【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】平成27年9月3日(2015.9.3)

【公開番号】特開2014-18622(P2014-18622A)
【公開日】平成26年2月3日(2014.2.3)
【年通号数】公開・登録公報2014-006
【出願番号】特願2012-171459(P2012-171459)
【国際特許分類】
Ａ６１Ｂ　5/083　(2006.01)
Ａ６１Ｂ　5/087　(2006.01)
【ＦＩ】
Ａ６１Ｂ　5/08　１００
Ａ６１Ｂ　5/08　２００

【手続補正書】
【提出日】平成27年7月13日(2015.7.13)
【手続補正１】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】
【発明の詳細な説明】
【発明の名称】呼気ガス分析装置の遅れ時間の校正
【技術分野】
【０００１】
本発明は呼気ガス分析装置の測定精度を向上させるもので、特に、呼吸気の流量とガス濃度の測定時間の差（遅れ時間）の校正に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
呼気ガス分析装置は、呼吸気中の測定ガスのガス濃度やガス量等を分析し、生体機能の評価や各種疾患の診断、治療効果の評価等に用いるものである。
呼気ガス分析には、呼吸代謝に関する指標を求める呼吸代謝測定や胃のピロリ菌の存在を検査するピロリ菌検査等、各種のものがあるが、ここでは呼吸代謝測定用の呼気ガス分析装置を例に説明する。
【０００３】
従来の呼吸代謝測定用の呼気ガス分析装置の例を図６に示す。
装置は、図６（Ａ）に示すように、センサ部７１と、呼吸流量センザ７２、サンプリング回路７４、制御部７５、ガス分析計７６、ガス輸送部７７を有する。
【０００４】
センサ部７１は、図６（Ｂ）に示すように、通常、呼吸マスク７８に接続し、呼吸マスク７８を被検者の顔面に装着して使用する。このようにすることで、全ての呼吸気をセンサ部７１に通すことができる。呼吸マスク７８を使用しないで、センサ部７１を直接口に銜えて、又はセンサ部７１に接続したマウスピースを口に銜えて、測定することもある。この場合、鼻や口から呼吸気が漏れないようにしなければならない。
【０００５】
呼吸流量センザ７２はセンサ部７１に内蔵され、センサ部７１内部を通過する呼吸気の流量を測定し、電気信号に変換し制御部７５に伝送する。図６（Ｂ）のように、センサ部７１を呼吸マスク７８に接続し、顔面に装着して使用すると、すべての呼吸気の流量はセンサ部７１を通過し、全ての呼吸気流量を呼吸流量センザ７２で測定することができる。

流量信号線７３は、呼吸流量センザ７２で測定した呼吸流量データを制御部７５に伝送する。
【０００６】
サンプリング回路７４は、その一端をセンサ部７１部に、他端をガス分析計７６に接続しており、センサ部７１を通過する呼吸気の一部をサンプルガスとしてガス分析計７６に導入する。
サンプリング回路７４には、通常、サンプリングチューブ又はキャピラリと称する細管が用いられる。
【０００７】
ガス分析計７６はサンプリング回路７４を経由して輸送されるてくる呼吸気のサンプルガスに含まれる測定ガスのガス濃度を測定し、その結果を制御部７５に転送する。
測定ガスとは、測定の対象となるガスである。呼吸代謝測定用の呼気ガス分析では、呼吸で酸素を体内に取り込まれる酸素ガスと、体内の代謝によって産生され排泄される炭酸ガスを測定するため、測定ガスは酸素ガスと炭酸ガスである。このため、ガス分析計７６は酸素ガス分析計と炭酸ガス分析計である。酸素ガスと炭酸ガスのいずれか一方を測定し、他方は計算によって求めることもできる。目的によってはこれ以外のガスを追加して測定することもある。
呼吸代謝測定以外の呼気ガス分析では、測定ガスを分析するガス分析計を用いる。
【０００８】
ガス輸送部７７はサンプリング回路７４に接続しており、サンプリング回路７７の内部のサンプルガスを強制的にガス分析計７６に輸送する。
【０００９】
制御部７５は、呼吸流量センザ７２の出力を受け取り、例えば１回の呼出時の平均流量（１回呼気平均流量）や１回の吸気時の平均流量（１回吸気平均流量）などの、流量に関する諸データを求める。
また、流量に関する諸データから、例えば１回の呼出量（１回呼気量）や１回の吸気量（１回吸気量）などの、気量に関する諸データを求める。気量に関するデータは、流量に関するデータを所定の時間、例えば１回の吸気の間、積分して求める。
一方、制御部７５は、ガス分析計７６の出力を受け取り、例えば、１回の呼気の酸素ガスの平均濃度（１回呼気平均酸素濃度）や１回の吸気の平均酸素ガス濃度（１回吸気平均酸素濃度）等の、ガス濃度に関する諸データを求める。
また、流量に関するデータとガス濃度に関するデータを組み合わせて、測定ガスの量、例えば、１回の吸気と呼気の酸素ガス量と炭酸ガス量、１分間あたりの呼気と吸気の酸素ガス量と炭酸ガス量などを求めることができる。
さらに、呼気と吸気のガス量を比較すると、各種の呼吸代謝データを得ることができる。例えば、１回の呼吸時の呼気と吸気の酸素ガス量を比較すると１回呼吸時酸素ガス摂取量を求めることができる。同様に、呼気と吸気の炭酸ガス量を比較すると、１回呼吸時炭酸ガス排泄量を求めることができる。これらのデータを１分間あたりの値に換算すると、分時酸素ガス摂取量、分時炭酸ガス排泄量などを求めることができる。
【００１０】
呼吸流量は呼吸流量センザ７２によって、即時的に測定される。
一方、呼吸気のサンプルガスはセンサ部７２内部で採取し、サンプリング回路７４を経由して、ガス分析計７６に輸送され、分析される。
つまり、ガス分析データは、図６（Ｃ）に示すように、呼吸流量測定データが得られた時刻ｔから時間ｔｄだけ遅れて得られる。この時間ｔｄを遅れ時間という。
このため、呼気ガス分析で、測定ガスの量に関するデータを得るには、時刻ｔの流量データと、時刻ｔ＋ｔｄのガス濃度データを組み合わせなければならない。
【００１１】
以上に述べたように、呼気ガス分析では遅れ時間ｔｄを正確に求めておかなければならない。このため、予め遅れ時間の校正をおこなって遅れ時間ｔｄを求めておき、測定では

、時刻ｔの流量と時刻ｔ＋ｔｄのガス濃度を組み合わせて、測定ガスの量を求めるようにしている。
　従来の遅れ時間ｔｄの校正法を図７に示す。校正時に、図６（Ａ）に示すように、サンプリング回路７４のサンプルガス採取部にステップ状の校正用ガスを流し、それをガス分析計７６で測定し、校正ガスの入力開始時からガス分析計７６の出力が得られるまでの時間ｔｄを測定して、遅れ時間ｔｄを得ていた。
【００１２】
一方、遅れ時間ｔｄを正しく校正しても、測定環境（温度や湿度、気圧等）等が変化すると、サンプルガスの輸送時間が変化し、遅れ時間ｔｄが変化する。
この影響を取り除くため、サンプリング回路７４内のサンプルガスを定流量にする技術が開示されている（例えば特許文献１など）。
しかし、サンプリング回路７４内のサンプルガスを定流量にしても、校正時と測定環境の状態が変化したり、サンプルガスの状態（ガス密度）が変化すると、サンプルガスの体積が変化して、サンプリング回路２４内のガス輸送時間が変化し、遅れ時間ｔｄが変化する（図７（Ｄ）参照）。
これを防止するために、サンプリング回路７４内のガス輸送速度を一定にする技術が開示されている（例えば特許文献２など）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【００１３】
【特許文献１】特表２００８－３３７５２５
【特許文献２】特願２０１１－２７５１９３
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００１４】
図７（Ａ）のように、校正ガスをステップ状に入力したとき、ガス分析計の出力がステップ状に応答すると、遅れ時間ｔｄを正しく得ることができ、正確な呼気ガス分析をおこなうことができる。
しかし、実際には、校正ガスをステップ状に入力しても、ガス分析計の出力は、図７（Ｂ）のように、漸増する曲線として得られる。これは、サンプルガスがサンプリング回路７４内を輸送される間にガス拡散等が生じるためである。
図７（Ｂ）のようガス分析計の出力が漸増すると遅れ時間を正確に決定することはできない。
また、高価な校正用ガスを多量に使用するため不経済である。
一方、校正ガス供給手段では、通常は電磁弁を開いて校正ガスを供給するが、電磁弁の開閉にはゆらぎが存在する。同様に、ガス分析計の作動等にもゆらぎがある。このため、校正した遅れ時間ｔｄもゆらぎを有する。
つまり、従来の校正法で得た遅れ時間ｔｄは、本質的に不正確さとゆらぎを有していた。
本発明はこれらの問題を解決し、正確な遅れ時間ｔｄを求めて、正確な呼気ガス分析データを得ることができるようにすることを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【００１５】
　そこで、請求項１記載の発明では、
呼吸気の流量を測定する呼吸気流量測定手段と、
前記呼吸気に含まれる測定ガスのガス濃度を測定するガス濃度測定手段と、
前記呼吸気の一部を前記ガス濃度測定手段に輸送するサンプリング手段と、
前記サンプリング手段に校正ガスを供給する校正ガス供給手段と、
前記校正ガス供給手段から前記サンプリング手段に前記校正ガスを供給して前記ガス濃度測定手段により前記前記校正ガスのガス濃度を測定し、前記校正ガスを供給した時刻から前記測定ガス濃度が得られた時刻までの時間を遅れ時間として測定する遅れ時間測定手段

とを有し、
予め、前記校正ガス供給手段から前記校正ガスを供給して前記遅れ時間測定手段で前記遅れ時間を測定しておき、
測定時に、前記流量と、前記流量から前記遅れ時間だけ遅れて測定される前記ガス濃度を組み合わせて呼気ガス分析をおこなう呼気ガス分析装置において、
前記校正ガス供給手段は、前記校正ガスに含まれる測定ガスのガス濃度がパルス状に変化するパルス化校正ガスを供給するようにしたパルス化校正ガス供給手段であることを特徴とする、呼気ガス分析装置とした。
【００１６】
請求項２記載の発明では、請求項１記載の呼気ガス分析装置において、
前記パルス化校正ガスのパルス幅を２０ｍｓ以下にした。
【００１７】
請求項３記載の発明では、請求項１又は請求項２記載の呼気ガス分析装置において、
前記遅れ時間測定手段は、前記パルス化校正ガスの立下り開始時から前記ガス濃度測定手段の出力の立ち下がり開始時までの時間を測定して前記遅れ時間とするようにした。
【００１８】
請求項４記載の発明では、請求項１から請求項３のいずれかに記載した呼気ガス分析装置において、
前記パルス化校正ガスを複数回供給して得られる複数個の遅れ時間の平均値を前記遅れ時間とするようにした。
【００１９】
請求項５記載の発明では、請求項１から請求項４のいずれかに記載した発明において、
前記校正ガス供給手段は、
所定の測定ガス濃度を有する第１校正ガスを供給する第１校正ガス供給手段と、
前記第１校正ガスと測定ガス濃度が異なる第２校正ガスを供給する第２校正ガス供給手段と、
前記第１校正ガスと前記第２校正ガスのいずれかを選択して前記サンプリング手段に供給する校正ガス選択手段と
を有し、
前記校正ガス選択手段で、前記第１校正ガスと前記第２校正ガスの一方の校正ガスを選択しておき、短時間、他方の校正ガスを選択して、校正ガスに含まれる測定ガスのガス濃度をパルス状に変化させて前記パルス化校正ガスを得るようにした。
【００２０】
請求項６記載の発明では、請求項５記載の呼気ガス分析装置において、
前記の２つの校正ガスは、標準的な大気ガスと近似したガス組成の校正ガスと、標準的な人の呼気ガスと近似したガス組成の校正ガスとした。
【００２１】
請求項７記載の発明では、請求項５又は請求項６記載の呼気ガス分析装置において、
前記の２つの校正ガスの一方は大気ガスとした。
よ
【００２２】
請求項８記載の発明では、請求項５から請求項７のいずれかに記載した呼気ガス分析装置において、
前記校正ガス選択手段で前記第１校正ガスと前記第２校正ガスを交互に複数回選択するようにした。
【００２３】
請求項９記載の発明では、請求項１から請求項８のいずれかに記載した発明において、
前記サンプルガスの輸送速度を一定にするようにした。
【発明の効果】
【００２４】

請求項１記載の発明で、遅れ時間の校正時に、校正ガス供給手段により、サンプリング手段に、測定ガスのガス濃度がパルス状に変化するパルス化校正ガスを供給し、ガス濃度測定手段で測定ガスの濃度を測定する。
このとき、遅れ時間測定手段により、校正ガスを供給した後、校正ガスの測定ガスのガス濃度がガス濃度測定手段で測定されるまでの時間を遅れ時間ｔｄとして測定する。
校正ガスの測定ガス濃度がパルス状に変化し、ガス濃度測定手段の出力（ガス濃度データ）もパルス状に変化するため、従来の構成法と比較して、遅れ時間ｔｄを正確に求めることができる。
このため、より正確な呼気ガス分析が可能になる。また、パルス応答から遅れ時間ｔｄを測定するため、遅れ時間の校正を短時間でおこなうことができ、校正に要する時間と労力を省力化することができる。さらに、測定ガスの使用量を少なくすることができるため、経済的である。
【００２５】
請求項２記載の発明で、請求項１記載の呼気ガス分析装置において、校正ガス供給手段により供給するパルス化校正ガスのパルス幅を２０ｍｓ以下にした。つまり、２０ｍｓ以下という短時間だけ、測定ガス濃度を変化させる。これをガス濃度測定手段で測定ガスの濃度を測定し、測定ガス濃度を変化させた後、校正ガスの測定ガスのガス濃度がガス濃度測定手段で測定されるまでの時間を遅れ時間ｔｄとして測定する。
校正ガスの測定ガス濃度が短時間、変化し、ガス濃度測定手段の出力も細いパルス状に変化するため、遅れ時間ｔｄをより正確に求めることができる。
このため、より正確な呼気ガス分析が可能になる。また、パルス応答から遅れ時間ｔｄを測定するため、遅れ時間の校正を短時間でおこなうことができ、校正に要する時間と労力を省力化することができる。さらに、測定ガスの使用量を少なくすることができるため、経済的である。
【００２６】
請求項３記載の発明で、請求項１又は請求項２記載の呼気ガス分析装置において、前記パルス化校正ガスの立下り開始時から前記ガス濃度測定手段の出力の立ち下がり開始時までの時間を測定して前記遅れ時間とするようにした。
【００２７】
請求項４記載の発明で、請求項１から請求項３のいずれかに記載した呼気ガス分析装置において、前記パルス化校正ガスを複数回供給して得られる複数個の遅れ時間の平均値を前記遅れ時間とするようにした。
【００２８】
請求項５記載の発明で、求項１から請求項４のいずれかに記載した呼気ガス分析装置において、
前記校正ガス供給手段は、
所定の測定ガス濃度を有する第１校正ガスを供給する第１校正ガス供給手段と、
前記第１校正ガスと測定ガス濃度が異なる第２校正ガスを供給する第２校正ガス供給手段と、
前記第１校正ガスと前記第２校正ガスのいずれかを選択して前記サンプリング手段に供給する校正ガス選択手段と
を有し、
前記校正ガス選択手段で、前記第１校正ガスと前記第２校正ガスの一方の校正ガスを選択しておき、短時間、他方の校正ガスを選択して、校正ガスに含まれる測定ガスのガス濃度をパルス状に変化させて前記パルス化校正ガスを得るようにした。
【００２９】
請求項６記載の発明で、請求項５記載の呼気ガス分析装置において、
前記の２つの校正ガスは、標準的な大気ガスと近似したガス組成の校正ガスと、標準的な人の呼気ガスと近似したガス組成の校正ガスとした。
【００３０】

請求項７記載の発明で、請求項５又は請求項６記載の呼気ガス分析装置において、
前記の２つの校正ガスの一方は大気ガスとした。
請求項８記載の発明で、請求項５から請求項７のいずれかに記載した呼気ガス分析装置において、
前記校正ガス選択手段で前記第１校正ガスと前記第２校正ガスを交互に複数回選択するようにした。
【００３１】
請求項９記載の発明で、請求項１から請求項８のいずれかに記載した呼気ガス分析装置において、
前記サンプルガスの輸送速度を一定にするようにした。
【００３２】
請求項１記載の発明により、図７に示すような従来の方法に比べて、遅れ時間ｔｄを測定する位置をより正確に決定できるため、遅れ時間ｔｄをより正確に決定できる。
このため、呼気ガス分析を従来よりも正確におこなうことができる。
【００３３】
請求項２記載の発明により、校正ガスのパルス期間を短くしたため、請求項１記載の発明より正確に遅れ時間ｔｄを測定できる。このため、請求項１記載の発明より正確に呼気ガス分析をおこなうことができる。
【００３４】
請求項３記載の発明により、校正ガスのパルスの立下りとガス分析計の出力の立下りを比較するようにした。校正ガスのパルスが経ち下がるとガス分析計の出力も遅滞なく立ち下がるため、請求項１や２よりもさらに正確に遅れ時間ｔｄを測定することができ、呼気ガス分析もさらに正確におこなうことができる。
【００３５】
請求項４記載の発明により、パルス状の校正ガスを複数回加えてガス分析計の出力を複数回測定し、得られる複数の遅れ時間の平均をとって、遅れ時間とする。
遅れ時間の校正の回路には、電磁弁の応答時間やガス輸送時間、ガス分析計の応答時間等、ゆらぎの要因が存在するため、１回の校正では、遅れ時間は不確実さを有し、校正ごとにばらつきが生じる。
本請求項記載の発明により、このようなゆらぎの影響を取り除いて、ばらつきを無くし、正確な遅れ時間を求めることができる。
請求項１から３までの方法よりもさらに正確に遅れ時間ｔｄを測定することができ、呼気ガス分析もさらに正確におこなうことができる。
【００３６】
請求項５記載の発明により、測定対象ガスのガス濃度が異なる２つの校正ガスを用い、パルスに供給し、ガス分析計で測定して、遅れ時間を測定するようにした。
実際の生体の呼気ガス分析では、酸素ガスと炭酸ガスがほぼパルス状に変化する。
本請求項記載の発明により、請求項１～４で従来よりも正確に測定できるようになった遅れ時間の測定を、さらに生体での呼気ガス分析に近づけ、請求項１～４よりもさらに正確に遅れ時間を校正できる。
このため、請求項１～４よりもさらに正確な呼気ガス分析が可能になった。
【００３７】
請求項６記載の発明により、請求項５記載の発明の２つの校正ガスを、実際の呼気と吸気のガス濃度に近似した校正ガスを用いて、遅れ時間を校正するようにした。
このため、請求項５記載の発明よりもさらに、遅れ時間を正確に測定でき、請求項５記載の発明よりもさらに正確な呼気ガス分析をおこなうことができる。
【００３８】
請求項７記載の発明により、請求項５又は６記載の発明の２つの校正ガスを、呼気に近似した校正ガスと大気ガスを呼吸し、遅れ時間の校正をおこなうようにした。
このため、吸気の校正では誤差が無くなり、請求項６よりも正確な遅れ時間を測定できる

。
しかも、吸気校正ガスとその供給回路を必要としないため、コスト削減になり、故障の低減にも繋がる。
【００３９】
請求項８記載の発明により、請求項５～７記載の発明の校正を複数回繰り返し、得られる複数個の遅れ時間の平均をとって、遅れ時間とした。
このため、従来よりも正確に遅れ時間を測定できる請求項５～７記載の発明に存在するゆらぎの影響を取り除いたため、請求項１～７二記載した発明よりもさらに正確に遅れ時間を測定でき、さらに正確に呼気ガス分析をおこなうことができる。
【００４０】
請求項９記載の発明により、請求項１～８記載の発明の校正を、サンプリング回路を輸送されるサンプルガスの輸送速度を一定にして、おこなう。
サンプルガスの輸送速度を一定にすると、遅れ時間を一定にすることができる。遅れ時間は請求項１～８記載の発明により、従来よりも正確に求めることができる。
このため、本請求項記載の発明により、従来よりも、また、請求項１～８記載の発明よりもさらに正確に遅れ時間を測定し、正確な呼気ガス分析をおこなうことができる。
【発明を実施するための最良の形態】
【００４１】
以下に、実施例により、本発明を詳しく説明する。
【実施例１】
【００４２】
本発明の実施例を図１に示す。装置は、図１（Ａ）に示すように、センサ部１と、呼吸流量計センサ２、流量信号線３、サンプリング回路４、制御部５、ガス分析計６、ガス輸送部７と、パルス校正ガス供給手段Ａを有する。
呼気ガス分析をおこなうに当たり、サンプリング回路４をパルス校正ガス供給手段Ａに接続し、校正ガスを供給してガス分析をおこない、遅れ時間を測定して、遅れ時間ｔｄの校正をおこなう。
実際の人の呼気ガス分析をおこなう際は、呼吸気の流量と呼吸気ガスの濃度を測定し、予め求めておいた遅れ時間を用いて、呼吸気の流量と呼吸気ガスの濃度から、呼吸代謝に関する各種指標を求める。
本発明は、この遅れ時間を正確に求めることを目的とする。
【００４３】
請求項１記載の発明は、
呼吸気の一部をサンプルガスとして採取してガス分析計に輸送してガス分析をおこなう呼気ガス分析装置において、
前記サンプルガスの採取部にパルス状の校正ガスを供給するパルス校正ガス供給手段と、
前記パルス校正ガス供給手段により校正ガスを供給して前記ガス分析計で測定結果を得るまでの遅れ時間を測定する遅れ時間測定手段と
を有する遅れ時間校正手段
を設けた呼気ガス分析装置である。
呼気ガス分析時には、図１（Ａ）に示すように、サンプリング回路４をセンサ部１に接続して、センサ部１内部を通過する呼吸気の一部をガス分析計６に輸送して、呼気ガスを分析するが、遅れ時間ｔｄの校正時には、サンプリング回路４をセンサ部１から取り外して、パルス校正ガス供給手段Ａに接続して校正をおこなう。
パルス校正ガス供給手段Ａは、図３（Ｂ）に示すように、校正ガスを供給する校正ガス供給部Ｇ１と、校正ガス供給部Ｇ１とサンプリング回路４の間に設けた電磁バルブＶ１と、バルブＶ１とサンプリング回路４を接続するコネクタＣを有する。

電磁バルブＶ１を閉じて、ガス輸送部７を作動させると、図には記載していないが、大気を、サンプリング回路４を経由してガス分析計６に輸送し、ガス分析をおこなうようにし

ている。大気の組成は、酸素ガスが約２１％、窒素ガスが約７８％である。
校正ガス供給部Ｇ１には、測定ガスの濃度が大気と異なる校正ガスを入れており、バルブＶ１を開くと、大気の代わりに校正ガスを、サンプリング回路４を経由してガス分析計６に導入し、ガス分析をおこなうようにしている。
従来の校正では、バルブＶ１を開いて長い時間、校正ガスを供給し、図７に示すように、ガス分析計７６の出力を得て、遅れ時間ｔｄを求めていた。
しかし、図７（Ｂ）から判るように、どの点までを測定していいのかわからず、遅れ時間の測定が不正確になり、しかも、校正ガスの消費量が多くなり不経済であるという問題が合った。
これに対して、請求項１記載の発明では、バルブＶ１を短時間、開いて、図１（Ｂ）に示すように、パルス状の校正ガスを、サンプリング回路４を経由してガス分析計６に導入する。
このとき、ガス分析計６の出力は、図２（Ｂ）のガス分析計出力のように、ガス濃度がパルス状に変化する。このときの時間差ｔｄを測定すると、遅れ時間を求めることができる。
そこで、本請求項記載の発明の遅れ時間測定手段により、パルス状の校正ガスを供給してガス分析計６のパルス出力が得られるまでの時間を測定すると、遅れ時間ｔｄを求めるようにした。
遅れ時間ｔｄは、図１（Ｂ）に示すように、校正ガスのパルスの立ち上がりからガス分析計６の出力のパルスの立ち上がり時刻までを測定して求めることができる。校正ガスのパルスの立ち下がりからガス分析計６の出力のパルスの立ち下がり時刻までを測定してもよい。

本請求項記載の発明により、従来の構成法と比較して、遅れ時間ｔｄを正確に求めることができるため、より正確な呼気ガス分析が可能になる。また、校正時間を短縮することができるため、校正に要する労力を省力化することができる。さらに、校正用のガスの使用量を少なくすることができるため、経済的である。

しかし、校正ガスをパルス状に供給しても、ガス分析計の出力は図１（Ｃ）～（Ｅ）のように、立ち上がりは漸増する。このため、より正確に遅れ時間を測定するには、校正ガスのパルス幅を小さくするほうが、遅れ時間は正確に測定できる。
こそこで、実際のガス分析計の応答時間から、請求項２では、パルス幅は２０ｍＳ以下とした。この程度のパルス幅では、ガス分析計の出力が真値を示す前に校正ガスは立ち下がるため、図１（Ｅ）のような応答が得られる。
このような応答では図１（Ｃ）や（Ｄ）よりも正確に遅れ時間を決定できる。

それでも、ガス分析計の立ち上りは漸増するため、不正確さを内蔵する。
しかし、校正ガスのパルスの立下り時には、ガス分析計は即時的に応答してたち下がる。
そこで請求項３では、校正ガスのパルスの立下りと、ガス分析計の出力の立下りの時間差を測定して、遅れ時間ｔｄとするようにした。
このようにすることで、従来よりも、また、本発明の請求項１又は２よりも、正確に遅れ時間を測定できるようになった。
このため、呼気ガス分析もより正確におこなえるようになった。
【００４４】
それでも、遅れ時間の校正の回路には、電磁弁の応答時間やガス輸送時間、ガス分析計の応答時間等、ゆらぎの要因が存在するため、１回の校正では、遅れ時間は不確実さを有し、校正ごとにばらつきが生じる。
そこで請求項４記載の発明では、図２に示すように、パルス状の校正ガスを複数回発生し、これをガス分析計で測定し、得られた複数の遅れ時間の平均をとり、遅れ時間とした。
本請求項記載の発明により、このような測定形のゆらぎの影響を取り除いて、ばらつきを

無くし、正確な遅れ時間を求めることができる。
請求項１から３までの方法よりもさらに正確に遅れ時間ｔｄを測定することができ、呼気ガス分析もさらに正確におこなうことができる。
【００４５】
請求項５記載の発明により、測定対象ガスのガス濃度が異なる２つの校正ガスを用い、パルスに供給し、ガス分析計で測定して、遅れ時間を測定するようにした。
パルス校正ガス供給部Ａは、図３（Ａ）のように、測定対象ガスのガス濃度がある値の第１の校正ガスを供給する第１ガス供給部Ｇ１と、第１の校正ガスと測定ガスの濃度が異なる第２の校正ガスを供給する第２ガス供給部Ｇ２と、第１ガス供給部Ｇ１をガス分析計に流すバルブ１と、第２ガス供給部Ｇ２のガスをガス分析計に流すバルブ２とを有する。
バルブ１を短時間開いて綴じ、続いてバルブ２を短時間開いて綴じると、請求項５記載の発明を実現することができる。
実際の生体の呼気ガス分析では、酸素ガスと炭酸ガスがほぼパルス状に変化する。
本請求項記載の発明により、請求項１～４で従来よりも正確に測定できるようになった遅れ時間の測定を、さらに生体での呼気ガス分析に近づけ、請求項１～４よりもさらに正確に遅れ時間を校正できる。
このため、請求項１～４よりもさらに正確な呼気ガス分析が可能になった。
【００４６】
請求項６記載の発明により、請求項５記載の発明の２つの校正ガスを、実際の呼気と吸気のガス濃度に近似した校正ガスを用いて、遅れ時間を校正するようにした。
このため、請求項５記載の発明よりもさらに、遅れ時間を正確に測定でき、請求項５記載の発明よりもさらに正確な呼気ガス分析をおこなうことができる。
【００４７】
請求項７記載の発明により、請求項５又は６記載の発明の２つの校正ガスを、呼気に近似した校正ガスと大気ガスを呼吸し、遅れ時間の校正をおこなうようにした。
この発明は、図３（Ｂ）のように、パルス校正ガス供給部Ａを校正することで実現できる。
このため、吸気の校正では誤差が無くなり、請求項６よりも正確な遅れ時間を測定できる。
しかも、吸気校正ガスとその供給回路を必要としないため、コスト削減になり、故障の低減にも繋がる。
【００４８】
請求項８記載の発明は、請求項５から請求項７のいずれかに記載した呼気ガス分析装置において、前記校正ガス選択手段で前記第１校正ガスと前記第２校正ガスを交互に複数回選択するようにした。
この様子を図４に示す。図４（Ａ）は校正ガスの保区定ガス濃度がゼロとｆ１の間で、図４（Ｂ）は校正ガスの保区定ガス濃度がｆ１とｆ２の間で、それぞれ変化するようにしている。
請求項６の発明の校正ガスを複数個発生し、そのときのガス分析計の出力が図４（Ｂ）である。
このため、従来よりも正確に遅れ時間を測定できる請求項５～７記載の発明に存在するゆらぎの影響を取り除いたため、請求項１～７二記載した発明よりもさらに正確に遅れ時間を測定でき、さらに正確に呼気ガス分析をおこなうことができる。
【００４９】
請求項９記載の発明は、請求項１から請求項８のいずれかに記載した呼気ガス分析装置において、前記サンプルガスの輸送速度を一定にするようにした。
本発明は、図５（Ａ）のように、サンプリング回路４にサンプルガス輸送手段（ポンプ）Ｐを接続し、ＰＬＬ法等によりポンプを正確に制御し、ガス分析計６に導入するサンプルガスの輸送速度を一定にしている。
請求項９記載の発明により、請求項１～８記載の発明の校正を、サンプリング回路を輸送

されるサンプルガスの輸送速度を一定にして、おこなう。
サンプルガスの輸送速度を一定にすると、遅れ時間を一定にすることができる。遅れ時間は請求項１～８記載の発明により、従来よりも正確に求めることができる。
このため、本請求項記載の発明により、従来よりも、また、請求項１～８記載の発明よりもさらに正確に遅れ時間を測定し、正確な呼気ガス分析をおこなうことができる。
【図面の簡単な説明】
【００５０】
【図１】（Ａ）は本発明の装置のブロック図、（Ｂ）は校正ガスの測定ガス濃度とガス分析計の出力と遅れ時間の関係、（Ｃ）、（Ｄ）、（Ｅ）は校正ガスのパルス幅とガス分析計の出力の関係である。
【図２】請求項４の遅れ時間測定の方法の図である。
【図３】（Ａ）は請求項５と６の、（Ｂ）は請求項７の校正ガス測定部のブロック図である。
【図４】（Ａ）は請求項８の校正ガスの濃度がゼロとｆの間で、（Ｂ）はｆ１とｆ２の間で電荷する様子、（Ｃ）は（Ｂ）に対するガス分析計の出力である。変化の様子を、
【図５】請求項９記載の輸送ガス定速度制御の例であり、（Ａ）はサンプリング回路４とガス分析計６、及びガス輸送部Ｐの構成図であり、（Ｂ）はガス輸送部Ｐを制御してガスの輸送速度を一定に保つようにしたときの例である。
【図６】従来の呼気ガス分析装置の例であり、（Ａ）は装置のブロック図、（Ｂ）はセンサ部を顔面に装着したときの様子、（Ｃ）は流量データとガス濃度データの時間遅れの様子、（Ｄ）は、サンプルガス輸送速度を定流量に制御したときの輸送時間の例である。
【図７】従来の遅れ時間校正の方法の例であり、（Ａ）は校正ガスとガス分析計の出力がステップ状に変化するときの例で、（Ｂ）は実際のガス分析計の出力の例である。
【符号の説明】
【００５１】
１、７１：センサ部　　２、７２：呼吸流量センサ
４、７４：サンプリング回路　　５、７５：制御部
６、７６：ガス分析計　　７、７７：ガス輸送部
８：環境状態測定部　　ｔｄ：遅れ時間
τ、τｗ、τｍ、τｎ：校正ガスとガス分析計の出力のパルス幅
Ｇ１、Ｇ２：校正ガス供給部　　Ｖ１、Ｖ２：バルブ
Ａ：校正ガス供給部　　Ｃ：サンプリング回路のコネクタ
７９：呼吸マスク　　Ｍ：被検者