

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7671455号  
(P7671455)

(45)発行日 令和7年5月2日(2025.5.2)

(24)登録日 令和7年4月23日(2025.4.23)

(51)国際特許分類		F I	
H 0 4 B	5/48 (2024.01)	H 0 4 B	5/48
H 0 4 B	1/59 (2006.01)	H 0 4 B	1/59
H 0 1 Q	1/50 (2006.01)	H 0 1 Q	1/50

請求項の数 5 (全17頁)

(21)出願番号	特願2024-502976(P2024-502976)	(73)特許権者	304021417 国立大学法人東京科学大学 東京都目黒区大岡山二丁目1 2 番 1 号
(86)(22)出願日	令和5年2月6日(2023.2.6)	(73)特許権者	000006633 京セラ株式会社 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地
(86)国際出願番号	PCT/JP2023/003855	(74)代理人	110002147 弁理士法人酒井国際特許事務所
(87)国際公開番号	WO2023/162654	(72)発明者	石原 昇 東京都目黒区大岡山二丁目1 2 番 1 号 国立大学法人東京工業大学内
(87)国際公開日	令和5年8月31日(2023.8.31)	(72)発明者	水流 慎介 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地 京セラ株式会社内
審査請求日	令和6年8月15日(2024.8.15)	(72)発明者	磯山 伸治
(31)優先権主張番号	特願2022-28637(P2022-28637)		
(32)優先日	令和4年2月25日(2022.2.25)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 伝送回路

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アンテナに接続されるように構成される伝送回路であって、  
前記伝送回路は、  
各々のインピーダンスが異なる複数のインピーダンス回路と、  
前記複数のインピーダンス回路の各々にいずれか1つが接続される複数のスイッチ素子と、

前記複数のスイッチ素子の開閉を制御するように構成される制御回路と、を含み、  
前記制御回路は、前記複数のスイッチ素子の開閉を選択的に変更して、前記アンテナ側の出力端子の反射係数を、複素平面において、真円と比較して歪んだ円上を回転するように制御可能に構成されている、伝送回路。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の伝送回路において、  
前記制御回路は、前記複数のスイッチ素子のうち、少なくとも1つの前記スイッチ素子を使用しないことで、前記アンテナ側の出力端子の反射係数を制御するように構成されている、伝送回路。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の伝送回路において、  
前記制御回路は、前記複数のスイッチ素子の全てを使用した場合の前記アンテナ側の出力端子の反射係数の円の半径を X とした場合、反射係数の円の半径が X 以上 X + 0 . 2 以

20

下となるように複数の前記スイッチ素子を制御するように構成されている、伝送回路。

【請求項 4】

請求項 1 または 2 に記載の伝送回路において、

前記制御回路は、前記複数のスイッチ素子の全てが開状態となる期間を設けるように、前記複数のスイッチ素子を制御するように構成されている、伝送回路。

【請求項 5】

請求項 1 または 2 に記載の伝送回路において、

前記複数のインピーダンス回路は、インピーダンスのリアクタンス成分のうち、キャパシタンスを調整するように構成された複数のキャパシタ回路を含む、伝送回路。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本開示は、伝送回路に関する。

【背景技術】

【0002】

無線通信装置のデータ通信方法として、バックスキップ方式が知られている。例えば、特許文献 1 には、分波 / 合成器を用いて、U S B (Upper Side Band) 信号および L S B (Lower Side Band) 信号のいずれか一方の信号を抑制して、シングルサイドバンドを実現する技術が開示されている。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2005 - 323223 号公報

【発明の概要】

【0004】

本開示の一態様に係る伝送回路は、アンテナに接続されるように構成される伝送回路であって、前記伝送回路は、各々のインピーダンスが異なる複数のインピーダンス回路と、前記複数のインピーダンス回路の各々にいずれか 1 つが接続される複数のスイッチ素子と、前記複数のスイッチ素子の開閉を制御するように構成される制御回路と、を含み、前記制御回路は、前記複数のスイッチ素子の開閉を選択的に変更して、前記アンテナ側の出力端子の反射係数を、複素平面において、真円と比較して歪んだ円上を回転するように制御可能に構成されている。

30

【図面の簡単な説明】

【0005】

【図 1】図 1 は、実施形態に係る無線通信装置の構成の一例を示すブロック図である。

【図 2】図 2 は、実施形態に係る複素平面においてインピーダンスを回転制御する方法を説明するための図である。

【図 3 A】図 3 A は、バックスキップ信号の変化を説明するための図である。

【図 3 B】図 3 B は、バックスキップ信号の変化を説明するための図である。

【図 3 C】図 3 C は、バックスキップ信号の変化を説明するための図である。

40

【図 4】図 4 は、実施形態に係る伝送回路の構成の一例を示す図である。

【図 5】図 5 は、実施形態に係る複素平面において反射係数を回転制御する方法を説明するための図である。

【図 6】図 6 は、比較例に係る伝送回路の制御方法を説明するための図である。

【図 7】図 7 は、実施形態に係る伝送回路の制御方法を説明するための図である。

【図 8】図 8 は、実施形態に係る伝送回路のアンテナ側の出力端子のインピーダンスを回転制御する方法を説明するための図である。

【図 9】図 9 は、比較例に係るバックスキップ信号のスペクトル波形の一例を示す図である。

【図 10】図 10 は、実施形態に係るバックスキップ信号のスペクトル波形の一例を示

50

す図である。

【発明を実施するための形態】

【0006】

以下、添付図面を参照して、本開示に係る実施形態を詳細に説明する。なお、この実施形態により本開示が限定されるものではなく、また、実施形態が複数ある場合には、各実施形態を組み合わせるものも含む。また、以下の実施形態において、同一の部位には同一の符号を付することにより重複する説明を省略する。

【0007】

[実施形態]

図1を用いて、実施形態に係る無線通信装置の構成について説明する。図1は、実施形態に係る無線通信装置の構成の一例を示すブロック図である。

10

【0008】

図1に示すように、無線通信装置1は、アンテナ10と、BPF(Band Pass Filter)11と、RFB(S(Radio Frequency Back Scatter)デバイス20と、制御装置30と、センサ40と、を含む。無線通信装置1は、RFIDなどのバックスキッタ方式の無線通信をするように構成される通信装置である。

【0009】

アンテナ10は、無線通信装置1に対して送信された信号を受信するように構成される。アンテナ10は、無線通信装置1の外部に向かって電波を送信するように構成される。BPF11は、所望の周波数帯域の信号を通過させるように構成されるフィルタである。

20

【0010】

RFB(S)デバイス20は、高周波スイッチ21と、アンプ22と、復調部23と、発振部24と、LPF(Low Pass Filter)25と、LPF26と、制御回路27と、伝送回路28と、を含む。RFB(S)デバイス20は、バックスキッタ方式のデータ通信に対応している無線通信デバイスである。バックスキッタ方式のデータ通信では、送信されてきた電波の反射を利用して通信を行う。

【0011】

高周波スイッチ21は、アンテナ10と、送信回路系または受信回路系との接続を切り替えるように構成される。高周波スイッチ21は、アンテナ10に送信回路系を接続可能に構成される。無線通信装置1は、アンテナ10と送信回路系とが接続されているときに、送信するように構成される。高周波スイッチ21は、アンテナ10に受信回路系を接続可能に構成される。送信回路系は、発振部24と、LPF25と、LPF26と、制御回路27と、伝送回路28と、を含む。受信回路系は、アンプ22と、復調部23と、を含む。

30

【0012】

アンプ22は、アンテナ10から受けた信号を増幅して出力するように構成される。アンプ22は、増幅した信号を復調部23に出力するように構成される。復調部23は、入力された信号に対して、復調処理を実行するように構成される。復調部23は、アンプ22から受けた信号を復調するように構成される。例えば、復調部23は、アンプ22から受けた信号(ASK(Amplitude Shift Keying)などの変調信号)に対して、復調処理を実行するように構成される。

40

【0013】

制御装置30は、例えば、プロセッサ等によって、内部に記憶されたプログラムがRAM(Random Access Memory)等を実行領域として実行されることにより実現される。制御装置30は、コントローラ(Controller)でありうる。制御装置30は、例えば、ASIC(Application Specific Integrated Circuit)、又はFPGA(Field Programmable Gate Array)等の集積回路により実現されてよい。制御装置30は、ソフトウェアと、ハードウェアとの組み合わせで実現されてよい。

【0014】

制御装置30は、シリアルデータS1を、LPF25を介して、制御回路27に出力す

50

るように構成される。シリアルデータ S 1 は、センサ 4 0 からの出力データに基づく。制御装置 3 0 は、シリアルデータ S 2 を、L P F 2 6 を介して制御回路 2 7 に出力する。シリアルデータ S 2 は、センサ 4 0 からの出力データに基づく。シリアルデータ S 1 は、シリアルデータ S 2 と位相が概ね 9 0 ° 異なる。

【 0 0 1 5 】

制御装置 3 0 は、制御信号 S 3 を制御回路 2 7 に出力するように構成される。制御信号 S 3 は、キャリア信号に対する U S B 信号及び L S B 信号のいずれか一方を抑圧するのに利用しうる。制御装置 3 0 は、制御信号 S 4 を発振部 2 4 に信号を出力するように構成される。制御信号 S 4 は、通信に用いるチャネルを制御するのに利用しうる。

【 0 0 1 6 】

センサ 4 0 は、各種の物理量を検出するように構成される。センサ 4 0 が検出する物理量に特に制限はない。センサ 4 0 は、例えば、無線通信装置 1 の周囲の温度を検出するように構成される温度センサ、及び無線通信装置 1 に生じた加速度を検出するように構成される加速度センサの一方又は両方を含みうる。センサ 4 0 は、その他のセンサを含んでよい。

【 0 0 1 7 】

発振部 2 4 は、所定の周波数の発振信号を生成するように構成される。発振部 2 4 は、制御信号 S 4 に従って、発振信号 S 5 を生成するように構成される。発振部 2 4 は、発振信号 S 5 とは位相が 9 0 ° 異なる発振信号 S 6 を生成するように構成される。

【 0 0 1 8 】

制御回路 2 7 は、伝送回路 2 8 を制御するように構成される。制御回路 2 7 は、シリアルデータ S 1 と、シリアルデータ S 2 と、制御信号 S 3 とに基づいて、伝送回路 2 8 のインピーダンスの値を調整するように制御するように構成される。制御回路 2 7 は、伝送回路 2 8 のインピーダンスを変化させるように構成される。インピーダンスの変化によって、アンテナ 1 0 側の出力端子の反射係数は、複素平面において回転する。制御回路 2 7 は、伝送回路 2 8 のインピーダンスを変化させて、出力端子の反射係数が複素平面において回転するように制御するように構成される。例えば、反射信号（以下、バックスキッタ信号とも呼ぶ）におけるキャリア信号に対する U S B 信号または L S B 信号を低減して、シングルサイドバンドを実現するように、制御回路 2 7 は、伝送回路 2 8 のインピーダンスを制御するように構成される。

【 0 0 1 9 】

図 2 のポラーチャート（極座標）を用いて、制御回路 2 7 が伝送回路 2 8 のアンテナ 1 0 側の出力端子の反射係数がポラーチャートの複素平面上で回転するように制御する方法について説明する。図 2 は、制御回路 2 7 が伝送回路 2 8 のインピーダンスを変化させ、その出力端子の反射係数を回転するように制御する方法を説明するための図である。

【 0 0 2 0 】

図 2 は、インピーダンスの変化による反射係数の変化をポラーチャート上に示した図である。インピーダンスは、次の式（ 1 ）で算出される。式（ 1 ）において、Z はインピーダンス、R はレジスタンス、j は虚数、 $\omega$  は角周波数、L はインダクタンス、C はキャパシタンスである。

$$Z = R + j \left( \omega L - 1 / \omega C \right) \cdots (1)$$

【 0 0 2 1 】

また、反射係数は、次式で表せる。

$$\Gamma = (Z - Z_0) / (Z + Z_0) \cdots (2)$$

ここで、Z<sub>0</sub> はアンテナ 1 0 または B P F 1 1 のインピーダンスである。

【 0 0 2 2 】

制御回路 2 7 は、インピーダンス Z を選択制御して、反射係数が基準点の周囲を回るように制御する。基準点は、原点を含むが、原点に限定されず、任意の点を含む。伝送回路は、基準点が原点に近いほど、理想に近い信号を得られうる。伝送回路は、基準点の周囲を円状に回すように制御するほど、理想に近い信号を得られうる。スミスチャートで考

10

20

30

40

50

えると、下半円領域が容量性を示し、上半分がインダクタンス性を示す。実軸上の変化は抵抗値の変化を表すことになる。

【 0 0 2 3 】

制御回路 2 7 は、伝送回路 2 8 が備えている複数のインピーダンスを選択制御することができる。例えば、制御回路 2 7 は、 $0^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $135^\circ$ 、 $180^\circ$ 、 $-135^\circ$ 、 $-90^\circ$ 、 $-45^\circ$  の  $45^\circ$  刻みで伝送回路 2 8 のインピーダンスを制御するように構成される。制御回路 2 7 は、伝送回路 2 8 のインピーダンスを順次変更することで、インピーダンスが離散的に回転するように制御可能に構成される。制御回路 2 7 は、インピーダンスの離散的な回転に応じて、反射係数 が離散的に回転する。

【 0 0 2 4 】

制御回路 2 7 は、伝送回路 2 8 のインピーダンスの変更順によって、当該インピーダンスを左回転で変更可能に構成される。制御回路 2 7 は、インピーダンスの左回転によって、反射係数 を左回転で変更可能に構成される。反射係数の制御が左回転の場合、RF (Radio Frequency) に対する反射信号は、USB (Upper Side Band) 信号のみとなる。反射係数が右回転となるように制御すると、LSB (Lower Side Band) 信号のみが得られることになる。その際、反射信号の周波数は、RF 信号周波数から回転速度周波数分、離調した周波数となる。図 3 A と、図 3 B と、図 3 C とを用いて、インピーダンスを変化させ反射係数を制御することによる、ボックスキャッタ信号の変化についていくつかの例を説明する。

【 0 0 2 5 】

図 3 A は、制御回路 2 7 がインピーダンスの抵抗成分のみを制御し、反射係数 をポーラーチャート (図 2) の実軸上で変化させた場合のボックスキャッタ信号の様子を説明するための周波数スペクトラムを示す図である。横軸は周波数、縦軸は RF 信号および反射信号の強度を示す。図 3 A には、キャリア信号 5 1 と、USB 信号 5 2 と、LSB 信号 5 3 とが示される。抵抗成分が制御されると、反射係数 は、 $0^\circ$  と、 $180^\circ$  との実軸上のいずれかに制御される。抵抗成分のみでインピーダンスを変えて反射係数 を制御する場合、図 3 A に示すように、例えば、 $0^\circ$  から  $180^\circ$  に切り替わる際に、右回りの信号成分と、左回りの信号成分と、が内在する。2 つの回転方向の信号成分が内在することによって、USB 信号 5 2 及び LSB 信号 5 3 は同時に出現し、一方の信号のみを選択的に抑制することができない。結果として、SSB 信号は、抵抗成分のみの制御で得ることができない。

【 0 0 2 6 】

図 3 B は、制御回路 2 7 がインピーダンスのインダクタンス / キャパシタンスを変化させ反射係数 の軌跡が円を描くように制御した場合のボックスキャッタ信号の変化を説明するための周波数スペクトラムを示す図である。横軸は周波数、縦軸は RF 信号および反射信号の強度を示す。式 ( 1 )、( 2 ) に基づき、制御回路 2 7 は、インダクタンスの値を制御することで、インピーダンスを左回りに回転するように制御可能である。このとき、インピーダンスは、例えば、 $0^\circ$  から  $45^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $135^\circ$  と左回りに回転する。制御回路 2 7 は、さらにキャパシタンスの値を制御することで、インピーダンスを左回りに回転するように制御可能である。このとき、インピーダンスは、例えば、 $180^\circ$  から  $-135^\circ$ 、 $-90^\circ$ 、 $-45^\circ$  と左回りに回転する。図 3 B に示すように、制御回路 2 7 は、インピーダンスを左回りに回転するように制御することで、LSB 信号 5 3 を抑圧するように、送信されてきた RF 信号を反射させることができる。言い換えれば、制御回路 2 7 は、インピーダンスの左回りの回転制御によって、USB 信号 5 2 に SSB 化されたボックスキャッタ信号を得ることができる。

【 0 0 2 7 】

図 3 C は、制御回路 2 7 がインピーダンスのキャパシタンス / インダクタンスを変化させ、反射係数 の軌跡が円を描くように制御した場合のボックスキャッタ信号の変化を説明するための周波数スペクトラムを示す図である。横軸は周波数、縦軸は RF 信号および反射信号の強度を示す。式 ( 1 )、( 2 ) に基づき、制御回路 2 7 は、キャパシタンスの

10

20

30

40

50

値を制御することで、インピーダンスを右回りに回転するように制御可能である。このとき、インピーダンスは、例えば、 $0^\circ$  から  $-45^\circ$ 、 $-90^\circ$ 、 $-135^\circ$  と右回りに回転する。制御回路 27 は、さらにインダクタンスの値を制御することで、インピーダンスを右回りに回転するように制御可能である。このとき、インピーダンスは、例えば、 $180^\circ$ 、 $135^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $45^\circ$  と右回りに回転する。図 3 C に示すように、制御回路 27 は、インピーダンスを右回りに回転するように制御することで、USB 信号 52 を抑圧するように、送信されてきた RF 信号を反射させることができる。言い換えれば、制御回路 27 は、インピーダンスの右回りの回転制御によって、LSB 信号 53 に SSB 化されたボックスキャッチ信号を得ることができる。

#### 【0028】

伝送回路 28 は、無線通信装置 1 のフロントエンドに配置されている。伝送回路 28 は、送信されてきた電波をボックスキャッチ信号として反射するボックスキャッチ通信を行うように構成される回路である。伝送回路 28 は、アンテナ 10 に接続されるように構成されている。伝送回路 28 は、各々のインピーダンスが異なる複数のインピーダンス回路を含む。複数のインピーダンス回路の各々は、スイッチ素子を含む。スイッチ素子は、当該インピーダンス回路の接続を切り替えるように構成される。制御回路 27 は、複数のスイッチ素子を制御することで、複数のインピーダンス回路の接続を切り替えるように構成される。制御回路 27 は、複数のスイッチ素子を制御することで、伝送回路 28 のインピーダンスを制御するように構成される。

#### 【0029】

##### [ 伝送回路の構成 ]

図 4 を用いて、実施形態に係る伝送回路の構成について説明する。図 4 は、実施形態に係る伝送回路の構成の一例を示す図である。

#### 【0030】

図 4 に示すように、伝送回路 28 は、キャパシタ回路 120<sub>1</sub> と、キャパシタ回路 120<sub>2</sub> と、キャパシタ回路 120<sub>3</sub> と、キャパシタ回路 120<sub>4</sub> と、キャパシタ回路 120<sub>5</sub> と、キャパシタ回路 120<sub>6</sub> と、キャパシタ回路 120<sub>7</sub> と、キャパシタ回路 120<sub>8</sub> と、を含む。キャパシタ回路 120<sub>1</sub> からキャパシタ回路 120<sub>8</sub> は、それぞれ、インピーダンス回路の一種である。キャパシタ回路 120<sub>1</sub> からキャパシタ回路 120<sub>8</sub> を特に区別する必要のない場合には、キャパシタ回路 120 と総称することもある。図 4 では、本開示と関連の薄い構成要素については省力して示している。

#### 【0031】

キャパシタ回路 120<sub>1</sub> は、信号源 140<sub>1</sub> と、スイッチ素子 150<sub>1</sub> と、キャパシタ C1 と、を含む。信号源 140<sub>1</sub> は、制御回路 27 からの制御信号が供給される信号源を示している。信号源 140<sub>1</sub> は、スイッチ素子 150<sub>1</sub> に制御信号を出力して、スイッチ素子 150<sub>1</sub> の開閉動作を制御するように構成される。スイッチ素子 150<sub>1</sub> は、一方の入力端子に信号源 140<sub>1</sub> が接続され、他方の入力端子には基準電位が接続されている。基準電位は、グラウンドであるものとして説明するが、本開示はこれに限定されない。スイッチ素子 150<sub>1</sub> は、信号源 140<sub>1</sub> からの制御信号に従って、閉状態（オン状態）と開状態（オフ状態）とを切り替えるように構成される。

#### 【0032】

スイッチ素子 150<sub>1</sub> の一端には、信号線 101 が電氣的に接続され、他端にはキャパシタ C1 の一端が電氣的に接続されている。キャパシタ C1 の他端は、基準電位に接続されている。この場合、スイッチ素子 150<sub>1</sub> は、閉状態とすることで信号線 101 と、キャパシタ C1 とを電氣的に接続するように構成される。スイッチ素子 150<sub>1</sub> は、開状態とすることで信号線 101 と、キャパシタ C1 とを電氣的に離すように構成される。信号線 101 と、キャパシタ C1 とが電氣的に接続されることで、伝送回路 28 のインピーダンスには、キャパシタ C1 の容量値が付加される。すなわち、伝送回路 28 のインピーダンスは、キャパシタ C1 の容量値が付加されることでリアクタンス成分が変化する。

#### 【0033】

10

20

30

40

50

キャパシタ回路120<sub>2</sub>は、信号源140<sub>2</sub>と、スイッチ素子150<sub>2</sub>と、キャパシタC2と、を含む。信号源140<sub>2</sub>は、制御回路27からの制御信号が供給される信号源を示している。信号源140<sub>2</sub>は、スイッチ素子150<sub>2</sub>に制御信号を出力して、スイッチ素子150<sub>2</sub>の開閉動作を制御するように構成される。スイッチ素子150<sub>2</sub>は、一方の入力端子に信号源140<sub>2</sub>が接続され、他方の入力端子には基準電位が接続されている。スイッチ素子150<sub>2</sub>は、信号源140<sub>2</sub>からの制御信号に従って、閉状態と開状態とを切り替えるように構成される。

【0034】

スイッチ素子150<sub>2</sub>の一端には、信号線101が電氣的に接続され、他端にはキャパシタC2の一端が電氣的に接続されている。キャパシタC2の他端は、基準電位に接続されている。この場合、スイッチ素子150<sub>2</sub>は、閉状態とすることで信号線101と、キャパシタC2とを電氣的に接続するように構成される。スイッチ素子150<sub>2</sub>は、開状態とすることで信号線101と、キャパシタC2とを電氣的に離すように構成される。信号線101と、キャパシタC2とが電氣的に接続されることで、伝送回路28のインピーダンスには、キャパシタC2の容量値が付加される。すなわち、伝送回路28のインピーダンスは、キャパシタC2の容量値が付加されることでリアクタンス成分が変化する。

10

【0035】

キャパシタ回路120<sub>3</sub>は、信号源140<sub>3</sub>と、スイッチ素子150<sub>3</sub>と、キャパシタC3と、を含む。信号源140<sub>3</sub>は、制御回路27からの制御信号が供給される信号源を示している。信号源140<sub>3</sub>は、スイッチ素子150<sub>3</sub>に制御信号を出力して、スイッチ素子150<sub>3</sub>の開閉動作を制御するように構成される。スイッチ素子150<sub>3</sub>は、一方の入力端子に信号源140<sub>3</sub>が接続され、他方の入力端子には基準電位が接続されている。スイッチ素子150<sub>3</sub>は、信号源140<sub>3</sub>からの制御信号に従って、閉状態と開状態とを切り替えるように構成される。

20

【0036】

スイッチ素子150<sub>3</sub>の一端には、信号線101が電氣的に接続され、他端にはキャパシタC3の一端が電氣的に接続されている。キャパシタC3の他端は、基準電位に接続されている。この場合、スイッチ素子150<sub>3</sub>は、閉状態とすることで信号線101と、キャパシタC3とを電氣的に接続するように構成される。スイッチ素子150<sub>3</sub>は、開状態とすることで信号線101と、キャパシタC3とを電氣的に離すように構成される。信号線101と、キャパシタC3とが電氣的に接続されることで、伝送回路28のインピーダンスには、キャパシタC3の容量値が付加される。すなわち、伝送回路28のインピーダンスは、キャパシタC3の容量値が付加されることでリアクタンス成分が変化する。

30

【0037】

キャパシタ回路120<sub>4</sub>は、信号源140<sub>4</sub>と、スイッチ素子150<sub>4</sub>と、キャパシタC4と、を含む。信号源140<sub>4</sub>は、制御回路27からの制御信号が供給される信号源を示している。信号源140<sub>4</sub>は、スイッチ素子150<sub>4</sub>に制御信号を出力して、スイッチ素子150<sub>4</sub>の開閉動作を制御するように構成される。スイッチ素子150<sub>4</sub>は、一方の入力端子に信号源140<sub>4</sub>が接続され、他方の入力端子には基準電位が接続されている。スイッチ素子150<sub>4</sub>は、信号源140<sub>4</sub>からの制御信号に従って、閉状態と開状態とを切り替えるように構成される。

40

【0038】

スイッチ素子150<sub>4</sub>の一端には、信号線101が電氣的に接続され、他端にはキャパシタC4の一端が電氣的に接続されている。キャパシタC4の他端は、基準電位に接続されている。この場合、スイッチ素子150<sub>4</sub>は、閉状態とすることで信号線101と、キャパシタC4とを電氣的に接続するように構成される。スイッチ素子150<sub>4</sub>は、開状態とすることで信号線101と、キャパシタC4とを電氣的に離すように構成される。信号線101と、キャパシタC4とが電氣的に接続されることで、伝送回路28のインピーダンスには、キャパシタC4の容量値が付加される。すなわち、伝送回路28のインピーダンスは、キャパシタC4の容量値が付加されることでリアクタンス成分が変化する。

50

## 【 0 0 3 9 】

キャパシタ回路 1 2 0<sub>5</sub> は、信号源 1 4 0<sub>5</sub> と、スイッチ素子 1 5 0<sub>5</sub> と、キャパシタ C<sub>5</sub> と、を含む。信号源 1 4 0<sub>5</sub> は、制御回路 2 7 からの制御信号が供給される信号源を示している。信号源 1 4 0<sub>5</sub> は、スイッチ素子 1 5 0<sub>5</sub> に制御信号を出力して、スイッチ素子 1 5 0<sub>5</sub> の開閉動作を制御するように構成される。スイッチ素子 1 5 0<sub>5</sub> は、一方の入力端子に信号源 1 4 0<sub>5</sub> が接続され、他方の入力端子には基準電位が接続されている。スイッチ素子 1 5 0<sub>5</sub> は、信号源 1 4 0<sub>5</sub> からの制御信号に従って、閉状態と開状態とを切り替えるように構成される。

## 【 0 0 4 0 】

スイッチ素子 1 5 0<sub>5</sub> の一端には、信号線 1 0 1 が電氣的に接続され、他端にはキャパシタ C<sub>5</sub> の一端が電氣的に接続されている。キャパシタ C<sub>5</sub> の他端は、基準電位に接続されている。この場合、スイッチ素子 1 5 0<sub>5</sub> は、閉状態とすることで信号線 1 0 1 と、キャパシタ C<sub>5</sub> とを電氣的に接続するように構成される。スイッチ素子 1 5 0<sub>5</sub> は、開状態とすることで信号線 1 0 1 と、キャパシタ C<sub>5</sub> とを電氣的に離すように構成される。信号線 1 0 1 と、キャパシタ C<sub>5</sub> とが電氣的に接続されることで、伝送回路 2 8 のインピーダンスには、キャパシタ C<sub>5</sub> の容量値が付加される。すなわち、伝送回路 2 8 のインピーダンスは、キャパシタ C<sub>5</sub> の容量値が付加されることでリアクタンス成分が変化する。

10

## 【 0 0 4 1 】

キャパシタ回路 1 2 0<sub>6</sub> は、信号源 1 4 0<sub>6</sub> と、スイッチ素子 1 5 0<sub>6</sub> と、キャパシタ C<sub>6</sub> と、を含む。信号源 1 4 0<sub>6</sub> は、制御回路 2 7 からの制御信号が供給される信号源を示している。信号源 1 4 0<sub>6</sub> は、スイッチ素子 1 5 0<sub>6</sub> に制御信号を出力して、スイッチ素子 1 5 0<sub>6</sub> の開閉動作を制御するように構成される。スイッチ素子 1 5 0<sub>6</sub> は、一方の入力端子に信号源 1 4 0<sub>6</sub> が接続され、他方の入力端子には基準電位が接続されている。スイッチ素子 1 5 0<sub>6</sub> は、信号源 1 4 0<sub>6</sub> からの制御信号に従って、閉状態と開状態とを切り替えるように構成される。

20

## 【 0 0 4 2 】

スイッチ素子 1 5 0<sub>6</sub> の一端には、信号線 1 0 1 が電氣的に接続され、他端にはキャパシタ C<sub>6</sub> の一端が電氣的に接続されている。キャパシタ C<sub>6</sub> の他端は、基準電位に接続されている。この場合、スイッチ素子 1 5 0<sub>6</sub> は、閉状態とすることで信号線 1 0 1 と、キャパシタ C<sub>6</sub> とを電氣的に接続するように構成される。スイッチ素子 1 5 0<sub>6</sub> は、開状態とすることで信号線 1 0 1 と、キャパシタ C<sub>6</sub> とを電氣的に離すように構成される。信号線 1 0 1 と、キャパシタ C<sub>6</sub> とが電氣的に接続されることで、伝送回路 2 8 のインピーダンスには、キャパシタ C<sub>6</sub> の容量値が付加される。すなわち、伝送回路 2 8 のインピーダンスは、キャパシタ C<sub>6</sub> の容量値が付加されることでリアクタンス成分が変化する。

30

## 【 0 0 4 3 】

キャパシタ回路 1 2 0<sub>7</sub> は、信号源 1 4 0<sub>7</sub> と、スイッチ素子 1 5 0<sub>7</sub> と、キャパシタ C<sub>7</sub> と、を含む。信号源 1 4 0<sub>7</sub> は、制御回路 2 7 からの制御信号が供給される信号源を示している。信号源 1 4 0<sub>7</sub> は、スイッチ素子 1 5 0<sub>7</sub> に制御信号を出力して、スイッチ素子 1 5 0<sub>7</sub> の開閉動作を制御するように構成される。スイッチ素子 1 5 0<sub>7</sub> は、一方の入力端子に信号源 1 4 0<sub>7</sub> が接続され、他方の入力端子には基準電位が接続されている。スイッチ素子 1 5 0<sub>7</sub> は、信号源 1 4 0<sub>7</sub> からの制御信号に従って、閉状態と開状態とを切り替えるように構成される。

40

## 【 0 0 4 4 】

スイッチ素子 1 5 0<sub>7</sub> の一端には、信号線 1 0 1 が電氣的に接続され、他端にはキャパシタ C<sub>7</sub> の一端が電氣的に接続されている。キャパシタ C<sub>7</sub> の他端は、基準電位に接続されている。この場合、スイッチ素子 1 5 0<sub>7</sub> は、閉状態とすることで信号線 1 0 1 と、キャパシタ C<sub>7</sub> とを電氣的に接続するように構成される。スイッチ素子 1 5 0<sub>7</sub> は、開状態とすることで信号線 1 0 1 と、キャパシタ C<sub>7</sub> とを電氣的に離すように構成される。信号線 1 0 1 と、キャパシタ C<sub>7</sub> とが電氣的に接続されることで、伝送回路 2 8 のインピーダンスには、キャパシタ C<sub>7</sub> の容量値が付加される。すなわち、伝送回路 2 8 のインピーダ

50

ンスは、キャパシタ C 7 の容量値が付加されることでリアクタンス成分が変化する。

【 0 0 4 5 】

キャパシタ回路 1 2 0 g は、信号源 1 4 0 g と、スイッチ素子 1 5 0 g と、キャパシタ C 8 と、を含む。信号源 1 4 0 g は、制御回路 2 7 からの制御信号が供給される信号源を示している。信号源 1 4 0 g は、スイッチ素子 1 5 0 g に制御信号を出力して、スイッチ素子 1 5 0 g の開閉動作を制御するように構成される。スイッチ素子 1 5 0 g は、一方の入力端子に信号源 1 4 0 g が接続され、他方の入力端子には基準電位が接続されている。スイッチ素子 1 5 0 g は、信号源 1 4 0 g からの制御信号に従って、閉状態と開状態とを切り替えるように構成される。

【 0 0 4 6 】

スイッチ素子 1 5 0 g の一端には、信号線 1 0 1 が電氣的に接続され、他端にはキャパシタ C 8 の一端が電氣的に接続されている。キャパシタ C 8 の他端は、基準電位に接続されている。この場合、スイッチ素子 1 5 0 g は、閉状態とすることで信号線 1 0 1 と、キャパシタ C 8 とを電氣的に接続するように構成される。スイッチ素子 1 5 0 g は、開状態とすることで信号線 1 0 1 と、キャパシタ C 8 とを電氣的に離すように構成される。信号線 1 0 1 と、キャパシタ C 8 とが電氣的に接続されることで、伝送回路 2 8 のインピーダンスには、キャパシタ C 8 の容量値が付加される。すなわち、伝送回路 2 8 のインピーダンスは、キャパシタ C 8 の容量値が付加されることでリアクタンス成分が変化する。

【 0 0 4 7 】

キャパシタ C 1 からキャパシタ C 8 の容量値は、それぞれ異なる。制御回路 2 7 は、スイッチ素子 1 5 0 1 からスイッチ素子 1 5 0 g を選択的に制御するように構成されている。制御回路 2 7 は、スイッチ素子 1 5 0 1 からスイッチ素子 1 5 0 g を選択的に制御することで、伝送回路 2 8 のアンテナ 1 0 側の出力端子 1 0 2 の反射係数を、複素平面において、回転するように制御可能に構成されている。後述するが、本開示では、制御回路 2 7 は、スイッチ素子 1 5 0 1 からスイッチ素子 1 5 0 g の開閉を選択的に変更して、伝送回路 2 8 のアンテナ 1 0 側の出力端子 1 0 2 の反射係数を、複素平面において、真円と比較して歪んだ円上を回転するように制御可能に構成されている。

【 0 0 4 8 】

図 5 を用いて、実施形態に係る複素平面においてインピーダンスを回転制御する方法を説明する。図 5 は、実施形態に係る複素平面において反射係数を回転制御する方法を説明するための図である。

【 0 0 4 9 】

図 5 に示すように、図 4 に示した伝送回路 2 8 をキャパシタ I C 1 6 0 として集積回路化して用いてよい。この場合、キャパシタ I C 1 6 0 は、切り替えスイッチ制御回路 2 0 0 による切り替えスイッチ素子 1 9 0 の切り替えにより、移相器 1 7 0 と、信号線 1 8 0 とのいずれか一方に接続されるように構成される。

【 0 0 5 0 】

移相器 1 7 0 は、図示しないキャパシタと、インダクタと、キャパシタと、を含む。移相器 1 7 0 は、入力された信号の位相を  $90^\circ$  シフトさせて出力する移相器である。

【 0 0 5 1 】

切り替えスイッチ制御回路 2 0 0 は、例えば、インピーダンスを  $0^\circ \sim -90^\circ$  及び  $-90^\circ \sim 180^\circ$  の間で回転制御する場合には、キャパシタ I C 1 6 0 と、信号線 1 8 0 とを接続するように、切り替えスイッチ素子 1 9 0 を制御する。

【 0 0 5 2 】

切り替えスイッチ制御回路 2 0 0 は、インピーダンスを  $0^\circ \sim 90^\circ$  及び  $90^\circ \sim 180^\circ$  の間で回転制御する場合には、キャパシタ I C 1 6 0 と、移相器 1 7 0 を接続するように、切り替えスイッチ素子 1 9 0 を制御する。

【 0 0 5 3 】

図 4 に示したように、伝送回路 2 8 は、8 個のキャパシタ回路 1 2 0 を含む。そのため、切り替えスイッチ制御回路 2 0 0 は、キャパシタ I C 1 6 0 と、移相器 1 7 0 および信

10

20

30

40

50

号線 180 との接続を切り替えることで、複素平面上におけるインピーダンスの位置を 16 点で回転するように制御し得る。なお、本実施形態において、制御回路 27 と、切り替えスイッチ制御回路 200 とを、一体に構成してもよい。

【0054】

[ 伝送回路の制御 ]

次に、図 4 に示す伝送回路 28 の制御方法について、説明する。

【0055】

( 比較例の制御方法 )

本開示の実施形態を説明する前に、図 6 を用いて、比較例に係る伝送回路 28 の制御方法について説明する。図 6 は、比較例に係る伝送回路 28 の制御方法を説明するための図である。

10

【0056】

図 6 は、伝送回路 28 に含まれる各スイッチ素子の動作状態を示す。図 6 は、各スイッチ素子の制御信号の波形 W1 と、波形 W2 と、波形 W3 と、波形 W4 と、波形 W5 と、波形 W6 と、波形 W7 と、波形 W8 と、を示す。

【0057】

波形 W1 は、スイッチ素子 150<sub>1</sub> の動作状態を示す。比較例では、制御回路 27 は、タイミング t1 で閉状態となり、タイミング t2 で開状態となるように、スイッチ素子 150<sub>1</sub> を制御する。

【0058】

波形 W2 は、スイッチ素子 150<sub>2</sub> の動作状態を示す。比較例では、制御回路 27 は、タイミング t2 で閉状態となり、タイミング t3 で開状態となるように、スイッチ素子 150<sub>2</sub> を制御する。

20

【0059】

波形 W3 は、スイッチ素子 150<sub>3</sub> の動作状態を示す。比較例では、制御回路 27 は、タイミング t3 で閉状態となり、タイミング t4 で開状態となるように、スイッチ素子 150<sub>3</sub> を制御する。

【0060】

波形 W4 は、スイッチ素子 150<sub>4</sub> の動作状態を示す。比較例では、制御回路 27 は、タイミング t4 で閉状態となり、タイミング t5 で開状態となるように、スイッチ素子 150<sub>4</sub> を制御する。

30

【0061】

波形 W5 は、スイッチ素子 150<sub>5</sub> の動作状態を示す。比較例では、制御回路 27 は、タイミング t5 で閉状態となり、タイミング t6 で開状態となるように、スイッチ素子 150<sub>5</sub> を制御する。

【0062】

波形 W6 は、スイッチ素子 150<sub>6</sub> の動作状態を示す。比較例では、制御回路 27 は、タイミング t6 で閉状態となり、タイミング t7 で開状態となるように、スイッチ素子 150<sub>6</sub> を制御する。

【0063】

波形 W7 は、スイッチ素子 150<sub>7</sub> の動作状態を示す。比較例では、制御回路 27 は、タイミング t7 で閉状態となり、タイミング t8 で開状態となるように、スイッチ素子 150<sub>7</sub> を制御する。

40

【0064】

波形 W8 は、スイッチ素子 150<sub>8</sub> の動作状態を示す。比較例では、制御回路 27 は、タイミング t8 で閉状態となり、タイミング t9 で開状態となるように、スイッチ素子 150<sub>8</sub> を制御する。

【0065】

図 6 に示すように、制御回路 27 は、常時、1つのスイッチ素子が閉状態となるように各スイッチ素子の開状態と閉状態とを切り替えて、制御している。

50

## 【 0 0 6 6 】

(実施形態の制御方法)

図7を用いて、実施形態に係る伝送回路28の制御方法について説明する。図7は、実施形態に係る伝送回路28の制御方法を説明するための図である。

## 【 0 0 6 7 】

図7は、伝送回路28に含まれる各スイッチ素子の動作状態を示す。図7は、各スイッチ素子の制御信号の波形W11と、波形W12と、波形W13と、波形W14と、波形W15と、波形W16と、波形W17と、波形W18と、を示す。

## 【 0 0 6 8 】

波形W11は、スイッチ素子150<sub>1</sub>の動作状態を示す。実施形態では、制御回路27は、タイミングt11で閉状態となり、タイミングt12で開状態となるように、スイッチ素子150<sub>1</sub>を制御する。

10

## 【 0 0 6 9 】

波形W12は、スイッチ素子150<sub>2</sub>の動作状態を示す。実施形態では、制御回路27は、タイミングt12で閉状態となり、タイミングt13で開状態となるように、スイッチ素子150<sub>2</sub>を制御する。

## 【 0 0 7 0 】

波形W13は、スイッチ素子150<sub>3</sub>の動作状態を示す。実施形態では、制御回路27は、タイミングt13で閉状態となり、タイミングt14で開状態となるように、スイッチ素子150<sub>3</sub>を制御する。

20

## 【 0 0 7 1 】

波形W14は、スイッチ素子150<sub>4</sub>の動作状態を示す。実施形態では、制御回路27は、タイミングt14で閉状態となり、タイミングt15で開状態となるように、スイッチ素子150<sub>4</sub>を制御する。

## 【 0 0 7 2 】

波形W15は、スイッチ素子150<sub>5</sub>の動作状態を示す。実施形態では、制御回路27は、タイミングt15で閉状態となり、タイミングt16で開状態となるように、スイッチ素子150<sub>5</sub>を制御する。

## 【 0 0 7 3 】

波形W16は、スイッチ素子150<sub>6</sub>の動作状態を示す。実施形態では、制御回路27は、タイミングt16で閉状態となり、タイミングt17で開状態となるように、スイッチ素子150<sub>6</sub>を制御する。

30

## 【 0 0 7 4 】

波形W17は、スイッチ素子150<sub>7</sub>の動作状態を示す。波形W17に示すように、実施形態では、スイッチ素子150<sub>7</sub>は、常に開状態である。すなわち、実施形態では、制御回路27は、スイッチ素子150<sub>7</sub>を、閉状態にしない。すなわち、実施形態では、スイッチ素子150<sub>7</sub>に接続されたキャパシタC7を伝送回路28には付加しないようにしている。言い換えれば、実施形態では、制御回路27は、伝送回路28に含まれるキャパシタを全て使用するわけではなく、全てのキャパシタのうちの少なくとも1つを使用しないように、各スイッチ素子を制御するように構成されている。例えば、制御回路27は、各スイッチ素子を制御することによる、複素平面上におけるインピーダンスの変化が、等間隔になるように、制御しないスイッチ素子150を選択する。

40

## 【 0 0 7 5 】

波形W18は、スイッチ素子150<sub>8</sub>の動作状態を示す。実施形態では、制御回路27は、タイミングt17で閉状態となり、タイミングt18で開状態となるように、スイッチ素子150<sub>8</sub>を制御する。

## 【 0 0 7 6 】

図7に示すように、タイミングt18でスイッチ素子150<sub>8</sub>が開状態になった後、スイッチ素子150<sub>1</sub>がタイミングt19で閉状態になるまでの期間は、全てのスイッチ素子が開状態になる期間が存在している。実施形態では、全てのスイッチ素子が開状態とな

50

る期間を設けることにより、複素平面において、インピーダンスを回転制御する際の円の半径を変更している。言い換えれば、実施形態は、全てのスイッチ素子が開状態となる期間を設けることにより、複素平面において、真円と比較して歪んだ円上を回転するようにインピーダンスを制御可能に構成されている。

【 0 0 7 7 】

例えば、制御回路 2 7 は、複数のスイッチ素子の全てを使用した場合（比較例）のアンテナ側の出力端子の反射係数の円の半径を  $X$  とした場合、実施形態では、反射係数の円の半径が  $X$  以上  $X + 0.2$  以下となるように複数のスイッチ素子を制御するように構成されている。

【 0 0 7 8 】

図 8 を用いて、実施形態に係る伝送回路のアンテナ側の出力端子のインピーダンスを回転制御する方法について説明する。図 8 は、実施形態に係る伝送回路のアンテナ側の出力端子のインピーダンスを回転制御する方法を説明するための図である。

【 0 0 7 9 】

図 8 は、スミスチャートにおける、図 5 のアンテナ側の出力端子から見たインピーダンスの変化を示す。グラフ 2 0 1 は、実施形態に係るインピーダンスの変化を示すグラフである。グラフ 2 0 2 は、比較例に係るインピーダンスの変化を示すグラフである。

【 0 0 8 0 】

グラフ 2 0 2 に示すように、比較例では、スミスチャートにおいて、インピーダンスは円上を回転するように変化している。グラフ 2 0 1 に示すように、実施形態では、比較例に比べて歪んだ円上を回転するように変化している。グラフ 2 0 1 において、円軌道から外れている点 P 1 および点 P 2 は、伝送回路 2 8 において全てのスイッチ素子が開状態の場合のインピーダンスを示す。

【 0 0 8 1 】

[ バックスキャッタ信号 ]

図 9 と、図 1 0 とを用いて、比較例および実施形態に係るバックスキャッタ信号の一例について説明する。図 9 は、比較例に係るバックスキャッタ信号のスペクトル波形の一例を示す図である。図 1 0 は、実施形態に係るバックスキャッタ信号のスペクトル波形の一例を示す図である。図 9 および図 1 0 において、横軸は周波数 [ M H z (メガヘルツ) ]、縦軸は信号レベル [ d B m (デシベルミリワット) ] を示している。

【 0 0 8 2 】

図 9 は、比較例に係るスペクトル波形 W 2 1 を示す。スペクトル波形 W 2 1 は、キャリア信号 R F 1 と、U S B 信号 U S 1 と、L S B 信号 L S 1 と、3 次高調波信号 T H 1 と、3 次高調波信号 T H 2 を含む。キャリア信号 R F 1 の周波数は、9 1 8 [ M H z ] である。L S B 信号 L S 1 の周波数は、9 1 7 . 8 [ M H z ] である。U S B 信号 U S 1 の周波数は、9 1 8 . 2 [ M H z ] である。図 9 に示すように、L S B 信号 L S 1 は、U S B 信号 U S 1 に比べて抑圧されている。U S B 信号 U S 1 と、L S B 信号 L S 1 との差は、1 9 [ d B (デシベル) ] 程度である。ライン L 1 は、U S B 信号 U S 1 に対して信号レベルが - 2 0 [ d B ] を示すラインである。3 次高調波信号 T H 1 と、3 次高調波信号 T H 2 とは、- 2 0 [ d B ] 以下である。

【 0 0 8 3 】

図 1 0 は、実施形態に係るスペクトル波形 W 2 2 を示す。スペクトル波形 W 2 2 は、キャリア信号 R F 2 と、U S B 信号 U S 2 と、L S B 信号 L S 2 と、3 次高調波信号 T H 3 と、3 次高調波信号 T H 4 を含む。キャリア信号 R F 2 の周波数は、9 1 8 [ M H z ] である。L S B 信号 L S 2 の周波数は、9 1 7 . 8 [ M H z ] である。U S B 信号 U S 2 の周波数は、9 1 8 . 2 [ M H z ] である。図 1 0 に示すように、L S B 信号 L S 2 は、U S B 信号 U S 2 に比べて抑圧されている。U S B 信号 U S 2 と、L S B 信号 L S 2 との差は、3 6 [ d B (デシベル) ] 程度である。ライン L 2 は、U S B 信号 U S 2 に対して信号レベルが - 2 0 [ d B ] を示すラインである。3 次高調波信号 T H 3 と、3 次高調波信号 T H 4 とは、- 2 0 [ d B ] 以下である。すなわち、実施形態は、U S B 信号 U S 2 と

10

20

30

40

50

、LSB信号LS2との差が、図9に示すUSB信号US1と、LSB信号LS1との差よりも大きいので、特性が向上している。

【0084】

以上、本開示の実施形態を説明したが、これら実施形態の内容により本開示が限定されるものではない。また、前述した構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のもの、いわゆる均等の範囲のものが含まれる。さらに、前述した構成要素は適宜組み合わせることが可能である。さらに、前述した実施形態の要旨を逸脱しない範囲で構成要素の種々の省略、置換又は変更を行うことができる。

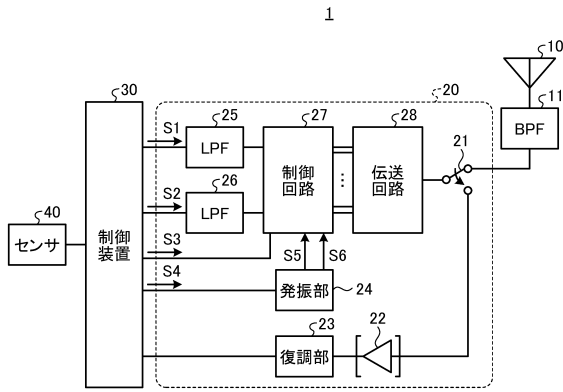
【符号の説明】

【0085】

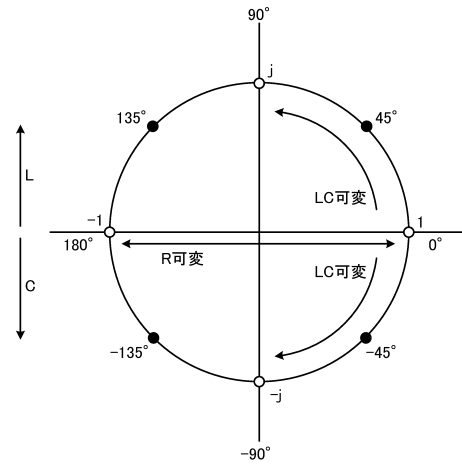
1	無線通信装置	
10	アンテナ	
11	BPF	
20	RFBSデバイス	
21	高周波スイッチ	
22	アンプ	
23	復調部	
24	発振部	
25, 26	LPF	
27	制御回路	10
28	伝送回路	
30	制御装置	
40	センサ	
120	キャパシタ回路	
140	信号源	
150	スイッチ素子	
160	キャパシタIC	
170	移相器	
190	切り替えスイッチ素子	
200	切り替えスイッチ制御回路	20

【図面】

【図 1】



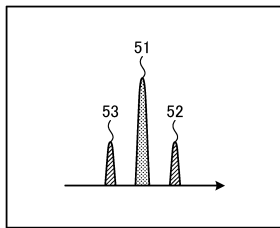
【図 2】



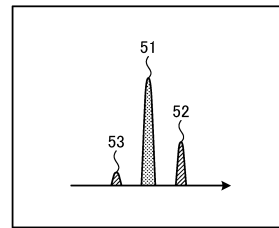
10

20

【図 3 A】



【図 3 B】

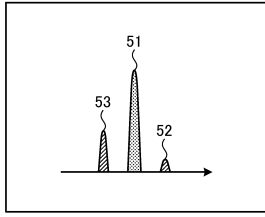


30

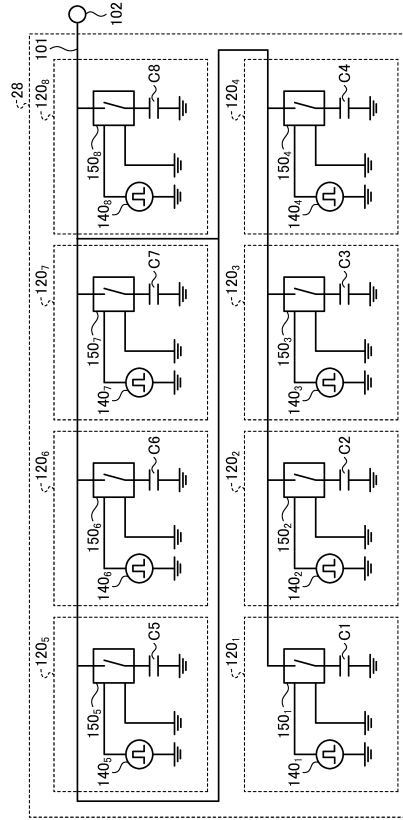
40

50

【図3C】



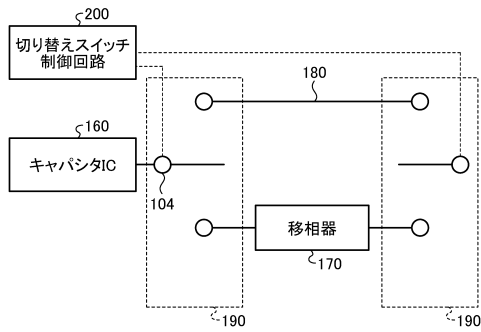
【図4】



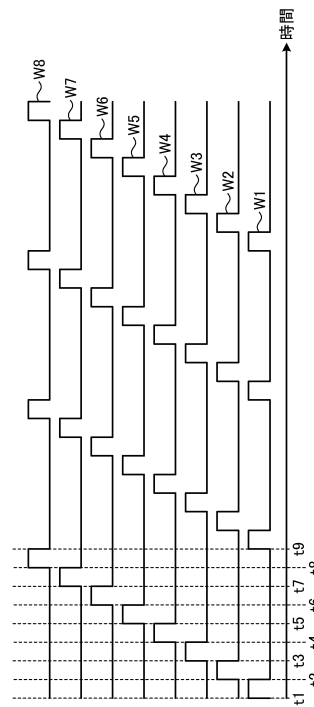
10

20

【図5】



【図6】

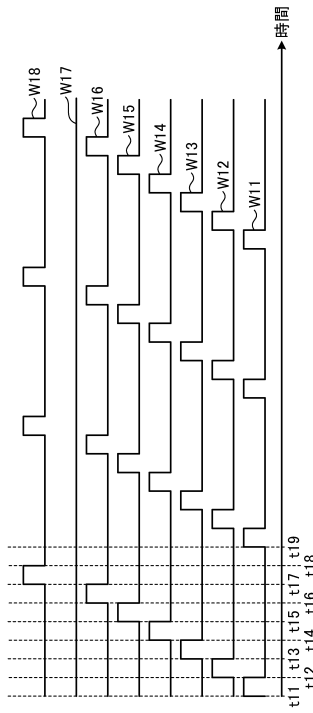


30

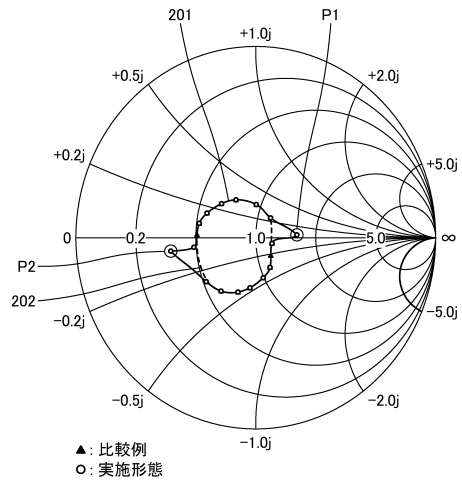
40

50

【図 7】



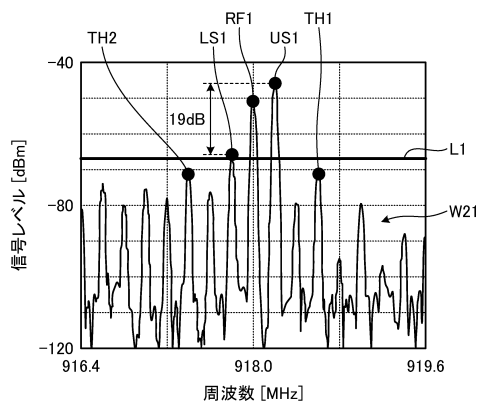
【図 8】



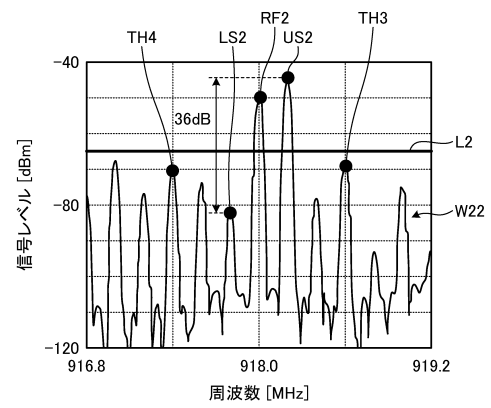
10

20

【図 9】



【図 10】



30

40

50

## フロントページの続き

京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地 京セラ株式会社内

(72)発明者 戸羽 辰夫

京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地 京セラ株式会社内

審査官 川口 貴裕

(56)参考文献 特開 2 0 0 5 - 2 0 2 7 2 1 ( J P , A )

米国特許出願公開第 2 0 2 0 / 0 3 2 8 6 2 5 ( U S , A 1 )

特開 2 0 2 2 - 0 5 6 1 6 9 ( J P , A )

特開 2 0 2 2 - 0 5 6 9 1 1 ( J P , A )

特開 2 0 2 2 - 0 5 6 1 3 9 ( J P , A )

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

H 0 4 B 5 / 4 8

H 0 4 B 1 / 5 9

H 0 1 Q 1 / 5 0