

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-74382
(P2018-74382A)

(43) 公開日 平成30年5月10日(2018.5.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H04B 1/10 (2006.01)	H04B 1/10	L 5K052
H04B 17/345 (2015.01)	H04B 17/345	
G10L 21/0232 (2013.01)	G10L 21/0232	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2016-211878 (P2016-211878)	(71) 出願人	000005016 パイオニア株式会社 東京都文京区本駒込二丁目28番8号
(22) 出願日	平成28年10月28日 (2016.10.28)	(74) 代理人	110002332 特許業務法人綾船国際特許事務所
		(72) 発明者	原田 清次 埼玉県川越市山田25番地1 パイオニア株式会社川越事業所内
		(72) 発明者	市川 俊人 埼玉県川越市山田25番地1 パイオニア株式会社川越事業所内
		Fターム(参考)	5K052 BB02 DD03 DD05 EE11 EE40

(54) 【発明の名称】 ノイズ検出装置及びノイズ検出方法

(57) 【要約】

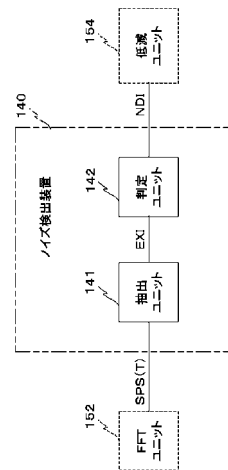
【課題】

ビート変動が発生しても、当該ビート変動に追従しつつ、ビートノイズの有無を精度良く判定する。

【解決手段】

抽出ユニット141が、入力した信号に対する複数回の周波数解析の結果を時間平均化処理して得られた時間平均スペクトルにおけるピーク周波数を抽出する。次に、判定ユニット142が、指標エネルギーとして、抽出されたピーク周波数により定まる時間平均スペクトルにおけるノイズ周波数領域候補内のスペクトル成分のエネルギーの二乗平均平方根を算出する。引き続き、判定ユニット142が、指標エネルギーと閾値エネルギーとを比較する。そして、判定ユニット142は、指標エネルギーが閾値エネルギーよりも大きな場合に、ノイズ周波数領域候補内にビートノイズ成分が存在すると判定する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

入力した信号に対する複数回の周波数解析の結果を時間平均化処理して得られた時間平均スペクトルにおけるピーク周波数を抽出する抽出部と；

前記ピーク周波数により定まるノイズ周波数領域候補内のスペクトル成分のエネルギー分布から算出された指標エネルギーが、閾値エネルギーよりも大きな場合に、前記ノイズ周波数領域候補内にノイズ成分が存在すると判定する判定部と；

を備えるノイズ検出装置。

【請求項 2】

前記指標エネルギーは、前記ノイズ周波数領域候補内のスペクトル成分のエネルギーの二乗平均平方根である、ことを特徴とする請求項 1 に記載のノイズ検出装置。 10

【請求項 3】

前記閾値エネルギーは、前記ノイズ成分の周波数が変動しない場合に検出すべき前記ノイズ成分の最小エネルギーに対応する、ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のノイズ検出装置。

【請求項 4】

前記入力した信号は、両側波帯成分を有する AM 放送波が検波される前の信号である検波前信号における、搬送波周波数を対称中心とした場合における前記検波前信号の上側波帯のスペクトルと下側波帯のスペクトルとの差分を反映した信号である、ことを特徴とする請求項 1～3 のいずれか一項に記載のノイズ検出装置。 20

【請求項 5】

抽出部と；判定部と；を備えるノイズ検出装置において使用されるノイズ検出方法であって、

前記抽出部が、入力した信号に対する複数回の周波数解析の結果を時間平均化処理して得られた時間平均スペクトルにおけるピーク周波数を抽出する抽出工程と；

前記判定部が、前記ピーク周波数により定まるノイズ周波数領域候補内のスペクトル成分のエネルギー分布から算出された指標エネルギーが、閾値エネルギーより大きな場合に、前記ノイズ周波数領域候補内にノイズ成分が存在すると判定する判定工程と；

を備えるノイズ検出方法。

【請求項 6】

ノイズ検出装置が有するコンピュータに、請求項 5 に記載のノイズ検出方法を実行させる、ことを特徴とするノイズ検出プログラム。 30

【請求項 7】

ノイズ検出装置が有するコンピュータにより読み取り可能に、請求項 6 に記載のノイズ検出プログラムが記録されている、ことを特徴とする記録媒体。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、ノイズ検出装置、ノイズ検出方法及びノイズ検出プログラム、並びに、当該ノイズ検出プログラムが記録された記録媒体に関する。 40

【背景技術】**【0002】**

従来から、音声放送波を受信して処理し、放送音声を出力する放送受信装置が広く普及している。こうした放送受信装置による出力音声に含まれることがあるノイズ音の一つとして、いわゆるビートノイズ音がある。

【0003】

かかるビートノイズ音の原因となるビートノイズ成分が音声信号の帯域内にあると、音声成分とビートノイズ成分との識別が難しい。固定的に配置された周囲の電子装置等に由来するビートノイズ成分であれば、ビートノイズ成分の周波数を予め調べておき、その周波数成分だけを低減させることによりビートノイズ音を低減させることができる。しかし 50

ながら、この方法では、様々な未調査の周波数を有するビートノイズ成分が周囲環境から混入してくる場合には、当該未調査の周波数のビートノイズ音を低減させることができなかった。

【0004】

そこで、音声信号である検波信号のパワースペクトルを時間平均して得られる時間平均スペクトルに基づいて、検波信号に含まれるビートノイズ成分を検出する技術が提案されている（特許文献1参照：以下、「従来例」と呼ぶ）。この従来例の技術においては、検波信号の時間平均スペクトルでは、ビートノイズ成分が強調されることを利用している。そして、時間平均スペクトルにおいて所定閾値以上のエネルギー量となる周波数領域を、ノイズ周波数領域として検出するようになっている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2015-156577号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従来例の技術では、時間平均スペクトルにおいてビートノイズ成分が十分に強調されることを前提としている。かかるビートノイズ成分の十分な強調のためには、時間平均の対象となる期間長を長くすることが好ましい。

20

【0007】

ところで、実際には、ゆっくりとではあるが、ビートノイズ成分の周波数であるビート周波数の変動（以下、「ビート変動」ともいう）が発生することがある。かかるビート変動が発生していると、平均化の期間長を長くした場合には、従来例の技術による検出では、当該ビート変動に追従できない事態が発生し得る。一方、ビート変動に追従するために時間平均の期間長を短くすると、ビートノイズ成分の強調が十分にできなくなってしまう可能性がある。

【0008】

このため、ビート変動が発生しても、当該ビート変動に追従しつつ、ビートノイズの有無を精度良く判定できる技術が望まれている。かかる要請に応えることが、本発明が解決すべき課題の一つとして挙げられる。

30

【課題を解決するための手段】

【0009】

請求項1に記載の発明は、入力した信号に対する複数回の周波数解析の結果を時間平均化処理して得られた時間平均スペクトルにおけるピーク周波数を抽出する抽出部と；前記ピーク周波数により定まるノイズ周波数領域候補内のスペクトル成分のエネルギー分布から算出された指標エネルギーが、閾値エネルギーよりも大きな場合に、前記ノイズ周波数領域候補内にノイズ成分が存在すると判定する判定部と；を備えるノイズ検出装置である。

【0010】

請求項5に記載の発明は、抽出部と；判定部と；を備えるノイズ検出装置において使用されるノイズ検出方法であって、前記抽出部が、入力した信号に対する複数回の周波数解析の結果を時間平均化処理して得られた時間平均スペクトルにおけるピーク周波数を抽出する抽出工程と；前記判定部が、前記ピーク周波数により定まるノイズ周波数領域候補内のスペクトル成分のエネルギー分布から算出された指標エネルギーが、閾値エネルギーよりも大きな場合に、前記ノイズ周波数領域候補内にノイズ成分が存在すると判定する判定工程と；を備えるノイズ検出方法である。

40

【0011】

請求項6に記載の発明は、ノイズ検出装置が有するコンピュータに、請求項5に記載のノイズ検出方法を実行させる、ことを特徴とするノイズ検出プログラムである。

50

【 0 0 1 2 】

請求項 7 に記載の発明は、ノイズ検出装置が有するコンピュータにより読み取り可能に、請求項 6 に記載のノイズ検出プログラムが記録されている、ことを特徴とする記録媒体である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 3 】

【 図 1 】本発明の一実施形態に係るノイズ検出装置を備える放送受信装置の構成を概略的に示すブロック図である。

【 図 2 】図 1 のノイズ処理ユニットの構成を示すブロック図である。

【 図 3 】図 2 のノイズ検出装置の構成を示すブロック図である。

10

【 図 4 】フーリエ変換結果におけるサブバンドを説明するための図である。

【 図 5 】図 3 のノイズ検出装置における信号処理を説明するための図（その 1 ）である。

【 図 6 】図 3 のノイズ検出装置における信号処理を説明するための図（その 2 ）である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 4 】

以下、本発明の一実施形態を、図 1 ~ 図 6 を参照して説明する。なお、一実施形態に係るノイズ検出装置として、放送受信装置が備えるノイズ検出装置を例示して説明する。また、以下の説明及び図面においては、同一又は同等の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【 0 0 1 5 】

20

〔 構成 〕

図 1 には、後述する一実施形態に係るノイズ検出装置 1 4 0（図 2，3 参照）を備える放送受信装置 1 0 0 の概略的な構成がブロック図にて示されている。なお、放送受信装置 1 0 0 は、両側波帯成分を有する AM 放送波を受信する放送受信装置となっている。

【 0 0 1 6 】

図 1 に示されるように、放送受信装置 1 0 0 は、アンテナ 1 1 0 と、RF 処理ユニット 1 2 0 と、検波ユニット 1 3 0 と、ノイズ処理ユニット 1 5 0 とを備えている。また、放送受信装置 1 0 0 は、アナログ処理ユニット 1 6 0 と、スピーカユニット 1 7 0 と、入力ユニット 1 8 0 と、制御ユニット 1 9 0 とを備えている。

【 0 0 1 7 】

30

上記のアンテナ 1 1 0 は、放送波を受信する。アンテナ 1 1 0 による受信結果は、信号 R F S として、RF 処理ユニット 1 2 0 へ送られる。

【 0 0 1 8 】

上記の RF 処理ユニット 1 2 0 は、制御ユニット 1 9 0 から送られた選局指令 C S L に従って、選局すべき希望局の信号を信号 R F S から抽出する選局処理を行い、所定の間周波数帯の成分を有する中間周波信号 I F D を生成する。そして、RF 処理ユニット 1 2 0 は、生成された中間周波信号 I F D を、検波ユニット 1 3 0 及びノイズ処理ユニット 1 5 0 へ送る。この RF 処理ユニット 1 2 0 は、入力フィルタと、高周波増幅器（RF - A M P : Radio Frequency-Amplifier）と、バンドパスフィルタ（以下、「RF フィルタ」とも呼ぶ）とを備えている。また、RF 処理ユニット 1 2 0 は、ミキサ（混合器）と、中間周波フィルタ（以下、「IF フィルタ」とも呼ぶ）と、A D（Analogue to Digital）変換器と、局部発振回路（O S C）とを備えている。

40

【 0 0 1 9 】

ここで、入力フィルタは、アンテナ 1 1 0 から送られた信号 R F S の低周波成分を遮断するハイパスフィルタである。高周波増幅器は、入力フィルタを通過した信号を増幅する。RF フィルタは、高周波増幅器から出力された信号のうち、高周波帯の信号を選択的に通過させる。ミキサは、RF フィルタを通過した信号と、局部発振回路から供給された局部発振信号とを混合する。

【 0 0 2 0 】

IF フィルタは、ミキサから出力された信号のうち、予め定められた中間周波数範囲の

50

信号を選択して通過させる。A D変換器は、I Fフィルタを通過した信号をデジタル信号に変換する。この変換結果は、中間周波信号I F Dとして、検波ユニット130へ送られる。

【0021】

なお、局部発振回路は、電圧制御等により発振周波数の制御が可能な発振器等を備えて構成される。この局部発振回路は、制御ユニット190から送られた選局指令C S Lに従って、選局すべき希望局に対応する周波数の局部発振信号を生成し、ミキサへ供給する。

【0022】

上記の検波ユニット130は、R F処理ユニット120から送られた中間周波信号I F Dを受ける。そして、検波ユニット130は、中間周波信号I F Dに対して検波処理を施し、検波結果を検波信号D T Dとして、ノイズ処理ユニット150へ送る。ここで、検波信号D T Dは、音声帯域の信号(音声信号)となっている。

10

【0023】

上記のノイズ処理ユニット150は、検波ユニット130から送られた検波信号D T D、及び、R F処理ユニット120から送られた中間周波信号I F Dを受ける。そして、ノイズ処理ユニット150は、検波信号D T Dに対して、ノイズ除去処理を施して、信号A O Dを生成する。こうして生成された信号A O Dは、アナログ処理ユニット160へ送られる。

【0024】

なお、ノイズ処理ユニット150の構成の詳細については、後述する。

20

【0025】

上記のアナログ処理ユニット160は、ノイズ処理ユニット150から送られた信号A O Dを受ける。そして、アナログ処理ユニット160は、制御ユニット190による制御のもとで、出力音声信号A O Sを生成し、生成された出力音声信号A O Sをスピーカユニット170へ送る。

【0026】

かかる機能を有するアナログ処理ユニット160は、D A (Digital to Analogue)変換部と、音量調整部と、パワー増幅部とを備えて構成されている。ここで、D A変換部は、ノイズ処理ユニット150から送られた信号A O Dを受ける。そして、D A変換部は、信号A O Dをアナログ信号に変換する。D A変換部によるアナログ変換結果は音量調整部へ送られる。

30

【0027】

音量調整部は、D A変換部から送られたアナログ変換結果の信号を受ける。そして、音量調整部は、制御ユニット190からの音量調整指令V L Cに従って、アナログ変換結果の信号に対して音量調整処理を施す。なお、音量調整部は、本実施形態では、電子ボリューム素子等を備えて構成されている。音量調整部による音量調整結果の信号は、パワー増幅部へ送られる。

【0028】

パワー増幅部は、音量調整部から送られた音量調整結果の信号を受ける。そして、パワー増幅部は、音量調整結果の信号をパワー増幅する。なお、パワー増幅部は、パワー増幅器を備えている。パワー増幅部による増幅結果である出力音声信号A O Sは、スピーカユニット170へ送られる。

40

【0029】

上記のスピーカユニット170は、スピーカを備えている。このスピーカユニット170は、アナログ処理ユニット160から送られた出力音声信号A O Sに従って、音声を再生出力する。

【0030】

上記の入力ユニット180は、放送受信装置100の本体部に設けられたキー部、あるいはキー部を備えるリモート入力装置等により構成される。ここで、本体部に設けられたキー部としては、不図示の表示ユニットに設けられたタッチパネルを用いることができる

50

。また、キー部を有する構成に代えて、音声入力する構成を採用することもできる。入力ユニット180への入力結果は、入力データIPDとして制御ユニット190へ送られる。

【0031】

上記の制御ユニット190は、入力ユニット180から送られた入力データIPDを受ける。この入力データIPDの内容が選局指定であった場合には、制御ユニット190は、指定された希望局に対応する選局指令CSLを生成して、RF処理ユニット120へ送る。また、入力データIPDの内容が音量調整指定であった場合には、制御ユニット190は、指定された音量調整指定に対応する音量調整指令VLCを生成して、アナログ処理ユニット160へ送る。

10

【0032】

<ノイズ処理ユニット150の構成>

次に、上記のノイズ処理ユニット150の構成について説明する。

【0033】

ノイズ処理ユニット150は、図2に示されるように、(U-L)算出ユニット151と、フーリエ変換ユニット(FFTユニット)152と、ノイズ検出装置140とを備えている。また、ノイズ処理ユニット150は、FFTユニット153と、低減ユニット154と、逆フーリエ変換ユニット(IFFTユニット)155とを備えている。

【0034】

上記の(U-L)算出ユニット151は、RF処理ユニット120から送られた中間周波信号IFDを受ける。そして、(U-L)算出ユニット151は、中間周波信号IFDのUSB(Upper Side Band)成分のスペクトルと、LSB(Lower Side Band)成分のスペクトルを中間周波信号IFDの中心周波数で折り返したスペクトルとの差分を算出することにより、差分信号(U-L)を算出する。なお、(U-L)算出ユニット151は、中間周波信号IFDの中心周波数が0[Hz]となっている音声帯域の信号として差分信号(U-L)を算出する。

20

【0035】

かかる機能を有する(U-L)算出ユニット151では、検波前信号である中間周波信号IFDに対して、中間周波信号IFDにおける搬送波成分を90°だけ位相をずらした信号を乗算する。引き続き、(U-L)算出ユニット151は、当該乗算の結果に、音声帯域成分を通過させるローパスフィルタリング処理を施す。かかるローパスフィルタリング処理の結果が、差分信号(U-L)としてFFTユニット152へ送られる。

30

【0036】

なお、差分信号(U-L)は、中間周波信号IFDにおける中心周波数を鏡映対称中心とした場合における非対称成分となっているノイズ成分から構成される信号となっている。そして、中間周波信号IFDにビートノイズ成分が非対称成分として混入している場合には、差分信号(U-L)は、当該ビートノイズ成分を含んだ信号となる。

【0037】

上記のFFTユニット152は、(U-L)算出ユニット151から送られた差分信号(U-L)を受ける。そして、FFTユニット152は、差分信号(U-L)にフーリエ変換を施す。かかるフーリエ変換の結果(スペクトル)は、フーリエ変換結果SPS(T)(T:変換時刻)として、ノイズ検出装置140へ送られる。

40

【0038】

上記のノイズ検出装置140は、FFTユニット152から送られたフーリエ変換結果SPS(T)を受ける。そして、ノイズ検出装置140は、差分信号(U-L)におけるビートノイズ成分の有無を判定する。かかるビートノイズ成分の有無の判定結果は、判定結果情報NDIとして、低減ユニット154へ送られる。

【0039】

なお、ノイズ検出装置140の構成の詳細については、後述する。

【0040】

50

上記のFFTユニット153は、検波ユニット130から送られた検波信号DTDを受ける。そして、FFTユニット153は、検波信号DTDにフーリエ変換を施す。かかるフーリエ変換の結果(スペクトル)は、フーリエ変換結果SPD(T)として、低減ユニット154へ送られる。

【0041】

上記の低減ユニット154は、FFTユニット153から送られたフーリエ変換結果SPD(T)、及び、ノイズ検出装置140から送られた判定結果情報NDIを受ける。そして、低減ユニット154は、フーリエ変換結果SPD(T)における判定結果情報NDIにより示されたビート周波数 FB_m ($m = 1, \dots$)を中心とするノイズ低減周波数領域 $SRG_m (= [(FB_m - F) \sim (FB_m + F)])$ の成分を低減させる。ここで、周波数幅 F は、ビート変動が発生していても、適切なビートノイズ成分を低減させるとの観点から、実験、シミュレーション、経験等に基づいて、予め定められる。

10

【0042】

この結果、検波信号DTDにおけるビートノイズ成分が低減されることになる。低減ユニット154によるビートノイズ成分の低減結果は、信号NRDとして、IFFTユニット155へ送られる。

【0043】

なお、本実施形態では、低減ユニット154は、いわゆるスペクトルサブトラクション法を用いて、フーリエ変換結果SPD(T)におけるノイズ低減周波数領域 SRG_m の成分を低減するようになっている。

20

【0044】

上記のIFFTユニット155は、低減ユニット154から送られた信号NRDを受ける。そして、IFFTユニット155は、信号NRDに対して逆フーリエ変換を施して、信号AODを生成する。この信号AODは、検波信号DTDからビートノイズ成分が低減された信号となっている。こうして生成された信号AODは、アナログ処理ユニット160へ送られる。

【0045】

<ノイズ検出装置140の構成>

次に、上記のノイズ検出装置140の構成について説明する。

【0046】

ノイズ検出装置140は、図3に示されるように、抽出ユニット141と、判定ユニット142とを備えている。

30

【0047】

ここで、フーリエ変換結果SPS(T)におけるサブバンド SB_j ($j = 1 \sim N$)について、図4を参照して説明する。この図4に示されるように、FFTユニット152によるフーリエ変換の対象となる音声帯域ABDは、FFTユニット152の周波数分解能 F_R の幅のサブバンド $SB_1 \sim SB_N$ から構成されている。そして、フーリエ変換結果SPS(T)は、サブバンド SB_j ごとのエネルギー値として構成されるようになっている。

【0048】

なお、以下の説明においては、フーリエ変換結果SPS(T)を「スペクトルSPS(T)」とも呼ぶものとする。

40

【0049】

図3に戻り、上記の抽出ユニット141は、FFTユニット152から順次送られたスペクトルSPS(T)を受ける。引き続き、抽出ユニット141は、時間的に連続する最近の N_1 個のスペクトルSPS(T)の平均スペクトルである時間平均スペクトルTAS(図5参照)を算出する。なお、中間周波信号IFDに定常的ノイズ成分であるビートノイズ成分が非対称成分として混入している場合、スペクトルSPS(T)には、突出したピークが含まれるようになる。

【0050】

抽出ユニット141は、算出された時間平均スペクトルTASにおけるピーク周波数 F

50

P_k ($k = 1, 2, \dots$) を抽出する。こうして抽出されたピーク周波数 $F P_k$ は、時間平均スペクトル $T A S$ とともに、抽出情報 $E X I$ として、判定ユニット 142 へ送られる。ここで、ピーク周波数 $F P_k$ の数は、1 個の場合もあるし、複数個の場合もある。

【0051】

なお、値 N_1 は、ビート変動があってもビートノイズ成分の有無を迅速に判定するとの観点から、実験、シミュレーション、経験等に基づいて、予め定められる。

【0052】

ここで、ピーク周波数 $F P_k$ が抽出されなかった場合、抽出ユニット 141 は、抽出情報 $E X I$ に、「ピーク周波数が抽出されなかった旨」を含ませるようになっている。一方、ピーク周波数 $F P_k$ が抽出された場合、抽出ユニット 141 は、抽出情報 $E X I$ に、「ピーク周波数が抽出された旨」、抽出されたピーク周波数 $F P_k$ 及び時間平均スペクトル $T A S$ を含ませるようになっている。

10

【0053】

上記の判定ユニット 142 は、抽出ユニット 141 から送られた抽出情報 $E X I$ を受ける。そして、判定ユニット 142 は、抽出情報 $E X I$ に含まれるピーク周波数 $F P_k$ 及び時間平均スペクトル $T A S$ に基づいて、時間平均スペクトル $T A S$ における当該ピーク周波数 $F P_k$ により定まるノイズ周波数領域候補 $F R G_k$ (図5参照：なお、図5には、ノイズ周波数領域候補 $F R G_1$ のみであった場合が示されている) のそれぞれにビートノイズ成分が含まれているか否かを判定する。かかるノイズ成分の有無の判定の結果は、判定結果情報 $N D I$ として、低減ユニット 154 へ送られる。

20

【0054】

なお、本実施形態では、判定ユニット 142 は、ピーク周波数 $F P_k$ と、予め定められた周波数幅 F とに基づいて、周波数領域 $[(F P_k - F) \sim (F P_k + F)]$ をノイズ周波数領域候補 $F R G_k$ として定めるようになっている。ここで、周波数幅 F は、想定されるビート変動の幅に基づき、適切なビートノイズ成分の有無を判定するとの観点から、実験、シミュレーション、経験等に基づいて、予め定められる。

【0055】

ここで、抽出ユニット 141 から送られた抽出情報 $E X I$ に、「ピーク周波数が抽出されなかった旨」が含まれていた場合、判定ユニット 142 は、判定結果情報 $N D I$ に、ノイズ成分無と判定された旨を含ませるようになっている。また、抽出ユニット 141 から送られた抽出情報 $E X I$ に、「ピーク周波数が抽出された旨」が含まれ、かつ、ノイズ成分の有無の判定の結果が否定的であった場合にも、判定ユニット 142 は、判定結果情報 $N D I$ に、「ノイズ成分無と判定された旨」を含ませるようになっている。一方、抽出ユニット 141 から送られた抽出情報 $E X I$ に、「ピーク周波数が抽出された旨」が含まれ、かつ、ノイズ成分の有無の判定の結果が肯定的であった場合、判定ユニット 142 は、判定結果情報 $N D I$ に、「ノイズ成分有と判定された」旨、及び、上述したビート周波数 $F B_m$ を含ませるようになっている。

30

【0056】

ここで、判定ユニット 142 は、時間平均スペクトル $T A S$ におけるノイズ周波数領域候補 $F R G_k$ 以外の領域のスペクトル成分の分布のパターンに応じて、閾値エネルギーカーブ $T H C_k$ を導出する。そして、判定ユニット 142 は、導出された閾値エネルギーカーブ $T H C_k$ を利用して、ノイズ成分の有無の判定を行うようになっている。

40

【0057】

なお、判定ユニット 142 の動作の詳細については、後述する。

【0058】

[動作]

次に、以上のように構成された放送受信装置 100 の動作について、ノイズ検出装置 140 におけるノイズ検出処理に主に着目して説明する。

【0059】

前提として、入力ユニット 180 には既に利用者により選局指定が入力されており、指

50

定された希望局に対応する選局指令CSLが、RF処理ユニット120へ送られているものとする。また、入力ユニット180には既に利用者により音量調整指定が入力されており、指定された音量調整態様に対応する音量調整指令VLCが、アナログ処理ユニット160へ送られているものとする(図1参照)。

【0060】

こうした状態で、アンテナ110で放送波を受信すると、信号RFSが、アンテナ110からRF処理ユニット120へ送られる。そして、RF処理ユニット120において、選局すべき希望局の信号が中間周波数帯の信号に変換された後、AD変換が行われる。RF処理ユニット120は、このAD変換の結果を、中間周波信号IFDとして、検波ユニット130及びノイズ処理ユニット150へ送る(図1参照)。

10

【0061】

中間周波信号IFDを受けると、検波ユニット130が、中間周波信号IFDに対して検波処理を施す。そして、検波ユニット130は、検波結果を、検波信号DTDとして、ノイズ処理ユニット150へ送る(図1参照)。

【0062】

ノイズ処理ユニット150では、(U-L)算出ユニット151が、中間周波信号IFDを受け、引き続き、(U-L)算出ユニット151は、差分信号(U-L)を算出する。そして、(U-L)算出ユニット151は、算出された差分信号(U-L)をFFTユニット152へ送る(図2参照)。

20

【0063】

かかる差分信号(U-L)に際して、(U-L)算出ユニット151は、上述したように、中間周波信号IFDに対して、中間周波信号IFDにおける搬送波成分を90°だけ位相をずらした信号を乗算する。引き続き、(U-L)算出ユニット151は、当該乗算の結果に、音声帯域成分を通過させるローパスフィルタリング処理を施して、差分信号(U-L)を算出する。

【0064】

差分信号(U-L)を受けると、FFTユニット152が、差分信号(U-L)にフーリエ変換を施す。そして、FFTユニット152は、フーリエ変換の結果であるスペクトルSPS(T)をノイズ検出装置140へ送る(図2参照)。

30

【0065】

<ノイズ検出装置140における処理>

ノイズ検出装置140では、抽出ユニット141がスペクトルSPS(T)を受け、

【0066】

《抽出ユニット141における処理》

スペクトルSPS(T)を受けると、抽出ユニット141は、時間的に連続する N_1 個のスペクトルSPS(T)の新たな組が揃うたびに、当該 N_1 個のスペクトルSPS(T)の時間平均スペクトルTASを算出する。ここで、時間平均スペクトルTASの算出に際しては、第 n ($n=1, 2, \dots$)番目から第 $(n+N_1)$ 番目の N_1 個のスペクトルSPS(T)の最初の時間平均スペクトルを算出した後、次の時間平均スペクトルTASを、第 $(n+1)$ 番目から第 $(n+N_1+1)$ 番目の N_1 個のスペクトルSPS(T)の時間平均を順次算出するという、いわゆる移動平均を算出する平均化処理を行うようになっている。

40

【0067】

なお、本実施形態では、図5に示されるように、値 N_1 を「5」として、時間平均スペクトルTASを算出するようになっている。

【0068】

引き続き、抽出ユニット141は、時間平均スペクトルTASにおいてピークとして特定されたサブバンドの中心周波数をピーク周波数として抽出する。なお、図5においては、ピークとして特定されたサブバンドを、サブバンド SB_x と記している。

【0069】

50

ピークが特定できなかつた場合、抽出ユニット141は、「ピーク周波数 $F P_k$ が抽出されなかつた旨」を含む抽出情報 $E X I$ を生成する。そして、抽出ユニット141は、生成された抽出情報 $E X I$ を判定ユニット142へ送る。一方、ピークが特定できた場合、抽出ユニット141は、「ピーク周波数が抽出された旨」、抽出されたピーク周波数 $F P_k$ 及び時間平均スペクトル $T A S$ を含む抽出情報 $E X I$ を生成する。そして、抽出ユニット141は、生成された抽出情報 $E X I$ を判定ユニット142へ送る。

【0070】

《判定ユニット142における処理》

こうして生成された抽出情報 $E X I$ を受けると、判定ユニット142は、抽出情報 $E X I$ に基づいて、ビートノイズ成分の有無の判定を行う。かかる判定に際して、判定ユニット142は、まず、抽出情報 $E X I$ に「ピーク周波数 $F P_k$ が抽出されなかつた旨」が含まれているか否かを判定する。この判定の結果が肯定的であった場合には、判定ユニット142は、ビートノイズ成分無と判断する。そして、判定ユニット142は、「ビートノイズ成分無と判定された旨」を含む判定結果情報 $N D I$ を生成する。そして、判定ユニット142は、生成された判定結果情報 $N D I$ を低減ユニット154へ送る。

10

【0071】

抽出ユニット141から送られた抽出情報 $E X I$ に、「ピーク周波数 $F P_k$ が抽出された旨」、抽出されたピーク周波数 $F P_k$ 及び時間平均スペクトル $T A S$ が含まれている場合には、判定ユニット142は、まず、ピーク周波数 $F P_k$ と、予め定められた周波数幅 F とに基づいて、周波数領域 $[(F P_k - F) \sim (F P_k + F)]$ を、ノイズ周波数領域候補 $F R G_k$ として定める。引き続き、判定ユニット142は、時間平均スペクトル $T A S$ のノイズ周波数領域候補 $F R G_k$ 内のスペクトル成分のエネルギー値の二乗平均平方根を、指標エネルギー $E_{RMS,k}$ として算出する。

20

【0072】

次に、判定ユニット142は、ピーク周波数 $F P_k$ に対応する閾値エネルギー $E_{TH,k}$ を算出する。かかる閾値エネルギー $E_{TH,k}$ の算出に際して、判定ユニット142は、まず、時間平均スペクトル $T A S$ （図5(B)を再掲する図6(A)参照)におけるノイズ周波数領域候補 $F R G_k$ 以外の領域のスペクトル成分の平均化処理を行って、ノイズ周波数領域候補 $F R G_k$ 以外の領域の周波数平均スペクトル $F A S_k$ を算出する（図6(B)参照）。本実施形態では、かかる周波数平均スペクトル $F A S_k$ を算出に際して、時間平均スペクトル $T A S$ に対して、周波数軸方向に沿って、サブバンド幅よりも広い周波数幅の平均化を行う。

30

【0073】

引き続き、判定ユニット142は、算出された周波数平均スペクトル $F A S_k$ におけるノイズ周波数領域候補 $F R G_k$ の両端間を補間することにより、基準カーブ $S T C_k$ （図6(C)参照)を算出する。なお、本実施形態では、当該補間の手法として、線型補間を採用している。

【0074】

次いで、判定ユニット142は、ノイズ周波数領域候補 $F R G_k$ における基準カーブ $S T C_k$ に関する平均エネルギー $A S E_k$ の定数 C 倍のエネルギーを算出する。引き続き、判定ユニット142は、算出されたエネルギーを有するビート変動が無いビートノイズ成分がノイズ周波数領域候補 $F R G_k$ 内に含まれている場合において、当該ビートノイズ成分以外のスペクトルが基準カーブ $S T C_k$ で表されるときのノイズ周波数領域候補 $F R G_k$ におけるスペクトル成分のエネルギー値の二乗平均平方根を、閾値エネルギー $E_{TH,k}$ として算出する。ここで、定数 C は、ビート変動が無いビートノイズ成分であった場合に、当該ビートノイズ成分が、他のノイズ成分と比べて、聴取者にとって高い不快感を生じさせることになるとの観点から、実験、シミュレーション、経験等に基づいて、予め定められる。すなわち、平均エネルギー $A S E_k$ の定数 C 倍は、ビート変動が無い場合に、低減処理をすべきビートノイズ成分の最低エネルギーに対応している。

40

【0075】

50

次に、判定ユニット142は、全てのピーク周波数 F_{P_k} について、指標エネルギー $E_{RMS,k}$ が閾値エネルギー $E_{TH,k}$ 以下であった場合には、ビートノイズ成分無と判断する。引き続き、判定ユニット142は、「ビートノイズ成分無と判定された旨」を含む判定結果情報NDIを生成する。そして、判定ユニット142は、生成された判定結果情報NDIを低減ユニット154へ送る。

【0076】

一方、指標エネルギー $E_{RMS,k}$ が閾値エネルギー $E_{TH,k}$ より大きかった場合には、判定ユニット142は、「ビートノイズ成分有と判定された旨」、及び、指標エネルギー $E_{RMS,k}$ が閾値エネルギー $E_{TH,k}$ より大きかったノイズ周波数領域候補 FRG_k に対応するピーク周波数 F_{P_k} をビート周波数 F_{B_m} とした判定結果情報NDIを生成する。そして、判定

10

【0077】

判定結果情報NDIを受けると、低減ユニット154は、判定結果情報NDIに応じた処理を行う。すなわち、判定結果情報NDIに「ビートノイズ成分無と判定された旨」が含まれている場合、低減ユニット154は、FFTユニット153から送られたスペクトルSPD(T)に加工を加えることなく、スペクトルSPD(T)をそのまま、信号NRDとする。一方、判定結果情報NDIに「ビートノイズ成分有と判定された旨」及びビート周波数 F_{B_m} が含まれている場合、低減ユニット154は、FFTユニット153から送られたスペクトルSPD(T)におけるノイズ低減周波数領域 SRG_m (すなわち、周波数領域 $[(F_{B_m} - F) \sim (F_{B_m} + F)]$)の成分を、スペクトルサブトラクション法により低減させて、信号NRDを生成する。そして、低減ユニット154は、生成された信号NRDをIFFTユニット155へ送る。

20

【0078】

低減ユニット154から送られた信号NRDを受けると、IFFTユニット155は、信号NRDに対して逆フーリエ変換を施して、信号AODを生成する。この信号AODは、検波信号DTDからビートノイズ成分が低減された信号となっている。そして、IFFTユニット155は、生成された信号AODを、アナログ処理ユニット160へ送る。

【0079】

IFFTユニット155から送られた信号AODを受けると、アナログ処理ユニット160では、DA変換部、音量調整部及びパワー増幅部による信号処理が順次施され、出力音声信号AOSが生成される。そして、アナログ処理ユニット160は、生成された出力音声信号AOSをスピーカユニット170へ送る(図1参照)。この結果、スピーカユニット170が、出力音声信号AOSに従って、音声を再生出力する。

30

【0080】

以上説明したように、本実施形態では、抽出ユニット141が、入力した信号に対する複数回の周波数解析の結果を時間平均化処理して得られた時間平均スペクトルTASにおけるピーク周波数 F_{P_k} を抽出する。次に、判定ユニット142が、指標エネルギーとして、抽出されたピーク周波数 F_{P_k} により定まる時間平均スペクトルTASにおけるノイズ周波数領域候補 FRG_k 内のスペクトル成分のエネルギーの二乗平均平方根 $E_{RMS,k}$ を算出する。引き続き、判定ユニット142が、指標エネルギー $E_{RMS,k}$ と閾値エネルギー $E_{TH,k}$ とを比較する。そして、判定ユニット142は、エネルギー $E_{RMS,k}$ が閾値エネルギー $E_{TH,k}$ よりも大きな場合に、ノイズ周波数領域候補 FRG_k 内にビートノイズ成分が存在すると判定する。

40

【0081】

したがって、本実施形態によれば、ビート変動が発生しても、当該ビート変動に追従しつつ、ビートノイズの有無を精度良く判定できる。

【0082】

また、本実施形態では、閾値エネルギー $E_{TH,k}$ として、ビートノイズ成分の周波数が変動しないとした場合において検出すべきビートノイズ成分の最小エネルギーに対応するエネルギーを採用する。このため、ビートノイズ成分の有無を合理的に検出することができ

50

る。

【0083】

[実施形態の変形]

本発明は、上記の実施形態に限定されるものではなく、様々な変形が可能である。

【0084】

例えば、上記の実施形態では、値 N_1 を「5」としたが、時間平均スペクトルSPS(T)の算出の迅速性が確保できるのであれば、値 N_1 を「2」以上の任意の値とすることができる。なお、抽出ユニット141による平均化処理に際しては、ローパスフィルタを利用した処理としてもよい。

【0085】

また、上記の実施形態では、指標エネルギーとして、時間平均スペクトルTASにおけるノイズ周波数領域候補FRG内のスペクトル成分のエネルギーの二乗平均平方根を採用した。これに対し、時間平均スペクトルTASにおけるノイズ周波数領域候補FRG内のスペクトル成分のエネルギーに対して他の統計的な手法を用いて得られるエネルギー値を、指標エネルギーとして採用してもよい。

【0086】

また、上記の実施形態では、基準カーブの生成に際して周波数軸に沿っての平均化処理を行うようにした。例えば、時間平均スペクトルは、上述したようにノイズ成分となっていると推定されることから、ノイズのレベルの推定方法(特開2012-178804号公報に開示の方法等)を利用しつつ、基準カーブの生成を行うようにしてもよい。

【0087】

また、上記の実施形態では、基準カーブの生成に際して周波数軸に沿っての平均化処理を行うようにした。例えば、時間平均スペクトルは、上述したようにノイズ成分となっていると推定されることから、ノイズのレベルの推定方法(特開2012-178804号公報に開示の方法等)を利用しつつ、基準カーブの生成を行うようにしてもよい。

【0088】

また、上記の実施形態では、両側波帯成分を有するAM放送波に関する(U-L)信号におけるビートノイズ成分の有無を検出するようにした。これに対し、AM放送波の検波信号に対して本発明を適用し、当該検波信号におけるビートノイズ成分の有無を検出するようにしてもよい。さらに、例えばFM放送波のようなAM放送波以外の検波信号に対して本発明を適用し、当該検波信号におけるビートノイズ成分の有無を検出するようにしてもよい。

【0089】

また、上記の実施形態では、音声信号中におけるビートノイズ成分の有無の判定に本発明を適用したが、音声信号以外の信号中におけるノイズ成分の有無の判定に本発明を適用してもよい。

【0090】

また、上記の実施形態では、放送受信装置が備えるノイズ検出装置を例示したが、放送受信装置以外の装置が備えるノイズ検出装置に本発明を適用してもよい。

【0091】

なお、上記の実施形態におけるノイズ検出装置を、DSP(Digital Signal Processor)等を備えた演算手段としてのコンピュータとして構成し、予め用意されたプログラムを当該コンピュータで実行することにより、上記の実施形態におけるノイズ検出装置の処理の一部又は全部を実行するようにしてもよい。このプログラムはハードディスク、CD-ROM、DVD等のコンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録され、当該コンピュータによって記録媒体から読み出されて実行される。また、このプログラムは、CD-ROM、DVD等の可搬型記録媒体に記録された形態で取得されるようにしてもよいし、インターネットなどのネットワークを介した配信の形態で取得されるようにしてもよい。

【符号の説明】

【0092】

10

20

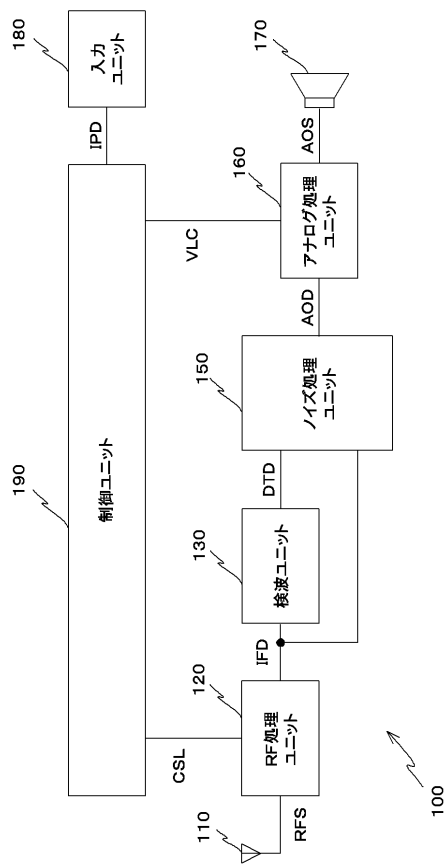
30

40

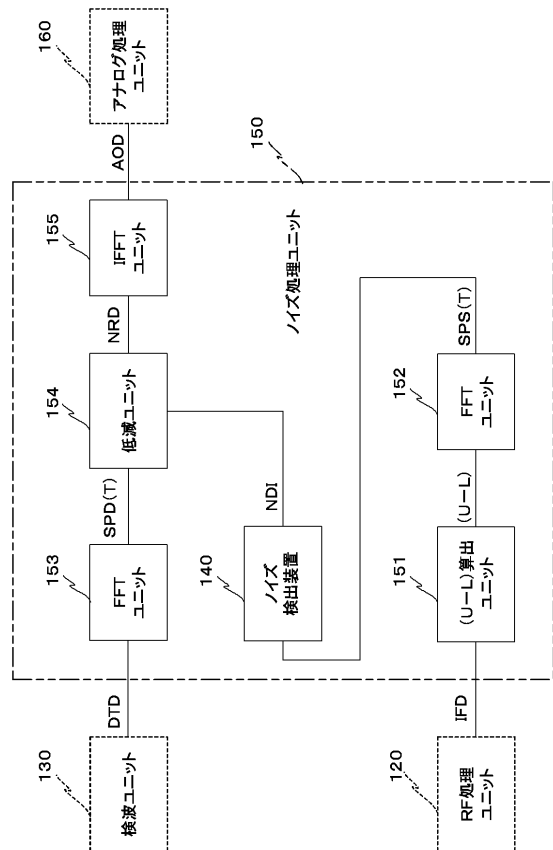
50

- 140 ... ノイズ検出装置
- 141 ... 抽出ユニット (抽出部)
- 142 ... 判定ユニット (判定部)

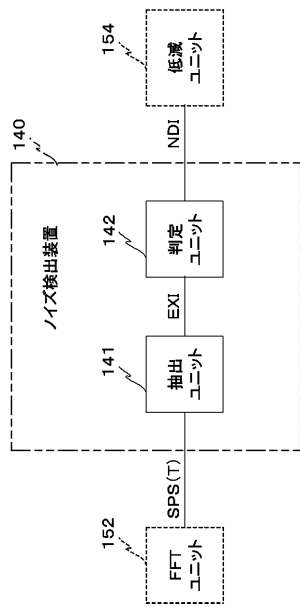
【図1】



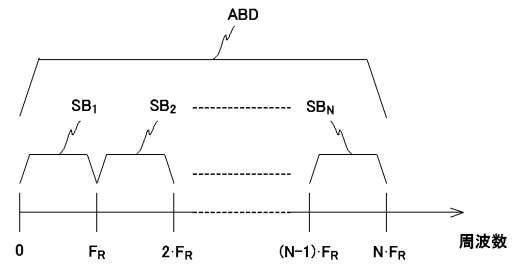
【図2】



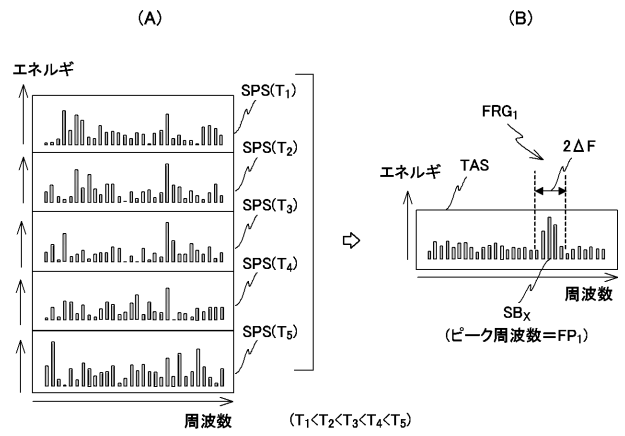
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

