

(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		F I			
H 0 3 H	9/64 (2006.01)	H 0 3 H	9/64	Z	
H 0 3 H	9/17 (2006.01)	H 0 3 H	9/17	F	
H 0 3 H	9/25 (2006.01)	H 0 3 H	9/25	C	
H 0 3 H	7/01 (2006.01)	H 0 3 H	7/01	A	
H 0 3 H	9/54 (2006.01)	H 0 3 H	9/54	Z	
請求項の数 7 (全15頁)					
(21)出願番号	特願2018-208626(P2018-208626)	(73)特許権者	000204284	最終頁に続く	
(22)出願日	平成30年11月6日(2018.11.6)		太陽誘電株式会社		
(65)公開番号	特開2020-77927(P2020-77927A)		東京都中央区京橋二丁目7番19号		
(43)公開日	令和2年5月21日(2020.5.21)	(74)代理人	100087480		
審査請求日	令和3年10月7日(2021.10.7)		弁理士 片山 修平		
		(72)発明者	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		

(54)【発明の名称】 ハイパスフィルタおよびマルチプレクサ

(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弾性波共振器と、
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弾性波共振器と、
を備え、
前記1または複数の第2弾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弾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弾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弾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弾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 弾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 弾性波共振器は単一の第 1 弾性波共振器であり、前記 1 または複数の第 2 弾性波共振器は単一の第 2 弾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 弾性波共振器は、複数設けられ、前記複数の第 2 弾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 弾性波共振器は、複数設けられ、前記複数の第 1 弾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 弾性波共振器および前記 1 または複数の第 2 弾性波共振器は圧電薄膜共振器または弾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】

20

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。

【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、例えば弾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 LC 回路に、弾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。

40

【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 弾性波共振器と、一端が前記第 2 経路に接続され、

50

他端がグランドに接続された 1 または複数の第 2 弾性波共振器と、を備え、前記 1 または複数の第 2 弾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 弾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 弾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 弾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。

【 0 0 1 0 】

上記構成において、前記 1 または複数の第 2 弾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 弾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

【 0 0 1 1 】

上記構成において、前記 1 または複数の第 1 弾性波共振器は単一の第 1 弾性波共振器であり、前記 1 または複数の第 2 弾性波共振器は単一の第 2 弾性波共振器である構成とすることができる。

【 0 0 1 2 】

上記構成において、前記 1 または複数の第 2 弾性波共振器は、複数設けられ、前記複数の第 2 弾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。

【 0 0 1 3 】

上記構成において、前記 1 または複数の第 1 弾性波共振器は、複数設けられ、前記複数の第 1 弾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

【 0 0 1 4 】

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

【 0 0 1 5 】

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】

【 0 0 1 6 】

本発明によれば、急峻性を向上させることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 7 】

【図 1】図 1 (a) は、比較例および実施例に用いられる弾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、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。

40

【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 . 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 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 1 0】図 1 0 (a) は、実施例 3 に係るハイパスフィルタの回路図、図 1 0 (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 1 1】図 1 1 は、実施例 4 に係るダイプレクサの回路図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 8 】

まず、比較例および実施例に用いられる弾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弾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 2 0 の上面に I D T (Interdigital Transducer) 2 5 と反射器 2 6 が設けられている。I D T 2 5 は、互いに対向する 1 対の 型電極 2 4 を有する。 型電極 2 4 は、複数の電極指 2 2 と複数の電極指 2 2 を接続するバスバー 2 3 とを有する。反射器 2 6 は、I D T 2 5 の電極指 2 2 の配列する方向における両側に設けられている。I D T 2 5 が圧電基板 2 0 に弾性表面波を励振する。弾性表面波共振器は、1 ポート共振器として構成される。圧電基板 2 0 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 2 0 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 2 0 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。I D T 2 5 および反射器 2 6 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 2 0 上に I D T 2 5 および反射器 2 6 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。

【 0 0 1 9 】

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 3 0 上に圧電膜 3 4 が設けられている。圧電膜 3 4 を挟むように下部電極 3 2 および上部電極 3 6 が設けられている。下部電極 3 2 と基板 3 0 との間に空隙 3 8 が形成されている。圧電膜 3 4 の少なくとも一部を挟み下部電極 3 2 と上部電極 3 6 とが対向する領域が共振領域 3 5 である。共振領域 3 5 内の下部電極 3 2 および上部電極 3 6 は圧電膜 3 4 内に、厚み縦振動モードの弾性波を励振する。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 3 0 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 3 2 および上部電極 3 6 は例えばルテニウム膜等の金属膜である。圧電膜 3 4 は例えば窒化アルミニウム膜である。空隙 3 8 の代わりに弾性波を反射する音響反射膜が設けられていてもよい。

【 0 0 2 0 】

[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 (H P F) 1 0 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 を備えている。キャパシタ C 1 および C 2 は端子 T 1 と T 2 との間に直列に接続されている。インダクタ L 1 の一端は、キャパシタ C 1 と C 2 との間のノード N 3 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 C 3 はインダクタ L 1 に並列に接続されている。弾性波共振器 R 1 はノード N 1 と N 2 との間においてキャパシタ C 1 と C 2 に並列に接続されている。弾性波共振器回路 1 2 は弾性波共振器 R 1 を含む。

【 0 0 2 1 】

比較例 1 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 3 p F

C 2 : 0 . 2 3 p F

C 3 : 0 . 2 1 p F

インダクタ L 1 のインダクタンス

L 1 : 1 . 0 5 n H

弾性波共振器 R 1 の構造 : 図 1 (b) で示した圧電薄膜共振器

基板 30 : シリコン基板

下部電極 32 : 厚さが 60 nm のルテニウム膜

圧電膜 34 : 厚さが 400 nm の窒化アルミニウム膜

上部電極 36 : 厚さが 60 nm のルテニウム膜

弾性波共振器 R1 の特性

共振周波数 f_r : 5431 MHz

反共振周波数 f_a : 5585 MHz

【0022】

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。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2(b)に示すように、弾性波共振器R1の共振周波数 f_r はHPF10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R1の反共振周波数 f_a はHPF10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A1(5287 MHz)およびA2(4977 MHz)が形成されている。

10

【0023】

HPF10の減衰量が-10 dBと-30 dBとの周波数はそれぞれ5413 MHzおよび5323 MHzであり、その差は約90 MHzである。減衰量が-10 dBと-30 dBとの周波数差を遷移幅とする。比較例1では遷移幅は90 MHzである。

【0024】

比較例1における減衰極A1およびA2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R1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R1は等価的にキャパシタとみなせる。減衰極A1およびA2における弾性波共振器R1のキャパシタンスは、それぞれ0.273 pFおよび0.174 pFである。

20

【0025】

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R1を等価的にキャパシタCCとした。等価キャパシタCCのキャパシタンスを減衰極A1における弾性波共振器R1のキャパシタンスである0.273 pFとし、HPF10の通過特性をシミュレーションした。また、キャパシタCCのキャパシタンスを減衰極A2における弾性波共振器R1のキャパシタンスである0.174 pFとし、HPF10の通過特性をシミュレーションした。

30

【0026】

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0.273 pFおよび0.174 pFとしたときの通過特性を示す図である。図4(a)に示すように、CCを0.273 pFとすると、5284 MHzに減衰極A1'が形成される。これは減衰極A1の5287 MHzとほぼ一致する。図4(b)に示すように、CCを0.174 pFとすると、4971 MHzに減衰極A2'が形成される。これは減衰極A2の4977 MHzとほぼ一致する。

40

【0027】

以上のように、比較例1の減衰極A1およびA2は弾性波共振器R1が関連した減衰極であり、キャパシタC1からC3、インダクタL1および弾性波共振器R1により形成される減衰極と考えられる。

【0028】

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90 MHzと広い。

【0029】

[比較例2]

比較例2では、弾性波共振器R1を直列に2つ接続しか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 の弾性波共振器 R 1 を直列に分割し弾性波共振器 R 1 a および R 1 b とした。弾性波共振器回路 1 2 は弾性波共振器 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。

弾性波共振器 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

弾性波共振器 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 および弾性波共振器回路 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 つの弾性波共振器 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、弾性波共振器 R 1 を並列に 2 つ接続しか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 の弾性波共振器 R 1 を並列に 2 つ接続し弾性波共振器 R 1 a および R 1 b とした。弾性波共振器回路 1 2 は弾性波共振器 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。

弾性波共振器 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

弾性波共振器 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 および弾性波共振器回路 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 - U T R A (Evolved Universal Terrestrial Radio Access) で規定されたバンド 4 6 (5 1 5 0 M H z から 5 9 2 5 M H z)、5 G N R (New Radio) で規定された N 7 7 (3 3 0 0 M H z から 4 2 0 0 M H z)、N 7 9 (4 4 0 0 M H z から 5 0 0 0 M H z) などの 3 G H z から 6 G H z 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 N 1 と N 2 との間においてキャパシタ C 1 および C 2 と並列に弾性波共振器 R 1 b が接続されている。ノード N 1 はキャパシタ C 1 の端子 T 1 側のノードであり、ノード N 2 はキャパシタ C 2 の端子 T 2 側のノードである。弾性波共振器 R 1 a の一端はノード N 4 に接続され、他端はグラウンドに接続されている。ノード N 4 は弾性波共振器 R 1 b とノード N 1 との間のノードである。弾性波共振器回路 1 2 は弾性波共振器 R 1 a および R 1 b 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 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。

弾性波共振器 R 1 a の特性

共振周波数 f_{r1} : 5 3 6 4 M H z

反共振周波数 f_{a1} : 5 4 4 0 M H z

弾性波共振器 R 1 b の特性

共振周波数 f_{r2} : 5 4 4 0 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。

【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。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 7 (b) に示すように、弾性波共振器 R 1 a の共振周波数 f_{r1} を弾性波共振器 R 1 b の反共振周波数 f_{a2} より低くする。弾性波共振器 R 1 a の反共振周波数 f_{a1} と弾性波共振器 R 1 b の共振周波数 f_{r2} とをほぼ同じにする。これにより、弾性波共振器回路 1 2 はバンドパスフィルタ (B P F) の通過特性となる。

【0041】

H P F 1 0 の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 8 M H z) が形成されている。さらに、減衰極 A 1 と H P F 1 0 の通過帯域との間に減衰極 A 3 (5 3 6 4 M H z) が形成される。減衰極 A 3 の周波数は、弾性波共振器 R 1 a の共振周波数 f_{r1} に一致している。これにより、減衰極 A 3 は、共振周波数 f_{r1} に起因する減衰極と考えられる。H P F 1 0 の通過帯域には弾性波共振器 R 1 b 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。

【0042】

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 0 0 M H z および 5 3 7 5 M H z であり、その差は約 2 5 M H z 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 A 3 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 N 1 と N 2 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 R 1 b 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つの弾性波共振器で構成されていないためと考えられる。

【００４４】

[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、弾性波共振器Ｒ１ａ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。ノードＮ５は、弾性波共振器Ｒ１ｂとノードＮ２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、弾性波共振器Ｒ１ｂは、ノードＮ４に接続されていてもよいし、ノードＮ５に接続されていてもよい。

【実施例２】

【００４５】

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、弾性波共振器Ｒ１ｂおよびＲ１ｃは、ノードＮ１とＮ２との間で互いに直列にかつキャパシタＣ１およびＣ２と並列に接続されている。弾性波共振器Ｒ１ａの一端はノードＮ６に接続され他端はグランドに接続されている。ノードＮ６は弾性波共振器Ｒ１ｂとＲ１ｃ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からＲ１ｃ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。

【００４６】

実施例２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。

キャパシタＣ１からＣ３のキャパシタンス

Ｃ１：０．２０５ｐＦ

Ｃ２：０．１９ｐＦ

Ｃ３：０．１９ｐＦ

弾性波共振器Ｒ１ａの特性

共振周波数 f_{r1} ：５３６４ＭＨｚ

反共振周波数 f_{a1} ：５４４０ＭＨｚ

弾性波共振器Ｒ１ｂの特性

共振周波数 f_{r2} ：５４４０ＭＨｚ

反共振周波数 f_{a2} ：５５９０ＭＨｚ

弾性波共振器Ｒ１ｃの特性

共振周波数 f_{r3} ：５４４０ＭＨｚ

反共振周波数 f_{a3} ：５５９０ＭＨｚ

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。

【００４７】

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。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９（ｂ）に示すように、弾性波共振器回路１２はＢＰＦの通過特性となる。

【００４８】

ＨＰＦ１０の通過帯域の低周波数側に減衰極Ａ１（５１９５ＭＨｚ）、Ａ２（５１４０ＭＨｚ）およびＡ３（５３３０ＭＨｚ）が形成されている。減衰極Ａ３の周波数は、弾性波共振器Ｒ１ａの共振周波数 f_{r1} とほぼ同じである。ＨＰＦ１０の通過帯域には弾性波共振器Ｒ１ｂおよびＲ１ｃの反共振周波数 f_{a2} および f_{a3} に起因するスプリアスが生成されていない。

【００４９】

ＨＰＦ１０の減衰量が－１０ｄＢと－３０ｄＢとの周波数はそれぞれ５３８６ＭＨｚおよび５３５６ＭＨｚであり、その差は約３０ＭＨｚ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。

【００５０】

実施例２のように、ノードＮ１とＮ２との間に直列に接続された弾性波共振器Ｒ１ｂお

10

20

30

40

50

および $R1c$ は複数でもよい。弾性波共振器 $R1b$ および $R1c$ 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 $R1b$ 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 $R1a$ の一端はノード $N4$ に接続され他端はグラウンドに接続されている。弾性波共振器 $R1c$ の一端はノード $N5$ に接続され他端はグラウ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 $R1a$ から $R1c$ 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 $R1a$ の特性

共振周波数 f_{r1} : 5 3 6 4 M H z

反共振周波数 f_{a1} : 5 4 4 0 M H z

弾性波共振器 $R1b$ の特性

共振周波数 f_{r2} : 5 4 4 0 M H z

反共振周波数 f_{a2} : 5 5 9 0 M H z

弾性波共振器 $R1c$ の特性

共振周波数 f_{r3} : 5 3 6 4 M H z

反共振周波数 f_{a3} : 5 4 4 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。

20

【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。

【0054】

H P F 10 の通過帯域の低周波数側に減衰極 $A1$ (5 2 8 7 M H z)、 $A2$ (4 9 7 8 M H z) および $A3$ (5 3 6 2 M H z) が形成されている。減衰極 $A3$ の周波数は、弾性波共振器 $R1a$ および $R1c$ 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 $R1b$ 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。

30

【0055】

H P F 10 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 0 5 M H z および 5 3 8 6 M H z であり、その差は約 1 9 M H z 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。

【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 $R1a$ および $R1c$ は複数でもよい。弾性波共振器 $R1a$ および $R1c$ 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。

40

【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) との間の第 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_{1b} (第 1 弾性波共振器) は、端子 T_1 と T_2 との間において第 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_{1b} 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_{1a} (第 2 弾性波共振器) 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プリアスを抑制できる。

10

【 0 0 5 9 】

弾性波共振器 R_{1a} の共振周波数 f_{r1} は HPF_{10} の通過帯域より低い。これにより、 HPF_{10} の遷移幅を狭くできる。

【 0 0 6 0 】

弾性波共振器 R_{1b} の反共振周波数 f_{a2} は HPF_{10} の通過帯域内に位置する。これにより、 HPF_{10} の遷移幅を狭くできる。

【 0 0 6 1 】

弾性波共振器 R_{1a} の反共振周波数 f_{a1} および弾性波共振器 R_{1b} の共振周波数 f_{r2} は HPF_{10} 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_{10} の遷移幅を狭くできる。

20

【 0 0 6 2 】

弾性波共振器 R_{1a} 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_{1b} 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 弾性波共振器は単一の弾性波共振器 R_{1b} であり、1 または複数の第 2 弾性波共振器は単一の弾性波共振器 R_{1a} である。これにより、弾性波共振器 R_{1b} 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_{1a} 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_{10} の通過帯域内のスプリアスを抑制できる。

30

【 0 0 6 4 】

実施例 2 のように、複数の第 2 弾性波共振器 R_{1b} および R_{1c} 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_{10} の通過帯域内のスプリアスを抑制できる。

40

【 0 0 6 5 】

実施例 3 のように、複数の第 1 弾性波共振器 R_{1a} および R_{1c} 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_{10} の通過帯域内のスプリアスを抑制できる。

【 実施例 4 】

【 0 0 6 6 】

図 11 は、実施例 4 に係るダイプレクサの回路図である。図 11 に示すように、共通端子 TA と端子 TH との間に HPF_{14} が接続されている。 HPF_{14} は、実施例 1 から 3 の HPF_{10} 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) 16

50

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 】

マルチプレクサとしてダイプレクサを例に説明したがトリプレクサまたはクワッドプレクサでもよい。

【 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。

【符号の説明】

【 0 0 6 9 】

1 0 、 1 4 H P F

1 2 弾性波共振器回路

1 6 L P F

10

20

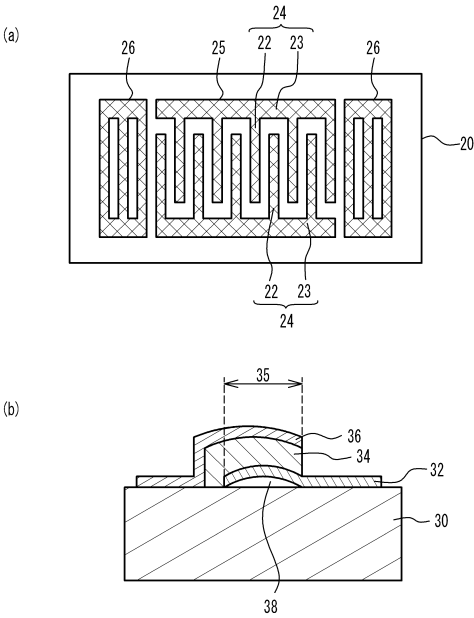
30

40

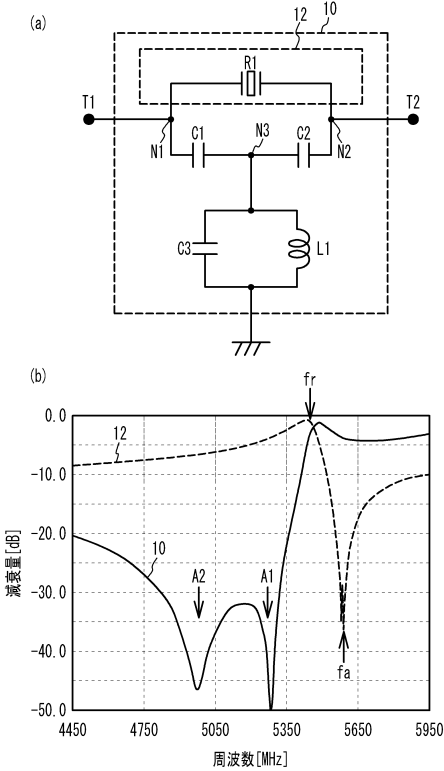
50

【図面】

【図 1】



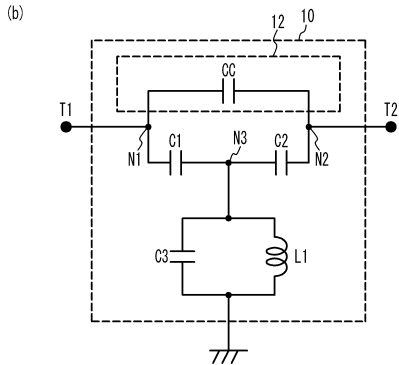
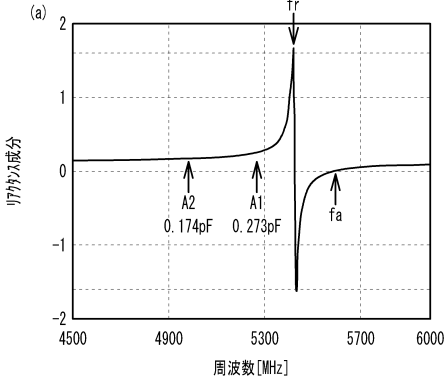
【図 2】



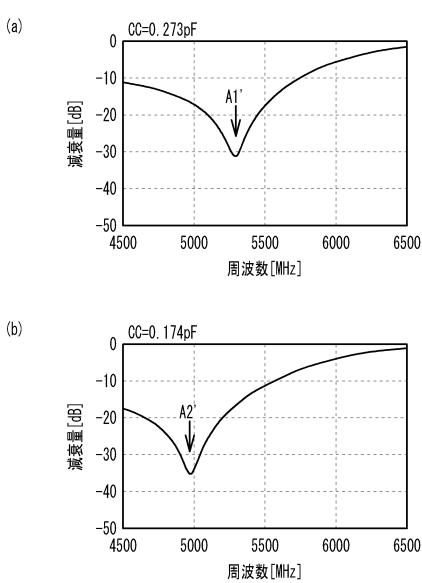
10

20

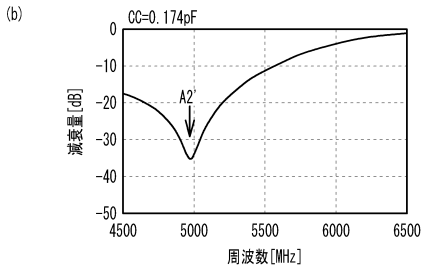
【図 3】



【図 4】



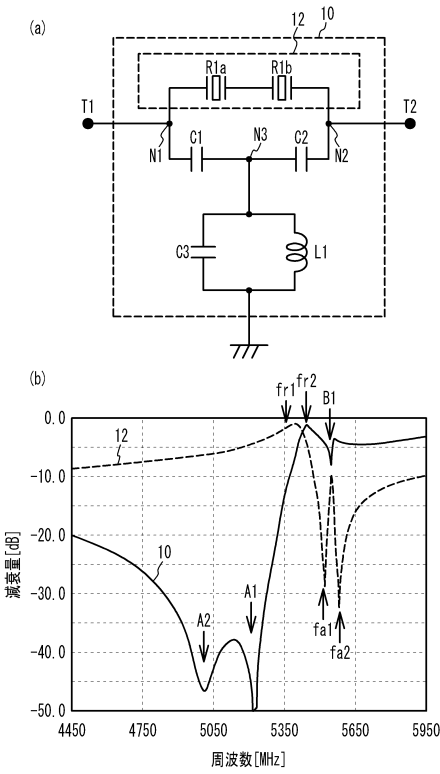
30



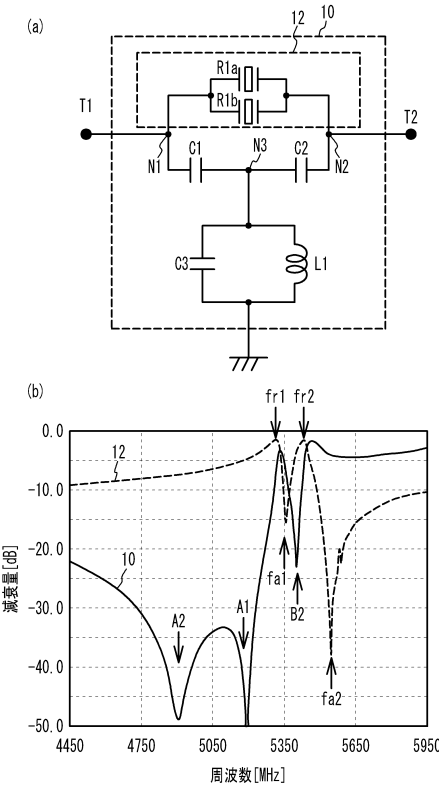
40

50

【図 5】



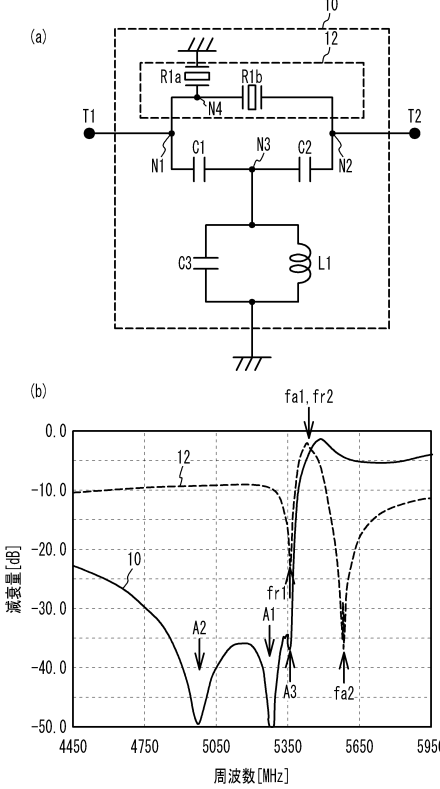
【図 6】



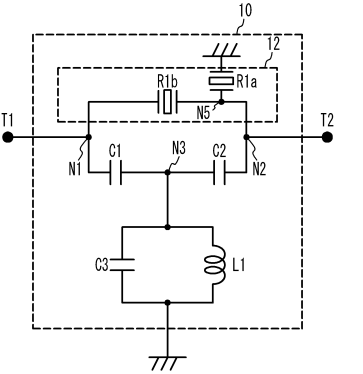
10

20

【図 7】



【図 8】

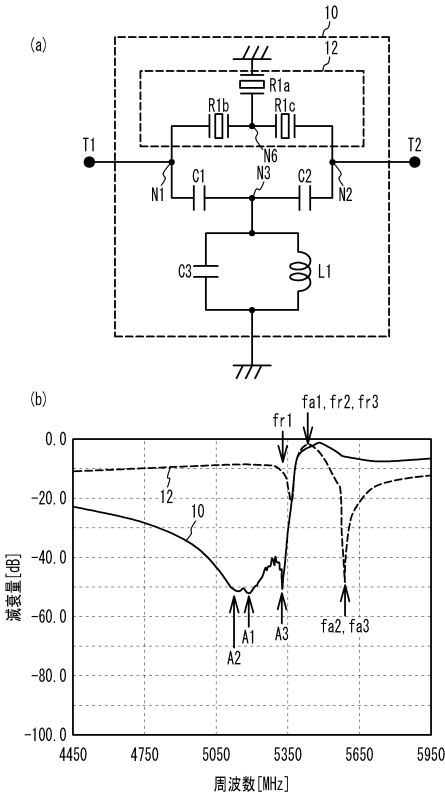


30

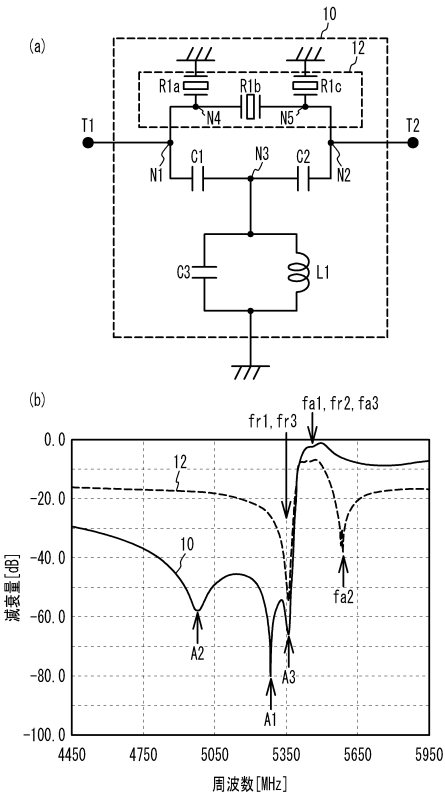
40

50

【図 9】



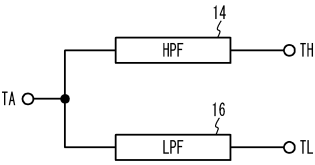
【図 10】



10

20

【図 11】



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 2 0 1 7 / 0 3 3 8 8 0 1 (U S , A 1)
米国特許出願公開第 2 0 1 7 / 0 2 4 4 3 8 2 (U S , A 1)
特開 2 0 1 7 - 1 6 3 2 3 5 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 1 1 2 5 2 5 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- H 0 3 H 1 / 0 0 - H 0 3 H 3 / 0 0
H 0 3 H 3 / 0 0 7 - H 0 3 H 3 / 1 0
H 0 3 H 5 / 0 0 - H 0 3 H 7 / 1 3
H 0 3 H 9 / 0 0 - H 0 3 H 9 / 7 6