

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5008362号
(P5008362)

(45) 発行日 平成24年8月22日(2012.8.22)

(24) 登録日 平成24年6月8日(2012.6.8)

(51) Int.Cl.	F I	
A 6 1 B 5/083 (2006.01)	A 6 1 B	5/08 1 0 0
G 0 1 F 1/66 (2006.01)	G 0 1 F	1/66 Z
G 0 1 F 1/00 (2006.01)	G 0 1 F	1/00 Q
G 0 1 P 5/00 (2006.01)	G 0 1 P	5/00 B
A 6 1 B 5/087 (2006.01)	A 6 1 B	5/08 2 0 0

請求項の数 9 外国語出願 (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2006-248469 (P2006-248469)	(73) 特許権者	506310197
(22) 出願日	平成18年9月13日(2006.9.13)		エンデーダー メディツインテヒニーク
(65) 公開番号	特開2007-111517 (P2007-111517A)		アーゲー
(43) 公開日	平成19年5月10日(2007.5.10)		スイス国 8005 チューリッヒ テク
審査請求日	平成21年5月25日(2009.5.25)		ノパークシュトラーセ 1
(31) 優先権主張番号	60/717,700	(74) 代理人	100072051
(32) 優先日	平成17年9月16日(2005.9.16)		弁理士 杉村 興作
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100114292
			弁理士 来間 清志
		(72) 発明者	クリスティアン ブエス
			スイス国 8810 ホーゲン ケリヴェ
			ーク 28
		(72) 発明者	ゲオルグ ハーノンコート
			スイス国 8008 チューリッヒ ミュ
			ンビハルデンシュトラーセ 7
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 主流超音波フローセンサと副流ガスアナライザとの間の時間遅延を決定する装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

マウスピースを有する可換式または固定式のフローチューブ(1)、及び前記フローチューブ(1)を通過する主流ガスフロー(7)を感知するための超音波変換器(4a, 4b)を有する超音波主流フローセンサと、

前記超音波主流フローセンサからの信号を処理して前記主流ガスフロー(7)の主流フロー信号(F)およびモル質量信号(M)を出力する信号処理ユニット(8)と、

前記主流ガスフロー(7)から取り出して主流ガスフローのごく少量のみが流れる副流ガスフロー(9)に配置して副流ガス信号(fx)を出力する1個または複数個の副流ガスセンサ(11)と、

伝達時間法または飛行時間法に基づいて、前記副流ガスセンサ(11)の前記副流ガス信号と前記信号処理ユニット(8)からの主流フロー信号(F)との間における時間遅延を、前記信号処理ユニット(8)からのモル質量信号(M)と副流ガスセンサからの前記副流ガス信号との相関関係の関連付けにより決定する処理ユニット(13)とを備え、超音波主流フローセンサと副流ガスセンサとの間の時間遅延を決定することを特徴とする医療用の装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の装置において、前記時間遅延を、前記主流ガスフロー(7)のモル質量信号(M)と、副流ガスセンサ(11)の副流ガス信号(fx)との数学的 2 数列相関により決定する装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の装置において、前記時間遅延を、前記副流ガス信号における吸気の開始点又は呼気の開始点に対応する適切なポイントと、前記主流ガスフロー（7）のモル質量信号における明確に規定したポイントとの相関関係の関連付けにより決定する装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の装置において、前記モル質量信号（M）からのモル質量算定に使用する温度（T）は、一定温度を使用するか、または前記超音波変換器（4 a , 4 b）の音伝達経路に沿う 1 個ないし複数個の温度測定によって決定するか、または温度測定と数学的モデルとの組み合わせによって決定するかのいずれか一つとする装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の装置において、運動試験又は肺機能試験の分析に使用する装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の装置において、機能的残気量（F R C）、または肺胞換気量（V_A）又は肺拡散能（D L_{C O}）の分析のために使用する装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の装置において、集中治療、または麻酔時における患者モニタリングに使用する装置。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 に記載の装置において、前記副流ガスフロー（9）のガスサンプルを、前記超音波変換器（4 a , 4 b）の音伝達経路の中心点で採取し、したがって、前記主流ガスフロー（7）の流速、又は前記主流ガスフロー（7）のフロー方向、又は前記主流ガスフロー（7）の流速及びフロー方向の双方によって付加的に生ずる時間遅延のいかなる差をも回避するようにした装置。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 7 に記載の装置において、前記副流ガスフロー（9）のガスサンプルを、前記超音波主流フローセンサにおける超音波変換器を取り付ける側方チャンバを覆うフィルタまたはネットまたはメッシュを経て採取し、したがって、副流ガスセンサ内の汚れを減少させるもしくは回避する装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波主流フローセンサと副流ガスアナライザ（副流ガスセンサ）との間の時間遅延を決定する医療用の装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

肺機能診断ならびに肺機能モニタリングにおいて、患者の肺に対して流入および流出するガスの量を測定しなければならない。この測定は普通、特定のガスアナライザと組み合わせたガス流量計（いわゆる呼吸記録器）を使用して行われる。例としては、運動中に被検者の呼吸を測定する運動肺気量測定法がある。この場合は、酸素摂取量、すなわち体が消費した酸素量を測定しなければいけない。酸素摂取量は、フロー速度（流速）F および酸素濃度 f_{O_2} を測定することにより算定される。酸素濃度で掛け合わせた流速を積分することにより、吸気及び呼気の酸素量を決定することができる。吸気の酸素量から呼気の酸素量を減算することにより、最終的に酸素摂取量が算定される。

【0003】

ほとんどの肺機能測定では、フロー及びガス濃度を、約 100 Hz ~ 200 Hz（サンプリング時間は 10 ms ~ 5 ms）の頻度でサンプリングする。上述の酸素濃度を掛け合わせた流速の積分を適正に行うためには、二つの信号間における時間遅延がサンプリングレートを上回ってならない。

【0004】

現在のシステムにおいては、主流フローセンサと副流ガスセンサとの間における遅延は

10

20

30

40

50

、通常、以下の方法のうちいずれか一つの方法により測定される。すなわち、

1. 副流の流速、および、主流センサと副流センサとの間におけるデッドスペース容積から計算される固定した時間遅延を仮定とする。この方法によって計算された遅延は、副流における一定速度および一定のデッドスペースを仮定している。副流チューブ内の水蒸気の凝結やガス粘性などの複数の要因により、双方の仮定が成立することは、多くの事例に当てはまらない。

2. 正確に規定したマーカーをガス流に導入し、このマーカーが副流ガスセンサにより検出されるのに要する時間を測定する。

【0005】

上記のいずれの方法も、他のハードウェアを付加的に導入することを必要とし、または、これらの方法は日常使用ではあまり信頼できるものではない。

【0006】

特許文献1には、肺活量計、特に、超音波肺活量計が記載されている。特許文献2には、ガスまたはガス混合気の実質量を決定する方法および装置が記載されている。非特許文献1には、パルス超音波の空気流量計が記載されている。

【特許文献1】欧州特許第597060号明細書

【特許文献2】欧州特許第653919号明細書

【非特許文献1】Ch.Buess, P.Pietsch, W.Guggenbuhl, E.A.Koller, Design and construction of a pulsed ultrasonic air flowmeter, IEEE Trans. Biomed. Eng., 33(8); 768-774, August 1986.

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

肺機能診断及び肺機能モニタリングにおいては、患者の肺に対して流入および流出するガスの流速 F とガス濃度 $f \times$ とを、時間的に同期させて測定しなければならない、言い換えれば F と $f \times$ との測定の間時間遅延があってはならない。しかし多くの場合、ガス濃度は副流ガスセンサを用いて測定されるため、気体が主流フローセンサから副流ガスセンサに移動する時間、および副流ガスセンサ自身の反応時間により時間遅延が発生してしまう。この主流フローセンサと副流ガスセンサとの間における時間遅延は、データ分析のために補正されねばならない。

本発明の課題は、データ分析での主流フローセンサと副流ガスセンサとの時間遅延を補償するため、この時間遅延の決定を信頼性高く行うことができる方法および装置を得るにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この課題を解決するため、本発明は、マウスピースを有する可換式または固定式のフローチューブ、及び前記フローチューブを通過する主流ガスフローを感知するための超音波変換器を有する超音波主流フローセンサと、

前記超音波主流フローセンサからの信号を処理して前記主流ガスフローの主流フロー信号および実質量信号を出力する信号処理ユニットと、

前記主流ガスフローから取り出して主流ガスフローのごく少量のみが流れる副流ガスフローに配置して副流ガス信号を出力する1個または複数個の副流ガスセンサと、

伝達時間法または飛行時間法に基づいて、前記副流ガスセンサの前記副流ガス信号と前記信号処理ユニットからの主流フロー信号との間における時間遅延を、前記信号処理ユニットからの実質量信号と副流ガスセンサからの前記副流ガス信号との相関関係の関連付けにより決定する処理ユニットと

を備え、超音波主流フローセンサと副流ガスセンサとの間の時間遅延を決定することを特徴とする。

【実施例】

【0009】

10

20

30

40

50

つぎに、図面につき本発明の好適な実施例を説明する。

本発明によれば、主流フローセンサと、1個または複数個の副流ガスセンサとの間に於ける時間遅延を、信頼性高く自動的に測定できる。図1は、酸素摂取量を測定するのに使用できる装置のブロック図である。この装置は、超音波主流フローセンサと副流ガスセンサとにより構成する。超音波主流フローセンサの操作については多くの刊行物に記載されている（例えば、特許文献1、特許文献2、非特許文献1を参照）。この超音波主流フローセンサは、主流ガスフロー7の両側に取り付けた2個の超音波変換器4a、4bと、適切な容器5と、付属のマウスピース2を有する交換可能なフローチューブ（呼吸チューブ）1とにより構成する。流速は、主流ガスフローの上流方向及び下流方向に伝達される超音波パルス列6の伝達時間（飛行時間:time-of-flight）を用いて信号処理ユニット8で

10

【数1】

$$F = k \frac{t_1 - t_2}{t_1 \cdot t_2},$$

式中、Fは主流ガスフローの速度、 t_1 及び t_2 は上流方向及び下流方向における伝達時間を表し、そしてkは超音波主流フローセンサの機械的寸法に依存する定数である。

20

【0010】

フローチューブ（1）の端部で、主流ガスフロー7の僅かな部分を副流システムに供給する。ガスポンプ12を使うことにより、この副流ガスフロー9は1個または数個のガスアナライザ、すなわち副流ガスセンサ11を通過する。フローチューブ1と副流ガスセンサ9との間における配管（10）は、普通のプラスチック管、または水蒸気と平衡する特殊な管により構成する。副流ガスセンサの例としては、運動肺活量測定データ分析に使用できる酸素センサもしくは二酸化炭素センサ、または機能的残気量（FRC）もしくは肺拡散能力（DLCO）の測定に使用できるヘリウムセンサもしくはCH4センサがある。

【0011】

図2は他の実施例における構成を示し、この場合、副流ガスフローを、音伝達経路の正確な中心でサンプリングする。この構成は、流速と流れの方向とにより生じる時間遅延の差異を回避する。

30

【0012】

図3はさらに他の実施例における構成を示し、副流ガスフローを超音波主流フローセンサの側方チャンバを経てサンプリングする。この方法の利点は以下のとおりである。すなわち、1)副流ガスフローが側方チャンバにおけるフィルタ又はメッシュを通過するので、副流ガスフローの汚れが少ない点、2)主流ガスフローのフローチューブ内に突入する部分がない点である。

【0013】

超音波主流フローセンサの信号処理ユニット8（図1参照）は、主流ガスフローの速度に加え、超音波主流フローセンサ内におけるガスのモル質量も測定できる。モル質量は、通常、以下の方程式を用いて測定できる：

40

【数2】

$$M = k \cdot \kappa \cdot R \cdot T \cdot \left(\frac{t_1 \cdot t_2}{t_1 + t_2} \right)^2,$$

式中、Mはモル質量、Tは音伝達経路に沿った平均温度、Rはガス定数、 κ は比熱（ C_p / C_v ）の係数、kは超音波主流フローセンサの機械的寸法に依存する定数、 t_1 及び t_2 は伝達時間を表わす（特許文献2参照）。温度Tは、音伝達経路に沿って1個また

50

は数個の測定値によって決定するか、または温度測定と数学的モデルとの組み合わせによって決定するか、または一定の値とすることができる。

【0014】

フロー（流れ）およびガスの組成（個々のガス濃度）測定を用いる他の方法とは異なり、超音波伝達時間測定は、特定のガス濃度ではなく、ガス混合気の全体的モル質量を決定する。しかしフロー信号およびモル質量信号は、時間的に常に同期しており、フロー信号とモル質量信号との間には時間遅延がない。

【0015】

本発明において、副流ガス濃度を示す副流ガス信号 f_x と主流ガスフローの速度を示す主流フロー信号 F との間における時間遅延は、モル質量信号に含まれる情報を用いることにより決定する。呼吸ガス分析に使用する多くのガスにおいて、モル質量信号の波形は、副流ガスセンサで測定される特定ガスの波形に類似している。主流フロー信号と副流ガスセンサからの副流ガス信号との間における時間遅延は、幾つかの方法で決定できる：

- ・ モル質量信号と副流ガス濃度測定との間における数学的 2 数列相関。
- ・ 例えば、吸気から呼気にいたる間の、もしくは呼気から吸気にいたる間のガス濃度の変化曲線における明確に規定したポイントでの自動検知。

【0016】

これらの方法を用いることにより、主流ガスフローのモル質量信号と副流ガス信号との間における時間遅延を、図 1 に示す処理ユニット 13 によって決定できる。図 4 は、主流ガスフローのモル質量信号（MM）および副流ガス信号（SG）の、時間軸における波形と、上述の方法により決定した時間遅延（ t ）とを示す。主流ガスフローの主流ガスフロー速度を示す主流フロー信号とモル質量信号とは同期しているため、時間遅延は、主流ガスフローと副流ガス濃度測定との間における時間遅延に対応する。

【0017】

上述の方法は、スタンドアローンの装置、例えば携帯システムにおいて実施でき、または、集中治療室において用いられる装置、例えば呼吸ガス測定を含む人工呼吸器に使用でき、または、超音波フローおよびモル質量センサと、1 個または複数個の副流ガスセンサを、データ分析及びデータ表示に使用するコンピュータ対して入出力をするコンピュータ支援装置として実施できる。

【0018】

時間遅延は、呼吸に基づく 1 回呼吸で計算でき、または代案として、一連の呼吸に対して 1 回、もしくは全体のデータ収集につき一回決定できる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図 1】本発明による主流フローセンサと副流ガスセンサとの間における時間遅延を測定する装置の第 1 実施例を示すブロック図である。

【図 2】本発明による時間遅延測定装置の第 2 実施例を示す部分的説明図である。

【図 3】本発明による時間遅延測定装置第 3 実施例を示す部分的説明図である。

【図 4】本発明方法により決定される時間遅延（ t ）を示す主流ガスフローのモル質量信号（MM）および副流ガス信号（SG）の、時間軸における波形図である。

【符号の説明】

【0020】

- 1 フローチューブ（呼吸チューブ）
- 2 マウスピース
- 3 メッシュ又はフィルタ
- 4 a 超音波変換器
- 4 b 超音波変換器
- 5 容器
- 6 超音波パルス列
- 7 主流ガスフロー

10

20

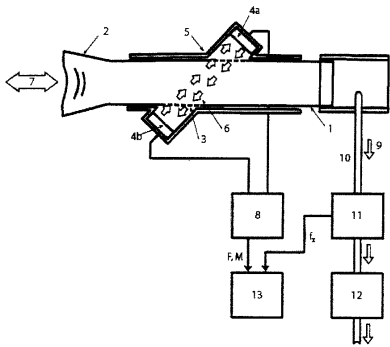
30

40

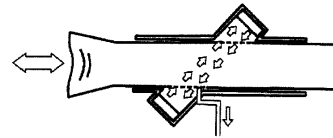
50

- 8 信号処理ユニット
- 9 副流ガスフロー
- 1 1 ガスアナライザ
- 1 2 ガスポンプ
- 1 3 処理ユニット

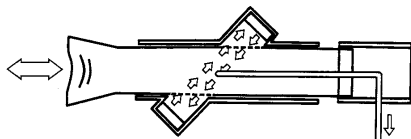
【 図 1 】



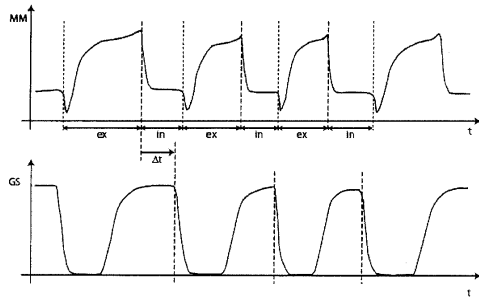
【 図 3 】



【 図 2 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
A 6 1 B	5/097	(2006.01)	A 6 1 B	5/08	4 0 0
A 6 1 B	8/00	(2006.01)	A 6 1 B	8/00	
G 0 1 N	29/00	(2006.01)	G 0 1 N	29/18	

審査官 藤田 年彦

(56)参考文献 特開平05 - 329132 (JP, A)
特開2001 - 208687 (JP, A)
特開平07 - 174758 (JP, A)
特開2003 - 057261 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A 6 1 B 5 / 0 8 3
A 6 1 B 5 / 0 8 7
A 6 1 B 5 / 0 9 7

专利名称(译)	用于确定主流超声波流量传感器和二次流量气体分析器之间的时间延迟的装置		
公开(公告)号	JP5008362B2	公开(公告)日	2012-08-22
申请号	JP2006248469	申请日	2006-09-13
[标]申请(专利权)人(译)	恩德在日媒体寻金泰熙马提尼克AG		
申请(专利权)人(译)	Endede媒体寻金泰熙马提尼克AG		
当前申请(专利权)人(译)	Endede媒体寻金泰熙马提尼克AG		
[标]发明人	クリスティアンブエス ゲオルグハーノンコート		
发明人	クリスティアン ブエス ゲオルグ ハーノンコート		
IPC分类号	A61B5/083 G01F1/66 G01F1/00 G01P5/00 A61B5/087 A61B5/097 A61B8/00 G01N29/00		
CPC分类号	A61B5/083 A61B5/087		
FI分类号	A61B5/08.100 G01F1/66.Z G01F1/00.Q G01P5/00.B A61B5/08.200 A61B5/08.400 A61B8/00 G01N29/18 A61B5/083 A61B5/087 A61B5/097 G01P5/24.B		
F-TERM分类号	2F030/CA03 2F030/CC11 2F035/AA06 2F035/DA14 2G047/AA01 2G047/AC13 2G047/BA01 2G047/BC02 2G047/CA01 2G047/EA10 2G047/EA11 2G047/GA02 2G047/GG30 2G047/GG34 2G047/GG36 2G047/GG41 2G047/GG43 4C038/ST04 4C038/SU01 4C038/SU18 4C038/SX01 4C038/SX02 4C038/SX05 4C038/SX20 4C601/BB01 4C601/DD30 4C601/EE09 4C601/FF01 4C601/FF20 4C601/GA03 4C601/JB38 4C601/JB41 4C601/JB45 4C601/JB51 4C601/JB52 4C601/LL40		
代理人(译)	克利马清		
优先权	60/717700 2005-09-16 US		
其他公开文献	JP2007111517A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

甲为了补偿在数据分析中的主要流量传感器和侧流传感器之间的时间延迟，以获得能够确定可靠的时间延迟的方法和装置。用于确定基于所述传输时间的方法或飞行时间法，4b中的主流量传感器和旁流气体分析仪，超声流量和摩尔质量传感器4a中的医疗用之间的时间延迟的超声波装置当流管的1或固定有吸嘴2，例如，一个只有主气流7的一个非常小的量从主气流7脱离布置在旁流气体流9流入或在根据多个侧流气体传感器11的组合构成的装置中，从侧流气体传感器的信号之间的输出信号和所述主流量信号侧流气体传感器11，摩尔质量信号与相关之间的时间延迟由协会。点域1

$$F = k \frac{t_1 - t_2}{t_1 \cdot t_2}$$