

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5030250号
(P5030250)

(45) 発行日 平成24年9月19日(2012.9.19)

(24) 登録日 平成24年7月6日(2012.7.6)

(51) Int.Cl.

G 11 B 20/02 (2006.01)
H04 R 3/00 (2006.01)

F 1

G 11 B 20/02
H04 R 3/00 320

請求項の数 8 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2005-29826 (P2005-29826)
 (22) 出願日 平成17年2月4日 (2005.2.4)
 (65) 公開番号 特開2006-216188 (P2006-216188A)
 (43) 公開日 平成18年8月17日 (2006.8.17)
 審査請求日 平成20年1月31日 (2008.1.31)

前置審査

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100076428
 弁理士 大塚 康徳
 (72) 発明者 涌井 哲也
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ャノン株式会社内

審査官 小林 大介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電子機器及びその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

既知の周期のノイズを含む音響データから前記ノイズの影響を低減させる電子機器であつて、

前記音響データのアナログ信号を順次取得する取得手段と、

前記ノイズの周期の1周期分における、音響データのサンプリング個数をNとしたとき、N個の音響データA(0)、A(1)、A(2)、…、A(N-1)を格納可能な記憶手段と、

前記取得手段から順次出力される前記音響データのアナログゲインを調整するゲイン調整手段と、

前記ゲイン調整手段から出力されるアナログ信号をデジタル信号に変換する変換手段と、

前記変換手段より得られた音響データ中の前記ノイズにかかるゲインが一定となる音響データを生成するため、前記ゲイン調整手段で用いたゲインに応じてデジタルゲインで再調整する第1の調整手段と、

前記第1の調整手段から順次出力される音響データのうち、第i番目(i=0、1、2、…、N-1のいずれか)の注目音響データをG(i)と表わすとき、当該注目音響データG(i)と第1の重み付け係数とを乗算し、前記記憶手段に格納された、前記注目音響データG(i)と同じ順位の音響データA(i)と第2の重み付け係数とを乗算し、2つの乗算の結果を加算して、前記記憶手段に格納された前記音響データA(i)を更新する

10

20

更新手段と、

前記記憶手段から読出した前記音響データ A (i) を、前記取得手段から出力される前記注目音響データ G (i) から減算する減算手段と、

前記減算手段で得られた音響データを、前記第 1 の調整手段でのゲインに応じて再調整し、前記音響データから前記ノイズの影響が低減されたデジタル信号として出力する第 2 の調整手段と、

を備えることを特徴とする電子機器。

【請求項 2】

前記更新手段における前記第 1 の重み付け係数を k_1 ($0 < k_1 < 1$) 、前記第 2 の重み付け係数を k_2 としたとき、

$$k_2 = 1 - k_1$$

なる関係を有することを特徴とする請求項 1 に記載の電子機器。

【請求項 3】

前記第 1 の調整手段から出力される音響データの絶対値が所定の閾値を超える場合の前記第 1 の重み付け係数を k_1 、前記所定の閾値以下の場合の重み付け係数を k_1' としたとき、

$$k_1 < k_1'$$

の関係を有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の電子機器。

【請求項 4】

前記閾値は、前記ゲイン調整手段のゲインに依存して変化することを特徴とする請求項 3 に記載の電子機器。

【請求項 5】

前記ノイズの発生源は、音響データを記憶・再生する磁気テープの搬送部と、当該磁気テープに音響データを記録するための記録ヘッドドラムの回転駆動部で構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の電子機器。

【請求項 6】

既知の周期のノイズを含む音響データから前記ノイズの影響を低減させる電子機器の制御方法であって、

前記電子機器は、前記音響データの信号を順次取得する取得手段と、前記ノイズの周期の 1 周期分における、音響データのサンプリング個数を N としたとき、 N 個の音響データ $A(0)$ 、 $A(1)$ 、 $A(2)$ 、 ... 、 $A(N-1)$ を格納可能な記憶手段を備え、

前記取得手段から順次出力される前記音響データのアナログゲインを調整するゲイン調整工程と、

前記ゲイン調整工程にて出力されるアナログ信号をデジタル信号に変換する変換工程と、

前記変換工程で得られた音響データ中の前記ノイズにかかるゲインが一定となる音響データを生成するため、前記ゲイン調整手段で用いたゲインに応じてデジタルゲインで再調整する第 1 の調整工程と、

前記第 1 の調整工程にて順次出力される音響データのうち、第 i 番目 ($i = 0, 1, 2, \dots, N-1$ のいずれか) の注目音響データを $G(i)$ と表わすとき、当該注目音響データ $G(i)$ と第 1 の重み付け係数とを乗算し、前記記憶手段に格納された、前記注目音響データ $G(i)$ と同じ順位の音響データ $A(i)$ と第 2 の重み付け係数とを乗算し、2 つの乗算の結果を加算して、前記記憶手段に格納された前記音響データ $A(i)$ を更新する更新工程と、

前記記憶手段から読出した、前記音響データ $A(i)$ を、前記取得手段から出力される前記注目音響データ $G(i)$ から減算する減算工程と、

前記減算工程で得られた音響データを、前記第 1 の調整手段でのゲインに応じて再調整し、前記音響データから前記ノイズの影響が低減されたデジタル信号として出力する第 2 の調整工程と、

を備えることを特徴とする電子機器の制御方法。

10

20

30

40

50

【請求項 7】

前記更新工程における前記第1の重み付け係数を k_1 ($0 < k_1 < 1$)、前記第2の重み付け係数を k_2 としたとき、

$$k_2 = 1 - k_1$$

なる関係を有することを特徴とする請求項6に記載の電子機器の制御方法。

【請求項 8】

前記第1の調整工程から出力される音響データの絶対値が所定の閾値を超える場合の前記第1の重み付け係数を k_1 、前記所定の閾値以下の場合の重み付け係数を k_1' としたとき、

$$k_1 < k_1'$$

10

の関係を有することを特徴とする請求項7に記載の電子機器の制御方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、マイクロホン等の音響データ収集手段より得た音響データを処理する技術に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

この種の装置としては、例えばカメラ一体型ビデオカメラが知られている。このような装置の場合、記録媒体として磁気テープを用い、その記録媒体への記録密度を上げるために回転ドラムを用いたヘリカルスキャン方式のメカニズムを用いている。

20

【0003】

しかしながら、このメカニズムでは、磁気テープと回転記録ヘッドが接触した時と離れた時にヘッド叩きと呼ばれるノイズが発生する。また、回転ドラムを駆動するために磁気モータのコイルへの通電をスイッチングして行うため、その電磁音も発生する。

【0004】

これらのノイズが内蔵しているマイクロフォンに混入し、本来収録すべく音声と共に記録されてしまい、耳障りなものとなっていた。かかる点を解決するものとしては、予めマイクロフォンに混入するノイズスペクトラムを調べ、その帯域の成分をノイズの大きさに合わせて引き算することによるノイズ低減技術が知られている（特許文献1）。

30

【0005】

この提案によれば、ノイズスペクトラムの成分を抽出する手段を設けて、本来記録するべき音声を遮断した状態でノイズのレベルを測り、混入したノイズと同じ大きさになるような制御をすることによって、ノイズのスペクトラムのレベル分だけを低減し、音声が入った時にもその音声に影響を与えることが少なくすることが可能である。

【特許文献1】特開平7-177596号公報**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

しかしながら、かかる従来の方法では、あらかじめノイズになる成分を調べる必要があり、ノイズのスペクトラムの成分の数だけノイズを抽出する手段、例えば、バンドパスフィルタを準備する必要がある。回避策としては、スペクトラムが近い周波数同士をまとめて抽出することによって、バンドパスフィルタの数を減らすことが考えられる。例えば、ノイズスペクトラムが1 kHzと2 kHzの2つだった場合に、中心周波数を1.5 kHzにし、帯域幅を1 kHzとすると、ノイズ成分の1 kHzと2 kHzは抜き取ることが出来る。しかし、その場合に1 kHzと2 kHzのレベルが違っている場合は、2つの平均値をとるかどちらかに合わせることになり、ノイズ成分と同じ大きさにならず、除去効果が薄れてしまう。さらに、収録する音声信号に1.5 kHz成分がある場合には、その成分も減衰してしまい、音質に影響を与えてしまう。また、経時変化によって、そのレベルの変化が合った場合は、キャンセルするためのレベルの再調整が必要になったり、ノイ

40

50

ズのスペクトラムの変化が生じた場合は、その対応が困難になるといった欠点がある。

【0007】

本発明は、音響データのゲインの変化に追従しつつ、予め判明している装置がノイズ発生源からの機械的ノイズを除去すると共に、ノイズ発生源の計時変化にも追従可能な技術を提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この課題を解決するため、本発明の電子機器は以下の構成を備える。すなわち、

既知の周期のノイズを含む音響データから前記ノイズの影響を低減させる電子機器であつて、

10

前記音響データのアナログ信号を順次取得する取得手段と、

前記ノイズの周期の1周期分における、音響データのサンプリング個数をNとしたとき、N個の音響データA(0)、A(1)、A(2)、…、A(N-1)を格納可能な記憶手段と、

前記取得手段から順次出力される前記音響データのアナログゲインを調整するゲイン調整手段と、

前記ゲイン調整手段から出力されるアナログ信号をデジタル信号に変換する変換手段と、

前記変換手段より得られた音響データ中の前記ノイズにかかるゲインが一定となる音響データを生成するため、前記ゲイン調整手段で用いたゲインに応じてデジタルゲインで再調整する第1の調整手段と、

20

前記第1の調整手段から順次出力される音響データのうち、第i番目(i=0、1、2、…、N-1のいずれか)の注目音響データをG(i)と表わすとき、当該注目音響データG(i)と第1の重み付け係数とを乗算し、前記記憶手段に格納された、前記注目音響データG(i)と同じ順位の音響データA(i)と第2の重み付け係数とを乗算し、2つの乗算の結果を加算して、前記記憶手段に格納された前記音響データA(i)を更新する更新手段と、

前記記憶手段から読み出した前記音響データA(i)を、前記取得手段から出力される前記注目音響データG(i)から減算する減算手段と、

前記減算手段で得られた音響データを、前記第1の調整手段でのゲインに応じて再調整し、前記音響データから前記ノイズの影響が低減されたデジタル信号として出力する第2の調整手段と、を備える。

30

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、音響データのゲインの変化に追従しつつ、予め判明している装置がノイズ発生源からの機械的ノイズを除去すると共に、ノイズ発生源の計時変化にも追従可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下、添付図面に従って本発明に係る実施形態を詳細に説明する。

40

【0011】

図1は、実施形態が適用するデジタルビデオカメラ装置における音声記録再生部分(ヘリカルスキャン型の記録再生部分)の主要構成を示す図である。なお、本装置には、CCD撮像素子、フォーカシングレンズ、及びそのレンズの駆動を行う光学部(撮像部)も備えるが、この光学部における駆動制御は公知のものであるものとし、尚且つ、それらは本願発明には直接には関係ないので、その構成について省略する。

【0012】

図中、1は記録媒体の磁気テープ(磁気テープカセットは不図示)、2は回転ドラム、3、4は回転ドラムに装着され音声や映像データを記録する磁気ヘッド、5はデータ計算処理部5a(詳細後述)を有する制御用マイコン、6、7はそれぞれL、Rチャネル用の

50

マイクロフォン、8、9はマイクアンプ、10はオートレベルコンロール(ALC)部である。11、12はA/Dコンバータであって、所定のサンプリング周波数に従って正負の符号つきの16ビットデータとして出力するものとする。

【0013】

この構成において、マイク6、7にて電気信号に変換された音響信号は、マイクアンプ8、9でそれぞれ増幅されて、オートレベルコントロール部10で適切な大きさに増幅され、A/Dコンバーター11、12でデジタルデータに変換される。デジタル音響データは、最終的に磁気テープに記録されることになる。

【0014】

実施形態におけるデータ計算処理部5aは、図8で示すように、L、Rチャネルそれぞれに独立した回路構成5a-1と5a-2を有する。

【0015】

図示において、13、14はメモリ、15、16、21、22は加算器、17、18、19、20は重み付け係数乗算器、23、24は比較器、25、26は閾値を格納するレジスタである。LチャネルとRチャネルの回路構成は同じであるので、ここではLチャネルの回路5a-1とその動作について説明する。

【0016】

磁気テープ1には、マイコン5で回転制御した回転ドラム2に180度の位置関係で取り付けられた磁気ヘッド3、4によるヘリカルスキャンによって、記録信号が記録される。また、回転ドラム2は回転の位相を示す基準信号、すなわちヘッズイッティングパルスを制御マイコン5に出力し、磁気ヘッド3、4の磁気テープ1との接触状態を知らせる。制御マイコン5は、このタイミングに従って記録信号の磁気ヘッド3、4への出力を制御する。この時、磁気ヘッド3、4が、回転ドラム2に巻き付いている磁気テープ1と接触、或いは離脱する時にノイズ(機械的振動)が発生し、前述した音響信号に混じって、マイク6、7に入ってしまう。

【0017】

図2に前述した基準信号、磁気ヘッド3、4と磁気テープ1の接触タイミング、ノイズの発生の時間的関係を示す。

【0018】

同図において、ヘッズイッティングパルスがHighレベルの時に磁気ヘッド3に記録信号が印加され、ヘッズイッティングパルスがLowレベルの時に磁気ヘッド4に記録信号が印加される。このヘッズイッティングパルスの一周期が回転ドラム2の一回転を表している。各々の磁気ヘッドは、記録信号が印加される以前に磁気テープ1に接触して安定状態になっている必要があるため、記録信号の切り替えより少し前に接触し、記録信号の印加が終わってからも微小期間は接触状態を維持するようになっている。これを示したのが、図中の磁気ヘッド3接触状態と磁気ヘッド4接触状態で、Highレベルが接触、Lowレベルが非接触を示している。その下方に、この時に発生するノイズ発生のタイミングを示す。

【0019】

さらに、この現象をノイズの波形で示したのが、図3である。図中、最上部に示したヘッズイッティングパルス一周期の時間Tに対して、連続した時間を、T1, T2, T3, ..., Tnと一周期の時間毎に区切って、並べたものである。同図から分かるように一回転毎に発生するノイズは、ほぼ毎回同じであることが判明している。回転ヘッドと磁気テープの動作の関係は、ほとんど変化する要素が無いためである。最下部にその平均Aveを取った波形を示す。

【0020】

一方、ヘッズイッティングパルス一周期の時間Tにおける、マイク6、7に入る音声信号の様子を示したのが図4である。すなわち、連続していた音声波形をT1, T2, ..., Tnと一周期の時間毎に区切って並べたものである。これらの一周期分の音声信号の変化は、ヘッズイッティングパルスとは無関係であるので、それらが同期する確率は小さい。

10

20

30

40

50

したがって、その平均を取る回数を増やすと限りなくゼロに近づくことになる。

【0021】

したがって、音声データを適当な期間記憶保持し、ヘッಡスイッчングパルス一周期の時間 T における同位相のデータを加算した場合に残るのは、図3で示したノイズ成分だけとなる。本実施形態では、これら図3、図4で示した特性の違いを利用するものである。

【0022】

ここでヘッಡスイッчングパルス一周期 T 間でサンプリングしたデータをフレームと呼ぶ。すなわち、上記の $T_1, T_2, T_3 \dots$ は、図5のフレーム F_1, F_2, F_3 で表わされる。平均値 Ave を得るには、図6に示すように各フレームのサンプリングデータを記憶するメモリを用意すれば良い。すなわち、150フレームの平均値を算出するの10 であれば、150個分のメモリを必要とする。

【0023】

ここで、回転ドラム2の1回転に要する時間 T を $1 / 150$ 秒とし、マイクロホン6によるサンプリング周波数を 48 KHz とすると、1フレームは $48000 / 150 = 320$ 個のデータで構成されることになる。ここで、フレーム F_n 中の各サンプリングデータを t_m ($m = 0, 1, \dots, 319$) と表現すると、各フレームの同位相 t_m の平均値 Ave (t_m) は次のように算出すればよい。

【0024】

$$Ave(t_m) = F_n(t_m) / 150$$

以上のようにして、各位相位置における $Ave(0)$ 乃至 $Ave(319)$ が算出する20 ことが可能になる。

【0025】

さて、上記のようにして平均値を算出する場合、各サンプルデータが16ビットとすると、メモリ13は $16 \times 320 \times 150 / 8 = 9600$ バイトの容量を有し、且つ、平均値を演算するのにも無視できない時間を必要とする。本実施形態では、図8に示すように重み付け係数乗算器17、19を設けることで、メモリ13は1フレーム分のメモリ容量 (= $320 \times 16 / 8 = 640$ バイト) で平均値を算出するようにした。

【0026】

先ず、実施形態の動作として、前述した平均値Aveの抽出動作を説明する。

【0027】

A/Dコンバータ11、12からの出力は、制御マイコン5の平均値算出部5aに入力される。

【0028】

平均値算出部5aの動作を図8を用いて説明する。同図において、左右のチャンネルの動作は、同じなので、片方のチャンネルのみの説明を行う。平均値算出部5aにA/D変換器11よりのデータがサンプリングクロックの周期で入力され、比較器23に入力される。この入力の大きさは、前述したオートレベルコントロール部10でのゲインコントロール状態で決まり、そのゲインコントロール情報をレジスタ25に送り、ゲインコントロールの状態に連動して決定した閾値を出力させる。比較器23では、レジスタ25からの閾値と入力データとの比較を行い、その比較結果を重み付け係数乗算器17、19に出力する。重み付け係数乗算器17、19であるが、重み付け係数乗算器17で乗算する重み付け値を $k(0, k, 1)$ で表すと、次のような関係式で与えられる。

- ・重み付け係数乗算器17で乗算する重み付け係数 = k
- ・重み付け係数乗算器19で乗算する重み付け係数 = $1 - k$

【0029】

重み付け係数除算器17は、A/Dコンバータ11からの入力データと、重み付け係数 k とを乗算し、その結果を加算器21に出力する。

【0030】

一方、重み付け係数乗算器19は、メモリ13からのデータと、決定した重み付け係数「 $1 - k$ 」とを乗算し、その結果を加算器21に出力する。これと同時に、A/Dコンバ

10

20

30

40

50

ータ 1 1 からの入力データと、レベル調整器 2 7 からの出力からのデータが加算器 1 5 で合成され、最終的な音響データとして出力する。

【 0 0 3 1 】

レベル調整器 2 7 は、オートレベルコントロール部 1 0 のゲインコントロール状態に連動して、メモリ 1 3 からのデータに対する調整値（ゲイン）を決定する。

【 0 0 3 2 】

オートレベルコントロール部 1 0 のゲインを G_1 、レベル調整器 2 7 のゲインを G_2 とすると、

$$G_1 = 1 / G_2$$

の関係を持つ。

10

【 0 0 3 3 】

加算器 1 5 では、A / D コンバータ 1 1 からの入力データより、レベル調整器 2 7 からのデータを減じる処理を行なう。

【 0 0 3 4 】

このメモリ 1 3 は、ヘッドスイッチングパルス 1 周期中の音声のサンプリングデータ、具体的には、ヘッドスイッチングパルスの周期が $1 / 150 \text{ sec}$ 、サンプリング周波数を 48 kHz とすると、サンプリングデータを 320 個格納可能な FIFO メモリである。前述した加算器 1 5 , 2 1 , 比較器 2 3 とメモリー 1 3 の各回路は、サンプリング周波数（実施形態では 48 kHz としている）に同期して動作することになる。

【 0 0 3 5 】

20

次に騒音の低減の動作について説明する。それぞれのチャンネルの処理は同じなので、ここでも片チャンネルについて説明する。

【 0 0 3 6 】

任意のサンプリング時刻 t_n (n : 整数) 、任意のフレーム時刻 F_m (m : 整数) における A / D コンバータ 1 1 よりのデータを $F_m Int_n$ 、メモリー 1 3 の出力データを M_n とする。メモリ 1 3 は 320 個分のデータ（ドラムの 1 周期分のデータ）を格納できるわけであるから、メモリ 1 3 から出力されるデータは、その時点で A / D コンバータ 1 1 からのデータよりもちょうど $1 / 150$ 秒前のデータ（同位相の 1 フレーム前のデータ）であることになる。従って、加算器 2 1 では、

$$F_m Int_n * k + F_{(m-1)} M_n * (1 - k)$$

30

が出力されてメモリ 1 3 に記憶される。これは、騒音の平均値 A_n が記憶されることになる。

【 0 0 3 7 】

加算器 1 5 の出力を $F_m OUT_n$ とすると、

$$F_m OUT_n = F_m Int_n - F_{(m-1)} M_n * G_2$$

で算出できる。ここで、

$$M_n = A_n$$

であるから、入力信号の任意の周期 F_m (m : 整数) の任意のスイッチングパルスからの時刻、 t_n (n : 整数) から騒音の平均値 A_n を引き算することになり、ドラムの回転によって発生する雑音を除去することに成功することになる。

40

【 0 0 3 8 】

この時の騒音の減衰量は、回転ドラム 2 の回転精度と発生する騒音レベルの変化幅によって決まってくる。低減したい騒音の成分の最高周波数に対して、回転ムラがその周波数において位相を、例えば、5 度の範囲で変化する精度とし、前述の平均値に対して、変動幅が 2 dB あると仮定する。図 7 は、位相とレベルが異なる 2 信号の引き算をした時の減衰量を示したもので、前述の条件からすると、図 7 から 15 dB 以上減衰することになり、十分な効果が得られることになる。

【 0 0 3 9 】

ここで、A / D コンバータ 1 1 からの入力データを INPUT 、騒音を NOISE 、メモリ 1 3 の値を AVE 、オートレベルコントロール部 1 0 のゲインを GAIN とした場合

50

のシミュレーションの一例を図 10 に示す。図示において、横軸はフレーム数を、縦軸はデータ値に対応する。

【0040】

この例では、サンプリングの任意の時刻で、フレームにおける同位相時刻における騒音のデータを狭い幅で振ってやり、具体的には、騒音のデータを 19 ~ 21 までの値をフレーム毎にランダムに設定し、フレーム 0 ~ 50、151 ~ 200、251 ~ 300 までは、マイク入力信号をゼロにした。また、フレーム 51 ~ 100、101 ~ 150、201 ~ 250 までを、マイク入力信号の大きさを、

MIC INPUT LEVEL = ± 500

のランダム値として、ALC を動作させている。

10

【0041】

また、オートレベルコントロール部 10 の最大値「1」であるが、図示ではそれを 100 倍したスケールで示している。

【0042】

レジスタ 25 は、オートレベルコントロール部 10 のゲイン値に応じて 2 つの閾値を発生し、比較器 23 に出力する。

【0043】

実施形態では、オートゲインコントロール部 10 のゲインが最大の「1」である場合の閾値 thresh は、

thresh = 20 ± 10

20

とする。

【0044】

すなわち、下限閾値 (Tmin) として「10」、上限閾値 (Tmax) として「30」を比較器 23 に出力する。

【0045】

比較器は、A/D コンバータ 11 からのデータ INPUT と、下限値、上限値との関係が、

$T_{min} \text{ INPUT}$ の絶対値 T_{max} ... (1)

であるとき、重み付け係数 k を、

$k = 0.1$

30

として決定し、決定した「k」を重み付け係数乗算器 17 に出力し、「1 - k」を重み付け係数乗算器 19 に出力し、それぞれで乗算を行なわせる。

【0046】

また、上記の条件 (1) を満たさない場合には、

$k = 0.001$

として決定し、k を重み付け係数乗算器 17 に、「1 - k」を重み付け係数乗算器 19 に出力する。

【0047】

図 10 から分かるように、スタートしてから 50 フレームまでは、オートレベルコントロール部 10 のゲインが最大の状態で騒音の抽出が開始され、ある時間 (40 フレーム) 経過すると、平均値 AVE が安定し、且つ、騒音レベルと等しくなることがわかる。1 フレームは 1 / 150 秒としているから、40 / 150 = 約 0.26 秒程度で、メモリ 13 にはノイズデータが蓄積されることがわかる。

40

【0048】

また、51 フレーム目からマイク入力信号が ± 500 のランダム値が入力されて、それに応じて、オートレベルコントロール部 10 のゲインが変化している。レジスタ 25 が発生する閾値は、ゲインが最大値の半分になった場合、

thresh = (20 ± 10) $\times 0.5$

として決定する。すなわち、下限閾値 $T_{min} = 5$ 、上限閾値 $T_{max} = 15$ として比較器 23 に出力する。

50

【0049】

比較器23は、入力データINPUTが、先に示した条件(1)を満たす場合には、重み付け係数 $k = 0.1$ とし、条件(1)を満たさない場合には $k = 0.001$ として決定する。重み付け係数 $k = 0.001$ の場合、 $k = 0.1$ よりも、平均値AVEは変化しにくい状況になり、メモリ13の内容は変化を少なく保つことができる。

【0050】

ここで、オートレベルコントロール部10のゲインについて考察する。オートレベルコントロール部10のゲインが小さくなるということは、入力データINPUTに含まれるNOISEもその分だけ小さくなっていることを意味する。メモリ13には、オートレベルコントロール部10のゲインが最大の「1」のときの、ノイズデータが格納されていると考えてよい。従って、A/Dコンバータ11からのデータINPUTを入力した際の、オートレベルコントロール部10のゲイン値に依存して、メモリ13からのデータを調整すること必要になる。この調整を行なうのが、レベル調整器27である。

10

【0051】

具体的には、前述したようにオートレベルコントロール部10のゲインが半分になっている場合、レベル調整器27はメモリ13からのデータを半分の大きさにする。

【0052】

図10の例では、オートレベルコントロール部10のゲインが最大の「1」のときに、NOISEは19乃至21間でランダムに発生することとしているので、レベル調整器27はメモリ13からのデータを1/2にして、9.5乃至10.5の値をその調整結果として出力することになる。

20

【0053】

より詳しくは、メモリ13は、オートレベルコントロール部10のゲインが「1」である際に、その格納データAVEがNOISEに近似する状態になっている。図10の例では、メモリ13に格納されているデータは20近傍の値が格納されていると見なせる。そして、レベル調整器27の調整値G2が、0.5なので、加算器15に入力される信号は、正のデータ9.5乃至10.5が入力され、そのデータを負の値として、入力データINPUTと加算されることになり、入力データINPUTから騒音を除去することに成功する。

【0054】

30

ここで、加算器15から出力されるデータの評価量を得るために、加算器15から出力されるデータに混入しているノイズ量errorを次のように表わす。

【0055】

$$error = NOISE \times G1 - AVE \times G1 \quad \dots (2)$$

オートゲインコントロール部10のゲインが最大の「1」である場合には、

$$error = NOISE - AVE$$

となり、メモリ13に格納されているデータがNOISEと近似するようになると、error 0となり、加算器15からの出力されるデータに含まれるノイズ量errorは実質的に零になることを意味する。

【0056】

40

ここで、レベル調整器27が存在しないと仮定する。この場合のシミュレーション結果を示すのが図11である。

【0057】

図示のように、無音状態であるフレーム50までは、メモリ13には「20」という値が格納することに成功するが、フレーム51以降になると、オートレベルコントロール部10のゲインが小さくなり、それに従って減じるべき騒音の値も小さくするべきなのに、元も値「20」を減じてしまっており、正しいノイズ除去が行なえない。

【0058】

なぜなら、上記式(2)の代わりに、

$$error = NOISE \times G1 - AVE$$

50

の演算を行なっているからである。

【0059】

また、更に問題になるのは、オートレベルコントロール部10のゲインが復帰する過程における、騒音の除去率である。

【0060】

図12に50フレーム毎に5フレーム間、入力信号が±500の信号が入った場合のノイズ除去の様子を示す。図11, 12では表していなかったものとして、入力信号とerrorとの比、つまり、聴感上のSNを追加でプロットした。同図からわかるように、最初の抽出時を除くと、大きな入力信号が無くなつた直後においても、SNが約20dBを確保できていることがわかる。

10

【0061】

一方、レベル調整器27を省いた場合を図13に示すが、大きな入力信号が無くなつた直後でのSNは、10dB以下になつてあり、SNが劣化している期間が数フレームに渡つてあり、ノイズが気になることが読みとれる。

【0062】

<第2の実施形態>

次に本発明に係る第2の実施形態を説明する。

【0063】

全体の構成図は、第1の実施形態における図1とほぼ同じである。異なる点は、図1では、オートレベルコントロール部10が自動でレベル制御していたのに対し、本第2の実施形態では、操作者が各チャネル毎に独立し、マニュアル操作するゲインコントローラを搭載した点にある。

20

【0064】

図9は、本第2の実施形態における、データ計算処理部5aとその近傍の構成図である。

【0065】

ゲインコントローラ90a、90bは、それぞれカメラに搭載された操作部(不図示)からの指示に従いゲインを設定する。なお、同図において左右のチャネルの回路5a-1'、5a-2'の構成及び動作は、同じなので、片方のチャネルのみの説明を行う。

【0066】

30

A/Dコンバータ11よりのデータがサンプリングクロックの周期で入力されると、レベル調整器29にて入力データINPUTのレベルを、ゲインコントロール部90aからのゲイン値に応じて調整する。

【0067】

また、ゲインコントロール部90aでのゲイン値に応じて、レジスタ25は第1の実施形態と同様に閾値を決定し、比較器23で調整済みの入力データINPUT'が閾値で設定された範囲内にあるか否かを判定し、重み付け係数k(0 < k < 1)を決定する。そして、比較器23は、決定した重み付け係数kを重み付け係数乗算器17に出力し、「1-k」を重み付け係数乗算器19に出力する。

【0068】

40

重み付け係数乗算器17は、データINPUT'を重み付け係数kを乗算し、その結果を加算器21に出力する。

【0069】

一方、重み付け係数乗算器19は、入力されたデータINPUT'のフレーム中の位置に同期したデータをメモリ13より読み出し、そのデータ(AVE)と「1-k」とを乗算し、その結果を加算器21に出力する。

【0070】

加算器21は、重み付け係数乗算器17及び19からのデータを加算し、その結果をメモリ13に書き込むことで、メモリ13の内容を更新する。これと同時に、加算器15は、メモリ13から読み出されたデータを負の値とし、データINPUT'に加算すること

50

で、ノイズを除去する。

【0071】

この後、レベル調整器31にて、加算器15からのデータを調整し、その結果を出力する。以上図9の構成について説明したが、より分かりやすく説明するのであれば、次の通りである。

【0072】

レベル調整器29は、ゲインコントローラ90aのゲインが変化したとしても、その変化を相殺するように入力データINPUTを調整する。すなわち、レベル調整器29の出力以降の処理では、固定のゲインでのノイズ除去と同じように動作する。しかし、これでは、操作者の意図したゲインにはならないので、出力段階にあるレベル調整器31にて、10 本来の意図したレベルに調整し、出力する。

【0073】

具体的には、ゲインコントール部90aのゲインをG3とするとき、レベル調整器29でのゲインG4は、

$$G4 = 1 / G3$$

として、決定する。

【0074】

ここで、レベル調整されたデータINPUT'は、比較器23に入り、レジスタ25から供給される閾値と比較される。レジスタ25も、レベル調整器29と同様、ゲインコントローラ90aのゲインG3に応じて閾値を発生する。

20

【0075】

例えば、G3 = 1のとき、発生する閾値threshは、

$$thresh = (20 \pm 10) \times G3$$

とする。

【0076】

比較器23では、データINPUT' と、

$$10 \times G3 \quad INPUT' \quad 30 \times G3 \quad \dots (4)$$

の関係を満たすか否かを判定することになる。

【0077】

上記判定において、ゲインコントロール部90aのゲインが最大の“1”である場合、比較器23では、

30

$$10 \quad INPUT' \quad \text{の絶対値} \quad 30$$

の関係を満たすか否かを判定することに他ならない。

【0078】

また、ゲインコントロール部90aでのゲインが、仮に、“0.5”になった場合には、比較器23は、

$$5 \quad INPUT' \quad \text{の絶対値} \quad 15$$

の関係を満たすか否かを判定することになる。

【0079】

いずれにしても、式(4)が満足する場合、比較器23は重み付け係数k (= 0.1)を重み付け係数乗算器17に出力し、重み付け係数「1 - k」 (= 0.9)を重み付け係数乗算器19に出力する。また、式(4)が満たされないと判断した場合には、より小さな重み付け係数k (= 0.001)を重み付け係数乗算器17に出力し、重み付け係数「1 - k」 (= 0.999)を重み付け係数乗算器19に出力する。

40

【0080】

また、レベル調整器31は、ゲインコントロール部90aのゲインに従い、加算器15からの出力データを調整する。ゲインコントロール部90aのゲインをG3、レベル調整器3のレベル調整器のゲインをG5とすると、G5 = G3である。

【0081】

なお、上記はその一例である点に注意されたい。すなわち、レベル調整器29でのゲイ

50

ン G 4 と、レベル調整器 3 1 でのゲイン G 5 としたとき、 $G 5 = G 3 \times G 4$ となる関係を満たせば良いからである。

【 0 0 8 2 】

さて、本第 2 の実施形態での、入力信号 INPUT と、騒音 NOISE、メモリ 13 の値 AVE と、レベルコントロール 10 のゲイン GAIN についてのシミュレーションした一例を図 14 に示す。

【 0 0 8 3 】

図示の横軸の数字はフレーム数を、縦軸はデータの値を示す。この例では、サンプリングの任意の時刻で、フレームにおける同位相時刻における騒音のデータを狭い幅で振ってやり、具体的には、騒音のデータを 19 から 21 までの値をフレーム毎にランダムに設定する。そして、フレーム 0 から 50、151 から 200、251 から 300 の各区間ではゲインコントロール 90a のゲイン G3 を“3”とし、フレーム 51 から 100、101 から 150、201 から 250 の区間ではゲインコントロール 90a のゲイン G3 を“1”とした場合で、マイク入力信号をゼロとしておく。なお、ゲイン G3 = 3 の場合の GAIN は、図示のスケール外になってしまう点に注意されたい。レジスタ 25 は、ゲインコントロール部 90a のゲイン G3 が“1”的ときに、 $threshold = 20 \pm 10$ の閾値を発生し、この閾値間の範囲内にデータ INPUT がある場合には、比較器 23 が決定する重み付け係数 k は“0.1”、範囲外にある場合には“0.001”とした。

10

【 0 0 8 4 】

図 14 からわかるように、スタートから騒音の抽出が開始し、50 フレームまでは、レベルコントロール部 90a のゲイン G3 が“3”であるため、騒音レベルも設定した値の 3 倍になっており、60 付近に位置している。しかし、平均値 ave の中心値は、20 付近になっている。これは、レベル調整器 29 の調整値 G4 が先述したように

20

$$G4 = 1 / G3 = 1 / 3$$

となっているためである。

【 0 0 8 5 】

一方、加算器 15 の正の入力端子には調整器 29 からの出力信号、負の入力端子にはメモリ 13 の出力信号が供給される。調整器 29 の出力信号は、入力信号が 60 付近で、G4 を掛けて 20 付近、メモリ 13 の値は 20 付近であるから、加算器 15 の出力に含まれるノイズ量 error はシミュレーションの通りほぼゼロ付近になる。

30

【 0 0 8 6 】

51 フレーム目からゲインコントロール部 90a のゲイン G3 が“1”となり、騒音レベルは、設定値の 20 付近になる。平均値 ave は、調整器 29 の調整値 G4 が、

$$G4 = 1 / G3 = 1$$

になるため、50 フレーム以前と同様の値を継続し、20 付近に維持することが可能になる。

【 0 0 8 7 】

従って、加算器 15 の出力に含まれるノイズ量 error は、先ほどと同様、ほぼゼロとなる。

【 0 0 8 8 】

ここで、仮に調整器 29 が場合のシミュレーションを図 15 に示す。同図からわかるように、50 フレーム目までは、騒音レベルが 10 のゲインコントロールのゲイン G3 によって、3 倍の 60 付近になっており、平均値 ave の値も 60 付近に近づいている。その結果、加算器 15 の出力中に含まれるノイズ量 error はゼロに向かって収束している。

40

【 0 0 8 9 】

しかし、51 フレーム目で、ゲインコントロール部 90a のゲイン G3 が“1”になつたため、加算器 15 の正の入力端子への供給されるデータ INPUT のレベルは、一気に 20 付近に下がるが、メモリ 13 に保持されている値はまだ 60 付近にあるため、その差分が出てしまう。同様にして、100 フレーム目では、逆の減少が起き、10 のゲイン

50

コントロールが変化するたびにその変化時点から数十フレームに渡って error 出力が大きくなっている。つまり、ノイズが発生してしまうことを意味する。

【0090】

次に、本第2の実施形態における動作例を図16に示し、説明する。ここでは、騒音と入力信号が一緒に入った条件で、入力信号が ± 10 のランダム信号とした場合のシミュレーションである。

【0091】

図から、入力信号の振幅は、ゲインコントロール部90aのゲインが変わるために連動して、その大きさが変化している。最終出力も同様にゲインコントロール90aに従ってその大きさが変化しなければならない。加算器15の出力では、騒音除去のために有利な大きさに変化しており、元の信号、つまり、ゲインコントロール部90aの出力信号の大きさとは異なっている。しかし、最終的には、ゲインコントロール部90aに従って出力されるべきであり、そのレベルを復元するために、レベル調整器31が設けられている。

【0092】

先述したように、調整器31のゲインG5は、ゲインコントロール部90aのゲインG3と等しいため、加算器15で騒音を除去した後のデータのレベルは、操作者の意図した信号レベルに復元している。

【0093】

これらの処理は、A/Dコンバータ11でデジタルデータ化されているため、そのデータの処理を複雑に行ったとしても、ノイズの付着や歪みなどが変化しない。

【0094】

また、この方式の理論的な減衰量は、回転ドラム2の回転精度と発生する騒音レベルの変化幅によって決まってくる。低減したい騒音の成分の最高周波数に対して、回転ムラがその周波数において位相を、例えば、5度変化させてしまう精度だとし、前述の平均値に対して、変動幅が2dBあると仮定する。図7は、位相とレベルが異なる2信号の引き算をした時の減衰量を示したもので、前述の条件からすると、図7から15dB以上減衰することになり、十分な効果が得られることになる。

【0095】

以上説明したように、第1の実施形態によれば、装置が発する周期性機械的ノイズがマイクを介して得られた電気信号に重畳されても、その機械的ノイズを相殺するデータをメモリ13、14に記憶するので、ノイズを効率良く除去することが可能になる。また、メモリ13、14の更新であるが、入力した信号レベルが比較的小さい場合には、大きな重み付け係数kを発生してすばやくメモリ13、14がノイズデータに近似するデータを保持することができ、逆に、入力信号が大きい場合には、小さな重み付け係数発生するので、メモリ13、14の格納されたデータの変化を少なくすることが可能になる。さらには、実施形態では、オートレベルコントロール部10のゲインに応じて、メモリからのデータを調整するので、現入力の騒音の大きさにはほぼ近いノイズを除去する信号を生成することができる。

【0096】

また、第2の実施形態によれば、入力信号の大きさをコントロールするゲインコントロールが手動の場合であっても、そのゲインコントロールのゲインの値に応じて、一定のノイズデータを記憶保持することが可能になる。また、ゲインコントロールのゲインが急激に変化したとしても、その過渡的な期間でも、除去すべきノイズ信号のレベルを適切なものとすることができる。

【0097】

なお、実施形態では機械的ノイズ発生源の雑音として、磁気テープに記録するドラムに搭載されたヘッドとテープの接触し非接触になる際に発生する雑音、キャブスタンの回転時の電磁雑音を例にしたが、これらによって本発明が限定されるものではない。要するに、周期性のある機械的ノイズでマイクロホンに混入するものであれば如何なるものでも構

10

20

30

40

50

わないのである。

【0098】

以上説明したように本実施形態によれば、記録再生装置の有する例えば回転ドラムなどの周期性を持った動作をしているものから、その動作によって発生する騒音が、マイクに混入した場合に、騒音波形を抽出し、低減することが可能になる。

【0099】

また、記録再生装置の有する例えば回転ドラムやテープを送るためのキャプスタンモータの回転の様に周期性をもった動作部から発する騒音をそれぞれ独立した周期毎に騒音の波形を抽出することが可能となり、より騒音の低減効果が高い装置を提供することが出来る。

10

【0100】

さらに、マイクに混入した騒音を、しかもその混入した騒音が機器によって大きさや音色がばらつく場合にも、個々に調整をする必要がなく、また、経時変化した場合にも、同じ手段を備えることと同じ処理によって、その機器固有の騒音に対応することが可能である。

【0101】

また、従来技術のようにフィルタによって本来収録する音声の成分までも除去してしまうことがなく、不要な騒音の波形のみを抜き取るため、音質劣化がなく低減することが実現できる。

【図面の簡単な説明】

20

【0102】

【図1】第1の実施形態におけるブロック構成図である。

【図2】第1の実施形態で、回転ドラムの回転と磁気ヘッド、磁気テープの接触状態によるノイズ発生タイミングを示す図である。

【図3】第1の実施形態における周期ノイズの波形を示す図である。

【図4】第1の実施形態における非同期の音声波形を示す図である。

【図5】第1の実施形態におけるデータの並びを示す図である。

【図6】第1の実施形態におけるデータ列の処理を説明するための図である。

【図7】第1の実施形態での騒音の低減量を示す図である。

【図8】第1の実施形態におけるデータ計算処理部のブロック構成図である。

30

【図9】第2の実施形態におけるデータ計算処理部のブロック構成図である。

【図10】第1の実施形態における処理を説明するためのシミュレーション結果を示す図である。

【図11】第1の実施形態における処理を説明するためのシミュレーション結果を示す図である。

【図12】第1の実施形態における処理を説明するためのシミュレーション結果を示す図である。

【図13】第1の実施形態における処理を説明するためのシミュレーション結果を示す図である。

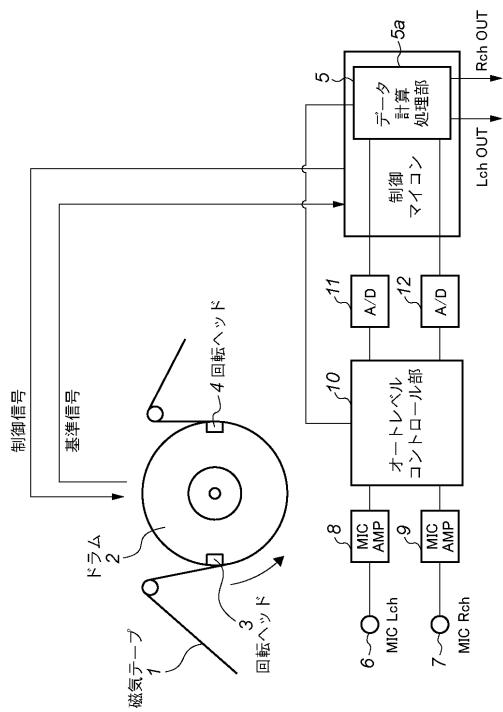
【図14】第2の実施形態における処理を説明するためのシミュレーション結果を示す図である。

40

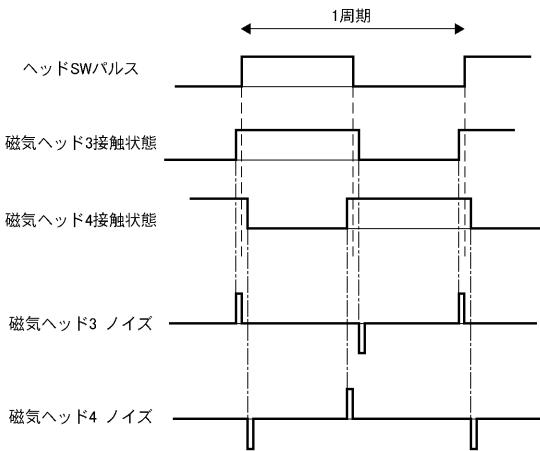
【図15】第2の実施形態における処理を説明するためのシミュレーション結果を示す図である。

【図16】第2の実施形態における処理を説明するためのシミュレーション結果を示す図である。

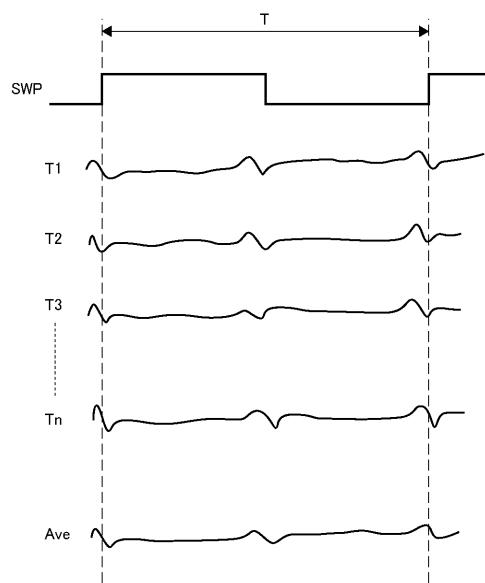
【図1】



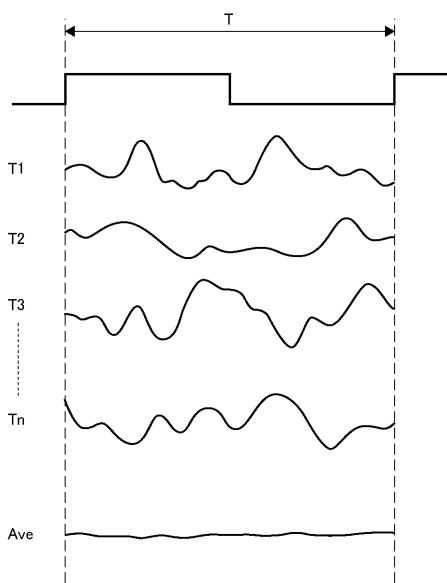
【図2】



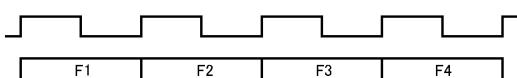
【図3】



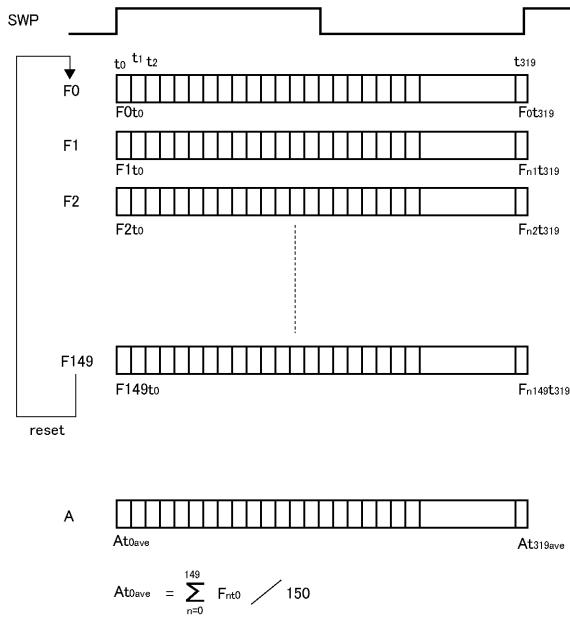
【図4】



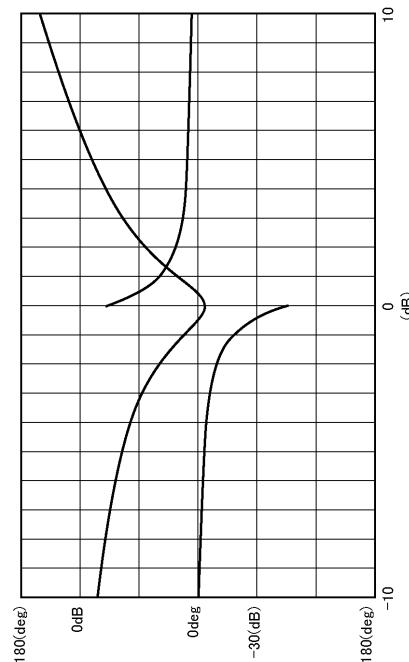
【図5】



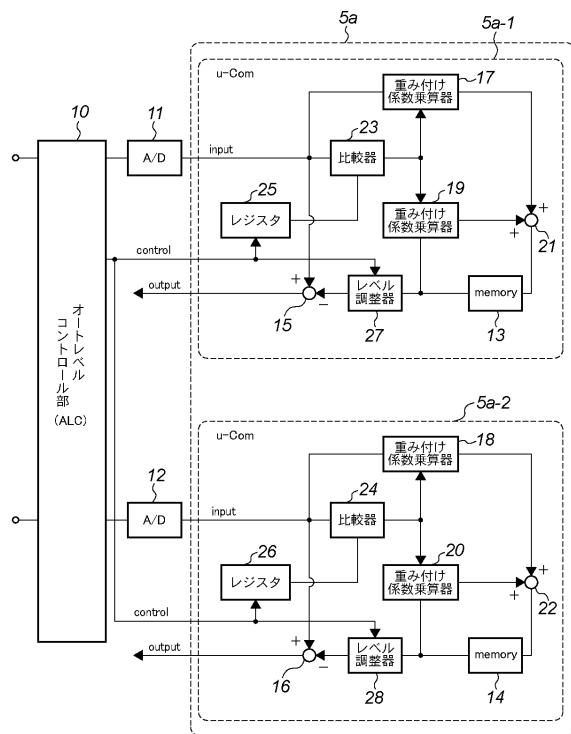
【 図 6 】



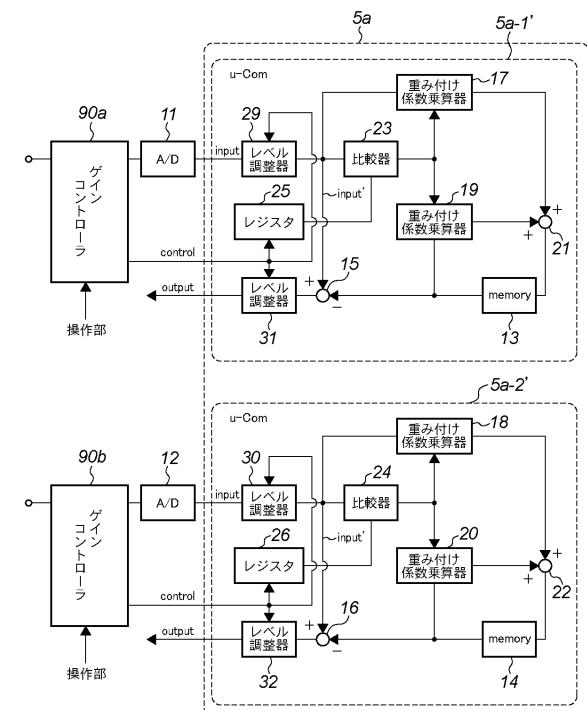
【 四 7 】



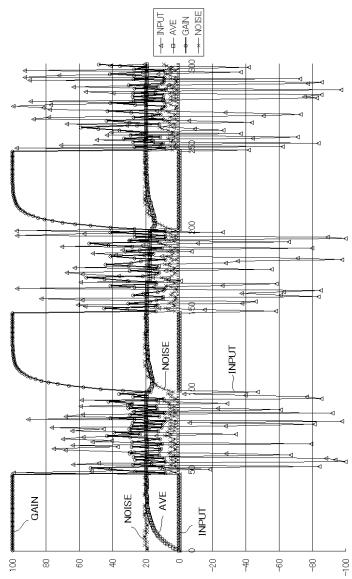
【 四 8 】



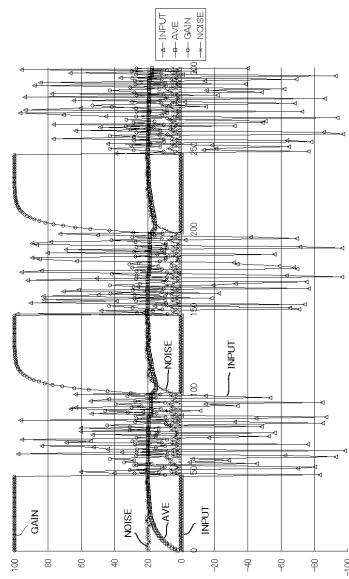
【 四 9 】



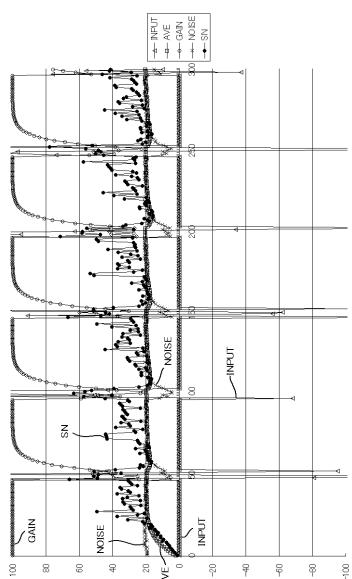
【図10】



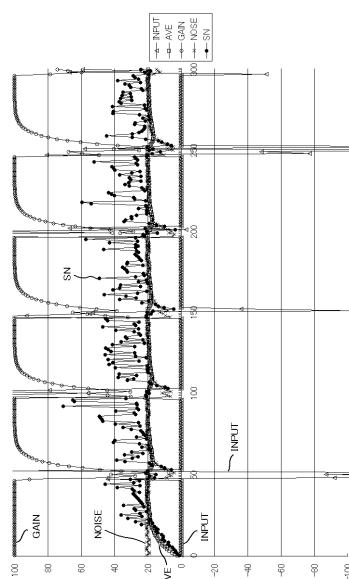
【図11】



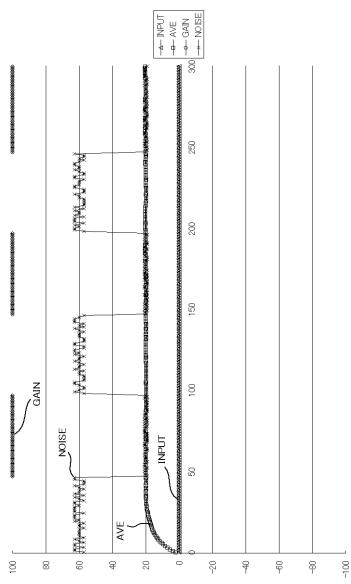
【図12】



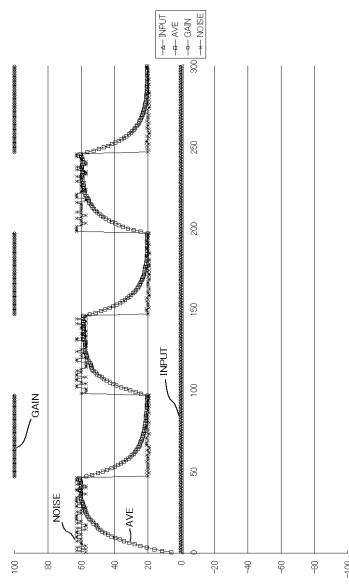
【図13】



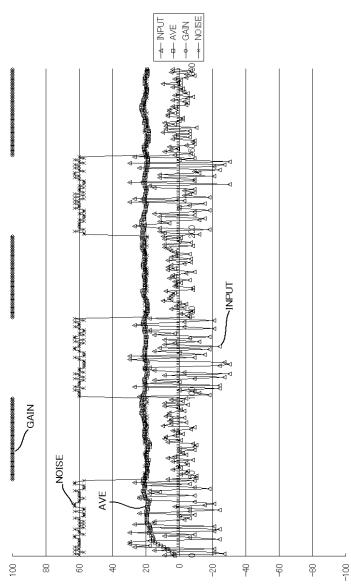
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2001-320794(JP,A)
特開平01-212921(JP,A)
特許第3183417(JP,B2)
特開昭56-079509(JP,A)
特開昭57-152720(JP,A)
特開昭63-209209(JP,A)
特開昭63-211820(JP,A)
特開平03-230692(JP,A)
特開平03-230370(JP,A)
特開平05-303385(JP,A)
特開平08-160994(JP,A)
特開平09-115239(JP,A)
特開平09-320006(JP,A)
特開平11-205891(JP,A)
特開2000-293806(JP,A)
特開2000-293965(JP,A)
特表2000-507054(JP,A)
特開2003-123408(JP,A)
特開2003-317409(JP,A)
特開2004-120264(JP,A)
特開2005-159877(JP,A)
特開2005-197956(JP,A)
特許第2633705(JP,B2)
特許第3400330(JP,B2)
国際公開第97/034290(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 11 B	20/00 - 20/04
G 11 B	20/20 - 20/24
H 04 R	3/00 - 3/04
G 10 L	11/00 - 11/06
G 10 L	13/00 - 13/08
G 10 L	15/00 - 15/28
G 10 L	17/00
G 10 L	19/00 - 19/14
G 10 L	21/00 - 21/06
H 03 H	17/00 - 17/08
H 03 M	1/00 - 1/88