

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7145484号  
(P7145484)

(45)発行日 令和4年10月3日(2022.10.3)

(24)登録日 令和4年9月22日(2022.9.22)

(51)国際特許分類	F I
A 6 1 B 5/11 (2006.01)	A 6 1 B 5/11 3 0 0
A 6 1 B 5/256(2021.01)	A 6 1 B 5/256 1 3 0
	A 6 1 B 5/11 Z D M

請求項の数 11 (全12頁)

(21)出願番号 特願2018-121958(P2018-121958)	(73)特許権者 301021533 国立研究開発法人産業技術総合研究所 東京都千代田区霞が関 1 - 3 - 1
(22)出願日 平成30年6月27日(2018.6.27)	(72)発明者 金子 秀和 茨城県つくば市梅園 1 - 1 - 1 中央第 1 国立研究開発法人産業技術総合研究所内
(65)公開番号 特開2020-431(P2020-431A)	(72)発明者 遠藤 博史 茨城県つくば市梅園 1 - 1 - 1 中央第 1 国立研究開発法人産業技術総合研究所内
(43)公開日 令和2年1月9日(2020.1.9)	(72)発明者 井野 秀一 茨城県つくば市梅園 1 - 1 - 1 中央第 1 国立研究開発法人産業技術総合研究所内
審査請求日 令和3年2月8日(2021.2.8)	審査官 北島 拓馬

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 咀嚼動作の計測装置、咀嚼動作の計測方法、および、咀嚼動作に関するデータを取得する方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

咀嚼動作を計測するための装置であって、前記装置は  
咀嚼動作により生じる電位を検出するための一組の電位検出手段であって、両側の外耳道もしくは耳介またはそれらの周辺部位にそれぞれ装着される電位検出手段と、  
前記一組の電位検出手段により計測された電位の差を算出する電位差算出手段とを備え、  
前記周辺部位が耳の部位から 1 0 c m 以内の距離にある部位であって、咬筋や側頭筋の筋腹上とは言えない箇所であり、

前記一組の電位検出手段は咀嚼動作のみから生じる電位を検出し、かつ、前記電位差算出手段が左右の咀嚼を等しく算出する、咀嚼動作計測装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の咀嚼動作計測装置であって、  
前記一組の電位検出手段が、咀嚼動作以外の動作により生じる電位を検出しない、咀嚼動作計測装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の咀嚼動作計測装置であって、  
前記咀嚼動作以外の動作が発話により生じる動作である、咀嚼動作計測装置。

【請求項 4】

20

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の咀嚼動作計測装置であって、  
前記咀嚼動作が咀嚼時の閉口の動作および / または咬合であり、前記咀嚼動作により生じた電位が咬筋および / または側頭筋の筋電位である、  
咀嚼動作計測装置。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の咀嚼動作計測装置であって、  
前記電位検出手段が湿式、乾式、または、絶縁式の電極を含む、  
咀嚼動作計測装置。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の咀嚼動作計測装置であって、  
前記咀嚼動作計測装置が、前記電位差算出手段により算出された電位差情報を処理する電位差情報処理手段をさらに備えた、  
咀嚼動作計測装置。

10

【請求項 7】

請求項 6 に記載の咀嚼動作計測装置であって、  
前記電位差情報処理手段による前記電位差情報の処理が、咀嚼動作の評価である、  
咀嚼動作計測装置。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の咀嚼動作計測装置であって、  
前記咀嚼動作の評価が、咀嚼のタイミング、咀嚼の強さ、咀嚼の回数、持続時間からなる群より選択される少なくとも一つの評価である、  
咀嚼動作計測装置。

20

【請求項 9】

咀嚼動作を計測する方法であって、  
一組の電位検出手段を両側の外耳道もしくは耳介またはそれらの周辺部位にそれぞれ装着して、咀嚼動作のみから生じた電位を検出する電位検出工程と、  
前記電位検出工程により計測された電位の差を算出する電位差算出工程であって、左右の咀嚼を等しく算出する電位差算出工程と  
を含み、

前記周辺部位が耳の部位から 10 cm 以内の距離にある部位であって、咬筋や側頭筋の筋腹上とは言えない箇所である、咀嚼動作の計測方法。

30

【請求項 10】

咀嚼動作に関するデータを取得する方法であって、  
請求項 9 に記載の咀嚼動作を計測する方法により得られた電位差情報から咀嚼動作に関するデータを取得する工程と  
を含む、咀嚼動作に関するデータを取得する方法。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の咀嚼動作に関するデータを取得する方法であって、  
前記咀嚼動作に関するデータが、咀嚼のタイミング、咀嚼の強さ、咀嚼の回数、持続時間からなる群より選択される少なくとも一つのデータである、  
咀嚼動作に関するデータを取得する方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、左右の耳内及びその周辺の電位差から咀嚼動作を計測する装置に関する。

【背景技術】

【0002】

咀嚼動作を計測評価するため、顎の動きの画像計測、咀嚼動作に伴う頭部表面の変形の計測、咀嚼動作に関連する筋肉の電気活動の計測などが行われてきている（特許文献 1 ~ 3、非特許文献 1、2）。

50

例えば、特許文献 1 は、疑似的に咀嚼を実感させるための咀嚼感覚フィードバック装置であって、利用者の閉口筋付近に装着される咀嚼検出部と、その筋電を計測する筋電センサと、咀嚼音を疑似的に体感させるために利用者の耳に装着される音提示装置とを備えた咀嚼感覚フィードバック装置を開示している。

また、特許文献 2 は、咀嚼状態を的確かつ簡略に確認できる食生活管理装置を開示しており、食事者の頭部にカチューシャ型又はネックバンド型の態様で装着し、食事者の側頭筋の動きを検知する手段などを備えた装置を開示する。

また、非特許文献 1 は、咬筋の上に貼り付けた電極から咬筋の筋電図波形を計測し、その筋電図波形にフィルタリングを施して疑似咀嚼音として被験者に聴かせた場合に食感が増加（歯ごたえのあるような感覚が生じる）することを示す。また、非特許文献 2 は、非特許文献 1 の技術を介護食に適用した際の心理学的な効果について記載する。非特許文献 1 および 2 の筋電図は咬筋上に貼った電極から導出されたものである

#### 【 0 0 0 3 】

このように、咬筋や側頭筋などの咀嚼にかかわる筋肉の活動は、従来、これら筋肉上の体表面に電極を張り付けて計測されていた。しかしながら、電極の貼り付け位置の探索や貼り付けに伴う操作の煩雑さ、咀嚼動作に伴う体表面の変形による電極の接触状態の変化によるノイズの影響などの問題があった。

#### 【 0 0 0 4 】

ここで、咀嚼動作の検出を咬筋や側頭筋などの筋肉上の体表面で計測するのではなく、咬筋や側頭筋から離れた耳付近において行う装置などについてもいくつか報告がある。

例えば、特許文献 4 は、ユーザの食事時間を推定するための食事時間推定装置であって、咀嚼に係る身体状態を検出する検出手段と、計測データに基づいて咀嚼特徴量を算出する算出手段と、当該咀嚼特徴量から咀嚼の傾向を示す食事特徴量を決定する決定手段と、当該食事特徴量からユーザの食事時間を推定する推定手段とを備えた食事時間推定装置を開示する。そして、当該食事時間推定装置の検出部は、ウェアラブル機器の入力部により計測したデータを取得して用いることが記載されており、当該入力部は、こめかみ、顎などに装着し、咀嚼に伴う皮膚上の反射光、音、圧力、皮膚のひずみなどを計測することが記載されている。特許文献 4 は、具体的な実施形態として、ユーザの外耳で反射された光を受光する光学式距離センサを用いることで、耳介の形状、外耳道の形状および鼓膜の位置の変化を計測し、咀嚼などの動作を推定することを開示する。ただし、特許文献 4 の方法は、咀嚼の動作を特定するために、咀嚼の周期に着目し、その周期に基づいて動作を特徴づけているが、1日の中での食事時間を検出するためのものであり、1回の咀嚼動作に伴う特徴量を抽出するものではない。

#### 【 0 0 0 5 】

また特許文献 5 は、所定動作を精度よく計測するための生体装着型計測装置であって、耳と頭部との間で挟持されるようにして耳に装着する装置を開示する。当該生体装着型計測装置は測距センサを備えており、咀嚼に伴う顎の変位（測距センサと耳裏下部との距離の変位、測距センサで検出される光の強度の変位、光電変換により得られた電圧または電流の変位など）を測定することで、咀嚼の回数を精度よく計測できることを開示している。また、当該装置は、咀嚼を判定するための閾値を設定する制御部を備え、これにより咀嚼と発話などの動作を区別することを開示している。一方、特許文献 5 は、咀嚼動作に関わる筋肉の活動を測定することについては記載がない。

また特許文献 6 は、人の顔の動きや表情を検出するための筋活動診断装置であって、被験者の片方の外耳道にイヤホン型センサを挿入し、イヤホン型センサにより筋電信号を取得し、筋肉ごとの周波数特性、振幅の情報に基づいて筋肉の部位と活動の大きさを特定する筋活動診断装置を開示している。また特許文献 6 は、当該筋活動診断装置を用いた際に、あごの筋肉が活動している筋電信号の波形を特定することにより咀嚼の状態を特定することを記載している。さらに特許文献 6 には、当該筋活動診断装置において、計測した情報の機械学習を重ねることで咀嚼等の活動を特定する精度を高めることができることを記載している。

10

20

30

40

50

しかしながら、特許文献6の装置は、咀嚼等の活動を特定する精度を高めるために機械学習を必要とするものであり、さらに発音の動作時におけるあごの筋肉の活動と区別できるか否かについては記載がない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【文献】特開2016-093476号公報

特開2018-033568号公報

特開平11-206740号公報

特開2016-064078号公報

特開2016-131854号公報

特開2012-000228号公報

【非特許文献】

【0007】

【文献】Endo H, Ino S, Fujisaki W. The effect of a crunchy pseudo-chewing sound on perceived texture of softened foods. *Physiol Behav.* 2016; 167: 324-331.

Endo H, Ino S, Fujisaki W. Texture-dependent effects of pseudo-chewing sound on perceived food texture and evoked feelings in response to nursing care foods. *Appetite.* 2017; 116: 493-501.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

咀嚼動作を計測評価するため、顎の動きの画像計測、咀嚼動作に伴う頭部表面の変形の計測、咀嚼動作に関連する筋肉の電気活動の計測などが行われてきている。これらのうち、咬筋や側頭筋などの咀嚼にかかわる筋肉の活動は、実際の顎の動きに先行するという特徴があるので、顎運動開始時における評価値として有用である。これらは筋肉上の体表面に張り付けた電極を用いて計測されている。しかし、電極の貼り付け位置の探索や貼り付けに伴う操作の煩雑さ、咀嚼動作に伴う体表面の変形によって電極の接触状態が変動することによって生じるノイズなどの問題があった。

また上述のように、筋表面に電極を張り付ける形態の他、外耳にセンサを装着して耳の変形を計測するものや、外耳に配置された複数の電極間での電位差を計測するものが提案されている。特許文献5では測距センサにより咀嚼動作を計測する装置を開示するが、当該装置は測距センサの位置や向きを調節できるように可動部を備えている。その理由は、測距センサの精度がそのセンサの設置位置や向きに依存して変化するため、これを適切に調節できるようにする必要があるからであると考えられる。また、発話も何らかの顎の動きを伴うため、発話と咀嚼を区別するための信号処理が複雑である。

このように、耳介などの変形を計測するものは正確な計測を行うためのセンサの装着位置の決定や固定などの作業が煩雑となってしまう。また、耳内に複数の電極を装着するタイプのものは、電極間距離が短いために咀嚼筋電図由来の信号を計測する際に信号対雑音比において不利である。

本発明の課題は、咀嚼動作を咀嚼動作に関連する筋肉の電気活動を計測する際の簡易的な方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

これまでに、耳周辺は脳波や頭部筋電図計測における不関電極として使用されていた。これは、筋肉などの周辺組織が活動する際に生じる電位変動の影響を受けにくいことを利用したものである。しかしながら、本発明者らは、耳内や耳周辺においても少なからず周辺の筋肉など生体電位を生じる組織からの電位変動を計測できることを見出した。そこで、左右の耳内あるいはその周辺で計測された電位の差を計測したところ、驚くべきことに、発話とは区別して咀嚼のタイミングやその強さを評価できることを見出した。本発明は

10

20

30

40

50

当該知見に基づき完成されたものであり、以下の態様を含む。

すなわち、本発明は、一態様において、

〔 1 〕咀嚼動作を計測するための装置であって、

咀嚼動作により生じる電位を検出するための一組の電位検出手段であって、両側の外耳道もしくは耳介またはその周辺にそれぞれ装着される電位検出手段と、

前記一組の電位検出手段により計測された電位の差を算出する電位差算出手段とを備えた、咀嚼動作計測装置に関する。

ここで、本発明に係る咀嚼動作計測装置は、一実施の形態において、

〔 2 〕上記〔 1 〕に記載の咀嚼動作計測装置であって、

前記一組の電位検出手段が、咀嚼動作のみから生じる電位を検出することを特徴とする。 10

また、本発明に係る咀嚼動作計測装置は、一実施の形態において、

〔 3 〕上記〔 1 〕に記載の咀嚼動作計測装置であって、

前記一組の電位検出手段が、咀嚼動作以外の動作により生じる電位を検出しないことを特徴とする。

また、本発明に係る咀嚼動作計測装置は、一実施の形態において、

〔 4 〕上記〔 1 〕または〔 2 〕に記載の咀嚼動作計測装置であって、

前記咀嚼動作以外の動作が発話により生じる動作であることを特徴とする。

また、本発明に係る咀嚼動作計測装置は、一実施の形態において、

〔 5 〕上記〔 1 〕～〔 4 〕のいずれかに記載の咀嚼動作計測装置であって、

前記電位差算出手段が左右の咀嚼を等しく算出することを特徴とする。 20

また、本発明に係る咀嚼動作計測装置は、一実施の形態において、

〔 6 〕上記〔 1 〕～〔 5 〕のいずれかに記載の咀嚼動作計測装置であって、

前記咀嚼動作が咀嚼時の閉口の動作および/または咬合であり、前記咀嚼動作により生じた電位が咬筋および/または側頭筋の筋電位であることを特徴とする。

また、本発明に係る咀嚼動作計測装置は、一実施の形態において、

〔 7 〕上記〔 1 〕～〔 6 〕のいずれかに記載の咀嚼動作計測装置であって、

前記電位検出手段が湿式、乾式、または、絶縁式の電極を含むことを特徴とする。

また、本発明に係る咀嚼動作計測装置は、一実施の形態において、

〔 8 〕上記〔 1 〕～〔 7 〕のいずれかに記載の咀嚼動作計測装置であって、

前記咀嚼動作計測装置が、前記電位差算出手段により算出された電位差情報を処理する電位差情報処理手段をさらに備えたことを特徴とする。 30

また、本発明に係る咀嚼動作計測装置は、一実施の形態において、

〔 9 〕上記〔 8 〕に記載の咀嚼動作計測装置であって、

前記電位差情報処理手段による前記電位差情報の処理が、咀嚼動作の評価であることを特徴とする。

また、本発明に係る咀嚼動作計測装置は、一実施の形態において、

〔 10 〕上記〔 9 〕に記載の咀嚼動作計測装置であって、

前記咀嚼動作の評価が、咀嚼のタイミング、咀嚼の強さ、咀嚼の回数、持続時間からなる群より選択される少なくとも一つの評価であることを特徴とする。

また、本発明は、別の態様において、 40

〔 11 〕咀嚼動作を計測する方法であって、

一組の電位検出手段を両側の外耳道もしくは耳介またはその周辺にそれぞれ装着して、咀嚼により生じた電位を検出する電位検出工程と、

前記電位検出工程により計測された電位の差を算出する電位差算出工程とを含む、咀嚼動作の計測方法に関する。

また、本発明は、別の態様において、

〔 12 〕咀嚼動作を評価する方法であって、

上記〔 11 〕に記載の咀嚼動作を計測する方法により得られた電位差情報から咀嚼動作を評価する工程と

を含む、咀嚼動作を評価する方法に関する。 50

また、本発明に係る咀嚼動作を評価する方法は、一実施の形態において、  
〔 1 3 〕 上記〔 1 2 〕 に記載の咀嚼動作を評価する方法であって、

前記咀嚼動作の評価が、咀嚼のタイミング、咀嚼の強さ、咀嚼の回数、持続時間からなる群より選択される少なくとも一つの評価であることを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

本発明の咀嚼動作計測装置によれば、電位計測手段を両耳へ接触させるだけで咀嚼を検出でき、センサとしての電極の向きや方向は問われない。耳内あるいは耳付近は、体部位における位置が容易に判別しやすく、体毛も少ないので電極と皮膚との接触状態を保つことが容易である。また、発話時には筋活動に由来する電位差がほとんど現れないので、発話と咀嚼を区別することが容易である。なお、本発明の咀嚼動作計測装置の一実施の形態として、例えば、左右耳へのイヤホンを経由して電位計測手段としての電極として用いることによ

10

って、ただ耳にはめ込むだけで咀嚼動作に伴う筋活動を計測可能となる。  
本発明に係る咀嚼計測装置はこのような特徴を有し、装着時間や装着者の経験によらず、安定した咀嚼動作の計測を可能とする。

また、片耳に咀嚼動作計測用のセンサを装着する従来の技術では、左右どちらか一方の歯で食物を咬むような片咬の状態も存在するので、咬む側の影響を受けやすかった。しかしながら、本発明に係る咀嚼計測装置によれば、片咬の影響をほとんど受けずに咀嚼動作の計測が可能となる。

【図面の簡単な説明】

20

【 0 0 1 1 】

【図 1】 図 1 は、本発明の咀嚼動作計測装置の一実施の形態を示す概念図を示す。図 1 に記載の咀嚼動作計測装置は、両側の外耳に装着する電位検出手段（ 1、 1' ）と、差動アンプ 3 および計測器 4 を含む電位差算出手段 2 とを備える。

【図 2】 図 2 は、本発明の咀嚼動作計測装置の別の実施の形態を示す概念図を示す。図 2 に記載の咀嚼動作計測装置は、両側の外耳に装着する電位検出手段（ 1、 1' ）と、差動アンプ 3 および計測器 4 を含む電位差算出手段 2 と、電位差情報処理手段 5 とを計測した電位の 2 差を算出する電位差算出手段とを備える。

【図 3】 図 3 は、下記実施例 1 で用いた本発明の咀嚼動作計測装置の形態を示す概念図を示す。本発明の咀嚼動作計測装置は、両側の外耳に装着する電位検出手段（図 3 中では、電極）と、計測した電位の差を算出する電位差算出手段とを備える。また、図 3 中では、左咬筋の表面上に直接電極を装着して咬筋の活動電位を測定する従来型の装置も併せて開示する。

30

【図 4】 図 4 A および B は、図 3 に示す実施の形態において、被験者が口腔内の左側で咀嚼した際の従来型の計測装置（図 4 A ）と本発明に係る咀嚼動作計測装置（図 4 B ）とで測定した電位の差を示す（図 4 A は従来型の計測装置による計測結果を示し、図 4 B は本発明に係る咀嚼動作計測装置による計測結果を示す）。また、図 4 C は、図 3 に示す実施の形態において、被験者が口腔内の左側で咀嚼した際の音声信号をマイクロフォンで計測した結果を示す。

【図 5】 図 5 A および B は、図 3 に示す実施の形態において、被験者が口腔内の右側で咀嚼した際の従来型の計測装置（図 5 A ）と本発明に係る咀嚼動作計測装置（図 5 B ）とで測定した電位の差を示す（図 5 A は従来型の計測装置による計測結果を示し、図 5 B は本発明に係る咀嚼動作計測装置による計測結果を示す）。また、図 5 C は、図 3 に示す実施の形態において、被験者が口腔内の右側で咀嚼した際の音声信号をマイクロフォンで計測した結果を示す。

40

【図 6】 図 6 A および B は、図 3 に示す実施の形態において、被験者が発話した際の従来型の計測装置（図 6 A ）と本発明に係る咀嚼動作計測装置（図 6 B ）とで測定した電位の差を示す（図 6 A は従来型の計測装置による計測結果を示し、図 6 B は本発明に係る咀嚼動作計測装置による計測結果を示す）。また、図 6 C は、図 3 に示す実施の形態において、被験者が発話した際の音声信号をマイクロフォンで計測した結果を示す。

50

## 【発明を実施するための形態】

## 【0012】

本発明は咀嚼による体表面の変形が少ない耳内あるいはその周辺の電位を左右耳で計測し、それら電位の差から咀嚼動作を計測する技術を提供するものである。

本発明の一実施の形態における咀嚼動作の計測装置を、図1および図2を用いて具体的に説明する。なお、下記に説明する実施の形態は例示であり、本発明の計測装置は以下に限定されない。

図1は、本発明に係る咀嚼動作計測装置の一実施の形態を示す。図1に示すように、本発明に係る咀嚼動作計測装置は、対象者の耳介もしくは外耳道またはそれらの周辺部位に装着する電位計測手段1、1'を備えている。対象者の咀嚼動作により生じる電位は電位検出手段1、1'により検出され、それぞれの電位検出手段が検出した二つの信号は電位差算出手段2へ独立して送られる。電位差算出手段2は一对の電位計測手段1、1'により検出された二つの信号を増幅してその差分(電位差)を算出する。本発明に係る咀嚼動作計測装置は、一実施の形態において、図1に示すように電位差算出手段2が差動アンプ3および計測器4を含む。差動アンプ3は、電位計測手段1、1'からそれぞれ入力された二つの信号の差を算出して増幅し、計測器4へ電位差情報を含む信号を送信する。計測器4は、差動アンプ3より送信された信号を受け取り記録する。

10

図2は、本発明に係る咀嚼動作計測装置の別の実施の形態を示す。図2に示す咀嚼動作計測装置は、電位計測手段1、1'、差動アンプ3および計測器4を含む電位差算出手段2に加えて、電位差情報処理手段5を備える。計測器4により記録された電位差情報を含む信号は電位差情報処理手段5に送られる。電位差情報処理手段5は、得られた電位差情報から対象者の咀嚼に関する評価を行う。

20

## 【0013】

ここで、本明細書において「咀嚼」とは、口腔内へ摂取した食物などを歯で咬み、粉碎することをいう。本発明に係る咀嚼動作計測装置は、口腔内で食物などを潰して食べるなどの咀嚼の動作を計測する。また、「咀嚼」には食物などを歯で噛む際に上下の顎の歯が接触する咬合の動作が含まれる。本明細書において「咀嚼」というとき咀嚼動作の一部である咬合も含み、本発明に係る咀嚼動作計測装置は、食物などを歯で噛む際の咬合の動作を計測可能である。

本発明に係る咀嚼動作計測装置における「咀嚼動作の計測」は、咀嚼時に生じる咬筋および側頭筋の電位を耳介もしくは外耳道またはそれらの周辺部位において検出し計測する。咬筋および側頭筋は咀嚼の閉口および/または咬合の時の動きに関与するため、本発明に係る咀嚼動作計測装置は特に咀嚼の閉口および/または咬合の動作を計測する。

30

本明細書において「咀嚼動作により生じる電位」とは、上述のように、咀嚼動作、特に咀嚼の閉口および/または咬合の時に生じる咬筋および側頭筋の電位を指す。

当該電位を検出するための電位検出手段1、1'としては耳介もしくは外耳道またはそれらの周辺部位に装着して咀嚼動作に関連する電位の変化が検出可能であれば特に制限されず、公知の電極を用いることができる。電位検出手段としての電極は、湿式、乾式、または、絶縁式とすることができる。例えば、下記実施例で用いている銀塩化銀電極(日本コビディエン株式会社製ケンドール電極、型式H124)などを用いることができる。

40

## 【0014】

電位検出手段1、1'を耳介もしくは外耳道またはそれらの周辺部位に装着する際、装着部位は特に制限されず、耳珠、耳垂、耳輪、三角窩、耳甲介、外耳道、耳裏およびこれらの周辺部位いずれの部位であってもよい。「周辺部位」とは、上記に列挙した耳の部位から約10cm以内の距離にある部位をいい、咬筋や側頭筋の筋腹上とは言えない箇所が良い。例えば、耳珠から鼻側へ約10cmの範囲に電位検出手段1、1'を装着した場合(左右頬骨上付近)であっても、本発明に係る咀嚼動作計測装置により対象者の咀嚼動作を計測することができる。周辺部位は、好ましくは上記に列挙した耳の各部位から約3cm以内の範囲にある部位であり、より好ましくは約1cm以内の範囲にある部位である。また、咬筋や側頭筋に近く体毛の薄い部位であることが好ましい。また、一組の電位検出手段

50

1、1'を両側の耳介もしくは外耳道またはそれらの周辺部位に装着させるが、互いの電位検出手段の装着部位の関係については特に制限されず、両側の耳において対応する位置に装着してもよいし、耳介または外耳道の異なる部位に装着しても良い。好ましくは、両側の耳で対応する同じ部位へ装着する形態である。

【0015】

耳介もしくは外耳道またはそれらの周辺部位に装着される電位検出手段1、1'は、一実施の形態において、咀嚼動作のみから生じる電位を検出する。これは耳介もしくは外耳道またはそれらの周辺部位において咬筋や側頭筋の活動電位を計測可能であり、かつ、咬筋や側頭筋が主に咀嚼時に活動するという性質を持つからである。また、電位検出手段は、一実施の形態において、電位検出手段が、咀嚼動作以外の動作により生じる電位を検出し

10

【0016】

本明細書において、「電位差算出手段2」とは、一組の電位検出手段1、1'により両側の耳介もしくは外耳道またはそれらの周辺部位において計測した2つの電位信号から電極間の電位差を求め、当該電位差を増幅して必要な周波数帯成分を取り出し、電位差情報を記録または出力する。一実施の形態において電位差算出手段2は、差動アンプ3、フィルタ、および、計測器4を含むことができる。電位検出手段1、1'により検出された電位信号はそれぞれ差動アンプ3へ入力され、差動アンプ3において電位差が求められ、当該電位差が増幅される。増幅された電位差信号は、フィルタを通り、必要な周波数帯成分が取り出される。差動アンプ3としては、例えば、アナログ演算増幅器を用いた差動アンプを用いることができる。電位差の増幅率は、100~10000倍の範囲とすることができる。好ましい増幅率は約1000倍である。

20

フィルタとしては、例えばバンドパスフィルタを備え、電位差信号のノイズを除去できるようになされている。フィルタは、例えば、増幅された電位差信号を0Hz~5000Hzの範囲の周波数帯域のみ取り出せるようにできる。好ましくは、100Hz~1000Hzの範囲の周波数帯域のみ取り出せる形態である。取り出す周波数帯域を100Hz~1000Hzとすることで商用電源(50Hzあるいは60Hz)からのノイズや配線の揺れなどの外乱ノイズを除去でき好ましい。

30

計測器4は増幅され特定の周波数帯域が取り出された電位差信号を電位差情報としてデジタルデータへ変換し記録する。また、必要に応じて以降の電位差情報処理手段5などへ電位差情報を含む信号を送る。ここで電位差情報には、例えば、咀嚼の回数、咀嚼の強さ、咀嚼のタイミング、咀嚼の長さなどの情報が含まれる。

なお一実施の形態において、電位差算出手段2は、差動アンプ3およびフィルタを含み、増幅され特定の周波数帯域が取り出された電位差信号は直接、以降の電位差情報処理手段4などへ信号を送るようにしてもよい。

【0017】

本発明に係る咀嚼動作計測装置は、一実施の形態において、電位差算出手段1、1'が左右の咀嚼を等しく算出する。左右の咀嚼を等しく算出するとは、口腔内の左側における食物などの咀嚼と右側における食物などの咀嚼との間において、計測および算出される電位の差に実質的に違いがないことをいう。

40

左右の咀嚼を等しく算出することで、咀嚼側の影響を受けずに咀嚼回数などを安定に計測する効果を得ることができる。

【0018】

本発明に係る咀嚼動作計測装置は、一実施の形態において、咀嚼動作として咀嚼時の閉口の動作および/または咬合を検出し、咀嚼動作により生じた電位が咬筋および/または側頭筋の筋電位である。

【0019】

50



本明細書において「電位差情報処理手段5」とは、電位差算出手段2により算出した電位差の情報を処理する手段であり、例えば、咀嚼動作を評価するための数値化や閾値の設定、咀嚼の評価を行うことのできる手段である。電位差情報処理手段5が行うことのできる評価としては、以下に限定されないが、咀嚼のタイミング、咀嚼の強さ、咀嚼の回数、持続時間を挙げることができる。このように電位差の情報を処理できる限りにおいて電位差情報処理手段は制限されず公知の計算機やマイクロコンピュータを用いることができる。

また、電位差情報処理手段5は数値化された咀嚼情報やその評価を提示する提示手段を備えることができ、また、得られた咀嚼情報に基づいて対象者にフィードバックを行うフィードバック手段を備えることもできる。例えば、アナログフィルタ処理を用いれば、特許文献1のように疑似咀嚼音を生成して被装着者に聴かせることで食感覚を改善させることができる。

#### 【実施例】

#### 【0020】

(実施例1：実験方法)

左右の耳付近から体表面電位を計測し、その差として咀嚼動作に応じた電位変化が計測できることを示す。また、発話時にはその電位差がほとんど生じないことを示す。そのため、被験者には、咬合力検査用のガム(ロッテ製咀嚼チェックガム)を(i)口腔内左側で咀嚼すること、(ii)咬合力検査用のガムを口腔内右側で咀嚼すること、(iii)母音(「ア」、「イ」、「ウ」、「エ」、「オ」)の発話を繰り返すことの3通りの課題を10秒間程度行わせた。これら課題の遂行中に前記体表面電位の計測と発話時の音声信号を同時計測した。

#### 【0021】

体表面電位の計測は、図3のような電極配置と計測装置の接続状態で実施した。まず、左右の耳朶に表面筋電図計測用の銀塩化銀電極(日本コビディエン株式会社製ケンドール電極、型式H124)を貼り付け、それら電極と差動増幅器(cometa製ワイヤレス筋電計Wave Plus wireless EMG)の入力端子を接続した。また、同時に従来型の計測方法として、左側の咬筋の皮膚上にも顎の上下方向に沿って表面筋電図計測用銀塩化銀電極2個を貼り付け、もう一つの差動増幅器の入力端子に接続した。これら2つの差動増幅器は、入力端子に接続された電極間の電位差を増幅して必要な周波数帯成分を取り出して出力端子間の電位差として出力するものである。ここでは、増幅率を1000倍、通過周波数帯域を1kHzまでとした。

発話時の音声信号の計測はコンデンサマイク(SONY製コンデンサマイク、型式ECM-77B)を増幅器(ALTO Professional製ミキサ、型式ZMX124)で計測した。

上記体表面電位と発話時の音声信号はAD変換器(National Instruments製AD変換器、型式USB-6003)を用いてサンプリング周波数1kHzで汎用計算機に記録した。

#### 【0022】

(結果)

図4は口腔内左側でガムを咀嚼した際の計測結果であり、上から順に左咬筋筋電差動出力、左右耳朶電位差出力、発話音声信号である。左側咬筋上に配置した電極から差動導出されている左側咬筋の筋活動に同期して左右耳朶電位差出力が得られている。また、図5は口腔内右側でガムを咀嚼した際の計測結果であるが、その場合でも左側咬筋の筋活動に同期して左右耳朶電位差出力が得られている。さらに、図6は発話時の計測結果であるが、発話では上顎と下顎の咬合がほとんど起こらないために左側咬筋の筋活動がほとんど観測されず、左右耳朶電位差出力も小さいことが分かる。

#### 【0023】

図4と図5では、口腔内の左右どちらでガムを咀嚼するかによって観測される体表面電位の違いを見ることができる。左側咬筋の活動を比較すれば、口腔内左側で咀嚼した場合に口腔内右側で咀嚼する場合よりも大きな左側咬筋の筋活動が観測される。しかし、左右耳朶電位差出力においては、咬筋で観測されたほどの口腔内咀嚼側の影響は見られなかつ

10

20

30

40

50

た。このことは、左右耳朶電位差出力が片側咬筋筋活動よりも咀嚼側の影響を受けずに安定した咀嚼タイミングの検出が可能であることを意味している。

また、図6のように発話時には上顎と下顎の咬合がほとんど起こらないため、咬筋筋活動及び左右耳朶電位差出力が小さかったことから、咬筋筋活動及び左右耳朶電位差出力は、単に上顎や下顎が動くことによって生じる信号というわけではなく、上顎と下顎の咀嚼や咬合の力の強弱に応じて生じているものであることが分かる。

したがって、左右耳朶電位差出力は咀嚼や咬合の状態を口腔内の咀嚼や咬合の位置の影響を受けずに安定に計測するのに有効であると考えられる。また、左右耳朶電位差出力の計測では、咬筋の筋活動を計測する場合に比べて電極の貼り付け位置を左右の耳の位置を起点にして決定できるため、電極の取り付け位置の特定が容易である。さらに、電極の取り付けにおいては、イヤホン形状の電極を耳の穴に挿入したり、クリップ状の電極で耳朶を挟んだりして固定することが可能であるため、電極の着脱が容易になるなどのメリットもある。

10

【産業上の利用可能性】

【0024】

本発明に係る咀嚼動作を計測するための装置は、例えば下記に列挙するような装置に応用することが可能である。

- (1) 本方法で計測した咀嚼活動関連電位を利用した疑似咀嚼音発生装置
- (2) 本方法で計測した咀嚼活動関連電位を利用した咀嚼力評価装置
- (3) 本方法で計測した咀嚼活動関連電位を利用した咀嚼感覚フィードバック装置
- (4) 本方法で計測した咀嚼活動関連電位を利用した食生活管理装置
- (5) 本方法で計測した咀嚼活動関連電位を利用した咀嚼回数計
- (6) 本方法で計測した咀嚼活動関連電位を利用した食事時間推定装置
- (7) 本方法で計測した咀嚼活動関連電位を利用した生体装着型計測装置
- (8) 本方法で計測した咀嚼活動関連電位を利用した睡眠時歯ぎしり防止装置
- (9) 本方法で計測した咀嚼活動関連電位を利用した咬合状態評価装置

20

【符号の説明】

【0025】

- 1 電位検出手段
- 1' 電位検出手段
- 2 電位差算出手段
- 3 差動アンプ
- 4 計測器
- 5 電位差情報処理手段

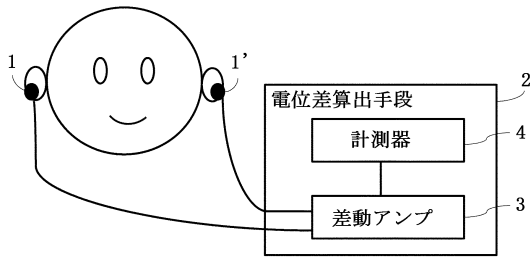
30

40

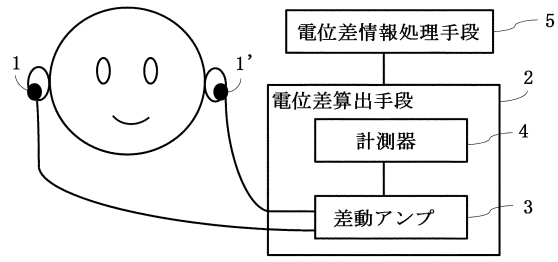
50

【図面】

【図1】

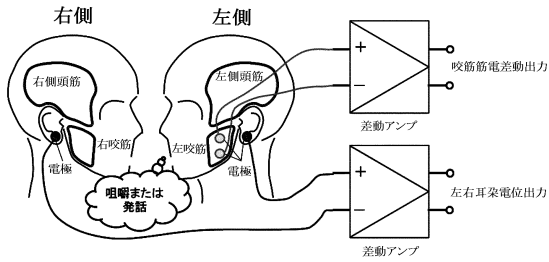


【図2】

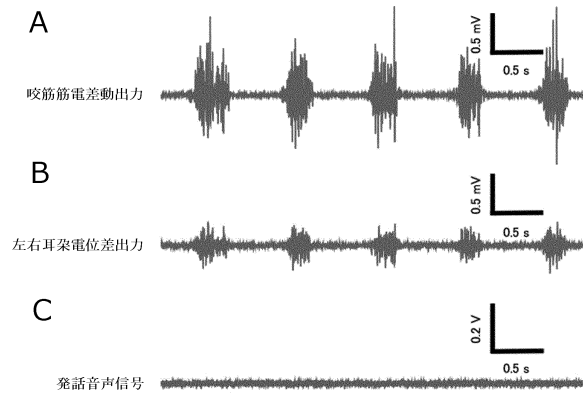


10

【図3】

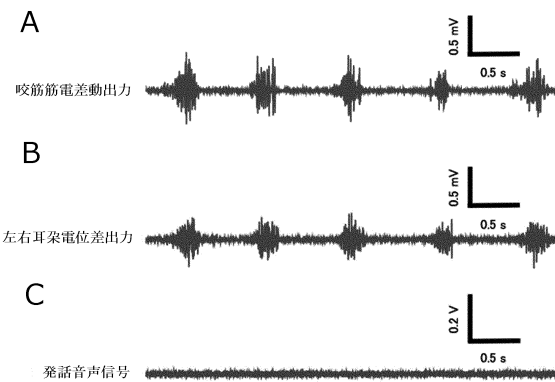


【図4】

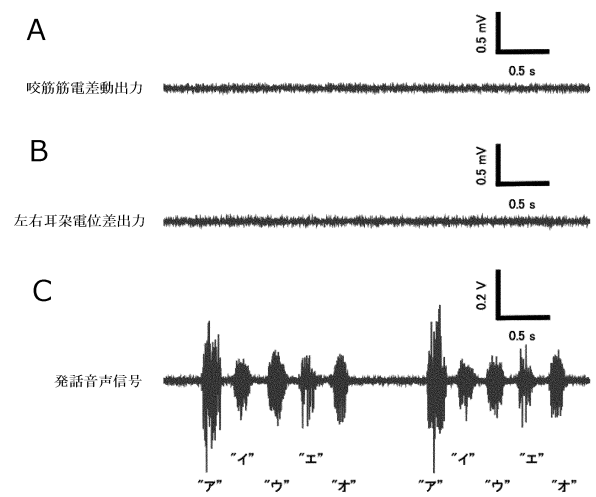


20

【図5】



【図6】



30

40

50

## フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-340986(JP,A)  
特開2002-253520(JP,A)  
特開昭55-054936(JP,A)  
特開2006-129885(JP,A)  
特開2017-021737(JP,A)  
特開2003-000620(JP,A)  
正月 凌介 RYOSUKE SHOGETSU, センサを用いた偏咀嚼防止及び咀嚼回数促進の検討 Consideration to Prevent Bias Chews and Increase Chewing Count with Sensor, 映像情報メディア学会技術報告 Vol. 42 No. 17 ITE Technical Report, 日本, (一社)映像情報メディア学会 The Institute of Image Information and Television Engineers, 第48巻 第21号, 第133頁左欄第1行-第138頁左欄第14行
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
A61B 5/00 - 5/398