

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5684119号  
(P5684119)

(45) 発行日 平成27年3月11日(2015.3.11)

(24) 登録日 平成27年1月23日(2015.1.23)

(51) Int.Cl. F 1  
A 6 3 B 23/18 (2006.01) A 6 3 B 23/18

請求項の数 12 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2011-515227 (P2011-515227)	(73) 特許権者	511002928
(86) (22) 出願日	平成21年6月30日 (2009.6.30)		ハブ ホールディングス リミテッド
(65) 公表番号	特表2011-526172 (P2011-526172A)		HAB HOLDINGS LIMITE D
(43) 公表日	平成23年10月6日 (2011.10.6)		イギリス国 ワーウィックシャー シープ
(86) 国際出願番号	PCT/EP2009/004703		イ47・Oアールディー サウザム ノー
(87) 国際公開番号	W02010/000439		スフィールド・ロード
(87) 国際公開日	平成22年1月7日 (2010.1.7)		NORTHFIELD ROAD, SOU THAM, WARWICKSHIRE C
審査請求日	平成24年6月29日 (2012.6.29)		V47 ORD, G. B.
(31) 優先権主張番号	0811981.0	(74) 代理人	100077861
(32) 優先日	平成20年7月1日 (2008.7.1)		弁理士 朝倉 勝三
(33) 優先権主張国	英国 (GB)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】呼吸筋トレーニング器具

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

本体部(23)とマウスピース部(25)とを備える呼吸筋トレーニング器具であって、

前記マウスピース部が、

可変オリフィスバルブ組立体(3)を含むチャンバであって、前記バルブ組立体(3)が、空気の流通用に少なくとも1つの開口部を有する固定された第1のバルブプレート(31)と、前記第1のバルブプレートに対して可動であり、空気の流通用に少なくとも1つの開口部を有する第2のバルブプレート(33)とを含んでいる、チャンバ(1)と、空気を前記チャンバの中に吸い込めるようにする、前記バルブ組立体の第1の側にある吸気口(9)と、

ユーザが前記バルブ組立体を通過した空気を吸い込めるようにする、前記バルブ組立体の第2の側にある排気口(11)と、

を含んでおり、

前記本体部が、

前記バルブ組立体全体の差圧を測定する圧力センサ(7)と、

前記バルブ組立体の開口の面積を測定する手段と、

前記圧力センサが測定した差圧及び前記バルブ組立体の開口の面積に基づいて前記マウスピース部(25)の前記バルブ組立体のオリフィスを変更するアクチュエータ(5, 49)を含む制御手段(5, 15, 47)と、

10

20

を含んでいる、呼吸筋トレーニング器具において、

前記マウスピース部(25)が前記本体部(23)から分離可能であり、前記第2のバルブプレートが、その周縁部の少なくとも一部の周りに、前記制御手段(5, 15, 47)の一部を形成する前記アクチュエータ(5, 49)と係合する歯状部(35)を有し、前記アクチュエータが、ギアボックスの一部を形成する少なくとも1つのギア(51)によって前記第2のバルブプレート(33)へ駆動力を伝え、前記ギアボックスが、前記マウスピース部(25)との接触面の一部を成す弓形部分を含むことを特徴とする、呼吸筋トレーニング器具。

【請求項2】

前記バルブ組立体(3)の開口の面積を測定する前記手段が、位置フィードバック手段(59)を含む、請求項1に記載の器具。

10

【請求項3】

前記位置フィードバック手段(59)が、光学的エンコーダ又は磁気的エンコーダから選択される、請求項2に記載の器具。

【請求項4】

前記第1及び第2のバルブプレート(31, 33)には、それぞれ扇形の複数の開口部が形成され、前記複数の開口部が、各バルブプレートの軸周りに等間隔に配置され、前記開口部と略同じ寸法の中実な領域によって分離される、請求項1ないし3のいずれか1項に記載の器具。

【請求項5】

20

前記バルブ組立体(3)が、前記バルブプレート(31, 33)を互いに向けて付勢するバイアス手段(37)を含む、請求項1ないし4のいずれか1項に記載の器具。

【請求項6】

前記バイアス手段(37)がコイルバネを備える、請求項5に記載の器具。

【請求項7】

前記バルブ組立体(3)が、前記第1及び第2のバルブプレート(31, 33)の間の相対移動を制限するエンドストップ(39)を含む、請求項1ないし6のいずれか1項に記載の器具。

【請求項8】

前記第1のバルブプレート(31)が、前記バルブプレート及び前記チャンバ(1)の間の相対移動量を許容するように前記チャンバに取り付けられる、請求項1ないし7のいずれか1項に記載の器具。

30

【請求項9】

前記圧力センサ(7)が、前記バルブ組立体(3)の上流側に第1のポート(53)及び前記バルブ組立体の下流側に第2のポート(55)を含み、前記第1のポート(53)が、前記マウスピース部(25)を通る空気経路の入口領域へ延び、前記第2のポート(55)が、前記第1のポートから離れて配置され、前記空気経路の出口領域へ延びる、請求項1ないし8のいずれか1項に記載の器具。

【請求項10】

前記制御手段(5, 15, 47)が、前記バルブ組立体(3)の前記オリフィスの必要な前記開口を判断するマイクロプロセッサ(15)を含む、請求項1ないし9のいずれか1項に記載の器具。

40

【請求項11】

前記マイクロプロセッサ(15)が、所定の差圧、流速及び抵抗負荷プロファイルのうちの少なくとも1つを維持するために前記オリフィスを制御する、請求項10に記載の器具。

【請求項12】

制御されたパラメータが、前記マイクロプロセッサ(15)によって容量及び時間のうちの少なくとも1つに伴って変化される、請求項11に記載の器具。

【発明の詳細な説明】

50

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、吸気筋トレーニング器具及び呼気筋トレーニング器具の両方を含む呼吸筋トレーニング器具に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

吸気筋トレーニング器具の形態の呼吸筋トレーニング器具は、例えば、英国特許公開公報第2278545号及び米国特許公開公報第4854574号によって、よく知られている。これら公知の器具はそれぞれ、吸入されたり吐出されたりする空気の流通用にマウスピースの形態をとる排気口を有するチャンバと、空気が吸入されてチャンバに進入し開口まで通過することを可能にする吸気口と、開口を通して進入する吐出された空気がチャンバから脱出することを可能にする一方向の排気弁と、チャンバへと吸入されうる空気の侵入を阻止し、一定の閾値圧力で開くようになっているバルブとを含んでいる。この閾値圧力は、呼吸毎又はセッション毎にユーザによって変更可能であるが、この公知の器具は、予め選択した一定の負荷を吸気に対して効果的に与える。すなわち、負荷は、空気の流れに依存せずまた、時間や肺気量によって変化しないという点で一定である。

10

## 【0003】

しかしながら、呼吸筋の力学的特徴によって、呼吸筋の強度（延いては肺の中で呼吸筋が発生させることができる圧力）は、肺が膨らむ程度に応じて変化するということが示される。その結果、呼吸筋に一定の抵抗負荷をかけると、高肺気量では筋肉に負荷がかかり過ぎて呼気が早く終了してしまったり、及び/又は、低肺気量では最適以下の負荷になってしまったりする。

20

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

従って、本発明は、公知の器具の欠点を克服又は少なくとも改善し、異なる肺気量で変化する呼吸筋の能力に関連して変化する呼吸筋への動的負荷を与えることができる呼吸筋トレーニング器具を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

本発明によれば、本体部とマウスピース部とを備える呼吸筋トレーニング器具であって

30

前記マウスピース部が、

可変オリフィスバルブ組立体を含むチャンバであって、前記バルブ組立体が、空気の流通用に少なくとも1つの開口部を有する固定された第1のバルブプレートと、前記第1のバルブプレートに対して可動であり、空気の流通用に少なくとも1つの開口部を有する第2のバルブプレートとを含んでいる、チャンバと、

空気を前記チャンバの中に吸い込めるようにする、前記バルブ組立体の第1の側にある吸気口と、

ユーザが前記バルブ組立体を通過した空気を吸い込めるようにする、前記バルブ組立体の第2の側にある排気口と、を含んでおり、

40

前記本体部が、

前記バルブ組立体全体の差圧を測定する圧力センサと、

前記バルブ組立体の開口の面積を測定する手段と、

前記圧力センサが測定した差圧及び前記バルブ組立体の開口の面積に基づいて前記マウスピース部の前記バルブ組立体のオリフィスを変更するアクチュエータを含む制御手段と、を含んでいる、呼吸筋トレーニング器具において、

前記マウスピース部が前記本体部から分離可能であり、前記第2のバルブプレートが、その周縁部の少なくとも一部の周りに、前記制御手段の一部を形成する前記アクチュエータと係合する歯状部を有し、前記アクチュエータが、ギアボックスの一部を形成する少な

50

くとも1つのギアによって前記第2のバルブプレートへ駆動力を伝え、前記ギアボックスが、前記マウスピース部との接触面の一部を成す弓形部分を含むことを特徴とする、呼吸筋トレーニング器具を提供する。

【0006】

前記バルブ組立体の前記開口の面積を測定する前記手段は、光学的又は磁気的エンコーダ等の位置フィードバック手段を含んでもよく、又は、前記バルブ組立体を操作するアクチュエータが、前記バルブの前記開口の面積を測定する手段としての役割を担ってもよい。

【0007】

前記制御手段は、前記バルブ組立体を操作するためのアクチュエータを含み、前記アクチュエータは、ステッパーモータ、直流サーボモータ、超音波モータ、又は他のアクチュエータ型の装置から選択してもよい。

10

【0008】

前記第1のバルブプレート及び前記第2のバルブプレートには、それぞれ、扇形の複数の開口部が形成され、前記複数の開口部は各バルブプレートの軸周りに等間隔に配置され、前記開口部と略同じ寸法の中実な領域によって分離されてもよい。

【0009】

前記バルブ組立体は、前記バルブプレート同士を互いに向けて付勢するコイルバネ等のバイアス手段を含んでもよい。

【0010】

前記バルブ組立体は、前記第1のバルブプレート及び前記第2のバルブプレートの間の相対移動を制限するエンドストップを含んでもよい。

20

【0011】

前記第1のバルブプレートは、前記バルブプレート及び前記チャンバ間の相対移動量を許容するように前記チャンバに取り付けてもよい。

【0012】

前記圧力センサは、前記バルブ組立体の上流側に第1のポート及び前記バルブ組立体の下流側に第2のポートを含んでもよい。

【0013】

前記制御手段は、前記圧力センサの出力信号を前記制御手段に対する入力に適合した形式に変換する信号調整装置を含んでもよい。

30

【0014】

前記制御手段は、前記バルブ組立体の前記オリフィスの必要な前記開口を測定するマイクロプロセッサを含んでもよい。前記マイクロプロセッサは、例えば、容量及び/又は時間に伴って変化する、例えば、所定の差圧、流速又は抵抗負荷プロファイルを維持するために前記オリフィスを制御してもよい。所定の差圧は、実際には大気圧との差圧のことなので、当該差圧は、口腔内圧  $P_{MOUTH}$  と呼ばれることが多い。

【0015】

前記器具は、ユーザに情報を提供するフィードバック手段を含んでもよい。前記フィードバック手段には、LCDスクリーン、可聴ブザー、発光ダイオード、外部コンピュータとの接続、又は、触覚による振動フィードバックのうちの1つ以上を含んでもよい。

40

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明に係る呼吸筋トレーニング器具の一実施形態の主要な構成要素を示すブロック図である。

【図2】本発明に係る呼吸筋トレーニング器具の他の実施形態の後部分解斜視図である。

【図3】図2に示した呼吸筋トレーニング器具の前面分解斜視図である。

【図4】図2及び図3の呼吸筋トレーニング器具が2つに切り離し可能であることを示す、器具の斜視図である。

【図5】最大圧力 - 流量の関係を示すグラフである。

50

【図6】図1～4に示した器具の基本的な操作の流れを示す図である。

【図7】本発明に係る呼吸筋トレーニング器具の他の実施形態の主要な構成要素を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

本発明をより良く理解し、本発明がどのように実行されるかをより明確に示すために、例として、添付の図面を参照する。

【0018】

図1は、本発明に係る呼吸筋トレーニング器具の原理を、特に、吸気筋トレーニング器具の形態により図式的に説明する図であり、吸入した空気の流れの方向を示す矢印のある空気経路1と、可変オリフィスバルブ組立体3と、バルブ組立体のオリフィスを変化させるためのステッパモータ等のアクチュエータ5を含み、当該アクチュエータは、バルブ組立体の開口の面積を測定するための手段を含む。圧力センサ7は、バルブ組立体3全体の差圧を測定する。このために、圧力センサ7は、バルブ組立体の（吸気時における）上流側に実際の大気圧 $P_{ATM}$ を測定するための空気経路1と連通する第1ポート9を有し、また、バルブ組立体の下流側に実際のユーザの口腔内圧 $P_{MOUTH}$ 、すなわち肺の圧力を測定し空気経路1と連通する第2のポート11を有する。

【0019】

圧力センサ7は、信号調整装置13に連結されており、信号調整装置13は、例えば、圧電抵抗式圧力センサといった圧力センサからのアナログ出力を増幅及び濾過によって変換して、マイクロプロセッサが使用可能な信号を提供する。そして、信号調整装置からの出力はマイクロプロセッサ15へと引き渡される。マイクロプロセッサ15は、器具に必要なオリフィスを決定し、モータドライバ17及びアクチュエータ5を用いてオリフィスを制御する。器具用の電力は、バッテリーパック19及び電力管理システム21によって提供される。

【0020】

バルブ組立体のオリフィスは、例えば、所定の差圧、流速又は、耐性プロファイル（差圧及び流量の積によって決定されるもの）を維持するために、吸気の流れに対して変化する抵抗負荷を提供するように制御してもよい。負荷は、容量又は時間に伴って変化させてもよい。

【0021】

図2から図4に示した吸気筋トレーニング器具は、図4に示したように、本体部23及び分離可能なマウスピース部25を備える。器具の主要な構成要素から分離可能であるマウスピース部25を用いることによって、ユーザは、可変オリフィスバルブ組立体と共に、マウスピース部を清浄（例えば、洗浄）することが可能となる。

【0022】

マウスピース部は、複数の開口部を有する略円形の固定バルブプレート31が合わさっているバルブハウジング29に取り付けられるマウスピース27を備える。例えば、3つの開口部があり、その各々が円の扇形の形状を持ち、バルブプレートの軸回りに等間隔に配置され、開口部と略同じ寸法の中実な領域によって分離されていてもよい。複数の開口部を有する略円形の回転可能バルブプレート33は、固定バルブプレート31の中央から軸方向に突出しているスピゴットに取り付けられ、少なくともその周縁部の一部の周りに延びる歯状部35を有する。例えば、開口部の配置は、固定バルブプレートと実質的に同じであってもよい。従って、回転可能バルブプレート33は、回転可能バルブプレート33と固定バルブプレート31との2組の開口部が一致すると様々な程度でバルブが開くように、また、開口部が一致しないとバルブが閉じるように、固定バルブプレート31に対して回転可能である。コイルバネ等のバイアス手段37は、固定バルブプレートに対して回転可能バルブプレート33を押し付ける。器具が単に吸気筋トレーニング器具としてだけに用いられる場合には、両バルブプレートが呼気の間に分離できるようにバイアス手段の強度は比較的低い。器具が呼気筋トレーニング器具として用いられる場合は、バイアスば

10

20

30

40

50

ねの強度は、両バルブプレートの分離を防止するために十分である必要がある、あるいは、そのような分離を防ぐために他の対策が必要となる。他の対策としては、単に呼吸筋トレーニング器具用として意図した器具において両バルブプレートの順番を逆にしたり、二重目的の器具において、両バルブプレートのうちの一方を、他方の2枚のバルブプレート間に挟んだりすることが含まれる。バルブプレート33の回転運動を完全に閉じた構成と完全に開いた構成の間に制限するために、エンドストップ39を回動可能バルブプレート33の一方の面に形成する。エンドストップ39は、固定バルブプレート31に形成された周縁凹部に係合している。当然のことながら、2枚のバルブプレートにおける開口部の数及び形状を変更可能であり、これにより、例えば、負荷に対する応答性、分解能及び範囲を決定することもできる。また、マウスピース部25は後部通気孔41をも含む。吸気中に空気は後部通気孔41を通過して進入し、バルブ組立体を通過してマウスピース27に流れる。後部通気孔41の上面は、空気経路1の上部領域を形成する。バルブハウジング29及び固定バルブプレート31との間のキーイングアレンジメントにより、僅かな量の相対的回転が可能にする。これは、エンドストップが2枚のバルブプレート間の更なる回転を防止した後にも、引き続き僅かに回転できるようにするためである。これにより、バルブ組立体の完全に閉じた位置を、位置フィードバックを必要とすることなく正確にリセットすることが可能となる。

#### 【0023】

バルブ組立体が完全に閉じている（あるいは「ホーム」）ポジションは、例えば、ステップ位置が欠損した場合や位置フィードバックデータが欠如している場合（すなわち、開ループステッパーモータ操作中）において、公知のステッパーモータ位置で正確にリセットされなければならない。ホームポジションは、バルブ組立体がエンドストップ39によって許容するよりも更に多く動くようにステッパーモータ5に指示するマイクロプロセッサ15によって設定される。回動可能バルブプレート33が、バルブ組立体の完全に開いた位置又は完全に閉じた位置でエンドストップに当たり、かつ、ステッパーモータが回転し続けると、両バルブプレート（31, 33）は互いに対しては静止したままであるが、両バルブプレートは一体となってバルブハウジング29に対して回転し続けてもよい。この方法によると、ステッパーモータが停止した際に、相対的なステッパーモータの位置と両バルブプレートの位置とが分かる。バルブチャンバに対する両バルブプレートの動きはバルブプレート同士の動きとは異なるため、通常の実操作において、バルブプレート同士の相対的な位置、すなわち、バルブの開口の面積が常に分かる。

#### 【0024】

本体部23は、前方ハウジング部43及び後方ハウジング部45を含む。両ハウジング部の上部領域は、マウスピース25との接触面を形成するために湾曲している。ギアボックス47は弓形部分を含み、当該弓形部分もマウスピース部25との接触面の一部を成す。ステッパーモータアクチュエータ49がギアボックス47に装着される。ステッパーモータアクチュエータ49は、回動可能バルブプレートの歯状の周縁部35と係合する噛み合いギア51を用いて回動可能バルブプレート33を駆動する。ステッパーモータを操作することにより、呼吸の空気の流れに対する抵抗を変えるためにバルブ組立体の開口が徐々に噛み合わさる。ステッパーモータは電気パルスを不連続の機械的運動へと変換する。ステッパーモータはシャフトを含み、当該シャフトは所定の順序においてマイクロプロセッサ15が電氣的コマンドパルスをモータに与えると不連続の段階的增加により回転する。ステッパーモータの不連続な運動は、ステッパーモータに送信されてきたコマンドパルスによって決定されるため、シャフトの回転位置、すなわち、バルブの位置（及びそれに伴う開口）は、マイクロプロセッサによって直接決定される。第1圧力タッピング53は、後部通気孔41内の空気経路の入口領域の中へと延びて大気圧を表示し、一方、第2圧力タッピング55は、第1の圧力タッピングから離れて配置され、マウスピース部25の領域内における空気経路の出口領域へと延びてマウスピース内の圧力を表示する。

#### 【0025】

なお、噛み合いギアは、ドライブベルト配列と交換してもよいし、ステッパーモータは

10

20

30

40

50

、直流サーボモータ、超音波モータ又は他のアクチュエータ型の装置と交換してもよいことに留意されたい。更に、図7に示すように、位置フィードバック手段59は、例えば、光学的又は磁氣的エンコーダの形態で必要に応じて設けることができる。位置フィードバック手段59は、バルブの位置を測定するためにアクチュエータ49又は回動可能バルブプレート33のどちらか一方に取り付けることができる。マイクロプロセッサが、アクチュエータにバルブプレートを動かすように指示するコマンドを送信すると、位置エンコーダがバルブプレートの位置に関してマイクロプロセッサにフィードバックを提供する。これは、マイクロプロセッサが、気流を計算することができるように、また、要求された設定ポイント、すなわち、差圧、流速又は抵抗負荷プロファイルに更に近づくように再度バルブプレートを動かすようアクチュエータに指示することができるようにするためである。

10

## 【0026】

位置フィードバック手段は、マイクロプロセッサがアクチュエータに対してコマンドを出してもバルブの位置を直接決定できないような状況において特に有益である。これは、一般的にアクチュエータがステッパモータ以外であって、マイクロプロセッサがアクチュエータに対し既知の位置へとバルブプレートを動かすように指示することができない場合に起こる。

## 【0027】

電子部品は本体部23の中に收容されているが、図2から図4には図示しない。また、本体部は、バッテリーパックを再充填するためのポート57を含んでもよい。ポート57は、外部コンピュータとの通信にも役立つ。

20

## 【0028】

差圧は、第1圧カッピング53及び第2の圧カッピング55によってサンプルされ、圧力変換器7によって測定される。バルブ組立体の開口の面積は、回動可能バルブプレート33の位置を測定するための上述したステッパモータアクチュエータ49又は位置エンコーダフィードバック手段のどちらか一方を用いることで常に分かる。流速は、以下の関係式に従って、圧力及び面積データを用いることでリアルタイムにマイクロプロセッサ15が計算する。

$$Q = C_F \cdot A \cdot \left( 2 \cdot P / \rho \right)$$

上記式中、

Q = 流速

A = バルブ開口の面積

P = バルブ組立体全体の差圧

$C_F$  = 流量係数

$\rho$  = 密度

である。

30

## 【0029】

これは、 $Q = K \cdot A \cdot \sqrt{P}$  に近似してもよい。

ここで、Kは、器具における直接的な実験によって決定される、バルブ開口の面積及び/又は圧力(すなわち、動的流量係数)に基づく表形式の変数である。或いは、Kは、器具の構造に基づいた実験によって簡単に決定できる定数によって近似してもよい。

40

## 【0030】

流量は、流速を時間に対して積分することで計算される。

$$V = Q \cdot dt$$

## 【0031】

このように、本発明に係る吸気筋トレーニング器具によれば、流速、流量及び口腔内圧を圧力センサのみによって測定することができる。

## 【0032】

本発明に係る吸気筋トレーニング器具を用いる1つの手順によると、肺気量を用いた最大吸気口腔内圧の変動は個々のユーザに対して以下に近似することが既に示されている。

50

$$P_{MAX} = P_{MAX(RV)} - (P_{MAX(RV)} \cdot (V^2 + 2 \cdot V) / (VC^2 + 2 \cdot VC))$$

上記式中、

$P_{MAX}$  = 任意の肺気量における最大口腔内圧

$V$  = 肺気量 (残気量より大きい)

$VC$  = ユーザの肺活量

$P_{MAX(RV)}$  = 残気量におけるユーザの最大口腔内圧 (最大呼気の末期においてユーザの肺の中に残っている空気の量)

である。

#### 【0033】

全ての肺気量において最適なトレーニング刺激を確実なものとするために、吸気筋トレーニング負荷は、吸気を通して上記に定義される関係式に従ってユーザの最大口腔内圧の固定比率に維持される。例えば、 $P_{MAX}$  の 50% でのトレーニングに対しては、

$$P_{LOAD} = 0.5 \times P_{MAX} = 0.5 \times [P_{MAX(RV)} - (P_{MAX(RV)} \cdot (V^2 + 2 \cdot V) / (VC^2 + 2 \cdot VC))]$$

#### 【0034】

従って、本発明は、ユーザの呼吸筋、特にユーザの吸気筋に対して可変的な負荷を与えることができる呼吸筋トレーニング器具を提供する。

#### 【0035】

特定のユーザに対して正しい負荷を設定するために、 $VC$  及び  $P_{MAX(RV)}$  の値が必要となる。

#### 【0036】

$VC$  (肺活量) の値は、一定の低負荷の元で、最大限の呼気の際にユーザが計測した、計算された流れ (差圧及び面積データから計算したもの) から直接積分される。

#### 【0037】

$P_{MAX(RV)}$  は、図 5 に示すように、最大吸気圧と最大吸気流との周知の逆相関関係を用いて、一定の低負荷の元で最大呼気時にユーザによって計測された最大流量 ( $Q_{MAX(LOAD)}$ ) から推測される。他の公知の方法も用いることができる。

#### 【0038】

よって、

$$P_{MAX(RV)} = P_{LOAD} + G \cdot Q_{MAX(LOAD)}$$

上記式中、

$P_{LOAD}$  = 吸気の際にかかる一定の低い抵抗負荷

$Q_{MAX(LOAD)}$  =  $P_{LOAD}$  において記録された最大吸気の流れ

$G$  = 最大圧力 - 流量の関係の勾配 (実験から近似された固定値)

である。

#### 【0039】

一旦  $VC$  及び  $P_{MAX(RV)}$  が決定すると、予め定義された二次関係式による負荷を徐々に (例えば、1 度目の呼吸に対して  $P_{MAX}$  の 25%、次の呼吸に対して  $P_{MAX}$  の 50%) 与え、ユーザに対して負荷を段階的に導入してもよい。ユーザの生理学的なパラメータ ( $VC$  及び  $Q_{MAX(LOAD)}$ ) が決定され、理想的な負荷プロファイルが決定され、吸気の流れに対して負荷が課される操作の実現可能な基本的流れを、図 6 に示す。

#### 【0040】

一連のトレーニングは、ユーザインターフェースを介してユーザによって開始される。そして、ユーザは、可変オリフィスバルブ組立体が一定の低い口腔内圧 (例えば、10 cmH<sub>2</sub>O) を維持している間に、器具を通して最大限の吸気を行う。吸気の間、ユーザの肺活量 ( $VC$ ) 及び最大流量 ( $Q_{MAX(LOAD)}$ ) を測定する。上述したように、この情報から理想的な負荷プロファイルが決定する。そして、ユーザは、通常通り器具を通して空気を吐き出す。呼気の間、低い正の口腔内圧がバルブと制御機構によって維持されている。この負荷は最小であり、呼気に対して有意な抵抗を示さない。

10

20

30

40

50

## 【0041】

呼気の後、吸入した空気量及び計算した理想的な負荷プロファイルに伴って変わる負荷プロファイルを器具が提供している間に、ユーザは2回目の最大限の吸気を行うが、このとき理想的な負荷よりも減少した比率で行う(例えば、 $P_{MAX}$ の25%)。この吸気中の負荷は、吸気に対して急激に予想外の高負荷がかかることを防ぎながら、負荷を徐々に導入するために低減したレベルである。そして、ユーザは、バルブが略一定の低い正の口腔内圧を維持している間に通常通り再び空気を吐き出す。

## 【0042】

そして、ユーザは、計算した理想的な負荷プロファイルに従って器具が全トレーニング負荷(例えば、 $P_{MAX}$ の50%)を提供している間に、3回目の最大限の吸気を行う。このレベルでの負荷を、吸気筋をしっかりと鍛えるために呼吸30回分程繰り返す。

10

## 【0043】

或いは、減少する負荷の強さは、ユーザにとって最も適当な負荷を選択するように多くの呼吸の間に手動で変更することもできる。

## 【0044】

本発明に係る呼吸筋トレーニング器具は、例えば、 $P_{LOAD}$ の等式における係数を変えたり、結果として得られる曲面の凸状及び/又はX軸との交差点を変更したりする等の代替的手順と併せて用いることができる。

## 【0045】

本発明に係る呼吸筋トレーニング器具は、様々な方法でユーザに対してフィードバックを提供してもよい。例えば、フィードバックは、LCDスクリーン、可聴ブザー、発光ダイオード(LED)等の1つ以上のユーザインターフェース、又は、器具を外部コンピュータに接続することによって提供してもよい。フィードバック情報には、呼吸筋の(口腔内圧に由来する)強度、呼吸筋力、トレーニングサイクル中の呼吸筋の仕事量及び/又は呼吸筋の持久力等の呼吸筋の能力の計測値及び/又は、肺気量及び/又は最大流量等の生理学的データを含んでもよい。フィードバック情報は、呼吸筋の漸増を最適化すると共に、過呼吸による脱力を最小化するための呼吸数ガイダンス、又は、いつパフォーマンスが低下しているのか及び/又は個人のベストレベルを越えたかどうか等の指標等の、動機付け用のガイダンスも提供することができる。

20

## 【0046】

代替的負荷プロトコル及び呼吸操作により、本発明による器具を、最大圧力-容量プロファイル、流量-容量ループ、呼吸困難なスコア及び気道抵抗等の他の測定も行えるように適合させることができる。また、この器具を用いて、例えば、嚢胞性線維症の患者に対して粘液除去を助けるために振動する吸気負荷及び/又は呼気負荷をかけるために使用することもできる。

30

## 【0047】

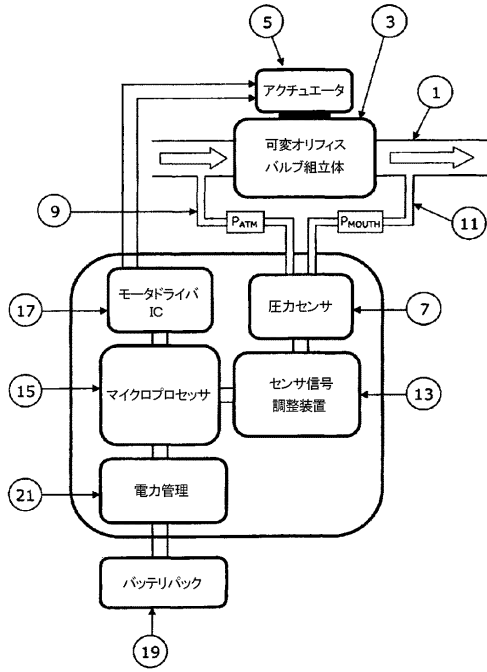
呼気の間も、吸気の際と同様に、所定の圧力、流量、耐性プロファイルをかけるために、可変オリフィスバルブ設備及び関連する制御機構を用いることができる。上述したように、より効果的に呼気に負荷をかけるために、より効率的なバルブシールを提供して、正の口腔内圧がバルブプレート同士を圧迫するようにバルブ設備の配向を変更することが可能である。

40

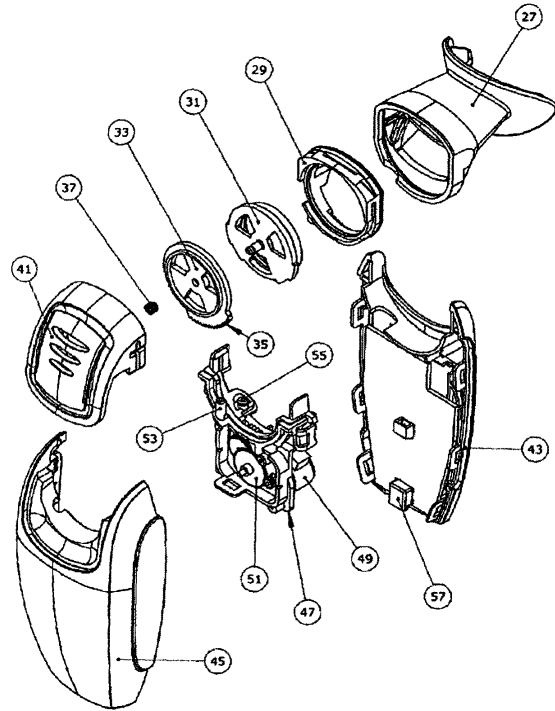
## 【0048】

通常の吸気筋トレーニング中には、各負荷のかかった吸気の後、ユーザはバルブ設備を通して空気を吐くが、有意な呼気負荷は通常かかっていない。その代わりにバルブは略一定の、正の、低い口腔内圧を維持しているために用いられる。この口腔内圧によって、呼吸の開始点及び終点の判断が容易になる。すなわち、ユーザが息を吐き始め口腔内圧が増加すると、バルブが開き、呼気が終わりに向うにつれて流量が減少し口腔内圧が低下する間は、バルブが完全に閉じて呼気の流れがなくなるまで所定の圧力を維持するために、バルブは閉まる。

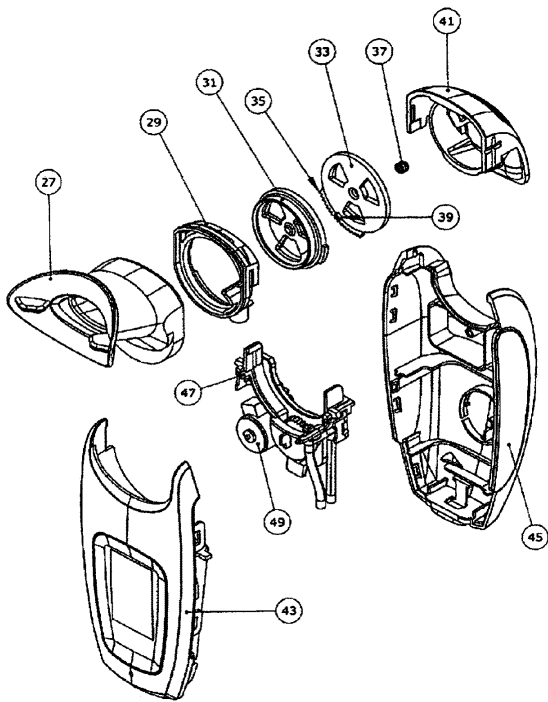
【図1】



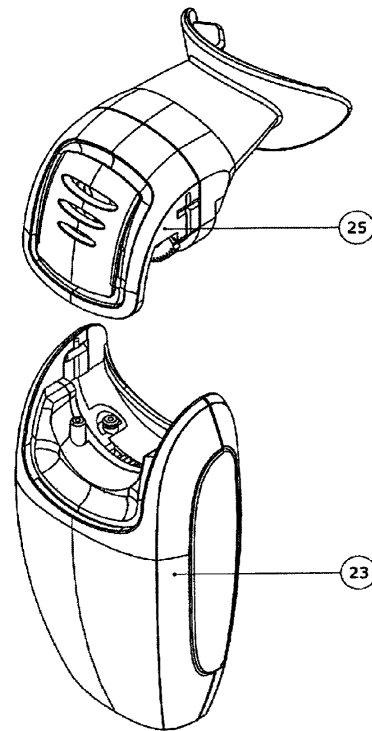
【図2】



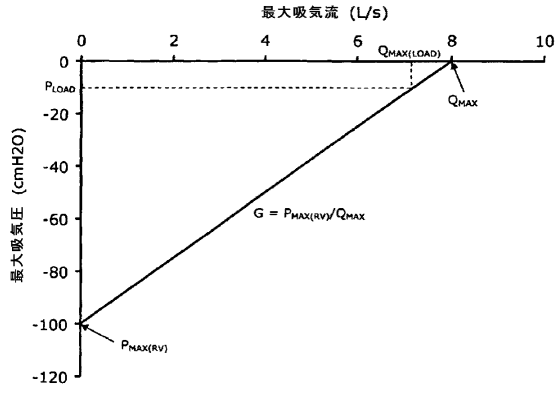
【図3】



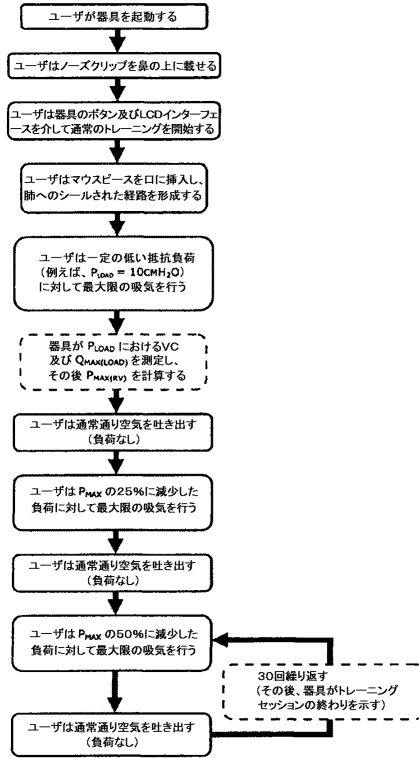
【図4】



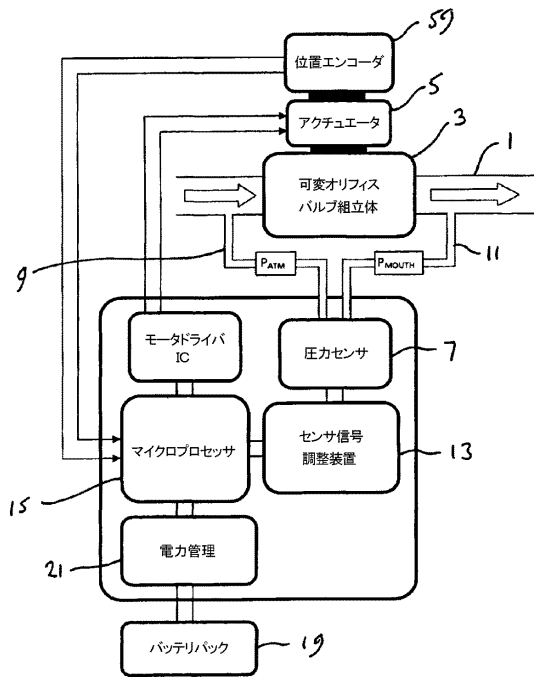
【図5】



【図6】



【図7】



## フロントページの続き

- (72)発明者 スパーリング デービッド アラストエア  
イギリス国 ワーウィックシャー シーブイ32・4ディービー リーミントン・スパ リーセスター・ストリート 82
- (72)発明者 ラム ダーレン ホイ ヤン  
イギリス国 ワーウィックシャー シーブイ8・1ディーエックス ケニルワース ランデール・クロス 67
- (72)発明者 スケルトン アンドリュー  
イギリス国 リンカンシャー ディーエヌ18・5エーエー ボートン・アポン・ハンバー ウェストフィールド・ロード 65
- (72)発明者 マッコネル アリソン ケイ  
イギリス国 ドルセット ビーエイチ5・1エルジェー ボーンマス チェッセル・アベニュー 36
- (72)発明者 セセルジャ フランジョ  
イギリス国 サリー ジーユー2・7ユーエイチ ギイルドルフ セント・ジョーンズ・ロード 32
- (72)発明者 ブルームヘッド ピーター  
イギリス国 バッキンガムシャー エスエル0・0ジェーエス アイバー ロッシー・ドライブ 12

審査官 中村 祐一

- (56)参考文献 米国特許第06631716(US, B1)  
米国特許出願公開第2008/0053456(US, A1)  
特表2002-528197(JP, A)  
特開2002-345963(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
A63B 23/18