

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6263394号
(P6263394)

(45) 発行日 平成30年1月17日(2018.1.17)

(24) 登録日 平成29年12月22日(2017.12.22)

(51) Int. Cl.		F I			
HO4B	1/16	(2006.01)	HO4B	1/16	Z
HO4B	1/10	(2006.01)	HO4B	1/10	V
HO4R	3/00	(2006.01)	HO4R	3/00	310

請求項の数 7 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2014-10641 (P2014-10641)	(73) 特許権者	000005016
(22) 出願日	平成26年1月23日 (2014.1.23)		パイオニア株式会社
(65) 公開番号	特開2015-139154 (P2015-139154A)		東京都文京区本駒込二丁目28番8号
(43) 公開日	平成27年7月30日 (2015.7.30)	(74) 代理人	110002332
審査請求日	平成28年12月1日 (2016.12.1)		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	前田 典之
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 FM受信装置及び信号補正方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

F M放送波の受信品質に対応した制御後の左右音声信号から得た和信号を周波数帯域分割し、分割帯域毎に、信号レベルに応じて第1係数を算出する第1係数算出部と；

前記左右音声信号から得た差信号と前記和信号との双方のフーリエ変換結果から得たノイズレベル比に応じて第2係数を算出する第2係数算出部と；

前記差信号を前記第1係数に基づくフィルタリング処理した結果に、前記第2係数を乗算した加工差信号と前記和信号とから、左右出力音声信号を算出するマトリクス部と；

を備えるFM受信装置。

【請求項2】

前記受信品質に対応した制御は、前記FM放送波を検波した後の信号に対するハイカット制御及びステレオ分離制御の少なくとも一方である、ことを特徴とする請求項1に記載のFM受信装置。

【請求項3】

前記第2係数は、前記差信号のノイズ成分のレベルを前記和信号のノイズ成分のレベルで除算した除算値が第1所定値以下の場合には、前記除算値が小さくなるに従って増加する、ことを特徴とする請求項1又は2に記載のFM受信装置。

【請求項4】

前記第1係数は、前記信号レベルが第2所定値未満の分割帯域については、前記フィルタリング処理における遮断に対応する値であり、前記信号レベルが前記第2所定値以上の

分割帯域については、前記フィルタリング処理における通過に対応する値である、ことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の FM 受信装置。

【請求項 5】

第 1 係数算出部と；第 2 係数算出部と；マトリクス部と；を備える FM 受信装置において使用される信号補正方法であって、

前記第 1 係数算出部が、FM 放送波の受信品質に対応した制御後の左右音声信号から得た和信号を周波数帯域分割し、分割帯域毎に、信号レベルに応じて第 1 係数を算出する第 1 係数算出部工程と；

前記第 2 係数算出部が、前記左右音声信号から得た差信号と前記和信号との双方のフーリエ変換結果から得たノイズレベル比に応じて第 2 係数を算出する第 2 係数算出工程と；

前記マトリクス部が、前記差信号を第 1 係数に基づくフィルタリング処理した結果に、前記第 2 係数を乗算した加工差信号と前記和信号とから、左右出力音声信号を算出するマトリクス演算工程と；

を備える信号補正方法。

【請求項 6】

FM 受信装置が有するコンピュータに、請求項 5 に記載の信号補正方法を実行させる、ことを特徴とする信号補正プログラム。

【請求項 7】

FM 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 6 に記載の信号補正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、FM 受信装置、信号補正方法及び信号補正プログラム、並びに、当該信号補正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 放送等の放送波を受信して処理し、音声を再生する受信装置が車両等の移動体に搭載されている。こうした受信装置では、移動体が移動することに起因して、希望放送波の周波数帯の受信電界強度や、検波結果におけるノイズ混入量等の受信状況が変化する。このため、移動体に搭載される受信装置について、希望放送波の受信状況の変化に対応して、音声出力の際における SN 比を向上させるための信号処理の態様を変化させる自動受信制御 (ARC) 機能を有するようになる技術が提案されている (特許文献 1 参照：以下、「従来例 1」という)。かかる従来例 1 の技術では、FM ステレオ放送波を受信し、当該自動受信制御 (ARC) として、ミュート制御、いわゆるハイカット制御及びステレオ分離制御を行うようになっている。

【0003】

FM ステレオ放送では、メイン信号 (和信号) ($L + R$) とサブ信号 (差信号) ($L - R$) とを、周波数帯域を分けて送信する。ここで、「L」は左チャンネル成分であり、「R」は右チャンネル成分である。かかる FM ステレオ放送では、メイン成分 ($L + R$) と比べてサブ成分 ($L - R$) の SN 比が 20 dB 以上悪化している。このため、サブ成分 ($L - R$) の SN 比を向上させることにより、全体の SN 比を向上させるための技術が提案されている (特許文献 2 参照：以下、「従来例 2」という)。かかる従来例 2 の技術では、メイン信号 ($L + R$) の周波数成分が存在する帯域についてのみサブ信号における周波数成分を通過させるフィルタリング制御 (いわゆるステレオ強調制御) を行うようになっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2012 - 178804 号公報

10

20

30

40

50

【特許文献2】特許第3370716号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上述した従来例1の技術では、例えば、ハイカット制御が行われると、サブ信号(L-R)のSN比は向上するが、サブ信号(L-R)の一部が失われる。このため、ハイカット後のサブ信号とメイン信号(L+R)とに基づいてステレオ分離を行って左チャンネル信号及び右チャンネル信号を生成しても、ステレオ感の低下を招くことになる。

【0006】

また、従来例1の技術では、例えば、ステレオ分離制御が行われると、サブ信号(L-R)に1未満のステレオ分離係数を乗じて得られる信号(すなわち、全周波数帯域において分離係数に応じてサブ信号(L-R)が低減された信号)とメイン信号(L+R)とに基づいて左チャンネル信号及び右チャンネル信号を生成する。このため、ステレオ感の低下を招くことになる。

【0007】

上述した従来例2の技術では、全体のSN比を向上しつつ、放送局からの送信時に意図されたステレオ感を再現することができる。しかしながら、従来例1の技術のように、FMステレオ放送波の受信品質の変化に対応して信号処理の態様を変化させることができない。

【0008】

そこで、従来例1の技術を適用して得られた左チャンネル信号と右チャンネル信号との和信号及び差信号を生成した後に、従来例2の技術を適用することが考えられる。しかしながら、従来例1の技術の適用された場合におけるハイカット制御やステレオ分離制御が実行された結果として失われたサブ信号の一部が、従来例2の技術の適用により補償されることはない。したがって、この場合にも、ステレオ感の低下を招くことになる。

【0009】

このため、FMステレオ放送波の受信品質の変化に対応して信号処理の態様を適切に変化させつつ、ステレオ感の低下を抑制することが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、FM放送波の受信品質に対応した制御後の左右音声信号から得た和信号を周波数帯域分割し、分割帯域毎に、信号レベルに応じて第1係数を算出する第1係数算出部と；前記左右音声信号から得た差信号と前記和信号との双方のフーリエ変換結果から得たノイズレベル比に応じて第2係数を算出する第2係数算出部と；前記差信号を前記第1係数に基づくフィルタリング処理した結果に、前記第2係数を乗算した加工差信号と前記和信号とから、左右出力音声信号を算出するマトリクス部と；を備えるFM受信装置である。

【0011】

請求項5に記載の発明は、第1係数算出部と；第2係数算出部と；マトリクス部と；を備えるFM受信装置において使用される信号補正方法であって、前記第1係数算出部が、FM放送波の受信品質に対応した制御後の左右音声信号から得た和信号を周波数帯域分割し、分割帯域毎に、信号レベルに応じて第1係数を算出する第1係数算出部工程と；前記第2係数算出部が、前記左右音声信号から得た差信号と前記和信号との双方のフーリエ変換結果から得たノイズレベル比に応じて第2係数を算出する第2係数算出工程と；前記マトリクス部が、前記差信号を第1係数に基づくフィルタリング処理した結果に、前記第2係数を乗算した加工差信号と前記和信号とから、左右出力音声信号を算出するマトリクス演算工程と；を備える信号補正方法である。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 2 】

請求項 6 に記載の発明は、F M 受信装置が有するコンピュータに、請求項 5 に記載の信号補正方法を実行させる、ことを特徴とする信号補正プログラムである。

【 0 0 1 3 】

請求項 7 に記載の発明は、F M 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 6 に記載の信号補正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 】 本発明の第 1 実施形態に係る F M 受信装置の構成を概略的に示すブロック図である。 10

【 図 2 】 図 1 の補正前信号生成ユニットの構成を示すブロック図である。

【 図 3 】 図 1 のステレオ強調補正ユニットの構成を示すブロック図である。

【 図 4 】 図 3 の第 1 係数算出部で算出される第 1 係数の例を示す図である。

【 図 5 】 図 3 の第 2 係数算出部で算出される第 2 係数とノイズレベル比との関係の例を示す図である。

【 図 6 】 図 3 のステレオ強調補正ユニットにおける補正動作を説明するための図である。

【 図 7 】 本発明の第 2 実施形態に係る F M 受信装置におけるステレオ強調補正ユニット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 】 20

【 0 0 1 5 】

以下、本発明の実施形態を、添付図面を参照して説明する。なお、以下の説明及び図面においては、同一又は同等の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【 0 0 1 6 】

〔 第 1 実施形態 〕

まず、本発明の第 1 実施形態を、図 1 ~ 図 6 を参照して説明する。

【 0 0 1 7 】

< 構成 >

図 1 には、本発明の第 1 実施形態に係る F M 受信装置 1 0 0 A の概略的な構成がブロック図にて示されている。この図 1 に示されるように、F M 受信装置 1 0 0 A は、アンテナ 1 1 0 と、R F 処理ユニット 1 2 0 と、検波ユニット 1 3 0 とを備えている。また、F M 受信装置 1 0 0 A は、補正前信号生成ユニット 1 4 0 と、ステレオ強調補正ユニット 1 5 0 A とを備えている。さらに、F M 受信装置 1 0 0 A は、アナログ処理ユニット 1 7 0 と、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。 30

【 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、R F 処理ユニット 1 2 0 へ送られる。

【 0 0 1 9 】

上記の R F 処理ユニット 1 2 0 は、制御ユニット 1 9 0 から送られた選局指令 C S L に従って、選局すべき希望局の信号を信号 R F S から抽出する選局処理を行い、所定の間周波数帯の成分を有する中間周波信号 I F D を、検波ユニット 1 3 0 及び補正前信号生成ユニット 1 4 0 へ送る。この R F 処理ユニット 1 2 0 は、入力フィルタと、高周波増幅器 (R F - A M P : Radio Frequency-Amplifier) と、バンドパスフィルタ (以下、「R F フィルタ」とも呼ぶ) とを備えている。また、R F 処理ユニット 1 2 0 は、ミキサ (混合器) と、中間周波フィルタ (以下、「I F フィルタ」とも呼ぶ) と、A D (Analogue to Digital) 変換器と、局部発振回路 (O S C) とを備えている。 40

【 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 50

。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、検波ユニット130及び補正前信号生成ユニット140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に依って、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。

10

【0023】

上記の検波ユニット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。そして、検波ユニット130は、中間周波信号IFDに対して検波処理を施し、検波結果（メイン信号（L+R）の成分とサブ信号（L-R）の成分とが互いに異なる周波数帯域に含まれているステレオ複合信号；ここで、メイン信号（L+R）の成分は音声周波数帯域の信号成分である）を、検波信号DTDとして、補正前信号生成ユニット140へ送る。

【0024】

20

上記の補正前信号生成ユニット140は、検波ユニット130から送られた検波信号DTD、及び、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、補正前信号生成ユニット140は、検波信号DTDに対して、放送波の受信品質に対応した信号処理を行って、ステレオ強調補正の対象となる補正前左チャンネル音声信号PAD_L及び補正前右チャンネル音声信号PAD_Rを生成する。こうして生成された補正前左チャンネル音声信号PAD_L及び補正前右チャンネル音声信号PAD_Rは、ステレオ強調補正ユニット150Aへ送られる。

【0025】

なお、補正前信号生成ユニット140の構成の詳細については、後述する。

【0026】

30

上記のステレオ強調補正ユニット150Aは、補正前信号生成ユニット140から送られた補正前左チャンネル音声信号PAD_L及び補正前右チャンネル音声信号PAD_Rを受ける。そして、ステレオ強調補正ユニット150Aは、補正前左チャンネル音声信号PAD_L及び補正前右チャンネル音声信号PAD_Rに基づいて、左ステレオ強調信号（左チャンネル音声信号）AOD_L及び右ステレオ強調信号（右チャンネル音声信号）AOD_Rを算出する。

【0027】

なお、ステレオ強調補正ユニット150Aの構成の詳細については、後述する。

【0028】

上記のアナログ処理ユニット170は、ステレオ強調補正ユニット150Aから送られた左ステレオ強調信号AOD_L及び右ステレオ強調信号AOD_R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、出力音声信号AOS_L、AOS_Rを生成し、生成された出力音声信号AOS_L、AOS_Rをスピーカユニット180_L、180_Rへ送る。

40

【0029】

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、ステレオ強調補正ユニット150Aから送られた左ステレオ強調信号AOD_L及び右ステレオ強調信号AOD_Rを受ける。そして、DA変換部は、左ステレオ強調信号AOD_L及び右ステレオ強調信号AOD_Rをアナログ信号に変換する。なお、DA変換部は、左ステ

50

レオ強調信号 AOD_L 及び右ステレオ強調信号 AOD_R に対応して、互いに同様に構成された2個のDA (Digital to Analogue) 変換器を備えている。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。

【0030】

音量調整部は、DA変換部から送られた左ステレオ強調信号 AOD_L 及び右ステレオ強調信号 AOD_R のアナログ変換結果信号を受ける。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、左ステレオ強調信号 AOD_L 及び右ステレオ強調信号 AOD_R のそれぞれに対応するアナログ変換結果信号に対して音量調整処理を施す。なお、音量調整部は、本第1実施形態では、2個のアナログ変換結果信号に対応して、互いに同様に構成された2個の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。

10

【0031】

パワー増幅部は、音量調整部から送られた2個の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、2個の音量調整結果に対応して、互いに同様に構成された2個の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_L 、 AOS_R は、スピーカユニット 180_L 、 180_R へ送られる。

【0032】

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から送られた出力音声信号 AOS_L に従って、音声

20

【0033】

上記のスピーカユニット 180_R は、スピーカを備えている。このスピーカユニット 180_R は、アナログ処理ユニット170から送られた出力音声信号 AOS_R に従って、音声

【0034】

上記の入力ユニット185は、FM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。

30

【0035】

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

【0036】

《補正前信号生成ユニット140の構成》

次に、補正前信号生成ユニット140の構成について説明する。

【0037】

補正前信号生成ユニット140は、図2に示されるように、ノイズ推定部141と、レベル検出部142とを備えている。また、補正前信号生成ユニット140は、信号加工部143と、ステレオ復調部145とを備えている。

【0038】

上記のノイズ推定部141は、検波ユニット130から送られた検波信号DTDを受ける。そして、ノイズ推定部141は、検波信号DTDのフーリエ変換結果に基づいて、検波信号DTDにおける音声に対応する信号成分の周波数帯域内に含まれる帯域内ノイズ成

50

分のレベルを推定する。ノイズ推定部 141 による推定結果は、帯域内ノイズレベル DND として、信号加工部 143 へ送られる。

【0039】

なお、第1実施形態では、ノイズ推定部 141 は、例えば、従来例 1 として挙げた特開 2012-178804 号公報に記載のノイズ推定方法を利用して、帯域内ノイズレベル DND を推定する。

【0040】

上記のレベル検出部 142 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、レベル検出部 142 は、中間周波信号 IFD のレベルを検出する。レベル検出部 142 による検出結果は、電界強度レベル ELD として、信号加工部 143 へ送られる。

10

【0041】

上記の信号加工部 143 は、検波ユニット 130 から送られた検波信号 DTD、ノイズ推定部 141 から送られた帯域内ノイズレベル DND、及び、レベル検出部 142 から送られた電界強度レベル ELD を受ける。そして、信号加工部 143 は、帯域内ノイズレベル DND 及び電界強度レベル ELD に対応した制御量で、検波信号 DTD に対して、ミュート制御処理及びハイカット制御処理を施す。また、信号加工部 143 は、帯域内ノイズレベル DND 及び電界強度レベル ELD に基づいて、ステレオ分離係数 (0 1) を算出する。

【0042】

20

信号加工部 143 による処理によって加工された信号は、加工信号 MDD として、ステレオ復調部 145 へ送られる。また、信号加工部 143 によって算出されたステレオ分離係数 も、ステレオ復調部 145 へ送られる。

【0043】

ここで、信号加工部 143 は、帯域内ノイズレベル DND が所定値 DND_{TM} 以上、又は、電界強度レベル ELD が所定値 ELD_{TM} 以下の場合に、ミュート制御を実行する。こうしたミュート制御では、帯域内ノイズレベル DND が大きくなるほど、また、電界強度レベル ELD が小さくなるほど、信号加工部 143 は、ミュート度を増加させるようになっている。

【0044】

30

また、信号加工部 143 は、帯域内ノイズレベル DND が所定値 DND_{TH} 以上、又は、電界強度レベル ELD が所定値 ELD_{TH} 以下の場合に、ハイカット制御を実行する。こうしたハイカット制御では、帯域内ノイズレベル DND が大きくなるほど、また、電界強度レベル ELD が小さくなるほど、信号加工部 143 は、ハイカットされる周波数範囲を広げるようになっている。

【0045】

また、ステレオ分離係数の算出に際して、信号加工部 143 は、帯域内ノイズレベル DND が所定値 DND_{TS} 未満、又は、電界強度レベル ELD が所定値 ELD_{TS} より大きな場合に、ステレオ分離係数を「1」とする。また、帯域内ノイズレベル DND が所定値 DND_{TS} 以上、又は、電界強度レベル ELD が所定値 ELD_{TS} 以下の場合には、信号加工部 143 は、ステレオ分離係数を「1」以下とする。こうして「1」以下のステレオ分離係数が算出される場合には、帯域内ノイズレベル DND が大きくなるほど、また、電界強度レベル ELD が小さくなるほど、信号加工部 143 は、ステレオ分離係数を低減させる算出を行うようになっている。

40

【0046】

なお、帯域内ノイズレベル DND に関する所定値 DND_{TM} 、 DND_{TH} 、 DND_{TS} に関しては、所定値 $DND_{TM} > DND_{TH} > DND_{TS}$ の関係となっている。また、電界強度レベル ELD に関する所定値 ELD_{TM} 、 ELD_{TH} 、 ELD_{TS} に関しては、所定値 $ELD_{TM} < ELD_{TH} < ELD_{TS}$ の関係となっている。また、第1実施形態では、少なくともミュート制御が行われる状態においては、信号加工部 143 は、ステレオ分

50

離係数として「0」を算出するようになっている。

【0047】

上記のステレオ復調部145は、信号加工部143から送られた加工信号MDDを受け
る。そして、ステレオ復調部145は、加工信号MDDに対してステレオ復調処理を施す
。

【0048】

かかるステレオ復調処理に際しては、ステレオ復調部145は、まず、加工信号MDD
におけるメイン信号(L+R)に対応する周波数成分と、加工信号MDDにおけるサブ信
号(L-R)に対応する周波数成分とを分離した後、サブ信号(L-R)に対応する周波
数成分を音声帯域信号に周波数変換する。なお、メイン信号(L+R)に対応する周波数
成分は、上述したように、音声帯域信号となっている。

10

【0049】

ここで、信号加工部143におけるミュート制御処理が行われない状態では、加工信号
MDDにおけるメイン信号(L+R)に対応する周波数成分は、検波信号DTDに含まれ
ているメイン信号(L+R)に一致している。また、信号加工部143におけるハイカッ
ト制御処理が行われない状態では、周波数変換されたサブ信号(L-R)に対応する周波
数成分は、周波数変換された状態で検波信号DTDに含まれているサブ信号(L-R)に
一致している。

【0050】

そして、信号加工部143におけるミュート制御処理が行われず、かつ、ハイカット制
御処理が行われる状態では、周波数変換されたサブ信号は、放送局から送信された際
のサブ信号(L-R)の高周波部分の一部が失われたものとなっている。また、信号加工部
143におけるミュート制御処理が行われる状態では、加工信号MDDにおけるメイン信
号(L+R)に対応する周波数成分は、放送局から送信された際のメイン信号(L+R)の
全体が一様に減衰されたものとなっている。また、信号加工部143におけるミュート制
御処理が行われる状態では、周波数変換されたサブ信号(L-R)に対応する周波数成分
は、放送局から送信された際のサブ信号(L-R)の高周波部分の一部が失われたもの
の全体が、上述したメイン信号(L+R)に対応する周波数成分の場合と同様の減衰率で、
一様に減衰されたものとなっている。

20

【0051】

以上を踏まえた上で、以下においては、加工信号MDDにおけるメイン信号(L+R)
に対応する周波数成分を「メイン信号(L+R)*」と記すとともに、上述したステレオ復
調部145において周波数変換されたサブ信号(L-R)に対応する周波数成分を「サブ
信号(L-R)*」と記すものとする。

30

【0052】

引き続き、ステレオ復調部145は、次の(1)式及び(2)式により、補正前左チャ
ンネル音声信号PAD_L及び補正前右チャンネル音声信号PAD_Rを算出する。

$$PAD_L = ((L+R)^* + (L-R)^*) / 2 \quad \dots (1)$$

$$PAD_R = ((L+R)^* - (L-R)^*) / 2 \quad \dots (2)$$

【0053】

こうして算出された補正前左チャンネル音声信号PAD_L及び補正前右チャンネル音声
信号PAD_Rが、ステレオ強調補正ユニット150Aへ送られる。

40

【0054】

なお、ステレオ分離制御が行われておらず、ステレオ分離係数が「1」の場合には、
ハイカット制御及びミュート制御も行われていないので、メイン信号(L+R)*及びサブ
信号(L-R)*は、メイン信号(L+R)及びサブ信号(L-R)となっている。このた
め、ステレオ分離係数が「1」の場合には、補正前左チャンネル音声信号PAD_Lは左
チャンネル信号Lとなるとともに、補正前右チャンネル音声信号PAD_Rは右チャンネル
信号Rとなっている。また、ステレオ分離係数が「0」の場合には、補正前左チャ
ンネル音声信号PAD_L及び補正前右チャンネル音声信号PAD_Rはメイン信号(L+R)*とな

50

る。

【 0 0 5 5 】

《ステレオ強調補正ユニット 1 5 0 A の構成》

次いで、上記のステレオ強調補正ユニット 1 5 0 A の構成について説明する。

【 0 0 5 6 】

ステレオ強調補正ユニット 1 5 0 A は、図 3 に示されるように、マトリクス部 1 5 1 と、高速フーリエ変換 (F F T) 部 1 5 2_M、1 5 2_Sと、第 1 係数算出部 1 5 3 A とを備えている。また、ステレオ強調補正ユニット 1 5 0 A は、第 2 係数算出部 1 5 4 と、差信号加工部 1 5 5 A と、マトリクス部 1 5 9 とを備えている。

【 0 0 5 7 】

上記のマトリクス部 1 5 1 は、補正前信号生成ユニット 1 4 0 から送られた補正前左チャンネル音声信号 P A D_L 及び補正前右チャンネル音声信号 P A D_R を受ける。そして、マトリクス部 1 5 1 は、次の (3) 式及び (4) 式により、和信号 M T D 及び差信号 S T D を算出する。

$$M T D = P A D_L + P A D_R = (L + R)^* \quad \dots (3)$$

$$S T D = P A D_L - P A D_R = \quad \cdot (L - R)^* \quad \dots (4)$$

【 0 0 5 8 】

ここで、和信号 M T D はメイン信号 (L + R)^{*} となっているが、差信号 S T D はサブ信号 (L - R)^{*} にステレオ分離係数 を乗じたものとなっている。このため、ステレオ分離制御がなされ、ステレオ分離係数 が「 1 」未満となっている場合には、差信号 S T D がサブ信号 (L - R)^{*} を減衰させたものとなっている点が、信号対 [M T D , S T D] と、信号加工部 1 4 3 による加工結果である信号対 [(L + R)^{*} , (L - R)^{*}] とで異なっている。

【 0 0 5 9 】

なお、ステレオ分離係数 が「 0 」であった場合は、差信号 S T D は、「 0 」レベルの信号となる。

【 0 0 6 0 】

こうして算出された和信号 M T D は、 F F T 部 1 5 2_M、第 1 係数算出部 1 5 3 A 及びマトリクス部 1 5 9 へ送られる。また、算出された差信号 S T D は、 F F T 部 1 5 2_S 及び差信号加工部 1 5 5 A へ送られる。

【 0 0 6 1 】

上記の F F T 部 1 5 2_M は、マトリクス部 1 5 1 から送られた和信号 M T D を受ける。そして、 F F T 部 1 5 2_M は、和信号 M T D にフーリエ変換を施す。かかるフーリエ変換の結果 (スペクトル) は、フーリエ変換結果 M F D として、第 2 係数算出部 1 5 4 へ送られる。

【 0 0 6 2 】

上記の F F T 部 1 5 2_S は、マトリクス部 1 5 1 から送られた差信号 S T D を受ける。そして、 F F T 部 1 5 2_S は、差信号 S T D にフーリエ変換を施す。かかるフーリエ変換の結果 (スペクトル) は、フーリエ変換結果 S F D として、第 2 係数算出部 1 5 4 へ送られる。

【 0 0 6 3 】

上記の第 1 係数算出部 1 5 3 A は、 N (N - 2) 個のバンドパスフィルタ (B P F) を備えて構成されている。ここで、 j (= 1 , 2 , … , N) 番目の B P F は、個別周波数範囲 (f_{j-1} ~ f_j) の信号成分を通過させるようになっている。なお、第 1 実施形態では、周波数範囲 (f₀ ~ f_N) は、音声周波数範囲となっている。

【 0 0 6 4 】

第 1 係数算出部 1 5 3 A は、マトリクス部 1 5 1 から送られた和信号 M T D を受ける。第 1 係数算出部 1 5 3 A では、 N 個の B P F のそれぞれが、対応する個別周波数範囲の和信号 M T D の信号成分を抽出する。そして、第 1 係数算出部 1 5 3 A では、抽出された信号成分のそれぞれのレベルに基づいて、個別周波数範囲 (f_{j-1} ~ f_j) のそれぞれに対応

10

20

30

40

50

する第1係数 $C A_j$ を算出する。なお、第1実施形態では、周波数 f_0 が $0 [Hz]$ となっている。

【0065】

かかる第1係数の算出に際して、第1係数算出部153Aでは、BPFを通過した信号のレベルが所定値 L_{TH} 未満の場合には、当該BPFが通過させる信号の個別周波数範囲に対応する第1係数を「0」とする。また、第1係数算出部153Aでは、BPFを通過した信号のレベルが所定値 L_{TH} 以上の場合には、当該BPFが通過させる信号の個別周波数範囲に対応する第1係数を「1」とする。

【0066】

なお、「所定値 L_{TH} 」は、大半がノイズ成分であるとはいえない有効な成分を含んでいると考えられるか否かを判断するための基準とするという観点から、実験、シミュレーション、経験等に基づいて、予め定められる。

10

【0067】

すなわち、第1係数算出部153Aは、和信号MTDを複数の周波数帯域に分割し、当該複数の周波数帯域ごとの和信号の成分のレベルに基づいて、当該複数の周波数帯域ごとに第1係数を算出する。こうして算出された第1係数は、第1係数 $C A_1 \sim C A_N$ として、差信号加工部155Aへ送られる。

【0068】

上記の第2係数算出部154は、FFT部152_Mから送られたフーリエ変換結果MFD、及び、FFT部152_Sから送られたフーリエ変換結果SFDを受ける。引き続き、第2係数算出部154は、フーリエ変換結果MFDに基づいて、和信号MTDにおけるノイズレベル N_M を推定する。また、第2係数算出部154は、フーリエ変換結果SFDに基づいて、差信号STDにおけるノイズレベル N_S を推定する。

20

【0069】

なお、これらのノイズレベル N_M, N_S の推定に際して、第2係数算出部154は、上述したノイズ推定部141の場合と同様の手法を用いるようになっている。

【0070】

次に、第2係数算出部154は、ノイズレベル比 $R (= N_S / N_M)$ を算出する。そして、第2係数算出部154は、ノイズレベル比 R に基づいて、第2係数を算出する。こうして算出された第2係数は、差信号加工部155Aへ送られる。

30

【0071】

なお、第1実施形態では、ノイズレベル比 R が所定値 R_S より大きな場合には、第2係数は「1」であり、ノイズレベル比 R が所定値 R_S 以下の場合には、第2係数は、ノイズレベル比 R が小さくなるのに従って増加するようになっている。ここで、「所定値 R_S 」は、メイン信号 $(L + R)$ におけるノイズレベルと、サブ信号 $(L - R)$ におけるノイズレベルとの比の一般的な値に基づいて、予め定められる。

【0072】

ノイズレベル比 R が所定値 R_S よりも大きな場合には、受信品質が良好であり、ステレオ分離係数が「1」となっていると同時に、ハイカット制御が行われていないものと推定される。また、ノイズレベル比 R が所定値 R_S 以下の場合には、ノイズレベル比 R が小さくなるほど受信品質が劣悪であり、ステレオ分離係数が小さくなったり、ハイカット制御によるハイカット量が大きくなったりしていると推定される。このため、第1実施形態では、ノイズレベル比 R に基づいて、ステレオ分離係数又はハイカット制御に起因する差信号STDのサブ信号 $(L - R)$ からの低減の度合いを合理的に推定するようになっている。

40

【0073】

上記の差信号加工部155Aは、 $N(N - 2)$ 個の可変BPFと、可変BPFごとの出力信号を加算する加算部と、加算部による加算結果を増幅する増幅部とを備えて構成されている。ここで、 $j (= 1, 2, \dots, N)$ 番目の可変BPFは、上述した第1係数算出部153AにおけるBPFの場合と同様の個別周波数範囲 $(f_{j-1} \sim f_j)$ の信号成分を

50

、第1係数 $C A_j$ に対応する通過率で通過させるようになっている。また、増幅部は、第2係数 に対応する増幅率で信号増幅を行う。

【0074】

以上のように構成されている差信号加工部155Aは、マトリクス部151から送られた差信号STD、第1係数算出部153Aから送られた第1係数 $C A_1 \sim C A_N$ 、及び、第2係数算出部154から送られた第2係数 を受ける。そして、差信号加工部155Aは、第1係数 $C A_1 \sim C A_N$ 及び第2係数 に基づいて、差信号STDを加工する。

【0075】

かかる差信号の加工に際して、差信号加工部155Aでは、まず、N個の可変BPFのそれぞれが、対応する個別周波数範囲の差信号STDの信号成分を、当該個別周波数範囲 10 に対応する第1係数が「1」の場合にはそのまま通過させるとともに、当該第1係数が「0」の場合には遮断する。この結果、和信号MTDにおいて有効な音声信号成分が存在している（すなわち、信号成分のレベルが所定値 L_{TH} 以上であった）個別周波数範囲における差信号STDの信号成分のみが選択される。このため、第1係数 $C A_1 \sim C A_N$ に基づく差信号STDの加工により、差信号STDにおいてステレオ感への寄与が少なく、ノイズ成分が多く含まれていると考えられる成分が除去される。

【0076】

引き続き、差信号加工部155Aでは、加算部が、可変BPFごとの出力信号を加算する。以下、加算部による加算結果の信号を「信号ADD」と記すものとする。

【0077】

そして、差信号加工部155Aでは、増幅部が、次の(5)式に従った増幅を信号ADDに対して行い、加工差信号SADを生成する。

$$SAD = \cdot ADD \quad \dots (5)$$

こうして生成された加工差信号SADは、マトリクス部159へ送られる。

【0078】

なお、ステレオ分離係数 が「0」であった場合は、差信号STDが「0」レベルの信号であるので、信号ADD及び加工差信号SADも「0」レベルの信号となる。

【0079】

ここで、加工差信号SADは、ステレオ分離係数 が「0」よりも大きく、かつ、「1」未満である場合には、和信号MTDにおいて有効な音声信号成分が存在している個別周波数範囲における差信号STDの信号成分が、ステレオ分離係数 又はハイカット制御に起因する差信号STDのサブ信号(L-R)からの低減の度合いが緩和されたものとなっている。

【0080】

上記のマトリクス部159は、マトリクス部151から送られた和信号MTD、及び、差信号加工部155Aから送られた加工差信号SADを受取る。そして、マトリクス部159は、次の(6)式及び(7)式により、左ステレオ強調信号 AOD_L 及び右ステレオ強調信号 AOD_R を算出する。

$$AOD_L = (MTD + SAD) / 2 \quad \dots (6)$$

$$AOD_R = (MTD - SAD) / 2 \quad \dots (7)$$

こうして算出された左ステレオ強調信号 AOD_L 及び右ステレオ強調信号 AOD_R は、アナログ処理ユニット170へ送られる。

【0081】

なお、図4には、第1係数算出部153Aにより上述のようにして算出される第1係数 $C A_1 \sim C A_N$ の例が示している。また、図5には、ノイズレベル比Rの変化に応じた第2係数 の変化例が示されている。

【0082】

<動作>

次に、以上のように構成されたFM受信装置100Aの動作について、ステレオ強調補正ユニット150Aにおけるステレオ強調補正処理に主に着目して説明する。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 3 】

前提として、入力ユニット 1 8 5 には既に利用者により選局指定が入力されており、指定された希望局に対応する選局指令 C S L が、R F 処理ユニット 1 2 0 へ送られているものとする。また、入力ユニット 1 8 5 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 7 0 へ送られているものとする（図 1 参照）。

【 0 0 8 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、信号 R F S が、アンテナ 1 1 0 から R F 処理ユニット 1 2 0 へ送られる。そして、R F 処理ユニット 1 2 0 において、選局すべき希望局の信号が中間周波数帯の信号に変換された後、A D 変換が行われる。R F 処理ユニット 1 2 0 は、この A D 変換の結果を、中間周波信号 I F D として、検波ユニット 1 3 0 及び補正前信号生成ユニット 1 4 0 へ送る（図 1 参照）。

10

【 0 0 8 5 】

中間周波信号 I F D を受けると、検波ユニット 1 3 0 が、中間周波信号 I F D に対して検波処理を施す。そして、検波ユニット 1 3 0 は、検波結果（ステレオ複合信号）を、検波信号 D T D として、補正前信号生成ユニット 1 4 0 へ送る（図 1 参照）。

【 0 0 8 6 】

中間周波信号 I F D を受けると、補正前信号生成ユニット 1 4 0 では、レベル検出部 1 4 2 が、中間周波信号 I F D のレベルを検出する。そして、レベル検出部 1 4 2 は、検出結果を、電界強度レベル E L D として、信号加工部 1 4 3 へ送る（図 2 参照）。

20

【 0 0 8 7 】

また、検波信号 D T D を受けると、補正前信号生成ユニット 1 4 0 では、ノイズ推定部 1 4 1 が、検波信号 D T D のフーリエ変換結果に基づいて、検波信号 D T D における音声に対応する信号成分の周波数帯域内に含まれる帯域内ノイズ成分のレベルを推定する。そして、ノイズ推定部 1 4 1 は、推定結果を、帯域内ノイズレベル D N D として、信号加工部 1 4 3 へ送る（図 2 参照）。

【 0 0 8 8 】

電界強度レベル E L D 及び帯域内ノイズレベル D N D を受けると、信号加工部 1 4 3 が、帯域内ノイズレベル D N D 及び電界強度レベル E L D に対応した制御量で、検波信号 D T D に対して、ミュート制御処理及びハイカット制御処理を施して加工信号 M D D を生成するとともに、帯域内ノイズレベル D N D 及び電界強度レベル E L D に基づいて、ステレオ分離係数 $(0 \quad 1)$ を算出する。そして、信号加工部 1 4 3 は、加工信号 M D D 及びステレオ分離係数 をステレオ復調部 1 4 5 へ送る（図 2 参照）。

30

【 0 0 8 9 】

加工信号 M D D 及びステレオ分離係数 を受けると、ステレオ復調部 1 4 5 が、ステレオ分離係数 を利用して、補正前左チャンネル音声信号 P A D_L 及び補正前右チャンネル音声信号 P A D_R を、上述した (1) 式及び (2) 式により算出する。そして、ステレオ復調部 1 4 5 は、補正前左チャンネル音声信号 P A D_L 及び補正前右チャンネル音声信号 P A D_R を、ステレオ強調補正ユニット 1 5 0 A へ送る（図 2 参照）。

【 0 0 9 0 】

補正前左チャンネル音声信号 P A D_L 及び補正前右チャンネル音声信号 P A D_R を受けると、ステレオ強調補正ユニット 1 5 0 A がステレオ強調補正処理を行う。

40

【 0 0 9 1 】

《和信号及び差信号の算出処理》

かかるステレオ強調補正処理に際して、ステレオ強調補正ユニット 1 5 0 A では、まず、マトリクス部 1 5 1 が、補正前左チャンネル音声信号 P A D_L 及び補正前右チャンネル音声信号 P A D_R に基づいて、上述した (3) 式及び (4) 式により、和信号 M T D 及び差信号 S T D を算出する。そして、マトリクス部 1 5 1 は、和信号 M T D を、F F T 部 1 5 2_M、第 1 係数算出部 1 5 3 A 及びマトリクス部 1 5 9 へ送るとともに、差信号 S T D を、F F T 部 1 5 2_S 及び差信号加工部 1 5 5 A へ送る（図 3 参照）。

50

【 0 0 9 2 】

こうして算出された差信号 $S T D$ のスペクトルの例が、図 6 (B) に示されている。なお、図 6 (A) には、サブ信号 $(L - R)$ のスペクトルの例が、図 6 (B) に示されている差信号 $S T D$ のスペクトルの例との比較のために示されている。

【 0 0 9 3 】

ここで、図 6 (B) に示されている差信号 $S T D$ のスペクトルは、信号加工部 1 4 3 においてステレオ分離制御のみが行われ、ステレオ分離係数が「 0 」よりも大きく、かつ、「 1 」未満である場合の例となっている。この例の場合には、図 6 (A) に示されるサブ信号 $(L - R)$ ($= (L - R)^*$) のスペクトルと、図 6 (B) に示される差信号 $S T D$ のスペクトルと比べてみると、ステレオ分離係数の寄与により、差信号 $S T D$ のスペクトルは、サブ信号 $(L - R)$ のスペクトルが減衰したものとなっている。

10

【 0 0 9 4 】

《 第 1 係数の算出処理 》

和信号 $M T D$ を受けると、第 1 係数算出部 1 5 3 A は、第 1 係数 $C A_1 \sim C A_N$ を算出する。

【 0 0 9 5 】

かかる第 1 係数 $C A_1 \sim C A_N$ の算出に際して、第 1 係数算出部 1 5 3 A では、まず、 N 個の $B P F$ のそれぞれが、対応する個別周波数範囲の和信号 $M T D$ の信号成分を抽出する。引き続き、第 1 係数算出部 1 5 3 A では、 $B P F$ を通過した信号のレベルが所定値 L_{TH} 未満の場合には、当該 $B P F$ が通過させる信号の周波数範囲に対応する第 1 係数を「 0 」とする。また、第 1 係数算出部 1 5 3 A では、 $B P F$ を通過した信号のレベルが所定値 L_{TH} 以上の場合には、当該 $B P F$ が通過させる信号の周波数範囲に対応する第 1 係数を「 1 」とする。そして、第 1 係数算出部 1 5 3 A は、第 1 係数 $C A_1 \sim C A_N$ を、差信号加工部 1 5 5 A へ送る (図 3 参照) 。

20

【 0 0 9 6 】

《 第 2 係数の算出処理 》

第 2 係数の算出に際しては、まず、和信号 $M T D$ を受けた $F F T$ 部 1 5 2 $_M$ が、和信号 $M T D$ にフーリエ変換を施し、フーリエ変換結果 $M F D$ を、第 2 係数算出部 1 5 4 へ送る。また、差信号 $S T D$ を受けた $F F T$ 部 1 5 2 $_S$ が、差信号 $S T D$ にフーリエ変換を施し、フーリエ変換結果 $S F D$ を、第 2 係数算出部 1 5 4 へ送る (図 3 参照) 。

30

【 0 0 9 7 】

フーリエ変換結果 $M F D$, $S F D$ を受けると、第 2 係数算出部 1 5 4 は、フーリエ変換結果 $M F D$ に基づいて、和信号 $M T D$ におけるノイズレベル N_M を推定するとともに、フーリエ変換結果 $S F D$ に基づいて、差信号 $S T D$ におけるノイズレベル N_S を推定する。引き続き、第 2 係数算出部 1 5 4 は、ノイズレベル比 R ($= N_S / N_M$) を算出する。そして、第 2 係数算出部 1 5 4 は、ノイズレベル比 R に基づいて第 2 係数を算出し、算出された第 2 係数を、差信号加工部 1 5 5 A へ送る (図 3 参照) 。

【 0 0 9 8 】

《 差信号の加工処理 》

差信号加工部 1 5 5 A は、マトリクス部 1 5 1 から送られた差信号 $S T D$ 、第 1 係数算出部 1 5 3 A から送られた第 1 係数 $C A_1 \sim C A_N$ 、及び、第 2 係数算出部 1 5 4 から送られた第 2 係数を受けると、差信号加工部 1 5 5 A は、第 1 係数 $C A_1 \sim C A_N$ 及び第 2 係数に基づいて、差信号 $S T D$ を加工する。

40

【 0 0 9 9 】

かかる差信号 $S T D$ の加工に際して、差信号加工部 1 5 5 A では、まず、 N 個の可変 $B P F$ のそれぞれが、対応する個別周波数範囲の差信号 $S T D$ の信号成分を、当該個別周波数範囲に対応する第 1 係数が「 1 」の場合にはそのまま通過させるとともに、当該第 1 係数が「 0 」の場合には遮断する。この結果、和信号 $M T D$ において有効な音声信号成分が存在している個別周波数範囲における差信号 $S T D$ の信号成分のみが選択される。引き続き、差信号加工部 1 5 5 A では、加算部が、可変 $B P F$ ごとの出力信号を加算し、上述し

50

た信号ADDを算出する。

【0100】

こうして算出された信号ADDのスペクトルの例が、図6(C)に示されている。なお、図6(C)に示される例は、第1係数 $C_{A_1} \sim C_{A_N}$ が、上述した図4に示した値であった場合の例である。

【0101】

次に、差信号加工部155Aでは、増幅部が、上述した(5)式に従った増幅を信号ADDに対して行い、加工差信号SADを生成する。こうして生成された加工差信号SADは、マトリクス部159へ送られる(図3参照)。

【0102】

こうして生成された加工差信号SADのスペクトルの例が、図6(D)に示されている。図6(D)のスペクトル及び図6(B)のスペクトルを、図6(A)のスペクトルと比べて分るように、加工差信号SADは、和信号MTDにおいて有効な音声信号成分が存在している(すなわち、信号成分のレベルが所定値 L_{TH} 以上であった)個別周波数範囲における差信号STDの信号成分が、ステレオ分離係数又はハイカット制御に起因する差信号STDのサブ信号(L-R)からの低減の度合いが緩和されたものとなっている。

【0103】

《左ステレオ強調信号及び右ステレオ強調信号の算出処理》

マトリクス部151から送られた和信号MTD、及び、差信号加工部155Aから送られた加工差信号SADを受けると、マトリクス部159は、左ステレオ強調信号 AOD_L 及び右ステレオ強調信号 AOD_R を算出する。かかる左ステレオ強調信号 AOD_L 及び右ステレオ強調信号 AOD_R の算出に際して、マトリクス部159は、上述した(6)式及び(7)式により、左ステレオ強調信号 AOD_L 及び右ステレオ強調信号 AOD_R を算出する。そして、マトリクス部159は、左ステレオ強調信号 AOD_L 及び右ステレオ強調信号 AOD_R を、アナログ処理ユニット170へ送る(図3参照)。

【0104】

さて、ステレオ強調補正ユニット150Aから送られた左ステレオ強調信号 AOD_L 及び右ステレオ強調信号 AOD_R を受けると、アナログ処理ユニット170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_L 、 AOS_R が生成される。そして、アナログ処理ユニット170は、生成された出力音声信号 AOS_L 、 AOS_R をスピーカユニット180 $_L$ 、180 $_R$ へ送る(図1参照)。この結果、スピーカユニット180 $_L$ 、180 $_R$ が、出力音声信号 AOS_L 、 AOS_R に従って、音声を再生出力する。

【0105】

以上説明したように、第1実施形態では、アンテナ110によるFMステレオ放送波の受信結果である信号RFSが、RF処理ユニット120、検波ユニット130及び補正前信号生成ユニット140により順次処理されて、補正前左チャンネル音声信号 PAD_L 及び補正前右チャンネル音声信号 PAD_R が生成される。かかる補正前左チャンネル音声信号 PAD_L 及び補正前右チャンネル音声信号 PAD_R の生成に際して、補正前信号生成ユニット140は、検波信号DTDに対して、放送波の受信品質に対応して、ミュート制御、ハイカット制御及びステレオ分離制御を行う。

【0106】

補正前左チャンネル音声信号 PAD_L 及び補正前右チャンネル音声信号 PAD_R を受けたステレオ強調補正ユニット150Aは、ステレオ強調処理を行う。かかるステレオ強調処理に際して、ステレオ強調補正ユニット150Aでは、マトリクス部151が、補正前左チャンネル音声信号 PAD_L と補正前右チャンネル音声信号 PAD_R とを加算した和信号MTD、及び、補正前左チャンネル音声信号 PAD_L から補正前右チャンネル音声信号 PAD_R を減算した差信号STDを算出する。

【0107】

引き続き、第1係数算出部153Aが、和信号MTDを複数の周波数帯域に分割し、当

10

20

30

40

50

該複数の周波数帯域ごとの和信号MTDの成分のレベルに基づいて、当該複数の周波数帯域ごとに、第1係数 $CA_1 \sim CA_N$ を算出する。また、第1係数算出部153Aによる第1係数 $CA_1 \sim CA_N$ の算出処理と並行して、第2係数算出部154が、和信号MTDのフーリエ変換結果MFDに基づく和信号MTDにおけるノイズレベル N_M の推定、及び、差信号STDのフーリエ変換SFDに基づく差信号STDにおけるノイズレベル N_S の推定を行った後、これらの推定結果に基づいて、第2係数を算出する。

【0108】

次に、差信号加工部155Aが、第1係数 $CA_1 \sim CA_N$ 及び第2係数に基づいて、差信号STDを加工して加工差信号SADを生成する。そして、マトリクス部159が、和信号MTDと加工差信号SADとを加算して得られる加算結果に基づいて左ステレオ強調信号 AOD_L を算出するとともに、和信号MTDから加工差信号SADを減算して得られる減算結果に基づいて右ステレオ強調信号 AOD_R を算出する。

10

【0109】

したがって、第1実施形態によれば、FMステレオ放送波の受信品質の変化に対応して信号処理の態様を適切に変化させつつ、ステレオ感の低下を抑制することができる。

【0110】

また、第1実施形態では、第2係数は、ノイズレベル比 R が所定値 R_S 以下の場合には、ノイズレベル比 R が小さくなるに従って増加するようになっている。このため、ステレオ分離係数又はハイカット制御に起因する差信号STDのサブ信号(L-R)からの低減を合理的に補償した加工差信号SADを生成することができる。

20

【0111】

[第2実施形態]

次に、本発明の第2実施形態を、図7を主に参照して説明する。

【0112】

<構成>

第2実施形態に係るFM受信装置は、上述した第1実施形態にかかるFM受信装置100Aと比べて、ステレオ強調補正ユニット150Aに代えて、図7に示される構成のステレオ強調補正ユニット150B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。

【0113】

なお、以下の説明においては、第2実施形態に係るFM受信装置を「FM受信装置100B」と記すものとする。

30

【0114】

上記のステレオ強調補正ユニット150Bは、図7に示されるように、上述したステレオ強調補正ユニット150A(図3参照)と比べて、(a)第1係数算出部153Aに代えて第1係数算出部153Bを備える点、(b)差信号加工部155Aに代えて差信号加工部155Bを備える点、及び、(c)逆フーリエ変換(IFFT)部156_M、156_Sを更に備える点が異なっている。

【0115】

なお、第2実施形態におけるマトリクス部151は、和信号MTDを、FFT部152_Mのみへ送る。また、第2実施形態におけるFFT部152_Mは、フーリエ変換結果MFDを、第1係数算出部153B、第2係数算出部154及びIFFT部156_Mへ送る。

40

【0116】

さらに、第2実施形態におけるFFT部152_Sは、フーリエ変換結果SFDを、第2係数算出部154及び差信号加工部155Bへ送る。また、第2実施形態における第2係数算出部154は、第2係数を差信号加工部155Bへ送る。

【0117】

上記の第1係数算出部153Bは、FFT部152_Mから送られたフーリエ変換結果MFDを受ける。そして、第1係数算出部153Bは、フーリエ変換結果MFDに基づいて、第1実施形態の場合と同様の第1係数 $CA_1 \sim CA_N$ を算出する。

50

【0118】

上記の差信号加工部155Bは、FFT部152_Sから送られたフーリエ変換結果SFD、第1係数算出部153Bから送られた第1係数CA₁~CA_N、及び、第2係数算出部154から送られた第2係数を受ける。そして、差信号加工部155Bは、第1係数CA₁~CA_N及び第2係数に基づいて、フーリエ変換結果(すなわち、差信号STDのスペクトル)SFDを加工する。この加工結果が、加工差信号スペクトルSSDとして、IFFT部156_Sへ送られる。

【0119】

かかるフーリエ変換結果SFDの加工に際して、差信号加工部155Bは、フーリエ変換結果SFDの周波数範囲($f_{j-1} \sim f_j$) ($j = 1 \sim N$)の成分を「SFD_j」として、
次の(8)式により、周波数範囲($f_{j-1} \sim f_j$)の成分SSD_jを算出することにより、
加工差信号スペクトルSSDを算出する。

$$SSD_j = CA_j \cdot SFD_j \quad \dots (8)$$

【0120】

上記のIFFT部156_Mは、FFT部152_Mから送られたフーリエ変換結果(すなわち、和信号MTDのスペクトル)MFDを受ける。そして、IFFT部156_Mは、フーリエ変換結果MFDに逆フーリエ変換を施す。この逆フーリエ変換の結果は、和信号MTDとなっている。IFFT部156_Mによる逆フーリエ変換により得られた和信号MTDは、マトリクス部159へ送られる。

【0121】

上記のIFFT部156_Sは、差信号加工部155Bから送られた加工差信号スペクトルSSDを受ける。そして、IFFT部156_Sは、加工差信号スペクトルSSDに逆フーリエ変換を施す。この逆フーリエ変換の結果は、加工差信号SADとして、マトリクス部159へ送られる。

【0122】

<動作>

以上のように構成されたFM受信装置100Bの動作について、上述したFM受信装置100Aの動作との相違に主に着目して説明する。

【0123】

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)。

【0124】

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、第1実施形態の場合と同様にして、RF処理ユニット120、検波ユニット130及び補正前信号生成ユニット140による処理が順次行われて、補正前左チャンネル音声信号PAD_L及び補正前右チャンネル音声信号PAD_Rが生成される。こうして生成された補正前左チャンネル音声信号PAD_L及び補正前右チャンネル音声信号PAD_Rは、ステレオ強調補正ユニット150Bへ送られる。

【0125】

補正前左チャンネル音声信号PAD_L及び補正前右チャンネル音声信号PAD_Rを受けると、ステレオ強調補正ユニット150Bがステレオ強調補正処理を行う。

【0126】

《和信号及び差信号の算出処理》

かかるステレオ強調補正処理に際して、ステレオ強調補正ユニット150Bでは、まず、マトリクス部151が、補正前左チャンネル音声信号PAD_L及び補正前右チャンネル音声信号PAD_Rに基づいて、第1実施形態の場合と同様にして、和信号MTD及び差信

10

20

30

40

50

号STDを算出する。そして、マトリクス部151は、和信号MTDをFFT部152_Mへ送るとともに、差信号STDをFFT部152_Sへ送る(図7参照)。

【0127】

《第1係数の算出処理》

FFT部152_Mから送られたフーリエ変換結果MFDを受けると、第1係数算出部153Bは、フーリエ変換結果MFDに基づいて、第1係数 $C A_1 \sim C A_N$ を算出する。そして、第1係数算出部153Bは、第1係数 $C A_1 \sim C A_N$ を、差信号加工部155Bへ送る(図7参照)。

【0128】

《第2係数の算出処理》

上述した第1係数 $C A_1 \sim C A_N$ の算出と並行して、第2係数算出部154が、第1実施形態の場合と同様にして、第2係数を算出する。そして、第2係数算出部154は、第2係数を、差信号加工部155Bへ送る(図7参照)。

【0129】

《差信号の加工処理》

差信号加工部155Bは、FFT部152_Sから送られたフーリエ変換結果SFD、第1係数算出部153Bから送られた第1係数 $C A_1 \sim C A_N$ 、及び、第2係数算出部154から送られた第2係数を受けると、差信号加工部155Bは、第1係数 $C A_1 \sim C A_N$ 及び第2係数に基づいて、フーリエ変換結果SFDを加工する。

【0130】

かかるフーリエ変換結果SFDの加工に際して、差信号加工部155Bは、上述した(8)式により、周波数範囲($f_{j-1} \sim f_j$)の成分SSD_jを算出することにより、加工差信号スペクトルSSDを算出する。そして、差信号加工部155Bは、加工差信号スペクトルSSDをIFFT部156_Sへ送る(図7参照)。

【0131】

《左ステレオ強調信号及び右ステレオ強調信号の算出処理》

FFT部152_Mから送られたフーリエ変換結果MFDを受けると、IFFT部156_Mが、フーリエ変換結果MFDに対して逆フーリエ変換を施し、和信号MTDを算出する。また、差信号加工部155Bから送られた加工差信号スペクトルSSDに対して逆フーリエ変換を施し、加工差信号SADを算出する。

【0132】

こうして算出された和信号MTD及び加工差信号SADを受けると、マトリクス部159が、第1実施形態の場合と同様にして、左ステレオ強調信号AOD_L及び右ステレオ強調信号AOD_Rを算出する。そして、マトリクス部159は、左ステレオ強調信号AOD_L及び右ステレオ強調信号AOD_Rを、アナログ処理ユニット170へ送る(図7参照)。

【0133】

さて、ステレオ強調補正ユニット150Bから送られた左ステレオ強調信号AOD_L及び右ステレオ強調信号AOD_Rを受けると、アナログ処理ユニット170は、第1実施形態の場合と同様にして、出力音声信号AOS_L、AOS_Rを生成する。そして、アナログ処理ユニット170は、生成された出力音声信号AOS_L、AOS_Rをスピーカユニット180_L、180_Rへ送る(図1参照)。この結果、スピーカユニット180_L、180_Rが、出力音声信号AOS_L、AOS_Rに従って、音声を再生出力する。

【0134】

以上説明したように、第2実施形態では、アンテナ110によるFMステレオ放送波の受信結果である信号RFSが、RF処理ユニット120、検波ユニット130及び補正前信号生成ユニット140により順次処理されて、補正前左チャンネル音声信号PAD_L及び補正前右チャンネル音声信号PAD_Rが生成される。かかる補正前左チャンネル音声信号PAD_L及び補正前右チャンネル音声信号PAD_Rの生成に際して、補正前信号生成ユニット140は、検波信号DTDに対して、放送波の受信品質に対応して、ミュート制御、ハイカット制御及びステレオ分離制御を行う。

10

20

30

40

50

【0135】

補正前左チャンネル音声信号 PAD_L 及び補正前右チャンネル音声信号 PAD_R を受けたステレオ強調補正ユニット150Bは、ステレオ強調処理を行う。かかるステレオ強調処理に際して、ステレオ強調補正ユニット150Bでは、マトリクス部151が、第1実施形態の場合と同様に、補正前左チャンネル音声信号 PAD_L と補正前右チャンネル音声信号 PAD_R とを加算した和信号 MTD 、及び、補正前左チャンネル音声信号 PAD_L から補正前右チャンネル音声信号 PAD_R を減算した差信号 STD を算出する。

【0136】

引き続き、第1係数算出部153Bが、和信号 MTD のフーリエ変換結果 MFD に基づいて、第1実施形態と同様の第1係数 $CA_1 \sim CA_N$ を算出する。また、第1係数算出部153Bによる第1係数 $CA_1 \sim CA_N$ の算出処理と並行して、第2係数算出部154が、第1実施形態の場合と同様に、第2係数を算出する。

10

【0137】

次に、差信号加工部155Bが、第1係数 $CA_1 \sim CA_N$ 及び第2係数に基づいて、フーリエ変換結果 SFD を加工し、加工差信号スペクトル SSD を生成する。そして、マトリクス部159が、フーリエ変換結果 MFD を逆フーリエ変換して得られる和信号 MTD と、加工差信号スペクトル SSD を逆フーリエ変換して得られる加工差信号 SAD とに基づいて、第1実施形態の場合と同様に、左ステレオ強調信号 AOD_L 及び右ステレオ強調信号 AOD_R を算出する。

【0138】

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、FMステレオ放送波の受信品質の変化に対応して信号処理の態様を適切に変化させつつ、ステレオ感の低下を抑制することができる。

20

【0139】

また、第2実施形態では、第1実施形態の場合と同様に、第2係数は、ノイズレベル比 R が所定値 R_s 以下の場合には、ノイズレベル比 R が小さくなるに従って増加するようになっている。このため、ステレオ分離係数又はハイカット制御に起因する差信号 STD のサブ信号 ($L-R$) からの低減を合理的に補償した加工差信号 SAD を生成することができる。

【0140】

[実施形態の変形]

本発明は、上記の第1及び第2実施形態に限定されるものではなく、様々な変形が可能である。

30

【0141】

例えば、第1及び第2実施形態では、ノイズレベル比が所定値以下の場合におけるノイズレベル比の変化に応じた第2係数の変化態様として、図5に示される変化態様を例示した。これに対し、ノイズレベル比が所定値以下の場合に、ノイズレベル比が小さくなるほど第2係数が大きくなる変化態様として、図5に示される変化態様と異なる変化態様を採用してもよい。

【0142】

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

40

【0143】

また、第1及び第2実施形態では、第1係数が、遮断に対応する値及びそのまま通過に対応する値のいずれか一方となるようにしたが、個別周波数範囲における成分のレベルに応じて、対応する第1係数が変化するようにしてもよい。

【0144】

また、第1実施形態においては、差信号の加工に際して、第1係数に基づく加工を行った結果に、第2係数に基づく加工を行うようにした。これに対し、第2係数に基づく加工を行った結果に、第1係数に基づく加工を行うようにしてもよいし、第1係数に基づく加

50

工と第2係数に基づく加工とを同時に行うようにしてもよい。

【0145】

また、第2実施形態では、マトリクス部159に供給される和信号MTDを、マトリクス部151で算出された和信号MTDをフーリエ変換した後に逆フーリエ変換して得るようにした。これに対し、マトリクス部151で算出された和信号MTDに遅延を施して、マトリクス部159に供給される和信号MTDを得るようにしてもよい。

【0146】

なお、上記の第1又は第2実施形態における検波ユニット、補正前信号生成ユニット、ステレオ強調補正ユニット及び制御ユニットを中央処理装置(CPU: Central Processing Unit)、DSP(Digital Signal Processor)等を備えた演算手段としてのコンピュータとして構成し、予め用意されたプログラムを当該コンピュータで実行することにより、上記の実施形態における処理の一部又は全部を実行するようにしてもよい。このプログラムはハードディスク、CD-ROM、DVD等のコンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録され、当該コンピュータによって記録媒体から読み出されて実行される。また、このプログラムは、CD-ROM、DVD等の可搬型記録媒体に記録された形態で取得されるようにしてもよいし、インターネットなどのネットワークを介した配信の形態で取得されるようにしてもよい。

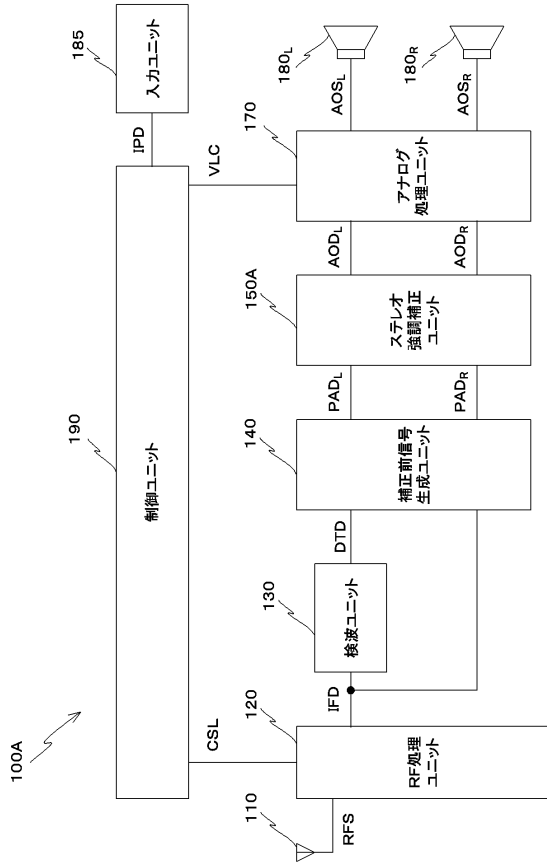
10

【符号の説明】

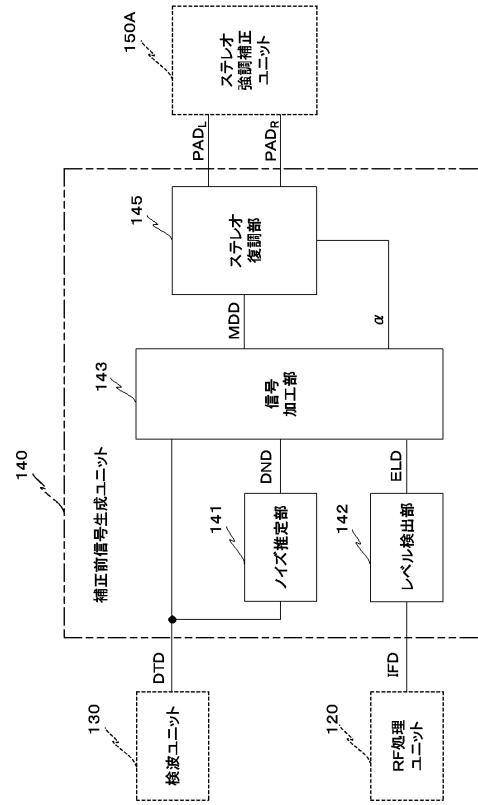
【0147】

100A, 100B	...	FM受信装置	20
140	...	補正前信号生成ユニット(補正前信号生成部)	
151	...	マトリクス部(第1マトリクス部)	
153A, 153B	...	第1係数算出部	
154	...	第2係数算出部	
155A, 155B	...	差信号加工部	
159	...	マトリクス部(第2マトリクス部)	

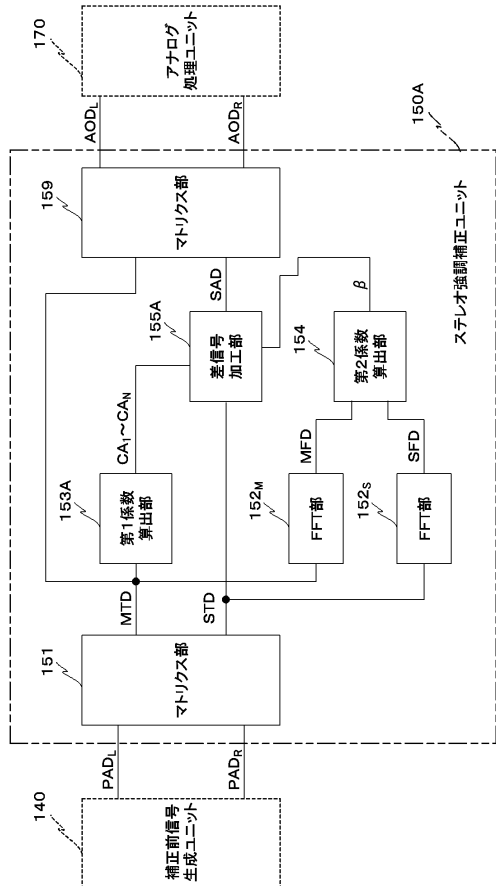
【図1】



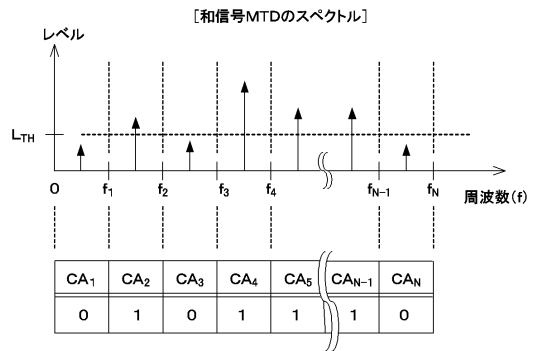
【図2】



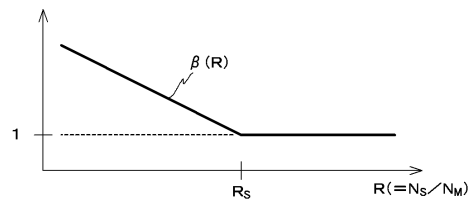
【図3】



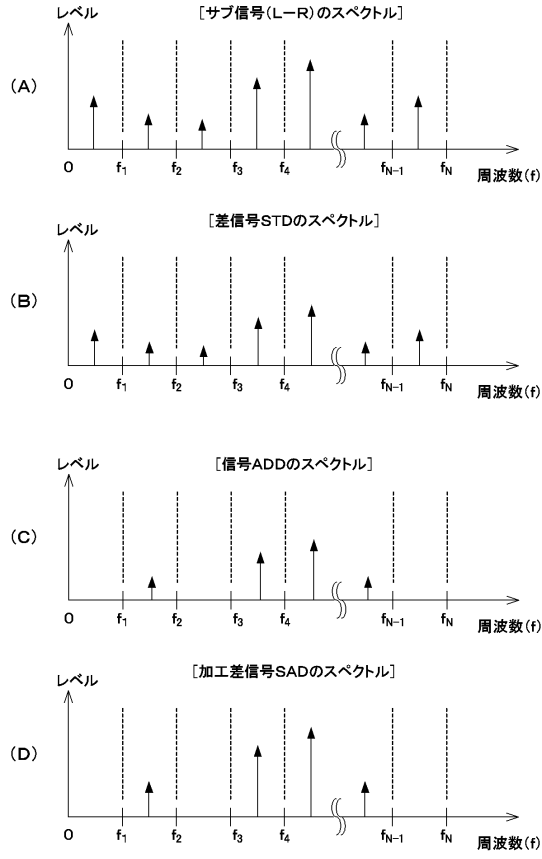
【図4】



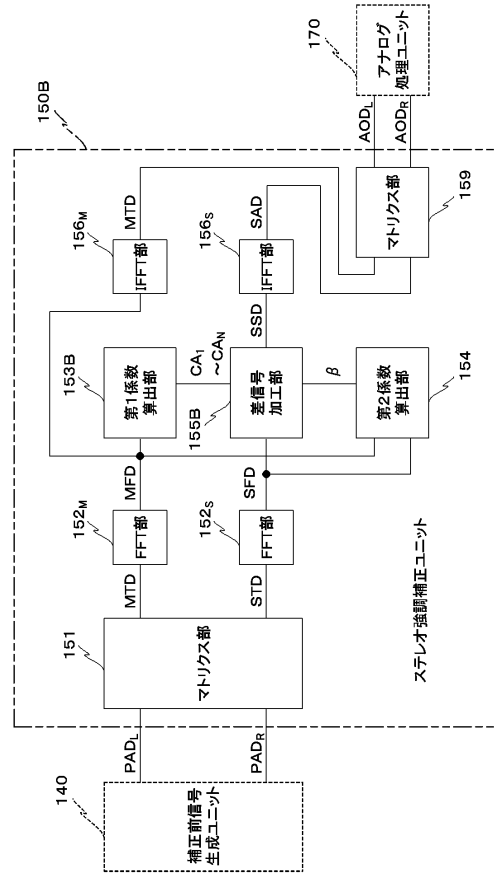
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2012-178804(JP,A)
特開平07-074715(JP,A)
特開2000-332710(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B	1/16
H04B	1/10
H04R	3/00