 1 弹性波共振器の共振周波数は前記通過帯域内に位置し、前記 1 または複数の第 2 弹性波共振器の一端は、前記第 1 経路に接続されず、または、前記第 2 経路を介してのみ前記第 1 経路に接続されるハイパスフィルタである。

【0010】

上記構成において、前記 1 または複数の第 2 弹性波共振器の共振周波数は、前記 1 または複数のキャパシタ、前記 1 または複数のインダクタおよび前記 1 または複数の第 1 弹性波共振器により形成される 1 または複数の減衰極のうち最も高い周波数より高い構成とすることができる。

10

【0011】

上記構成において、前記 1 または複数の第 1 弹性波共振器は单一の第 1 弹性波共振器であり、前記 1 または複数の第 2 弹性波共振器は单一の第 2 弹性波共振器である構成とすることができる。

【0012】

上記構成において、前記 1 または複数の第 2 弹性波共振器は、複数設けられ、前記複数の第 2 弹性波共振器は互いに共振周波数が同じであり互いに反共振周波数が同じである構成とすることができる。

20

【0013】

上記構成において、前記 1 または複数の第 1 弹性波共振器は、複数設けられ、前記複数の第 1 弹性波共振器は互いに共振周波数が同じであり互いに反共振周波数が同じである構成とすることができる。

【0014】

上記構成において、前記 1 または複数の第 1 弹性波共振器および前記 1 または複数の第 2 弹性波共振器は圧電薄膜共振器または弹性表面波共振器である構成とすることができる。

【0015】

本発明は、上記ハイパスフィルタを含むマルチプレクサである。

【発明の効果】

【0016】

30

本発明によれば、急峻性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図 1】図 1 (a) は、比較例および実施例に用いられる弹性表面波共振器の平面図、図 1 (b) は、比較例および実施例に用いられる圧電薄膜共振器の断面図である。

【図 2】図 2 (a) は、比較例 1 に係るハイパスフィルタの回路図、図 2 (b) は、比較例 1 に係るハイパスフィルタの通過特性を示す図である。

【図 3】図 3 (a) は、比較例 1 における弹性波共振器のリアクタンス成分の周波数特性を示す図、図 3 (b) は、比較例 1 におけるハイパスフィルタの弹性波共振器をキャパシタとした等価回路である。

【図 4】図 4 (a) および図 4 (b) は、比較例 1 における等価キャパシタを 0 . 273 pF および 0 . 174 pF としたときの通過特性を示す図である。

40

【図 5】図 5 (a) は、比較例 2 に係るハイパスフィルタの回路図、図 5 (b) は、比較例 2 に係るハイパスフィルタの通過特性を示す図である。

【図 6】図 6 (a) は、比較例 3 に係るハイパスフィルタの回路図、図 6 (b) は、比較例 3 に係るハイパスフィルタの通過特性を示す図である。

【図 7】図 7 (a) は、実施例 1 に係るハイパスフィルタの回路図、図 7 (b) は、実施例 1 に係るハイパスフィルタの通過特性を示す図である。

【図 8】図 8 は、実施例 1 の変形例 1 に係るハイパスフィルタの回路図である。

【図 9】図 9 (a) は、実施例 2 に係るハイパスフィルタの回路図、図 9 (b) は、実施

50

例 2 に係るハイパスフィルタの通過特性を示す図である。

【図 10】図 10 (a) は、実施例 3 に係るハイパスフィルタの回路図、図 10 (b) は、実施例 3 に係るハイパスフィルタの通過特性を示す図である。

【図 11】図 11 は、実施例 4 に係るダイブレクサの回路図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

まず、比較例および実施例に用いられる弹性波共振器について説明する。図 1 (a) は、比較例および実施例に用いられる弹性表面波共振器の平面図である。図 1 (a) に示すように、圧電基板 20 の上面に IDT (Interdigital Transducer) 25 と反射器 26 が設けられている。IDT 25 は、互いに対向する 1 対の T 型電極 24 を有する。T 型電極 24 は、複数の電極指 22 と複数の電極指 22 を接続するバスバー 23 とを有する。反射器 26 は、IDT 25 の電極指 22 の配列する方向における両側に設けられている。IDT 25 が圧電基板 20 に弹性表面波を励振する。弹性表面波共振器は、1 ポート共振器として構成される。圧電基板 20 は、例えば、タンタル酸リチウム基板、ニオブ酸リチウム基板または水晶基板である。圧電基板 20 は、例えばサファイア基板、スピネル基板、アルミナ基板、水晶基板またはシリコン基板等の支持基板上に接合されていてもよい。さらに、圧電基板 20 と支持基板との間に酸化シリコンまたは窒化アルミニウム等の絶縁体層を設けてもよい。IDT 25 および反射器 26 は例えばアルミニウム膜、銅膜またはモリブデン膜により形成される。圧電基板 20 上に IDT 25 および反射器 26 を覆うように保護膜または温度補償膜が設けられていてもよい。

【0019】

図 1 (b) は、比較例および実施例に用いられる圧電薄膜共振器の断面図である。図 1 (b) に示すように、基板 30 上に圧電膜 34 が設けられている。圧電膜 34 を挟むように下部電極 32 および上部電極 36 が設けられている。下部電極 32 と基板 30 との間に空隙 38 が形成されている。圧電膜 34 の少なくとも一部を挟み下部電極 32 と上部電極 36 とが対向する領域が共振領域 35 である。共振領域 35 内の下部電極 32 および上部電極 36 は圧電膜 34 内に、厚み縦振動モードの弹性波を励振する。圧電薄膜共振器は、1 ポート共振器として構成される。基板 30 は、例えばサファイア基板、スピネル基板、アルミナ基板、ガラス基板、水晶基板またはシリコン基板である。下部電極 32 および上部電極 36 は例えばルテニウム膜等の金属膜である。圧電膜 34 は例えば窒化アルミニウム膜である。空隙 38 の代わりに弹性波を反射する音響反射膜が設けられていてもよい。

【0020】

【比較例 1】

図 2 (a) は、比較例 1 に係るハイパスフィルタの回路図である。図 2 (a) に示すように、ハイパスフィルタ (HPF) 10 はキャパシタ C1 から C3 、インダクタ L1 および弹性波共振器 R1 を備えている。キャパシタ C1 および C2 は端子 T1 と T2 との間に直列に接続されている。インダクタ L1 の一端は、キャパシタ C1 と C2 との間のノード N3 に接続され、他端はグランドに接続されている。キャパシタ C3 はインダクタ L1 に並列に接続されている。弹性波共振器 R1 はノード N1 と N2 との間ににおいてキャパシタ C1 と C2 に並列に接続されている。弹性波共振器回路 12 は弹性波共振器 R1 を含む。

【0021】

比較例 1 の HPF 10 の端子 T1 と T2 との間の通過特性をシミュレーションした。シミュレーション条件は以下である。

キャパシタ C1 から C3 のキャパシタンス

C1 : 0 . 23 pF

C2 : 0 . 23 pF

C3 : 0 . 21 pF

インダクタ L1 のインダクタンス

L1 : 1 . 05 nH

弹性波共振器 R1 の構造：図 1 (b) で示した圧電薄膜共振器

10

20

30

40

50

基板 3 0 : シリコン基板

下部電極 3 2 : 厚さが 6 0 n m のルテニウム膜

圧電膜 3 4 : 厚さが 4 0 0 n m の窒化アルミニウム膜

上部電極 3 6 : 厚さが 6 0 n m のルテニウム膜

弾性波共振器 R 1 の特性

共振周波数 f_r : 5 4 3 1 M H z

反共振周波数 f_a : 5 5 8 5 M H z

【 0 0 2 2 】

図 2 (b) は、比較例 1 に係るハイパスフィルタの通過特性を示す図である。H P F 1 0 および弾性波共振器回路 1 2 の通過帯域を示している。図 2 (b) に示すように、弾性波共振器 R 1 の共振周波数 f_r は H P F 1 0 の通過帯域の低周波数端付近に位置している。弾性波共振器 R 1 の反共振周波数 f_a は H P F 1 0 の通過帯域内に位置するが、通過帯域内にスプリアスは発生していない。通過帯域の低周波数側に減衰極 A 1 (5 2 8 7 M H z) および A 2 (4 9 7 7 M H z) が形成されている。

10

【 0 0 2 3 】

H P F 1 0 の減衰量が - 1 0 d B と - 3 0 d B との周波数はそれぞれ 5 4 1 3 M H z および 5 3 2 3 M H z であり、その差は約 9 0 M H z である。減衰量が - 1 0 d B と - 3 0 d B との周波数差を遷移幅とする。比較例 1 では遷移幅は 9 0 M H z である。

【 0 0 2 4 】

比較例 1 における減衰極 A 1 および A 2 について調べた。図 3 (a) は、比較例 1 における弾性波共振器のリアクタンス成分の周波数特性を示す図である。リアクタンス成分が正では容量性であり、負では誘導性である。図 3 (a) に示すように、弾性波共振器 R 1 のリアクタンス成分は周波数に依存する。共振周波数と反共振周波数との間ではリアクタンス成分は負となる。その他の周波数では、リアクタンス成分は正となり弾性波共振器 R 1 は等価的にキャパシタとみなせる。減衰極 A 1 および A 2 における弾性波共振器 R 1 のキャパシタンスは、それぞれ 0 . 2 7 3 p F および 0 . 1 7 4 p F である。

20

【 0 0 2 5 】

図 3 (b) は、比較例 1 におけるハイパスフィルタの弾性波共振器をキャパシタとした等価回路である。図 3 (b) に示すように、弾性波共振器 R 1 を等価的にキャパシタ C C とした。等価キャパシタ C C のキャパシタンスを減衰極 A 1 における弾性波共振器 R 1 のキャパシタンスである 0 . 2 7 3 p F とし、H P F 1 0 の通過特性をシミュレーションした。また、キャパシタ C C のキャパシタンスを減衰極 A 2 における弾性波共振器 R 1 のキャパシタンスである 0 . 1 7 4 p F とし、H P F 1 0 の通過特性をシミュレーションした。

30

【 0 0 2 6 】

図 4 (a) および図 4 (b) は、比較例 1 において等価キャパシタを 0 . 2 7 3 p F および 0 . 1 7 4 p F としたときの通過特性を示す図である。図 4 (a) に示すように、C C を 0 . 2 7 3 p F とすると、5 2 8 4 M H z に減衰極 A 1 ' が形成される。これは減衰極 A 1 の 5 2 8 7 M H z とほぼ一致する。図 4 (b) に示すように、C C を 0 . 1 7 4 p F とすると、4 9 7 1 M H z に減衰極 A 2 ' が形成される。これは減衰極 A 2 の 4 9 7 7 M H z とほぼ一致する。

40

【 0 0 2 7 】

以上のように、比較例 1 の減衰極 A 1 および A 2 は弾性波共振器 R 1 が関連した減衰極であり、キャパシタ C 1 から C 3 、インダクタ L 1 および弾性波共振器 R 1 により形成される減衰極と考えられる。

【 0 0 2 8 】

比較例 1 では、通過帯域にスプリアスは発生しないが、遷移幅が 9 0 M H z と広い。

【 0 0 2 9 】

[比較例 2]

比較例 2 では、弾性波共振器 R 1 を直列に 2 つ接続しあつ共振周波数を異ならせた。図 5 (a) は、比較例 2 に係るハイパスフィルタの回路図である。図 5 (a) に示すように

50

、比較例 2 では、比較例 1 の弹性波共振器 R 1 を直列に分割し弹性波共振器 R 1 a および R 1 b とした。弹性波共振器回路 1 2 は弹性波共振器 R 1 a および R 1 b を含む。

【 0 0 3 0 】

比較例 2 の H P F 1 0 の端子 T 1 と T 2 との間の通過特性をシミュレーションした。シミュレーション条件は以下である。

弹性波共振器 R 1 a の特性

共振周波数 f_{r1} : 5 3 9 5 M H z

反共振周波数 f_{a1} : 5 5 3 0 M H z

弹性波共振器 R 1 b の特性

共振周波数 f_{r2} : 5 4 5 5 M H z

反共振周波数 f_{a2} : 5 5 9 0 M H z

その他のシミュレーション条件は比較例 1 と同じである。

【 0 0 3 1 】

図 5 (b) は、比較例 2 に係るハイパスフィルタの通過特性を示す図である。H P F 1 0 および弹性波共振器回路 1 2 の通過帯域を示している。図 5 (b) に示すように、通過帯域内に周波数が 5 5 5 7 M H z のスプリアス B 1 が形成される。スプリアス B 1 は 2 つの弹性波共振器 R 1 a および R 1 b の反共振周波数 f_{a1} および f_{a2} に起因すると考えられる。通過帯域の低周波数側に減衰極 A 1 (5 2 2 8 M H z) および A 2 (5 0 1 7 M H z) が形成されている。

【 0 0 3 2 】

H P F 1 0 の減衰量が - 1 0 d B と - 3 0 d B との周波数はそれぞれ 5 3 8 0 M H z および 5 2 8 1 M H z であり、その差は約 9 9 M H z である。比較例 2 では、通過帯域にスプリアス B 1 が形成され、かつ遷移幅が比較例 1 より広くなる。

【 0 0 3 3 】

[比較例 3]

比較例 3 では、弹性波共振器 R 1 を並列に 2 つ接続しあつ共振周波数を異ならせた。図 6 (a) は、比較例 3 に係るハイパスフィルタの回路図である。図 6 (a) に示すように、比較例 3 では、比較例 1 の弹性波共振器 R 1 を並列に 2 つ接続し弹性波共振器 R 1 a および R 1 b とした。弹性波共振器回路 1 2 は弹性波共振器 R 1 a および R 1 b を含む。

【 0 0 3 4 】

比較例 3 の H P F 1 0 の端子 T 1 と T 2 との間の通過特性をシミュレーションした。シミュレーション条件は以下である。

弹性波共振器 R 1 a の特性

共振周波数 f_{r1} : 5 3 1 7 M H z

反共振周波数 f_{a1} : 5 3 6 0 M H z

弹性波共振器 R 1 b の特性

共振周波数 f_{r2} : 5 4 3 0 M H z

反共振周波数 f_{a2} : 5 5 5 2 M H z

その他のシミュレーション条件は比較例 1 と同じである。

【 0 0 3 5 】

図 6 (b) は、比較例 3 に係るハイパスフィルタの通過特性を示す図である。H P F 1 0 および弹性波共振器回路 1 2 の通過帯域を示している。図 6 (b) に示すように、通過帯域内にスプリアス B 2 が形成される。スプリアス B 2 は共振周波数 f_{r1} および f_{r2} に起因すると考えられる。通過帯域の低周波数側に減衰極 A 1 (5 1 9 6 M H z) および A 2 (4 9 0 8 M H z) が形成されている。

【 0 0 3 6 】

H P F 1 0 の減衰量が - 1 0 d B と - 3 0 d B との周波数はそれぞれ 5 3 0 8 M H z および 5 2 3 5 M H z であり、その差は約 7 3 M H z である。比較例 3 では、遷移幅が比較例 1 より狭くなるものの通過帯域内にスプリアス B 2 が形成される。

【 0 0 3 7 】

10

20

30

40

50

以上のように、比較例1から3では、遷移幅を狭くしかつ通過帯域内のスプリアスを抑制することができない。特に、一般的なセルラーバンドよりも周波数の高い周波数帯域、例えばE-UTRA (Evolved Universal Terrestrial Radio Access) で規定されたバンド46 (5150MHzから5925MHz)、5GNR (New Radio) で規定されたN77 (3300MHzから4200MHz)、N79 (4400MHzから5000MHz)などの3GHzから6GHz帯におけるフィルタの遷移幅を狭くすることが求められる。以下、遷移幅を狭くしかつ通過帯域内のスプリアスを抑制することができる実施例について説明する。

【実施例1】

【0038】

図7(a)は、実施例1に係るハイパスフィルタの回路図である。図7(a)に示すように、実施例1では、ノードN1とN2との間ににおいてキャパシタC1およびC2と並列に弾性波共振器R1bが接続されている。ノードN1はキャパシタC1の端子T1側のノードであり、ノードN2はキャパシタC2の端子T2側のノードである。弾性波共振器R1aの一端はノードN4に接続され、他端はグランドに接続されている。ノードN4は弾性波共振器R1bとノードN1との間のノードである。弾性波共振器回路12は弾性波共振器R1aおよびR1bを含む。その他の構成は比較例1と同じであり説明を省略する。

【0039】

実施例1のHPF10の端子T1とT2との間の通過特性をシミュレーションした。シミュレーション条件は以下である。

弾性波共振器R1aの特性

共振周波数fr1 : 5364MHz

反共振周波数fa1 : 5440MHz

弾性波共振器R1bの特性

共振周波数fr2 : 5440MHz

反共振周波数fa2 : 5590MHz

その他のシミュレーション条件は比較例1と同じである。

【0040】

図7(b)は、実施例1に係るハイパスフィルタの通過特性を示す図である。HPF10および弾性波共振器回路12の通過帯域を示している。図7(b)に示すように、弾性波共振器R1aの共振周波数fr1を弾性波共振器R1bの反共振周波数fa2より低くする。弾性波共振器R1aの反共振周波数fa1と弾性波共振器R1bの共振周波数fr2とをほぼ同じにする。これにより、弾性波共振器回路12はバンドパスフィルタ(BPF)の通過特性となる。

【0041】

HPF10の通過帯域の低周波数側に減衰極A1 (5287MHz) およびA2 (4978MHz) が形成されている。さらに、減衰極A1とHPF10の通過帯域との間に減衰極A3 (5364MHz) が形成される。減衰極A3の周波数は、弾性波共振器R1aの共振周波数fr1に一致している。これにより、減衰極A3は、共振周波数fr1に起因する減衰極と考えられる。HPF10の通過帯域には弾性波共振器R1bの反共振周波数fa2に起因するスプリアスが生成されていない。

【0042】

HPF10の減衰量が-10dBと-30dBとの周波数はそれぞれ5400MHzおよび5375MHzであり、その差は約25MHzである。実施例1では、遷移幅が比較例1から3より大幅に小さくなり、かつ通過帯域内のスプリアスの生成が抑制される。

【0043】

実施例1において、遷移幅が小さくなる理由は減衰極A3が形成されるためと考えられる。通過帯域内のスプリアスが抑制される理由は、比較例1と同様にノードN1とN2との間に互いに共振周波数および反共振周波数が異なる弾性波共振器が接続されていないためと考える。つまり、弾性波共振器R1bが比較例2および3のように異なる共振周波数

10

20

30

40

50

および反共振周波数を有する 2 つの弹性波共振器で構成されていないためと考えられる。

【 0 0 4 4 】

[実施例 1 の変形例 1]

図 8 は、実施例 1 の変形例 1 に係るハイパスフィルタの回路図である。図 8 に示すように、実施例 1 の変形例 1 では、弹性波共振器 R 1 a の一端はノード N 5 に接続され他端はグランドに接続されている。ノード N 5 は、弹性波共振器 R 1 b とノード N 2 との間のノードである。その他の構成は実施例 1 と同じであり説明を省略する。実施例 1 の変形例 1 のように、弹性波共振器 R 1 b は、ノード N 4 に接続されていてもよいし、ノード N 5 に接続されていてもよい。

【 実施例 2 】

【 0 0 4 5 】

図 9 (a) は、実施例 2 に係るハイパスフィルタの回路図である。図 9 (a) に示すように、実施例 2 では、弹性波共振器 R 1 b および R 1 c は、ノード N 1 と N 2 との間で互いに直列にかつキャパシタ C 1 および C 2 と並列に接続されている。弹性波共振器 R 1 a の一端はノード N 6 に接続され他端はグランドに接続されている。ノード N 6 は弹性波共振器 R 1 b と R 1 c との間のノードである。弹性波共振器回路 1 2 は弹性波共振器 R 1 a から R 1 c を含む。その他の構成は実施例 1 と同じであり説明を省略する。

【 0 0 4 6 】

実施例 2 の H P F 1 0 の端子 T 1 と T 2 との間の通過特性をシミュレーションした。シミュレーション条件は以下である。

キャパシタ C 1 から C 3 のキャパシタンス

C 1 : 0 . 2 0 5 p F

C 2 : 0 . 1 9 p F

C 3 : 0 . 1 9 p F

弹性波共振器 R 1 a の特性

共振周波数 f r 1 : 5 3 6 4 M H z

反共振周波数 f a 1 : 5 4 4 0 M H z

弹性波共振器 R 1 b の特性

共振周波数 f r 2 : 5 4 4 0 M H z

反共振周波数 f a 2 : 5 5 9 0 M H z

弹性波共振器 R 1 c の特性

共振周波数 f r 3 : 5 4 4 0 M H z

反共振周波数 f a 3 : 5 5 9 0 M H z

その他のシミュレーション条件は実施例 1 と同じである。

【 0 0 4 7 】

図 9 (b) は、実施例 2 に係るハイパスフィルタの通過特性を示す図である。H P F 1 0 および弹性波共振器回路 1 2 の通過帯域を示している。図 9 (b) に示すように、弹性波共振器回路 1 2 は B P F の通過特性となる。

【 0 0 4 8 】

H P F 1 0 の通過帯域の低周波数側に減衰極 A 1 (5 1 9 5 M H z) 、 A 2 (5 1 4 0 M H z) および A 3 (5 3 3 0 M H z) が形成されている。減衰極 A 3 の周波数は、弹性波共振器 R 1 a の共振周波数 f r 1 とほぼ同じである。H P F 1 0 の通過帯域には弹性波共振器 R 1 b および R 1 c の反共振周波数 f a 2 および f a 3 に起因するスプリアスが生成されていない。

【 0 0 4 9 】

H P F 1 0 の減衰量が - 1 0 d B と - 3 0 d B との周波数はそれぞれ 5 3 8 6 M H z および 5 3 5 6 M H z であり、その差は約 3 0 M H z である。実施例 2 では、実施例 1 と同様に遷移幅が狭くなり、かつ通過帯域内のスプリアスの生成が抑制される。

【 0 0 5 0 】

実施例 2 のように、ノード N 1 と N 2 との間に直列に接続された弹性波共振器 R 1 b お

10

20

30

40

50

および R_{1c} は複数でもよい。弾性波共振器 R_{1b} および R_{1c} の共振周波数 f_{r2} および f_{r3} は通過帯域内にスプリアスが形成されない程度に略同じであり、反共振周波数 f_{a2} および f_{a3} は通過帯域内にスプリアスが形成されない程度に略同じであることが好ましい。

【実施例 3】

【0051】

図 10 (a) は、実施例 3 に係るハイパスフィルタの回路図である。図 10 (a) に示すように、実施例 3 では、弾性波共振器 R_{1b} は、ノード N₁ と N₂ との間でキャパシタ C₁ および C₂ と並列に接続されている。弾性波共振器 R_{1a} の一端はノード N₄ に接続され他端はグランドに接続されている。弾性波共振器 R_{1c} の一端はノード N₅ に接続され他端はグランドに接続されている。弾性波共振器回路 12 は弾性波共振器 R_{1a} から R_{1c} を含む。その他の構成は実施例 1 と同じであり説明を省略する。

10

【0052】

実施例 3 の H P F 10 の端子 T₁ と T₂ との間の通過特性をシミュレーションした。シミュレーション条件は以下である。

弾性波共振器 R_{1a} の特性

共振周波数 f_{r1} : 5364 MHz

反共振周波数 f_{a1} : 5440 MHz

弾性波共振器 R_{1b} の特性

共振周波数 f_{r2} : 5440 MHz

20

反共振周波数 f_{a2} : 5590 MHz

弾性波共振器 R_{1c} の特性

共振周波数 f_{r3} : 5364 MHz

反共振周波数 f_{a3} : 5440 MHz

その他のシミュレーション条件は実施例 1 と同じである。

【0053】

図 10 (b) は、実施例 3 に係るハイパスフィルタの通過特性を示す図である。H P F 10 および弾性波共振器回路 12 の通過帯域を示している。図 10 (b) に示すように、弾性波共振器回路 12 は B P F の通過特性となる。

30

【0054】

H P F 10 の通過帯域の低周波数側に減衰極 A₁ (5287 MHz)、A₂ (4978 MHz) および A₃ (5362 MHz) が形成されている。減衰極 A₃ の周波数は、弾性波共振器 R_{1a} および R_{1c} の共振周波数 f_{r1} および f_{r3} とほぼ同じである。H P F 10 の通過帯域には弾性波共振器 R_{1b} の反共振周波数 f_{a2} に起因するスプリアスが生成されていない。

【0055】

H P F 10 の減衰量が -10 dB と -30 dB との周波数はそれぞれ 5405 MHz および 5386 MHz であり、その差は約 19 MHz である。実施例 3 では、実施例 1 と同様に遷移幅が狭くなり、かつ通過帯域内のスプリアスの生成が抑制される。

40

【0056】

実施例 3 のように、ノード N₁ と N₂ との間にシャントに接続された弾性波共振器 R_{1a} および R_{1c} は複数でもよい。弾性波共振器 R_{1a} および R_{1c} の共振周波数 f_{r1} および f_{r3} は通過帯域内にスプリアスが形成されない程度に略同じであり、反共振周波数 f_{a1} および f_{a3} は通過帯域内にスプリアスが形成されない程度に略同じであることが好ましい。

【0057】

実施例 1 から 3 では、C - L - C の T 型 H P F を例に説明したが、L - C - L の L 型 H P F でもよい。端子 T₁ と T₂ との間に直列に接続されたキャパシタは 1 または複数であればよい。端子 T₁ と T₂ との間も経路に並列に接続されたインダクタは 1 または複数であればよい。キャパシタ C₃ は接続されていなくてもよい。

50

【 0 0 5 8 】

実施例 1 から 3 によれば、1 または複数のキャパシタ C 1 および C 2 は、端子 T 1 (入力端子) と端子 T 2 (出力端子)との間に第 1 経路に直列に接続されている。つまり、1 または複数のキャパシタ C 1 および C 2 は第 1 経路上に両方の端子が接続されている。1 または複数のインダクタ L 1 の一端は第 1 経路に接続され他端はグランドに接続されている。1 または複数の弾性波共振器 R 1 b (第 1 弹性波共振器) は、端子 T 1 と T 2 との間ににおいて第 1 経路と並列に接続された第 2 経路に直列に接続されている。つまり、1 または複数の弾性波共振器 R 1 b は第 2 経路上に両方の端子が接続されている。1 または複数の弾性波共振器 R 1 a (第 2 弹性波共振器) は、一端が第 2 経路に接続され、他端がグランドに接続されている。これにより、実施例 1 から 3 のように、比較例 1 から 3 に比べ、遷移幅を狭くできる。すなわち、ハイパスフィルタの通過帯域と抑圧帯域との間の遷移領域における減衰量の急峻性を向上させることができる。さらに、比較例 2 および 3 のような通過帯域内のスブリニアスを抑制できる。

【 0 0 5 9 】

弾性波共振器 R 1 a の共振周波数 f_{r1} は HPF 1 0 の通過帯域より低い。これにより、HPF 1 0 の遷移幅を狭くできる。

【 0 0 6 0 】

弾性波共振器 R 1 b の反共振周波数 f_{a2} は HPF 1 0 の通過帯域内に位置する。これにより、HPF 1 0 の遷移幅を狭くできる。

【 0 0 6 1 】

弾性波共振器 R 1 a の反共振周波数 f_{a1} および弾性波共振器 R 1 b の共振周波数 f_{r2} は HPF 1 0 の通過帯域内に位置する。これにより、反共振周波数 f_{a1} および共振周波数 f_{r2} で通過帯域を形成でき、 f_{a1} および f_{r2} と f_{r1} との差により遷移幅を形成できる。よって、HPF 1 0 の遷移幅を狭くできる。

【 0 0 6 2 】

弾性波共振器 R 1 a の共振周波数 f_{r1} は、キャパシタ C 1 から C 3 、インダクタ L 1 および弾性波共振器 R 1 b により形成される 1 または複数の減衰極 A 1 および A 2 のうち最も高い周波数より高い。これにより、減衰極 A 1 と共振周波数 f_{r1} に起因する減衰極 A 3 により減衰域を形成できる。

【 0 0 6 3 】

実施例 1 のように、1 または複数の第 1 弹性波共振器は单一の弾性波共振器 R 1 b であり、1 または複数の第 2 弹性波共振器は单一の弾性波共振器 R 1 a である。これにより、弾性波共振器 R 1 b の共振周波数 f_{r2} および反共振周波数 f_{a2} は各々単一であり、弾性波共振器 R 1 a の共振周波数 f_{r1} および反共振周波数 f_{a1} は各々単一である。よって、比較例 2 および 3 のような HPF 1 0 の通過帯域内のスブリニアスを抑制できる。

【 0 0 6 4 】

実施例 2 のように、複数の第 2 弹性波共振器 R 1 b および R 1 c は、互いに共振周波数が略同じであり互いに反共振周波数が略同じである。これにより、比較例 2 および 3 のような共振周波数および / または反共振周波数が異なることに起因する HPF 1 0 の通過帯域内のスブリニアスを抑制できる。

【 0 0 6 5 】

実施例 3 のように、複数の第 1 弹性波共振器 R 1 a および R 1 c は、互いに共振周波数が略同じであり互いに反共振周波数が略同じである。これにより、比較例 2 および 3 のような共振周波数および / または反共振周波数が異なることに起因する HPF 1 0 の通過帯域内のスブリニアスを抑制できる。

【 実施例 4 】**【 0 0 6 6 】**

図 1 1 は、実施例 4 に係るダイプレクサの回路図である。図 1 1 に示すように、共通端子 TA と端子 TH との間に HPF 1 4 が接続されている。HPF 1 4 は、実施例 1 から 3 の HPF 1 0 である。共通端子 TA と端子 TL との間にローパスフィルタ (LPF) 1 6

が接続されている。H P F 1 4 は、共通端子 T A または端子 T H から入力された高周波信号のうち通過帯域の信号を端子 T H または共通端子 T A に通過させ、他の周波数の信号を抑圧する。L P F 1 6 は、共通端子 T A または端子 T L から入力された高周波信号のうち通過帯域の信号を端子 T L または共通端子 T A に通過させ、他の周波数の信号を抑圧する。L P F 1 6 の代わりにB P F が接続されていてもよい。

【 0 0 6 7 】

マルチブレクサとしてダイブレクサを例に説明したがトリブレクサまたはクワッドブレクサでもよい。

【 0 0 6 8 】

以上、本発明の実施例について詳述したが、本発明はかかる特定の実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

10

【 符号の説明 】

【 0 0 6 9 】

1 0 、 1 4 H P F

1 2 弹性波共振器回路

1 6 L P F

20

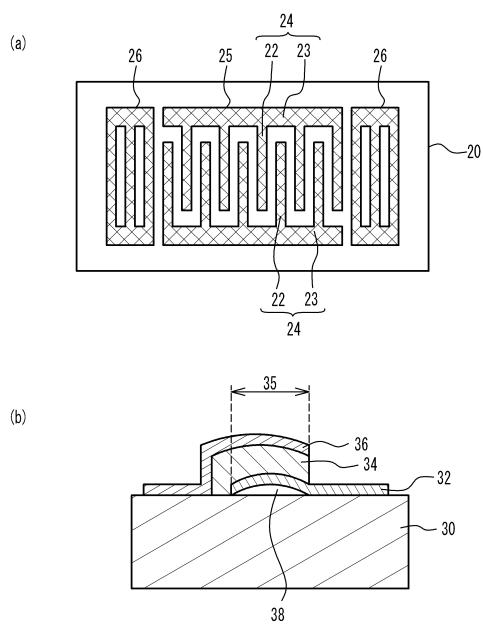
30

40

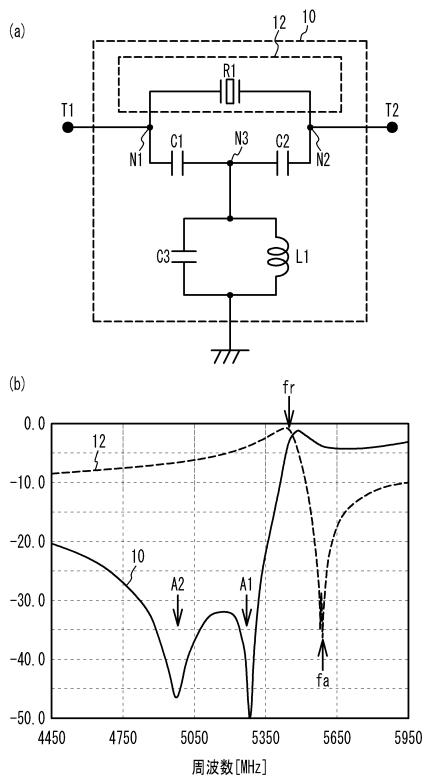
50

【図面】

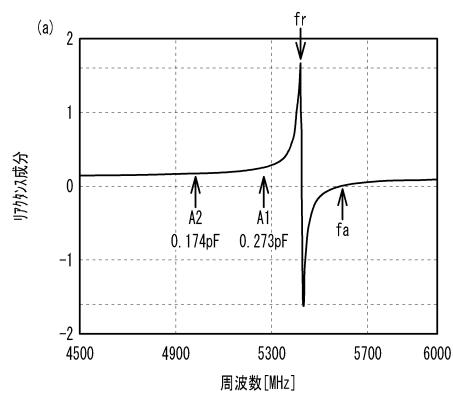
【図 1】



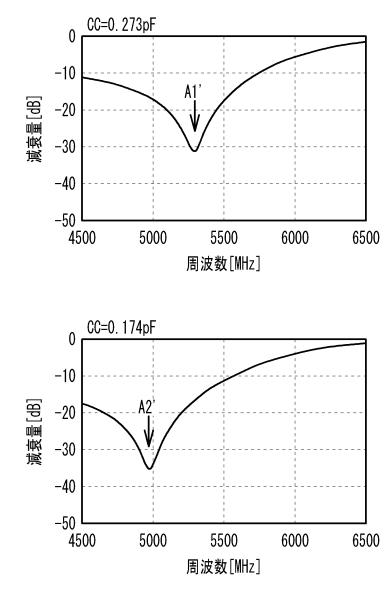
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

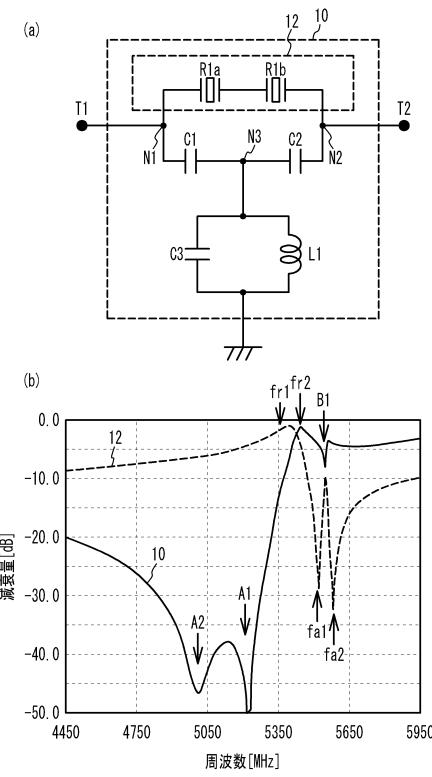
20

30

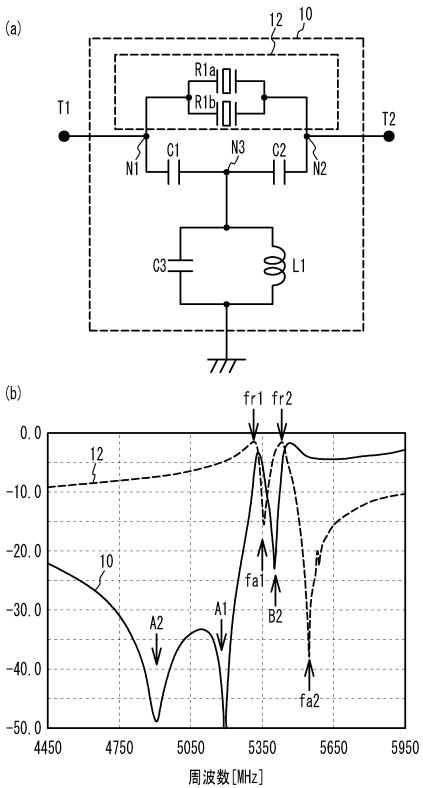
40

50

【図 5】



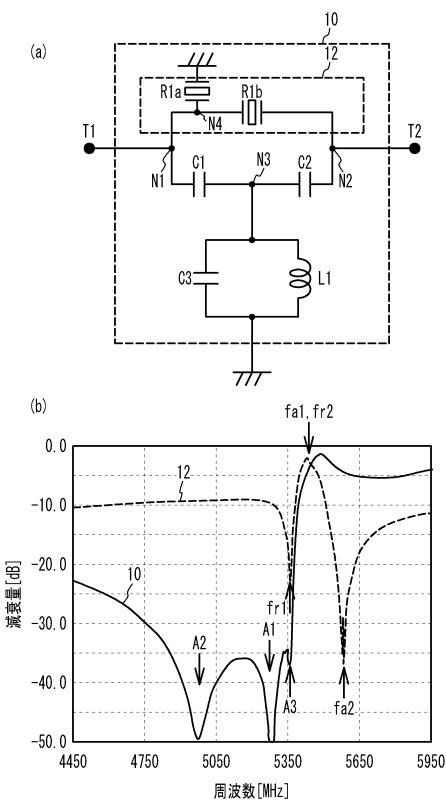
【図 6】



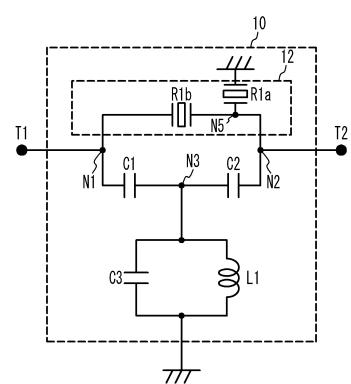
10

20

【図 7】



【図 8】

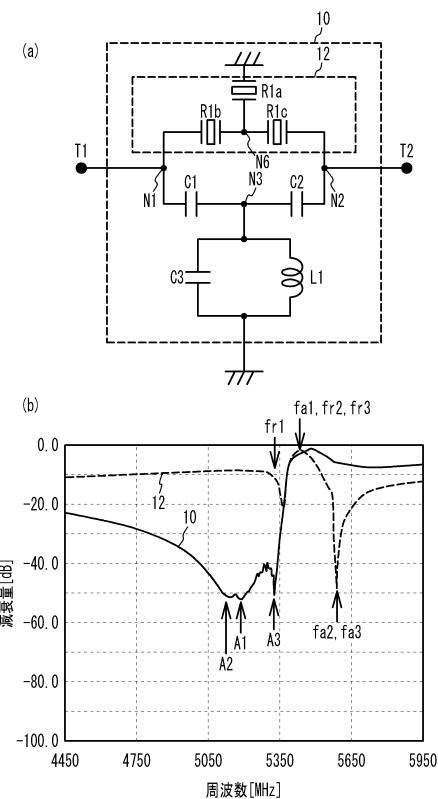


30

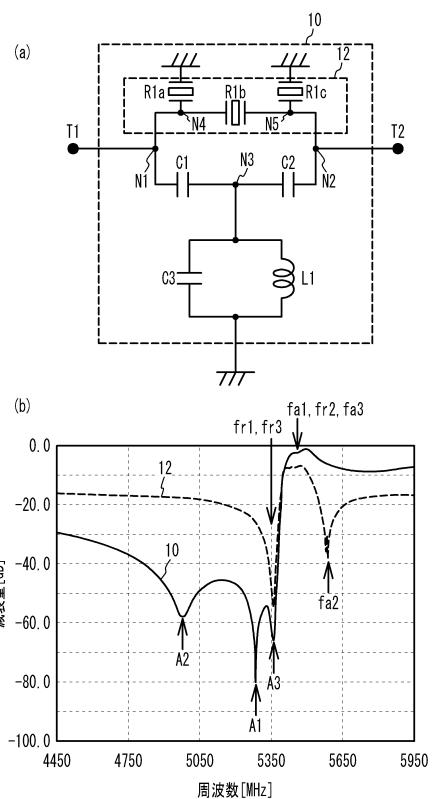
40

50

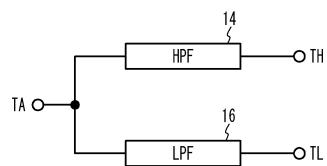
【図 9】



【図 10】



【図 11】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許出願公開第2017/0338801(US, A1)
 米国特許出願公開第2017/0244382(US, A1)
 特開2017-163235(JP, A)
 特開2017-112525(JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
 H03H1/00 - H03H3/00
 H03H3/007 - H03H3/10
 H03H5/00 - H03H7/13
 H03H9/00 - H03H9/76