

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5742340号
(P5742340)

(45) 発行日 平成27年7月1日 (2015.7.1)

(24) 登録日 平成27年5月15日 (2015.5.15)

(51) Int.Cl.
A 6 1 B 5/11 (2006.01)

F I
A 6 1 B 5/10 3 1 0 J

請求項の数 7 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2011-61694 (P2011-61694)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成23年3月18日 (2011.3.18)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2012-196284 (P2012-196284A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成24年10月18日 (2012.10.18)	(74) 代理人	100093241
審査請求日	平成26年3月10日 (2014.3.10)		弁理士 宮田 正昭
		(74) 代理人	100101801
			弁理士 山田 英治
		(74) 代理人	100095496
			弁理士 佐々木 榮二
		(74) 代理人	100086531
			弁理士 澤田 俊夫
		(74) 代理人	110000763
			特許業務法人大同特許事務所
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 咀嚼検出装置および咀嚼検出方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

咀嚼音を計測する咀嚼音計測部と、
上記咀嚼音計測部の出力信号の時間方向のパワー推移の概形を求める咀嚼音概形計算部と、
上記咀嚼音概形計算部で求められた上記概形に基づいて咀嚼部位を判定する咀嚼判定部とを備え、
上記咀嚼判定部は、
上記概形においてパワー閾値より大きなパワーが下限時間閾値および上限時間閾値の間の時間だけ持続する部位を咀嚼部位と判定する
咀嚼検出装置。

【請求項 2】

上記咀嚼音計測部の出力信号に基づいて暗騒音レベルを推定する暗騒音レベル推定部と、
上記暗騒音レベル推定部で推定された暗騒音レベルに基づいて、上記パワー閾値を補正するパワー閾値補正部とをさらに備える
請求項 1 に記載の咀嚼検出装置。

【請求項 3】

上記パワー閾値補正部は、
予め設定されているパワー閾値に上記暗騒音レベル推定部で推定された暗騒音レベルを

加算して補正されたパワー閾値を得る

請求項 2 に記載の咀嚼検出装置。

【請求項 4】

上記咀嚼音計測部の出力側に配置され、咀嚼音成分が多く含まれる周波数帯域を通過帯域とするバンドパスフィルタをさらに備え、

上記咀嚼音概形計算部は、上記バンドパスフィルタの出力信号の時間方向のパワー推移の概形を求める

請求項 1 に記載の咀嚼検出装置。

【請求項 5】

環境雑音を計測する環境雑音計測部と、

上記環境雑音計測部の出力信号に基づいて、上記咀嚼音計測部の出力信号に含まれる環境雑音成分を抑圧する環境雑音抑圧部とをさらに備え、

上記咀嚼音概形計算部は、上記環境雑音抑圧部で環境雑音成分が抑圧された後の上記咀嚼音計測部の出力信号のパワー推移の概形を求める

請求項 1 に記載の咀嚼検出装置。

【請求項 6】

上記環境雑音抑圧部は、

上記環境雑音計測部の計測地点から上記咀嚼音計測部の計測地点までの伝達関数を推定する適応フィルタを有し、

上記咀嚼音計測部の出力信号と上記環境雑音計測部の出力信号を上記適応フィルタでフィルタリングして得られた信号との減算処理を行って、上記咀嚼音計測部の出力信号に含まれる環境雑音成分を抑圧する

請求項 5 に記載の咀嚼検出装置。

【請求項 7】

咀嚼音を計測する咀嚼音計測ステップと、

上記咀嚼音計測ステップで計測された信号の時間方向のパワー推移の概形を求める咀嚼音概形計算ステップと、

上記咀嚼音概形計算ステップで求められた上記概形に基づいて咀嚼部位を判定する咀嚼判定ステップとを有し、

上記咀嚼判定ステップでは、

上記概形においてパワー閾値より大きなパワーが下限時間閾値および上限時間閾値の間の時間だけ持続する部位を咀嚼部位と判定する

咀嚼検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本技術は、咀嚼検出装置および咀嚼検出方法に関する。特に、本技術は、マイクロホンなどで計測された咀嚼音を用いて咀嚼検出を行う咀嚼検出装置および咀嚼検出方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年の健康志向の高まりによって、食事をとる際の噛む動作、いわゆる「咀嚼」の重要性が見直されている。咀嚼をしっかりとすることによって得られる利点は、以下のようなものがある。

(1) 消化を助け、内蔵への負担を軽減する。

(2) 唾液の分泌を促し、虫歯の予防になる。

(3) 顎が発達し、歯並びや姿勢が良くなる。

(4) 満腹中枢の刺激により満腹感を得ることができ、肥満の抑制になる。

【 0 0 0 3 】

現在の食品はやわらかいものが多く、咀嚼回数が少なくなる傾向がある。従って、十分な咀嚼回数を得るために意識して咀嚼を行う必要があるが、なかなか難しいのが現実である。そこで、従来、咀嚼の回数を自動で検知しユーザへ提示するようなシステムが提案されている。例えば、顎関節の上に動きを検出するセンサを取り付けて咀嚼動作を検知する咀嚼検出装置が提案されている。しかし、このように特殊なセンサを使用する場合には、コストがかかるという問題がある。

【 0 0 0 4 】

例えば、特許文献 1 には、特殊なセンサではなく、安価かつ一般的に入手しやすいマイクロホンを使用して咀嚼動作を検出する技術が記載されている。すなわち、この技術は、10
マイクロホン兼用のイヤホンを使用し、このイヤホンを耳に挿入することによって、咀嚼により生じる耳穴の入口近傍の変形の音を検出し、その検出音を用いて咀嚼を判定するものである。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特開平 1 1 - 1 2 3 1 8 5 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

特許文献 1 の技術は、例えば、検出音と事前に記録しておいたサンプル音とを比較して、咀嚼の判定を行うものである。この場合、事前にサンプルした音により、あるいは食べている食物により誤差が生じ、高精度な咀嚼検出は困難である。20

【 0 0 0 7 】

本技術の目的は、低コストで高精度な咀嚼検出を可能とすることにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

この発明の概念は、

咀嚼音を計測する咀嚼音計測部と、

上記咀嚼音計測部の出力信号の時間方向のパワー推移の概形を求める咀嚼音概形計算部30
と、

上記咀嚼音概形計算部で求められた上記概形に基づいて咀嚼部位を判定する咀嚼判定部
とを備え、

上記咀嚼判定部は、

上記概形においてパワー閾値より大きなパワーが下限時間閾値および上限時間閾値の間の時間だけ持続する部位を咀嚼部位と判定する

咀嚼検出装置にある。

【 0 0 0 9 】

本技術において、マイクロホン、イヤホン型マイクロホンなどの咀嚼音計測部により、咀嚼音が計測される。そして、咀嚼音概形計算部により、咀嚼音計測部の出力信号の時間40
方向のパワー推移の概形が求められる。そして、咀嚼判定部により、咀嚼音概形計算部で求められた概形に基づいて咀嚼が判定される。例えば、咀嚼判定部では、概形にパワー閾値および時間閾値が適用されて、咀嚼が判定される。すなわち、概形においてパワー閾値より大きなパワーが下限時間閾値および上限時間閾値の間の時間だけ持続する部位は咀嚼部位と判定される。

【 0 0 1 0 】

このように本技術においては、咀嚼音計測部の出力信号の時間方向のパワー推移の概形にパワー閾値および時間閾値が適用されて咀嚼が判定されるものである。そのため、低コストで高精度な咀嚼検出を可能となる。

【 0 0 1 1 】

本技術において、例えば、咀嚼音計測部の出力信号に基づいて暗騒音レベルを推定する暗騒音レベル推定部と、この暗騒音レベル推定部で推定された暗騒音レベルに基づいて、パワー閾値を補正するパワー閾値補正部とをさらに備える、ようにされてもよい。この場合、例えば、パワー閾値補正部は、予め設定されているパワー閾値に暗騒音レベル推定部で推定された暗騒音レベルを加算して補正されたパワー閾値を得る、ようにされる。このように暗騒音レベルに基づいてパワー閾値が補正されることで、咀嚼音計測部の出力信号に含まれる暗騒音による咀嚼の誤検出を回避できる。

【0012】

また、本技術において、例えば、咀嚼音計測部の出力側に配置され、咀嚼音成分が多く含まれる周波数帯域を通過帯域とするバンドパスフィルタをさらに備え、咀嚼音概形計算部は、バンドパスフィルタの出力信号の時間方向のパワー推移の概形を求める、ようにされてもよい。このようにバンドパスフィルタが備えられることで、咀嚼音計測部の出力信号に含まれる余分な成分による咀嚼の誤検出を回避できる。

【0013】

また、本技術において、例えば、環境雑音を計測する環境雑音計測部と、この環境雑音計測部の出力信号に基づいて、咀嚼音計測部の出力信号に含まれる環境雑音成分を抑圧する環境雑音抑圧部とをさらに備え、咀嚼音概形計算部は、環境雑音抑圧部で環境雑音成分が抑圧された後の咀嚼音計測部の出力信号のパワー推移の概形を求める、ようにされてもよい。ここで、環境雑音は空調音などである。

【0014】

この場合、例えば、環境雑音抑圧部は、環境雑音計測部の計測地点から咀嚼音計測部の計測地点までの伝達関数を推定する適応フィルタを有し、咀嚼音計測部の出力信号と環境雑音計測部の出力信号を適応フィルタでフィルタリングして得られた信号との減算処理を行って、咀嚼音計測部の出力信号に含まれる環境雑音成分を抑圧する、ようにされる。このように環境雑音抑圧部により咀嚼音計測部の出力信号に含まれる環境雑音成分が抑圧されることで、咀嚼音計測部の出力信号に含まれる環境雑音成分による咀嚼の誤検出を回避できる。

【発明の効果】

【0015】

本技術によれば、低コストで高精度な咀嚼検出が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本技術の第1の実施の形態としての咀嚼検出装置の構成例を示すブロック図である。

【図2】咀嚼音検出装置を構成する咀嚼音概形計算部の処理を説明するための図である。

【図3】咀嚼音概形計算部のフレームパワー計算部が行うフレームパワーの計算処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図4】咀嚼音検出装置を構成するパワー閾値計算部におけるパワー閾値の補正処理を説明するための図である。

【図5】パワー閾値計算部が行うパワー閾値の補正処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図6】咀嚼音検出装置を構成する咀嚼判定部における咀嚼判定処理を説明するための図である。

【図7】咀嚼判定部が行う咀嚼判定処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図8】咀嚼検出装置の咀嚼判定結果（検出パルス）を用いるシステムの構成例を示すブロック図である。

【図9】咀嚼検出装置の咀嚼判定部から出力される咀嚼判定結果としての検出パルスの一例を示す図である。

【図10】本技術の第2の実施の形態としての咀嚼検出装置の構成例を示すブロック図である。

10

20

30

40

50

【図 1 1】環境雑音抑圧部が行う環境雑音抑圧処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、発明を実施するための形態（以下、「実施の形態」とする）について説明する。なお、説明は以下の順序で行う。

1. 第 1 の実施の形態
2. 第 2 の実施の形態
3. 変形例

【0018】

< 1. 第 1 の実施の形態 >

[咀嚼検出装置の構成]

図 1 は、第 1 の実施の形態としての咀嚼検出装置 100 の構成例を示している。この咀嚼検出装置 100 は、咀嚼音計測部 110 と、バンドパスフィルタ 120 と、咀嚼音概形計算部 130 と、パワー閾値保持部 140 と、パワー閾値計算部 150 と、時間閾値保持部 160 と、咀嚼判定部 170 を有している。

【0019】

咀嚼音計測部 110 は、咀嚼音を計測する。この咀嚼音計測部 110 は、例えば、マイクロホン、イヤホン型マイクロホン等により構成され、ユーザの耳、あるいは咀嚼音を十分な音量で計測できる場所に設置されるものである。咀嚼音計測部 110 の出力信号は、例えば、8 kHz 程度のサンプリング周波数のデジタル信号とされる。

【0020】

バンドパスフィルタ 120 は、咀嚼音計測部 110 の出力信号のうち咀嚼音成分ではない余分な成分を抑圧するためのフィルタであり、咀嚼音の成分が多く含まれる周波数帯域のみを通過させるようなフィルタである。このバンドパスフィルタ 120 は、例えば、顎の関節の動きにより発生する音の成分が存在する 50 ~ 200 Hz の周波数帯域と、歯と歯がぶつかる音の成分が存在する 900 ~ 2000 Hz の周波数帯域を通過させる。

【0021】

咀嚼音概形計算部 130 は、バンドパスフィルタ 120 で余分な成分が抑圧された咀嚼音計測部 110 の出力信号の時間方向のパワー推移の概形 P_{as} を求める。この咀嚼音概形計算部 130 は、フレーム分割部 131 とフレームパワー計算部 132 とから構成されている。フレーム分割部 131 は、咀嚼音計測部 110 の出力信号を、所定の長さのフレーム長毎に区切る。

【0022】

例えば、図 2 (a) は、咀嚼音計測部 110 の出力信号の一例を示し、ここでは、暗騒音 (background noise) が含まれている例を示している。図 2 (b) は、この咀嚼音計測部 110 の出力信号をフレーム長毎に区切った状態の一例を示している。なお、図 2 (b) に示す例では、フレーム区間の重なり (オーバーラップ) が無い例を示しているが、重なりがあってもよい。

【0023】

フレームパワー計算部 132 は、フレーム毎に、フレーム内の各サンプル信号の 2 乗平均を計算してフレームパワーを求める。これにより、咀嚼音計測部 110 の出力信号の時間方向のパワー推移の概形 P_{as} が求められる。図 2 (c) は、図 2 (a) の咀嚼音計測部 110 の出力信号に対応して求められた、時間方向のパワー推移の概形 P_{as} を示している。

【0024】

図 3 のフローチャートは、フレームパワー計算部 132 が行うフレームパワーの計算処理の処理手順の一例を示している。フレームパワー計算部 132 は、ステップ S T 1 において、処理を開始し、その後、ステップ S T 2 の処理に移る。このステップ S T 2 において、フレームパワー計算部 132 は、フレームサイズ分のバッファに対象フレームの信

10

20

30

40

50

号を格納していく。

【0025】

次に、フレームパワー計算部132は、ステップST3において、バッファに対象フレームのサンプル信号が全て溜まったか否かを判断する。溜まっていないとき、フレームパワー計算部132は、ステップST2の処理に戻る。一方、溜まったとき、フレームパワー計算部132は、ステップST4の処理に移る。

【0026】

このステップST4において、フレームパワー計算部132は、バッファ内のサンプル信号を全て2乗する。そして、フレームパワー計算部132は、ステップST5において、2乗した信号の平均を求め、対象フレームのフレームパワーとする。フレームパワー計算部132は、ステップST5の処理の後、ステップST2の処理に戻り、対象フレームを次のフレームとして、上述したと同様の処理を繰り返す。

10

【0027】

図1に戻って、パワー閾値保持部140は、咀嚼判定部170で用いるパラメータである、予め設定されたパワー閾値 P_{th} を保持する。このパワー閾値 P_{th} は、咀嚼判定部170において咀嚼音概形計算部130で求められた概形から咀嚼部位を判定するために使用される。このパワー閾値 P_{th} は、複数人の咀嚼音計測部110の出力信号に対応した概形が参照されて、咀嚼部位の判定を良好に行い得るように決定されたものである。

【0028】

パワー閾値計算部150は、暗騒音レベル L_{bn} を推定し、この暗騒音レベル L_{bn} に基づいて、パワー閾値保持部140に保持されているパワー閾値 P_{th} を補正する。このパワー閾値計算部150は、暗騒音レベル推定部151とパワー閾値補正部152とから構成されている。暗騒音レベル推定部151は、ある一定の過去の信号サンプルをため込むバッファを持つ。このバッファの長さは、咀嚼音等に影響されることなく安定して推定可能とするため比較的長くされる。暗騒音レベル推定部151は、上述した咀嚼音概形計算部130のフレームパワー計算部132と同様の処理により、バッファ区間のパワー平均を求め、それを暗騒音レベル L_{bn} とする。

20

【0029】

パワー閾値補正部140は、暗騒音レベル推定部151で推定された暗騒音レベル L_{bn} を用いて、パワー閾値保持部140に保持されているパワー閾値 P_{th} を補正し、補正されたパワー閾値 P_{th} を求める。パワー閾値補正部140は、具体的には、パワー閾値 P_{th} に暗騒音レベル L_{bn} を加算することで、補正されたパワー閾値 P_{th} を得る。

30

【0030】

図4(a)は、暗騒音がない場合における咀嚼音計測部110の出力信号の時間方向のパワー推移の概形 P_{as} と、パワー閾値 P_{th} 、 P_{th} のレベル関係の一例を示している。この場合、暗騒音がないことから、暗騒音レベル $L_{bn} = 0$ となり、 $P_{th} = P_{th}$ となる。図4(b)は、暗騒音がある場合における咀嚼音計測部110の出力信号の時間方向のパワー推移の概形 P_{as} と、パワー閾値 P_{th} 、 P_{th} のレベル関係の一例を示している。この場合、暗騒音があることから、暗騒音レベル $L_{bn} > 0$ となり、 $P_{th} = P_{th} + L_{bn}$ となる。これにより、パワー閾値 P_{th} と概形 P_{as} の関係は、暗騒音がある場合においても暗騒音がない場合と同様になる。

40

【0031】

図5のフローチャートは、パワー閾値計算部150が行うパワー閾値 P_{th} の補正処理の処理手順の一例を示している。パワー閾値計算部150は、ステップST11において、処理を開始し、その後に、ステップST12の処理に移る。このステップST12において、パワー閾値計算部150は、暗騒音推定バッファにサンプル信号を格納する。この場合、例えば、新しいサンプル信号を入力する毎に、古いサンプル信号を破棄する。

【0032】

次に、パワー閾値計算部150は、ステップST13において、バッファ内のサンプル信号を全て2乗する。そして、パワー閾値計算部150は、ステップST14において、

50

2乗したサンプル信号の平均を求め、暗騒音レベル L_{bn} とする。次に、パワー閾値計算部150は、ステップST15において、パワー閾値保持部140からパワー閾値 P_{th} を読み込む。そして、パワー閾値計算部150は、ステップST16において、パワー閾値 P_{th} に暗騒音レベル L_{bn} を加算して、補正されたパワー閾値 P_{th} を得る。パワー閾値計算部150は、ステップST16の処理の後、ステップST12に戻り、上述したと同様の処理を繰り返す。

【0033】

なお、上述では、咀嚼音計測部110で咀嚼音が計測されている期間も、パワー閾値計算部150において暗騒音レベル L_{bn} が推定されてパワー閾値 P_{th} の補正が行われるように説明した。しかし、パワー閾値計算部150は、咀嚼音計測部110で咀嚼音が計測されていない期間に上述の補正処理を行ってパワー閾値 P_{th} を取得するようにしてもよい。これにより、咀嚼音に影響されることなく暗騒音レベル L_{bn} の推定を行うことができ、パワー閾値 P_{th} の補正処理の精度を高めることができる。この場合、パワー閾値計算部150の動作制御に、咀嚼判定部170の咀嚼判定結果を用いることが考えられる。

【0034】

図1に戻って、時間閾値保持部160は、咀嚼判定部170で用いるパラメータである、予め設定された時間閾値を保持する。時間閾値保持部160は、時間閾値として、咀嚼音計測部110の出力信号の時間方向のパワー推移の概形 P_{as} において咀嚼部位と判定すべき、上述のパワー閾値 P_{th} より大きなパワーが持続する上限時間閾値 T_{thh} と下限時間閾値 T_{thl} を保持している。

【0035】

咀嚼判定部170は、咀嚼音概形計算部130で求められた咀嚼音計測部110の出力信号の時間方向のパワー推移の概形 P_{as} に基づいて咀嚼を判定し、咀嚼判定結果を出力する。この場合、咀嚼判定部170は、概形 P_{as} に対して、パワー閾値計算部150で得られるパワー閾値 P_{th} と、時間閾値保持部160に保持されている上限時間閾値 T_{thh} および下限時間閾値 T_{thl} を適用し、概形 P_{as} から咀嚼部位を判定する。そして、咀嚼判定部170は、その咀嚼部位であるとの判定タイミングで例えば検出パルスを出力する。

【0036】

この場合、咀嚼判定部170は、図6に示すように、概形 P_{as} において、パワー閾値 P_{th} より大きなパワーが、下限時間閾値 T_{thl} および上限時間閾値 T_{thh} の間の時間だけ持続する部位を咀嚼部位と判定する。

【0037】

図7のフローチャートは、咀嚼判定部170が行う咀嚼判定処理の処理手順の一例を示している。咀嚼判定部170は、ステップST21において、処理を開始し、その後、ステップST22の処理に移る。このステップST22において、咀嚼判定部170は、咀嚼音概形計算部130で得られる咀嚼音概形信号、つまり咀嚼音計測部110の出力信号の時間方向のパワー推移の概形 P_{as} を構成するフレームパワー信号を読み込む。

【0038】

次に、咀嚼判定部170は、ステップST23において、ステップST22で読み込んだ咀嚼音概形信号（フレームパワー信号）がパワー閾値 P_{th} より大きいかなんかを判断する。咀嚼音概形信号がパワー閾値 P_{th} より大きくないとき、咀嚼判定部170は、ステップST22に戻り、次の咀嚼音概形信号を読み込み、上述したと同様の処理を繰り返す。一方、咀嚼音概形信号がパワー閾値 P_{th} より大きいとき、咀嚼判定部170は、ステップST24の処理に移る。

【0039】

このステップST24において、咀嚼判定部170は、次の咀嚼音概形信号を読み込む。そして、咀嚼判定部170は、ステップST25において、読み込んだ咀嚼音概形信号の数をカウントする。すなわち、咀嚼判定部170は、ステップST24で咀嚼音概形信号を読み込む毎にカウント値を1だけ増加する。このカウント値は、咀嚼音概形信号（フレームパワー信号）がパワー閾値 P_{th} より大きい状態を継続するパワー持続時間を示す

10

20

30

40

50

ものとなる。

【 0 0 4 0 】

次に、咀嚼判定部 1 7 0 は、ステップ S T 2 6 において、ステップ S T 2 4 で読み込んだ咀嚼音概形信号がパワー閾値 P_{th} より大きいかなんかを判断する。咀嚼音概形信号がパワー閾値 P_{th} より大きいとき、咀嚼判定部 1 7 0 は、ステップ S T 2 4 に戻り、次の咀嚼音概形信号を読み込み、上述したと同様の処理を繰り返す。一方、咀嚼音概形信号がパワー閾値 P_{th} より大きくないとき、咀嚼判定部 1 7 0 は、ステップ S T 2 7 の処理に移る。

【 0 0 4 1 】

このステップ S T 2 7 において、咀嚼判定部 1 7 0 は、パワー持続時間が、時間閾値の上限（上限時間閾値 T_{thh} ）と下限（下限時間閾値 T_{thl} ）との間に収まっているかなんかを判断する。収まっていないとき、咀嚼判定部 1 7 0 は、ステップ S T 2 9 において、パワー持続時間、つまりカウント値をリセットし、その後に、ステップ S T 2 2 に戻り、上述したと同様の処理を繰り返す。一方、収まっているとき、咀嚼判定部 1 7 0 は、ステップ S T 2 8 において、咀嚼部位と判定し、検出パルスを出力する。咀嚼判定部 1 7 0 は、このステップ S T 2 8 の処理の後、ステップ S T 2 9 において、パワー持続時間、つまりカウント値をリセットし、その後に、ステップ S T 2 2 に戻り、上述したと同様の処理を繰り返す。

【 0 0 4 2 】

図 1 に示す咀嚼検出装置 1 0 0 の動作を説明する。咀嚼音計測部 1 1 0 では、咀嚼音が計測される。この咀嚼音計測部 1 1 0 の出力信号は、バンドパスフィルタ 1 2 0 を通じて咀嚼音概形計算部 1 3 0 およびパワー閾値計算部 1 5 0 に供給される。バンドパスフィルタ 1 2 0 では、咀嚼音計測部 1 1 0 の出力信号のうち咀嚼音成分ではない余分な成分が抑圧される。

【 0 0 4 3 】

咀嚼音概形計算部 1 3 0 では、バンドパスフィルタ 1 2 0 で余分な成分が抑圧された咀嚼音計測部 1 1 0 の出力信号の時間方向のパワー推移の概形 P_{as} が求められる。すなわち、フレーム分割部 1 3 1 により、咀嚼音計測部 1 1 0 の出力信号が、所定の長さのフレーム長毎に区切られる。そして、フレームパワー計算部 1 3 2 により、フレーム毎に、フレーム内の各サンプル信号の 2 乗平均が計算されてフレームパワーが求められ、これにより、咀嚼音計測部 1 1 0 の出力信号の時間方向のパワー推移の概形 P_{as} が求められる。

【 0 0 4 4 】

また、パワー閾値計算部 1 5 0 では、暗騒音レベル L_{bn} に基づいて、パワー閾値保持部 1 4 0 に保持されているパワー閾値 P_{th} が補正される。すなわち、暗騒音レベル推定部 1 5 1 では、所定長のバッファ区間のパワー平均が求められ、それが暗騒音レベル L_{bn} とされる。そして、パワー閾値補正部 1 5 2 では、パワー閾値保持部 1 4 0 に保持されているパワー閾値 P_{th} に暗騒音レベル推定部 1 5 1 で推定された暗騒音レベル L_{bn} が加算され、補正されたパワー閾値 P_{th} が得られる。

【 0 0 4 5 】

咀嚼音概形計算部 1 3 0 で得られた咀嚼音計測部 1 1 0 の出力信号の時間方向のパワー推移の概形 P_{as} は、咀嚼判定部 1 7 0 に供給される。また、パワー閾値計算部 1 5 0 で計算された補正後のパワー閾値 P_{th} および時間閾値保持部 1 6 0 に保持されている上限時間閾値 T_{thh} 、下限時間閾値 T_{thl} は、咀嚼判定部 1 7 0 に供給される。

【 0 0 4 6 】

咀嚼判定部 1 7 0 では、咀嚼音計測部 1 1 0 の出力信号の時間方向のパワー推移の概形 P_{as} に基づいて咀嚼が判定されて、咀嚼判定結果が出力される。この場合、咀嚼判定部 1 7 0 では、概形 P_{as} に対して、パワー閾値 P_{th} と、上限時間閾値 T_{thh} および下限時間閾値 T_{thl} が適用される。そして、概形 P_{as} において、パワー閾値 P_{th} より大きなパワーが、下限時間閾値 T_{thl} および上限時間閾値 T_{thh} の間の時間だけ持続する部位が咀嚼部位と判定され、例えば検出パルスが出力される。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 7 】

上述したように、図 1 に示す咀嚼検出装置 1 0 0 においては、咀嚼音概形計算部 1 3 0 で咀嚼音計測部 1 1 0 の出力信号の時間方向のパワー推移の概形 P_{as} が求められる。そして、咀嚼判定部 1 7 0 では、この概形 P_{as} にパワー閾値 P_{th} 、時間閾値 T_{thh} 、 T_{thl} が適用されて咀嚼が判定される。そのため、低コストかつ高精度に咀嚼を検出できる。

【 0 0 4 8 】

また、図 1 に示す咀嚼検出装置 1 0 0 においては、パワー閾値計算部 1 5 0 で暗騒音レベル L_{bn} が推定される。そして、この暗騒音レベル L_{bn} によりパワー閾値保持部 1 4 0 に保持されているパワー閾値 P_{th} が補正されて、咀嚼判定部 1 7 0 で実際に使用するパワー閾値 P_{th} が得られる。そのため、咀嚼音計測部 1 1 0 の出力信号に含まれる暗騒音による咀嚼の誤検出を回避できる。

10

【 0 0 4 9 】

また、図 1 に示す咀嚼検出装置 1 0 0 においては、咀嚼音計測部 1 1 0 の出力側に、咀嚼音成分が多く含まれる周波数帯域を通過帯域とするバンドパスフィルタ 1 2 0 が配置されている。そして、このバンドパスフィルタ 1 2 0 により咀嚼音計測部 1 1 0 の出力信号に含まれる余分な成分が抑圧される。そのため、咀嚼音計測部 1 1 0 の出力信号に含まれる余分な成分による咀嚼の誤検出を回避できる。

【 0 0 5 0 】

なお、図 1 に示す咀嚼検出装置 1 0 0 の咀嚼判定結果は、咀嚼回数の自動計測、あるいは健康管理システム等に用いることができる。図 8 は、咀嚼検出装置 1 0 0 の咀嚼判定結果（検出パルス）を用いるシステムの一例の構成を示している。この図 8 において、図 1 と対応する部分には同一符号を付し、その詳細説明は省略する。

20

【 0 0 5 1 】

このシステムは、咀嚼検出装置 1 0 0 の他に、カウンタ 2 1 0、咀嚼開始・終了判定部 2 2 0 および報知部 2 3 0 を備えている。カウンタ 2 1 0 は、咀嚼検出装置 1 0 0 から出力される咀嚼判定結果としての検出パルスをカウントする。咀嚼開始・終了判定部 2 2 0 は、咀嚼検出装置 1 0 0 から出力される咀嚼判定結果としての検出パルスに基づいて、咀嚼開始、咀嚼終了を判定する。

【 0 0 5 2 】

図 9 は、咀嚼判定部 1 7 0 から出力される咀嚼判定結果としての検出パルスの一例を示している。咀嚼判定部 1 7 0 からは、咀嚼期間が開始された後に検出パルスの出力が開始され、その後検出パルスが連続的に出力され、咀嚼期間が終了すると検出パルスの出力が停止される。そのため、咀嚼開始・終了判定部 2 2 0 は、咀嚼判定部 1 7 0 から出力される検出パルスを監視し、検出パルスの出力が開始されるとき、咀嚼開始と判断する。また、咀嚼開始・終了判定部 2 2 0 は、咀嚼開始後に、咀嚼判定部 1 7 0 から出力される検出パルスを監視し、検出パルスの出力が停止されるとき、咀嚼終了と判断する。

30

【 0 0 5 3 】

カウンタ 2 1 0 は、咀嚼開始・終了判定部 2 2 0 の判定結果に基づき、例えば、咀嚼開始のタイミングあるいは咀嚼終了のタイミングで、カウント値をリセットする。これにより、咀嚼期間においてカウンタ 2 1 0 のカウント値は、咀嚼開始からの咀嚼回数を示すものとなる。なお、カウンタ 2 1 0 のカウント値のリセットは、例えば、ユーザが、咀嚼開始時に操作して行う構成であってもよい。

40

【 0 0 5 4 】

報知部 2 3 0 は、液晶パネル等の表示器およびスピーカ、ブザーなどの発音器を備え、カウンタ 2 1 0 のカウント値が、予め設定されている、あるいはユーザ設定による所定値になるとき、ユーザに表示または発音、あるいはその双方により報知する。なお、報知部 2 3 0 は、カウンタ 2 1 0 のカウント値の変化を、その都度、表示または発音によりユーザに報知する構成であってもよい。

【 0 0 5 5 】

< 2 . 第 2 の実施の形態 >

50

[咀嚼検出装置の構成]

図 10 は、第 2 の実施の形態としての咀嚼検出装置 100A の構成例を示している。この咀嚼検出装置 100A は、上述の図 1 に示す咀嚼検出装置 100 に、さらに、環境雑音計測部 180 および環境雑音抑圧部 190 を付け加えた構成である。この図 10 において、図 1 と対応する部分には同一符号を付し、その詳細説明は省略する。この環境雑音計測部 180 は、咀嚼音計測部 110 とは離れた位置に設置され、咀嚼音が入らないように注意する必要がある。

【 0056 】

環境雑音抑圧部 190 は、環境雑音計測部 180 の出力信号を用いて、咀嚼音計測部 110 の出力信号に含まれる環境雑音成分を高精度に抑圧する。ユーザが食事をとる環境は、空調音などの環境雑音が多く存在している。このように環境雑音を抑圧するのは、この環境雑音は咀嚼検出に悪影響を及ぼすからである。

【 0057 】

この環境雑音抑圧部 190 は、適応フィルタ部 191 と雑音減算部 192 とから構成されている。適応フィルタ部 191 は、環境雑音計測部 180 の計測地点（環境雑音計測地点）から咀嚼音計測部 110 の計測地点（咀嚼音計測地点）までの伝達関数を推定する。ここで、咀嚼音計測地点は咀嚼音計測部 110 の設置点を意味し、環境雑音計測地点は環境雑音計測部 180 の設置点を意味する。この適応フィルタ部 191 は、一般的な、例えば FIR フィルタなどで構成される。環境雑音計測部 180 の出力信号を適応フィルタ部 191 でフィルタリングすることで、咀嚼音計測地点における環境雑音成分を高精度に推定される。

【 0058 】

なお、この適応フィルタ部 191 には、後述する雑音減算部 192 の出力信号がフィードバックされ、適応フィルタ部 191 のフィルタ係数は適応的に変更される。詳細説明は省略するが、適応アルゴリズムには、例えば、LMS（Least Mean Square）法、あるいは RLS Recursive Least Squares）法などがある。

【 0059 】

雑音減算部 192 は、咀嚼音計測部 110 の出力信号と適応フィルタ部 191 で推定された咀嚼音計測地点における環境雑音成分との減算処理を行って、咀嚼音計測部 110 の出力信号に含まれる環境雑音成分を抑圧する。咀嚼検出装置 100A は、咀嚼音計測部 110 の出力信号をそのまま使用するのではなく、上述したように環境雑音抑圧部 190 で環境雑音成分が抑圧された後の信号を使用する。

【 0060 】

図 11 のフローチャートは、環境雑音抑圧部 190 が行う環境雑音抑圧処理の処理手順の一例を示している。環境雑音抑圧部 190 は、ステップ ST31 において、処理を開始し、その後、ステップ ST32 の処理に移る。このステップ ST32 において、環境雑音抑圧部 190 は、適応フィルタ部の係数を初期化する。

【 0061 】

次に、環境雑音抑圧部 190 は、ステップ ST33 において、環境雑音計測部 180 の出力信号を読み込む。そして、環境雑音抑圧部 190 は、ステップ ST34 において、環境雑音計測部 180 の出力信号を適応フィルタに通す。

【 0062 】

次に、環境雑音抑圧部 190 は、ステップ ST35 において、咀嚼音計測部 110 の出力信号を読み込む。そして、環境雑音抑圧部 190 は、ステップ ST36 において、適応フィルタの出力信号から咀嚼音計測部 110 の出力信号を減算して出力する。そして、環境雑音抑圧部 190 は、ステップ ST37 において、減算出力を参照して適応フィルタの係数を更新し、その後、ステップ ST33 に戻って、上述したと同様の処理を繰り返す。

【 0063 】

図 10 に示す咀嚼検出装置 100A のその他は、上述の図 1 に示す咀嚼検出装置 100

10

20

30

40

50

と同様に構成される。

【 0 0 6 4 】

図 1 0 に示す咀嚼検出装置 1 0 0 A の動作を説明する。咀嚼音計測部 1 1 0 では、咀嚼音が計測される。この咀嚼音計測部 1 1 0 の出力信号は、環境雑音抑圧部 1 9 0 の雑音減算部 1 9 2 に供給される。また、環境雑音計測部 1 8 0 では、空調音などの環境雑音が測定される。この環境雑音計測部 1 8 0 の出力信号は、環境雑音抑圧部 1 9 0 の適応フィルタ部 1 9 1 に供給され、咀嚼音計測地点における環境雑音成分が推定される。このように推定された環境雑音成分、つまり適応フィルタ部 1 9 1 の出力信号は、雑音減算部 1 9 2 に供給される。

【 0 0 6 5 】

雑音減算部 1 9 2 では、咀嚼音計測部 1 1 0 の出力信号と適応フィルタ部 1 9 1 で推定された咀嚼音計測地点における環境雑音成分との減算処理が行われ、環境雑音成分が抑圧された信号が得られる。この雑音減算部 1 9 2 の出力信号は、バンドパスフィルタ 1 2 0 を通じて咀嚼音概形計算部 1 3 0 およびパワー閾値計算部 1 5 0 に供給される。詳細説明は省略するが、以降は、図 1 に示す咀嚼音検出装置 1 0 0 と同様である。

【 0 0 6 6 】

上述したように、図 1 0 に示す咀嚼検出装置 1 0 0 A においては、図 1 に示す咀嚼検出装置 1 0 0 と同様の構成を持つので、同様の効果を得ることができる。また、図 1 0 に示す咀嚼音検出装置 1 0 0 A においては、咀嚼音計測部 1 1 0 の出力信号がそのまま使用されるものではなく、環境雑音抑圧部 1 9 0 で環境雑音成分が高精度に抑圧されて使用される。そのため、咀嚼音計測部の出力信号に含まれる環境雑音成分による咀嚼の誤検出を回避できる。

【 0 0 6 7 】

< 3 . 変形例 >

なお、上述実施の形態においては、咀嚼音計測部 1 1 0 の出力側にバンドパスフィルタ 1 2 0 が挿入されているが、このバンドパスフィルタ 1 2 0 は必ずしも必要な構成ではない。また、上述実施の形態においては、パワー閾値保持部 1 4 0 に保持されているパワー閾値 P_{th} をパワー閾値計算部 1 5 0 で補正し、咀嚼判定部 1 7 0 では補正後のパワー閾値 P_{th} を使用する構成となっている。しかし、暗騒音がほとんどないような環境下では、この補正は必ずしも必要ではない。また、パワー閾値保持部 1 4 0 に保持されているパワー閾値 P_{th} として、予め暗騒音レベルをも加味したものを設定しておくことで、パワー閾値計算部 1 5 0 を省略することも考えられる。

【 0 0 6 8 】

なお、本技術は、以下のような構成もとることができる。

(1) 咀嚼音を計測する咀嚼音計測部と、

上記咀嚼音計測部の出力信号の時間方向のパワー推移の概形を求める咀嚼音概形計算部と、

上記咀嚼音概形計算部で求められた上記概形に基づいて咀嚼を判定する咀嚼判定部とを備える咀嚼検出装置。

(2) 上記咀嚼判定部は、

上記概形においてパワー閾値より大きなパワーが下限時間閾値および上限時間閾値の間の時間だけ持続する部位を咀嚼部位と判定する

前記 (1) に記載の咀嚼検出装置。

(3) 上記咀嚼音計測部の出力信号に基づいて暗騒音レベルを推定する暗騒音レベル推定部と、

上記暗騒音レベル推定部で推定された暗騒音レベルに基づいて、上記パワー閾値を補正するパワー閾値補正部とをさらに備える

前記 (2) に記載の咀嚼検出装置。

(4) 上記パワー閾値補正部は、

予め設定されているパワー閾値に上記暗騒音レベル推定部で推定された暗騒音レベルを

10

20

30

40

50

加算して補正されたパワー閾値を得る

前記(3)に記載の咀嚼検出装置。

(5)上記咀嚼音計測部の出力側に配置され、咀嚼音成分が多く含まれる周波数帯域を通過帯域とするバンドパスフィルタをさらに備え、

上記咀嚼音概形計算部は、上記バンドパスフィルタの出力信号の時間方向のパワー推移の概形を求める

前記(1)から(4)のいずれかに記載の咀嚼検出装置。

(6)環境雑音を計測する環境雑音計測部と、

上記環境雑音計測部の出力信号に基づいて、上記咀嚼音計測部の出力信号に含まれる環境雑音成分を抑圧する環境雑音抑圧部とをさらに備え、

上記咀嚼音概形計算部は、上記環境雑音抑圧部で環境雑音成分が抑圧された後の上記咀嚼音計測部の出力信号のパワー推移の概形を求める

前記(1)～(5)のいずれかに記載の咀嚼検出装置。

(7)上記環境雑音抑圧部は、

上記環境雑音計測部の計測地点から上記咀嚼音計測部の計測地点までの伝達関数を推定する適応フィルタを有し、

上記咀嚼音計測部の出力信号と上記環境雑音計測部の出力信号を上記適応フィルタでフィルタリングして得られた信号との減算処理を行って、上記咀嚼音計測部の出力信号に含まれる環境雑音成分を抑圧する

前記(6)に記載の咀嚼検出装置。

【符号の説明】

【0069】

100, 100A・・・咀嚼検出装置

110・・・咀嚼音計測部

120・・・バンドパスフィルタ

130・・・咀嚼音概形計算部

131・・・フレーム分割部

132・・・フレームパワー計算部

140・・・パワー閾値保持部

150・・・パワー閾値計算部

151・・・暗騒音レベル推定部

152・・・パワー閾値補正部

160・・・時間閾値保持部

170・・・咀嚼判定部

180・・・環境雑音計測部

190・・・環境雑音抑圧部

191・・・適応フィルタ

192・・・雑音減算部

210・・・カウンタ

220・・・咀嚼開始・終了判定部

230・・・報知部

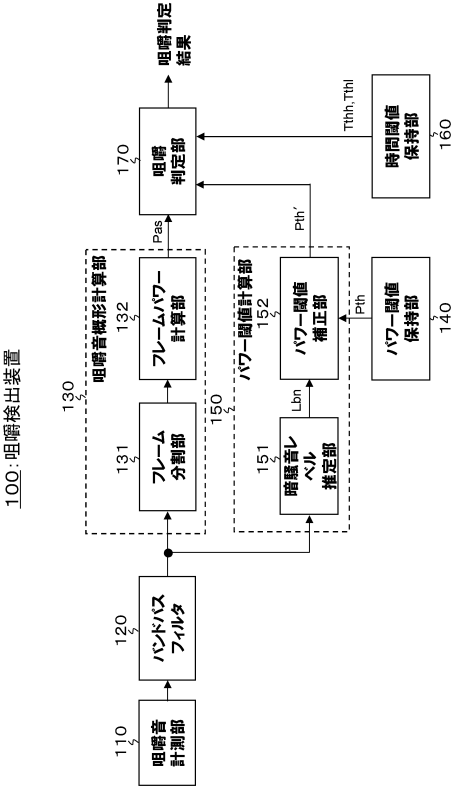
10

20

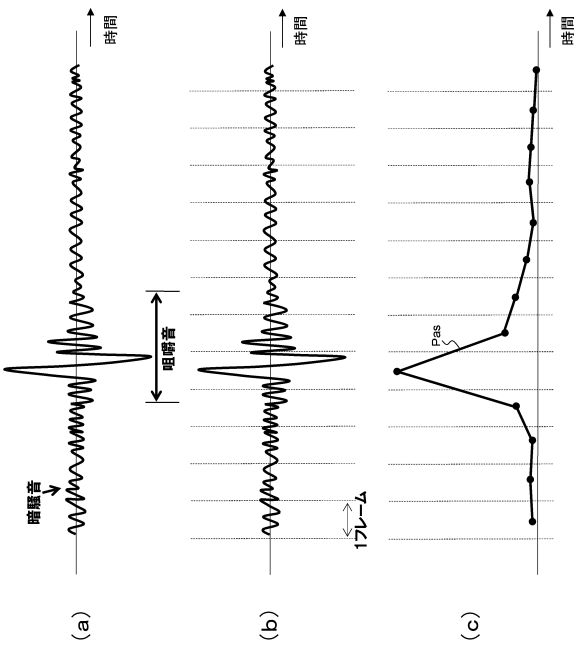
30

40

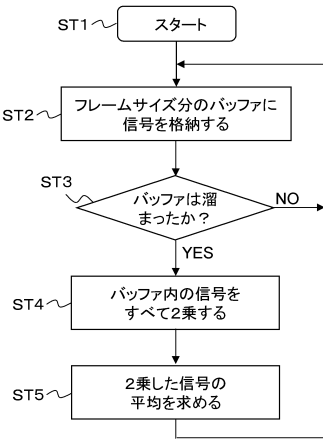
【図 1】



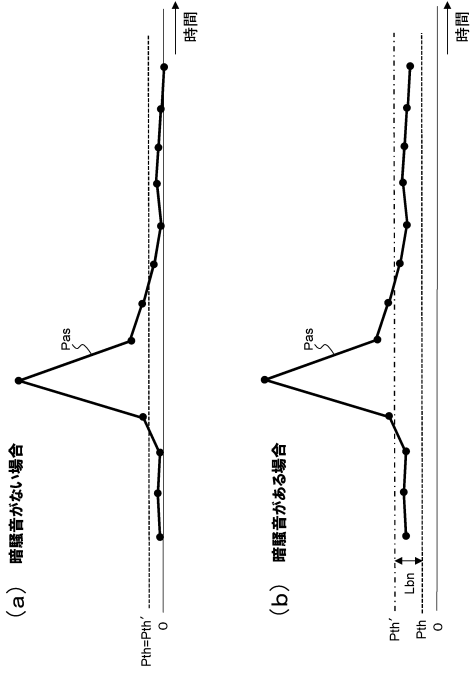
【図 2】



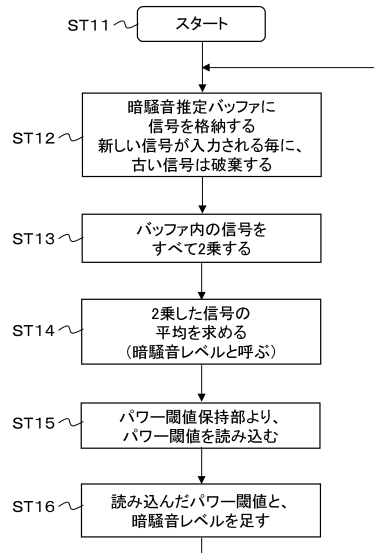
【図 3】



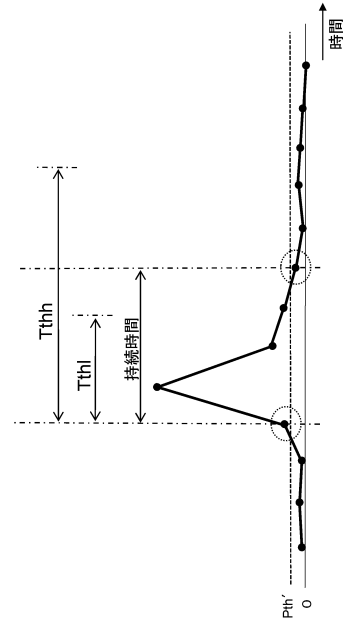
【図 4】



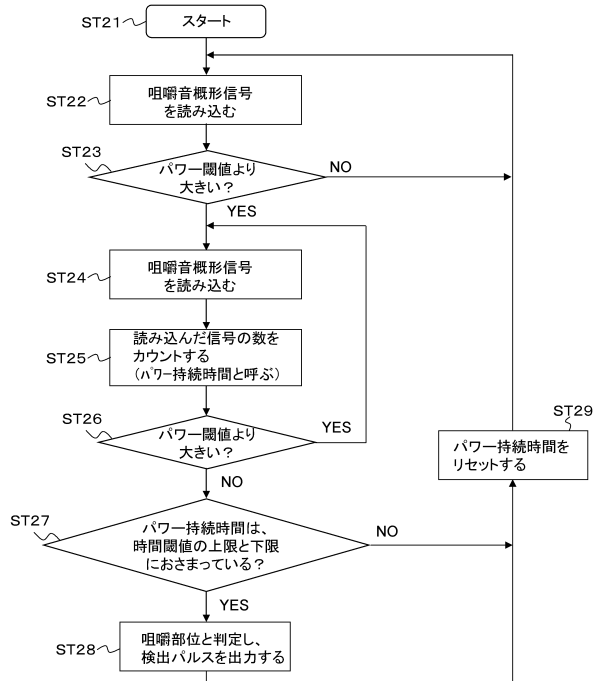
【図 5】



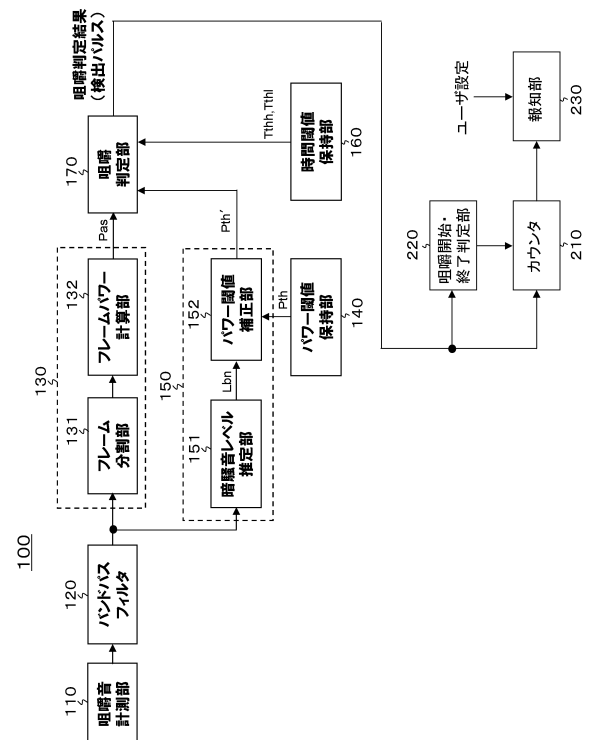
【図 6】



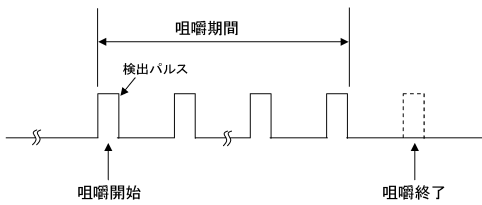
【図 7】



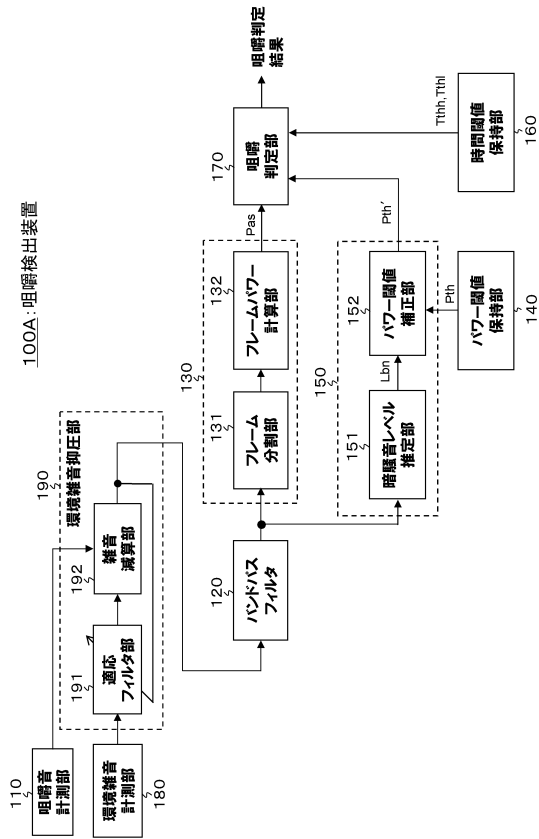
【図 8】



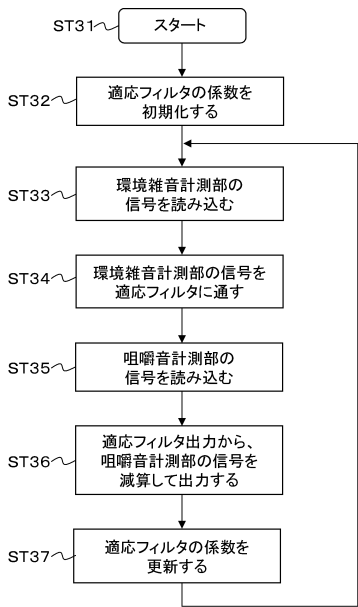
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

- (72)発明者 大迫 慶一
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 関矢 俊之
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 安部 素嗣
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

審査官 湯本 照基

- (56)参考文献 特開2008-061790(JP,A)
米国特許出願公開第2005/0148896(US,A1)
特開2011-004968(JP,A)
国際公開第2008/149341(WO,A2)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 5/11