

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(10) 国際公開番号

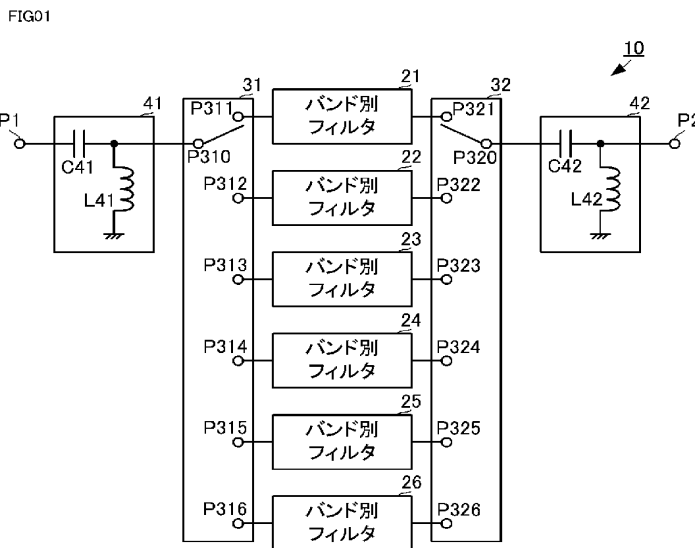
WO 2016/133028 A1

(43) 国際公開日
2016年8月25日(25.08.2016)

- (51) 国際特許分類:
H03H 7/01 (2006.01) H03H 7/38 (2006.01)
H03H 7/075 (2006.01) H03H 7/46 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/054211
 - (22) 国際出願日: 2016年2月15日(15.02.2016)
 - (25) 国際出願の言語: 日本語
 - (26) 国際公開の言語: 日本語
 - (30) 優先権データ:
特願 2015-032084 2015年2月20日(20.02.2015) JP
特願 2015-099967 2015年5月15日(15.05.2015) JP
 - (71) 出願人: 株式会社村田製作所(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 Kyoto (JP).
 - (72) 発明者: 和田貴也(WADA, Takaya); 〒6178555 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 Kyoto (JP). 中嶋礼滋(NAKAJIMA, Reiji); 〒6178555 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 Kyoto (JP).
 - (74) 代理人: 特許業務法人 楓国際特許事務所(KAEDE PATENT ATTORNEYS' OFFICE); 〒5400011 大阪府大阪市中央区農人橋1丁目4番34号 Osaka (JP).
 - (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
 - (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: HIGH-FREQUENCY FILTER, HIGH-FREQUENCY FRONT-END CIRCUIT, COMMUNICATION DEVICE, AND METHOD FOR DESIGNING HIGH-FREQUENCY FILTER

(54) 発明の名称: 高周波フィルタ、高周波フロントエンド回路、通信機器、および、高周波フィルタの設計方法



(57) Abstract: A high-frequency filter (10) is provided with: communication band-specific filters (21-26) provided to respectively correspond to a plurality of communication bands; switches (31, 32); and matching circuits (41, 42). The switches (31, 32) are each provided with a common terminal and a plurality of terminals to be selected, and the plurality of terminals to be selected are individually connected to the communication band-specific filters (21-26). The matching circuits (41, 42) are each connected to the common terminal, and are each a matching circuit common to the communication band-specific filters (21-26). The communication band-specific filters (21-26) are set such that the filter characteristic of a series circuit formed by combining a communication band-specific filter selected by the switch and the common matching circuit is further improved in a communication band corresponding to the selected communication band-specific filter than the filter characteristic of the selected communication band-specific filter.

(57) 要約:

[続葉有]

21, 22, 23, 24, 25, 26 Band-specific filter

WO 2016/133028 A1

高周波フィルタ（１０）は、複数の通信バンドにそれぞれ対応して設けられた通信バンド別フィルタ（２１－２６）、スイッチ（３１，３２）、および整合回路（４１，４２）を備える。スイッチ（３１，３２）は、共通端子と複数の被選択端子を備え、複数の被選択端子が通信バンド別フィルタ（２１－２６）にそれぞれ個別に接続する。整合回路（４１，４２）は、共通端子に接続されており、通信バンド別フィルタ（２１－２６）に対して共通の整合回路である。通信バンド別フィルタ（２１－２６）は、スイッチによって選択された通信バンド別フィルタと共通の整合回路とを組み合わせた直列回路のフィルタ特性が、選択された通信バンド別フィルタのフィルタ特性よりも、選択された通信バンド別フィルタに対応した通信バンドに対して改善されるように設定されている。

明 細 書

発明の名称：

高周波フィルタ、高周波フロントエンド回路、通信機器、および、高周波フィルタの設計方法

技術分野

[0001] 本発明は、複数の通信バンドの高周波信号を切り替えてフィルタ処理する高周波フィルタ、高周波フロントエンド回路および高周波フィルタの設計方法に関する。

背景技術

[0002] 現在、通信バンドの多様化によって、一つのアンテナで複数の通信バンドの高周波信号を送受信する無線通信装置が各種実用化されている。複数の通信バンドは、それぞれに使用する周波数帯域（使用周波数帯域）が異なる。したがって、無線通信装置は、通信バンド毎にフィルタを備える。

[0003] 例えば、特許文献1に記載の装置では、通信バンド毎にフィルタを備える。複数のフィルタは、スイッチによって選択的にアンテナに接続される。

[0004] 図15は、従来の高周波フィルタの構成を示すブロック図である。図15に示すように、従来の高周波フィルタ10Pは、複数のバンド別フィルタ21P-26P、スイッチ31、32、個別整合回路411P-416P、421P-426Pを備える。

[0005] 個別整合回路411Pは、バンド別フィルタ21Pの一方端に接続され、個別整合回路421Pは、バンド別フィルタ21Pの他方端に接続されている。バンド別フィルタ22P-26Pと個別整合回路412P-416P、422P-426Pとの接続関係も同様である。

[0006] スイッチ31は、第1入出力端子P1に対して個別整合回路411P-416Pを選択的に接続する。スイッチ32は、第2入出力端子P2に対して個別整合回路421P-426Pを選択的に接続する。

[0007] バンド別フィルタ21Pは、通信バンドBand Aの使用周波数帯域が通

過帯域内となるように、フィルタを構成する回路素子の素子値が決定されている。同様に、バンド別フィルタ 2 2 P - 2 6 P も、それぞれに伝送する通信バンドの通信バンド A の使用周波数帯域が通過帯域内となるように、フィルタを構成する回路素子の素子値が設定されている。

[0008] 個別整合回路 4 1 1 P は、通信バンド B a n d A の使用周波数帯域において入出力端子 P 1 側からバンド別フィルタ 2 1 P を見たインピーダンスが所定のインピーダンス（例えば、5 0 Ω）となるように、整合回路を構成する回路素子の素子値が設定されている。個別整合回路 4 1 2 P - 4 1 6 P も同様の手法で回路素子の素子値が設定されている。

[0009] 個別整合回路 4 2 1 P は、通信バンド B a n d A の使用周波数帯域において入出力端子 P 2 側からバンド別フィルタ 2 1 P を見たインピーダンスが所定のインピーダンス（例えば、5 0 Ω）となるように、整合回路を構成する回路素子の素子値が設定されている。個別整合回路 4 2 2 P - 4 2 6 P も同様の手法で回路素子の素子値が設定されている。

[0010] このように、従来の高周波フィルタ 1 0 P は、バンド別フィルタ 2 1 P - 2 6 P 毎に個別整合回路 4 1 1 P - 4 1 6 P , 4 2 1 P - 4 2 6 P が配置される。

先行技術文献

特許文献

[0011] 特許文献1：特開 2 0 1 4 - 5 0 0 9 8 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0012] しかしながら、従来の高周波フィルタ 1 0 P では、高周波フィルタ 1 0 P で処理する通信バンド数が増加し、バンド別フィルタの個数が増加すると、バンド別フィルタの個数に応じて個別整合回路の個数も増加する。したがって、高周波フィルタ 1 0 P の回路が複雑化し、大型化してしまう。

[0013] 本発明の目的は、通信バンド数が増加しても整合回路の個数を増加せず、

簡素な構成で小型化を実現でき、且つ、各通信バンドに対して優れたフィルタ特性を有する高周波フィルタを提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0014] この発明の高周波フィルタは、異なる通信バンドにそれぞれ対応して設けられた複数の通信バンド別フィルタ、スイッチ、および整合回路を備える。スイッチは、共通端子と複数の被選択端子を備え、複数の被選択端子が複数の通信バンド別フィルタにそれぞれ個別に接続する。整合回路は、共通端子に接続されており、複数の通信バンド別フィルタに対して共通の整合回路である。
- [0015] 複数の通信バンド別フィルタは、複数の通信バンド別フィルタのうちスイッチによって選択された通信バンド別フィルタと共通の整合回路とを組み合わせた直列回路のフィルタ特性が、選択された通信バンド別フィルタのフィルタ特性よりも、選択された通信バンド別フィルタに対応した通信バンドに対して改善されるように設定されている。
- [0016] この構成では、複数の通信バンド別フィルタに対してそれぞれ個別に整合回路を設けなくても、各通信バンドに対して最適なフィルタ特性が得られる。
- [0017] また、この発明の高周波フィルタは、共通端子と複数の被選択端子を備えたスイッチと、共通端子に接続された整合回路と、複数の被選択端子のそれぞれに個別に接続され、互いに異なる通信バンドに対応し、スイッチによって整合回路に接続された回路でのフィルタ特性が単体でのフィルタ特性よりも良い複数の通信バンド別フィルタと、を備えていてもよい。
- [0018] この構成では、複数の通信バンド別フィルタに対してそれぞれ個別に整合回路を設けなくても、各通信バンドに対して最適なフィルタ特性が得られる。
- [0019] また、この発明の高周波フィルタの整合回路はトラップフィルタを備えていてもよい。
- [0020] この構成では、目的のフィルタ特性として、目的の通過特性を得ながら、

所望の周波数に対する減衰をさらに大きくすることができる。

[0021] また、この発明の高周波フィルタの整合回路は、トラップフィルタの接続を選択する整合回路内のスイッチを備えていてもよい。

[0022] この構成では、通信バンドに応じてトラップフィルタを用いる態様と、トラップフィルタを用いない態様を選択することができる。

[0023] また、この発明の高周波フィルタのトラップフィルタは、可変キャパシタを備えていてもよい。

[0024] この構成では、減衰極周波数を調整することができる。

[0025] また、この発明の高周波フィルタのトラップフィルタは、共通端子とグラウンドとの間に接続されていてもよい。

[0026] この構成では、可変キャパシタがバンド別フィルタに直列接続されないの
で、可変キャパシタによる伝送損失を低減できる。

[0027] また、この発明の高周波フィルタの整合回路は、共通端子と外部回路とを接続する伝送ラインに対して選択的に直列接続されるインダクタとキャパシタを備えていてもよい。

[0028] この構成では、高周波フィルタとしてのフィルタ特性をさらに調整することができる。

[0029] また、この発明の高周波フィルタは、次の構成であってもよい。高周波フィルタは、複数の通信バンド別フィルタの有するフィルタ処理の機能を有さないリアクタンス回路からなるバイパス回路を備える。スイッチは、複数の通信バンド別フィルタとバイパス回路の1つを選択して接続する。

[0030] この構成では、バンド別フィルタを介さない伝送経路を選択することもできる。例えば、フィルタ処理を必要とせず、より低損失な伝送が可能な周波数帯域において、バイパス回路を選択することによって、低損失な特性を実現することができる。

[0031] また、この発明の高周波フィルタでは、整合回路は、共通端子と外部接続端子とに接続されたインダクタと、該インダクタに一方端が接続され、他方端が直接または間接的にグラウンド電位に接続されるキャパシタと、を備えて

いてもよい。

- [0032] この構成では、簡素な回路構成を基本構成として整合回路が実現される。また、この構成では、ローパスフィルタの機能が兼用される。
- [0033] また、この発明の高周波フィルタでは、整合回路は、共通端子と外部接続端子との間に接続されたキャパシタと、該キャパシタに一方端が接続され、他方端が直接または間接的にグランド電位に接続されるインダクタとを備えていてもよい。
- [0034] この構成では、簡素な回路構成を基本構成として整合回路が実現される。
- [0035] また、この発明の高周波フィルタでは、整合回路が接続する端子は、アンテナが受信した受信信号が入力される端子であるとよりよい。
- [0036] この構成では、上述の高周波フィルタを受信信号の伝送経路に配置した態様を示している。受信信号は、送信信号と比較して信号強度が小さいので、上述の高周波フィルタの構成がより有効に作用する。
- [0037] この発明の高周波フロントエンド回路は、パワーアンプと、パワーアンプで増幅された送信信号をフィルタ処理する送信側フィルタと、を備え、送信側フィルタに上述の高周波フィルタを用いている。
- [0038] この構成では、各通信バンドの送信信号に最適なフィルタ特性を得ながら、小型の高周波フロントエンド回路を実現できる。
- [0039] また、この発明の高周波フロントエンド回路は、送信側フィルタとアンテナとの間に接続された分波回路を、さらに備えていてもよい。
- [0040] この構成は、分波回路を含む高周波フロントエンド回路を小型にできる。
- [0041] また、この発明の高周波フロントエンド回路では、送信側フィルタは、複数のパワーアンプの段間に接続されている。
- [0042] この構成では、複数のパワーアンプの段間フィルタとして上述の高周波フィルタを利用している。したがって、送信信号を低損失且つ正確にフィルタ処理する高周波フロントエンド回路を実現することができる。
- [0043] また、この発明の高周波フロントエンド回路は、パワーアンプに送信信号を出力するRFICを、さらに備えていてもよい。

[0044] この構成では、RFICを含む高周波フロントエンド回路を小型にできる。

[0045] また、この発明の通信機器は、上述の高周波フロントエンド回路と、このRFICに接続されたBBCと、を備えている。

[0046] この構成では、通信機器を小型にできる。

発明の効果

[0047] この発明によれば、通信バンド数が増加しても整合回路の個数は増加せず、簡素な構成で小型化を実現でき、且つ、複数の通信バンドに対して優れたフィルタ特性を有する高周波フィルタを実現することができる。

図面の簡単な説明

[0048] [図1]本発明の第1の実施形態に係る高周波スイッチモジュールの回路図である。

[図2]本発明の第1の実施形態に係る高周波フィルタのフィルタ特性の設定概念を説明するための概略的な伝送損失の周波数特性を示すグラフである。

[図3]本発明の第1の実施形態に係る高周波フィルタにおいて、バンド別フィルタ単体、および、バンド別フィルタと整合回路との直列回路の Z_{in} 、 Z_{out} のスミスチャートを示している。

[図4]本発明の第1の実施形態に係る高周波フロントエンド回路および通信装置の回路図である。

[図5]本発明の第1の実施形態に係る高周波フィルタの変形例の回路図である。

[図6]本発明の第1の実施形態に係る高周波フィルタの設計方法を示すフローチャートである。

[図7]本発明の第2の実施形態に係る高周波フィルタの回路図である。

[図8]本発明の第2の実施形態に係る高周波フィルタにおける第1接続構成を示す回路図である。

[図9]本発明の第2の実施形態に係る高周波フィルタにおける第2接続構成を示す回路図である。

[図10]本発明の第2の実施形態に係る高周波フィルタのフィルタ特性の設定概念を説明するための概略的な伝送損失の周波数特性を示すグラフである。

[図11]本発明の第3の実施形態に係る高周波フィルタの回路図である。

[図12]本発明の第4の実施形態に係る高周波フィルタの回路図である。

[図13]本発明の第5の実施形態に係る高周波フィルタの整合回路の回路図である。

[図14]本発明の第6の実施形態に係る高周波フィルタの回路図である。

[図15]従来の高周波フィルタの構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0049] 本発明の第1の実施形態に係る高周波フィルタおよび高周波フロントエンド回路について、図を参照して説明する。図1は、本発明の第1の実施形態に係る高周波フィルタの回路図である。

[0050] なお、以下に示す通信バンドBand A等は、3GPP規格等によって定められた通信バンドにおける適当な通信バンド（本実施形態の構成を必要とする通信バンド）を意味する。例えば、3GPP規格のLowバンドであれば、Band 12, 13, 28A, 28B, 20, 27, 26, 8等が対象となる。

[0051] 高周波フィルタ10は、複数のバンド別フィルタ21-26、スイッチ31, 32、整合回路41, 42、第1入出力端子P1、および、第2入出力端子P2を備える。

[0052] バンド別フィルタ21-26は、それぞれに異なる通信バンドの高周波信号をフィルタ処理する。すなわち、バンド別フィルタ21-26は、通過特性と減衰特性の設定が異なる。バンド別フィルタ21-26は、SAW共振子、インダクタ、キャパシタ等のフィルタ構成素子を適宜組み合わせることによって実現される。なお、バンド別フィルタ21-26の具体的な通過特性と減衰特性の設定方法は、後述する。

[0053] スイッチ31は、共通端子P310と被選択端子P311-P316を備える。スイッチ31は、外部からのスイッチ制御信号に基づいて、被選択端

子P 3 1 1 - P 3 1 6を共通端子P 3 1 0に選択的に接続する。

[0054] 被選択端子P 3 1 1は、バンド別フィルタ2 1に接続されている。同様に、被選択端子P 3 1 2 - P 3 1 6は、それぞれバンド別フィルタ2 2 - 2 6に接続されている。

[0055] 共通端子P 3 1 0は、整合回路4 1に接続されている。整合回路4 1は、第1入出力端子P 1に接続されている。

[0056] スイッチ3 2は、共通端子P 3 2 0と被選択端子P 3 2 1 - P 3 2 6を備える。スイッチ3 2は、外部からのスイッチ制御信号に基づいて、被選択端子P 3 2 1 - P 3 2 6を共通端子P 3 2 0に選択的に接続する。

[0057] 被選択端子P 3 2 1は、バンド別フィルタ2 1に接続されている。同様に、被選択端子P 3 2 2 - P 3 2 6は、それぞれバンド別フィルタ2 2 - 2 6に接続されている。

[0058] 共通端子P 3 2 0は、整合回路4 2に接続されている。整合回路4 2は、第2入出力端子P 2に接続されている。

[0059] 整合回路4 1は、キャパシタC 4 1とインダクタL 4 1を備える。キャパシタC 4 1は、第1入出力端子P 1と共通端子P 3 1 0との間に接続されている。インダクタL 4 1は、キャパシタC 4 1と共通端子P 3 1 0とを接続する伝送ラインとグランドとの間に接続されている。

[0060] 整合回路4 2は、キャパシタC 4 2とインダクタL 4 2を備える。キャパシタC 4 2は、第2入出力端子P 2と共通端子P 3 2 0との間に接続されている。インダクタL 4 2は、キャパシタC 4 2と第2入出力端子P 2とを接続する伝送ラインとグランドとの間に接続されている。

[0061] この構成からなる高周波フィルタ1 0は、通信バンドB a n d Aの高周波信号を伝送してフィルタ処理する場合、共通端子P 3 1 0と被選択端子P 3 1 1とを接続し、共通端子P 3 2 0と被選択端子P 3 2 1とを接続する。また、高周波フィルタ1 0は、通信バンドB a n d Bの高周波信号を伝送してフィルタ処理する場合、共通端子P 3 1 0と被選択端子P 3 1 2とを接続し、共通端子P 3 2 0と被選択端子P 3 2 2とを接続する。同様に、他の通信

バンドの高周波信号を伝送してフィルタ処理する場合でも、スイッチ 3 1, 3 2 は、同一のバンド別フィルタを共通端子 P 3 1 0, P 3 2 0 に接続するように切り替え動作する。

[0062] このような構成により、第 1 入出力端子 P 1 から入力された高周波信号は、整合回路 4 1、スイッチ 3 1、バンド別フィルタ 2 1 - 2 6 における選択された一つのバンド別フィルタ、スイッチ 3 2、および整合回路 4 2 を介して、第 2 入出力端子 P 2 から出力される。この際、高周波信号は、選択されたバンド別フィルタに応じたフィルタ処理が行われて、第 2 入出力端子 P 2 から出力される。

[0063] したがって、高周波フィルタ 1 0 では、いずれの通信バンドの高周波信号を伝送する場合であっても、整合回路 4 1, 4 2 を高周波信号が伝送する。すなわち、整合回路 4 1, 4 2 は、高周波フィルタ 1 0 で伝送してフィルタ処理する全ての通信バンドに対して共通の整合回路である。これにより、バンド別フィルタ毎に個別に整合回路を配置しないので、高周波フィルタ 1 0 を簡素な回路構成で小型に実現することができる。

[0064] ここで、高周波フィルタ 1 0 は、次に示すように、整合回路 4 1, 4 2、バンド別フィルタ 2 1 - 2 6 が設定されている。

[0065] 図 2 は、本発明の第 1 の実施形態に係る高周波フィルタのフィルタ特性の設定概念を説明するための概略的な伝送損失の周波数特性を示すグラフである。図 2 において、破線はバンド別フィルタ単体での周波数特性を示し、実線はバンド別フィルタと整合回路を組み合わせた回路での周波数特性を示す。

[0066] 図 2 に示すように、フィルタ処理対象の通信バンドを通信バンド B a n d A に設定したバンド別フィルタ（図 2 の B a n d A フィルタ）単体では、通信バンド B a n d A の通過帯域において伝送損失が或程度生じるように設定されている。しかしながら、共通整合回路である整合回路 4 1, 4 2 と B a n d A のバンド別フィルタとを組み合わせた直列回路では、通信バンド B a n d A の通過帯域における伝送損失が改善される。

- [0067] 同様に、図2に示すように、フィルタ処理対象の通信バンドを通信バンドBand Bに設定したバンド別フィルタ（図2のBand Bフィルタ）単体では、通信バンドBand Bの通過帯域において伝送損失が或程度生じるように設定されている。しかしながら、共通整合回路である整合回路41、42とBand Bのバンド別フィルタ単体とを組み合わせた直列回路では、通信バンドBand Bの通過帯域における伝送損失が改善される。
- [0068] これは、バンド別フィルタ単体では、フィルタ処理対象とする通信バンドに対して敢えてフィルタ特性が最適でないように設定し、共通整合回路とバンド別フィルタとの直列回路において、フィルタ特性が最適になるように設定することによる。
- [0069] 言い換えれば、共通整合回路のインピーダンスに基づいて、各バンド別フィルタのフィルタ特性を、最適なフィルタ特性（高周波フィルタ10としての目的とするフィルタ特性）からずらしている。このような設定を行うことによって、共通整合回路のインピーダンス特性に基づいてバンド別フィルタ単体のフィルタ特性を調整し、目的の通信バンドに対して共通整合回路とバンド別フィルタ単体との組合せで最適なフィルタ特性を実現することが容易になる。
- [0070] したがって、本実施形態の構成を用いることによって、複数の通信バンドすなわち複数のバンド別フィルタに対して共通の整合回路を用いても、優れたフィルタ特性を実現することができる。
- [0071] また、整合回路のインピーダンスに対して、複数のバンド別フィルタのフィルタ特性を調整するので、整合回路を簡素化しても、高周波フィルタ10としてのフィルタ特性を最適化することができる。したがって、整合回路の構成をさらに簡素化、小型化することも可能である。
- [0072] 図3は、本発明の第1の実施形態に係る高周波フィルタにおいて、バンド別フィルタ単体、および、バンド別フィルタと整合回路との直列回路の Z_{in} 、 Z_{out} のスミスチャートを示している。 Z_{in} は、第1入出力端子P1側からバンド別フィルタを見たインピーダンスを示し、 Z_{out} は、第2

入出力端子 P 2 側からバンド別フィルタを見たインピーダンスを示す。なお、 Z_{in} では、最適なインピーダンスは50 [Ω] に設定されており、 Z_{out} では、最適なインピーダンスは50 [Ω] から少し小さいインピーダンス（例えば30 [Ω] 程度）に設定されている。図3において、太実線はBand Aのインピーダンス特性を示し、太破線はBand Bのインピーダンス特性を示し、細実線はBand Cのインピーダンス特性を示す。

[0073] 図3に示すように、本実施形態の構成のバンド別フィルタ単体では、 Z_{in} 、 Z_{out} ともに最適なインピーダンス（50 Ω）から全体的にずれており、且つインピーダンスの奇跡が大きい（周波数によるインピーダンスの変化量が大きい）。しかしながら、本実施形態の構成のバンド別フィルタと整合回路とを組み合わせた直列回路では、 Z_{in} 、 Z_{out} ともに最適なインピーダンス（50 Ω）に近く、且つインピーダンスの軌跡が小さい（周波数によるインピーダンスの変化量が小さい）。

[0074] 図3からも分かるように、本実施形態の構成を用いることによって、共通の整合回路を用いても、バンド別フィルタのフィルタ特性を調整することによって、各通信バンドの高周波信号に対して最適なフィルタ処理を実現することができる。

[0075] このような構成からなる高周波フィルタ10は、例えば、次に示す高周波フロントエンド回路および通信装置に適用することができる。図4は、本発明の第1の実施形態に係る高周波フロントエンド回路および通信装置の回路図である。

[0076] 高周波フロントエンド回路90は、RFICであるフロントエンドIC91、送信側フィルタ回路92、受信側フィルタ回路93、分波回路94を備える。フロントエンドIC91は、送信信号生成部911、復調部912、および、スイッチ制御部913を備える。送信信号生成部911は、送信側フィルタ回路92に接続されている。送信側フィルタ回路92は、分波回路94に接続されている。分波回路94は、アンテナANTに接続されている。また、分波回路94は、受信側フィルタ回路93に接続されている。受信

側フィルタ回路93は、復調部912に接続されている。受信側フィルタ回路93は、上述の高周波フィルタ10を用いている。通信装置9は、高周波フロントエンド回路90とBBIC（ベースバンドIC）95と備える。高周波フロントエンド回路90のフロントエンドIC91は、BBIC95と接続されている。

[0077] 送信信号生成部911で生成された高周波信号（送信信号：通信を行う通信バンドの送信周波数帯域の高周波信号）は、送信側フィルタ回路92でフィルタ処理され、分波回路94を介して、アンテナANTから外部へ送信される。アンテナANTで受信した高周波信号（受信信号：通信を行う通信バンドの受信周波数帯域の高周波信号）は、分波回路94を介して受信側フィルタ回路93でフィルタ処理され、復調部912に入力される。スイッチ制御部913は、スイッチ制御信号を生成し、通信を行う通信バンドに応じたバンド別フィルタを選択するように、受信側フィルタ回路93をスイッチ制御する。

[0078] このような構成とすることによって、各通信バンドの受信信号を低損失でフィルタ処理して、復調部912に入力することができる。これにより、受信感度が高い高周波フロントエンド回路90を実現することができる。

[0079] なお、高周波フィルタ10は、送信側フィルタ回路92等、他のフィルタ回路にも適用することができる。しかしながら、受信信号は信号強度が低い、特に送信信号に対して大幅に信号強度が低いので、低損失なフィルタ特性が望まれる。したがって、上述の高周波フィルタ10の効果がより有効となる。

[0080] そして、上述の高周波フィルタ10を用いることによって、高周波フロントエンド回路90を、より簡素な構成で小型に実現することができる。

[0081] なお、図1に示す整合回路41、42の構成は、一例であり、インダクタ、キャパシタを用いた他の回路構成であってもよい。

[0082] 例えば、図5に示す構成であってもよい。図5は、本発明の第1の実施形態に係る高周波フィルタの変形例の回路図である。図5に示す高周波フィル

タ10'は、整合回路41'，42'の構成において、図1に示す高周波フィルタ10と異なる。また、これに応じて、バンド別フィルタ21'，22'，23'，24'，25'，26'のフィルタ特性が、整合回路41'，42'に応じて設定されている。

[0083] 整合回路41'は、インダクタL41'とキャパシタC41'とを備える。インダクタL41'は、第1入出力端子P1と共通端子P310との間に接続されている。キャパシタC41'は、インダクタL41'と共通端子P310とを接続する伝送ラインとグランドとの間に接続されている。

[0084] 整合回路42'は、インダクタL42'とキャパシタC42'を備える。インダクタL42'は、第2入出力端子P2と共通端子P320との間に接続されている。キャパシタC42'は、インダクタL42'と第2入出力端子P2とを接続する伝送ラインとグランドとの間に接続されている。

[0085] このような構成とすることによって、整合回路41'，42'は、インピーダンス整合とともに、ローパスフィルタとして機能し、高調波成分を減衰させることができる。

[0086] また、上述の高周波フィルタ10の設計は、例えば、次に示すように行えばよい。図6は、本発明の第1の実施形態に係る高周波フィルタの設計方法を示すフローチャートである。

[0087] まず、高周波フィルタ10でフィルタ処理を行う複数の通信バンドの通過特性、例えば、通過帯域での伝送損失の許容値を決定する(S101)。

[0088] 次に、複数の通信バンドに共通の整合回路の素子値を決定する(S102)。

[0089] 次に、通過特性と整合回路のインピーダンス特性に基づいて、整合回路とバンド別フィルタの直列回路において、フィルタ処理対象とする通信バンドに最適な通過特性が得られるように、バンド別フィルタ単体の素子値を調整する(S103)。この素子値の調整は、バンド別フィルタ毎、すなわち通信バンド毎に行う。

[0090] このようなバンド別フィルタを構成する回路素子の素子値の調整を行うこ

とによって、小型でフィルタ特性に優れる高周波フィルタ 10 を実現することができる。

- [0091] 次に、本発明の第 2 の実施形態に係る高周波フィルタについて、図を参照して説明する。図 7 は、本発明の第 2 の実施形態に係る高周波フィルタの回路図である。本実施形態に係る高周波フィルタ 10 A は、第 1 の実施形態に係る高周波フィルタ 10 に対して、整合回路 41 A の構成が異なり、これに応じて各バンド別フィルタ 21 A - 26 A のフィルタ特性の設定が異なる。
- [0092] 整合回路 41 A は、キャパシタ C 411, C 412、インダクタ L 411, L 412、圧電共振子 P R 41、スイッチ SW 41 を備える。
- [0093] キャパシタ C 411 は、スイッチ 31 の共通端子 P 310 と第 1 入出力端子 P 1 との間に接続されている。インダクタ L 411 の一方端は、キャパシタ C 411 と共通端子 P 310 とを接続する伝送ラインに接続されている。インダクタ L 411 の他方端は、スイッチ SW 41 (整合回路内のスイッチ) の共通端子に接続されている。
- [0094] スイッチ SW 41 の第 1 被選択端子はグラウンドに接続されている。スイッチ SW 41 の第 2 被選択端子は、キャパシタ C 412 の一方端に接続されている。
- [0095] キャパシタ C 412 の他方端は、圧電共振子 P R 41 の一方端およびインダクタ L 412 の一方端に接続されている。圧電共振子 P R 41 の他方端およびインダクタ L 412 の他方端は、グラウンドに接続されている。すなわち、キャパシタ C 412 の他方端は、圧電共振子 P R 41 とインダクタ L 412 の並列回路を介してグラウンドに接続されている。これらキャパシタ C 412、圧電共振子 P R 41、およびインダクタ L 412 からなる回路がトラップフィルタとして機能する。
- [0096] 整合回路 41 A は、スイッチ SW 41 の切り替え制御によって、インダクタ L 411 をグラウンドに接続する態様と、トラップフィルタを介して、インダクタ L 411 をグラウンドに接続する態様とが選択される。このいずれを選択するかは、通信バンドによって決定されている。なお、必要に応じて、ト

ラップフィルタの構成を変更することもできる。例えば、キャパシタC 4 1 2、インダクタL 4 1 2を用いないトラップフィルタを構成してもよい。

[0097] 図8は、本発明の第2の実施形態に係る高周波フィルタにおける第1接続構成を示す回路図である。図8では、スイッチ3 1によって、インダクタL 4 1は、グランドに接続されている。また、スイッチ3 1, 3 2によって、バンド別フィルタ2 2 Aが選択されている。

[0098] この第1の接続構成では、キャパシタC 4 1 1とインダクタL 4 1 1から構成される整合回路4 1 Aのインピーダンス特性に基づいて、バンド別フィルタ2 2 Aの単体のフィルタ特性が設定される。

[0099] 図9は、本発明の第2の実施形態に係る高周波フィルタにおける第2接続構成を示す回路図である。図9では、スイッチ3 1によって、インダクタL 4 1は、トラップフィルタを介してグランドに接続されている。また、スイッチ3 1, 3 2によって、バンド別フィルタ2 3 Aが選択されている。

[0100] この第2の接続構成では、キャパシタC 4 1 1、インダクタL 4 1 1、およびトラップフィルタから構成される整合回路4 1 Aのインピーダンス特性に基づいて、バンド別フィルタ2 3 Aの単体のフィルタ特性が設定される。

[0101] 図10は、本発明の第2の実施形態に係る高周波フィルタのフィルタ特性の設定概念を説明するための概略的な伝送損失の周波数特性を示すグラフである。図10において、破線は、バンド別フィルタ単体での周波数特性を示し、実線はバンド別フィルタと整合回路を組み合わせた回路での周波数特性を示す。

[0102] 図10に示すように、第1の接続構成の場合、フィルタ処理対象の通信バンドを通信バンドBand Cに設定したバンド別フィルタ2 2 A（図10のBand Cフィルタ）単体では、通信バンドBand Cの通過帯域において伝送損失が或程度生じるように設定されている。しかしながら、整合回路4 1 AとBand Cのバンド別フィルタ2 2 Aとを組み合わせた直列回路では、通信バンドBand Cの通過帯域における伝送損失が改善される。

[0103] また、図10に示すように、第2の接続構成の場合、フィルタ処理対象の

通信バンドを通信バンドBand Dに設定したバンド別フィルタ23A（図10のBand Dフィルタ）単体では、通信バンドBand Dの通過帯域において伝送損失が或程度生じるように設定されている。しかしながら、整合回路41AとBand Dのバンド別フィルタ23Aとを組み合わせた直列回路では、通信バンドBand Dの通過帯域における伝送損失が改善される。さらに、この第2接続構成での整合回路41Aは、トラップフィルタを備えている。したがって、図10に示すように、通信バンドBand Dの通過帯域の近傍に減衰極を設けることができる。これにより、通過帯域の近傍の高周波信号（不要波成分）を大幅に減衰させることができる。したがって、通信バンドBand Dの使用周波数帯域に近接して別の通信バンドの使用周波数帯域がある場合、通信バンドBand Dの送信周波数帯域と受信周波数帯域が近接している場合であっても、目的とする高周波信号のみを低損失で伝送し、その他の不要波成分を減衰させることができる。

[0104] なお、具体的に説明していないが、本実施形態に係る高周波フィルタ10Aの他のバンド別フィルタ23A-26Aも、バンド別フィルタ21A、22Aと同様に、接続される整合回路41Aの接続態様に応じて、フィルタ単体のフィルタ特性が設定されている。

[0105] 次に、本発明の第3の実施形態に係る高周波フィルタについて、図を参照して説明する。図11は、本発明の第3の実施形態に係る高周波フィルタの回路図である。

[0106] 本実施形態に係る高周波フィルタ10Bは、第2の実施形態に係る高周波フィルタ10Aに対して、整合回路41Bの構成が異なる。また、これに応じて、バンド別フィルタ21B-26Bの設定が異なる。

[0107] 整合回路41Bは、整合回路41AのキャパシタC412が可変キャパシタVC41に置き換わった構成からなる。このような構成とすることによって、トラップフィルタの減衰極周波数を変化させることができる。すなわち、通信バンド毎に減衰極周波数を調整することができる。

[0108] このような構成とすることによって、さらにフィルタ特性の優れる高周波

フィルタ 10B を実現することができる。

- [0109] なお、第3の実施形態に係る高周波フィルタ 10B と第2の実施形態に係る高周波フィルタ 10A では、トラップフィルタが第1入出力端子 P1 とスイッチ 31 を接続する伝送ラインとグランドとの間に接続される態様を示した。しかしながら、トラップフィルタを伝送ラインに挿入、すなわち、トラップフィルタを第1入出力端子 P1 とスイッチ 31 との間に接続してもよい。ただし、第3の実施形態（本実施形態）に係る高周波フィルタ 10B においては、トラップフィルタは、第1入出力端子 P1 とスイッチ 31 を接続する伝送ラインとグランドとの間に接続される方が好ましい。
- [0110] このような構成とすることによって、第1入出力端子 P1 とスイッチ 31 との間に可変キャパシタ VC41 が接続されない。これによって、可変キャパシタ VC41 による損失を抑制でき、さらに低損失な高周波フィルタ 10B を実現することができる。
- [0111] 次に、本発明の第4の実施形態に係る高周波フィルタについて、図を参照して説明する。図12は、本発明の第4の実施形態に係る高周波フィルタの回路図である。
- [0112] 本実施形態に係る高周波フィルタ 10C は、第3の実施形態に係る高周波フィルタ 10B に対して、整合回路 42C の構成が異なる。また、これに応じて、バンド別フィルタ 21C - 26C の設定が異なる。
- [0113] 整合回路 42C は、キャパシタ C421、インダクタ L421、L422、圧電共振子 PR42、スイッチ SW42、および、可変キャパシタ VC42 を備える。
- [0114] キャパシタ C421 は、スイッチ 32 の共通端子 P320 と第2入出力端子 P2 との間に接続されている。インダクタ L421 の一方端は、キャパシタ C421 と第2入出力端子 P2 とを接続する伝送ラインに接続されている。インダクタ L421 の他方端は、スイッチ SW42（整合回路内のスイッチ）の共通端子に接続されている。
- [0115] スイッチ SW42 の第1被選択端子はグランドに接続されている。スイッ

子SW42の第2被選択端子は、可変キャパシタVC42の一方端に接続されている。

[0116] 可変キャパシタVC42の他方端は、圧電共振子PR42の一方端およびインダクタL422の一方端に接続されている。圧電共振子PR42の他方端およびインダクタL422の他方端は、グラウンドに接続されている。すなわち、可変キャパシタVC42の他方端は、圧電共振子PR42とインダクタL422の並列回路を介してグラウンドに接続されている。これら可変キャパシタVC42、圧電共振子PR42、およびインダクタL422からなる回路が、減衰極周波数を調整可能なトラップフィルタとして機能する。

[0117] 整合回路42Cは、スイッチSW42の切り替え制御によって、インダクタL421をグラウンドに接続する態様と、インダクタL421をトラップフィルタを介してグラウンドに接続する態様とが選択される。このいずれを選択するかは、通信バンドによって決定されている。

[0118] そして、バンド別フィルタ21C-26Cは、接続される整合回路42Cの態様（スイッチSW42の接続態様、およびトラップフィルタの可変キャパシタのキャパシタンス）に応じて、フィルタ単体のフィルタ特性が設定されている。

[0119] このように、複数のバンド別フィルタ21C-26Cの両端に、接続態様を切り替え可能な整合回路41B、42Cを接続しても、上述の各実施形態と同様の作用効果を得ることができる。さらに、本実施形態の構成を用いることによって、第2入出力端子P2側から見た高周波フィルタ10Cのインピーダンス特性をさらに適切に調整し、フィルタ特性を改善することができる。

[0120] 次に、本発明の第5の実施形態に係る高周波フィルタについて、図を参照して説明する。図13は、本発明の第5の実施形態に係る高周波フィルタの整合回路の回路図である。

[0121] 本実施形態に係る高周波フィルタは、整合回路の構成が、上述の各実施形態に係る高周波フィルタと異なる。また、これに伴い、各バンド別フィルタ

の設定が異なる。

- [0122] 整合回路41Dは、キャパシタC411, C413, C415、インダクタL411, L412, L413, L414, L415、スイッチSW411, SW412, SW413、圧電共振子PR411, PR412、可変キャパシタVC411, VC412を備える。
- [0123] キャパシタC411は、図示しない第1入出力端子P1とスイッチ31の共通端子P310との間に接続されている。インダクタL411の一方端は、キャパシタC411の第1被選択端子と反対側の端部に接続されている。インダクタL411の他方端は、スイッチSW411（整合回路内のスイッチ）の共通端子に接続されている。
- [0124] スイッチSW411の第1被選択端子はグラウンドに接続されている。スイッチSW411の第2被選択端子は、可変キャパシタVC411の一方端に接続されている。
- [0125] 可変キャパシタVC411の他方端は、圧電共振子PR411の一方端およびインダクタL412の一方端に接続されている。圧電共振子PR411の他方端およびインダクタL412の他方端は、グラウンドに接続されている。すなわち、可変キャパシタVC411の他方端は、圧電共振子PR411とインダクタL412の並列回路を介してグラウンドに接続されている。これら可変キャパシタVC411、圧電共振子PR411、およびインダクタL412からなる回路が、減衰極周波数を調整可能な第1のトラップフィルタとして機能する。
- [0126] キャパシタC413は、キャパシタC411と図示しないスイッチ31の共通端子P310との間に接続されている。インダクタL413の一方端は、キャパシタC413の共通端子P310側の端部に接続されている。インダクタL413の他方端は、スイッチSW412（整合回路内のスイッチ）の共通端子に接続されている。
- [0127] スイッチSW412の第1被選択端子はグラウンドに接続されている。スイッチSW412の第2被選択端子は、可変キャパシタVC412の一方端に

接続されている。

- [0128] 可変キャパシタVC412の他方端は、圧電共振子PR412の一方端およびインダクタL414の一方端に接続されている。圧電共振子PR412の他方端およびインダクタL414の他方端は、グラウンドに接続されている。すなわち、可変キャパシタVC412の他方端は、圧電共振子PR412とインダクタL414の並列回路を介してグラウンドに接続されている。これら可変キャパシタVC412、圧電共振子PR412、およびインダクタL414からなる回路が、減衰極周波数を調整可能な第2のトラップフィルタとして機能する。
- [0129] キャパシタC411, C413の間には、キャパシタC415とインダクタL415がスイッチSW413によって選択的に接続されている。
- [0130] 上述のように、整合回路41Dは、上述の第3の実施形態に係る整合回路41Bを多段接続した構成からなる。さらに、整合回路41Dは、整合回路41Dに低域通過型の特性を付与するか、高域通過型の特性を付与するかを選択することができる。
- [0131] このような構成とすることによって、スイッチSW411, SW412, SW413の組み合わせに応じて、さらに多様なインピーダンス特性に対応することができる。特に、整合回路41Dの特性を低域通過型または高域通過型に選択できることによって、例えば送信周波数帯域と受信周波数帯域との周波数の高低関係が他の通信バンドと異なる通信バンドを複数の通信バンド内に含む場合であっても、高周波フィルタでフィルタ処理する全ての通信バンドに対して低損失なフィルタ特性を実現することができる。
- [0132] なお、上述の第2の実施形態以降の高周波フィルタでは、整合回路内にスイッチを配置して、インピーダンス特性を選択できる例を示したが、トラップフィルタを単に備える構成であっても、上述の各構成を適用でき、上述の各実施形態と同様の作用効果を得ることができる。
- [0133] 次に、本発明の第6の実施形態に係る高周波フィルタについて、図を参照して説明する。図14は、本発明の第6の実施形態に係る高周波フィルタの

整合回路の回路図である。

- [0134] 本実施形態に係る高周波フィルタ10Eは、第1の実施形態に係る高周波フィルタ10に対して、スイッチ31E、32Eの構成が異なるとともに、バイパス回路51を追加した構成を備える。
- [0135] スイッチ31Eは、第1の実施形態に係る高周波フィルタ10のスイッチ31に対して被選択端子P317が追加されている。スイッチ31Eは、被選択端子P311-P317のいずれか1つを共通端子P310に選択的に接続する。
- [0136] スイッチ32Eは、第1の実施形態に係る高周波フィルタ10のスイッチ32に対して被選択端子P327が追加されている。スイッチ32Eは、被選択端子P321-P327のいずれか1つを共通端子P310に選択的に接続する。
- [0137] バイパス回路51は、スイッチ31Eの被選択端子P317とスイッチ32Eの被選択端子P327との間に接続されている。
- [0138] バイパス回路51は、他のバンド別フィルタ21-26に対して、より単純な回路構成のリアクタンス回路である。例えば、バイパス回路51は、単に被選択端子P317、P327間を接続する伝送線路、または、インダクタ、キャパシタが1つまたは少数しか接続されていない回路によって実現される。したがって、バイパス回路51は、他のバンド別フィルタ21-26と異なり、伝送する高周波信号に対してフィルタ処理を行わない回路である。すなわち、バイパス回路51は、被選択端子P317、P327が選択された態様で伝送される高周波信号の周波数帯域を含む比較的広い周波数帯域において、高周波信号を減衰させない回路構成である。
- [0139] バイパス回路51のリアクタンスは、バイパス回路51を介して入出力端子P1、P2間を伝送する高周波信号の周波数において、入出力端子P1から高周波フィルタ10E側を視たインピーダンスが所定のインピーダンス（例えば50[Ω]）になるように設定されている。また、バイパス回路51のリアクタンスは、バイパス回路51を介して入出力端子P1、P2間を伝

送する高周波信号の周波数において、入出力端子 P 2 から高周波フィルタ 1 0 E 側を視たインピーダンスが所定のインピーダンス（例えば 5 0 [Ω]）になるように設定されている。

[0140] すなわち、バイパス回路 5 1 のリアクタンスは、入出力端子 P 1 側から視ても、入出力端子 P 2 側から視ても整合回路 4 1, 4 2 を含む回路構成においてインピーダンスマッチングが実現されるように設定されている。

[0141] このような構成とすることによって、バンド別フィルタを必要としない高周波信号を伝送する場合に、バンド別フィルタを介することなく、入出力端子 P 1, P 2 間で高周波信号を伝送することができる。上述のように、バイパス回路 5 1 は、バンド別フィルタ 2 1 - 2 6 と比較して、回路構成が簡素であるので、インピーダンスマッチングされていれば、伝送損失は低くなる。したがって、バンド別フィルタを必要としない高周波信号に対して、低損失な伝送を実現することができる。

[0142] 例えば、当該高周波フィルタ 1 0 E を送信回路に用いる場合、次のように利用することができる。図示しないが、送信回路には送信信号増幅回路を備える。送信信号増幅回路は、初段増幅器と終段増幅器を備える。初段増幅器と終段増幅器との間には、この高周波フィルタ 1 0 E を接続する。

[0143] このような態様において、初段増幅器のノイズ特性からノイズが発生して終段増幅器で増幅されてしまうような周波数帯域（通信バンド）では、当該周波数帯域に応じたバンド別フィルタを介するように、上記 IC が、高周波フィルタ 1 0 E のスイッチ 3 1 E, 3 2 E を制御する。初段増幅器のノイズ特性からノイズが発生して終段増幅器で増幅されてしまうような周波数帯域（通信バンド）とは、例えば、受信帯雑音が -150 dBm/Hz より大きい場合、あるいは送信周波数 f_1 と受信周波数 f_2 の関係が $|f_1 - f_2| / ((f_1 + f_2) / 2) \geq 10\%$ 、の場合である。スイッチ 3 1 E, 3 2 E の切り替えは、IC (Integrated Circuit) で制御する。IC は、使用周波数帯を判断する機能とスイッチの切り替えをコントロールする機能を有する。上記 IC は、RF (Radio Frequency)

IC、BB (Base Band) IC、PA (Power Amplifier) コントロール IC、アプリケーションプロセッサ等である。これにより、ノイズが後段回路 (アンテナ側等) に増幅されて出力されることを抑制することができる。すなわち、ノイズが発生しやすい周波数帯域に対して低雑音な増幅特性を実現できる。

[0144] 一方、初段増幅器のノイズ特性からノイズが殆ど発生しない周波数帯域 (通信バンド) では、バイパス回路 51 を介するように、上記 IC が、高周波フィルタ 10E のスイッチ 31E, 32E を制御する。初段増幅器のノイズ特性からノイズが殆ど発生しない周波数帯域 (通信バンド) とは、例えば、受信帯雑音が -150 dBm/Hz 以下、あるいは送信周波数 f_1 と受信周波数 f_2 の関係が $|f_1 - f_2| / ((f_1 + f_2) / 2) < 10\%$ 、の場合である。これにより、バンド別フィルタを介することによる伝送損失を抑制することができる。すなわち、ノイズが発生しない周波数帯域において高効率な増幅特性を実現できる。

[0145] すなわち、バンド別フィルタとバイパス回路を適宜選択することによって、低雑音または高効率なマルチバンドの送信信号増幅回路を実現できる。

[0146] なお、本実施形態では、二段の増幅器からなる送信信号増幅回路の態様に示したが、三段以上の増幅器からなる送信信号増幅回路において、いずれかの段間にこの高周波フィルタ 10E を接続する態様としてもよい。

[0147] また、本実施形態では、高周波フィルタ 10E を送信回路に用いる態様を示したが、受信回路に備えることもできる。

[0148] また、第 6 の実施形態に係る高周波フィルタ 10E の構成を、上述の第 2 から第 5 の実施形態に係る高周波フィルタに適用することもできる。

符号の説明

[0149] 10, 10A, 10B, 10C, 10E, 10' : 高周波フィルタ
 21-26, 21A-26A, 21B-26B, 21C-26C, 21'-26' : バンド別フィルタ
 31, 32, 31E, 32E : スイッチ

4 1, 4 2, 4 1 A, 4 1 B, 4 2 C, 4 1 D, 4 2, 4 2 C, 4 1', 4 2' : 整合回路

5 1 : バイパス回路

9 0 : 高周波フロントエンド回路

9 1 : フロントエンド I C

9 2 : 送信側フィルタ回路

9 3 : 受信側フィルタ回路

9 4 : 分波回路

9 5 : B B I C

9 1 1 : 送信信号生成部

9 1 2 : 復調部

9 1 3 : スイッチ制御部

9 : 通信機器

A N T : アンテナ

C 4 1, C 4 1 1, C 4 1 2, C 4 1 3, C 4 1 5, C 4 2, C 4 2 1, C 4 1', C 4 2' : キャパシタ

L 4 1, L 4 1 1, L 4 1 2, L 4 1 3, L 4 1 4, L 4 1 5, L 4 2, L 4 2 1, L 4 2 2, L 4 1', L 4 2' : インダクタ

P 1 : 第 1 入出力端子

P 2 : 第 2 入出力端子

P 3 1 0, P 3 2 0 : 共通端子

P 3 1 1, P 3 1 2, P 3 2 1, P 3 2 2 : 被選択端子

P R 4 1, P R 4 1 1, P R 4 1 2, P R 4 2 : 圧電共振子

S W 4 1, S W 4 1 1, S W 4 1 2, S W 4 1 3, S W 4 2 : スイッチ

V C 4 1, V C 4 1 1, V C 4 1 2, V C 4 2 : 可変キャパシタ

請求の範囲

- [請求項1] 異なる通信バンドに対応して設けられた複数の通信バンド別フィルタと、
- 共通端子と複数の被選択端子を備え、複数の被選択端子が前記複数の通信バンド別フィルタにそれぞれ個別に接続するスイッチと、
- 前記共通端子に接続された整合回路と、
- を備え、
- 前記整合回路は、前記複数の通信バンド別フィルタに対して共通の整合回路であり、
- 前記複数の通信バンド別フィルタのうち前記スイッチによって選択された通信バンド別フィルタと前記共通の整合回路とを組み合わせた直列回路のフィルタ特性が、前記選択された通信バンド別フィルタのフィルタ特性よりも、前記選択された通信バンド別フィルタに対応した通信バンドに対して改善されるように、前記複数の通信バンド別フィルタが設定されている、
- 高周波フィルタ。
- [請求項2] 共通端子と複数の被選択端子を備えたスイッチと、
- 前記共通端子に接続された整合回路と、
- 前記複数の被選択端子のそれぞれに個別に接続され、互いに異なる通信バンドに対応し、前記スイッチによって前記整合回路に接続された回路でのフィルタ特性が単体でのフィルタ特性よりも良い複数の通信バンド別フィルタと、
- を備えた高周波フィルタ。
- [請求項3] 前記整合回路はトラップフィルタを備える、
- 請求項1または請求項2に記載の高周波フィルタ。
- [請求項4] 前記整合回路は、前記トラップフィルタの接続を選択する整合回路内のスイッチを備える、
- 請求項3に記載の高周波フィルタ。

- [請求項5] 前記トラップフィルタは、可変キャパシタを備える、
請求項3または請求項4に記載の高周波フィルタ。
- [請求項6] 前記トラップフィルタは、前記共通端子とグランドとの間に接続されている、
請求項3乃至請求項5のいずれかに記載の高周波フィルタ。
- [請求項7] 前記整合回路は、前記共通端子と外部回路とを接続する伝送ラインに対して選択的に直列接続されるインダクタとキャパシタを備える、
請求項1乃至請求項6のいずれかに記載の高周波フィルタ。
- [請求項8] 前記複数の通信バンド別フィルタの有するフィルタ処理の機能を有さないリアクタンス回路からなるバイパス回路を備え、
前記スイッチは、前記複数の通信バンド別フィルタと前記バイパス回路の1つを選択して接続する、
請求項1乃至請求項7のいずれかに記載の高周波フィルタ。
- [請求項9] 前記整合回路は、
前記共通端子と外部接続端子とに接続されたインダクタと、
該インダクタに一方端が接続され、他方端が直接または間接的にグランド電位に接続されるキャパシタと、
を備える、請求項1乃至請求項8のいずれかに記載の高周波フィルタ。
- [請求項10] 前記整合回路は、
前記共通端子と外部接続端子との間に接続されたキャパシタと、
該キャパシタに一方端が接続され、他方端が直接または間接的にグランド電位に接続されるインダクタと、
を備える、請求項1乃至請求項8のいずれかに記載の高周波フィルタ。
- [請求項11] 前記整合回路が接続する端子は、アンテナが受信した受信信号が入力される端子である、
請求項1乃至請求項10のいずれかに記載の高周波フィルタ。

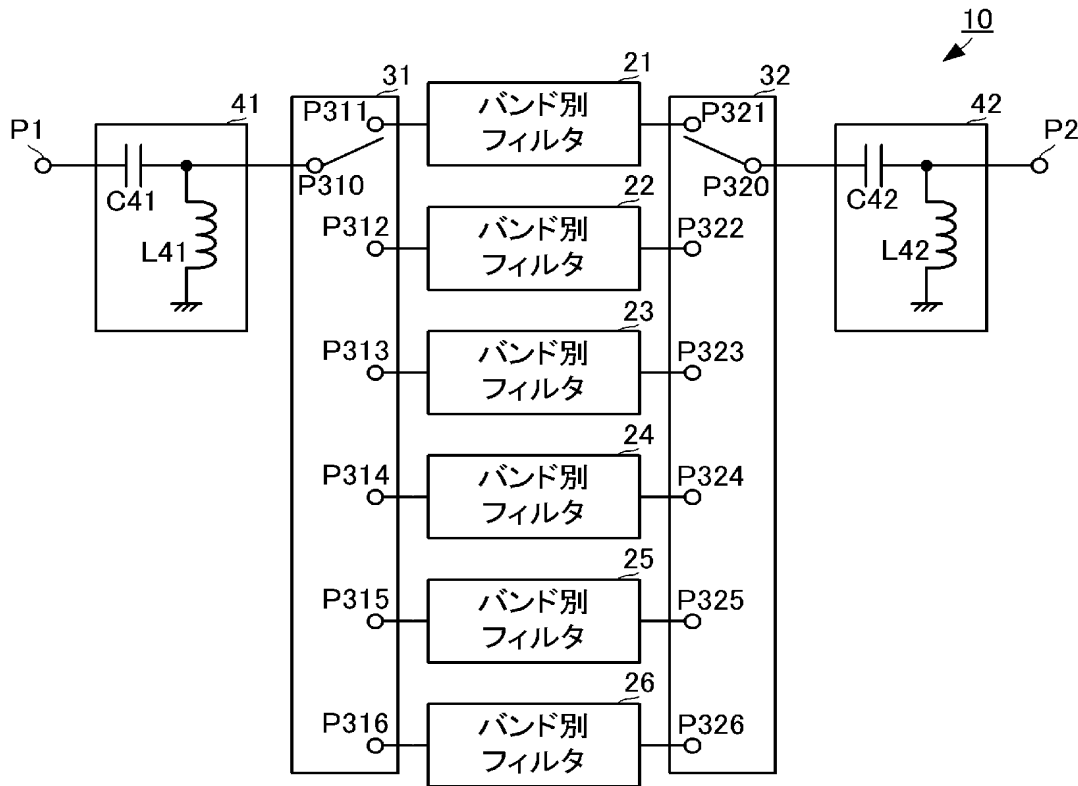
- [請求項12] パワーアンプと、
前記パワーアンプで増幅された送信信号をフィルタ処理する送信側
フィルタと、を備え、
前記送信側フィルタに、請求項1乃至請求項10のいずれかに記載
の高周波フィルタを用いている、
高周波フロントエンド回路。
- [請求項13] 前記送信側フィルタと前記アンテナとの間に接続された分波回路を
、さらに備える、
請求項12に記載の高周波フロントエンド回路。
- [請求項14] 前記送信側フィルタは、複数の前記パワーアンプの段間に接続され
ている、
請求項12または請求項13に記載の高周波フロントエンド回路。
- [請求項15] 前記パワーアンプに前記送信信号を出力するRFICを、さらに備
える、
請求項12乃至請求項14のいずれかに記載の高周波フロントエン
ド回路。
- [請求項16] 請求項15に記載の高周波フロントエンド回路と、
前記RFICに接続されたBBCと、
を備えた通信機器。
- [請求項17] 複数の通信バンドにそれぞれ対応して設けられた複数の通信バンド
別フィルタと、
共通端子と複数の被選択端子を備え、複数の被選択端子が前記複数
の通信バンド別フィルタにそれぞれ個別に接続するスイッチと、
前記共通端子に接続された前記複数の通信バンドに共通の整合回路
と、
を備えた高周波フィルタの設計方法であって、
前記整合回路の各通信バンドでのインピーダンスを取得する工程と
、

前記複数の通信バンド別フィルタのうち前記スイッチによって選択された通信バンド別フィルタと前記共通の整合回路とを組み合わせた直列回路のフィルタ特性が、前記選択された通信バンド別フィルタのフィルタ特性よりも、前記選択された通信バンド別フィルタに対応した通信バンドに対して改善されるように、前記複数の通信バンド別フィルタを設定する工程と、

を有する、高周波フィルタの設計方法。

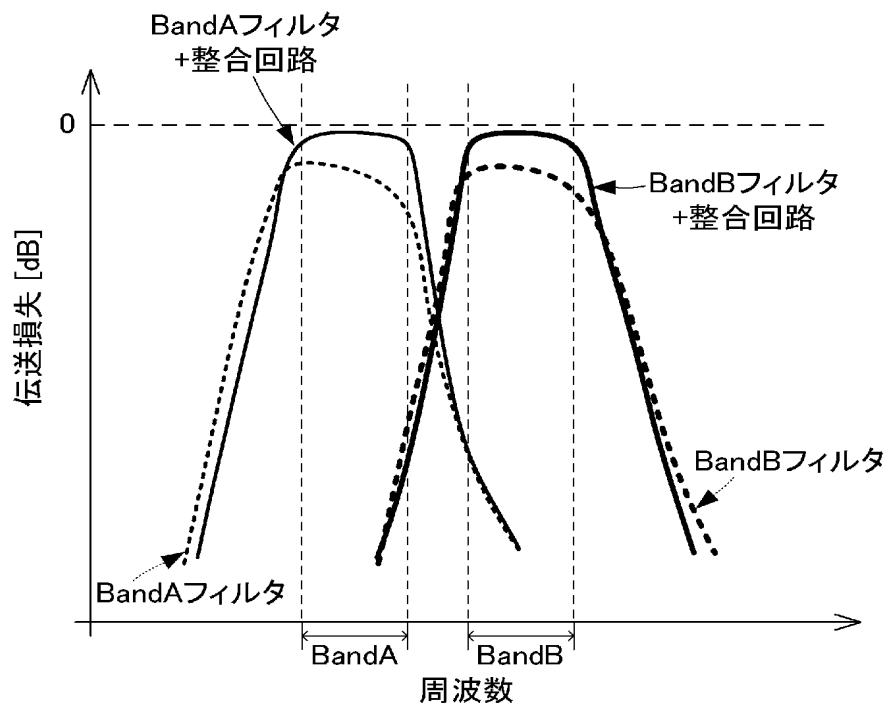
[図1]

FIG01



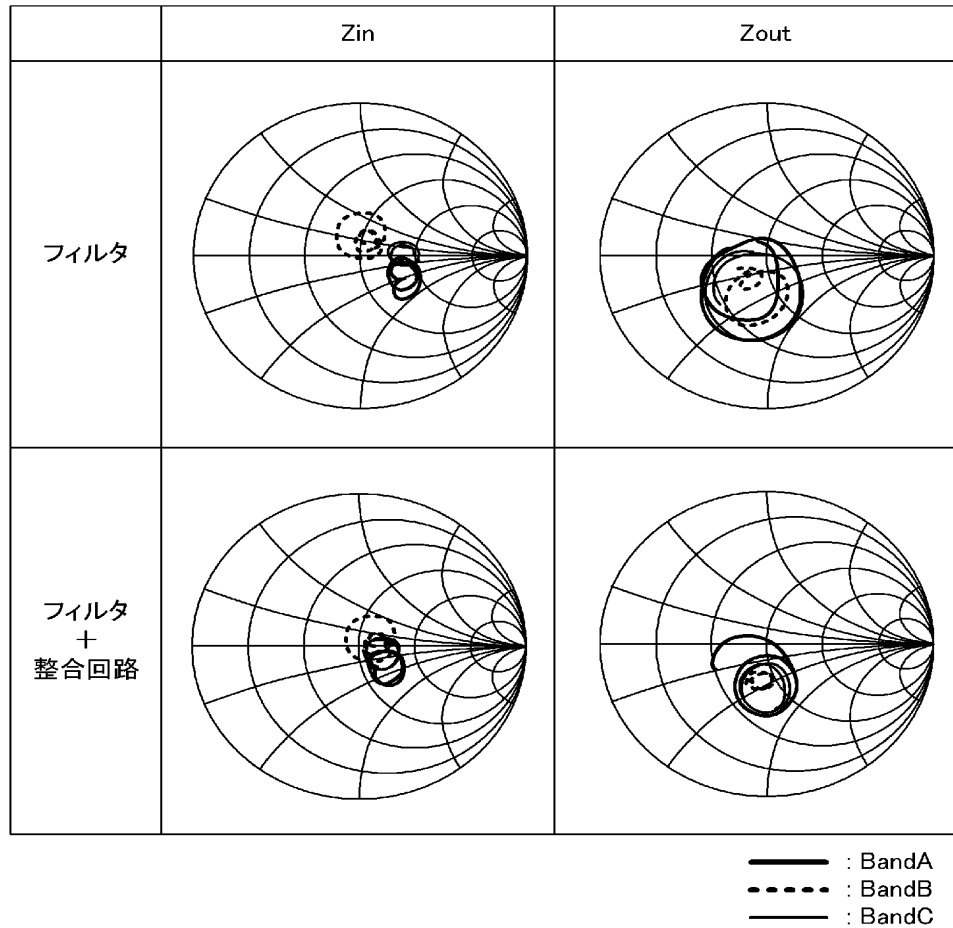
[図2]

FIG02



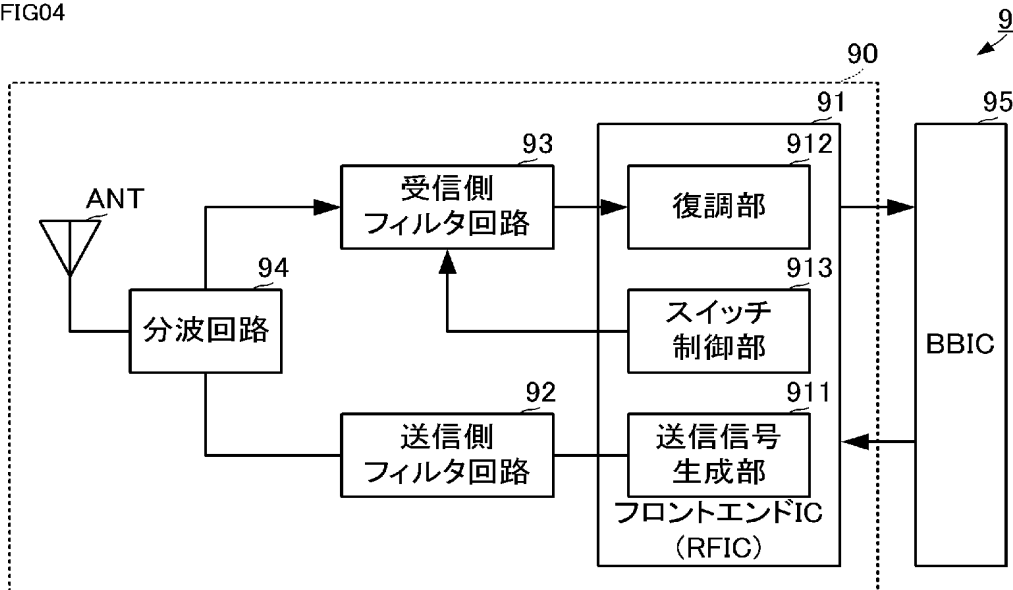
[図3]

FIG03



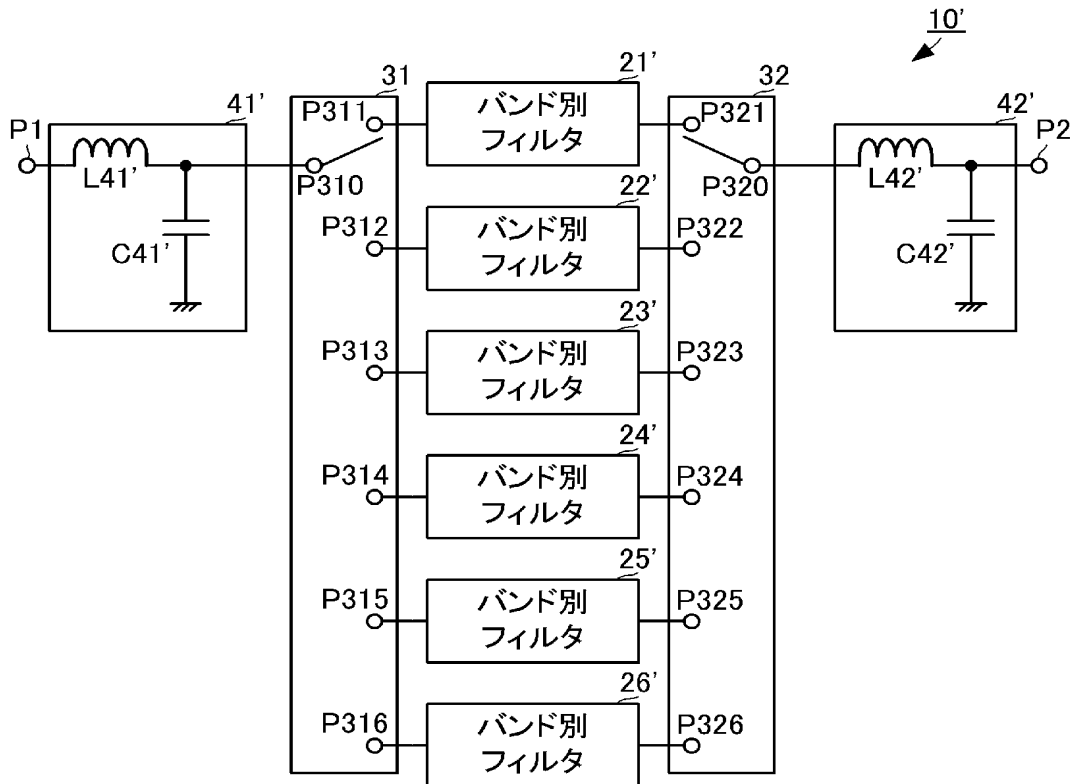
[図4]

FIG04



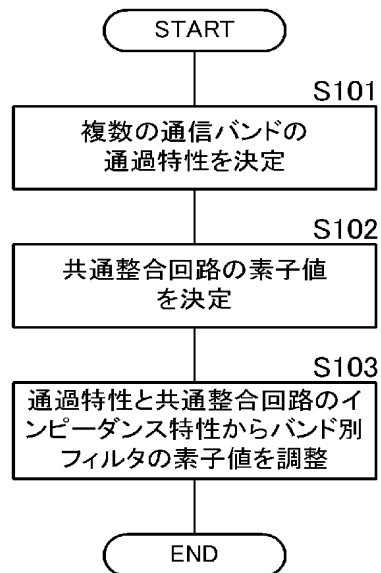
[図5]

FIG05



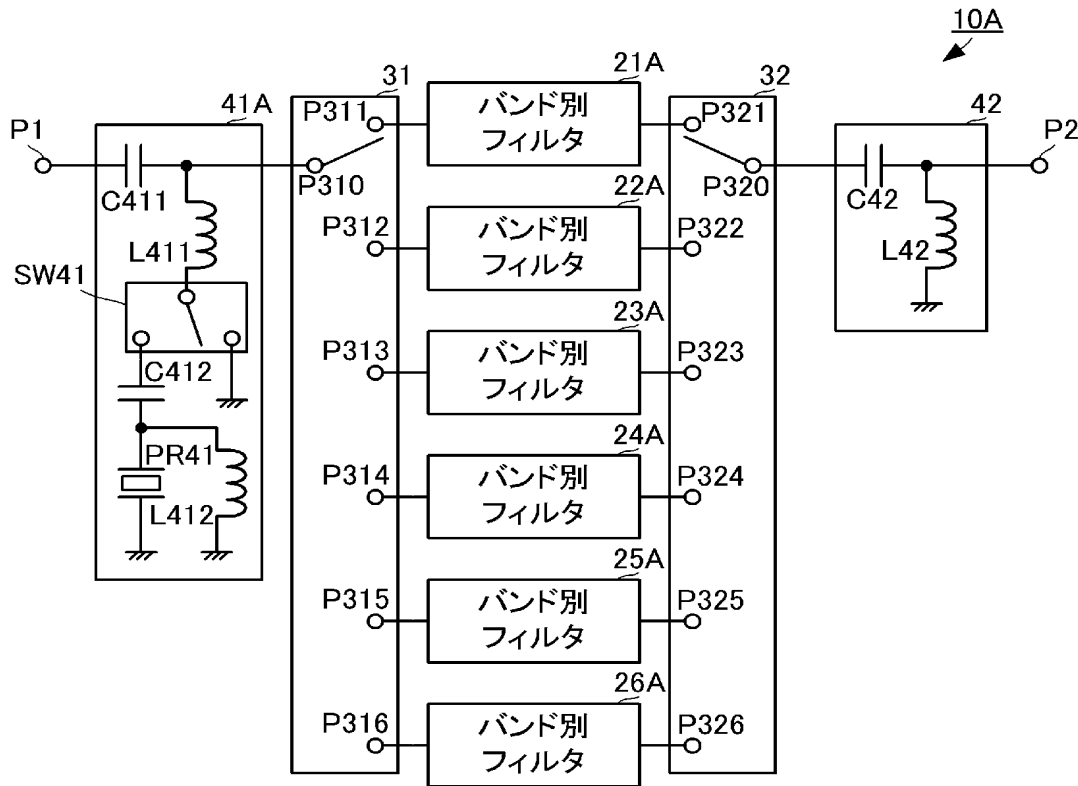
[図6]

FIG06



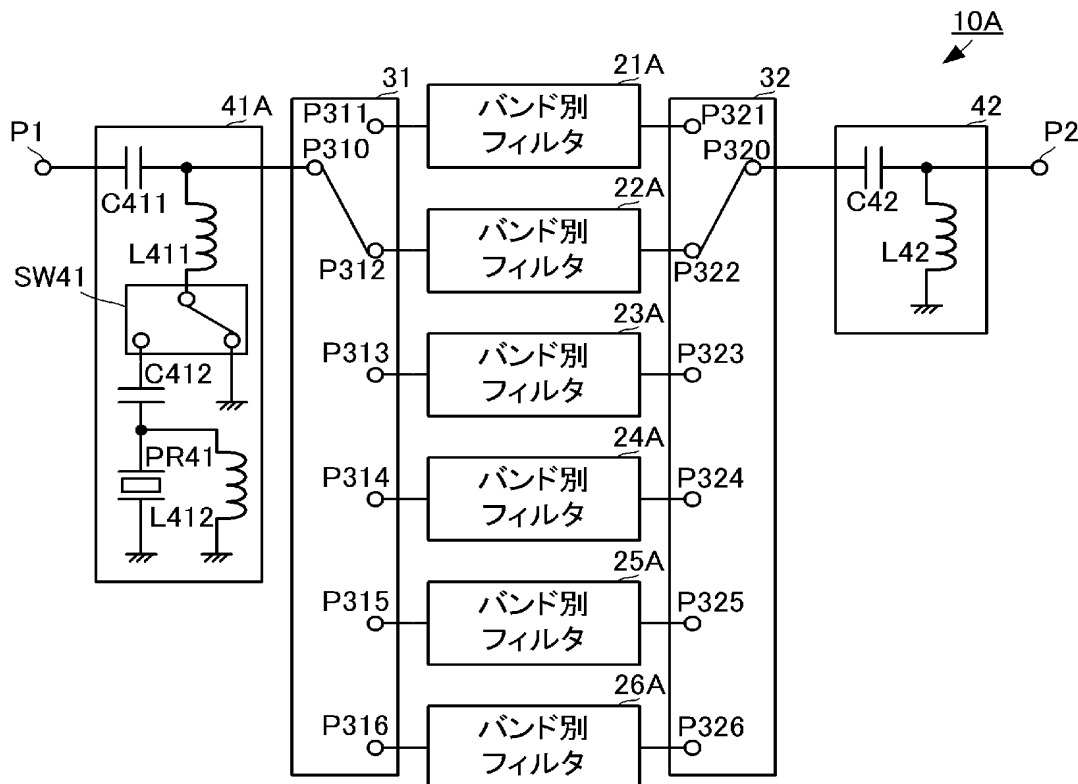
[図7]

FIG07



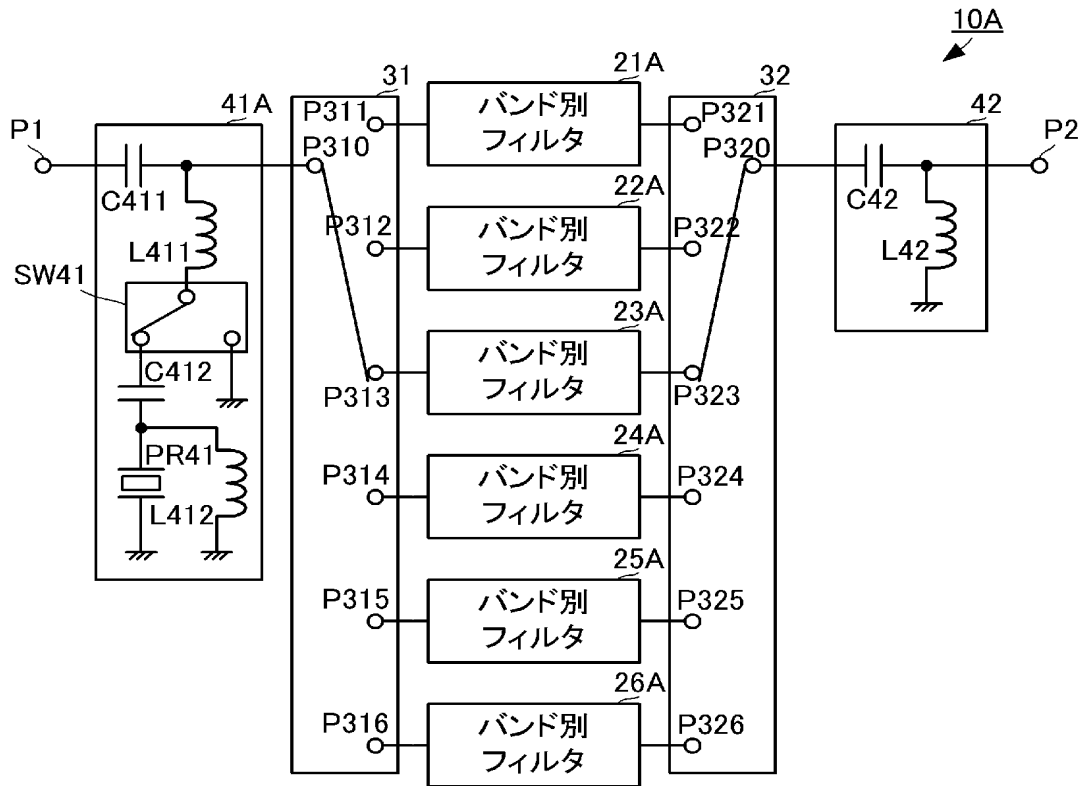
[図8]

FIG08



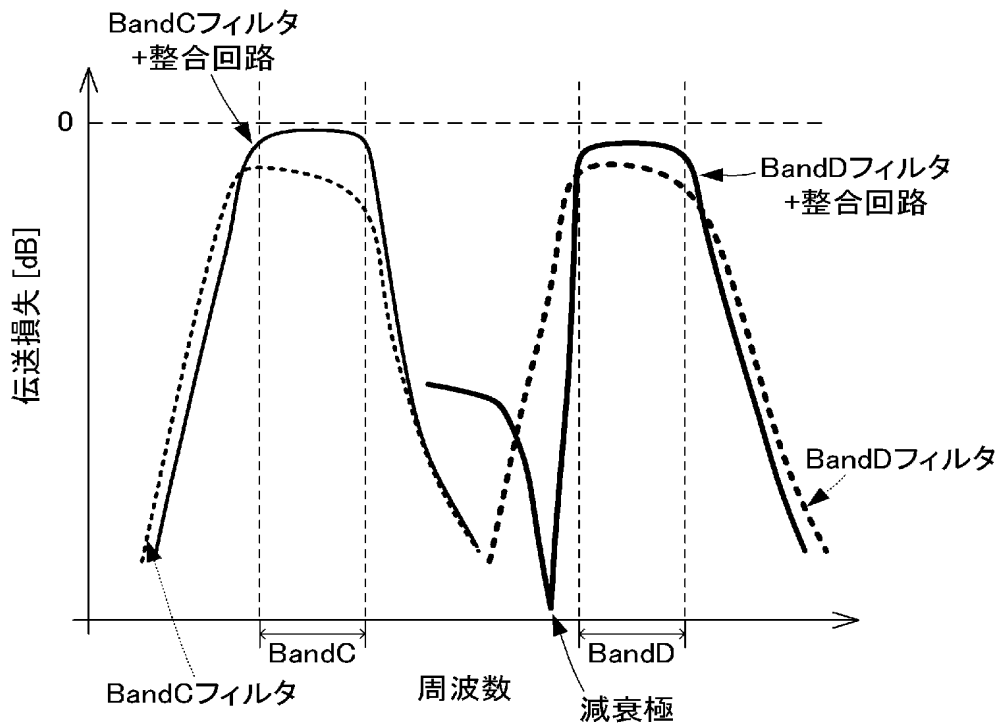
[図9]

FIG09



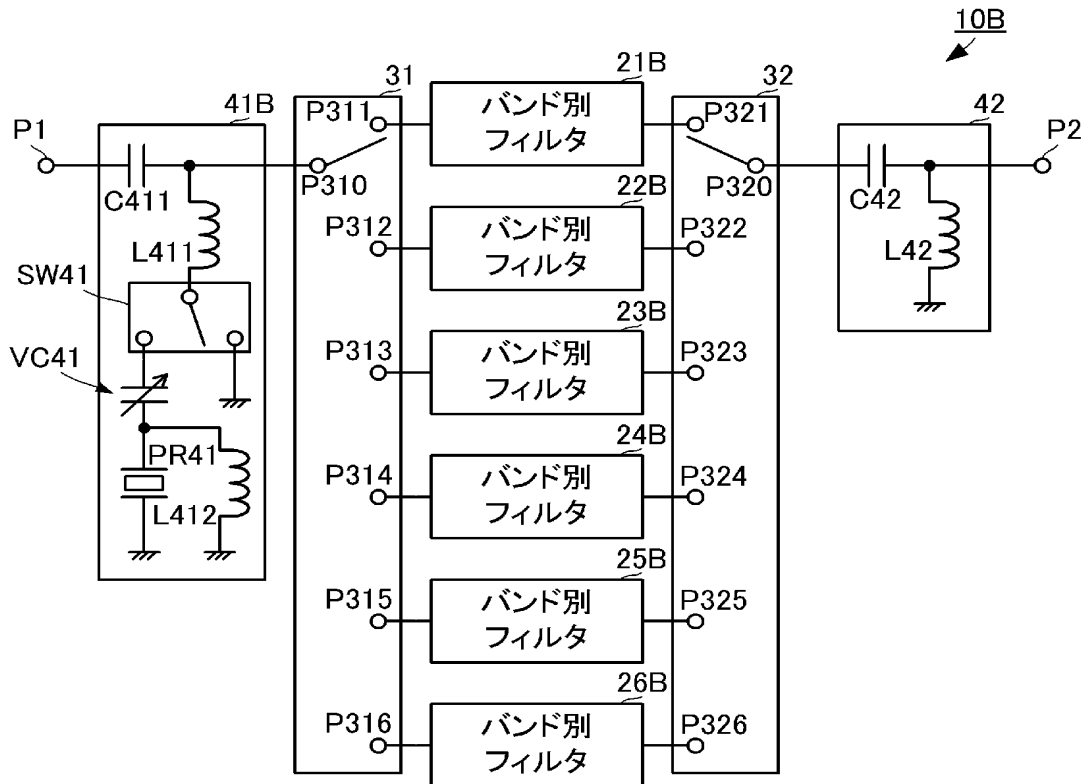
[図10]

FIG10



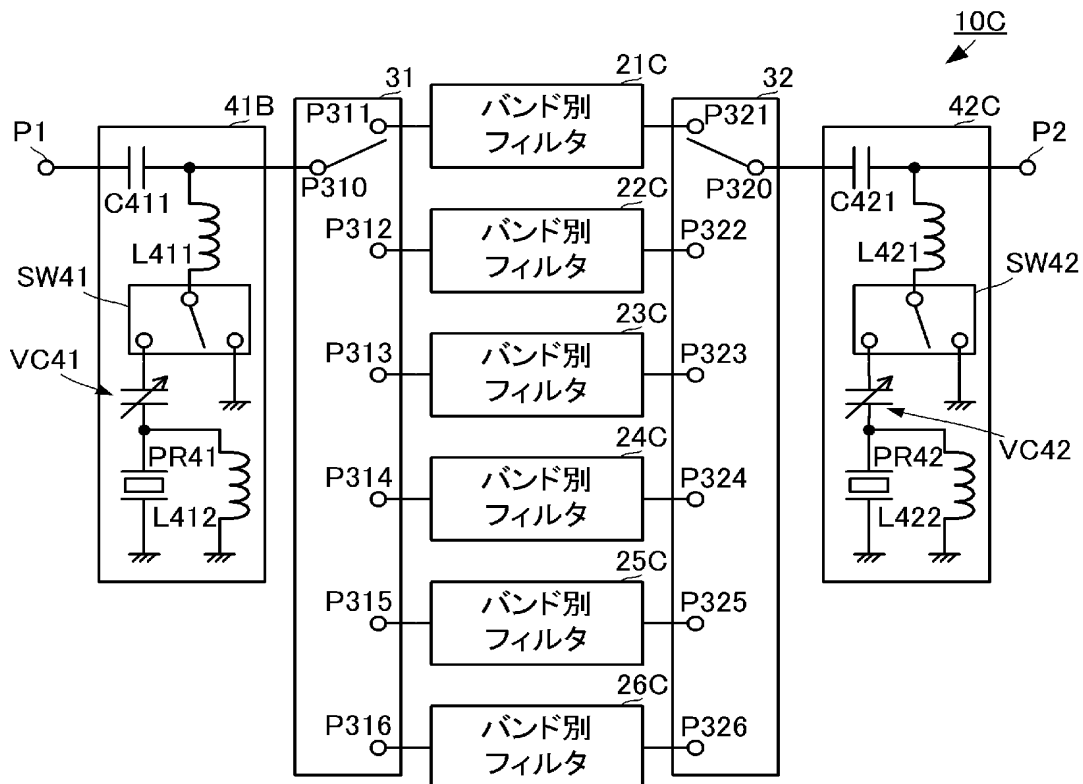
[図11]

FIG11

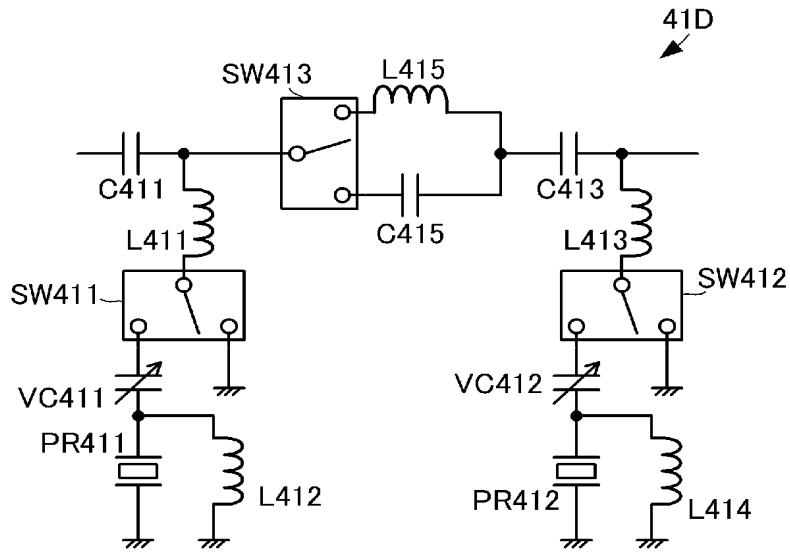


[図12]

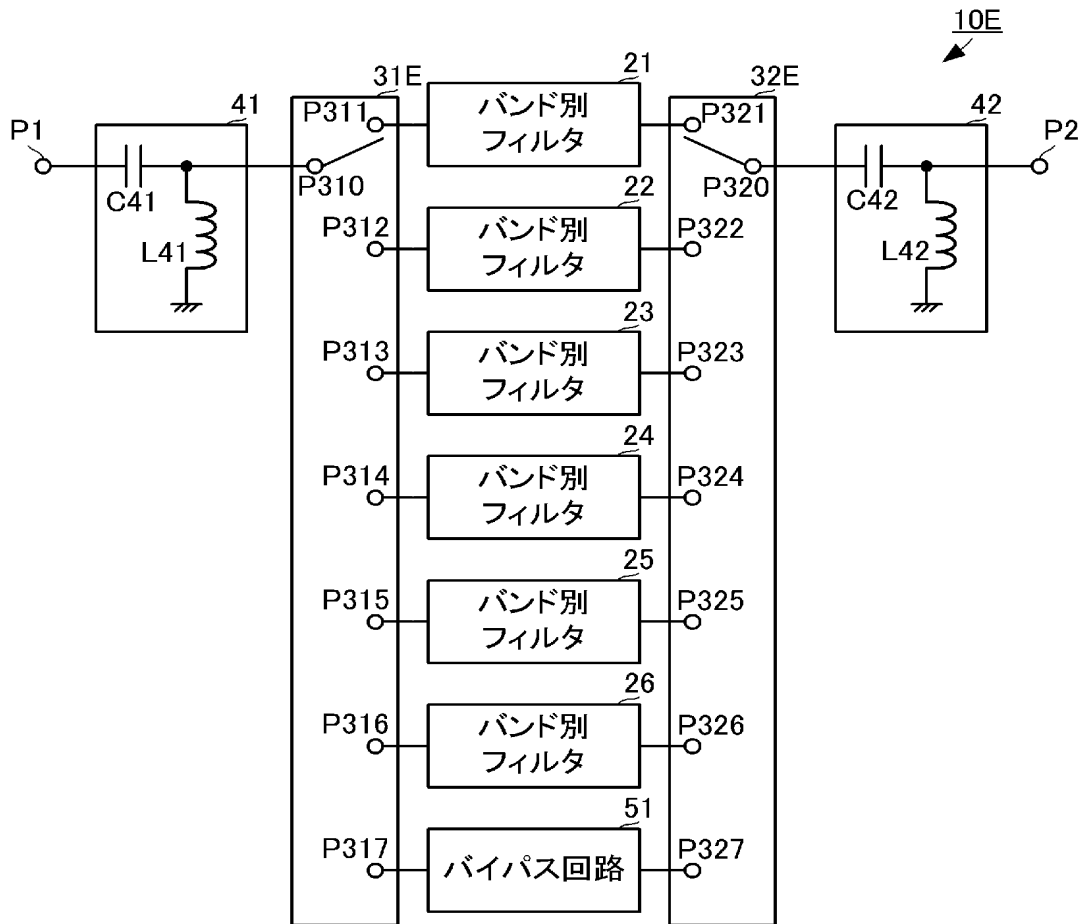
FIG12



[図13] FIG13

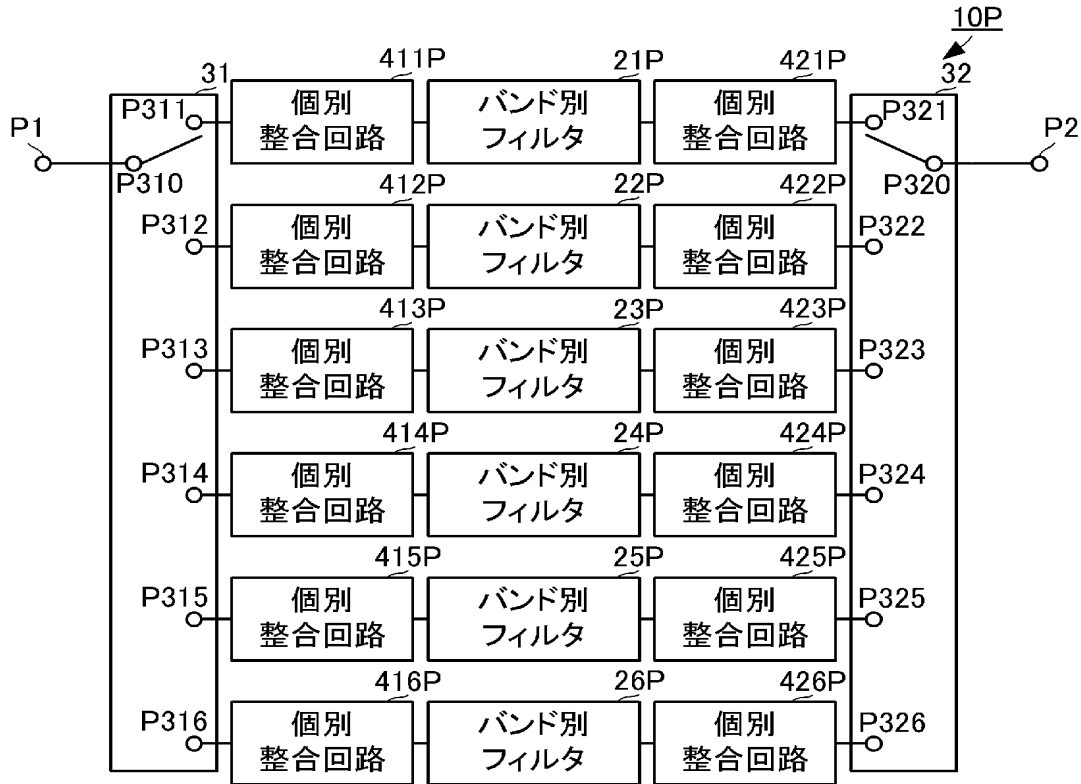


[図14] FIG14



[図15]

FIG15



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/054211

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03H7/01(2006.01)i, H03H7/075(2006.01)i, H03H7/38(2006.01)i, H03H7/46(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H03H7/01, H03H7/075, H03H7/38, H03H7/46

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2014-207517 A (Taiyo Yuden Co., Ltd.), 30 October 2014 (30.10.2014), paragraphs [0018] to [0025], [0044] to [0055]; fig. 1, 8 & US 2014/0308906 A1 paragraphs [0039] to [0046], [0065] to [0076]; fig. 1, 8 & CN 104105342 A	1-17
Y	JP 2013-258516 A (Taiyo Yuden Co., Ltd.), 26 December 2013 (26.12.2013), paragraphs [0037] to [0051]; fig. 5, 7, 11 & US 2013/0328640 A1 paragraphs [0055] to [0071]; fig. 5, 7, 11 & CN 103490745 A	1-17

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
25 April 2016 (25.04.16)

Date of mailing of the international search report
10 May 2016 (10.05.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/054211

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2005-020140 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 20 January 2005 (20.01.2005), paragraphs [0037] to [0054], [0071] to [0074]; fig. 2, 3, 8, 11, 12 (Family: none)	3, 6
Y	WO 2010/053131 A1 (Hitachi Metals, Ltd.), 14 May 2010 (14.05.2010), paragraphs [0048] to [0058]; fig. 1, 2 & US 2011/0260806 A1 paragraphs [0110] to [0120]; fig. 1, 2 & EP 2352229 A1	7, 9, 10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. H03H7/01(2006.01)i, H03H7/075(2006.01)i, H03H7/38(2006.01)i, H03H7/46(2006.01)i

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. H03H7/01, H03H7/075, H03H7/38, H03H7/46

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2014-207517 A（太陽誘電株式会社）2014.10.30, 段落 [0018] - [0025], [0044] - [0055], 図1, 8 & US 2014/0308906 A1, 段落 [0039] - [0046], [0065] - [0076], 図1, 8 & CN 104105342 A	1-17
Y	JP 2013-258516 A（太陽誘電株式会社）2013.12.26, 段落 [0037] - [0051], 図5, 7, 11 & US 2013/0328640 A1, 段落 [0055] - [0071], 図5, 7, 11 & CN 103490745 A	1-17

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 25.04.2016	国際調査報告の発送日 10.05.2016
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員）	5W	4776
	▲高▼橋 義昭 電話番号 03-3581-1101 内線 3576		

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2005-020140 A (日本特殊陶業株式会社) 2005.01.20, 段落 [0037] - [0054], [0071] - [0074], 図2, 3, 8, 11, 12 (ファミリーなし)	3, 6
Y	WO 2010/053131 A1 (日立金属株式会社) 2010.05.14, 段落 [0048] - [0058], 図1, 2 & US 2011/0260806 A1, 段落 [0110] - [0120], 図1, 2 & EP 2352229 A1	7, 9, 10