

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7587228号
(P7587228)

(45)発行日 令和6年11月20日(2024.11.20)

(24)登録日 令和6年11月12日(2024.11.12)

(51)国際特許分類		F I	
H 0 4 B	1/59 (2006.01)	H 0 4 B	1/59
G 0 6 K	19/07 (2006.01)	G 0 6 K	19/07 2 3 0
H 0 4 B	5/48 (2024.01)	G 0 6 K	19/07 2 6 0
H 0 4 B	5/79 (2024.01)	H 0 4 B	5/48
		H 0 4 B	5/79
請求項の数 19 (全21頁)			
(21)出願番号	特願2020-163974(P2020-163974)	(73)特許権者	304021417
(22)出願日	令和2年9月29日(2020.9.29)		国立大学法人東京科学大学
(65)公開番号	特開2022-56139(P2022-56139A)		東京都目黒区大岡山二丁目1 2 番 1 号
(43)公開日	令和4年4月8日(2022.4.8)	(73)特許権者	000006633
審査請求日	令和5年8月4日(2023.8.4)		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
		(74)代理人	110002147
			弁理士法人酒井国際特許事務所
		(72)発明者	石原 昇
			東京都目黒区大岡山 2 丁目 1 2 番 1 号
			国立大学法人東京工業大学内
		(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
		(72)発明者	湯澤 友直
			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第 1 スイッチ素子と、
前記複数の第 1 スイッチ素子の開閉を制御するように構成される第 1 制御回路と、を含み、

前記第 1 制御回路は、前記複数の第 1 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回転するように制御可能に構成されている、伝送回路。

【請求項 2】

請求項 1 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、インダクタンスを調整するように構成された複数のインダクタ回路を含む、伝送回路。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の伝送回路において、
前記複数のインダクタ回路は、各々のインピーダンスが異なる、伝送回路。

【請求項 4】

請求項 2 又は 3 に記載の伝送回路において、
前記複数のインダクタ回路の少なくとも 1 つは、複数のインダクタ素子を含む、伝送回路。

【請求項 5】

請求項 2 から 4 のいずれか 1 項に記載の伝送回路において、
前記複数のインダクタ回路の少なくとも 1 つは、抵抗素子を含む、伝送回路。

【請求項 6】

請求項 2 から 4 のいずれか 1 項に記載の伝送回路において、
前記複数のインダクタ回路の少なくとも 1 つは、キャパシタ素子を含む、伝送回路。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の伝送回路において、
前記第 1 制御回路は、前記複数の第 1 スイッチ素子の開閉を選択的に変更して、インピーダンスを複素平面において等間隔に回転するように制御可能に構成されている、伝送回路。

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれか 1 項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。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の伝送回路において、
前記複数のキャパシタ回路は、各々のインピーダンスが異なる、伝送回路。

【請求項 10】

請求項 8 又は 9 に記載の伝送回路において、
前記複数のキャパシタ回路の少なくとも 1 つは、複数のキャパシタ素子を含む、伝送回路。

【請求項 11】

請求項 8 から 10 のいずれか 1 項に記載の伝送回路において、
前記複数のキャパシタ回路の少なくとも 1 つは、抵抗素子を含む、伝送回路。

【請求項 12】

請求項 8 から 10 のいずれか 1 項に記載の伝送回路において、
前記複数のキャパシタ回路の少なくとも 1 つは、インダクタ素子を含む、伝送回路。

【請求項 13】

請求項 1 から 12 のいずれか 1 項に記載の伝送回路において、
前記第 1 制御回路は、
前記複数の第 1 スイッチ素子のいずれか 1 つを閉じるように制御することでインピーダンスを変化させ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、伝送回路。

【請求項 14】

請求項 1 から 12 のいずれか 1 項に記載の伝送回路において、
前記第 1 制御回路は、
前記複数の第 1 スイッチ素子のいずれか 1 つを閉じる、または、
前記複数の第 1 スイッチ素子の全てを開く、ように制御することでインピーダンスを変化させ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、伝送回路。

【請求項 15】

請求項 1 から 12 のいずれか 1 項に記載の伝送回路において、
前記第 1 制御回路は、
前記複数の第 1 スイッチ素子のいずれか 1 つを閉じる、
前記複数の第 1 スイッチ素子の複数の素子を閉じる、または、
前記複数の第 1 スイッチ素子の全てを開く、ように制御することでインピーダンス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、伝送回路。

10

20

30

40

50

【請求項 16】

請求項 1 から 12 のいずれか 1 項に記載の伝送回路において、
前記第 1 制御回路は、
前記複数の第 1 スイッチ素子の複数の閉じる、または、
前記複数の第 1 スイッチ素子の全てを開く、ように制御することでインピーダンス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、伝送回路。

【請求項 17】

請求項 1 から 16 のいずれか 1 項に記載の伝送回路において、
前記伝送回路は、
伝送時に位相が回転する複数の移相回路と、
複数の移相回路の各々にいずれか 1 つが接続される複数の第 2 スイッチ素子と、
前記複数の第 2 スイッチ素子の開閉を制御するように構成される第 2 制御回路と、を含み、

10

前記第 2 制御回路は、前記複数の第 2 スイッチ素子の開閉を変更して、インピーダンス変化させて、前記アンテナと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、伝送回路。

【請求項 18】

請求項 17 に記載の伝送回路において、
前記第 2 制御回路は、前記複数の第 2 スイッチ素子のいずれか 1 つを閉じることでインピーダンス変化させて、前記アンテナと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、伝送回路。

20

【請求項 19】

請求項 17 または 18 に記載の伝送回路において、
前記第 2 制御回路は、前記第 1 制御回路と一体化されている、伝送回路。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本開示は、伝送回路に関する。

【背景技術】**【0002】**

30

無線通信装置のデータ通信方法として、バックスキャッタ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】**【特許文献】****【0003】**

【文献】特開 2005 - 323223 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】**

40

【0004】

バックスキャッタ方式のデータ通信を行う R F I D (Radio Frequency Identification) システムでは無線通信装置の小型化が求められている。しかしながら、特許文献 1 は、シングルサイドバンドを実現するために、分波 / 合成器を用いているので、小型化には不利な構成である。

【0005】

本開示は、バックスキャッタ方式の無線通信装置を小型化することのできる伝送回路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】**

50

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第１スイッチと、前記複数の第１スイッチの開閉を制御するように構成される第１制御回路と、を含み、前記第１制御回路は、前記複数の第１スイッチ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回転するように制御可能に構成されている。

【発明の効果】

【０００７】

本開示によれば、バックスキッタ方式の無線通信装置を小型化することができる。

【図面の簡単な説明】

10

【０００８】

【図１】図１は、第１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、第１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３Ａ】図３Ａは、バックスキッタ信号の変化を説明するための図である。

【図３Ｂ】図３Ｂは、バックスキッタ信号の変化を説明するための図である。

【図３Ｃ】図３Ｃは、バックスキッタ信号の変化を説明するための図である。

【図４】図４は、第１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、第１実施形態に係るシングルサイドバンドを実現したバックスキッタ信号のスペクトル波形の一例を示す図である。

20

【図６】図６は、第２実施形態に係る伝送回路の構成の一例を説明するための図である。

【図７】図７は、第２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８】図８は、第２実施形態に係るシングルサイドバンドを実現したバックスキッタ信号のスペクトラム波形の一例を示す図である。

【図９】図９は、第２実施形態の変形例の構成を説明するための図である。

【図１０】図１０は、変調信号のスペクトル波形の一例を示す図である。

【図１１】図１１は、第３実施形態に係るＱＰＳＫ変調を説明するための図である。

【図１２】図１２は、第３実施形態に係る変調信号のスペクトル波形の一例を示す図である。

30

【図１３】図１３は、第３実施形態に係る変調信号のスペクトル波形の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【０００９】

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。

【００１０】

[第１実施形態]

40

図１を用いて、第１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。

【００１１】

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、ＲＦＢＳ（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するように構成される通信装置である。

【００１２】

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。

50

B P F 1 1 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。

【 0 0 1 3 】

R F B S デバイス 2 0 は、高周波スイッチ 2 1 と、アンプ 2 2 と、復調部 2 3 と、発振部 2 4 と、L P F (Low Pass Filter) 2 5 と、L P F 2 6 と、制御回路 2 7 と、伝送回路 2 8 と、を含む。R F B S デバイス 2 0 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。

【 0 0 1 4 】

高周波スイッチ 2 1 は、アンテナ 1 0 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 2 1 は、アンテナ 1 0 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 1 0 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 2 1 は、アンテナ 1 0 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 2 4 と、L P F 2 5 と、L P F 2 6 と、制御回路 2 7 と、伝送回路 2 8 と、を含む。受信回路系は、アンプ 2 2 と、復調部 2 3 と、を含む。

10

【 0 0 1 5 】

アンプ 2 2 は、アンテナ 1 0 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 2 2 は、増幅した信号を復調部 2 3 に出力するように構成される。復調部 2 3 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 2 3 は、アンプ 2 2 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 2 3 は、アンプ 2 2 から受けた信号 (A S K (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。

20

【 0 0 1 6 】

制御装置 3 0 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 R A M (Random Access Memory) 等を作業領域として実行されることにより実現される。制御装置 3 0 は、コントローラ (Controller) でありうる。制御装置 3 0 は、例えば、A S I C (Application Specific Integrated Circuit)、又は F P G A (Field Programmable Gate Array) 等の集積回路により実現されてよい。制御装置 3 0 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。

【 0 0 1 7 】

30

制御装置 3 0 は、シリアルデータ S 1 を、L P F 2 5 を介して、制御回路 2 7 に出力す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 8 】

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。

40

【 0 0 1 9 】

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 2 0 】

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。

50

【 0 0 2 1 】

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、ボックスキャッチ信号とも呼ぶ）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。

10

【 0 0 2 2 】

図 2 のポーラーチャート（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ー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 3 】

図 2 は、インピーダンスの変化による反射係数 Γ の変化をポー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、 ω 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。

20

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

【 0 0 2 4 】

また、反射係数 Γ は、次式で表せる。

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

ここで、 Z_0 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 5 】

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 Γ が基準点の周囲を回るよう制御する。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。

30

【 0 0 2 6 】

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° 、 45° 、 90° 、 135° 、 180° 、 -135° 、 -90° 、 -45° の 45° 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 Γ が離散的に回転する。

40

【 0 0 2 7 】

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 Γ 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、R F (Radio Frequency) に対する反射信号は、U S B (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、L S B (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、R F 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、ボックスキャッチ信号の変化についていくつかの例を説明する。

50

【 0 0 2 8 】

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 Γ をポーラチャート (図 2) の実軸上で変化させた場合のバックスキ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 Γ は、 0° と、 180° 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 Γ を制御する場合、図 3 A に示すように、例えば、 0° から 180° 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。

10

【 0 0 2 9 】

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 Γ の軌跡が円を描くように制御した場合のバックスキ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° から 45° 、 90° 、 135° 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° から -135° 、 -90° 、 -45° 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 化されたバックスキッタ信号を得ることができる。

20

【 0 0 3 0 】

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 Γ の軌跡が円を描くように制御した場合のバックスキ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° から -45° 、 -90° 、 -135° と右回りに回転する。制御回路 2 7 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° 、 135° 、 90° 、 45° と右回りに回転する。図 3 C に示すように、制御回路 2 7 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 5 2 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、インピーダンスの右回りの回転制御によって、LSB 信号 5 3 に SSB 化されたバックスキッタ信号を得ることができる。

30

40

【 0 0 3 1 】

伝送回路 2 8 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 2 8 は、送信されてきた電波をバックスキッタ信号として反射するバックスキッタ通信を行うように構成される回路である。伝送回路 2 8 は、アンテナ 1 0 に接続されるように構成されている。伝送回路 2 8 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 2 7 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 2 7 は、複数のスイッチ素子を制御することで、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。

50

【 0 0 3 2 】

[伝送回路の構成]

図 4 を用いて、第 1 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、第 1 実施形態に係る伝送回路の構成の一例を示す図である。

【 0 0 3 3 】

図 4 に示すように、伝送回路 2 8 は、インダクタ回路 1 1 0₁ と、インダクタ回路 1 1 0₂ と、インダクタ回路 1 1 0₃ と、キャパシタ回路 1 2 0₁ と、キャパシタ回路 1 2 0₂ と、キャパシタ回路 1 2 0₃ と、抵抗回路 1 3 0 と、を含む。インダクタ回路 1 1 0₁ ~ インダクタ回路 1 1 0₃、キャパシタ回路 1 2 0₁ ~ キャパシタ回路 1 2 0₃、および抵抗回路 1 3 0 は、それぞれ、インピーダンス回路の一種である。インダクタ回路 1 1 0₁ ~ インダクタ回路 1 1 0₃ を特に区別する必要のない場合には、インダクタ回路 1 1 0 と総称することもある。キャパシタ回路 1 2 0₁ ~ キャパシタ回路 1 2 0₃ を特に区別する必要のない場合には、キャパシタ回路 1 2 0 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。

【 0 0 3 4 】

インダクタ回路 1 1 0₁ ~ インダクタ回路 1 1 0₃、キャパシタ回路 1 2 0₁ ~ キャパシタ回路 1 2 0₃、および抵抗回路 1 3 0 のそれぞれは、信号線 1 0 1 によって電氣的に接続されている。信号線 1 0 1 は、入出力端子 1 0 2 と電氣的に接続されている。入出力端子 1 0 2 は、アンテナ 1 0 側の周辺回路等と電氣的に接続される。

【 0 0 3 5 】

インダクタ回路 1 1 0₁ は、信号源 1 4 0₁ と、スイッチ素子 1 5 0₁ と、インダクタ L 1 と、を含む。信号源 1 4 0₁ 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 0₁ は、スイッチ素子 1 5 0₁ に制御信号を出力して、スイッチ素子 1 5 0₁ 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 0₁ は、一方の入力端子に信号源 1 4 0₁ 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 1 5 0₁ は、信号源 1 4 0₁ 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 3 6 】

スイッチ素子 1 5 0₁ の一端には、信号線 1 0 1 が電氣的に接続され、他端にはインダクタ L 1 の一端が電氣的に接続されている。インダクタ L 1 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 0₁ は、閉状態とすることで信号線 1 0 1 と、インダクタ L 1 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 0₁ は、開状態とすることで、信号線 1 0 1 と、インダクタ L 1 とを電氣的に離すように構成される。信号線 1 0 1 と、インダクタ L 1 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、インダクタ L 1 のインダクタンスが付加される。すなわち、伝送回路 2 8 のインピーダンスは、インダクタ L 1 のインダクタンスが付加されることで、リアクタンス成分が変化する。インダクタ L 1 のインダクタンスは、例えば、3 . 3 [n H (nano Henry)] である。

【 0 0 3 7 】

インダクタ回路 1 1 0₂ は、信号源 1 4 0₂ と、スイッチ素子 1 5 0₂ と、インダクタ L 2 と、を含む。信号源 1 4 0₂ 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 0₂ は、スイッチ素子 1 5 0₂ に制御信号を出力して、スイッチ素子 1 5 0₂ 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 0₂ は、一方の入力端子に信号源 1 4 0₂ 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 1 5 0₂ は、信号源 1 4 0₂ 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 3 8 】

スイッチ素子 1 5 0₂ の一端には、信号線 1 0 1 が電氣的に接続され、他端にはインダ

10

20

30

40

50

クタL2の一端が電氣的に接続されている。インダクタL2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150₂は、閉状態とすることで信号線101と、インダクタL2とを電氣的に接続するように構成される。スイッチ素子150₂は、開状態とすることで信号線101と、インダクタL2とを電氣的に離すように構成される。信号線101と、インダクタL2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、インダクタL2のインダクタンスが付加される。すなわち、伝送回路28のインピーダンスは、インダクタL2のインダクタンスが付加されることで、リアクタンス成分が変化する。インダクタL2のインダクタンスは、例えば、7.96[nH]である。

【0039】

インダクタ回路110₃は、信号源140₃と、スイッチ素子150₃と、インダクタL3と、を含む。信号源140₃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140₃は、スイッチ素子150₃に制御信号を出力して、スイッチ素子150₃の開閉動作を制御するように構成される。スイッチ素子150₃は、一方の入力端子に信号源140₃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150₃は、信号源140₃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。なお、インダクタ回路110₁～インダクタ回路110₃のうち、1つ又は複数のスイッチ回路は、複数のキャパシタ素子および複数の抵抗素子から1又は複数の電気素子を含んでよい。

【0040】

スイッチ素子150₃の一端には、信号線101が電氣的に接続され、他端にはインダクタL3の一端が電氣的に接続されている。インダクタL3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150₃は、閉状態とすることで信号線101と、インダクタL3とを電氣的に接続するように構成される。スイッチ素子150₃は、開状態とすることで信号線101と、インダクタL3とを電氣的に離すように構成される。信号線101と、インダクタL3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、インダクタL3のインダクタンスが付加される。すなわち、伝送回路28のインピーダンスは、インダクタL3のインダクタンスが付加されることで、リアクタンス成分が変化する。インダクタL3のインダクタンスは、例えば、19.21[nH]である。

【0041】

キャパシタ回路120₁は、信号源140₄と、スイッチ素子150₄と、キャパシタC1と、を含む。信号源140₄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140₄は、スイッチ素子150₄に制御信号を出力して、スイッチ素子150₄の開閉動作を制御するように構成される。スイッチ素子150₄は、一方の入力端子に信号源140₄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150₄は、信号源140₄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。

【0042】

スイッチ素子150₄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150₄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150₄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のキャパシタンスが付加される。すなわち、伝送回路28のインピーダンスは、キャパシタC1のキャパシタンスが付加されることでリアクタンス成分が変化する。キャパシタC1のキャパシタンスは、例えば、1.32[pF(pico Farad)]である。

【0043】

10

20

30

40

50

キャパシタ回路 120₂は、信号源 140₅と、スイッチ素子 150₅と、キャパシタ C₂と、を含む。信号源 140₅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 140₅は、スイッチ素子 150₅に制御信号を出力して、スイッチ素子 150₅の開閉動作を制御するように構成される。スイッチ素子 150₅は、一方の入力端子に信号源 140₅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 150₅は、信号源 140₅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。

【0044】

スイッチ素子 150₅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 150₅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 150₅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のキャパシタンスが付加される。すなわち、伝送回路 28のインピーダンスは、キャパシタ C₂のキャパシタンスが付加されることでリアクタンス成分が変化する。キャパシタ C₂のキャパシタンスは、例えば、3.18 [pF]である。

【0045】

キャパシタ回路 120₃は、信号源 140₆と、スイッチ素子 150₆と、キャパシタ C₃と、を含む。信号源 140₆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 140₆は、スイッチ素子 150₆に制御信号を出力して、スイッチ素子 150₆の開閉動作を制御するように構成される。スイッチ素子 150₆は、一方の入力端子に信号源 140₆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 150₆は、信号源 140₆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。なお、キャパシタ回路 120₁～キャパシタ回路 120₃のうち、1つ又は複数のキャパシタ回路は、複数のインダクタ素子および複数の抵抗素子のうち1つ又は複数の電気素子を含んでよい。

【0046】

スイッチ素子 150₆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 150₆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 150₆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のキャパシタンスが付加される。すなわち、伝送回路 28のインピーダンスは、キャパシタ C₃のキャパシタンスが付加されることでリアクタンス成分が変化する。キャパシタ C₃のキャパシタンスは、例えば、7.68 [pF]である。

【0047】

抵抗回路 130は、信号源 140₇と、スイッチ素子 150₇と、抵抗素子 R₁と、を含む。信号源 140₇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 140₇は、スイッチ素子 150₇に制御信号を出力して、スイッチ素子 150₇の開閉動作を制御するように構成される。スイッチ素子 150₇は、一方の入力端子に信号源 140₇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 150₇は、信号源 140₇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。

【0048】

スイッチ素子 150₇の一端には、信号線 101が電氣的に接続され、他端には抵抗素

10

20

30

40

50

子 R 1 の一端が電氣的に接続されている。抵抗素子 R 1 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 7 は、閉状態とすることで信号線 1 0 1 と、抵抗素子 R 1 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 7 は、開状態とすることで信号線 1 0 1 と、抵抗素子 R 1 とを電氣的に離すように構成される。信号線 1 0 1 と、抵抗素子 R 1 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、抵抗素子 R 1 の抵抗値が付加される。すなわち、伝送回路 2 8 のインピーダンスは、抵抗素子 R 1 の抵抗値が付加されることで実部成分が変化する。抵抗素子 R 1 の抵抗値は、例えば、1 [m Ω (milli-Ohm)] である。

【 0 0 4 9 】

制御回路 2 7 は、スイッチ素子 1 5 0 1 ~ スwitch素子 1 5 0 7 のそれぞれの開閉状態を選択的に制御することで、伝送回路 2 8 のインピーダンスを選択的に変化させ反射係数をポーラチャート上において回転するように制御するように構成される。制御回路 2 7 は、スイッチ素子 1 5 0 1 ~ スwitch素子 1 5 0 7 のいずれか 1 つのスイッチ素子を閉状態とするか、全てのスイッチ素子を閉状態とすることで、伝送回路 2 8 のインピーダンスを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。または、制御回路 2 7 は、スイッチ素子 1 5 0 1 ~ スwitch素子 1 5 0 7 のうちの、複数のスイッチ素子を閉状態とすることで、伝送回路 2 8 のインピーダンスの選択により反射係数が回転するように制御してもよい。

【 0 0 5 0 】

具体的には、スイッチ素子 1 5 0 1 ~ スwitch素子 1 5 0 7 の全てのスイッチ素子が開状態のときに、伝送回路 2 8 は、反射係数が複素平面において 0 ° に位置するように構成される。スイッチ素子 1 5 0 3 のみが閉状態のときに、伝送回路 2 8 は、インピーダンスが複素平面において 4 5 ° に位置するように構成される。スイッチ素子 1 5 0 2 のみが閉状態のときに、伝送回路 2 8 は、インピーダンスが複素平面において 9 0 ° に位置するように構成される。スイッチ素子 1 5 0 1 のみが閉状態のときに、伝送回路 2 8 は、インピーダンスが複素平面において 1 3 5 ° に位置するように構成される。スイッチ素子 1 5 0 4 のみが閉状態のときに、伝送回路 2 8 は、インピーダンスが複素平面において - 4 5 ° に位置するように構成される。スイッチ素子 1 5 0 5 のみが閉状態のときに、伝送回路 2 8 は、インピーダンスが複素平面において - 9 0 ° に位置するように構成される。スイッチ素子 1 5 0 6 のみが閉状態のときに、伝送回路 2 8 は、インピーダンスが複素平面において - 1 3 5 ° に位置するように構成される。スイッチ素子 1 5 0 7 のみが閉状態のときに、伝送回路 2 8 は、インピーダンスが複素平面において 1 8 0 ° に位置するように構成される。

【 0 0 5 1 】

制御回路 2 7 は、送信されてきた電波を反射する際に、スイッチ素子 1 5 0 1 ~ スwitch素子 1 5 0 7 のうち、予め定められたスイッチ素子の開閉状態を制御するように構成してよい。制御回路 2 7 は、センサ 4 0 からの出力に応じて、複素平面における回転位置にインピーダンスが位置するように、スイッチ素子 1 5 0 1 ~ スwitch素子 1 5 0 7 を制御するように構成してよい。制御回路 2 7 は、無線通信装置 1 の外部から送信された制御信号に基づいて、複素平面における回転位置にインピーダンスが位置するように、スイッチ素子 1 5 0 1 ~ スwitch素子 1 5 0 7 を制御するように構成してよい。

【 0 0 5 2 】

図 5 を用いて、伝送回路 2 8 に係るシングルサイドバンドを実現する方法について説明する。

【 0 0 5 3 】

図 5 には、反射係数を左回転させた時のバックスキッタ信号の周波数スペクトラムを解析した結果例を示す。無線通信装置 1 が送信するバックスキッタ信号 (反射信号) のスペクトル波形となる。横軸は周波数、縦軸は信号強度を示している。図 5 には、キャリア信号 6 1 と、U S B 信号 6 2 と、L S B 信号 6 3 とが示されている。キャリア信号 6 1 の周波数は、例えば、1 . 0 [G H z (Giga Hertz)] である。U S B 信号 6 2 の周波

10

20

30

40

50

数は、例えば、 1.001 [GHz] である。LSB信号63の周波数は、例えば、 0.999 [GHz] である。図5に示すキャリア信号61のスペクトル強度は、約 $-48 \text{ [dB (Decibel)]}$ である。USB信号62のスペクトル強度は、約 0 [dB] である。LSB信号63のスペクトル強度は、約 -60 [dB] である。USB信号62と、LSB信号63とのスペクトル強度の差は、 -60 [dB] である。すなわち、図5に示すスペクトル波形においては、LSB信号63はUSB信号62と比べて抑圧されているので、USB信号62のシングルサイドバンドが実現されているといえる。

【0054】

上述のとおり、伝送回路28は、伝送回路28のインピーダンスを選択的に変え反射係数を回転するように制御することで、シングルサイドバンドを実現することができる。すなわち、伝送回路28は、キャリア信号に対するLSB信号及びUSB信号のいずれか一方を抑圧するように伝送回路28のインピーダンスを制御することで、両サイドバンドを独立に利用でき、周波数帯域の利用効率を2倍に向上させることができる。

【0055】

伝送回路28は、分波器などの構成を用いずに、ボックスキャッタ信号のシングルサイドバンドを実現させることができる。このため、伝送回路28は、分波器などの構成は不要なので、ボックスキャッタ方式の無線通信装置を小型化することができる。

【0056】

なお、伝送回路28では、複素平面において 0° 、 45° 、 90° 、 135° 、 180° 、 -135° 、 -90° 、 -45° の 45° 刻みの8点でインピーダンスを制御するものとして説明した。これらの角度は例示であり、本開示を限定するものではない。インピーダンスを回転制御するポイントの数に特に制限はなく、3個でも、4個でも、6個でも10個以上でもよい。インピーダンスを回転制御するポイントの数は、4個以上であることが好ましい。インピーダンスを回転制御するポイントの数は4の倍数であることが好ましい。インピーダンスを回転制御するポイントは、各ポイントの角度間隔が同じであってもよいし、異なってもよい。第1実施形態では、インピーダンスを回転制御するためのポイントの角度間隔は、厳密に一致するものだけでなく、所定の角度（例えば、 10° 以内）ずれている場合も含む。第1実施形態では、インピーダンスを回転制御するための基準となるポイントの角度は、設計に応じて任意の角度で済ませようとしてもよい。例えば、基準となるポイントのインピーダンスを 0° に制御することが困難である場合には、 20° 程度ずらすようによい。

【0057】

[第2実施形態]

次に、本開示の第2実施形態に係る伝送回路について説明する。上述したように、第1実施形態に係る伝送回路28は、インピーダンス回路として、インダクタ回路110と、キャパシタ回路120と、抵抗回路130とを含む。しかしながら、本開示の伝送回路の構成は、これに限定されない。例えば、伝送回路は、インダクタ回路110、抵抗回路130を含まずに、キャパシタ回路120から構成されてもよい。この場合、伝送回路と、伝送回路に接続された信号の位相を 90° シフトさせる移相器とスイッチ素子とを用いてシングルサイドバンドを実現することができる。

【0058】

図6を用いて、第2実施形態に係る伝送回路の構成について説明する。図6は、第2実施形態に係る伝送回路の構成の一例を説明するための図である。

【0059】

図6に示すように、伝送回路28Aは、キャパシタ回路120₁～キャパシタ回路120₃を含む。キャパシタ回路120₁～キャパシタ回路120₃は、それぞれ、信号源140₁～信号源140₃と、スイッチ素子150A₁～スイッチ素子150A₃とを含む。スイッチ素子150A₁～スイッチ素子150A₃を特に区別する必要のない場合には、スイッチ素子150Aと総称することもある。スイッチ素子150Aは、第1実施形態で説明したスイッチ素子150と同様なので説明を省略する。

【 0 0 6 0 】

キャパシタ回路 1 2 0₁ ~ キャパシタ回路 1 2 0₃ は、それぞれ、信号線 1 0 3 によって電氣的に接続されている。信号線 1 0 3 は、入出力端子 1 0 4 と電氣的に接続されている。キャパシタ回路 1 2 0₁ ~ キャパシタ回路 1 2 0₃ は、反射係数を複素平面（ポーラチャート）において - 1 3 5 ° ~ - 9 0 ° 及び - 9 0 ° ~ 0 ° を右回り又は左回りに回転制御する際に使用する回路である。

【 0 0 6 1 】

キャパシタ回路 1 2 0₁ ~ キャパシタ回路 1 2 0₃ は、第 1 実施形態で説明した、キャパシタ回路 1 2 0₁ ~ キャパシタ回路 1 2 0₃ と同様である。具体的には、キャパシタ C 1 のキャパシタンスは、1 . 3 2 [p F] である。キャパシタ C 2 のキャパシタンスは、3 . 1 8 [p F] である。キャパシタ C 3 のキャパシタンスは、7 . 6 8 [p F] である。

10

【 0 0 6 2 】

制御回路 2 7 は、スイッチ素子 1 5 0 A₁ ~ スwitch素子 1 5 0 A₃ のそれぞれの開閉状態を制御することで、伝送回路 2 8 A のインピーダンスを複素平面において回転するように制御可能である。制御回路 2 7 は、スイッチ素子 1 5 0 A₁ ~ スwitch素子 1 5 0 A₃ のいずれか 1 つのスイッチ素子を閉状態とするか、全てのスイッチ素子を開状態とすることで、伝送回路 2 8 A のインピーダンスを複素平面において回転するように制御可能である。制御回路 2 7 は、スイッチ素子 1 5 0 A₁ ~ スwitch素子 1 5 0 A₃ のうち、複数のスイッチ素子を閉状態として、伝送回路 2 8 A のインピーダンスを複素平面において回転するように制御可能としてよい。

20

【 0 0 6 3 】

スイッチ素子 1 5 0 A₁ ~ スwitch素子 1 5 0 A₃ の全てのスイッチ素子が開状態のときに、伝送回路 2 8 A は、インピーダンスが複素平面において 0 ° に位置する。スイッチ素子 1 5 0 A₁ のみが閉状態のときに、伝送回路 2 8 A は、インピーダンスが - 4 5 ° に位置する。スイッチ素子 1 5 0 A₂ のみが閉状態のときに、伝送回路 2 8 A は、インピーダンスが - 9 0 ° に位置する。スイッチ素子 1 5 0 A₃ のみが閉状態のときに、伝送回路 2 8 A は、インピーダンスが - 1 3 5 ° に位置する。すなわち、制御回路 2 7 は、スイッチ素子 1 5 0 A₁ ~ スwitch素子 1 5 0 A₃ を制御することで、複素平面上におけるインピーダンスの位置を 4 点間で制御し得る。キャパシタ回路 1 2 0₁ ~ キャパシタ回路 1 2 0₃ は、インピーダンスを - 1 3 5 ° ~ - 9 0 ° 及び - 9 0 ° ~ 0 ° の間で回転制御するように構成されう。制御回路 2 7 は、スイッチ素子 1 5 0 A₁ , 1 5 0 A₂ , 1 5 0 A₃ を順々に 1 つのみを閉状態とすることで、伝送回路 2 8 A のインピーダンスを右回りに回転制御するように構成される。制御回路 2 7 は、スイッチ素子 1 5 0 A₃ , 1 5 0 A₂ , 1 5 0 A₁ を順々に 1 つのみを閉状態とすることで、伝送回路 2 8 A のインピーダンスを左回りに回転制御するように構成される。

30

【 0 0 6 4 】

図 7 を用いて、第 2 実施形態に係る伝送回路を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 7 は、第 2 実施形態（図 6）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 6 5 】

図 7 に示すように、図 6 に示した、伝送回路 2 8 A（キャパシタ回路 1 2 0₁ ~ キャパシタ回路 1 2 0₃）をキャパシタ IC 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 IC 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。

40

【 0 0 6 6 】

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 9 0 ° シフトさせて出力する移相器である。

【 0 0 6 7 】

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 ° ~ - 9 0 ° 及び - 9 0 ° ~

50

- 135°の間で回転制御する場合には、キャパシタIC160と、信号線180とを接続するように、切り替えスイッチ素子190を制御する。

【0068】

切り替えスイッチ制御回路200は、インピーダンスを45°~90°、及び90°~180°の間で回転制御する場合には、キャパシタIC160と、移相器170を接続するように、切り替えスイッチ素子190を制御する。キャパシタIC160と、移相器170とを接続することで、複素平面上におけるインピーダンスの位置を8点間で制御し得る。このように、集積回路化することにより、小型化に有利な構成とすることができる。

【0069】

図8を用いて、第2実施形態に係るシングルサイドバンドを実現する方法について説明する。

10

【0070】

図8は、反射係数を左回転させた場合のバックスキッタ信号の周波数スペクトラムの解析結果を示す。無線通信装置1が送信するバックスキッタ信号のスペクトル波形が示されている。図8には、キャリア信号61Aと、USB信号62Aと、LSB信号63Aとが示されている。キャリア信号61Aの周波数は、例えば、1.0[GHz]である。USB信号62Aの周波数は、1.001[GHz]である。LSB信号63Aの周波数は、0.999[GHz]である。キャリア信号61Aのスペクトル強度は、約-50[dB]である。USB信号62のスペクトル強度は、約0[dB]である。LSB信号63のスペクトル強度は、約-50[dB]である。USB信号62と、LSB信号63とのスペクトル強度の差は、約-50[dB]である。すなわち、図8に示すスペクトル波形において、LSB信号63はUSB信号62と比べて抑圧されているので、USB信号62のシングルサイドバンドが実現されている。

20

【0071】

図7に示す第2実施形態では、抵抗器およびキャパシタンスに比べてサイズが大きいインダクタの使用を減らすことができる。図7に示す第2実施形態では、IC化することが容易となるので、小型化により有利な構成となる。

【0072】

[第2実施形態の変形例]

次に、本開示の第2実施形態の変形例の構成について説明する。第2実施形態では、位相をシフトさせるための移相器を1つのみ含んでいたが、本開示はこれに限定されない。本開示では、複数の移相器を含んでよい。

30

【0073】

図9を用いて、第2実施形態の変形例の構成について説明する。図9は、第2実施形態の変形例の構成を説明するための図である。

【0074】

図9には、キャパシタIC160と、移相器170Aと、移相器170Bと、移相器170Cと、切り替えスイッチ制御回路200と、が示されている。移相器170Aは、例えば、位相を45°シフトさせるように構成される移相器である。移相器170Bは、例えば、位相を90°シフトさせるように構成される移相器である。移相器170Cは、例えば、位相を135°シフトさせるように構成される移相器である。

40

【0075】

図9に示す例においては、キャパシタIC160は、例えば、伝送回路28Aのキャパシタ回路120₁のみをIC化している。切り替えスイッチ制御回路200は、インピーダンスを0°~90°の間で回転制御する場合には、キャパシタIC160と、移相器170Aとを接続するように、切り替えスイッチ素子190を制御するように構成される。切り替えスイッチ制御回路200は、インピーダンスを90°~180°の間で回転制御する場合には、キャパシタIC160と、移相器170Bとを接続するように、切り替えスイッチ素子190を制御するように構成される。切り替えスイッチ制御回路200は、インピーダンスを180°~270°の間で回転制御する場合には、キャパシタIC16

50

0 と、移相器 170C とを接続するように、切り替えスイッチ素子 190 を制御するように構成される。切り替えスイッチ制御回路 200 は、インピーダンスを $270^{\circ} \sim 360^{\circ}$ の間で回転制御する場合には、キャパシタ IC 160 と、信号線 180 とを接続するように、切り替えスイッチ素子 190 を制御するように構成される。第 2 実施形態の変形例では、複数の移相器を含む伝送回路を構成することができる。

【0076】

[第 3 実施形態]

次に、本開示に係る第 3 実施形態について説明する。第 3 実施形態では、受信した信号に対して変調処理を実行して、信号を出力する。第 3 実施形態は、無線通信装置 1 が、例えば、QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) 方式の変調を使って信号を変調する場合に、変調信号のシングルサイドバンドを実現する。

10

【0077】

図 10 を用いて、変調信号のスペクトル波形の一例について説明する。図 10 は、変調信号のスペクトル波形の一例を示す図である。

【0078】

図 10 には、QPSK 変調されたバックスキャッタ信号のスペクトル波形 W1 が示されている。図 10 において、横軸は周波数であり、縦軸は強度である。図 10 に示すように、QPSK 変調されたバックスキャッタ信号は、横軸に広がりを持つ波形となる。この場合、USB 信号 81 と、USB 信号 81 の隣接信号 82 との差は、約 15 dB となる。第 3 実施形態では、周波数の使用効率を高める QPSK の変調方式を提供する。

20

【0079】

図 11 を用いて、第 3 実施形態に係る QPSK 変調について説明する。図 11 は、第 3 実施形態に係る QPSK 変調を説明するための図である。

【0080】

図 11 は、第 3 実施形態に係る QPSK 信号の信号点配置図を示している。信号点配置図には、点 P1 ~ 点 P16 の 16 個の点が表示されている。点 P1 の位相は 0° である。点 P2 の位相は 22.5° である。点 P3 の位相は 45° である。点 P4 の位相は 67.5° である。点 P5 の位相は 90° である。点 P6 の位相は 112.5° である。点 P7 の位相は 135° である。点 P8 の位相は 157.5° である。点 P9 の位相は 180° である。点 P10 の位相は 202.5° である。点 P11 の位相は 225° である。点 P12 は 247.5° である。点 P13 の位相は 270° である。点 P14 の位相は 292.5° である。点 P15 の位相は 315° である。点 P16 の位相は 337.5° である。点 P1 ~ 点 P16 のそれぞれの位相は、例えば、第 2 実施形態で説明したキャパシタをスイッチで切り替える伝送回路 28A と移相器と切り替えスイッチの組み合わせ (図 7 参照) の応用で実現できる。

30

【0081】

QPSK 変調は、通常、位相が 90° ごとに变化した 4 つの信号が用いられる。図 11 に示す例でいえば、位相が 45° の点 P3 と、位相が 135° の点 P7 と、位相が 225° の点 P11 と、位相が 315° の点 P15 とが用いられる。例えば、QPSK 変調において、点 P3 から点 P7 に QPSK 信号が变化した場合には、位相が急激に変化することになる。

40

【0082】

第 3 実施形態では、図 11 に示す 16 個の位相を用いることで、無線通信装置 1 は、QPSK 変調において連続的に位相を変化させるように構成される。例えば、1 シンボル長が 10 回転する間に、QPSK 信号の位相が 0° 、 $\pm 90^{\circ}$ または 180° 変化するように制御する。例えば、図 11 に示す点 P3 から点 P7 まで変化させる場合、1 シンボル長が 10 回転する間に、点 P4 と、点 P5 と、点 P6 と、点 P7 とを経由するように変化するので、位相が 4 回進めて変化する。例えば、点 P3 から点 P15 に変化させる場合、点 P2 と、点 P1 と、点 P16 と、点 P15 とを経由して変化するので、位相が 4 回遅らせて変化する。すなわち、16 点の位相を用いることで、無線通信装置 1 は、QPSK 変調

50

において、位相をゆっくりと変化させることができるように構成される。言い換えれば、無線通信装置 1 は、位相を準連続的に変化させることができるように構成される。

【 0 0 8 3 】

図 1 2 と、図 1 3 とを用いて、第 3 実施形態に係る変調信号のスペクトル波形の一例について説明する。図 1 2 と、図 1 3 とは、第 3 実施形態に係る変調信号のスペクトル波形の一例を示す図である。

【 0 0 8 4 】

図 1 2 は、無線通信装置 1 が準連続的に位相を進めた場合のスペクトル波形 W 2 を示している。この場合、U S B 信号 8 3 と、U S B 信号 8 3 の隣接信号 8 4 との差は、約 3 0 d B となる。すなわち、無線通信装置 1 は、準連続的に位相を進めることで、周波数の利用効率を高めることができる。

10

【 0 0 8 5 】

図 1 3 は、無線通信装置 1 が準連続的に位相を遅らせた場合のスペクトル波形 W 3 を示している。この場合、U S B 信号 8 5 と、U S B 信号 8 5 の隣接信号 8 6 との差は、約 3 0 d B となる。すなわち、無線通信装置 1 は、準連続的に位相を遅らせることで、周波数の利用効率を高めることができる。

【 0 0 8 6 】

上述のとおり、第 3 実施形態では、無線通信装置 1 は、Q P S K 変調において、バックスキップ信号の U S B 信号に隣接する信号を抑圧することができる。これにより、無線通信装置 1 は、Q P S K 変調においても、周波数の利用効率を改善することができる。

20

【 0 0 8 7 】

また、本実施形態では、位相変調を用いて、反射係数を制御する方法について説明したが、本開示はこれに限定されない。本開示では、例えば、デジタル情報に応じて反射係数の回転速度を変化させることで、S S B 信号上に周波数変調をかけることでも、反射係数を制御し得る。

【 0 0 8 8 】

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。

30

【符号の説明】

【 0 0 8 9 】

- 1 無線通信装置
- 1 0 アンテナ
- 1 1 B P F
- 2 0 R F B S デバイス
- 2 1 高周波スイッチ
- 2 2 アンプ
- 2 3 復調部
- 2 4 発振部
- 2 5 , 2 6 L P F
- 2 7 制御回路 (第 1 制御回路)
- 2 8 伝送回路
- 3 0 制御装置
- 4 0 センサ
- 1 1 0 インダクタ回路
- 1 2 0 キャパシタ回路
- 1 3 0 抵抗回路
- 1 4 0 信号源

40

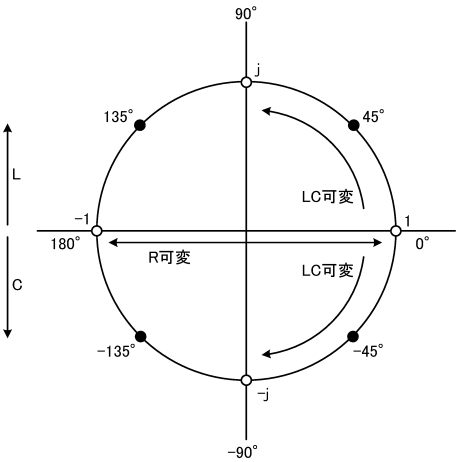
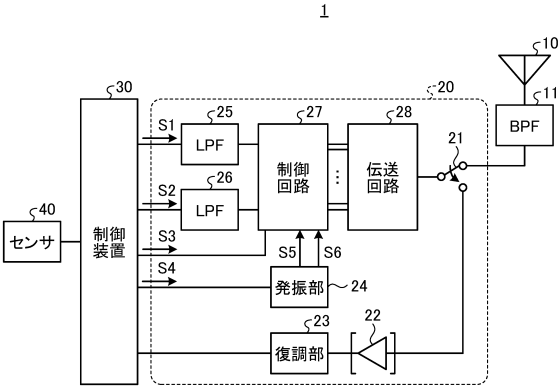
50

- 150, 150A スイッチ素子 (第1スイッチ素子)
- 160 キャパシタIC
- 170, 170A, 170B, 170C 移相器
- 190 切り替えスイッチ素子 (第2スイッチ素子)
- 200 切り替えスイッチ制御回路 (第2制御回路)

【図面】

【図1】

【図2】



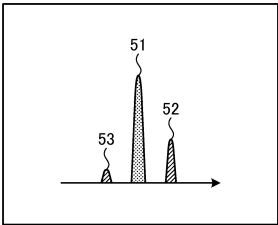
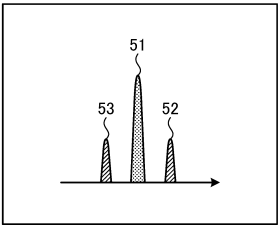
10

20

30

【図3A】

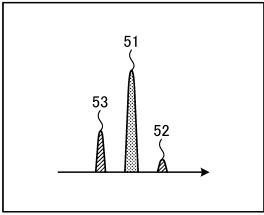
【図3B】



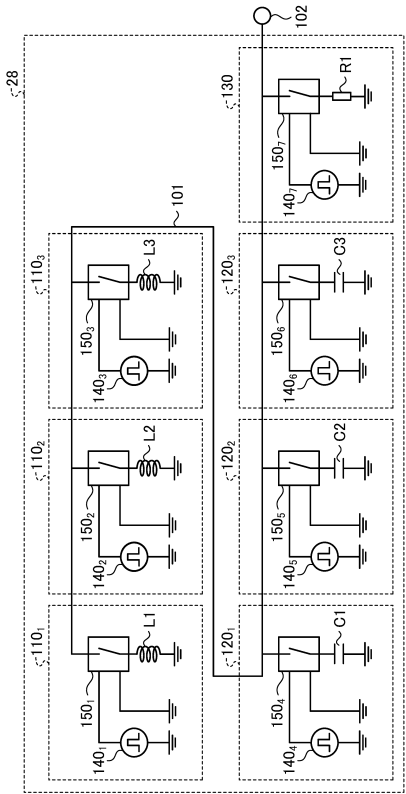
40

50

【図 3 C】



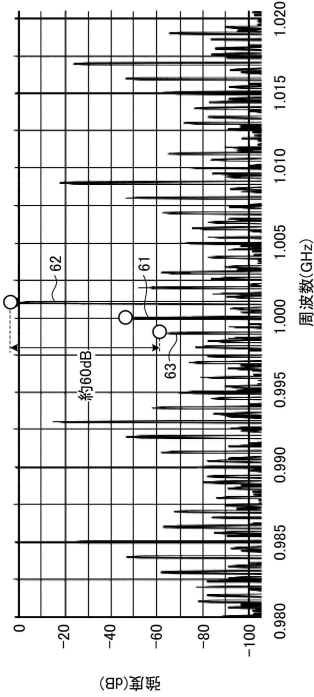
【図 4】



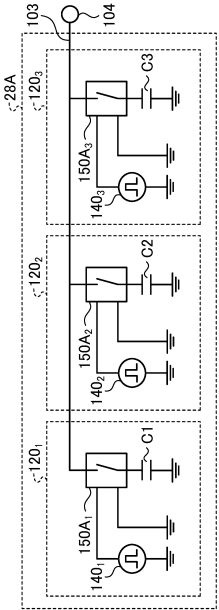
10

20

【図 5】



【図 6】

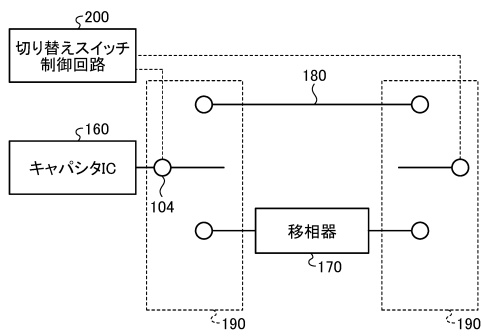


30

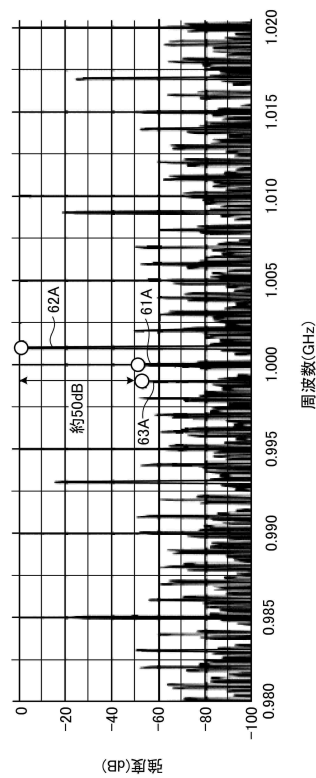
40

50

【図 7】



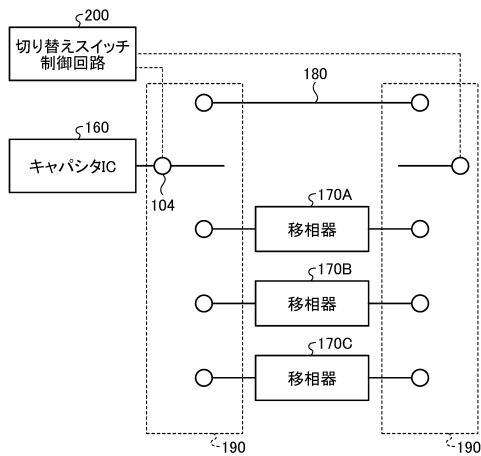
【図 8】



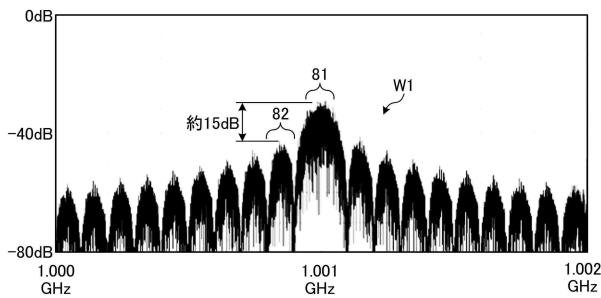
10

20

【図 9】



【図 10】

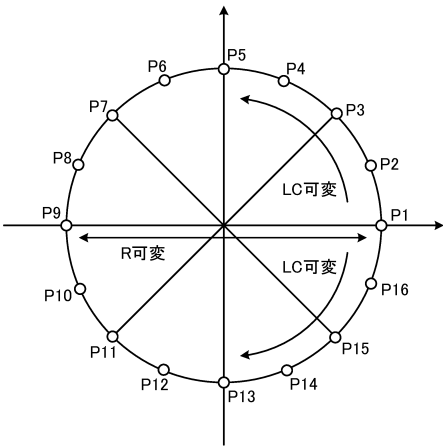


30

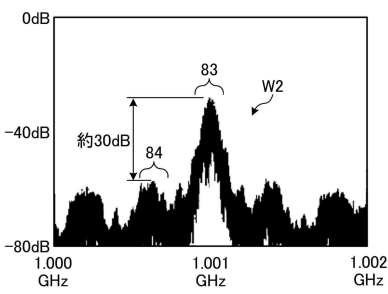
40

50

【図 1 1】

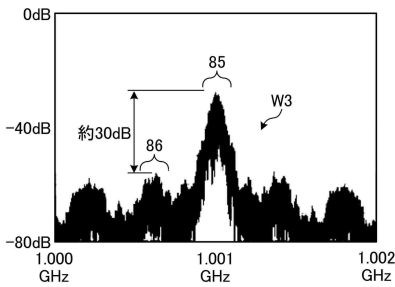


【図 1 2】



10

【図 1 3】



20

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