

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7179227号
(P7179227)

(45)発行日 令和4年11月28日(2022.11.28)

(24)登録日 令和4年11月17日(2022.11.17)

(51)国際特許分類 F I
H 0 4 B 1/10 (2006.01) H 0 4 B 1/10 L

請求項の数 15 (全37頁)

(21)出願番号	特願2022-519429(P2022-519429)	(73)特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(86)(22)出願日	令和2年5月13日(2020.5.13)	(74)代理人	110003166弁理士法人山王内外特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/019106	(72)発明者	菅原 烈 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
(87)国際公開番号	WO2021/229715	(72)発明者	高橋 潤 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
(87)国際公開日	令和3年11月18日(2021.11.18)	(72)発明者	松田 有史 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
審査請求日	令和4年3月28日(2022.3.28)	審査官	後澤 瑞征
早期審査対象出願			

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ノイズ除去装置、アンテナ装置、及びノイズ除去方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

受信信号を検波する検波部と、
前記検波部の複素検波出力に対して離散フーリエ変換を行うことにより受信信号スペクトルを生成する離散フーリエ変換部と、
前記受信信号スペクトルに重畳したノイズに基づいてノイズ除去を行うことによりノイズ除去後スペクトルを生成するノイズ除去部と、を備え、
前記受信信号スペクトルに重畳したノイズは、ノイズの中心周波数に対して対称性を有する周波数スペクトルを示し、
前記ノイズ除去部は、前記受信信号スペクトルに重畳したノイズの対称性に基づいてノイズ除去を行うことにより前記ノイズ除去後スペクトルを生成することを特徴とする、ノイズ除去装置。

10

【請求項2】

前記検波部が検波する受信信号は、両側波帯の振幅変調信号であり、
前記検波部は、前記両側波帯の振幅変調信号と、前記両側波帯の振幅変調信号のキャリアと同期した信号と、を乗算することにより同相信号及び直交信号を生成し、
前記離散フーリエ変換部は、前記検波部が生成した同相信号に対して離散フーリエ変換を行うことにより同相信号スペクトルを生成し、前記検波部が生成した直交信号に対して離散フーリエ変換を行うことにより直交信号スペクトルを生成し、
前記直交信号スペクトルに対して虚数単位を乗算し、前記同相信号スペクトルに対して

20

、前記虚数単位を乗算した直交信号スペクトルを加算することにより上側波帯信号スペクトルを算出し、前記同相信号スペクトルに対して、前記虚数単位を乗算した直交信号スペクトルを減算することにより下側波帯信号スペクトルを算出するスペクトル算出部をさらに備え、

前記上側波帯信号スペクトル及び前記下側波帯信号スペクトルに重畳したノイズは、ノイズの中心周波数に対して対称性を有する周波数スペクトルを示し、

前記ノイズ除去部は、前記スペクトル算出部が算出した上側波帯信号スペクトル又は下側波帯信号スペクトルのうちの少なくとも一方の受信信号スペクトルに重畳したノイズの対称性に基づいてノイズ除去を行うことにより前記ノイズ除去後スペクトルを生成することを特徴とする、請求項 1 に記載のノイズ除去装置。

10

【請求項 3】

前記上側波帯信号スペクトル及び前記下側波帯信号スペクトルに重畳したノイズは、対称性を有する周波数スペクトルを示すインバータノイズであり、

前記ノイズ除去部は、

前記インバータノイズの発生源であるインバータのキャリア周波数の整数倍の周波数のうちから、前記両側波帯の振幅変調信号のキャリア周波数に最も近い第 1 の周波数と、前記両側波帯の振幅変調信号のキャリア周波数に 2 番目に近い第 2 の周波数と、を抽出し、

前記上側波帯信号スペクトル又は前記下側波帯信号スペクトルにおいて、前記インバータノイズのうち、前記第 1 の周波数に対応する周波数を基準とした、前記両側波帯の振幅変調信号のキャリア周波数に対応する原点側の帯域とは反対側の帯域に存在するノイズを、前記第 1 の周波数に対応する周波数を中心として当該原点側に反転させ、反転させたノイズを、前記上側波帯信号スペクトル又は前記下側波帯信号スペクトルのうちの、当該原点を基準とした、前記第 1 の周波数に対応する周波数側の帯域に存在するスペクトルから減算することにより、第 1 のスペクトルを生成し、

20

前記上側波帯信号スペクトル又は前記下側波帯信号スペクトルにおいて、前記インバータノイズのうち、前記第 2 の周波数に対応する周波数を基準とした、前記両側波帯の振幅変調信号のキャリア周波数に対応する原点側の帯域とは反対側の帯域に存在するノイズを、前記第 2 の周波数に対応する周波数を中心として当該原点側に反転させ、反転させたノイズを、前記上側波帯信号スペクトル又は前記下側波帯信号スペクトルのうちの、当該原点を基準とした、前記第 2 の周波数に対応する周波数側の帯域に存在するスペクトルから減算することにより、第 2 のスペクトルを生成し、

30

前記第 1 のスペクトル及び前記第 2 のスペクトルに基づいて前記ノイズ除去後スペクトルを生成することを特徴とする、請求項 2 に記載のノイズ除去装置。

【請求項 4】

前記ノイズ除去部は、生成した前記第 1 のスペクトル及び前記第 2 のスペクトルの各パワー値、並びに前記離散フーリエ変換部が生成した同相信号スペクトルのパワー値、のうちの少なくとも 2 つ以上のパワー値を周波数毎に比較し、周波数毎に最も低いパワー値を抽出することにより、前記ノイズ除去後スペクトルを生成することを特徴とする、請求項 3 に記載のノイズ除去装置。

【請求項 5】

前記スペクトル算出部が算出した上側波帯信号スペクトル及び下側波帯信号スペクトルを参照して前記インバータのキャリア周波数を検出するインバータキャリア周波数検出部をさらに備えていることを特徴とする、請求項 3 に記載のノイズ除去装置。

40

【請求項 6】

前記インバータから前記インバータのキャリア周波数に関する情報を取得するインバータキャリア周波数取得用通信部をさらに備えていることを特徴とする、請求項 3 に記載のノイズ除去装置。

【請求項 7】

前記インバータのキャリア周波数は、予め設定されていることを特徴とする、請求項 3 に記載のノイズ除去装置。

50

【請求項 8】

前記ノイズ除去部は、

前記離散フーリエ変換部が生成した同相信号スペクトルのパワー値と、前記スペクトル算出部が算出した上側波帯信号スペクトル又は下側波帯信号スペクトルの各パワー値のうち少なくとも1つ以上のパワー値と、を周波数毎に比較し、周波数毎に最も低いパワー値を抽出することにより、第3のスペクトルをさらに生成し、

生成した第1のスペクトルのパワー値、第2のスペクトルのパワー値又は第3のスペクトルのパワー値のうち少なくとも2つ以上のパワー値を周波数毎に比較し、周波数毎に最も低いパワー値を抽出することにより、前記ノイズ除去後スペクトルを生成することを特徴とする、請求項3に記載のノイズ除去装置。

10

【請求項 9】

前記検波部は、

前記両側波帯の振幅変調信号のキャリアと同期した信号を出力する数値制御発振器、及び

前記数値制御発振器が出力した信号と、前記両側波帯の振幅変調信号とを乗算することにより同期検波を行う乗算器を備えていることを特徴とする、請求項2に記載のノイズ除去装置。

【請求項 10】

前記ノイズ除去部が生成したノイズ除去後スペクトルに対して逆離散フーリエ変換を行うことにより時間領域の信号を生成する逆離散フーリエ変換部をさらに備えていることを特徴とする、請求項1又は請求項2に記載のノイズ除去装置。

20

【請求項 11】

請求項1又は請求項2に記載のノイズ除去装置と、

前記受信信号を取得する受信部と、を備えていることを特徴とする、アンテナ装置。

【請求項 12】

前記受信部は、

前記受信信号を取得するアンテナと、

前記アンテナのアンテナファクタが一定となるように、前記アンテナが取得した受信信号を補正するアンテナファクタ補正部と、を備えていることを特徴とする、請求項11に記載のアンテナ装置。

30

【請求項 13】

受信信号を検波する検波ステップと、

前記検波ステップの複素検波出力に対して離散フーリエ変換を行うことにより受信信号スペクトルを生成する離散フーリエ変換ステップと、

前記離散フーリエ変換ステップで算出した受信信号スペクトルに重畳したノイズに基づいてノイズ除去を行うことによりノイズ除去後スペクトルを生成するノイズ除去ステップと、を含み、

前記受信信号スペクトルに重畳したノイズは、ノイズの中心周波数に対して対称性を有する周波数スペクトルを示し、

前記ノイズ除去ステップでは、前記受信信号スペクトルに重畳したノイズの対称性に基づいてノイズ除去を行うことにより前記ノイズ除去後スペクトルを生成することを特徴とする、ノイズ除去方法。

40

【請求項 14】

両側波帯の振幅変調信号と、当該両側波帯の振幅変調信号のキャリアと同期した信号と、を乗算することにより同相信号及び直交信号を生成する検波部と、

前記検波部が生成した同相信号に対して離散フーリエ変換を行うことにより同相信号スペクトルを生成し、前記検波部が生成した直交信号に対して離散フーリエ変換を行うことにより直交信号スペクトルを生成する離散フーリエ変換部と、

前記直交信号スペクトルに対して虚数単位を乗算し、前記同相信号スペクトルに対して、前記虚数単位を乗算した直交信号スペクトルを加算することにより上側波帯信号スペク

50

トルを算出し、前記離散フーリエ変換部が生成した同相信号スペクトルに対して、前記虚数単位を乗算した直交信号スペクトルを減算することにより下側波帯信号スペクトルを算出するスペクトル算出部と、

前記スペクトル算出部が算出した上側波帯信号スペクトル又は下側波帯信号スペクトルのうちの少なくとも一方のスペクトルに重畳したノイズに基づいてノイズ除去を行うことによりノイズ除去後スペクトルを生成するノイズ除去部と、を備えていることを特徴とする、ノイズ除去装置。

【請求項 15】

前記ノイズ除去部は、前記離散フーリエ変換部が生成した同相信号スペクトルのパワー値と、前記スペクトル算出部が算出した上側波帯信号スペクトル又は下側波帯信号スペクトルの各パワー値のうち少なくとも1つ以上のパワー値と、を周波数毎に比較し、周波数毎に最も低いパワー値を抽出することにより、前記ノイズ除去後スペクトルを生成することを特徴とする、請求項 14 に記載のノイズ除去装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、ノイズ除去装置に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、両側波帯を用いた振幅変調信号（以下、両側波帯の振幅変調信号）を直交復調することにより同相成分及び直交成分が生成される。同相成分には、信号成分及びノイズ成分が含まれ、直交成分には、信号成分が含まれず、ノイズ成分のみが含まれる。これに着目して、直交成分のノイズ成分に基づいて、同相成分の信号成分に重畳するノイズ成分を検出し除去する技術が従来知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2017 - 59934 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記の技術では、両側波帯の振幅変調信号に重畳する2つのノイズが、当該両側波帯の振幅変調信号の周波数スペクトルにおいて、当該両側波帯の振幅変調信号のキャリア周波数を基準として対称である場合、上述の直交成分にノイズが出現しないことによりノイズを検出及び除去できない場合がある。より詳細には、例えば、ノイズがキャリア周波数を基準として対称である場合で且つ同振幅同符号である場合には直交成分にはノイズが存在しないにもかかわらず、復調結果である同相成分にノイズが出現するため除去処理の結果としてノイズが除去できない問題がある。なお、当該2つのノイズを、以下では対称性ノイズと呼称する。

【0005】

また、上述の技術では、両側波帯の振幅変調信号に対称性ノイズが重畳する場合、上述の同相成分にはノイズが存在しないにもかかわらず、上述の直交成分にノイズが出現することによりノイズ除去処理の結果として却ってノイズが上昇する場合がある。より詳細には、例えば、ノイズがキャリア周波数を基準として対称である場合で且つ同振幅逆符号である場合には復調結果である同相成分にはノイズが存在しないにもかかわらず、直交成分にノイズが出現するため除去処理の結果としてノイズが上昇する問題がある。

特許文献 1 の技術における上記の各問題に限らず、ノイズが重畳している受信信号に関して、ノイズ除去の精度低下を抑制する技術が求められている。

【0006】

本開示は、上記のような問題点を解決するためになされたものであり、ノイズ除去の精

10

20

30

40

50

度低下を抑制する技術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】

【0007】

本開示に係るノイズ除去装置は、受信信号を検波する検波部と、検波部の複素検波出力に対して離散フーリエ変換を行うことにより受信信号スペクトルを生成する離散フーリエ変換部と、離散フーリエ変換部が算出した受信信号スペクトルに重畳したノイズに基づいてノイズ除去を行うことによりノイズ除去後スペクトルを生成するノイズ除去部と、を備え、受信信号スペクトルに重畳したノイズは、ノイズの中心周波数に対して対称性を有する周波数スペクトルを示し、ノイズ除去部は、受信信号スペクトルに重畳したノイズの対称性に基づいてノイズ除去を行うことによりノイズ除去後スペクトルを生成する。

10

【発明の効果】

【0008】

本開示によれば、ノイズ除去の精度低下を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】実施の形態1に係るアンテナ装置の構成を示すブロック図である。

【図2】図2Aは、実施の形態1に係る同期検波部の乗算器が同期検波を行った両側波帯の振幅変調信号に対して離散フーリエ変換を行うことにより得られた周波数領域のスペクトルを示すグラフである。図2Bは、実施の形態1に係る離散フーリエ変換部のDFTが生成した同相信号スペクトルを示すグラフ、実施の形態1に係るスペクトル算出部の加算器が算出した下側波帯信号スペクトルを示すグラフ、及び実施の形態1に係るスペクトル算出部の加算器が算出した上側波帯信号スペクトルを示すグラフである。図2Cは、実施の形態1に係るノイズ除去部のスペクトル反転除去部が生成したノイズ除去後スペクトルを示すグラフである。

20

【図3】実施の形態1に係るアンテナ装置によるノイズ除去方法を示すフローチャートである。

【図4】実施の形態1に係るアンテナ装置の受信信号入力部による両側波帯の振幅変調信号の処理方法を示すフローチャートである。

【図5】実施の形態1に係る同期検波部による同期検波方法を示すフローチャートである。

【図6】実施の形態1に係るスペクトル生成部によるスペクトル生成方法を示すフローチャートである。

30

【図7】実施の形態1に係るノイズ除去部によるノイズ除去方法を示すフローチャートである。

【図8】図8Aは、アンテナ装置の機能を実現するハードウェア構成を示すブロック図である。図8Bは、アンテナ装置の機能を実現するソフトウェアを実行するハードウェア構成を示すブロック図である。

【図9】実施の形態2に係るアンテナ装置の構成を示すブロック図である。

【図10】図10Aは、実施の形態2に係る同期検波部の乗算器が同期検波を行った両側波帯の振幅変調信号に対して離散フーリエ変換を行うことにより得られた周波数領域のスペクトルを示すグラフである。図10Bは、実施の形態2に係る離散フーリエ変換部のDFTが生成した同相信号スペクトルを示すグラフ、実施の形態2に係るスペクトル算出部の加算器が算出した下側波帯信号スペクトルを示すグラフ、及び実施の形態2に係るスペクトル算出部の加算器が算出した上側波帯信号スペクトルを示すグラフである。図10Cは、実施の形態2に係るノイズ除去部のスペクトル振幅比較部が生成したノイズ除去後スペクトルを示すグラフである。

40

【図11】実施の形態2に係るアンテナ装置によるノイズ除去方法を示すフローチャートである。

【図12】実施の形態2に係るスペクトル振幅比較部によるノイズ除去方法を示すフローチャートである。

【図13】実施の形態3に係るアンテナ装置の構成を示すブロック図である。

50

【図14】図14Aは、実施の形態3に係る同期検波部の乗算器が同期検波を行った両側波帯の振幅変調信号に対して離散フーリエ変換を行うことにより得られた周波数領域のスペクトルを示すグラフである。図14Bは、実施の形態3に係る離散フーリエ変換部のDFTが生成した同相信号スペクトルを示すグラフ、実施の形態3に係るスペクトル算出部の加算器が算出した下側波帯信号スペクトルを示すグラフ、及び実施の形態3に係るスペクトル算出部の加算器が算出した上側波帯信号スペクトルを示すグラフである。図14Cは、実施の形態3に係るノイズ除去部のスペクトル振幅比較部が生成した第3のスペクトル、及び実施の形態3に係るノイズ除去部のスペクトル反転除去部が生成した第2のスペクトルを示すグラフである。図14Dは、実施の形態3に係るノイズ除去部の合成部が生成したノイズ除去後スペクトルを示すグラフである。

10

【図15】実施の形態3に係るアンテナ装置によるノイズ除去方法を示すフローチャートである。

【図16】実施の形態3に係る合成部によるノイズ除去方法を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本開示をより詳細に説明するため、本開示を実施するための形態について、添付の図面に従って説明する。

実施の形態1.

図1は、実施の形態1に係るアンテナ装置100の構成を示すブロック図である。図1が示すように、アンテナ装置100は、受信信号入力部10(受信部)、及びノイズ除去装置101を備えている。ノイズ除去装置101は、同期検波部20(検波部)、スペクトル生成部30、ノイズ除去部40、IDFT5(逆離散フーリエ変換部)、インバータキャリア周波数検出部6、及び、インバータキャリア周波数取得用通信部8を備えている。

20

【0011】

受信信号入力部10(受信部)は、受信信号を取得する。例えば、当該受信信号は、テレビ放送又はラジオ放送からの受信信号である。より詳細には、実施の形態1では、受信信号入力部10は、両側波帯の振幅変調波を受信することにより両側波帯の振幅変調信号を取得する。受信信号入力部10は、取得した両側波帯の振幅変調信号をノイズ除去装置101の同期検波部20に出力する。

【0012】

受信信号入力部10の構成についてより詳細には、実施の形態1では、受信信号入力部10は、アンテナ11、アンテナファクタ補正部12、周波数変換部13、増幅部14、及びADC15(アナログ デジタル変換器)を備えている。

30

【0013】

アンテナ11は、受信信号を取得する。より詳細には、実施の形態1では、アンテナ11は、両側波帯の振幅変調波を受信することにより両側波帯の振幅変調信号を取得する。アンテナ11は、取得した両側波帯の振幅変調信号をアンテナファクタ補正部12に出力する。

【0014】

アンテナファクタ補正部12は、アンテナ11のアンテナファクタが一定となるように、アンテナ11が取得した受信信号を補正する。より詳細には、実施の形態1では、アンテナファクタ補正部12は、アンテナ11のアンテナファクタが一定となるように、アンテナ11が取得した両側波帯の振幅変調信号を補正する。換言すれば、アンテナファクタ補正部12は、アンテナ11が取得した両側波帯の振幅変調信号における、アンテナ11のアンテナファクタの変動による成分を除去する。アンテナファクタ補正部12は、補正した両側波帯の振幅変調信号を周波数変換部13に出力する。

40

【0015】

なお、両側波帯の振幅変調信号を用いているAMラジオ放送のように帯域が狭い放送形式では、アンテナ受信点での周波数特性を、周波数が一定である平坦特性と見なせるため、アンテナ11のアンテナファクタの補正は不要である。

50

【 0 0 1 6 】

周波数変換部 1 3 は、アンテナファクタ補正部 1 2 が補正した両側波帯の振幅変調信号を I F 帯の信号に周波数変換する。周波数変換部 1 3 は、周波数変換した両側波帯の振幅変調信号を増幅部 1 4 に出力する。

【 0 0 1 7 】

増幅部 1 4 は、周波数変換部 1 3 が周波数変換した両側波帯の振幅変調信号を増幅する。増幅部 1 4 は、増幅した両側波帯の振幅変調信号を A D C 1 5 に出力する。

A D C 1 5 は、増幅部 1 4 が増幅した両側波帯の振幅変調信号を、アナログ信号からデジタル信号に変換する。A D C 1 5 は、デジタル信号に変換した両側波帯の振幅変調信号を同期検波部 2 0 に出力する。

10

【 0 0 1 8 】

同期検波部 2 0 (検波部) は、受信信号を検波する。より詳細には、実施の形態 1 では、受信信号は、両側波帯の振幅変調信号であり、同期検波部 2 0 は、両側波帯の振幅変調信号に対して同期検波を行うことにより同相信号及び直交信号を生成する。さらに詳細には、実施の形態 1 では、同期検波部 2 0 は、受信信号入力部 1 0 が取得した両側波帯の振幅変調信号に対して同期検波を行うことにより同相信号及び直交信号を生成する。さらに詳細には、実施の形態 1 では、同期検波部 2 0 は、A D C 1 5 がデジタル信号に変換した両側波帯の振幅変調信号に対して同期検波を行うことにより同相信号及び直交信号を生成する。同期検波部 2 0 は、生成した同相信号及び直交信号をスペクトル生成部 3 0 に出力する。さらに詳細には、同期検波部 2 0 は、両側波帯の振幅変調信号と、両側波帯の振幅変調信号のキャリアと同期した信号と、を乗算することにより同相信号及び直交信号を生成する。なお、「両側波帯の振幅変調信号のキャリアと同期した信号」は、両側波帯の振幅変調信号のキャリアと周波数が同じであり且つ当該キャリアと位相が同期した信号を意味する。

20

【 0 0 1 9 】

同期検波部 2 0 の構成についてより詳細には、実施の形態 1 では、同期検波部 2 0 は、乗算器 2 1、N C O 2 2 (数値制御発振器)、同相信号抽出部 2 3、及び直交信号抽出部 2 4 を備えている。

【 0 0 2 0 】

N C O 2 2 は、両側波帯の振幅変調信号のキャリアと同期した信号 (例えば、図 1 における $e^{-j\omega_c t}$) を出力する。より詳細には、実施の形態 1 では、N C O 2 2 は、受信信号入力部 1 0 が取得した両側波帯の振幅変調信号のキャリアと同期した信号を、乗算器 2 1 に出力する。

30

【 0 0 2 1 】

乗算器 2 1 は、N C O 2 2 が出力した信号と、両側波帯の振幅変調信号とを乗算することにより同期検波を行う。より詳細には、実施の形態 1 では、乗算器 2 1 は、N C O 2 2 が出力した信号と、受信信号入力部 1 0 が取得した両側波帯の振幅変調信号とを乗算することにより同期検波を行う。さらに詳細には、実施の形態 1 では、乗算器 2 1 は、N C O 2 2 が出力した信号と、A D C 1 5 がデジタル信号に変換した両側波帯の振幅変調信号とを乗算することにより同期検波を行う。乗算器 2 1 は、同期検波を行った両側波帯の振幅変調信号を同相信号抽出部 2 3 と直交信号抽出部 2 4 とにそれぞれ出力する。

40

【 0 0 2 2 】

同相信号抽出部 2 3 は、乗算器 2 1 が同期検波を行った両側波帯の振幅変調信号から同相信号を抽出する。同相信号抽出部 2 3 は、抽出した同相信号をスペクトル生成部 3 0 に出力する。

【 0 0 2 3 】

直交信号抽出部 2 4 は、乗算器 2 1 が同期検波を行った両側波帯の振幅変調信号から直交信号を抽出する。直交信号抽出部 2 4 は、抽出した直交信号をスペクトル生成部 3 0 に出力する。

【 0 0 2 4 】

50

スペクトル生成部 30 は、離散フーリエ変換部 30 a、及びスペクトル算出部 30 b を備えている。

離散フーリエ変換部 30 a は、同期検波部 20 (検波部) の複素検波出力に対して離散フーリエ変換を行うことにより受信信号スペクトルを生成する。なお、当該受信信号スペクトルは、受信信号に基づいたスペクトルを意味し、実施の形態 1 では、後述する上側波帯信号スペクトル又は下側波帯信号スペクトル等に相当する。

より詳細には、実施の形態 1 では、離散フーリエ変換部 30 a は、同期検波部 20 が生成した同相信号に対して離散フーリエ変換を行うことにより同相信号スペクトルを生成し、同期検波部 20 が生成した直交信号に対して離散フーリエ変換を行うことにより直交信号スペクトルを生成する。離散フーリエ変換部 30 a は、生成した同相信号スペクトル及び直交信号スペクトルをそれぞれスペクトル算出部 30 b に出力する。なお、ここにおける同相信号スペクトル及び直交信号スペクトルは、周波数領域の信号である。

【0025】

離散フーリエ変換部 30 a の構成についてより詳細には、実施の形態 1 では、離散フーリエ変換部 30 a は、DFT 31 a 及び DFT 31 b を備えている。

DFT 31 a (第 1 の離散フーリエ変換部) は、同相信号抽出部 23 が抽出した同相信号に対して離散フーリエ変換を行うことにより同相信号スペクトルを生成する。DFT 31 a は、生成した同相信号スペクトル (図 1 における I_w) をスペクトル算出部 30 b 及びノイズ除去部 40 にそれぞれ出力する。

【0026】

DFT 31 b (第 2 の離散フーリエ変換部) は、直交信号抽出部 24 が抽出した直交信号に対して離散フーリエ変換を行うことにより直交信号スペクトルを生成する。DFT 31 b は、生成した直交信号スペクトルをスペクトル算出部 30 b に出力する。

【0027】

スペクトル算出部 30 b は、離散フーリエ変換部 30 a が生成した直交信号スペクトルに対して虚数単位を乗算する。また、スペクトル算出部 30 b は、離散フーリエ変換部 30 a が生成した同相信号スペクトルに対して、虚数単位を乗算した直交信号スペクトルを加算することにより上側波帯信号スペクトルを算出する。また、スペクトル算出部 30 b は、離散フーリエ変換部 30 a が生成した同相信号スペクトルに対して、虚数単位を乗算した直交信号スペクトルを減算することにより下側波帯信号スペクトルを算出する。スペクトル算出部 30 b は、算出した上側波帯信号スペクトル及び下側波帯信号スペクトルをそれぞれノイズ除去部 40 に出力する。

【0028】

スペクトル算出部 30 b の構成についてより詳細には、実施の形態 1 では、スペクトル算出部 30 b は、乗算器 32、加算器 33 b、及び加算器 33 a を備えている。

乗算器 32 は、DFT 31 b が生成した直交信号スペクトルに対して虚数単位を乗算する。乗算器 32 は、虚数単位を乗算した直交信号スペクトルを加算器 33 b 及び加算器 33 a にそれぞれ出力する。

【0029】

加算器 33 b は、DFT 31 a が生成した同相信号スペクトルに対して、乗算器 32 が虚数単位を乗算した直交信号スペクトルを加算することにより上側波帯信号スペクトルを算出する。加算器 33 b は、算出した上側波帯信号スペクトル (図 1 における S_+) をノイズ除去部 40 に出力する。

【0030】

加算器 33 a は、DFT 31 a が生成した同相信号スペクトルに対して、乗算器 32 が虚数単位を乗算した直交信号スペクトルを減算することにより下側波帯信号スペクトルを算出する。加算器 33 a は、算出した下側波帯信号スペクトル (図 1 における S_-) をノイズ除去部 40 に出力する。

【0031】

ノイズ除去部 40 は、受信信号スペクトルに重畳したノイズに基づいてノイズ除去を行

10

20

30

40

50

うことによりノイズ除去後スペクトルを生成する。より詳細には、ノイズ除去部 40 は、受信信号スペクトルに重畳したノイズの対称性に基づいてノイズ除去を行うことによりノイズ除去後スペクトルを生成する。さらに詳細には、実施の形態 1 では、ノイズ除去部 40 は、スペクトル算出部 30 b が算出した上側波帯信号スペクトル又は下側波帯信号スペクトルのうちの少なくとも一方の受信信号スペクトルに重畳したノイズに基づいてノイズ除去を行うことによりノイズ除去後スペクトルを生成する。ノイズ除去部 40 は、生成したノイズ除去後スペクトル (図 1 における S_2) を I D F T 5 に出力する。

【0032】

ノイズ除去部 40 の構成についてより詳細には、実施の形態 1 では、ノイズ除去部 40 は、スペクトル反転除去部 42 を備えている。実施の形態 1 では、スペクトル算出部 30 b が算出した上側波帯信号スペクトル及び下側波帯信号スペクトルに重畳したノイズは、対称性を有する周波数スペクトルを示す。ノイズ除去部 40 のスペクトル反転除去部 42 は、スペクトル算出部 30 b が算出した上側波帯信号スペクトル又は下側波帯信号スペクトルのうちの少なくとも一方の受信信号スペクトルに重畳したノイズの対称性に基づいてノイズ除去を行うことによりノイズ除去後スペクトルを生成する。ノイズ除去部 40 のさらに詳細な構成については後述する。なお、受信信号は、対称性を有する周波数スペクトルを示すノイズが重畳されていればよく、両側波帯の振幅変調信号に限定されない。例えば、受信信号は、ラジオ放送又はテレビ放送からの両側波帯の振幅変調信号以外の受信信号であってもよい。その場合、ノイズ除去部 40 は、ラジオ放送又はテレビ放送からの両側波帯の振幅変調信号以外の受信信号に重畳したノイズを除去する。

【0033】

I D F T 5 は、ノイズ除去部 40 が生成したノイズ除去後スペクトルに対して逆離散フーリエ変換を行うことにより時間領域の信号を生成する。I D F T 5 が生成した時間領域の信号は、例えば、音声出力のために用いられる。

【0034】

インバータキャリア周波数検出部 6 は、スペクトル算出部 30 b が算出した上側波帯信号スペクトル及び下側波帯信号スペクトルを参照してインバータ 7 のキャリア周波数を検出する。インバータキャリア周波数検出部 6 は、検出したキャリア周波数をノイズ除去部 40 に出力する。なお、インバータ 7 の例として、自動車に搭載されているインバータ等が挙げられる。

【0035】

インバータキャリア周波数取得用通信部 8 は、インバータ 7 からインバータ 7 のキャリア周波数に関する情報を取得する。より詳細には、実施の形態 1 では、インバータキャリア周波数取得用通信部 8 は、インバータ 7 と通信を行うことにより、インバータ 7 からインバータ 7 のキャリア周波数に関する情報を取得する。インバータキャリア周波数取得用通信部 8 は、取得した情報をノイズ除去部 40 に出力する。

【0036】

なお、ノイズ除去装置 101 は、インバータキャリア周波数検出部 6 又はインバータキャリア周波数取得用通信部 8 のうちの一方を備えていてもよいし、インバータキャリア周波数検出部 6 及びインバータキャリア周波数取得用通信部 8 の両方を備えていなくてもよい。例えば、ノイズ除去装置 101 がインバータキャリア周波数検出部 6 及びインバータキャリア周波数取得用通信部 8 の両方を備えていない場合、インバータ 7 のキャリア周波数は、ノイズ除去装置 101 に予め設定されている。

【0037】

以下で、ノイズ除去部 40 のより具体的な機能について図面を参照して説明する。図 2 A は、同期検波部 20 の乗算器 21 が同期検波を行った両側波帯の振幅変調信号に対して離散フーリエ変換を行うことにより得られた周波数領域のスペクトル (S_{\pm}) を示すグラフである。図 2 B は、離散フーリエ変換部 30 a の D F T 31 a が生成した同相信号スペクトルを示すグラフ (上側のグラフ)、スペクトル算出部 30 b の加算器 33 a が算出した下側波帯信号スペクトルを示すグラフ (真ん中のグラフ)、及びスペクトル算出部 30

bの加算器33bが算出した上側波帯信号スペクトルを示すグラフ(下側のグラフ)である。図2Cは、ノイズ除去部40のスペクトル反転除去部42が生成したノイズ除去後スペクトルを示すグラフである。

【0038】

図2Aのfの周波数における2つの棒線が示すように、両側波帯の振幅変調信号には、対称性ノイズが重畳している。上述のように、対称性ノイズは、同相信号又は直交信号の何れか一方にしか出現しない場合がある。しかし、図2Bの下側波帯信号スペクトルを示すグラフ(真ん中のグラフ)及び上側波帯信号スペクトルを示すグラフ(下側のグラフ)が示すように、実施の形態1に係るスペクトル算出部30bが算出した上側波帯信号スペクトル及び下側波帯信号スペクトルでは、対称性ノイズに対応するノイズが上側波帯信号スペクトル及び下側波帯信号スペクトルの両方に出現している。この理由としては、上側波帯信号スペクトル及び下側波帯信号スペクトルがそれぞれ同相信号及び直交信号の両方に基づいて生成されるためである。

10

【0039】

実施の形態1では、スペクトル算出部30bが算出した上側波帯信号スペクトル及び下側波帯信号スペクトルに重畳したノイズは、対称性を有する周波数スペクトルを示すインバータノイズである。ノイズ除去部40のスペクトル反転除去部42は、インバータノイズの発生源であるインバータ7のキャリア周波数の整数倍の周波数のうちから、受信信号入力部10が取得した両側波帯の振幅変調信号のキャリア周波数に最も近い第1の周波数と、受信信号入力部10が取得した両側波帯の振幅変調信号のキャリア周波数に2番目に近い第2の周波数と、を抽出する。ここにおけるインバータ7のキャリア周波数は、上述のインバータキャリア周波数検出部6又はインバータキャリア周波数取得用通信部8から出力されたキャリア周波数である。または、ここにおけるインバータ7のキャリア周波数は、ノイズ除去装置101に予め設定されているキャリア周波数であってもよい。

20

【0040】

ノイズ除去部40のスペクトル反転除去部42は、スペクトル算出部30bが算出した上側波帯信号スペクトル又は下側波帯信号スペクトルにおいて、インバータノイズのうちの、第1の周波数に対応する周波数を基準とした、両側波帯の振幅変調信号のキャリア周波数に対応する原点側の帯域とは反対側の帯域に存在するノイズを、第1の周波数に対応する周波数を中心として当該原点側に反転させる。ここにおける第1の周波数に対応する周波数は、図2Bの下側波帯信号スペクトルを示すグラフ(真ん中のグラフ)における中心周波数Aに相当する。また、ここにおける両側波帯の振幅変調信号のキャリア周波数に対応する原点は、図2Bの下側波帯信号スペクトルを示すグラフ(真ん中のグラフ)及び上側波帯信号スペクトルを示すグラフ(下側のグラフ)における0の周波数に相当する。また、ここにおける、第1の周波数に対応する周波数を基準とした、両側波帯の振幅変調信号のキャリア周波数に対応する原点側の帯域とは反対側の帯域は、図2Bの下側波帯信号スペクトルを示すグラフ(真ん中のグラフ)における中心周波数Aよりも右側の帯域に相当する。ここで、両側波帯の振幅変調信号のキャリア周波数を f_r とし、第1の周波数を f_1 とした場合、中心周波数Aは、 $f_1 - f_r$ である。

30

【0041】

ノイズ除去部40のスペクトル反転除去部42は、反転させたノイズを、上側波帯信号スペクトル又は下側波帯信号スペクトルのうちの、当該原点を基準とした、第2の周波数に対応する周波数側の帯域に存在するスペクトルから減算することにより、第1のスペクトルを生成する。ここにおける第2の周波数に対応する周波数は、図2Bの上側波帯信号スペクトルを示すグラフ(下側のグラフ)における中心周波数Bに相当する。また、ここにおける、当該原点を基準とした、第2の周波数に対応する周波数側の帯域は、中心周波数Bを含む図2Bの上側波帯信号スペクトルを示すグラフ(下側のグラフ)の帯域に相当する。ここで、両側波帯の振幅変調信号のキャリア周波数を f_r とし、第2の周波数を f_2 とした場合、中心周波数Bは、 $f_2 - f_r$ である。

40

【0042】

50

ノイズ除去部 40 のスペクトル反転除去部 42 は、スペクトル算出部 30 b が算出した上側波帯信号スペクトル又は下側波帯信号スペクトルにおいて、インバータノイズのうちの、第 2 の周波数に対応する周波数を基準とした、両側波帯の振幅変調信号のキャリア周波数に対応する原点側の帯域とは反対側の帯域に存在するノイズを、第 2 の周波数に対応する周波数を中心として当該原点側に反転させる。ここにおける、第 2 の周波数に対応する周波数を基準とした、両側波帯の振幅変調信号のキャリア周波数に対応する原点側の帯域とは反対側の帯域は、図 2 B の上側波帯信号スペクトルを示すグラフ（下側のグラフ）における中心周波数 B よりも右側の帯域に相当する。

【 0 0 4 3 】

ノイズ除去部 40 のスペクトル反転除去部 42 は、反転させたノイズを、上側波帯信号スペクトル又は下側波帯信号スペクトルのうちの、当該原点を基準とした、第 2 の周波数に対応する周波数側の帯域に存在するスペクトルから減算することにより、第 2 のスペクトルを生成する。

10

【 0 0 4 4 】

そして、ノイズ除去部 40 のスペクトル反転除去部 42 は、生成した第 1 のスペクトル及び第 2 のスペクトルに基づいてノイズ除去後スペクトルを生成する。より詳細には、実施の形態 1 では、ノイズ除去部 40 は、生成した第 1 のスペクトル及び第 2 のスペクトルの各パワー値、並びに離散フーリエ変換部 30 a が生成した同相信号スペクトルのパワー値、のうちの少なくとも 2 つ以上のパワー値を周波数毎に比較し、周波数毎に最も低いパワー値を抽出することにより、ノイズ除去後スペクトルを生成する。これにより、図 2 C のノイズ除去後スペクトルが示すように、信号成分に重畳していたノイズが除去される。なお、受信信号は、対称性を有する周波数スペクトルを示すノイズが重畳されていればよく、両側波帯の振幅変調信号に限定されない。例えば、受信信号は、ラジオ放送又はテレビ放送からの両側波帯の振幅変調信号以外の受信信号であってもよい。その場合、ノイズ除去部 40 は、ラジオ放送又はテレビ放送からの両側波帯の振幅変調信号以外の受信信号に重畳したノイズを除去する。

20

【 0 0 4 5 】

以下で、実施の形態 1 に係るアンテナ装置 100 の動作について図面を参照して説明する。図 3 は、実施の形態 1 に係るアンテナ装置 100 によるノイズ除去方法を示すフローチャートである。

30

【 0 0 4 6 】

まず、受信信号入力部 10 は、両側波帯の振幅変調波を受信することにより両側波帯の振幅変調信号を取得する（ステップ S T 100）。受信信号入力部 10 は、取得した両側波帯の振幅変調信号をノイズ除去装置 101 の同期検波部 20 に出力する。

【 0 0 4 7 】

次に、同期検波部 20 は、受信信号入力部 10 が取得した両側波帯の振幅変調信号に対して同期検波を行うことにより同相信号及び直交信号を生成する（ステップ S T 200）。同期検波部 20 は、生成した同相信号及び直交信号をスペクトル生成部 30 に出力する。

【 0 0 4 8 】

次に、ステップ S T 300 において、スペクトル生成部 30 の離散フーリエ変換部 30 a は、同期検波部 20 が生成した同相信号に対して離散フーリエ変換を行うことにより同相信号スペクトルを生成し、同期検波部 20 が生成した直交信号に対して離散フーリエ変換を行うことにより直交信号スペクトルを生成する。また、ステップ S T 300 において、スペクトル生成部 30 のスペクトル算出部 30 b は、離散フーリエ変換部 30 a が生成した直交信号スペクトルに対して虚数単位を乗算する。また、ステップ S T 300 において、スペクトル生成部 30 のスペクトル算出部 30 b は、離散フーリエ変換部 30 a が生成した同相信号スペクトルに対して、虚数単位を乗算した直交信号スペクトルを加算することにより上側波帯信号スペクトルを算出する。また、ステップ S T 300 において、スペクトル生成部 30 のスペクトル算出部 30 b は、離散フーリエ変換部 30 a が生成した同相信号スペクトルに対して、虚数単位を乗算した直交信号スペクトルを減算することに

40

50

より下側波帯信号スペクトルを算出する。スペクトル生成部 30 のスペクトル算出部 30 b は、算出した上側波帯信号スペクトル及び下側波帯信号スペクトルをそれぞれノイズ除去部 40 に出力する。

【0049】

次に、ノイズ除去部 40 のスペクトル反転除去部 42 は、スペクトル算出部 30 b が算出した上側波帯信号スペクトル又は下側波帯信号スペクトルのうちの少なくとも一方の受信信号スペクトルに重畳したノイズに基づいてノイズ除去を行うことによりノイズ除去後スペクトルを生成する（ステップ S T 500）。ノイズ除去部 40 は、生成したノイズ除去後スペクトルを I D F T 5 に出力する。

次に、I D F T 5 は、ノイズ除去部 40 が生成したノイズ除去後スペクトルに対して逆離散フーリエ変換を行うことにより時間領域の信号を生成する（ステップ S T 700）。

10

【0050】

以下で、実施の形態 1 に係るアンテナ装置 100 の受信信号入力部 10 の動作について図面を参照して説明する。図 4 は、実施の形態 1 に係るアンテナ装置 100 の受信信号入力部 10 による両側波帯の振幅変調信号の処理方法を示すフローチャートである。なお、以下の各ステップの説明は、上述のステップ S T 100 の詳細な説明である。以下の各ステップは、上述のアンテナ 11 が両側波帯の振幅変調波を受信してから開始される。

【0051】

まず、アンテナ 11 は、両側波帯の振幅変調波を受信することにより両側波帯の振幅変調信号を取得する（ステップ S T 101）。アンテナ 11 は、取得した両側波帯の振幅変調信号をアンテナファクタ補正部 12 に出力する。

20

【0052】

次に、アンテナファクタ補正部 12 は、アンテナ 11 のアンテナファクタが一定となるように、アンテナ 11 が取得した両側波帯の振幅変調信号を補正する（ステップ S T 102）。アンテナファクタ補正部 12 は、補正した両側波帯の振幅変調信号を周波数変換部 13 に出力する。

【0053】

周波数変換部 13 は、アンテナファクタ補正部 12 が補正した両側波帯の振幅変調信号（R F 帯）を I F 帯の信号に周波数変換する（ステップ S T 103）。周波数変換部 13 は、周波数変換した両側波帯の振幅変調信号を増幅部 14 に出力する。

30

【0054】

増幅部 14 は、周波数変換部 13 が周波数変換した両側波帯の振幅変調信号を増幅する（ステップ S T 104）。増幅部 14 は、増幅した両側波帯の振幅変調信号を A D C 15 に出力する。

【0055】

A D C 15 は、増幅部 14 が増幅した両側波帯の振幅変調信号を、アナログ信号からデジタル信号に変換する（ステップ S T 105）。A D C 15 は、デジタル信号に変換した両側波帯の振幅変調信号を同期検波部 20 に出力する。

【0056】

以下で、実施の形態 1 に係るノイズ除去装置 101 の同期検波部 20 の動作について図面を参照して説明する。図 5 は、実施の形態 1 に係る同期検波部 20 による同期検波方法を示すフローチャートである。なお、以下の各ステップの説明は、上述のステップ S T 200 の詳細な説明である。以下の各ステップは、上述のステップ S T 105 の後に開始される。

40

【0057】

まず、N C O 22 は、両側波帯の振幅変調信号のキャリアの周波数及び位相と同じ周波数及び位相を有する信号を出力し、乗算器 21 は、N C O 22 が出力した信号と、両側波帯の振幅変調信号とを乗算することにより同期検波を行う（ステップ S T 201）。乗算器 21 は、同期検波を行った両側波帯の振幅変調信号を同相信号抽出部 23 と直交信号抽出部 24 とにそれぞれ出力する。

50

【 0 0 5 8 】

次に、同相信号抽出部 2 3 は、乗算器 2 1 が同期検波を行った両側波帯の振幅変調信号から同相信号を抽出する（ステップ S T 2 0 2）。同相信号抽出部 2 3 は、抽出した同相信号をスペクトル生成部 3 0 に出力する。

【 0 0 5 9 】

次に、直交信号抽出部 2 4 は、乗算器 2 1 が同期検波を行った両側波帯の振幅変調信号から直交信号を抽出する（ステップ S T 2 0 3）。直交信号抽出部 2 4 は、抽出した直交信号をスペクトル生成部 3 0 に出力する。

【 0 0 6 0 】

以下で、実施の形態 1 に係るノイズ除去装置 1 0 1 のスペクトル生成部 3 0 の動作について図面を参照して説明する。図 6 は、実施の形態 1 に係るスペクトル生成部 3 0 によるスペクトル生成方法を示すフローチャートである。なお、以下の各ステップの説明は、上述のステップ S T 3 0 0 の詳細な説明である。以下の各ステップは、上述のステップ S T 2 0 3 の後に開始される。

10

【 0 0 6 1 】

まず、D F T 3 1 a は、同相信号抽出部 2 3 が抽出した同相信号に対して離散フーリエ変換を行うことにより同相信号スペクトルを生成する（ステップ S T 3 0 1）。D F T 3 1 a は、生成した同相信号スペクトルをスペクトル算出部 3 0 b 及びノイズ除去部 4 0 にそれぞれ出力する。

【 0 0 6 2 】

D F T 3 1 b は、直交信号抽出部 2 4 が抽出した直交信号に対して離散フーリエ変換を行うことにより直交信号スペクトルを生成する（ステップ S T 3 0 2）。D F T 3 1 b は、生成した直交信号スペクトルをスペクトル算出部 3 0 b に出力する。

20

【 0 0 6 3 】

乗算器 3 2 は、D F T 3 1 b が生成した直交信号スペクトルに対して虚数単位を乗算する（ステップ S T 3 0 3）。乗算器 3 2 は、虚数単位を乗算した直交信号スペクトルを加算器 3 3 b 及び加算器 3 3 a にそれぞれ出力する。

【 0 0 6 4 】

加算器 3 3 b は、D F T 3 1 a が生成した同相信号スペクトルに対して、乗算器 3 2 が虚数単位を乗算した直交信号スペクトルを加算することにより上側波帯信号スペクトルを算出する（ステップ S T 3 0 4）。加算器 3 3 b は、算出した上側波帯信号スペクトルをノイズ除去部 4 0 に出力する。

30

【 0 0 6 5 】

加算器 3 3 a は、D F T 3 1 a が生成した同相信号スペクトルに対して、乗算器 3 2 が虚数単位を乗算した直交信号スペクトルを減算することにより下側波帯信号スペクトルを算出する（ステップ S T 3 0 5）。加算器 3 3 a は、算出した下側波帯信号スペクトルをノイズ除去部 4 0 に出力する。

【 0 0 6 6 】

以下で、実施の形態 1 に係るノイズ除去装置 1 0 1 におけるノイズ除去部 4 0 のスペクトル反転除去部 4 2 の動作について図面を参照して説明する。図 7 は、実施の形態 1 に係るノイズ除去部 4 0 によるノイズ除去方法を示すフローチャートである。なお、以下の各ステップの説明は、上述のステップ S T 5 0 0 の詳細な説明である。以下の各ステップは、上述のステップ S T 3 0 5 の後に開始される。なお、以下の説明では、第 1 の周波数のインバータノイズが上側波帯信号スペクトルに重畳しており、第 2 の周波数のインバータノイズが下側波帯信号スペクトルに重畳しているものとする。また、以下の説明では、上述の第 1 の周波数又は上述の第 2 の周波数の何れの周波数が両側波帯の振幅変調信号のキャリア周波数に近いかは未定であるものとする。また、以下の各ステップで用いられる、インバータ 7 のキャリア周波数は、予め設定されているか、又は、インバータキャリア周波数検出部 6 若しくはインバータキャリア周波数取得用通信部 8 の何れか一方から取得されたものとする。

40

50

【 0 0 6 7 】

ステップ S T 5 0 1 において、スペクトル反転除去部 4 2 は、スペクトル算出部 3 0 b が算出した上側波帯信号スペクトルに重畳しているインバータノイズにおける、上述の第 1 の周波数に対応する周波数（インバータノイズの中心周波数）を算出する。

【 0 0 6 8 】

次に、スペクトル反転除去部 4 2 は、スペクトル算出部 3 0 b が算出した下側波帯信号スペクトルに重畳しているインバータノイズにおける、上述の第 2 の周波数に対応する周波数（インバータノイズの中心周波数）を算出する（ステップ S T 5 0 2 ）。

【 0 0 6 9 】

次に、スペクトル反転除去部 4 2 は、スペクトル算出部 3 0 b が算出した上側波帯信号スペクトルにおける、第 1 の周波数に対応する周波数の絶対値は、スペクトル算出部 3 0 b が算出した下側波帯信号スペクトルにおける、第 2 の周波数に対応する周波数の絶対値よりも大きいかなかを判定する（ステップ S T 5 0 3 ）。

10

【 0 0 7 0 】

スペクトル反転除去部 4 2 が第 1 の周波数に対応する周波数（中心周波数）の絶対値のほうが大きいと判定した場合（ステップ S T 5 0 3 の Y E S ）、ステップ S T 5 0 4 において、スペクトル反転除去部 4 2 は、スペクトル算出部 3 0 b が算出した上側波帯信号スペクトルにおいて、インバータノイズのうちの、第 1 の周波数に対応する周波数を基準とした、両側波帯の振幅変調信号のキャリア周波数に対応する原点側の帯域とは反対側の帯域に存在するノイズを、第 1 の周波数に対応する周波数を中心として当該原点側に反転させる。また、スペクトル反転除去部 4 2 は、反転させたノイズを、位相補正後に、上側波帯信号スペクトル又は下側波帯信号スペクトルのうちの、当該原点を基準とした、第 1 の周波数に対応する周波数側の帯域に存在するスペクトルである上側波帯信号スペクトルから減算することにより、第 1 のスペクトルを生成する。

20

【 0 0 7 1 】

次に、ステップ S T 5 0 6 において、スペクトル反転除去部 4 2 は、スペクトル算出部 3 0 b が算出した下側波帯信号スペクトルにおいて、インバータノイズのうちの、第 2 の周波数に対応する周波数を基準とした、両側波帯の振幅変調信号のキャリア周波数に対応する原点側の帯域とは反対側の帯域に存在するノイズを、第 2 の周波数に対応する周波数を中心として当該原点側に反転させる。また、ステップ S T 5 0 6 において、スペクトル反転除去部 4 2 は、反転させたノイズを、位相補正後に、上側波帯信号スペクトル又は下側波帯信号スペクトルのうちの、当該原点を基準とした、第 1 の周波数に対応する周波数側の帯域に存在するスペクトルである上側波帯信号スペクトルから減算することにより、第 2 のスペクトルを生成する。

30

【 0 0 7 2 】

上述のステップ S T 5 0 3 において、スペクトル反転除去部 4 2 が第 1 の周波数に対応する周波数（中心周波数）の絶対値のほうが小さいと判定した場合（ステップ S T 5 0 3 の N O ）、ステップ S T 5 0 5 において、スペクトル反転除去部 4 2 は、スペクトル算出部 3 0 b が算出した上側波帯信号スペクトルにおいて、インバータノイズのうちの、第 1 の周波数に対応する周波数を基準とした、両側波帯の振幅変調信号のキャリア周波数に対応する原点側の帯域とは反対側の帯域に存在するノイズを、第 1 の周波数に対応する周波数を中心として当該原点側に反転させる。また、スペクトル反転除去部 4 2 は、反転させたノイズを、位相補正後に、上側波帯信号スペクトル又は下側波帯信号スペクトルのうちの、当該原点を基準とした、第 2 の周波数に対応する周波数側の帯域に存在するスペクトルである下側波帯信号スペクトルから減算することにより、第 3 のスペクトルを生成する。

40

【 0 0 7 3 】

次に、ステップ S T 5 0 7 において、スペクトル反転除去部 4 2 は、スペクトル算出部 3 0 b が算出した下側波帯信号スペクトルにおいて、インバータノイズのうちの、第 2 の周波数に対応する周波数を基準とした、両側波帯の振幅変調信号のキャリア周波数に対応する原点側の帯域とは反対側の帯域に存在するノイズを、第 2 の周波数に対応する周波数

50

を中心として当該原点側に反転させる。また、ステップ S T 5 0 7 において、スペクトル反転除去部 4 2 は、反転させたノイズを、位相補正後に、上側波帯信号スペクトル又は下側波帯信号スペクトルのうちの、当該原点を基準とした、第 2 の周波数に対応する周波数側の帯域に存在するスペクトルである下側波帯信号スペクトルから減算することにより、第 4 のスペクトルを生成する。

【 0 0 7 4 】

ステップ S T 5 0 6 の次のステップとして、スペクトル反転除去部 4 2 は、生成した第 1 のスペクトルのパワー値が、生成した第 2 のスペクトルのパワー値以下であり、且つ、離散フーリエ変換部 3 0 a が生成した同相信号スペクトルのパワー値以下であるか否かを周波数毎に判定する（ステップ S T 5 0 8 ）。つまり、図示しないが、ステップ S T 5 0 8 は、周波数毎に繰り返し行われる。よって、以下で説明するステップ S T 5 1 2、ステップ S T 5 1 0、ステップ S T 5 1 3 及びステップ S T 5 1 4 も周波数毎に繰り返し行われる。

10

【 0 0 7 5 】

スペクトル反転除去部 4 2 が第 1 のスペクトルのパワー値が第 2 のスペクトルのパワー値以下であり且つ同相信号スペクトルのパワー値以下であると判定した場合（ステップ S T 5 0 8 の Y E S ）、スペクトル反転除去部 4 2 は、第 1 のスペクトルのパワー値を抽出する（ステップ S T 5 1 2 ）。

【 0 0 7 6 】

スペクトル反転除去部 4 2 が第 1 のスペクトルのパワー値が第 2 のスペクトルのパワー値よりも大きく且つ同相信号スペクトルのパワー値よりも大きいと判定した場合（ステップ S T 5 0 8 の N O ）、スペクトル反転除去部 4 2 は、生成した第 2 のスペクトルのパワー値が、離散フーリエ変換部 3 0 a が生成した同相信号スペクトルのパワー値以下であり、且つ、生成した第 1 のスペクトルのパワー値以下であるか否かを周波数毎に判定する（ステップ S T 5 1 0 ）。

20

【 0 0 7 7 】

スペクトル反転除去部 4 2 が第 2 のスペクトルのパワー値が同相信号スペクトルのパワー値以下であり且つ第 1 のスペクトルのパワー値以下であると判定した場合（ステップ S T 5 1 0 の Y E S ）、スペクトル反転除去部 4 2 は、第 2 のスペクトルのパワー値を抽出する（ステップ S T 5 1 3 ）。

30

【 0 0 7 8 】

スペクトル反転除去部 4 2 が第 2 のスペクトルのパワー値が同相信号スペクトルのパワー値よりも大きく且つ第 1 のスペクトルのパワー値よりも大きいと判定した場合（ステップ S T 5 1 0 の N O ）、スペクトル反転除去部 4 2 は、離散フーリエ変換部 3 0 a が生成した同相信号スペクトルのパワー値を抽出する（ステップ S T 5 1 4 ）。

【 0 0 7 9 】

図示しないが、スペクトル反転除去部 4 2 は、上記のステップ S T 5 0 8、ステップ S T 5 1 2、ステップ S T 5 1 0、ステップ S T 5 1 3 及びステップ S T 5 1 4 を周波数毎に繰り返し行うことにより抽出したパワー値によって、ノイズ除去後スペクトルを生成する。

40

【 0 0 8 0 】

一方、ステップ S T 5 0 7 の次のステップとして、スペクトル反転除去部 4 2 は、生成した第 3 のスペクトルのパワー値が、生成した第 4 のスペクトルのパワー値以下であり、且つ、離散フーリエ変換部 3 0 a が生成した同相信号スペクトルのパワー値以下であるか否かを周波数毎に判定する（ステップ S T 5 0 9 ）。つまり、図示しないが、ステップ S T 5 0 9 は、周波数毎に繰り返し行われる。よって、以下で説明するステップ S T 5 1 5、ステップ S T 5 1 1、ステップ S T 5 1 6 及びステップ S T 5 1 7 も周波数毎に繰り返し行われる。

【 0 0 8 1 】

スペクトル反転除去部 4 2 が第 3 のスペクトルのパワー値が第 4 のスペクトルのパワー

50

値以下であり且つ同相信号スペクトルのパワー値以下であると判定した場合（ステップ S T 5 0 9 の Y E S ）、スペクトル反転除去部 4 2 は、第 3 のスペクトルのパワー値を抽出する（ステップ S T 5 1 5 ）。

【 0 0 8 2 】

スペクトル反転除去部 4 2 が第 3 のスペクトルのパワー値が第 4 のスペクトルのパワー値より大きく且つ同相信号スペクトルのパワー値より大きいと判定した場合（ステップ S T 5 0 9 の N O ）、スペクトル反転除去部 4 2 は、生成した第 4 のスペクトルのパワー値が、離散フーリエ変換部 3 0 a が生成した同相信号スペクトルのパワー値以下であり、且つ、生成した第 3 のスペクトルのパワー値以下であるか否かを周波数毎に判定する（ステップ S T 5 1 1 ）。

10

【 0 0 8 3 】

スペクトル反転除去部 4 2 が第 4 のスペクトルのパワー値が同相信号スペクトルのパワー値以下であり且つ第 3 のスペクトルのパワー値以下であると判定した場合（ステップ S T 5 1 1 の Y E S ）、スペクトル反転除去部 4 2 は、第 4 のスペクトルのパワー値を抽出する（ステップ S T 5 1 6 ）。

【 0 0 8 4 】

スペクトル反転除去部 4 2 が第 4 のスペクトルのパワー値が同相信号スペクトルのパワー値より大きく且つ第 3 のスペクトルのパワー値より大きいと判定した場合（ステップ S T 5 1 1 の N O ）、スペクトル反転除去部 4 2 は、離散フーリエ変換部 3 0 a が生成した同相信号スペクトルのパワー値を抽出する（ステップ S T 5 1 7 ）。

20

【 0 0 8 5 】

図示しないが、スペクトル反転除去部 4 2 は、上記のステップ S T 5 0 9 、ステップ S T 5 1 5 、ステップ S T 5 1 1 、ステップ S T 5 1 6 及びステップ S T 5 1 7 を周波数毎に繰り返し行うことにより抽出したパワー値によって、ノイズ除去後スペクトルを生成する。

【 0 0 8 6 】

アンテナ装置 1 0 0 における、受信信号入力部 1 0 のアンテナファクタ補正部 1 2 、周波数変換部 1 3 、増幅部 1 4 及び A D C 1 5 の各機能、ノイズ除去装置 1 0 1 における、同期検波部 2 0 の乗算器 2 1 、 N C O 2 2 、同相信号抽出部 2 3 及び直交信号抽出部 2 4 の各機能、スペクトル生成部 3 0 における離散フーリエ変換部 3 0 a の D F T 3 1 a 及び D F T 3 1 b の各機能、スペクトル生成部 3 0 における乗算器 3 2 、加算器 3 3 b 及び加算器 3 3 a の各機能、ノイズ除去部 4 0 のスペクトル反転除去部 4 2 の機能、並びに I D F T 5 、インバータキャリア周波数検出部 6 及びインバータキャリア周波数取得用通信部 8 の各機能は、処理回路により実現される。すなわち、アンテナ装置 1 0 0 は、図 3 、図 4 、図 5 、図 6 及び図 7 に示した各ステップの処理を実行するための処理回路を備える。この処理回路は、専用のハードウェアであってもよいが、メモリに記憶されたプログラムを実行する C P U (C e n t r a l P r o c e s s i n g U n i t) であってもよい。

30

【 0 0 8 7 】

図 8 A は、アンテナ装置 1 0 0 の機能を実現するハードウェア構成を示すブロック図である。図 8 B は、アンテナ装置 1 0 0 の機能を実現するソフトウェアを実行するハードウェア構成を示すブロック図である。

40

【 0 0 8 8 】

上記処理回路が図 8 A に示す専用のハードウェアの処理回路 2 0 0 a である場合、処理回路 2 0 0 a は、例えば、単回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、 A S I C (A p p l i c a t i o n S p e c i f i c I n t e g r a t e d C i r c u i t) 、 F P G A (F i e l d - P r o g r a m m a b l e G a t e A r r a y) 又はこれらを組み合わせたものが該当する。

【 0 0 8 9 】

アンテナ装置 1 0 0 における、受信信号入力部 1 0 のアンテナファクタ補正部 1 2 、周波数変換部 1 3 、増幅部 1 4 及び A D C 1 5 の各機能、ノイズ除去装置 1 0 1 における、

50

同期検波部 20 の乗算器 21、NCO 22、同相信号抽出部 23 及び直交信号抽出部 24 の各機能、スペクトル生成部 30 における離散フーリエ変換部 30 a の DFT 31 a 及び DFT 31 b の各機能、スペクトル生成部 30 における乗算器 32、加算器 33 b 及び加算器 33 a の各機能、ノイズ除去部 40 のスペクトル反転除去部 42 の機能、並びに IDFT 5、インバータキャリア周波数検出部 6 及びインバータキャリア周波数取得用通信部 8 の各機能を別々の処理回路で実現してもよいし、これらの機能をまとめて 1 つの処理回路で実現してもよい。

【0090】

上記処理回路が図 8 B に示すプロセッサ 200 b である場合、アンテナ装置 100 における、受信信号入力部 10 のアンテナファクタ補正部 12、周波数変換部 13、増幅部 14 及び ADC 15 の各機能、ノイズ除去装置 101 における、同期検波部 20 の乗算器 21、NCO 22、同相信号抽出部 23 及び直交信号抽出部 24 の各機能、スペクトル生成部 30 における離散フーリエ変換部 30 a の DFT 31 a 及び DFT 31 b の各機能、スペクトル生成部 30 における乗算器 32、加算器 33 b 及び加算器 33 a の各機能、ノイズ除去部 40 のスペクトル反転除去部 42 の機能、並びに IDFT 5、インバータキャリア周波数検出部 6 及びインバータキャリア周波数取得用通信部 8 の各機能は、ソフトウェア、ファームウェア又はソフトウェアとファームウェアとの組み合わせによって実現される。

なお、ソフトウェア又はファームウェアは、プログラムとして記述されてメモリ 200 c に記憶される。

【0091】

プロセッサ 200 b は、メモリ 200 c に記憶されたプログラムを読み出して実行することにより、アンテナ装置 100 における、受信信号入力部 10 のアンテナファクタ補正部 12、周波数変換部 13、増幅部 14 及び ADC 15 の各機能、ノイズ除去装置 101 における、同期検波部 20 の乗算器 21、NCO 22、同相信号抽出部 23 及び直交信号抽出部 24 の各機能、スペクトル生成部 30 における離散フーリエ変換部 30 a の DFT 31 a 及び DFT 31 b の各機能、スペクトル生成部 30 における乗算器 32、加算器 33 b 及び加算器 33 a の各機能、ノイズ除去部 40 のスペクトル反転除去部 42 の機能、並びに IDFT 5、インバータキャリア周波数検出部 6 及びインバータキャリア周波数取得用通信部 8 の各機能を実現する。すなわち、アンテナ装置 100 は、これらの各機能がプロセッサ 200 b によって実行されるときに、図 3、図 4、図 5、図 6 及び図 7 に示した各ステップの処理が結果的に実行されるプログラムを記憶するためのメモリ 200 c を備える。

【0092】

これらのプログラムは、アンテナ装置 100 における、受信信号入力部 10 のアンテナファクタ補正部 12、周波数変換部 13、増幅部 14 及び ADC 15 の各手順又は方法、ノイズ除去装置 101 における、同期検波部 20 の乗算器 21、NCO 22、同相信号抽出部 23 及び直交信号抽出部 24 の各手順又は方法、スペクトル生成部 30 における離散フーリエ変換部 30 a の DFT 31 a 及び DFT 31 b の各手順又は方法、スペクトル生成部 30 における乗算器 32、加算器 33 b 及び加算器 33 a の各手順又は方法、ノイズ除去部 40 のスペクトル反転除去部 42 の手順又は方法、並びに IDFT 5、インバータキャリア周波数検出部 6 及びインバータキャリア周波数取得用通信部 8 の各手順又は方法をコンピュータに実行させる。メモリ 200 c は、コンピュータを、アンテナ装置 100 における、受信信号入力部 10 のアンテナファクタ補正部 12、周波数変換部 13、増幅部 14 及び ADC 15、ノイズ除去装置 101 における、同期検波部 20 の乗算器 21、NCO 22、同相信号抽出部 23 及び直交信号抽出部 24、スペクトル生成部 30 における離散フーリエ変換部 30 a の DFT 31 a 及び DFT 31 b、スペクトル生成部 30 における乗算器 32、加算器 33 b 及び加算器 33 a、ノイズ除去部 40 のスペクトル反転除去部 42、並びに IDFT 5、インバータキャリア周波数検出部 6 及びインバータキャリア周波数取得用通信部 8 として機能させるためのプログラムが記憶されたコンピュータ

10

20

30

40

50

可読記憶媒体であってもよい。

【0093】

プロセッサ200bには、例えば、CPU(Central Processing Unit)、処理装置、演算装置、プロセッサ、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、またはDSP(Digital Signal Processor)などが該当する。

【0094】

メモリ200cには、例えば、RAM(Random Access Memory)、ROM(Read Only Memory)、フラッシュメモリ、EPROM(Erasable Programmable Read Only Memory)、EEPROM(Electrically - EPROM)などの不揮発性又は揮発性の半導体メモリ、ハードディスク、フレキシブルディスク等の磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスク、CD(Compact Disc)、DVD(Digital Versatile Disc)などが該当する。

10

【0095】

アンテナ装置100における、受信信号入力部10のアンテナファクタ補正部12、周波数変換部13、増幅部14及びADC15の各機能、ノイズ除去装置101における、同期検波部20の乗算器21、NCO22、同相信号抽出部23及び直交信号抽出部24の各機能、スペクトル生成部30における離散フーリエ変換部30aのDFT31a及びDFT31bの各機能、スペクトル生成部30における乗算器32、加算器33b及び加算器33aの各機能、ノイズ除去部40のスペクトル反転除去部42の機能、並びにIDFT5、インバータキャリア周波数検出部6及びインバータキャリア周波数取得用通信部8の各機能について一部を専用のハードウェアで実現し、一部をソフトウェア又はファームウェアで実現してもよい。

20

【0096】

例えば、受信信号入力部10のアンテナファクタ補正部12、周波数変換部13、増幅部14及びADC15は、専用のハードウェアとしての処理回路で機能を実現する。ノイズ除去装置101における、同期検波部20の乗算器21、NCO22、同相信号抽出部23及び直交信号抽出部24の各機能、スペクトル生成部30における離散フーリエ変換部30aのDFT31a及びDFT31bの各機能、スペクトル生成部30における乗算器32、加算器33b及び加算器33aの各機能、ノイズ除去部40のスペクトル反転除去部42の機能、並びにIDFT5、インバータキャリア周波数検出部6及びインバータキャリア周波数取得用通信部8の各機能については、プロセッサ200bがメモリ200cに記憶されたプログラムを読み出して実行することにより機能を実現してもよい。

30

このように、処理回路は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア又はこれらの組み合わせにより上記機能のそれぞれを実現することができる。

【0097】

以上のように、実施の形態1に係るノイズ除去装置101は、受信信号を検波する同期検波部20(検波部)と、同期検波部20の複素検波出力に対して離散フーリエ変換を行うことにより受信信号スペクトルを生成する離散フーリエ変換部30aと、受信信号スペクトルに重畳したノイズに基づいてノイズ除去を行うことによりノイズ除去後スペクトルを生成するノイズ除去部40と、を備え、受信信号スペクトルに重畳したノイズは、対称性を有する周波数スペクトルを示し、ノイズ除去部40は、受信信号スペクトルに重畳したノイズの対称性に基づいてノイズ除去を行うことによりノイズ除去後スペクトルを生成する。

40

【0098】

上記の構成によれば、ノイズの対称性に基づいて好適にノイズ除去を行うことができる。よって、ノイズ除去の精度低下を抑制することができる。

【0099】

また、実施の形態1に係るノイズ除去装置101において、同期検波部20(検波部)が検波する受信信号は、両側波帯の振幅変調信号であり、同期検波部20は、両側波帯の

50

振幅変調信号と、両側波帯の振幅変調信号のキャリアと同期した信号と、を乗算することにより同相信号及び直交信号を生成し、離散フーリエ変換部 30 a は、同期検波部 20 が生成した同相信号に対して離散フーリエ変換を行うことにより同相信号スペクトルを生成し、同期検波部 20 が生成した直交信号に対して離散フーリエ変換を行うことにより直交信号スペクトルを生成し、直交信号スペクトルに対して虚数単位を乗算し、同相信号スペクトルに対して、虚数単位を乗算した直交信号スペクトルを加算することにより上側波帯信号スペクトルを算出し、離散フーリエ変換部 30 a が生成した同相信号スペクトルに対して、虚数単位を乗算した直交信号スペクトルを減算することにより下側波帯信号スペクトルを算出するスペクトル算出部 30 b をさらに備え、上側波帯信号スペクトル及び下側波帯信号スペクトルに重畳したノイズは、対称性を有する周波数スペクトルを示し、ノイズ除去部 40 は、スペクトル算出部 30 b が算出した上側波帯信号スペクトル又は下側波帯信号スペクトルのうちの少なくとも一方の受信信号スペクトルに重畳したノイズの対称性に基づいてノイズ除去を行うことによりノイズ除去後スペクトルを生成する。

10

【0100】

上記の構成によれば、上側波帯信号スペクトル及び下側波帯信号スペクトルがそれぞれ同相信号及び直交信号の両方に基づいて生成されるため、対称性ノイズに対応するノイズが上側波帯信号スペクトル及び下側波帯信号スペクトルの両方に出現する。これにより、上側波帯信号スペクトル又は下側波帯信号スペクトルのうちの少なくとも一方の受信信号スペクトルに重畳したノイズの対称性に基づいてノイズ除去を行うことができる。よって、ノイズ除去の精度低下を抑制することができる。また、例えば、両側波帯の振幅変調信号が音声信号である場合、音声信号に重畳するノイズを音声信号の劣化を防ぎつつ好適に除去することができる。なお、受信信号は、対称性を有する周波数スペクトルを示すノイズが重畳されていればよく、両側波帯の振幅変調信号に限定されない。例えば、受信信号は、ラジオ放送又はテレビ放送からの両側波帯の振幅変調信号以外の受信信号であってもよい。その場合、ノイズ除去部 40 は、ラジオ放送又はテレビ放送からの両側波帯の振幅変調信号以外の受信信号に重畳したノイズを除去する。

20

【0101】

また、実施の形態 1 に係るノイズ除去装置 101 において、上側波帯信号スペクトル及び下側波帯信号スペクトルに重畳したノイズは、対称性を有する周波数スペクトルを示すインバータノイズであり、ノイズ除去部 40 は、インバータノイズの発生源であるインバータ 7 のキャリア周波数の整数倍の周波数のうちから、両側波帯の振幅変調信号のキャリア周波数に最も近い第 1 の周波数と、両側波帯の振幅変調信号のキャリア周波数に 2 番目に近い第 2 の周波数と、を抽出し、上側波帯信号スペクトル又は下側波帯信号スペクトルにおいて、インバータノイズのうちの、第 1 の周波数に対応する周波数を基準とした、両側波帯の振幅変調信号のキャリア周波数に対応する原点側の帯域とは反対側の帯域に存在するノイズを、第 1 の周波数に対応する周波数を中心として当該原点側に反転させ、反転させたノイズを、上側波帯信号スペクトル又は下側波帯信号スペクトルのうちの、当該原点を基準とした、第 2 の周波数に対応する周波数側の帯域に存在するスペクトルから減算することにより、第 1 のスペクトルを生成し、上側波帯信号スペクトル又は下側波帯信号スペクトルにおいて、インバータノイズのうちの、第 2 の周波数に対応する周波数を基準とした、両側波帯の振幅変調信号のキャリア周波数に対応する原点側の帯域とは反対側の帯域に存在するノイズを、第 2 の周波数に対応する周波数を中心として当該原点側に反転させ、反転させたノイズを、上側波帯信号スペクトル又は下側波帯信号スペクトルのうちの、当該原点を基準とした、第 2 の周波数に対応する周波数側の帯域に存在するスペクトルから減算することにより、第 2 のスペクトルを生成し、第 1 のスペクトル及び第 2 のスペクトルに基づいてノイズ除去後スペクトルを生成する。

30

40

【0102】

上記の構成によれば、インバータノイズの対称性に基づいてノイズ除去を行うことにより第 1 のスペクトル及び第 2 のスペクトルを生成する。より詳細には、第 1 のスペクトル及び第 2 のスペクトルが、第 1 の周波数よりも原点から遠い第 2 の周波数に対応する周波

50

数側の帯域に存在するスペクトルを基に生成されることにより、ノイズが含まれている可能性が低い。つまり、インバータノイズの対称性に基づいて好適にノイズ除去を行うことができる。よって、ノイズ除去の精度を向上することができる。

【0103】

また、実施の形態1に係るノイズ除去装置101におけるノイズ除去部40は、生成した第1のスペクトル及び第2のスペクトルの各パワー値、並びに離散フーリエ変換部30aが生成した同相信号スペクトルのパワー値、のうちの少なくとも2つ以上のパワー値を周波数毎に比較し、周波数毎に最も低いパワー値を抽出することにより、ノイズ除去後スペクトルを生成する。

【0104】

上記の構成によれば、パワー値が低ければ低いほど、スペクトルにノイズが含まれている可能性が小さいため、最終的に生成されるノイズ除去後スペクトルにノイズが含まれる可能性を低減することができる。よって、ノイズ除去の精度を向上することができる。

【0105】

また、実施の形態1に係るノイズ除去装置101は、スペクトル算出部30bが算出した上側波帯信号スペクトル及び下側波帯信号スペクトルを参照してインバータ7のキャリア周波数を検出するインバータキャリア周波数検出部6をさらに備えている。

【0106】

上記の構成によれば、検出したインバータ7のキャリア周波数に基づいて、インバータノイズの第1の周波数及び第2の周波数を抽出することができる。つまり、インバータノイズの対称性に基づいて好適にノイズ除去を行うことができる。よって、ノイズ除去の精度を向上することができる。

【0107】

また、実施の形態1に係るノイズ除去装置101は、インバータ7からインバータ7のキャリア周波数に関する情報を取得するインバータキャリア周波数取得用通信部8をさらに備えている。

【0108】

上記の構成によれば、取得したインバータ7のキャリア周波数に基づいて、インバータノイズの第1の周波数及び第2の周波数を抽出することができる。つまり、インバータノイズの対称性に基づいて好適にノイズ除去を行うことができる。よって、ノイズ除去の精度を向上することができる。

【0109】

また、実施の形態1に係るノイズ除去装置101において、インバータ7のキャリア周波数は、予め設定されている。

上記の構成によれば、予め設定されたインバータ7のキャリア周波数に基づいて、インバータノイズの第1の周波数及び第2の周波数を抽出することができる。つまり、インバータノイズの対称性に基づいて好適にノイズ除去を行うことができる。よって、ノイズ除去の精度を向上することができる。

【0110】

また、実施の形態1に係るノイズ除去装置101における同期検波部20（検波部）は、両側波帯の振幅変調信号のキャリアと同期した信号を出力するNCO22（数値制御発振器）、及び、NCO22（数値制御発振器）が出力した信号と、両側波帯の振幅変調信号とを乗算することにより同期検波を行う乗算器21を備えている。

上記の構成によれば、同期検波を好適に行うことができる。

【0111】

また、実施の形態1に係るノイズ除去装置101は、ノイズ除去部40が生成したノイズ除去後スペクトルに対して逆離散フーリエ変換を行うことにより時間領域の信号を生成するIDFT5（逆離散フーリエ変換部）をさらに備えている。

上記の構成によれば、生成した時間領域の信号に基づいて、両側波帯の振幅変調信号が示す情報を適宜出力することができる。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 2 】

また、実施の形態 1 に係るアンテナ装置 1 0 0 は、ノイズ除去装置 1 0 1 と、受信信号を取得する受信信号入力部 1 0 (受信部) と、を備えている。

上記の構成によれば、アンテナ装置 1 0 0 において、上述の各効果を奏することができる。

【 0 1 1 3 】

また、実施の形態 1 に係るアンテナ装置 1 0 0 における受信信号入力部 1 0 (受信部) は、受信信号を取得するアンテナ 1 1 と、アンテナ 1 1 のアンテナファクタが一定となるように、アンテナ 1 1 が取得した受信信号を補正するアンテナファクタ補正部 1 2 と、を備えている。

上記の構成によれば、補正された両側波帯の振幅変調信号に基づいて、ノイズ除去を好適に行うことができる。

【 0 1 1 4 】

また、実施の形態 1 に係るノイズ除去方法は、受信信号を検波する検波ステップと、検波ステップの複素検波出力に対して離散フーリエ変換を行うことにより受信信号スペクトルを生成する離散フーリエ変換ステップと、離散フーリエ変換ステップで算出した受信信号スペクトルに重畳したノイズに基づいてノイズ除去を行うことによりノイズ除去後スペクトルを生成するノイズ除去ステップと、を含み、受信信号スペクトルに重畳したノイズは、対称性を有する周波数スペクトルを示し、ノイズ除去ステップでは、受信信号スペクトルに重畳したノイズの対称性に基づいてノイズ除去を行うことによりノイズ除去後スペクトルを生成する。

上記の構成によれば、上述のノイズ除去装置 1 0 1 が奏する効果と同様の効果を奏する。

【 0 1 1 5 】

実施の形態 2 .

実施の形態 1 では、ノイズ除去部 4 0 がスペクトル反転除去部 4 2 を備えている構成について説明した。実施の形態 2 では、ノイズ除去部がスペクトル振幅比較部を備えている構成について説明する。なお、実施の形態 2 では、対称性を有する周波数スペクトルを示すノイズ以外のノイズが重畳していてもよい。つまり、上述のスペクトル算出部 3 0 b が算出した上側波帯信号スペクトル及び下側波帯信号スペクトルに重畳したノイズは、対称性を有する周波数スペクトルを示さなくてもよい。

【 0 1 1 6 】

以下で、実施の形態 2 について図面を参照して説明する。なお、実施の形態 1 で説明した構成と同様の機能を有する構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。

図 9 は、実施の形態 2 に係るアンテナ装置 1 0 2 の構成を示すブロック図である。図 9 が示すように、実施の形態 1 に係るアンテナ装置 1 0 0 と比較して、アンテナ装置 1 0 2 は、ノイズ除去装置 1 0 3 のノイズ除去部 4 4 がスペクトル反転除去部 4 2 の代わりにスペクトル振幅比較部 4 1 を備えている。また、実施の形態 1 に係るアンテナ装置 1 0 0 と比較して、アンテナ装置 1 0 2 のノイズ除去装置 1 0 3 は、インバータキャリア周波数検出部 6 及びインバータキャリア周波数取得用通信部 8 を備えていない。

【 0 1 1 7 】

実施の形態 2 に係るノイズ除去部 4 4 は、スペクトル算出部 3 0 b が算出した上側波帯信号スペクトル又は下側波帯信号スペクトルのうちの少なくとも一方のスペクトルに重畳したノイズに基づいてノイズ除去を行うことによりノイズ除去後スペクトルを生成する。

【 0 1 1 8 】

ノイズ除去部 4 4 のスペクトル振幅比較部 4 1 は、離散フーリエ変換部 3 0 a が生成した同相信号スペクトルのパワー値と、スペクトル算出部 3 0 b が算出した上側波帯信号スペクトル又は下側波帯信号スペクトルの各パワー値のうち少なくとも 1 つ以上のパワー値と、を周波数毎に比較し、周波数毎に最も低いパワー値を抽出することにより、ノイズ除去後スペクトルを生成する。スペクトル振幅比較部 4 1 は、生成したノイズ除去後スペクトル (図 9 における S_1) を I D F T 5 に出力する。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 9 】

より詳細には、スペクトル振幅比較部 4 1 は、離散フーリエ変換部 3 0 a が生成した同相信号スペクトルのパワー値と、スペクトル算出部 3 0 b が算出した上側波帯信号スペクトルのパワー値とを周波数毎に比較し、周波数毎に最も低いパワー値を抽出してもよい。または、スペクトル振幅比較部 4 1 は、離散フーリエ変換部 3 0 a が生成した同相信号スペクトルのパワー値と、スペクトル算出部 3 0 b が算出した下側波帯信号スペクトルのパワー値とを周波数毎に比較し、周波数毎に最も低いパワー値を抽出してもよい。

【 0 1 2 0 】

上述のように、対称性ノイズが重畳している両側波帯の振幅変調信号では、同相信号スペクトルにはノイズが出現しない一方で、直交信号スペクトルにはノイズが出現する場合があります。その場合、対称性ノイズが含まれていない同相信号スペクトルのパワー値が最も低いパワー値となるため、スペクトル振幅比較部 4 1 は、上記のように同相信号スペクトルを用いて比較及び抽出を行うことにより、対称性ノイズが含まれていない同相信号スペクトルのパワー値を抽出することができる。これにより、ノイズ除去の精度低下を抑制することができる。

【 0 1 2 1 】

以下で、ノイズ除去部 4 4 のより具体的な機能について図面を参照して説明する。図 1 0 A は、実施の形態 2 に係る同期検波部 2 0 の乗算器 2 1 が同期検波を行った両側波帯の振幅変調信号に対して離散フーリエ変換を行うことにより得られた周波数領域のスペクトルを示すグラフである。図 1 0 B は、実施の形態 2 に係る離散フーリエ変換部 3 0 a の D F T 3 1 a が生成した同相信号スペクトルを示すグラフ（上側のグラフ）、実施の形態 2 に係るスペクトル算出部 3 0 b の加算器 3 3 a が算出した下側波帯信号スペクトルを示すグラフ（真ん中のグラフ）、及び実施の形態 2 に係るスペクトル算出部 3 0 b の加算器 3 3 b が算出した上側波帯信号スペクトルを示すグラフ（下側のグラフ）である。図 1 0 C は、実施の形態 2 に係るノイズ除去部 4 4 のスペクトル振幅比較部 4 1 が生成したノイズ除去後スペクトルを示すグラフである。なお、以下で説明する例では、両側波帯の振幅変調信号に対称性ノイズ以外のノイズが重畳しているものとする。

【 0 1 2 2 】

図 1 0 A が示すように、実施の形態 2 に係るスペクトル算出部 3 0 b が算出した上側波帯信号スペクトル及び下側波帯信号スペクトルには、それぞれノイズが重畳している（図 1 0 A の棒線）。実施の形態 2 に係るスペクトル振幅比較部 4 1 は、例えば、離散フーリエ変換部 3 0 a が生成した同相信号スペクトルのパワー値（図 1 0 B の上側のグラフ）と、スペクトル算出部 3 0 b が算出した上側波帯信号スペクトルのパワー値（図 1 0 B の下側のグラフ）と、下側波帯信号スペクトルのパワー値（図 1 0 B の真ん中のグラフ）とを周波数毎に比較し、周波数毎に最も低いパワー値を抽出することにより、ノイズ除去後スペクトル（図 1 0 C ）を生成する。

【 0 1 2 3 】

以下で、実施の形態 2 に係るアンテナ装置 1 0 2 の動作について図面を参照して説明する。なお、実施の形態 2 に係るアンテナ装置 1 0 2 の動作は、上述のステップ S T 5 0 0 の代わりにステップ S T 4 0 0 を行うこと以外は、実施の形態 1 に係るアンテナ装置 1 0 0 の動作と同様である。そのため、ステップ S T 4 0 0 以外のステップについての説明を省略する。

【 0 1 2 4 】

図 1 1 は、実施の形態 2 に係るアンテナ装置 1 0 2 によるノイズ除去方法を示すフローチャートである。ステップ S T 4 0 0 において、スペクトル振幅比較部 4 1 は、離散フーリエ変換部 3 0 a が生成した同相信号スペクトルのパワー値と、スペクトル算出部 3 0 b が算出した上側波帯信号スペクトル又は下側波帯信号スペクトルの各パワー値のうち少なくとも 1 つ以上のパワー値と、を周波数毎に比較し、周波数毎に最も低いパワー値を抽出することにより、ノイズ除去後スペクトルを生成する。

【 0 1 2 5 】

10

20

30

40

50

以下で、実施の形態 2 に係るノイズ除去装置 103 におけるノイズ除去部 44 のスペクトル振幅比較部 41 の動作について図面を参照して説明する。図 12 は、実施の形態 2 に係るスペクトル振幅比較部 41 によるノイズ除去方法を示すフローチャートである。なお、以下の各ステップの説明は、上述のステップ ST 400 の詳細な説明である。以下の各ステップは、上述のステップ ST 305 の後に開始される。

【0126】

まず、スペクトル振幅比較部 41 は、スペクトル算出部 30b が算出した上側波帯信号スペクトルのパワー値が、離散フーリエ変換部 30a が生成した同相信号スペクトルのパワー値以下であり、且つ、スペクトル算出部 30b が算出した下側波帯信号スペクトルのパワー値以下であるか否かを周波数毎に判定する（ステップ ST 401）。つまり、図示しないが、ステップ ST 401 は、周波数毎に繰り返し行われる。よって、以下で説明するステップ ST 402 からステップ ST 405 の各ステップも周波数毎に繰り返し行われる。

10

【0127】

スペクトル振幅比較部 41 が上側波帯信号スペクトルのパワー値が同相信号スペクトルのパワー値以下であり且つ下側波帯信号スペクトルのパワー値以下であると判定した場合（ステップ ST 401 の YES）、スペクトル振幅比較部 41 は、上側波帯信号スペクトルのパワー値を抽出する（ステップ ST 403）。

【0128】

スペクトル振幅比較部 41 が上側波帯信号スペクトルのパワー値が同相信号スペクトルのパワー値よりも大きく且つ下側波帯信号スペクトルのパワー値よりも大きいと判定した場合（ステップ ST 401 の NO）、スペクトル振幅比較部 41 は、スペクトル算出部 30b が算出した下側波帯信号スペクトルのパワー値が、離散フーリエ変換部 30a が生成した同相信号スペクトルのパワー値以下であり、且つ、スペクトル算出部 30b が算出した上側波帯信号スペクトルのパワー値以下であるか否かを周波数毎に比較する（ステップ ST 402）。

20

【0129】

スペクトル振幅比較部 41 が下側波帯信号スペクトルのパワー値が同相信号スペクトルのパワー値以下であり且つ上側波帯信号スペクトルのパワー値以下であると判定した場合（ステップ ST 402 の YES）、スペクトル振幅比較部 41 は、下側波帯信号スペクトルのパワー値を抽出する（ステップ ST 404）。

30

【0130】

スペクトル振幅比較部 41 が下側波帯信号スペクトルのパワー値が同相信号スペクトルのパワー値よりも大きく且つ上側波帯信号スペクトルのパワー値よりも大きいと判定した場合（ステップ ST 402 の NO）、スペクトル振幅比較部 41 は、同相信号スペクトルのパワー値を抽出する（ステップ ST 405）。

【0131】

図示しないが、スペクトル振幅比較部 41 は、上記のステップ ST 401 からステップ ST 405 の各ステップを周波数毎に繰り返し行うことにより抽出したパワー値によって、ノイズ除去後スペクトルを生成する。

40

【0132】

アンテナ装置 102 における、受信信号入力部 10 のアンテナファクタ補正部 12、周波数変換部 13、増幅部 14 及び ADC 15 の各機能、ノイズ除去装置 103 における、同期検波部 20 の乗算器 21、NCO 22、同相信号抽出部 23 及び直交信号抽出部 24 の各機能、スペクトル生成部 30 における離散フーリエ変換部 30a の DFT 31a 及び DFT 31b の各機能、スペクトル生成部 30 における乗算器 32、加算器 33b 及び加算器 33a の各機能、ノイズ除去部 44 のスペクトル振幅比較部 41 の機能、並びに IDFT 5、インバータキャリア周波数検出部 6 及びインバータキャリア周波数取得用通信部 8 の各機能は、処理回路により実現される。すなわち、アンテナ装置 102 は、図 4、図 5、図 6、図 11 及び図 12 に示した各ステップの処理を実行するための処理回路を備え

50

る。この処理回路は、専用のハードウェアであってもよいが、メモリに記憶されたプログラムを実行するCPU (Central Processing Unit) であってもよい。

【0133】

アンテナ装置102の機能を実現するハードウェア構成は、図8Aが示すアンテナ装置100の機能を実現するハードウェア構成と同様である。アンテナ装置102の機能を実現するソフトウェアを実行するハードウェア構成は、図8Bが示すアンテナ装置100の機能を実現するソフトウェアを実行するハードウェア構成と同様である。

【0134】

上記処理回路が図8Aに示す専用のハードウェアの処理回路200aである場合、処理回路200aは、例えば、単回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、FPGA (Field-Programmable Gate Array) 又はこれらを組み合わせたものが該当する。

10

【0135】

アンテナ装置102における、受信信号入力部10のアンテナファクタ補正部12、周波数変換部13、増幅部14及びADC15の各機能、ノイズ除去装置103における、同期検波部20の乗算器21、NCO22、同相信号抽出部23及び直交信号抽出部24の各機能、スペクトル生成部30における離散フーリエ変換部30aのDFT31a及びDFT31bの各機能、スペクトル生成部30における乗算器32、加算器33b及び加算器33aの各機能、ノイズ除去部44のスペクトル振幅比較部41の機能、並びにIDFT5、インバータキャリア周波数検出部6及びインバータキャリア周波数取得用通信部8の各機能を別々の処理回路で実現してもよいし、これらの機能をまとめて1つの処理回路で実現してもよい。

20

【0136】

上記処理回路が図8Bに示すプロセッサ200bである場合、アンテナ装置102における、受信信号入力部10のアンテナファクタ補正部12、周波数変換部13、増幅部14及びADC15の各機能、ノイズ除去装置103における、同期検波部20の乗算器21、NCO22、同相信号抽出部23及び直交信号抽出部24の各機能、スペクトル生成部30における離散フーリエ変換部30aのDFT31a及びDFT31bの各機能、スペクトル生成部30における乗算器32、加算器33b及び加算器33aの各機能、ノイズ除去部44のスペクトル振幅比較部41の機能、並びにIDFT5、インバータキャリア周波数検出部6及びインバータキャリア周波数取得用通信部8の各機能は、ソフトウェア、ファームウェア又はソフトウェアとファームウェアとの組み合わせによって実現される。

30

なお、ソフトウェア又はファームウェアは、プログラムとして記述されてメモリ200cに記憶される。

【0137】

プロセッサ200bは、メモリ200cに記憶されたプログラムを読み出して実行することにより、アンテナ装置102における、受信信号入力部10のアンテナファクタ補正部12、周波数変換部13、増幅部14及びADC15の各機能、ノイズ除去装置103における、同期検波部20の乗算器21、NCO22、同相信号抽出部23及び直交信号抽出部24の各機能、スペクトル生成部30における離散フーリエ変換部30aのDFT31a及びDFT31bの各機能、スペクトル生成部30における乗算器32、加算器33b及び加算器33aの各機能、ノイズ除去部44のスペクトル振幅比較部41の機能、並びにIDFT5、インバータキャリア周波数検出部6及びインバータキャリア周波数取得用通信部8の各機能を実現する。すなわち、アンテナ装置102は、これらの各機能がプロセッサ200bによって実行されるときに、図4、図5、図6、図11及び図12に示した各ステップの処理が結果的に実行されるプログラムを記憶するためのメモリ200cを備える。

40

50

【0138】

これらのプログラムは、アンテナ装置102における、受信信号入力部10のアンテナファクタ補正部12、周波数変換部13、増幅部14及びADC15の各手順又は方法、ノイズ除去装置103における、同期検波部20の乗算器21、NCO22、同相信号抽出部23及び直交信号抽出部24の各手順又は方法、スペクトル生成部30における離散フーリエ変換部30aのDFT31a及びDFT31bの各手順又は方法、スペクトル生成部30における乗算器32、加算器33b及び加算器33aの各手順又は方法、ノイズ除去部44のスペクトル振幅比較部41の手順又は方法、並びにIDFT5、インバータキャリア周波数検出部6及びインバータキャリア周波数取得用通信部8の各手順又は方法をコンピュータに実行させる。メモリ200cは、コンピュータを、アンテナ装置102

10

【0139】

プロセッサ200bには、例えば、CPU(Central Processing Unit)、処理装置、演算装置、プロセッサ、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、またはDSP(Digital Signal Processor)などが該当する。

20

【0140】

メモリ200cには、例えば、RAM(Random Access Memory)、ROM(Read Only Memory)、フラッシュメモリ、EPROM(Erasable Programmable Read Only Memory)、EEPROM(Electrically - EPROM)などの不揮発性又は揮発性の半導体メモリ、ハードディスク、フレキシブルディスク等の磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスク、CD(Compact Disc)、DVD(Digital Versatile Disc)などが該当する。

30

【0141】

アンテナ装置102における、受信信号入力部10のアンテナファクタ補正部12、周波数変換部13、増幅部14及びADC15の各機能、ノイズ除去装置103における、同期検波部20の乗算器21、NCO22、同相信号抽出部23及び直交信号抽出部24の各機能、スペクトル生成部30における離散フーリエ変換部30aのDFT31a及びDFT31bの各機能、スペクトル生成部30における乗算器32、加算器33b及び加算器33aの各機能、ノイズ除去部44のスペクトル振幅比較部41の機能、並びにIDFT5、インバータキャリア周波数検出部6及びインバータキャリア周波数取得用通信部8の各機能について一部を専用のハードウェアで実現し、一部をソフトウェア又はファームウェアで実現してもよい。

40

【0142】

例えば、受信信号入力部10のアンテナファクタ補正部12、周波数変換部13、増幅部14及びADC15は、専用のハードウェアとしての処理回路で機能を実現する。ノイズ除去装置103における、同期検波部20の乗算器21、NCO22、同相信号抽出部23及び直交信号抽出部24の各機能、スペクトル生成部30における離散フーリエ変換部30aのDFT31a及びDFT31bの各機能、スペクトル生成部30における乗算器32、加算器33b及び加算器33aの各機能、ノイズ除去部44のスペクトル振幅比較部41の機能、並びにIDFT5、インバータキャリア周波数検出部6及びインバータキャリア周波数取得用通信部8の各機能については、プロセッサ200bがメモリ200cに記憶されたプログラムを読み出して実行することにより機能を実現してもよい。

50

このように、処理回路は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア又はこれらの組み合わせにより上記機能のそれぞれを実現することができる。

【0143】

以上のように、実施の形態2に係るノイズ除去装置103は、両側波帯の振幅変調信号と、当該両側波帯の振幅変調信号のキャリアと同期した信号と、を乗算することにより同相信号及び直交信号を生成する同期検波部20（検波部）と、同期検波部20が生成した同相信号に対して離散フーリエ変換を行うことにより同相信号スペクトルを生成し、同期検波部20が生成した直交信号に対して離散フーリエ変換を行うことにより直交信号スペクトルを生成する離散フーリエ変換部30aと、直交信号スペクトルに対して虚数単位を乗算し、同相信号スペクトルに対して、虚数単位を乗算した直交信号スペクトルを加算することにより上側波帯信号スペクトルを算出し、離散フーリエ変換部30aが生成した同相信号スペクトルに対して、虚数単位を乗算した直交信号スペクトルを減算することにより下側波帯信号スペクトルを算出するスペクトル算出部30bと、スペクトル算出部30bが算出した上側波帯信号スペクトル又は下側波帯信号スペクトルのうちの少なくとも一方のスペクトルに重畳したノイズに基づいてノイズ除去を行うことによりノイズ除去後スペクトルを生成するノイズ除去部44と、を備えている。

10

【0144】

また、実施の形態2に係るノイズ除去装置103におけるノイズ除去部44は、離散フーリエ変換部30aが生成した同相信号スペクトルのパワー値と、スペクトル算出部30bが算出した上側波帯信号スペクトル又は下側波帯信号スペクトルの各パワー値のうち少なくとも1つ以上のパワー値と、を周波数毎に比較し、周波数毎に最も低いパワー値を抽出することにより、ノイズ除去後スペクトルを生成する。

20

【0145】

上記の構成によれば、例えば、両側波帯の振幅変調信号に対称性ノイズが重畳しており、当該両側波帯の振幅変調信号において、同相信号スペクトルにはノイズが出現しない一方で、直交信号スペクトルにはノイズが出現する場合に、上述の理由により、対称性ノイズが含まれていない同相信号スペクトルのパワー値を抽出することができる。これにより、ノイズ除去の精度低下を抑制することができる。また、両側波帯の振幅変調信号に対称性ノイズ以外のノイズが重畳している場合であっても、周波数毎に最も低いパワー値を抽出することにより、ノイズ除去を好適に行うことができる。

30

【0146】

実施の形態3 .

実施の形態1では、ノイズ除去部40がスペクトル反転除去部42を備えている構成について説明した。実施の形態3では、ノイズ除去部がスペクトル反転除去部及びスペクトル振幅比較部を備えている構成について説明する。

【0147】

以下で、実施の形態3について図面を参照して説明する。なお、実施の形態1で説明した構成と同様の機能を有する構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。

図13は、実施の形態3に係るアンテナ装置104の構成を示すブロック図である。図13が示すように、実施の形態1に係るアンテナ装置100と比較して、アンテナ装置104は、ノイズ除去装置105のノイズ除去部45がスペクトル振幅比較部41及び合成部43をさらに備えている。

40

【0148】

実施の形態3に係るノイズ除去部45のスペクトル反転除去部42は、実施の形態1で説明した方法と同様の方法により、第1のスペクトル及び第2のスペクトルを生成する。スペクトル反転除去部42は、生成した第1のスペクトル及び第2のスペクトルを合成部43に出力する。なお、スペクトル反転除去部42は、生成した第1のスペクトル及び第2のスペクトルの何れか一方のスペクトルのみを合成部43に出力してもよい。

【0149】

実施の形態3に係るノイズ除去部45のスペクトル振幅比較部41は、離散フーリエ変

50

換部 3 0 a が生成した同相信号スペクトルのパワー値と、スペクトル算出部 3 0 b が算出した上側波帯信号スペクトル又は下側波帯信号スペクトルの各パワー値のうち少なくとも 1 つ以上のパワー値と、を周波数毎に比較し、周波数毎に最も低いパワー値を抽出することにより、第 3 のスペクトルをさらに生成する。スペクトル振幅比較部 4 1 は、生成した第 3 のスペクトルを合成部 4 3 に出力する。

【 0 1 5 0 】

実施の形態 3 に係るノイズ除去部 4 5 の合成部 4 3 は、スペクトル反転除去部 4 2 が生成した第 1 のスペクトルのパワー値若しくは第 2 のスペクトルのパワー値又はスペクトル振幅比較部 4 1 が生成した第 3 のスペクトルのパワー値のうち少なくとも 2 つ以上のパワー値を周波数毎に比較し、周波数毎に最も低いパワー値を抽出することにより、ノイズ除去後スペクトルを生成する。合成部 4 3 は、生成したノイズ除去後スペクトル（図 1 3 における S_3 ）を I D F T 5 に出力する。

10

【 0 1 5 1 】

合成部 4 3 は、スペクトル反転除去部 4 2 が生成した第 1 のスペクトルのパワー値と、スペクトル振幅比較部 4 1 が生成した第 3 のスペクトルのパワー値とを周波数毎に比較し、周波数毎に最も低いパワー値を抽出することにより、ノイズ除去後スペクトルを生成してもよい。または、合成部 4 3 は、スペクトル反転除去部 4 2 が生成した第 2 のスペクトルのパワー値と、スペクトル振幅比較部 4 1 が生成した第 3 のスペクトルのパワー値とを周波数毎に比較し、周波数毎に最も低いパワー値を抽出することにより、ノイズ除去後スペクトルを生成してもよい。または、合成部 4 3 は、スペクトル反転除去部 4 2 が生成した第 1 のスペクトルのパワー値と、スペクトル反転除去部 4 2 が生成した第 2 のスペクトルのパワー値とを周波数毎に比較し、周波数毎に最も低いパワー値を抽出することにより、ノイズ除去後スペクトルを生成してもよい。

20

【 0 1 5 2 】

なお、実施の形態 3 に係るノイズ除去部 4 5 のスペクトル反転除去部 4 2 は、実施の形態 1 で説明した方法と同様の方法により、第 1 のスペクトル及び第 2 のスペクトルを生成し、生成した第 1 のスペクトル及び第 2 のスペクトルに基づいてノイズ除去後スペクトルを生成してもよい。その場合、スペクトル振幅比較部 4 1 による処理及び合成部 4 3 による処理は、不要となり、I D F T 5 は、スペクトル反転除去部 4 2 が生成したノイズ除去後スペクトルに対して逆離散フーリエ変換を行うことにより時間領域の信号を生成する。

30

【 0 1 5 3 】

以下で、ノイズ除去部 4 5 のより具体的な機能について図面を参照して説明する。図 1 4 A は、実施の形態 3 に係る同期検波部 2 0 の乗算器 2 1 が同期検波を行った両側波帯の振幅変調信号に対して離散フーリエ変換を行うことにより得られた周波数領域のスペクトルを示すグラフである。図 1 4 B は、実施の形態 3 に係る離散フーリエ変換部 3 0 a の D F T 3 1 a が生成した同相信号スペクトルを示すグラフ（上側のグラフ）、実施の形態 3 に係るスペクトル算出部 3 0 b の加算器 3 3 a が算出した下側波帯信号スペクトルを示すグラフ（真ん中のグラフ）、及び実施の形態 3 に係るスペクトル算出部 3 0 b の加算器 3 3 b が算出した上側波帯信号スペクトルを示すグラフ（下側のグラフ）である。図 1 4 C は、実施の形態 3 に係るノイズ除去部 4 5 のスペクトル振幅比較部 4 1 が生成した第 3 のスペクトル（上側のグラフ）、及び実施の形態 3 に係るノイズ除去部 4 5 のスペクトル反転除去部 4 2 が生成した第 2 のスペクトルを示すグラフ（下側のグラフ）である。図 1 4 D は、実施の形態 3 に係るノイズ除去部 4 5 の合成部 4 3 が生成したノイズ除去後スペクトルを示すグラフである。

40

【 0 1 5 4 】

図 1 4 A の f の周波数における 2 つの棒線が示すように、両側波帯の振幅変調信号には、対称性ノイズが重畳している。実施の形態 3 に係るスペクトル反転除去部 4 2 は、実施の形態 1 で説明した方法と同様の方法により、第 2 のスペクトル（図 1 4 C の下側のグラフ）を生成する。実施の形態 3 に係るスペクトル振幅比較部 4 1 は、例えば、離散フーリエ変換部 3 0 a が生成した同相信号スペクトルのパワー値（図 1 4 B の上側のグラフ）

50

と、スペクトル算出部 30b が算出した上側波帯信号スペクトルのパワー値（図 14B の下側のグラフ）と、下側波帯信号スペクトルのパワー値（図 14B の真ん中のグラフ）とを周波数毎に比較し、周波数毎に最も低いパワー値を抽出することにより、第 3 のスペクトル（図 14C の上側のグラフ）を生成する。

【0155】

図 14C が示すように、第 3 のスペクトル（図 14C の上側のグラフ）では、対称性ノイズに対応するノイズが除去されていないが、第 2 のスペクトル（図 14C の下側のグラフ）では、対称性ノイズに対応するノイズが除去されている。そして、実施の形態 3 に係るノイズ除去部 45 の合成部 43 は、スペクトル反転除去部 42 が生成した第 2 のスペクトルのパワー値とスペクトル振幅比較部 41 が生成した第 3 のスペクトルのパワー値とを周波数毎に比較し、周波数毎に最も低いパワー値を抽出することにより、ノイズ除去後スペクトルを生成する。これにより、図 14D のグラフが示すように、当該ノイズ除去後スペクトルでは、対称性ノイズに対応するノイズが除去されている。

10

【0156】

以下で、実施の形態 3 に係るアンテナ装置 104 の動作について図面を参照して説明する。なお、実施の形態 3 に係るアンテナ装置 104 の動作は、ステップ ST500 が一部異なること、及びステップ ST400 及びステップ ST600 をさらに行うこと以外は、実施の形態 1 に係るアンテナ装置 100 の動作と同様である。そのため、ステップ ST400、ステップ ST500 及びステップ ST600 以外のステップについての説明を省略する。

20

【0157】

図 15 は、実施の形態 3 に係るアンテナ装置 104 によるノイズ除去方法を示すフローチャートである。ステップ ST400 において、実施の形態 3 に係るスペクトル振幅比較部 41 は、離散フーリエ変換部 30a が生成した同相信号スペクトルのパワー値と、スペクトル算出部 30b が算出した上側波帯信号スペクトル又は下側波帯信号スペクトルの各パワー値のうち少なくとも 1 つ以上のパワー値と、を周波数毎に比較し、周波数毎に最も低いパワー値を抽出することにより、第 3 のスペクトルを生成する。スペクトル振幅比較部 41 は、生成した第 3 のスペクトルを合成部 43 に出力する。

【0158】

また、ステップ ST500 において、実施の形態 3 に係るスペクトル反転除去部 42 は、実施の形態 1 で説明した方法と同様の方法により、第 1 のスペクトル及び第 2 のスペクトルを生成する。スペクトル反転除去部 42 は、生成した第 1 のスペクトル及び第 2 のスペクトルを合成部 43 に出力する。

30

【0159】

次に、ステップ ST600 において、実施の形態 3 に係る合成部 43 は、スペクトル反転除去部 42 が生成した第 1 のスペクトルのパワー値若しくは第 2 のスペクトルのパワー値又はスペクトル振幅比較部 41 が生成した第 3 のスペクトルのパワー値のうち少なくとも 2 つ以上のパワー値を周波数毎に比較し、周波数毎に最も低いパワー値を抽出することにより、ノイズ除去後スペクトルを生成する。

【0160】

40

以下で、実施の形態 3 に係るノイズ除去装置 105 におけるノイズ除去部 45 の合成部 43 の動作について図面を参照して説明する。図 16 は、実施の形態 3 に係る合成部 43 によるノイズ除去方法を示すフローチャートである。なお、以下の各ステップの説明は、上述のステップ ST600 の詳細な説明である。以下の各ステップは、上述のステップ ST400 及びステップ ST500 の後に開始される。また、上述のステップ ST500 では、スペクトル反転除去部 42 は、生成した第 2 のスペクトルのみを合成部 43 に出力したものとする。

【0161】

まず、合成部 43 は、スペクトル振幅比較部 41 が算出した第 3 のスペクトルのパワー値が、スペクトル反転除去部 42 が生成した第 2 のスペクトルのパワー値以下であるか否

50

かを周波数毎に判定する（ステップ S T 6 0 1）。つまり、図示しないが、ステップ S T 6 0 1 は、周波数毎に繰り返し行われる。よって、以下で説明するステップ S T 6 0 2 及びステップ S T 6 0 3 の各ステップも周波数毎に繰り返し行われる。

【 0 1 6 2 】

合成部 4 3 が第 3 のスペクトルのパワー値が第 2 のスペクトルのパワー値以下であると判定した場合（ステップ S T 6 0 1 の Y E S ）、合成部 4 3 は、第 3 のスペクトルのパワー値を抽出する（ステップ S T 6 0 2 ）。

【 0 1 6 3 】

合成部 4 3 が第 3 のスペクトルのパワー値が第 2 のスペクトルのパワー値より大きいと判定した場合（ステップ S T 6 0 1 の N O ）、合成部 4 3 は、第 2 のスペクトルのパワー値を抽出する（ステップ S T 6 0 3 ）。

【 0 1 6 4 】

図示しないが、合成部 4 3 は、上記のステップ S T 6 0 1 からステップ S T 6 0 3 の各ステップを周波数毎に繰り返し行うことにより抽出したパワー値によって、ノイズ除去後スペクトルを生成する。

【 0 1 6 5 】

アンテナ装置 1 0 4 における、受信信号入力部 1 0 のアンテナファクタ補正部 1 2、周波数変換部 1 3、増幅部 1 4 及び A D C 1 5 の各機能、ノイズ除去装置 1 0 5 における、同期検波部 2 0 の乗算器 2 1、N C O 2 2、同相信号抽出部 2 3 及び直交信号抽出部 2 4 の各機能、スペクトル生成部 3 0 における離散フーリエ変換部 3 0 a の D F T 3 1 a 及び D F T 3 1 b の各機能、スペクトル生成部 3 0 における乗算器 3 2、加算器 3 3 b 及び加算器 3 3 a の各機能、ノイズ除去部 4 5 のスペクトル反転除去部 4 2、スペクトル振幅比較部 4 1 及び合成部 4 3 の各機能、並びに I D F T 5、インバータキャリア周波数検出部 6 及びインバータキャリア周波数取得用通信部 8 の各機能は、処理回路により実現される。すなわち、アンテナ装置 1 0 4 は、図 4、図 5、図 6、図 1 5 及び図 1 6 に示した各ステップの処理を実行するための処理回路を備える。この処理回路は、専用のハードウェアであってもよいが、メモリに記憶されたプログラムを実行する C P U (C e n t r a l P r o c e s s i n g U n i t) であってもよい。

【 0 1 6 6 】

アンテナ装置 1 0 4 の機能を実現するハードウェア構成は、図 8 A が示すアンテナ装置 1 0 0 の機能を実現するハードウェア構成と同様である。アンテナ装置 1 0 4 の機能を実現するソフトウェアを実行するハードウェア構成は、図 8 B が示すアンテナ装置 1 0 0 の機能を実現するソフトウェアを実行するハードウェア構成と同様である。

【 0 1 6 7 】

上記処理回路が図 8 A に示す専用のハードウェアの処理回路 2 0 0 a である場合、処理回路 2 0 0 a は、例えば、単回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、A S I C (A p p l i c a t i o n S p e c i f i c I n t e g r a t e d C i r c u i t)、F P G A (F i e l d - P r o g r a m m a b l e G a t e A r r a y) 又はこれらを組み合わせたものが該当する。

【 0 1 6 8 】

アンテナ装置 1 0 4 における、受信信号入力部 1 0 のアンテナファクタ補正部 1 2、周波数変換部 1 3、増幅部 1 4 及び A D C 1 5 の各機能、ノイズ除去装置 1 0 5 における、同期検波部 2 0 の乗算器 2 1、N C O 2 2、同相信号抽出部 2 3 及び直交信号抽出部 2 4 の各機能、スペクトル生成部 3 0 における離散フーリエ変換部 3 0 a の D F T 3 1 a 及び D F T 3 1 b の各機能、スペクトル生成部 3 0 における乗算器 3 2、加算器 3 3 b 及び加算器 3 3 a の各機能、ノイズ除去部 4 5 のスペクトル反転除去部 4 2、スペクトル振幅比較部 4 1 及び合成部 4 3 の各機能、並びに I D F T 5、インバータキャリア周波数検出部 6 及びインバータキャリア周波数取得用通信部 8 の各機能を別々の処理回路で実現してもよいし、これらの機能をまとめて 1 つの処理回路で実現してもよい。

【 0 1 6 9 】

10

20

30

40

50

上記処理回路が図 8 B に示すプロセッサ 200 b である場合、アンテナ装置 104 における、受信信号入力部 10 のアンテナファクタ補正部 12、周波数変換部 13、増幅部 14 及び ADC 15 の各機能、ノイズ除去装置 105 における、同期検波部 20 の乗算器 21、NCO 22、同相信号抽出部 23 及び直交信号抽出部 24 の各機能、スペクトル生成部 30 における離散フーリエ変換部 30 a の DFT 31 a 及び DFT 31 b の各機能、スペクトル生成部 30 における乗算器 32、加算器 33 b 及び加算器 33 a の各機能、ノイズ除去部 45 のスペクトル反転除去部 42、スペクトル振幅比較部 41 及び合成部 43 の各機能、並びに IDFT 5、インバータキャリア周波数検出部 6 及びインバータキャリア周波数取得用通信部 8 の各機能は、ソフトウェア、ファームウェア又はソフトウェアとファームウェアとの組み合わせによって実現される。

10

なお、ソフトウェア又はファームウェアは、プログラムとして記述されてメモリ 200 c に記憶される。

【0170】

プロセッサ 200 b は、メモリ 200 c に記憶されたプログラムを読み出して実行することにより、アンテナ装置 104 における、受信信号入力部 10 のアンテナファクタ補正部 12、周波数変換部 13、増幅部 14 及び ADC 15 の各機能、ノイズ除去装置 105 における、同期検波部 20 の乗算器 21、NCO 22、同相信号抽出部 23 及び直交信号抽出部 24 の各機能、スペクトル生成部 30 における離散フーリエ変換部 30 a の DFT 31 a 及び DFT 31 b の各機能、スペクトル生成部 30 における乗算器 32、加算器 33 b 及び加算器 33 a の各機能、ノイズ除去部 45 のスペクトル反転除去部 42、スペクトル振幅比較部 41 及び合成部 43 の各機能、並びに IDFT 5、インバータキャリア周波数検出部 6 及びインバータキャリア周波数取得用通信部 8 の各機能を実現する。すなわち、アンテナ装置 104 は、これらの各機能がプロセッサ 200 b によって実行されるときに、図 3、図 4、図 5、図 6、図 7、図 15 及び図 16 に示した各ステップの処理が結果的に実行されるプログラムを記憶するためのメモリ 200 c を備える。

20

【0171】

これらのプログラムは、アンテナ装置 104 における、受信信号入力部 10 のアンテナファクタ補正部 12、周波数変換部 13、増幅部 14 及び ADC 15 の各手順又は方法、ノイズ除去装置 105 における、同期検波部 20 の乗算器 21、NCO 22、同相信号抽出部 23 及び直交信号抽出部 24 の各手順又は方法、スペクトル生成部 30 における離散フーリエ変換部 30 a の DFT 31 a 及び DFT 31 b の各手順又は方法、スペクトル生成部 30 における乗算器 32、加算器 33 b 及び加算器 33 a の各手順又は方法、ノイズ除去部 45 のスペクトル反転除去部 42、スペクトル振幅比較部 41 及び合成部 43 の各手順又は方法、並びに IDFT 5、インバータキャリア周波数検出部 6 及びインバータキャリア周波数取得用通信部 8 の各手順又は方法をコンピュータに実行させる。メモリ 200 c は、コンピュータを、アンテナ装置 104 における、受信信号入力部 10 のアンテナファクタ補正部 12、周波数変換部 13、増幅部 14 及び ADC 15、ノイズ除去装置 105 における、同期検波部 20 の乗算器 21、NCO 22、同相信号抽出部 23 及び直交信号抽出部 24、スペクトル生成部 30 における離散フーリエ変換部 30 a の DFT 31 a 及び DFT 31 b、スペクトル生成部 30 における乗算器 32、加算器 33 b 及び加算器 33 a、ノイズ除去部 45 のスペクトル反転除去部 42、スペクトル振幅比較部 41 及び合成部 43、並びに IDFT 5、インバータキャリア周波数検出部 6 及びインバータキャリア周波数取得用通信部 8 として機能させるためのプログラムが記憶されたコンピュータ可読記憶媒体であってもよい。

30

40

【0172】

プロセッサ 200 b には、例えば、CPU (Central Processing Unit)、処理装置、演算装置、プロセッサ、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、または DSP (Digital Signal Processor) などが該当する。

メモリ 200 c には、例えば、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリ、EPROM (Eras

50

able Programmable Read Only Memory)、EEPROM (Electrically - EPROM)などの不揮発性又は揮発性の半導体メモリ、ハードディスク、フレキシブルディスク等の磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスク、CD (Compact Disc)、DVD (Digital Versatile Disc)などが該当する。

【0173】

アンテナ装置104における、受信信号入力部10のアンテナファクタ補正部12、周波数変換部13、増幅部14及びADC15の各機能、ノイズ除去装置105における、同期検波部20の乗算器21、NCO22、同相信号抽出部23及び直交信号抽出部24の各機能、スペクトル生成部30における離散フーリエ変換部30aのDFT31a及びDFT31bの各機能、スペクトル生成部30における乗算器32、加算器33b及び加算器33aの各機能、ノイズ除去部45のスペクトル反転除去部42、スペクトル振幅比較部41及び合成部43の各機能、並びにIDFT5、インバータキャリア周波数検出部6及びインバータキャリア周波数取得用通信部8の各機能について一部を専用のハードウェアで実現し、一部をソフトウェア又はファームウェアで実現してもよい。

10

【0174】

例えば、受信信号入力部10のアンテナファクタ補正部12、周波数変換部13、増幅部14及びADC15は、専用のハードウェアとしての処理回路で機能を実現する。ノイズ除去装置105における、同期検波部20の乗算器21、NCO22、同相信号抽出部23及び直交信号抽出部24の各機能、スペクトル生成部30における離散フーリエ変換部30aのDFT31a及びDFT31bの各機能、スペクトル生成部30における乗算器32、加算器33b及び加算器33aの各機能、ノイズ除去部45のスペクトル反転除去部42、スペクトル振幅比較部41及び合成部43の各機能、並びにIDFT5、インバータキャリア周波数検出部6及びインバータキャリア周波数取得用通信部8の各機能については、プロセッサ200bがメモリ200cに記憶されたプログラムを読み出して実行することにより機能を実現してもよい。

20

このように、処理回路は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア又はこれらの組み合わせにより上記機能のそれぞれを実現することができる。

【0175】

以上のように、実施の形態3に係るノイズ除去装置105におけるノイズ除去部45は、離散フーリエ変換部30aが生成した同相信号スペクトルのパワー値と、スペクトル算出部30bが算出した上側波帯信号スペクトル又は下側波帯信号スペクトルの各パワー値のうち少なくとも1つ以上のパワー値と、を周波数毎に比較し、周波数毎に最も低いパワー値を抽出することにより、第3のスペクトルをさらに生成し、生成した第1のスペクトルのパワー値、第2のスペクトルのパワー値又は第3のスペクトルのパワー値のうち少なくとも2つ以上のパワー値を周波数毎に比較し、周波数毎に最も低いパワー値を抽出することにより、ノイズ除去後スペクトルを生成する。

30

【0176】

上述のように、対称性ノイズが重畳している両側波帯の振幅変調信号では、同相信号スペクトルにはノイズが出現しない一方で、直交信号スペクトルにはノイズが出現する場合がある。または、対称性ノイズが重畳している両側波帯の振幅変調信号では、同相信号スペクトルにはノイズが出現する一方で、直交信号スペクトルにはノイズが出現しない場合がある。その何れの場合であっても、上記の構成によれば、対称性ノイズが含まれていないスペクトルのパワー値を抽出することができる。これにより、ノイズ除去の精度低下を抑制することができる。

40

なお、各実施の形態の自由な組み合わせ、あるいは各実施の形態の任意の構成要素の変形、もしくは各実施の形態において任意の構成要素の省略が可能である。

【産業上の利用可能性】

【0177】

本開示に係るノイズ除去装置は、ノイズ除去の精度低下を抑制することができるため、

50

アンテナ装置に利用可能である。

【符号の説明】

【0178】

5 IDFT、6 インバータキャリア周波数検出部、7 インバータ、8 インバータキャリア周波数取得用通信部、10 受信信号入力部、11 アンテナ、12 アンテナファクタ補正部、13 周波数変換部、14 増幅部、15 ADC、20 同期検波部、21 乗算器、22 NCO、23 同相信号抽出部、24 直交信号抽出部、30 スペクトル生成部、30a 離散フーリエ変換部、30b スペクトル算出部、31a DFT、31b DFT、32 乗算器、33a 加算器、33b 加算器、40 ノイズ除去部、41 スペクトル振幅比較部、42 スペクトル反転除去部、43 合成部、44 ノイズ除去部、45 ノイズ除去部、100 アンテナ装置、101 ノイズ除去装置、102 アンテナ装置、103 ノイズ除去装置、104 アンテナ装置、105 ノイズ除去装置、200a 処理回路、200b プロセッサ、200c メモリ。

10

20

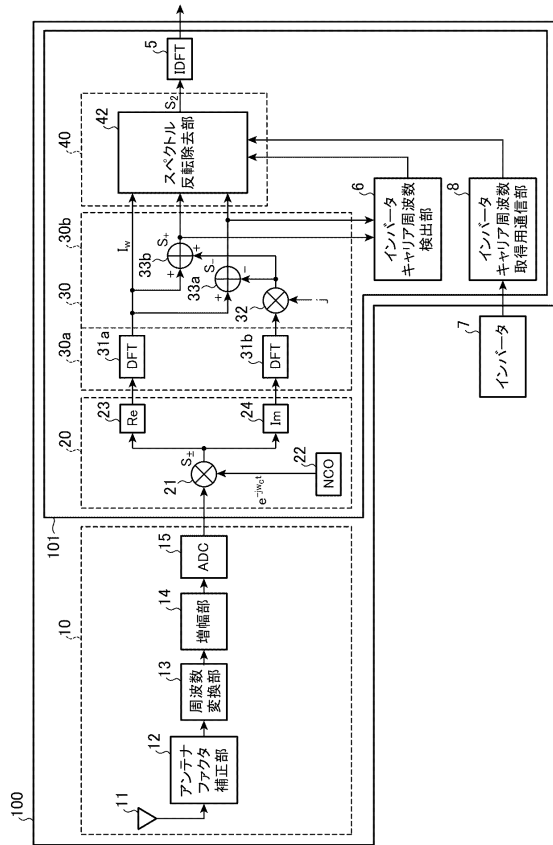
30

40

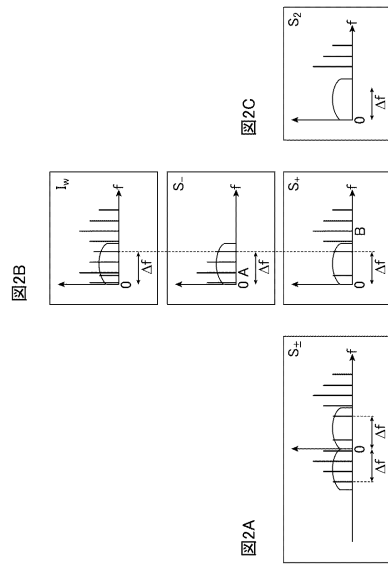
50

【図面】

【図1】



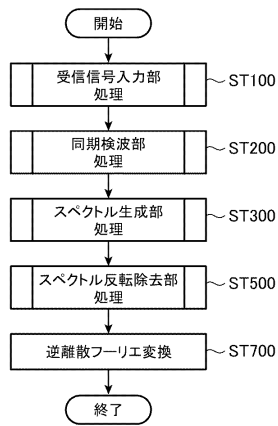
【図2】



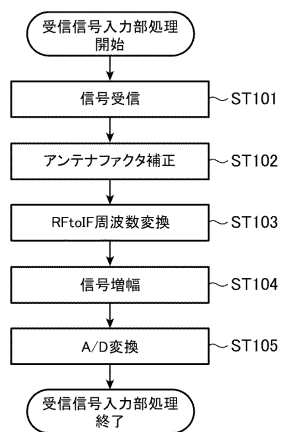
10

20

【図3】



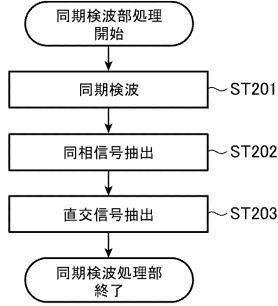
【図4】



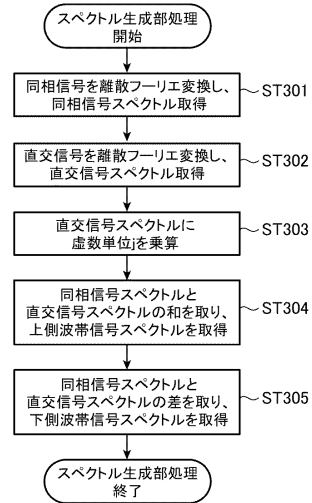
30

40

【図5】

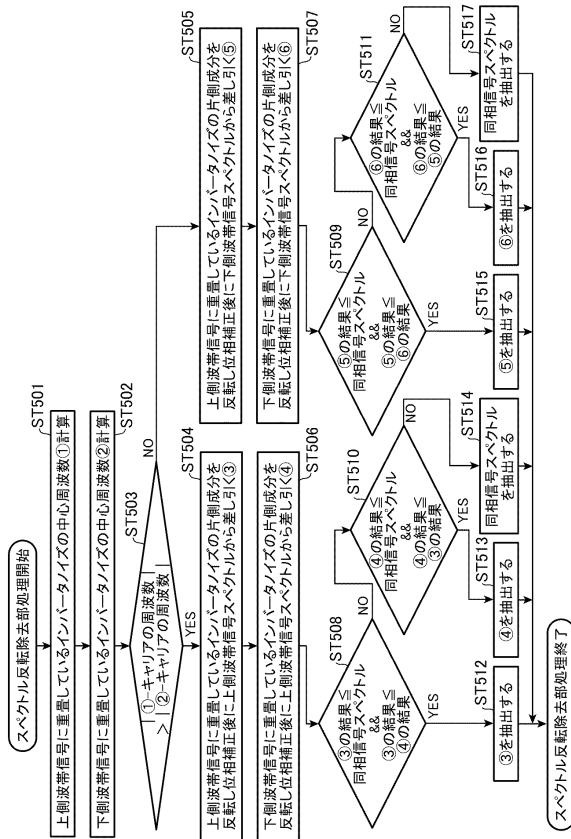


【図6】



10

【図7】



【図8】

図8A

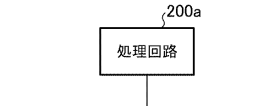
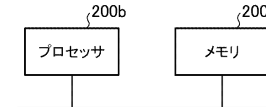


図8B



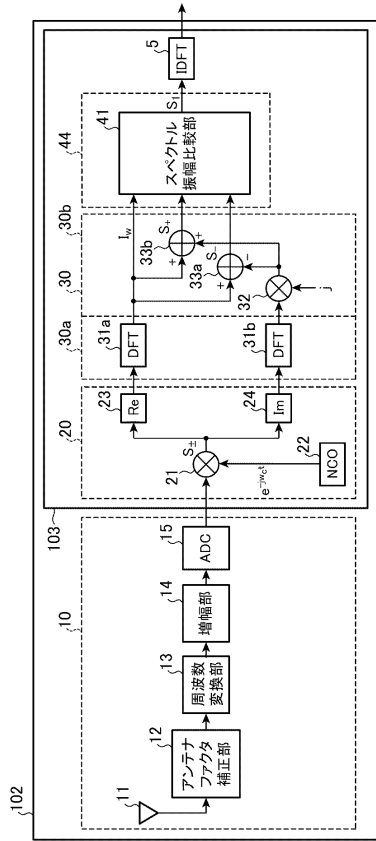
20

30

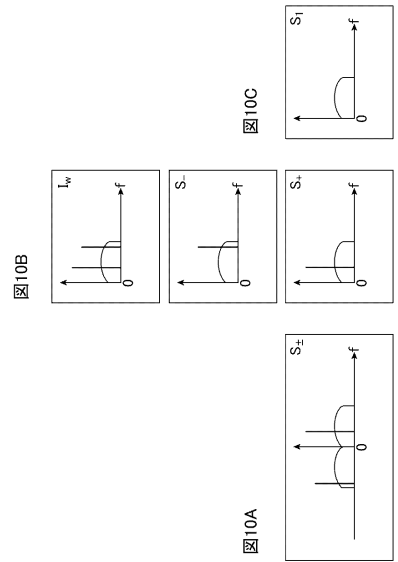
40

50

【図 9】



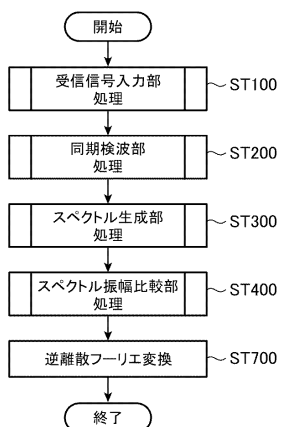
【図 10】



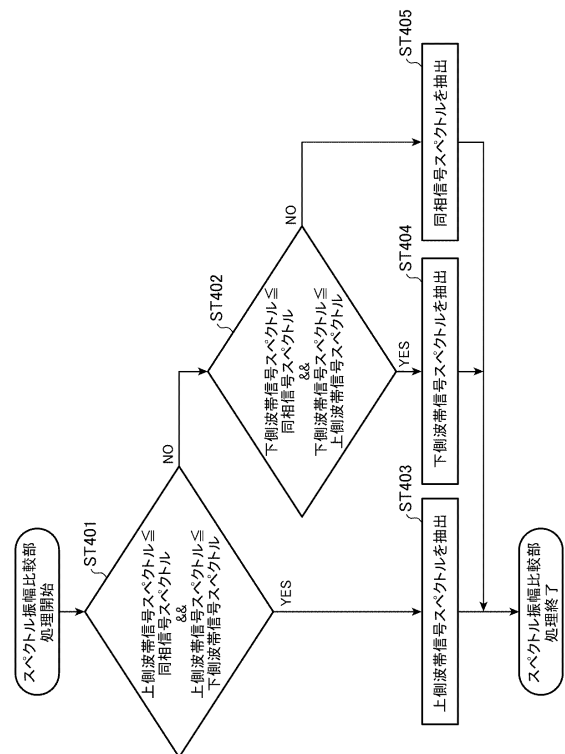
10

20

【図 11】



【図 12】

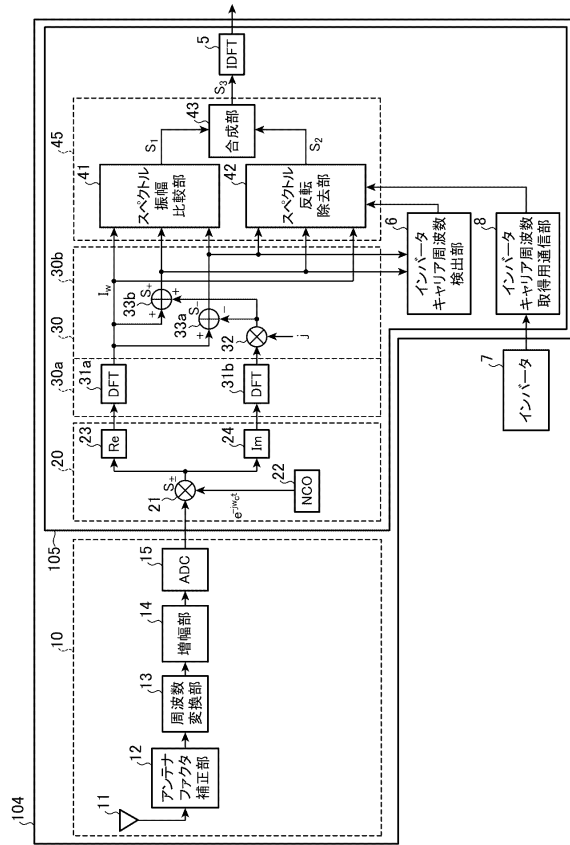


30

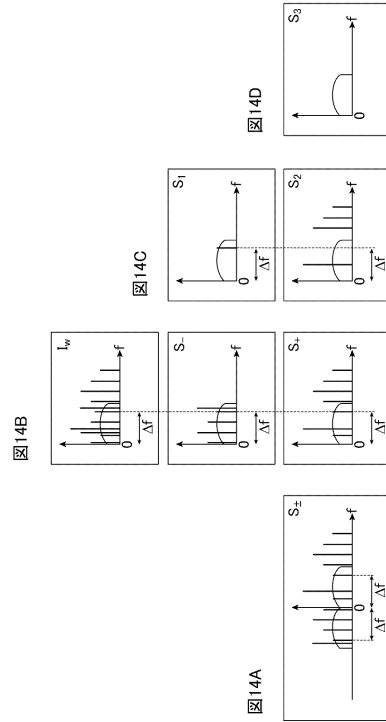
40

50

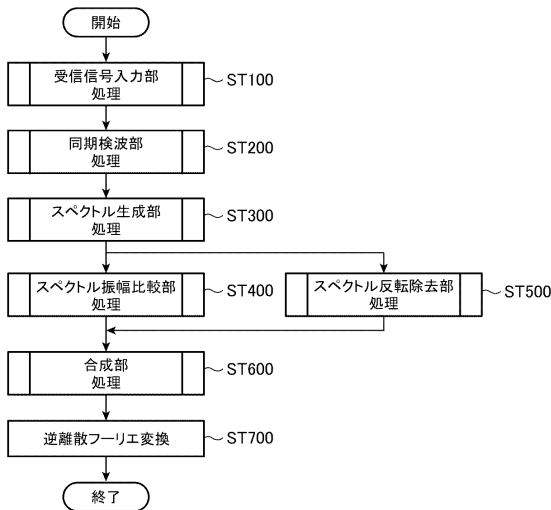
【図 13】



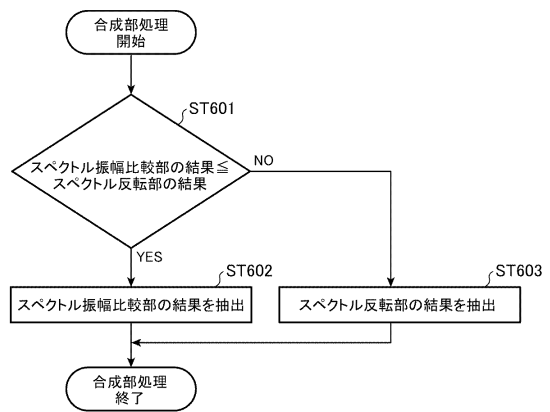
【図 14】



【図 15】



【図 16】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2018/116943(WO,A1)
国際公開第2016/075878(WO,A1)
特開2019-186653(JP,A)
特開2019-176447(JP,A)
特開2017-059934(JP,A)
特開2017-216510(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H04B 1/10