

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6216546号
(P6216546)

(45) 発行日 平成29年10月18日(2017.10.18)

(24) 登録日 平成29年9月29日(2017.9.29)

(51) Int.Cl. F I
H04B 1/10 (2006.01) H04B 1/10 L

請求項の数 10 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2013-127311 (P2013-127311)	(73) 特許権者	000005016
(22) 出願日	平成25年6月18日(2013.6.18)		パイオニア株式会社
(65) 公開番号	特開2015-2505 (P2015-2505A)		東京都文京区本駒込二丁目28番8号
(43) 公開日	平成27年1月5日(2015.1.5)	(74) 代理人	110002332
審査請求日	平成28年5月13日(2016.5.13)		特許業務法人綾船国際特許事務所
		(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
		審査官	大野 友輝

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ノイズ低減装置、放送受信装置及びノイズ低減方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

放送受信装置が備えるノイズ低減装置であって、

入力した第1信号に含まれる第1ノイズ成分、前記第1信号から前記第1ノイズ成分を低減した第2信号に含まれる第2ノイズ成分、及び、前記第2信号を減衰させた第3信号に含まれる第3ノイズ成分のいずれか1つのレベルを推定するノイズレベル推定部と；

前記推定されたレベルが、音声成分及び外来ノイズ成分が含まれていない場合のレベルである基準レベルよりも大きなとき、前記第3信号の生成の際の減衰率の変化を制御する制御部と；

を備えるノイズ低減装置。

【請求項2】

前記第2信号を減衰させて前記第3信号を生成する減衰部；を更に備え、

前記ノイズレベル推定部は、前記第1ノイズ成分及び前記第2ノイズ成分のいずれか1つのレベルを推定し、

前記推定されたレベルが前記基準レベルよりも大きな場合に、前記制御部は、前記推定されたレベルと前記基準レベルとの差に相当する値だけ前記第2信号に対する減衰率を変化させる制御を、前記減衰部に対して行う、

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】

前記第2信号を減衰させて前記第3信号を生成する減衰部；を更に備え、

10

20

前記ノイズレベル推定部は、前記第3ノイズ成分のレベルを推定し、

前記推定されたレベルが前記基準レベルよりも大きな場合に、前記制御部は、前記推定されたレベルと前記基準レベルとの差に相当する値だけ前記第2信号に対する減衰率を変化させる制御を、前記減衰部に対して行う、

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4】

前記第1信号から前記第1ノイズ成分を低減して前記第2信号を生成する生成部と；

前記第2信号を減衰させて前記第3信号を生成する減衰部と；を更に備え、

前記制御部は、前記生成部に対する前記第1ノイズ成分の引き去り率の指定を更に行い、

10

前記生成部は、前記指定された引き去り率で前記第1信号から前記第1ノイズ成分を引き去ることにより、前記第2信号を生成する、

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5】

前記ノイズレベル推定部は、前記第1ノイズ成分及び前記第2ノイズ成分のいずれか1つのレベルを推定し、

前記推定されたレベルが前記基準レベルよりも大きな場合に、前記引き去り率に対応する前記第1ノイズ成分の引き去り量と、前記減衰部に対して指定される減衰率に対応する前記第2ノイズ成分の減衰量との和が、前記推定されたレベルと、前記ノイズレベル推定部による推定対象が前記第2ノイズ成分である場合に対応して定まる基準レベルとの差に相当する値とされる、ことを特徴とする請求項4に記載のノイズ低減装置。

20

【請求項6】

前記ノイズレベル推定部は、前記第3ノイズ成分のレベルを推定し、

前記推定されたレベルが前記基準レベルよりも大きな場合に、前記引き去り率の変更量に対応する前記第1ノイズ成分の引き去り量の変更量と、前記減衰部に対して指定される減衰率の変化量に対応する前記第2ノイズ成分の減衰量との和が、前記推定されたレベルと前記基準レベルとの差に相当する値とされる、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7】

請求項1～6のいずれか一項に記載のノイズ低減装置と；

希望放送信号の周波数帯の信号レベルを、前記希望放送信号の周波数帯の受信電界強度に対応して調整するレベル調整部と；

前記レベル調整部によりレベル調整された信号の検波を行い、前記検波により得られた信号を前記ノイズ低減装置に供給する検波部と；

を備えることを特徴とする放送受信装置。

30

【請求項8】

放送受信装置が備え、ノイズレベル推定部と；制御部と；を備える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、

入力した第1信号に含まれる第1ノイズ成分、前記第1信号から前記第1ノイズ成分を低減した第2信号に含まれる第2ノイズ成分、及び、前記第2信号を減衰させた第3信号に含まれる第3ノイズ成分のいずれか1つのレベルを、前記ノイズレベル推定部が推定するノイズレベル推定工程と；

40

前記ノイズレベル推定工程において推定されたレベルが、音声成分及び外来ノイズ成分が含まれていない場合のレベルである基準レベルよりも大きなとき、前記制御部が、前記第3信号の生成の際の減衰率の変化を制御する減衰率決定工程と；

を備えるノイズ低減方法。

【請求項9】

入力した第1信号に含まれる第1ノイズ成分が低減された第2信号を生成した後、前記第2信号を減衰させた第3信号を生成するノイズ低減装置が有するコンピュータに、請求項8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。

50

【請求項 10】

入力した第 1 信号に含まれる第 1 ノイズ成分が低減された第 2 信号を生成した後、前記第 2 信号を減衰させた第 3 信号を生成する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 9 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、放送受信装置、ノイズ低減方法及びノイズ低減プログラム、及び、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。

10

【背景技術】

【0002】

従来から、多くの放送受信装置において、放送受信信号に含まれる背景ノイズを抑圧する方法として、放送受信信号の検波結果である検波信号に対して、いわゆるスペクトラムサブトラクション法（以下、「SS法」と記す）による処理を施す方式が採用されている。このSS法では、入力信号（放送受信装置においては放送受信信号）をフーリエ変換して振幅スペクトル及び位相スペクトルを算出する。引き続き、推定されたノイズ振幅スペクトル（以下、「推定ノイズ振幅スペクトル」と呼ぶ）を、算出された振幅スペクトル（以下、「入力信号振幅スペクトル」と呼ぶ）から差し引いて、出力信号振幅スペクトルを算出する。そして、出力信号振幅スペクトルと、先に算出した位相スペクトルに基づいて逆フーリエ変換を行い、背景ノイズが抑圧された出力信号を得る。

20

【0003】

かかるSS法の適用に際しては、出力信号振幅スペクトルを算出する際に、放送波の受信電界強度が低い場合におけるミュージカルノイズの発生を抑制するため、推定ノイズ振幅スペクトルに抑圧係数（以下、「引き去り率」とも呼ぶ）（ < 1 ）を乗じたものを、入力信号振幅スペクトルから差し引く手法が一般的に採用されている。この手法は、入力信号振幅スペクトルを $X(f)$ （ f ：周波数）、推定ノイズ振幅スペクトルを $N(f)$ 、出力信号振幅スペクトルを $Y(f)$ とした場合に、次の（1）式により表される。

$$|Y(f)| = |X(f)| - \cdot |N(f)| \quad \dots (1)$$

【0004】

30

こうしたSS法を放送受信装置に適用した技術として、上述の（1）式を変形した次の（2）式におけるノイズ抑圧関数 $G(f)$ の値に応じて、各周波数成分を、信号成分が支配的な第 1 種成分及びノイズ成分が支配的な第 2 種成分のいずれかに分類し、第 1 種成分を第 2 種成分に対して相対的に強調する処理を行う技術が提案されている（特許文献 1 参照：以下、「従来例 1」と呼ぶ）。

$$\begin{aligned} |Y(f)| &= |X(f)| \cdot (1 - \cdot |N(f)| / |X(f)|) \\ &= |X(f)| \cdot G(f) \quad \dots (2) \end{aligned}$$

【0005】

なお、従来例 1 では、ノイズ抑圧関数 $G(f)$ の値が「0.5」を超える場合に第 1 種成分とし、ノイズ抑圧関数 $G(f)$ の値が「0.5」以下の場合に第 2 種成分とするようになっている。

40

【0006】

また、放送受信装置に関する技術ではないが、SS法を音声通信システムや音声認識システムに適用した技術として、引き去り率を推定ノイズ振幅スペクトルに応じて可変とし、当該推定ノイズ振幅スペクトルに応じて定まる引き去り率で、入力信号振幅スペクトルから推定ノイズ振幅スペクトルを引き去った後に、引き去り率に応じた振幅調整を行う技術が提案されている（特許文献 2 参照：以下、「従来例 2」と呼ぶ）。

【0007】

なお、車両内に配置されるラジオ放送の受信装置では、放送波の受信電界強度が変化する。このため、受信電界強度が高い場合には、検波信号のレベルを一定として、安定した

50

放送コンテンツの提供を確保する。一方、受信電界強度が低い場合には、検波信号におけるSN比が低下するので、検波信号のレベルを低下させて、耳障りなノイズ音の発生量を抑制する。こうした自動利得制御が、車両内に配置されるラジオ放送の受信装置では、一般的に行われている（特許文献3参照：以下、「従来例3」と呼ぶ）。

【0008】

こうした自動利得制御が行われる場合における受信電界強度の変化に応じた、検波信号のレベル及び当該検波信号に含まれるノイズ成分のレベルの変化が、図1において、二点鎖線の太線及び細線で示されている。また、当該検波信号に対してSS法による処理を施して出力信号を生成した場合における放送波の受信電界強度の変化に応じた、出力信号のレベル及び当該出力信号に含まれるノイズ成分のレベルの変化が、図1において、実線の太線及び細線で示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2007-027897号公報

【特許文献2】WO99/50825号公報

【特許文献3】特開2002-353830号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

20

上述した図1におけるレベル値、すなわち、特定の放送局が選局されていない場合（以下、「無入力時」）におけるSS法によるノイズ低減を行った場合のノイズレベル値は、放送受信装置にとって重要な要素である。この無入力時におけるノイズレベル値が大きすぎると、いずれの放送局も選局されていないときに、ノイズ音がうるさく感じることがある。一方、無入力時におけるノイズレベル値が小さすぎると、入力信号レベルが低いときに感度が悪く感じることがある。このため、無入力時におけるノイズレベル値は、適度な値に設定される必要がある。

【0011】

ところで、例えば送電線等からの外来ノイズが加わると、図2に示されるように、無入力時のノイズレベル値が、外来ノイズが無い場合と比べて上昇してしまう。こうした外来ノイズが加わる場合に着目して、上述した(1)式の（すなわち、引き去り率を固定値とした）SS法によるノイズ低減を行うようにすると、外来ノイズが無い又は少ない場合には、ミュージカルノイズが発生してしまうことになる。

30

【0012】

なお、図2では、外来ノイズが無い場合における検波信号に対してSS法による処理を施した場合の放送波の受信電界強度の変化に応じた、出力信号のレベル及び出力信号に含まれるノイズ成分のレベルの変化が、実線の太線及び細線で示されている。また、図2では、外来ノイズが有る場合における放送波の受信電界強度の変化に応じた、出力信号のレベル及び出力信号に含まれるノイズ成分のレベルの変化が、一点鎖線の太線及び細線で示されている。

40

【0013】

上述した従来例1や従来例2の技術では、外来ノイズのレベルの高低により、ノイズ低減効果が比較的大きく変化することになる。この結果、従来例1や従来例2の技術では、外来ノイズのレベルの高低にかかわらず、放送受信装置からの出力音の安定化を図ることができるとはいいがたかった。

【0014】

このため、外来ノイズのレベルの高低にかかわらず、放送受信装置からの出力音の安定化を図ることができる技術が待望されている。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。

【0015】

50

本発明は、上記の事情を鑑みてなされたものであり、簡易な構成で、外来ノイズのレベルの高低にかかわらず、ミュージカルノイズの発生を抑制しつつ、無入力時のノイズレベルを均一化することができるノイズ低減装置及びノイズ低減方法を提供することを目的とする。また、本発明は、簡易な構成で、外来ノイズのレベルの高低にかかわらず、ミュージカルノイズ音の発生を抑制しつつ、出力音を安定化することができる放送受信装置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】

【0016】

請求項1に記載の発明は、放送受信装置が備えるノイズ低減装置であって、入力した第1信号に含まれる第1ノイズ成分、前記第1信号から前記第1ノイズ成分を低減した第2信号に含まれる第2ノイズ成分、及び、前記第2信号を減衰させた第3信号に含まれる第3ノイズ成分のいずれか1つのレベルを推定するノイズレベル推定部と；前記推定されたレベルが、音声成分及び外来ノイズ成分が含まれていない場合のレベルである基準レベルよりも大ききとき、前記第3信号の生成の際の減衰率の変化を制御する制御部と；を備えるノイズ低減装置である。

10

【0017】

請求項7に記載の発明は、請求項1～6のいずれか一項に記載のノイズ低減装置と；希望放送信号の周波数帯の信号レベルを、前記希望放送信号の周波数帯の受信電界強度に対応して調整するレベル調整部と；前記レベル調整部によりレベル調整された信号の検波を行い、前記検波により得られた信号を前記ノイズ低減装置に供給する検波部と；を備える

20

【0018】

請求項8に記載の発明は、放送受信装置が備え、ノイズレベル推定部と；制御部と；を備える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、入力した第1信号に含まれる第1ノイズ成分、前記第1信号から前記第1ノイズ成分を低減した第2信号に含まれる第2ノイズ成分、及び、前記第2信号を減衰させた第3信号に含まれる第3ノイズ成分のいずれか1つのレベルを、前記ノイズレベル推定部が推定するノイズレベル推定工程と；前記ノイズレベル推定工程において推定されたレベルが、音声成分及び外来ノイズ成分が含まれていない場合のレベルである基準レベルよりも大ききとき、前記制御部が、前記第3信号の生成の際の減衰率の変化を制御する減衰率決定工程と；を備えるノイズ低減方法である。

30

【0019】

請求項9に記載の発明は、入力した第1信号に含まれる第1ノイズ成分が低減された第2信号を生成した後、前記第2信号を減衰させた第3信号を生成するノイズ低減装置が有するコンピュータに、請求項8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。

【0020】

請求項10に記載の発明は、入力した第1信号に含まれる第1ノイズ成分が低減された第2信号を生成した後、前記第2信号を減衰させた第3信号を生成する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9に記載のノイズ低減プログラムが記

40

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】自動利得制御が行われる場合の検波信号のレベル及び検波信号に含まれるノイズ成分のレベル、並びに、検波信号に対してSS法による処理を施した出力信号のレベル及びノイズ成分のレベルを説明するための図である。

【図2】外来ノイズの有無による出力信号のレベル及びノイズ成分のレベルの相違を説明するための図である。

50

【図3】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4】図3のノイズ低減装置の構成を示すブロック図である。

【図5】図4のノイズ低減装置によるノイズ低減結果を説明するための図である。

【図6】本発明の第2実施形態に係る放送受信装置におけるノイズ低減装置の構成を示すブロック図である。

【図7】本発明の第3実施形態に係る放送受信装置におけるノイズ低減装置の構成を示すブロック図である。

【図8】本発明の第4実施形態に係る放送受信装置におけるノイズ低減装置の構成を示すブロック図である。

10

【図9】本発明の第5実施形態に係る放送受信装置におけるノイズ低減装置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】

【0022】

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。

【0023】

[第1実施形態]

まず、本発明の第1実施形態を、図3～図5を参照して説明する。なお、第1実施形態では、車両に配置された音声放送の放送受信装置を例示して説明する。

20

【0024】

<構成>

図1には、本発明の放送受信装置の第1実施形態である放送受信装置100Aの概略的な構成がブロック図にて示されている。この図1に示されるように、放送受信装置100Aは、アンテナ110と、RF処理ユニット120とを備えている。また、放送受信装置100Aは、レベル調整ユニット130と、検波ユニット135と、ノイズ低減装置140とを備えている。さらに、放送受信装置100Aは、アナログ処理ユニット150と、スピーカユニット160と、入力ユニット170と、制御ユニット190とを備えている。

【0025】

30

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、受信信号RFSとして、RF処理ユニット120へ送られる。

【0026】

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、選択すべき物理チャンネルの信号を受信信号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IFDを生成する。こうして生成された中間周波信号IFDは、レベル調整ユニット130へ送られる。

【0027】

第1実施形態では、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(ADC)とを備えている。さらに、RF処理ユニット120は、局部発振回路(OSC)を備えている。

40

【0028】

RF処理ユニット120では、アンテナ110から送られた受信信号RFSが、入力フィルタにより低周波成分が遮断された後、高周波増幅器により増幅される。高周波増幅器により増幅された信号は、RFフィルタにより高周波帯の信号が選択された後、ミキサにおいて、制御ユニット190から供給された選局指令CSLに従って局部発振回路が発生した局部発振信号と混合される。こうしてミキサにより混合された信号のうち、予め定め

50

られた中間周波数範囲の信号がIFフィルタにより通過されたのち、ADCにより、デジタル信号に変換される。この変換結果が、中間周波信号IFDとして、レベル調整ユニット130へ送られる。

【0029】

上記のレベル調整ユニット130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。引き続き、レベル調整ユニット130は、中間周波信号IFDに基づいて、アンテナ110付近の放送波の電界強度、すなわち、受信電界強度に対応している中間周波信号IFDのレベルを検出する。そして、レベル調整ユニット130は、検出されたレベルに基づいて中間周波信号IFDに対してレベル調整処理を施し、レベル調整信号LCDを生成する。こうして生成されたレベル調整信号LCDは、検波ユニット135へ送られる。すなわち、レベル調整ユニット130は、レベル調整部の機能を果たすようになっている。

10

【0030】

なお、レベル調整ユニット130によるレベル調整処理については、後述する。

【0031】

上記の検波ユニット135は、レベル調整ユニット130から送られたレベル調整信号LCDを受ける。そして、検波ユニット135は、レベル調整信号LCDに対して検波処理を施す。この検波処理の結果が、検波信号DTDとして、ノイズ低減装置140Aへ送られる。すなわち、検波ユニット135は、検波部としての機能を果たすようになっている。

20

【0032】

上記のノイズ低減装置140Aは、検波ユニット135から送られた検波信号DTDを受ける。そして、ノイズ低減装置140Aは、検波信号DTDに対してノイズ低減処理を施して、ノイズ低減信号NDDを生成する。こうして生成されたノイズ低減信号NDDは、アナログ処理ユニット150へ送られる。

【0033】

なお、ノイズ低減装置140Aの構成の詳細については、後述する。

【0034】

上記のアナログ処理ユニット150は、ノイズ低減装置140Aから送られたノイズ低減信号NDDを受ける。そして、アナログ処理ユニット150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、スピーカユニット160へ送る。第1実施形態では、アナログ処理ユニット150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いる。

30

【0035】

アナログ処理ユニット150では、DA変換部が、ノイズ低減装置140Aから送られたノイズ低減信号NDDをアナログ信号に変換する。当該アナログ信号は、音量調整部において、制御ユニット190から送られた音量調整指令VLCに従って、音量調整処理が施される。音量調整処理が施された信号は、パワー増幅部によりパワー増幅される。このパワー増幅の結果が、出力音声信号AOSとして、スピーカユニット160へ送られる。

【0036】

上記のスピーカユニット160は、アナログ処理ユニット150から送られた出力音声信号AOSを受ける。そして、スピーカユニット160は、出力音声信号AOSに従って、音声を再生出力する。

40

【0037】

上記の入力ユニット170は、放送受信装置100A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170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。

50

【 0 0 3 8 】

上記の制御ユニット 1 9 0 は、入力ユニット 1 7 0 から送られた入力データ I P D を解析する。そして、入力データ I P D の内容が、物理チャンネルを含む選局指定であった場合には、制御ユニット 1 9 0 は、指定された物理チャンネル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、当該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 5 0 へ送る。

【 0 0 3 9 】

《ノイズ低減装置 1 4 0 A の構成》

次に、上記のノイズ低減装置 1 4 0 A の構成について説明する。

10

【 0 0 4 0 】

図 4 には、ノイズ低減装置 1 4 0 A の構成がブロック図にて示されている。この図 4 に示されるように、ノイズ低減装置 1 4 0 A は、フーリエ変換部 (F F T 部) 1 4 1 と、ノイズ推定部 1 4 2 と、生成部 1 4 3 A とを備えている。また、ノイズ低減装置 1 4 0 A は、ノイズレベル推定部 1 4 4 A と、制御部 1 4 5 A と、減衰部 1 4 6 A と、逆フーリエ変換部 (I F F T 部) 1 4 7 とを備えている。

【 0 0 4 1 】

上記の F F T 部 1 4 1 は、検波ユニット 1 3 5 から送られた検波信号 D T D を受ける。そして、F F T 部 1 4 1 は、検波信号 D T D をフーリエ変換し、振幅スペクトル $X(f)$ 及び位相スペクトル $P(f)$ を算出する。こうして算出された振幅スペクトル $X(f)$ は、ノイズ推定部 1 4 2 及び生成部 1 4 3 A へ送られる。また、算出された位相スペクトル $P(f)$ は、I F F T 部 1 4 7 へ送られる。

20

【 0 0 4 2 】

上記のノイズ推定部 1 4 2 は、F F T 部 1 4 1 から送られた振幅スペクトル $X(f)$ を受ける。そして、ノイズ推定部 1 4 2 は、振幅スペクトル $X(f)$ に含まれるノイズ成分を推定し、推定されたノイズ成分のスペクトル $N_x(f)$ (以下、「ノイズスペクトル $N_x(f)$ 」と呼ぶ) を算出する。こうして算出されたノイズスペクトル $N_x(f)$ は、生成部 1 4 3 A 及びノイズレベル推定部 1 4 4 A へ送られる。

【 0 0 4 3 】

なお、ノイズ推定部 1 4 2 は、例えば、特開 2 0 1 2 - 1 7 8 8 0 4 号公報に記載のノイズ推定方法を利用して、ノイズスペクトル $N_x(f)$ を算出する。

30

【 0 0 4 4 】

上記の生成部 1 4 3 A は、F F T 部 1 4 1 から送られた振幅スペクトル $X(f)$ 、及び、ノイズ推定部 1 4 2 から送られたノイズスペクトル $N_x(f)$ を受ける。そして、生成部 1 4 3 A は、引き去り率を「 α 」として、次の (3) 式を利用して、ノイズ成分が低減されたスペクトル $Q_A(f)$ を算出する。

$$|Q_A(f)| = |X(f)| - \alpha \cdot |N_x(f)| \quad \dots (3)$$

こうして算出されたスペクトル $Q_A(f)$ は、減衰部 1 4 6 A へ送られる。

【 0 0 4 5 】

ここで、上述の引き去り率 α は、外来ノイズが無い状態の無信号時におけるミュージカルノイズの発生が目立たない範囲で、ノイズ除去効果を極力確保するように、実験、シミュレーション、経験等に基づいて、予め定められ、生成部 1 4 3 A 内に保持される。

40

【 0 0 4 6 】

なお、以下の説明では、外来ノイズが無い状態の無信号時における信号 $X(f)$ に対応する信号のレベル値 (すなわち、信号 $X(f)$ に含まれるノイズ成分のレベル値) を「基準値 (又は、「基準レベル」) L_{T1} 」と記すものとする。また、外来ノイズが無い状態の無信号時におけるスペクトル $Q_A(f)$ に対応する信号のレベル値 (すなわち、信号 $Q_A(f)$ に含まれるノイズ成分のレベル値) を「基準値 (又は、「基準レベル」) L_{T2} 」と記すものとする。

【 0 0 4 7 】

50

上記のノイズレベル推定部 1 4 4 A は、ノイズ推定部 1 4 2 から送られたノイズスペクトル $N_X(f)$ を受ける。そして、ノイズレベル推定部 1 4 4 A は、ノイズスペクトル $N_X(f)$ が反映しているノイズ成分のレベル値を推定する。こうして推定されたノイズ成分のレベル値が、推定ノイズレベル値 N_{L_X} として、制御部 1 4 5 A へ送られる。

【 0 0 4 8 】

上記の制御部 1 4 5 A は、ノイズレベル推定部 1 4 4 A から送られた推定ノイズレベル値 N_{L_X} を受ける。そして、制御部 1 4 5 A は、推定ノイズレベル値 N_{L_X} 及び基準値 L_{T1} に基づいて、減衰率 を算出する。こうして算出された減衰率 は、減衰部 1 4 6 A へ送られる。

【 0 0 4 9 】

なお、制御部 1 4 5 A による減衰率 の算出処理については、後述する。

【 0 0 5 0 】

上記の減衰部 1 4 6 A は、生成部 1 4 3 A から送られたスペクトル $Q_A(f)$ 、及び、制御部 1 4 5 A から送られた減衰率 を受ける。そして、減衰部 1 4 6 A は、スペクトル $Q_A(f)$ について、全周波数で減衰率 による減衰算出を行ってスペクトル $Y(f)$ を算出する。こうして算出されたスペクトル $Y(f)$ は、I F F T 部 1 4 7 へ送られる。

【 0 0 5 1 】

上記の I F F T 部 1 4 7 は、F F T 部 1 4 1 から送られた位相スペクトル $P(f)$ 、及び、減衰部 1 4 6 A から送られたスペクトル $Y(f)$ を受ける。そして、I F F T 部 1 4 7 は、スペクトル $Y(f)$ 及び位相スペクトル $P(f)$ に基づいて逆フーリエ変換を行い、ノイズ低減信号 $N D D$ を算出する。こうして算出されたノイズ低減信号 $N D D$ は、アナログ処理ユニット 1 5 0 へ送られる。

【 0 0 5 2 】

[動作]

以上のようにして構成された放送受信装置 1 0 0 A の動作について、ノイズ低減装置 1 4 0 A によるノイズ低減処理に主に着目して説明する。

【 0 0 5 3 】

前提として、入力ユニット 1 7 0 には既に利用者により選局指定が入力されており、指定された物理チャンネル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 7 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 5 0 へ送られているものとする (図 3 参照) 。

【 0 0 5 4 】

こうした状態で、アンテナ 1 1 0 で放送波を受信すると、受信信号 $R F S$ 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、選択すべき物理チャンネルの信号を受信信号 $R F S$ から抽出する選局処理が行われる。この選局処理の結果として、所定の中間周波数帯の成分を有する中間周波信号 $I F D$ が、レベル調整ユニット 1 3 0 へ送られる (図 3 参照) 。

【 0 0 5 5 】

中間周波信号 $I F D$ を受けると、レベル調整ユニット 1 3 0 は、まず、受信電界強度に対応している中間周波信号 $I F D$ のレベルを検出する。引き続き、レベル調整ユニット 1 3 0 は、検出されたレベルに基づいて中間周波信号 $I F D$ に対してレベル調整処理を施し、レベル調整信号 $L C D$ を生成する。

【 0 0 5 6 】

かかるレベル調整処理に際して、レベル調整ユニット 1 3 0 は、中間周波信号 $I F D$ のレベルが高い場合には、検波ユニット 1 3 5 による検波により生成される検波信号 $D T D$ のレベルを所定のレベルに一定化するレベル調整を行って、レベル調整信号 $L C D$ を生成する。一方、中間周波信号 $I F D$ のレベルが低い (中間周波信号 $I F D$ における $S N$ 比が小さな) 場合には、耳障りなノイズ音の発生量を抑制するために、検波信号 $D T D$ のレベルを低下させるレベル調整を行って、レベル調整信号 $L C D$ を生成する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 7 】

レベル調整ユニット 1 3 0 は、レベル調整処理により生成されたレベル調整信号 L C D を検波ユニット 1 3 5 へ送る（図 3 参照）。

【 0 0 5 8 】

レベル調整信号 L C D を受けると、検波ユニット 1 3 5 は、レベル調整信号 L C D に対して検波処理を施す。そして、検波ユニット 1 3 5 は、検波処理の結果を、検波信号 D T D として、ノイズ低減装置 1 4 0 A へ送る（図 3 参照）。

【 0 0 5 9 】

なお、検波信号 D T D のレベルと、検波信号 D T D に含まれるノイズ成分のレベルとは、受信電界強度の変化に応じて、上述した図 1 における実線の太線及び細線で表される変化と同様の变化をする。すなわち、検波信号 D T D に含まれるノイズ成分のレベルは、受信電界強度が高いほど低くなるようになっている。

10

【 0 0 6 0 】

ノイズ低減装置 1 4 0 A では、F F T 部 1 4 1 が検波信号 D T D を受ける。検波信号 D T D を受けると、F F T 部 1 4 1 は、検波信号 D T D をフーリエ変換し、振幅スペクトル $X(f)$ 及び位相スペクトル $P(f)$ を算出する。そして、F F T 部 1 4 1 は、振幅スペクトル $X(f)$ をノイズ推定部 1 4 2 及び生成部 1 4 3 A へ送るとともに、位相スペクトル $P(f)$ を I F F T 部 1 4 7 へ送る（図 4 参照）。

【 0 0 6 1 】

振幅スペクトル $X(f)$ を受けると、ノイズ推定部 1 4 2 は、上述したようにして、振幅スペクトル $X(f)$ に含まれるノイズ成分を推定し、ノイズスペクトル $N_X(f)$ を算出する。そして、ノイズ推定部 1 4 2 は、ノイズスペクトル $N_X(f)$ を生成部 1 4 3 A 及びノイズレベル推定部 1 4 4 A へ送る（図 4 参照）。

20

【 0 0 6 2 】

振幅スペクトル $X(f)$ 、及び、振幅スペクトル $X(f)$ に対応するノイズスペクトル $N_X(f)$ を受けると、生成部 1 4 3 A は、上述した（3）式を利用して、振幅スペクトル $X(f)$ からノイズ成分が低減されたスペクトル $Q_A(f)$ を算出する。そして、生成部 1 4 3 A は、スペクトル $Q_A(f)$ を減衰部 1 4 6 A へ送る（図 4 参照）。

【 0 0 6 3 】

一方、ノイズスペクトル $N_X(f)$ を受けると、ノイズレベル推定部 1 4 4 A は、ノイズスペクトル $N_X(f)$ が反映しているノイズ成分のレベル値を推定する。そして、ノイズレベル推定部 1 4 4 A は、推定されたノイズ成分のレベル値を、推定ノイズレベル値 N_{L_X} として、制御部 1 4 5 A へ送る（図 4 参照）。

30

【 0 0 6 4 】

推定ノイズレベル値 N_{L_X} を受けると、制御部 1 4 5 A は、推定ノイズレベル値 N_{L_X} 及び基準値 L_{T1} に基づいて、減衰率 α を算出する。かかる減衰率 α の算出に際して、制御部 1 4 5 A は、まず、推定ノイズレベル値 N_{L_X} が基準値 L_{T1} よりも大きいか否かのレベル判定を行う。

【 0 0 6 5 】

レベル判定の結果が否定的であった場合には、制御部 1 4 5 A は、減衰率 α を「1」とする。一方、レベル判定の結果が肯定的であった場合には、制御部 1 4 5 A は、減衰率 α を、推定ノイズレベル値 N_{L_X} と基準レベル L_{T1} との差に相当する値とする。そして、制御部 1 4 5 A は、算出された減衰率 α (< 1) を減衰部 1 4 6 A へ送る（図 4 参照）。

40

【 0 0 6 6 】

スペクトル $Q_A(f)$ 及び当該スペクトル $Q_A(f)$ に対応する減衰率 α を受けると、減衰部 1 4 6 A は、スペクトル $Q_A(f)$ について、全周波数で減衰率 α による減衰算出（すなわち、スペクトル $Q_A(f)$ と減衰率 α との乗算）を行って、スペクトル $Y(f)$ を算出する。そして、減衰部 1 4 6 A は、スペクトル $Y(f)$ を I F F T 部 1 4 7 へ送る（図 4 参照）。

【 0 0 6 7 】

50

スペクトル $Y(f)$ 及び当該スペクトル $Y(f)$ に対応する位相スペクトル $P(f)$ を受けると、IFFT部147は、スペクトル $Y(f)$ 及び位相スペクトル $P(f)$ に基づいて逆フーリエ変換を行い、ノイズ低減信号 NDD を算出する。そして、IFFT部147は、ノイズ低減信号 NDD をアナログ処理ユニット150へ送る(図4参照)。

【0068】

図5には、受信電界強度の変化に対応した、ノイズ低減信号 NDD のレベル、及び、ノイズ低減信号 NDD に含まれるノイズ成分の変化の様子が示されている。なお、図5では、外来ノイズが無い場合におけるノイズ低減信号 NDD のレベル及びノイズ低減信号 NDD に含まれるノイズ成分のレベルの変化が、実線の太線及び細線で示されている。また、図5では、外来ノイズが有る場合におけるノイズ低減信号 NDD のレベル及びノイズ低減信号 NDD に含まれるノイズ成分のレベルの変化が、一点鎖線の太線及び細線で示されている。

10

【0069】

図5から分るように、外来ノイズのレベルの高低にかかわらず、受信電界強度の変化に対応したノイズ低減信号 NDD のレベル及びノイズ低減信号 NDD に含まれるノイズ成分のレベルの変化がほぼ同様の変化となっている。

【0070】

さて、ノイズ低減装置140Aから送られたノイズ低減信号 NDD を受けると、アナログ処理ユニット150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150は、生成された出力音声信号 AOS をスピーカユニット160へ送る(図3参照)。この結果、スピーカユニット160が、出力音声信号 AOS に従って、音声を再生出力する。

20

【0071】

以上説明したように、第1実施形態では、ノイズ推定部142が、検波信号 DTD をフーリエ変換して算出された振幅スペクトル $X(f)$ に含まれるノイズ成分のスペクトルであるノイズスペクトル $N_X(f)$ を推定する。そして、生成部143Aが、外来ノイズが無い場合に最適化されるように予め定められた引き去り率で、ノイズスペクトル $N_X(f)$ を振幅スペクトル $X(f)$ から引き去って、スペクトル $Q_A(f)$ を生成する。

【0072】

かかるスペクトル $Q_A(f)$ の生成と並行して、ノイズレベル推定部144Aが、ノイズスペクトル $N_X(f)$ で表されるノイズ成分のレベル値を推定する。この推定の結果である推定ノイズレベル値 NL_X が、外来ノイズが無い状態における無信号時の検波信号 DTD に含まれるノイズ成分の値である基準値 L_{T1} よりも大きな場合に、制御部145Aが、減衰部146Aを制御して、推定ノイズレベル値 NL_X と基準レベル L_{T1} との差に相当する値だけ、スペクトル $Q_A(f)$ を減衰させる。

30

【0073】

したがって、第1実施形態によれば、簡易な構成で、外来ノイズのレベルの高低にかかわらず、ミュージカルノイズの発生を抑制しつつ、無入力時のノイズレベルを均一化することができ、ひいては、簡易な構成で、外来ノイズのレベルの高低にかかわらず、ミュージカルノイズ音の発生を抑制しつつ、スピーカユニット160からの出力音を安定化することができる。

40

【0074】

[第2実施形態]

次に、本発明の第2実施形態を、図6を主に参照して説明する。

【0075】

<構成>

第2実施形態に係る放送受信装置は、上述した第1実施形態にかかる放送受信装置100Aと比べて、ノイズ低減装置140Aに代えて、図6に示される構成のノイズ低減装置140B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。

【0076】

50

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」と記すものとする。

【0077】

上記のノイズ低減装置140Bは、図6に示されるように、上述したノイズ低減装置140A（図4参照）と比べて、（a）IFFT部147が、生成部143Aにより生成されたスペクトル $Q_A(f)$ 、及び、FFT部141により算出された位相スペクトル $P(f)$ に基づいて逆フーリエ変換を行って信号SSDを生成する点、及び、（b）減衰部146Aに代えて、制御部145Aによる制御のもとで、信号SSDの減衰処理を行ってノイズ低減信号NDDを生成する減衰部146Bを備える点が異なっている。

【0078】

<動作>

以上のように構成された放送受信装置100Bの動作について、ノイズ低減装置140Bによるノイズ低減処理に主に着目して説明する。

【0079】

放送受信装置100Bでは、第1実施形態の放送受信装置100Aの場合と同様にして、検波ユニット135から、検波信号DTDがノイズ低減装置140Bへ送られる。そして、ノイズ低減装置140Bでは、FFT部141、ノイズ推定部142、生成部143A、ノイズレベル推定部144A及び制御部145Aが、放送受信装置100Aの場合と同様に動作して、振幅スペクトル $X(f)$ 、位相スペクトル $P(f)$ 、ノイズスペクトル $N_X(f)$ 、スペクトル $Q_A(f)$ 、推定ノイズレベル値 NL_X 及び減衰率を算出する。なお、上述したように、スペクトル $Q_A(f)$ は、生成部143AからIFFT部147へ送られる（図6参照）。

【0080】

スペクトル $Q_A(f)$ 及び当該スペクトル $Q_A(f)$ に対応する位相スペクトル $P(f)$ を受けると、IFFT部147は、スペクトル $Q_A(f)$ 及び位相スペクトル $P(f)$ に基づいて逆フーリエ変換を行い、信号SSDを算出する。そして、IFFT部147は、信号SSDを減衰部146Bへ送る（図6参照）。

【0081】

信号SSD及び減衰率を受けると、減衰部146Bは、信号SSDに対して減衰率による減衰処理（すなわち、信号SSDと減衰率との乗算）を行って、ノイズ低減信号NDDを算出する。そして、減衰部146Bは、ノイズ低減信号NDDをアナログ処理部150へ送る（図6参照）。

【0082】

なお、第2実施形態においては、受信電界強度の変化に対応した、ノイズ低減信号NDDのレベル、及び、ノイズ低減信号NDDに含まれるノイズ成分の変化は、上述した図5に示される変化と同様となる。

【0083】

ノイズ低減装置140Bから送られたノイズ低減信号NDDを受けると、アナログ処理ユニット150では、上述した第1実施形態の場合と同様にして、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150は、生成された出力音声信号AOSをスピーカユニット160へ送る（図3参照）。この結果、スピーカユニット160が、出力音声信号AOSに従って、音声を再生出力する。

【0084】

以上説明したように、第2実施形態では、第1実施形態の場合と同様にして、ノイズ推定部142が、検波信号DTDをフーリエ変換して算出された振幅スペクトル $X(f)$ に含まれるノイズ成分のスペクトルであるノイズスペクトル $N_X(f)$ を推定する。そして、生成部143Aが、外来ノイズが無い場合に最適化されるように予め定められた引き去り率で、ノイズスペクトル $N_X(f)$ を振幅スペクトル $X(f)$ から引き去って、スペクトル $Q_A(f)$ を生成する。引き続き、IFFT部147が、スペクトル $Q_A(f)$ 、及

10

20

30

40

50

び、検波信号 D T D をフーリエ変換して算出された位相スペクトル $P(f)$ に基づく逆フーリエ変換を行って、信号 S S D を生成する。

【 0 0 8 5 】

かかる信号 S S D の生成と並行して、第 1 実施形態の場合と同様にして、ノイズレベル推定部 1 4 4 A が、ノイズスペクトル $N_x(f)$ で表されるノイズ成分のレベル値を推定する。この推定の結果である推定ノイズレベル値 N_{L_x} が、外来ノイズが無い状態における無信号時の検波信号 D T D に含まれるノイズ成分の値である基準値 L_{T1} よりも大きな場合に、制御部 1 4 5 A が、減衰部 1 4 6 B を制御して、推定ノイズレベル値 N_{L_x} と基準レベル L_{T1} との差に相当する値だけ、信号 S S D を減衰させる。

【 0 0 8 6 】

したがって、第 2 実施形態によれば、第 1 実施形態の場合と同様に、簡易な構成で、外来ノイズのレベルの高低にかかわらず、ミュージカルノイズの発生を抑制しつつ、無入力時のノイズレベルを均一化することができ、ひいては、簡易な構成で、外来ノイズのレベルの高低にかかわらず、ミュージカルノイズ音の発生を抑制しつつ、スピーカユニット 1 6 0 からの出力音を安定化することができる。

【 0 0 8 7 】

[第 3 実施形態]

次いで、本発明の第 3 実施形態を、図 7 を主に参照して説明する。

【 0 0 8 8 】

< 構成 >

第 3 実施形態に係る放送受信装置は、上述した第 1 実施形態にかかる放送受信装置 1 0 0 A と比べて、ノイズ低減装置 1 4 0 A に代えて、図 7 に示される構成のノイズ低減装置 1 4 0 C 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。

【 0 0 8 9 】

なお、以下の説明においては、第 3 実施形態に係る放送受信装置を「放送受信装置 1 0 0 C」と記すものとする。

【 0 0 9 0 】

上記のノイズ低減装置 1 4 0 C は、図 7 に示されるように、上述したノイズ低減装置 1 4 0 A (図 4 参照) と比べて、生成部 1 4 3 A に代えて生成部 1 4 3 C を備える点、及び、制御部 1 4 5 A に代えて制御部 1 4 5 C を備える点が異なっている。

【 0 0 9 1 】

上記の生成部 1 4 3 C は、生成部 1 4 3 A と比べて、引き去り率 α を保持しておらず、制御部 1 4 5 C から送られた引き去り率 α_N により、次の (4) 式により、スペクトル $Q_C(f)$ を生成する点が異なっている。

$$|Q_C(f)| = |X(f)| - \alpha_N \cdot |N_x(f)| \quad \dots (4)$$

【 0 0 9 2 】

上記の制御部 1 4 5 C は、制御部 1 4 5 A と比べて、推定ノイズレベル値 N_{L_x} 、並びに、基準値 L_{T1} 及び基準値 L_{T2} (引き去り率 α_N を第 1 実施形態で採用した「 α 」とした場合に、外来ノイズが無い状態における無信号時のスペクトル $Q_C(f)$ に対応する信号のレベル値) に基づいて、生成部 1 4 3 C に対して指定する引き去り率 α_N 、及び、減衰部 1 4 6 A に対して指定する減衰率 β_N を算出する点が異なっている。なお、制御部 1 4 5 C による引き去り率 α_N 及び減衰率 β_N の算出処理については、後述する。

【 0 0 9 3 】

< 動作 >

以上のように構成された放送受信装置 1 0 0 C の動作について、ノイズ低減装置 1 4 0 C によるノイズ低減処理に主に着目して説明する。

【 0 0 9 4 】

放送受信装置 1 0 0 C では、第 1 実施形態の放送受信装置 1 0 0 A の場合と同様にして、検波ユニット 1 3 5 から、検波信号 D T D がノイズ低減装置 1 4 0 C へ送られる。そして、ノイズ低減装置 1 4 0 C では、FFT 部 1 4 1、ノイズ推定部 1 4 2 及びノイズレベ

10

20

30

40

50

ル推定部 144A が、放送受信装置 100A の場合と同様に動作して、振幅スペクトル $X(f)$ 、位相スペクトル $P(f)$ 、ノイズスペクトル $N_X(f)$ 及び、推定ノイズレベル値 NL_X を算出する（図 7 参照）。

【0095】

推定ノイズレベル値 NL_X を受けると、制御部 145C は、推定ノイズレベル値 NL_X に基づいて、引き去り率 N 及び減衰率 N を算出する。かかる引き去り率 N 及び減衰率 N の算出に際して、制御部 145C は、まず、推定ノイズレベル値 NL_X が基準値 L_{T1} よりも大きいかなかのレベル判定を行う。

【0096】

レベル判定の結果が否定的であった場合には、制御部 145C は、引き去り率 N を、第 1 実施形態で採用した「 α 」とするとともに、減衰率 N を「1」とする。一方、レベル判定の結果が肯定的であった場合には、制御部 145C は、生成部 143C に対して指定される引き去り率 N に対応する生成部 143C におけるノイズスペクトル $N_X(f)$ の引き去り量と、減衰部 146A に対して指定される減衰率 N に対応するスペクトル $Q_C(f)$ の減衰部 146A による減衰量との和が、推定ノイズレベル値 NL_X と基準レベル L_{T2} との差に相当する値とする。

【0097】

なお、第 3 実施形態では、推定ノイズレベル値 NL_X と基準レベル L_{T2} との差が大きなほど、引き去り率 N を小さくするとともに、減衰率 N を大きくするようになっている。

【0098】

振幅スペクトル $X(f)$ 、並びに、当該振幅スペクトル $X(f)$ に対応するノイズスペクトル $N_X(f)$ 及び引き去り率 N を受けると、生成部 143C は、上述した（4）式を利用して、スペクトル $Q_C(f)$ を算出する。そして、生成部 143C は、スペクトル $Q_C(f)$ を減衰部 146A へ送る（図 7 参照）。

【0099】

スペクトル $Q_C(f)$ 及び当該スペクトル $Q_C(f)$ に対応する減衰率 N を受けると、減衰部 146A は、スペクトル $Q_C(f)$ について、全周波数で減衰率 N による減衰算出（すなわち、スペクトル $Q_C(f)$ と減衰率 N との乗算）を行って、スペクトル $Y(f)$ を算出する。そして、減衰部 146A は、スペクトル $Y(f)$ を IFFT 部 147 へ送る（図 7 参照）。

【0100】

スペクトル $Y(f)$ 及び当該スペクトル $Y(f)$ に対応する位相スペクトル $P(f)$ を受けると、IFFT 部 147 は、第 1 実施形態の場合と同様に、スペクトル $Y(f)$ 及び位相スペクトル $P(f)$ に基づいて逆フーリエ変換を行い、ノイズ低減信号 NDD を算出する。そして、IFFT 部 147 は、ノイズ低減信号 NDD をアナログ処理ユニット 150 へ送る（図 7 参照）。

【0101】

なお、第 3 実施形態においては、受信電界強度の変化に対応した、ノイズ低減信号 NDD のレベル、及び、ノイズ低減信号 NDD に含まれるノイズ成分の変化は、上述した図 5 に示される変化とほぼ同様となる。

【0102】

ノイズ低減装置 140C から送られたノイズ低減信号 NDD を受けると、アナログ処理ユニット 150 では、上述した第 1 実施形態の場合と同様にして、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 150 は、生成された出力音声信号 AOS をスピーカユニット 160 へ送る（図 3 参照）。この結果、スピーカユニット 160 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 3 実施形態では、第 1 実施形態の場合と同様にして、ノイズ推定部 142 が、検波信号 DTD をフーリエ変換して算出された振幅スペクトル $X(f)$ に

10

20

30

40

50

含まれるノイズ成分のスペクトルであるノイズスペクトル $N_X(f)$ を推定する。引き続き、ノイズレベル推定部144Aが、ノイズスペクトル $N_X(f)$ で表されるノイズ成分のレベル値 N_{L_X} を推定する。

【0104】

次に、推定されたレベル値 N_{L_X} が、外来ノイズが無い状態における無信号時の検波信号DTDに含まれるノイズ成分の値である基準値 L_{T1} よりも大きな場合に、制御部145Cが、引き去り率 α_N 及び減衰率 β_N を算出する。かかる引き去り率 α_N 及び減衰率 β_N を算出に際しては、生成部143Cに対して指定される引き去り率 α_N に対応する生成部143Cにおけるノイズスペクトル $N_X(f)$ の引き去り量と、減衰部146Aに対して指定される減衰率 β_N に対応するスペクトル $Q_C(f)$ の減衰部146Aによる減衰量との和が、推定ノイズレベル値 N_{L_X} と基準レベル L_{T2} との差に相当する値となるようにする。

10

【0105】

そして、生成部143Cが、引き去り率 α_N で、ノイズスペクトル $N_X(f)$ を振幅スペクトル $X(f)$ から引き去って、スペクトル $Q_C(f)$ を生成する。引き続き、減衰部146Aが、減衰率 β_N に従ってスペクトル $Q_C(f)$ を減衰させる。

【0106】

したがって、第3実施形態によれば、第1実施形態の場合と同様に、簡易な構成で、外来ノイズのレベルの高低にかかわらず、ミュージカルノイズの発生を抑制しつつ、無入力時のノイズレベルを均一化することができ、ひいては、簡易な構成で、外来ノイズのレベルの高低にかかわらず、ミュージカルノイズ音の発生を抑制しつつ、スピーカユニット160からの出力音を安定化することができる。

20

【0107】

また、第3実施形態では、推定ノイズレベル値 N_{L_X} と基準レベル L_{T2} との差が大きなほど、引き去り率 α_N を小さくするとともに、減衰率 β_N を大きくするようになっている。したがって、ミュージカルノイズの発生を適切に抑制することができる。

【0108】

[第4実施形態]

次いで、本発明の第4実施形態を、図8を主に参照して説明する。

【0109】

<構成>

30

第4実施形態に係る放送受信装置は、上述した第1実施形態にかかる放送受信装置100Aと比べて、ノイズ低減装置140Aに代えて、図8に示される構成のノイズ低減装置140D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。

【0110】

なお、以下の説明においては、第4実施形態に係る放送受信装置を「放送受信装置100D」と記すものとする。

【0111】

上記のノイズ低減装置140Dは、図8に示されるように、上述したノイズ低減装置140A(図4参照)と比べて、ノイズレベル推定部144Aに代えてノイズレベル推定部144Dを備える点、及び、制御部145Aに代えて制御部145Dを備える点が異なっている。

40

【0112】

上記のノイズレベル推定部144Dは、生成部143Aから送られたスペクトル $Q_A(f)$ を受ける。そして、ノイズレベル推定部144Dは、スペクトル $Q_A(f)$ に含まれるノイズ成分のレベル値を推定する。

【0113】

かかるノイズ成分のレベル値の推定に際して、ノイズレベル推定部144Dは、まず、上述したノイズ推定部142の場合と同様にして、スペクトル $Q_A(f)$ に含まれるノイズ成分を推定し、ノイズスペクトル $N_Q(f)$ を算出する。引き続き、ノイズレベル推定部144Dは、上述したノイズレベル推定部144Aの場合と同様にして、ノイズスペク

50

トル $N_Q(f)$ が反映しているノイズ成分のレベル値を推定する。こうして推定されたノイズ成分のレベル値が、推定ノイズレベル値 NL_Q として、制御部145Dへ送られる。

【0114】

上記の制御部145Dは、ノイズレベル推定部144Dから送られた推定ノイズレベル値 NL_Q を受ける。そして、制御部145Dは、推定ノイズレベル値 NL_Q 及び基準値 L_{T2} に基づいて、減衰率を算出する。こうして算出された減衰率は、減衰部146Aへ送られる。

【0115】

なお、制御部145Dによる減衰率の算出処理については、後述する。

【0116】

<動作>

以上のように構成された放送受信装置100Dの動作について、ノイズ低減装置140Dによるノイズ低減処理に主に着目して説明する。

【0117】

放送受信装置100Dでは、第1実施形態の放送受信装置100Aの場合と同様にして、検波ユニット135から、検波信号DTDがノイズ低減装置140Dへ送られる。そして、ノイズ低減装置140Dでは、FFT部141、ノイズ推定部142及び生成部143Aが、放送受信装置100Aの場合と同様に動作して、振幅スペクトル $X(f)$ 、位相スペクトル $P(f)$ 、ノイズスペクトル $N_X(f)$ 及びスペクトル $Q_A(f)$ を算出する。なお、ノイズ低減装置140Dでは、スペクトル $Q_A(f)$ は、減衰部146Aに加えて、ノイズレベル推定部144Dへも送られる(図8参照)。

【0118】

スペクトル $Q_A(f)$ を受けると、ノイズレベル推定部144Dは、上述のようにして、スペクトル $Q_A(f)$ に含まれるノイズ成分のレベル値を推定する。そして、ノイズレベル推定部144Dは、推定結果を、推定ノイズレベル値 NL_Q として制御部145Dへ送る。

【0119】

推定ノイズレベル値 NL_Q を受けると、制御部145Dは、推定ノイズレベル値 NL_Q に基づいて、減衰率を算出する。かかる減衰率の算出に際して、制御部145Dは、まず、推定ノイズレベル値 NL_Q が基準値 L_{T2} よりも大きいか否かのレベル判定を行う。

【0120】

レベル判定の結果が否定的であった場合には、制御部145Dは、減衰率を「1」とする。一方、レベル判定の結果が肯定的であった場合には、制御部145Dは、減衰率を、推定ノイズレベル値 NL_Q と基準レベル L_{T2} との差に相当する値とする。そして、制御部145Dは、算出された減衰率(< 1)を減衰部146Aへ送る(図8参照)。

【0121】

スペクトル $Q_A(f)$ 及び当該スペクトル $Q_A(f)$ に対応する減衰率を受けると、減衰部146Aは、スペクトル $Q_A(f)$ について、全周波数で減衰率による減衰算出(すなわち、スペクトル $Q_A(f)$ と減衰率との乗算)を行って、スペクトル $Y(f)$ を算出する。そして、減衰部146Aは、スペクトル $Y(f)$ をIFFT部147へ送る(図8参照)。

【0122】

スペクトル $Y(f)$ 及び当該スペクトル $Y(f)$ に対応する位相スペクトル $P(f)$ を受けると、IFFT部147は、第1実施形態の場合と同様に、スペクトル $Y(f)$ 及び位相スペクトル $P(f)$ に基づいて逆フーリエ変換を行い、ノイズ低減信号NDDを算出する。そして、IFFT部147は、ノイズ低減信号NDDをアナログ処理ユニット150へ送る(図8参照)。

【0123】

なお、第4実施形態においては、受信電界強度の変化に対応した、ノイズ低減信号NDDのレベル、及び、ノイズ低減信号NDDに含まれるノイズ成分の変化は、上述した図5

10

20

30

40

50

に示される変化と同様となる。

【 0 1 2 4 】

ノイズ低減装置 1 4 0 D から送られたノイズ低減信号 N D D を受けると、アナログ処理ユニット 1 5 0 では、上述した第 1 実施形態の場合と同様にして、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 1 5 0 は、生成された出力音声信号 A O S をスピーカユニット 1 6 0 へ送る（図 3 参照）。この結果、スピーカユニット 1 6 0 が、出力音声信号 A O S に従って、音声を再生出力する。

【 0 1 2 5 】

以上説明したように、第 4 実施形態では、第 1 実施形態の場合と同様にして、ノイズ推定部 1 4 2 が、検波信号 D T D をフーリエ変換して算出された振幅スペクトル $X(f)$ に含まれるノイズ成分のスペクトルであるノイズスペクトル $N_X(f)$ を推定する。そして、生成部 1 4 3 A が、外来ノイズが無い場合に最適化されるように予め定められた引き去り率 α で、ノイズスペクトル $N_X(f)$ を振幅スペクトル $X(f)$ から引き去って、スペクトル $Q_A(f)$ を生成する。

【 0 1 2 6 】

次に、ノイズレベル推定部 1 4 4 D が、スペクトル $Q_A(f)$ に含まれるノイズ成分のレベル値を推定する。この推定の結果である推定ノイズレベル値 N_{L_Q} が、外来ノイズが無い状態における無信号時のスペクトル $Q_A(f)$ に含まれるノイズ成分の値である基準値 L_{T_2} よりも大きな場合に、制御部 1 4 5 D が、減衰部 1 4 6 A を制御して、推定ノイズレベル値 N_{L_Q} と基準レベル L_{T_2} との差に相当する値だけ、スペクトル $Q_A(f)$ を減衰させる。

【 0 1 2 7 】

したがって、第 4 実施形態によれば、第 1 実施形態の場合と同様に、簡易な構成で、外来ノイズのレベルの高低にかかわらず、ミュージカルノイズの発生を抑制しつつ、無入力時のノイズレベルを均一化することができ、ひいては、簡易な構成で、外来ノイズのレベルの高低にかかわらず、ミュージカルノイズ音の発生を抑制しつつ、スピーカユニット 1 6 0 からの出力音を安定化することができる。

【 0 1 2 8 】

[第 5 実施形態]

次いで、本発明の第 5 実施形態を、図 9 を主に参照して説明する。

【 0 1 2 9 】

< 構成 >

第 5 実施形態に係る放送受信装置は、上述した第 4 実施形態にかかる放送受信装置 1 0 0 D と比べて、ノイズ低減装置 1 4 0 D に代えて、図 9 に示される構成のノイズ低減装置 1 4 0 E 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。

【 0 1 3 0 】

なお、以下の説明においては、第 5 実施形態に係る放送受信装置を「放送受信装置 1 0 0 E」と記すものとする。

【 0 1 3 1 】

上記のノイズ低減装置 1 4 0 E は、図 9 に示されるように、上述したノイズ低減装置 1 4 0 D（図 8 参照）と比べて、（ a ）ノイズレベル推定部 1 4 4 D が、減衰部 1 4 6 A から出力されるスペクトル $Y(f)$ に含まれるノイズ成分のレベル値を推定する点、及び、（ b ）制御部 1 4 5 D に代えて制御部 1 4 5 E を備える点が異なっている。なお、ノイズ低減装置 1 4 0 E では、ノイズレベル推定部 1 4 4 D による推定結果は、推定ノイズレベル値 N_{L_Y} として、制御部 1 4 5 E へ送られる。

【 0 1 3 2 】

上記の制御部 1 4 5 E は、ノイズレベル推定部 1 4 4 D から送られた推定ノイズレベル値 N_{L_Y} を受ける。そして、制御部 1 4 5 E は、推定ノイズレベル値 N_{L_Y} 及び基準値 L_{T_2} に基づいて、減衰率 β を算出する。こうして算出された減衰率 β は、減衰部 1 4 6 A へ送

10

20

30

40

50

られる。

【0133】

なお、制御部145Eによる減衰率の算出処理については、後述する。

【0134】

<動作>

以上のように構成された放送受信装置100Eの動作について、ノイズ低減装置140Eによるノイズ低減処理に主に着目して説明する。

【0135】

放送受信装置100Eでは、第4実施形態の放送受信装置100Dの場合と同様にして、検波ユニット135から、検波信号DTDがノイズ低減装置140Eへ送られる。そして、ノイズ低減装置140Eでは、FFT部141、ノイズ推定部142、生成部143A及び減衰部146Aが、放送受信装置100Dの場合と同様に動作して、振幅スペクトル $X(f)$ 、位相スペクトル $P(f)$ 、ノイズスペクトル $N_X(f)$ 、スペクトル $Q_A(f)$ 及びスペクトル $Y(f)$ が算出される。なお、ノイズ低減装置140Eでは、スペクトル $Y(f)$ が、ノイズレベル推定部144Dへも送られる(図9参照)。

10

【0136】

スペクトル $Y(f)$ を受けると、ノイズレベル推定部144Dは、ノイズ低減装置140Dの場合と同様に動作して、スペクトル $Y(f)$ に含まれるノイズ成分のレベル値を推定する。そして、ノイズレベル推定部144Dは、推定結果を、推定ノイズレベル値 N_{LY} として制御部145Eへ送る(図9参照)。

20

【0137】

推定ノイズレベル値 N_{LY} を受けると、制御部145Eは、推定ノイズレベル値 N_{LY} 及び基準値 L_{T2} に基づいて、減衰率を算出する。かかる減衰率の算出に際して、制御部145Eは、まず、推定ノイズレベル値 N_{LY} と基準値 L_{T2} との差異を算出する。引き続き、制御部145Eは、当該差異に基づいて、推定ノイズレベル値 N_{LY} と基準値 L_{T2} とを一致させるために必要な現時点の減衰率からの変化量を算出する。

【0138】

次に、制御部145Eは、現時点の減衰率から当該算出された変化量だけ変化させた新たな減衰率を算出する。そして、制御部145Eは、当該新たな減衰率を減衰率として、減衰部146Aへ送る。この結果、減衰部146Aでは、新たに受けた減衰率で、スペクトル $Q_A(f)$ について、全周波数で減衰率による減衰算出を行って、スペクトル $Y(f)$ を算出する(図9参照)。

30

【0139】

スペクトル $Y(f)$ 及び当該スペクトル $Y(f)$ に対応する位相スペクトル $P(f)$ を受けると、IFFT部147は、第4実施形態の場合と同様に、スペクトル $Y(f)$ 及び位相スペクトル $P(f)$ に基づいて逆フーリエ変換を行い、ノイズ低減信号NDDを算出する。そして、IFFT部147は、ノイズ低減信号NDDをアナログ処理ユニット150へ送る(図9参照)。

【0140】

なお、第5実施形態においては、受信電界強度の変化に対応した、ノイズ低減信号NDDのレベル、及び、ノイズ低減信号NDDに含まれるノイズ成分の変化は、上述した図5に示される変化とほぼ同様となる。

40

【0141】

ノイズ低減装置140Eから送られたノイズ低減信号NDDを受けると、アナログ処理ユニット150では、上述した第4実施形態の場合と同様にして、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150は、生成された出力音声信号AOSをスピーカユニット160へ送る(図3参照)。この結果、スピーカユニット160が、出力音声信号AOSに従って、音声を再生出力する。

【0142】

50

以上説明したように、第5実施形態では、第4実施形態の場合と同様にして、ノイズ推定部142が、検波信号DTDをフーリエ変換して算出された振幅スペクトル $X(f)$ に含まれるノイズ成分のスペクトルであるノイズスペクトル $N_X(f)$ を推定する。引き続き、生成部143Aが、外来ノイズが無い場合に最適化されるように予め定められた引き去り率で、ノイズスペクトル $N_X(f)$ を振幅スペクトル $X(f)$ から引き去って、スペクトル $Q_A(f)$ を生成する。そして、減衰部146Aが、制御部145Eにより指定された減衰率に従ってスペクトル $Q_A(f)$ を減衰させ、スペクトル $Y(f)$ を生成する。

【0143】

ノイズレベル推定部144Dは、こうして生成されたスペクトル $Y(f)$ に含まれるノイズ成分のレベル値を推定する。引き続き、制御部145Eは、推定されたレベル値 N_{LY} と、外来ノイズが無い状態における無信号時のスペクトル $Q_A(f)$ に含まれるノイズ成分の値である基準値 L_{T2} との差異に基づいて、推定ノイズレベル値 N_{LY} と基準値 L_{T2} とを一致させるために必要な現時点の減衰率からの変化量を算出する。そして、制御部145Eは、現時点の減衰率から当該算出された変化量だけ変化させた新たな減衰率を算出し、算出された新たな減衰率を減衰部146Aへ送る。すなわち、第5実施形態では、上述した第1～第4実施形態におけるフィードフォワード型による減衰部による減衰処理の制御ではなく、フィードフォワード型による減衰部による減衰処理の制御を行う。

【0144】

したがって、第5実施形態によれば、簡易な構成で、外来ノイズのレベルの高低にかかわらず、ミュージカルノイズの発生を抑制しつつ、無入力時のノイズレベルの均一化を高い精度で実現することができ、ひいては、簡易な構成で、外来ノイズのレベルの高低にかかわらず、ミュージカルノイズ音の発生を抑制しつつ、スピーカユニット160からの出力音の安定化を高い精度で実現することができる。

【0145】

[実施形態の変形]

本発明は、上記の第1～第5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。

【0146】

例えば、第1実施形態から第2実施形態の変形を、第3及び第4実施形態に対して行うようにしてもよい。

【0147】

また、第1実施形態から第3実施形態の変形を、第2、第4及び第5実施形態に対して行うようにしてもよい。

【0148】

また、上記の第1～第5実施形態では、本発明のノイズ低減装置を放送受信装置に適用するにしたが、自動利得制御を行う音声通信装置等に本発明のノイズ低減装置を適用してもよい。

【0149】

なお、上記の第1～第5実施形態におけるノイズ低減装置を中央処理装置(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。

【符号の説明】

【0150】

10

20

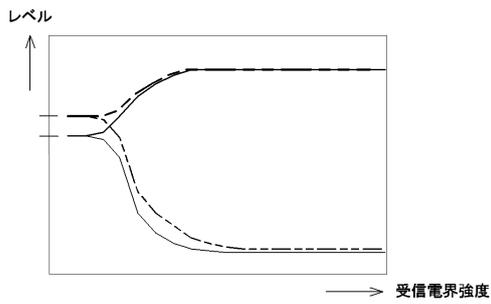
30

40

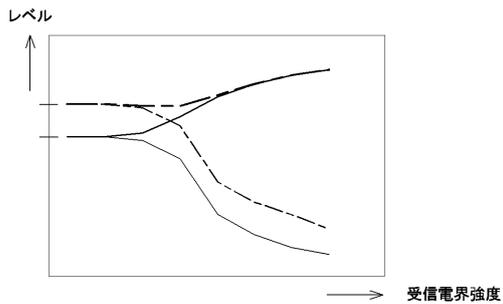
50

- 1 0 0 A ~ 1 0 0 E ... 放送受信装置
- 1 3 0 ... レベル調整ユニット (レベル調整部)
- 1 3 5 ... 検波ユニット (検波部)
- 1 4 0 A ~ 1 4 0 E ... ノイズ低減装置
- 1 4 3 A , 1 4 3 C ... 生成部
- 1 4 4 A , 1 4 4 D ... ノイズレベル推定部
- 1 4 5 A , 1 4 5 C , 1 4 5 D , 1 4 5 E ... 制御部

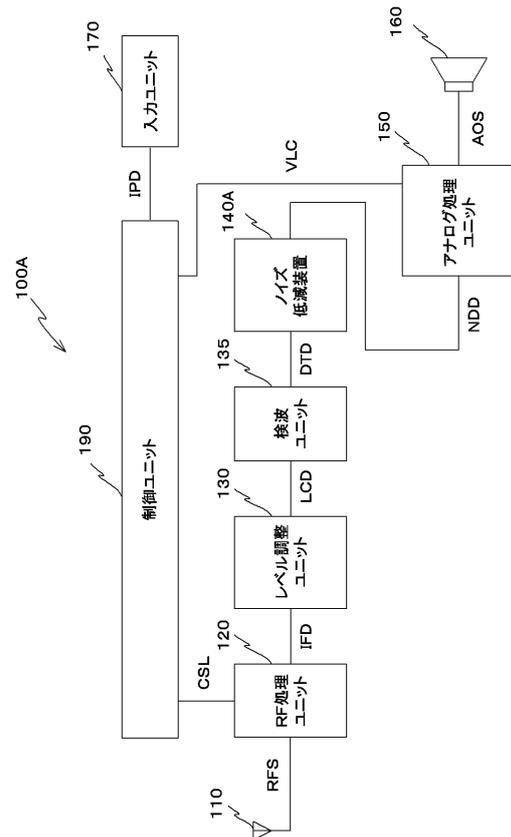
【 図 1 】



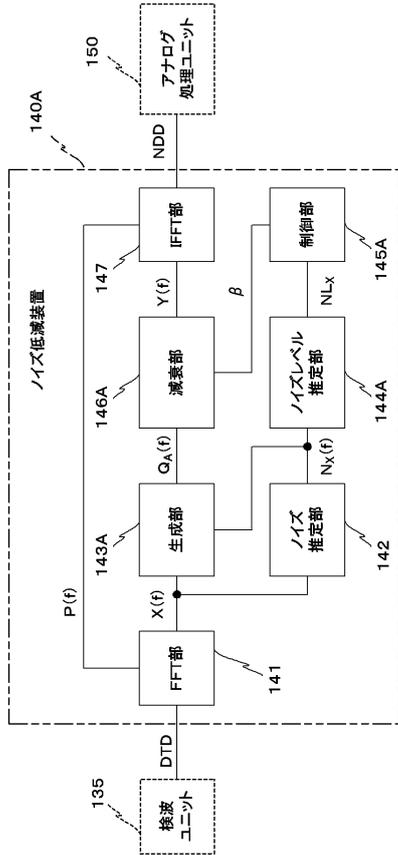
【 図 2 】



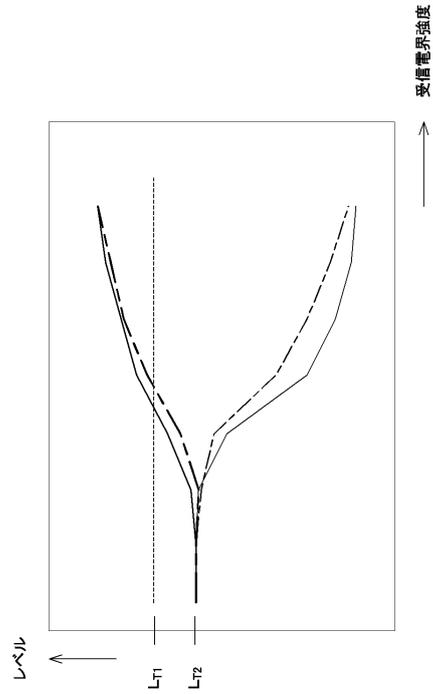
【 図 3 】



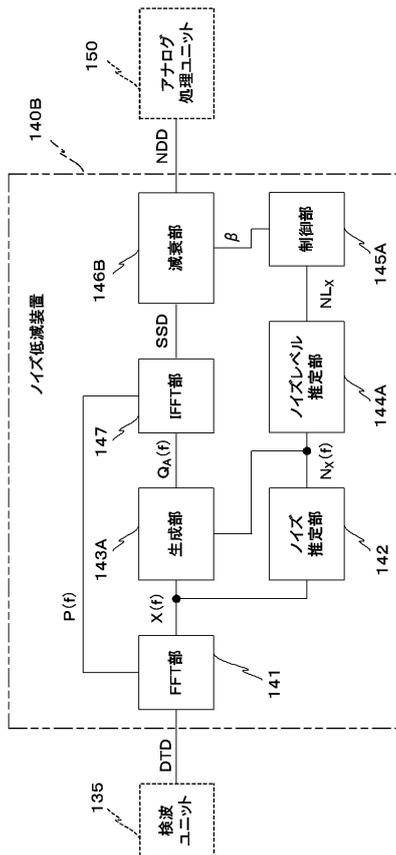
【図4】



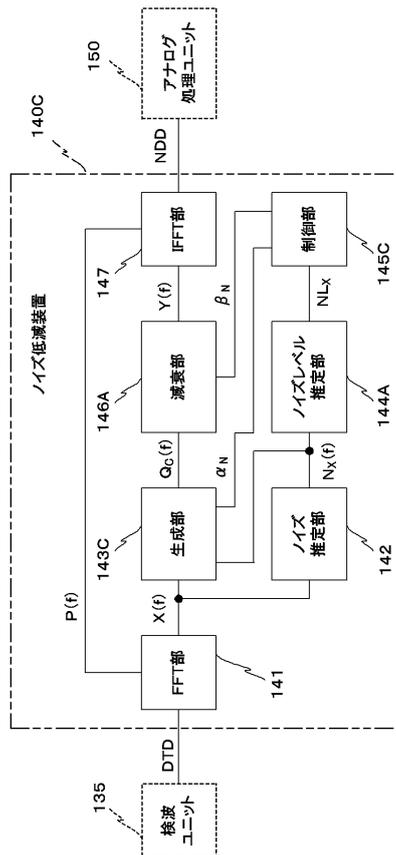
【図5】



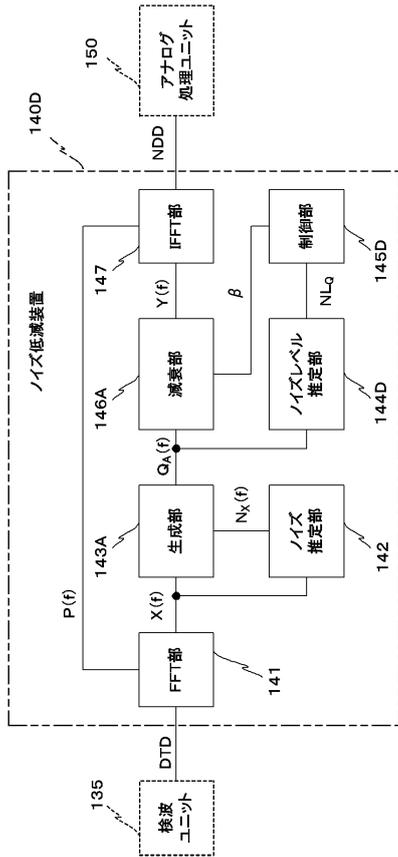
【図6】



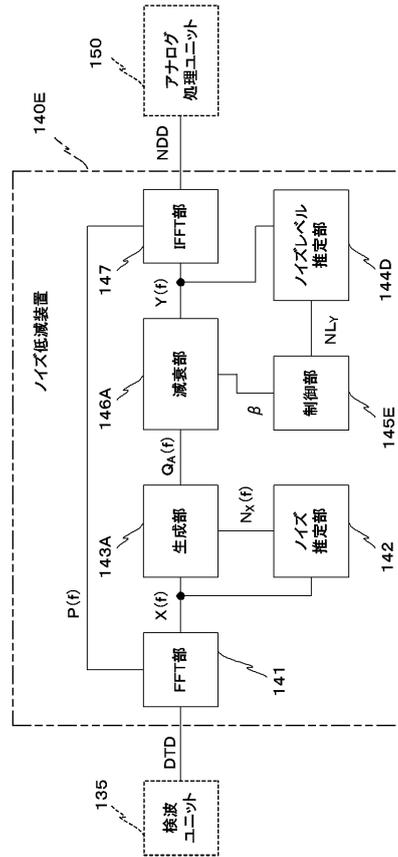
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-366200(JP,A)
国際公開第99/050825(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04B 1/10