

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6666725号
(P6666725)

(45) 発行日 令和2年3月18日(2020.3.18)

(24) 登録日 令和2年2月26日(2020.2.26)

(51) Int.Cl.		F I	
G 1 O L 21/0232 (2013.01)		G 1 O L 21/0232	
G 1 O L 21/0208 (2013.01)		G 1 O L 21/0208 1 0 0 B	
H O 3 G 5/16 (2006.01)		H O 3 G 5/16 1 6 5	

請求項の数 7 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2016-9127 (P2016-9127)	(73) 特許権者	000237592 株式会社デンソーテン
(22) 出願日	平成28年1月20日 (2016.1.20)		兵庫県神戸市兵庫区御所通1丁目2番28号
(65) 公開番号	特開2017-129741 (P2017-129741A)	(74) 代理人	110002147 特許業務法人酒井国際特許事務所
(43) 公開日	平成29年7月27日 (2017.7.27)	(72) 発明者	▲高▼野 浩輔 兵庫県神戸市兵庫区御所通1丁目2番28号 富士通テン株式会社内
審査請求日	平成31年1月15日 (2019.1.15)	審査官	岩田 淳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ノイズ低減装置およびノイズ低減方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

受信信号の周波数スペクトルを解析する解析部と、
前記解析部による解析結果に基づき、前記受信信号の聴感特性に応じた優先順位で、受信信号に含まれる周波数成分の中からノイズ成分を少なくとも一つ検出する検出部と、
前記検出部が検出した前記ノイズ成分を低減する低減部と、
前記解析部による解析結果に基づき、前記聴感特性に応じた閾値と前記周波数成分のスペクトル強度とを比較する比較部と、
を備え、

前記検出部は、前記比較部による比較結果に基づき、前記閾値以上の前記スペクトル強度を有する前記周波数成分を前記ノイズ成分として検出すること
を特徴とするノイズ低減装置。

【請求項2】

受信信号の周波数スペクトルを解析する解析部と、
前記解析部による解析結果に基づき、前記受信信号の上側波帯および下側波帯のスペクトル強度に応じて、前記受信信号に含まれる周波数成分の前記スペクトル強度を補正する強度補正部と、

前記強度補正部が補正した前記スペクトル強度に基づき、前記受信信号の聴感特性に応じた優先順位で、前記周波数成分の中からノイズ成分を少なくとも一つ検出する検出部と、

10

20

前記検出部が検出した前記ノイズ成分を低減する低減部と、
を備えることを特徴とするノイズ低減装置。

【請求項 3】

前記解析部による解析結果に基づき、前記聴感特性に応じた閾値と前記周波数成分のスペクトル強度とを比較する比較部をさらに備え、

前記検出部は、

前記比較部による比較結果に基づき、前記閾値以上の前記スペクトル強度を有する前記周波数成分を前記ノイズ成分として検出すること

を特徴とする請求項 2 に記載のノイズ低減装置。

【請求項 4】

前記検出部は、

前記受信信号の復調処理で前記聴感特性に応じて行われる処理に応じた順位で前記ノイズ成分を検出すること

を特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のノイズ低減装置。

【請求項 5】

前記解析部による解析結果に基づき、前記聴感特性に応じて前記周波数成分のスペクトル強度を補正する補正部をさらに備え、

前記検出部は、

前記補正部が補正した前記スペクトル強度に基づいて前記ノイズ成分を検出すること

を特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のノイズ低減装置。

【請求項 6】

受信信号の周波数スペクトルを解析する解析工程と、

前記解析工程による解析結果に基づき、前記受信信号の聴感特性に応じた優先順位で、受信信号に含まれる周波数成分の中からノイズ成分を少なくとも一つ検出する検出工程と

、

前記検出工程で検出した前記ノイズ成分を低減する低減工程と、

前記解析工程による解析結果に基づき、前記聴感特性に応じた閾値と前記周波数成分のスペクトル強度とを比較する比較工程と、

を含み、

前記検出工程は、前記比較工程による比較結果に基づき、前記閾値以上の前記スペクトル強度を有する前記周波数成分を前記ノイズ成分として検出すること

を含むことを特徴とするノイズ低減方法。

【請求項 7】

受信信号の周波数スペクトルを解析する解析工程と、

前記解析工程による解析結果に基づき、前記受信信号の上側波帯および下側波帯のスペクトル強度に応じて、前記受信信号に含まれる周波数成分の前記スペクトル強度を補正する強度補正工程と、

前記強度補正工程で補正した前記スペクトル強度に基づき、前記受信信号の聴感特性に応じた優先順位で、前記周波数成分の中からノイズ成分を少なくとも一つ検出する検出工程と、

前記検出工程で検出した前記ノイズ成分を低減する低減工程と、

を含むことを特徴とするノイズ低減方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ノイズ低減装置およびノイズ低減方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、ラジオ放送波を受信するシステムが車両に搭載された場合、たとえば車両のバッテリーの電力変換時に行うスイッチング処理によるノイズをかかるシステムが受信するこ

10

20

30

40

50

とがあった。そのため、従来のシステムでは、受信信号に含まれる周波数成分のうち、最も強度が高いピーク周波数の出力強度を下げることで、ノイズを低減している（たとえば特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2013-9066号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、従来技術では、最も強度が高いピーク周波数のノイズを低減しているに過ぎない。したがって、たとえば受信信号に複数のノイズ成分が含まれる場合、かかるノイズ成分を低減しきれず、受信信号を復調した出力音声にノイズが残ってしまう可能性があった。

【0005】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、受信信号を復調した出力音声に含まれるノイズを低減することができるノイズ低減装置およびノイズ低減方法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】

上記課題を解決し、目的を達成するために、本発明のノイズ低減装置は、解析部と、検出部と、低減部と、を備える。解析部は、受信信号の周波数スペクトルを解析する。検出部は、前記解析部による解析結果に基づき、前記受信信号の聴感特性に応じた優先順位で、前記受信信号に含まれる周波数成分の中からノイズ成分を少なくとも一つ検出する。低減部は、前記検出部が検出した前記ノイズ成分を低減する。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、受信信号を復調した出力音声に含まれるノイズを低減することができる。ノイズ低減装置およびノイズ低減方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】図1は、実施形態に係る受信方法を説明する図である。

【図2】図2は、実施形態に係る受信装置を示す図である。

【図3】図3は、実施形態に係る復調装置で行われるハイカット処理を説明する図である。

【図4】図4は、実施形態に係る設定部が設定する閾値を説明する図である。

【図5】図5は、実施形態に係るノイズ低減処理を示すフローチャートである。

【図6】図6は、変形例1に係る受信装置の構成を示す図である。

【図7】図7は、変形例1に係るスペクトル強度の補正の一例を示す図である。

【図8】図8は、変形例2に係る受信装置の構成を示す図である。

【図9】図9は、変形例2に係る受信信号のスペクトル分布の一例を示す図である。

【図10】図10は、変形例2に係る強度補正部が補正したスペクトル強度の分布の一例を示す図である。

【図11】図11は、実施形態および変形例に係る受信装置のバルブ制御部の機能を実現するコンピュータの一例を示すハードウェア構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、添付図面を参照して、本願の開示するノイズ低減装置およびノイズ低減方法の実施形態を詳細に説明する。なお、以下に示す実施形態によりこの発明が限定されるものではない。

10

20

30

40

50

【0010】

< 1. 受信方法 >

図1を用いて、本発明の実施形態に係る受信方法について説明する。図1は、実施形態に係る受信方法を説明する図である。かかる受信方法は、例えば車両に搭載される受信装置によって実行される。なお、本実施形態では、かかる受信装置がたとえば音声データを含むラジオ放送波を受信する場合について説明する。

【0011】

本実施形態に係る受信装置が実行する受信方法には、ノイズ低減方法および復調方法が含まれる。また、受信装置は、たとえばノイズ低減装置および復調装置を備えており、ノイズ低減装置がノイズ低減方法を実行し、復調装置が復調方法を実行するものとする。

10

【0012】

受信装置は、たとえば増幅処理やA/D変換処理が施されたラジオ放送波を受信信号として受信する。本実施形態に係る受信方法では、かかる受信信号に対してノイズ低減処理および復調処理が施され、復調信号が生成される。

【0013】

具体的には、図1(a)に示すように、本実施形態に係る受信方法では、ノイズ低減方法として、受信した受信信号に対してノイズ低減処理が施される(ステップS10)。次に、復調方法として、ノイズが低減された受信信号に対して復調処理が施され、復調信号が生成される(ステップS20)。受信装置が、生成した復調信号をたとえばスピーカ30に出力することで、ラジオ放送波に含まれる音声データに応じた音声がスピーカ30から流れる。

20

【0014】

次に、本実施形態に係るノイズ低減方法の詳細について説明する。図1(a)に示すように、ノイズ低減方法で実行されるノイズ低減処理として、まずノイズ低減装置は、受信信号の周波数解析を行う(ステップS11)。具体的に、ノイズ低減装置は、受信信号をフーリエ変換して受信データを生成することで、受信信号の周波数スペクトルを解析する。すなわち、ノイズ低減装置は、受信信号の周波数分布を解析し、各周波数成分におけるスペクトル強度を算出する。

【0015】

続いて、ノイズ低減装置は、受信データからノイズ成分を検出する(ステップS12)。具体的に、ノイズ低減装置は、ステップS11で行った解析結果に基づき、音声データの聴感特性に応じた優先順位で、受信信号の周波数成分の中からノイズ成分を少なくとも一つ検出する。

30

【0016】

ノイズ低減装置は、受信信号に含まれる周波数成分のうち、ステップS12で検出したノイズ成分のスペクトル強度を低減することで、ノイズを低減する(ステップS13)。たとえば、ノイズ低減装置は、ノッチフィルタを用いて、受信信号からステップS12で検出したノイズ成分を除去することで、ノイズ成分のスペクトル強度を低減する。ノイズ低減装置は、ノイズを低減した受信信号を後段の復調装置に出力する。

【0017】

なお、ステップS11、S12による周波数解析およびノイズ検出による処理遅延を考慮し、かかる処理遅延に応じて受信信号を遅延させてノイズを低減するようにしてもよい。この場合、ステップS13の前に受信信号を遅延させるステップを追加する。

40

【0018】

ここで、ステップS12で聴感特性に応じた優先順位でノイズ成分を検出する方法の詳細について説明する。

【0019】

たとえば、受信信号の周波数分布が図1(b)に示す分布である場合について説明する。図1(b)は、受信信号の周波数分布の一例を示す図である。なお、図1(b)では、原点を受信信号の搬送周波数 f_0 としている。図1(b)に示すように、受信信号は、周

50

波数成分 f_1 、 f_2 でスペクトル強度が他の周波数成分より大きい周波数分布を有するものとする。なお、図 1 (b) に示す例では、周波数成分 f_2 のスペクトル強度が周波数成分 f_1 のスペクトル強度より大きい。

【 0 0 2 0 】

ここで、仮にノイズ低減装置が、スペクトル強度が最も大きい周波数成分をノイズ成分として検出するものとする、図 1 (b) の例では周波数成分 f_2 をノイズ成分として検出して低減することとなる。ところが、その場合周波数成分 f_1 のノイズ成分が残留してしまうため、かかる周波数成分 f_1 がスピーカ 30 から出力された場合、ユーザがノイズとして認識してしまう可能性がある。

【 0 0 2 1 】

この場合、たとえば周波数成分 f_1 もノイズ成分として検出し、後段の処理でかかる周波数成分 f_1 のスペクトル強度を低減することで、ノイズを低減する方法が考えられる。しかしながら、回路規模等によってスペクトル強度を低減できる周波数成分の数が決定されるため、スペクトル強度が大きい周波数成分全てに対してスペクトル強度を低減する処理を行えるとは限らない。

【 0 0 2 2 】

そこで、本実施形態では、聴感特性に着目し、かかる聴感特性に応じた優先順位で、周波数成分の中からノイズ成分を検出する。ここで、聴感特性とは、人が同じ音圧、すなわち同じスペクトル強度であっても周波数によって聞こえ方が異なるという特性である。

【 0 0 2 3 】

このように、人は周波数によって音の聞こえ方が異なるという聴感特性を有する。そこで、たとえば人が聞き取りにくい周波数成分より、聞き取りやすい周波数成分を優先的にノイズ成分として検出する。たとえば受信信号に含まれる周波数成分のうち周波数が低い周波数成分が高い周波数成分より聞き取りやすい場合、ノイズ低減装置は、スペクトル強度が大きい周波数成分のうち周波数が低い成分を優先的にノイズ成分として検出する。

【 0 0 2 4 】

具体的に、図 1 (b) に示す例では、ノイズ低減装置は、たとえば各周波数成分のスペクトル強度と所定の閾値 T_{h1} とを比較する。次に、ノイズ低減装置は、スペクトル強度が閾値 T_{h1} より大きい周波数成分 (図 1 (b) では周波数成分 f_1 、 f_2) の中から、周波数が低い成分から順に、スペクトル強度を低減できる数の周波数成分をノイズ成分として検出する。たとえば上述したステップ S 13 で、1つの周波数成分のスペクトル強度を低減する場合、ノイズ低減装置は、周波数成分 f_1 をノイズ成分として検出し、かかる周波数成分 f_1 のスペクトル強度を低減する。

【 0 0 2 5 】

なお、聴感特性に応じた優先順位は、これに限られない。たとえば復調装置において、聴感特性に応じた減衰処理やフィルタリング処理等が行われる場合、ノイズ低減装置が、かかるフィルタリング処理を施された復調信号の聴感特性に応じた優先順位でノイズ成分を検出するようにしてもよい。

【 0 0 2 6 】

このように、聴感特性に応じた優先順位で周波数成分の中からノイズ成分を検出することで、スピーカ 30 から出力された場合にユーザがノイズとして認識する周波数成分のスペクトル強度を優先的に低減できるようにする。これにより、復調信号をスピーカ 30 から出力した場合の出力音声に含まれるノイズを低減することができ、ユーザが認識するノイズをより低減することができる。

【 0 0 2 7 】

以下、ノイズ低減装置およびかかるノイズ低減装置を有する受信装置についてさらに説明する。

【 0 0 2 8 】

< 2 . 受信装置 1 >

図 2 は、本発明の実施形態に係る受信装置 1 を示す図である。図 2 に示す受信装置 1 は

10

20

30

40

50

、たとえば自動車などの車両に搭載される。受信装置 1 は、たとえば 526.5 kHz から 1606.5 kHz の中波帯を用いて送信される振幅変調されたラジオ放送波（以下、AM ラジオ放送波と記載する）を、たとえば図示しないアンテナを介して受信する。AM ラジオ放送波には、音声に関する情報（以下、音声データと記載する）が含まれているものとする。

【0029】

なお、以下、アンテナを介して受信した AM ラジオ放送波に対して、増幅処理や A/D 変換処理が施された受信信号が受信装置 1 に入力されるものとして説明するが、これに限られない。たとえば、受信装置 1 が図示しないアンテナ、増幅部や A/D 変換部を備えるようにしてもよい。この場合、受信装置 1 のアンテナを介して受信した AM ラジオ放送波に対して、増幅部および A/D 変換部がそれぞれ増幅処理や A/D 変換処理を施し、受信信号を生成する。

10

【0030】

図 2 に示す受信装置 1 は、ノイズ低減装置 10 と、復調装置 20 とを備え、受信信号に対してノイズ低減処理や復調処理を施す。

【0031】

< 2.1. ノイズ低減装置 10 >

ノイズ低減装置 10 は、ノイズ検出部 100 と、低減部 150 とを備える。ノイズ検出部 100 は、受信信号の周波数分布からノイズ成分を検出する。低減部 150 は、ノイズ検出部 100 が検出したノイズ成分を低減する。

20

【0032】

< 2.1.1. ノイズ検出部 100 >

まず、ノイズ検出部 100 の詳細について説明する。ノイズ検出部 100 は、解析部 110、比較部 120、検出部 130 および記憶部 140 を備える。

【0033】

< 2.1.1.1. 解析部 110 >

解析部 110 は、受信信号の周波数スペクトルを解析する。解析部 110 は、受信信号に対して、FFT (Fast Fourier Transform: 高速フーリエ変換) 処理を行うことで、各周波数成分におけるスペクトル強度を算出し受信データを生成する。解析部 110 は、算出した各周波数成分におけるスペクトル強度を含む受信データを比較部 120 に出力する。

30

【0034】

< 2.1.1.2. 比較部 120 >

比較部 120 は、受信データに基づき、周波数成分ごとに聴感特性に応じた閾値 Th_2 とスペクトル強度とを比較する。比較部 120 は、設定部 121 を有する。

【0035】

< 2.1.1.2.1. 設定部 121 >

設定部 121 は、聴感特性に応じた閾値 Th_2 を設定する。図 3 および図 4 を用いて設定部 121 が設定する閾値 Th_2 について説明する。図 3 は復調装置 20 で行われるフィルタ処理の一つであるハイカット処理を説明する図であり、図 4 は設定部 121 が設定する閾値 Th_2 を説明する図である。

40

【0036】

まず、ここで、図 3 を用いて復調装置 20 で行われるハイカット処理について説明する。受信装置 1 が受信する AM ラジオ放送波には主に人の音声に関する音声データが含まれる。人の音声には人の可聴域のうち比較的高い周波数は含まれていない。そのため、AM ラジオ放送波に含まれる高い周波数成分はノイズ成分であることが多い。

【0037】

そこで、AM ラジオ放送波を復調する復調装置 20 では、高周波成分のスペクトル強度を減衰させるハイカット処理（減衰処理）が行われることが多い。このように、復調装置 20 が受信信号を復調した復調信号に対してハイカット処理を行うことで、高周波のノイ

50

ズ成分を低減することができる。そのため、このようにハイカット処理が行われる復調信号の聴感特性は、低い周波数の音圧が大きく、高い周波数の音圧が小さい特性となる。なお、本実施形態にかかる復調装置 20 では、図 3 に示すように、周波数が高くなるほど減衰量を大きくするハイカット処理が行われるものとする。

【0038】

このように、後段の復調装置 20 でハイカット処理が行われ、高調波のノイズ成分が低減される場合に、設定部 121 は、ハイカット処理が行われた受信信号の聴感特性に応じて、周波数が高いほど値が大きくなる閾値 $Th2$ を設定する。

【0039】

図 4 の例では、設定値 121 は、復調装置 20 で行われるハイカット処理の減衰量を反転させた閾値 $Th2$ を設定する。なお、設定部 121 が設定する閾値 $Th2$ は、図 4 に示す例に限られない。ハイカット処理に応じて、周波数が高いほど値が大きくなる閾値であればよく、たとえば一次関数で表される閾値であってもよく、ステップ状に値が大きくなる閾値であってもよい。また、設定部 121 が設定する閾値 $Th2$ はたとえば記憶部 140 にあらかじめ記憶されているものとする。

10

【0040】

比較部 120 は、設定部 121 が設定した閾値 $Th2$ とスペクトル強度との差分を周波数成分ごとに算出し、算出した差分と各周波数成分とを対応付けて検出部 130 に出力する。

【0041】

< 2.1.1.3. 検出部 130 >

検出部 130 は、比較部 120 の比較結果に基づき、たとえば閾値 $Th2$ より大きなスペクトル強度を有する周波数成分をノイズ成分として検出することで、聴感特性に応じた優先順位でノイズ成分を検出する。検出部 130 は、検出したノイズ成分を低減部 150 に出力する。

20

【0042】

上述したように、設定部 121 は、ハイカット処理が行われた受信信号の聴感特性に応じて、周波数が高いほど値が大きくなる閾値 $Th2$ を設定する。そのため、検出部 130 は、たとえば閾値 $Th2$ より大きなスペクトル強度を有する周波数成分をノイズ成分として検出することで、周波数が低いほど優先的にノイズ成分として検出することとなる。

30

【0043】

たとえば図 4 に示す例では、周波数成分 $f1$ と周波数成分 $f3$ は、ほぼ同じスペクトル強度を有するが、周波数成分 $f1$ より高い周波数成分 $f3$ は、閾値 $Th2$ よりスペクトル強度が小さい。そのため、検出部 130 は、周波数成分 $f1$ をノイズ成分として検出するが、周波数成分 $f3$ をノイズ成分として検出しない。

【0044】

なお、検出部 130 が検出しなかった周波数成分 $f3$ は、後段の復調装置 20 のハイカット処理においてスペクトル強度が低減されるため、ユーザがノイズとして認識することはない。このように、ユーザがノイズとして認識しにくい周波数成分 $f3$ はノイズ成分として検出しないようにすることで、ユーザがノイズとして認識しやすい周波数成分 $f1$ をノイズ成分として検出することができ、ユーザがノイズとして認識しやすいノイズ成分の検出精度を向上させることができる。

40

【0045】

また、後述する低減部 150 においてスペクトル強度を低減できる周波数成分の個数が制限される場合は、検出部 130 がかかる個数に応じてノイズ成分を検出するようにしてもよい。この場合、検出部 130 は、たとえば比較部 120 が算出するスペクトル強度と閾値 $Th2$ との差分に応じて少なくとも 1 以上のノイズ成分を検出する。

【0046】

具体的には、検出部 130 は、閾値 $Th2$ よりスペクトル強度が大きい周波数成分のうち、比較部 120 が算出した差分が大きいほうから順にノイズ成分を検出する。たとえば

50

、低減部 150 においてスペクトル強度を低減できる周波数成分の個数が「1」であり、図 4 に示す周波数分布を受信信号が有する場合について説明する。この場合、検出部 130 は、閾値 Th_2 よりスペクトル強度が大きい周波数成分 f_1 、 f_2 のうち、比較部 120 が算出した差分が大きい周波数成分 f_1 をノイズ成分として検出する。

【0047】

ここで、仮に値が一定の閾値 Th_1 とスペクトル強度とを比較するものとする。すなわち単純にスペクトル強度が大きい順にノイズ成分を検出すると、スペクトル強度が大きい周波数成分 f_2 をノイズ成分として検出することになり、受信信号に周波数成分 f_1 が残存してしまう。周波数成分 f_1 は、周波数成分 f_2 に比べて後段のハイカット処理で減衰されにくくユーザにノイズとして認識されてしまう恐れがある。

10

【0048】

しかしながら、本実施形態にかかる検出部 130 は、スペクトル強度と閾値 Th_2 との差分に応じてノイズ成分を検出する。これにより、後段のハイカット処理で減衰されにくい、すなわちユーザにノイズとして認識される可能性が高い周波数成分を優先的に検出することができる。

【0049】

< 2.1.1.4. 記憶部 140 >

図 2 の記憶部 140 は、閾値 Th_2 などノイズ検出部 100 の各部が行う処理に必要な情報を記憶する。また、記憶部 140 は、ノイズ検出部 100 の各部が行った処理結果を記憶する。

20

【0050】

なお、ここでは、ノイズ検出部 100 が記憶部 140 を備えるものとしたが、これに限られない。たとえば、ノイズ低減装置 10 が記憶部 140 を備えていてもよく、あるいは受信装置 1 が備えていてもよい。

【0051】

記憶部 140 は、たとえば RAM (Random Access Memory)、フラッシュメモリ等の半導体メモリ素子、または、ハードディスク、光ディスク等の記憶装置である。

【0052】

< 2.1.2. 低減部 150 >

図 2 に示す低減部 150 は、検出部 130 が検出したノイズ成分のスペクトル強度を低減する。低減部 150 は、たとえば少なくとも一つのノッチフィルタを有する。低減部 150 は、検出部 130 が検出したノイズ成分の周波数を阻止帯域とし、受信信号から阻止帯域のスペクトル強度を減衰させ、ノイズ成分を除去することで、受信信号のノイズを低減する。低減部 150 は、ノイズ成分のスペクトル強度を低減することで、ノイズ成分を除去（低減）した受信信号を復調装置 20 に出力する。

30

【0053】

なお、検出部 130 が検出するノイズ成分の個数は、低減部 150 でスペクトル強度を低減するノイズ成分の個数によって決定される。すなわち、低減部 150 が有するノッチフィルタの個数が、検出部 130 によって検出するノイズ成分の個数となる。

【0054】

< 2.2. 復調装置 20 >

復調装置 20 は、たとえば図示しない復調部や減衰部を備える。復調装置 20 は、ノイズ低減装置 10 によってノイズが低減された受信信号に対して、振幅復調処理を行って復調信号を生成し、また復調信号に対してハイカット処理等を行うことで、音声信号を生成する。なお、かかる音声信号は、受信信号に含まれる音声データに対応する信号である。

40

【0055】

復調装置 20 は、生成した復調信号をたとえばスピーカ 30 に出力する。これにより、スピーカから音声信号が流れることで、ユーザは AM ラジオ放送を聴取する。かかる音声信号は、ノイズが低減された受信信号から生成されるため、ユーザはノイズが少ない音声信号を聴取することができる。

50

【 0 0 5 6 】

< 3 . ノイズ低減処理 >

図 5 を用いてノイズ低減装置 1 0 が行うノイズ低減処理について説明する。図 5 は、本実施形態に係るノイズ低減処理を示すフローチャートである。ノイズ低減処理は、たとえば受信装置 1 が受信信号を受信したことを契機としてノイズ低減処理を実行する。ノイズ低減処理は、受信装置 1 が受信信号を受信している間、所定時間ごとに繰り返し実行される。

【 0 0 5 7 】

まずノイズ低減装置 1 0 は、受信信号の周波数を解析する（ステップ S 1 0 1 ）。次にノイズ低減装置 1 0 は、解析した受信信号の周波数成分のスペクトル強度と閾値 $T_h 2$ とを比較する（ステップ S 1 0 2 ）。比較結果、スペクトル強度が閾値 $T_h 2$ 以下である場合（ステップ S 1 0 2 ; No ）、ノイズ低減装置 1 0 は、かかるスペクトル強度の周波数成分はノイズ成分でないとして、ステップ S 1 0 4 に進む。

10

【 0 0 5 8 】

一方、比較結果、スペクトル強度が閾値 $T_h 2$ より大きい場合（ステップ S 1 0 2 ; Yes ）、ノイズ低減装置 1 0 は、かかるスペクトル強度の周波数成分をノイズ成分の候補に決定する（ステップ S 1 0 3 ）。

【 0 0 5 9 】

次に、ノイズ低減装置 1 0 は、受信信号の全ての周波数成分でスペクトル強度と閾値 $T_h 2$ との比較を行ったか否かを判定する（ステップ S 1 0 4 ）。閾値比較を行っていない周波数成分がある場合（ステップ S 1 0 4 ; No ）、ステップ S 1 0 2 に戻る。

20

【 0 0 6 0 】

受信信号に含まれる全ての周波数成分で閾値比較を行った場合（ステップ S 1 0 4 ; Yes ）、ノイズ低減装置 1 0 は、ノイズ成分の候補から、スペクトル強度と閾値 $T_h 2$ との差分が大きいものから順に所定個数のノイズ成分を選択することで、ノイズ成分を検出する（ステップ S 1 0 5 ）。ノイズ低減装置 1 0 は、ステップ S 1 0 5 で検出したノイズ成分のスペクトル強度を減衰させ低減することで、受信信号のノイズを低減する（ステップ S 1 0 6 ）。

【 0 0 6 1 】

以上のように、本実施形態に係るノイズ低減装置 1 0 は、復調装置 2 0 で行われるハイカット処理に応じて閾値 $T_h 2$ を設定することで、聴感特性に応じてノイズ成分を検出および低減することができる。受信装置 1 は、ノイズ低減装置 1 0 でノイズを低減した受信信号を復調装置 2 0 で復調することにより、出力音声に含まれるノイズを低減することができる。

30

【 0 0 6 2 】

< 4 . 変形例 >

以上、本発明の実施形態について説明してきたが、この発明は上記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。以下では、このような変形例について説明する。上記実施形態および以下で説明する形態を含む全ての形態は、適宜に組み合わせ可能である。

40

【 0 0 6 3 】

< 4 . 1 . 変形例 1 >

図 6 および図 7 を用いて本実施形態の変形例 1 を説明する。図 6 は、本変形例 1 に係る受信装置 2 の構成を示す図であり、図 7 は本変形例 1 に係るスペクトル強度の補正の一例を示す図である。

【 0 0 6 4 】

本変形例に係る受信装置 2 のノイズ低減装置 1 1 は、設定部 1 2 1 の代わりに補正部 1 6 0 を備える点において、図 2 に示すノイズ低減装置 1 0 と異なる。なお、図 2 に示す受信装置 1 と同じ構成には、同一符号を付し説明を省略する。

【 0 0 6 5 】

50

ノイズ低減装置 11 の補正部 160 は、解析部 110 による解析結果に基づき、聴感特性に応じて各周波数成分のスペクトル強度を補正する。たとえば上述したように、復調装置 20 でハイカット処理が行われる場合、補正部 160 は、かかるハイカット処理の減衰量に応じて各周波数成分のスペクトル強度を補正する。

【0066】

図 7 を用いて、補正部 160 が行う補正の一例について説明する。たとえば復調装置 20 が受信信号に対して図 3 に示すハイカット処理を行う場合、補正部 160 は、たとえば各周波数成分のスペクトル強度をハイカット処理で減衰させる減衰量だけ減衰させる。補正部 160 は、周波数成分ごとに減衰したスペクトル強度を比較部 122 に出力する。

【0067】

比較部 122 は、補正部 160 が補正したスペクトル強度と所定の閾値 $T_h 1$ とを比較し、比較結果を検出部 130 に出力する。具体的に、比較部 122 は、スペクトル強度と所定の閾値 $T_h 1$ との差分を算出し、閾値 $T_h 1$ より大きいスペクトル強度の周波数成分と算出した差分とを対応づけて検出部 130 に出力する。

【0068】

このように、補正部 160 によって、聴感特性に応じてスペクトル強度を補正することで、聴感特性に応じてノイズ成分を検出および低減することができる。受信装置 2 は、ノイズ低減装置 11 でノイズを低減した受信信号を復調装置 20 で復調することにより、出力音声に含まれるノイズを低減することができる。

【0069】

< 4.2. 変形例 2 >

図 8 は、本変形例 2 に係る受信装置 3 の構成を示す図である。本変形例に係る受信装置 3 のノイズ低減装置 12 は、強度補正部 170 を備える点において、図 2 に示すノイズ低減装置 10 と異なる。なお、図 2 に示す受信装置 1 と同じ構成には、同一符号を付し説明を省略する。

【0070】

本変形例 2 に係るノイズ低減装置 12 は、強度補正部 170 によって受信信号に含まれる音声データに関する周波数成分のスペクトル強度を低減することで、検出部 130 によるノイズ成分の検出精度を向上させるものである。

【0071】

受信装置 3 は、AM ラジオ放送波を受信信号として受信する。図 9 に示すように、AM ラジオ放送では、搬送周波数 f_0 を中心とし、所定の帯域幅で信号が送信される。図 9 では、所定帯域幅が $14 \text{ kHz} (f_0 \pm 7 \text{ kHz})$ である場合を示している。なお、図 9 は、受信信号のスペクトル分布の一例を示す図である。

【0072】

図 9 に示すように、AM ラジオ放送で送信される信号は、搬送周波数 f_0 から高周波側の帯域幅 W_{fu} (上側波帯) と低周波側の帯域幅 W_{fd} (下側波帯) とでそれぞれ同じ周波数分布となる。

【0073】

本変形例では、かかる点に着目し、受信信号の上側波帯 W_{fu} と下側波帯 W_{fd} のスペクトル強度を比較することで、受信信号の音声データに対応する成分を低減し、ノイズ成分の検出精度を向上させる。

【0074】

具体的には、強度補正部 170 が、受信信号の上側波帯 W_{fu} と下側波帯 W_{fd} のスペクトル強度に応じて周波数成分のスペクトル強度を補正することで、受信信号の音声データに対応する成分を低減する。なお、搬送周波数 f_0 のスペクトル強度は、たとえばノッチフィルタなどで除去するなどして、スペクトル強度の補正やノイズの検出等には用いないものとする。

【0075】

図 10 を用いて強度補正部 170 が行う補正の一例を説明する。図 10 は、強度補正部

10

20

30

40

50

170が補正したスペクトル強度の分布の一例を示す図である。

【0076】

強度補正部170は、たとえば受信信号の上側波帯Wfuのスペクトル強度から対応する下側波帯Wfdのスペクトル強度を減算する。具体的には、強度補正部170は、たとえば搬送周波数f0から等距離に位置する上側波帯Wfuのスペクトル強度から下側波帯Wfdのスペクトル強度を減算する。

【0077】

上述したように、AMラジオ放送で送信される信号は、上側波帯Wfuと下側波帯Wfdとで搬送周波数f0を中心とする線対称の周波数分布を有する。そのため、たとえば受信信号の上側波帯Wfuから下側波帯Wfdのスペクトル強度を減算すると、減算後の周波数分布は図10に示すようにAMラジオ放送で送信される信号成分のスペクトル強度がほぼゼロとなり、ノイズ成分が残存した分布となる。なお、減算後のスペクトル強度がマイナスの値となる場合もあるが、図10では、図示を簡略化するために補正後のスペクトル強度の絶対値を示している。

10

【0078】

このように、強度補正部170によって、受信信号の上側波帯Wfuおよび下側波帯Wfdの差分を算出することで、受信信号のノイズ成分を抽出することができる。強度補正部170は、減算したスペクトル強度を比較部120に出力する。

【0079】

なお、強度補正部170でスペクトル強度を補正すると、補正後のスペクトル強度の値がマイナスになる場合がある。この場合、比較部120の設定部121が、正の閾値Th2および正の閾値Th2の符号を反転させた負の閾値(図示せず)をそれぞれ設定するようにしてもよく、あるいは、強度補正部170が減算結果の絶対値を比較部120に出力するようにしてもよい。

20

【0080】

このように、強度補正部170によって、受信信号の上側波帯Wfuと下側波帯Wfdのスペクトル強度に応じて周波数成分のスペクトル強度を補正することで、受信信号のノイズ成分を強調することができ、ノイズ成分の検出精度を向上させることができる。

【0081】

<4.3.その他の変形例>

30

なお、上述した実施形態および変形例では、復調装置20で行われるハイカット処理に応じた優先順位でノイズ成分を検出することで、聴感特性に応じたノイズ検出を行っているが、聴感特性に応じたノイズ検出はこれに限られない。たとえば受信信号の電界強度の強弱や急変、あるいは隣接基地局からの妨害波を受信するか否か等に応じてノイズ成分を検出することで、聴感特性に応じたノイズ検出を行ってもよい。

【0082】

ここで、たとえば受信信号の電界強度の大きさに応じた優先順位でノイズ成分を検出する例について説明する。受信信号の電界強度が低いと、受信信号にノイズ成分が含まれやすくなる。そこで、受信信号の電界強度が低いほど、図2に示すノイズ低減装置10の設定部121が、たとえば高周波側の閾値がより低い値となるように、閾値を設定するよう

40

にする。

【0083】

このように、受信信号の電界強度が低い場合は、高い周波数成分もノイズ成分として検出しやすくすることで、受信信号に含まれるノイズ成分の検出精度を向上させることができる。

【0084】

あるいは、図2に示すノイズ低減装置10の設定部121が、受信信号の電界強度が低いほど、高い場合に比べて低い値の閾値を設定するようにしてもよい。これにより、受信信号の電界強度が低い場合でも受信信号に含まれるノイズ成分の検出精度を向上させることができる。

50

【 0 0 8 5 】

なお、復調装置 2 0 がハイカット処理において受信信号の電界強度に応じて減衰量を変更する場合、ノイズ低減装置 1 0 の設定部 1 2 1 が、変更された減衰量に応じた閾値を設定するようにしてもよい。これにより、受信信号の電界強度およびハイカット処理に応じて受信信号に含まれるノイズ成分を検出することができる。

【 0 0 8 6 】

なお、上述した例では、受信信号の電界強度等に応じてノイズ成分を検出する場合について説明したが、これに限られない。たとえば実験等による聴感特性の測定結果に応じてノイズ成分を検出するようにしてもよい。この場合、かかる測定結果に基づいて図 2 の設定部 1 2 1 が設定する閾値 $T_h 2$ を決定するようにしてもよい。あるいは、かかる測定結果に基づいて、図 6 の補正部 1 6 0 がスペクトル強度を補正する補正量を決定するようにしてもよい。

10

【 0 0 8 7 】

このように、聴感特性の測定結果に応じて閾値 $T_h 2$ や補正量を決定することで、実際の聴感特性に応じた優先順位でノイズ成分を検出ことができ、人が聞き取りやすいノイズ成分をより精度良く検出することができる。

【 0 0 8 8 】

< 5 . ハードウェア構成 >

本実施形態および変形例に係るノイズ低減装置 1 0 ~ 1 2 は、図 1 1 に一例として示す構成のコンピュータ 6 0 0 で実現することができる。図 1 1 は、ノイズ低減装置 1 0 ~ 1 2 の機能を実現するコンピュータの一例を示すハードウェア構成図である。

20

【 0 0 8 9 】

コンピュータ 6 0 0 は、CPU (Central Processing Unit) 6 1 0 と、ROM (Read Only Memory) 6 2 0 と、RAM (Random Access Memory) 6 3 0 と、HDD (Hard Disk Drive) 6 4 0 とを備える。また、コンピュータ 6 0 0 は、メディアインターフェイス (I / F) 6 5 0 と、通信インターフェイス (I / F) 6 6 0 と、入出力インターフェイス (I / F) 6 7 0 とを備える。

【 0 0 9 0 】

なお、コンピュータ 6 0 0 は、SSD (Solid State Drive) を備え、かかる SSD が HDD 6 4 0 の一部または全ての機能を実行するようにしてもよい。また、HDD 6 4 0 に代えて SSD を設けることとしてもよい。

30

【 0 0 9 1 】

CPU 6 1 0 は、ROM 6 2 0 および HDD 6 4 0 の少なくとも一方に格納されるプログラムに基づいて動作し、各部の制御を行う。ROM 6 2 0 は、コンピュータ 6 0 0 の起動時に CPU 6 1 0 によって実行されるブートプログラムや、コンピュータ 6 0 0 のハードウェアに依存するプログラムなどを格納する。HDD 6 4 0 は、CPU 6 1 0 によって実行されるプログラムおよびかかるプログラムによって使用されるデータなどを格納する。

【 0 0 9 2 】

メディア I / F 6 5 0 は、記憶媒体 6 8 0 に格納されたプログラムやデータを読み取り、RAM 6 3 0 を介して CPU 6 1 0 に提供する。CPU 6 1 0 は、かかるプログラムを、メディア I / F 6 5 0 を介して記憶媒体 6 8 0 から RAM 6 3 0 上にロードし、ロードしたプログラムを実行する。あるいは、CPU 6 1 0 は、かかるデータを用いてプログラムを実行する。記憶媒体 6 8 0 は、例えば DVD (Digital Versatile Disc) などの光磁気記録媒体や SD カード、USB メモリなどである。

40

【 0 0 9 3 】

通信 I / F 6 6 0 は、ネットワーク 6 9 0 を介して他の機器からデータを受信して CPU 6 1 0 に送り、CPU 6 1 0 が生成したデータを、ネットワーク 6 9 0 を介して他の機器へ送信する。あるいは、通信 I / F 6 6 0 は、ネットワーク 6 9 0 を介して他の機器からプログラムを受信して CPU 6 1 0 に送り、CPU 6 1 0 がかかるプログラムを実行する。

50

【 0 0 9 4 】

C P U 6 1 0 は、入出力 I / F 6 7 0 を介して、ディスプレイ等の表示装置、スピーカ 3 0 等の出力部、キーボードやマウス、ボタン等の入力部を制御する。C P U 6 1 0 は、入出力 I / F 6 7 0 を介して、入力部からデータを取得する。また、C P U 6 1 0 は、生成したデータを入出力 I / F 6 7 0 を介して表示部や出力部に出力する。

【 0 0 9 5 】

例えば、コンピュータ 6 0 0 がノイズ低減装置 1 0 ~ 1 2 として機能する場合、コンピュータ 6 0 0 の C P U 6 1 0 は、R A M 6 3 0 上にロードされたプログラムを実行することにより、解析部 1 1 0、比較部 1 2 0、検出部 1 3 0、低減部 1 5 0、補正部 1 6 0 および強度補正部 1 7 0 の各部の機能を実現する。

10

【 0 0 9 6 】

コンピュータ 6 0 0 の C P U 6 1 0 は、例えばこれらのプログラムを記憶媒体 6 8 0 から読み取って実行するが、他の例として、他の装置からネットワーク 6 9 0 を介してこれらのプログラムを取得してもよい。また、H D D 6 4 0 は、記憶部 1 4 0 が記憶する情報を記憶することができる。

【 0 0 9 7 】

以上のように、本実施形態および変形例に係るノイズ低減装置 1 0 ~ 1 2 は、解析部 1 1 0 と、検出部 1 3 0 と、低減部 1 5 0 と、を備える。解析部 1 1 0 は、受信信号の周波数スペクトルを解析する。検出部 1 3 0 は、解析部 1 1 0 による解析結果に基づき、受信信号の聴感特性に応じた優先順位で、受信信号に含まれる周波数成分の中からノイズ成分を少なくとも一つ検出する。低減部 1 5 0 は、検出部 1 3 0 が検出したノイズ成分を低減する。

20

【 0 0 9 8 】

これにより、本実施形態および変形例に係るノイズ低減装置 1 0 ~ 1 2 は、後段の復調装置 2 0 で受信信号を復調した復調信号をスピーカ 3 0 等から出力した場合に、かかるスピーカ 3 0 から流れる出力音声に含まれるノイズを低減することができる。

【 0 0 9 9 】

また、本実施形態および変形例に係るノイズ低減装置 1 0 ~ 1 2 の検出部 1 3 0 は、受信信号の復調処理で聴感特性に応じて行われる高周波成分の減衰処理（ハイカット処理）に応じた順位でノイズ成分を検出する。

30

【 0 1 0 0 】

これにより、ノイズ低減装置 1 0 ~ 1 2 は、後段の復調装置 2 0 での減衰処理による減衰量が小さい周波数成分の中からノイズ成分を検出することができ、ユーザがノイズとして認識しやすいノイズ成分の検出精度を向上させることができる。

【 0 1 0 1 】

また、本実施形態に係るノイズ低減装置 1 0 は、解析部 1 1 0 による解析結果に基づき、聴感特性に応じた閾値 $T_h 2$ と周波数成分のスペクトル強度とを比較する比較部 1 2 0 をさらに備え、検出部 1 3 0 は、比較部 1 2 0 による比較結果に基づき、閾値 $T_h 2$ 以上のスペクトル強度を有する周波数成分をノイズ成分として検出する。

【 0 1 0 2 】

これにより、ノイズ低減装置 1 0 は、閾値比較によって、聴感特性に応じたノイズ成分を検出することができ、ユーザがノイズとして認識しやすいノイズ成分の検出精度を向上させることができる。

40

【 0 1 0 3 】

また、本実施形態に係るノイズ低減装置 1 0 の比較部 1 2 0 は、受信信号の復調処理で聴感特性に応じて行われる高周波成分の減衰処理の減衰量に応じた閾値 $T_h 2$ を設定する設定部 1 2 1 を備える。

【 0 1 0 4 】

これにより、ノイズ低減装置 1 0 は、閾値比較によって後段の復調装置 2 0 による減衰処理にて減衰量が小さい周波数成分の中からノイズ成分を検出することができ、ユーザが

50

ノイズとして認識しやすいノイズ成分の検出精度を向上させることができる。

【0105】

また、本変形例に係るノイズ低減装置11は、解析部110による解析結果に基づき、聴感特性に応じて周波数成分のスペクトル強度を補正する補正部160をさらに備え、検出部130は、補正部160が補正したスペクトル強度に基づいてノイズ成分を検出する。

【0106】

これにより、ノイズ低減装置11は、聴感特性に応じたノイズ成分を検出することができ、ユーザがノイズとして認識しやすいノイズ成分の検出精度を向上させることができる。

10

【0107】

また、本変形例に係るノイズ低減装置11の補正部160は、受信信号の復調処理で聴感特性に応じて行われる高周波成分の減衰処理の減衰量に応じてスペクトル強度を補正する。

【0108】

これにより、ノイズ低減装置11は、後段の復調装置20での減衰処理による減衰量が小さい周波数成分の中からノイズ成分を検出ことができ、ユーザがノイズとして認識しやすいノイズ成分の検出精度を向上させることができる。

【0109】

また、本変形例に係るノイズ低減装置12は、解析部110による解析結果に基づき、受信信号の上側波帯Wfuおよび下側波帯Wfdのスペクトル強度に応じて、周波数成分のスペクトル強度を補正する強度補正部170をさらに備える。ノイズ低減装置12の検出部130は、強度補正部170が補正したスペクトル強度に基づいてノイズ成分を検出する。

20

【0110】

これにより、ノイズ低減装置12は、受信信号のノイズ成分を強調することができ、ノイズ成分の検出精度を向上させることができる。

【0111】

また、本実施形態および変形例に係るノイズ低減方法は、受信信号の周波数スペクトルを解析する解析工程と、解析工程による解析結果に基づき、受信信号の聴感特性に応じた優先順位で、受信信号に含まれる周波数成分の中からノイズ成分を少なくとも一つ検出する検出工程と、検出工程で検出したノイズ成分を低減する低減工程と、を含む。

30

【0112】

これにより、本実施形態および変形例に係るノイズ低減方法によって、後段の復調装置20で受信信号を復調した復調信号をスピーカ30等から出力した場合に、かかるスピーカ30から流れる出力音声に含まれるノイズを低減することができる。

【0113】

さらなる効果や変形例は、当業者によって容易に導き出すことができる。このため、本発明のより広範な態様は、以上のように表しかつ記述した特定の詳細および代表的な実施形態に限定されるものではない。したがって、添付の特許請求の範囲およびその均等物によって定義される総括的な発明の概念の精神または範囲から逸脱することなく、様々な変更が可能である。

40

【符号の説明】

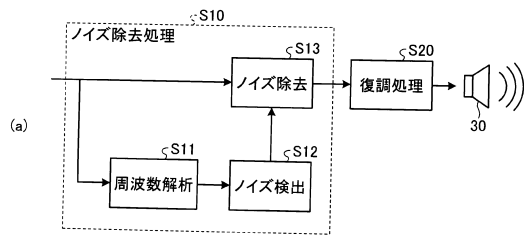
【0114】

- 1～3 受信装置
- 10～12 ノイズ低減装置
- 20 復調装置
- 110 解析部
- 120、122 比較部
- 121 設定部

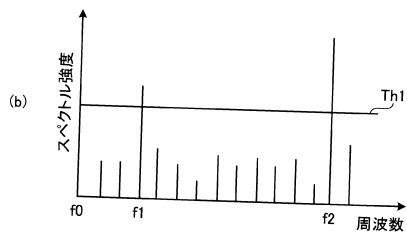
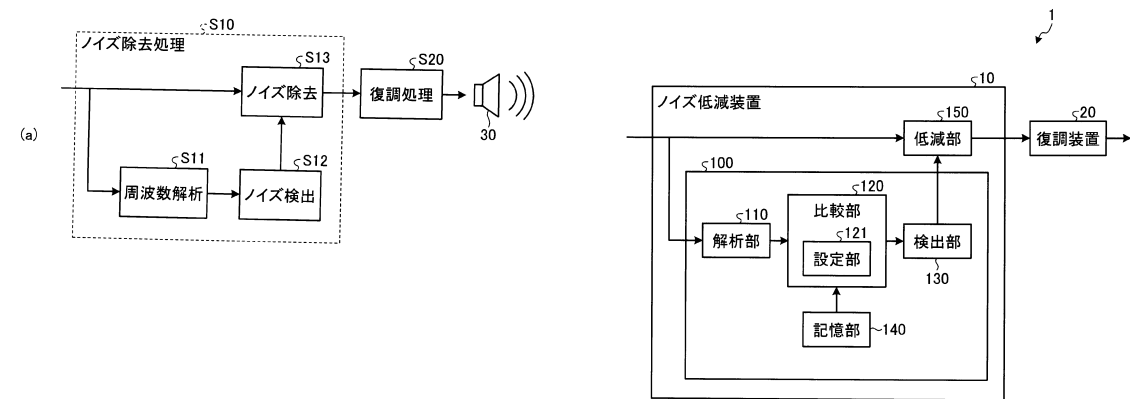
50

- 1 3 0 検出部
- 1 4 0 記憶部
- 1 5 0 低減部
- 1 6 0 補正部
- 1 7 0 強度補正部

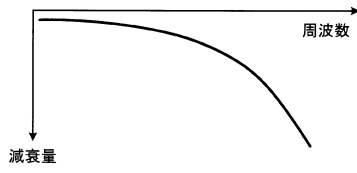
【図 1】



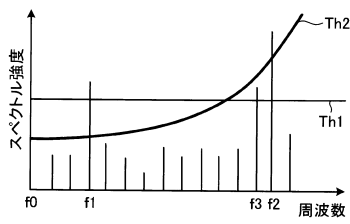
【図 2】



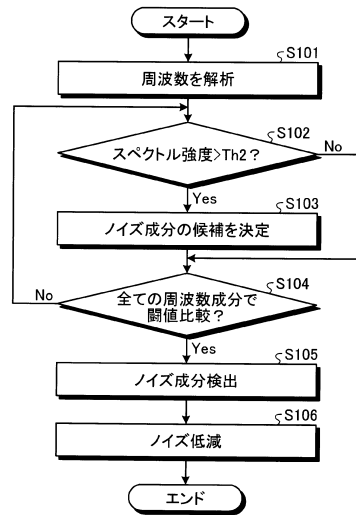
【図3】



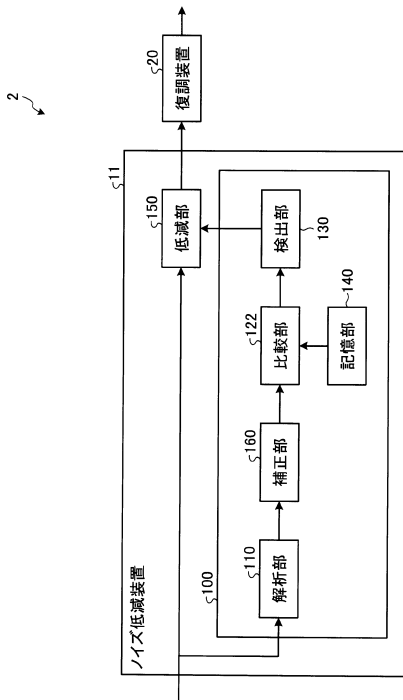
【図4】



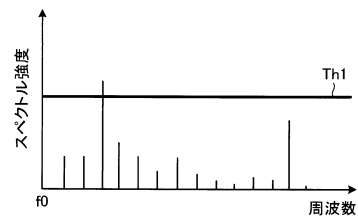
【図5】



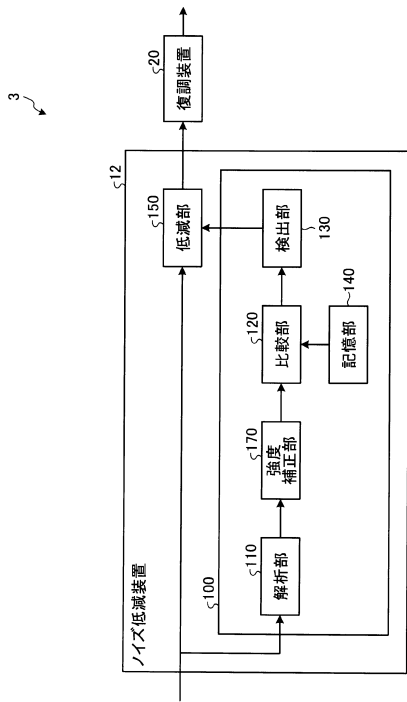
【図6】



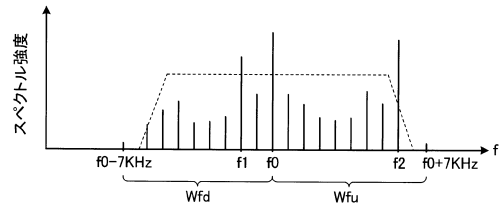
【図7】



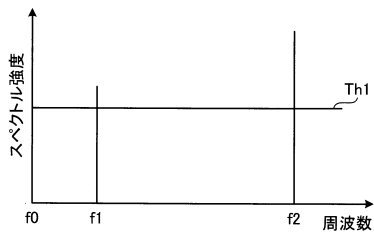
【図8】



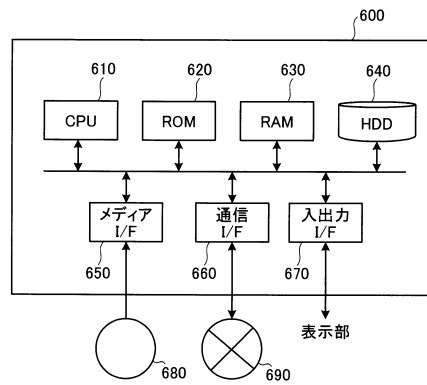
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2012-063394(JP,A)
実開昭58-129753(JP,U)
特開2012-100154(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G10L 13/00 - 13/10
19/00 - 99/00
H03G 5/00 - 99/00
H04R 3/00 - 3/14
IEEE Xplore