

(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2015-156577
(P2015-156577A)

(43) 公開日 平成27年8月27日(2015.8.27)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
H04B 1/10 (2006.01) H04B 1/10 L 5K052

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2014-30867(P2014-30867)
(22) 出願日 平成26年2月20日(2014.2.20)

(71) 出願人 000005016
パイオニア株式会社
神奈川県川崎市幸区新小倉1番1号
(74) 代理人 100112760
弁理士 柴田 五雄
(72) 発明者 市川 俊人
埼玉県川越市山田字西町25番地1 パイ
オニア株式会社川越事業所内
(72) 発明者 渡辺 薫
埼玉県川越市山田字西町25番地1 パイ
オニア株式会社川越事業所内
(72) 発明者 久富木 俊明
埼玉県川越市山田字西町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 BB04 CC01 DD02 EE11 FF33

(54) 【発明の名称】 放送受信装置及びノイズ除去方法

(57) 【要約】

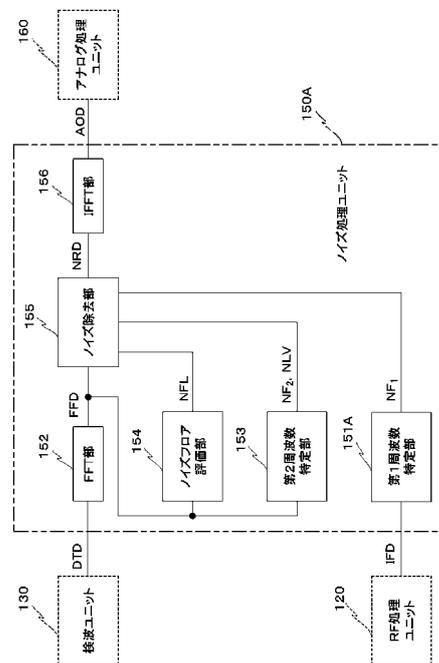
【課題】

様々な態様で発生する音声帯域におけるビートノイズ成分を、効果的に除去する。

【解決手段】

第1周波数特定部151Aが、RF処理ユニット120から送られた検波前信号である中間周波信号IFDにおけるノイズ成分の第1周波数 NF_1 の特定処理を行う。また、第2周波数特定部153が、検波ユニット130から送られた検波後信号である検波信号DTDにおけるノイズ成分の第2周波数 NF_2 の特定処理を行う。そして、第1周波数 NF_1 及び第2周波数 NF_2 が特定され、かつ、第1周波数 NF_1 と第2周波数 NF_2 との差が所定の範囲内である場合に、ノイズ除去部155が、検波信号DTDにおける第2周波数 NF_2 の成分を低減させる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

両側波帯成分を有する A M 放送波を受信する放送受信装置であって、

前記 A M 放送波が検波される前の信号である検波前信号に基づいて、ノイズ成分の第 1 周波数の特定処理を行う第 1 周波数特定部と；

前記 A M 放送波が検波された後の信号である検波後信号に基づいて、ノイズ成分の第 2 周波数の特定処理を行う第 2 周波数特定部と；

前記第 1 周波数及び前記第 2 周波数が特定され、かつ、前記第 1 周波数と前記第 2 周波数との差が所定の範囲内である場合に、前記検波後信号における前記第 2 周波数の成分を低減させるノイズ除去部と；

を備えることを特徴とする放送受信装置。

10

【請求項 2】

前記検波後信号におけるノイズフロアのレベルを評価するノイズフロア評価部を更に備え、

前記ノイズ除去部は、前記第 2 周波数が特定されたが、前記第 1 周波数が特定されなかった、又は、前記第 1 周波数及び前記第 2 周波数が特定されたが、前記第 1 周波数と前記第 2 周波数との差が前記所定の範囲内になかったときには、前記ノイズフロアのレベルが所定閾値以上であった場合に、前記検波後信号における前記第 2 周波数の成分を低減させる、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の放送受信装置。

20

【請求項 3】

前記第 1 周波数特定部は、前記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間での非対称成分の時間平均に基づいて、前記第 1 周波数を特定する、ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の放送受信装置。

【請求項 4】

前記第 2 周波数特定部は、前記検波後信号のスペクトルの時間平均に基づいて、前記第 2 周波数を特定する、ことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の放送受信装置。

【請求項 5】

前記第 1 周波数と前記第 2 周波数との差が前記所定の範囲内であった場合には、ノイズ除去部は、前記検波後信号における前記第 2 周波数の所定自然数倍の周波数の成分を更に低減させる、ことを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の放送受信装置。

30

【請求項 6】

両側波帯成分を有する A M 放送波を受信する放送受信装置において使用されるノイズ除去方法であって、

前記 A M 放送波が検波される前の信号である検波前信号に基づいて、ノイズ成分の第 1 周波数の特定処理を行う第 1 周波数特定工程と；

前記 A M 放送波が検波された後の信号である検波後信号に基づいて、ノイズ成分の第 2 周波数の特定処理を行う第 2 周波数特定工程と；

前記第 1 周波数及び前記第 2 周波数が特定され、かつ、前記第 1 周波数と前記第 2 周波数との差が所定の範囲内である場合に、前記検波後信号における前記第 2 周波数の成分を低減させるノイズ除去工程と；

を備えることを特徴とするノイズ除去方法。

40

【請求項 7】

A M 放送波を受信する放送受信装置が有するコンピュータに、請求項 6 に記載のノイズ除去方法を実行させる、ことを特徴とするノイズ除去プログラム。

【請求項 8】

A M 放送波を受信する放送受信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 7 に記載のノイズ除去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。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、放送受信装置、ノイズ除去方法及びノイズ除去プログラム、並びに、当該ノイズ除去プログラムが記録された記録媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、AM放送の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。しかしながら、この方法では、様々な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、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、AM放送波の波形における搬送波周波数を対称中心とする上側波帯（以下、「USB（Upper Side Band）」と記す）のスペクトルと下側波帯（以下、「LSB（Lower Side Band）」と記す）のスペクトルとの対称性を利用することが考えられる。かかるUSBのスペクトルとLSBのスペクトルとの対称性を利用してノイズ成分を除去する技術として、テレビジョン放送受信装置に関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）。

【0005】

この従来例の技術では、検波前の信号である検波前信号に対して、当該検波前信号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、当該乗算の結果にローパスフィルタリング処理を施すことにより、USBのスペクトルとLSBのスペクトルとの間での非対称性の要因となっている非対称成分（以下、単に「非対称成分」とも記す）を抽出する。

【0006】

かかる従来例の技術をAM放送の受信装置に適用することにより、ビートノイズ成分が検波前信号における非対称成分として定常的に混入している場合には、ビートノイズ成分の周波数及びレベルが特定できる。そして、当該特定結果を利用して、ビートノイズ成分を適切に低減させることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開昭61-129924号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

上述した従来例の技術をAM放送の受信装置に適用してビートノイズ成分を除去するに際して、ビートノイズ成分が、検波前信号に非対称成分として定常的に混入していることを前提としている。しかしながら、AM放送の受信装置を含む伝送系では、波形歪の発生により、あたかもAM変調されたような態様でビートノイズ成分が含まれる場合がある。

【0009】

こうした場合には、ビートノイズ成分が、検波前信号に非対称成分として定常的に混入しているという前提が成立しない。この結果、従来例の技術をAM放送の受信装置に適用しても、出力音声におけるビートノイズ音を適切に除去することができない。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 0 】

このため、様々な態様で発生する音声帯域におけるビートノイズ成分を、適切に除去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。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 1 】

請求項 1 に記載の発明は、両側波帯成分を有する A M 放送波を受信する放送受信装置であって、前記 A M 放送波が検波される前の信号である検波前信号に基づいて、ノイズ成分の第 1 周波数の特定処理を行う第 1 周波数特定部と；前記 A M 放送波が検波された後の信号である検波後信号に基づいて、ノイズ成分の第 2 周波数の特定処理を行う第 2 周波数特定部と；前記第 1 周波数及び前記第 2 周波数が特定され、かつ、前記第 1 周波数と前記第 2 周波数との差が所定の範囲内である場合に、前記検波後信号における前記第 2 周波数の成分を低減させるノイズ除去部と；を備えることを特徴とする放送受信装置である。

10

【 0 0 1 2 】

請求項 6 に記載の発明は、両側波帯成分を有する A M 放送波を受信する放送受信装置において使用されるノイズ除去方法であって、前記 A M 放送波が検波される前の信号である検波前信号に基づいて、ノイズ成分の第 1 周波数の特定処理を行う第 1 周波数特定工程と；前記 A M 放送波が検波された後の信号である検波後信号に基づいて、ノイズ成分の第 2 周波数の特定処理を行う第 2 周波数特定工程と；前記第 1 周波数及び前記第 2 周波数が特定され、かつ、前記第 1 周波数と前記第 2 周波数との差が所定の範囲内である場合に、前記検波後信号における前記第 2 周波数の成分を低減させるノイズ除去工程と；を備えることを特徴とするノイズ除去方法である。

20

【 0 0 1 3 】

請求項 7 に記載の発明は、A M 放送波を受信する放送受信装置が有するコンピュータに、請求項 6 に記載のノイズ除去方法を実行させる、ことを特徴とするノイズ除去プログラムである。

【 0 0 1 4 】

請求項 8 に記載の発明は、A M 放送波を受信する放送受信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 7 に記載のノイズ除去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。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 5 】

【 図 1 】本発明の第 1 実施形態に係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 の第 1 周波数特定部の構成を示すブロック図である。

【 図 4 】中間周波信号のスペクトルと、(U - L) 信号の時間平均スペクトルとの関係を説明するための図である。

【 図 5 】図 2 の第 2 周波数特定部の構成を示すブロック図である。

【 図 6 】検波信号 (= (U + L) 信号) のスペクトルと、検波信号の時間平均スペクトルとの関係を説明するための図である。

40

【 図 7 】図 2 のノイズ除去部によるノイズ除去処理を説明するためのフローチャートである。

【 図 8 】本発明の第 2 実施形態に係る放送受信装置における第 1 周波数特定部の構成を示すブロック図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 6 】

以下、本発明の実施形態を、添付図面を参照して説明する。なお、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 7 】

50

[第 1 実施形態]

まず、本発明の第 1 実施形態を、図 1 ~ 図 7 を参照して説明する。

【 0 0 1 8 】

< 構成 >

図 1 には、本発明の第 1 実施形態に係る放送受信装置 1 0 0 A 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 A は、両側波帯成分を有する A M 放送波を受信する放送受信装置となっている。

【 0 0 1 9 】

図 1 に示されるように、放送受信装置 1 0 0 A は、アンテナ 1 1 0 と、R F 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 A とを備えている。また、放送受信装置 1 0 0 A 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 2 0 】

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、R F 処理ユニット 1 2 0 へ送られる。

【 0 0 2 1 】

上記の R F 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、R F 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 A へ送る。この R F 処理ユニット 1 2 0 は、入力フィルタと、高周波増幅器 (R F - A M P : Radio Frequency-Amplifier) と、バンドパスフィルタ (以下、「R F フィルタ」とも呼ぶ) とを備えている。また、R F 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、「I F 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。

【 0 0 2 2 】

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。R F 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、R F 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 3 】

I F 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 1 3 0 及びノイズ処理ユニット 1 5 0 A へ送られる。

【 0 0 2 4 】

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 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。

【 0 0 2 5 】

上記の検波ユニット 1 3 0 は、R F 処理ユニット 1 2 0 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 1 3 0 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 1 5 0 A へ送る。ここで、検波信号 D T D は、音声帯域の信号となっている。

【 0 0 2 6 】

なお、検波信号 D T D のスペクトルは、中間周波信号 I F D の U S B 成分のスペクトルと L S B 成分のスペクトルとにおける中間周波信号 I F D の中心周波数との周波数差が同一の周波数成分同士との和として算出されるスペクトルとなっている。そこで、以下の説明においては、検波信号 D T D を、「信号 (U + L) 」とも記すものとする。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 7 】

上記のノイズ処理ユニット 1 5 0 A は、検波ユニット 1 3 0 から送られた検波信号 D T D、及び、R F 処理ユニット 1 2 0 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 1 5 0 A 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 1 6 0 へ送られる。

【 0 0 2 8 】

なお、ノイズ処理ユニット 1 5 0 A の構成の詳細については、後述する。

【 0 0 2 9 】

上記のアナログ処理ユニット 1 6 0 は、ノイズ処理ユニット 1 5 0 A 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 1 6 0 は、制御ユニット 1 9 0 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 1 7 0 へ送る。

10

【 0 0 3 0 】

かかる機能を有するアナログ処理ユニット 1 6 0 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 1 5 0 A 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。

【 0 0 3 1 】

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取る。そして、音量調整部は、制御ユニット 1 9 0 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、第 1 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。

20

【 0 0 3 2 】

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取る。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 1 7 0 へ送られる。

30

【 0 0 3 3 】

上記のスピーカユニット 1 7 0 は、スピーカを備えている。このスピーカユニット 1 7 0 は、アナログ処理ユニット 1 6 0 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。

【 0 0 3 4 】

上記の入力ユニット 1 8 0 は、放送受信装置 1 0 0 A 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。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 1 8 0 への入力結果は、入力データ I P D として制御ユニット 1 9 0 へ送られる。

40

【 0 0 3 5 】

上記の制御ユニット 1 9 0 は、入力ユニット 1 8 0 から送られた入力データ I P D を受ける。この入力データ I P D の内容が選局指定であった場合には、制御ユニット 1 9 0 は、指定された希望局に対応する選局指令 C S L を生成して、R F 処理ユニット 1 2 0 へ送る。また、入力データ I P D の内容が音量調整指定であった場合には、制御ユニット 1 9 0 は、指定された音量調整指定に対応する音量調整指令 V L C を生成して、アナログ処理ユニット 1 6 0 へ送る。

【 0 0 3 6 】

《ノイズ処理ユニット 1 5 0 A の構成》

50

次に、上記のノイズ処理ユニット150Aの構成について説明する。

【0037】

ノイズ処理ユニット150Aは、図2に示されるように、第1周波数特定部151Aと、フーリエ変換部(FFT部)152と、第2周波数特定部153と、ノイズフロア評価部154とを備えている。また、ノイズ処理ユニット150Aは、ノイズ除去部155と、逆フーリエ変換部(IFFT部)156とを備えている。

【0038】

上記の第1周波数特定部151A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、第1周波数特定部151Aは、中間周波信号IFDにおけるノイズ成分に対応する音声周波数帯の周波数(以下、「第1周波数 NF_1 」という)の特定処理を行う。かかる第1周波数特定部による特定処理により第1周波数 NF_1 が特定されると、特定された第1周波数 NF_1 が、ノイズ除去部155へ送られる。ここで、第1周波数特定部151Aによる特定処理により第1周波数 NF_1 が特定されなかった場合には、第1周波数 NF_1 として「0」が、ノイズ除去部155へ送られるようになっている。

10

【0039】

なお、第1周波数特定部151Aの構成の詳細については、後述する。

【0040】

上記のFFT部152は、検波ユニット130から送られた検波信号DTD(=信号(U+L))を受ける。そして、FFT部152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FFDとして、第2周波数特定部153及びノイズフロア評価部154へ送られる。

20

【0041】

上記の第2周波数特定部153は、FFT部152から送られたフーリエ変換結果FFDを受ける。そして、第2周波数特定部153は、フーリエ変換結果FFDに基づいて、検波信号DTDにおけるノイズ成分の周波数(以下、「第2周波数 NF_2 」という)及びレベル(以下、「ノイズレベルNLV」という)の特定処理を行う。かかる第2周波数特定部153による特定処理により第2周波数 NF_2 及びノイズレベルNLVが特定されると、特定された第2周波数 NF_2 及びノイズレベルNLVが、ノイズ除去部155へ送られる。ここで、第2周波数特定部153による特定処理により第2周波数 NF_2 が特定されなかった場合には、第2周波数 NF_2 として「0」が、ノイズ除去部155へ送られるようになっている。

30

【0042】

なお、第2周波数特定部153の構成の詳細については、後述する。

【0043】

上記のノイズフロア評価部154は、FFT部152から送られたフーリエ変換結果FFDを受ける。そして、ノイズフロア評価部154は、フーリエ変換結果FFDに基づいて、検波信号DTDにおけるノイズフロアのレベルを評価する。こうして評価されたノイズフロアレベルNFLは、ノイズ除去部155へ送られる。

【0044】

なお、第1実施形態では、ノイズフロア評価部154は、例えば、特開2012-178804号公報に記載のノイズ推定方法を利用して、ノイズフロアレベルの評価を行う。

40

【0045】

上記のノイズ除去部155は、FFT部152から送られたフーリエ変換結果FFDを受ける。また、ノイズ除去部155は、第1周波数特定部151Aから送られた第1周波数 NF_1 、第2周波数特定部153から送られた第2周波数 NF_2 及びノイズレベルNLV、並びに、ノイズフロア評価部154から送られたノイズフロアレベルNFLを受ける。そして、ノイズ除去部155は、第1周波数 NF_1 、第2周波数 NF_2 及びノイズレベルNLV、並びに、ノイズフロアレベルNFLに基づいて、フーリエ変換結果FFDに含まれるノイズ成分を低減させる。こうして得られたノイズ成分の低減結果は、ノイズ除去スベ

50

クトルNRDとして、IFFT部156へ送られる。

【0046】

なお、ノイズ除去部155によるノイズ低減処理については、後述する。

【0047】

上記のIFFT部156は、ノイズ除去部155から送られたノイズ除去スペクトルNRDを受ける。そして、IFFT部156は、ノイズ除去スペクトルNRDに逆フーリエ変換を施す。かかる逆フーリエ変換の結果は、信号AODとして、アナログ処理ユニット160へ送られる。

【0048】

(第1周波数特定部151Aの構成)

10

次いで、第1周波数特定部151Aの構成について説明する。

【0049】

第1周波数特定部151Aは、図3に示されるように、(U-L)検出部211と、FFT部212とを備えている。また、第1周波数特定部151Aは、時間平均部213と、抽出部214とを備えている。

【0050】

上記の(U-L)検出部211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)検出部211は、中間周波信号IFDのUSB成分のスペクトルとLSB成分のスペクトルにおける中間周波信号IFDの中心周波数との周波数差が同一の周波数成分間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)検出部211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

【0051】

かかる機能を有する(U-L)検出部211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、当該乗算の結果に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、信号SBDとしてFFT部212へ送られる。

【0052】

なお、信号SBDは、中間周波信号IFDにおける非対称成分となっている。このため、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、信号SBDは、当該ビートノイズ成分を含んだ信号となる。

30

【0053】

上記のFFT部212は、(U-L)検出部211から送られた信号SBDを受ける。そして、FFT部212は、信号SBD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FTRとして、時間平均部213へ送られる。

【0054】

上記の時間平均部213は、FFT部212から送られたフーリエ変換結果FTRを受ける。そして、時間平均部213は、フーリエ変換結果FTRにおける各周波数成分のレベルの時間平均を算出する。かかる時間平均の結果は、時間平均スペクトルFTAとして抽出部214へ送られる。

40

【0055】

なお、中間周波信号IFDに定常的な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、時間平均スペクトルFTAでは、当該ビートノイズ成分の周波数成分のレベルが、他の周波数成分のレベルと比べて突出したレベルとなる。

【0056】

上記の抽出部214は、時間平均部213から送られた時間平均スペクトルFTAを受ける。そして、抽出部214は、時間平均スペクトルFTAにおいて、他の周波数成分のレベルと比べて突出したピークレベル及び細かいピーク幅を有するピークを抽出し、当該ピークの中心周波数を第1周波数 N_{F_1} として特定する。こうして特定された第1周波数 N_{F_1} は、ノイズ除去部155へ送られる。

50

【 0 0 5 7 】

なお、上述したように、第 1 周波数 $N F_1$ が特定されなかった場合、すなわち、ノイズピークが抽出されなかった場合には、第 1 周波数 $N F_1$ として「 0 」が、ノイズ除去部 155 へ送られるようになっている。

【 0 0 5 8 】

図 4 には、中間周波信号 I F D のスペクトルと、時間平均スペクトル F T A との例が示されている。ここで、図 4 (A) には、中間周波信号 I F D にノイズ成分が非対称成分として含まれており、かつ、そのノイズ成分が定常的なビートノイズであった場合の例が示されている。

【 0 0 5 9 】

また、図 4 (B) には、中間周波信号 I F D に定常的なビートノイズ成分が含まれているが、波形歪の発生により、あたかも A M 変調されたような態様でビートノイズ成分が含まれる場合の例が示されている。この場合には、時間平均スペクトル F T A においては、他の周波数成分のレベルと比べて突出したピークレベル、及び、細いピーク幅を有するピークは現れない。

【 0 0 6 0 】

(第 2 周波数特定部 1 5 3 の構成)

次いで、第 2 周波数特定部 1 5 3 の構成について説明する。この第 2 周波数特定部 1 5 3 は、図 5 に示されるように、時間平均部 2 2 1 と、抽出部 2 2 2 とを備えている。

【 0 0 6 1 】

上記の時間平均部 2 2 1 は、F F T 部 1 5 2 から送られたフーリエ変換結果 F F D を受ける。そして、時間平均部 2 2 1 は、フーリエ変換結果 F F D における各周波数成分のレベルの時間平均を算出する。かかる時間平均の結果は、時間平均スペクトル F T B として抽出部 2 2 2 へ送られる。

【 0 0 6 2 】

なお、検波信号 D T D に定常的なビートノイズ成分が混入している場合には、時間平均スペクトル F T B では、当該ビートノイズ成分の周波数成分のレベルが、他の周波数成分のレベルと比べて突出したレベルとなる。

【 0 0 6 3 】

上記の抽出部 2 2 2 は、時間平均部 2 2 1 から送られた時間平均スペクトル F T B を受ける。そして、抽出部 2 2 2 は、時間平均スペクトル F T B において、所定閾値 $L V_{TH}$ 以上のピークレベル及び細いピーク幅を有するピークを抽出し、当該ピークの中心周波数を第 2 周波数 $N F_2$ として特定するとともに、ピークレベルをノイズレベル $N L V$ として特定する。こうして特定された周波数 $N F_2$ 及びノイズレベル $N L V$ は、ノイズ除去部 1 5 5 へ送られる。

【 0 0 6 4 】

なお、上述したように、第 2 周波数 $N F_2$ が特定されなかった場合、すなわち、ノイズピークが抽出されなかった場合には、第 2 周波数 $N F_2$ として「 0 」が、ノイズ除去部 1 5 5 へ送られるようになっている。

【 0 0 6 5 】

図 6 には、中間周波信号 I F D のスペクトルと、検波信号 D T D (= 信号 (U - L)) と、時間平均スペクトル F T B との例が示されている。ここで、図 6 (A) には、中間周波信号 I F D にノイズ成分が非対称成分として含まれており、かつ、そのノイズ成分が定常的なビートノイズであった場合の例が示されている。

【 0 0 6 6 】

また、図 6 (B) には、中間周波信号 I F D に定常的なビートノイズ成分が含まれているが、波形歪の発生により、あたかも A M 変調されたような態様でビートノイズ成分が含まれる場合の例が示されている。この場合には、上述した図 4 (B) の時間平均スペクトル F T A の場合とは異なり、時間平均スペクトル F T B においては、他の周波数成分のレベルと比べて突出したピークレベル及び細い幅を有するピークが現れる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 7 】

< 動作 >

次に、以上のように構成された放送受信装置 1 0 0 A の動作について、ノイズ処理ユニット 1 5 0 A における処理に主に着目して説明する。

【 0 0 6 8 】

前提として、入力ユニット 1 8 0 には既に利用者により選局指定が入力されており、指定された希望局に対応する選局指令 C S L が、R F 処理ユニット 1 2 0 へ送られているものとする。また、入力ユニット 1 8 0 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 V L C が、アナログ処理ユニット 1 6 0 へ送られているものとする（図 1 参照）。

10

【 0 0 6 9 】

こうした状態で、アンテナ 1 1 0 で放送波を受信すると、信号 R F S が、アンテナ 1 1 0 から R F 処理ユニット 1 2 0 へ送られる。そして、R F 処理ユニット 1 2 0 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、A D 変換が行われる。R F 処理ユニット 1 2 0 は、この A D 変換の結果を、中間周波信号 I F D として、検波ユニット 1 3 0 及びノイズ処理ユニット 1 5 0 A へ送る（図 1 参照）。

【 0 0 7 0 】

中間周波信号 I F D を受けると、検波ユニット 1 3 0 が、中間周波信号 I F D に対して検波処理を施す。そして、検波ユニット 1 3 0 は、検波結果を、検波信号 D T D として、ノイズ処理ユニット 1 5 0 A へ送る（図 1 参照）。

20

【 0 0 7 1 】

中間周波信号 I F D 及び検波信号 D T D を受けると、ノイズ処理ユニット 1 5 0 A は、検波信号 D T D に含まれるノイズ成分の除去処理を実行する。かかるノイズ成分の除去処理には、中間周波信号 I F D に基づく第 1 周波数特定処理が含まれている。また、当該ノイズ成分の除去処理には、ノイズ処理ユニット 1 5 0 A における F F T 部 1 5 2 による検波信号 D T D のフーリエ変換結果 F F D に基づく第 2 周波数特定処理及びノイズフロア評価処理が含まれる。さらに、当該ノイズ成分の除去処理には、ノイズ低減処理が含まれている。

【 0 0 7 2 】

《 第 1 周波数特定処理 》

第 1 周波数特定処理は、第 1 周波数特定部 1 5 1 A により実行される。

30

【 0 0 7 3 】

第 1 周波数特定部 1 5 1 A では、(U - L) 検出部 2 1 1 が中間周波信号 I F D を受ける（図 3 参照）。そして、(U - L) 検出部 2 1 1 は、中間周波信号 I F D の U S B 成分と L S B 成分のスペクトルとにおける中間周波信号 I F D の中心周波数との周波数差が同一の周波数成分間の差分を算出することにより、差分信号 (U - L) を算出する。

【 0 0 7 4 】

かかる差分信号 (U - L) の算出に際して、(U - L) 検出部 2 1 1 は、中間周波信号 I F D に対して、搬送波成分と 9 0 ° だけ位相をずらした信号を乗算する。引き続き、(U - L) 検出部 2 1 1 は、当該乗算の結果にローパスフィルタリング処理を施す。そして、(U - L) 検出部 2 1 1 は、ローパスフィルタリング処理の結果を、信号 S B D として F F T 部 2 1 2 へ送る（図 3 参照）。

40

【 0 0 7 5 】

信号 S B D を受けると、F F T 部 2 1 2 は、信号 S B D にフーリエ変換を施す。そして、F F T 部 2 1 2 は、フーリエ変換結果 F T R を時間平均部 2 1 3 へ送る（図 3 参照）。

【 0 0 7 6 】

フーリエ変換結果 F T R を受けると、時間平均部 2 1 3 は、フーリエ変換結果 F T R における各周波数成分のレベルの時間平均を算出する。そして、時間平均部 2 1 3 は、時間平均の結果を、時間平均スペクトル F T A として抽出部 2 1 4 へ送る（図 3 参照）。

【 0 0 7 7 】

50

なお、中間周波信号 I F D に定常的な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、時間平均スペクトル F T A において、当該ビートノイズ成分の周波数成分のレベルが、他の周波数成分のレベルと比べて突出したレベルとなる（図 4（A）参照）。

【 0 0 7 8 】

時間平均スペクトル F T A を受けると、抽出部 2 1 4 は、時間平均スペクトル F T A における他の周波数成分のレベルと比べて突出したピークレベルを有するとともに、細いピーク幅のピークを抽出する。引き続き、抽出部 2 1 4 は、当該ピークの中心周波数を第 1 周波数 $N F_1$ として特定する。そして、抽出部 2 1 4 は、第 1 周波数 $N F_1$ をノイズ除去部 1 5 5 へ送る（図 3 参照）。

【 0 0 7 9 】

なお、上述したように、第 1 周波数 $N F_1$ が特定されなかった場合、すなわち、上記の条件を満たすノイズピークが抽出されなかった場合には、抽出部 2 1 4 は、第 1 周波数 $N F_1$ として「0」が、ノイズ除去部 1 5 5 へ送られるようになっている。

【 0 0 8 0 】

《第 2 周波数特定処理》

第 2 周波数特定処理は、第 2 周波数特定部 1 5 3 により実行される。

【 0 0 8 1 】

第 2 周波数特定部 1 5 3 では、時間平均部 2 2 1 が検波信号 D T D を受ける。引き続き、時間平均部 2 2 1 は、フーリエ変換結果 F F D における各周波数成分のレベルの時間平均を算出する。そして、時間平均部 2 2 1 は、時間平均の結果を、時間平均スペクトル F T B として抽出部 2 2 2 へ送る（図 5 参照）。

【 0 0 8 2 】

なお、検波信号 D T D に定常的なビートノイズ成分が混入している場合には、時間平均スペクトル F T B において、当該ビートノイズ成分の周波数成分のレベルが、他の周波数成分のレベルと比べて突出したレベルとなる（図 6（A）及び図 6（B）参照）。

【 0 0 8 3 】

時間平均スペクトル F T B を受けると、抽出部 2 2 2 は、時間平均スペクトル F T B において、所定閾値 $L V_{TH}$ 以上のピークレベル及び細いピーク幅を有するピークを抽出する。引き続き、抽出部 2 2 2 は、当該ピークの中心周波数を第 2 周波数 $N F_2$ として特定するとともに、ピークレベルをノイズレベル $N L V$ として特定する。そして、抽出部 2 2 2 は、周波数 $N F_2$ 及びノイズレベル $N L V$ を、ノイズ除去部 1 5 5 へ送る（図 5 参照）。

【 0 0 8 4 】

なお、上述したように、第 2 周波数 $N F_2$ が特定されなかった場合、すなわち、ノイズピークが抽出されなかった場合には、第 2 周波数 $N F_2$ として「0」が、ノイズ除去部 1 5 5 へ送られるようになっている。

【 0 0 8 5 】

《ノイズフロア評価処理》

ノイズフロア評価処理は、ノイズフロア評価部 1 5 4 により実行される。

【 0 0 8 6 】

フーリエ変換結果 F F D を受けると、ノイズフロア評価部 1 5 4 は、フーリエ変換結果 F F D に基づいて、検波信号 D T D におけるノイズフロアのレベルを評価する。そして、ノイズフロア評価部 1 5 4 は、評価結果を、ノイズフロアレベル $N F L$ としてノイズ除去部 1 5 5 へ送る（図 2 参照）。

【 0 0 8 7 】

《ノイズ低減処理》

ノイズ低減処理は、ノイズ除去部 1 5 5 により実行される。

【 0 0 8 8 】

かかるノイズ低減処理に際しては、図 7 に示されるように、まず、ステップ S 1 1 において、ノイズ除去部 1 5 5 が、第 1 周波数特定部 1 5 1 A から送られた第 1 周波数 $N F_1$ を取得する。また、ノイズ除去部 1 5 5 は、第 2 周波数特定部 1 5 3 から送られた第 2 周

10

20

30

40

50

波数 $N F_2$ 及びノイズレベル $N L V$ 、並びに、ノイズフロア評価部 154 から送られたノイズフロアレベル $N F L$ を取得する。

【0089】

次に、ステップ S 12 において、ノイズ除去部 155 が、第 2 周波数 $N F_2$ が「0」であるか否かを判定することにより、第 2 周波数 $N F_2$ が未特定であるか否かを判定する。ステップ S 12 における判定の結果が肯定的であった場合（ステップ S 12 : Y）には、ノイズ除去部 155 は、検波信号 $D T D$ には、低減すべきビートノイズ成分が含まれていないと判断する。そして、処理はステップ S 11 に戻る。以後、ステップ S 12 における判定の結果が否定的となるまで、ステップ S 11, S 12 の処理が繰り返される。

【0090】

ステップ S 12 における判定の結果が否定的となると（ステップ S 12 : N）、処理はステップ S 13 へ進む。このステップ S 13 では、ノイズ除去部 155 が、第 1 周波数 $N F_1$ と第 2 周波数 $N F_2$ との差が、所定値 T_H 以下であるか否かを判定することにより、第 1 周波数 $N F_1$ と第 2 周波数 $N F_2$ との差が所定範囲内であるか否かを判定する。ここで、「所定値 T_H 」は、第 1 周波数 $N F_1$ と第 2 周波数 $N F_2$ とが実質的に同一といえるか否か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。

【0091】

なお、第 1 周波数 $N F_1$ が特定されなかった場合には、第 1 周波数 $N F_1$ は「0」となっているが、ステップ S 13 が実行されるときには、第 2 周波数 $N F_2$ が特定されている。このため、ステップ S 13 の実行時において第 1 周波数 $N F_1$ が特定されていなかった場合には、第 1 周波数 $N F_1$ と第 2 周波数 $N F_2$ とは有意な差となり、第 1 周波数 $N F_1$ と第 2 周波数 $N F_2$ との差は所定範囲外となる。

【0092】

ステップ S 13 における判定の結果が肯定的であった場合（ステップ S 13 : Y）には、ノイズ除去部 155 が、検波信号 $D T D$ には、第 2 周波数 $N F_2$ のビートノイズ成分が含まれていると判断する。そして、処理はステップ S 14 へ進む。

【0093】

ステップ S 14 では、ノイズ除去部 155 が、第 1 ノイズ低減処理を実行する。そして、ノイズ除去部 155 は、第 1 ノイズ低減処理の結果を、ノイズ除去スペクトル $N R D$ として $I F F T$ 部 156 へ送る（図 2 参照）。

【0094】

かかる第 1 ノイズ低減処理に際して、ノイズ除去部 155 は、第 2 周波数 $N F_2$ の成分、及び、第 2 周波数 $N F_2$ の N （例えば、 $N = 2, 3$ ）倍の周波数の成分について、ノイズレベル $N L V$ に対応する量だけ、スペクトラムサブトラクション法を用いて、検波信号 $D T D$ のフーリエ変換結果 $F F D$ から除去する。ここで、第 2 周波数 $N F_2$ の N 倍の周波数の成分を低減させるのは、ビートノイズ成分を含む中間周波信号 $I F D$ に対して検波処理を施すと、中間周波信号 $I F D$ におけるビートノイズ成分が独立して検波結果に反映されるのではなく、当該ビートノイズ成分に由来する歪を有する波形の検波結果となるためである。

【0095】

こうして、ステップ S 14 の処理が終了すると、処理はステップ S 11 に戻る。

【0096】

上述したステップ S 13 における判定の結果が否定的であった場合（ステップ S 13 : N）には、処理はステップ S 15 へ進む。このステップ S 15 では、ノイズ除去部 155 が、ノイズフロアレベル $N F L$ が所定閾値レベル $L V_{T_H}$ 以上であるか否かを判定する。かかる判定を行うのは、ビートノイズ成分が検波信号 $D T D$ に含まれる場合には、検波信号 $D T D$ のノイズフロアレベル $N F L$ が高くなっているという経験的事実に基づいている。

【0097】

ステップ S 15 における判定の結果が否定的であった場合（ステップ S 15 : N）には

10

20

30

40

50

、ノイズ除去部 155 は、検波信号 DTD における第 2 周波数 $N F_2$ の成分には、低減すべきビートノイズ成分が含まれていないと判断する。そして、処理はステップ S 11 へ戻る。

【0098】

一方、ステップ S 15 における判定の結果が肯定的であった場合（ステップ S 15 : Y）には、処理はステップ S 16 へ進む。ステップ S 16 では、ノイズ除去部 155 が、第 2 ノイズ低減処理を実行する。そして、ノイズ除去部 155 は、第 2 ノイズ低減処理の結果を、ノイズ除去スペクトル NRD として IFFT 部 156 へ送る（図 2 参照）。

【0099】

かかる第 2 ノイズ低減処理に際して、ノイズ除去部 155 は、第 2 周波数 $N F_2$ の成分について、ノイズレベル NLV に対応する量だけ、スペクトラムサブトラクション法を用いて、検波信号 DTD のフーリエ変換結果 FFD から除去する。ここで、第 2 ノイズ低減処理においては、上述した第 1 ノイズ低減処理のように第 2 周波数 $N F_2$ の N 倍の周波数の成分は低減させないようにしている。

10

【0100】

こうして、ステップ S 16 の処理が終了すると、処理はステップ S 11 に戻る。以後、ステップ S 11 ~ S 16 の処理が繰り返されて、各時点における第 1 周波数 $N F_1$ 、第 2 周波数 $N F_2$ 、ノイズレベル NLV、並びに、ノイズフロアレベル NFL に対応したノイズ低減処理が実行される。

【0101】

ノイズ除去スペクトル NRD を受けると、IFFT 部 156 は、ノイズ除去スペクトル NRD に逆フーリエ変換を施す。そして、IFFT 部 156 は、逆フーリエ変換の結果を、信号 AOD としてアナログ処理ユニット 160 へ送る。

20

【0102】

さて、ノイズ処理ユニット 150 A 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。

【0103】

以上説明したように、第 1 実施形態では、アンテナ 110 による両側波帯を有する AM 放送波の受信結果である信号 RFS が、RF 処理ユニット 120 及び検波ユニット 130 により順次処理されて、検波信号 DTD が生成される。この検波信号 DTD 及び RF 処理ユニット 120 により生成された中間周波信号 IFD を受けると、ノイズ処理ユニット 150 A が、検波信号 DTD に含まれるビートノイズ成分の低減を行う。

30

【0104】

かかるビートノイズ成分の低減に際して、ノイズ処理ユニット 150 A では、第 1 周波数特定部 151 A が、検波前信号である中間周波信号 IFD におけるノイズ成分の第 1 周波数 $N F_1$ の特定処理を行う。また、第 2 周波数特定部 153 が、検波後信号である検波信号 DTD におけるノイズ成分の第 2 周波数 $N F_2$ の特定処理を行う。そして、第 1 周波数 $N F_1$ 及び前記第 2 周波数 $N F_2$ が特定され、かつ、第 1 周波数 $N F_1$ と第 2 周波数 $N F_2$ との差が所定の範囲内である場合に、ノイズ除去部 155 が、検波信号 DTD における第 2 周波数 $N F_2$ の成分を低減させる。

40

【0105】

したがって、第 1 実施形態によれば、中間周波信号 IFD に混入したビートノイズ成分が、検波信号 DTD においても残存している場合に、検波信号 DTD におけるビートノイズ成分を、適切に除去することができる。

【0106】

また、第 1 実施形態では、ノイズフロア評価部 154 が、検波信号 DTD におけるノイズフロアのレベルを評価する。そして、ノイズ除去部 155 が、第 2 周波数 $N F_2$ が特定

50

されたが、第1周波数 $N F_1$ が特定されなかった、又は、第1周波数 $N F_1$ 及び第2周波数 $N F_2$ が特定されたが、第1周波数 $N F_1$ と第2周波数 $N F_2$ との差が所定の範囲内になかったときには、ノイズフロアのレベルが所定閾値以上であった場合に、検波信号D T Dにおける第2周波数 $N F_2$ の成分を低減させる。このため、あたかもA M変調されたような態様でビートノイズ成分が中間周波信号I F Dに含まれる場合や、検波信号D T Dのみにビートノイズ成分が含まれる場合にも、検波信号D T Dにおけるビートノイズ成分を、適切に除去することができる。

【0107】

また、第1実施形態では、第1周波数特定部151Aが、中間周波信号I F Dにおける非対称成分の時間平均に基づいて、第1周波数 $N F_1$ を特定する。このため、ビートノイズ成分が、中間周波信号I F Dにおける非対称成分として定常的に混入している場合に、第1周波数 $N F_1$ を精度良く特定することができる。

10

【0108】

また、第1実施形態では、第2周波数特定部153が、検波信号D T Dのスペクトルの時間平均に基づいて、第2周波数 $N F_2$ を特定する。このため、ビートノイズ成分が、検波信号D T Dに定常的に混入している場合に、第2周波数 $N F_2$ を精度良く特定することができる。

【0109】

また、第1実施形態では、第1周波数 $N F_1$ と第2周波数 $N F_2$ との差が所定の範囲内であった場合には、ノイズ除去部155が、検波信号D T Dにおける第2周波数 $N F_2$ の所定自然数倍の周波数の成分を更に低減させる。このため、ビートノイズ成分を含む中間周波信号I F Dを検波した結果、当該中間周波信号I F Dにおけるビートノイズ成分に由来する歪を有する波形となった検波信号D T Dにおけるビートノイズ成分を、適切に除去することができる。

20

【0110】

[第2実施形態]

次に、本発明の第2実施形態を、図8を主に参照して説明する。

【0111】

<構成>

第2実施形態に係る放送受信装置は、上述した第1実施形態に係る放送受信装置100Aと比べて、第1周波数特定部151Aに代えて、図8に示される構成の第1周波数特定部151Bを備える点のみが異なっている。以下、かかる相違点に着目して説明する。

30

【0112】

なお、以下の説明においては、第2実施形態に係る放送受信装置を「放送受信装置100B」と記すとともに、第1周波数特定部151Bを備えるノイズ処理ユニットを「ノイズ処理ユニット150B」と記すものとする。

【0113】

上記の第1周波数特定部151Bは、図7に示されるように、F F T部216を備えている。また、第1周波数特定部151Bは、時間平均部217と、抽出部218とを備えている。

40

【0114】

上記のF F T部216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、F F T部216は、中間周波信号I F D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F T Qとして、時間平均部217へ送られる。

【0115】

上記の時間平均部217は、F F T部216から送られたフーリエ変換結果F T Qを受ける。そして、時間平均部217は、フーリエ変換結果F T Qにおける各周波数成分のレベルの時間平均を算出する。かかる時間平均の結果は、時間平均スペクトルF T Cとして抽出部218へ送られる。

50

【 0 1 1 6 】

なお、中間周波信号 I F D に定常的なビートノイズ成分が混入している場合には、時間平均スペクトル F T C においては、当該ビートノイズ成分の周波数成分のレベルが、他の周波数成分のレベルと比べて突出したレベルとなる。

【 0 1 1 7 】

上記の抽出部 2 1 8 は、中間周波信号における搬送波成分の周波数を保持している。この抽出部 2 1 8 は、時間平均部 2 1 7 から送られた時間平均スペクトル F T C を受ける。引き続き、抽出部 2 1 8 は、時間平均スペクトル F T C において、他の周波数成分のレベルと比べて突出したピークレベル及び細かいピーク幅を有するピークを抽出し、当該ピークの中心周波数を抽出する。そして、抽出部 2 1 8 は、抽出されたピークの中心周波数と、中間周波信号における搬送波成分の周波数との差の絶対値を算出し、算出結果を第 1 周波数 $N F_1$ として特定する。こうして特定された第 1 周波数 $N F_1$ は、ノイズ除去部 1 5 5 へ送られる。

10

【 0 1 1 8 】

なお、上述した第 1 周波数特定部 1 5 1 A の場合と同様に、第 1 周波数 $N F_1$ が特定されなかった場合、すなわち、ノイズピークが抽出されなかった場合には、第 1 周波数 $N F_1$ として「0」が、ノイズ除去部 1 5 5 へ送られるようになっている。

【 0 1 1 9 】

< 動作 >

以上のように構成された放送受信装置 1 0 0 B の動作について、第 1 周波数特定部 1 5 1 B による第 1 周波数特定処理に主に着目して説明する。

20

【 0 1 2 0 】

第 1 周波数特定部 1 5 1 B による第 1 周波数特定処理に際して、第 1 周波数特定部 1 5 1 B では、F F T 部 2 1 6 が、R F 処理ユニット 1 2 0 から送られた中間周波信号 I F D を受ける。引き続き、F F T 部 2 1 6 は、中間周波信号 I F D にフーリエ変換を施す。そして、F F T 部 2 1 6 は、フーリエ変換の結果（スペクトル）を、フーリエ変換結果 F T Q として、時間平均部 2 1 7 へ送る。

【 0 1 2 1 】

フーリエ変換結果 F T Q を受けると、時間平均部 2 1 7 は、フーリエ変換結果 F T Q における各周波数成分のレベルの時間平均を算出する。そして、時間平均部 2 1 7 は、時間平均の結果を、時間平均スペクトル F T C として抽出部 2 1 8 へ送る。

30

【 0 1 2 2 】

なお、上述したように、中間周波信号 I F D に定常的なビートノイズ成分が混入している場合には、時間平均スペクトル F T C においては、当該ビートノイズ成分の周波数成分のレベルが、他の周波数成分のレベルと比べて突出したレベルとなる。

【 0 1 2 3 】

時間平均部 2 1 7 から送られた時間平均スペクトル F T C を受けると、抽出部 2 1 8 は、時間平均スペクトル F T C において、他の周波数成分のレベルと比べて突出したピークレベル及び細かいピーク幅を有するピークを抽出し、当該ピークの中心周波数を抽出する。引き続き、抽出部 2 1 8 は、抽出されたピークの中心周波数と、中間周波信号における搬送波成分の周波数との差の絶対値を算出し、算出結果を第 1 周波数 $N F_1$ として特定する。そして、抽出部 2 1 8 は、第 1 周波数 $N F_1$ をノイズ除去部 1 5 5 へ送る。ここで、抽出部 2 1 8 により特定される第 1 周波数 $N F_1$ は、上述した抽出部 2 1 4 により特定される第 1 周波数 $N F_1$ と同等となっている。

40

【 0 1 2 4 】

かかる第 1 周波数特定処理以外については、ノイズ処理ユニット 1 5 0 B では、ノイズ処理ユニット 1 5 0 A の場合と同様の処理が実行される。すなわち、第 1 周波数特定処理以外については、放送受信装置 1 0 0 B では、放送受信装置 1 0 0 A の場合と同様の処理が実行される。

【 0 1 2 5 】

50

以上説明したように、第2実施形態では、上述した第1実施形態と同等の動作を行うので、第1実施形態の場合と同様の効果を奏することができる。

【0126】

[実施形態の変形]

本発明は、上記の第1及び第2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。

【0127】

例えば、上記の第1実施形態では、ノイズフロアのレベルの評価を、検波信号のフーリエ変換結果に基づいて行うようにした。これに対し、検波信号、第1周波数特定部において得られる差分信号又は差分信号のフーリエ変換結果に基づいて、ノイズフロアのレベルの評価を行うようにしてもよい。

10

【0128】

また、上記の第2実施形態では、ノイズフロアのレベルの評価を、検波信号のフーリエ変換結果に基づいて行うようにした。これに対し、検波信号又は第1周波数特定部において得られる中間周波信号のフーリエ変換結果に基づいて、ノイズフロアのレベルの評価を行うようにしてもよい。

【0129】

また、ノイズレベルの推定手法としては、第1及び第2実施形態において例示した推定手法以外の手法を採用するようにしてもよい。

【0130】

なお、上記の第1又は第2実施形態における検波ユニット、ノイズ処理ユニット及び制御ユニットを中央処理装置(CPU: Central Processing Unit)、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。

20

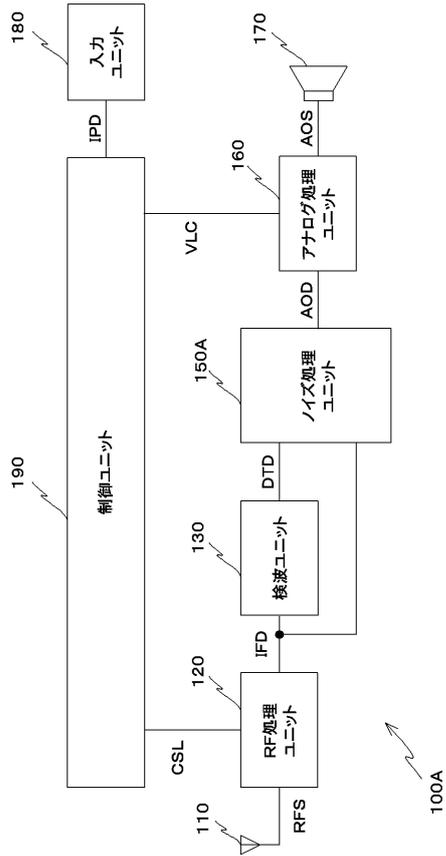
【符号の説明】

【0131】

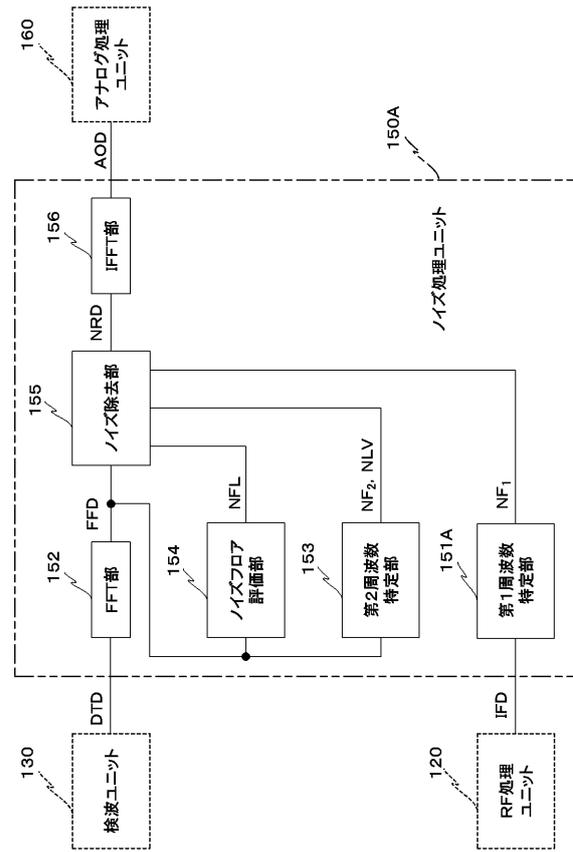
- | | | |
|------------|-----|-----------|
| 100A, 100B | ... | 放送受信装置 |
| 151A, 151B | ... | 第1周波数特定部 |
| 153 | ... | 第2周波数特定部 |
| 154 | ... | ノイズフロア評価部 |
| 155 | ... | ノイズ除去部 |

30

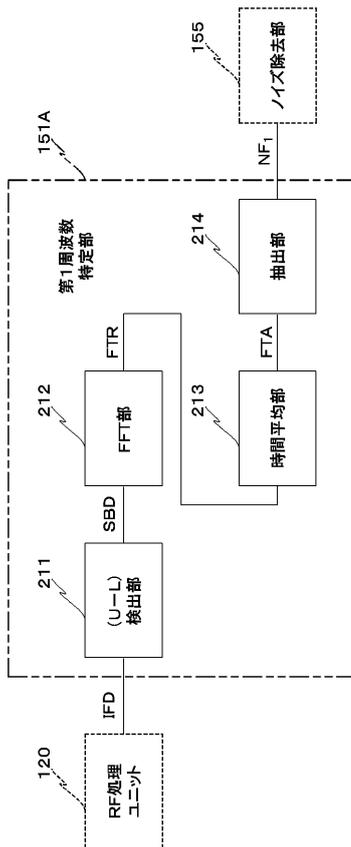
【図 1】



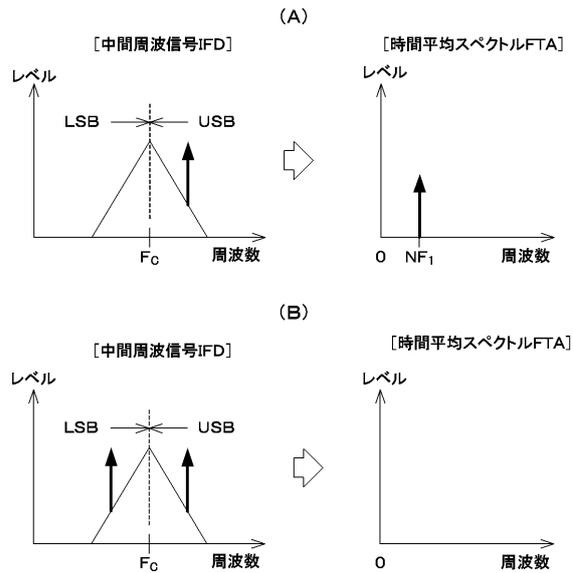
【図 2】



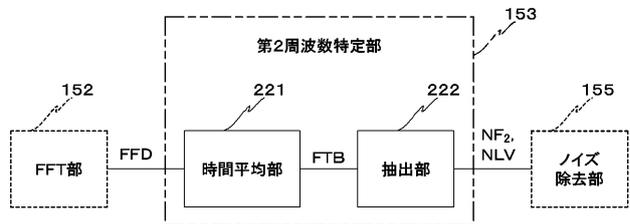
【図 3】



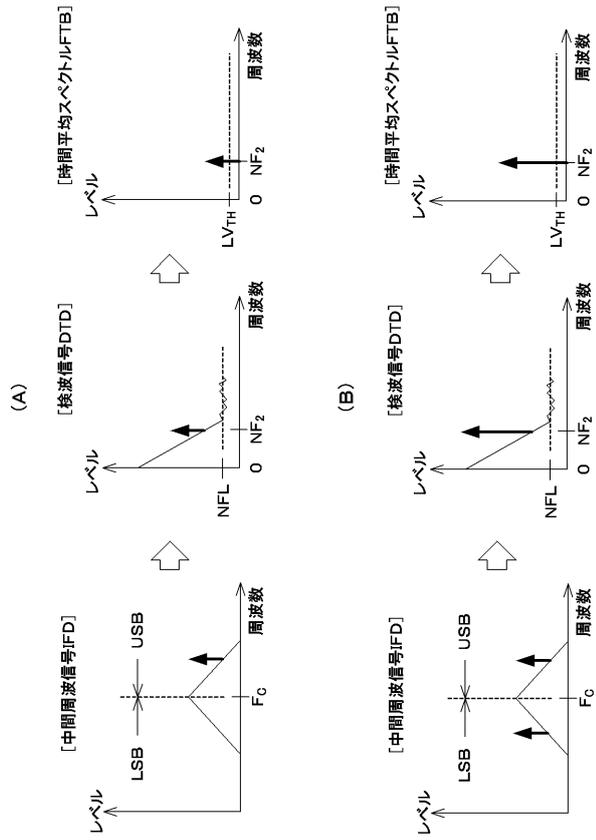
【図 4】



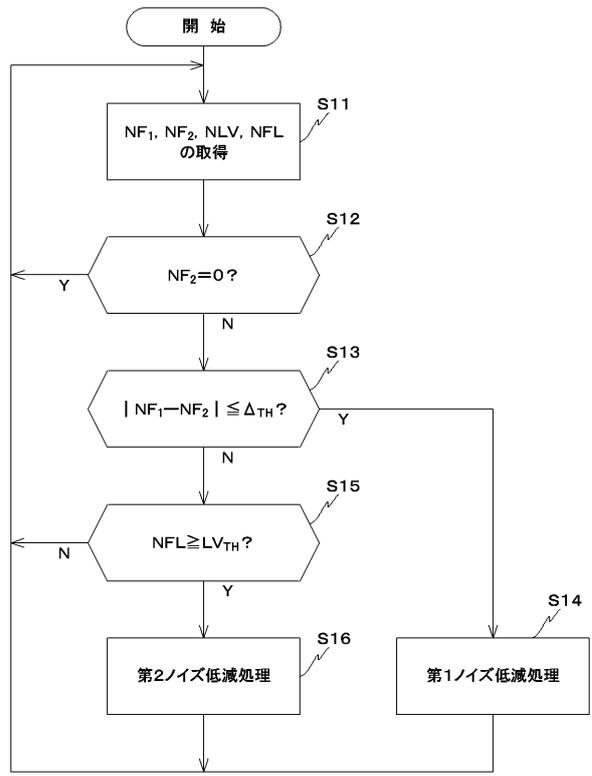
【図 5】



【図6】



【図7】



【図8】

