(19)日本国特許庁(JP)　　(12)公開特許公報(A)　　(11)公開番号
特開2023-129335
(P2023-129335A)
(43)公開日　令和5年9月14日(2023.9.14)

(51)国際特許分類　　FI
A61M　16/12　(2006.01)　　A61M　16/12

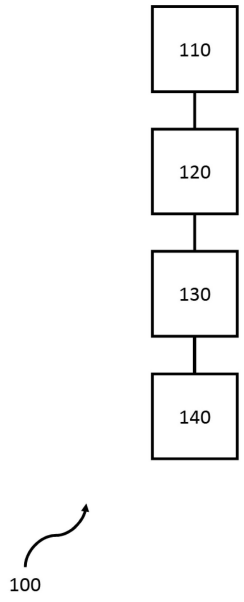
審査請求　未請求　請求項の数　20　　OL　外国語出願　（全24頁）

(21)出願番号　特願2023-30829(P2023-30829)
(22)出願日　令和5年3月1日(2023.3.1)
(31)優先権主張番号　10 2022 104 938.8
(32)優先日　令和4年3月2日(2022.3.2)
(33)優先権主張国・地域又は機関
ドイツ(DE)

(71)出願人　517191714
レーヴェンシュタイン メディカル テクノロジー エス．アー．
ルクセンブルク大公国，エル－２５５７
ルクセンブルク，リュ ロベール ストゥンペール，１８
(74)代理人　100099623
弁理士　奥山 尚一
(74)代理人　100125380
弁理士　中村 綾子
(74)代理人　100129425
弁理士　小川 護晃
(74)代理人　100142996
弁理士　森本 聡二
(74)代理人　100166268
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　ガス流量を制御するための装置及び方法

(57)【要約】　（修正有）
【課題】ガス組成を効率的に調節する方法及び装置を提供する。
【解決手段】方法は、少なくとも１つの第２のガスに混合するための少なくとも１つの第１のガスのガス流量を制御する方法であって、方法は、ガス弁の制御の少なくとも１つの方法を含み、ガス弁の制御のための少なくとも１つの制御量が、少なくとも１つの補正調節成分と少なくとも１つのフィードフォワード成分とから決定され、フィードフォワード成分の入力量が第１のガスの予測ガス流量予定値である。
【選択図】図１



Figur 1

【特許請求の範囲】
【請求項１】
呼吸装置（２００）のための制御ユニット（２１４）であって、前記制御ユニット（２１４）が、少なくとも１つの第２のガスに混合するための少なくとも１つの第１のガスのガス流量（１４６）を制御する方法（１００）を実行するように設定及び形成され、前記方法（１００）は、ガス弁（２０３）の制御（１４５）の少なくとも１つの方法ステップ（１４０）を含み、前記ガス弁（２０３）の制御（１４５）のための少なくとも１つの制御量が、少なくとも１つの補正調節成分（１４３）と少なくとも１つのフィードフォワード成分（１４４）とから決定され、前記フィードフォワード成分（１４４）の入力量が前記第１のガスの予測ガス流量予定値（１３３、１３４）であることを特徴とする、制御ユニット（２１４）。
【請求項２】
前記方法（１００）は、総流量予測の第１の方法ステップ（１１０）と、流量スケーリングする第２の方法ステップ（１２０）と、予測ガス流量予定値（１３３）及び／又はスケーリングされた予測ガス流量予定値（１３４）を決定する第３の方法ステップ（１３０）と、を更に含むことを特徴とする、請求項１に記載の制御ユニット（２１４）。
【請求項３】
前記第１の方法ステップ（１１０）において、設定圧力値（１１１）及び換気状況（１１２）を出発点として、少なくとも２つのガスのガス混合物の予測総流量予定値（１１６）が決定されることを特徴とする、請求項１及び請求項２の少なくとも１つに記載の制御ユニット（２１４）。
【請求項４】
前記第１の方法ステップ（１１０）が患者流量モデル（１１４）を含み、設定圧力値（１１１）及び換気状況（１１２）が少なくとも部分的に前記患者流量モデル（１１４）に含められ、前記患者流量モデル（１１４）の結果と前記換気状況（１１２）の少なくとも一部とが予測総流量予定値（１１６）の計算（１１５）に含められることを特徴とする、請求項１～請求項３の少なくとも１つに記載の制御ユニット（２１４）。
【請求項５】
前記第１の方法ステップ（１１０）において、換気状況（１１２）から、特にＲＣ代替モデル（１１３）の形態の患者モデルにより、患者流量モデル（１１４）の初期値が決定されることを特徴とする、請求項１～請求項４の少なくとも１つに記載の制御ユニット（２１４）。
【請求項６】
前記第２の方法ステップ（１２０）において、予測総流量予定値（１１６）のみから、又は前記予測ガス流量予定値（１３３）と合わせた前記予測総流量予定値（１１６）から、スケーリングされた予測総流量予定値（１２７）及び／又は前記スケーリングされた予測ガス流量予定値（１３４）が計算されることを特徴とする、請求項２～請求項５の少なくとも１つに記載の制御ユニット（２１４）。
【請求項７】
前記第２の方法ステップ（１２０）において、前記予測ガス流量予定値（１３３）から、スケーリングされた予測総流量予定値（１２７）及び／又は前記スケーリングされた予測ガス流量予定値（１３４）が計算されることを特徴とする、請求項２～請求項５の少なくとも１つに記載の制御ユニット（２１４）。
【請求項８】
前記第２の方法ステップ（１２０）がスケーリング（１２６）を含み、吸気と呼気とで別々のスケーリングファクタ及び／又はスケーリング関数が決定され、吸気か呼気かに応じて、前記スケーリングファクタ間及び／又は前記スケーリング関数間をスイッチ（１２５）によって切り替えることを特徴とする、請求項１～請求項７の少なくとも１つに記載の制御ユニット（２１４）。
【請求項９】

前記スケーリングファクタ及び／又は前記スケーリング関数を決定するために、予定された吸気体積又は呼気体積と、実際に適用された吸気体積又は呼気体積との間の、少なくとも１つの比較が考慮されることを特徴とする、請求項８に記載の制御ユニット（２１４）。

【請求項１０】

前記第３の方法ステップ（１３０）が、予測総流量予定値（１１６）からの予測ガス流量予定値（１３３）の計算（１３２）を含むことを特徴とする、請求項１～請求項９の少なくとも１つに記載の制御ユニット（２１４）。

【請求項１１】

前記第３の方法ステップ（１３０）は、前記第２のガス中の前記第１のガスの平均濃度ｍｃＯ２％の決定を含み、前記第１のガスの平均濃度ｍｃＯ２％の決定には再呼吸体積Ｖ＿Ｒｕｅｃｋも組み込まれることを特徴とする、請求項１～請求項１０の少なくとも１つに記載の制御ユニット（２１４）。

【請求項１２】

前記第３の方法ステップ（１３０）において、前記第１のガスの、決定された平均濃度ｍｃＯ２％が、予測ガス流量予定値（１３３）の決定に組み込まれることを特徴とする、請求項１～請求項１１の少なくとも１つに記載の制御ユニット（２１４）。

【請求項１３】

前記ガス弁（２０３）の制御（１４５）のための前記制御量を決定するための前記フィードフォワード成分（１４４）の入力量は、スケーリングされた予測ガス流量予定値（１３４）であり、任意的に再呼吸体積Ｖ＿Ｒｕｅｃｋが考慮されることを特徴とする、請求項１～請求項１２の少なくとも１つに記載の制御ユニット（２１４）。

【請求項１４】

前記補正調節成分（１４３）の入力量は、予め定められたガス流量予定値（１４１）からの、少なくとも１つの流量センサ（２０４）によって決定されるガス流量実際値（１４７）の偏差を表す少なくとも１つのパラメータを含むことを特徴とする、請求項１～請求項１３の少なくとも１つに記載の制御ユニット（２１４）。

【請求項１５】

ガス流量値（１４７）がガス流量予定値（１４１）に相当する場合、前記ガス弁（２０３）の制御（１４５）のための前記制御量の前記補正調節成分（１４３）がゼロになることを特徴とする、請求項１～請求項１４の少なくとも１つに記載の制御ユニット（２１４）。

【請求項１６】

前記第１のガスが酸素であり、前記第２のガスが周囲空気又は圧縮空気／加圧空気、あるいは周囲空気及び／又は圧縮空気／加圧空気及び／又は少なくとも部分的に再呼吸される呼吸ガスからのガス混合物であることを特徴とする、請求項１～請求項１５の少なくとも１つに記載の制御ユニット（２１４）。

【請求項１７】

前記制御ユニット（２１４）は、少なくとも１つの流量センサ（２０４、２０７、２１１）の測定データをもとにして再呼吸体積Ｖ＿Ｒｕｅｃｋを計算するように形成されていることを特徴とする、請求項１～請求項１６の少なくとも１つに記載の制御ユニット（２１４）。

【請求項１８】

ａ．前記第１の方法ステップ（１１０）において、少なくとも１つの換気状況（１１２）、設定圧力値（１１１）から、及び少なくとも部分的に患者流量モデル（１１４）により予測総流量予定値（１１６）が計算され、

ｂ．前記第２の方法ステップ（１２０）において、前記予測総流量予定値（１１６）と吸気データ（１２１）及び呼気データ（１２２）とから、スケーリング（１２６）により、スケーリングされた予測総流量予定値（１２７）が決定され、前記スケーリング（１２６）をそれぞれの呼吸相に適合させ、

ｃ．前記第３の方法ステップ（１３０）において、前記スケーリングされた予測総流量予定値（１２７）と、再呼吸体積Ｖ＿Ｒｕｅｃｋを用いて決定された前記第１のガスの平均濃度ｍｃＯ２％とから、スケーリングされた予測ガス流量予定値（１３４）が決定され、

ｄ．第４の方法ステップ（１４０）において、前記フィードフォワード成分（１４４）の入力量が、前記スケーリングされた予測ガス流量予定値（１３４）である、ことを特徴とする、請求項１～請求項１７の少なくとも１つに記載の制御ユニット（２１４）。

【請求項１９】

請求項１～請求項１８の少なくとも１つに記載の制御ユニット（２１４）を少なくとも１つ備える、呼吸装置（２００）。

【請求項２０】

少なくとも１つの第２のガスに混合するための少なくとも１つの第１のガスのガス流量（１４６）を制御する方法（１００）であって、前記方法（１００）は、ガス弁（２０３）の制御（１４５）の少なくとも１つの方法ステップ（１４０）を含み、前記ガス弁（２０３）の制御（１４５）のための少なくとも１つの制御量が、少なくとも１つの補正調節成分（１４３）と少なくとも１つのフィードフォワード成分（１４４）とから決定され、前記フィードフォワード成分（１４４）の入力量が前記第１のガスの予測ガス流量予定値（１３３、１３４）であることを特徴とする、方法（１００）。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、第２のガスに混合するための第１のガスのガス流を制御する制御ユニット及び方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

多くの装置、特に医療装置においては、２つのガスが互いに混合されるように企図される。一部では、第２のガスが、特定濃度の第１のガスをすでに含んだガス混合物であるということが起こり得る。通常、混合されるガス（又はガス混合物）のうちの少なくとも１つの流量、したがって量は、弁によって制御又は生成される。その場合、通常、制御ループ又は制御回路が使用され、それによって、生じる混合物中の第１のガス、例えば酸素の濃度をもとにして弁が制御される。しかし、通常、酸素濃度の測定は不正確で遅い。その場合、例えば、患者への正しい時間での正しい量の酸素の供給に問題が生じる。正しい濃度の設定にも遅延が生じる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００３】

したがって、本発明の課題は、ガス組成を効率的に調節する方法及び装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【０００４】

本発明は、呼吸装置のための制御ユニットに関し、制御ユニットが、少なくとも１つの第２のガスに混合するための少なくとも１つの第１のガスのガス流量を制御する方法を実行するように設定及び形成され、方法は、ガス弁の制御の少なくとも１つの方法ステップを包含し、ガス弁の制御のための少なくとも１つの制御量（操作変量）が、少なくとも１つの補正調節成分と少なくとも１つのフィードフォワード成分とから決定（特定）され、制御ユニットは、フィードフォワード成分の入力量（入力変量）が第１のガスの予測されたガス流量予定値（予測ガス流量予定値）であることを特徴とする。

【０００５】

いくつかの実施形態では、制御ユニットは、方法が、総流量予測の第１の方法ステップ、流量スケーリングする第２の方法ステップと、予測ガス流量予定値（予測ガス流量基準

値）及び／又はスケーリングされた予測ガス流量予定値を決定する第３の方法ステップとを更に包含することを特徴とする。

【０００６】

いくつかの実施形態では、制御ユニットは、第１の方法ステップにおいて、設定された圧力値（設定圧力値）及び換気状況を出発点として、少なくとも２つのガスのガス混合物の予測総流量予定値（予測総流量基準値）が決定されることを特徴とする。いくつかの実施形態では、制御ユニットは、第１の方法ステップが患者流量モデルを含み、設定圧力値及び換気状況が患者流量モデルの少なくとも一部に含められ、患者流量モデルの結果と換気状況の少なくとも一部とが予測総流量予定値の計算に含められることを特徴とする。いくつかの実施形態では、制御ユニットは、第１の方法ステップにおいて、換気状況からの、特にＲＣ代替モデルの形態の患者モデルにより、患者流量モデルの初期値が決定されることを特徴とする。

【０００７】

いくつかの実施形態では、制御ユニットは、第２の方法ステップにおいて、予測総流量予定値のみから、又は予測ガス流量予定値と一緒に予測総流量予定値から、スケーリングされた予測総流量予定値及び／又はスケーリングされた予測ガス流量予定値が計算されることを特徴とする。いくつかの実施形態では、制御ユニットは、第２の方法ステップにおいて、予測ガス流量予定値から、スケーリングされた予測総流量予定値及び／又はスケーリングされた予測ガス流量予定値が計算されることを特徴とする。いくつかの実施形態では、制御ユニットは、第２の方法ステップがスケーリングを含み、吸気と呼気とで別々のスケーリングファクタ（スケーリング因子）及び／又はスケーリング関数が決定され、吸気か呼気かに応じて、スケーリングファクタ間及び／又はスケーリング関数間をスイッチによって切り替えることを特徴とする。いくつかの実施形態では、制御ユニットは、スケーリングファクタ及び／又はスケーリング関数を決定するために、予定された吸気体積又は呼気体積と、実際に適用された吸気体積又は呼気体積との間の、少なくとも１つの比較が考慮されることを特徴とする。

【０００８】

いくつかの実施形態では、制御ユニットは、第３の方法ステップが、予測総流量予定値からの予測ガス流量予定値の計算を含むことを特徴とする。いくつかの実施形態では、制御ユニットは、第２のガス中の第１のガスの平均濃度ｍｃＯ２％の決定を含み、第１のガスの平均濃度ｍｃＯ２％の決定には再呼吸体積（再び吸い込まれる呼気の体積）も組み込まれる（共に算入される）ことを特徴とする。いくつかの実施形態では、制御ユニットは、第３の方法ステップにおいて、第１のガスの、決定された平均濃度ｍｃＯ２％が、予測ガス流量予定値の決定に組み込まれることを特徴とする。

【０００９】

いくつかの実施形態では、制御ユニットは、ガス弁の制御のための制御量を決定するためのフィードフォワード成分の入力量が、スケーリングされた予測ガス流量予定値であり、任意的に再呼吸体積が考慮されることを特徴とする。

【００１０】

いくつかの実施形態では、制御ユニットは、補正調節成分の入力量が、予め定められたガス流量予定値（ガス流量基準値）からの、少なくとも１つの流量センサによって決定されるガス流量実際値の偏差（ずれ）を表す少なくとも１つのパラメータを含むことを特徴とする。

【００１１】

いくつかの実施形態では、制御ユニットは、ガス流量値がガス流量予定値に相当する場合、ガス弁を制御するための制御量の補正調節成分がゼロになることを特徴とする。

【００１２】

いくつかの実施形態では、制御ユニットは、第１のガスが酸素であり、第２のガスが周囲空気又は圧縮空気／加圧空気、あるいは周囲空気、及び／又は圧縮空気／加圧空気及び／又は少なくとも部分的に再呼吸される呼吸ガスからのガス混合物であることを特徴とす

る。
【００１３】
いくつかの実施形態では、制御ユニットは、少なくとも１つの流量センサの測定データをもとにして再呼吸体積を計算するように形成されることを特徴とする。
【００１４】
いくつかの実施形態では、制御ユニットは、第１の方法ステップにおいて、少なくとも１つの換気状況、設定圧力値から、及び少なくとも部分的に患者流量モデルにより予測総流量予定値が計算され、第２の方法ステップにおいて、予測総流量予定値と吸気データ及び呼気データとから、スケーリングにより、スケーリングされた予測総流量予定値が決定され、スケーリングをそれぞれの呼吸相に適合させ、第３の方法ステップにおいて、スケーリングされた予測総流量予定値と、再呼吸体積を用いて決定された第１のガスの平均濃度ｍｃＯ２％とから、スケーリングされた予測ガス流量予定値が決定され、第４の方法ステップにおいて、フィードフォワード成分の入力量が、スケーリングされた予測ガス流量予定値である、ことを特徴とする。
【００１５】
本発明は、上述の制御ユニットを少なくとも１つ備える呼吸装置にも関する。
【００１６】
本発明はまた、少なくとも１つの第２のガスに混合するための少なくとも１つの第１のガスのガス流を制御する方法に関し、この方法は、ガス弁の制御の少なくとも１つの方法ステップを包含し、ガス弁の制御のための少なくとも１つの制御量が、少なくとも１つの補正調節成分と少なくとも１つのフィードフォワード成分とから決定される。この方法は、フィードフォワード成分の入力量が第１のガスの予測ガス流量予定値であることを特徴とする。
【００１７】
いくつかの実施形態では、方法は、総流量予測の少なくとも１つの方法ステップと、流量スケーリングのための方法ステップと、予測ガス流量予定値及び／又はスケーリングされた予測ガス流量予定値を決定するための方法ステップと、ガス弁を制御するための方法ステップと、を包含することを特徴とする。
【００１８】
いくつかの実施形態では、方法は、総流量予測の少なくとも１つの方法ステップを包含し、設定圧力値及び換気状況を出発点として、少なくとも２つのガスのガス混合物の予測総流量予定値が決定されることを特徴とする。
【００１９】
いくつかの実施形態では、方法は、総流量予測の方法ステップが患者流量モデルを含み、設定圧力値及び換気状況が少なくとも部分的に患者流量モデルに含められ、患者流量モデルの結果と換気状況の少なくとも一部とが予測総流量予定値の計算に含められることを特徴とする。
【００２０】
いくつかの実施形態では、方法は、方法ステップにおいて、換気状況から、患者モデルにより、患者流量モデルの初期値が決定されることを特徴とする。いくつかの実施形態では、方法は、方法ステップにおいて患者モデルがＲＣ代替モデルであることを特徴とする。
【００２１】
いくつかの実施形態では、方法は、流量スケーリングのための少なくとも１つの方法ステップを包含し、流量スケーリングのための方法ステップにおいて、予測総流量予定値及び／又は予測ガス流量予定値から、スケーリングされた予測総流量予定値及び／又はスケーリングされた予測ガス流量予定値が計算されることを特徴とする。
【００２２】
いくつかの実施形態では、方法は、方法ステップがスケーリングを包含し、吸気と呼気とで別々のスケーリングファクタ及び／又はスケーリング関数が決定され、吸気か呼気か

に応じて、スケーリングファクタ間及び／又はスケーリング関数間をスイッチによって切り替えることを特徴とする。いくつかの実施形態では、方法は、スケーリングファクタ及び／又はスケーリング関数を決定するために、予定された吸気体積若しくは呼気体積と、実際に適用された吸気体積又は呼気体積との間の、少なくとも１つの比較が考慮されることを特徴とする。

【００２３】

いくつかの実施形態では、方法は、予測ガス流量予定値を決定するための方法ステップが、予測総流量予定値から予測ガス流量予定値を計算することを含むことを特徴とする。

【００２４】

いくつかの実施形態では、方法は、方法ステップが、第２のガス中の第１のガスの平均濃度ｍｃＯ２％の決定を含み、第１のガスの平均濃度ｍｃＯ２％の決定には再呼吸体積も組み込まれることを特徴とする。いくつかの実施形態では、方法は、方法ステップにおいて、第１のガスの決定された平均濃度ｍｃＯ２％が、予測ガス流量予定値の決定に組み込まれることを特徴とする。

【００２５】

いくつかの実施形態では、方法は、方法ステップにおいて、スケーリングされた予測ガス流量予定値が決定されることを特徴とする。

【００２６】

いくつかの実施形態では、方法は、方法ステップにおいて、ガス弁の制御のための制御量を決定するためのフィードフォワード成分の入力量が、スケーリングされた予測ガス流量予定値であり、任意的に再呼吸体積Ｖ＿Ｒｕｅｃｋが考慮されることを特徴とする。

【００２７】

いくつかの実施形態では、方法は、補正調節成分の入力量が、ガス流量予定値からのガス流量値の偏差を表す少なくとも１つのパラメータを含むことを特徴とする。

【００２８】

いくつかの実施形態では、方法は、ガス流量値がガス流量予定値に相当する場合、ガス弁を制御するための制御量の補正調節成分がゼロになることを特徴とする。

【００２９】

いくつかの実施形態では、方法は、流量スケーリングのための方法ステップと、予測ガス流量予定値を決定するための方法ステップとが交換可能であり、方法ステップにおいて、方法ステップが方法ステップに続く場合、予測ガス流量予定値が計算されるか、又は方法ステップが方法ステップに続く場合、スケーリングされた予測ガス流量予定値が決定されることを特徴とする。

【００３０】

いくつかの実施形態では、方法は、第１のガスが酸素であり、第２のガスが周囲空気又は圧縮空気／加圧空気、ならびにあるいは周囲空気及び／又は圧縮空気／加圧空気及び／又は少なくとも部分的に再呼吸された呼吸ガスからのガス混合物であることを特徴とする。

【００３１】

本発明はまた、少なくとも１つの第２のガスに混合するための少なくとも１つの第１のガスのガス流量を制御する方法に関し、この方法は、ガス弁の制御の少なくとも１つの方法ステップを包含し、ガス弁の制御のための少なくとも１つの制御量が、少なくとも１つの補正調節成分と少なくとも１つのフィードフォワード成分とから決定される。方法は、更に、

ａ．第１の方法ステップにおいて、少なくとも１つの換気状況、設定圧力値から、及び少なくとも部分的に患者流量モデルにより予測総流量予定値が計算され、

ｂ．第２の方法ステップにおいて、予測総流量予定値と吸気データ及び呼気データとから、スケーリングにより、スケーリングされた予測総流量予定値が決定され、スケーリングをそれぞれの呼吸相に適合させ、

ｃ．第３の方法ステップにおいて、スケーリングされた予測総流量予定値と、再呼吸体

積Ｖ＿Ｒｕｅｃｋを用いて決定された第１のガスの平均濃度ｍｃＯ２％とから、スケーリングされた予測ガス流量予定値が決定され、
ｄ．ガス弁の制御の方法ステップにおいて、フィードフォワード成分の入力量が、第３の方法ステップからの、スケーリングされた予測ガス流量予定値である、
ことを特徴とする。

【００３２】
制御ユニットは、少なくとも１つの第２のガスに混合するための少なくとも１つの第１のガスのガス流を制御する方法を実行するように設定及び形成され、方法は、ガス弁の制御の少なくとも１つの方法ステップを包含し、ガス弁の制御のための少なくとも１つの制御量が、少なくとも１つの補正調節成分と少なくとも１つのフィードフォワード成分とから決定され、制御ユニットは、フィードフォワード成分の入力量が第１のガスの予測ガス流量予定値であることを特徴とする。

【００３３】
いくつかの実施形態では、制御ユニットは、制御ユニットが計算ユニットを備え、計算ユニットは、予測総流量予定値から第１のガスの予測ガス流量予定値を決定するように設定及び形成されることを特徴とする。

【００３４】
いくつかの実施形態では、制御ユニットは、計算ユニットが、設定圧力値及び換気状況から予測総流量予定値を決定するように設定及び形成されることを特徴とする。

【００３５】
本発明は呼吸装置にも関し、呼吸装置は、ガス弁と制御ユニットとを備え、制御ユニットは、上述の方法を実行するように設定及び形成される。

【００３６】
いくつかの実施形態では、呼吸装置は、呼吸装置が少なくとも１つの流量センサを備え、制御ユニットは、少なくとも１つの流量センサの測定データをもとにして再呼吸体積Ｖ＿Ｒｕｅｃｋを計算するように設定及び形成されることを特徴とする。

【００３７】
いくつかの実施形態では、呼吸装置は、制御ユニットが、予め定められたガス流量予定値と、流量センサによって決定された第１のガスのガス流量のガス流量値との比較から、ガス弁を制御するための制御量の補正調節成分を決定するように設定及び形成されることを特徴とする。

【００３８】
いくつかの実施形態では、呼吸装置は、制御ユニットが制御量をもとにしてガス弁を制御するように設定及び形成され、制御量が、フィードフォワード成分と補正調節成分とからなり、フィードフォワード成分が第１のガスの予測ガス流量予定値を入力量として有することを特徴とする。

【００３９】
いくつかの実施形態では、呼吸装置は、呼吸装置及び／又は制御ユニットが計算ユニットを備え、計算ユニットは、予測総流量予定値から第１のガスの予測ガス流量予定値を決定するように設定及び形成されることを特徴とする。

【００４０】
いくつかの実施形態では、呼吸装置は、計算ユニットが、設定圧力値及び換気状況から予測総流量予定値を決定するように形成されることを特徴とする。

【００４１】
いくつかの実施形態では、呼吸装置は、計算ユニットが、予測総流量予定値の決定に、患者流量モデルを組み込むように設定及び形成されることを特徴とする。

【００４２】
いくつかの実施形態では、呼吸装置は、計算ユニットが、予測総流量予定値から、スケーリングされた予測総流量予定値及び／又はスケーリングされた予測ガス流量予定値を計算するように設定及び形成されることを特徴とする。

【００４３】
いくつかの実施形態では、呼吸装置は、計算ユニットが、呼吸相に応じて予測総流量予定値をスケーリングするように設定及び形成されることを特徴とする。
【００４４】
いくつかの実施形態では、呼吸装置は、計算ユニットが、スケーリングされた予測ガス流量予定値の計算に第１のガスの平均周囲空気濃度も組み込み、第１のガスの平均周囲空気濃度がとりわけ再呼吸体積Ｖ＿Ｒｕｅｃｋにより決定されることを特徴とする。
【００４５】
いくつかの実施形態では、呼吸装置は、計算ユニットが、少なくとも１つの流量センサからの測定データをもとにして再呼吸体積Ｖ＿Ｒｕｅｃｋを計算するように設定及び設計されることを特徴とする。
【００４６】
いくつかの実施形態では、呼吸装置は、計算ユニットが、予め定められたガス流量予定値と、流量センサによって決定された第１のガスのガス流量のガス流量値との比較から、ガス弁を制御するための制御量の補正調節成分を決定するように設定及び形成されることを特徴とする。
【００４７】
いくつかの実施形態では、制御ユニットは、少なくとも１つの第２のガスに混合するための少なくとも１つの第１のガスのガス流量を制御する方法を実行するように形成及び設定され、方法が、ガス弁の制御の少なくとも１つの方法ステップを包含し、ガス弁の制御のための少なくとも１つの制御量が、少なくとも１つの補正調節成分と少なくとも１つのフィードフォワード成分とから決定され、制御ユニットは、
ａ．第１の方法ステップにおいて、少なくとも１つの換気状況、設定圧力値から、及び少なくとも部分的に患者流量モデルにより予測総流量予定値が計算され、
ｂ．第２の方法ステップにおいて、総流量予定値と吸気データ及び呼気データとから、スケーリングにより、スケーリングされた予測総流量予定値が決定され、スケーリングをそれぞれの呼吸相に適合させ、
ｃ．第３の方法ステップにおいて、スケーリングされた予測総流量予定値と、再呼吸体積Ｖ＿Ｒｕｅｃｋを用いて決定された第１のガスの平均濃度ｍｃＯ２％とから、スケーリングされた予測ガス流量予定値が決定され、
ｄ．方法ステップが第４の方法ステップであり、フィードフォワード成分の入力量が、第３の方法ステップからの、スケーリングされた予測ガス流量予定値である、ことを特徴とする。
【００４８】
提示された制御、提示された方法、及び提示された呼吸装置は、ガス混合物中の特定のガスの総濃度を達成するように設計される。その場合、第１のガスは第２のガス若しくはガス混合物と混合され、第２のガス／ガス混合物は第１のガスの濃度を含む。これは、第２のガスと混合される第１のガスの流量を生成するガス弁を的確に制御することによって達成される。いくつかの実施形態では、第１のガスと第２のガスとのガス混合物が少なくとも部分的に逆流（還流）し得ることが企図される。その場合、逆流するガス中の第１のガスの濃度も共に算入され（考慮され）、第１のガスの流量用のガス弁の制御を相応に適合させることを企図することができる。
【００４９】
請求項に個々に記載される特徴を任意に、かつ技術的に有意義な仕方で互いに組み合わせることができ、本発明の更なる実施形態が示されることを言及しておく。以下の説明は、本発明を特徴付け、特に図との関連で更に明確にする。
【００５０】
本明細書で使用される２つの特徴間にあり、これらを互いに結びつける接続詞「及び／又は」は常に、本発明による主題の第１の実施形態において、第１の特徴のみが存在することができ、第２の実施形態において第２の特徴のみが存在することができ、第３の実施

形態において第１の特徴と第２の特徴が存在することができるように解釈されるべきであることを更に言及しておきたい。

【００５１】

呼吸装置（人工呼吸器）は、利用者又は患者の自然な呼吸を助け、利用者若しくは生物（例えば患者及び／又は新生児及び／又は未熟児）の呼吸を引き受け、及び／又は呼吸療法に用いられ、及び／又はその他の手法で利用者若しくは患者の呼吸に影響を及ぼすあらゆる装置と理解される。これには、例えば、ＣＰＡＰ装置及びＢｉＬｅｖｅｌ装置、麻酔若しくは麻酔学的装置、呼吸療法装置、（臨床、臨床外、又は救急）呼吸装置、高流量治療装置、及び咳補助装置などが含まれるが、これらに限定されない。呼吸装置を換気の診断装置と理解することもできる。診断装置は、一般に、生物の医療及び／又は呼吸関連のパラメータを検出するために用いることができる。これには、呼吸と組み合わせた、又は呼吸のみに関連する患者の医療パラメータを検出し、任意的に処理できる装置も含まれる。

【００５２】

特に断りのない限り、特に治療、換気、及び／又は診断の目的での、呼吸装置と生物との、及びその逆の相互作用のためのものであるあらゆる周辺機器を患者インタフェースと理解することができる。特に、患者インタフェースは、呼吸装置のマスク若しくは呼吸装置に接続されたマスクと理解することができる。このマスクは、フルフェイスマスク、すなわち鼻と口を覆うマスク、又はノーズマスク、すなわち鼻だけを覆うマスクであり得る。気管ホース若しくは気管カニューレ、及びいわゆる鼻カニューレも、マスク若しくは患者インタフェースとして使用できる。少なからぬ場合に、患者インタフェースは、例えば管などの単純なマウスピースであってもよく、それを介して、生物が少なくとも息を吐く、及び／又は息を吸う。

【００５３】

患者インタフェースと呼吸装置との間の接続は、多数の異なった接続システム若しくはホースシステムを介して行うことができる。例えば、吐かれた呼吸ガスを患者インタフェース及び／又は呼吸ホースにおける意図的な漏れを通して逃がすことができる漏れシステムを提供することができる。吐かれた呼吸ガスを呼気ホースを通して呼吸装置に戻し、場合によってそこで吐き出し体積が測定され、呼吸装置を通して周囲空気（外気）へ逃がすことができる２ホースシステムを設けることもできる。その場合、吐かれた呼吸ガスが吸気ホースに入ることが弁によって実質的に阻止される。患者インタフェース及び呼吸装置が、例えば、呼吸装置により制御される患者弁を有する１ホースシステムを介して接続されることも企図することができる。少なくとも呼気中は、吐き出された空気をホースシステムから直接周囲空気に逃がすことができるように弁を切り替えることができる。

【００５４】

明細書及び特許請求の範囲において、ガス及びガス混合物という用語は同義語として使用される。特に、ガスはガス混合物を表すこともできる。特に、第２のガスはガス混合物であり得る。その場合、第２のガスは、例えば、吸い込まれる周囲空気、あるいはガスボンベ又は供給ラインから供給される圧縮空気／加圧空気でもあり得る。いくつかの実施形態では、第２のガスは、吸い込まれる周囲空気若しくは圧縮空気／加圧空気と、再呼吸若しくは逆流するガス混合物との混合物でもあり得る。その場合、逆流するガス混合物は、最初に生成されたガス混合物とは異なる第１のガスの濃度を有し得る。いくつかの実施形態では、第１のガスは酸素であり、第２のガスは周囲空気及び／又は逆流するガス混合物及び／又はそれらの混合物である。

【００５５】

「予測ガス流量予定値」とは、別段の明確な記載がない限り、あらゆる種類の予測ガス流量予定値と理解されるべきであるということを更に言及しておく。特に、「予測ガス流量予定値」は、（スケーリングされていない）予測ガス流量予定値に加えて、スケーリングされた予測ガス流量予定値も含むことができる。また、「予測総流量予定値」は、別段の明確な記載がない限り、あらゆる種類の予測総流量予定値と理解されるものとする。特

に、「予測総流量予定値」は、（スケーリングされていない）予測総流量予定値に加えて、スケーリングされた予測総流量予定値も含むことができる。

【００５６】

本発明は、フィードフォワード成分の入力量を制御量に置き換えるという基本思想に従う。ガス流量の従来のフィードフォワード制御では、フィードフォワード成分の少なくとも１つの入力量は、測定された総流量から計算したガス流量予定値である。測定された総流量から計算したこのガス流量予定値が、予測総流量から特定又は算出される予測ガス流量予定値で置き換えられる。

【００５７】

例えば本発明の呼吸装置によって実行できる本発明の方法によれば、第１のガス、例えば酸素の濃度は、とりわけ、第１のガスのガス流量のフィードフォワード制御によって制御される。フィードフォワード制御の目的は、ガス流量を事前に決定し、次の若しくは現在の呼吸に合わせて適切に制御することである。フィードフォワード成分に加えて、フィードバックと同様の補正調節成分も企図される。その場合、補正調節成分は、生じ得る不正確さ又は偏差を補正するために、そのエラー源とは無関係に、実際に測定されたガス流量と意図される値との比較に基づく。フィードフォワード成分によって、設定された目標値に正確に対応するガス流量が実現される場合、補正調節は行われない。補正調節によって、例えばフィードフォワード制御の系統的エラーも補償することができる。フィードフォワード制御の結果として生じるガス流量が、例えば予め定められた目標値からいつも特定のパーセンテージだけ異なる場合、これを補正調節によって補償することができる。

【００５８】

制御されるガスの予測ガス流量予定値は、フィードフォワード成分を決定するための入力量として用いられる。予測ガス流量予定値を決定するために、第１の方法ステップにおいて呼吸ガスの総流量予定値が予測される。現在換気状況が予測に組み込まれる。その場合、一方では、換気状況は、患者の呼吸に関する設定／パラメータを反映することができ、他方では、患者の生理機能などの患者関連のファクタも組み込むことができる。現在換気状況に加えて、患者流量モデルも総流量予測の計算に組み込まれる。患者流量モデルの入力量及び／又はファクタは、現在換気状況及び予め定められた（換気）圧力の少なくとも一部である。患者流量モデルに組み込むために、現在換気状況が、例えばＲＣ代替モデルにより変換される。

【００５９】

いくつかの実施形態では、ガス弁を駆動することにより生じる不正確さも、第１のガスのガス濃度を設定するべくガス流量を制御若しくは調節することによって補償できることが企図される。そのために、更なる方法ステップでは、例えば総流量予測に使用される補正ファクタが決定される。この補正ファクタは、例えば患者の呼吸相、すなわち吸気と呼気にも適合させることができる。補正ファクタを決定するために、任意的に複数回の呼吸の平均で、体積の事前設定値及び／又は予想される体積と、実際に測定された体積との比率が求められることを企図することができる。この比率をもとにして、それぞれの呼吸相について、総流量予測に使用される補正ファクタが決定される。

【００６０】

制御される第１のガスの予測ガス流量予定値が、補正ファクタで算定された総流量予測をもとにして決定されることを企図することができる。いくつかの実施形態では、まず、総流量予測から、制御されるガスの予測流量値が決定され、次にこの予測流量値が補正ファクタでスケーリングされることを企図することもできる。

【００６１】

いくつかの実施形態では、方法ステップにおいて、任意的に、呼吸装置に再呼吸された、及び／又は患者の吐き出しによって押し戻された体積部分も考慮されることが企図される。再呼吸体積割合は、制御されるガスの予測流量値を決定する場合に組み込まれる。この方法ステップは、補正ファクタを決定する方法ステップと並行してか、その前か、又はその後に行うことができる。いくつかの実施形態では、再呼吸体積を考慮する方法ステッ

プが、補正ファクタを決定する方法ステップの後に行われることが企図される。

【００６２】

一実施形態では、方法シーケンスは、第１の方法ステップにおいて総流量予測が行われることが企図される。次いで、第２の方法ステップにおいて、総流量予測で算定される補正ファクタが決定されることが企図される。第３の方法ステップにおいて、再呼吸体積の任意的な決定が行われる。続いて、制御されるガスの予測ガス流量の決定が、任意的に再呼吸体積を考慮して行われる。次に、制御されるガスの予測ガス流量が、ガス流量のフィードフォワード制御の入力量として使用される。補正調節と一緒に、弁切り替えのための制御信号が生成され、その結果、実際のガス流量が制御若しくは生成される。その場合、測定される実際のガス流量は、補正調節に使用される量（変量）である。

【図面の簡単な説明】

【００６３】

【図１】ガス流量１４６を制御する方法１００のシーケンスを示す、例示的実施形態の概略図である。

【図２】総流量予測のための方法ステップ１１０の例示的なシーケンスを模式的に示す図である。

【図３】流量スケーリングの方法ステップ１２０を例示的実施形態で模式的に示す図である。

【図４】スケーリングされた予測ガス流量予定値１３３を決定する方法ステップ１３０の例示的実施形態を示す図である。

【図５】ガス弁の制御１４５のための方法ステップ１４０を例示的実施形態で模式的に示す図である。

【図６】呼吸装置２００の例示的実施形態を模式的に、かつ大幅に簡略化して示した図である。

【発明を実施するための形態】

【００６４】

本発明が図１～図６をもとにして例示的に詳しく説明される。

【００６５】

図１において、ガス流量１４６を制御する方法１００のシーケンスが、例示的実施形態の概略図で示される。その場合、方法１００は、総流量予測の方法ステップ１１０、流量スケーリングの方法ステップ１２０、再呼吸体積を任意的に考慮してスケーリングされた予測ガス流量予定値１３３の決定の方法ステップ１３０、及びガス弁の制御の方法ステップ１４０を包含する。その場合、ガス弁の制御の方法ステップ１４０は、補正調節成分及びフィードフォワード成分からの、ガス弁を制御するための制御量の決定も含む。

【００６６】

ガス流１４６を制御する方法１００はフィードフォワード制御に基づいており、フィードフォワード成分の入力量がガス弁を制御するための制御量に置き換えられる。その場合、フィードフォワード制御の利点は、制御が純粋な制御を通り過ぎ、それにより、例えばガス流量が変化した場合に、改善した反応時間を達成できるということである。ガス流１４６の古典的なフィードフォワード制御では、フィードフォワード成分の少なくとも１つの入力量は、測定されたガス流量から計算したガス流量予定値１４１であり得る。測定された総流量から計算したこのガス流量予定値１４１は、予測総流量予定値１１６から算出される予測ガス流量予定値に置き換えられる。その場合、予測総流量予定値１１６の決定は、例えば、総流量予測の方法ステップ１１０で行われる。方法ステップ１２０、１３０において、予測ガス流量予定値は、予測総流量予定値１１６から決定され、スケーリングされた予測ガス流量予定値１３３に到達するためにスケーリングされる。その場合、いくつかの実施形態では、まず、予測総流量予定値１１６がスケーリングされ、方法ステップ１３０において、スケーリングされた予測総流量予定値１２７から、スケーリングされた予測ガス流量予定値１３３が決定される。代替的又は追加的に、予測ガス流量予定値は、予測総流量予定値１１６から直接決定され、次いで、方法ステップ１３０において、これ

に対応してスケーリングされる。再呼吸体積（再呼吸量）Ｖ＿Ｒｕｅｃｋの任意的な考慮が企図される場合、Ｖ＿Ｒｕｅｃｋは、すでにスケーリングの前に、予測されるガス流量予定値の計算に組み込まれる。その場合、任意的に、スケーリングされた予測ガス流量予定値１３３の決定の方法ステップ１３０において、相応に適合させたガス流量予定値１３３に到達するために、再呼吸体積Ｖ＿Ｒｕｅｃｋも組み込まれる。方法ステップ１４０において、予測ガス流量予定値１３３は、ガス弁の制御のための制御量のフィードフォワード成分の入力量として用いられる。

【００６７】

予測総流量予定値１１６が決定される総流量予測のための方法ステップ１１０が、図２に例示的実施形態で模式的に示される。

【００６８】

図２は、総流量予測のための方法ステップ１１０の例示的なシーケンスを模式的に示す。とりわけ、総流量予測の入力量は、呼吸のために予め定められた圧力１１１と現在換気状況１１２である。その場合、換気状況１１２は、一方では、患者の換気に関する設定／パラメータを反映することができ、他方では、例えば患者の生理機能などの患者関連のファクタが組み込まれてもよい。呼吸に関する設定／パラメータは、例えば圧力（ＩＰＡＰ、ＥＰＡＰ、ＰＥＥＰなど）、流量、体積、換気時間、換気モード（ＣＰＡＰ、ＡＰＡＰ、ＢｉＬｅｖｅｌなど）、呼吸回数（呼吸頻度）などであり得る。患者の生理機能などの患者関連のファクタは、例えば年齢、身長、体重、性別、疾患などである。

【００６９】

現在換気状況１１２を表す可能性は、ＲＣ代替モデル（ＲＣ等価モデル）１１３による患者のモデル化である。ＲＣ代替モデルに加えて、患者を、例えばより正確に表す別の及び／又は更なる患者モデルを用いることもできる。患者流量モデル１１４のパラメータ化は、とりわけその前の複数回の呼吸のパラメータを評価することにより行われる。ＲＣ代替モデル１１３により、例えば圧力及び流量から、患者パラメータの経過が推定若しくは決定される。少なくとも予め定められた圧力１１１と共に、例えば、患者に届けるべきガス流量が患者流量モデル１１４で決定される。すなわち、例示的なＲＣ代替モデル１１３により、例えばまず患者が開始点として示され、次の患者流量モデル１１４で、とりわけ設定された換気圧力１１１と共に患者流量が決定される。例えば、ＲＣ代替モデル１１３と患者流量モデル１１４との間の相互作用において、最後から２番目の一回の呼吸のパラメータが利用され、最後の一回の呼吸が評価される。

【００７０】

患者流量モデル１１４及び現在換気状況１１２の計算から、予測総流量１１６が計算１１５により計算される。その場合、患者流量モデルに含めることができ、かつ、予測総流量１１６の計算１１５に直接含めることができる現在換気状況１１２のパラメータ／ファクタは、同じであっても異なっていてもよい。現在換気状況１１２のいくつかのパラメータが、患者流量モデル１１４に含められ、かつ、予測総流量１１６の計算１１５に直接含められることを企図することができる。現在換気状況１１２のいくつかのパラメータは、更に、患者流量モデル１１４又は計算１１５にしか直接含めることができない。

【００７１】

その場合、予測総流量予定値１１６は、患者に／から給送される総流量を反映する。すなわち、例えば、吸い込まれる周囲空気の流量にガス流量１４６が加わる。

【００７２】

流量スケーリングの方法ステップ１２０が、図３に例示的実施形態で模式的に示される。スケーリングステップ１２６において、予測総流量予定値１１６がスケーリングされる。そのために、スケーリング１２６の更なる入力量として、患者２１２の吸気データ１２１及び呼気データ１２２が考慮に入れられる。吸気と呼気とにそれぞれ個別に実行される算出ステップ１２３、１２４において、スケーリングファクタ若しくはスケーリング関数が決定され、それを用いて予測総流量予定値１１６がスケーリングされる。その場合、スイッチ１２５により、呼吸相に応じて吸気若しくは呼気のスケーリングに切り替えられる

。

【００７３】

その場合、吸気データ１２１若しくは呼気データ１２２は、例えば、企図された吸気体積若しくは呼気体積と実際に適用された吸気体積若しくは呼気体積との間の少なくとも１つの比率を考慮する計算値である。任意的に、この比率は複数回の呼吸で平均化され、場合によって重み付けされる。重み付けは、例えば、呼吸の最新性に基づいて行うことができ、例えば、より最近の呼吸は、より過去の呼吸よりも高く重み付けされる。いくつかの実施形態では、スケーリングファクタ若しくはスケーリング関数の決定に、更なるデータ及び影響も考慮することができる。

【００７４】

図４において、スケーリングされた予測ガス流量予定値１３３を決定する方法ステップ１３０の例示的実施形態が示される。方法ステップ１３０は、例示的実施形態では、再呼吸体積Ｖ＿Ｒｕｅｃｋの任意的な考慮も含む。再呼吸体積Ｖ＿Ｒｕｅｃｋは、例示的に第２のガス／ガス混合物中の第１のガス（例えば酸素）の平均濃度ｍｃＯ２％の決定１３１により、スケーリングされた予測ガス流量予定値１３３の計算１３２に組み込まれる。第２のガス中の第１のガスの平均濃度ｍｃＯ２％は、酸素を例にとって、次式により簡単に計算できる。

【００７５】

【数１】

$$mcO2\% = \frac{(cO2Rueck \cdot V_{Rueck}) + \left((V_{Ges} - V_{Rueck}) \cdot 21\%\right)}{V_{Ges}}$$

【００７６】

ここで、ｃＯ２Ｒｕｅｃｋは、再呼吸体積Ｖ＿Ｒｕｅｃｋにおける酸素濃度であり、Ｖ＿Ｇｅｓは最後の一回の呼吸の総呼吸体積である。この場合、第２のガスは、例えば、第１のガスの特定の濃度を含み得るガス混合物であることを付言しておく。ここでは、ガス混合物（第２のガス）は、特定の濃度の酸素（第１のガス）を含む呼吸ガスを例として挙げることができる。その場合、平均濃度ｍｃＯ２％は、新たに吸い込まれる周囲空気と再呼吸された呼吸ガスの両方を考慮に入れる。再呼吸体積Ｖ＿Ｒｕｅｃｋを観察する目的は、第２のガス中の第１のガスの総濃度を設定できることである。その場合、第１のガス（１００％）及び第２のガス中の第１のガスの濃度は、少なくともほぼ既知である。その場合、再呼吸、すなわち第１及び第２のガスから形成されるガス混合物の逆流は、第１のガスが混合されるガス混合物中の第１のガスの濃度を変化させる。測定された酸素濃度ｃＯ２Ｒｕｅｃｋの代わりに、第２のガス（ここでは呼吸ガス）中の第１のガス（ここでは酸素）の目標濃度を使用することもできる。上記の２１％は、周囲空気の酸素含有量を指す。代替的又は追加的に、吸い込まれる周囲空気の酸素含有量が測定され、上記の２１％の代わりに測定値に置き換えることを企図することもできる。提案される方法により、酸素以外のガスの流量が制御されることを企図する場合、それに応じて値を適合させる必要がある。補足的又は代替的な手法は、一定ではなく、高い、そしてその後に低下する第１のガスの濃度が目標量（目標変量）として使用されることも可能である。例えば、再呼吸体積において濃度が低く、次の一回の呼吸において目標濃度に従って第１のガスが混合されてもよい。

【００７７】

スケーリングされた予測ガス流量予定値１３３の計算１３２には、平均周囲空気濃度ｍｃＯ２％及びスケーリングされた予測総流量予定値１２７に加えて、例えば少なくとも呼吸ガス中の第１のガスの目標濃度も組み込まれる。

【００７８】

ガス弁の制御１４５のための方法ステップ１４０が、例示的実施形態で図５に模式的に

示される。図５の例示的実施形態は、補正調節成分１４３及びフィードフォワード成分１４４からの、ガス弁２０３の制御１４５のための制御量の決定も含む。その場合、フィードフォワード成分１４４の入力量の１つは、例示的に方法ステップ１３０で決定される、スケーリングされた予測ガス流量予定値１３３である。

【００７９】

補正調節成分１４３について、実際のガス流量実際値１４７が予め定められたガス流量予定値１４１と比較される。実際のガス流量実際値１４７が予め定められたガス流量予定値１４１に相当する場合、補正調節成分１４３はゼロになり、すなわち偏差は確認されない。その場合、補正調節成分１４３は、例えば、可能な偏差の原因とは無関係であり、設定されたガス流量予定値１４１と実際のガス流量実際値１４７とが互いに異なるかどうか、及びどれだけ異なるかを示すに過ぎない。補足的に、いくつかの実施形態では、エラー分析が実行され、偏差の原因も補正調節成分に１４３に組み込まれることを企図することができる。代替的又は補足的に、実際のガス流量実際値１４７と設定されたガス流量予定値１４１との間に偏差がある場合、原因とは無関係の補正が補正調節成分１４３により行われ、同時に、エラー分析も実行され、これがフィードフォワード成分１４４への影響を見つけ出すことを企図することができる。

【００８０】

フィードフォワード成分１４４は、起こり得る弁制御の外乱及び／又は不正確さをすでに事前に組み込むことができるように設計される。普通のフィードフォワード制御では、フィードフォワード成分１４４の決定は、測定された総流量から決定される予め定められたガス流量予定値１４１をもとにして行うことができる。これに対して、記載される方法では、フィードフォワード成分１４４は、予測ガス流量予定値、例えばスケーリングされた予測ガス流量予定値１３３に基づく。それによって、例えば、反応時間を最小限に抑えることができ、及び／又は制御品質を向上させることができる。その場合、フィードフォワード成分１４４は、既知の従来技術に従って決定される。フィードフォワード成分１４４は、例えば、制御される弁、又は弁の特性曲線のモデル、例えば逆システムモデルにより決定することができる。いくつかの実施形態では、フィードフォワード成分１４４を決定するための形式及び／又は他のモデル及び／又は特性曲線の混合も企図することができる。

【００８１】

呼吸装置２００の例示的実施形態が、図６に模式的に、かつ大幅に簡略化して示される。その場合、呼吸装置２００は、特に制御ユニット２１４及び計算ユニット２１３によって、ガス弁２０３をフィードフォワード制御により制御するように設定及び形成される。

【００８２】

呼吸装置２００は、患者２１２の呼吸を監視し、少なくとも部分的に分析するように形成及び設定される。例えば、呼吸装置２００は、呼吸相（吸気、呼気）を認識するように構成される。呼吸装置２００を、例えば無呼吸、いびき、呼吸停止、不規則な呼吸、弱い呼吸などの様々な呼吸状況を認識するようにも構成することができる。呼吸装置２００が、呼吸を支援及び／又は事前設定（規定）するために、圧力及び／又は流量及び／又は体積及び／又は回数などの決定された換気パラメータを少なくとも部分的に自動的に設定するように構成されることを企図することができる。呼吸装置２００は、患者２１２の呼吸を少なくとも相ごとに支援するように、及び／又は患者２１２の呼吸を予めセットするように設定及び形成される。

【００８３】

呼吸装置２００は、少なくとも２つのガス源２０１、２０６を備える。ガス源２０１、２０６はそれぞれ、呼吸装置２００に少なくとも１つのガス又はガス混合物を提供するように構成される。

【００８４】

図示される例示的実施形態では、ガス源２０１は酸素源である。例示的に、酸素源２０１は、例えば酸素ボンベなどの圧縮ガス接続のための少なくとも１つの接続部を備える。

代替的又は補足的に、酸素源２０１が、呼吸装置２００に一体化又は接続された酸素濃縮器を備えることを企図することもできる。圧縮ガス源、例えば酸素ボンベが呼吸装置２００の酸素源２０１に接続されている場合、圧縮ガス源と呼吸装置２００との間に減圧器が配置されることを企図することができる。代替的又は補足的に、酸素源２０１からの減圧器を呼吸装置２００に配置することもできる。それに加えて、任意的に、酸素源２０１がフィルタを備えることを企図することができる。

【００８５】

例示的に、供給される酸素の圧力を測定するように構成される圧力センサ２０２が酸素源２０１に空気圧的に接続される。いくつかの実施形態では、呼吸装置２００は、圧力センサ２０２の測定圧力をもとにして酸素源２０１若しくはそれに接続された圧縮ガス源の充填レベルを逆推理するように設定及び形成される。いくつかの実施形態では、充填レベルが低くなるとユーザインタフェース２１８を介して警告又は警報が発出される。

【００８６】

圧力センサ２０２には、酸素源２０１から混合領域２０５への酸素流量（酸素流）１０６を制御する制御可能な弁２０３が続く。弁２０３の制御は、例えば、本発明の方法をもとにして制御ユニット２１４により行われる。

【００８７】

弁２０３に続いて、酸素流の流量を測定するように設定及び形成された流量センサ２０４が配置されている。

【００８８】

図示される実施形態では、少なくとも第２のガス源２０６は、例示的に周囲空気のための吸込み領域２０６として形成されている。吸込み領域２０６は、任意的に、周囲空気をろ過するフィルタを装備する。例えば、周囲空気から、病原体やその他の汚染物質が少なくとも部分的にろ過して取り除かれる。いくつかの実施形態では、吸込み領域２０６は、周囲空気を吸い込むように形成されたガス給送ユニットを含むことができる。図５に例示的に示される実施形態では、周囲空気は、ファン２０８によって吸込み領域２０６を介して吸い込まれる。吸込み領域２０６に代えて、又は加えて、呼吸装置２００は、例えば圧縮空気ボンベなどの圧縮ガス源への接続を有することもできる。流量センサ２０７がガス源２０６に配置されるか若しくは吸込み領域２０６に続いて配置されており、流量センサ２０７は、吸込み領域２０６から混合領域２０５に向かうガス流の流量を測定するように設定及び形成されている。

【００８９】

呼吸装置２００は、ガス源２０１からのガス流とガス源２０６からのガス流とが一緒に流れて少なくとも部分的に混合される混合領域２０５を備える。いくつかの実施形態では、混合領域２０５は、容積を有すると共に、２つのガスの混合を改善する特定の構造を任意的に有する混合チャンバとして形成される。代替的又は補足的に、例えばロータ及び／又はスワーラ（かくはん器）による能動的混合が提供されることを企図することもできる。いくつかの実施形態では、混合領域２０５は、ガス源２０１、２０６からの２つのガス流路を単に一緒にすることで実現される。例えば、このためにＹピースを設けることができる。

【００９０】

混合領域２０５に続いて、ガス混合物を例えば呼吸ガスとして混合領域２０５から給送するように形成及び設定された制御可能なファン２０８が配置される。その場合、いくつかの状況では、弁２０３が閉じ、ガスがガス源２０１から混合領域２０５へ流れず、それにより混合領域２０５からのガス混合物若しくは呼吸ガスが、場合によっては、ガス源／吸込み領域２０６から吸い込まれたガス／ガス混合物のみからなるということに注意しなければならない。いくつかの実施形態では、ファン２０８は、吸込み領域２０６を介して周囲空気を吸い込むようにも設定及び形成される。ファン２０８は、混合領域２０５から給送される呼吸ガスの設定可能な圧力及び／又は流量を提供するように設定される。

【００９１】

給送される呼吸ガスの酸素含有量は、酸素センサ２０９により測定される。測定された酸素含有量は、例えば、予定値に対する偏差を補正できるようにするために、例えば弁２０３の制御に組み込まれてもよい。例えば、周囲空気は想定される２１％とは異なる酸素濃度を有することができ、それにより正しい酸素流量１１６が設定されるが、呼吸ガス中の酸素濃度は予定値に相当しない。

【００９２】

例示的に酸素センサ２０９に続いて、ファン２０８の後方で呼吸ガスラインの呼吸ガス圧を検出するように構成された圧力センサ２１０が配置される。例示的に圧力センサ２１０に続いて、呼吸ガス流量を検出若しくは測定するように設定及び形成された流量センサ２１１が配置される。

【００９３】

呼吸装置２００は、例示的に、ホースシステム２１９及び患者インタフェース（図示せず）を介して患者２１２に接続される。例えば、ホースシステム２１９として、漏れシステム又は２ホースシステム又は１ホース弁システムを利用することができる。漏れシステムの場合、ホースシステム及び／又は患者インタフェースは、患者２１２によって吐き出された呼吸ガスを少なくとも部分的に逃がすことができる意図的漏れを有する。その場合、いくつかの実施形態では、吐き出された呼吸ガスの一部が呼吸装置２００の方向にも導かれる。その場合、患者インタフェース及びホースシステムの容積は、吐き出された呼吸ガスが呼吸装置２００に流入することを実質的に阻止できるように考慮されることを企図することができる。呼吸装置２００のいくつかの実施形態では、呼吸装置２００へのホースシステム２１９の接続部の領域に、例えば逆止弁などの追加の弁が設けられ、この追加の弁が呼吸装置２００への再呼吸を実質的に防止する。１ホース弁システムでは、例えば、患者の近くの弁は、患者の呼気中に呼気を少なくとも部分的に（一時的に）直接弁を通って周囲環境に逃がすことができるように呼吸装置２００によって制御されることが企図される。

【００９４】

呼吸装置２００は、２ホースシステムを使用するために、別々の吸気枝路及び呼気枝路（図示せず）を有する。呼吸ガスは、患者２１２の吸気中に吸気枝路を介して患者２１２に給送される。患者２１２の呼気中、吐き出された呼吸ガスは呼気枝路を介して呼吸装置２００を通って導かれ、周囲環境へ導かれる。いくつかの実施形態では、吐き出された呼吸ガスは、呼気枝路におけるフィルタによりろ過される。２ホースシステムを使用する場合、例えばホースシステム２１９に、呼気相中は吸気枝路を閉じる弁が配置され、それにより吐き出された呼吸ガスが吸気枝路に侵入できないようにする。その場合、吐き出された呼吸ガスは、第２のホースを通って呼吸装置２００への呼気枝路に戻され、これを通って例えば周囲空気に導かれる。例えば、弁の遅延により、呼吸ガスのごく一部が呼吸装置２００の吸気枝路内に押し戻されるということが起こり得る。しかし、その場合、吐き出された呼吸ガスが呼吸装置２００の吸気枝路に到達することは実質的に防止される。

【００９５】

例示的に、呼吸装置２００は、少なくとも１つの計算ユニット２１３、制御ユニット２１４、検出ユニット２１５、監視ユニット２１６、記憶ユニット２１７、及びユーザインタフェース２１８を備える。

【００９６】

計算ユニット２１３は、ガス弁２０３を制御するための制御量、及び／又はフィードフォワード成分１４４及び／又は補正調節成分１４３及び／又は、フィードフォワード成分１４４の、例えば予測ガス流量予定値などの入力量を計算するように設定及び形成される。

【００９７】

計算ユニット２１３は、例示的に、方法１００を少なくとも部分的に実行するように形成される。いくつかの実施形態では、計算ユニット２１３は、方法１００の計算ステップを実行するように構成され、制御ユニット２１４は、それに基づいてガス弁２０３を制御

するように構成される。計算ユニット２１３は、第１の方法ステップ１１０において現在換気状況１１２及び設定された換気圧力１１１（圧力設定値）から総流量予定値１１６を予想／予測するように形成される。更なる方法ステップ１２０において、計算ユニット２１３は、予測総流量予定値１１６と吸気及び呼気データ１２とから、スケーリングされた総流量予定値１２７を計算する。更なる方法ステップ１３０において、計算ユニットは、スケーリングされた総流量予定値１２７から、及び再呼吸体積Ｖ＿Ｒｕｅｃｋを任意的に組み込んで、スケーリングされた予測ガス流量予定値１３３を決定する。

【００９８】

いくつかの実施形態では、計算ユニット２１３は、まず方法ステップ１３０において、予測総流量予定値１１６から、任意的に再呼吸体積Ｖ＿Ｒｕｅｃｋを組み込んで予測ガス流量予定値を計算することを企図することができる。次に、この予測ガス流量目標値が、ガス流量予定値１１６の代わりに、方法ステップ１２０において、（換算総流量予定値１２７の代わりに）スケーリングされたガス流量予定値１３３を決定するための入力値として用いられる。すなわち、方法ステップ１２０と方法ステップ１３０とは交換可能であり、順序に応じて、まずスケーリングされた総流量予定値１２７、次にスケーリングされたガス流量予定値１３３が決定されるか、又はまず予測総流量予定値１１６から予測ガス流量予定値が計算され、次いでこれがスケーリングされてスケーリングされたガス流量予定値１３３が得られる。

【００９９】

次に、スケーリングされた予測ガス流量予定値１３３は、方法ステップ１４０において、ガス弁２０３の制御１４５のための制御量のフィードフォワード成分１４４の入力量として用いられる。制御量は、例えば制御ユニット２１４及び／又は計算ユニット２１３によって決定することができる。その場合、制御ユニット２１４は、フィードフォワード成分１４４及び補正調節成分１４３から決定された制御量をもとにしてガス弁２０３を制御するように構成される。

【０１００】

いくつかの実施形態では、計算ユニット２１３において、方法ステップ１１０、１２０、１３０及びフィードフォワード成分１４４の決定が、単一の計算によって示され、それぞれの入力量が変数として使用される。いくつかの実施形態では、１つの計算が、ガス弁２０３の制御１４５のための制御量の決定も含むことを企図することもできる。すなわち、図１～図５に示される方法ステップを少なくとも部分的に単一の計算で実行することができ、個々の方法ステップは、例えば式の個々の部分を表す。

【０１０１】

補正調節成分１４３は、設定されたガス流量予定値１４１と実際に測定されたガス流量実際値１４７との比較に基づく。ガス流量実際値１４７は、例えば流量センサ２０４によって測定され、検出ユニット２１５によって検出される。

【０１０２】

制御ユニット２１４は、少なくとも弁２０３を制御するように設定及び形成される。いくつかの実施形態では、制御ユニット２１４は、ファン２０８を制御するようにも構成される。それに加えて、制御ユニット２１４は、呼吸装置２００全体を制御するように形成及び設定されることを企図することができる。いくつかの実施形態では、代替的又は補足的に、様々な機能及び／又はモジュール及び／又はコンポーネントに対して別々の制御ユニットが存在することを企図することができる。

【０１０３】

いくつかの実施形態では、計算ユニット２１３が少なくとも部分的に制御ユニット２１４に一体化され、及び／又は制御ユニット２１４が計算ユニット２１３を備えることを企図することができる。

【０１０４】

検出ユニット２１５は、センサによって測定された値を検出し、場合によって処理するように設定及び形成される。いくつかの実施形態では、検出ユニット２１５は、センサに

よって生成された信号を、例えば電圧及び／又は電流の強さ及び／又は周波数の形態で受信及び／又は記録するように構成される。代替的又は補足的に、検出ユニット２１５がセンサの信号を値に変換するようにも形成されることを企図することができる。

【０１０５】

監視ユニット２１６は、呼吸装置２００の（技術的）問題を検出するように設定及び形成される。技術的問題は、例えば、バッテリレベルの低下、電子機器のエラー、バッテリの故障、部品及び／又はモジュールの故障、停電、付属部品の機能不良、妥当でない測定値又は許容範囲外の温度であり得る。監視ユニット２１６は、更に、技術的問題が認識された場合にアラーム（警報）及び／又はメッセージ（報告）を生成するように形成することができる。いくつかの実施形態では、監視ユニット２１６が低い充填レベル、及び／又は作動媒体、例えばガスの不十分な供給を検出するように形成されることを企図することもできる。例えば、監視ユニット２１６は、第１のガスのガス源２０１の圧力をもとにして、供給が低下したかどうか、及び／又は不十分であるかどうかを認識できるように形成されることを企図することができる。

【０１０６】

計算ユニット２１３の（中間）結果及び検出ユニット２１５によって検出された測定値は、記憶ユニット２１７に記憶及び／又は中間記憶（一時記憶）される。その場合、中間記憶とは、一定期間、及び／又はアクション及び／又はイベントが（自動的に）行われた後に、データが自動的に消去されるか、又は上書きできるようにされることを意味する。

【０１０７】

データ及び／又は情報は、ユーザインタフェース２１８、例えば入力要素及び出力要素を含むユニットにより入力及び出力することができる。例えば、呼吸装置２００の構成及び換気のための設定は、入力要素により行うことができる。例えばディスプレイなどの出力要素は、現在換気と設定に関する情報とデータを表示するように設定される。更に、装置の機能に関する、及び患者２１２の換気に関しても警報及び警告をユーザインタフェース２１８を介して出力することができる。例えば、換気に関する、例えば、圧力、流量、体積、持続時間、プログラムなどの事前設定値を、ユーザインタフェース２１８を介して入力することができる。呼吸ガス中の酸素濃度の（初期）目標値も指定できる。いくつかの実施形態では、呼吸ガス中の酸素濃度の目標値は、換気中（呼吸中）に呼吸装置２００によって任意的に自動的に適合される。これに加えて、いくつかの実施形態では、初期酸素濃度が利用者によって指定され、呼吸装置２００が、その使用中に酸素濃度を自動的に調整し直すことを企図することができる。その場合、例えば、酸素濃度が最初に規定され、呼吸装置２００は、例えば患者２１２の酸素供給が予め設定された値で維持できなくなるか、及び／又は患者２１２に有害な程度にまで過剰供給される場合にのみ、上記規定された酸素濃度が自動的に設定されることを企図することもできる。このために、例えば、患者２１２の血液の酸素飽和度に関するデータがパルスオキシメータにより呼吸装置２００に供給されることを企図することができる。

【０１０８】

例えば、最小酸素濃度と最大酸素濃度、最小酸素流量と最大酸素流量、最小呼吸ガス圧と最大呼吸ガス圧などの閾値及び限界値も、ユーザインタフェースを介して入力することができる。閾値と限界値をアラームリミットと見なすこともできる。

【０１０９】

いくつかの実施形態では、ユーザインタフェース２１８は、代替的又は補足的に、モニタ（表示画面）、キーボード、及び／又は遠隔操作器などの外部表示機器及び／又は入力機器を接続するためのインタフェースを備える。

【０１１０】

いくつかの実施形態では、呼吸装置２００の図示されるコンポーネントに加えて、更なる要素を呼吸装置２００に配置することもでき、及び／又はそれに接続することができることを言及しておく。例えば、任意的に呼吸ガス加熱器を備えた追加の呼吸ガス加湿器を設けることができる。例えば、ネブライザが呼吸装置２００に配置される、及び／又は呼

吸装置２００に接続されることを企図することもできる。これに加えて、いくつかの実施形態では、呼気枝路に相応の弁及び制御器を設けることができる。そのような呼気枝路を介して、呼吸装置２００において患者２１２によって吐き出された呼吸ガスが周囲空気へ導かれる。更に、例えば、エネルギー供給が不足しているときに患者が少なくとも一時的に呼吸できるようにするために、呼吸装置２００の空気圧装置に１つ又は複数のバイパス弁を任意的に配置することもできる。

【０１１１】

追加のコンポーネントが呼吸装置２００に接続される、及び／又は呼吸装置２００に配置される場合、これらが同様に計算ユニット２１３による予測ガス流量予定値の決定に組み込まれることを企図することができる。例えば、ネブライザ及び／又は呼吸ガス加湿器の使用によるガス流の変化を考慮することができる。

【０１１２】

これに加えて、呼吸装置２００が、例えば遠隔医療のために遠く離れた遠隔ステーションに接続するための少なくとも１つのインタフェースを有することを企図することもできる。

【０１１３】

いくつかの実施形態では、呼吸装置２００が麻酔装置として形成されることを企図することもできる。このために、少なくとも１つの、好ましくは追加のガス源が、麻酔ガスがこのガス源を介して呼吸ガスに導入されるように設けられる。このために、麻酔ガスの流量を制御するために本発明の制御及び制御装置が利用されることを企図することもできる。例えば、本発明の制御及び制御装置が第１のガス源２０１のガス弁２０３を制御するためと、例えば麻酔ガス源の更なるガス弁を制御するためとに並行して使用されることを企図することができる。

【０１１４】

いくつかの実施形態では、ガス弁２０３を制御するために、制御ユニット２１４が別個に、すなわち呼吸装置２００とは独立して使用されることを企図することもできる。例えば、制御ユニット２１４が、少なくとも２つのガスの混合が企図される別の関連でガス弁２０３を制御するために利用されることを企図することもできる。方法についても同じことがいえる。この場合、例えば、患者モデル１１４がコンシューマ（消費機器、消費者）のモデルに置き換えられる。この場合、吸気は、例えばコンシューマへのガス混合物の供給によって見なすことができ、呼気は、例えば、使用済み（消費済み）又は変換されたガス混合物の吐出（排出）に相当し得る。

【符号の説明】

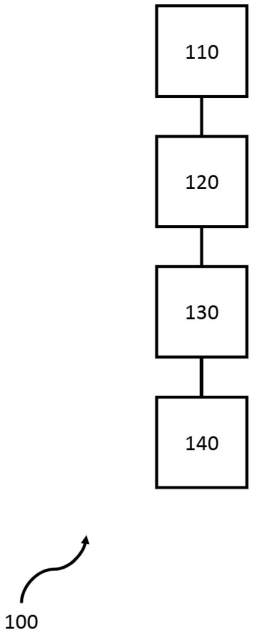
【０１１５】

１００　方法
１１０　第１の方法ステップ
１１１　圧力（予め定められる）
１１２　換気状況
１１３　ＲＣ代替モデル
１１４　患者流量モデル
１１５　予測総流量予定値の計算
１１６　総流量予定値（予測）
１２０　第２の方法ステップ
１２１　吸気データ
１２２　呼気データ
１２３　算出ステップ
１２４　算出ステップ
１２５　スイッチ
１２６　スケーリング（scaling）
１２７　総流量予定値（予測、スケーリング）

１３０　第３の方法ステップ
１３１　決定（ｍｃＯ２％）
１３２　予測ガス流量予定値の計算
１３３　ガス流量予定値（予測）
１３４　ガス流量予定値（予測、スケーリング）
１４０　方法ステップ
１４１　ガス流量予定値（予め定められる）
１４３　補正調節成分
１４４　フィードフォワード成分
１４５　制御
１４６　ガス流量
１４７　ガス流量実際値
２００　呼吸装置
２０１　ガス源
２０２　圧力センサ
２０３　ガス弁
２０４　流量センサ
２０５　混合領域
２０６　ガス源／吸込み領域
２０７　流量センサ
２０８　ファン
２０９　酸素センサ
２１０　圧力センサ
２１１　流量センサ
２１２　患者
２１３　計算ユニット
２１４　制御ユニット
２１５　検出ユニット
２１６　監視ユニット
２１７　記憶ユニット
２１８　ユーザインタフェース
２１９　ホースシステム

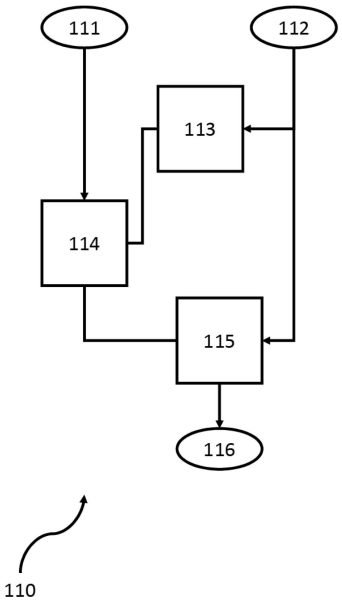
【図面】

【図１】



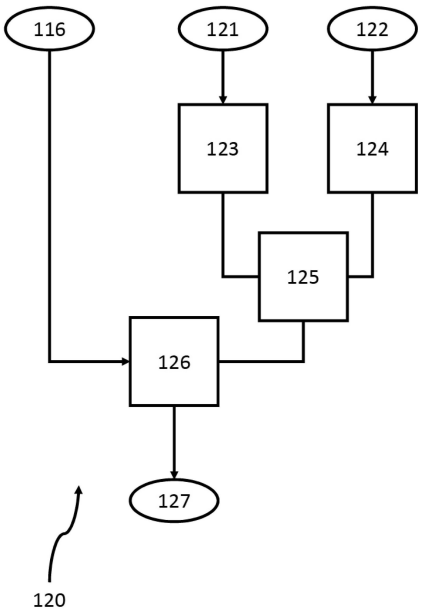
Figur 1

【図２】



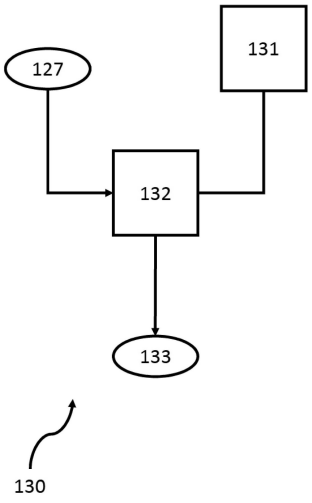
Figur 2

【図３】



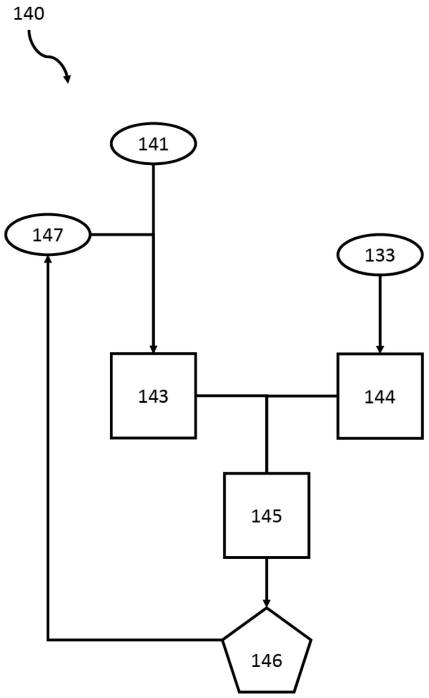
Figur 3

【図４】



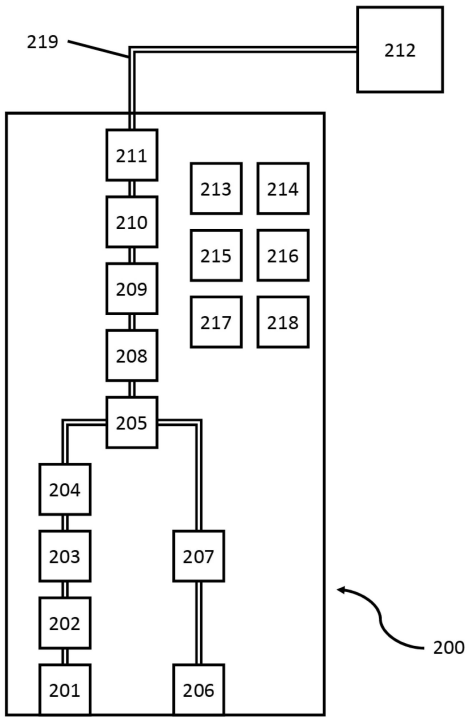
Figur 4

【図５】



Figur 5

【図６】



Figur 6

【外国語明細書】
2023129335000009.pdf

フロントページの続き

弁理士　田中 祐
(74)代理人　100169018
弁理士　網屋 美湖
(72)発明者　ベンヤミン・アダメッツ
ドイツ連邦共和国，ハンブルク，ハインリヒ・プレット・シュトラーセ ３１
(72)発明者　ラルフ・フレーリヒ
ドイツ連邦共和国，シェーネフェルト，アステルンヴェーク １６ア