(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6199312号
(P6199312)
(45)発行日　平成29年9月20日(2017.9.20)　(24)登録日　平成29年9月1日(2017.9.1)

(51)Int.Cl.　F I
A61B　5/087　(2006.01)　Ａ６１Ｂ　5/08　２００

請求項の数 46　(全 30 頁)

(21)出願番号　特願2014-553583(P2014-553583)
(86)(22)出願日　平成25年1月25日(2013.1.25)
(65)公表番号　特表2015-504744(P2015-504744A)
(43)公表日　平成27年2月16日(2015.2.16)
(86)国際出願番号　PCT/AU2013/000063
(87)国際公開番号　WO2013/110136
(87)国際公開日　平成25年8月1日(2013.8.1)
審査請求日　平成28年1月25日(2016.1.25)
(31)優先権主張番号　61/591,346
(32)優先日　平成24年1月27日(2012.1.27)
(33)優先権主張国　米国(US)

(73)特許権者　500046450
レスメド・リミテッド
Ｒｅｓｍｅｄ　Ｌｉｍｉｔｅｄ
オーストラリア２１５３ニュー・サウス・ウエールズ州　ベラ・ビスタ、エリザベス・マッカーサー・ドライブ１番
(74)代理人　100099623
弁理士　奥山　尚一
(74)代理人　100096769
弁理士　有原　幸一
(74)代理人　100107319
弁理士　松島　鉄男
(74)代理人　100114591
弁理士　河村　英文

最終頁に続く

(54)【発明の名称】チェーンストークス呼吸パターンの判別

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
呼吸流量信号からチェーンストークス呼吸の存在を検出する装置であって、
（ａ）前記呼吸流量信号に関連付けられる呼吸データを検討評価して、無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象を検出し、
（ｂ）サイクル長、デューティサイクル、及び前記呼吸データにおける変化を表す形状特徴、から選択された少なくとも１つの未加工の特徴を計算し、
（ｃ）検出された無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象に基づいてサイクル長ヒストグラムを、前記少なくとも１つの未加工の特徴とは独立して生成し、
（ｄ）計算された未加工の特徴及び生成されたサイクル長ヒストグラムに基づいてチェーンストークス呼吸の存在を検出する、
ように構成されるプロセッサ、を備える、装置。
【請求項２】
前記プロセッサは、前記未加工の特徴を正規化し、分類するように構成される、請求項１に記載の装置。
【請求項３】
前記呼吸流量信号に関連付けられる前記呼吸データを記憶し、かつ前記プロセッサと通信するメモリを更に備える、請求項１又は２に記載の装置。
【請求項４】
前記プロセッサは、変換関数を用いて前記未加工の特徴を正規化し、該未加工の特徴を

０～１の値を有する確率空間に変換するように構成される、請求項２又は３に記載の装置。

【請求項５】

前記プロセッサは、１つ又は複数のヒストグラムを作成して前記未加工の特徴のそれぞれを分類することにより、１つ又は複数の未加工の特徴を分類するように構成される、請求項２乃至４のいずれか一項に記載の装置。

【請求項６】

前記プロセッサは、前記未加工の特徴を前記１つ又は複数のヒストグラムにビン区分し、１つ又は複数の所定の領域において前記ヒストグラムのパワーを計算し、前記ヒストグラムのそれぞれの前記パワーが所定のしきい値より大きい場合には、チェーンストークス呼吸の確率を、該計算されたヒストグラムパワーの最大値になるように設定することによって、前記未加工の特徴を分類するように構成される、請求項５に記載の装置。

【請求項７】

前記未加工の特徴は、前記呼吸データの変化を表す形状特徴であり、該形状特徴は、前記無呼吸事象又は前記呼吸低下事象直後のデータ内のピークを評価することによって推定される、請求項１乃至６のいずれか一項に記載の装置。

【請求項８】

前記呼吸流量信号に関連付けられる前記呼吸データは、流量データ及び１回換気量データを含み、前記プロセッサは、

ピーク吸気流量データ及び吸気１回換気量を計算し、

前記ピーク吸気流量データと吸気１回換気量との積を計算し、該積を形態ベクトルに蓄積する、

ように構成される、請求項７に記載の装置。

【請求項９】

前記プロセッサは、形態ベクトルと近似関数との間の平均二乗誤差を計算することによって、流量データ内のピークを評価するように構成される、請求項７又は８に記載の装置。

【請求項１０】

前記プロセッサは、前記形態ベクトルを０～１の確率空間に変換することによって前記形態ベクトルを正規化するように構成される、請求項８に記載の装置。

【請求項１１】

前記形状特徴は、患者の呼吸ドライブの立ち上がり及び立ち下がりのうちの少なくとも一方を表す、請求項７乃至１０のいずれか一項に記載の装置。

【請求項１２】

前記プロセッサは、（ａ）検出された無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象に基づいてサイクル長ヒストグラムを生成し、（ｂ）該サイクル長ヒストグラム及び推定された形状特徴に基づいてチェーンストークス呼吸の事例を検出する、ように更に構成される、請求項７乃至１１のいずれか一項に記載の装置。

【請求項１３】

前記プロセッサは、前記呼吸流量信号の呼吸流量ピークの値、換気の値、又は１回換気量の値、のうちの少なくとも１つを評価するように構成される、請求項１２に記載の装置。

【請求項１４】

前記プロセッサは、事象に基づいてサイクル長ヒストグラムを求め、前記無呼吸事象又は前記呼吸低下事象直後の流量データ内のピークを評価して、該流量データの前記ピークの変化を表す形状特徴を推定し、前記サイクル長ヒストグラム及び前記形状特徴に基づいて、チェーンストークス呼吸の事例を検出する、ように更に構成される、請求項１又は２に記載の装置。

【請求項１５】

前記プロセッサは、前記サイクル長ヒストグラム及び前記形状特徴を０～１の確率空間

に変換することによって、前記サイクル長ヒストグラム及び前記形状特徴を正規化するように更に構成される、請求項１４に記載の装置。
【請求項１６】
前記プロセッサは、アクセスされた呼吸流量データを検討評価して、無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象を、少なくとも１つの無呼吸期間の持続時間及び少なくとも１つのサイクル長を計算することによって検出するように更に構成され、かつ前記少なくとも１つの無呼吸期間の持続時間及び前記少なくとも１つのサイクル長に基づいてデューティサイクルを計算するように更に構成される、請求項１４又は１５に記載の装置。
【請求項１７】
前記プロセッサは、選択された１組のサイクル長に及ぶビンの組み合わせにわたってパワーを計算することにより、チェーンストークス呼吸の事例を検出するように更に構成される、請求項１４乃至１６のいずれか一項に記載の装置。
【請求項１８】
前記プロセッサは、前記形状特徴、前記サイクル長、及び前記パワーを用いてチェーンストークス呼吸の確率を求めることにより、前記チェーンストークス呼吸の事例を検出するように更に構成される、請求項１７に記載の装置。
【請求項１９】
前記プロセッサは、重み付けされたチェーンストークス呼吸確率を複数の選択された期間にわたって結合することにより、全睡眠期間にわたる全チェーンストークス呼吸確率を求めるように更に構成される、請求項１８に記載の装置。
【請求項２０】
前記プロセッサは、前記呼吸流量信号の呼吸流量ピークの値、換気の値、又は１回換気量の値、のうちの少なくとも１つを評価するように構成される、請求項１５に記載の装置。
【請求項２１】
流量センサを更に備え、前記プロセッサは、前記流量センサを用いて前記呼吸流量信号を求めるように更に構成される、請求項２０に記載の装置。
【請求項２２】
大気圧より高い圧力において患者用の呼吸可能ガスを生成するように構成される流れ発生器を更に備え、
前記プロセッサは、検出された無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象に基づいて、圧力療法に従って前記呼吸可能ガスを生成するよう前記流れ発生器を制御するように更に構成される、請求項２１に記載の装置。
【請求項２３】
呼吸信号からチェーンストークス呼吸の存在を検出するプロセッサの方法であって、
前記呼吸信号を表す呼吸データにアクセスするステップと、
該アクセスされた呼吸データを検討評価して、無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象を検出するステップと、
サイクル長、デューティサイクル、及び前記呼吸データにおける変化を表す形状特徴、から選択された少なくとも１つの未加工の特徴を計算するステップと、
検出された無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象に基づいてサイクル長ヒストグラムを生成するステップであって、該サイクル長ヒストグラム及び前記少なくとも１つの未加工の特徴は、互いに独立して生成される、ステップと、
計算された未加工の特徴及び生成されたサイクル長ヒストグラムに基づいて、チェーンストークス呼吸の存在を検出するステップと、
を含む、方法。
【請求項２４】
前記未加工の特徴を正規化するステップを更に含む、請求項２３に記載の方法。
【請求項２５】
（ａ）事象に基づいてサイクル長ヒストグラムを生成するステップと、

（ｂ）前記サイクル長ヒストグラムの１つに基づいて、チェーンストークス呼吸の事例を検出するステップと、
を更に含む、請求項２３又は２４に記載の方法。
【請求項２６】
前記サイクル長ヒストグラムは複数のビンを含み、該複数のビンはそれぞれ中点及びビン幅を有する、請求項２５に記載の方法。
【請求項２７】
前記複数のビンは均等な間隔で配置される、請求項２６に記載の方法。
【請求項２８】
前記アクセスされた呼吸データを検討評価して、無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象を検出するステップは、各事象の持続時間を求めるステップを含む、請求項２３乃至２７のいずれか一項に記載の方法。
【請求項２９】
前記チェーンストークス呼吸の事例を検出するステップは、選択された１組のサイクル長に及ぶビンの組み合わせにわたってパワーを計算するステップを含む、請求項２５乃至２８のいずれか一項に記載の方法。
【請求項３０】
前記形状特徴は、患者の呼吸ドライブの立ち上がり及び立ち下がりのうちの少なくとも一方を表す、請求項２５乃至２９のいずれか一項に記載の方法。
【請求項３１】
前記形状特徴はジャンプ特徴である、請求項２５乃至２９のいずれか一項に記載の方法。
【請求項３２】
検出された無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象後の呼吸ドライブの回復の速さに基づいて事象のタイプを識別するステップを更に含む、請求項２５乃至２９のいずれか一項に記載の方法。
【請求項３３】
前記ジャンプ特徴は、前記呼吸データの第１のピークを選択し、該第１のピークの所定の比にある第２のピークを選択し、前記第１のピークと前記第２のピークとの間の勾配を計算する、ことによって計算される、請求項３１に記載の方法。
【請求項３４】
前記第１のピークと前記第２のピークとの間の前記勾配をスケーリングするステップを更に含む、請求項３３に記載の方法。
【請求項３５】
前記形状特徴は、前記呼吸データに近似関数を当てはめることによって推定される、請求項３０又は３１に記載の方法。
【請求項３６】
前記呼吸データは、呼吸流量ピークの値又は１回換気量の値を含む、請求項２５乃至２９のいずれか一項に記載の方法。
【請求項３７】
前記無呼吸事象又は前記呼吸低下事象直後の呼吸データを評価して、前記呼吸データの変化を表す形状特徴を推定するステップと、該形状特徴に基づいてチェーンストークス呼吸の事例を検出するステップと、を更に含む、請求項２３に記載の方法。
【請求項３８】
前記呼吸データを評価するステップは、２つの隣接する無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象間の時間の少なくとも一部の間に吸気１回換気量を計算するステップを含む、請求項３７に記載の方法。
【請求項３９】
前記呼吸データを評価するステップは、ピーク吸気流量データと吸気１回換気量との積を計算し、該積を形態ベクトルに蓄積するステップ、を含む、請求項３７又は３８に記載

の方法。

【請求項４０】

前記呼吸データを評価するステップは、前記形態ベクトルと近似関数との間の平均二乗誤差を計算するステップを更に含む、請求項３９に記載の方法。

【請求項４１】

前記呼吸データを評価するステップは、前記無呼吸事象及び／又は前記呼吸低下事象間の流量データを積分し、その値を形態ベクトルに蓄積するステップ、を含む、請求項３９に記載の方法。

【請求項４２】

前記呼吸データを評価するステップは、前記形態ベクトルと近似関数との間の平均二乗誤差を計算するステップを更に含む、請求項４１に記載の方法。

【請求項４３】

事象に基づいてサイクル長ヒストグラムを求めるステップを更に含み、前記チェーンストークス呼吸の事例を検出するステップは、前記サイクル長ヒストグラム及び前記形状特徴に基づく、請求項３７乃至４０のいずれか一項に記載の方法。

【請求項４４】

前記形状特徴は、患者の呼吸ドライブの立ち上がり及び立ち下がりのうちの少なくとも一方を表す、請求項３７に記載の方法。

【請求項４５】

前記無呼吸事象又は前記呼吸低下事象直後の流量データ内のピークを評価して、該流量データの前記ピークの変化を表す形状特徴を推定するステップと、サイクル長ヒストグラム及び前記形状特徴に基づいて、チェーンストークス呼吸の事例を検出するステップと、を更に含む、請求項２３に記載の方法

【請求項４６】

前記未加工の特徴は、前記呼吸データの変化を表す形状特徴であり、該形状特徴は、前記無呼吸事象又は前記呼吸低下事象直後のデータ内のピークを評価することによって推定され、前記プロセッサは、前記形状特徴に基づいてチェーンストークス呼吸の事例を検出するように更に構成される、請求項２３に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

（関連出願の相互参照）

本出願は、２０１２年1月２７日に出願された米国仮特許出願第６１／５９１，３４６号の出願日の利益を主張し、その出願の開示内容は参照することにより本明細書の一部をなすものとする。

【０００２】

本技術は生理学的信号（複数の場合もある）の解析による呼吸異常の判別に関する。詳細には、本技術は呼吸流量信号の解析によるチェーンストークス呼吸（「ＣＳＲ」）の判別に関する。また、本技術はＣＳＲ判別のための確率値を与えることができる分類器のトレーニングにも関連することができる。

【背景技術】

【０００３】

チェーンストークス呼吸（「ＣＳＲ」）は、睡眠時に或る患者によって経験される呼吸の満ち欠け（waxing-and-waning：漸増漸減）パターンである。通常、これらの患者は心不全を患っているか、又は脳幹障害（すなわち、脳卒中）を受けている。そのパターンは、（ｉ）血液ガス受容体から呼吸中枢への信号の過度の遅延と、（ｉｉ）過度の「ループ」利得、すなわち、プラント利得（plant gain）とコントローラ利得とを合わせた利得との組み合わせによって引き起こされる場合がある。

【０００４】

例えば、適応補助換気（ＡＳＶ）デバイスを用いて改善された治療を受けられる可能性

があるので、持続的気道陽圧（ＣＰＡＰ）治療の被検者がＣＳＲを示しているか否かを知ることは役に立つ可能性がある。代替的には、ＣＳＲが持続するか否か、又はＣＳＲがいわゆる、ＣＰＡＰによって発現した中枢性睡眠時無呼吸（ＣＳＡ）の結果であったか否かを確認するために、被検者を監視することができる。ＣＳＲの「臨床的有意性」はかなり大きく、睡眠中にＣＳＲがどの程度起こるかを知ることが重要である。

【０００５】

ＣＳＲの診断は、通常、睡眠検査を行うこと、及びその結果得られる睡眠ポリグラフ（「ＰＳＧ」）データを解析することを含む。完全診断ＰＳＧ検査において、通常、鼻腔内流量（nasal flow）信号、呼吸努力の尺度、パルスオキシメトリ、睡眠時姿勢を含み、かつ脳波記録（「ＥＥＧ」）、心電図記録（「ＥＣＧ」）、筋電図記録（「ＥＭＧ」）及び眼電図記録（「ＥＯＧ」）を含むこともできる、さまざまな生物学的パラメータが監視される。呼吸特性はまた、視覚的特徴からも識別され、したがって、臨床医は睡眠中の呼吸機能を検討評価し幾分かでもＣＳＲがあることを診断することができる。

【０００６】

臨床医による診察が最も包括的な方法であるが、これはコストがかかるプロセスであり、臨床経験及び理解に大きく依存する。患者の効率的なスクリーニングのために、本出願の譲受人により、鼻腔内流量信号に基づいてＣＳＲの発生する確率を計算することによりスコアリングプロセスを自動化する分類器アルゴリズムが開発された。この方法は、２００７年3月２８日に出願され２００６年6月２９日に国際公開第２００６０６６３３７号として公開された米国特許出願第１１／５７６，２１０号（米国特許出願公開第２００８０１７７１９５号）に開示されている。その方法は流量に基づく分類器を含むことができ、一連の離散的な流量値が与えられると、ＣＳＲの確率が計算される。

【０００７】

分類器の概念は、対象又は対象の潜在する状態を多数のクラスのうちの１つに割り当てることが望ましい多くの分野に共通している。この概念は、例えば、音声認識（音声バイトが種々の語又は音節として分類される）、レーダー検出（視覚信号が敵の標的／味方の標的として分類される）及び医療診断（検査結果を用いて患者の病状が分類される）の分野において用いられる。分類器の設計は、パターン認識の分野に入り、分類器は教師あり型（この分類器は、教師又は「専門家」によって予め分類されたトレーニングデータから構築される）か又は教師なし型（データの自然な順序付け又はクラスタリングによって種々のクラスが決まる）とすることができる。時間信号分類は、通常、特定の時点の信号を「特徴」を用いて表すことに依拠する。特徴は、単に、或る時点における信号の本質、すなわち圧縮の形態を抽出する数である。特徴のセット（又はベクトル）は「パターン」と呼ばれる。分類器は、パターンを取得し、このパターンを適切なアルゴリズムを用いて数学的に操作することにより、複数のクラスの各々に対して確率値を生成する。パターンは、最高確率のクラスに割り当てられる。

【０００８】

国際公開第２００６０６６３３７号において記述されるアルゴリズムは、多次元特徴空間を使用し、判別関数を用いて特徴をクラスタに分けることによってクラスタ分析を実行する。この手法は計算集約的であり、通常は別のコンピュータにおいて実行される。

【発明の概要】

【０００９】

データ収集システム及びメモリを含むロギングデバイスを用いて、患者から鼻腔内流量信号、オキシメトリ信号等の、呼吸を表す信号を記録することができる。開示される方法によれば、呼吸信号は、記録デバイスによってオンボードでリアルタイムに処理することができるか、又はコンピュータ若しくはプロセッサを用いてオフラインで処理することができる。

【００１０】

本技術は、呼吸信号からチェーンストークス呼吸の存在を示すプロセッサの方法を提供することができ、呼吸信号を表す呼吸データにアクセスするステップと、アクセスされた

データを検討評価し、無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象を検出するステップとを含む。事象に基づいてサイクル長ヒストグラムを生成することができる。サイクル長ヒストグラムに基づいて、チェーンストークス呼吸の事例を検出することができる。

【００１１】

　幾つかの実施形態では、サイクル長ヒストグラムは複数のビンを含み、複数のビンはそれぞれ中点及びビン幅を有する。複数のビンは均等な間隔で配置することができる。データを検討評価して、無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象を検出することは、各事象の持続時間を求めることを含むことができる。チェーンストークス呼吸の事例を検出することは、選択された１組のサイクル長に及ぶビンの組み合わせにわたってパワーを計算することを含むことができる。本方法は、無呼吸事象又は呼吸低下事象直後の呼吸データを評価して、呼吸データの変化を表す形状特徴を推定することを更に含み、チェーンストークス呼吸の事例を検出することは、サイクル長ヒストグラム及び推定された形状特徴の双方に基づく。呼吸データは、呼吸流量、換気及び／又は１回換気量のうちの少なくとも１つの値を含むことができる。呼吸流量データは具体的には呼吸流量ピークのデータを含むことができる。

【００１２】

　別の態様では、呼吸信号からチェーンストークス呼吸の存在を示す装置は、呼吸信号を記憶するメモリと、メモリに結合されるプロセッサとを備えることができる。プロセッサは、（ａ）データを検討評価して、無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象を検出し、（ｂ）事象に基づいてサイクル長ヒストグラムを生成し、（ｃ）サイクル長ヒストグラムに基づいてチェーンストークス呼吸の事例を検出するように構成される。

【００１３】

　幾つかの実施形態では、プロセッサは、無呼吸事象又は呼吸低下事象直後の呼吸信号を評価して、流量データのピークの変化を表す形状特徴を推定し、サイクル長ヒストグラム及び形状特徴の双方に基づいてチェーンストークス呼吸の事例を検出するように更に構成することができる。プロセッサは、呼吸信号の呼吸流量ピークの値又は１回換気量の値の少なくとも１つを評価するように更に構成することができる。

【００１４】

　別の態様では、呼吸信号からチェーンストークス呼吸の存在を示すプロセッサの方法は、呼吸信号を表す呼吸流量データにアクセスすることと、アクセスされた呼吸データを検討評価して、無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象を検出することと、無呼吸事象又は呼吸低下事象直後の呼吸データを評価して、流量データのピークの変化を表す形状特徴を推定することと、推定された形状特徴に基づいてチェーンストークス呼吸の事例を検出することとを含むことができる。

【００１５】

　幾つかの実施形態では、評価するステップは、２つの隣接する無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象間の時間の少なくとも一部の間に吸気１回換気量を計算することを含む。評価するステップは、ピーク吸気流量データと吸気１回換気量との積を計算し、この積を形態ベクトルに蓄積することも含む。また、評価するステップは、呼気１回換気量及び／又はピーク呼気流量を計算することも含むことができる。代替的には、そのような呼吸ごとの特徴を用いるのではなく、代わりに、呼吸流量信号を積分し、その値を形態ベクトルに蓄積することによって、換気信号を計算することを伴う。呼吸データを評価することは、形態ベクトルと近似関数との間の平均二乗誤差を計算することを更に含む。そのような計算は、換気ドライブ（及び等価呼吸流量）の全体形状の指示を与え、形状特徴を構成する。本方法は、事象に基づいてサイクル長ヒストグラムを求めることを更に含み、チェーンストークス呼吸の事例を検出することは、サイクル長ヒストグラム及び形状特徴の双方に基づく。

【００１６】

　別の態様では、呼吸信号に関連付けられる呼吸データからチェーンストークス呼吸の存在を示す装置は、呼吸データを記憶するメモリと、メモリに結合されるプロセッサとを備

えることができる。プロセッサは、（ａ）呼吸データを検討評価して、無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象を検出し、（ｂ）無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象直後の呼吸データ内の特徴を評価して、例えば患者の呼吸ドライブの立ち上がり及び／又は立ち下がり等の、流量データのピークの変化を表す形状特徴を推定し、（ｃ）推定された形状特徴に基づいてチェーンストークス呼吸の事例を検出するように構成される。

【００１７】

幾つかの実施形態では、プロセッサは、ピーク吸気流量データ及び吸気１回換気量を計算するように構成することができ、流量データの特徴を評価することは、ピーク吸気流量データと吸気１回換気量との積を計算し、この積を形態ベクトルに蓄積することを含む。プロセッサは、形態ベクトルと近似関数との間の平均二乗誤差を計算することによって、流量データの特徴を評価するように構成することができる。プロセッサは、形態ベクトルを０～１の確率空間に変換することによって形態ベクトルを正規化するように構成することができる。

【００１８】

別の態様では、呼吸信号からチェーンストークス呼吸の存在を示すプロセッサの方法は、呼吸信号を表す呼吸データにアクセスすることと、呼吸データを検討評価して、無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象を検出することと、事象に基づいてサイクル長ヒストグラムを求めることと、無呼吸事象又は呼吸低下事象直後の呼吸流量データの特徴を評価して、例えば患者の呼吸ドライブの立ち上がり及び／又は立ち下がり等の、流量データのピークの変化を表す形状特徴を推定することと、サイクル長ヒストグラム及び推定された形状特徴に基づいて、チェーンストークス呼吸の事例を検出することとを含む。

【００１９】

幾つかの実施形態では、本方法は、サイクル長ヒストグラム及び形状特徴を０～１の確率空間に変換することによって、サイクル長ヒストグラム及び形状特徴を正規化することを更に含むことができる。データを検討評価して、無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象を検出することは、少なくとも１つの無呼吸期間の持続時間及び少なくとも１つのサイクル長を計算することを含むことができ、少なくとも１つの無呼吸期間の持続時間及び少なくとも１つのサイクル長に基づいてデューティサイクルを計算することを更に含む。チェーンストークス呼吸の事例を検出することは、選択された１組のサイクル長に及ぶ（サイクル長ヒストグラムの）ビンの組み合わせにわたってパワーを計算することを含むことができる。チェーンストークス呼吸の事例を検出することは、形状特徴、サイクル長及びパワーを用いてチェーンストークス呼吸の確率を求めることを含むことができる。本方法は、複数の選択された期間にわたって、重み付けされたチェーンストークス呼吸確率を結合することによって、全睡眠期間にわたる全チェーンストークス呼吸確率を求めることを更に含むことができる。

【００２０】

別の態様では、呼吸信号からチェーンストークス呼吸の存在を示す装置は、呼吸信号に関連付けられる呼吸データを記憶するメモリと、メモリに結合されるプロセッサとを含むことができ、プロセッサは、（ａ）呼吸データを検討評価して、無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象を検出し、（ｂ）事象に基づいてサイクル長ヒストグラムを求め、（ｃ）無呼吸事象又は呼吸低下事象直後の呼吸データの特徴を評価して、例えば、患者の呼吸ドライブの立ち上がり及び／又は立ち下がり等の、呼吸データの変化を表す形状特徴を推定し、（ｄ）サイクル長ヒストグラム及び推定された形状特徴に基づいて、チェーンストークス呼吸の事例を検出するように構成される。

【００２１】

幾つかの実施形態では、プロセッサは、少なくとも１つの無呼吸期間の持続時間及び少なくとも１つのサイクル長を計算することによって、データを検討評価して、無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象を検出することができ、プロセッサは、少なくとも１つの無呼吸期間の持続時間及び少なくとも１つのサイクル長に基づいてデューティサイクルを計算するように更に構成される。プロセッサは、選択された１組のサイクル長に及ぶビンの組み

合わせにわたってパワーを計算し、形状特徴、サイクル長及びパワーを用いてチェーンストークス呼吸確率を求めることによって、チェーンストークス呼吸の事例を検出するように構成することができる。

【００２２】

別の態様では、呼吸信号からＣＳＲを検出する装置は、呼吸信号を表す呼吸データにアクセスする、少なくとも１つのプロセッサを有するコントローラを含むことができ、コントローラは、（ａ）呼吸データを検討評価して、無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象を検出し、（ｂ）事象に基づいてサイクル長ヒストグラムを求め、（ｃ）無呼吸事象又は呼吸低下事象直後の呼吸データを評価して、例えば、患者の呼吸ドライブの立ち上がり及び／又は立ち下がり等の、呼吸データの変化を表す形状特徴を推定し、（ｄ）サイクル長ヒストグラム及び形状特徴に基づいて、チェーンストークス呼吸の事例を検出するように更に構成される。

【００２３】

幾つかの実施形態では、形状特徴の計算は、呼吸流量ピークの値、又は１回換気量の値、又は換気の値、のうちの少なくとも１つに基づくことができる。換気データ及び１回換気量データは、呼吸流量データに基づいて計算できることに留意されたい。したがって、その処理構成では、換気データ及び／又は１回換気量データを直接受信する代わりに、コントローラが呼吸流量データを受信し、この呼吸流量データに基づいて、形状特徴を推定する際に用いられる換気データ及び１回換気量データを計算することができる。

【００２４】

本装置は流量センサを更に含むことができ、コントローラは、流量センサを用いて呼吸信号を求めるように更に構成される。本装置は、大気圧より高い圧力において患者のための呼吸可能ガスを生成するように構成される流れ発生器を更に備えることができ、コントローラは、検出された呼吸低下に基づく圧力療法に従って呼吸可能ガスを生成するよう流れ発生器を制御するように更に構成される。

【００２５】

本技術の他の特徴は、以下の詳細な説明、要約書及び特許請求の範囲に含まれる情報を考慮することによって明らかとなろう。

【００２６】

本技術は、限定としてではなく例として、添付図面の各図に示されており、そこでは、同様の参照符号は同様の要素を指している。

【図面の簡単な説明】

【００２７】

【図１】本技術の幾つかの実施形態の一例のＣＳＲ検出器の構造図である。

【図２】周期的な満ち欠けを含み、通常のＣＳＲ期間を特徴付ける呼吸流量波形を示す図である。

【図３】その構成要素及びそれらの構成要素の出力によって検出モジュールが提示される、図１のＣＳＲ検出器の拡張された構造図である。

【図４】幾つかの実施形態においてＣＳＲを検出するために検討評価することができる１つ又は複数の特徴を導出するためのプロセスの一例の流れ図である。

【図５Ａ】閉塞性無呼吸を含む呼吸流量波形の形態を示す図である。

【図５Ｂ】ＣＳＲを示す場合がある中枢性無呼吸を含む呼吸流量波形の形態を示す図である。

【図６】計算されたＣＳＲ確率の幾つかの例を示す図である。

【図７】ＣＳＲ期間の検出に関与する種々の特徴を含む、通常のＣＳＲ期間の睡眠ポリグラフ記録を示す図である。

【図８】本技術による、一例のＣＳＲ検出及び／又はトレーニング装置の概略図である。

【図９】オプションの流量センサ及び流れ発生器を備える本技術の一例のＣＳＲ検出装置を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００２８】
（詳細な説明）
　本技術の実施形態は、ＣＳＲ事象検出を用いるシステム、デバイス、分類器及び／又は方法を含むことができる。本明細書では、実施形態例を、添付図面、より詳細には図１～図７を参照して説明する。
【００２９】
　ＣＳＲは、換気の中枢神経系制御における不安定性が原因であると考えられる周期性呼吸の形態である。ＣＳＲ患者の呼吸パターンは、呼吸が無呼吸／低呼吸及び過呼吸の繰返しの症状の間で交互に起こる際に、「満ち欠け（漸増漸減）」する一回換気量によって特徴付けられる。圧縮したタイムスケールにおける鼻腔内流量信号の記録は、振幅変調（「ＡＭ」）波形に類似するパターンを示す。
【００３０】
　チェーンストークス呼吸（ＣＳＲ）は、鼻腔内流量記録又は気道流量記録等の肺機能を直接測定することを通して観測することができる。心臓と肺系統との間の結合に起因して、ＣＳＲは、オキシメトリ信号を通して、交互の飽和度低下（desaturation）期間及び飽和度上昇（resaturation）期間として特定することもできる。したがって、オキシメトリ信号は、チェーンストークス呼吸を解析するために利用可能な情報源を提供することができる。この手法の利点は、被検者の健康状態の決定要因である血中酸素飽和度を非侵襲的に測定するためにオキシメータ（酸素濃度計）を使用することを含むことができる。オキシメトリによって信号を得ることに関する更なる情報は、２０１０年４月１５日に出願の「Discrimination of Cheyne-Stokes Breathing Patterns By Use of Oximetry Signals」と題する国際特許出願ＰＣＴ／ＡＵ２０１０／０００４１６号において見いだすことができ、その出願は参照することによりその全体が本明細書の一部をなすものとする。オキシメトリ記録は、ＣＳＲ又は他の呼吸異常（例えば、閉塞性睡眠時無呼吸（ＯＳＡ））の発生の証拠を提供することができる。したがって、成功を収めるアルゴリズムは、異なる呼吸障害を判別することができるであろう。
【００３１】
　本技術は、例えば、流れ発生器内にあり、睡眠期間中に発生する無呼吸及び／又は呼吸低下を含む、患者の呼吸を表す信号を解析することによってＣＳＲを検出するプロセッサを実現する。ＣＳＲを伴う患者は、明らかに区別可能な無呼吸クラスタ及び／又は呼吸低下クラスタを有することになり、それらのクラスタは、無呼吸クラスタ及び／又は呼吸低下クラスタがＣＳＲとして特定できるか否かを判断できるようにする一定の特徴を有する。
【００３２】
　呼吸パターンにおける無呼吸クラスタ及び／又は呼吸低下クラスタを調べる際に関連する場合がある１つの特徴はサイクル長であり、サイクル長は、２つの隣接する無呼吸及び／又は呼吸低下を隔てる時間と見なすことができる。したがって、サイクル長は、１つの無呼吸及び／又は呼吸低下の開始から次の連続した無呼吸及び／又は呼吸低下の開始までの時間として測定することができる。代替的には、サイクル長は、１つの無呼吸及び／又は呼吸低下の終了から次の連続した無呼吸及び／又は呼吸低下の終了までの時間と定義することができる。通常、ＣＳＲを伴う患者の場合の無呼吸及び／又は呼吸低下のサイクル長は４０秒から９０秒までのばらつきがある。したがって、患者の呼吸パターンのサイクル長と、ＣＳＲに関連付けられる通常のサイクル長とを比較することによって、患者がＣＳＲを患っているか否かを結論付けることができる。２つの開始又は終了無呼吸及び／又は呼吸低下マーカ間の差は、サイクル長を計算するために取り得る１つの方法にすぎないことに留意することができる。サイクル長を計算するのに、他の等価な時点を用いることもでき、すなわち、ｎを任意の実数とすることができるときに、２つの隣接する無呼吸のｎ秒後間の時間（the time between the n-th seconds）を用いることができる。より明白な例は、ｎが整数である、例えば、１０等の１～３０の整数である場合である。代替的には、サイクル長は、２つの過呼吸間（２つの連続した無呼吸事象及び／又は呼吸低下事

象間の呼吸期間）の呼吸流量信号のピーク間の時間として計算することができる。

【００３３】

ＣＳＲ期間の別の特徴は、両側に小さな呼吸が位置する大きな呼吸を含む、呼吸低下期間である。この特徴及び他の形態に関連する特徴（形状特徴とも呼ばれる）が、図５Ａ及び図５Ｂを参照しながら、後に更に詳細に論じられる。そのような形態パターンを抽出し、解析することによって、１つ又は複数の形状特徴を分類して、ＣＳＲを検出することができる。

【００３４】

その解析を開始するために、ロギングデバイスを用いて、流量センサからの鼻腔内流量信号、パルスオキシメータからのオキシメトリ信号等の呼吸を表す信号を最初に患者から記録することができる。記録された信号は、未加工の、又は収集された呼吸流量信号と呼ばれる場合がある。幾つかの実施形態では、その信号は呼吸フレーマによって異なる呼吸にフレーム化することができる。その後、フレーム化された信号は、１組の検出器まで進むことができる。

【００３５】

検出器

図１は、幾つかの検出構成要素及び計算構成要素を有するＣＳＲ検出器１００を示しており、それらの構成要素と一例のチェーンストークス検出モジュールとの関係も示される。複数の構成要素は、流れ発生器を備える呼吸処理装置等のデバイス若しくは装置内又は別のコンピューティングデバイス若しくは検出デバイス内の１つ又は複数のプロセッサによって実現することができる。それらの構成要素は、患者呼吸信号を表すデータにアクセスし、そのデータを検討評価し、呼吸関連事象の存在を判断することができる。

【００３６】

複数の検出構成要素は無呼吸検出器１０２を含むことができる。無呼吸検出器１０２は、呼吸流量信号にアクセスし、検討評価して、無呼吸事象を検出する。例えば、無呼吸期間が現れる場合には、その検出器は、無呼吸が終了するときにフラグを生成することができる。無呼吸検出器１０２は無呼吸の持続時間を計算することができる。したがって、無呼吸検出器１０２は、無呼吸クラスタの存在及び持続時間に関するデータを他のモジュール又はプロセスに与えるように構成される。無呼吸を検出する方法は、米国特許第６，１３８，６７５号において記述される方法等の、当該技術分野において既知の方法とすることができる。

【００３７】

検出器構成要素は呼吸低下検出器１０４も含むことができる。呼吸低下検出器１０４は、呼吸信号を評価し、呼吸低下の事例を検出することができる。例えば、呼吸低下期間が検出される場合には、その検出器は、呼吸低下が終了するときにフラグを生成することができる。呼吸低下検出器１０４は、検出された呼吸低下の持続時間を計算することもできる。呼吸低下検出器１０４は、呼吸低下クラスタの存在及びその持続時間に関するデータを与えるために、他のモジュール又はプロセスと通信することができる。呼吸低下検出のために、当該技術分野において既知の方法を実施することができる。例えば、その方法は、２０１０年5月１７日に出願の米国特許出願第１２／７８１，０７０号において記述されており、その開示は参照することにより本明細書の一部をなすものとする。

【００３８】

呼吸の吸気部分を調べ、吸気流量に関連付けられる場合がある種々の呼吸特徴を計算する吸気流量計算器１０６も含まれる場合がある。吸気流量に関連付けられる特徴の例は、限定はしないが、吸気時間、１回換気量及びピーク流量を含むことができる。吸気流量計算器は、これらのありとあらゆる特徴を計算することができる。本明細書において説明される例示的な方法では、吸気流量計算器によって、１回換気量及びピーク流量が求められる。これらの特徴は、更なる処理及び／又は分類のために次のモジュール又はプロセスに入力することができる。呼吸信号の呼気部分に基づいて、同様の処理及び分類を実行することもできる。オプションでは、呼吸流量データを積分することによって換気信号を計算

することができる。この信号も、その後、次のモジュールにおける入力として用いることができる。

【００３９】

チェーンストークス検出モジュール例

　検出器１０２、１０４及び計算器１０６からのデータ出力は、チェーンストークス検出モジュール１０８に渡され、チェーンストークス検出モジュールは、無呼吸クラスタ及び呼吸低下クラスタを解析することによってチェーンストークス呼吸の期間を分類する。具体的には、チェーンストークス検出モジュールは、収集されたデータセットに基づいて１つ又は複数の未加工の特徴を計算し、その特徴を分類し、その後、ＣＳＲ検出を示す出力を生成することができる。例示を容易にするために、通常のＣＳＲ期間を示す図２を参照しながら、未加工の特徴が説明される。

【００４０】

　論じられたように、無呼吸検出器１０２、呼吸低下検出器１０４及び吸気流量計算器１０６は、それぞれの持続時間等の無呼吸及び呼吸低下の存在に関するデータ、及び吸気流量特徴に関するデータを与える。これらのパラメータから、チェーンストークス検出モジュールは、３つの未加工の特徴を計算することができる：（１）無呼吸クラスタ及び／又は呼吸低下クラスタのためのサイクル長ヒストグラム、（２）形状特徴、及び（３）デューティサイクル。これら３つの未加工の特徴が順に論じられる。

【００４１】

　図２に示されるように、通常のＣＳＲ期間中に、呼吸の周期的な満ち欠けが存在する場合がある。すなわち、無呼吸２１０の長さが規則的に次々に発生し、呼吸ドライブがゆっくりと移り変わる呼吸期間によって分離される。これが、図２において大きな振幅を有する呼吸として示されており、その両側に過呼吸２０７中の小さな振幅を有する呼吸がある。サイクル長２２０は、２つの連続した無呼吸２１０又は２つの連続した過呼吸２０７のいずれかの開始時間（又は終了時間）間の経過時間と定義することができる。したがって、第１の有用な未加工の特徴はサイクル長であり、サイクル長は、無呼吸クラスタ及び呼吸低下クラスタ並びに持続時間に関するデータを用いて計算することができる。この情報は、サイクル長ヒストグラムを用いて更に処理され、ＣＳＲ被検者の場合の通常のサイクル長と比較される。

【００４２】

　無呼吸２１０後の呼吸ドライブの回復に関するデータも収集することができる。したがって、この回復を反映する第２の有用な未加工の特徴は、「形状特徴」である。具体的には、形状特徴は、呼吸ドライブの全体プロファイル２３０の少なくとも一部を取り込む。全体ドライブ２３０は、無呼吸又は呼吸低下後の呼吸ドライブの回復と、次の無呼吸又は呼吸低下につながる呼吸ドライブのその後の減少とによって特徴付けられる。形状特徴の一例がジャンプ特徴２３５であり、その特徴は呼吸ドライブの上昇部分においてピーク流量が「ジャンプ」して振幅が変化することを示す。ジャンプ特徴２３５は、図２において、複数の呼吸流量ピークを追跡し、過呼吸中の上昇呼吸ドライブを描く斜線で示される。そのプロファイルが求められる流量ピークは、隣接する場合も、隣接しない場合もある。したがって、無呼吸後に、例えば、ジャンプ特徴２３５の形をとる形状特徴を計算して、正常な呼吸への回復を評価することができる。代替的には、形状特徴は、呼吸プロファイル２３０の他の部分、又は全体に基づいて計算することができる。

【００４３】

　具体的には、ジャンプ特徴２３５は、呼吸ドライブが回復する態様を定量化しようと試みる。閉塞性無呼吸及び／又は呼吸低下後に、呼吸ドライブが極めて迅速に、しかも大きく回復することが予想される。中枢性無呼吸及び／又は呼吸低下後に、呼吸ドライブは、それよりも緩やかに回復するであろう。

【００４４】

　第３の有用な未加工の特徴はデューティサイクルである。無呼吸長２１０及びサイクル長２２０を用いて、デューティサイクルも計算することができる。デューティサイクルは

、無呼吸長２１０をサイクル長２２０で割った値と定義することができる。ＣＳＲ患者の場合、デューティサイクルは約１／３であると予想される。

【００４５】

したがって、未加工の特徴ごとに、チェーンストークス検出モジュール１０８は、特徴を計算し、その後、分類を実行して、被検者がＣＳＲを患っているか否かを判断することができる。チェーンストークス検出モジュールは、未加工の特徴を計算し、分類した後にレポートを出力することもできる。被検者がＣＳＲを患っているか否かを判断するために、２つ以上の特徴を分類することもできる。

【００４６】

未加工の特徴の分類は、種々の方法によって成し遂げることができる。以下の例では、具体的に論じられた方法を用いて未加工の特徴が分類されるが、未加工の特徴は種々の異なる方法を用いて分類することができる。

【００４７】

サイクル長ヒストグラム

サイクル長ヒストグラムの計算が最初に説明される。サイクル長ヒストグラムは、ＣＳＲ期間中のサイクル長の分布を特徴付けるために形成される。サイクル長ヒストグラムは、ＣＳＲ期間中の無呼吸クラスタ／呼吸低下クラスタのためのサイクル長データを蓄積し、その長さに基づいて、各サイクルを複数のビンのうちの１つに関連付け、データを複数のビンに実効的に分割し、潜在的なサイクル長の頻度を評価する。各ビンは中点及び幅によって特定することができる。ビンの中点は等間隔に配置することができるか、又はデータの密度に応じて変更することができる。一例では、ビン中点は１０秒のビン幅で５秒から１０５秒まで均等な間隔で配置される（例えば、５、１５、２５、３５、．．．、１０５において中点を有する離散したビンが形成される）。しかしながら、ビン中点及びビン幅は所望により変更できることは理解されよう。例えば、ビン幅は、３秒、５秒、１０秒又は１５秒に設定することができる。さらに、ヒストグラムは、データの密度に応じて幅が変化するビンを含むことができる。

【００４８】

ＣＳＲ期間の各クラスタからの各サイクル（例えば、タイムアウトしきい値に達する前に特定されたサイクル）が評価され、対応するビンに入れられる。そのシステムは、無呼吸又は呼吸低下が発生するときに、「暫定の」又は「可能性がある」ＣＳＲ期間を直ちに示し、そのような暫定ＣＳＲ期間が、サイクル長がタイムアウトしきい値に達するまで継続する。サイクル長タイマがタイムアウトしきい値に達するという事実は、２つの隣接する無呼吸及び／又は呼吸低下が、患者が正常な呼吸に回復したことを示すほど十分に離れたことを示す。そのような事象は、現在の暫定ＣＳＲ期間の終了を知らせる。患者が自発的に呼吸するたびにタイムアウトしきい値に対するカウントが始まるが、無呼吸期間が特定されるとき０に戻る。所定の期間中に無呼吸期間が現れない場合にのみ、このしきい値に達する。このタイムアウトしきい値の所定の期間は、所望により、任意の持続時間に設定することができる。例えば、タイムアウトしきい値は、所望により、３分、４分、５分又は６分に設定することができる。上記の例では、タイムアウトしきい値は３分に設定される。

【００４９】

図３は、ＣＳＲ確率の根底をなす計算に関連付けられる構成要素及び出力を示す流れ図である。その計算は無呼吸検出器からの無呼吸状態及び無呼吸持続時間と、呼吸低下検出器からの呼吸低下状態及び呼吸低下持続時間と、吸気流量計算器からの吸気ピーク流量とを利用する。

【００５０】

図４は、ｉｎ－ＣＳＲ期間中にＣＳＲ特徴を分類するプロセスを示す。各サイクル長を特徴付ける図示される循環プロセスは、ステップ４０１においてサイクル長カウンタをインクリメントすることによって開始する。その後、ステップ４０２において、サイクル長が所定のしきい値と比較され、この場合、所定のしきい値は上記で論じられたタイムアウ

トしきい値である。そのしきい値は一定値を有することができるか、又は実験的にトレーニングすることができる。サイクル長が所定のしきい値より大きい場合には、ＣＳＲ特徴（例えば、サイクル長ヒストグラム及び対応する形状特徴）が分類され、サイクル長カウンタ、サイクル長ヒストグラム及び形状特徴カウンタがリセットされ、ステップ４０６において、ｉｎ－ＣＳＲ期間フラグが偽に設定される。無呼吸又は呼吸低下が現れるたびに、サイクル長カウンタが再開される。

【００５１】

しかしながら、サイクル長が所定のしきい値未満である場合には、ステップ４０３において、無呼吸又は呼吸低下が発生したか否かを調べることによって、すなわち、無呼吸検出器１０２又は呼吸低下検出器１０４をそれぞれ用いることによって、プロセスが継続する。真である場合には、ステップ４０４において、システムが暫定ＣＳＲ期間に入ることを示す、ｉｎ－ＣＳＲ期間フラグが真に設定され、サイクル長ヒストグラムが更新され、サイクル長カウンタが０にリセットされ、次のサイクル長を開始できるようにする。無呼吸又は呼吸低下が発生していなかった場合には、そのサイクルはステップ４０１に戻り、サイクル長カウンタがインクリメントされる。このプロセスを繰り返すことによって、無呼吸クラスタ及び／又は呼吸低下クラスタからの種々の収集されたサイクル長がビンに適用される。

【００５２】

形状特徴計算

無呼吸クラスタ及び／又は呼吸低下クラスタから、同様に、形状特徴を計算することができる。上記のように、形状特徴は、無呼吸又は呼吸低下直後の流量波形の形態を示すために用いられる指標である。図５Ａ及び図５Ｂは、２つの異なるタイプの流量形態を示す。１つの未加工の特徴のみ（例えば、形状特徴のみ、又はサイクル長のみ）を用いて、ＣＳＲを分類し、検出できることは理解されよう。幾つかの実施形態では、２つ以上の未加工の特徴を評価することができ、これらの組み合わせを用いて、ＣＳＲの可能性の更に正確な指標を生成することができる。そのような場合に、特徴のうちの１つ又は複数に重み付け係数を適用することができる。

【００５３】

図５Ａは、閉塞性無呼吸／呼吸低下後の信号形態を示しており、図５Ｂは中枢性無呼吸／呼吸低下後の信号形態を示す。図５Ａ及び図５Ｂを比較することによって理解できるように、ピーク流量の形状の振幅変化（形状特徴）は、閉塞性事象後の過呼吸期間に比べるとき、中枢性事象後に緩やかである。これは、中枢性無呼吸後に、呼吸ドライブがゆっくり戻ってくることに関連する。ＣＳＲは単に高密度の中枢性無呼吸／呼吸低下を伴う期間であるので、通常のＯＳＡと比べるとき、ＣＳＲ事象中の流量形態には明らかな相違がある。

【００５４】

形状特徴を計算するのに幾つかの方法がある。そのような計算において、最大及び／又は最小呼気流量のピークを用いることができる。幾つかの実施形態では、無呼吸／呼吸低下間に、吸気流量計算器から得られる、ピーク吸気流量と吸気１回換気量との積が計算され、形態ベクトル（ＳｈａｐｅＦｅａｔＶｅｃ）に蓄積される。その後、形態ベクトルと基準ベクトル（近似関数から生成される）との間の関係を解析することによって、形状特徴を計算することができる。一例として、この関係の指標として、形態ベクトルと基準ベクトルとの間の平均二乗誤差（ＭＳＥ）を用いることができる。任意の適切な近似関数を用いることができ、１つの近似関数だけを用いることに限定されない。例えば、正弦関数及び余弦関数を用いて、平均二乗誤差を計算することができ、特徴分類器によって、２つの結果を併用することができる。さらに、形状特徴を計算する際に、過呼吸中の吸気ピーク流量及び吸気１回換気量を全て使用する必要はない。また、ピーク吸気流量及び吸気１回換気量の特徴のいずれかをＣＳＲ検出のために個別に用いることもできる。オプションでは、流量信号の他の特徴を実現して、形態学的「形状」（例えば、吸気時間）を特徴付けることができる。

【００５５】
　別の実施形態では、形態ベクトルは、無呼吸／呼吸低下事象間の換気値からなることができる（流量信号を積分することによって計算される）。その後、結果として生成された形態ベクトルと基準ベクトル（近似関数を用いることによって計算される）との間の関係を解析することによって、形状特徴を計算することができる。一例として、この関係の指標として、形態ベクトルと基準ベクトルとの間の平均二乗誤差（ＭＳＥ）を用いることができる。
【００５６】
　一例では、形状特徴は、以下のように、現在のＳｈａｐｅＦｅａｔＶｅｃ、ｐｆ（ｙ）に対して近似関数ｂ（ｘ）を用いることによって計算することができる。
【数１】

$$b(x) = \sin(\pi x), 0 \le x < 1$$

その後、ｂ（ｘ）及びｐｆ（ｙ）の平均二乗誤差（ＭＳＥ）を計算することによって形状特徴（Ｓｈａｐｅ　Ｆｅａｔｕｒｅ）が得られる。
【数２】

$$\text{Shape Feature} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(pf(y_i) - b(x_i))^2$$

ただし、Ｎはピーク流量ベクトルの大きさであり、ｐｆ（ｙ）はＳｈａｐｅＦｅａｔＶｅｃである。
【００５７】
ジャンプ特徴
　ジャンプ特徴２３５は、形状特徴の一例であり、閉塞性無呼吸／呼吸低下と中枢性無呼吸／呼吸低下とを区別するために用いることもできる。図５Ａ及び図５Ｂを比較することによって理解できるように、閉塞性事象後の同等の過呼吸期間と比べるとき、中枢性事象後のピーク流量のジャンプの振幅変化（ジャンプ特徴）は緩やかである。これは、中枢性無呼吸後に呼吸ドライブがゆっくり戻ってくることに関連する。ＣＳＲは単に高密度の中枢性無呼吸／呼吸低下を伴う期間であるので、通常のＯＳＡと比べるとき、ＣＳＲ事象中の流量形態には明らかな相違がある。
【００５８】
　ジャンプ特徴を計算するのに多数の方法がある。そのような計算において、最大及び／又は最小吸気／呼気流量のピークを用いることができる。代替的には、無呼吸／呼吸低下間に吸気流量計算器から得られた吸気／呼気１回換気量を用いることができる。代替的には、無呼吸間及び／又は呼吸低下間に計算された換気値を形態ベクトルに蓄積することができる。その後、上記のようにパターンを抽出することができる任意の数の技法によって、ジャンプ特徴を計算することができる。一例として、ジャンプ特徴は、以下のステップを実施することにより計算することができる。
　１．形態ベクトル内の第１のピーク　－　Ｐｍａｘを見つける
　２．ピークに対する所定の比に達する点を見つける。所定の比は、６０％～９５％、好ましくは７０％～９０％、一例では、８５％（ピークの８５％に達する点はP_{85}と呼ばれる場合もある）等の、ピークの或るパーセンテージとすることができる。
　３．形態ベクトル内のP_{85}と第１の点（P_0）との間の勾配を計算する。
　４．その勾配に対して任意の必要なスケーリングを適用し、そのスケーリング済み勾配をジャンプ特徴として設定する。
　上記の説明はジャンプ特徴を計算する１つのタイプの例にすぎないことに留意されたい。無呼吸後の呼吸ドライブの回復を定量化しようと試みる任意の他の方法を用いて、ジャンプ特徴を計算することができる。例えば、ジャンプ特徴は、図２に示されるように、呼

吸流量に基づいて計算できるだけでなく、換気データ又は１回換気量データに基づいて計算することもできる。そのような関数の積分される性質に起因して、それらのプロファイルは、呼吸ドライブプロファイル包絡線２３０と視覚的に比較することができる。この場合、上記の例と同様に、包絡線のピークと、ピークに対して所定の比に達する包絡線上の点との間に描かれる線の勾配を計算することによって、ジャンプ特徴を導出することができる。

【００５９】

デューティサイクル

上記で言及されたように、デューティサイクルは、無呼吸長とサイクル長との比とすることができる。通常のチェーンストークス患者の場合、このデューティサイクルは、約１／３であると予想される（例えば、６０秒サイクル長内の２０秒無呼吸）。必然的に患者によって違いがあることに起因して、その比もわずかに異なる場合がある。数学的には、デューティサイクル（Ｄｕｔｙ　Ｃｙｃｌｅ）は以下のように計算される。

【数３】

$$Duty\ Cycle = \frac{t_{apnea}}{t_{cycle}}$$

【００６０】

サイクル長ヒストグラム、形状特徴及びデューティサイクルの３つの未加工の特徴が計算されると、その後、特徴分類器を用いて、得られたパターンがＣＳＲに対応するか否か、及びＣＳＲ期間が経過したか否かを判断することができる。再び、未加工の特徴の個々の特徴、任意の組み合わせ、又は全てを分類し、使用して、ＣＳＲを検出できることに留意することができる。これは、未加工の特徴と、ＣＳＲを表す１組のしきい値（実験的に決定することができる）とを比較することによって果たすことができる。さらに、未加工の特徴を分類し、ＣＳＲを検出するために、異なる方法が用いられる場合があることは理解されよう。例えば、本明細書において論じられるように、未加工の特徴は、検出用の（０，１］確率空間に変換することができる。代替的には、アルゴリズムが、ベイズ分類システム、ニューラルネットワーク、クラスタリング法及び／又は未加工の特徴を評価する他の機械学習アルゴリズムを符号化することができる。

【００６１】

一例では、その分類プロセスは、得られた未加工の特徴を正規化することができる。これは、変換関数を使用し、未加工の特徴を、０～１の任意の値をとることができる確率空間に変換することによって成し遂げることができる。

【００６２】

形状特徴変換関数は以下のように表すことができる。

【数４】

$$f(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 0 \\ 0, & x > 1 \\ \left(\sin\left(-\left(x.\frac{\pi}{2}\right)\right) + 1\right), & 0 < x \leq 1 \end{cases}$$

ただし、ｘは未加工の形状特徴である。

【００６３】

さらに、サイクル長ヒストグラムピーク位置変換関数は以下のように表すことができる。

【数５】

$$NormHist=\begin{cases}0, & p<35, p\geq 90\\ 0.5, & 35\leq p<45\\ 1, & 45\leq p<90\end{cases}$$

ただし、ｐは、サイクル長ヒストグラムからの最も高いピークを有するビンの中点である。

【００６４】

サイクル長ヒストグラムから、対象領域内のパワーを計算することもできる。パワーは１つ又は複数の所定の領域において計算することができる。対象領域は、特定の１組のサイクル長に及ぶビンの組み合わせと定義することができる。上記で論じられたように、サイクル長ヒストグラムは、０秒～１１０秒に間隔を置いて配置される種々のビンを有する。ＣＳＲ期間中に、平均サイクル長は４０秒～９０秒であると予想される。したがって、一例では、対象領域は、４０秒～９０秒のサイクル長に及ぶビンと定義することができる。

【００６５】

ヒストグラムパワー変換関数は種々の方法において計算することができる。一例では、対象領域内のパワーは、最初にｐ、すなわち、最大カウントを有するビンの中点と、ｐＣｏｕｎｔ、すなわち、そのビン内のカウントとを計算することによって、サイクル長ヒストグラムから計算される。次に、そのプロセスは、ｐ２、すなわち、２番目に高いカウントを有するビンの中点と、ｐ２Ｃｏｕｎｔ、すなわち、そのビン内のカウントとを計算する。パワーＣ（ｐ）は、以下のように計算される。

【数６】

$$C(p)=\begin{cases}0, p<35\\ \sqrt{(pCount^2+p2Count^2)}, 35\leq p<90, p2\leq 35, p2\geq 90\\ pCount+p2Count,\ 35\leq p<90, 35<p2<90\end{cases}$$

【００６６】

ＣＳＲ確率の計算

その後、ＣＳＲ確率、ＣＳＲｐｒｏｂは、形状特徴Ｊ（ｘ）、ヒストグラムパワーＣ（ｐ）及びデューティサイクルの積として計算することができる。

【数７】

$$CSRprob=\begin{Bmatrix}A.J(x)+\ B.C(p), 0.2\leq DutyCycle\leq 0.7\\ \hline 0, Otherwise\end{Bmatrix}$$

【００６７】

上記の計算において、Ａ及びＢは、トレーニングすることができる定数である。これらの定数は、任意の実数に及ぶことができるが、０～１の値に設定される場合がある。例示するために、Ａの値は０．３に設定することができ、Ｂの値は０．７に設定することができる。

【００６８】

ＣＳＲ期間ごとに、ＣＳＲｐｒｏｂ＞０．５であり、かつＣＳＲ＿ＰＥＲＩＯＤ＿ＴＩＭＥＲがＭＩＮ＿ＣＳＲ＿ＰＥＲＩＯＤと呼ばれる所定の期間より長い場合には、ＣＳＲ＿ＦＬＡＧは真に設定される。この期間は、無呼吸及び呼吸低下を含む期間が所定の時間より長く継続する場合にのみ、その期間をＣＳＲ期間と見なす一般要件に関連付けられる。ＭＩＮ＿ＣＳＲ＿ＰＥＲＩＯＤは、検出されたＣＳＲ事象がＣＳＲと見なすのに短すぎ

ないのを確実にするために実験的に求められた任意の臨床的に受け入れられる数値を有するようにあらかじめ規定することができる。一例では、ＭＩＮ＿ＣＳＲ＿ＰＥＲＩＯＤは、９００秒とすることができる。

【００６９】

上記の式によれば、必要に応じて、これらの特徴のそれぞれの寄与のバランスをとるために、形態に関連する形状特徴及び時間に基づくヒストグラムを重み付けできるようになることは理解されよう。

【００７０】

評価ステップ４０６において、ＣＳＲｐｒｏｂ＞０．５であり、かつＭＩＮ＿ＣＳＲ＿ＰＥＲＩＯＤが経過していなかった場合には、ＣＳＲ＿ＦＬＡＧは偽に設定される。ＣＳＲｐｒｏｂ＜０．５である場合にも、ＣＳＲ＿ＦＬＡＧは偽に設定される。各期間のＣＳＲ持続時間は、その期間の最後においてＣＳＲ＿ＰＥＲＩＯＤ＿ＴＩＭＥＲの値から取り込まれる。

【００７１】

所与のＣＳＲ期間のためのＣＳＲｐｒｏｂを計算した後に、例えば、複数のＣＳＲ期間から、全睡眠時間にわたるＣＳＲ確率を計算することもできる。少なくとも幾つかの例では、全睡眠時間にわたる全ＣＳＲ確率は、例えば、ＣＳＲ＿ＦＬＡＧ＝真の期間を特定することにより、フラグを立てられたＣＳＲ期間ごとにＣＳＲ確率を処理することによって計算することができる。一例では、これは、単純な算術平均によって、フラグを立てられたＣＳＲ期間ごとのＣＳＲ確率を平均し、全睡眠時間中の全体的なＣＳＲ確率を得ることによって実行することができる。

【００７２】

別のＣＳＲ確率計算は、ＨｉｓｔＰｏｗｅｒ及び形状特徴Ｊ（ｘ）を使用することを伴うことができる。この場合、ＣＳＲｐｒｏｂ計算は以下のように実行される。

１．Ｊ（ｘ）及びＣ（ｐ）ごとに、Ｄ（ｘ，ｐ）を計算し、ステップ２に進む。

【数８】

$$\text{i.}\quad D(x,p) = 1 - \sqrt{((1-C(p))^2 * (1-J(x))^2)}$$

２．ｉ．１－Ｄ（ｘ，ｐ）≦０．３である場合には、ＣＳＲｐｒｏｂ＝Ｄ（ｘ，ｐ）を設定する。

ｉｉ．そうでない場合には、ステップ３に進む。

３．１－Ｄ（ｘ，ｐ）＞０．３の場合に、

ｉ．Ｃ（ｐ）が０．５以上の場合には、

【数９】

$$CSRprob = \left(C(p) + (D(x,p))\right) / (1 + (D(xp))$$

それ以外の場合には、

ｉｉ．ＣＳＲｐｒｏｂ＝０

【００７３】

図６は、中心点から延在する異なる半径上に位置する３つの点Ｐ１、Ｐ２及びＰ３によって視覚化された事例を示す。ただし、Ｃ（ｐ）＝１、Ｊ（ｘ）＝１及びＣＳＲｐｒｏｂ＝１である。

点Ｐ１

Ｃ（ｐ）＝０．８；Ｊ（ｘ）＝０．８；Ｄ１（ｘ，ｐ）＝０．９２

１－Ｄ（ｘ，ｐ）≦０．３であるので、ＣＳＲｐｒｏｂは単にＤ（ｘ，ｐ）＝０．９２と見なされる。

点Ｐ２

Ｃ（ｐ）＝０．６；Ｊ（ｘ）＝０．２；Ｄ２（ｘ，ｐ）＝０．１１
１－Ｄ（ｘ，ｐ）＞０．３であり、かつＣ（ｐ）≧０．５であるので、
【数１０】

$$CSRprob = {\left(C(p) + \left(D(x,p)\right)\right)} \Big/ {(1 + (D(xp))} = 0.56$$

点Ｐ３
Ｃ（ｐ）＝０．４；Ｊ（ｘ）＝０．８；Ｄ３（ｘ，ｐ）＝０．３７
１－Ｄ（ｘ，ｐ）＞０．３であり、かつＣ（ｐ）＜０．５であるので、ＣＳＲｐｒｏｂ＝０
【００７４】
別の例では、その分類プロセスは、変換関数を使用し、未加工の特徴を、それらの特徴が０～１のいずれかの値をとることができる確率空間に変換することによって、形状特徴（例えば、ジャンプ特徴）及びサイクル長ヒストグラム等の得られた未加工の特徴のいずれかを正規化することができる。この後、統計分析方法を適用して、特徴を分類し、そこからＣＳＲ確率を導出する。
【００７５】
一実施形態では、統計分析は、ノンパラメトリック分析を用いて、変換された特徴を分類することを含むことができる。より具体的には、ヒストグラムを形成し、処理して、特徴を分類することができる。ヒストグラムは、変換された特徴の統計データを分析するために用いることができる数多くの技法のうちの１つにすぎないことに留意されたい。一例として、以下のステップに従って、ＣＳＲ確率を導出することができる。
１．変換された特徴をビンに分配し、ヒストグラム（例えば、形状特徴又はジャンプ特徴）を形成する。
２．領域（０．５，１．０）内のヒストグラムのパワーを計算する。
３．全てのヒストグラムのパワーが、設定されたしきい値（例えば、０．５）より大きい場合には、ＣＳＲ確率（ＣＳＲｐｒｏｂ）がヒストグラムパワーの最大値と見なされる。
【００７６】
ＣＳＲｐｒｏｂ＞０．５であり、かつＣＳＲ＿ＰＥＲＩＯＤ＿ＴＩＭＥＲがＭＩＮ＿ＣＳＲ＿ＰＥＲＩＯＤより大きい場合には、ＣＳＲ＿ＦＬＡＧは真に設定される。ＣＳＲｐｒｏｂ＞０．５であり、かつＭＩＮ＿ＣＳＲ＿ＰＥＲＩＯＤが経過していなかった場合には、ＣＳＲ＿ＦＬＡＧを偽に設定する。ＣＳＲｐｒｏｂ＜０．５である場合には、ＣＳＲ＿ＦＬＡＧを偽に設定する。
【００７７】
上記のステップ１～３において、中心点付近にある範囲を示すために、０．３のしきい値が或る程度恣意的に選択されたことは図６から明らかであろう。しかしながら、他の値、例えば、０．１～０．６の範囲内に値を選択することができ、定義により＜１の値を選択することができる。
【００７８】
図７は、ＣＳＲ期間の検出に関与する幾つかの特徴を共通の時間軸上で示す、通常のＣＳＲ期間の睡眠ポリグラフ記録である。図示されるＣＳＲ期間は２時間にわたって延在する。睡眠ポリグラフ記録のパネル７５０は、患者の呼吸流量を表す信号を表示する。パネル７１０は、呼吸低下の発生を示す呼吸低下フラグ信号を含み、一方、パネル７２０は、無呼吸の発生を示す無呼吸フラグ信号を示す。パネル７４０は、図４を参照しながら論じられたＣＳＲ　ＣＹＣＬＥ＿ＬＥＮＧＴＨ＿ＴＩＭＥＲを表す信号を表示し、その信号は、無呼吸又は呼吸低下が発生するときに０から再開される。パネル７６０は、システムがｉｎ－ＣＳＲ期間にあることを示すＣＳＲ＿ＰＥＲＩＯＤ＿ＴＩＭＥＲを表す信号を表示し、一方、パネル７３０は、ＣＳＲが陽性であることが検出されたという通知を与えるＣ

ＳＲ＿ＦＬＡＧ信号を含む。
【００７９】
　ＣＳＲ＿ＰＥＲＩＯＤ＿ｔｉｍｅｒは、無呼吸又は呼吸低下が発生するときにカウント動作を開始し、ＣＹＣＬＥ＿ＬＥＮＧＴＨ＿ＴＩＭＥＲがＣＳＲタイムアウトしきい値に達するまでカウント動作を保持する（パネル７６０に表示される値がクリップされる場合であっても、その値は累積し続ける）。この段階では、ＣＳＲフラグは、計算された期間のためのＣＳＲＰｒｏｂが０．５より大きく、かつＣＳＲ＿ＰＥＲＩＯＤ＿ＴＩＭＥＲがＭＩＮ＿ＣＳＲ＿ＰＥＲＩＯＤより大きい場合に真に設定される。図６に示されるシナリオの場合、ＣＳＲＰｒｏｂ＝０．７６であり、かつＣＳＲ＿ＰＥＲＩＯＤ＿ＴＩＭＥＲの値はＭＩＮ＿ＣＳＲ＿ＰＥＲＩＯＤより大きいので、ＣＳＲ＿ＦＬＡＧが設定され、有効なＣＳＲ期間の検出を示す。
【００８０】
　図７において、点Ａと点Ｂとの間に暫定ｉｎ－ＣＳＲ期間が延在する。２つの無呼吸事象間、この場合には呼吸低下Ｈ１とＨ２との間の時間が、ＣＳＲ　ＣＹＣＬＥ＿ＬＥＮＧＴＨ＿ＴＩＭＥＲが点線ｔによって示されるＭＩＮ＿ＣＳＲ＿ＰＥＲＩＯＤ時間しきい値に達することができるのに十分であるときに、開始点Ａがトリガされる。パネル７１０及び７２０内の無呼吸及び呼吸低下の密度は、パネル７４０内のＣＳＲ　ＣＹＣＬＥ＿ＬＥＮＧＴＨ＿ＴＩＭＥＲが再始動し続け、点ＢにおいてのみＭＩＮ＿ＣＳＲ＿ＰＥＲＩＯＤに達するほどの密度であり、点Ｂは呼吸低下Ｈ３とＨ４との間の同様に大きな距離によって与えられる。この時点において、ＣＳＲ特徴が分類される。ＣＳＲＰｒｏｂの評価は０．７６を返し、ＣＳＲ＿ＰＥＲＩＯＤ＿ＴＩＭＥＲが約２時間にわたってカウントされており、ＭＩＮ＿ＣＳＲ＿ＰＥＲＩＯＤを十分に上回るので、ＣＳＲ＿ＦＬＡＧが、「Ｆ」によって示されるように設定される。
【００８１】
　他の処理方法は、期間ごとに、ＣＳＲ確率、すなわち、ＣＳＲｐｒｏｂに対して重み付け係数を導入することを含むことができる。そのような重み付け係数は、例えば、それぞれのＣＳＲ期間の持続時間、又は平均デューティサイクルによって決まる場合がある。通常のＣＳＲ期間の予想持続時間及び予想デューティサイクルがわかるとき、持続時間及び／又はデューティサイクルが予想値に近い場合には、１つ又は複数の期間に対するＣＳＲｐｒｏｂを重み付けして、ＣＳＲの高い可能性を反映させることができる。
【００８２】
　最後に、フラグを立てられた全てのＣＳＲ期間の総合持続時間と全睡眠時間との間の比として、ＣＳＲ持続時間比を計算することができる。全ＣＳＲ確率及びＣＳＲ持続時間比は、検出されたＣＳＲの量及び臨床的有意性を示すことができる。その後、総合持続時間、夜間のＣＳＲフラグ数、各ＣＳＲ期間の持続時間、及びこれらの期間のそれぞれに関連付けられる計算されたＣＳＲ確率を用いて、データをＬＣＤ又は他の出力デバイスに出力する等によって、ＣＳＲの確率及び重症度を示すことができる。
【００８３】
　したがって、本技術の実施形態は、本明細書において更に詳細に説明される分類器、しきい値、関数及び／又はアルゴリズム等の特定のＣＳＲ検出及び／又はトレーニング方法を実施する、１つ又は複数のプロセッサを有するデバイス又は装置を含むことができる。したがって、そのデバイス又は装置は、集積チップ、メモリ、及び／又は他の制御命令、データ又は情報記憶媒体を含むことができる。例えば、そのような検出及び／又はトレーニング方法を含むプログラミングされた命令を、流れ発生器等のデバイス又は装置のメモリ内の集積チップにコーディングすることができる。そのような命令は、更に、又は代替的に、適切なデータ記憶媒体を用いてソフトウェア又はファームウェアとしてロードすることができる。ＣＳＲを検出するために、そのようなプロセッサを有するコントローラを備える、流量を生成するための呼吸治療デバイスを用いることもできる。そのプロセッサは、本明細書において更に詳細に論じられる実施形態において説明されるようなＣＳＲ発生又は確率の検討評価を制御することができる。幾つかの実施形態では、プロセッサ制御

命令は、汎用コンピュータによって使用するためのソフトウェアとしてコンピュータ可読記録媒体内に含まれる場合があり、そのソフトウェアを汎用コンピュータにロードすると、汎用コンピュータが、本明細書において論じられた方法のいずれかによる特定用途コンピュータとしての役割を果たすことができるようになる。

【００８４】

本技術によるＣＳＲ検出デバイス（又は装置、若しくは同等の汎用コンピュータ）の一例のアーキテクチャの概略図が図８に示される。図では、ＣＳＲ検出デバイス８０１は、１つ又は複数のプロセッサ８０８を有することができる。デバイスは、本明細書に記載したＣＳＲ検出レポート、結果又はグラフをモニター又はＬＣＤパネル（図示せず）等に出力するディスプレイインターフェース８１０を有することもできる。本明細書に記載した方法を起動するように、例えばキーボード、マウス等のためのユーザ制御／入力インターフェース８１２を設けることができる。デバイスはまた、プログラミング命令、酸素測定データ、流量データ等のデータ、呼吸信号データを受け取るセンサ又はデータインターフェース８１４を含むこともできる。デバイスはまた、通常、メモリ／データ記憶コンポーネントも有することができる。これらは、本明細書においてより詳細に説明されるように、８２２において信号処理（例えば、再処理方法、フィルター）に対するプロセッサ制御命令を含むことができる。それらはまた、８２４において分類器トレーニング方法に対するプロセッサ制御命令も含むことができる。それらはまた、本明細書において論じられるように、８２６において、呼吸データに基づくＣＳＲ検出方法（例えば、特徴抽出方法、分類方法等）に対するプロセッサ制御命令も含むことができる。最後に、それらはまた、検出されたＣＳＲ事象／確率、閾値／判別関数、サイクル長ヒストグラム特徴、事象特徴、流量データ、ＣＳＲレポート、平均再飽和持続時間、再飽和期間等、これらの方法に対する格納されたデータ８２８を含むこともできる。

【００８５】

図９に示されるように、本技術の実施形態は、本明細書において更に詳細に説明されるアルゴリズム等の特定のＣＳＲ検出方法を実施する、１つ又は複数のプロセッサを有することができるコントローラ９０４を有するＣＳＲ検出デバイス又は装置を含むことができる。したがって、そのデバイス又は装置は、集積チップ、メモリ、及び／又は他の制御命令、データ又は情報記憶媒体を含むことができる。例えば、特定用途向け集積チップ（ＡＳＩＣ）を形成するために、そのような検出方法を含むプログラミングされた命令をデバイス又は装置のメモリ内の集積チップにコーディングすることができる。

【００８６】

そのような命令は、更には又は代替的には、適切なデータ記憶媒体を用いてソフトウェア又はファームウェアとしてロードすることができる。流量信号からのデータを処理するために、そのようなコントローラ又はプロセッサを備えるデバイスを用いることができる。したがって、そのプロセッサは、以前の睡眠セッションから測定され、記録された呼吸流量データに基づいて、本明細書において更に詳細に論じられた実施形態において説明されるようなＣＳＲ発生又は重症度の評価を制御することができる。代替的には、その検出は睡眠セッション中に呼吸流量信号を測定するのと同時に実行することができる。したがって、幾つかの実施形態では、デバイス又は装置自体が、オプションで、実施される方法とともに用いるための呼吸流量信号を測定する流量センサ９０６を実装される場合がある。例えば、呼吸流量計及び差圧変換器、又は一束の管若しくはダクトを利用して流量信号を導出するデバイス等の類似のデバイスを用いて、鼻カニューレ９０８又はマスクまでの流量、又はそこを通り抜ける流量を測定することができる。オプションで、２００５年１１月２日に出願の国際特許出願ＰＣＴ／ＡＵ２００５／００１６８８号において記述されるようなモータ電流センサ等の他のセンサから流量信号を推測することができ、その開示全体が参照することにより本明細書の一部をなすものとする。

【００８７】

更なる例として、そのＣＳＲ検出デバイスは、呼吸治療装置として、検出されたＣＳＲに応答する制御方法を実施することができる。例えば、図９に示されるように、検出デバ

イスはオプションで、そのような制御に適したセンサ（例えば、圧力センサ）を備えるサーボ制御式送風機等の流れ発生器を実装される場合がある。ＣＰＡＰ治療に関連付けられる治療圧レベル等の呼吸治療又は圧力療法をデバイスのコントローラによって送達することができる。そのような治療圧レベルは、本明細書において説明されるようなＣＳＲ条件の検出に応答して自動的に調整することができる。例えば、ＣＳＲの検出時に、圧力レベルを規定量だけ高めることができるか、又は別の方法で変更することができる。オプションで、圧力レベルは、検出されたＣＳＲ重症度の関数として比例的に高めることができる。

【００８８】

本技術が方法（例えば、順次プロセス又はアルゴリズム）に関して説明されてきたが、そのプロセス又はアルゴリズムは、非線形、非順次又は非段階的プロセスを用いて実行することもできるし、プロセスの順序を変更することもできることを理解することができる。上記の技術はプロセス全体に関連するが、その技術の態様は、そのプロセスの一部のみに関連する場合もある。

【００８９】

実際的かつ好ましい実施例であると現時点で考慮されることに関連して本技術について説明したが、本技術は、開示した実施形態には限定されるべきではなく、逆に、本技術の趣旨及び範囲内に含まれるさまざまな変更及び等価構成を包含するように意図されていることを理解されたい。

なお、出願当初の特許請求の範囲は以下の通りである。

（請求項１）

呼吸信号からチェーンストークス呼吸の存在を検出するプロセッサの方法であって、該方法は、

前記呼吸信号を表すデータにアクセスするステップと、

前記アクセスされたデータを検討評価して、無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象を検出するステップと、

前記事象に基づいてサイクル長ヒストグラムを生成するステップと、

前記サイクル長ヒストグラムに基づいて、チェーンストークス呼吸の事例を検出するステップと、

を含む、方法。

（請求項２）

前記サイクル長ヒストグラムは複数のビンを含み、該複数のビンはそれぞれ中点及びビン幅を有する、請求項１に記載の方法。

（請求項３）

前記複数のビンは均等な間隔で配置される、請求項２に記載の方法。

（請求項４）

前記アクセスされたデータを検討評価して、無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象を検出するステップは、各事象の持続時間を求めるステップを含む、請求項１乃至３のいずれか一項に記載の方法。

（請求項５）

前記チェーンストークス呼吸の事例を検出するステップは、選択された１組のサイクル長に及ぶビンの組み合わせにわたって電力を計算するステップを含む、請求項２乃至４のいずれか一項に記載の方法。

（請求項６）

無呼吸事象又は呼吸低下事象直後の呼吸データを評価して、前記呼吸データの変化を表す形状特徴を推定するステップを更に含み、前記チェーンストークス呼吸の事例を検出するステップは、前記生成されたサイクル長ヒストグラム及び前記推定された形状特徴に基づく、請求項１乃至５のいずれか一項に記載の方法。

（請求項７）

前記形状特徴は、患者の呼吸ドライブの立ち上がり及び立ち下がりのうちの少なくとも

一方を表す、請求項６に記載の方法。

（請求項８）

前記形状特徴はジャンプ特徴である、請求項６に記載の方法。

（請求項９）

前記ジャンプ特徴は、前記呼吸データの第１のピークを選択し、該第１のピークの所定の比にある第２のピークを選択し、前記第１のピークと前記第２のピークとの間の勾配を計算することによって計算される、請求項８に記載の方法。

（請求項１０）

前記第１のピークと前記第２のピークとの間の前記勾配をスケーリングするステップを更に含む、請求項９に記載の方法。

（請求項１１）

前記形状特徴は、前記呼吸データに近似関数を当てはめることによって推定される、請求項７又は８に記載の方法。

（請求項１２）

前記呼吸データは呼吸流量ピークの値又は１回換気量の値を含む、請求項６に記載の方法。

（請求項１３）

呼吸信号からチェーンストークス呼吸の存在を検出する装置であって、

前記呼吸信号に関連付けられる呼吸データを記憶するメモリと、

前記メモリに結合されるプロセッサであって、該プロセッサは、（ａ）前記呼吸データを検討評価して、無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象を検出し、（ｂ）前記事象に基づいてサイクル長ヒストグラムを生成し、（ｃ）前記サイクル長ヒストグラムに基づいてチェーンストークス呼吸の事例を検出するように構成される、プロセッサと、

を備える、装置。

（請求項１４）

前記プロセッサは、無呼吸事象又は呼吸低下事象直後の呼吸信号を評価して、前記呼吸データの変化を表す形状特徴を推定し、前記サイクル長ヒストグラム及び前記形状特徴に基づいてチェーンストークス呼吸の事例を検出するように更に構成される、請求項１３に記載の装置。

（請求項１５）

前記形状特徴は患者の呼吸ドライブの立ち上がり及び立ち下がりのうちの少なくとも一方を表す、請求項１４に記載の装置。

（請求項１６）

前記プロセッサは、前記呼吸信号の呼吸流量ピークの値、換気の値、又は１回換気量の値、の少なくとも１つを評価するように構成される、請求項１４に記載の装置。

（請求項１７）

呼吸信号からチェーンストークス呼吸の存在を検出するプロセッサの方法であって、

前記呼吸信号を表す呼吸データにアクセスするステップと、

前記アクセスされた呼吸データを検討評価して、無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象を検出するステップと、

前記無呼吸事象又は前記呼吸低下事象直後の呼吸データを評価して、前記呼吸データの変化を表す形状特徴を推定するステップと、

前記形状特徴に基づいてチェーンストークス呼吸の事例を検出するステップと、

を含む、方法。

（請求項１８）

前記呼吸データを評価することは、２つの隣接する無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象間の時間の少なくとも一部の間に吸気１回換気量を計算することを含む、請求項１７に記載の方法。

（請求項１９）

前記呼吸データを評価することは、ピーク吸気流量データと吸気１回換気量との積を計

算することと、前記積を形態ベクトルに蓄積することとを含む、請求項１７又は１８に記載の方法。
（請求項２０）
呼吸データを評価することは、前記形態ベクトルと近似関数との間の平均二乗誤差を計算することを更に含む、請求項１９に記載の方法。
（請求項２１）
呼吸データを評価することは、無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象間の前記流量データを積分することと、前記流量データを形態ベクトルに蓄積することとを含む、請求項１９に記載の方法。
（請求項２２）
呼吸データを評価することは、前記形態ベクトルと近似関数との間の平均二乗誤差を計算することを更に含む、請求項２１に記載の方法。
（請求項２３）
前記事象に基づいてサイクル長ヒストグラムを求めるステップを更に含み、前記チェーンストークス呼吸の事例を検出するステップは、前記サイクル長ヒストグラム及び前記形状特徴に基づく、請求項１７乃至２０のいずれか一項に記載の方法。
（請求項２４）
前記形状特徴は、患者の呼吸ドライブの立ち上がり及び立ち下がりのうちの少なくとも一方を表す、請求項１７に記載の方法。
（請求項２５）
呼吸信号からチェーンストークス呼吸の存在を検出する装置であって、
前記呼吸信号に関連付けられる呼吸データを記憶するメモリと、
前記メモリに結合されるプロセッサであって、該プロセッサは、（ａ）前記呼吸信号に関連付けられる前記呼吸データを検討評価して、無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象を検出し、（ｂ）前記無呼吸事象又は前記呼吸低下事象直後のデータ内のピークを評価して、前記呼吸データの変化を表す形状特徴を推定し、（ｃ）前記形状特徴に基づいてチェーンストークス呼吸の事例を検出するように構成される、プロセッサと、
を備える、装置。
（請求項２６）
前記呼吸信号に関連付けられる前記データは流量データ及び１回換気量データを含み、前記プロセッサは、
ピーク吸気流量データ及び吸気１回換気量を計算し、
前記ピーク吸気流量データと吸気１回換気量との積を計算し、該積を形態ベクトルに蓄積するように構成される、請求項２５に記載の装置。
（請求項２７）
前記プロセッサは、前記形態ベクトルと近似関数との間の平均二乗誤差を計算することによって、前記流量データ内のピークを評価するように構成される、請求項２５又は２６に記載の装置。
（請求項２８）
前記プロセッサは、前記形態ベクトルを０～１の確率空間に変換することによって前記形態ベクトルを正規化するように構成される、請求項２６に記載の装置。
（請求項２９）
前記形状特徴は、患者の呼吸ドライブの立ち上がり及び立ち下がりのうちの少なくとも一方を表す、請求項２５に記載の装置。
（請求項３０）
呼吸信号からチェーンストークス呼吸の存在を検出するプロセッサの方法であって、該方法は、
前記呼吸信号を表す呼吸流量データにアクセスするステップと、
前記アクセスされた呼吸流量データを検討評価して、無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象を検出するステップと、

前記事象に基づいてサイクル長ヒストグラムを求めるステップと、
前記無呼吸事象又は前記呼吸低下事象直後の前記流量データ内のピークを評価して、前記流量データの前記ピークの変化を表す形状特徴を推定するステップと、
前記サイクル長ヒストグラム及び前記形状特徴に基づいて、チェーンストークス呼吸の事例を検出するステップと、
を含む、方法。
（請求項３１）
前記サイクル長ヒストグラム及び前記形状特徴を０～１の確率空間に変換することによって、前記サイクル長ヒストグラム及び前記形状特徴を正規化するステップを更に含む、請求項３０に記載の方法。
（請求項３２）
前記アクセスされたデータを検討評価して、無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象を検出するステップは、少なくとも１つの無呼吸期間の持続時間及び少なくとも１つのサイクル長を計算するステップを含み、前記少なくとも１つの無呼吸期間の持続時間及び前記少なくとも１つのサイクル長に基づいてデューティサイクルを計算するステップを更に含む、請求項３０又は３１に記載の方法。
（請求項３３）
前記チェーンストークス呼吸の事例を検出するステップは、選択された１組のサイクル長に及ぶビンの組み合わせにわたって電力を計算するステップを含む、請求項３０乃至３２のいずれか一項に記載の方法。
（請求項３４）
前記チェーンストークス呼吸の事例を検出するステップは、前記形状特徴、前記サイクル長、及び前記電力を用いてチェーンストークス呼吸の確率を求めるステップを含む、請求項３３に記載の方法。
（請求項３５）
複数の選択された期間にわたって、重み付けされたチェーンストークス呼吸確率を結合することによって、全睡眠期間にわたる全チェーンストークス呼吸確率を求めるステップを更に含む、請求項３４に記載の方法。
（請求項３６）
前記形状特徴は患者の呼吸ドライブの立ち上がり及び立ち下がりのうちの少なくとも一方を表す、請求項３０に記載の方法。
（請求項３７）
呼吸信号からチェーンストークス呼吸の存在を検出する装置であって、
前記呼吸信号に関連付けられる呼吸データを記憶するメモリと、
前記メモリに結合されるプロセッサであって、該プロセッサは、（ａ）前記呼吸データを検討評価して、無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象を検出し、（ｂ）前記事象に基づいてサイクル長ヒストグラムを求め、（ｃ）前記無呼吸事象又は前記呼吸低下事象直後の前記呼吸データの変化を評価して、形状特徴を推定し、（ｄ）前記サイクル長ヒストグラム及び前記形状特徴に基づいてチェーンストークス呼吸の事例を検出するように構成される、プロセッサと、
を備える、装置。
（請求項３８）
前記プロセッサは、少なくとも１つの無呼吸期間の持続時間及び少なくとも１つのサイクル長を計算することによって、前記データを検討評価して無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象を検出し、前記プロセッサは、前記少なくとも１つの無呼吸期間の持続時間及び前記少なくとも１つのサイクル長に基づいてデューティサイクルを計算するように更に構成される、請求項３７に記載の装置。
（請求項３９）
前記プロセッサは、選択された１組のサイクル長に及ぶビンの組み合わせにわたって電力を計算し、前記形状特徴、前記サイクル長及び前記電力を用いてチェーンストークス呼

吸確率を求めることによって、チェーンストークス呼吸の事例を検出するように構成される、請求項３８に記載の装置。

（請求項４０）

前記形状特徴は患者の呼吸ドライブの立ち上がり及び立ち下がりのうちの少なくとも一方を表す、請求項３７に記載の装置。

（請求項４１）

呼吸信号からチェーンストークス呼吸（ＣＳＲ）を検出する装置であって、該装置は、

前記呼吸信号を表す呼吸データにアクセスする少なくとも１つのプロセッサを有するコントローラを備え、

該コントローラは、（ａ）前記呼吸データを検討評価して、無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象を検出し、（ｂ）前記事象に基づいてサイクル長ヒストグラムを求め、（ｃ）前記無呼吸事象又は前記呼吸低下事象直後の呼吸データを評価して、形状特徴を計算し、（ｄ）前記サイクル長ヒストグラム及び前記形状特徴に基づいてチェーンストークス呼吸の事例を検出するように更に構成される、装置。

（請求項４２）

前記呼吸データは、呼吸流量データ、換気データ、又は１回換気量データを含み、前記形状特徴の計算は、前記呼吸流量データ、前記換気データ、及び前記１回換気量データ、のうちの少なくとも１つの値に基づく、請求項４１に記載の装置。

（請求項４３）

流量センサを更に備え、前記コントローラは、前記流量センサを用いて前記呼吸信号を求めるように更に構成される、請求項４１又は４２に記載の装置。

（請求項４４）

大気圧より高い圧力において患者用の呼吸可能ガスを生成するように構成される流れ発生器を更に備え、

前記コントローラは、前記検出された無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象に基づいて、圧力療法に従って前記呼吸可能ガスを生成するよう前記流れ発生器を制御するように更に構成される、請求項４３に記載の装置。

（請求項４５）

前記形状特徴は、患者の呼吸ドライブの立ち上がり及び立ち下がりのうちの少なくとも一方を表す、請求項４１に記載の装置。

（請求項４６）

呼吸流量信号からチェーンストークス呼吸の存在を検出する装置であって、該装置は、

前記呼吸流量信号に関連付けられる呼吸データを記憶するメモリと、

前記メモリと結合されるプロセッサであって、該プロセッサは、（ａ）前記呼吸データを検討評価して、無呼吸事象及び／又は呼吸低下事象を検出し、（ｂ）サイクル長、形状特徴、及びデューティサイクルから選択された未加工の特徴を計算し、（ｃ）前記未加工の特徴を正規化し、（ｄ）前記未加工のデータを分類するように構成される、装置。

（請求項４７）

前記プロセッサは、変換関数を用いて前記未加工の特徴を正規化し、前記未加工の特徴を０～１の値を有する確率空間に変換するように構成される、請求項４６に記載の装置。

（請求項４８）

前記プロセッサは、１つ又は複数のヒストグラムを作成し、前記未加工の特徴をそれぞれ分類することによって、１つ又は複数の未加工の特徴を分類するように構成される、請求項４６又は４７に記載の装置。

（請求項４９）

前記プロセッサは、前記未加工の特徴をビンに区分して、前記１つ又は複数のヒストグラムを作成し、１つ又は複数の所定の領域において前記ヒストグラムの電力を計算し、前記ヒストグラムのそれぞれの前記電力が所定のしきい値より高い場合には、チェーンストークス呼吸の確率を前記計算されたヒストグラム電力の最大値になるように設定することによって、前記未加工の特徴を分類するように構成される、請求項４８に記載の装置。

【図１】

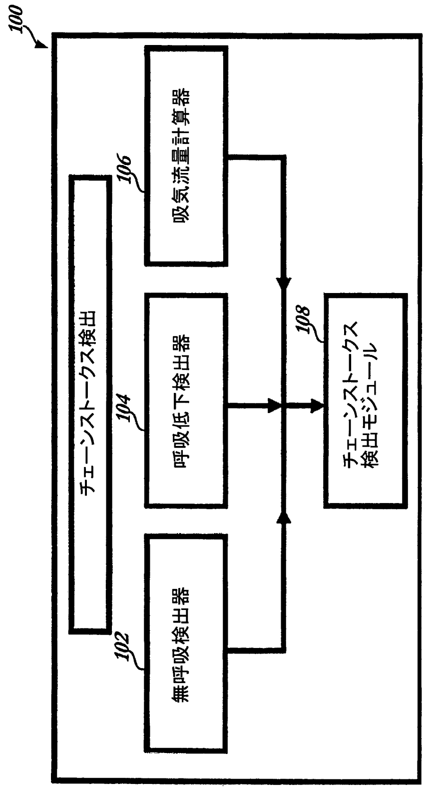

FIG. 1

【図２】

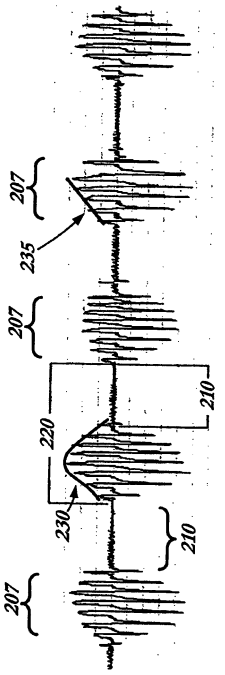

FIG. 2

【図３】

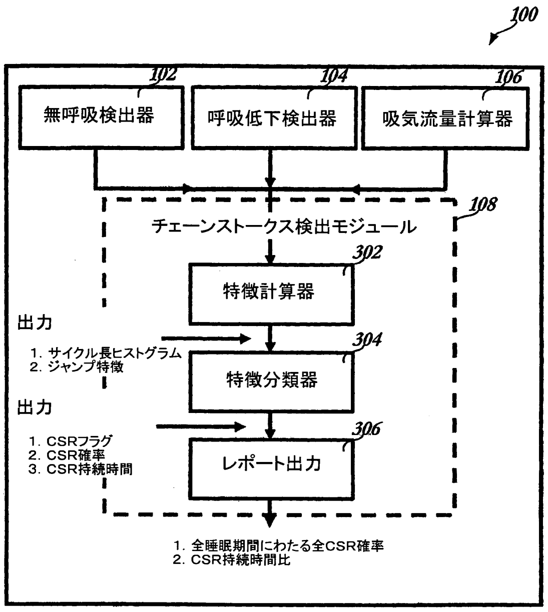

FIG. 3

【図４】

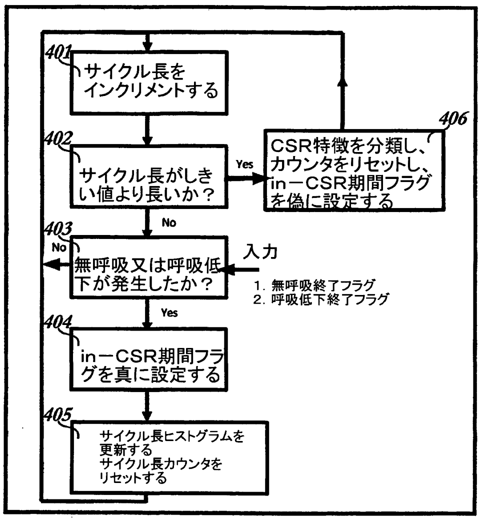

FIG. 4

【図５Ａ】

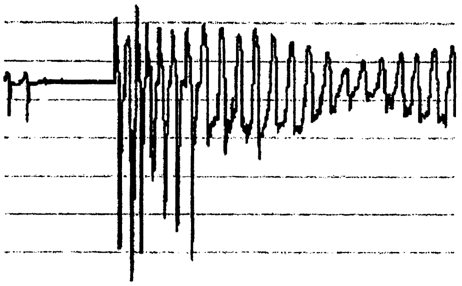

FIG. 5A

【図５Ｂ】

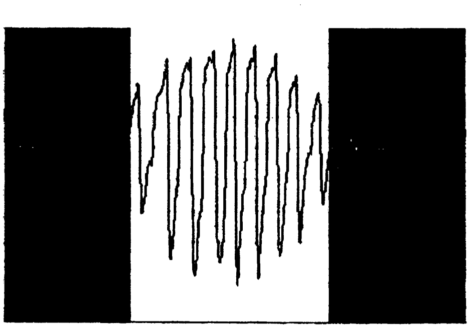

FIG. 5B

【図６】

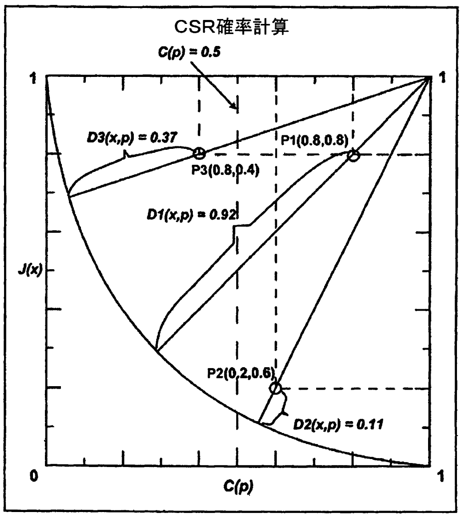

FIG. 6

【図７】

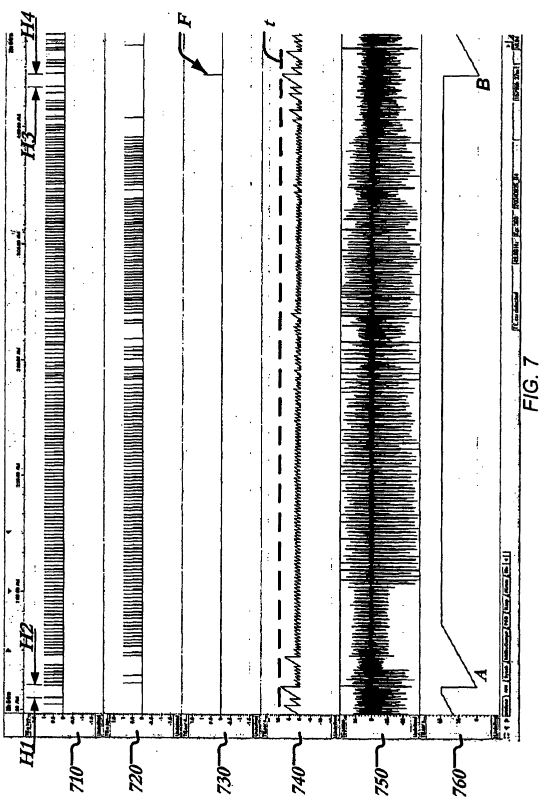

FIG. 7

【図８】

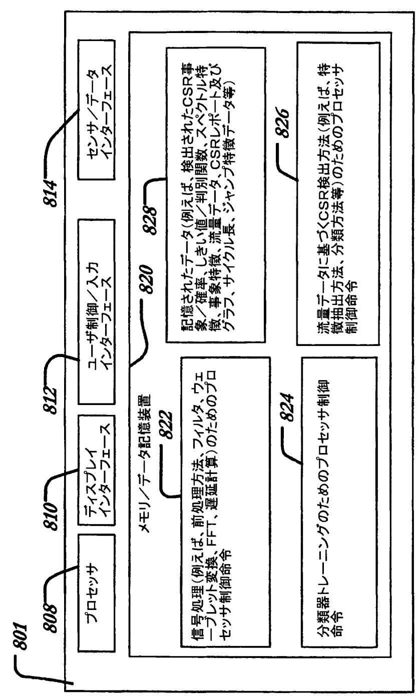

FIG. 8

【図９】

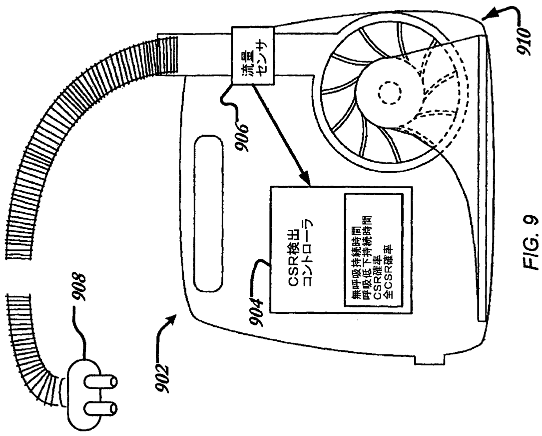
流量
センサ
CSR検出
コントローラ
無呼吸持続時間
呼吸低下持続時間
CSR確率
全CSR確率
902
904
906
908
910

FIG. 9

フロントページの続き

(74)代理人　100125380
　　　　　弁理士　中村　綾子
(74)代理人　100142996
　　　　　弁理士　森本　聡二
(74)代理人　100154298
　　　　　弁理士　角田　恭子
(74)代理人　100166268
　　　　　弁理士　田中　祐
(74)代理人　100170379
　　　　　弁理士　徳本　浩一
(74)代理人　100161001
　　　　　弁理士　渡辺　篤司
(74)代理人　100179154
　　　　　弁理士　児玉　真衣
(74)代理人　100180231
　　　　　弁理士　水島　亜希子
(74)代理人　100184424
　　　　　弁理士　増屋　徹
(72)発明者　アーミットステッド，ジェフリー・ピーター
　　　　　オーストラリア国ニューサウスウエールズ州２１５３，ベラ・ビスタ，エリザベス・マッカーサー
　　　　　・ドライブ　１，レスメド・リミテッド内
(72)発明者　ラマナン，ディネシュ
　　　　　オーストラリア国ニューサウスウエールズ州２１５３，ベラ・ビスタ，エリザベス・マッカーサー
　　　　　・ドライブ　１，レスメド・リミテッド内

　審査官　早川　貴之

(56)参考文献　特表２００８－５２５０６０（ＪＰ，Ａ）
　　　　　　米国特許第０７４１３５４９（ＵＳ，Ｂ１）
　　　　　　特表２０１２－５１７２９３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
　　　　　　Ａ６１Ｂ　　　５／０８７