

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2021-190841

(P2021-190841A)

(43) 公開日 令和3年12月13日(2021.12.13)

(51) Int.Cl.

H01P 5/18 (2006.01)

F I

H01P 5/18

J

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2020-94470 (P2020-94470)  
 (22) 出願日 令和2年5月29日 (2020.5.29)

(71) 出願人 000006231  
 株式会社村田製作所  
 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号  
 (74) 代理人 100189430  
 弁理士 吉川 修一  
 (74) 代理人 100190805  
 弁理士 傍島 正朗  
 (72) 発明者 ▲徳▼田 大輔  
 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  
 (72) 発明者 清水 克也  
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 方向性結合器

(57) 【要約】

【課題】フィルタの周波数特性の劣化を抑制する。

【解決手段】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、結合出力端子40と、複数のフィルタ30及び31と、複数のフィルタ30及び31の各々を、副線路20の一端21と結合出力端子40とに接続可能であるフィルタ切替回路50及び51と、複数のフィルタ30の各々の両端にそれぞれ直接接続され、対応するフィルタの一端と基準電位との接続及び開放を切替可能である複数のフィルタ保護スイッチ60a、60b、61a及び61bと、を備える。

【選択図】 図1

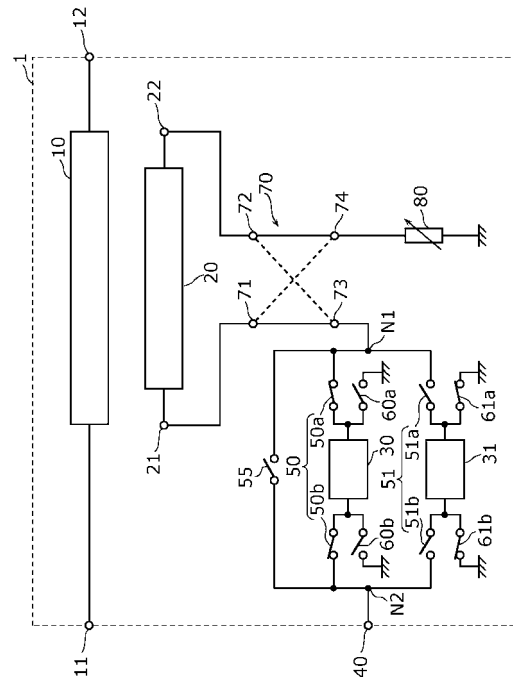


図1

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

主線路と、  
前記主線路と電磁氣的に結合する副線路と、  
出力端子と、  
複数のフィルタと、  
前記複数のフィルタの各々を、前記副線路の一端と前記出力端子とに接続可能であるスイッチ回路と、  
前記複数のフィルタの各々の両端にそれぞれ直接接続され、対応するフィルタの一端と基準電位との接続及び開放を切替可能である複数のスイッチと、を備える、  
方向性結合器。

10

**【請求項 2】**

前記複数のスイッチは、前記複数のフィルタの 1 つである対象フィルタを前記スイッチ回路が前記副線路の一端と前記出力端子とに接続する場合に、前記対象フィルタの一端と前記基準電位との接続を開放し、かつ、前記対象フィルタ以外のフィルタの一端と前記基準電位とを接続する、  
請求項 1 に記載の方向性結合器。

**【請求項 3】**

前記複数のスイッチは、前記複数のフィルタの各々の一端と前記基準電位との接続を開放する、  
請求項 1 に記載の方向性結合器。

20

**【請求項 4】**

半導体 IC と、  
前記半導体 IC と接続された 1 以上の外部素子と、をさらに備え、  
前記主線路と、前記副線路と、前記スイッチ回路と、前記複数のスイッチとは、前記半導体 IC に形成され、  
前記複数のフィルタは、前記 1 以上の外部素子により形成されている、  
請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の方向性結合器。

**【請求項 5】**

主線路と、  
前記主線路と電磁氣的に結合する副線路と、  
出力端子と、  
複数のフィルタと、  
前記複数のフィルタの各々を、前記副線路の一端と前記出力端子とに接続可能である第 1 スイッチ回路と、  
前記複数のフィルタの各々の両端にそれぞれ接続され、対応するフィルタの一端と基準電位との接続及び開放を切替可能である複数の第 2 スイッチ回路と、を備え、  
前記複数の第 2 スイッチ回路は、前記複数のフィルタの 1 つである対象フィルタを前記第 1 スイッチ回路が前記副線路の一端と前記出力端子とに接続する場合に、前記対象フィルタの一端と前記基準電位との接続を開放し、かつ、前記対象フィルタ以外のフィルタの一端と前記基準電位とを接続する、  
方向性結合器。

30

40

**【請求項 6】**

前記第 1 スイッチ回路は、  
前記複数のフィルタの各々の一端に接続された第 1 スイッチと、  
前記第 1 スイッチと前記副線路の一端又は前記出力端子との間に直列に接続された第 2 スイッチと、を含み、  
前記複数の第 2 スイッチ回路はそれぞれ、  
前記第 1 スイッチと、  
前記第 1 スイッチ及び前記第 2 スイッチの接続部分と前記基準電位との接続及び開放を

50

切替可能な第 3 スイッチと、を含み、

前記対象フィルタを前記第 1 スイッチ回路が前記副線路の一端と前記出力端子とに接続する場合に、前記対象フィルタ以外のフィルタの一端に接続された前記第 2 スイッチ回路の前記第 1 スイッチ及び前記第 3 スイッチは、前記対象フィルタ以外のフィルタの一端と前記基準電位とを接続する、

請求項 5 に記載の方向性結合器。

【請求項 7】

半導体 IC と、

前記半導体 IC と接続された 1 以上の外部素子と、をさらに備え、

前記主線路と、前記副線路と、前記第 1 スイッチ回路と、前記複数の第 2 スイッチ回路とは、前記半導体 IC に形成され、

前記複数のフィルタは、前記 1 以上の外部素子により形成されている、

請求項 5 又は 6 に記載の方向性結合器。

【請求項 8】

前記副線路の一端と前記出力端子とを結ぶ経路には、前記複数のフィルタのいずれかを通過する複数の経路と、当該複数の経路への分岐点とが含まれ、

前記複数のフィルタの各々は、前記分岐点から見たときのインピーダンスが正のリアクタンスを持つ

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、前記副線路の他端に接続された可変終端回路を備える、

請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の方向性結合器。

【請求項 10】

さらに、前記出力端子と前記副線路の一端とを結ぶ経路上に配置された可変アッテネータを備える、

請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の方向性結合器。

【請求項 11】

さらに、前記出力端子と前記基準電位との接続及び開放を切替可能なスイッチを備える

、

請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の方向性結合器。

【請求項 12】

前記副線路を複数備え、

さらに、複数の前記副線路の各々の一端と前記出力端子とを結ぶ経路を切替可能なスイッチを備える、

請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の方向性結合器。

【請求項 13】

前記主線路を複数備え、

複数の前記副線路は、複数の前記主線路のいずれか 1 つに電磁氣的に結合する、

請求項 12 に記載の方向性結合器。

【発明の詳細な説明】

【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】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 3 】

【特許文献 1】国際公開第 2 0 1 9 / 1 8 9 2 3 2 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

フィルタには、例えば、薄膜微細加工を用いた小型で高性能なフィルタを利用することができる。しかしながら、このようなフィルタは、静電気破壊されやすいという問題がある。フィルタが静電気破壊された場合には、フィルタの周波数特性が劣化し、所望の信号を取り出すことができない。

【 0 0 0 5 】

そこで、本発明は、フィルタの周波数特性の劣化を抑制す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】

【 0 0 0 6 】

本発明の一態様に係る方向性結合器は、主線路と、前記主線路と電磁氣的に結合する副線路と、出力端子と、複数のフィルタと、前記複数のフィルタの各々を、前記副線路の一端と前記出力端子とに接続可能であるスイッチ回路と、前記複数のフィルタの各々の両端にそれぞれ直接接続され、対応するフィルタの一端と基準電位との接続及び開放を切替可能である複数のスイッチと、を備える。

【 0 0 0 7 】

また、本発明の別の態様に係る方向性結合器は、主線路と、前記主線路と電磁氣的に結合する副線路と、出力端子と、複数のフィルタと、前記複数のフィルタの各々を、前記副線路の一端と前記出力端子とに接続可能である第 1 スwitch回路と、前記複数のフィルタの各々の両端にそれぞれ接続され、対応するフィルタの一端と基準電位との接続及び開放を切替可能である複数の第 2 スwitch回路と、を備え、前記複数の第 2 スwitch回路は、前記複数のフィルタの 1 つである対象フィルタを前記第 1 スwitch回路が前記副線路の一端と前記出力端子とに接続する場合に、前記対象フィルタの一端と前記基準電位との接続を開放し、かつ、前記対象フィルタ以外のフィルタの一端と前記基準電位とを接続する。

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

本発明に係る方向性結合器によれば、フィルタの周波数特性の劣化を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【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可変終端回路の一例を示す回路図である。

【図 3】図 3 は、実施の形態 1 に係る方向性結合器の別の動作状態を示す図である。

【図 4】図 4 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 5】図 5 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。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

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、構成要素の配置及び接続形態、ステップ、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。

【 0 0 1 1 】

10

20

30

40

50

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。

【0012】

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、及び、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。

【0013】

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/又は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。

10

【0014】

(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。

【0015】

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、複数のフィルタ30及び31と、結合出力端子40と、複数のフィルタ切替回路50及び51と、バイパススイッチ55と、複数のフィルタ保護スイッチ60a、60b、61a及び61bと、方向切替回路70と、終端回路80とを備える。主線路10と副線路20とは、互いに電磁氣的に結合している。

20

【0016】

本実施の形態では、方向性結合器1は、半導体IC(Integrated Circuit)と、当該半導体ICと接続された1以上の外部素子とを備える。主線路10と、副線路20と、複数のフィルタ切替回路50及び51と、複数のフィルタ保護スイッチ60a、60b、61a及び61bとは、半導体ICに形成されている。複数のフィルタ30及び31は、1以上の外部素子により形成されている。つまり、複数のフィルタ30及び31は、半導体ICの外部に設けられている。なお、半導体ICには、さらに、結合出力端子40、バイパススイッチ55、方向切替回路70及び終端回路80が形成されていてもよい。複数のフィルタ30及び31以外の全ての素子は、半導体ICに形成されていてもよい。例えば、半導体ICと、複数のフィルタ30及び31を含む1以上のチップとがモジュール基板(図示せず)に設けられている。

30

【0017】

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(図示せず)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12がアンテナに接続され、入出力端子11が送信回路又は受信回路に接続されてもよい。

40

【0018】

副線路20は、一端21及び他端22を有する。一端21は、複数のフィルタ30及び31を介して結合出力端子40に接続されている。具体的には、一端21は、方向切替回路70と複数のフィルタ切替回路50及び51のいずれかとを介して、複数のフィルタ30及び31の各々に接続されている。他端22は、方向切替回路70を介して終端回路80に接続されている。一端21及び他端22は、方向切替回路70を介して、結合出力端子40及び終端回路80のいずれかに選択的に接続される。

【0019】

複数のフィルタ30及び31はそれぞれ、副線路20の一端21と結合出力端子40と

50

の間に接続されている。複数のフィルタ 30 及び 31 は、各々がノード N1 とノード N2 とに接続され、互いに並列に接続されている。

【0020】

ノード N1 及び N2 はいずれも、複数のフィルタ 30 及び 31 のいずれかを通過する複数の経路への分岐点である。ノード N1 は、複数のフィルタ 30 及び 31 に共通に接続された共通ノードであり、方向切替回路 70 を介して副線路 20 の一端 21 に接続されている。ノード N2 は、複数のフィルタ 30 及び 31 に共通に接続された共通ノードであり、結合出力端子 40 に接続されている。

【0021】

本実施の形態では、ノード N1 とノード N2 との間には、フィルタ数 + 1 個の経路が存在する。具体的には、ノード N1 とノード N2 との間には、フィルタ 30 及び 31 のいずれか 1 つを通る 2 つの経路、及び、バイパススイッチ 55 を通るバイパス経路の 3 つの経路が存在する。なお、バイパススイッチ 55 が設けられていない場合、ノード N1 とノード N2 との間には、フィルタ数と同数の経路が存在する。

10

【0022】

複数のフィルタ 30 及び 31 は、互いに通過帯域が異なっている。複数のフィルタ 30 及び 31 はそれぞれ、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のいずれかである。複数のフィルタ 30 及び 31 はそれぞれ、キャパシタ及びインダクタを含む LC フィルタである。あるいは、複数のフィルタ 30 及び 31 の少なくとも一方は、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、複数のフィルタ 30 及び 31 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。IPD に含まれるフィルタは、薄膜微細加工を用いて形成されるため、静電気破壊されやすい。なお、薄膜に限定されず、厚膜であっても微細加工された電極を有するフィルタも同様に、静電気破壊されやすい。

20

【0023】

複数のフィルタ 30 及び 31 はそれぞれ、ノード N1 から見たときのインピーダンスが正のリアクタンスを持っていてもよい。また、複数のフィルタ 30 及び 31 はそれぞれ、ノード N2 から見たときのインピーダンスが正のリアクタンスを持っていてもよい。

30

【0024】

結合出力端子 40 は、複数のフィルタ 30 及び 31 に接続されている。結合出力端子 40 は、主線路 10 から副線路 20 に電磁氣的に結合された信号のうち、複数のフィルタ 30 及び 31 のいずれか、又は、バイパススイッチ 55 を通過した信号を出力するための結合出力端子である。

【0025】

複数のフィルタ切替回路 50 及び 51 は、複数のフィルタ 30 及び 31 の各々を、副線路 20 の一端 21 と結合出力端子 40 とに接続可能である第 1 スイッチ回路を構成している。複数のフィルタ切替回路 50 及び 51 は、複数のフィルタ 30 及び 31 に一対一に対応して設けられている。具体的には、フィルタ切替回路 50 は、フィルタ 30 に対応しており、ノード N1 とノード N2 との間においてフィルタ 30 が配置された経路上に直列に配置されている。フィルタ切替回路 51 は、フィルタ 31 に対応しており、ノード N1 とノード N2 との間においてフィルタ 31 が配置された経路上に直列に配置されている。

40

【0026】

フィルタ切替回路 50 は、スイッチ 50a 及び 50b を含む。スイッチ 50a は、ノード N1 とフィルタ 30 の一端とに接続されている。スイッチ 50b は、ノード N2 とフィルタ 30 の他端とに接続されている。スイッチ 50a 及び 50b はそれぞれ、オン状態とオフ状態とを切替可能である。スイッチ 50a 及び 50b は、互いのオンオフ状態が同じになるように制御される。なお、フィルタ切替回路 50 は、スイッチ 50a 及び 50b の一方のみを含んでもよい。

50

## 【0027】

なお、オン状態は、スイッチの両端が導通している導通状態、又は、スイッチを通る経路が短絡している短絡状態である。オフ状態は、スイッチの両端が導通していない非導通状態、又は、スイッチを通る経路が開放されている開放状態と同義である。

## 【0028】

フィルタ切替回路51は、スイッチ51a及び51bを含む。スイッチ51aは、ノードN1とフィルタ31の一端とに接続されている。スイッチ51bは、ノードN2とフィルタ31の他端とに接続されている。スイッチ51a及び51bはそれぞれ、オン状態とオフ状態とを切替可能である。スイッチ51a及び51bは、互いのオンオフ状態が同じになるように制御される。なお、フィルタ切替回路51は、スイッチ51a及び51bの一方のみを含んでもよい。

10

## 【0029】

バイパススイッチ55は、ノードN1とノードN2との間のバイパス経路の接続及び開放を切り替える。バイパス経路は、ノードN1とノードN2とを結ぶ複数の経路のうち、複数のフィルタ30及び31のいずれも配置されていない経路である。バイパススイッチ55がオン状態であることで、結合信号は、バイパス経路を通して結合出力端子40から出力される。バイパススイッチ55は、複数のフィルタ30及び31のいずれかが対象フィルタである場合には、オフ状態になる。

## 【0030】

複数のフィルタ保護スイッチ60a、60b、61a及び61bはそれぞれ、第2スイッチ回路の一例であり、複数のフィルタ30及び31の各々の一端と基準電位とに接続されている。複数のフィルタ保護スイッチ60a、60b、61a及び61bはそれぞれ、対応するフィルタの一端と基準電位との接続及び開放を切替可能である。基準電位は、例えば0V(グランド)であるが、これに限らない。基準電位は、正又は負の一定の電位であってもよい。値の異なる複数の基準電位が設けられていてもよい。

20

## 【0031】

フィルタ保護スイッチ60aは、フィルタ30のノードN1側の端部とグランドとの各々に直接接続されている。フィルタ保護スイッチ60aは、フィルタ30のノードN1側の端部とグランドとの接続及び開放を切り替える。

## 【0032】

フィルタ保護スイッチ60bは、フィルタ30のノードN2側の端部とグランドとの各々に直接接続されている。フィルタ保護スイッチ60bは、フィルタ30のノードN2側の端部とグランドとの接続及び開放を切り替える。

30

## 【0033】

フィルタ保護スイッチ61aは、フィルタ31のノードN1側の端部とグランドとの各々に直接接続されている。フィルタ保護スイッチ61aは、フィルタ31のノードN1側の端部とグランドとの接続及び開放を切り替える。

## 【0034】

フィルタ保護スイッチ61bは、フィルタ31のノードN2側の端部とグランドとの各々に直接接続されている。フィルタ保護スイッチ61bは、フィルタ31のノードN2側の端部とグランドとの接続及び開放を切り替える。

40

## 【0035】

スイッチ50a、50b、51a及び51b、バイパススイッチ55、並びに、フィルタ保護スイッチ60a、60b、61a及び61bはいずれも、MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)などのスイッチング素子である。MOSFETの代わりに、バイポーラトランジスタが用いられてもよい。なお、後述する他のスイッチも同様に、MOSFET又はバイポーラトランジスタなどのスイッチング素子である。

## 【0036】

方向切替回路70は、副線路20と複数のフィルタ30及び31との間に接続されてい

50

る。方向切替回路 70 は、副線路 20 と終端回路 80 との間にも接続されている。

【0037】

具体的には、方向切替回路 70 は、4つの端子 71 ~ 74 を有する。端子 71 は、副線路 20 の一端 21 に接続されている。端子 72 は、副線路 20 の他端 22 に接続されている。端子 73 は、ノード N1 に接続されている。端子 74 は、終端回路 80 に接続されている。

【0038】

方向切替回路 70 は、副線路 20 の一端 21 をノード N1 に接続し、かつ、副線路 20 の他端 22 を終端回路 80 に接続する第 1 接続状態と、副線路 20 の一端 21 を終端回路 80 に接続し、かつ、副線路 20 の他端 22 をノード N1 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 1 の実線で示されるように、端子 71 と端子 73 とを接続（導通）させ、かつ、端子 72 と端子 74 とを接続（導通）させる状態である。第 2 接続状態は、図 1 の破線で示されるように、端子 71 と端子 74 とを接続（導通）させ、かつ、端子 72 と端子 73 とを接続（導通）させる状態である。方向切替回路 70 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。

【0039】

方向切替回路 70 が接続状態を切り替えることにより、結合出力端子 40 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、双方向検波が可能になる。例えば、主線路 10 を伝送される進行波の信号だけでなく、反射波の信号も検出することができる。

【0040】

終端回路 80 は、副線路 20 の他端 22 に接続されている。終端回路 80 は、インピーダンスが変更可能な終端回路である。

【0041】

図 2 は、本実施の形態に係る方向性結合器 1 が備える終端回路 80 の一例を示す回路図である。図 2 に示されるように、終端回路 80 は、3つの抵抗 R1 ~ R3 と、3つのキャパシタ C1 ~ C3 と、6つのスイッチ SW1 ~ SW6 と、端子 81 とを含む。

【0042】

端子 81 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 81 は、副線路 20 の他端 22 に方向切替回路 70 を介して接続されている。

【0043】

抵抗 R1 ~ R3 及びキャパシタ C1 ~ C3 はそれぞれ、6つのスイッチ SW1 ~ 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 81 とグランドとの間に並列に接続されている。

【0044】

抵抗 R1 ~ 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 ~ 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 ~ 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 ~ C3 の1つにはスイッチが接続されていなくてもよい。

【0045】

スイッチ SW1 ~ SW6 は、例えば、MOSFET などのスイッチング素子である。スイッチ SW1 ~ SW6 は、オンオフ（導通 / 非導通）が切替可能である。これにより、終端回路 80 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 ~ SW6 は、主線路 10 を伝送される高周波信号の基本周波数に基づいて調整される。具体的には、終端回路 80 のインピーダンスが、基本周波数の信号を終端回路 80 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 ~ SW6 のオンオフが制御される。

【0046】

なお、終端回路 80 は、1つ以上のインダクタを含んでもよい。また、終端回路 80 の回路構成は特に限定されない。終端回路 80 は、抵抗又はキャパシタを含んでいなくてもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 7 】

以上のように構成された方向性結合器 1 は、主線路 1 0 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。

## 【 0 0 4 8 】

主線路 1 0 を伝送される高周波信号の一部は、副線路 2 0 と、複数のフィルタ 3 0 及び 3 1 のいずれか又はバイパススイッチ 5 5 とを介して、結合出力端子 4 0 から出力される。結合出力端子 4 0 には、例えば、検波器 (図示せず) が接続される。例えば、検波器は、入力される信号の信号電力などを検出し、検出結果を出力する。

10

## 【 0 0 4 9 】

検出結果は、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出力される。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検波結果に基づいて適切な値に変更するなどのように、送信又は受信に関わる処理を適切に制御することができる。検波精度を高めることで、各種制御の精度及び信頼性を高めることができる。

## 【 0 0 5 0 】

なお、方向性結合器 1 は、方向切替回路 7 0 及びバイパススイッチ 5 5 の少なくとも一方を備えていなくてもよい。また、終端回路 8 0 は、可変終端回路でなくともよく、インピーダンスが固定の終端回路であってもよい。

20

## 【 0 0 5 1 】

また、ノード N 1 とノード N 2 との間に設けられるフィルタの個数は、3 つ以上であってもよい。フィルタの個数に応じて、フィルタ切替回路及びフィルタ保護スイッチが設けられていればよい。

## 【 0 0 5 2 】

[ 1 - 2 . 動作 (各スイッチのオンオフ状態) ]

次に、本実施の形態に係る方向性結合器 1 の動作について説明する。以下では、主に各スイッチのオンオフ状態について説明する。各スイッチのオンオフ状態の切り替えは、図示されない制御回路によって制御される。

30

## 【 0 0 5 3 】

方向性結合器 1 では、主線路 1 0 を伝送される高周波信号の一部が、主線路 1 0 と副線路 2 0 との電磁気的な結合によって、結合信号として副線路 2 0 に流れる。結合信号は、副線路 2 0 の一端 2 1 又は他端 2 2 から方向切替回路 7 0 を介して、ノード N 1 まで流れる。ノード N 1 に到達した結合信号は、複数のフィルタ 3 0 及び 3 1 から選択された 1 つのフィルタ又はバイパススイッチ 5 5 とノード N 2 とを通過し、結合出力端子 4 0 から出力される。

## 【 0 0 5 4 】

このように、結合信号をノード N 1 からノード N 2 に流すために、フィルタ切替回路 5 0 及び 5 1 並びにバイパススイッチ 5 5 は、ノード N 1 とノード N 2 とを結ぶ経路が 1 つ以下になるように制御される。つまり、フィルタ切替回路 5 0 及び 5 1 並びにバイパススイッチ 5 5 は、ノード N 1 とノード N 2 との間に設けられた複数のフィルタ 3 0 及び 3 1 のうちの 1 つのみが選択されるように、又は、いずれも選択されないように制御される。

40

## 【 0 0 5 5 】

以下では、フィルタ切替回路 5 0 及び 5 1 によってノード N 1 とノード N 2 とに接続されたフィルタを「対象フィルタ」と記載する。対象フィルタ以外のフィルタを「非対象フィルタ」と記載する。対象フィルタは、結合信号が流れるフィルタである。

## 【 0 0 5 6 】

例えば、図 1 に示される例では、フィルタ切替回路 5 0 がオン状態であり、フィルタ 3 0 が対象フィルタになる。フィルタ 3 1 が非対象フィルタになるので、フィルタ切替回路

50

5 1 及びバイパススイッチ 5 5 はいずれもオフ状態である。

【 0 0 5 7 】

なお、バイパススイッチ 5 5 がオン状態である場合には、フィルタ切替回路 5 0 及び 5 1 はいずれもオフ状態になる。この場合、フィルタ 3 0 及び 3 1 のいずれも、非対象フィルタになる。なお、フィルタ切替回路 5 0 及び 5 1 並びにバイパススイッチ 5 5 の全てがオフ状態になってもよい。

【 0 0 5 8 】

本実施の形態では、フィルタ切替回路 5 0 及び 5 1 のオンオフ状態と連動するように、複数のフィルタ保護スイッチ 6 0 a、6 0 b、6 1 a 及び 6 1 b が制御される。具体的には、複数のフィルタ保護スイッチ 6 0 a、6 0 b、6 1 a 及び 6 1 b は、対象フィルタの一端と基準電位との接続を開放し、かつ、非対象フィルタの一端と基準電位とを接続する。

10

【 0 0 5 9 】

図 1 に示される例では、対象フィルタであるフィルタ 3 0 の両端にそれぞれ接続されたフィルタ保護スイッチ 6 0 a 及び 6 0 b は、オフ状態である。つまり、フィルタ保護スイッチ 6 0 a 及び 6 0 b は、フィルタ 3 0 の両端とグランドとの接続を開放している。これにより、主線路 1 0 から副線路 2 0 に電磁氣的に結合された結合信号を、ノード N 1 からフィルタ 3 0 を介してノード N 2 に通過させることができる。

【 0 0 6 0 】

一方で、非対象フィルタであるフィルタ 3 1 の両端にそれぞれ接続されたフィルタ保護スイッチ 6 1 a 及び 6 1 b は、オン状態である。つまり、フィルタ保護スイッチ 6 1 a 及び 6 1 b は、フィルタ 3 1 の両端とグランドとを接続している。

20

【 0 0 6 1 】

このように、結合信号を流さない非対象フィルタであるフィルタ 3 1 の両端の電位を固定することで、フィルタ 3 1 の両端に大きな電位差が生じるのを抑制することができる。これにより、フィルタ 3 1 の静電気破壊を抑制することができる。

【 0 0 6 2 】

なお、非対象フィルタの一端の電位のみを固定してもよい。例えば、フィルタ保護スイッチ 6 1 a のみがオン状態になり、フィルタ 3 1 のノード N 1 側の端部がグランドに接続されてもよい。あるいは、フィルタ保護スイッチ 6 1 b のみがオン状態になり、フィルタ 3 1 のノード N 2 側の端部がグランドに接続されてもよい。フィルタ 3 1 の両端の電位が不安定な場合に比べて、静電気破壊される可能性を低くすることができる。

30

【 0 0 6 3 】

このように、非対象フィルタの一端の電位のみを固定する場合には、フィルタの一端のみにフィルタ保護スイッチが設けられていればよい。したがって、フィルタ保護スイッチ 6 0 a 及び 6 0 b の一方、並びに、フィルタ保護スイッチ 6 1 a 及び 6 1 b の一方は設けられていなくてもよい。

【 0 0 6 4 】

[ 1 - 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 1 は、主線路 1 0 と、主線路 1 0 と電磁氣的に結合する副線路 2 0 と、結合出力端子 4 0 と、複数のフィルタ 3 0 及び 3 1 と、複数のフィルタ 3 0 及び 3 1 の各々を、副線路 2 0 の一端 2 1 と結合出力端子 4 0 とに接続可能であるフィルタ切替回路 5 0 及び 5 1 と、複数のフィルタ 3 0 及び 3 1 の各々の一端に直接接続され、対応するフィルタの一端と基準電位との接続及び開放を切替可能である複数のフィルタ保護スイッチ 6 0 a、6 0 b、6 1 a 及び 6 1 b と、を備える。

40

【 0 0 6 5 】

例えば、複数のフィルタ保護スイッチ 6 0 a、6 0 b、6 1 a 及び 6 1 b は、複数のフィルタ 3 0 及び 3 1 の 1 つである対象フィルタをフィルタ切替回路 5 0 及び 5 1 が副線路 2 0 の一端 2 1 と結合出力端子 4 0 とに接続する場合に、対象フィルタの一端と基準電位との接続を開放し、かつ、対象フィルタ以外のフィルタの一端と基準電位とを接続する。

50

## 【 0 0 6 6 】

これにより、非対象フィルタの一端の電位を基準電位に固定することができる。非対象フィルタの一端の電位が固定されることで、非対象フィルタが静電気破壊されるのを抑制することができる、フィルタの周波数特性の劣化を抑制することができる。

## 【 0 0 6 7 】

また、非対象フィルタの一端の電位が固定されるので、非対象フィルタが対象フィルタの通過特性に望ましくない影響を与える度合いを低減することができる。このため、結合出力端子 4 0 から取り出される信号の精度を高めることができる。

## 【 0 0 6 8 】

また、例えば、複数のフィルタ 3 0 の両端にそれぞれ、フィルタ保護スイッチ 6 0 a、6 0 b、6 1 a 及び 6 1 b が接続されている。

## 【 0 0 6 9 】

これにより、非対象フィルタの両端の電位が固定されるので、非対象フィルタの保護性能を高めることができる。つまり、非対象フィルタが静電気破壊される可能性を十分に低くすることができるので、フィルタの周波数特性の劣化を更に抑制することができる。

## 【 0 0 7 0 】

また、非対象フィルタが対象フィルタの通過特性に望ましくない影響を与える度合いを更に低減することができる。このため、結合出力端子 4 0 から取り出される信号の精度を更に高めることができる。

## 【 0 0 7 1 】

また、例えば、副線路 2 0 の一端 2 1 と結合出力端子 4 0 とを結ぶ経路には、複数のフィルタ 3 0 及び 3 1 のいずれかを通過する複数の経路と、当該複数の経路への分岐点とが含まれる。複数のフィルタ 3 0 及び 3 1 の各々は、分岐点から見たときのインピーダンスが正のリアクタンスを持つ。

## 【 0 0 7 2 】

これにより、開放されたフィルタ保護スイッチが持つオフ容量の負のリアクタンス成分を補償することができるので、フィルタの周波数特性が不要の劣化を起こすことを抑制することができる。この際、開放されたフィルタ保護スイッチのオフ容量が一定の損失分を持つが、当該損失分は、方向性結合器 1 の結合比に算入されるので問題にはならない。

## 【 0 0 7 3 】

また、例えば、本実施の形態に係る方向性結合器 1 は、さらに、副線路 2 0 の他端 2 2 に接続された終端回路 8 0 を備える。終端回路 8 0 は、可変終端回路である。

## 【 0 0 7 4 】

これにより、副線路 2 0 の他端 2 2 側で高周波信号を適切に終端回路 8 0 によって吸収消費することができる。例えば、進行波を結合出力端子 4 0 から取り出したい場合に、反射波を終端回路 8 0 によって吸収消費することができるので、取り出される信号の精度を高めることができる。

## 【 0 0 7 5 】

## [ 1 - 4 . 変形例 ]

ここで、実施の形態 1 の変形例について、図 3 を用いて説明する。

## 【 0 0 7 6 】

図 3 は、本変形例に係る方向性結合器 1 の別の動作状態を示す図である。なお、本変形例に係る方向性結合器の構成は実施の形態 1 と同じであるので、実施の形態 1 に係る方向性結合器 1 の構成を用いて本変形例の動作について説明する。

## 【 0 0 7 7 】

上記実施の形態 1 では、非対象フィルタに接続されたフィルタ保護スイッチをオン状態にすることにより、非対象フィルタの一端又は両端を基準電位に接続する例を示した。これに対して、本変形例では、図 3 に示されるように、非対象フィルタであるフィルタ 3 1 に接続されたフィルタ保護スイッチ 6 1 a 及び 6 1 b は、オフ状態である。つまり、非対象フィルタであるフィルタ 3 1 の一端又は両端は、基準電位に固定されない。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 8 】

本変形例では、フィルタ保護スイッチ 6 0 a、6 0 b、6 1 a 及び 6 1 b は、フィルタ切替回路 5 0 のオンオフ状態によらずに、常にオフ状態で維持される。具体的には、フィルタ保護スイッチ 6 0 a、6 0 b、6 1 a 及び 6 1 b はそれぞれ、ツェナーダイオードとして機能させる。例えば、フィルタ保護スイッチ 6 1 a に大きな電圧がかかった場合には、フィルタ保護スイッチ 6 1 a がオン状態（ブレイクダウン）になり、フィルタ保護スイッチ 6 1 a の両端間の電圧を一定に保つ。これにより、フィルタ保護スイッチ 6 1 a に接続されたフィルタ 3 1 の一端の電位を一定に保つことができる。フィルタ保護スイッチ 6 1 a が保持する電圧より大きい電圧がフィルタ 3 1 にかかることを抑制することができるので、フィルタ 3 1 を保護することができる。

10

## 【 0 0 7 9 】

このように、本変形例に係る方向性結合器 1 では、複数のフィルタ保護スイッチ 6 0 a、6 0 b、6 1 a 及び 6 1 b は、複数のフィルタ 3 0 及び 3 1 の各々の一端と基準電位との接続を開放する。

## 【 0 0 8 0 】

これにより、実施の形態 1 の場合と同様に、フィルタの周波数特性の劣化を抑制することができる。

## 【 0 0 8 1 】

（実施の形態 2）

続いて、実施の形態 2 について説明する。

20

## 【 0 0 8 2 】

実施の形態 2 に係る方向性結合器では、フィルタ切替回路とフィルタ保護スイッチとの構成が実施の形態 1 とは主として異なる。以下では、実施の形態 1 との相違点を中心に説明を行い、共通点の説明を省略又は簡略化する。

## 【 0 0 8 3 】

[ 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 4 を用いて説明する。図 4 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。

## 【 0 0 8 4 】

図 4 に示されるように、方向性結合器 1 0 1 では、実施の形態 1 に係る方向性結合器 1 と比較して、フィルタ 3 0 及び 3 1 の各々とノード N 1 及び N 2 の各々の間に設けられたスイッチが、2 つのシリーズスイッチと 1 つのシャントスイッチとを含む T 型のスイッチ回路に置き換えられた点が異なっている。具体的には、方向性結合器 1 0 1 は、複数のフィルタ切替回路 5 0 及び 5 1、複数のフィルタ保護スイッチ 6 0 a、6 0 b、6 1 a 及び 6 1 b 並びにバイパススイッチ 5 5 の代わりに、複数のフィルタ切替回路 1 5 0 及び 1 5 1、複数のフィルタ保護回路 1 6 0 a、1 6 0 b、1 6 1 a 及び 1 6 1 b 並びにバイパススイッチ回路 1 5 5 を備える。本実施の形態においても、実施の形態 1 と同様に、例えば、複数のフィルタ 3 0 及び 3 1 以外の各素子は、方向性結合器 1 0 1 が備える半導体 IC に形成されている。具体的には、複数のフィルタ切替回路 1 5 0 及び 1 5 1、複数のフィルタ保護回路 1 6 0 a、1 6 0 b、1 6 1 a 及び 1 6 1 b 並びにバイパススイッチ回路 1 5 5 は、半導体 IC に形成されている。

30

40

## 【 0 0 8 5 】

複数のフィルタ切替回路 1 5 0 及び 1 5 1 は、複数のフィルタ 3 0 及び 3 1 の各々を、副線路 2 0 の一端 2 1 と結合出力端子 4 0 とに接続可能である第 1 スwitch回路を構成している。フィルタ切替回路 1 5 0 は、フィルタ 3 0 に対応しており、フィルタ 3 0 とノード N 1 及び N 2 との接続及び開放を切り替える。フィルタ切替回路 1 5 1 は、フィルタ 3 1 に対応しており、フィルタ 3 1 とノード N 1 及び N 2 との接続及び開放を切り替える。

## 【 0 0 8 6 】

フィルタ切替回路 1 5 0 は、スイッチ 1 5 0 A、1 5 0 B、1 5 0 C 及び 1 5 0 D を含む。なお、フィルタ切替回路 1 5 0 は、スイッチ 1 5 0 A 及び 1 5 0 C のみを含んでもよ

50

く、スイッチ 150B 及び 150D のみを含んでもよい。

【0087】

スイッチ 150A 及び 150B はそれぞれ、フィルタ 30 の一端に接続された第 1 スイッチの一例である。スイッチ 150A は、フィルタ 30 のノード N1 側の端部に直接接続されている。スイッチ 150B は、フィルタ 30 のノード N2 側の端部に直接接続されている。スイッチ 150A 及び 150B は、互いのオンオフ状態が同じになるように制御される。

【0088】

スイッチ 150C 及び 150D はそれぞれ、第 1 スイッチと副線路 20 の一端 21 又は結合出力端子 40 との間に直列に接続された第 2 スイッチの一例である。スイッチ 150C は、スイッチ 150A とノード N1 との間に接続されている。スイッチ 150D は、スイッチ 150B とノード N2 との間に接続されている。スイッチ 150C 及び 150D は、互いのオンオフ状態が同じになるように制御される。

10

【0089】

フィルタ切替回路 151 は、スイッチ 151A、151B、151C 及び 151D を含む。なお、フィルタ切替回路 151 は、スイッチ 151A 及び 151C のみを含んでもよく、スイッチ 151B 及び 151D のみを含んでもよい。

【0090】

スイッチ 151A 及び 151B はそれぞれ、フィルタ 31 の一端に接続された第 1 スイッチの一例である。スイッチ 151A は、フィルタ 31 のノード N1 側の端部に直接接続されている。スイッチ 151B は、フィルタ 31 のノード N2 側の端部に直接接続されている。スイッチ 151A 及び 151B は、互いのオンオフ状態が同じになるように制御される。

20

【0091】

スイッチ 151C 及び 151D はそれぞれ、第 1 スイッチと副線路 20 の一端 21 又は結合出力端子 40 との間に直列に接続された第 2 スイッチの一例である。スイッチ 151C は、スイッチ 151A とノード N1 との間に接続されている。スイッチ 151D は、スイッチ 151B とノード N2 との間に接続されている。スイッチ 151C 及び 151D は、互いのオンオフ状態が同じになるように制御される。

【0092】

複数のフィルタ保護回路 160a、160b、161a 及び 161b はそれぞれ、第 2 スイッチ回路の一例であり、複数のフィルタ 30 及び 31 の各々の一端と基準電位とに接続されている。複数のフィルタ保護回路 160a、160b、161a 及び 161b はそれぞれ、対応するフィルタの一端と基準電位との接続及び開放を切替可能である。

30

【0093】

フィルタ保護回路 160a は、スイッチ 150A 及び 160A を含む。スイッチ 150A は、フィルタ保護回路 160a とフィルタ切替回路 150 とで共用されている。スイッチ 160A は、スイッチ 150A 及び 150C の接続部分と基準電位との接続及び開放を切替可能な第 3 スイッチの一例である。具体的には、スイッチ 160A は、スイッチ 150A 及び 150C の接続部分とグランドとの各々に直接接続されている。フィルタ保護回路 160a は、フィルタ 30 のノード N1 側の端部とグランドとの接続及び開放を切り替える。

40

【0094】

フィルタ保護回路 160b は、スイッチ 150B 及び 160B を含む。スイッチ 150B は、フィルタ保護回路 160b とフィルタ切替回路 150 とで共用されている。スイッチ 160B は、スイッチ 150B 及び 150D の接続部分と基準電位との接続及び開放を切替可能な第 3 スイッチの一例である。具体的には、スイッチ 160B は、スイッチ 150B 及び 150D の接続部分とグランドとの各々に直接接続されている。フィルタ保護回路 160b は、フィルタ 30 のノード N2 側の端部とグランドとの接続及び開放を切り替える。

50

## 【 0 0 9 5 】

フィルタ保護回路 1 6 1 a は、スイッチ 1 5 1 A 及び 1 6 1 A を含む。スイッチ 1 5 1 A は、フィルタ保護回路 1 6 1 a とフィルタ切替回路 1 5 1 とで共用されている。スイッチ 1 6 1 A は、スイッチ 1 5 1 A 及び 1 5 1 C の接続部分と基準電位との接続及び開放を切替可能な第 3 スwitch の一例である。具体的には、スイッチ 1 6 1 A は、スイッチ 1 5 1 A 及び 1 5 1 C の接続部分とグランドとの各々に直接接続されている。フィルタ保護回路 1 6 1 a は、フィルタ 3 1 のノード N 1 側の端部とグランドとの接続及び開放を切り替える。

## 【 0 0 9 6 】

フィルタ保護回路 1 6 1 b は、スイッチ 1 5 1 B 及び 1 6 1 B を含む。スイッチ 1 5 1 B は、フィルタ保護回路 1 6 1 b とフィルタ切替回路 1 5 1 とで共用されている。スイッチ 1 6 1 B は、スイッチ 1 5 1 B 及び 1 5 1 D の接続部分と基準電位との接続及び開放を切替可能な第 3 スwitch の一例である。具体的には、スイッチ 1 6 1 B は、スイッチ 1 5 1 B 及び 1 5 1 D の接続部分とグランドとの各々に直接接続されている。フィルタ保護回路 1 6 1 b は、フィルタ 3 1 のノード N 2 側の端部とグランドとの接続及び開放を切り替える。

10

## 【 0 0 9 7 】

バイパススイッチ回路 1 5 5 は、ノード N 1 とノード N 2 との間のバイパス経路の接続及び開放を切り替える。バイパススイッチ回路 1 5 5 は、スイッチ 1 5 5 a、1 5 5 b 及び 1 5 5 c を含む。スイッチ 1 5 5 a 及び 1 5 5 b は、ノード N 1 とノード N 2 との間に互いに直列に接続されている。スイッチ 1 5 5 c は、スイッチ 1 5 5 a とスイッチ 1 5 5 b との接続部分とグランドとの各々に直接接続されている。つまり、バイパススイッチ回路 1 5 5 は、T 型のスイッチ回路である。

20

## 【 0 0 9 8 】

[ 2 - 2 . 動作 ( 各スイッチのオンオフ状態 ) ]

次に、本実施の形態に係る方向性結合器 1 0 1 の動作について説明する。以下では、主に各スイッチのオンオフ状態について説明する。各スイッチのオンオフ状態の切替は、図示されない制御回路によって制御される。

## 【 0 0 9 9 】

方向性結合器 1 0 1 では、実施の形態 1 と同様に、結合信号をノード N 1 からノード N 2 に流すために、フィルタ切替回路 1 5 0 及び 1 5 1 並びにバイパススイッチ回路 1 5 5 は、ノード N 1 とノード N 2 とを結ぶ経路が 1 つ以下になるように制御される。図 4 では、フィルタ 3 0 がノード N 1 とノード N 2 とに接続された対象フィルタであり、フィルタ 3 1 が非対象フィルタである場合を説明する。

30

## 【 0 1 0 0 】

図 4 に示されるように、フィルタ 3 0 をノード N 1 とノード N 2 とに接続するため、フィルタ切替回路 1 5 0 がオン状態になる。具体的には、スイッチ 1 5 0 A、1 5 0 B、1 5 0 C 及び 1 5 0 D の全てがオン状態になる。非対象フィルタであるフィルタ 3 1 に接続されたフィルタ切替回路 1 5 1 と、バイパススイッチ回路 1 5 5 とはいずれもオフ状態である。

40

## 【 0 1 0 1 】

本実施の形態では、フィルタ切替回路 1 5 0 及び 1 5 1 のオンオフ状態と連動するように、複数のフィルタ保護回路 1 6 0 a、1 6 0 b、1 6 1 a 及び 1 6 1 b が制御される。具体的には、複数のフィルタ保護回路 1 6 0 a、1 6 0 b、1 6 1 a 及び 1 6 1 b は、対象フィルタの一端と基準電位との接続を開放し、かつ、非対象フィルタの一端と基準電位とを接続する。

## 【 0 1 0 2 】

図 4 に示されるように、対象フィルタであるフィルタ 3 0 の両端にそれぞれ接続されたフィルタ保護回路 1 6 0 a 及び 1 6 0 b は、オフ状態である。具体的には、T 型のスイッチ回路のシャントスイッチに相当するスイッチ 1 6 0 A 及び 1 6 0 B のみが、オフ状態で

50

ある。フィルタ保護回路160a及び160bのうち、フィルタ切替回路150と共用されるスイッチ150A及び150Bは、オン状態である。これにより、フィルタ保護回路160a及び160bは、フィルタ30の両端とグラウンドとの接続を開放している。したがって、主線路10から副線路20に電磁氣的に結合された結合信号を、ノードN1からフィルタ30を介してノードN2に通過させることができる。

#### 【0103】

一方で、非対象フィルタであるフィルタ31の両端にそれぞれ接続されたフィルタ保護回路161a及び161bは、オン状態である。具体的には、スイッチ151A、161A、151B及び161Bのいずれもが、オン状態である。これにより、フィルタ保護回路161a及び161bは、フィルタ31の両端とグラウンドとを接続している。

10

#### 【0104】

なお、フィルタ31をノードN1及びN2から切り離すため、フィルタ切替回路151に含まれるスイッチ151C及び151Dをオフ状態にする。これにより、フィルタ保護回路160a及び160bに含まれるスイッチ151A及び151Bがオン状態であっても、フィルタ31とノードN1及びN2の各々とを開放することができる。本実施の形態では、スイッチ150A、150B、151A及び151Bは、接続されたフィルタが対象フィルタか非対象フィルタかによらずに、常にオン状態で維持される。

#### 【0105】

このように、結合信号を流さない非対象フィルタであるフィルタ31の両端の電位を固定することで、フィルタ31の両端に大きな電位差が生じるのを抑制することができる。これにより、フィルタ31の静電気破壊を抑制することができる。

20

#### 【0106】

なお、本実施の形態においても、実施の形態1と同様に、非対象フィルタの一端の電位のみを固定してもよい。この場合、フィルタ保護回路160a及び160bの一方、並びに、フィルタ保護回路161a及び161bの一方は設けられていなくてもよい。

#### 【0107】

##### [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、主線路10と、主線路10と電磁氣的に結合する副線路20と、結合出力端子40と、複数のフィルタ30及び31と、複数のフィルタ30及び31の各々を、副線路20の一端21と結合出力端子40とに接続可能であるフィルタ切替回路150及び151と、複数のフィルタ30及び31の各々の一端に接続され、対応するフィルタの一端と基準電位との接続及び開放を切替可能である複数のフィルタ保護回路160a、160b、161a及び161bと、を備える。複数のフィルタ保護回路160a、160b、161a及び161bは、複数のフィルタ30及び31の1つである対象フィルタをフィルタ切替回路150及び151が副線路20の一端21と結合出力端子40とに接続する場合に、対象フィルタの一端と基準電位との接続を開放し、かつ、対象フィルタ以外のフィルタの一端と基準電位とを接続する。

30

#### 【0108】

これにより、実施の形態1の場合と同様に、非対象フィルタの一端の電位が固定されることで、非対象フィルタが静電気破壊されるのを抑制することができ、フィルタの周波数特性の劣化を抑制することができる。また、非対象フィルタが対象フィルタの通過特性に望ましくない影響を与える度合いを低減することができるので、結合出力端子40から取り出される信号の精度を高めることができる。

40

#### 【0109】

また、例えば、フィルタ切替回路150及び151は、複数のフィルタ30及び31の各々の一端に接続された第1スイッチと、第1スイッチと副線路20の一端21又は結合出力端子40との間に直列に接続された第2スイッチと、を含む。複数のフィルタ保護回路160a、160b、161a及び161bはそれぞれ、第1スイッチと、第1スイッチ及び第2スイッチの接続部分と基準電位との接続及び開放を切替可能な第3スイッチと、を含む。対象フィルタをフィルタ切替回路150及び151が副線路20の一端21と

50

結合出力端子 40 とに接続する場合に、対象フィルタ以外のフィルタの一端に接続されたフィルタ保護回路 160 a、160 b、161 a 又は 161 b の第 1 スイッチ及び第 3 スイッチは、対象フィルタ以外のフィルタの一端と基準電位とを接続する。

【0110】

これにより、フィルタの切替と非対象フィルタの保護とを両立させることができる。

【0111】

また、例えば、複数のフィルタ 30 及び 31 の両端にそれぞれ、フィルタ保護回路 160 a、160 b、161 a 及び 161 b が接続されている。

【0112】

これにより、非対象フィルタが静電気破壊される可能性を十分に低くすることができるので、フィルタの周波数特性の劣化を更に抑制することができる。また、非対象フィルタが対象フィルタの通過特性に望ましくない影響を与える度合いを更に低減することができるので、結合出力端子 40 から取り出される信号の精度を更に高めることができる。

10

【0113】

(実施の形態 3)

続いて、実施の形態 3 について説明する。

【0114】

実施の形態 3 では、主線路及び副線路がそれぞれ複数である点が実施の形態 1 及び 2 と主として異なる。以下では、実施の形態 1 及び 2 との相違点を中心に説明を行い、共通点の説明を省略又は簡略化する。

20

【0115】

[3-1.構成]

まず、実施の形態 3 に係る方向性結合器 201 の構成について、図 5 を用いて説明する。図 5 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。

【0116】

図 5 に示されるように、方向性結合器 201 は、2 つの主線路 10 及び 210 と、3 つの副線路 20、20 A 及び 220 と、2 つのフィルタ 30 及び 31 と、結合出力端子 40 とを備える。さらに、方向性結合器 201 は、複数のスイッチ 50 a ~ 50 d、51 a ~ 51 e、250 c、251 c 及び 251 e と、フィルタ保護スイッチ 60 a、60 b、61 a 及び 61 b と、バイパススイッチ 55 及び 255 と、方向切替回路 70、70 A 及び 270 と、終端回路 80 及び 280 とを備える。さらに、方向性結合器 201 は、可変アッテネータ 290 と、端子保護スイッチ 295 とを備える。

30

【0117】

本実施の形態では、主線路 10 は、2 つの副線路 20 及び 20 A と電磁氣的に結合している。このため、主線路 10 を伝送される高周波信号の一部は、副線路 20 及び 20 A の各々に、結合信号として流れる。

【0118】

副線路 20 A は、一端 21 A 及び他端 22 A を有する。一端 21 A 及び他端 22 A は、方向切替回路 70 A を介して、結合出力端子 40 及び終端回路 80 のいずれかに選択的に接続される。副線路 20 A は、例えば、線路の長さが副線路 20 とは異なっている。

40

【0119】

主線路 210 は、2 つの入出力端子 211 及び 212 を有する。入出力端子 211 は、送信回路及び受信回路の少なくとも一方に接続される。入出力端子 212 は、アンテナに接続される。なお、入出力端子 212 がアンテナに接続され、入出力端子 211 が送信回路又は受信回路に接続されてもよい。

【0120】

主線路 10 が接続される送信回路又は受信回路と、主線路 210 が接続される送信回路又は受信回路は同じであってもよく、異なってもよい。同様に、主線路 10 が接続されるアンテナと主線路 210 が接続されるアンテナとは同じであってもよく、異なってもよい。

50

## 【 0 1 2 1 】

主線路 2 1 0 は、副線路 2 2 0 と電磁氣的に結合している。主線路 2 1 0 を伝送される高周波信号の一部は、副線路 2 2 0 に結合信号として流れる。

## 【 0 1 2 2 】

副線路 2 2 0 は、一端 2 2 1 及び他端 2 2 2 を有する。一端 2 2 1 及び他端 2 2 2 は、方向切替回路 2 7 0 を介して、結合出力端子 4 0 及び終端回路 2 8 0 のいずれかに選択的に接続される。

## 【 0 1 2 3 】

方向切替回路 7 0 A 及び 2 7 0 は、実施の形態 1 に係る方向切替回路 7 0 と同じ構成を有する。方向切替回路 7 0、7 0 A 及び 2 7 0 は、3 つの副線路 2 0、2 0 A 及び 2 2 0 のうちの 1 つの副線路の一端を結合出力端子 4 0 に接続し、かつ、他端を終端回路 8 0 又は 2 8 0 に接続するように構成されている。例えば、図 5 に示される例では、方向切替回路 7 0 によって、副線路 2 0 の一端 2 1 が結合出力端子 4 0 に接続され、他端 2 2 が終端回路 8 0 に接続されている。このとき、方向切替回路 7 0 A 及び 2 7 0 はそれぞれ、副線路 2 0 A 及び 2 2 0 の各々の両端を開放している。これにより、副線路 2 0 A 又は 2 2 0 を流れる結合信号が結合出力端子 4 0 に混入するのを抑制することができる。なお、方向切替回路 7 0、7 0 A 及び 2 7 0 の少なくとも 1 つは設けられていなくてもよい。3 つの副線路 2 0、2 0 A 及び 2 2 0 から 1 つの副線路を選択し、選択した副線路の一端を結合出力端子 4 0 に接続するスイッチが設けられていてもよい。

## 【 0 1 2 4 】

複数のスイッチ 5 0 a ~ 5 0 d、5 1 a ~ 5 1 e、2 5 0 c、2 5 1 c 及び 2 5 1 e と、バイパススイッチ 5 5 及び 2 5 5 とは、ノード N 1 とノード N 2 との間の複数の経路、及び、ノード N 3 とノード N 2 との間の複数の経路のうちの 1 つの経路を選択して接続するように構成されている。なお、ノード N 1 は、主線路 1 0 に対応しており、副線路 2 0 の一端 2 1 及び他端 2 2、並びに、副線路 2 0 A の一端 2 1 A 及び他端 2 2 A のうちの 1 つが方向切替回路 7 0 又は 7 0 A によって接続される。ノード N 3 は、主線路 2 1 0 に対応しており、副線路 2 2 0 の一端 2 2 1 及び他端 2 2 2 の一方が方向切替回路 2 7 0 によって接続される。

## 【 0 1 2 5 】

スイッチ 5 0 c は、ノード N 1 とスイッチ 5 0 a とに接続されている。スイッチ 5 0 d は、スイッチ 5 0 b とノード N 2 とに接続されている。

## 【 0 1 2 6 】

スイッチ 5 0 c とスイッチ 5 0 d との間には、バイパススイッチ 5 5 が接続されている。バイパススイッチ 5 5 の両端に、スイッチ 5 0 a、フィルタ 3 0 及びスイッチ 5 0 b の直列回路が接続されている。つまり、バイパススイッチ 5 5 は、フィルタ 3 0 を通過しない経路の接続及び開放を切替可能なスイッチである。

## 【 0 1 2 7 】

スイッチ 5 1 c は、ノード N 1 とスイッチ 5 1 a との間にスイッチ 5 1 e を介して接続されている。スイッチ 5 1 d は、スイッチ 5 1 b とノード N 2 とに接続されている。スイッチ 5 1 e は、スイッチ 5 1 c とスイッチ 5 1 a とに接続されている。

## 【 0 1 2 8 】

スイッチ 5 1 e とスイッチ 5 1 d との間には、バイパススイッチ 2 5 5 が接続されている。バイパススイッチ 2 5 5 の両端に、スイッチ 5 1 a、フィルタ 3 1 及びスイッチ 5 1 b の直列回路が接続されている。つまり、バイパススイッチ 2 5 5 は、フィルタ 3 1 を通過しない経路の接続及び開放を切替可能なスイッチである。なお、バイパススイッチ 5 5 及び 2 5 5 の少なくとも一方は、設けられていなくてもよい。

## 【 0 1 2 9 】

スイッチ 2 5 0 c は、ノード N 3 とスイッチ 5 0 a とに接続されている。スイッチ 2 5 1 c は、ノード N 3 とスイッチ 5 1 a との間にスイッチ 2 5 1 e を介して接続されている。スイッチ 2 5 1 e は、スイッチ 2 5 1 c とスイッチ 5 1 a とに接続されている。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 3 0 】

可変アッテネータ 2 9 0 は、結合出力端子 4 0 と副線路 2 0、2 0 A 又は 2 2 0 の一端とを結ぶ経路上に配置されている。具体的には、可変アッテネータ 2 9 0 は、ノード N 2 と結合出力端子 4 0 とに接続されている。

## 【 0 1 3 1 】

可変アッテネータ 2 9 0 は、結合出力端子 4 0 から出力される信号の出力を変更する回路である。図 5 に示される例では、可変アッテネータ 2 9 0 は、6 つの抵抗と 6 つのスイッチとを含んでいるが、回路構成例は特に限定されない。例えば、スイッチ 5 1 e 及び 2 5 1 e などは設けられていなくてもよい。

## 【 0 1 3 2 】

端子保護スイッチ 2 9 5 は、結合出力端子 4 0 と基準電位との接続及び開放を切替可能なスイッチである。具体的には、端子保護スイッチ 2 9 5 は、結合出力端子 4 0 とグランドとに直接接続されている。

## 【 0 1 3 3 】

端子保護スイッチ 2 9 5 は、常にオフ状態で維持される。つまり、端子保護スイッチ 2 9 5 は、結合出力端子 4 0 とグランドとの間を開放している。具体的には、端子保護スイッチ 2 9 5 は、ツェナーダイオードとして機能させる。例えば、結合出力端子 4 0 に大きな電圧がかかった場合には、端子保護スイッチ 2 9 5 がオン状態になり、端子保護スイッチ 2 9 5 の両端間の電圧を一定に保つ。これにより、端子保護スイッチ 2 9 5 に接続された結合出力端子 4 0 の電位を一定に保つことができる。端子保護スイッチ 2 9 5 が保持する電圧より大きい電圧が結合出力端子 4 0 にかかることを抑制することができるので、結合出力端子 4 0 を保護することができる。

## 【 0 1 3 4 】

図 5 に示される各スイッチの個数、配置及び接続関係は、一例に過ぎない。複数の副線路と複数のフィルタとの接続の組み合わせを変更可能に構成されていれば、スイッチの個数、配置及び接続関係は適宜変更可能である。

## 【 0 1 3 5 】

また、ノード N 1 又は N 3 と結合出力端子 4 0 との間には、整合回路が設けられていてもよい。整合回路は、1 つ以上のキャパシタ及び 1 つ以上のインダクタを含む。

## 【 0 1 3 6 】

また、方向性結合器 2 0 1 は、3 つ以上の主線路を備えてもよい。また、1 つの主線路に 3 つ以上の副線路が電磁氣的に結合されてもよい。

## 【 0 1 3 7 】

[ 3 - 2 . 動作 (各スイッチのオンオフ状態) ]

次に、本実施の形態に係る方向性結合器 2 0 1 の動作について説明する。以下では、主に各スイッチのオンオフ状態について説明する。各スイッチのオンオフ状態の切り替えは、図示されない制御回路によって制御される。

## 【 0 1 3 8 】

方向性結合器 2 0 1 では、主線路 1 0 を伝送される高周波信号の一部が、主線路 1 0 と副線路 2 0 又は 2 0 A との電磁氣的な結合によって、結合信号として副線路 2 0 又は 2 0 A に流れる。結合信号は、副線路 2 0 又は 2 0 A の端部から方向切替回路 7 0 又は 7 0 A を介して、ノード N 1 まで流れる。ノード N 1 に到達した結合信号は、複数のフィルタ 3 0 及び 3 1 から選択された 1 つのフィルタ又はバイパススイッチ 5 5 若しくは 2 5 5 とノード N 2 とを通過し、結合出力端子 4 0 から出力される。

## 【 0 1 3 9 】

また、主線路 2 1 0 を伝送される高周波信号の一部が、主線路 2 1 0 と副線路 2 2 0 との電磁氣的な結合によって、結合信号として副線路 2 2 0 に流れる。結合信号は、副線路 2 2 0 の端部から方向切替回路 2 7 0 を介して、ノード N 3 まで流れる。ノード N 3 に到達した結合信号は、複数のフィルタ 3 0 及び 3 1 から選択された 1 つのフィルタ又はバイパススイッチ 5 5 若しくは 2 5 5 とノード N 2 とを通過し、結合出力端子 4 0 から出力さ

10

20

30

40

50

れる。

【0140】

本実施の形態では、スイッチ50c、51c及び51e、並びに、スイッチ250c、251c及び251eは、主線路の選択に利用される。具体的には、主線路10を選択する場合、すなわち、主線路10から副線路20又は20Aに結合された結合信号を結合出力端子40から取り出す場合には、スイッチ50cと、スイッチ51c及び51eの双方とのいずれかがオン状態になる。これにより、主線路10に基づく結合信号は、ノードN1から、フィルタ30及び31並びにバイパススイッチ55及び255のいずれかを通してノードN2に到達し、可変アッテネータ290を介して結合出力端子40から出力される。

10

【0141】

主線路210を選択する場合、すなわち、主線路210から副線路220に結合された結合信号を結合出力端子40から取り出す場合には、スイッチ250cと、スイッチ251c及び251eの双方とのいずれかがオン状態になる。これにより、主線路210に基づく結合信号は、ノードN3から、フィルタ30及び31並びにバイパススイッチ55及び255のいずれかを通してノードN2に到達し、可変アッテネータ290を介して結合出力端子40から出力される。

【0142】

本実施の形態では、ノードN1又はN3とノードN2との経路の接続に利用されるスイッチ以外のスイッチはオフ状態になる。例えば、図5に示される例では、フィルタ30が対象フィルタであり、ノードN1からフィルタ30を通りノードN2に至る経路が接続されている。このため、フィルタ30を通る経路上に配置されたスイッチ50c、50a、50b及び50dがオン状態である。当該経路以外に配置されたスイッチ51c～51e、250c、251c及び251e、並びに、バイパススイッチ55及び255はいずれもオフ状態である。

20

【0143】

また、本実施の形態において、フィルタ保護スイッチ60a、60b、61a及び61bは、実施の形態1と同様に、対象フィルタに接続されている場合にオフ状態になり、非対象フィルタに接続されている場合にオン状態になる。例えば、図5に示されるように、対象フィルタであるフィルタ30に接続されたフィルタ保護スイッチ60a及び60bはオフ状態である。また、非対象フィルタであるフィルタ31に接続されたフィルタ保護スイッチ61a及び61bはオン状態である。これにより、フィルタ31の両端の電位がグランドに固定されるので、フィルタ31の静電気破壊を抑制することができる。

30

【0144】

[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、結合出力端子40と副線路20の一端21とを結ぶ経路上に配置された可変アッテネータ290を備える。

【0145】

これにより、結合出力を調整することができる。このため、例えば、結合出力端子40に接続される検波器において精度良く検波可能な出力レベルの信号を、結合出力端子40から出力することができる。

40

【0146】

また、例えば、方向性結合器201は、さらに、結合出力端子40と基準電位との接続及び開放を切替可能な端子保護スイッチ295を備える。

【0147】

これにより、結合出力端子40から侵入する不要な高電圧からフィルタ30及び31、並びに、可変アッテネータ290などを保護することができる。

【0148】

また、例えば、方向性結合器201は、複数の副線路20、20A及び220を備える。方向性結合器201は、さらに、複数の副線路20、20A及び220の各々の一端と

50

結合出力端子 40 とを結ぶ経路を切替可能なスイッチを備える。

【0149】

これにより、複数の副線路が設けられていることで、より広い周波数範囲又はより多いスペクトラムの中から取り出したい信号を選択して取り出すことができる。

【0150】

また、例えば、方向性結合器 201 は、複数の主線路 10 及び 210 を備える。複数の副線路 20、20A 及び 220 はそれぞれ、複数の主線路 10 及び 210 のいずれか 1 つに電磁氣的に結合する。

【0151】

これにより、複数の主線路が設けられていることで、より広い周波数範囲又はより多いスペクトラムの中から取り出したい信号を選択して取り出すことができる。

10

【0152】

(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。

【0153】

例えば、フィルタ 30 及び 31 の少なくとも一方は、チューニング可能であってもよい。つまり、フィルタ 30 及び 31 の少なくとも一方は、通過帯域などの周波数特性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が、これに限定されない。

20

【0154】

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】

【0155】

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利用することができる。

【符号の説明】

【0156】

1、101、201 方向性結合器

30

10、210 主線路

11、12、211、212 入出力端子

20、20A、220 副線路

21、21A、221 一端

22、22A、222 他端

30、31 フィルタ

40 結合出力端子

50、51、150、151 フィルタ切替回路

50a、50b、50c、50d、51a、51b、51c、51d、51e、150A

、150B、150C、150D、151A、151B、151C、151D、155a

、155b、155c、160A、160B、161A、161B、250c、251c

、251e スイッチ

55、255 バイパススイッチ

60a、60b、61a、61b フィルタ保護スイッチ

70、70A、270 方向切替回路

71、72、73、74、81 端子

80、280 終端回路

155 バイパススイッチ回路

160a、160b、161a、161b フィルタ保護回路

40

290 可変アッテネータ

50

295 端子保護スイッチ  
N1、N2、N3 ノード

【図1】

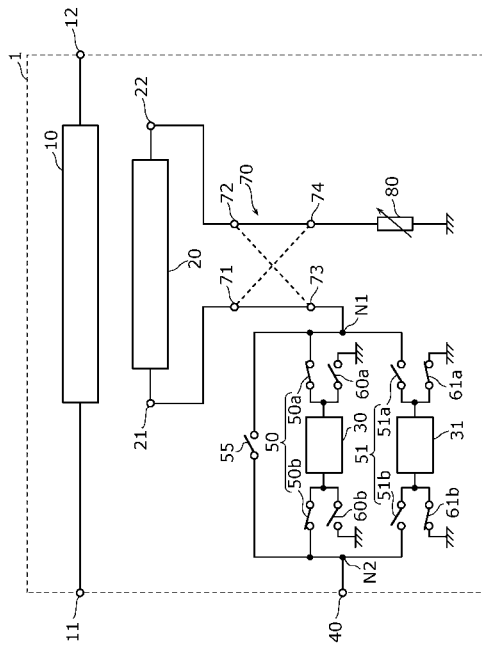
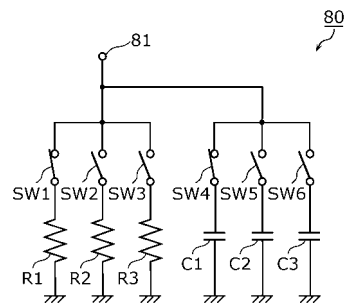


図1

【図2】

図2



【 図 3 】

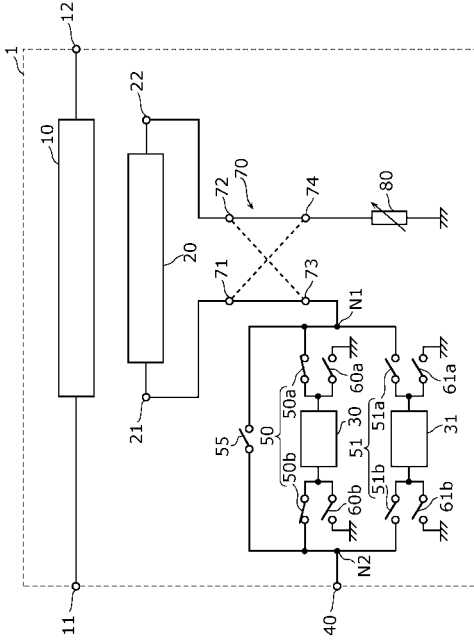


図3

【 図 4 】

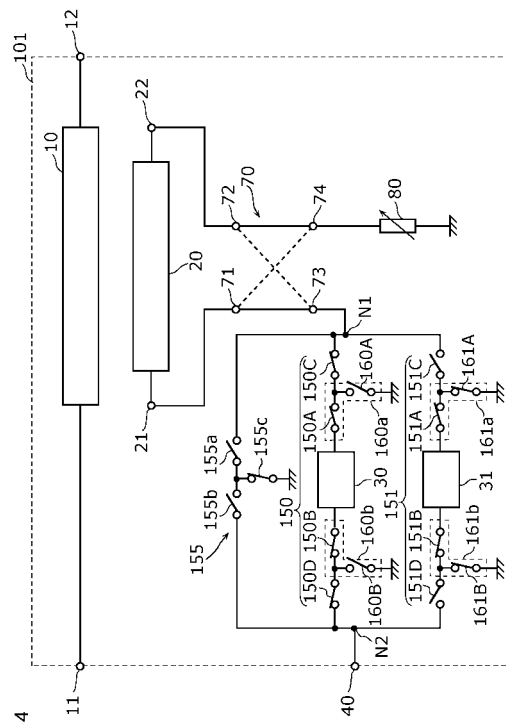


図4

【 図 5 】

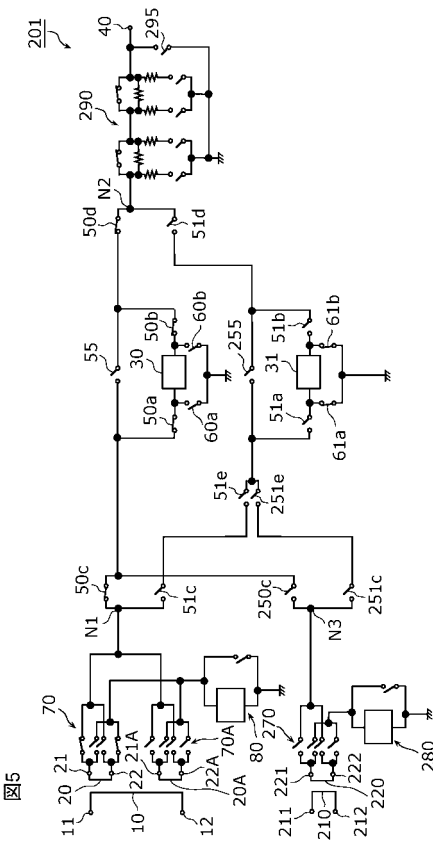


図5

フロントページの続き

(72)発明者 関 健太

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

(72)発明者 金 良守

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