

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6695716号
(P6695716)

(45) 発行日 令和2年5月20日(2020.5.20)

(24) 登録日 令和2年4月24日(2020.4.24)

(51) Int. Cl. F 1
HO 4 H 40/72 (2008.01) HO 4 H 40/72
HO 4 B 1/16 (2006.01) HO 4 B 1/16 R

請求項の数 10 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2016-53573 (P2016-53573)	(73) 特許権者	000005016 パイオニア株式会社 東京都文京区本駒込二丁目28番8号
(22) 出願日	平成28年3月17日(2016.3.17)	(74) 代理人	110002332 特許業務法人綾船国際特許事務所
(65) 公開番号	特開2017-169095 (P2017-169095A)	(72) 発明者	虎井 駿 埼玉県川越市山田25番地1 パイオニア株式会社川越事業所内
(43) 公開日	平成29年9月21日(2017.9.21)	(72) 発明者	安仲 亮 埼玉県川越市山田25番地1 パイオニア株式会社川越事業所内
審査請求日	平成31年2月27日(2019.2.27)	(72) 発明者	市川 俊人 埼玉県川越市山田25番地1 パイオニア株式会社川越事業所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 受信装置及び信号処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ステレオ放送信号に対応する帯域の受信波の受信処理を行う受信装置であって、
 周期的に得られた差信号成分のパワースペクトルの時間平均を算出する算出部と；
 前記算出部による算出結果に基づいて、擬似ステレオ成分の生成に際して利用される周波数帯ごとの、和信号成分のスペクトルに対して重み付けを行う重み付け係数を決定する決定部と；
 を備えることを特徴とする受信装置。

【請求項2】

前記決定された重み付け係数により、和信号成分のスペクトルに対して周波数帯ごとの重み付けを行って、前記擬似ステレオ成分のスペクトルを生成する生成部；を更に備えることを特徴とする請求項1に記載の受信装置。

【請求項3】

前記決定部は、前記パワースペクトルにおけるパワー値が予め定められた閾値以上の周波数帯については、前記重み付け係数を「1」に決定する、ことを特徴とする請求項1又は2に記載の受信装置。

【請求項4】

前記決定部は、前記パワースペクトルにおけるパワー値が前記閾値未満の周波数帯については、前記重み付け係数を「0」に決定する、ことを特徴とする請求項3に記載の受信装置。

【請求項 5】

前記決定部は、前記パワースペクトルにおけるパワー値が前記閾値未満の周波数帯については、前記パワースペクトルにおけるパワー値が前記閾値以上の周波数帯から遠ざかるにつれて、「0」となるまで予め定められた傾きで減少するように、前記重み付け係数を決定する、ことを特徴とする請求項 3 に記載の受信装置。

【請求項 6】

前記算出部は、前記受信波の電界強度及び前記受信波の検波結果におけるノイズレベルの評価結果の少なくとも一方に基づいて、前記時間平均の対象となる時間幅を決定する、ことを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の受信装置。

【請求項 7】

前記受信波の電界強度及び前記受信波の検波結果におけるノイズレベルの評価結果の少なくとも一方に基づく混合比で、前記擬似ステレオ成分のスペクトルと、前記差信号成分のスペクトルとを混合して、再生用ステレオ成分のスペクトルを生成する混合部を更に備える、ことを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の受信装置。

【請求項 8】

算出部と、決定部とを備え、ステレオ放送信号に対応する帯域の受信波の受信処理を行う受信装置において使用される信号処理方法であって、

算出部が、周期的に得られた差信号成分のパワースペクトルの時間平均を算出する算出工程と；

決定部が、前記算出工程における算出結果に基づいて、擬似ステレオ成分の生成に際して利用される周波数帯ごとの、和信号成分のスペクトルに対して重み付けを行う重み付け係数を決定する決定工程と；

を備えることを特徴とする信号処理方法。

【請求項 9】

受信装置が有するコンピュータに、請求項 8 に記載の信号処理方法を実行させる、ことを特徴とする信号処理プログラム。

【請求項 10】

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 9 に記載の信号処理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、受信装置、信号処理方法及び信号処理プログラム、並びに、当該信号処理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、FMステレオ放送波を受信して処理し、放送音声ステレオ再生して出力する受信装置が広く普及している。こうしたFMステレオ放送のステレオ再生は、電界強度の弱化やマルチパスノイズが発生すると、モノラル再生より再生音声が悪化しやすい。そこで、ステレオ再生とモノラル再生とを受信状況に応じて徐々に切り替える技術が多く採用されていた。

【0003】

しかしながら、ステレオ音声とモノラル音声とでは、音質的に大きな差がある。このため、電界強度やノイズレベルの変化が大きいときには、ステレオ音声とモノラル音声との混合比が大きく変化する。この結果、電界強度やノイズレベルの変化が大きいときには、聴取者に聴感上の違和感を与えることになる。このため、擬似ステレオ音声を生成し、ステレオ再生と擬似ステレオ再生とを受信状況に応じて徐々に切り替え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）。

【0004】

この従来例の技術では、ステレオ和信号（以下、単に「和信号」とも呼ぶ）（L + R）

10

20

30

40

50

、左チャンネル信号L及び右チャンネル信号Rの3種の信号のフーリエ変換信号に基づいて、疑似ステレオ信号を生成する。そして、ステレオ再生と疑似ステレオ再生とを受信状況に応じて徐々に切り替える。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2010-245883号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従来例の技術では、左チャンネル信号L及び右チャンネル信号Rを、ステレオ和信号(L+R)及びステレオ差信号(以下、単に「差信号」とも呼ぶ)(L-R)に基づいて生成する。ここで、差信号(L-R)の信号品質は、和信号(L+R)と比べて、電界強度の弱化やマルチパスノイズの発生の影響を大きく受ける。このため、疑似ステレオ成分に関する信号成分の生成に利用される左チャンネル信号L及び右チャンネル信号Rも、電界強度の弱化やマルチパスノイズが発生の影響を大きく受ける。この結果、電界強度の弱化やマルチパスノイズが発生し、受信品質が悪化している場合には、差信号(L-R)に含まれるノイズや歪みが、直接的に疑似ステレオ成分に関する信号成分に反映されてしまう。

【0007】

また、従来例の技術では、疑似ステレオ成分に関する信号成分の生成に際して、ステレオ和信号(L+R)、左チャンネル信号L及び右チャンネル信号RのそれぞれのFFT(Fast Fourier Transformation)処理を行う。この結果、従来例の技術では、FFT処理のための資源を3箇所に配置するようになっている。このため、簡易な構成で疑似ステレオ成分に関する信号成分の生成をできるとは言い難かった。

【0008】

さらに、従来例の技術では、疑似ステレオ信号を生成するための重み付け係数の計算を、FFT処理結果における周波数サブバンドごとに4回行う必要がある。この結果、演算負荷が小さいとはいえなかった。

【0009】

このため、受信品質の悪化に対する耐性を有しつつ、簡易に疑似ステレオ成分に関する信号成分を生成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、ステレオ放送信号に対応する帯域の受信波の受信処理を行う受信装置であって、周期的に得られた差信号成分のパワースペクトルの時間平均を算出する算出部と；前記算出部による算出結果に基づいて、疑似ステレオ成分の生成に際して利用される周波数帯ごとの、和信号成分のスペクトルに対して重み付けを行う重み付け係数を決定する決定部と；を備えることを特徴とする受信装置である。

【0011】

請求項8に記載の発明は、算出部と、決定部とを備え、ステレオ放送信号に対応する帯域の受信波の受信処理を行う受信装置において使用される信号処理方法であって、算出部が、周期的に得られた差信号成分のパワースペクトルの時間平均を算出する算出工程と；決定部が、前記算出工程における算出結果に基づいて、疑似ステレオ成分の生成に際して利用される周波数帯ごとの、和信号成分のスペクトルに対して重み付けを行う重み付け係数を決定する決定工程と；を備えることを特徴とする信号処理方法である。

【0012】

請求項9に記載の発明は、受信装置が有するコンピュータに、請求項8に記載の信号処

10

20

30

40

50

理方法を実行させる、ことを特徴とする信号処理プログラムである。

【 0 0 1 3 】

請求項 1 0 に記載の発明は、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 9 に記載の信号処理プログラムが記録されている、ことを特徴とする記録媒体である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 4 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態に係る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 の信号加工ユニットの構成を示すブロック図である。

【 図 3 】 図 2 の加工部の構成を示すブロック図である。

【 図 4 】 受信波の電界強度の変化に応じた混合部における混合比の変化例、及び、受信波の検波結果におけるノイズレベルの評価結果の変化に応じた混合部における混合比の変化例を示す図である。

【 図 5 】 図 3 の算出部による処理を説明するための図である。

【 図 6 】 図 3 の決定部による処理を説明するための図である。

【 図 7 】 決定部による処理の変形例を説明するための図である。

【 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、図 1 ~ 図 6 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]

図 1 には、一実施形態に係る受信装置 1 0 0 の概略的な構成がブロック図にて示されている。なお、受信装置 1 0 0 は、ステレオ放送信号に対応する帯域の受信波の受信処理を行う受信装置である

【 0 0 1 7 】

図 1 に示されるように、受信装置 1 0 0 は、アンテナ 1 1 0 と、RF 処理ユニット 1 2 0 と、検波ユニット 1 3 0 と、ステレオ復調ユニット 1 3 5 とを備えている。また、受信装置 1 0 0 は、高域レベル検出ユニット 1 4 0 と、レベル検出ユニット 1 5 0 と、信号加工ユニット 1 6 0 と、アナログ処理ユニット 1 7 0 とを備えている。さらに、受信装置 1 0 0 は、スピーカユニット 1 8 0_L、1 8 0_R と、入力ユニット 1 8 5 と、制御ユニット 1 9 0 とを備えている。

【 0 0 1 8 】

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

【 0 0 1 9 】

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

【 0 0 2 0 】

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

10

20

30

40

50

部発振信号とを混合する。

【 0 0 2 1 】

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。I Fフィルタを通過した信号は、A D変換器へ送られるとともに、希望局放送波から送られた放送波を反映した信号R R Sとして、レベル検出ユニット1 5 0へ送られる。

【 0 0 2 2 】

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へ送られる。

【 0 0 2 3 】

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 4 】

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す。検波ユニット1 3 0による検波処理の結果は、検波信号D T Dとして、ステレオ復調ユニット1 3 5及び高域レベル検出ユニット1 4 0へ送られる。

【 0 0 2 5 】

なお、検波信号D T Dは、和信号成分がステレオ用主チャンネルの周波数帯（ベースバンド）に含まれるとともに、差信号成分がステレオ用副チャンネルの周波数帯に含まれるステレオ複合信号となっている。

【 0 0 2 6 】

上記のステレオ復調ユニット1 3 5は、検波ユニット1 3 0から送られた検波信号D T Dを受ける。そして、ステレオ復調ユニット1 3 5は、検波信号D T Dに対してステレオ復調処理を施して、左チャンネル信号L D及び右チャンネル信号R Dを生成する。こうして生成された左チャンネル信号L D及び右チャンネル信号R Dは、信号加工ユニット1 6 0へ送られる。

【 0 0 2 7 】

なお、ステレオ復調ユニット1 3 5は、ステレオ復調処理に際して、まず、和信号成分を抽出するとともに、差信号成分をベースバンド信号に変換する。なお、以後の説明においては、ベースバンド信号に変換された差信号成分を、単に、「差信号成分」と呼ぶ。

【 0 0 2 8 】

次に、ステレオ復調ユニット1 3 5は、和信号成分と差信号成分とを加算することにより、左チャンネル信号L Dを生成する。また、ステレオ復調ユニット1 3 5は、和信号成分から差信号成分を差し引くことにより、右チャンネル信号R Dを生成する。

【 0 0 2 9 】

上記の高域レベル検出ユニット1 4 0は、検波ユニット1 3 0から送られた検波信号D T Dを受ける。そして、高域レベル検出ユニット1 4 0は、ステレオ複合信号の信号帯域よりも高い周波数帯域の成分のレベルを検出する。高域レベル検出ユニット1 4 0による検出結果は、高域レベルH Lとして、信号加工ユニット1 6 0へ送られる。

【 0 0 3 0 】

なお、高域レベル検出ユニット1 4 0により検出された高域レベルH Lは、検波信号D T Dにおけるステレオ複合信号の周波数帯に含まれるノイズのレベルと高い正の相関を有している。このため、高域レベルH Lにより、ノイズのレベルを評価できるようになっている。そこで、以下の説明においては、高域レベルH Lを「ノイズレベルH L」とも記すものとする。

【 0 0 3 1 】

上記のレベル検出ユニット1 5 0は、R F処理ユニット1 2 0から送られた信号R R Sを受ける。そして、レベル検出ユニット1 5 0は、信号R R Sのレベルを検出する。レベ

10

20

30

40

50

ル検出ユニット150による検出結果は、レベルSLとして、信号加工ユニット160へ送られる。

【0032】

なお、レベル検出ユニット150により検出されたレベルSLは、アンテナ110付近における希望放送局からの放送波の電界強度を反映している。このため、レベルSLにより、アンテナ110付近における希望放送局からの放送波の電界強度を知ることができる。そこで、以下の説明においては、レベルSLを「電界強度SL」とも記すものとする。

【0033】

上記の信号加工ユニット160は、ステレオ復調ユニット135から送られた左チャンネル信号LD及び右チャンネル信号RDを受ける。また、信号加工ユニット160は、高域レベル検出ユニット140から送られたノイズレベルHL、及び、レベル検出ユニット150から送られた電界強度SLを受ける。そして、信号加工ユニット160は、ノイズレベルHL及び電界強度SL、並びに、左チャンネル信号LD及び右チャンネル信号RDに基づいて、加工左信号MLD及び加工右信号MRDを生成する。こうして生成された加工左信号MLD及び加工右信号MRDは、アナログ処理ユニット170へ送られる。

【0034】

なお、信号加工ユニット160の構成の詳細については、後述する。

【0035】

上記のアナログ処理ユニット170は、信号加工ユニット160から送られた加工左信号MLD及び加工右信号MRDを受ける。そして、アナログ処理ユニット170は、制御ユニット190による制御のもとで、左出力音声信号AOS_L及び右出力音声信号AOS_Rを生成する。

【0036】

生成された左出力音声信号AOS_Lは、スピーカユニット180_Lへ送られる。また、生成された右出力音声信号AOS_Rは、スピーカユニット180_Rへ送られる。

【0037】

かかる機能を有するアナログ処理ユニット170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、信号加工ユニット160から送られた加工左信号MLD及び加工右信号MRDを受ける。そして、DA変換部は、加工左信号MLD及び加工右信号MRDを左アナログ信号及び右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。

【0038】

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、本実施形態では、電子ボリューム素子等を備えて構成されている。音量調整部による音量調整結果の信号は、パワー増幅部へ送られる。

【0039】

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左出力音声信号AOS_L及び右出力音声信号AOS_Rが、スピーカユニット180_L及びスピーカユニット180_Rへそれぞれ送られる。

【0040】

上記のスピーカユニット180_Lは、スピーカを備えている。このスピーカユニット180_Lは、アナログ処理ユニット170から送られた左出力音声信号AOS_Lに従って、音声再生出力する。

【0041】

上記のスピーカユニット180_Rは、スピーカユニット180_Lと同様に、スピーカを備

10

20

30

40

50

えている。このスピーカユニット 180_R は、アナログ処理ユニット 170 から送られた右出力音声信号 AOS_R に従って、音声を再生出力する。

【0042】

上記の入力ユニット 185 は、受信装置 100 の本体部に設けられたキー部、あるいはキー部を備えるリモート入力装置等により構成される。ここで、本体部に設けられたキー部としては、不図示の表示ユニットに設けられたタッチパネルを用いることができる。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 185 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。

【0043】

上記の制御ユニット 190 は、入力ユニット 185 から送られた入力データ IPD を受け、この入力データ IPD の内容が選局指定であった場合には、制御ユニット 190 は、指定された希望局に対応する選局指令 CSL を生成して、 RF 処理ユニット 120 へ送る。また、入力データ IPD の内容が音量調整指定であった場合には、制御ユニット 190 は、指定された音量調整指定に対応する音量調整指令 VLC を生成して、アナログ処理ユニット 170 へ送る。

【0044】

<信号加工ユニット 160 の構成>

次に、上記の信号加工ユニット 160 の構成について説明する。

【0045】

信号加工ユニット 160 は、図2に示されるように、加算部 161_M と、減算部 161_S と、フーリエ変換部(FFT 部) 162_M 、 162_S と、加工部 163 とを備えている。また、信号加工ユニット 160 は、加算部 164_L と、減算部 164_R と、逆フーリエ変換部($IFFT$ 部) 165_L 、 165_R とを備えている。

【0046】

上記の加算部 161_M は、ステレオ復調ユニット 135 から送られた左チャンネル信号 LD 及び右チャンネル信号 RD を受け、そして、加算部 161_M は、左チャンネル信号 LD と右チャンネル信号 RD とを加算して、和信号 MD を生成する。こうして生成された和信号 MD は、 FFT 部 162_M へ送られる。

【0047】

上記の減算部 161_S は、ステレオ復調ユニット 135 から送られた左チャンネル信号 LD 及び右チャンネル信号 RD を受け、そして、減算部 161_S は、左チャンネル信号 LD から右チャンネル信号 RD を減算して、差信号 SD を生成する。こうして生成された差信号 SD は、 FFT 部 162_S へ送られる。

【0048】

上記の FFT 部 162_M は、加算部 161_M から送られた和信号 MD を受け、そして、 FFT 部 162_M は、和信号 MD に対してフーリエ変換を施して、周期 T_p で、順次、スペクトル(振幅スペクトルであってもよいし、パワースペクトルであってもよい) SM を生成する。こうして生成されたスペクトル SM は、加工部 163 、加算部 164_L 及び減算部 164_R へ送られる。

【0049】

上記の FFT 部 162_S は、減算部 161_S から送られた差信号 SD を受け、そして、 FFT 部 162_S は、差信号 SD に対してフーリエ変換を施して、周期 T_p で、順次、スペクトル SS (上述のスペクトル SM と同種のスペクトル)を生成する。こうして生成されたスペクトル SS は、加工部 163 へ送られる。

【0050】

なお、スペクトル SM 及びスペクトル SS のそれぞれは、周波数サブバンド SB_k ($k = 1, 2, \dots$)ごとの複素振幅値から構成されている。また、当該周波数サブバンド SB_k ごとの複素振幅値から構成されるのは、後述するスペクトル RSS 、スペクトル SML 、スペクトル SMR 及び遅延スペクトル DSM についても同様である。

【0051】

10

20

30

40

50

上記の加工部 163 は、FFT部 162_Mから送られたスペクトルSM、及び、FFT部 162_Sから送られたスペクトルSSを受ける。また、加工部 163 は、高域レベル検出ユニット 140 から送られたノイズレベルHL、及び、レベル検出ユニット 150 から送られた電界強度SLを受ける。そして、加工部 163 は、スペクトルSM及びスペクトルSS、並びに、ノイズレベルHL及び電界強度SLに基づいて、再生用ステレオ成分のスペクトルRSSを生成する。こうして生成されたスペクトルRSSは、加算部 164_L及び減算部 164_Rへ送られる。

【0052】

なお、加工部 163 の構成の詳細については、後述する。

【0053】

上記の加算部 164_Lは、FFT部 162_Mから送られたスペクトルSM、及び、加工部 163 から送られたスペクトルRSSを受ける。そして、加算部 164_Lは、スペクトルSMとスペクトルRSSとを加算して、再生左チャンネル信号のスペクトルSMLを生成する。こうして生成されたスペクトルSMLは、IFFT部 165_Lへ送られる。

【0054】

上記の減算部 164_Rは、FFT部 162_Mから送られたスペクトルSM、及び、加工部 163 から送られたスペクトルRSSを受ける。そして、減算部 164_Rは、スペクトルSMからスペクトルRSSを減算して、再生右チャンネル信号のスペクトルSMRを生成する。こうして生成されたスペクトルSMRは、IFFT部 165_Rへ送られる。

【0055】

上記のIFFT部 165_Lは、加算部 164_Lから送られたスペクトルSMLを受ける。そして、IFFT部 165_Lは、スペクトルSMLに対して逆フーリエ変換を施して、加工左信号MLDを生成する。こうして生成された加工左信号MLDは、アナログ処理ユニット 170 へ送られる。

【0056】

上記のIFFT部 165_Rは、減算部 164_Rから送られたスペクトルSMRを受ける。そして、IFFT部 165_Rは、スペクトルSMRに対して逆フーリエ変換を施して、加工右信号MRDを生成する。こうして生成された加工右信号MRDは、アナログ処理ユニット 170 へ送られる。

【0057】

《加工部 163 の構成》

次に、上記の加工部 163 の構成について説明する。

【0058】

加工部 163 は、図 3 に示されるように、遅延部 211 と、算出部 212 と、決定部 213 とを備えている。また、加工部 163 は、生成部 214 と、混合部 215 とを備えている。

【0059】

上記の遅延部 211 は、FFT部 162_Mから順次送られたスペクトルSMを受ける。そして、遅延部 211 は、スペクトルSMを所定時間TDだけ遅延させて、遅延スペクトルDSMを生成する。こうして生成された遅延スペクトルDSMは、生成部 214 へ送られる。

【0060】

なお、遅延時間TDは、擬似ステレオ方式を採用した場合に、ステレオ感のある音声を出力させるとの観点から、実験、シミュレーション、経験等に基づいて、予め定められる。

【0061】

上記の算出部 212 は、FFT部 162_Sから順次送られたスペクトルSSを受ける。また、算出部 212 は、高域レベル検出ユニット 140 から送られたノイズレベルHL、及び、レベル検出ユニット 150 から送られた電界強度SLを受ける。そして、算出部 212 は、時間的に連続するN個のスペクトルSSの新たな組が揃うたびに、平均パワース

10

20

30

40

50

ベクトル $A S P$ を算出する。

【 0 0 6 2 】

ここで、平均パワースペクトル $A S P$ は、上述した周波数サブバンド $S B_k$ ごとのパワー値から構成されている。また、当該周波数サブバンドごとのパワー値から構成されていることは、後述するパワースペクトル $S P_j$ ($j = 1, 2, \dots$) についても同様である。

【 0 0 6 3 】

なお、算出部 2 1 2 による平均パワースペクトル $A S P$ の算出処理については、後述する。

【 0 0 6 4 】

上記の決定部 2 1 3 は、算出部 2 1 2 から送られた平均パワースペクトル $A S P$ を受け、そして、決定部 2 1 3 は、平均パワースペクトル $A S P$ 及び閾値 E_{TH} に基づいて、周波数サブバンドごとの重み付け係数 $W(f_k)$ ($k = 1, 2, \dots$) を決定する。こうして決定された重み付け係数 $W(f_k)$ は、生成部 2 1 4 へ送られる。

【 0 0 6 5 】

なお、決定部 2 1 3 による重み付け係数 $W(f_k)$ の決定処理については、後述する。

【 0 0 6 6 】

上記の生成部 2 1 4 は、遅延部 2 1 1 から送られた遅延スペクトル $D S M$ 、及び、決定部 2 1 3 から送られた重み付け係数 $W(f_k)$ を受け、そして、生成部 2 1 4 は、周波数サブバンド $S B_k$ ごとに、複素振幅値と重み付け係数 $W(f_k)$ とを乗算して、擬似ステレオ成分のスペクトル $P S P$ を生成する。こうして生成されたスペクトル $P S P$ は、混合部 2 1 5 へ送られる。

【 0 0 6 7 】

以上のように、本実施形態では、擬似ステレオ成分のスペクトル $P S P$ の生成のための $F F T$ 処理の資源として、2 個の $F F T$ 部 1 6 2_M, 1 6 2_S を配置するようになっている。

【 0 0 6 8 】

混合部 2 1 5 は、 $F F T$ 部 1 6 2_S から順次送られたスペクトル $S S$ 、及び、生成部 2 1 4 から順次送られたスペクトル $P S P$ を受け、また、混合部 2 1 5 は、高域レベル検出ユニット 1 4 0 から送られたノイズレベル $H L$ 、及び、レベル検出ユニット 1 5 0 から送られた電界強度 $S L$ を受け、そして、混合部 2 1 5 は、ノイズレベル $H L$ 及び電界強度 $S L$ に応じた混合比で、スペクトル $S S$ とスペクトル $P S P$ とを混合して、スペクトル $R S S$ を生成する。こうして生成されたスペクトル $R S S$ は、加算部 1 6 4_L 及び減算部 1 6 4_R へ送られる。

【 0 0 6 9 】

ここで、ノイズレベル $H L$ 及び電界強度 $S L$ に応じた混合比について説明する。図 4 (A) には、ノイズレベル $H L$ が十分に低い場合における、電界強度 $S L$ の変化に応じたスペクトル $S S$ の混合比 $R S_S(S L)$ 及びスペクトル $P S P$ の混合比 $R P_S(S L)$ の変化の例が示されている。この図 4 (A) に示されるように、ノイズレベル $H L$ が十分に低い場合、電界強度 $S L$ が値 $S L_1$ 以下のときには、混合比 $R S_S(S L)$ は「0」とされる。電界強度 $S L$ が値 $S L_1$ から増加していくと、混合比 $R S_S(S L)$ も増加していく。電界強度 $S L$ が値 $S L_2$ となると、混合比 $R S_S(S L)$ は「1」となる。そして、電界強度 $S L$ が値 $S L_2$ 以上のときには、混合比 $R S_S(S L)$ は「1」とされる。

【 0 0 7 0 】

なお、値 $S L_1$, $S L_2$ は、希望放送局からの放送波の受信品質に応じた適切な擬似ステレオ成分のスペクトルを生成するとの観点から、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。

【 0 0 7 1 】

一方、ノイズレベル $H L$ が十分に低い場合、電界強度 $S L$ が値 $S L_1$ 以下のときには、混合比 $R P_S(S L)$ は「1」とされる。電界強度 $S L$ が値 $S L_1$ から増加していくと、混合比 $R P_S(S L)$ も減少していく。電界強度 $S L$ が値 $S L_2$ となると、混合比 $R P_S(S L)$

10

20

30

40

50

L)は「0」となる。そして、電界強度SLが値SL₂以上のときには、混合比R_{PS}(SL)は「0」とされる。

【0072】

なお、混合比R_{SS}(SL)と混合比R_{PS}(SL)との和は、電界強度SLの変化にかかわらず、「1」が維持される。

【0073】

また、図4(B)には、電界強度SLが十分に高い場合における、ノイズレベルHLの変化に応じたスペクトルSSの混合比R_{SH}(HL)及びスペクトルPSPの混合比R_{PH}(HL)の変化の例が示されている。この図4(B)に示されるように、電界強度SLが十分に高い場合、ノイズレベルHLが値HL₁以下のときには、混合比R_{SH}(HL)は「1」とされる。ノイズレベルHLが値HL₁から増加していくと、混合比R_{SH}(HL)が減少していく。ノイズレベルHLが値HL₂となると、混合比R_{SH}(HL)は「0」となる。そして、ノイズレベルHLが値HL₂以上のときには、混合比R_{SH}(HL)は「0」とされる。

10

【0074】

なお、値HL₁、HL₂は、希望放送局からの放送波の受信品質に応じた適切な擬似ステレオ成分のスペクトルを生成するとの観点から、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。

【0075】

一方、電界強度SLが十分に高い場合、ノイズレベルHLが値HL₁以下のときには、混合比R_{PH}(HL)は「0」とされる。ノイズレベルHLが値HL₁から増加していくと、混合比R_{PH}(HL)も増加していく。ノイズレベルHLが値HL₂となると、混合比R_{PH}(HL)は「1」となる。そして、ノイズレベルHLが値HL₂以上のときには、混合比R_{PH}(HL)は「1」とされる。

20

【0076】

なお、混合比R_{SH}(HL)と混合比R_{PH}(HL)との和は、電界強度SLの変化にかかわらず、「1」が維持される。

【0077】

ところで、混合部215における混合比は、ノイズレベルHL及び電界強度SLのいずれかのみで定まるものではなく、ノイズレベルHLと電界強度SLとの組み合わせによって定まるようになっている。以下、当該組み合わせにより定まるスペクトルSSの混合比をRS(HL, SL)と記すとともに、当該組み合わせにより定まるスペクトルPSPの混合比をRP(HL, SL)と記すものとする。

30

【0078】

本実施形態では、混合比R_{PS}(SL)が混合比R_{PH}(HL)以上の場合には、混合比RS(HL, SL)が混合比R_{SS}(SL)とされるとともに、混合比RP(HL, SL)が混合比R_{PS}(SL)とされる。一方、混合比R_{PS}(SL)が混合比R_{PH}(HL)未満の場合には、混合比RS(HL, SL)が混合比R_{SH}(HL)とされるとともに、混合比RP(HL, SL)が混合比R_{PH}(HL)とされる。

【0079】

以上のようにして定まる混合比RS(HL, SL)、RP(HL, SL)を利用して、スペクトルSSとスペクトルPSPとが混合されることにより、希望放送局から放送波の受信品質が低くなるほど、擬似ステレオ成分の寄与度の高い再生用ステレオ成分のスペクトルRSSを合理的に生成できるようになっている。

40

【0080】

[動作]

次に、以上のように構成された受信装置100の動作について、信号加工ユニット160における信号加工処理に主に着目して説明する。

【0081】

前提として、入力ユニット185には既に利用者により選局指定が入力されており、指

50

定された希望局に対応する選局指令CSLが、RF処理ユニット120へ送られているものとする。また、入力ユニット185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170へ送られているものとする（図1参照）。

【0082】

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。引き続き、信号RFSが、RF処理ユニット120、検波ユニット130及びステレオ復調ユニット135において処理されて、左チャンネル信号LD及び右チャンネル信号RDが生成されているものとする。そして、生成された左チャンネル信号LD及び右チャンネル信号RDが、信号加工ユニット160へ送

10

【0083】

また、高域レベル検出ユニット140が、検波ユニット130から送られた検波信号DTDにおけるステレオ複合信号の信号帯域よりも高い周波数帯域の成分のレベルを検出しているものとする。そして、高域レベル検出ユニット140が、検出結果を、ノイズレベルHLとして、信号加工ユニット160へ送っているものとする（図1参照）。

【0084】

さらに、レベル検出ユニット150が、RF処理ユニット120から送られた信号RRSのレベルを検出しているものとする。そして、レベル検出ユニット150が、検出結果を、電界強度SLとして、信号加工ユニット160へ送っているものとする。

20

【0085】

<信号加工ユニット160による信号加工処理>

信号加工ユニット160では、加算部161_M及び減算部161_Sが、ステレオ復調ユニット135から送られた左チャンネル信号LD及び右チャンネル信号RDを受ける。加算部161_Mは、左チャンネル信号LDと右チャンネル信号RDとを加算して、和信号MDを生成する。そして、加算部161_Mは、生成された和信号MDをFFT部162_Mへ送る（図2参照）。

【0086】

一方、減算部161_Sは、左チャンネル信号LDから右チャンネル信号RDを減算して、差信号SDを生成する。そして、減算部161_Sは、生成された差信号SDを、FFT部162_Sへ送る（図2参照）。

30

【0087】

加算部161_Mから送られた和信号MDを受けると、FFT部162_Mが、和信号MDに対してフーリエ変換を施して、スペクトルSMを生成する。そして、FFT部162_Mは、生成されたスペクトルSMを、加工部163、加算部164_L及び減算部164_Rへ送る（図2参照）。

【0088】

一方、減算部161_Sから送られた差信号SDを受けると、FFT部162_Sが、差信号SDに対してフーリエ変換を施して、スペクトルSSを生成する。FFT部162_Sは、生成されたスペクトルSSを加工部163へ送る（図2参照）。

40

【0089】

加工部163は、FFT部162_Mから送られたスペクトルSM、及び、FFT部162_Sから送られたスペクトルSSを受ける。また、加工部163は、高域レベル検出ユニット140から送られたノイズレベルHL、及び、レベル検出ユニット150から送られた電界強度SLを受ける。そして、加工部163は、ノイズレベルHL及び電界強度SL、並びに、左チャンネル信号LD及び右チャンネル信号RDに基づいて、再生用ステレオ成分のスペクトルRSSを生成する（図2参照）。

【0090】

《加工部163によるスペクトルRSSの生成処理》

ここで、加工部163によるスペクトルRSSの生成処理について説明する。

50

【 0 0 9 1 】

加工部 1 6 3 では、遅延部 2 1 1 が、FFT 部 1 6 2_M から順次送られたスペクトル S M を受ける。スペクトル S M を受けると、遅延部 2 1 1 は、スペクトル S M を所定時間 T D だけ遅延させて、遅延スペクトル D S M を生成する。そして、遅延部 2 1 1 は、生成された遅延スペクトル D S M を生成部 2 1 4 へ送る（図 3 参照）。

【 0 0 9 2 】

また、加工部 1 6 3 では、算出部 2 1 2 が、FFT 部 1 6 2_S から順次送られたスペクトル S S を受ける。さらに、算出部 2 1 2 は、高域レベル検出ユニット 1 4 0 から送られたノイズレベル H L、及び、レベル検出ユニット 1 5 0 から送られた電界強度 S L を受ける（図 3 参照）。

10

【 0 0 9 3 】

次に、算出部 2 1 2 は、ノイズレベル H L 及び電界強度 S L に基づいて、上述した値 N を決定する。かかる値 N の決定に際しては、算出部 2 1 2 は、希望放送局からの放送波の受信品質の劣化を、時間平均化によりある程度まで補償するとの観点から、実験、シミュレーション、経験等に基づいて、値 N を決定するようになっている。

【 0 0 9 4 】

一方、算出部 2 1 2 は、新たなスペクトル S S を受けるたびに、当該新たなスペクトル S S に対応するパワースペクトル S P を算出する。引き続き、算出部 2 1 2 は、時間的に連続する N 個のパワースペクトル S P が揃うたびに、平均パワースペクトル A S P を算出する。そして、算出部 2 1 2 は、算出された平均パワースペクトル A S P を決定部 2 1 3

20

【 0 0 9 5 】

なお、図 5 には、値 N を「 4 」とした場合における平均パワースペクトル A S P の算出例が示されている。

【 0 0 9 6 】

算出部 2 1 2 から送られた平均パワースペクトル A S P を受けると、決定部 2 1 3 は、平均パワースペクトル A S P 及び閾値 E_{TH} に基づいて、周波数サブバンドごとの重み付け係数 W (f_k) (k = 1 , 2 , ...) を決定する。かかる重み付け係数 W (f_k) の決定に際して、決定部 2 1 3 は、図 6 に示されるように、平均パワースペクトル A S P におけるパワー値が閾値 E_{TH} 以上の周波数サブバンドについては、重み付け係数を「 1 」に決定する。一方、パワー値が閾値 E_{TH} 未満の周波数サブバンドについては、パワー値が閾値 E_{TH} 以上の周波数サブバンド以上の周波数帯から遠ざかるにつれて、「 0 」となるまで予め定められた傾きで減少するように、重み付け係数を決定する。そして、決定部 2 1 3 は、決定された重み付け係数 W (f_k) を生成部 2 1 4 へ送る（図 3 参照）。

30

【 0 0 9 7 】

なお、閾値 E_{TH} は、差信号 S D の各周波数サブバンドについて、擬似ステレオ成分に反映させるべきパワー値となっているか否かを判別するとの観点から、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。また、「予め定められた傾き」は、出力音における聴感上の違和感を抑制可能な擬似ステレオ成分を生成するとの観点から、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。

40

【 0 0 9 8 】

以上のように、重み付け係数 W (f_k) の決定を、平均パワースペクトル A S P におけるパワー値と閾値 E_{TH} との比較、及び、予め定められた傾きを用いた計算という簡易な演算で行うようになっている。

【 0 0 9 9 】

決定部 2 1 3 から送られた重み付け係数 W (f_k) を受けると、生成部 2 1 4 は、遅延部 2 1 1 から送られた遅延スペクトル D S M における周波数サブバンド S B_k ごとに、複素振幅値と重み付け係数 W (f_k) とを乗算して、擬似ステレオ成分のスペクトル P S P を生成する。そして、決定部 2 1 3 は、生成されたスペクトル P S P を混合部 2 1 5 へ送る（図 3 参照）。

50

【0100】

混合部215は、FFT部162_Sから順次送られたスペクトルSS、及び、生成部214から順次送られたスペクトルPSPを受ける。また、混合部215は、高域レベル検出ユニット140から送られたノイズレベルHL、及び、レベル検出ユニット150から送られた電界強度SLを受ける。混合部215は、ノイズレベルHL及び電界強度SLに基づいて上述のように決定された混合比RS(HL, SL)、RP(HL, SL)で、スペクトルSSとスペクトルPSPとを混合し、再生用ステレオ成分のスペクトルRSSを生成する。そして、混合部215は、生成されたスペクトルRSSを、加算部164_L及び減算部164_Rへ送る(図3参照)。

【0101】

FFT部162_Mから送られたスペクトルSM、及び、加工部163から送られたスペクトルRSSを受けると、加算部164_Lは、スペクトルSMとスペクトルRSSとを加算して、再生左チャンネル信号のスペクトルSMLを生成する。そして、加算部164_Lは、生成されたスペクトルSMLをIFFT部165_Lへ送る(図2参照)。

【0102】

一方、FFT部162_Mから送られたスペクトルSM、及び、加工部163から送られたスペクトルRSSを受けると、減算部164_Rは、スペクトルSMからスペクトルRSSを減算して、再生右チャンネル信号のスペクトルSMRを生成する。そして、減算部164_Rは、生成されたスペクトルSMRをIFFT部165_Rへ送る。

【0103】

加算部164_Lから送られたスペクトルSMLを受けると、IFFT部165_Lは、スペクトルSMLに対して逆フーリエ変換を施して、加工左信号MLDを生成する。そして、IFFT部165_Lは、生成された加工左信号MLDを、アナログ処理ユニット170へ送る(図2参照)。

【0104】

一方、減算部164_Rから送られたスペクトルSMRを受けると、IFFT部165_Rは、スペクトルSMRに対して逆フーリエ変換を施して、加工右信号MRDを生成する。そして、IFFT部165_Rは、生成された加工右信号MRDを、アナログ処理ユニット170へ送る(図2参照)。

【0105】

信号加工ユニット160から送られた加工左信号MLD及び加工右信号MRDを受けると、アナログ処理ユニット170は、上述のようにして、左出力音声信号AOS_L及び右出力音声信号AOS_Rを生成する。そして、アナログ処理ユニット170は、生成された左出力音声信号AOS_Lをスピーカユニット180_Lへ送るとともに、生成された右出力音声信号AOS_Rをスピーカユニット180_Rへ送る。

【0106】

アナログ処理ユニット170から送られた左出力音声信号AOS_Lを受けると、スピーカユニット180_Lは、左出力音声信号AOS_Lに従って、音声を再生出力する。また、アナログ処理ユニット170から送られた右出力音声信号AOS_Rを受けると、スピーカユニット180_Rは、右出力音声信号AOS_Rに従って、音声を再生出力する。

【0107】

以上説明したように、本実施形態では、算出部212が、周期的に差信号SDのスペクトルSSを受けると、差信号成分のパワースペクトルの時間平均である平均パワースペクトルASPを算出する。引き続き、決定部213が、平均パワースペクトルASPに基づいて、擬似ステレオ成分の生成に際して利用される周波数サブバンドごとの重み付け係数 $W(f_k)$ を決定する。そして、生成部214が、決定された重み付け係数により、和信号MDのスペクトルSMに対して周波数サブバンドごとの重み付けを行って、擬似ステレオ成分のスペクトルPSPを生成する。

【0108】

したがって、本実施形態によれば、受信品質の悪化に対する耐性を有しつつ、簡易に擬

10

20

30

40

50

似ステレオ成分を生成することができる。

【0109】

また、本実施形態では、パワースペクトルにおけるパワー値が予め定められた閾値以上の周波数帯については、決定部213が重み付け係数を「1」に決定する。このため、差信号SDにおいて擬似ステレオ成分に反映させるべきパワー値となっている各周波数サブバンドについて、合理的なパワー値を有する擬似ステレオ成分を生成することができる。

【0110】

また、本実施形態では、パワー値が閾値 E_{TH} 未満の周波数サブバンドについては、決定部213が、パワー値が閾値 E_{TH} 以上の周波数サブバンドから遠ざかるにつれて、「0」となるまで予め定められた傾きで減少するように、重み付け係数を決定する。このため、出力音における聴感上の違和感を抑制可能な擬似ステレオ成分を生成することができる。

10

【0111】

また、本実施形態では、算出部212が、希望放送局から送信された受信波の電界強度及び当該受信波の検波結果におけるノイズレベルの評価結果の少なくとも一方に基づいて、平均パワースペクトルASPの算出対象となる時間幅を決定する。このため、希望放送局から送信された放送波の受信品質の劣化に対する時間平均化による補償を合理的に行うことができる。

【0112】

また、本実施形態では、混合部215が、希望放送局から送信された放送波の電界強度及び当該受信波の検波結果におけるノイズレベルの評価結果の少なくとも一方に基づく混合比で、擬似ステレオ成分のスペクトルPSPと、差信号SDのスペクトルSSとを混合して、再生用ステレオ成分のスペクトルRSSを生成する。このため、出力音における聴感上の違和感を抑制可能な再生用ステレオ成分を合理的に生成することができる。

20

【0113】

[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。

【0114】

例えば、上記の実施形態では、パワー値が閾値 E_{TH} 未満の周波数サブバンドについては、パワー値が閾値 E_{TH} 以上の周波数サブバンド以上の周波数帯から遠ざかるにつれて、「0」となるまで予め定められた傾きで減少するように、重み付け係数を決定するようにした。これに対し、図7に示されるように、パワー値が閾値 E_{TH} 未満の周波数サブバンドについては、重み付け係数を「0」に決定するようにしてもよい。この場合には、簡易に周波数サブバンドごとの重み付け係数を決定することができる。

30

【0115】

また、上記の実施形態では、左チャンネル信号LD及び右チャンネル信号RDから和信号MD及び差信号SDを算出した後に、和信号MDのスペクトルSM及び差信号MDのスペクトルSSを算出するようにした。これに対し、左チャンネル信号LD及び右チャンネル信号RDのそれぞれのスペクトルを算出した後、双方の和及び差を算出することにより、スペクトルSM, SSを算出するようにしてもよい。

【0116】

また、上記の実施形態では、左チャンネル信号LD及び右チャンネル信号RDから和信号MD及び差信号SDを算出した後に、和信号MDのスペクトルSM及び差信号MDのスペクトルSSを算出するようにした。これに対し、ステレオ復調ユニットにおける左チャンネル信号LD及び右チャンネル信号RDの生成の途中段階で算出される和信号及び差信号を取り出すことができるのであれば、取り出された和信号及び差信号を信号加工ユニットへ供給するようにしてもよい。この場合には、上記の実施形態における加算部161_M及び減算部161_Sを省略することができる。

40

【0117】

なお、上記の実施形態における検波ユニット、ステレオ復調ユニット、信号加工ユニット及び制御ユニットの一部又は全部を、中央処理装置(CPU: Central Processing Uni

50

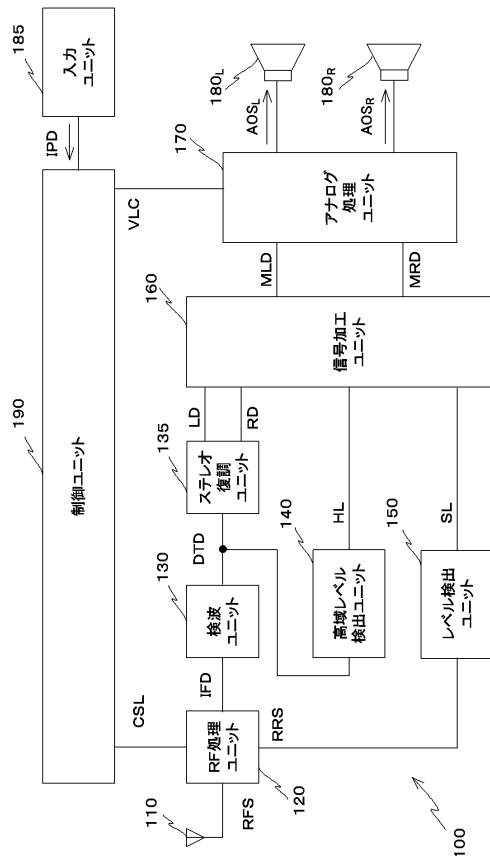
t)、DSP (Digital Signal Processor) 等を備えた演算手段としてのコンピュータとして構成し、予め用意されたプログラムを当該コンピュータで実行することにより、上記の実施形態における処理の一部又は全部を実行するようにしてもよい。このプログラムはハードディスク、CD-ROM、DVD等のコンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録され、当該コンピュータによって記録媒体から読み出されて実行される。また、このプログラムは、CD-ROM、DVD等の可搬型記録媒体に記録された形態で取得されるようにしてもよいし、インターネットなどのネットワークを介した配信の形態で取得されるようにしても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

【符号の説明】

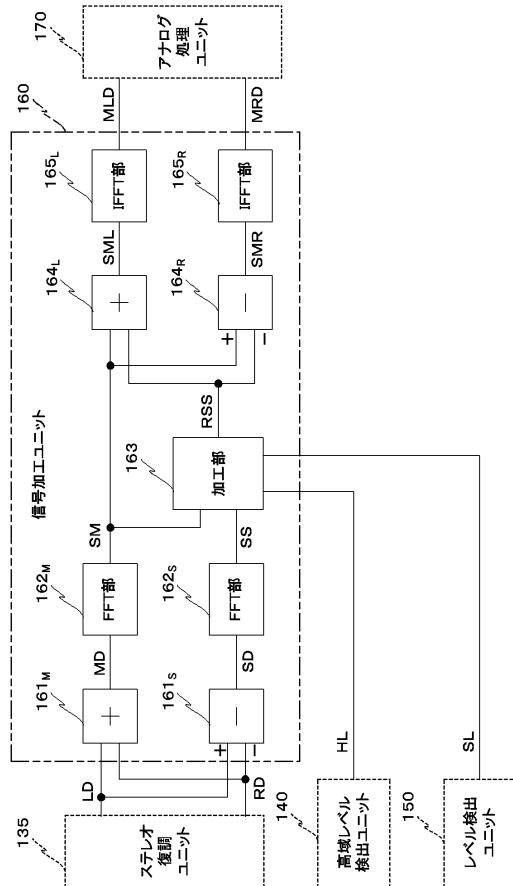
【0118】

- 100 ... 受信装置
- 212 ... 算出部
- 213 ... 決定部
- 214 ... 生成部
- 215 ... 混合部

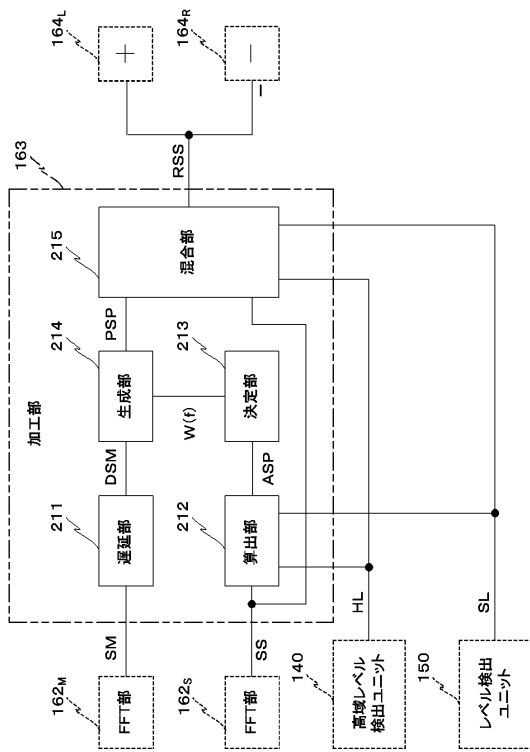
【図1】



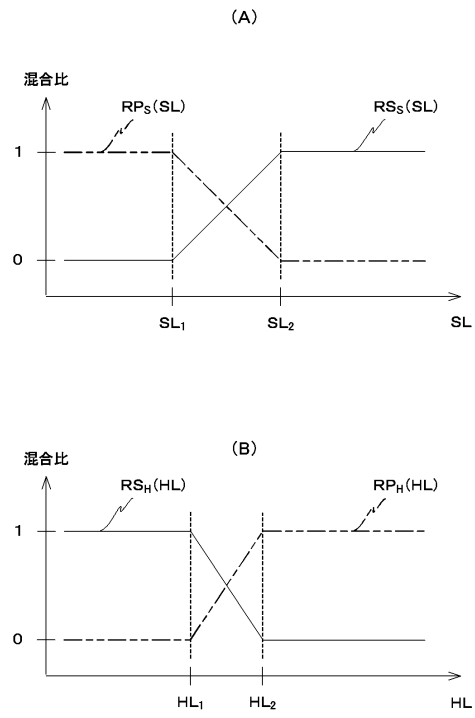
【図2】



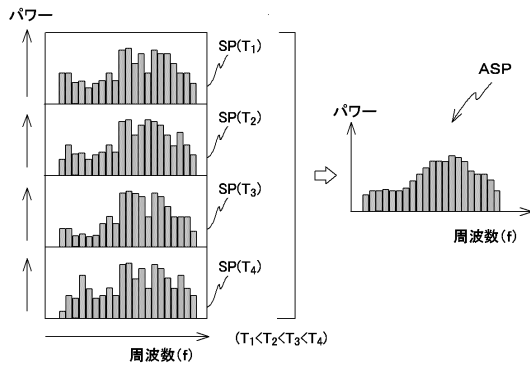
【図3】



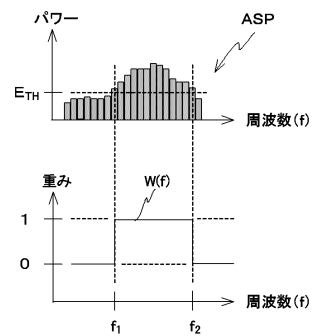
【図4】



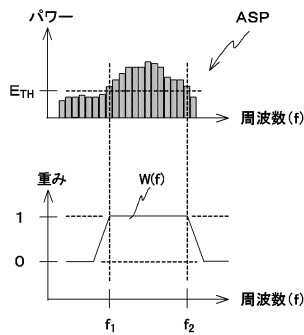
【図5】



【図7】



【図6】



フロントページの続き

審査官 大野 友輝

(56)参考文献 特開2005-130074(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04H 40/72

H04B 1/16