

(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2016-178473

(P2016-178473A)

(43) 公開日 平成28年10月6日(2016.10.6)

(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 9 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2015-57091(P2015-57091)
 (22) 出願日 平成27年3月20日(2015.3.20)

(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
 (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
 Fターム(参考) 5K052 AA01 BB02 DD02 DD15 DD27
 EE01 EE11 EE17 EE24 EE30
 FF01 FF32 GG19 GG21

(54) 【発明の名称】 ノイズ低減装置及びノイズ低減方法

(57) 【要約】

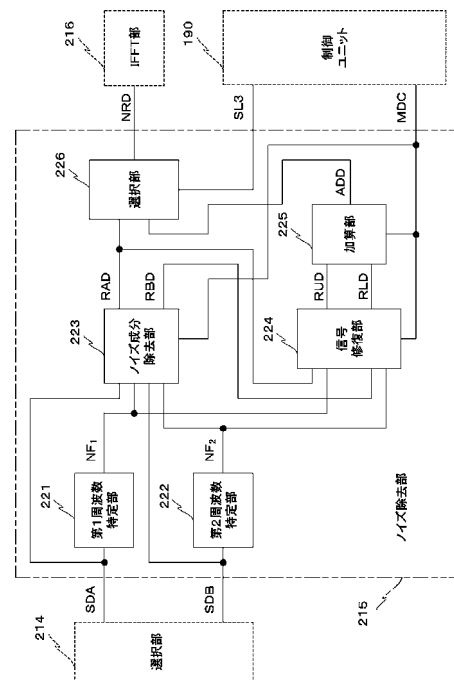
【課題】

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221が、U成分のスペクトルに含まれる定常成分の第1周波数 $N F_1$ を特定し、第2周波数特定部222が、L成分のスペクトルに含まれる定常成分の第2周波数 $N F_2$ を特定する。引き続き、ノイズ成分除去部223が、第1周波数 $N F_1$ の成分をU成分のスペクトルSDAから除去してスペクトルRADを生成するとともに、第2周波数 $N F_2$ の成分をL成分のスペクトルSDBから除去してスペクトルRBDを生成する。次に、信号修復部224が、スペクトルRBDにおける第1周波数 $N F_1$ の成分でスペクトルRADを補完し、スペクトルRADにおける第2周波数 $N F_2$ の成分でスペクトルRBDを補完する。そして、加算部225が、修復スペクトルRUDと修復スペクトルRLDとを加算する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

放送信号を検波する前の検波前信号から搬送波成分を抽出した搬送波信号を用いて、前記検波前信号を同期検波し、同期検波後信号を生成する同期検波部と；

前記搬送波信号の周波数を対称中心として前記検波前信号の下側波帯のスペクトルを折り返して得られるスペクトルと、前記検波前信号の上側波帯のスペクトルとの差分を反映し、前記同期検波後信号と同一周波数帯の差分信号を、前記検波前信号及び前記搬送波信号を用いて生成する差分信号生成部と；

前記同期検波後信号と前記差分信号とに基づいて、前記同期検波後信号の前記上側波帯の成分に対応する第 1 部分、及び、前記同期検波後信号の前記下側波帯の成分に対応する第 2 部分を抽出する抽出部と；

前記第 1 部分及び前記第 2 部分を受けた場合、前記第 1 部分に含まれる定常成分の周波数を第 1 周波数として特定し、前記第 2 部分に含まれる定常成分の周波数を第 2 周波数として特定する周波数特定部と；

前記第 1 部分及び前記第 2 部分を受け、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になかった場合、前記特定された第 1 周波数の成分を前記第 1 部分から除去した第 1 ノイズ除去信号、及び、前記特定された第 2 周波数の成分を前記第 2 部分から除去した第 2 ノイズ除去信号を生成するノイズ成分除去部と；

前記第 1 ノイズ除去信号に、前記第 2 ノイズ除去信号における前記特定された第 1 周波数の成分を加算して第 1 部分修復信号を生成するとともに、前記第 2 ノイズ除去信号に、前記第 1 ノイズ除去信号における前記特定された第 2 周波数の成分を加算して第 2 部分修復信号を生成する信号修復部と；

前記第 1 部分修復信号と前記第 2 部分修復信号とを加算して、加算信号を生成する加算部と；

を備えることを特徴とするノイズ低減装置。

【請求項 2】

前記周波数特定部は、前記差分信号のスペクトルの時間平均と、前記第 1 部分のスペクトルの時間平均とに基づいて、前記第 1 周波数を特定し、前記差分信号のスペクトルの時間平均と、前記第 2 部分のスペクトルの時間平均とに基づいて、前記第 2 周波数を特定する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載のノイズ低減装置。

【請求項 3】

前記放送信号を包絡線検波し、包絡線検波後信号を生成する包絡線検波部と；

前記同期検波後信号及び前記包絡線検波後信号のいずれかを、前記抽出部へ送る第 1 選択部と；

前記第 1 選択部による選択を制御する制御部と；

を更に備えることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のノイズ低減装置。

【請求項 4】

前記第 1 及び第 2 周波数特定部に入力させる信号を選択する第 2 選択部と；

前記放送信号を同期検波した場合に、所望の検波結果から歪んだ前記同期検波後信号となることを示す識別信号成分が前記放送信号に含まれているかを検出する第 1 検出部と；
を更に備え、

前記識別信号成分が前記放送信号に含まれていないことが前記第 1 検出部により検出されているとき、前記制御部は、前記第 1 選択部に前記同期検波後信号を選択させ、

前記識別信号成分が前記放送信号に含まれていることが前記第 1 検出部により検出されているとき、

前記制御部は、前記第 2 選択部に、前記包絡線検波後信号を前記第 1 周波数特定部に入力する信号に選択させるとともに、前記差分信号を前記第 2 周波数特定部に入力する信号に選択させ、

前記第 1 周波数特定部は、前記包絡線検波後信号に含まれる定常成分の周波数を前記

10

20

30

40

50

第 1 周波数として特定し、

前記第 2 周波数特定部は、前記差分信号に含まれる定常成分の周波数を前記第 2 周波数として特定し、

前記ノイズ成分除去部は、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場合、前記第 1 周波数の成分及び前記第 2 周波数の成分を前記包絡線検波後信号から除去した第 3 ノイズ除去信号を生成する、

ことを特徴とする請求項 3 に記載のノイズ低減装置。

【請求項 5】

出力信号を選択する第 3 選択部を更に備え；

前記制御部は

前記識別信号成分が前記放送信号に含まれていないことが前記第 1 検出部により検出された場合、前記第 3 選択部に前記加算信号を前記出力信号として選択させ、

前記識別信号成分が前記放送信号に含まれていることが前記第 1 検出部により検出された場合、前記第 3 選択部に前記第 3 ノイズ除去信号を前記出力信号として選択させる、

ことを特徴とする請求項 4 に記載のノイズ低減装置。

【請求項 6】

出力信号を選択する第 3 選択部と；

前記搬送波再生部により前記搬送波信号が生成されているかを検出する第 2 検出部と；
を更に備え、

前記制御部は、前記第 2 検出部により前記搬送波信号が生成されていないことを検出された場合、前記包絡線検波後信号を前記出力信号として選択させる、

ことを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載のノイズ低減装置。

【請求項 7】

搬送波周波数を対称中心とする周波数成分分布の上側波帯及び下側波帯を含む放送信号のノイズ低減処理を行うノイズ低減装置において使用されるノイズ低減方法であって、

前記放送信号を検波する前の検波前信号から搬送波成分を抽出した搬送波信号を用いて、前記検波前信号を同期検波し、同期検波後信号を生成する同期検波工程と；

前記搬送波信号の周波数を対称中心として前記検波前信号の下側波帯のスペクトルを折り返して得られるスペクトルと、前記検波前信号の上側波帯のスペクトルとの差分を反映し、前記同期検波後信号と同一周波数帯の差分信号を、前記検波前信号及び前記搬送波信号を用いて生成する差分信号生成工程と；

前記同期検波後信号と前記差分信号とに基づいて、前記同期検波後信号の前記上側波帯の成分に対応する第 1 部分、及び、前記同期検波後信号の前記下側波帯の成分に対応する第 2 部分を抽出する抽出工程と；

前記第 1 部分に含まれる定常成分の周波数を第 1 周波数として特定し、前記第 2 部分に含まれる定常成分の周波数を第 2 周波数として特定する周波数特定工程と；

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になかった場合に、前記特定された第 1 周波数の成分を前記第 1 部分から除去した第 1 ノイズ除去信号、及び、前記特定された第 2 周波数の成分を前記第 2 部分から除去した第 2 ノイズ除去信号を生成するノイズ成分除去工程と；

前記第 1 ノイズ除去信号に、前記第 2 ノイズ除去信号における前記特定された第 1 周波数の成分を加算して第 1 部分修復信号を生成するとともに、前記第 2 ノイズ除去信号に、前記第 1 ノイズ除去信号における前記特定された第 2 周波数の成分を加算して第 2 部分修復信号を生成する信号修復工程と；

前記第 1 部分修復信号と前記第 2 部分修復信号とを加算して、加算信号を生成する加算工程と；

を備えることを特徴とするノイズ低減方法。

【請求項 8】

搬送波周波数を対称中心として対称な周波数成分分布を有する上側波帯及び下側波帯を有する放送信号に対してノイズ低減処理を施すノイズ低減装置が有するコンピュータに、

10

20

30

40

50

請求項 7 に記載のノイズ低減方法を実行させる、ことを特徴とするノイズ低減プログラム。

【請求項 9】

搬送波周波数を対称中心とする周波数成分分布の上側波帯及び下側波帯を含む放送信号に対してノイズ低減処理を行うノイズ低減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 8 に記載のノイズ低減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、ノイズ低減装置、ノイズ低減方法及びノイズ低減プログラム、並びに、当該ノイズ低減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、A M (Amplitude Modulation) 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つた。

【0004】

そこで、A M 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、「U S B (Upper Side Band)」とも記す）のスペクトルと下側波帯（以下、「L S B (Lower Side Band)」とも記す）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 U S B のスペクトルと L S B 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（90° 移相した）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、U S B のスペクトルと L S B 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 A M 放送の放送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 A M 放送の放送受信装置に適用してビートノイズ成分を除去す

10

20

30

40

50

るようにすると、ビートノイズ成分を除去することができるが、ビートノイズ成分の周波数を有する音声信号の成分も除去されてしまう。この結果、ビートノイズ成分の周波数に一致する周波数成分を全て除去した信号に従って音声を再生すると、再生された音声に歪感を聴取者に与えてしまう可能性があった。

【0009】

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、適切に低減しつつ、再生音声の品質を極力確保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】

【0010】

請求項1に記載の発明は、放送信号を検波する前の検波前信号から搬送波成分を抽出した搬送波信号を用いて、前記検波前信号を同期検波し、同期検波後信号を生成する同期検波部と；前記搬送波信号の周波数を対称中心として前記検波前信号の下側波帯のスペクトルを折り返して得られるスペクトルと、前記検波前信号の上側波帯のスペクトルとの差分を反映し、前記同期検波後信号と同一周波数帯の差分信号を、前記検波前信号及び前記搬送波信号を用いて生成する差分信号生成部と；前記同期検波後信号と前記差分信号とに基づいて、前記同期検波後信号の前記上側波帯の成分に対応する第1部分、及び、前記同期検波後信号の前記下側波帯の成分に対応する第2部分を抽出する抽出部と；前記第1部分及び前記第2部分を受けた場合、前記第1部分に含まれる定常成分の周波数を第1周波数として特定し、前記第2部分に含まれる定常成分の周波数を第2周波数として特定する周波数特定部と；前記第1部分及び前記第2部分を受け、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になかった場合、前記特定された第1周波数の成分を前記第1部分から除去した第1ノイズ除去信号、及び、前記特定された第2周波数の成分を前記第2部分から除去した第2ノイズ除去信号を生成するノイズ成分除去部と；前記第1ノイズ除去信号に、前記第2ノイズ除去信号における前記特定された第1周波数の成分を加算して第1部分修復信号を生成するとともに、前記第2ノイズ除去信号に、前記第1ノイズ除去信号における前記特定された第2周波数の成分を加算して第2部分修復信号を生成する信号修復部と；前記第1部分修復信号と前記第2部分修復信号とを加算して、加算信号を生成する加算部と；を備えることを特徴とするノイズ低減装置である。

【0011】

請求項7に記載の発明は、搬送波周波数を対称中心とする周波数成分分布の上側波帯及び下側波帯を含む放送信号のノイズ低減処理を行うノイズ低減装置において使用されるノイズ低減方法であって、前記放送信号を検波する前の検波前信号から搬送波成分を抽出した搬送波信号を用いて、前記検波前信号を同期検波し、同期検波後信号を生成する同期検波工程と；前記搬送波信号の周波数を対称中心として前記検波前信号の下側波帯のスペクトルを折り返して得られるスペクトルと、前記検波前信号の上側波帯のスペクトルとの差分を反映し、前記同期検波後信号と同一周波数帯の差分信号を、前記検波前信号及び前記搬送波信号を用いて生成する差分信号生成工程と；前記同期検波後信号と前記差分信号とに基づいて、前記同期検波後信号の前記上側波帯の成分に対応する第1部分、及び、前記同期検波後信号の前記下側波帯の成分に対応する第2部分を抽出する抽出工程と；前記第1部分に含まれる定常成分の周波数を第1周波数として特定し、前記第2部分に含まれる定常成分の周波数を第2周波数として特定する周波数特定工程と；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になかった場合に、前記特定された第1周波数の成分を前記第1部分から除去した第1ノイズ除去信号、及び、前記特定された第2周波数の成分を前記第2部分から除去した第2ノイズ除去信号を生成するノイズ成分除去工程と；前記第1ノイズ除去信号に、前記第2ノイズ除去信号における前記特定された第1周波数の成分を加算して第1部分修復信号を生成するとともに、前記第2ノイズ除去信号に、前記第1ノイズ除去信号における前記特定された第2周波数の成分を加算して第2部分修復信号を生成する信号修復工程と；前記第1部分修復信号と前記第2部分修復信号とを加算して、加算信号を生成する加算工程と；を備えることを特徴とするノイズ低減方法である。

【 0 0 1 2 】

請求項 8 に記載の発明は、搬送波周波数を対称中心とする周波数成分分布の上側波帯及び下側波帯を含む放送信号に対してノイズ低減処理を行うノイズ低減装置が有するコンピュータに、請求項 7 に記載のノイズ低減方法を実行させる、ことを特徴とするノイズ低減プログラムである。

【 0 0 1 3 】

請求項 9 に記載の発明は、搬送波周波数を対称中心とする周波数成分分布の上側波帯及び下側波帯を含む放送信号に対してノイズ低減処理を行うノイズ低減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 8 に記載のノイズ低減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。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 4 】

【 図 1 】本発明の一実施形態に係るノイズ低減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 のノイズ低減処理ユニットの構成を示すブロック図である。

【 図 3 】図 2 のノイズ処理部の構成を示すブロック図である。

【 図 4 】図 3 のノイズ除去部の構成を示すブロック図である。

【 図 5 】図 1 の制御ユニットによるノイズ低減処理ユニットに対する制御処理を説明するためのフローチャートである。

【 図 6 】動作モード # 1 の場合に生成されるスペクトルを説明するための図である。

20

【 図 7 】動作モード # 2 の場合に生成されるスペクトルを説明するための図 (その 1) である。

【 図 8 】動作モード # 2 の場合に生成されるスペクトル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 5 】

以下、本発明の一実施形態を、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 6 】

〔 構成 〕

30

図 1 には、本発明の一実施形態に係るノイズ低減装置 300 を備える放送受信装置 100 の概略的な構成がブロック図にて示されている。なお、本実施形態では、放送受信装置 100 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 7 】

図 1 に示されるように、放送受信装置 100 は、アンテナ 110 と、RF 処理ユニット 120 と、ノイズ低減処理ユニット 150 とを備えている。また、放送受信装置 100 は、アナログ処理ユニット 160 と、スピーカユニット 170 と、入力ユニット 180 と、制御ユニット 190 とを備えている。そして、ノイズ低減処理ユニット 150 と制御ユニット 190 とによって、本実施形態のノイズ低減装置 300 が構成されるようになっている。

40

【 0 0 1 8 】

上記のアンテナ 110 は、放送波を受信する。アンテナ 110 による受信結果は、信号 RFS として、RF 処理ユニット 120 へ送られる。

【 0 0 1 9 】

上記の RF 処理ユニット 120 は、制御ユニット 190 から送られた選局指令 CSL に従って、選局すべき希望局の信号を信号 RFS 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 (検波前信号) IFD を生成する。そして、RF 処理ユニット 120 は、生成された中間周波信号 IFD をノイズ低減処理ユニット 150 へ送る。この RF 処理ユニット 120 は、入力フィルタと、高周波増幅器 (RF - AMP : Radio Frequency-Amplifier) と、バンドパスフィルタ (以下、「RF フィルタ」とも呼

50

ぶ)とを備えている。また、RF処理ユニット120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、AD(Analogue to Digital)変換器と、局部発振回路(OSC)とを備えている。

【0020】

ここで、入力フィルタは、アンテナ110から送られた信号RFS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。

【0021】

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信号を選択して通過させる。AD変換器は、IF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IFDとして、ノイズ低減処理ユニット150へ送られる。

【0022】

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CSL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。

【0023】

上記のノイズ低減処理ユニット150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、ノイズ低減処理ユニット150は、制御ユニット190による制御の下で、中間周波信号IFDに対してノイズ低減処理を施して、信号AODを生成する。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。

【0024】

なお、ノイズ低減処理ユニット150の構成の詳細については、後述する。

【0025】

上記のアナログ処理ユニット160は、ノイズ低減処理ユニット150から送られた信号AOD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AOSを生成し、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。

【0026】

かかる機能を有するアナログ処理ユニット160は、DA(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、DA変換部は、ノイズ低減処理ユニット150から送られた信号AODを受ける。そして、DA変換部は、信号AODをアナログ信号に変換する。DA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。

【0027】

音量調整部は、DA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VLC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。

【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AOSは、スピーカユニット170へ送られる。

【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AOSに従って、音声を再

10

20

30

40

50

生出力する。

【 0 0 3 0 】

上記の入力ユニット 1 8 0 は、放送受信装置 1 0 0 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。

【 0 0 3 1 】

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。

10

【 0 0 3 2 】

また、制御ユニット 1 9 0 は、ノイズ低減処理ユニット 1 5 0 から送られた搬送波検出結果 C D T 及び識別信号検出結果 P D T を受ける。そして、制御ユニット 1 9 0 は、搬送波検出結果 C D T 及び識別信号検出結果 P D T に基づいて、ノイズ低減処理ユニット 1 5 0 を制御する。かかるノイズ低減処理ユニット 1 5 0 の制御に際して、制御ユニット 1 9 0 は、選択指定 S L 1 ~ S L 4 及び動作モード指定 M D C をノイズ低減処理ユニット 1 5 0 へ送る。

20

【 0 0 3 3 】

なお、制御ユニット 1 9 0 によるノイズ低減処理ユニット 1 5 0 に対する制御処理については、後述する。

【 0 0 3 4 】

< ノイズ低減処理ユニット 1 5 0 の構成 >

次に、上述したノイズ低減処理ユニット 1 5 0 の構成について説明する。

【 0 0 3 5 】

ノイズ低減処理ユニット 1 5 0 は、図 2 に示されるように、包絡線検波部 1 5 1 と、搬送波再生部 1 5 2 と、同期検波部 1 5 3 と、差分信号生成部 1 5 4 とを備えている。また、ノイズ低減処理ユニット 1 5 0 は、搬送波検出部 1 5 5 と、選択部 1 5 6 とノイズ処理部 1 5 7 とを備えている。

30

【 0 0 3 6 】

上記の包絡線検波部 1 5 1 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、包絡線検波部 1 5 1 は、中間周波信号 I F D に対して包絡線検波処理を施して、包絡線検波後信号 E D D を生成する。こうして生成された包絡線検波後信号 E D D は、選択部 1 5 6 へ送られる。

【 0 0 3 7 】

なお、包絡線検波後信号 E D D は、中間周波信号 I F D における搬送波の周波数を対称中心として中間周波信号 I F D の下側波帯のスペクトルを折り返して得られるスペクトルと、中間周波信号 I F D の上側波帯のスペクトルとの和を反映したベースバンド信号となっている。すなわち、包絡線検波後信号 E D D は、中間周波信号 I F D における搬送波の周波数を対称中心として中間周波信号 I F D の下側波帯のスペクトルを折り返して得られる L 成分と、中間周波信号 I F D の上側波帯の U 成分との和 (U + L) を反映したベースバンド信号となっている。

40

【 0 0 3 8 】

上記の搬送波再生部 1 5 2 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。引き続き、搬送波再生部 1 5 2 は、中間周波信号 I F D における搬送波成分を抽出する。そして、搬送波再生部 1 5 2 は、当該搬送波成分と同一の周波数を有し、か

50

つ、当該搬送波成分と同位相の搬送波信号CCDを生成する。こうして生成された搬送波信号CCDは、同期検波部153、差分信号生成部154及び搬送波検出部155へ送られる。

【0039】

上記の同期検波部153は、RF処理ユニット120から送られた中間周波信号IFD、及び、搬送波再生部152から送られた搬送波信号CCDを受ける。そして、同期検波部153は、中間周波信号IFDに対して同期検波処理を施して、同期検波後信号SDDを生成する。本実施形態では、同期検波部153は、同期検波処理に際して、中間周波信号IFDと搬送波信号CCDとの積を算出した後、音声帯域の成分を抽出する処理を行っている。こうして生成された同期検波後信号SDDは、選択部156へ送られる。

10

【0040】

なお、同期検波後信号SDDは、搬送波信号CCDの周波数を対称中心として中間周波信号IFDの下側波帯のスペクトルを折り返して得られるスペクトルと、中間周波信号IFDの上側波帯のスペクトルとの和を反映したベースバンド信号となっている。すなわち、同期検波後信号SDDは、搬送波信号CCDの周波数を対称中心として中間周波信号IFDの下側波帯のスペクトルを折り返して得られるL成分と、中間周波信号IFDの上側波帯のU成分との和(U+L)を反映したベースバンド信号となっている。

【0041】

上記の差分信号生成部154は、RF処理ユニット120から送られた中間周波信号IFD、及び、搬送波再生部152から送られた搬送波信号CCDを受ける。引き続き、差分信号生成部154は、搬送波信号CCDに対して90°移相処理を施して、搬送波信号CCDの直交信号を生成する。そして、差分信号生成部154は、中間周波信号IFDと当該直交信号との積を算出し、算出結果から直流成分を差し引いた後、音声帯域の上限周波数以下の成分を抽出して、差分信号SBDを生成する。こうして生成された差分信号SBDは、ノイズ処理部157へ送られる。

20

【0042】

なお、本実施形態では、差分信号生成部154により生成される差分信号SBDは、搬送波信号CCDの周波数を対称中心として中間周波信号IFDの下側波帯のスペクトルを折り返して得られるスペクトルと、中間周波信号IFDの上側波帯のスペクトルとの差分を反映した信号となっている。すなわち、差分信号SBDは、搬送波信号CCDの周波数を対称中心として中間周波信号IFDの下側波帯のスペクトルを折り返して得られるL成分と、中間周波信号IFDの上側波帯のU成分との差分(U-L)を反映したベースバンド信号となっている。

30

【0043】

そして、同時点で得られる同期検波後信号SDDと差分信号SBDとに基づいて、U成分のみを含む信号、及び、L成分のみを含む信号を得ることができるようになっている。

【0044】

上記の搬送波検出部155は、搬送波再生部152から送られた搬送波信号CCDを受ける。そして、搬送波検出部155は、搬送波信号CCDの周波数及びレベルに基づいて、搬送波信号CCDが適切に生成されているか否かを検出する。搬送波検出部155による検出の結果は、搬送波検出結果CDTとして、制御ユニット190へ送られる。

40

【0045】

上記の選択部156は、包絡線検波部151から送られた包絡線検波後信号EDD、及び、同期検波部153から送られた同期検波後信号SDDを受ける。そして、選択部156は、制御ユニット190から送られた選択指定SL1に従って、包絡線検波後信号EDD及び同期検波後信号SDDの一方を選択する。こうして選択された信号は、信号DTDとしてノイズ処理部157へ送られる。

【0046】

なお、本実施形態では、選択指定SL1が「1」の場合に同期検波後信号SDDが選択され、選択指定SL1が「0」の場合に包絡線検波後信号EDDが選択されるようになっ

50

ている。

【0047】

上記のノイズ処理部157は、選択部156から送られた信号DTD、及び、差分信号生成部154から送られた差分信号SBDを受ける。そして、ノイズ処理部157は、制御ユニット190から送られた選択指定SL2～SL4及び動作モード指定MDCに従って、信号AODを生成する。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。

【0048】

また、ノイズ処理部157では、中間周波信号IFDに同期検波処理を施した場合に、所望の検波結果から歪んだ信号となることを示す識別信号成分が中間周波信号IFDに含まれているか否かを検出する。この検出の結果が、識別信号検出結果PDTとして、制御ユニット190へ送られる。

10

【0049】

なお、中間周波信号IFDに同期検波処理を施した場合に、所望の検波結果から歪んだ信号となる場合としては、例えば、放送波が、いわゆるモトローラ方式のAMステレオ放送の放送波である場合等が挙げられる。このモトローラ方式のAMステレオ放送では、音声帯域外の所定低周波成分が識別信号成分として採用されている。

【0050】

<ノイズ処理部157の構成>

次いで、上述したノイズ処理部157の構成について説明する。

20

【0051】

ノイズ処理部157は、図3に示されるように、FFT(Fast Fourier Transformation)部211、212と、抽出部213と、選択部214とを備えている。また、ノイズ処理部157は、ノイズ除去部215と、IFFT(Inverse Fast Fourier Transformation)部216と、選択部217とを備えている。さらに、ノイズ処理部157は、識別信号検出部218を備えている。

【0052】

上記のFFT部211は、選択部156から送られた信号DTDを受ける。そして、FFT部211は、信号DTDに対してフーリエ変換処理を施す。かかるフーリエ変換処理の結果(複素スペクトルデータ)は、スペクトルFMDとして、抽出部213及び選択部214へ送られる。

30

【0053】

上記のFFT部212は、差分信号生成部154から送られた差分信号SBDを受ける。そして、FFT部212は、差分信号SBDに対してフーリエ変換処理を施す。かかるフーリエ変換処理の結果(複素スペクトルデータ)は、スペクトルFSDとして、抽出部213、選択部214及び識別信号検出部218へ送られる。

【0054】

上記の抽出部213は、FFT部211から送られたスペクトルFMD、及び、FFT部212から送られたスペクトルFSDを受ける。以下の説明においては、スペクトルFMDとスペクトルFSDとの対を、「スペクトル対(FMD, FSD)」とも呼ぶものとする。

40

【0055】

引き続き、抽出部213は、スペクトルFSDの実部と虚部とを入れ替えることにより、差分信号SBDに対して90°移相処理を施した信号のスペクトルである移相スペクトルを算出する。そして、抽出部213は、スペクトルFMDと移相スペクトルとの周波数成分ごとに、和の(1/2)を算出することにより、スペクトルFUDを算出する。また、抽出部213は、スペクトルFMDと移相スペクトルとの周波数成分ごとに、差の(1/2)を算出することにより、スペクトルFLDを算出する。

【0056】

なお、以下の説明においては、スペクトルFUDとスペクトルFLDとの対を、「スペ

50

クトル対 (F U D , F L D) 」とも呼ぶものとする。

【 0 0 5 7 】

こうして算出されたスペクトル対 (F U D , F L D) は、選択部 2 1 4 へ送られる。なお、上述した搬送波再生部 1 5 2 において搬送波信号 C C D が適切に生成され、かつ、上述した選択部 1 5 6 により同期検波後信号 S D D が選択されている場合には、スペクトル F U D は U 成分のスペクトルとなるとともに、スペクトル F L D は L 成分のスペクトルとなる。

【 0 0 5 8 】

上記の選択部 2 1 4 は、スペクトル対 (F M D , F S D) 及びスペクトル対 (F U D , F L D) を受ける。そして、選択部 2 1 4 は、制御ユニット 1 9 0 から送られた選択指定 S L 2 に従って、スペクトル対 (F M D , F S D) 及びスペクトル対 (F U D , F L D) の一方を選択する。こうして選択されたスペクトル対は、スペクトル S D A とスペクトル S D B の対、すなわち、スペクトル対 (S D A , S D B) としてノイズ除去部 2 1 5 へ送られる。

【 0 0 5 9 】

なお、本実施形態では、選択指定 S L 2 が「 1 」の場合にスペクトル対 (F U D , F L D) が選択され、選択指定 S L 2 が「 0 」の場合にスペクトル対 (F M D , F S D) が選択されるようになっている。

【 0 0 6 0 】

上記のノイズ除去部 2 1 5 は、選択部 2 1 4 から送られたスペクトル対 (S D A , S D B) を受ける。そして、ノイズ除去部 2 1 5 は、制御ユニット 1 9 0 から送られた選択指定 S L 3 及び動作モード指定 M D C に従って、ノイズ除去スペクトル N R D を生成する。こうして生成されたノイズ除去スペクトル N R D は、 I F F T 部 2 1 6 へ送られる。

【 0 0 6 1 】

なお、ノイズ除去部 2 1 5 の構成については、後述する。

【 0 0 6 2 】

上記の I F F T 部 2 1 6 は、ノイズ除去部 2 1 5 から送られたノイズ除去スペクトル N R D を受ける。そして、 I F F T 部 2 1 6 は、ノイズ除去スペクトル N R D 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 N D D として、選択部 2 1 7 へ送られる。

【 0 0 6 3 】

上記の選択部 2 1 7 は、選択部 1 5 6 から送られた信号 D T D、及び、 I F F T 部 2 1 6 から送られた信号 N D D を受ける。そして、選択部 2 1 7 は、制御ユニット 1 9 0 から送られた選択指定 S L 4 に従って、信号 D T D 及び信号 N D D の一方を選択する。こうして選択された信号は、信号 A O D としてアナログ処理ユニット 1 6 0 へ送られる。

【 0 0 6 4 】

なお、本実施形態では、選択指定 S L 4 が「 1 」の場合に信号 N D D が選択され、選択指定 S L 4 が「 0 」の場合に信号 D T D が選択されるようになっている。

【 0 0 6 5 】

上記の識別信号検出部 2 1 8 は、 F F T 部 2 1 2 から送られたスペクトル F S D を受ける。そして、識別信号検出部 2 1 8 は、上述した識別信号成分が中間周波信号 I F D に含まれているか否かを検出する。この検出の結果は、識別信号検出結果 P D T として、制御ユニット 1 9 0 へ送られる。

【 0 0 6 6 】

< ノイズ除去部 2 1 5 の構成 >

次に、上述したノイズ除去部 2 1 5 の構成について説明する。

【 0 0 6 7 】

ノイズ除去部 2 1 5 は、図 4 に示されるように、第 1 周波数特定部 2 2 1 と、第 2 周波数特定部 2 2 2 とを備えている。また、ノイズ除去部 2 1 5 は、ノイズ成分除去部 2 2 3 と、信号修復部 2 2 4 と、加算部 2 2 5 とを備えている。さらに、ノイズ除去部 2 1 5 は

10

20

30

40

50

、選択部 2 2 6 を備えている。

【 0 0 6 8 】

上記の第 1 周波数特定部 2 2 1 は、選択部 2 1 4 から送られたスペクトル S D A を受ける。そして、第 1 周波数特定部 2 2 1 は、スペクトル S D A 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 $N F_1$ 」という）の特定処理を行う。かかる第 1 周波数特定部 2 2 1 による特定処理により第 1 周波数 $N F_1$ が特定されると、特定された第 1 周波数 $N F_1$ が、ノイズ成分除去部 2 2 3 及び信号修復部 2 2 4 へ送られる。

【 0 0 6 9 】

かかる機能を有する第 1 周波数特定部 2 2 1 は、いずれも不図示の第 1 時間平均部及び第 1 ノイズ周波数抽出部を備えて構成されている。ここで、第 1 時間平均部は、選択部 2 1 4 から送られたスペクトル S D A における各周波数成分のレベルの時間平均を算出する。なお、スペクトル S D A に対応する信号に定常的なビートノイズ成分が混入している場合には、第 1 時間平均部により算出された時間平均スペクトルでは、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。

10

【 0 0 7 0 】

引き続き、第 1 ノイズ周波数抽出部が、第 1 時間平均部により算出された時間平均スペクトルにおいて、所定閾値 $L V_{TH}$ 以上の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。ここで、第 1 周波数 $N F_1$ として特定される周波数は、1 つの場合もあるし、複数の場合もある。こうして特定された第 1 周波数 $N F_1$ がノイズ成分除去部 2 2 3 及び信号修復部 2 2 4 へ送られる。

20

【 0 0 7 1 】

なお、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、ノイズ成分除去部 2 2 3 及び信号修復部 2 2 4 へ送られるようになっている。

【 0 0 7 2 】

上記の第 2 周波数特定部 2 2 2 は、選択部 2 1 4 から送られたスペクトル S D B を受ける。そして、第 2 周波数特定部 2 2 2 は、スペクトル S D B 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 2 周波数 $N F_2$ 」という）の特定処理を行う。かかる第 2 周波数特定部 2 2 2 による特定処理により第 2 周波数 $N F_2$ が特定されると、特定された第 2 周波数 $N F_2$ が、ノイズ成分除去部 2 2 3 及び信号修復部 2 2 4 へ送られる。

30

【 0 0 7 3 】

かかる機能を有する第 2 周波数特定部 2 2 2 は、いずれも不図示の第 2 時間平均部及び第 2 ノイズ周波数抽出部を備えて構成されている。ここで、第 2 時間平均部は、選択部 2 1 4 から送られたスペクトル S D B における各周波数成分のレベルの時間平均を算出する。なお、スペクトル S D B に対応する信号に定常的なビートノイズ成分が混入している場合には、第 2 時間平均部により算出された時間平均スペクトルでは、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 7 4 】

引き続き、第 2 ノイズ周波数抽出部が、第 2 時間平均部により算出された時間平均スペクトルにおいて、所定閾値 $L V_{TH}$ 以上の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 2 周波数 $N F_2$ として特定する。ここで、第 2 周波数 $N F_2$ として特定される周波数は、1 つの場合もあるし、複数の場合もある。こうして特定された第 2 周波数 $N F_2$ がノイズ成分除去部 2 2 3 及び信号修復部 2 2 4 へ送られる。

40

【 0 0 7 5 】

なお、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、ノイズ成分除去部 2 2 3 及び信号修復部 2 2 4 へ送られるようになっている。

【 0 0 7 6 】

50

上述の所定閾値 $L V_{TH}$ は、ビートノイズ成分の存在を適切に判断するとの観点から、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。

【0077】

上記のノイズ成分除去部 223 は、選択部 214 から送られたスペクトル対 (SDA, SDB) を受ける。また、ノイズ成分除去部 223 は、第 1 周波数特定部 221 から送られた第 1 周波数 $N F_1$ 、及び、第 2 周波数特定部 222 から送られた第 2 周波数 $N F_2$ を受ける。そして、ノイズ成分除去部 223 は、制御ユニット 190 から送られた動作モード指定 MDC に従って、ノイズ成分除去処理を実行する。

【0078】

動作モード指定 MDC により動作モード # 1 が指定された場合には、ノイズ成分除去部 223 は、第 1 周波数 $N F_1$ 及び第 2 周波数 $N F_2$ の双方に共通して含まれる周波数の成分をスペクトル SDA から除去して、スペクトル RAD を生成する。こうして生成されたスペクトル RAD は、選択部 226 へ送られる。

10

【0079】

なお、本実施形態では、動作モード # 1 が指定された場合には、ノイズ成分除去部 223 は、第 1 周波数 $N F_1$ 及び第 2 周波数 $N F_2$ の双方に共通して含まれる周波数があるか否かの判断を、第 1 周波数 $N F_1$ に含まれる周波数について、当該周波数との差の絶対値が所定値未満となる周波数が第 2 周波数 $N F_2$ に含まれているか否かを判断することにより行っている。ここで、所定値は、2 つの周波数が実質的に同一といえるか否かを判断するとの観点から、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。

20

【0080】

動作モード指定 MDC により動作モード # 2 が指定された場合には、ノイズ成分除去部 223 は、第 1 周波数 $N F_1$ に含まれる周波数のうちで、第 2 周波数 $N F_2$ には含まれていない周波数の成分をスペクトル SDA から除去して、スペクトル RAD を生成する。こうして生成されたスペクトル RAD は、信号修復部 224 へ送られる。

【0081】

また、動作モード指定 MDC により動作モード # 2 が指定された場合には、ノイズ成分除去部 223 は、第 2 周波数 $N F_2$ に含まれる周波数のうちで、第 1 周波数 $N F_1$ には含まれていない周波数の成分をスペクトル SDB から除去して、スペクトル RBD を生成する。こうして生成されたスペクトル RBD は、信号修復部 224 へ送られる。

30

【0082】

本実施形態では、動作モード # 2 が指定された場合には、ノイズ成分除去部 223 は、第 1 周波数 $N F_1$ 及び第 2 周波数 $N F_2$ の一方が、他方に含まれているか否かの判断を、一方の周波数について、当該周波数との差の絶対値が上述した所定値未満となる周波数が他方に含まれているか否かを判断することにより行っている。

【0083】

なお、動作モード指定 MDC により動作モード # 0 が指定された場合には、ノイズ成分除去部 223 は、ノイズ成分の除去を行わない。

【0084】

上記の信号修復部 224 は、ノイズ成分除去部 223 から送られたスペクトル RAD, RBD を受ける。また、信号修復部 224 は、第 1 周波数特定部 221 から送られた第 1 周波数 $N F_1$ 、及び、第 2 周波数特定部 222 から送られた第 2 周波数 $N F_2$ を受ける。そして、信号修復部 224 は、制御ユニット 190 から送られた動作モード指定 MDC に従って、信号修復処理を実行する。

40

【0085】

動作モード指定 MDC により動作モード # 2 が指定された場合には、信号修復部 224 は、スペクトル RBD における第 1 周波数 $N F_1$ の成分を抽出する。そして、信号修復部 224 は、抽出された成分で、スペクトル RAD における第 1 周波数 $N F_1$ の部分を補完することにより、修復スペクトル RUD を生成する。こうして生成された修復スペクトル RUD は、加算部 225 へ送られる。

50

【 0 0 8 6 】

また、動作モード指定MDCにより動作モード# 2が指定された場合には、信号修復部224は、スペクトルRADにおける第2周波数 $N F_2$ の成分を抽出する。そして、信号修復部224は、抽出された成分で、スペクトルRBDにおける第2周波数 $N F_2$ の部分を補完することにより、修復スペクトルRLDを生成する。こうして生成された修復スペクトルRLDは、加算部225へ送られる。

【 0 0 8 7 】

なお、動作モード指定MDCにより動作モード# 0又は動作モード# 1が指定された場合には、信号修復部224は、信号の修復を行わない。

【 0 0 8 8 】

上記の加算部225は、信号修復部224から送られた修復スペクトルRUD, RLDを受ける。そして、加算部225は、制御ユニット190から送られた動作モード指定MDCに従って、加算処理を実行する。

【 0 0 8 9 】

動作モード指定MDCにより動作モード# 2が指定された場合には、加算部225は、修復スペクトルRUDと修復スペクトルRLDとの周波数成分ごとの和を算出する。加算部225による算出結果は、スペクトルADDとして、選択部226へ送られる。

【 0 0 9 0 】

なお、動作モード指定MDCにより動作モード# 0又は動作モード# 1が指定された場合には、加算部225は、加算を行わない。

【 0 0 9 1 】

上記の選択部226は、ノイズ成分除去部223から送られたスペクトルRAD、及び、加算部225から送られたスペクトルADDを受ける。そして、選択部226は、制御ユニット190から送られた選択指定SL3に従って、スペクトルRAD及びスペクトルADDの一方を選択する。こうして選択されたスペクトルは、スペクトルNRDとしてIFFT部216へ送られる。

【 0 0 9 2 】

なお、本実施形態では、選択指定SL3が「1」の場合にスペクトルADDが選択され、選択指定SL1が「0」の場合にスペクトルRADが選択されるようになっている。

【 0 0 9 3 】

〔 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、制御ユニット190により実行されるノイズ低減処理ユニット150に対する制御処理、ノイズ低減処理ユニット150における処理に主に着目して説明する。

【 0 0 9 4 】

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)。

【 0 0 9 5 】

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、ノイズ低減処理ユニット150へ送る(図1参照)。

【 0 0 9 6 】

中間周波信号IFDを受けると、ノイズ低減処理ユニット150がノイズ低減のための処理を実行する。かかるノイズ低減のための処理に際して、ノイズ低減処理ユニット150の包絡線検波部151が、中間周波信号IFDに対して包絡線検波処理を施して、包絡

10

20

30

40

50

線検波後信号 E D D を生成する。そして、包絡線検波部 1 5 1 は、生成された包絡線検波後信号 E D D を、選択部 1 5 6 へ送る（図 2 参照）。

【 0 0 9 7 】

また、搬送波再生部 1 5 2 が、中間周波信号 I F D における搬送波成分を抽出し、当該搬送波成分と同一の周波数を有し、かつ、当該搬送波成分と同位相の搬送波信号 C C D を生成する。そして、搬送波再生部 1 5 2 が、生成された搬送波信号 C C D を、同期検波部 1 5 3、差分信号生成部 1 5 4 及び搬送波検出部 1 5 5 へ送る（図 2 参照）。

【 0 0 9 8 】

搬送波信号 C C D を受けると、搬送波検出部 1 5 5 は、搬送波信号 C C D の周波数及びレベルに基づいて、搬送波信号 C C D が適切に生成されているか否かを検出する。そして、搬送波検出部 1 5 5 は、検出結果を、搬送波検出結果 C D T として制御ユニット 1 9 0 へ送る。

10

【 0 0 9 9 】

なお、本実施形態では、搬送波検出部 1 5 5 は、搬送波信号 C C D が適切に生成されている場合には、搬送波検出結果 C D T を「 1 」とする。また、搬送波検出部 1 5 5 は、搬送波信号 C C D が適切には生成されていない場合には、搬送波検出結果 C D T を「 0 」とする。

【 0 1 0 0 】

また、同期検波部 1 5 3 が、搬送波信号 C C D を利用して、中間周波信号 I F D に対して同期検波処理を施し、同期検波後信号 S D D を生成する。そして、同期検波部 1 5 3 は、生成された同期検波後信号 S D D を選択部 1 5 6 へ送る。

20

【 0 1 0 1 】

また、差分信号生成部 1 5 4 が、搬送波信号 C C D に対して 90° 移相処理を施して、搬送波信号 C C D の直交信号を生成する。引き続き、差分信号生成部 1 5 4 は、中間周波信号 I F D と当該直交信号との積を算出し、算出結果から直流成分を差し引いた後、音声帯域の上限周波数以下の成分を抽出して、信号（差分信号）S B D を生成する。そして、差分信号生成部 1 5 4 は、生成された差分信号 S B D を、ノイズ処理部 1 5 7 へ送る（図 2 参照）。

【 0 1 0 2 】

差分信号 S B D を受けたノイズ処理部 1 5 7 では、F F T 部 2 1 2 が、差分信号 S B D に対してフーリエ変換処理を施す。かかるフーリエ変換処理の結果を受けると、識別信号検出部 2 1 8 が、上述した識別信号成分が中間周波信号 I F D に含まれているか否かを検出する。そして、識別信号検出部 2 1 8 は、検出結果を、識別信号検出結果 P D T として、制御ユニット 1 9 0 へ送る（図 3 参照）。

30

【 0 1 0 3 】

なお、本実施形態では、識別信号検出部 2 1 8 は、識別信号成分が中間周波信号 I F D に含まれている場合には、識別信号 P D T を「 1 」とする。また、識別信号検出部 2 1 8 は、識別信号成分が中間周波信号 I F D に含まれていない場合には、識別信号 P D T を「 0 」とする。

【 0 1 0 4 】

40

< 制御ユニット 1 9 0 によるノイズ低減処理ユニット 1 5 0 に対する制御処理 >

上述のようにしてノイズ低減処理ユニット 1 5 0 から送られた搬送波検出結果 C D T 及び識別信号検出結果 P D T に基づいて、制御ユニット 1 9 0 が、ノイズ低減処理ユニット 1 5 0 に対する制御処理を実行する。

【 0 1 0 5 】

かかる制御処理に際しては、図 5 に示されるように、まず、ステップ S 1 1 において、制御ユニット 1 9 0 が、現時点における搬送波検出結果 C D T 及び識別信号検出結果 P D T を取得する。引き続き、ステップ S 1 2 において、制御ユニット 1 9 0 が、搬送波検出結果 C D T が「 1 」であるか否かを判定する。

【 0 1 0 6 】

50

ステップS 1 2における判定の結果が否定的であった場合（ステップS 1 2：N）、すなわち、搬送波信号CCDが適切に生成されていないため、同期検波後信号SDD及び差分信号SBDが適切に生成できていない場合には、処理はステップS 1 3へ進む。このステップS 1 3では、制御ユニット190が、ノイズ低減処理ユニット150の動作モードを動作モード# 0に決定する。

【0107】

次に、ステップS 1 4において、制御ユニット190が、動作モード# 0対応の選択指定（SL1，SL2，SL3，SL4）として、（0，X，X，0）を生成する。ここで、値Xは、「0」であってもよいし、「1」であってもよい。

【0108】

次いで、ステップS 1 5において、制御ユニット190が、動作モード# 0を指定した動作モード指定MDC、及び、ステップS 1 4において生成された選択指定SL1～SL4をノイズ低減処理ユニット150へ送る。こうしてステップS 1 5の処理が終了すると、処理はステップS 1 1へ戻る。

【0109】

上述したステップS 1 2における判定の結果が否定的であった場合（ステップS 1 2：Y）には、処理はステップS 1 6へ進む。このステップS 1 6では、制御ユニット190が、識別信号検出結果PDTが「1」であるか否かを判定する。

【0110】

ステップS 1 6における判定の結果が肯定的であった場合（ステップS 1 6：Y）、すなわち、搬送波信号CCDが適切に生成されているが、同期検波後信号SDDが歪んでいる場合には、処理はステップS 1 7へ進む。このステップS 1 7では、制御ユニット190が、ノイズ低減処理ユニット150の動作モードを動作モード# 1に決定する。

【0111】

次に、ステップS 1 8において、制御ユニット190が、動作モード# 1対応の選択指定（SL1，SL2，SL3，SL4）として、（0，0，0，1）を生成する。引き続き、ステップS 1 9において、制御ユニット190が、動作モード# 1を指定した動作モード指定MDC、及び、ステップS 1 8において生成された選択指定SL1～SL4をノイズ低減処理ユニット150へ送る。こうしてステップS 1 9の処理が終了すると、処理はステップS 1 1へ戻る。

【0112】

ステップS 1 6における判定の結果が否定的であった場合（ステップS 1 6：N）、すなわち、搬送波信号CCDが適切に生成され、かつ、同期検波後信号SDDが歪んでいない場合には、処理はステップS 2 0へ進む。このステップS 2 0では、制御ユニット190が、ノイズ低減処理ユニット150の動作モードを動作モード# 2に決定する。

【0113】

次に、ステップS 2 1において、制御ユニット190が、動作モード# 2対応の選択指定（SL1，SL2，SL3，SL4）として、（1，1，1，1）を生成する。引き続き、ステップS 2 2において、制御ユニット190が、動作モード# 2を指定した動作モード指定MDC、及び、ステップS 2 1において生成された選択指定SL1～SL4をノイズ低減処理ユニット150へ送る。こうしてステップS 2 2の処理が終了すると、処理はステップS 1 1へ戻る。

【0114】

以後、ステップS 1 1～S 2 2の処理が繰り返される。かかる処理を実行することにより、制御ユニット190は、放送波の受信状況及び再生チャンネルの放送波の変調方式に対応して、ノイズ低減処理ユニット150に対する制御処理を実行する。

【0115】

<制御ユニット190による制御のもとでのノイズ低減処理ユニット150による処理>

次に、上述した制御ユニット190による制御処理により指定された動作モードに対応

10

20

30

40

50

するノイズ低減処理ユニット150による処理について説明する。

【0116】

《動作モード#0の場合の処理》

まず、動作モード#0の場合の処理について説明する。

【0117】

動作モード#0の場合には、選択指定SL1が「0」とされる。この結果、ノイズ低減処理ユニット150における選択部156により包絡線検波後信号EDDが選択され、包絡線検波後信号EDDが、信号DTDとして、ノイズ処理部157へ送られる(図2参照)。

【0118】

また、動作モード#0の場合には、選択指定SL4が「0」とされる。この結果、ノイズ処理部157では、選択部217により信号DTDが選択され、信号DTDが、ノイズ低減処理ユニット150からの出力信号である信号AODとして、アナログ処理ユニット160へ送られる。

【0119】

すなわち、動作モード#0の場合には、RF処理ユニット120から送られた中間周波信号IFDに対する包絡線検波処理により得られる包絡線検波後信号EDDが、ノイズ低減処理ユニット150から出力される信号AODとされる。

【0120】

《動作モード#1の場合の処理》

次に、動作モード#1の場合の処理について説明する。

【0121】

動作モード#1の場合には、選択指定SL1が「0」とされる。この結果、ノイズ低減処理ユニット150における選択部156により包絡線検波後信号EDDが選択され、包絡線検波後信号EDDが、信号DTDとして、ノイズ処理部157へ送られる(図2参照)。

【0122】

また、動作モード#1の場合には、選択指定SL2が「0」とされる。この結果、選択部214によりスペクトル対(FMD, FSD)が選択され、スペクトル対(SDA, SDB)としてノイズ除去部215へ送られる(図3参照)。

【0123】

すなわち、動作モード#1の場合には、包絡線検波後信号EDDのスペクトルが、スペクトルSDAとしてノイズ除去部215へ送られる。また、差分信号SBDのスペクトルが、スペクトルSDBとしてノイズ除去部215へ送られる。

【0124】

ノイズ除去部215では、スペクトルSDAを受けた第1周波数特定部221が、スペクトルSDAにおけるノイズ成分に対応する第1周波数 NF_1 を特定し、特定された第1周波数 NF_1 をノイズ成分除去部223及び信号修復部224へ送る。また、スペクトルSDBを受けた第2周波数特定部222が、スペクトルSDBにおけるノイズ成分に対応する第2周波数 NF_2 を特定し、特定された第2周波数 NF_2 をノイズ成分除去部223及び信号修復部224へ送る(図4参照)。

【0125】

引き続き、ノイズ成分除去部223が、動作モード#1の場合の処理として、第1周波数 NF_1 及び第2周波数 NF_2 の双方に共通して含まれる周波数の成分をスペクトルSDAから除去して、スペクトルRADを生成する。そして、ノイズ成分除去部223は、生成されたスペクトルRADを選択部226へ送る(図4参照)。

【0126】

ところで、動作モード#1の場合には、選択指定SL3が「0」とされる。この結果、選択部226によりスペクトルRADが選択される。そして、選択されたスペクトルRADが、ノイズ除去スペクトルNRDとしてIFFT部216へ送られる(図4参照)。

10

20

30

40

50

【 0 1 2 7 】

I F F T 部 2 1 6 は、ノイズ除去スペクトル N R D に逆フーリエ変換を施して、信号 N D D を生成する。そして、I F F T 部 2 1 6 は、信号 N D D を選択部 2 1 7 へ送る（図 3 参照）。

【 0 1 2 8 】

さて、動作モード # 1 の場合には、選択指定 S L 4 が「 1 」とされる。この結果、選択部 2 1 7 により信号 N D D が選択され、信号 N D D が、ノイズ低減処理ユニット 1 5 0 からの出力信号である信号 A O D として、アナログ処理ユニット 1 6 0 へ送られる。

【 0 1 2 9 】

なお、図 6 には、動作モード # 1 の場合において、中間周波信号 I F D に基づいて得られるスペクトル S D A (= F M D) , S D B (= F S D) 及びスペクトル R A D (= N R D) の例が示されている。なお、図 6 においては、第 1 周波数 $N F_1$ として周波数 $N F_{11}$, $N F_{12}$ が特定され、第 2 周波数 $N F_2$ として周波数 $N F_{21}$ (= $N F_{11}$) , $N F_{22}$ (= $N F_{12}$) が特定された場合の例が示されている。

10

【 0 1 3 0 】

《動作モード # 2 の場合の処理》

次に、動作モード # 2 の場合の処理について説明する。

【 0 1 3 1 】

動作モード # 2 の場合には、選択指定 S L 1 が「 1 」とされる。この結果、ノイズ低減処理ユニット 1 5 0 における選択部 1 5 6 により同期検波後信号 S D D が選択され、同期検波後信号 S D D が、信号 D T D として、ノイズ処理部 1 5 7 へ送られる（図 2 参照）。

20

【 0 1 3 2 】

また、動作モード # 2 の場合には、選択指定 S L 2 が「 1 」とされる。この結果、選択部 2 1 4 により、抽出部 2 1 3 が上述のようにして抽出したスペクトル対 (F U D , F L D) が選択され、スペクトル対 (S D A , S D B) としてノイズ除去部 2 1 5 へ送られる（図 3 参照）。

【 0 1 3 3 】

すなわち、動作モード # 2 の場合には、中間周波信号 I F D における上側周波数帯の成分である U 成分のスペクトルが、スペクトル S D A としてノイズ除去部 2 1 5 へ送られる。また、中間周波信号 I F D における下側周波数帯の成分である L 成分のスペクトルが、

30

【 0 1 3 4 】

スペクトル S D B としてノイズ除去部 2 1 5 へ送られる（図 4 参照）。

ノイズ除去部 2 1 5 では、スペクトル S D A を受けた第 1 周波数特定部 2 2 1 が、動作モード # 1 の場合と同様に、スペクトル S D A におけるノイズ成分に対応する第 1 周波数 $N F_1$ を特定し、特定された第 1 周波数 $N F_1$ をノイズ成分除去部 2 2 3 及び信号修復部 2 2 4 へ送る。また、スペクトル S D B を受けた第 2 周波数特定部 2 2 2 が、動作モード # 1 の場合と同様に、スペクトル S D B におけるノイズ成分に対応する第 2 周波数 $N F_2$ を特定し、特定された第 2 周波数 $N F_2$ をノイズ成分除去部 2 2 3 及び信号修復部 2 2 4 へ送る（図 4 参照）。

【 0 1 3 5 】

引き続き、ノイズ成分除去部 2 2 3 が、動作モード # 2 の場合の処理として、第 1 周波数 $N F_1$ に含まれる周波数のうちで、第 2 周波数 $N F_2$ には含まれていない周波数の成分をスペクトル S D A から除去して、スペクトル R A D を生成する。そして、ノイズ成分除去部 2 2 3 は、生成されたスペクトル R A D を信号修復部 2 2 4 へ送る（図 4 参照）。

40

【 0 1 3 6 】

また、ノイズ成分除去部 2 2 3 が、動作モード # 2 の場合の処理として、第 2 周波数 $N F_2$ に含まれる周波数のうちで、第 1 周波数 $N F_1$ には含まれていない周波数の成分をスペクトル S D B から除去して、スペクトル R B D を生成する。そして、ノイズ成分除去部 2 2 3 は、生成されたスペクトル R B D を信号修復部 2 2 4 へ送る（図 4 参照）。

【 0 1 3 7 】

50

次に、信号修復部 224 が、動作モード # 2 の場合の処理として、第 1 周波数 $N F_1$ に含まれる周波数のうちで、第 2 周波数 $N F_2$ には含まれていない周波数のスペクトル $R B D$ における成分を抽出する。引き続き、信号修復部 224 は、抽出された成分で、スペクトル $R A D$ における第 1 周波数 $N F_1$ の部分を補完することにより、修復スペクトル $R U D$ を生成する。そして、信号修復部 224 は、生成された修復スペクトル $R U D$ を加算部 225 へ送る (図 4 参照)。

【0138】

また、信号修復部 224 が、動作モード # 2 の場合の処理として、第 2 周波数 $N F_2$ に含まれる周波数のうちで、第 1 周波数 $N F_1$ には含まれていない周波数のスペクトル $R A D$ における成分を抽出する。引き続き、信号修復部 224 は、抽出された成分で、スペクトル $R B D$ における第 2 周波数 $N F_2$ の部分を補完することにより、修復スペクトル $R L D$ を生成する。そして、信号修復部 224 は、生成された修復スペクトル $R L D$ を加算部 225 へ送る (図 4 参照)。

10

【0139】

次いで、加算部 225 が、動作モード # 2 の場合の処理として、修復スペクトル $R U D$ と修復スペクトル $R L D$ との周波数成分ごとの和を算出する。そして、加算部 225 は、加算結果を、スペクトル $A D D$ として、選択部 226 へ送る (図 4 参照)。

【0140】

ところで、動作モード # 2 の場合には、選択指定 $S L 3$ が「1」とされる。この結果、選択部 226 によりスペクトル $A D D$ が選択される。そして、選択されたスペクトル $A D D$ が、ノイズ除去スペクトル $N R D$ として $I F F T$ 部 216 へ送られる (図 4 参照)。

20

【0141】

$I F F T$ 部 216 は、ノイズ除去スペクトル $N R D$ に逆フーリエ変換を施して、信号 $N D D$ を生成する。そして、 $I F F T$ 部 216 は、信号 $N D D$ を選択部 217 へ送る (図 3 参照)。

【0142】

さて、動作モード # 2 の場合には、選択指定 $S L 4$ が「1」とされる。この結果、選択部 217 により信号 $N D D$ が選択され、信号 $N D D$ が、ノイズ低減処理ユニット 150 からの出力信号である信号 $A O D$ として、アナログ処理ユニット 160 へ送られる。

【0143】

なお、図 7 には、動作モード # 2 の場合において、中間周波信号 $I F D$ に基づいて得られるスペクトル $S D A (= F U D)$ 、 $S D B (= F L D)$ 、及び、ノイズ除去スペクトル $R A D$ 、 $R B D$ の例が示されている。また、図 8 には、ノイズ除去スペクトル $R A D$ 、 $R B D$ に基づいて得られる修復スペクトル $R U D$ 、 $R L D$ 、及び、スペクトル $A D D (N R D)$ の例が示されている。

30

【0144】

以上のようにして各動作モードで生成された信号 $A O D$ を受けると、アナログ処理ユニット 160 では、 $D A$ 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 $A O S$ 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 $A O S$ 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 $A O S$ に従って、音声を再生出力する。

40

【0145】

以上説明したように、本実施形態では、中間周波信号 $I F D$ に基づいて生成された搬送波信号 $C C D$ を利用して生成された同期検波後信号 $S D D ((U + L)$ 信号) 及び差分信号 $S B D ((U - L)$ 信号) を、音声再生用に利用可能な場合には、動作モード # 2 の処理を行う。かかる動作モード # 2 の処理に際しては、抽出部 213 が、同期検波後信号 $S D D$ のスペクトル $F M D$ 及び差分信号 $S B D$ のスペクトル $F S D$ に基づいて、同期検波後信号 $S D D$ における U 成分のスペクトル $F U D$ 及び L 成分のスペクトル $F L D$ を抽出する。引き続き、第 1 周波数特定部 221 が、 U 成分のスペクトルに含まれる定常成分の第 1 周波数 $N F_1$ を特定する。また、第 2 周波数特定部 222 が、 L 成分のスペクトルに含ま

50

れる定常成分の第2周波数 $N F_2$ を特定する。

【0146】

次に、ノイズ成分除去部223が、第1周波数 $N F_1$ と第2周波数 $N F_2$ とで共通していない第1周波数 $N F_1$ に含まれる周波数の成分をU成分のスペクトルFUDから除去して、スペクトルRADを生成する。また、ノイズ成分除去部223が、第1周波数 $N F_1$ と第2周波数 $N F_2$ とで共通していない第2周波数 $N F_2$ に含まれる周波数の成分をL成分のスペクトルFLDから除去して、スペクトルRBDを生成する。

【0147】

引き続き、信号修復部224が、スペクトルRBDにおける第1周波数 $N F_1$ の成分を抽出し、抽出された成分でスペクトルRADを補完することにより、修復スペクトルRUDを生成する。また、信号修復部224が、スペクトルRADにおける第2周波数 $N F_2$ の成分を抽出し、抽出された成分でスペクトルRBDを補完することにより、修復スペクトルRLDを生成する。そして、加算部225が、修復スペクトルRUDと修復スペクトルRLDとを加算して、音声再生に用いられる信号のスペクトルADDを生成する。

10

【0148】

したがって、本実施形態によれば、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、合理的に、かつ、適切に低減することができる。

【0149】

また、本実施形態では、第1周波数特定部221が、U成分のスペクトルが入力された場合に、U成分のスペクトルの時間平均に基づいて、第1周波数 $N F_1$ を特定する。また、第2周波数特定部222が、L成分のスペクトルが入力された場合に、L成分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、U成分に含まれるビートノイズ成分の周波数、及び、L成分に含まれるビートノイズ成分の周波数を、簡易に、かつ、精度良く特定することができる。

20

【0150】

本実施形態では、同期検波後信号SDDを音声再生用には利用できないが、差分信号SBDを利用でき、かつ、包絡線検波後信号EDD((U+L)信号)を音声再生用には可能な場合には、動作モード#1の処理を行う。かかる動作モード#1の処理に際しては、第1周波数特定部221が、包絡線検波後信号EDDのスペクトルに含まれる定常成分の第1周波数 $N F_1$ を特定する。また、第2周波数特定部222が、差分信号SBDのスペクトルに含まれる定常成分の第2周波数 $N F_2$ を特定する。引き続き、ノイズ成分除去部223が、第1周波数 $N F_1$ と第2周波数 $N F_2$ とで共通する周波数の成分を包絡線検波後信号EDDのスペクトルから除去し、音声再生に用いられる信号のスペクトルRADを生成する。

30

【0151】

したがって、本実施形態によれば、放送波の変調方式に起因して同期検波後信号が歪んでしまう場合であっても、再生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低減することができる。

【0152】

また、本実施形態では、搬送波信号CCDが適切に生成されなかった場合には、包絡線検波後信号を再生に用いられる信号として採用する。このため、搬送波信号CCDが適切に生成されない場合であっても、音声再生を継続させることができる。

40

【0153】

[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。

【0154】

例えば、上記の実施形態では、検波後信号のノイズフロアのレベルを評価することなく、ビートノイズ成分の周波数を特定するようにした。これに対し、検波後信号のノイズフロアのレベルを評価し、評価結果を更に考慮して、ビートノイズ成分の周波数を特定するようにしてもよい。

50

【 0 1 5 5 】

また、上記の実施形態では、A M放送の放送受信装置におけるノイズ低減装置に本発明を適用した。これに対し、他の種類の放送（例えば、F Mステレオ放送）の放送受信装置におけるノイズ低減装置に本発明を適用してもよい。

【 0 1 5 6 】

なお、上記の実施形態のノイズ低減装置を中央処理装置（C P U : Central Processing Unit）、D S P（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、C D - R O M、D V D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、C D - R O M、D V D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。

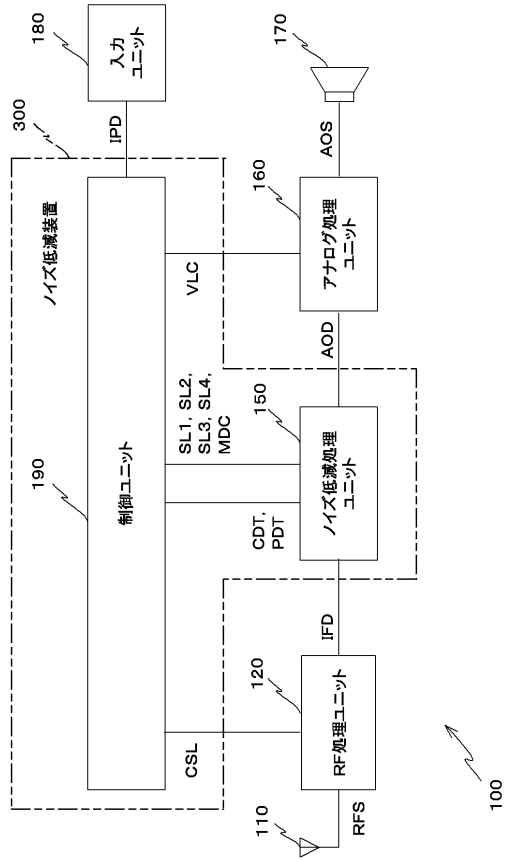
10

【 符号の説明 】

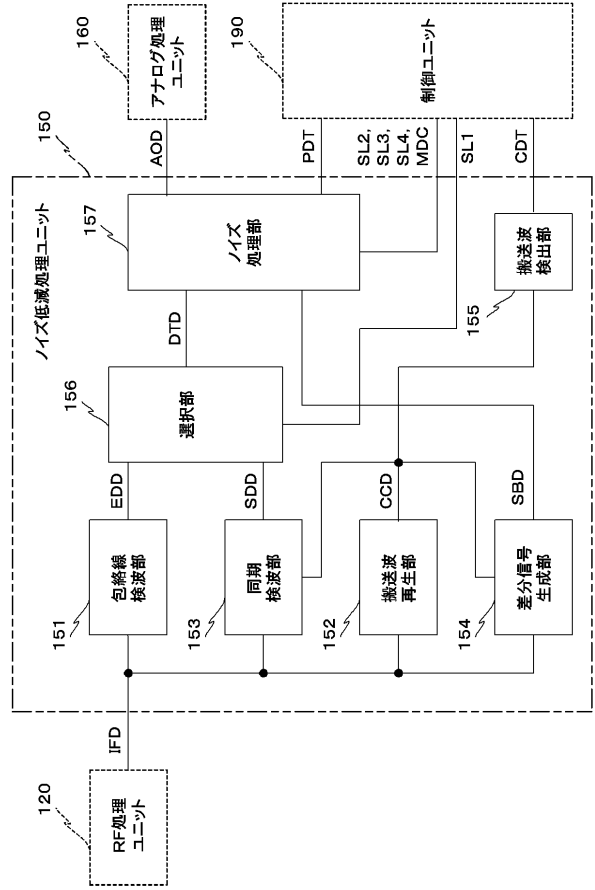
【 0 1 5 7 】

1 5 1	...	包絡線検波部	
1 5 3	...	同期検波部	
1 5 4	...	差分信号生成部	
1 5 5	...	搬送波検出部（第2検出部）	20
1 5 6	...	選択部（第1選択部）	
1 9 0	...	制御ユニット（制御部）	
2 1 3	...	抽出部	
2 1 4	...	選択部（第2選択部）	
2 1 7	...	選択部（第3選択部の一部）	
2 1 8	...	識別信号検出部（第1検出部）	
2 2 1	...	第1周波数特定部（周波数特定部の一部）	
2 2 2	...	第2周波数特定部（周波数特定部の一部）	
2 2 3	...	ノイズ成分除去部	
2 2 4	...	信号修復部	30
2 2 5	...	加算部	
2 2 6	...	選択部（第3選択部の一部）	
3 0 0	...	ノイズ低減装置	

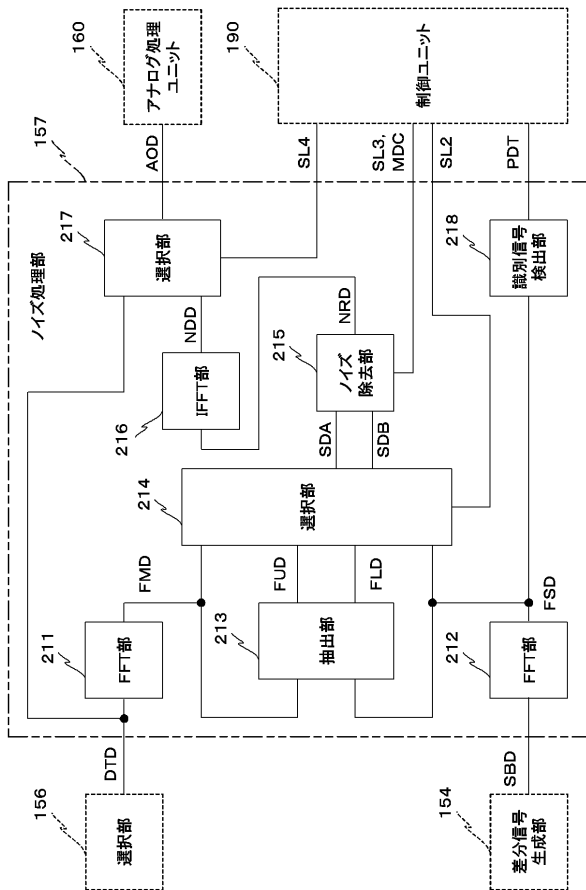
【図 1】



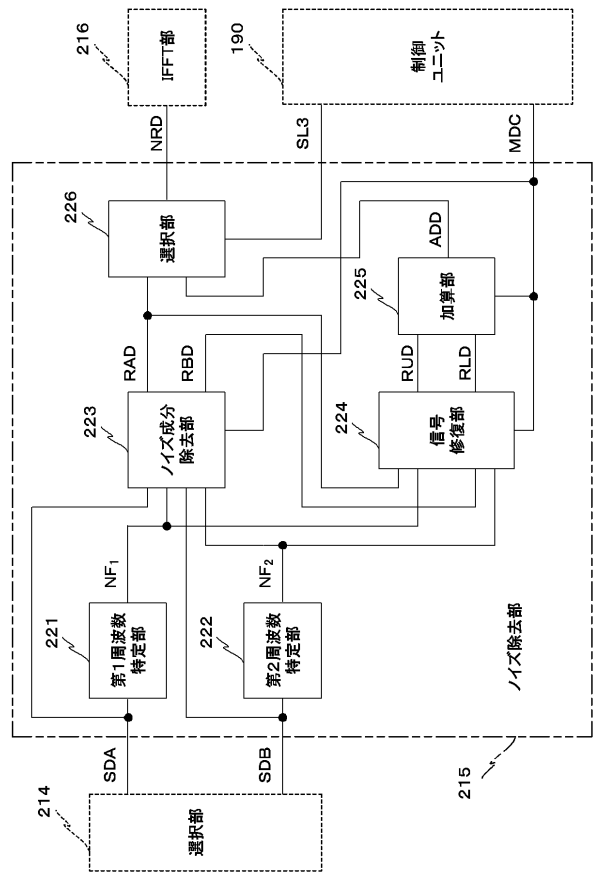
【図 2】



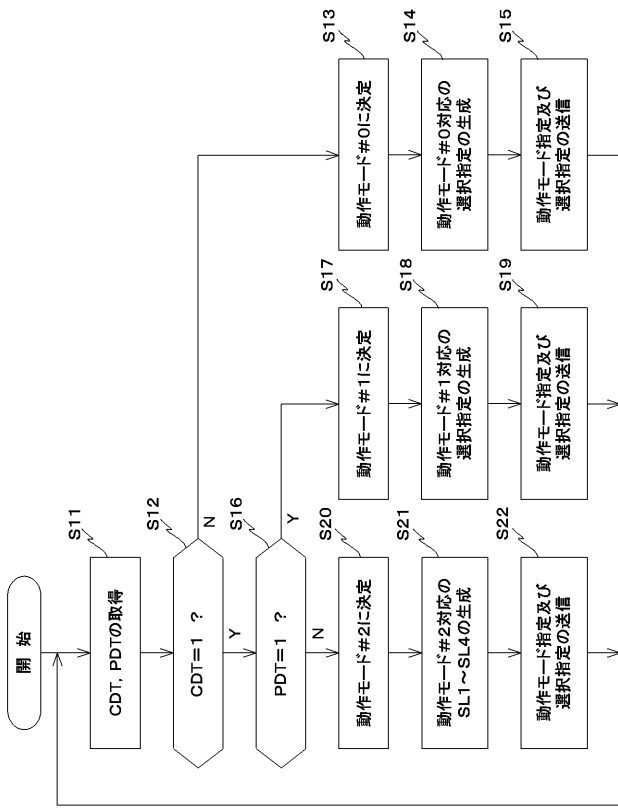
【図 3】



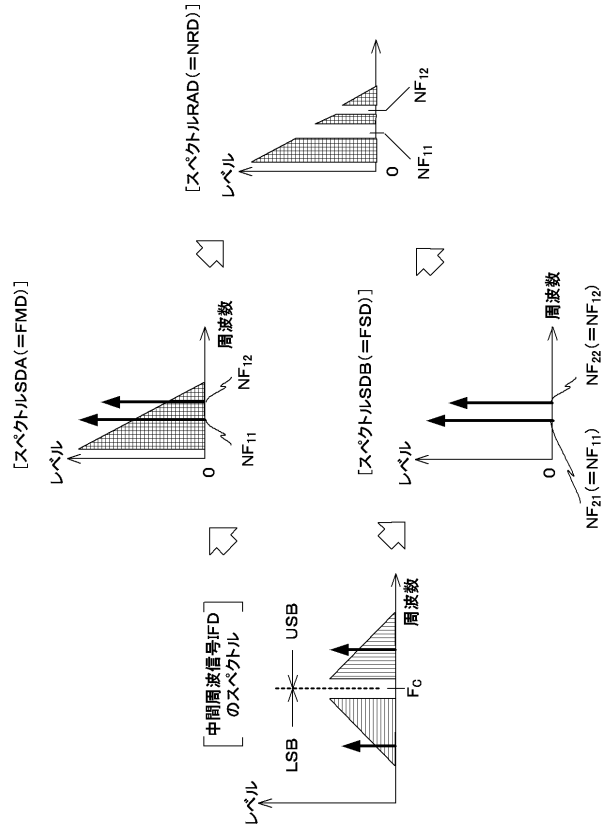
【図 4】



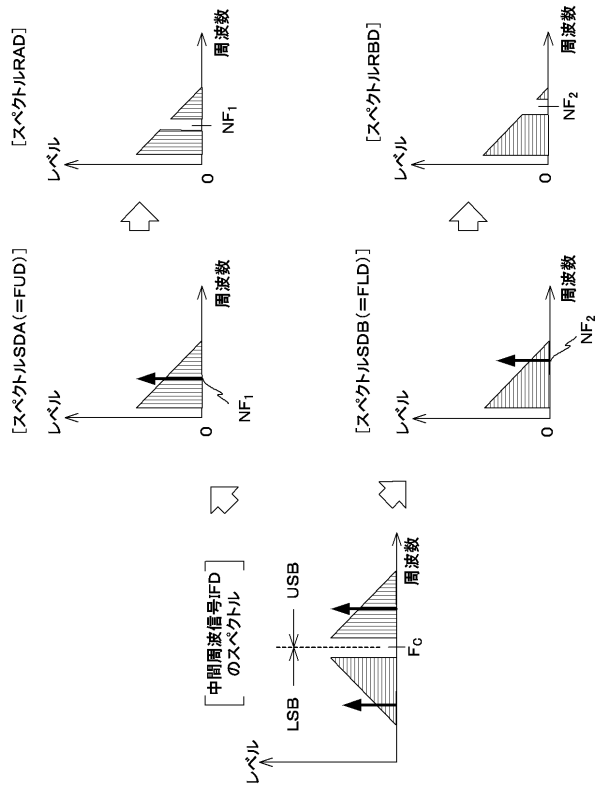
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

