

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

受信信号を検波して得られる復調信号を減衰する減衰部と、
 前記復調信号の強度を示す第 1 信号を検出する検出部と、
 前記第 1 信号に基づいて前記減衰部の減衰率を設定する減衰率設定部と、
 を備えた信号処理回路において、
 前記減衰率設定部は、
 前記受信信号の中間周波信号に基づいて得られる包絡線の変化を示す第 2 信号、前記中間周波信号に基づいて得られる電界強度を示す第 3 信号の少なくとも一つの信号と、前記第 1 信号に応じて前記減衰部の減衰率を設定することを特徴とする信号処理回路。

10

【請求項 2】

所定の時間差を有する前記復調信号の強度の差分が所定の閾値を越えるか否かを判定してノイズを検出する差分判定部を備え、
 前記減衰率設定部は、
 前記差分判定部のノイズの検出に基づいて、前記減衰部に第 1 減衰率を設定し、当該設定から所定期間経過後に前記減衰部に前記第 1 減衰率より小さい第 2 減衰率を設定することを特徴とする請求項 1 に記載の信号処理回路。

【請求項 3】

前記第 1 信号と、前記第 2 信号と、前記第 3 信号と、の少なくとも一つの信号に基づいて前記差分判定部における前記閾値を設定する差分閾値設定部を備えたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の信号処理回路。

20

【請求項 4】

前記信号処理回路は、
 前記受信信号をノイズ低減するディエンファシス処理の周波数特性でもって前記復調信号を平滑化する平滑化処理部を備え、
 前記差分判定部は、
 前記平滑処理部で平滑化を行った前記所定の時間差を有する前記復調信号の強度の差分が前記所定の閾値を越えるか否かを判定し、

前記減衰処理部は、
 前記平滑処理部で平滑化を行った前記復調信号を減衰することを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れかに記載の信号処理回路。

30

【請求項 5】

前記第 2 信号と前記第 3 信号に基づいてノイズ検出信号を出力するノイズ検出部と、
 前記減衰部の出力と前記復調信号を入力し、前記ノイズ検出信号に基づいて前記減衰部の出力と前記復調信号の増幅率を設定して加算出力する出力制御部と、
 を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れかに記載の信号処理回路。

【請求項 6】

前記出力制御部は、
 前記復調信号の大きさを設定する第 1 増幅部と、
 前記減衰部の出力の大きさを設定する第 2 増幅部と、
 前記第 1 増幅部の出力と前記第 2 増幅部の出力を加算して出力する加算部と、
 を備え、前記ノイズ検出信号がノイズの検出を示す場合前記第 2 増幅部の増幅率を増加し、ノイズの検出を示さない場合第 1 増幅部の増幅率を増加し、加算して出力することを特徴とする請求項 5 に記載の信号処理回路。

40

【請求項 7】

前記受信信号は、FM 受信信号であることを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れかに記載の信号処理回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【0001】

本発明は、信号処理回路に関する。

【背景技術】

【0002】

F M放送の電波は、光と同じ性質を持っているので、ビルや山などで反射する。反射された反射波は、直接波よりも時間的に遅れて受信アンテナに届くため、反射波と直接波が干渉することがある。そして、反射波が強いときには受信機から出力される音声に歪み感やノイズ感が生じたり、ステレオ放送の場合、分離度（セパレーション）が低下したりする。このような反射波による受信障害をマルチパス妨害といい、発生するノイズをマルチパスノイズという。

10

【0003】

F M受信機、特に車載用F M受信機では、車両の移動に伴い直接波と間接波の関係が時々刻々と変化するので、このようなマルチパスノイズの影響を受けやすい。

そこで、F M受信機では、マルチパスノイズの発生を検出するとともに、マルチパスノイズが検出された期間に、F M検波によって復調されるステレオ複合信号を減衰する信号処理回路を備えているものがある（例えば、特許文献1参照）。従来の信号処理回路は、ステレオ複合信号の強度の変化とシグナルメータのA C成分の変化に基づいてマルチパスノイズの発生する期間を検出し、マルチパスノイズの発生が検出された期間にステレオ複合信号の強度から得られる減衰率に応じてステレオ複合信号を減衰することでノイズ感を低減していた。

20

【特許文献1】特開2003-283349号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来の信号処理回路では、前述のようにノイズ検出におけるステレオ複合信号の減衰率をステレオ複合信号のみで設定していた。しかし、減衰率の最適な値は、電界強度や受信信号に含まれるノイズ成分の度合いなどの受信状態によって異なる。そのため、従来の信号処理回路では、減衰率を適切に設定できず、ノイズ感や歪み感が残った。また、従来の信号処理回路ではマルチパスノイズの検出をシグナルメータのA C成分に基づいて検出していたので、弱電界でA C成分のスペクトルが乱れた場合、マルチパスノイズの検出精度が劣化した。さらに、減衰率が大きく、かつマルチパスノイズ発生の期間が長い場合、出力音声途切れてしまう音切れ現象が発生した。

30

【0005】

本発明は、ステレオ複合信号の強度以外に、中間周波信号に基づいて得られる包絡線の変化や、電界強度を考慮して減衰率を設定し、マルチパスノイズによるノイズ感および歪み感を小さくすることができる信号処理回路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】

【0006】

本発明に係る主たる発明は、受信信号を検波して得られる復調信号を減衰する減衰部と、前記復調信号の強度を示す第1信号を検出する検出部と、前記第1信号に基づいて前記減衰部の減衰率を設定する減衰率設定部と、を備えた信号処理回路において、前記減衰率設定部は、前記受信信号の中間周波信号に基づいて得られる包絡線の変化を示す第2信号、前記中間周波信号に基づいて得られる電界強度を示す第3信号の少なくとも一つの信号と、前記第1信号に応じて前記減衰部の減衰率を設定することを特徴とする。

40

本発明の他の特徴については、添付図面及び本明細書の記載により明らかとなる。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、復調信号の強度以外の情報も考慮して減衰率を設定するので、受信状況により適した減衰率で復調信号を減衰し、ノイズ感および歪み感を小さくすることができる。

50

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて具体的に説明する。

【0009】

=== FM受信機構成 ===

以下の本発明の実施の形態では、FMステレオ受信機に本発明の信号処理回路を適用した場合について説明する。なお、本発明はステレオ放送およびモノラル放送のいずれにも適用可能である。

【0010】

図1は、本発明の信号処理回路36を使用したFMステレオ受信機の構成の一例を示すブロック図である。同図に示すFMステレオ受信機は、フロントエンド部100、中間周波増幅部200、FM検波回路24、ステレオ復調回路26、ディエンファシス回路28、30、低周波増幅回路32、34、信号処理回路36、シグナルメータ(以下、Sメータとする)38を備えている。

10

【0011】

フロントエンド部100は、アンテナ1から得られる受信信号を10.7MHzの中間周波信号に周波数変換して出力する。なお、フロントエンド部100は、アンテナ1から受信した受信信号を、特定の周波数帯域だけ選択的に増幅する高周波増幅回路10と、周波数変換に必要な局部発振信号を出力する局部発振回路12と、高周波増幅回路10の出力信号および局部発振回路12から出力される局部発振信号を混合して中間周波信号として出力する混合回路14と、中間周波信号の大きさに応じて高周波増幅回路10の利得を自動的に調節するAGC(Automatic Gain Control)回路16とを備えている。局部発振回路12は、例えばPLL回路18を備えたPLL周波数シンセサイザが用いられる。PLL周波数シンセサイザは、基準周波数をもとに電圧制御発振回路(不図示)が出力する周波数を位相比較回路(不図示)で比較し、差があれば位相比較回路の差に応じた信号を発生させ、安定した周波数を発生させる。

20

【0012】

中間周波増幅部200は、中間周波信号を増幅するとともに所定周波数以外の不要な信号の除去を行う。なお、中間周波増幅部200は、入力した中間周波信号のうち所定周波数以外を除去するフィルタ(不図示)と中間周波信号を増幅する増幅回路(不図示)を有する中間周波増幅回路20と、中間周波増幅回路20から出力された信号のうち所定外の振幅部分を除去するとともにSメータ38に電界強度を示すSメータ信号を出力するリミッター増幅回路22を備えている。

30

【0013】

中間周波増幅回路20内のフィルタは、位相特性が音質に与える影響が大きいので、フィルタの通過帯域内で群遅延特性が平坦であることが要求されるが、実際にはフィルタを通過する信号の周波数に応じた位相の遅延が生じている。このフィルタとして、例えばセラミックフィルタが使用される。また、リミッター増幅回路22は受信信号の所定外の振幅部分を除去する働きがあり、受信信号がノイズ等の影響で振幅変化を受けていてもそのノイズ部分が除去されて出力される。

40

【0014】

FM検波回路24は、リミッター増幅回路22の出力をFM検波によって復調して、ステレオ複合信号(『復調信号』)を出力する。このFM検波回路24として、例えば周波数の変化に追従するよう電圧制御発振回路(不図示)をフィードバック制御し、この制御電圧から振幅信号を取り出すPLL検波回路が用いられる。それ以外の検波回路としてフォスター・シーリー型検波回路、レシオ検波回路などがあるが、本発明の信号処理回路36には、どの検波方式を適用することも可能である。

【0015】

Sメータ38は、リミッター増幅回路22からSメータ信号を入力し、受信の強さのレベルをメータやLCDで表示する。また、Sメータ38は、AC成分(以下、S-ACと

50

する)、およびDC成分(以下S-DCとする)を信号処理回路36に出力する。

信号処理回路36は、ステレオ複合信号、S-AC、S-DCを入力し、これら3つの情報に基づいて、マルチパスノイズの発生を検出し、さらにノイズ発生時には3つの情報に基づいて設定される減衰率でステレオ複合信号を減衰して出力する。

ステレオ復調回路26は、ステレオ複合信号に含まれる主チャンネル信号と副チャンネル信号を抽出し、さらに主チャンネル信号と副チャンネル信号のマトリクス処理を行うことでL信号とR信号を生成して出力する。

ディエンファシス回路28、30は、送信側でプリエンファシスによって強められたL信号とR信号の高域部を、送信側と逆の周波数特性によって減衰し平坦な周波数特性に戻し、低周波増幅回路32、34にそれぞれ出力する。

低周波増幅回路32、34は、入力したL信号とR信号を増幅するとともにスピーカに必要な電力を供給する。

以上の構成によって受信信号からL信号およびR信号が復調され、L信号に基づいた音声は左のスピーカから、R信号に基づいた音声は右のスピーカから出力される。

【0016】

また、信号処理回路36によって、マルチパスノイズの発生が検出され、マルチパスノイズが発生した場合、減衰されたステレオ複合信号が出力されるので、聴感上ノイズ感が低減されることになる。

【0017】

=== 信号処理回路36の構成 ===

図2は、本発明の信号処理回路36の構成の一例を示すブロック図である。

本発明の信号処理回路36は、ノイズ減衰処理部40、減衰率設定部42、差分閾値設定部44、変調度検出部46(『検出部』)、マルチパス検出フィルタ48、レベル検出部50、電界強度検出部52、フィルタ係数設定部54、マルチパス検出部56(『ノイズ検出部』)、出力制御部58を備えている。

【0018】

ノイズ減衰処理部40は、マルチパスノイズが発生する期間を検出するとともに、入力したステレオ複合信号を減衰して出力制御部58に出力する。

【0019】

減衰率設定部42は、変調度検出部46の出力、レベル検出部50の出力および電界強度検出部52の出力に応じてステレオ複合信号の減衰率42aを設定し、ノイズ減衰処理部40内の後述する減衰部78に出力する。また、減衰率設定部42は、減衰率42aを設定する減衰率テーブル62を備えていて、減衰率テーブル62を参照して、入力される信号の大きさに応じて減衰率42aを設定する。さらに、減衰率設定部42は、ノイズ検出部40から出力されるノイズ検出信号40aに基づき減衰率42aの時間制御を行う時間制御部60と、時間制御を行うためのカウンタC1、C2(不図示)を備えている。

【0020】

差分閾値設定部44は、変調度検出部46の出力、レベル検出部50の出力および電界強度検出部52の出力に応じて差分判定の基準となる閾値44aを設定し、ノイズ減衰処理部40内の後述する差分判定部76に出力する。また、差分閾値設定部44は、閾値44aを設定する閾値テーブル64を備えていて、閾値テーブル64を参照して、入力される信号の大きさに応じて閾値44aを設定する。

【0021】

変調度検出部46は、ステレオ複合信号の振幅の大きさ、すなわちステレオ複合信号の強度を検出し、その強度を示す信号(『第1信号』)を減衰率設定部42および差分閾値設定部44に出力する。

【0022】

マルチパス検出フィルタ48は、Sメータ38からS-ACを入力し、S-ACから例えば19kHz付近の交流成分を抽出して出力する。また、マルチパス検出フィルタ48は、フィルタ係数設定部54の出力に応じてフィルタ特性を調整する。図5は、マルチパ

10

20

30

40

50

ス検出フィルタ 46 のフィルタ特性を示す図である。同図に示すようにマルチパス検出フィルタ 48 は、19 kHz 付近の交流成分を抽出するバンドパスフィルタである。マルチパス検出フィルタ 48 は、このバンドパスフィルタの特性を、電界強度を示すフィルタ係数設定部 54 の出力に応じて設定する。例えば強電界の場合、実線で示すような通過域の広い特性にフィルタ特性を設定し、弱電界の場合は、点線で示すような通過域の狭い特性に設定する。このように電界強度に応じてフィルタ特性を設定することによって、例えば受信状態が変化して弱電界となり S - A C のスペクトルが乱れた場合においても、マルチパスノイズ検出精度の低下を防ぐことができる。

【0023】

レベル検出部 50 は、マルチパス検出フィルタ 48 から出力される信号の包絡線の変化を示す信号（『第 2 信号』）を減衰率設定部 42 および差分閾値設定部 44 に出力する。

電界強度検出部 52 は、Sメータ 38 から S - D C を入力し、電界強度の検出を行う。また、電界強度検出部 52 は、電界強度を示す信号（『第 3 信号』）を減衰率設定部 42 および差分閾値設定部 44 に出力する。

フィルタ係数設定部 54 は、電界強度検出部 52 の出力に応じてマルチパス検出フィルタのフィルタ特性を設定する。

マルチパス検出部 56 は、レベル検出部 50 の出力から、マルチパスノイズの発生を検出する。また、マルチパス検出部 56 は、出力制御部 58 にマルチパスノイズの発生を示す制御信号 56 a（『ノイズ検出信号』）を出力する。

【0024】

出力制御部 58 は、ノイズ減衰処理部 40 の出力信号とステレオ複合信号を入力し、制御信号 56 a に基づいて、ノイズ減衰処理部 40 の出力信号とステレオ複合信号の増幅率を設定して加算出力する。なお、出力制御部 58 は、ステレオ複合信号の大きさを設定する増幅率 a の増幅部 66（『第 1 増幅部』）と、ノイズ減衰処理部 40 の出力信号の大きさを設定する増幅率 b の増幅部 68（『第 2 増幅部』）と、増幅部 66 の出力と増幅部 68 の出力を加算して出力する加算部 70 と、を備えている。

【0025】

なお、出力制御部 58 は、制御信号 56 a がマルチパスノイズの検出を示す場合は、増幅率 b を大きくし、制御信号 56 a がマルチパスノイズの検出を示さない場合は、増幅率 a を大きくする。図 4 は、出力制御部 58 の出力制御の一例を示す図である。増幅部 66 の増幅率 a の値を実線で示し、増幅部 68 の増幅率 b の値を点線で示している。

$t < t_1$ では $a = 1$ 、 $b = 0$ である。この場合マルチパスノイズが検出されず出力制御部 58 からステレオ複合信号のみが出力される。

$t_1 < t < t_2$ の場合、時刻 t_1 でマルチパスノイズが検出されることで増幅率 a は徐々に減少し、それに伴い増幅率 b は増加する。すなわち、出力制御部 58 からのステレオ複合信号の出力は、経過時間に従って減少し、ノイズ低減処理部 40 の出力信号は、経過時間に従って増加する。

$t_2 < t$ では、 $a = 0$ 、 $b = 1$ である。したがって、出力制御部 58 からノイズ低減処理部 40 の出力信号のみが出力される。

逆に、マルチパスノイズを検出した状態からマルチパスノイズが検出されなくなった場合も同様に制御を行う。

このように、出力制御部 58 で出力変更を行う際、ステレオ複合信号とノイズ減衰処理部 40 の出力信号とをフェードイン・フェードアウト処理することで、信号処理回路 36 からの出力が不連続となることを防止できる。

【0026】

以上の構成によって、信号処理回路 36 では、差分閾値設定部 44 から得られる閾値 44 a に基づいてマルチパスノイズの検出が行われる。そして、信号処理回路 36 に入力されるステレオ複合信号は、マルチパスノイズが検出されると、減衰率設定部 42 で設定される減衰率 42 a に応じてノイズ減衰処理部 40 で減衰される。そして、減衰のないステレオ複合信号とノイズ低減処理部 40 で減衰されたステレオ複合信号は、それぞれ S - A

10

20

30

40

50

CとS - DCから得られる制御信号56aによって出力制御部58で増幅率が制御され、出力制御部58からは増幅された両信号が加算出力される。

【0027】

=== ノイズ減衰処理部40の構成 ===

図3は、本発明の信号処理回路36におけるノイズ低減処理部40の構成の一例を示すブロック図である。

【0028】

ノイズ低減処理部40は、平滑化処理部72、差分計算部74、差分判定部76、減衰部78、切替部80を備えている。

平滑化処理部72は、ステレオ複合信号の高周波数を減衰させる。

図11は、平滑化処理部72のフィルタ特性を示す図である。このフィルタ特性は、ノイズ低減処理をするディエンファシス回路28、30の周波数特性と同じである。このように、平滑化処理部72を、受信機の後段にあるディエンファシス回路28、30の特性と同じとすることで、効果的に平滑化を行うことができる。

差分計算部74は、平滑化処理部72で平滑化を行ったステレオ複合信号と、所定の時間差を有するステレオ複合信号との強度の差分を計算する。

差分判定部76は、差分計算部74で計算された値が閾値44aを越えるか否かを判定し、その結果を示すノイズ検出信号40aを出力する。ノイズ検出信号40aは、差分計算部74の出力値が閾値44aを越える場合、ノイズが発生したことを示す信号となり、閾値44aを越えない場合、ノイズが発生していないことを示す信号となる。

減衰部78は、平滑化処理部72で平滑化を行ったステレオ複合信号を減衰率42aで減衰する。

切替部80は、ノイズ検出信号40aがノイズ検出を示す場合は減衰部78の出力を選択し、ノイズ検出を示さない場合はステレオ複合信号を選択して出力する。

【0029】

=== 減衰率42aの設定 ===

以下、減衰率設定部42における減衰率42aの係数設定動作について説明する。

減衰率設定部42は、前述のように変調度検出部46から出力されるステレオ複合信号の強度(以下、変調度と称す)と、レベル検出部50から出力される包絡線の変化の大きさ(以下、S - ACと称す)と、電界強度検出部52から出力される電界強度(以下、S - DCと称す)に応じて減衰率42aを設定する減衰率テーブル62を備えている。

【0030】

図6は、変調度、S - AC、S - DCの各信号のレベルと減衰率42aの係数の関係を説明するための図である。横軸は各信号の大きさのレベルであり、縦軸は減衰率42aの係数である。この図6は各信号のレベルと減衰率42aの係数との相対関係を示すものである。例えば、変調度が大のときは減衰率42aの係数を大きくし、変調度が小のときは減衰率42aの係数を小さくする。また、S - DCが大のときは減衰率42aの係数を大きくし、S - DCが小のときは減衰率42aの係数を小さくする。一方、S - ACが大のときは減衰率42aの係数を小さくし、S - ACが小のときは減衰率42aの係数を大きくする。

【0031】

図7は、減衰率テーブル62における減衰率42a設定の一例を示す図である。この例では、変調度に応じて5段階、S - DCに応じて3段階、S - ACに応じて3段階に予めレベルが設定され、3つの信号の大きさによって減衰率42aの係数を設定する場合を示している。

【0032】

図7(a)は、S - DCが小の場合である。変調度で5段階、S - ACで3段階の減衰率42aが設定されている。変調度が大きくなるほど減衰率42aの係数が大きくなり、S - ACが大きくなるほど減衰率42aの係数が小さくなる。

【0033】

10

20

30

40

50

同様に、図7(b)は、S-DCが中の場合であり、図7(c)は、S-DCが大の場合である。いずれも図7(a)と同じ傾向を示している。また図7(a)、(b)、(c)を比べるとS-DCが大きくなるにつれて減衰率42aの係数が大きくなる。以上の3つの信号の大きさと減衰率との関係は図6に示した関係と同じである。このように減衰率設定部42に、変調度、S-AC、S-DCの信号レベルに対して減衰率42aの係数が設定された減衰率テーブル62を設定しておき、減衰率42aの係数設定時に減衰率テーブル62を参照することで、入力される信号レベルに応じて適切な係数を設定することができる。

【0034】

なお、本実施の形態では3つの信号を用いて減衰率42aの係数を設定したが、2つの信号で減衰率42aの係数を設定してもよい。例えば変調度とS-DCの信号レベルから減衰率42aの係数を設定してもよい。また、レベルの設定は何段階に設定してもよい。

10

【0035】

また、減衰率設定部42は、このような減衰率42aの設定に加えて減衰率42aの時間制御を行う。

【0036】

図8は、信号処理回路36における減衰率42aの時間制御を説明するためのフローチャートである。以下、nはサンプル数であり、Xは入力信号、Yは出力信号を示すこととする。また、D1、D2を時間制御のために予め設けられた時間とし、減衰率42aの係数をとする。

20

【0037】

まず、減衰率設定部42内のカウンタC1、C2(不図示)が初期化され0が設定される(S801)。ステレオ複合信号X(n)が信号処理回路36に入力され(S802)、所定の時間差を有するステレオ複合信号との差分が差分計算部74で計算される(S803)。差分計算の結果が差分判定部76で所定の閾値より小さいと判断された場合、マルチパスノイズを未検出とする(S804:NO)。この場合カウンタC1、C2(不図示)は0のまま変化せず(S805)、信号処理回路36は出力Y(n)としてX(n)をそのまま出力する(S806)。

【0038】

ステップ804で差分計算結果が所定の閾値より大きい場合、すなわちマルチパスノイズを検出した場合(S804:YES)、マルチパス検出を示すノイズ検出信号40aが時間制御部60に入力され、カウンタC1にC1+1が入力される(S807)。

30

【0039】

次に、C1とD1の比較が行われ、C1がD1(『所定期間』)以下の場合(S808:YES)はに減衰率テーブル62で設定される1(『第1減衰率』)を設定する(S809)。C1がD1より大きい場合(S808:NO)は、カウンタC2にC2+1が入力される(S810)。そしてC2とD2の比較が行われ、C2がD2以下の場合(S811:YES)はに1より係数の大きい、すなわち減衰率の小さい、2(『第2減衰率』)を設定する(S812)。ステップ811でC2がD2より大きい場合(S811:NO)は、カウンタC1、C2の値を初期化し(S813)、を1とする。そして、信号処理回路36はノイズ低減処理部40から得られる $Y(n) = \cdot X(n)$ を出力する(S815)。

40

【0040】

そして、nにn+1が入力される(S816)、終了しない場合(S817:NO)はX(n)を入力するステップ802に戻る。終了する場合(S817:YES)は処理を終了する。

【0041】

図9は、図8のフローチャートによって時間制御された減衰率42aの係数の時間変化を示している。横軸は時間であり、0はマルチパスノイズが検出された時間を示している。D1、D2は予め定められた時間幅であり、1は減衰率設定テーブル62で設定され

50

る減衰率 4 2 a の係数、 2 は 1 より大きい (減衰率の小さい) 係数である。

減衰率設定部 4 2 は、マルチパスノイズ検出から D 1 まで減衰率 4 2 a として 1 を出力し、D 1 から D 2 までは 2 を出力する。D 2 以降は、内部のカウンタ C 1、C 2 が初期化され、再度カウントが始まり 1 を出力する。

このように、マルチパスノイズが長い場合に、減衰の大きい減衰処理がある期間以上連続すると減衰を小さくすることで、出力音声途切れることを防止することができる。

【0042】

なお、本実施の形態では 2 段階の制御としたが、さらに細分化し 3 段階、4 段階の制御としてもよい。

【0043】

== 差分閾値 4 4 a の設定 ==

差分判定部 7 6 は、入力されるステレオ複合信号 $X(n)$ と k サンプル前 (『所定の時間差』) の出力 $Y(n-k)$ との強度の差分が閾値 4 4 a より大きいかな否かでマルチパスノイズを検出している。 k は自然数である。

【0044】

この閾値 4 4 a は、前述のように、変調度と、S - A C と、S - D C とに応じて差分閾値設定部 4 4 で設定される。

図 10 は、各信号レベルと閾値 4 4 a の関係を説明するための図である。なお、同図は各信号のレベルと閾値 4 4 a との相対関係を示すものである。例えば、変調度が大きいときは閾値 4 4 a を大きくし、変調度が小さいときは閾値 4 4 a を小さくする。また、S - D C が大きいときは閾値 4 4 a を大きくし、S - D C が小さいときは閾値 4 4 a を小さくする。一方、S - A C が大きいときは閾値 4 4 a を小さくし、S - A C が小さいときは閾値 4 4 a を大きくする。以上の関係は、減衰率 4 2 a の係数の場合と同じである。

【0045】

また差分閾値設定部 4 4 は閾値 4 4 a を設定するための閾値テーブル 6 4 を備えている。図 6 と図 10 の関係から閾値テーブル 6 4 も減衰率テーブル 6 2 と同様に設定できることがわかる。なお、この閾値 4 4 a を減衰率 4 2 a と同様に時間制御してもよい。

このように閾値 4 4 a を、変調度と、S - A C と、S - D C とに応じて可変とすることで、受信状況に適応した閾値 4 4 a に設定することができる。

【0046】

以上、説明したように、本発明の信号処理回路 3 6 は、減衰率テーブル 6 2 で変調度以外に S - A C と S - D C を考慮して減衰率 4 2 a を設定するので、マルチパスノイズによるノイズ感およびノイズ対策による歪み感を抑制することができる。

減衰率テーブル 6 2 で設定される減衰率 4 2 a は、所定期間以上連続すると係数の大きい減衰率 4 2 a に変更する時間制御が行われる。よって、マルチパスノイズ発生期間が長い場合、ノイズ低減処理による音切れを防止することができる。

また、変調度と S - A C と S - D C とを考慮して、差分判定部 7 6 におけるノイズ発生検出の判断基準となる閾値 4 0 a を変更するので、受信状況に応じて適切な閾値を設定することができる。

【0047】

この減衰処理や差分の計算は、後段のディエンファシス回路 2 8、3 0 の特性と同じ周波数特性の平滑化処理部 7 2 を通したステレオ複合信号で行われるので、効果的に平滑化を行うことができる。

さらに、電界強度に応じてノイズ発生を検出するフィルタ特性を変更することによりノイズ検出の精度が向上し、出力制御部 5 8 からの出力を正確に制御することができる。

また、マルチパスノイズ検出信号によって、ステレオ複合信号とノイズ減衰処理部 4 0 の出力信号が変更となるとき、その変更前後で出力が不連続になることを防止できる。

なお、本発明の信号処理回 3 6 を FM 受信機、特に車載 FM 受信機に適用すると、ノイズ感、歪み感、音切れの無いマルチパスノイズ低減ができる。

【0048】

10

20

30

40

50

以上、本発明の実施の形態について、その実施の形態に基づき具体的に説明したが、これに限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能である。

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図1】本発明の信号処理回路を使用したFM受信機のブロック図である。

【図2】本発明の信号処理回路の構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の信号処理回路内のノイズ減衰処理部の構成を示すブロック図である。

【図4】出力制御部の出力制御の一例を示す図である。

【図5】マルチパス検出フィルタのフィルタ特性を示す図である。

【図6】各信号レベルと減衰率の係数の関係を示すための図である。

10

【図7】減衰率テーブルにおける減衰率の設定を示すための図である。

【図8】減衰率の時間制御を示すためのフローチャートである。

【図9】時間制御における減衰率の時間変化を示す図である。

【図10】各信号レベルと閾値44aの関係を示すための図である。

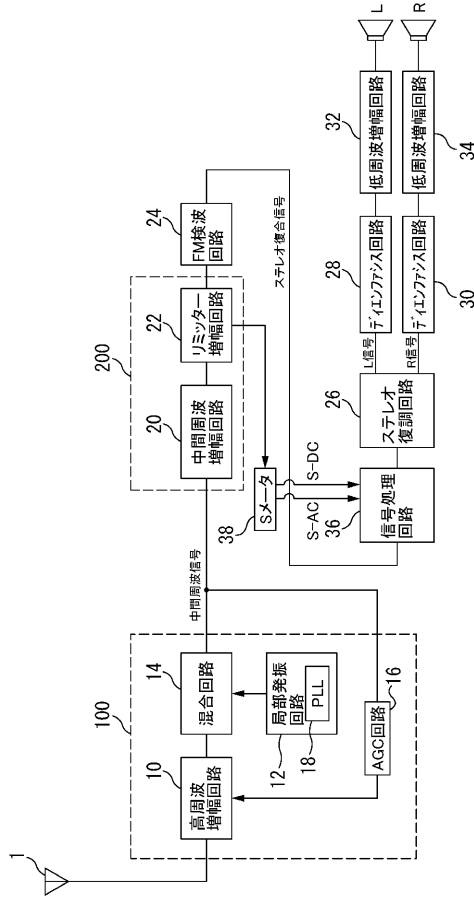
【図11】平滑化処理部72のフィルタ特性を示す図である。

【符号の説明】

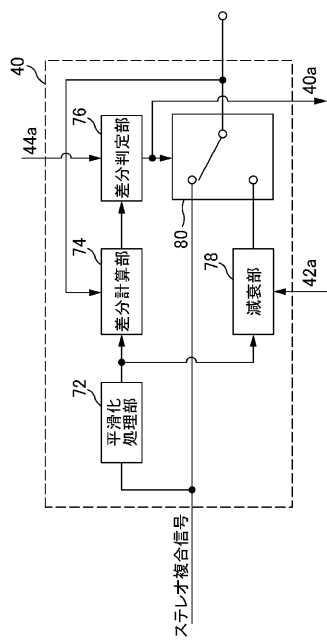
【0050】

10	高周波増幅回路	12	局部発振回路	
14	混合回路	18	PLL回路	
20	中間周波増幅回路	22	リミッター増幅回路	20
24	FM検波回路	26	ステレオ復調回路	
28、30	ディエンファシス回路	32、34	低周波増幅回路	
36	信号処理回路	38	Sメータ	
40	ノイズ減衰処理部	42	減衰率設定部	
44	差分閾値設定部	46	変調度検出部	
48	マルチパス検出フィルタ			
50	レベル検出部	52	電界強度検出部	
54	フィルタ係数設定部	56	マルチパス検出部	
58	切替部			
60	時間制御部	62	減衰率テーブル	30
64	閾値テーブル	66、68	増幅部	
70	加算部	72	平滑化処理部	
74	差分計算部	76	差分判定部	
78	減衰部			
100	フロントエンド部	200	中間周波増幅部	

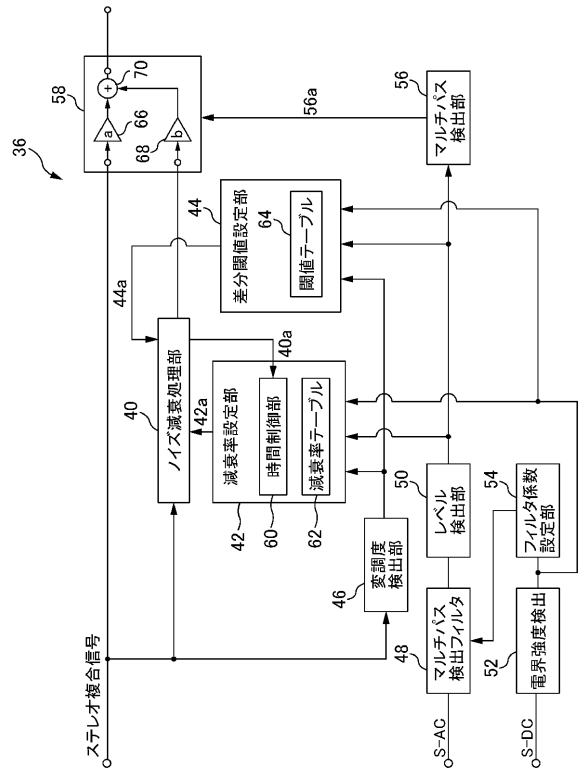
【 図 1 】



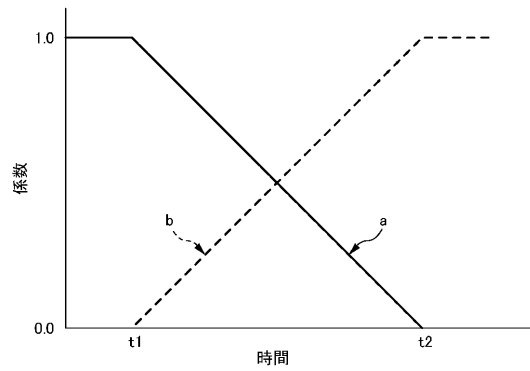
【 図 3 】



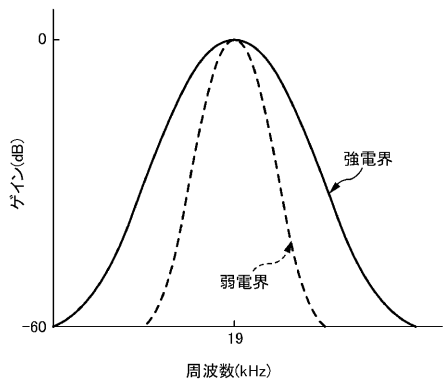
【 図 2 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 7 】

(a) S-DC(小)

		変調度 (中)				
		(小)	→	(大)		
S-AC	(小)	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
	(中)	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
	(大)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5

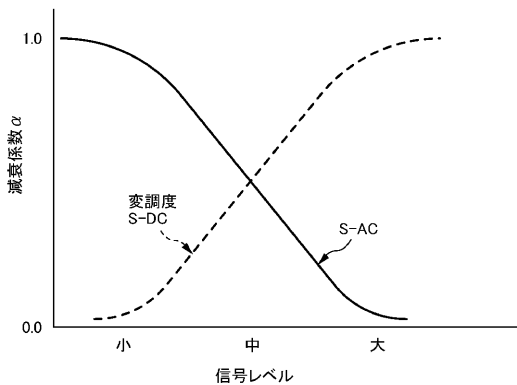
(b) S-DC(中)

		変調度 (中)				
		(小)	→	(大)		
S-AC	(小)	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
	(中)	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
	(大)	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6

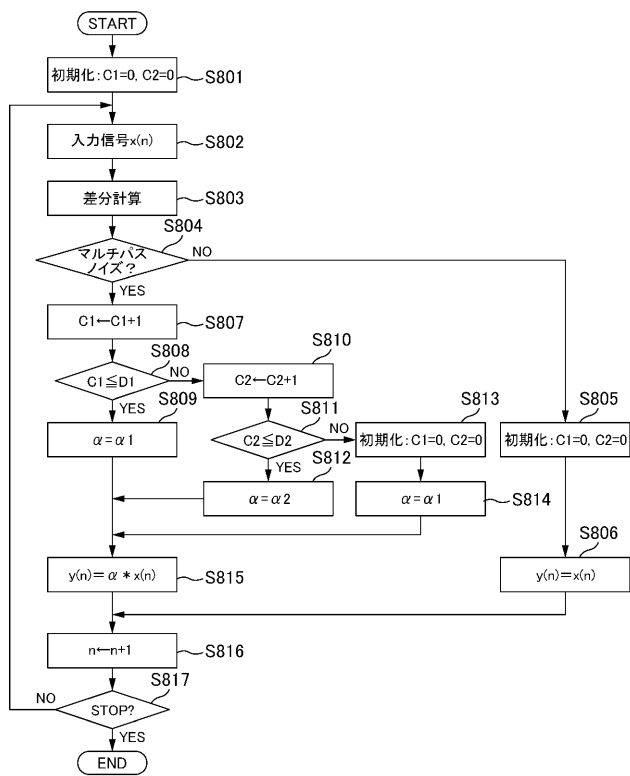
(c) S-DC(大)

		変調度 (中)				
		(小)	→	(大)		
S-AC	(小)	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
	(中)	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
	(大)	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7

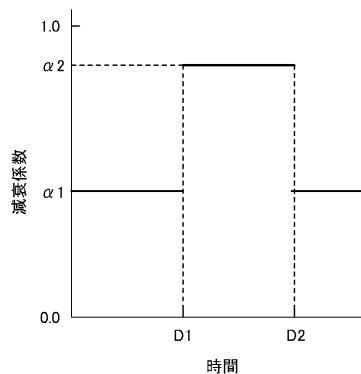
【 図 6 】



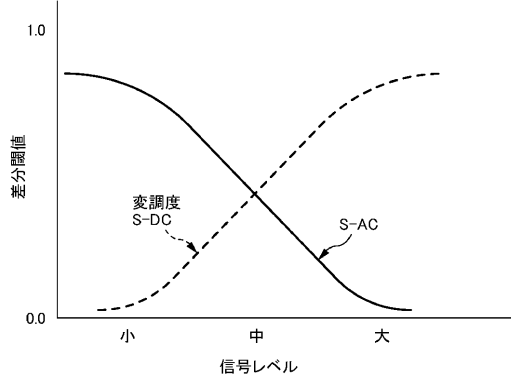
【 図 8 】



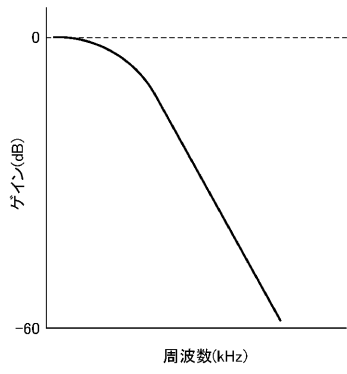
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 1 1 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5K052 AA01 BB04 CC04 DD03 EE12 EE13 FF11 FF31 GG12 GG34
GG51