

(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

(43) 国際公開日
2022年1月27日(27.01.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/019178 A1

(51) 国際特許分類:
H01P 5/18 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/026286

(22) 国際出願日: 2021年7月13日(13.07.2021)

(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 2020-124712 2020年7月21日(21.07.2020) 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: 関 健太(**SEKI, Kenta**); 〒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).

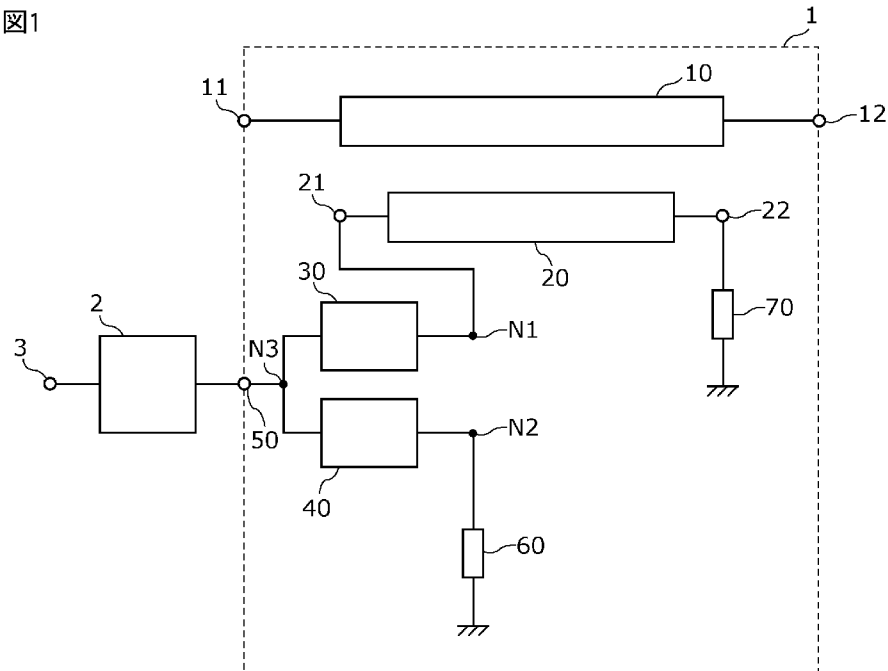
(74) 代理人: 吉川 修一, 外(**YOSHIKAWA, Shuichi et
al.**); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島 5 丁
目 3 番 10 号 タナカ・イトーピア新大阪ビル
6 階新居国際特許事務所内 Osaka (JP).

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) **Title:** DIRECTIONAL COUPLER

(54) 発明の名称: 方向性結合器

図1



(57) **Abstract:** A directional coupler (1) is provided with a main line (10), a sub-line (20) electromagnetically coupled with the main line (10), a coupled output terminal (50) connected to one end (21) of the sub-line (20), a filter (30) connected between one end (21) of the sub-line (20) and the coupled output terminal (50), and a filter (40) having a passband higher than a passband of the filter (30). One end of the filter (40) is connected to the coupled output terminal. The other end of the filter (40) is terminated.

[続葉有]

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 方向性結合器 (1) は、主線路 (10) と、主線路 (10) と電磁気的に結合する副線路 (20) と、副線路 (20) の一端 (21) に接続された結合出力端子 (50) と、副線路 (20) の一端 (21) と結合出力端子 (50) との間に接続されたフィルタ (30) と、フィルタ (30) の通過帯域より高い通過帯域を有するフィルタ (40) と、を備える。フィルタ (40) の一端は、結合出力端子に接続されている。フィルタ (40) の他端は、終端されている。

明 細 書

発明の名称： 方向性結合器

技術分野

[0001] 本発明は、方向性結合器に関する。

背景技術

[0002] 例えば、特許文献1には、主線路と副線路とを備える方向性結合器が開示されている。方向性結合器の副線路とカップリングポートとの間には、複数のフィルタを含む可変フィルタ回路が接続されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2019／189232号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記従来方向性結合器では、所望の信号のみを通過させるフィルタを利用することにより、カップリングポートから所望の信号をある程度は精度良く取り出すことができる。しかしながら、カップリングポートに検波器が接続された場合、検波器では、入力された所望の信号の高調波などの歪成分が発生する。歪成分は、カップリングポートを介してフィルタに戻り、フィルタによって反射される。フィルタによって反射された歪成分は、再び検波器に入力されて、検波精度を悪化させる。

[0005] そこで、本発明は、検波器が接続された場合に、接続された検波器の検波精度を向上させることができる方向性結合器を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一態様に係る方向性結合器は、主線路と、主線路と電磁氣的に結合する副線路と、副線路の一端に接続された出力端子と、副線路の一端と出力端子との間に接続された第1フィルタと、第1フィルタの通過帯域より高い通過帯域を有する第2フィルタと、を備え、第2フィルタの一端は、出力

端子に接続され、第2フィルタの他端は、終端されている。

発明の効果

[0007] 本発明に係る方向性結合器によれば、検波器が接続された場合に、接続された検波器の検波精度を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1は、実施の形態1に係る方向性結合器の構成を示す図である。

[図2]図2は、実施の形態1に係る方向性結合器が備える複数のフィルタの構成例を示す図である。

[図3]図3は、図2に示される各フィルタの挿入損失特性を示す図である。

[図4]図4は、実施の形態1に係る方向性結合器が備える複数のフィルタの別の構成例を示す図である。

[図5]図5は、図4に示される各フィルタの挿入損失特性を示す図である。

[図6]図6は、比較例に係る方向性結合器内を流れる信号を説明するための図である。

[図7]図7は、実施の形態1に係る方向性結合器内を流れる信号を説明するための図である。

[図8]図8は、実施の形態2に係る方向性結合器の構成を示す図である。

[図9]図9は、実施の形態2に係る方向性結合器が備える可変終端回路の一例を示す回路図である。

[図10]図10は、実施の形態2に係る方向性結合器内を流れる信号を説明するための図である。

[図11]図11は、実施の形態3に係る方向性結合器の構成を示す図である。

[図12]図12は、実施の形態3に係る方向性結合器内を流れる信号を説明するための図である。

[図13]図13は、各実施の形態に係る方向性結合器が備える複数のフィルタの構成の変形例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下では、本発明の実施の形態に係る方向性結合器について、図面を用い

て詳細に説明する。なお、以下に説明する実施の形態は、いずれも本発明の一具体例を示すものである。したがって、以下の実施の形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置、接続形態、ステップ及びステップの順序などは、一例であり、本発明を限定する趣旨ではない。よって、以下の実施の形態における構成要素のうち、独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。

[0010] また、各図は、模式図であり、必ずしも厳密に図示されたものではない。したがって、例えば、各図において縮尺などは必ずしも一致しない。また、各図において、実質的に同一の構成については同一の符号を付しており、重複する説明は省略又は簡略化する。

[0011] また、本明細書において、一致及び等しいなどの要素間の関係性を示す用語、並びに、数値範囲は、厳格な意味のみを表す表現ではなく、実質的に同等な範囲、例えば数%程度の差異をも含むことを意味する表現である。

[0012] また、本発明の回路構成の説明において、「直接接続される」とは、他の回路素子を介さずに接続端子及び／又は配線導体で直接接続されることを意味する。一方、「接続される」とは、接続端子及び配線導体で直接接続される場合だけでなく、他の回路素子を介して電氣的に接続される場合も含む。また、「AとBとの間に接続される」とは、AとBとの間でA及びBの両方に接続されることを意味する。

[0013] (実施の形態1)

[1-1. 構成]

まず、実施の形態1に係る方向性結合器の構成について、図1を用いて説明する。図1は、本実施の形態に係る方向性結合器1の構成を示す図である。

[0014] 図1に示されるように、方向性結合器1は、主線路10と、副線路20と、フィルタ30と、フィルタ40と、結合出力端子50と、終端回路60及び70と、を備える。方向性結合器1は、主線路10を伝送される高周波信号を検波器2で検出させるために設けられている。

- [0015] 主線路 10 は、2つの入出力端子 11 及び 12 を有する。入出力端子 11 は、送信用の高周波信号を生成する送信回路、及び、アンテナで受信された高周波信号を処理する受信回路の少なくとも一方に接続される。入出力端子 12 は、アンテナに接続される。なお、入出力端子 11 がアンテナに接続され、入出力端子 12 が送信回路又は受信回路に接続されてもよい。
- [0016] 副線路 20 は、主線路 10 と電磁氣的に結合している。副線路 20 は、一端 21 及び他端 22 を有する。一端 21 は、フィルタ 30 を介して結合出力端子 50 に接続されている。他端 22 は、終端回路 70 に接続されている。
- [0017] フィルタ 30 は、第 1 フィルタの一例であり、副線路 20 の一端 21 と結合出力端子 50 との間に接続されている。フィルタ 30 の一端であるノード N1 は、副線路 20 の一端 21 に接続されている。フィルタ 30 の他端であるノード N3 は、結合出力端子 50 に接続されている。
- [0018] フィルタ 30 は、所定の通過帯域を有し、所望の信号が通過可能に構成されている。具体的には、フィルタ 30 は、検波器 2 で検出する目的周波数の信号を通過させる。
- [0019] フィルタ 40 は、第 2 フィルタの一例であり、結合出力端子 50 とグラウンドとの間に接続されている。フィルタ 40 の一端であるノード N3 は、結合出力端子 50 に接続されている。フィルタ 40 の他端であるノード N2 は、終端されている。具体的には、フィルタ 40 のノード N2 は、終端回路 60 を介してグラウンドに接続されている。
- [0020] フィルタ 40 は、フィルタ 30 の通過帯域より高い通過帯域を有する。具体的には、フィルタ 40 は、検波器 2 で検出する目的周波数の高調波帯の信号を通過させる。なお、フィルタ 40 の通過帯域には、フィルタ 30 の通過帯域より高い通過帯域が含まれていればよい。フィルタ 40 は、後述するように、フィルタ 30 の通過帯域より高い通過帯域を有するバンドパスフィルタまたはハイパスフィルタであってもよいし、フィルタ 30 の通過帯域のみを遮断するようなバンドエリミネーションフィルタであってもよい。
- [0021] フィルタ 30 及び 40 は、ダイプレクサを構成していてもよい。この場合

、ノードN3がダイプレクサの共通端子であり、ノードN1及びN2がそれぞれ、分波入出力端子である。ダイプレクサでは、各分波入出力端子を通過できる周波数帯域は、例えば、互いに相補関係にある。フィルタ30及び40の具体的な構成及び周波数特性の例については、後で説明する。

[0022] 結合出力端子50は、「出力端子」の一例であり、副線路20の一端21に接続されている。具体的には、結合出力端子50は、フィルタ30を介して副線路20の一端21に接続されている。また、結合出力端子50には、フィルタ40及び終端回路60を介してグラウンドに接続されている。結合出力端子50には、検波器2が接続される。

[0023] 終端回路60は、フィルタ40のノードN2に接続されている。終端回路60のインピーダンスは、フィルタ40を通過する信号を吸収消費できるように、所定の値に調整されている。具体的には、終端回路60のインピーダンスは、検波器2で発生する歪信号92（図7を参照）を吸収消費するように、適切な値に調整されている。

[0024] 終端回路70は、副線路20の他端22に接続されている。終端回路70のインピーダンスは、主線路10を伝送される高周波信号のうち、入出力端子12から入出力端子11へと反射した基本周波数 f_0 の信号を吸収消費できるように、所定の値に調整されている。終端回路70は、例えば50Ω抵抗器である。

[0025] 以上のように構成された方向性結合器1は、主線路10を伝送される高周波信号の検波に利用される。高周波信号は、例えば、Wi-Fi（登録商標）、LTE（Long Term Evolution）又は5G（5th Generation）などの通信規格に準拠した信号である。方向性結合器1は、例えば、マルチモード／マルチバンド対応の携帯電話のフロントエンド部に配置される。

[0026] 主線路10を伝送される高周波信号の一部は、副線路20、フィルタ30及び結合出力端子50を介して検波器2に入力される。検波器2は、入力される信号の信号電力などを検出し、検出結果を検波結果出力端子3から出力

する。

[0027] 検波結果出力端子 3 は、例えば、送信回路若しくは受信回路又はこれらの回路の制御回路に接続される。これにより、例えば、送信回路又は受信回路が備える増幅器の増幅率を制御することができる。検波精度を向上させることで、各種制御の精度及び信頼性を向上させることができる。

[0028] [1-2. フィルタの構成及び周波数特性]

次に、フィルタ 30 及び 40 の具体的な構成及び周波数特性の例について、図 2 及び図 3 を用いて説明する。

[0029] 図 2 は、本実施の形態に係る方向性結合器 1 が備える複数のフィルタの構成例を示す図である。図 2 に示されるローパスフィルタ 30L は、図 1 に示されるフィルタ 30 の一例である。ハイパスフィルタ 40H は、図 1 に示されるフィルタ 40 の一例である。ローパスフィルタ 30L 及びハイパスフィルタ 40H は、例えば、ダイプレクサを構成している。

[0030] 図 3 は、図 2 に示される各フィルタの挿入損失特性を示す図である。図 3 において、横軸は周波数を表し、縦軸は挿入損失を表している。図 3 の太実線は、ローパスフィルタ 30L の挿入損失の周波数特性を表している。太破線は、ハイパスフィルタ 40H の挿入損失の周波数特性を表している。太点線は、ノード N3 から見たローパスフィルタ 30L 及びハイパスフィルタ 40H の反射損失の周波数特性を表している。

[0031] 図 3 に示されるように、ローパスフィルタ 30L は、周波数 f_l 以下の信号を通過させ、周波数 f_l より大きい信号を遮断する。周波数 f_l は、ローパスフィルタ 30L のコーナー周波数である。ローパスフィルタ 30L は、周波数 f_l 以下の範囲を通過帯域として有する。

[0032] コーナー周波数は、遮断周波数又はカットオフ周波数とも呼ばれる。コーナー周波数は、ローパスフィルタ 30L の周波数特性において、挿入損失が約 3 dB になるときの周波数に対応する。なお、コーナー周波数は、後述するハイパスフィルタ、バンドパスフィルタ及びバンドエリミネーションフィルタにおいても同義である。

- [0033] ハイパスフィルタ40Hは、周波数 f_h 以上の信号を通過させ、周波数 f_h 未満の信号を遮断する。周波数 f_h は、ハイパスフィルタ40Hのコーナー周波数である。ハイパスフィルタ40Hは、周波数 f_h 以上の範囲を通過帯域として有する。
- [0034] 本実施の形態では、ローパスフィルタ30Lとハイパスフィルタ40Hとは、各々の通過帯域が互いに相補関係にある。具体的には、ローパスフィルタ30Lのコーナー周波数 f_l は、ハイパスフィルタ40Hのコーナー周波数 f_h に等しい。ここで、「等しい」とは、完全な一致を意味するだけでなく、約10%以内の誤差がある場合も含んでいる。すなわち、ローパスフィルタ30Lのコーナー周波数 f_l と、ハイパスフィルタ40Hのコーナー周波数 f_h とは、完全に一致していなくてもよく、実質的に等しいとみなせることができればよい。後述するバンドパスフィルタ及びバンドエリミネーションフィルタの場合についても同様である。
- [0035] 2つのフィルタのコーナー周波数が等しいので、ノードN3から2つのフィルタを見たときの反射損失は、全周波数帯域において十分に小さく抑制されている。このため、ノードN3から2つのフィルタに入力される信号は、2つのフィルタのいずれかで反射されることなく、2つのフィルタのいずれかを通過する。つまり、結合出力端子50からノードN3を介して2つのフィルタに入力する信号のうち、2つのフィルタによって反射されて再び結合出力端子50から検波器2に戻る信号が十分に抑制される。
- [0036] 図3に示されるように、2つのフィルタのコーナー周波数 f_c ($= f_l = f_h$) は、基本周波数 f_0 より大きく、2倍高調波の周波数 $2f_0$ より小さい。基本周波数 f_0 は、主線路10を伝送される高周波信号の基本波の周波数である。つまり、基本周波数 f_0 は、検波器2によって検波されるべき信号の周波数（すなわち、目的周波数）である。一方で、2倍高調波の周波数 $2f_0$ 及び3倍高調波の周波数 $3f_0$ は、検波器2には入力されるべきではない不要な信号の周波数である。基本周波数 f_0 は、ローパスフィルタ30Lの通過帯域 (f_l 以下) に含まれている。周波数 $2f_0$ 及び $3f_0$ は、ハ

イパスフィルタ 40H の通過帯域 (f_h 以上) に含まれている。

[0037] これにより、ノード N1 から入力される高周波信号のうち、基本周波数 f_0 の所望な信号 (基本波) は、ローパスフィルタ 30L を通過し、ノード N3 及び結合出力端子 50 を介して検波器 2 に入力される。基本波以外の不要な信号は、ローパスフィルタ 30L を実質的に通過しないので、検波器 2 の検波精度を向上させることができる。

[0038] なお、方向性結合器 1 が備える 2 つのフィルタ 30 及び 40 は、図 2 に示される例に限定されない。例えば、フィルタ 30 及び 40 は、バンドパスフィルタとバンドエリミネーションフィルタとであってもよい。

[0039] 図 4 は、本実施の形態に係る方向性結合器 1 が備える複数のフィルタの別の構成例を示す図である。図 4 に示されるバンドパスフィルタ 30B は、図 1 に示されるフィルタ 30 の一例である。バンドエリミネーションフィルタ 40E は、図 1 に示されるフィルタ 40 の一例である。バンドパスフィルタ 30B 及びバンドエリミネーションフィルタ 40E は、例えば、ダイプレクサを構成している。

[0040] 図 5 は、図 4 に示される各フィルタの挿入損失特性を示す図である。図 4 において、横軸は周波数を表し、縦軸は挿入損失を表している。図 4 の太実線は、バンドパスフィルタ 30B の挿入損失の周波数特性を表している。太破線は、バンドエリミネーションフィルタ 40E の挿入損失の周波数特性を表している。太点線は、ノード N3 から見たバンドパスフィルタ 30B 及びバンドエリミネーションフィルタ 40E の反射損失の周波数特性を表している。

[0041] 図 5 に示されるように、バンドパスフィルタ 30B は、周波数 f_{b1} 以上 f_{b2} 以下の信号を通過させ、周波数 f_{b1} 未満の信号と周波数 f_{b2} より大きい信号とを遮断する。周波数 f_{b1} は、バンドパスフィルタ 30B の低周波側のコーナー周波数である。周波数 f_{b2} は、バンドパスフィルタ 30B の高周波側のコーナー周波数である。バンドパスフィルタ 30B は、 f_{b1} 以上 f_{b2} 以下の範囲を通過帯域として有する。

- [0042] バンドエリミネーションフィルタ40Eは、周波数 f_{e1} 以下の信号と周波数 f_{e2} 以上の信号とを通過させ、周波数 f_{e1} より大きく周波数 f_{e2} 未満の信号を遮断する。周波数 f_{e1} は、バンドエリミネーションフィルタ40Eの低周波側のコーナー周波数である。周波数 f_{e2} は、バンドエリミネーションフィルタ40Eの高周波側のコーナー周波数である。バンドエリミネーションフィルタ40Eは、周波数 f_{e1} 以下の範囲と、周波数 f_{e2} 以上の範囲とをそれぞれ通過帯域として有する。バンドエリミネーションフィルタ40Eの通過帯域の1つ（ f_{e2} 以上の範囲）は、バンドパスフィルタ30Bの通過帯域より高い。
- [0043] 本実施の形態では、バンドパスフィルタ30Bとバンドエリミネーションフィルタ40Eとは、各々の通過帯域が互いに相補関係にある。具体的には、バンドパスフィルタ30Bのコーナー周波数 f_{b1} は、バンドエリミネーションフィルタ40Eのコーナー周波数 f_{e1} に等しい。また、バンドパスフィルタ30Bのコーナー周波数 f_{b2} は、バンドエリミネーションフィルタ40Eのコーナー周波数 f_{e2} に等しい。
- [0044] 2つのフィルタの低周波側及び高周波側のコーナー周波数がいずれも等しいので、ノードN3から2つのフィルタを見たときの反射損失は、全周波数帯域において十分に小さく抑制されている。このため、結合出力端子50からノードN3を介して2つのフィルタに入力する信号のうち、2つのフィルタによって反射されて再び結合出力端子50から検波器2に戻る信号が十分に抑制される。
- [0045] 図5に示されるように、2つのフィルタの低周波側のコーナー周波数 f_{c1} （ $=f_{b1}=f_{e1}$ ）は、基本周波数 f_0 より小さい。また、2つのフィルタの高周波側のコーナー周波数 f_{c2} （ $=f_{b2}=f_{e2}$ ）は、基本周波数 f_0 より大きい。つまり、基本周波数 f_0 は、バンドパスフィルタ30Bの通過帯域（ f_{b1} 以上 f_{b2} 以下）に含まれている。また、不要な信号の周波数 f_1 及び f_2 は、バンドエリミネーションフィルタ40Eの通過帯域（ f_{e1} 以下又は f_{e2} 以上）に含まれている。

[0046] これにより、ノードN1から入力される高周波信号のうち、基本周波数 f_0 の所望な信号は、バンドパスフィルタ30Bを通過し、ノードN3及び結合出力端子50を介して検波器2に入力される。基本波以外の不要な信号は、バンドパスフィルタ30Bを実質的に通過しないので、検波器2の検波精度を向上させることができる。

[0047] なお、ローパスフィルタ30L、ハイパスフィルタ40H、バンドパスフィルタ30B及びバンドエリミネーションフィルタ40Eはそれぞれ、キャパシタ及びインダクタの少なくとも一方を含むLCフィルタである。あるいは、ローパスフィルタ30L、ハイパスフィルタ40H、バンドパスフィルタ30B及びバンドエリミネーションフィルタ40Eの少なくとも1つは、SAW (Surface Acoustic Wave) フィルタ又はBAW (Bulk Acoustic Wave) フィルタなどの弾性波フィルタを含んでもよい。あるいは、ローパスフィルタ30L、ハイパスフィルタ40H、バンドパスフィルタ30B及びバンドエリミネーションフィルタ40Eの少なくとも1つは、集積型受動デバイス (IPD: Integrated Passive Device) に形成されたフィルタであってもよい。

[0048] [1-3. 方向性結合器内の信号の流れ]

次に、本実施の形態に係る方向性結合器1内の信号の流れについて説明する。以下では、図6に示される比較例に係る方向性結合器1 $\times$ と比較することで、本実施の形態に係る方向性結合器1の有利な効果も合わせて説明する。

[0049] 図6は、比較例に係る方向性結合器1 $\times$ 内を流れる信号を説明するための図である。図7は、本実施の形態に係る方向性結合器1内を流れる信号を説明するための図である。図6に示されるように、比較例に係る方向性結合器1 $\times$ は、本実施の形態に係る方向性結合器1と比較して、フィルタ40及び終端回路60を備えない点が相違する。

[0050] 以下では、主線路10を入出力端子11から出力端子12に向けて高周

波信号が伝送される場合を想定する。図6及び図7に示されるように、主線路10を伝送される高周波信号の一部は、主線路10と副線路20との電磁気的な結合によって、結合信号として副線路20を流れる。結合信号には、高周波信号の基本周波数 f_0 の基本波信号90と、基本波信号90以外の不要波信号91とが含まれる。不要波信号91は、例えば、送信回路などで発生した歪信号である。

[0051] 図6に示される方向性結合器1xでは、基本波信号90及び不要波信号91はいずれも、副線路20の一端21からノードN1を介してフィルタ30に入力される。フィルタ30は、基本波信号90を通過させるので、検波器2にはフィルタ30を通過した基本波信号90が入力される。これにより、検波器2では、基本波信号90の検波が行われる。

[0052] 一方で、不要波信号91は、フィルタ30を通過できずに、フィルタ30によって反射される。仮に、フィルタ30が設けられておらず、不要波信号91が検波器2に入力された場合、検波される信号の電力に誤差を発生させ、検波精度を低下させてしまう。これに対して、方向性結合器1x及び1では、フィルタ30によって不要波信号91が検波器2には入力されないので、検波器2での検波精度を高めることができる。

[0053] しかしながら、検波器2では、歪信号92が発生する。歪信号92は、基本波信号90の高調波に相当する。つまり、歪信号92の主な周波数は、基本周波数の2倍又は3倍の周波数である。検波器2で発生した歪信号92は、結合出力端子50を介してフィルタ30に戻る。歪信号92は、フィルタ30の通過帯域に含まれないので、フィルタ30によって反射されて、結合出力端子50を介して検波器2に戻る。検波器2に戻った歪信号92は、検波器2の検波精度を悪化させる。

[0054] このように、比較例に係る方向性結合器1xでは、歪信号92の影響によって、検波器2の精度を向上させることができない。

[0055] これに対して、本実施の形態に係る方向性結合器1では、図7に示されるように、結合出力端子50には、フィルタ40が接続されている。フィルタ

40は、基本波信号90を通過させずに、歪信号92を通過させるように構成されている。したがって、結合出力端子50からノードN3に入力した歪信号92は、フィルタ40を通過する。

[0056] フィルタ40の他端であるノードN2は、終端回路60によって終端されている。具体的には、終端回路60のインピーダンスは、歪信号92を適切に吸収消費できるように調整されているので、フィルタ40を通過した歪信号92は、終端回路60によって吸収消費される。

[0057] このように、本実施の形態に係る方向性結合器1では、歪信号92が検波器2に戻るのを抑制することができる。したがって、方向性結合器1によれば、検波器2の検波精度を向上させることができる。

[0058] [1-4. 効果など]

以上のように、本実施の形態に係る方向性結合器1は、主線路10と、主線路10と電磁氣的に結合する副線路20と、副線路20の一端21に接続された結合出力端子50と、副線路20の一端21と結合出力端子50との間に接続されたフィルタ30と、フィルタ30の通過帯域より高い通過帯域を有するフィルタ40と、を備える。フィルタ40の一端は、結合出力端子50に接続され、フィルタ40の他端は、終端されている。

[0059] これにより、検波器2が結合出力端子50に接続された場合に、検波器2には、目的周波数の基本波信号90を入力させることができ、かつ、不要波信号91が入力されるのをフィルタ30によって抑制することができる。また、検波器2で発生する歪信号92は、フィルタ40を通過して吸収消費されるので、歪信号92が検波器2に戻るものが抑制される。このように、不要波信号91及び歪信号92が検波器2に入力されにくくなるので、検波精度を向上させることができる。

[0060] また、歪信号92はフィルタ30を通過しないので、副線路20を経由して主線路10に混入することが抑制される。仮に、歪信号92が主線路10に混入した場合、アンテナからの不要な輻射、及び、相互変調歪の発生などの送信機動作への障害を発生させる恐れがある。本実施の形態に係る方向性

結合器 1 によれば、歪信号 9 2 の主線路 1 0 への混入が抑制されるので、送信機動作への障害の発生を抑制することができる。

[0061] (実施の形態 2)

続いて、実施の形態 2 について説明する。

[0062] 実施の形態 2 に係る方向性結合器は、実施の形態 1 と比較して、副線路の他端側に、歪信号を発生させる要因となるスイッチを含む回路と、複数のフィルタと、が接続されている点が主として異なる。以下では、実施の形態 1 との相違点を中心に説明し、共通点の説明を省略又は簡略化する。

[0063] [2-1. 構成]

まず、実施の形態 2 に係る方向性結合器の構成について、図 8 を用いて説明する。図 8 は、本実施の形態に係る方向性結合器 1 0 1 の構成を示す図である。

[0064] 図 8 に示されるように、方向性結合器 1 0 1 は、実施の形態 1 に係る方向性結合器 1 と比較して、終端回路 7 0 の代わりに可変終端回路 1 7 0 を備える。また、方向性結合器 1 0 1 は、フィルタ 1 3 0 と、フィルタ 1 4 0 と、終端回路 1 6 0 と、スイッチ回路 1 8 0 と、を備える。

[0065] フィルタ 1 3 0 は、第 3 フィルタの一例であり、副線路 2 0 の他端 2 2 と可変終端回路 1 7 0 との間に接続されている。フィルタ 1 3 0 の一端であるノード N 4 は、副線路 2 0 の他端 2 2 に接続されている。フィルタ 1 3 0 の他端であるノード N 6 は、可変終端回路 1 7 0 に接続されている。本実施の形態では、ノード N 6 は、スイッチ回路 1 8 0 を介して可変終端回路 1 7 0 に接続されている。

[0066] フィルタ 1 3 0 は、所定の通過帯域を有し、所望の信号が通過可能に構成されている。具体的には、フィルタ 1 3 0 は、検波器 2 で検出する目的周波数の信号を通過させる。

[0067] フィルタ 1 3 0 は、フィルタ 3 0 と同じ通過帯域を有するフィルタであるが、これに限らない。例えば、フィルタ 3 0 がローパスフィルタ 3 0 L である場合に、フィルタ 1 3 0 は、バンドパスフィルタ 3 0 B であってもよい。

あるいは、フィルタ 30 がバンドパスフィルタ 30B である場合に、フィルタ 130 は、ローパスフィルタ 30L であってもよい。また、フィルタ 30 に適用な可能な改変は、フィルタ 130 にも適用可能である。

[0068] フィルタ 140 は、第 4 フィルタの一例であり、可変終端回路 170 とグラウンドとの間に接続されている。フィルタ 140 の一端であるノード N6 は、可変終端回路 170 に接続されている。フィルタ 140 の他端であるノード N5 は、終端されている。具体的には、フィルタ 140 のノード N5 は、終端回路 160 を介してグラウンドに接続されている。

[0069] フィルタ 140 は、フィルタ 130 の通過帯域より高い通過帯域を有する。具体的には、フィルタ 140 は、検波器 2 で検出する目的周波数の高調波帯の信号を通過させる。なお、フィルタ 140 の通過帯域には、フィルタ 130 の通過帯域より高い通過帯域が含まれていればよい。フィルタ 140 は、フィルタ 130 の通過帯域より高い通過帯域を有するバンドパスフィルタまたはハイパスフィルタであってもよいし、フィルタ 130 の通過帯域のみを遮断するようなバンドエリミネーションフィルタであってもよい。

[0070] フィルタ 140 は、フィルタ 40 と同じ通過帯域を有するフィルタであるが、これに限らない。例えば、フィルタ 40 がハイパスフィルタ 40H である場合に、フィルタ 140 は、バンドエリミネーションフィルタ 40E であってもよい。あるいは、フィルタ 40 がバンドエリミネーションフィルタ 40E である場合に、フィルタ 140 は、ハイパスフィルタ 40H であってもよい。また、フィルタ 40 に適用な可能な改変は、フィルタ 140 にも適用可能である。

[0071] 終端回路 160 は、フィルタ 140 のノード N5 に接続されている。終端回路 160 のインピーダンスは、フィルタ 140 を通過する信号を吸収消費できるように、所定の値に調整されている。具体的には、終端回路 160 のインピーダンスは、スイッチ回路 180 又は可変終端回路 170 で発生する歪信号 94 及び 95（図 10 を参照）を吸収消費するように、適切な値に調整されている。

- [0072] 可変終端回路 170 は、副線路 20 の他端 22 に接続された終端回路の一例である。可変終端回路 170 は、インピーダンスが変更可能な終端回路である。
- [0073] 図 9 は、本実施の形態に係る方向性結合器 101 が備える可変終端回路 170 の一例を示す回路図である。図 9 に示されるように、可変終端回路 170 は、3つの抵抗 $R1 \sim R3$ と、3つのキャパシタ $C1 \sim C3$ と、6つのスイッチ $SW1 \sim SW6$ と、端子 171 とを、含む。
- [0074] 端子 171 は、副線路 20 の他端 22 に接続される。本実施の形態では、端子 171 は、副線路 20 の他端 22 にフィルタ 130 及びスイッチ回路 180 を介して接続されている。
- [0075] 抵抗 $R1 \sim R3$ 及びキャパシタ $C1 \sim C3$ はそれぞれ、6つのスイッチ $SW1 \sim SW6$ の1つと直列に接続されている。抵抗とスイッチとの直列回路、及び、キャパシタとスイッチとの直列回路が、端子 171 とグランドとの間に並列に接続されている。
- [0076] 抵抗 $R1 \sim R3$ の各々の抵抗値は、互いに等しくてもよく、異なってもよい。キャパシタ $C1 \sim C3$ の各々の容量値は、互いに等しくてもよく、異なってもよい。また、3つの抵抗 $R1 \sim R3$ の1つにはスイッチが接続されていなくてもよい。3つのキャパシタ $C1 \sim C3$ の1つにはスイッチが接続されていなくてもよい。
- [0077] スイッチ $SW1 \sim SW6$ は、例えば、MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) などのスイッチング素子である。スイッチ $SW1 \sim SW6$ は、オンオフ（導通／非導通）が切り替え可能である。これにより、可変終端回路 170 のインピーダンスを変更することができる。例えば、スイッチ $SW1 \sim SW6$ は、主線路 10 を伝送される高周波信号の基本周波数 f_0 に基づいて調整される。具体的には、可変終端回路 170 のインピーダンスが、基本周波数 f_0 の信号を可変終端回路 170 によって十分に吸収消費できるような値になるように、スイッチ $SW1 \sim SW6$ のオンオフが制御される。

- [0078] なお、可変終端回路 170 は、1 つ以上のインダクタを含んでもよい。また、可変終端回路 170 の回路構成は特に限定されない。可変終端回路 170 は、抵抗又はキャパシタを含んでいなくてもよい。
- [0079] スイッチ回路 180 は、フィルタ 30 と結合出力端子 50 との間に接続された第 1 スイッチ回路の一例を含む。また、スイッチ回路 180 は、フィルタ 130 と可変終端回路 170 との間に接続された第 2 スイッチ回路の一例を含む。
- [0080] 図 8 に示されるように、スイッチ回路 180 は、4 つの端子 181 ~ 184 を有する。端子 181 は、ノード N3 に接続されている。端子 182 は、結合出力端子 50 に接続されている。端子 183 は、ノード N6 に接続されている。端子 184 は、可変終端回路 170 に接続されている。
- [0081] 本実施の形態では、フィルタ 30 及び 40 の各々の端部であるノード N3 は、スイッチ回路 180 を介して、結合出力端子 50 及び可変終端回路 170 の一方に接続される。また、フィルタ 130 及び 140 の各々の端部であるノード N6 は、スイッチ回路 180 を介して、結合出力端子 50 及び可変終端回路 170 の他方に接続される。
- [0082] 具体的には、スイッチ回路 180 は、副線路 20 の一端 21 を、フィルタ 30 を介して結合出力端子 50 に接続し、かつ、副線路 20 の他端 22 を、フィルタ 130 を介して可変終端回路 170 に接続する第 1 接続状態と、副線路 20 の他端 22 を、フィルタ 130 を介して結合出力端子 50 に接続し、かつ、副線路 20 の一端 21 を、フィルタ 30 を介して可変終端回路 170 に接続する第 2 接続状態と、を切り替える。第 1 接続状態は、図 8 の実線で示されるように、端子 181 と端子 182 とを接続（導通）させ、かつ、端子 183 と端子 184 とを接続（導通）させる状態である。第 2 接続状態は、図 8 の破線で示されるように、端子 181 と端子 184 とを接続（導通）させ、かつ、端子 183 と端子 182 とを接続（導通）させる状態である。スイッチ回路 180 の端子間の導通及び非導通は、MOSFET などのスイッチング素子を用いて切り替えられる。

[0083] スイッチ回路 180 が接続状態を切り替えることにより、結合出力端子 50 に接続される副線路 20 の端部を、一端 21 と他端 22 とで切り替えることができる。これにより、検波器 2 において双方向検波が可能になる。つまり、検波器 2 は、進行波の基本波信号 90 だけでなく、反射波の基本波信号も検出することができる。

[0084] [2-2. 方向性結合器内の信号の流れ]

次に、本実施の形態に係る方向性結合器 101 内の信号の流れについて、図 10 を用いて説明する。図 10 は、本実施の形態に係る方向性結合器 101 内を流れる信号を説明するための図である。

[0085] 基本波信号 90、不要波信号 91 及び歪信号 92 については、実施の形態 1 と同様である。したがって、本実施の形態に係る方向性結合器 101 は、実施の形態 1 と同様に、検波精度を向上させることができる。

[0086] 主線路 10 には、入出力端子 11 から入出力端子 12 に向かう進行波だけでなく、入出力端子 12 から入出力端子 11 に向かう反射波も伝送される。図 10 に示されるように、反射波は、進行波と同様に、主線路 10 と副線路 20 との電磁気的な結合によって、副線路 20 に反射波結合信号として取り出される。反射波結合信号には、基本周波数 f_0 の反射波基本波信号 90r が含まれる。

[0087] 反射波基本波信号 90r は、副線路 20 の他端 22 からノード N4 を介してフィルタ 130 に入力される。フィルタ 130 は、反射波基本波信号 90r を通過させるので、反射波基本波信号 90r は、ノード N6 からスイッチ回路 180 を介して可変終端回路 170 に到達する。可変終端回路 170 のインピーダンスは、反射波基本波信号 90r を吸収消費できるように調整されているので、反射波基本波信号 90r は、可変終端回路 170 で吸収消費される。このため、反射波基本波信号 90r は、副線路 20 に戻って結合出力端子 50 に到達するのが抑制されるので、検波器 2 の検波精度の低下を抑制することができる。また、反射波基本波信号 90r が副線路 20 を経由して主線路 10 に戻るのが抑制されるので、送信機動作への障害の発生を抑制

することができる。

[0088] また、上述したように、可変終端回路 170 及びスイッチ回路 180 は、配線の導通及び非導通を切り替えるスイッチング素子を含んでいる。スイッチング素子の切り替え時には、一定の歪信号が発生する。例えば、図 10 に示されるように、スイッチ回路 180 は、歪信号 93 及び 94 を発生させ、可変終端回路 170 は、歪信号 95 を発生させる。歪信号 93～95 は、例えば、基本周波数 f_0 よりも高い周波数の信号である。

[0089] 歪信号 93 は、スイッチ回路 180 で発生し、ノード N3 に向かって流れる。歪信号 93 は、基本周波数 f_0 とは異なる周波数の信号であるので、フィルタ 30 を通過しない。このため、歪信号 93 は、副線路 20 を経由して主線路 10 に混入することが抑制されるので、送信機動作への障害の発生を抑制することができる。

[0090] また、フィルタ 30 の通過帯域とフィルタ 40 の通過帯域とが相補関係にあるので、フィルタ 30 を通過しない歪信号 93 は、フィルタ 40 を通過し、終端回路 60 によって吸収消費される。つまり、歪信号 93 は、フィルタ 30 及び 40 で反射されないので、スイッチ回路 180 及び結合出力端子 50 を介して検波器 2 には入力されるのが抑制される。したがって、検波精度の低下を抑制することができる。

[0091] 歪信号 94 は、スイッチ回路 180 で発生し、ノード N6 に向かって流れる。歪信号 94 は、基本周波数 f_0 とは異なる周波数の信号であるので、フィルタ 130 を通過しない。このため、歪信号 94 は、副線路 20 を経由して主線路 10 に混入することが抑制されるので、送信機動作への障害の発生を抑制することができる。

[0092] また、フィルタ 130 の通過帯域とフィルタ 140 の通過帯域とが相補関係にあるので、フィルタ 130 を通過しない歪信号 94 は、フィルタ 140 を通過し、終端回路 160 によって吸収消費される。つまり、歪信号 94 は、フィルタ 130 及び 140 で反射されないので、他の回路に影響を与えないようにすることができる。

[0093] 歪信号 95 は、可変終端回路 170 で発生し、スイッチ回路 180 を介してノード N6 に向かって流れる。歪信号 95 は、歪信号 94 と同様に、フィルタ 130 を通過せずに、フィルタ 140 を通過して終端回路 160 によって吸収消費される。したがって、送信機動作への障害の発生を抑制することができる。

[0094] なお、歪信号 95 は、スイッチ回路 180 の接続状態によっては、ノード N3 に向かって流れる。この場合、歪信号 95 は、歪信号 93 と同様に、フィルタ 30 を通過せずに、フィルタ 40 を通過して吸収消費される。したがって、この場合も、送信機動作への障害の発生を抑制することができる。

[0095] [2-3. 効果など]

以上のように、本実施の形態に係る方向性結合器 101 は、副線路 20 の他端 22 に接続された終端回路と、副線路 20 の他端 22 と終端回路との間に接続されたフィルタ 130 と、フィルタ 130 の通過帯域より高い通過帯域を有するフィルタ 140 と、を備える。フィルタ 140 の一端は、終端回路に接続され、フィルタ 140 の他端は、終端されている。

[0096] これにより、副線路 20 の他端 22 側で発生する歪信号が、フィルタ 130 を通過しないので、副線路 20 を経由して主線路 10 に混入することが抑制される。したがって、送信機動作への障害の発生を抑制することができる。

[0097] また、例えば、他端 22 に接続された終端回路は、インピーダンスが可変の可変終端回路 170 である。

[0098] これにより、可変終端回路 170 で発生する歪信号 95 が、フィルタ 130 を通過せずに、フィルタ 140 を通過して吸収消費される。歪信号 95 が副線路 20 を経由して主線路 10 に混入することが抑制されるので、送信機動作への障害の発生を抑制することができる。

[0099] また、例えば、方向性結合器 101 は、さらに、フィルタ 30 と結合出力端子 50 との間に接続された第 1 スwitch回路を備える。フィルタ 40 の一端は、第 1 スwitch回路を介して結合出力端子 50 に接続される。

[0100] これにより、スイッチ回路 180 で発生する歪信号 93 が、フィルタ 30 を通過せずに、フィルタ 40 を通過して吸収消費される。歪信号 93 が副線路 20 を経由して主線路 10 に混入することが抑制されるので、送信機動作への障害の発生を抑制することができる。また、歪信号 93 は、フィルタ 30 及び 40 に反射されないので、検波器 2 へ入力されるのが抑制される。したがって、検波器 2 での検波精度の低下を抑制することができる。

[0101] また、例えば、方向性結合器 101 は、さらに、フィルタ 130 と終端回路との間に接続された第 2 スwitch回路を備える。フィルタ 140 の一端は、第 2 スwitch回路を介して終端回路に接続される。

[0102] これにより、スイッチ回路 180 で発生する歪信号 94 が、フィルタ 130 を通過せずに、フィルタ 140 を通過して吸収消費される。歪信号 94 が副線路 20 を経由して主線路 10 に混入することが抑制されるので、送信機動作への障害の発生を抑制することができる。

[0103] なお、本実施の形態において、方向性結合器 101 は、スイッチ回路 180 を備えなくてもよい。また、方向性結合器 101 は、可変終端回路 170 の代わりに、インピーダンスが固定の終端回路 70 を備えてもよい。

[0104] (実施の形態 3)

続いて、実施の形態 3 について説明する。

[0105] 実施の形態 3 に係る方向性結合器は、実施の形態 2 と比較して、副線路の両端にそれぞれ、他端が終端されたフィルタを備える点が相違する。以下では、実施の形態 2 との相違点を中心に説明し、共通点の説明を省略又は簡略化する。

[0106] [3-1. 構成]

まず、実施の形態 3 に係る方向性結合器の構成について、図 11 を用いて説明する。図 11 は、本実施の形態に係る方向性結合器 201 の構成を示す図である。

[0107] 図 11 に示されるように、方向性結合器 201 は、実施の形態 2 に係る方向性結合器 101 と比較して、フィルタ 240 及び 241 と、終端回路 26

0及び261と、をさらに備える。

[0108] フィルタ240は、第6フィルタの一例であり、副線路20の一端21とグラウンドとの間に接続されている。フィルタ240の一端は、副線路20の一端21とフィルタ30とを結ぶ経路に接続されている。フィルタ240の他端は、終端されている。具体的には、フィルタ240の他端は、終端回路260を介してグラウンドに接続されている。

[0109] フィルタ240は、フィルタ30の通過帯域とは異なる通過帯域を有する。具体的には、フィルタ240は、検波器2で検出する目的周波数の高調波帯の信号を通過させる。

[0110] フィルタ240の通過帯域とフィルタ30の通過帯域とは、相補関係にある。例えば、フィルタ240は、フィルタ40と同じ通過帯域を有するフィルタであるが、これに限らない。例えば、フィルタ40がハイパスフィルタ40Hである場合に、フィルタ240は、バンドエリミネーションフィルタ40Eであってもよい。また、フィルタ40がバンドエリミネーションフィルタ40Eである場合に、フィルタ240は、ハイパスフィルタ40Hであってもよい。

[0111] フィルタ241は、第5フィルタの一例であり、副線路20の他端22とグラウンドとの間に接続されている。フィルタ241の一端は、副線路20の他端22とフィルタ130とを結ぶ経路に接続されている。フィルタ241の他端は、終端されている。具体的には、フィルタ241の他端は、終端回路261を介してグラウンドに接続されている。

[0112] フィルタ241は、フィルタ130の通過帯域とは異なる通過帯域を有する。具体的には、フィルタ241は、検波器2で検出する目的周波数の高調波帯の信号を通過させる。

[0113] フィルタ241の通過帯域とフィルタ130の通過帯域とは、相補関係にある。例えば、フィルタ241は、フィルタ140と同じ通過帯域を有するフィルタであるが、これに限らない。例えば、フィルタ140がハイパスフィルタ40Hである場合に、フィルタ241は、バンドエリミネーションフ

フィルタ 40E であってもよい。また、フィルタ 140 がバンドエリミネーションフィルタ 40E である場合に、フィルタ 241 は、ハイパスフィルタ 40H であってもよい。

[0114] 終端回路 260 は、フィルタ 240 の他端に接続されている。終端回路 260 のインピーダンスは、フィルタ 240 を通過する信号を吸収消費できるように、所定の値に調整されている。具体的には、終端回路 260 のインピーダンスは、主線路 10 との電磁気的な結合によって副線路 20 を流れる不要波信号 91（図 12 を参照）を吸収消費するように、適切な値に調整されている。

[0115] 終端回路 261 は、フィルタ 241 の他端に接続されている。終端回路 261 のインピーダンスは、フィルタ 241 を通過する信号を吸収消費できるように、所定の値に調整されている。具体的には、終端回路 261 のインピーダンスは、主線路 10 との電磁気的な結合によって副線路 20 を流れる反射波不要波信号 91r（図 12 を参照）を吸収消費するように、適切な値に調整されている。

[0116] [3-2. 方向性結合器内の信号の流れ]

次に、本実施の形態に係る方向性結合器 201 内の信号の流れについて、図 12 を用いて説明する。図 12 は、本実施の形態に係る方向性結合器 201 内を流れる信号を説明するための図である。

[0117] 基本波信号 90、反射波基本波信号 90r 及び歪信号 92～95 については、実施の形態 2 と同様である。したがって、本実施の形態に係る方向性結合器 201 は、実施の形態 2 と同様に、検波精度を向上させることができ、また、送信機動作への障害の発生を抑制することができる。

[0118] 本実施の形態では、副線路 20 の一端 21 に、基本周波数 f_0 とは異なる周波数の信号を通過させるフィルタ 240 が接続されている。このため、不要波信号 91 は、フィルタ 240 を通過し、終端回路 260 によって吸収消費される。

[0119] また、副線路 20 の他端 22 には、基本周波数 f_0 とは異なる周波数の信

号を通過させるフィルタ 241 が接続されている。このため、反射波不要波信号 91 r は、フィルタ 241 を通過し、終端回路 261 によって吸収消費される。

[0120] このため、不要波信号 91 及び反射波不要波信号 91 r のいずれも、副線路 20 に戻りにくくなるので、副線路 20 を経由して主線路 10 に混入するのが抑制される。したがって、送信機動作への障害の発生を抑制することができる。

[0121] [3-3. 効果など]

以上のように、本実施の形態に係る方向性結合器 201 は、フィルタ 130 の通過帯域とは異なる通過帯域を有するフィルタ 241 を備える。フィルタ 241 の一端は、副線路 20 の他端 22 とフィルタ 130 とを結ぶ経路に接続され、フィルタ 241 の他端は、終端されている。

[0122] これにより、副線路 20 を流れる反射波不要波信号 91 r が主線路 10 に混入するのを抑制することができるので、送信機動作への障害の発生を抑制することができる。

[0123] また、例えば、方向性結合器 201 は、さらに、フィルタ 30 の通過帯域とは異なる通過帯域を有するフィルタ 240 を備える。フィルタ 240 の一端は、副線路 20 の一端 21 とフィルタ 30 とを結ぶ経路に接続され、フィルタ 240 の他端は、終端されている。

[0124] これにより、副線路 20 を流れる不要波信号 91 が主線路 10 に混入するのを抑制することができるので、送信機動作への障害の発生を抑制することができる。

[0125] なお、本実施の形態において、方向性結合器 201 は、フィルタ 240 及び 241 のうち一方のみを備えていてもよい。

[0126] (変形例)

続いて、上述した各実施の形態に係る方向性結合器 1、101 又は 201 が備えるフィルタの構成の変形例について説明する。以下では、結合出力端子 50 に接続されたフィルタ 30 及び 40 の構成の変形例について、図 13

を用いて説明する。

- [0127] 図13は、方向性結合器1、101又は201が備える複数のフィルタの構成の変形例を示す図である。図13には、ローパスフィルタ30Lと、バンドパスフィルタ40Bと、ハイパスフィルタ40Hとの各々がノードN3（すなわち、結合出力端子50）に接続されている例が開示されている。
- [0128] バンドパスフィルタ40Bとハイパスフィルタ40Hとはそれぞれ、第2フィルタの一例である。バンドパスフィルタ40Bの他端であるノードN21は、終端されている。具体的には、バンドパスフィルタ40BのノードN21は、終端回路60を介してグラウンドに接続されている。また、ハイパスフィルタ40Hの他端であるノードN22も、終端されている。具体的には、ハイパスフィルタ40HのノードN22は、終端回路61を介してグラウンドに接続されている。
- [0129] ローパスフィルタ30Lと、バンドパスフィルタ40Bと、ハイパスフィルタ40Hとは、例えばトリプレクサを構成している。例えば、ローパスフィルタ30Lの通過帯域と、バンドパスフィルタ40Bの通過帯域と、ハイパスフィルタ40Hの通過帯域とは、互いに相補関係を有する。つまり、これらの3つのフィルタは、全周波数帯域において、ノードN3からフィルタに向かって流れる信号が3つのフィルタのうちのいずれか1つを通過し、他の2つを通過しないように構成されている。
- [0130] 終端回路60及び61は、インピーダンスが互いに異なっている。例えば、終端回路60のインピーダンスは、基本周波数 f_0 の2倍高調波の周波数 $2f_0$ の信号を適切に吸収消費できるように調整されている。また、終端回路61のインピーダンスは、基本周波数 f_0 の3倍高調波の周波数 $3f_0$ の信号又はこれ以上の周波数の信号を適切に吸収消費できるように調整されている。あるいは、終端回路60のインピーダンスは、検波器2で発生する歪信号92を適切に吸収消費できるように調整されており、終端回路61のインピーダンスは、スイッチ回路180で発生する歪信号93を適切に吸収消費できるように調整されていてもよい。歪信号92及び93の周波数が異な

る場合であっても、各々を適切に吸収消費させることができる。

[0131] このように、方向性結合器 1、101 又は 201 は、複数のフィルタ 40 を備えてもよい。

[0132] これにより、互いに異なる周波数の信号を、異なるフィルタを通過させて吸収消費させることができる。したがって、副線路 20 の一端 21 側で発生する歪信号が検波器 2 又は主線路 10 へ戻ることが抑制されるので、検波精度を向上させることができ、また、送信機動作への障害の発生を抑制することができる。

[0133] なお、可変終端回路 170 又はスイッチ回路 180 に接続されたフィルタ 130 及び 140 の構成に対して、図 13 に示されるフィルタ構成が適用されてもよい。つまり、方向性結合器 1、101 又は 201 は、複数のフィルタ 140 を備えてもよい。

[0134] 具体的には、図 13 に示されるノード N1 及び N3 はそれぞれ、ノード N4 及び N6 に対応する。ローパスフィルタ 30L がフィルタ 130 の一例になり、バンドパスフィルタ 40B 及びハイパスフィルタ 40H はそれぞれ、フィルタ 140 の一例になる。

[0135] これにより、副線路 20 の他端 22 側で発生する歪信号が主線路 10 へ戻ることが抑制されるので、送信機動作への障害の発生を抑制することができる。

[0136] なお、3つのフィルタの組み合わせは、図 13 に示される例に限定されない。例えば、ローパスフィルタ、ハイパスフィルタ、バンドパスフィルタ及びバンドエリミネーションフィルタから選択された3つのフィルタであってもよい。3つのフィルタには、同種のフィルタが含まれてもよい。また、終端されたフィルタ（第2フィルタ又は第4フィルタ）が、3つ以上設けられていてもよい。

[0137] （その他）

以上、本発明に係る方向性結合器について、上記の実施の形態などに基づいて説明したが、本発明は、上記の実施の形態に限定されるものではない。

- [0138] 例えば、方向性結合器 1、101 又は 201 は、終端回路 60 を備えなくてもよい。フィルタ 40 は、出力インピーダンスを十分に低くすることにより、終端回路 60 が設けられていなくても、フィルタ 40 の他端が終端されているのと等価な状態にすることができる。同様に、方向性結合器 101 又は 201 は、終端回路 160、260 又は 261 を備えなくてもよい。図 13 に示される終端回路 61 も同様に、設けられていなくてもよい。
- [0139] また、例えば、ローパスフィルタ 30L、ハイパスフィルタ 40H、バンドパスフィルタ 30B 及びバンドエリミネーションフィルタ 40E の少なくとも 1 つは、チューニング可能であってもよい。つまり、ローパスフィルタ 30L、ハイパスフィルタ 40H、バンドパスフィルタ 30B 及びバンドエリミネーションフィルタ 40E の少なくとも 1 つは、通過帯域を変更可能であってもよい。チューニングには、例えばスイッチ又はバラクタが用いられる。
- [0140] また、例えば、フィルタ 30 は、ノード N1 とノード N3 との間に直列に接続されたインダクタのみで構成されていてもよい。また、フィルタ 40 は、ノード N2 とノード N3 との間に直列に接続されたキャパシタのみで構成されていてもよい。同様に、フィルタ 130 は、ノード N4 とノード N6 との間に直列に接続されたインダクタのみで構成されていてもよい。また、フィルタ 140 は、ノード N5 とノード N6 との間に直列に接続されたキャパシタのみで構成されていてもよい。
- [0141] また、例えば、方向性結合器 1、101 又は 201 は、検波器 2 を備えてもよい。
- [0142] また、例えば、方向性結合器 1、101 又は 201 は、複数の主線路 10 又は複数の副線路 20 を備えてもよい。例えば、複数の副線路 20 は、1 つの主線路 10 に対して電磁氣的に結合していてもよい。あるいは、複数の副線路 20 は、複数の主線路 10 の各々に対して、一対一又は複数対一で電磁氣的に結合していてもよい。この場合、方向性結合器 1、101 又は 201 は、複数の副線路 20 を選択する線路切替スイッチを備えてもよい。

[0143] その他、各実施の形態に対して当業者が思いつく各種変形を施して得られる形態や、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で各実施の形態における構成要素及び機能を任意に組み合わせることで実現される形態も本発明に含まれる。

産業上の利用可能性

[0144] 本発明は、方向性結合器を含む電子機器及び通信機器などに広く利用することができる。

符号の説明

[0145] 1、101、201 方向性結合器
2 検波器
3 検波結果出力端子
10 主線路
11、12 入出力端子
20 副線路
21 一端
22 他端
30、40、130、140、240、241 フィルタ
30L ローパスフィルタ
30B、40B バンドパスフィルタ
40E バンドエリミネーションフィルタ
40H ハイパスフィルタ
50 結合出力端子
60、61、70、160、260、261 終端回路
90 基本波信号
90r 反射波基本波信号
91 不要波信号
91r 反射波不要波信号
92、93、94、95 歪信号
170 可変終端回路

171、181、182、183、184 端子

180 スイッチ回路

C1、C2、C3 キャパシタ

N1、N2、N3、N4、N5、N6、N21、N22 ノード

R1、R2、R3 抵抗

SW1、SW2、SW3、SW4、SW5、SW6 スイッチ

請求の範囲

- [請求項1] 主線路と、
前記主線路と電磁気的に結合する副線路と、
前記副線路の一端に接続された出力端子と、
前記副線路の前記一端と前記出力端子との間に接続された第1フィルタと、
前記第1フィルタの通過帯域より高い通過帯域を有する第2フィルタと、を備え、
前記第2フィルタの一端は、前記出力端子に接続され、
前記第2フィルタの他端は、終端されている、
方向性結合器。
- [請求項2] さらに、
前記副線路の他端に接続された終端回路と、
前記副線路の前記他端と前記終端回路との間に接続された第3フィルタと、
前記第3フィルタの通過帯域より高い通過帯域を有する第4フィルタと、を備え、
前記第4フィルタの一端は、前記終端回路に接続され、
前記第4フィルタの他端は、終端されている、
請求項1に記載の方向性結合器。
- [請求項3] 前記終端回路は、インピーダンスが可変の終端回路である、
請求項2に記載の方向性結合器。
- [請求項4] さらに、前記第1フィルタと前記出力端子との間に接続された第1スイッチ回路を備え、
前記第2フィルタの前記一端は、前記第1スイッチ回路を介して前記出力端子に接続される、
請求項2又は3に記載の方向性結合器。
- [請求項5] さらに、前記第3フィルタと前記終端回路との間に接続された第2

スイッチ回路を備え、

前記第4フィルタの前記一端は、前記第2スイッチ回路を介して前記終端回路に接続される、

請求項2～4のいずれか1項に記載の方向性結合器。

[請求項6] 前記第4フィルタを複数備える、

請求項2～5のいずれか1項に記載の方向性結合器。

[請求項7] さらに、前記第3フィルタの通過帯域とは異なる通過帯域を有する第5フィルタを備え、

前記第5フィルタの一端は、前記副線路の前記他端と前記第3フィルタとを結ぶ経路に接続され、

前記第5フィルタの他端は、終端されている、

請求項2～6のいずれか1項に記載の方向性結合器。

[請求項8] 前記第2フィルタを複数備える、

請求項1～7のいずれか1項に記載の方向性結合器。

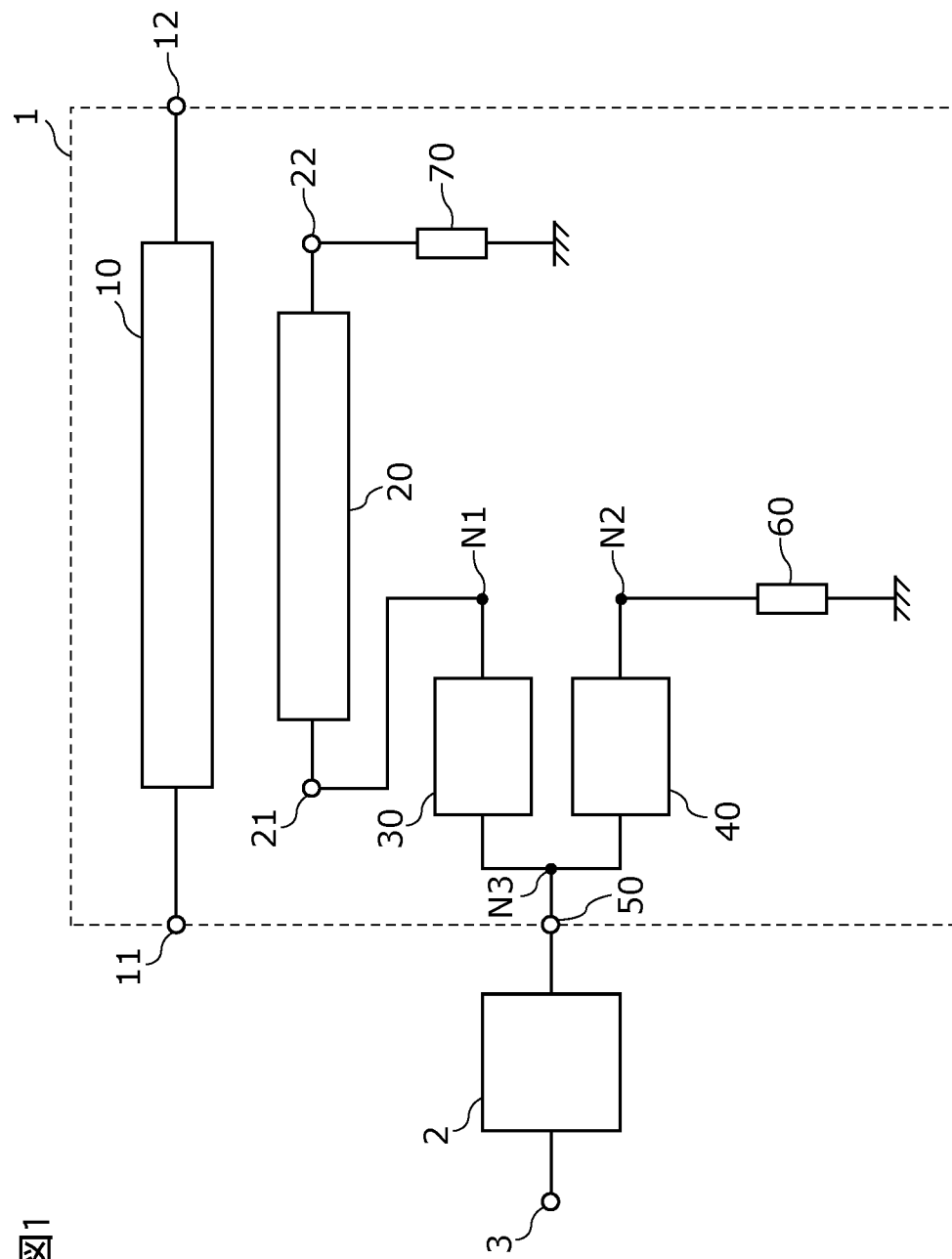
[請求項9] さらに、前記第1フィルタの通過帯域とは異なる通過帯域を有する第6フィルタを備え、

前記第6フィルタの一端は、前記副線路の前記一端と前記第1フィルタとを結ぶ経路に接続され、

前記第6フィルタの他端は、終端されている、

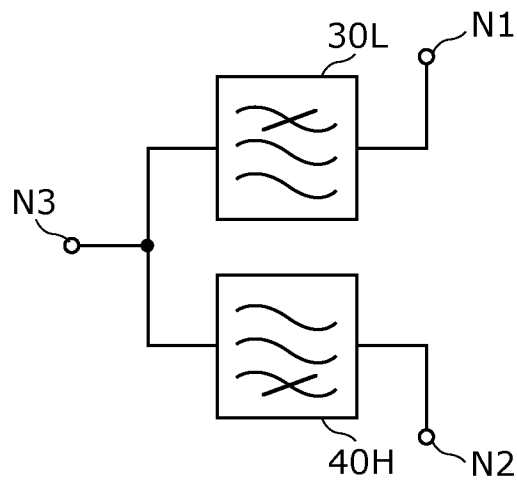
請求項1～8のいずれか1項に記載の方向性結合器。

[図1]



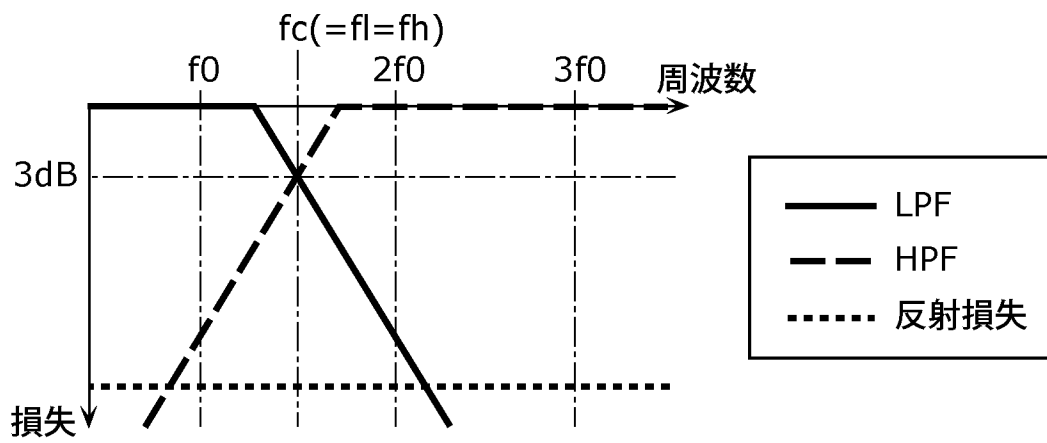
[図2]

図2



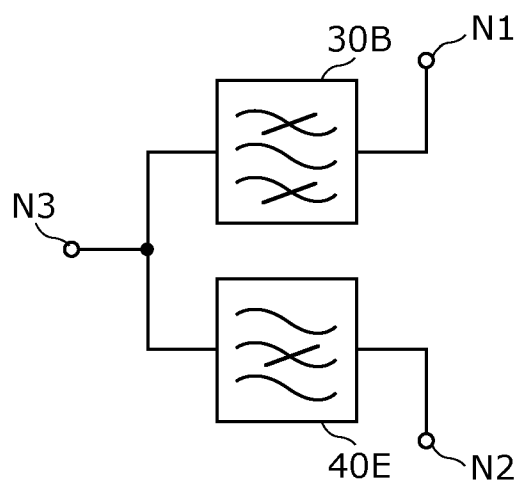
[図3]

図3



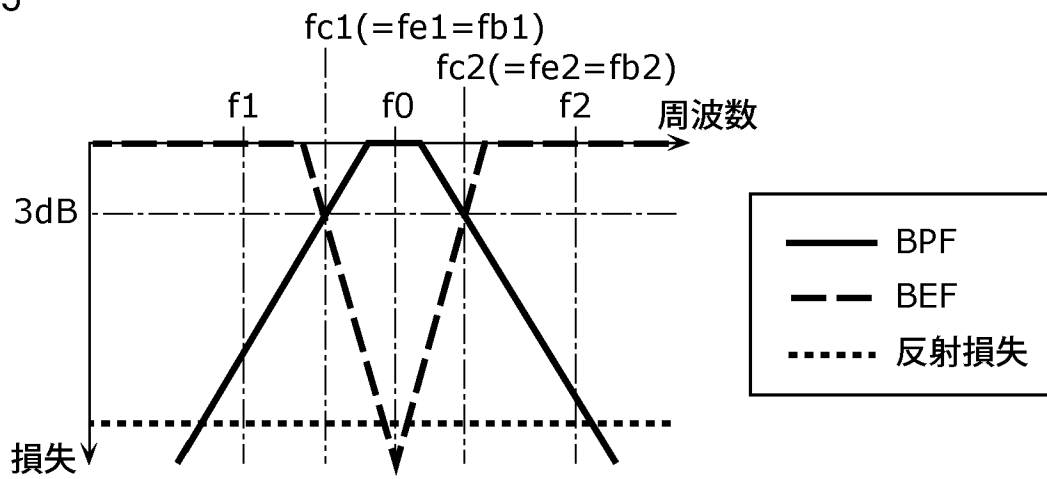
[図4]

図4

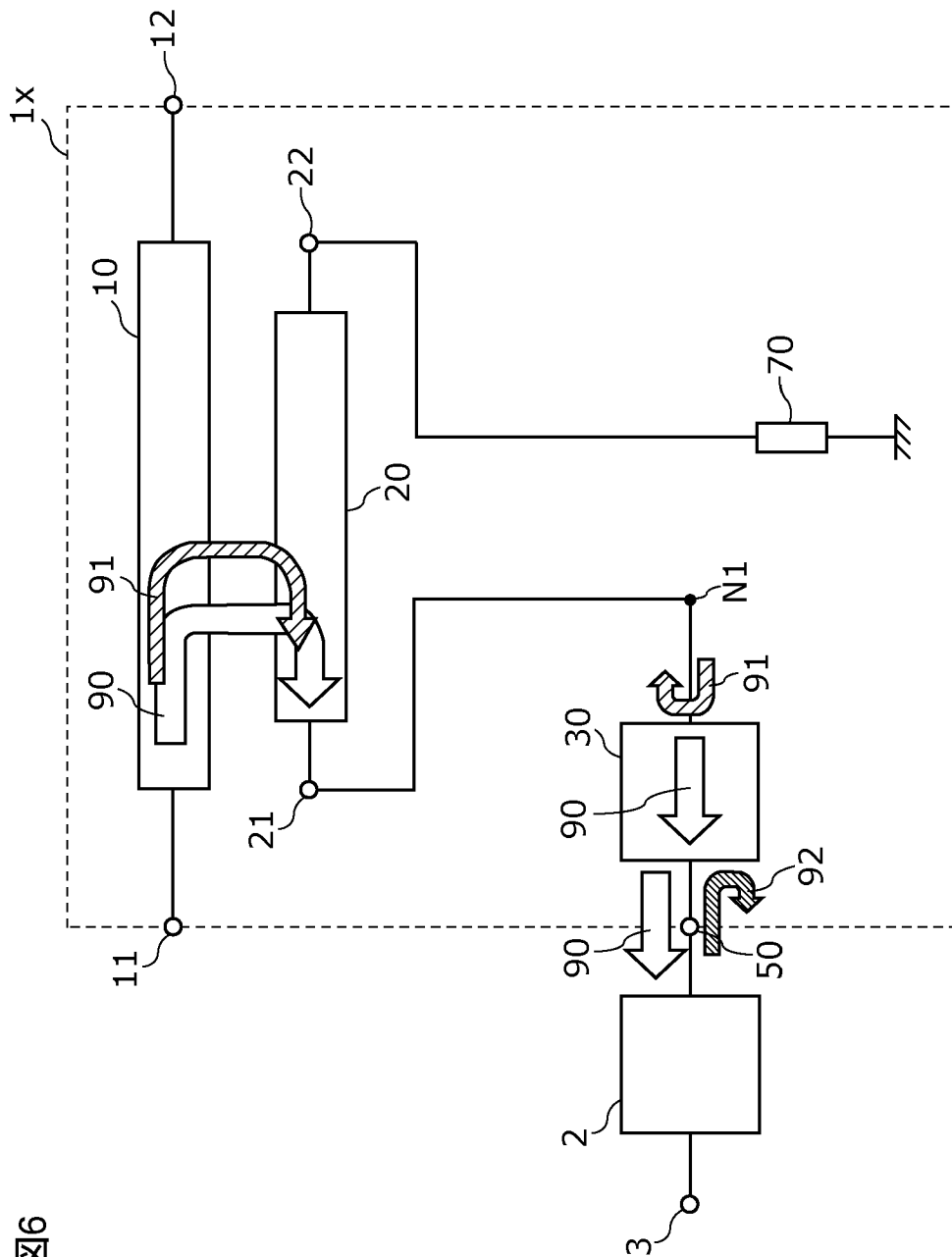


[図5]

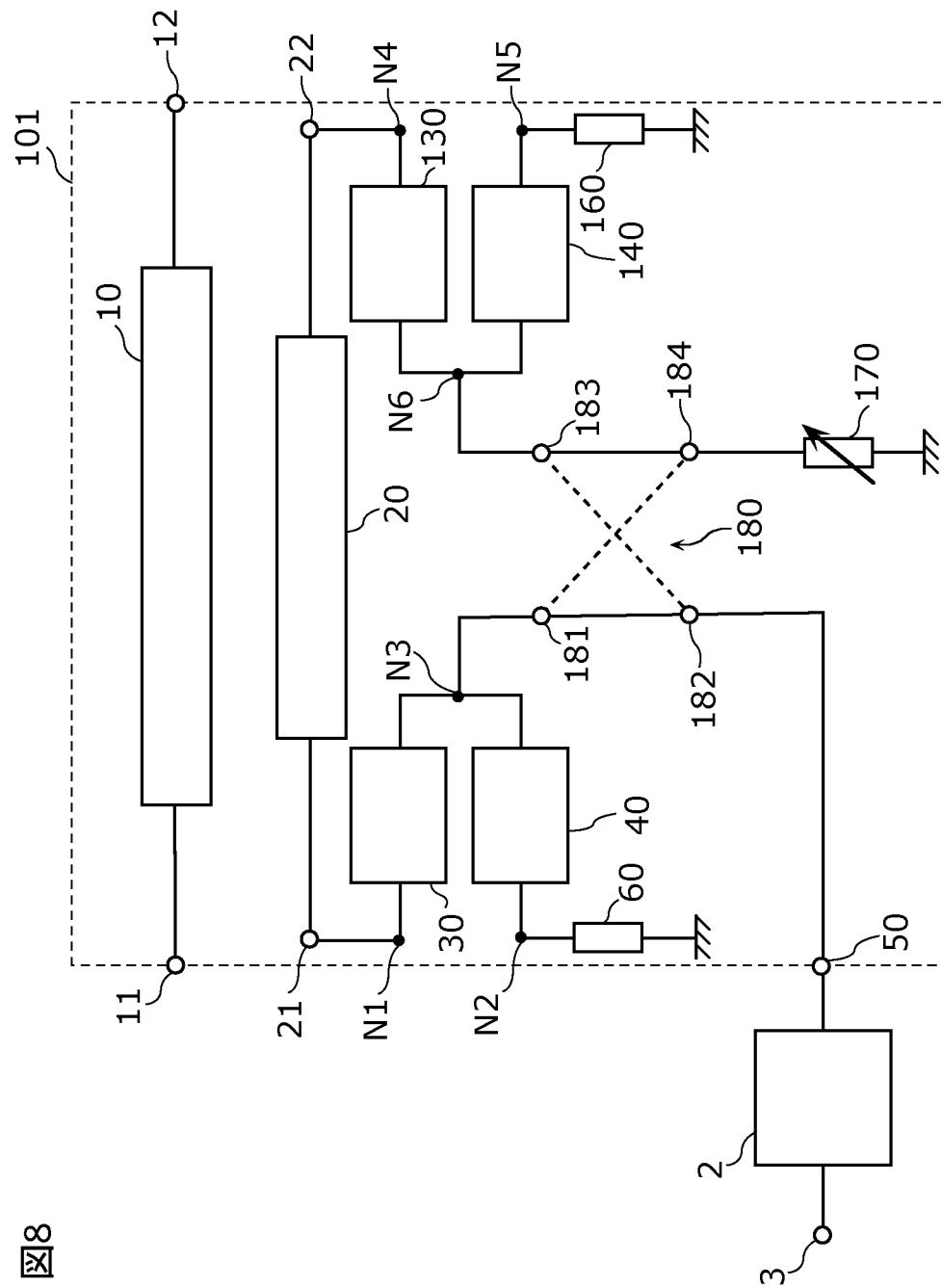
図5



[図6]



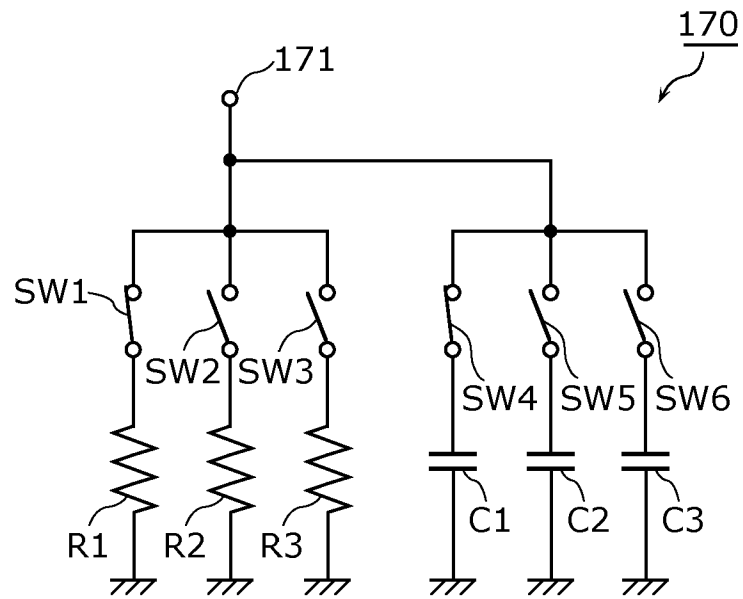
[図8]



[図8]

[図9]

図9



[図10]

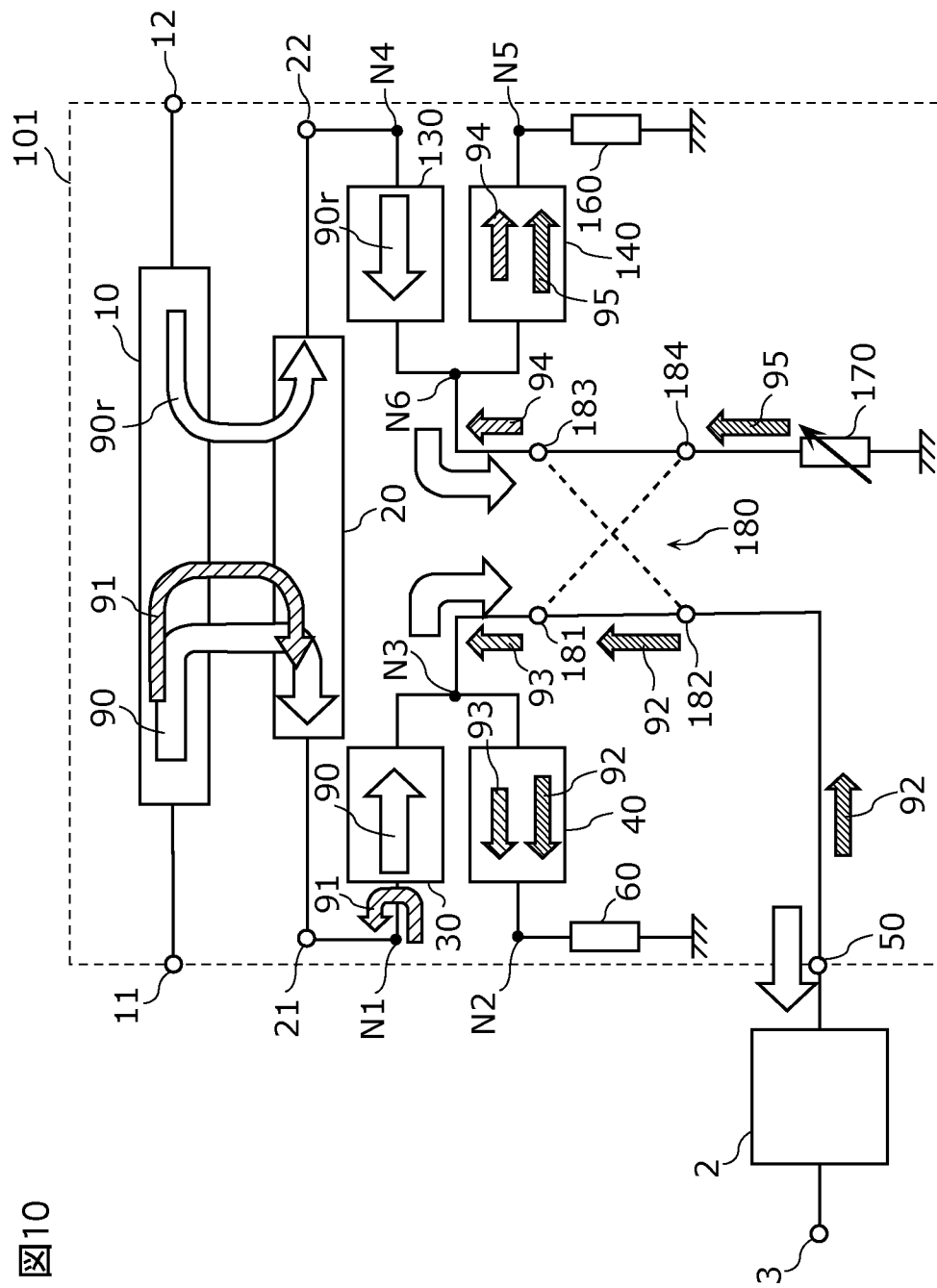
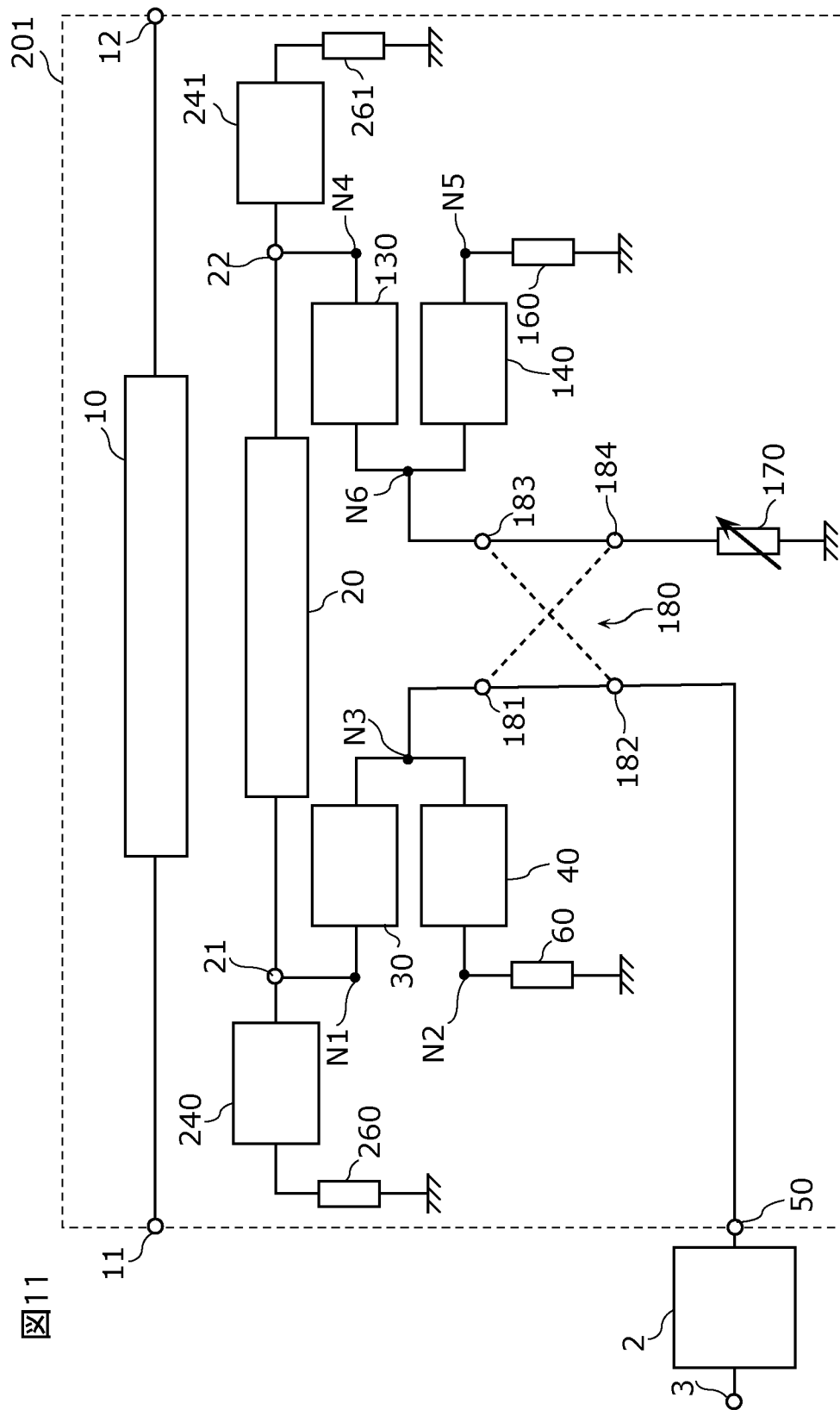


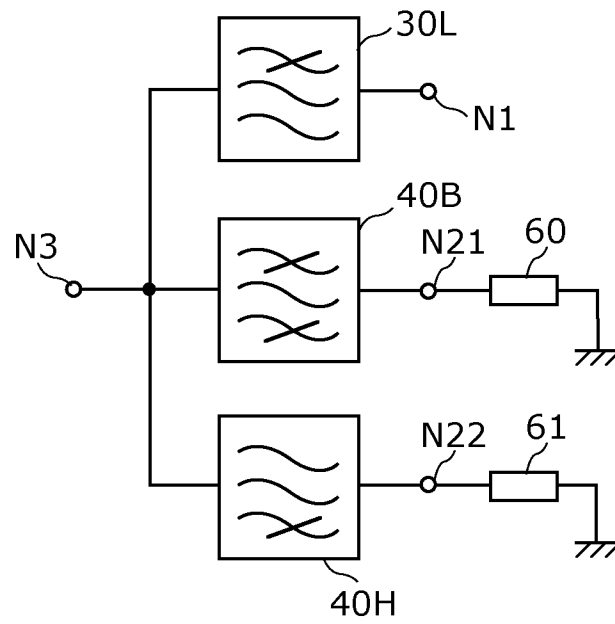
図10

11



[図13]

図13



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/026286

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01P 5/18**(2006.01)i

FI: H01P5/18 J

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)

H01P5/18

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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.
A	US 2017/0230066 A1 (SKYWORKS SOLUTIONS, INC.) 10 August 2017 (2017-08-10) entire text, all drawings	1-9
A	JP 2019-62309 A (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 18 April 2019 (2019-04-18) entire text, all drawings	1-9
A	WO 2019/189232 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 03 October 2019 (2019-10-03) entire text, all drawings	1-9
A	JP 2018-37780 A (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 08 March 2018 (2018-03-08) entire text, all drawings	1-9

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

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “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)
 “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

“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
 “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
 “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
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

07 October 2021

Date of mailing of the international search report

19 October 2021

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/026286

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US	2017/0230066	A1	10 August 2017	WO 2017/136631 A1 entire text, all drawings	
JP	2019-62309	A	18 April 2019	US 2020/0136227 A1 entire text, all drawings US 2019/0097297 A1 entire text, all drawings CN 109560359 A entire text, all drawings	
WO	2019/189232	A1	03 October 2019	US 2021/0013858 A1 entire text, all drawings	
JP	2018-37780	A	08 March 2018	US 2018/0062672 A1 entire text, all drawings CN 107785641 A entire text, all drawings	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01P 5/18(2006.01)i FI: H01P5/18 J														
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）） H01P5/18 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年													
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												
A	US 2017/0230066 A1 (SKYWORKS SOLUTIONS, INC.) 10.08.2017 (2017 - 08 - 10) 全文、全図	1-9												
A	JP 2019-62309 A (株式会社村田製作所) 18.04.2019 (2019 - 04 - 18) 全文、全図	1-9												
A	WO 2019/189232 A1 (株式会社村田製作所) 03.10.2019 (2019 - 10 - 03) 全文、全図	1-9												
A	JP 2018-37780 A (株式会社村田製作所) 08.03.2018 (2018 - 03 - 08) 全文、全図	1-9												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献														
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献														
国際調査を完了した日 07.10.2021	国際調査報告の発送日 19.10.2021													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 赤穂 美香 5K 3663 電話番号 03-3581-1101 内線 3556													

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/026286

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
US	2017/0230066	A1	10.08.2017	WO	2017/136631	A1	
				全文、全図			
JP	2019-62309	A	18.04.2019	US	2020/0136227	A1	
				全文、全図			
				US	2019/0097297	A1	
				全文、全図			
				CN	109560359	A	
				全文、全図			
WO	2019/189232	A1	03.10.2019	US	2021/0013858	A1	
				全文、全図			
JP	2018-37780	A	08.03.2018	US	2018/0062672	A1	
				全文、全図			
				CN	107785641	A	
				全文、全図			