

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第1部門第2区分

【発行日】令和1年6月27日(2019.6.27)

【公表番号】特表2018-506354(P2018-506354A)

【公表日】平成30年3月8日(2018.3.8)

【年通号数】公開・登録公報2018-009

【出願番号】特願2017-542069(P2017-542069)

【国際特許分類】

A 6 1 M 16/00 (2006.01)

A 6 1 B 5/087 (2006.01)

A 6 1 B 5/085 (2006.01)

A 6 1 B 5/08 (2006.01)

【F I】

A 6 1 M 16/00 3 6 6

A 6 1 B 5/08 2 0 0

A 6 1 B 5/08 1 5 0

A 6 1 B 5/08

【手続補正書】

【提出日】令和1年5月27日(2019.5.27)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

人工呼吸器装着患者まで陽圧の空気流を送達するように構成された人工呼吸器と、

人工呼吸器装着患者によって吸い込まれる、又は、人工呼吸器装着患者から吐き出される空気の圧力 $P_y(t)$ を測定するように構成された圧力センサと、

前記人工呼吸器装着患者に入る又は前記人工呼吸器装着患者から出る空気流量

【数1】

$\dot{V}(t)$

を測定するように構成された流量計と、

呼吸の間の呼吸筋圧を推定するようにプログラムされたマイクロプロセッサを含む人工呼吸器モニタと、

を含む医療用人工呼吸器システムであって、

前記マイクロプロセッサは、呼吸時間間隔を複数のフィッティング領域に分け、さらに、各領域における呼吸器系の抵抗 R 及びコンプライアンス C 又は弾性率 E 、並びに、呼吸筋圧 $P_{mus}(t)$ を、該領域における $P_y(t)$ 及び

【数2】

$\dot{V}(t)$

のサンプルの時系列にフィットさせることにより同時に推定することによって、呼吸の間の呼吸筋圧を推定するようにプログラムされている、医療用人工呼吸器システム。

【請求項2】

前記人工呼吸器モニタは、

各フィッティング領域における呼吸器系の抵抗及びコンプライアンス又は弾性率、並び

に、呼吸筋圧を、前記フィッティング領域にわたる連続的微分可能関数によりパラメータ化された呼吸筋圧 $P_{mus}(t)$ をフィットさせることを含む作動によって、同時に推定するようにプログラムされている、請求項 1 に記載の医療用人工呼吸器システム。

【請求項 3】

前記連続的微分可能関数は、多項式関数又はスプライン関数である、請求項 2 に記載の医療用人工呼吸器システム。

【請求項 4】

前記連続的微分可能関数は、

【数 3】

$$P_{mus}(t) = a_0 + a_1 t + \cdots + a_n t^n$$

の形の多項式関数であり、さらに、同時のフィッティングは、パラメータ

【数 4】

$$a_0, a_1, \dots, a_n \dots$$

を推定することを含む、請求項 2 に記載の医療用人工呼吸器システム。

【請求項 5】

前記人工呼吸器モニタは、

各フィッティング領域における呼吸器系の抵抗及びコンプライアンス又は弾性率、並びに、呼吸筋圧を、各領域における前記呼吸筋圧 $P_{mus}(t)$ に適用される単調性制約を用いて各フィッティング領域における肺の運動方程式をフィットさせることを含む作動によって、同時に推定するようにプログラムされている、請求項 1 に記載の医療用人工呼吸器システム。

【請求項 6】

前記フィッティング領域は、前記呼吸筋圧 $P_{mus}(t)$ の単調減少制約が適用される第 1 領域、及び、単調増加制約が適用される、時間において前記第 1 領域の後の第 2 領域を含む、請求項 5 に記載の医療用人工呼吸器システム。

【請求項 7】

前記単調性制約を用いたフィッティングは、前記肺の運動方程式を表す目的関数、及び、前記単調性制約を定義する、呼吸筋圧 $P_{mus}(t)$ のサンプルに関する不等式の組を含む二次プログラムを解くことを含む、請求項 5 又は 6 に記載の医療用人工呼吸器システム。

【請求項 8】

前記二次プログラムは、前記単調性制約を定義しないさらなる不等式を含む、請求項 7 に記載の医療用人工呼吸器システム。

【請求項 9】

前記単調性制約を定義しないさらなる不等式は、少なくとも前記呼吸筋圧 $P_{mus}(t)$ 、並びに、呼吸器系の抵抗 R 及びコンプライアンス C を制限する不等式を含む、請求項 8 に記載の医療用人工呼吸器システム。

【請求項 10】

各フィッティング領域における前記呼吸器系の抵抗 R 及びコンプライアンス C 又は弾性率 E 、並びに、呼吸筋圧 $P_{mus}(t)$ を、 $P_y(t)$ 及び

【数 5】

$$\dot{V}(t)$$

のサンプルの時系列にフィットさせることにより同時に推定することは、

【数 6】

$$P_y(t) = R\dot{V}(t) + \frac{V(t)}{C} + P_{mus}(t) + P_0$$

又は

【数7】

$$P_y(t) = R\dot{V}(t) + EV(t) + P_{mus}(t) + P_0$$

によって与えられる前記各フィッティング領域における肺の運動方程式を解くことを含み、ここで、 $V(t)$ は、前記空気流量

【数8】

$$\dot{V}(t)$$

を積分することによって計算される前記患者まで送達された空気の実容量であり、さらに、 P_0 は定数である、請求項1乃至9のいずれか一項に記載の医療用人工呼吸器システム。

【請求項11】

各フィッティング領域における前記呼吸器系の抵抗R及びコンプライアンスC又は弾性率E、並びに、呼吸筋圧 $P_{mus}(t)$ を、 $P_y(t)$ 及び

【数9】

$$\dot{V}(t)$$

のサンプルの時系列にフィットさせることにより同時に推定することは、

【数10】

$$P_y(t) = (R_0 + R_1 \cdot |\dot{V}(t)|)\dot{V}(t) + \left(\frac{1}{C_0} + \frac{V(t)}{C_1} \right)V(t) + P_{mus}(t) + P_0$$

又は

【数11】

$$P_y(t) = (R_0 + R_1 \cdot |\dot{V}(t)|)\dot{V}(t) + (E_0 + E_1 V(t))V(t) + P_{mus}(t) + P_0$$

によって与えられる前記各フィッティング領域における肺の運動方程式を解くことを含み、ここで、 $V(t)$ は、前記空気流量

【数12】

$$\dot{V}(t)$$

を積分することによって計算される前記患者まで送達された空気の実容量であり、 P_0 は定数であり、呼吸器系の抵抗は

【数13】

$$R = R_0 + R_1 \cdot |\dot{V}(t)|$$

であり、コンプライアンスは

【数14】

$$C = \frac{1}{C_0} + \frac{V(t)}{C_1}$$

であり、又は、胸壁の弾性率は

【数15】

$$E = E_0 + E_1 V(t)$$

である、請求項1乃至9のいずれか一項に記載の医療用人工呼吸器システム。

【請求項12】

医療用人工呼吸器の1つ又は複数のマイクロプロセッサにより読み取り可能及び実行可

能な命令を記憶する非一時的記憶媒体であって、

前記命令は、前記医療用人工呼吸器に、

前記医療用人工呼吸器に作動可能に接続される人工呼吸器装着患者によって吸い込まれる、又は、人工呼吸器装着患者から吐き出される空気の圧力 $P_y(t)$ の測定値を受信させるステップと、

前記医療用人工呼吸器に作動可能に接続される前記人工呼吸器装着患者に入る又は前記人工呼吸器装着患者から出る空気流量

【数16】

$\dot{V}(t)$

の測定値を受信させるステップと、

を含む、呼吸の間の呼吸筋圧を推定する方法を行わせ、

前記方法は、

呼吸時間間隔を複数のフィッティング領域に分けさせるステップと、

各フィッティング領域における呼吸器系の抵抗 R 及びコンプライアンス C 又は弾性率 E 並びに、呼吸筋圧 $P_{mus}(t)$ を、該フィッティング領域における $P_y(t)$ 及び

【数17】

$\dot{V}(t)$

のサンプルの時系列にフィットさせることにより同時に推定させるステップと、

をさらに含む、非一時的記憶媒体。

【請求項13】

前記同時のフィッティングは、

前記フィッティング領域にわたる連続的微分可能関数によりパラメータ化された呼吸筋圧 $P_{mus}(t)$ をフィットさせることを含む、請求項12に記載の非一時的記憶媒体。

【請求項14】

前記同時のフィッティングは、多項式近似

【数18】

$$P_{mus}(t) = a_0 + a_1 t + \cdots + a_n t^n$$

に従ってパラメータ化された呼吸筋圧 $P_{mus}(t)$ のパラメータ

【数19】

a_0, a_1, \dots, a_n

をフィットさせることを含む、請求項12に記載の非一時的記憶媒体。

【請求項15】

人工呼吸器装着患者によって吸い込まれる、又は、人工呼吸器装着患者から吐き出される空気の圧力 $P_y(t)$ の測定値を受信するステップと、

前記人工呼吸器装着患者に入る又は前記人工呼吸器装着患者から出る空気流量

【数20】

$\dot{V}(t)$

の測定値を受信するステップと、

を含む、マイクロプロセッサによって行われる、呼吸の間の呼吸筋圧を推定する方法であって、当該方法は、

呼吸時間間隔を複数のフィッティング領域に分けるステップと、

各フィッティング領域において、以下の式、

【数21】

$$P_y(t) = R\dot{V}(t) + \frac{V(t)}{C} + P_{mus}(t) + P_0$$

又は

【数22】

$$P_y(t) = R\dot{V}(t) + EV(t) + P_{mus}(t) + P_0$$

を解くステップであり、

ここで、 $V(t)$ は、前記空気流量

【数23】

$$\dot{V}(t)$$

を積分することによって計算される前記患者まで送達された空気の実容量であり、さらに、 P_0 は定数であり、各フィッティング領域における呼吸器系の抵抗R及びコンプライアンスC又は弾性率E、並びに、呼吸筋圧 $P_{mus}(t)$ を、前記フィッティング領域における $P_y(t)$ 及び

【数24】

$$\dot{V}(t)$$

のサンプルの時系列にフィットさせることにより同時に推定するステップと、
をさらに含む方法。