

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7153735号
(P7153735)

(45)発行日 令和4年10月14日(2022.10.14)

(24)登録日 令和4年10月5日(2022.10.5)

(51)国際特許分類	F I
G 0 1 J 1/44 (2006.01)	G 0 1 J 1/44 E
G 0 1 J 1/42 (2006.01)	G 0 1 J 1/42 B
G 0 1 N 21/3504(2014.01)	G 0 1 N 21/3504

請求項の数 8 (全18頁)

(21)出願番号	特願2020-547564(P2020-547564)	(73)特許権者	000206956 大塚製薬株式会社 東京都千代田区神田司町2丁目9番地
(86)(22)出願日	平成30年9月21日(2018.9.21)	(74)代理人	110001195弁理士法人深見特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2018/034959	(72)発明者	梶原 新平 大阪府枚方市招提田近三丁目2番3号 大塚電子株式会社内
(87)国際公開番号	WO2020/059102	(72)発明者	藤本 尚司 大阪府枚方市招提田近三丁目2番3号 大塚電子株式会社内
(87)国際公開日	令和2年3月26日(2020.3.26)	(72)発明者	池田 敦 大阪府枚方市招提田近三丁目2番3号 大塚電子株式会社内
審査請求日	令和3年8月3日(2021.8.3)	審査官	塚本 丈二

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 信号処理回路、測定装置、および信号処理方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

赤外線検出器で検出した光量に基づく信号を処理する信号処理回路であって、
前記赤外線検出器から出力された電流値の信号を電圧値の信号に変換する電流電圧変換回路と、

前記電流電圧変換回路で変換した信号のうち予め定められた周波数成分の信号を通過させるフィルタ回路と、

前記フィルタ回路を通過した通過信号の逆位相信号を生成し、前記通過信号と前記逆位相信号とを含む差動信号を出力する差動回路と、

前記差動回路から出力された前記差動信号をデジタル信号に変換するアナログデジタル変換回路と、を備え、

前記アナログデジタル変換回路は、前記通過信号を前記デジタル信号に変換する分解能よりも、前記差動信号をデジタル信号に変換する分解能を高くする、信号処理回路。

【請求項2】

前記電流電圧変換回路で変換した信号を増幅する増幅回路をさらに備え、

前記増幅回路で増幅した信号を前記フィルタ回路に入力する、請求項1に記載の信号処理回路。

【請求項3】

前記フィルタ回路と前記差動回路との間に信号を増幅する増幅回路をさらに備える、請求項1に記載の信号処理回路。

【請求項 4】

前記赤外線検出器で検出した光量に基づく信号は、光変調器により正弦波状に強度を変調させた光源からの赤外光の光量を前記赤外線検出器で検出した信号である、請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか 1 項に記載の信号処理回路。

【請求項 5】

前記赤外線検出器は、光起電力素子である、請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれか 1 項に記載の信号処理回路。

【請求項 6】

互いに同位体の関係にある 2 種類の成分ガスを含む被測定ガスの成分ガスの濃度比を測定する測定装置であって、

前記被測定ガスを格納するセルと、

前記セルに透過させる赤外光を発する光源と、

前記光源からの赤外光の強度を正弦波状に変調させる光変調器と、

前記セルを透過した赤外光のうち各成分ガスに適した波長を透過させる光学フィルタと、

前記光学フィルタを透過した透過光の光量を検出する赤外線検出器と、

前記赤外線検出器で検出した光量に基づく信号を処理する請求項 1 ~ 請求項 5 のいずれか 1 項に記載の信号処理回路と、

前記信号処理回路で処理した信号から成分ガスに適した波長の吸光度を求め、成分ガスの濃度比を算出する演算回路とを備える、測定装置。

【請求項 7】

前記被測定ガスに含まれる 2 種類の成分ガスは、二酸化炭素¹³C O₂と二酸化炭素¹²C O₂とである、請求項 6 に記載の測定装置。

【請求項 8】

赤外線検出器から出力された信号を処理する信号処理方法であって、

前記赤外線検出器で電流値として検出された信号を、電圧値の信号に変換するステップと、

電圧値に変換した信号のうち予め定められた周波数成分の信号を通過させるステップと、

通過した信号の逆位相信号を生成し、前記通過した信号と前記逆位相信号とを含む差動信号をアナログデジタル変換回路に出力するステップと、

前記アナログデジタル変換回路で、出力された前記差動信号をデジタル信号に変換するステップと、を備え、

前記通過した信号を前記デジタル信号に変換する分解能よりも、前記差動信号をデジタル信号に変換する分解能を高くする、信号処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、信号処理回路、測定装置、および信号処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、医療の分野において、赤外線検出器を病気の診断に利用する測定装置が開発されている。例えば、同位体の入った薬物を生体に投与した後、同位体の濃度比の変化を赤外線検出器で測定することにより、生体の代謝率を求めて病気の診断に利用する測定装置などが開発されている。

【0003】

このような測定装置において、光源からの赤外光の光量を赤外線検出器で検出し、その検出結果を病気の診断に利用するには、赤外線検出器から出力される信号がある程度の S / N 比を有する信号である必要がある。赤外線検出器から出力される信号の S / N 比を向上させるために、赤外線検出器で検出される光量を強くすることが考えられる。しかし、赤外線検出器で検出される光量を強くするには、測定装置で測定するサンプル量を増やす必要があり被検者に負担を与えることになる。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

また、赤外線検出器から出力された信号を信号処理回路で処理することで、信号の S / N 比を向上させることが考えられる。信号処理回路として、例えば、特許文献 1（特開平 4 - 3 5 7 4 2 3 号公報）や特許文献 2（特開 2 0 1 6 - 5 0 6 7 号公報）に検出器から出力された信号を増幅する増幅回路を備えた信号処理回路が開示されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 文献 】特開平 4 - 3 5 7 4 2 3 号公報

特開 2 0 1 6 - 5 0 6 7 号公報

10

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

しかし、特許文献 1 および特許文献 2 で開示されている信号処理回路では、増幅回路が基準電圧に対して検出器から出力された信号を増幅しているため、基準電圧に誤差が生じた場合、その誤差が検出器から出力された信号に直接影響を及ぼす問題があった。また、特許文献 1 および特許文献 2 で開示されている信号処理回路では、基準電圧との差分が検出器から出力された信号のダイナミックレンジとなるため、広いダイナミックレンジの信号を得ることができない問題があった。

【 0 0 0 7 】

20

本発明は、検出器で得られた信号の S / N 比を向上させることが可能で、よりダイナミックレンジの広い信号を得ることができる信号処理回路、測定装置、および信号処理方法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 】

【 0 0 0 8 】

本発明のある局面によれば、赤外線検出器で検出した光量に基づく信号を処理する信号処理回路であって、赤外線検出器から出力された電流値の信号を電圧値の信号に変換する電流電圧変換回路と、電流電圧変換回路で変換した信号のうち予め定められた周波数成分の信号を通過させるフィルタ回路と、フィルタ回路を通過した通過信号の逆位相信号を生成し、通過信号と逆位相信号とを含む差動信号を出力する差動回路と、差動回路から出力された差動信号をデジタル信号に変換するアナログデジタル変換回路と、を備え、アナログデジタル変換回路は、通過信号を前記デジタル信号に変換する分解能よりも、差動信号をデジタル信号に変換する分解能を高くする。

30

【 0 0 1 1 】

好ましくは、電流電圧変換回路で変換した信号を増幅する増幅回路をさらに備え、増幅回路で増幅した信号をフィルタ回路に入力する。

【 0 0 1 2 】

好ましくは、フィルタ回路と差動回路との間に信号を増幅する増幅回路をさらに備える。

【 0 0 1 3 】

好ましくは、赤外線検出器で検出した光量に基づく信号は、光変調器により正弦波状に強度を変調させた光源からの赤外光の光量を赤外線検出器で検出した信号である。

40

【 0 0 1 4 】

好ましくは、赤外線検出器は、光起電力素子である。

本発明のある別の局面によれば、互いに同位体の関係にある 2 種類の成分ガスを含む被測定ガスの成分ガスの濃度比を測定する測定装置であって、被測定ガスを格納するセルと、セルに透過させる赤外光を発する光源と、光源からの赤外光の強度を正弦波状に変調させる光変調器と、セルを透過した赤外光のうち各成分ガスに適した波長を透過させる光学フィルタと、光学フィルタを透過した透過光の光量を検出する赤外線検出器と、赤外線検出器で検出した光量に基づく信号を処理する上記に記載の信号処理回路と、信号処理回路で処理した信号から成分ガスに適した波長の吸光度を求め、成分ガスの濃度比を算出する

50

演算回路とを備える。

【0015】

好ましくは、被測定ガスに含まれる2種類の成分ガスは、二酸化炭素¹³C O₂と二酸化炭素¹²C O₂とである。

【0016】

本発明のさらに別の局面によれば、赤外線検出器から出力された信号を処理する信号処理方法であって、赤外線検出器で電流値として検出された信号を、電圧値の信号に変換するステップと、電圧値に変換した信号のうち予め定められた周波数成分の信号を通過させるステップと、通過した信号の逆位相信号を生成し、通過した信号と逆位相信号とを含む差動信号をアナログデジタル変換回路に出力するステップと、アナログデジタル変換回路で、出力された差動信号をデジタル信号に変換するステップと、を備え、通過した信号をデジタル信号に変換する分解能よりも、差動信号をデジタル信号に変換する分解能を高くする。

10

【発明の効果】

【0017】

本技術に係る信号処理回路によれば、通過信号と逆位相信号とを含む差動信号を出力する差動回路により、検出器で得られた信号のS/N比を向上させることができ、よりダイナミックレンジの広い信号を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本実施の形態に係る測定装置の構成を説明するための概略図である。

【図2】本実施の形態に係る信号処理回路の構成を説明するための概略図である。

【図3】本実施の形態に係る演算回路の構成を説明するためのブロック図である。

【図4】本実施の形態に係る信号処理回路での信号処理を説明するための図である。

【図5】本実施の形態に係る信号処理回路での信号処理方法を説明するためのフローチャートである。

【図6】本実施の形態に係る信号処理回路で処理された信号の変動量を説明するためのグラフである。

【図7】変形例に係る信号処理回路の構成を説明するための概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下において、本実施の形態について図面を参照して詳しく説明する。なお、図中同一符号は同一または相当部分を示す。

【0020】

(適用例)

本実施の形態に係る測定装置は、同位体の入った薬物を生体に投与した後、同位体の光吸収特性により同位体の濃度比の変化を測定して、生体の代謝率を求めて病気の診断に利用する装置を例に説明する。具体的に、胃潰瘍、胃炎の原因であると言われていたヘリコバクタピロリー(HP)が被検者の胃の中に存在するか否かの診断に利用する測定装置について説明する。

40

【0021】

被検者にHPが存在するか否かを診断する方法としては、様々な方法が提案されている。本実施の形態に係る測定装置では、HPが持つ強いウレアーゼ活性により尿素を二酸化炭素とアンモニアとに分解する性質を利用して、被検者に投与した同位体¹³Cでマーキングした尿素が分解されて得られる¹³C O₂の濃度比の変化から、HPの有無の診断を行っている。

【0022】

ここで、炭素には、質量数が12のもの他、質量数が13や14の同位体が存在するが、これらの同位体の中で質量数が13の同位体¹³Cは、放射性がなく、安定して存在するため取り扱い易い。そのため、被検者に投与する尿素は、同位体¹³Cでマーキング

50

され、被検者の胃の中にHPが存在する場合、当該HPにより $^{13}\text{CO}_2$ とアンモニアとに分解される。分解された $^{13}\text{CO}_2$ は、被検者の呼気に含まれて排出されるため、被検者の呼気に含まれる $^{13}\text{CO}_2$ の濃度比を測定することで、HPが被検者の胃の中に存在するかどうかの診断が可能となる。

【0023】

空気中に含まれる $^{13}\text{CO}_2$ と $^{12}\text{CO}_2$ との濃度比は、1:100である。そのため、本実施の形態に係る測定装置は、 $^{13}\text{CO}_2$ と $^{12}\text{CO}_2$ との濃度比を精度よく測定することが求められる。なお、本実施の形態に係る測定装置においては、 $^{13}\text{CO}_2$ と $^{12}\text{CO}_2$ との濃度比を求める方法として赤外分光を用いており、一方のセルでの $^{13}\text{CO}_2$ の吸収と、他方のセルでの $^{12}\text{CO}_2$ の吸収とが等しくなる長短2本のセルを備えている。測定装置では、各セルに、それぞれの分析に適した波長の赤外光を当てて、透過光の光量（透過光量）を測定し、空気中の濃度比に対して被検者の呼気に含まれる濃度比の変化を求めている。なお、 $^{13}\text{CO}_2$ と $^{12}\text{CO}_2$ との濃度比を求める方法については、特公昭61-42219号公報や、特公昭61-42220号公報などに開示されている。

10

【0024】

本実施の形態に係る測定装置では、 $^{13}\text{CO}_2$ と $^{12}\text{CO}_2$ との濃度比を精度よく測定するために、セルを透過し検出器で検出した透過光量に基づく信号を処理する信号処理回路を設けて、信号のS/N比を向上させ、よりダイナミックレンジの広い信号としている。

【0025】

以下、同位体 ^{13}C でマーキングしたウレア診断薬を被検者に投与した後、呼気中の $^{13}\text{CO}_2$ の濃度比を分光測定する場合について、図面を参照しながら詳細に説明する。まず、ウレア診断薬を投与する前の被検者の呼気をベースガスとして呼気バッグに採集する。その後、被検者にウレア診断薬を経口投与し、約20分後、被検者の呼気をサンプルガスとして呼気バッグに採集する。

20

【0026】

サンプルガスの呼気バッグと、ベースガスの呼気バッグとをそれぞれ測定装置の所定のノズルにセットし、 $^{13}\text{CO}_2$ と $^{12}\text{CO}_2$ との濃度比を測定する。なお、ベースガスおよびサンプルガスが測定装置の被測定ガスである。

【0027】

（測定装置の構成）

30

図1は、本実施の形態に係る測定装置100の構成を説明するための概略図である。測定装置100では、ベースガスの呼気バッグBとサンプルガスの呼気バッグSとを、それぞれノズルN1, N2にセットする。ノズルN1は、パイプ（例えば、金属パイプ）を通してフィルタF1およびバルブ（例えば、電磁バルブ）V2につながっている。なお、フィルタF1は、呼気バッグBに含まれるベースガス以外の異物を除去するためのフィルタである。ノズルN2は、パイプを通してフィルタF2およびバルブV3につながっている。バルブV2およびバルブV3は、1本のパイプを通してガス注入器21につながっている。なお、フィルタF2は、呼気バッグSに含まれるサンプルガス以外の異物を除去するためのフィルタである。

【0028】

40

ガス注入器21につながるパイプには、バルブV1, V4, V5がそれぞれつながっている。バルブV1は、パイプを通してフィルタF5、およびリファレンスガス供給部30につながっている。リファレンスガス供給部30には、例えばソーダライム（水酸化ナトリウムと水酸化カルシウムとを混合したもの）を炭酸ガス吸収剤として用いる炭酸ガス吸収部を含んでいる。そのため、リファレンスガス供給部30は、外部から取り込んだ空気から二酸化炭素を吸収したリファレンスガスをガス注入器21に供給することができる。なお、フィルタF5は、ガス注入器21に供給するリファレンスガスから異物を取り除く防塵フィルタである。

【0029】

バルブV4は、パイプを通してフィルタF4、およびセル11につながっている。バル

50

バルブV5は、パイプを通してフィルタF3につながっている。フィルタF3は、空気を取り込み口に設けられており、取り込んだ空気から異物を取り除くフィルタである。フィルタF4は、ガス注入器21に供給するリファレンスガス、第1被測定ガス、および第2被測定ガスから水分を取り除くドライフィルタである。

【0030】

ガス注入器21は、基台21aの上に、ピストン21cの入ったシリンダー21bが配置され、基台21aの下に、ピストン21cと連結した移動自在なナット21d、ナット21dと噛み合う送りネジ21e、および送りネジ21eを回転させるパルスモータ21fを備える構造である。

【0031】

パルスモータ21fは、図示しない駆動回路によって、正転、逆転駆動される。パルスモータ21fの回転によって送りネジ21eが回転すると、回転方向に応じてナット21dが前後移動し、これによって、ピストン21cが任意の位置に前後移動する。したがって、シリンダー21bへの被測定ガスの導入と、シリンダー21bからの被測定ガスの導出を自在に制御することができる。

【0032】

バルブV4の他方は、 $^{12}\text{CO}_2$ の吸収を測定するための第1サンプルセル11aにつながっている。第1サンプルセル11aは、セル11の1つのセルで $^{12}\text{CO}_2$ の吸収を測定するため短いセルである。セル11には、他に $^{13}\text{CO}_2$ の吸収を測定するための長い第2サンプルセル11bおよび補助セル11cが含まれている。第1サンプルセル11aと第2サンプルセル11bとは連通しており、第1サンプルセル11aに導かれたガスは、そのまま第2サンプルセル11bに入り、バルブV6を通して排気される。補助セル11cには赤外線吸収のないリファレンスガスが充填され、密閉されている。なお、補助セル11cは、リファレンスガスを充填して密閉するのではなく、リファレンスガス供給部30からリファレンスガスを導いて、一定の流速で常時流してもよい。

【0033】

第1サンプルセル11aの容量は約0.1ml、第2サンプルセル11bの容量は約3.7mlである。セル11の端面には、赤外線を透過させるサファイヤ透過窓が設けられている。また、セル11は、パイプを通して圧力計31とつながっている。圧力計31は、ガス注入器21によってセル11内に導入されたガスの圧力を測定することができる。

【0034】

セル11の一方の端面側には、赤外光を発する光源装置L1、L2が設けられている。光源装置L1、L2には、赤外線を照射するための2つの導波管(図示せず)を備えている。光源装置L1、L2による赤外光の発生方式は、任意のものでよく、例えばセラミックヒータ(表面温度450)等が使用可能である。また、光源装置L1、L2とセル11との間には、赤外光を一定周期で遮断して通過させる光チョップ22が設けられている。光チョップ22は、モータ22aで回転させることで、セル11に一定の周期(例えば、600Hz)で赤外光を出射させることができる。つまり、光チョップ22は、光源装置L1、L2から出射した赤外光の強度を正弦波状に変調させる光変調器である。

【0035】

光源装置L1から出射された赤外光は、第2サンプルセル11bを通り、赤外線検出器25aで光量が検出される。第2サンプルセル11bと赤外線検出器25aとの間には、波長フィルタ24aが設けられている。光源装置L2から出射された赤外光は、第1サンプルセル11aおよび補助セル11cを通り、赤外線検出器25bで光量が検出される。第1サンプルセル11aおよび補助セル11cと赤外線検出器25bとの間には、波長フィルタ24bが設けられている。

【0036】

波長フィルタ24aは、 $^{13}\text{CO}_2$ の吸収を測定するため約4412nmの波長の赤外光を通し、波長フィルタ24bは、 $^{12}\text{CO}_2$ の吸収を測定するため約4280nmの波長の赤外光を通すように設計されている。赤外線検出器25a、25bは赤外光の光量を検出

10

20

30

40

50

する素子であり、光起電力素子である。光起電力素子とは、物質に光を照射することで起電力が発生する現象（すなわち光起電力効果）を利用する素子であり、赤外光により起電力が発生する例えば $InAsSb$ 素子である。特に、 $InAsSb$ 素子であれば、PN接合を採用しているため、高速応答、高信頼性を実現することが可能である。なお、赤外線検出器 25a, 25b は、赤外光によって電気抵抗を変化する光導電素子であってもよく、例えば $PbSe$ 素子でもよい。

【0037】

赤外線検出器 25a, 25b の全体は、ヒータおよびペルチェ素子 27 により一定温度に保たれている。また、測定装置 100 内部の空気を換気するファン 28, 29 が設けられている。さらに、測定装置 100 は、赤外線検出器 25a, 25b から出力された信号を処理する信号処理回路 40 を備えている。

10

【0038】

（信号処理回路の構成）

図 2 は、本実施の形態に係る信号処理回路 40 の構成を説明するための概略図である。信号処理回路 40 は、IV 変換回路（電流電圧変換回路）41、増幅回路 42、フィルタ回路 43、差動コンバータ回路（差動回路）44、および AD 変換回路（アナログデジタル変換回路）45 を備えている。

【0039】

IV 変換回路 41 は、赤外線検出器 25a, 25b から出力された電流値の信号を電圧値の信号に変換する回路である。赤外線検出器 25a, 25b では、セル 11 を透過した透過光の光量に応じて電流値の信号として、IV 変換回路 41 に出力される。IV 変換回路 41 では、赤外線検出器 25a, 25b で検出した透過光量を電圧値の信号として出力する。

20

【0040】

増幅回路 42 は、IV 変換回路 41 で変換した信号をフィルタ回路 43 や差動コンバータ回路 44 で処理できる信号に増幅する。例えば、IV 変換回路 41 で変換した信号が $0V \sim 2.5V$ の最大振幅の信号である場合に、増幅回路 42 では、電圧値を約 2 倍に増幅して $0V \sim 5V$ の最大振幅の信号とする。

【0041】

光源装置 L1, L2 から出射された赤外光は、光チョッパ 22 で正弦波状に強度が変調されるので、赤外線検出器 25a, 25b で検出した透過光量は正弦波となる。例えば、光チョッパ 22 が $600Hz$ で光源からの光を遮光するのであれば、赤外線検出器 25a, 25b で検出した透過光量は $600Hz$ の正弦波となる。そのため、赤外線検出器 25a, 25b から出力される信号も $600Hz$ の正弦波となり、増幅回路 42 で増幅された信号は、最大振幅が $0V \sim 5V$ で、周波数が $600Hz$ の正弦波となる。フィルタ回路 43 では、光チョッパ 22 で変調した周波数成分（例えば $600Hz$ ）の信号を通過させるバンドパスフィルタである。つまり、フィルタ回路 43 で通過させる予め定められた周波数成分の信号とは、光チョッパ 22 で変調した周波数成分（例えば $600Hz$ ）の信号である。

30

【0042】

差動コンバータ回路 44 は、フィルタ回路 43 を通過した信号（通過信号）の逆位相の信号（逆位相信号）を生成し、両信号（通過信号および逆位相信号）を含む差動信号を AD 変換回路 45 に出力する。AD 変換回路 45 では、逆位相信号に対する通過信号の差が測定結果として、デジタル信号に変換する。なお、信号処理回路 40 での詳しい処理については、後述する。

40

【0043】

図 1 に戻って、測定装置 100 は、信号処理回路 40 で処理された信号に基づいて HP の有無の診断を行う演算回路 50 を備えている。演算回路 50 は、HP の有無の診断を行う以外に、パルス $V1 \sim V6$ の開閉制御、パルスモータ 21f の駆動回路の制御などの測定装置 100 の制御を行い、図示していない表示部（例えば LCD）での表示の制御を行

50

っている。

【0044】

(演算回路の構成)

図3は、本実施の形態に係る演算回路50の構成を説明するためのブロック図である。図3を参照して、演算回路50は、マイクロプロセッサ51と、チップセット52と、メインメモリ54と、不揮発性メモリ56と、システムタイマ58と、表示コントローラ60と、I/Oコントローラ70とを含む。チップセット52と他のコンポーネントとの間は、各種のバスを介してそれぞれ結合されている。

【0045】

マイクロプロセッサ51およびチップセット52は、典型的には、汎用的なコンピュータアーキテクチャに準じて構成される。すなわち、マイクロプロセッサ51は、チップセット52から内部クロックに従って順次供給される命令コードを解釈して実行する。チップセット52は、接続されている各種コンポーネントとの間で内部的なデータを遣り取りするとともに、マイクロプロセッサ51に必要な命令コードを生成する。さらに、チップセット52は、マイクロプロセッサ51での演算処理の実行の結果得られたデータなどをキャッシュする機能を有する。

10

【0046】

演算回路50は、記憶手段として、メインメモリ54および不揮発性メモリ56を有する。

【0047】

メインメモリ54は、揮発性の記憶領域(RAM)であり、演算回路50への電源投入後にマイクロプロセッサ51で実行されるべき各種プログラムを保持する。また、メインメモリ54は、マイクロプロセッサ51による各種プログラムの実行時の作業用メモリとしても使用される。このようなメインメモリ54としては、DRAM(Dynamic Random Access Memory)やSRAM(Static Random Access Memory)といったデバイスが用いられる。

20

【0048】

一方、不揮発性メモリ56は、リアルタイムOS(Operating System)、測定装置100のシステムプログラム、ユーザプログラム、演算プログラム、設定パラメータといったデータを不揮発的に保持する。これらのプログラムやデータは、必要に応じて、マイクロプロセッサ51がアクセスできるようにメインメモリ54にコピーされる。このような不揮発性メモリ56としては、フラッシュメモリのような半導体メモリを用いることができる。あるいは、ハードディスクドライブのような磁気記録媒体や、DVD-RAM(Digital Versatile Disk Random Access Memory)のような光学記録媒体などを用いることもできる。

30

【0049】

システムタイマ58は、一定周期ごとに割り込み信号を発生してマイクロプロセッサ51に提供する。典型的には、ハードウェアの仕様によって、複数の異なる周期でそれぞれ割り込み信号を発生するように構成されるが、OS(Operating System)やBIOS(Basic Input Output System)などによって、任意の周期で割り込み信号を発生するように設定することもできる。

40

【0050】

表示コントローラ60は、接続部68を介して測定装置100に設けた表示部と接続され、当該表示部を制御している。表示コントローラ60は、メモリ制御回路62、表示制御回路64、およびバッファメモリ66を備えている。

【0051】

バッファメモリ66は、表示コントローラ60を介して表示部へ出力される表示データの送信バッファ、および、表示部(例えば、タッチパネルなど)から入力される入力データの受信バッファとして機能する。

【0052】

50

メモリ制御回路 6 2 は、メインメモリ 5 4 からバッファメモリ 6 6 への出力データの転送、および、バッファメモリ 6 6 からメインメモリ 5 4 への入力データの転送を行う。

【 0 0 5 3 】

表示制御回路 6 4 は、接続される表示部との間で、バッファメモリ 6 6 の表示データを送信する処理および入力データを受信してバッファメモリ 6 6 に格納する処理を行う。

【 0 0 5 4 】

I/Oコントローラ 7 0 は、接続部 7 8 を介して測定装置 1 0 0 に設けたバルブ V 1 ~ V 6 やパルスモータ 2 1 f など制御装置や信号処理回路 4 0 と接続され、バルブ V 1 ~ V 6 やパルスモータ 2 1 f などへの制御信号の出力、信号処理回路 4 0 からのデジタル信号の入力などを制御している。I/Oコントローラ 7 0 は、メモリ制御回路 7 2、信号制御回路 7 4、およびバッファメモリ 7 6 を備えている。

10

【 0 0 5 5 】

バッファメモリ 7 6 は、I/Oコントローラ 7 0 を介してバルブ V 1 ~ V 6 やパルスモータ 2 1 f などへ出力される制御信号の送信バッファ、および、信号処理回路 4 0 から入力されるデジタル信号の受信バッファとして機能する。

【 0 0 5 6 】

メモリ制御回路 7 2 は、メインメモリ 5 4 からバッファメモリ 7 6 への制御信号の転送、および、バッファメモリ 7 6 からメインメモリ 5 4 へのデジタル信号の転送を行なう。

【 0 0 5 7 】

信号制御回路 7 4 は、I/Oコントローラ 7 0 に接続されるバルブ V 1 ~ V 6 やパルスモータ 2 1 f など制御装置や信号処理回路 4 0 との間で、バッファメモリ 7 6 の制御信号を送信する処理およびデジタル信号を受信してバッファメモリ 7 6 に格納する処理を行う。

20

【 0 0 5 8 】

(測定処理)

次に、測定装置 1 0 0 での測定処理について説明する。測定装置 1 0 0 では、リファレンスガス測定、ベースガス測定、リファレンスガス測定、サンプルガス測定、リファレンスガス測定・・・という手順で測定処理が行われる。なお、測定処理の間、補助セル 1 1 c には、リファレンスガスが充填され、密閉されているものとする。

【 0 0 5 9 】

リファレンスガス測定では、ガス注入器 2 1 を用いてシリンダー 2 1 b 内にリファレンスガスを吸い込み、セル 1 1 へ押し出すことで、第 1 サンプルセル 1 1 a および第 2 サンプルセル 1 1 b をリファレンスガスで満たして¹²CO₂および¹³CO₂のそれぞれの透過光量を赤外線検出器 2 5 a , 2 5 b で測定している。リファレンスガス測定では、清浄なリファレンスガスをガス流路およびセル 1 1 に流すので、ガス流路およびセル 1 1 を洗浄することができる。このとき、ピストン 2 1 c を前後移動させているので、シリンダー 2 1 b 内も清浄なリファレンスガスで洗浄できる。

30

【 0 0 6 0 】

ベースガス測定では、ガス注入器 2 1 を用いてシリンダー 2 1 b 内に呼気バッグ B よりベースガスを吸い込み、セル 1 1 へ押し出すことで、第 1 サンプルセル 1 1 a および第 2 サンプルセル 1 1 b をベースガスで満たして¹²CO₂および¹³CO₂のそれぞれの透過光量を赤外線検出器 2 5 a , 2 5 b で測定している。

40

【 0 0 6 1 】

サンプルガス測定では、ガス注入器 2 1 を用いてシリンダー 2 1 b 内に呼気バッグ S よりサンプルガスを吸い込み、セル 1 1 へ押し出すことで、第 1 サンプルセル 1 1 a および第 2 サンプルセル 1 1 b をサンプルガスで満たして¹²CO₂および¹³CO₂のそれぞれの透過光量を赤外線検出器 2 5 a , 2 5 b で測定している。

【 0 0 6 2 】

測定装置 1 0 0 では、前述したように、赤外線検出器 2 5 a , 2 5 b から出力された信号が信号処理回路 4 0 で処理されて演算回路 5 0 に出力される。そのため、測定装置 1 0 0 では、サンプルガス測定などで測定される¹²CO₂および¹³CO₂のそれぞれの透過

50

光量は、信号処理回路 4 0 で処理された後の信号に基づいて求められる。

【 0 0 6 3 】

次に、信号処理回路 4 0 での信号処理について詳しく説明する。図 4 は、本実施の形態に係る信号処理回路 4 0 での信号処理を説明するための図である。図 4 (a) では、差動コンバータ回路 4 4 で差動信号を生成する信号処理が図示され、図 4 (b) では、図 4 (a) との対比で、基準信号に基づいて増幅回路で増幅する信号処理が図示されている。

【 0 0 6 4 】

図 4 (a) では、フィルタ回路 4 3 を通過した正弦波の信号が差動コンバータ回路 4 4 に入力されると、フィルタ回路 4 3 を通過した信号 (通過信号) の逆位相の信号 (逆位相信号) を生成される。差動コンバータ回路 4 4 では、通過信号と逆位相信号とを差動信号として A D 変換回路 4 5 に出力する。A D 変換回路 4 5 では、差動信号が入力されるので、逆位相信号に対する通過信号の差が測定結果の信号となり、当該信号をデジタル信号に変換することになる。つまり、図 4 (a) で示すように最大振幅が 0 V ~ 5 V の通過信号と、最大振幅が 0 V ~ 5 V の逆位相信号との差を取るため、A D 変換回路 4 5 では、最大振幅が 0 V ~ 1 0 V の信号をデジタル信号に変換することになる。

【 0 0 6 5 】

一方、図 4 (b) では、基準電圧に対する通過信号の差を測定結果の信号として、A D 変換回路 4 5 でデジタル信号に変換する。つまり、最大振幅が 0 V ~ 5 V の通過信号と、2 . 5 V の基準電圧との差を取るため、A D 変換回路 4 5 では、最大振幅が 5 V の信号をデジタル信号に変換することになる。

【 0 0 6 6 】

そのため、図 4 (a) で示すように、差動コンバータ回路 4 4 で逆位相信号に対する通過信号の差が測定結果の信号であるとした場合、図 4 (b) で示すように、基準電圧に対する通過信号の差を測定結果の信号とした場合に比べて、測定結果の信号のダイナミックレンジが広がる。具体的に、差動コンバータ回路 4 4 により、最大振幅が 0 V ~ 5 V の通過信号が、最大振幅が 0 V ~ 1 0 V の信号となり、約 2 倍のダイナミックレンジとなっている。

【 0 0 6 7 】

また、図 4 (b) で示すように、基準電圧に対する通過信号の差を測定結果の信号とした場合、基準電圧が誤差で変動すると、A D 変換回路 4 5 で変換するデジタル信号に直接影響を与えることになる。一方、図 4 (a) で示すように、差動コンバータ回路 4 4 で逆位相信号に対する通過信号の差が測定結果の信号であるとした場合、たとえ基準電圧が誤差で変動しても逆位相信号と通過信号との差分を取るため、誤差がキャンセルされる。よって、差動コンバータ回路 4 4 で差動信号を生成した場合、測定結果の信号 (検出器で得られた信号) の S / N 比を向上させることができる。

【 0 0 6 8 】

図 4 (c) では、A D 変換回路 4 5 において、差動コンバータ回路 4 4 から出力された差動信号をデジタル信号に変換する場合に、サンプリング周波数を 5 7 k H z 、分解能を 2 4 b i t としてデジタル信号に変換する。従来の増幅回路で処理した信号をデジタル信号に変換する場合、A D 変換回路では、サンプリング周波数を 4 0 k H z 、分解能を 2 0 b i t としてデジタル信号に変換していた。そのため、A D 変換回路 4 5 では、サンプリング周波数を 5 7 k H z 、分解能を 2 4 b i t としてデジタル信号に変換することで、A D 変換の際に生じていた量子化誤差を低減することができる。

【 0 0 6 9 】

特に、差動コンバータ回路 4 4 から出力された差動信号をデジタル信号に変換する場合、ダイナミックレンジが広がるため、通過信号をデジタル信号に変換する場合に比べて分解能を高くする必要がある。具体的に、A D 変換回路 4 5 において、最大振幅が 0 V ~ 5 V の通過信号を 2 0 b i t の分解能でデジタル信号していた場合、最大振幅が 0 V ~ 1 0 V の信号を同等の量子化誤差でデジタル信号にするには少なくとも 2 1 b i t の分解能でデジタル信号に変換する必要がある。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 0 】

次に、信号処理回路 4 0 での信号処理方法について、フローチャートを用いて説明する。図 5 は、本実施の形態に係る信号処理回路 4 0 での信号処理方法を説明するためのフローチャートである。まず、信号処理回路 4 0 は、I V 変換回路 4 1 において赤外線検出器 2 5 a , 2 5 b で電流値として検出した信号を、電圧値の信号に変換する（ステップ S 1 0）。なお、赤外線検出器 2 5 a , 2 5 b では、光チョッパ 2 2 により強度を正弦波状に変調させ光源装置 L 1 , L 2 からの赤外光の光量を検出している。

【 0 0 7 1 】

そして、信号処理回路 4 0 は、フィルタ回路 4 3 において、ステップ S 1 0 で電圧値に変換した信号のうち特定の周波数成分の信号を通過させる（ステップ S 2 0）。特定の周波数成分（予め定められた周波数成分）とは、光チョッパ 2 2 で変調した周波数成分（例えば、6 0 0 H z）である。

10

【 0 0 7 2 】

さらに、信号処理回路 4 0 は、差動コンバータ回路 4 4 において、フィルタ回路 4 3 を通過した通過信号の逆位相信号を生成し、通過信号と逆位相信号とを含む差動信号を A D 変換回路 4 5 に出力する（ステップ S 3 0）。

【 0 0 7 3 】

そして、信号処理回路 4 0 は、A D 変換回路 4 5 において、ステップ S 3 0 の差動信号をデジタル信号に変換する（ステップ S 4 0）。その後、信号処理回路 4 0 は、信号処理への信号の入力があるか否かを判断する（ステップ S 5 0）。信号処理への信号の入力がない場合（ステップ S 5 0 で N O）、信号処理回路 4 0 は、信号処理を終了する。一方、信号処理への信号の入力がある場合（ステップ S 5 0 で Y E S）、信号処理回路 4 0 は、処理をステップ S 1 0 に戻す。

20

【 0 0 7 4 】

次に、信号処理回路 4 0 により、測定結果の信号（検出器で得られた信号）の S / N 比が向上した結果を示す。図 6 は、本実施の形態に係る信号処理回路 4 0 で処理された信号の変動量を説明するためのグラフである。図 6 に示すグラフでは、横軸に時間、縦軸に光量変動量がそれぞれ設定され、赤外線検出器 2 5 a , 2 5 b で測定し信号処理回路 4 0 で処理された光量の変動が示されている。なお、光量変動量は、A D 変換したカウント値で示してある。

30

【 0 0 7 5 】

図 6 に示すグラフにおいて、波形 I は、一定の強度の赤外光を光源装置 L 1 , L 2 から出射して、6 0 0 秒間、1 0 秒ごとに赤外線検出器 2 5 a , 2 5 b で検出した透過光量に基づく信号を信号処理回路 4 0 で処理した測定結果である。波形 I では、測定された光量の前後の変動量を示しており、0「ゼロ」から約 1 0 0 の間で変動量がほぼ収まっている。

【 0 0 7 6 】

一方、波形 I I は、一定の強度の赤外光を光源装置 L 1 , L 2 から出射して、6 0 0 秒間、1 0 秒ごとに赤外線検出器 2 5 a , 2 5 b で検出した透過光量に基づく信号を従来の増幅回路で処理した測定結果である。波形 I I では、測定された光量の前後の変動量を示しており、0「ゼロ」から約 5 0 0 の間まで変動量でばらついており、波形 I に比べて変動量が大きくなっている。

40

【 0 0 7 7 】

波形 I における光量変動の標準偏差は、8 9 であるが、波形 I I における光量変動の標準偏差は、3 8 7 である。そのため、波形 I では、波形 I I に比べ光量変動の標準偏差が約 1 / 3 以下になっていることが分かる。このように、波形 I のように、赤外線検出器 2 5 a , 2 5 b で検出した透過光量に基づく信号を信号処理回路 4 0 で処理した場合、測定結果の信号の S / N 比が向上するので光量の変動量が小さくなる。逆に、波形 I I のように、赤外線検出器 2 5 a , 2 5 b で検出した透過光量に基づく信号を従来の増幅回路で処理した場合、測定結果の信号の S / N 比が悪いため光量の変動量が大きくなる。

【 0 0 7 8 】

50

本実施の形態に係る測定装置 100 では、赤外線検出器 25a, 25b で検出した透過光量に基づく信号を信号処理回路 40 で処理して測定結果とするので、サンプルガス測定などで透過光量を高い S/N 比で測定することができる。そのため、測定装置 100 では、ガスを測定する際に必要となるサンプル量を減らす（例えば、半分にする）ことができ、測定に必要な時間を短縮することができる。

【0079】

演算回路 50 は、リファレンスガス測定で測定したリファレンスガスの透過光量と、ベースガス測定で測定したベースガスの透過光量とに基づいて、ベースガスにおける $^{12}\text{CO}_2$ の吸光度を求める。リファレンスガス測定およびベースガス測定では、 $^{12}\text{CO}_2$ および $^{13}\text{CO}_2$ それぞれの透過光量を測定しているため、演算回路 50 は、 $^{12}\text{CO}_2$ および $^{13}\text{CO}_2$ それぞれのベースガスの吸光度を求めることができる。ここで、ベースガスの $^{12}\text{CO}_2$ の吸光度 Abs は、 $Abs = -\log[\text{ベースガスの透過光量} / \text{リファレンスガスの透過光量}]$ で求められる。

10

【0080】

同様に、演算回路 50 は、リファレンスガス測定で測定したリファレンスガスの透過光量と、サンプルガス測定で測定したサンプルガスの透過光量とに基づいて、サンプルガスにおける $^{12}\text{CO}_2$ の吸光度を求める。リファレンスガス測定およびサンプルガス測定では、 $^{12}\text{CO}_2$ および $^{13}\text{CO}_2$ それぞれの透過光量を測定しているため、演算回路 50 は、 $^{12}\text{CO}_2$ および $^{13}\text{CO}_2$ それぞれのサンプルガスの吸光度を求めることができる。ここで、サンプルガスの $^{12}\text{CO}_2$ の吸光度 Abs は、 $Abs = -\log[\text{サンプルガスの透過光量} / \text{リファレンスガスの透過光量}]$ で求められる。

20

【0081】

なお、演算回路 50 は、 $^{12}\text{CO}_2$ の吸光度を求める場合に、ベースガス測定またはサンプルガス測定の前後で測定したリファレンスガスの透過光量の光量平均値をとることで、測定時のドリフトの影響を相殺することができる。

【0082】

次に、演算回路 50 では、検量線を用いて、求めた $^{12}\text{CO}_2$ の吸光度から $^{12}\text{CO}_2$ の濃度を算出する。検量線は、 $^{12}\text{CO}_2$ 濃度の分かっている被測定ガスに対して $^{12}\text{CO}_2$ の吸光度を測定した結果をプロットし、最小自乗法を用いて求めた曲線である。検量線は、 $^{12}\text{CO}_2$ および $^{13}\text{CO}_2$ のそれぞれに用意されている。そのため、演算回路 50 では、 $^{12}\text{CO}_2$ の検量線を用いて、ベースガスの $^{12}\text{CO}_2$ の吸光度からベースガスの $^{12}\text{CO}_2$ の濃度を求め、サンプルガスの $^{12}\text{CO}_2$ の吸光度からサンプルガスの $^{12}\text{CO}_2$ の濃度を求める。同様に、演算回路 50 では、 $^{13}\text{CO}_2$ の検量線を用いて、ベースガスの $^{13}\text{CO}_2$ の吸光度からベースガスの $^{13}\text{CO}_2$ の濃度を求め、サンプルガスの $^{13}\text{CO}_2$ の吸光度からサンプルガスの $^{13}\text{CO}_2$ の濃度を求める。

30

【0083】

さらに、演算回路 50 では、 $^{12}\text{CO}_2$ と $^{13}\text{CO}_2$ との濃度比を求める。演算回路 50 は、ベースガス測定での $^{12}\text{CO}_2$ と $^{13}\text{CO}_2$ との濃度比と、サンプルガス測定での $^{12}\text{CO}_2$ と $^{13}\text{CO}_2$ との濃度比とを求める。

【0084】

HP の有無の診断を行うため、演算回路 50 では、サンプルガス測定とベースガス測定とを比較した $^{13}\text{CO}_2$ の濃度変化量を求める。 $^{13}\text{CO}_2$ の濃度変化量 $^{13}\text{CO}_2$ は、 $^{13}\text{CO}_2 = [(\text{サンプルガス測定での } ^{12}\text{CO}_2 \text{ と } ^{13}\text{CO}_2 \text{ との濃度比}) - (\text{ベースガス測定での } ^{12}\text{CO}_2 \text{ と } ^{13}\text{CO}_2 \text{ との濃度比})] \times 10^3 / [\text{ベースガス測定での } ^{12}\text{CO}_2 \text{ と } ^{13}\text{CO}_2 \text{ との濃度比}]$ (単位: パーミル (千分率)) で求められる。演算回路 50 は、求めた $^{13}\text{CO}_2$ の濃度変化量 $^{13}\text{CO}_2$ が 2.5 パーミル以上であれば、HP が被検者の胃の中に存在する可能性が高いとして陽性と判定する。

40

【0085】

以上のように、本実施の形態に係る測定装置 100 は、光チョッパ 22 により正弦波状に強度を変調させた光源装置 L1, L2 からの赤外光の光量を赤外線検出器 25a, 25

50

bで検出し、当該赤外線検出器25a, 25bで検出した光量に基づく信号を処理する信号処理回路40を備えている。信号処理回路40は、赤外線検出器25a, 25bから出力された電流値の信号を電圧値の信号に変換するI/V変換回路41と、I/V変換回路41で変換した信号のうち光チョッパ22で変調した周波数成分の信号を通過させるフィルタ回路43と、フィルタ回路43を通過した通過信号の逆位相信号を生成し、通過信号と逆位相信号とを含む差動信号を出力する差動コンバータ回路44とを備える。そのため、測定装置100では、信号処理回路40が、通過信号と逆位相信号とを含む差動信号を出力する差動コンバータ回路44により、赤外線検出器25a, 25bで得られた信号のS/N比を向上させることができ、よりダイナミックレンジの広い信号を得ることができる。

【0086】

また、信号処理回路40は、差動コンバータ回路44から出力された差動信号をデジタル信号に変換するA/D変換回路45を備えている。信号処理回路40では、A/D変換回路45を備えることで、演算回路50での処理が容易なデジタル信号として演算回路50に入力することができ、演算回路50の処理負担を軽減することができる。もちろん、信号処理回路40にA/D変換回路45を設けずに、演算回路50に差動コンバータ回路44から出力された差動信号を直接入力して、演算回路50でデジタル信号に変換するように構成してもよい。

【0087】

さらに、A/D変換回路45は、通過信号をデジタル信号に変換する分解能よりも、差動信号をデジタル信号に変換する分解能を高くする。これにより、A/D変換回路45は、ダイナミックレンジが広がった差動信号に対して、量子化誤差を増加させることなくデジタル信号に変換することができる。もちろん、A/D変換回路45は、分解能を高くせずに差動信号をデジタル信号に変換してもよい。

【0088】

また、信号処理回路40は、I/V変換回路41で変換した信号を増幅する増幅回路42を備え、増幅回路42で増幅した信号をフィルタ回路43に入力する。信号処理回路40では、増幅回路42を備えることで、赤外線検出器25a, 25bから出力された信号をフィルタ回路43や差動コンバータ回路44で処理できる信号を増幅することができる。もちろん、信号処理回路40は、I/V変換回路41で変換した信号がフィルタ回路43や差動コンバータ回路44で処理できる信号であれば、増幅回路42を設けずにI/V変換回路41で変換した信号をフィルタ回路43に入力してもよい。

【0089】

さらに、赤外線検出器25a, 25bで検出した光量に基づく信号は、光変調器により正弦波状に強度を変調させた光源装置L1, L2からの赤外光の光量を赤外線検出器25a, 25bで検出した信号である。ここで、光変調器は、光チョッパ22であると説明したが、光源装置L1, L2からの赤外光の強度を正弦波状に変調させることができる装置であれば、光チョッパ22に限定されない。

【0090】

また、赤外線検出器25a, 25bは、光起電力素子であると説明したが、赤外光の光量を検出することが可能であれば光起電力素子に限定されず、光導電素子であってもよい。

【0091】

(変形例)

図2で示した信号処理回路40では、I/V変換回路41で変換した信号を増幅する増幅回路42を備えていると説明した。しかし、これに限定されるものではなく、信号処理回路40は、増幅回路をI/V変換回路41とフィルタ回路43との間以外に設けてもよい。図7は、変形例に係る信号処理回路40aの構成を説明するための概略図である。信号処理回路40aは、I/V変換回路(電流電圧変換回路)41、増幅回路42a、フィルタ回路43、差動コンバータ回路(差動回路)44、およびA/D変換回路(アナログデジタル変換回路)45を備えている。なお、信号処理回路40aにおいて、図2で示した信号処理回路40と同じ構成については、同じ符号を付して詳細な説明を繰返さない。

10

20

30

40

50

【0092】

増幅回路42aは、フィルタ回路43を通過した信号を差動コンバータ回路44で処理できる信号に増幅する。例えば、フィルタ回路43を通過した信号が0V～2.5Vの最大振幅の信号である場合に、増幅回路42aでは、電圧値を約2倍に増幅して0V～5Vの最大振幅の信号とする。

【0093】

信号処理回路40aは、フィルタ回路43と差動コンバータ回路44との間に信号を増幅する増幅回路42aを備えることで、フィルタ回路43を通過した信号を差動コンバータ回路44で処理できる信号に増幅することができる。

【0094】

なお、信号処理回路40aは、図2に示す信号処理回路40で設けた増幅回路42と組み合わせてもよい。つまり、信号処理回路40aは、I/V変換回路41とフィルタ回路43との間に増幅回路42を設け、フィルタ回路43と差動コンバータ回路44との間に信号を増幅する増幅回路42aを設けてもよい。これにより、フィルタ回路43および差動コンバータ回路44のそれぞれで必要となる信号に増幅することが可能となる。

【0095】

本実施の形態に係る測定装置100は、互いに同位体の関係にある2種類の成分ガスを含む被測定ガスの成分ガスの濃度比を測定する。測定装置100は、セル(第1サンプルセル11a, 第2サンプルセル11b)と、光源装置L1, L2と、光チョッパ22と、光学フィルタ(波長フィルタ24a, 24b)と、赤外線検出器25a, 25bと、信号処理回路40, 40aと、演算回路50とを備える。

【0096】

セル(第1サンプルセル11a, 第2サンプルセル11b)は、被測定ガスを格納する。光源装置L1, L2は、セルに透過させる赤外光を発する。光チョッパ22は、光源装置L1, L2からの赤外光の強度を正弦波状に変調させる。光学フィルタ(波長フィルタ24a, 24b)は、セルを透過した赤外光のうち各成分ガスに適した波長を透過させる。赤外線検出器25a, 25bは、光学フィルタを透過した透過光の光量を検出する。信号処理回路40, 40aは、赤外線検出器25a, 25bで検出した光量に基づく信号を処理する。演算回路50は、信号処理回路40, 40aで処理した信号から成分ガスに適した波長の吸光度を求め、成分ガスの濃度比を算出する。

【0097】

本実施の形態に係る測定装置100では、前述で示した構成を備え、二酸化炭素 $^{13}\text{C}\text{O}_2$ と二酸化炭素 $^{12}\text{C}\text{O}_2$ を互いに同位体の関係にある2種類の成分ガスとして、被測定ガスの成分ガスの濃度比を測定する一例を説明した。しかし、測定装置100は、前述で示した構成において、互いに同位体の関係にある2種類の成分ガスの濃度比を測定することが可能な成分ガスであれば、何れのガスであってもよい。

【0098】

また、信号処理回路40, 40aは、二酸化炭素 $^{13}\text{C}\text{O}_2$ と二酸化炭素 $^{12}\text{C}\text{O}_2$ を互いに同位体の関係にある2種類の成分ガスの成分ガスの濃度比を測定する測定装置100に設けられる一例を説明した。しかし、信号処理回路40, 40aは、光変調器により正弦波状に強度を変調させた光源からの赤外光の光量を赤外線検出器で検出し、当該赤外線検出器で検出した光量に基づく信号を処理することが必要な装置であれば、同じように設けることができる。

【0099】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した説明ではなく、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【符号の説明】

【0100】

11 セル室、11a 第1サンプルセル、11b 第2サンプルセル、11c 補助セ

10

20

30

40

50

ル、21 ガス注入器、21 a 基台、21 b シリンダー、21 c ピストン、21 d ナット、21 e 送りネジ、22 光チョップパ、22 a モータ、24 a, 24 b 波長フィルタ、25 a, 25 b 赤外線検出器、27 ペルチェ素子、28, 29 ファン、30 リファレンスガス供給部、31 圧力計、40, 40 a 信号処理回路、41 I V変換回路、45 A D変換回路、42, 42 a 増幅回路、43 フィルタ回路、44 差動コンバータ回路、50 演算回路、100 測定装置。

【図面】

【図 1】

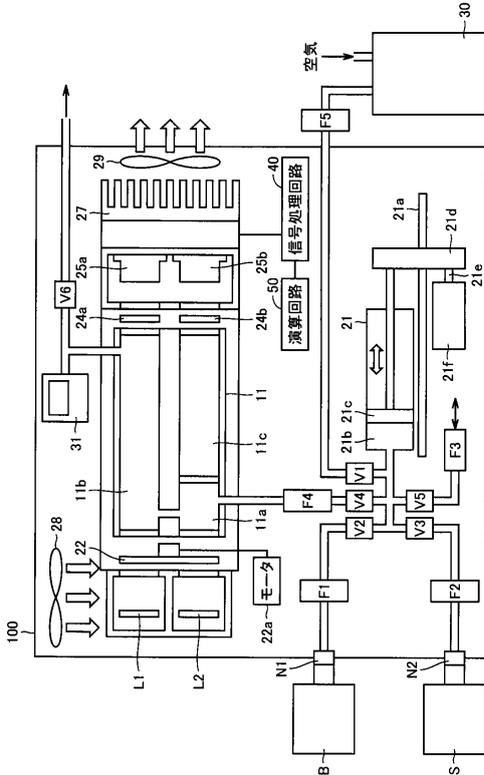
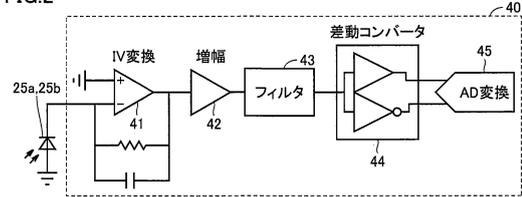


FIG.1

【図 2】

FIG.2



10

20

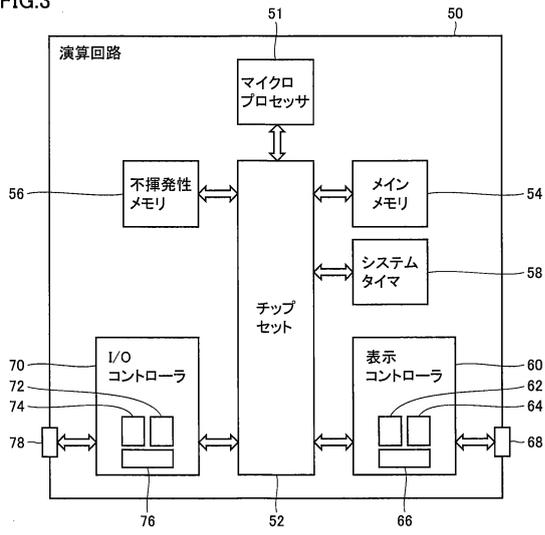
30

40

50

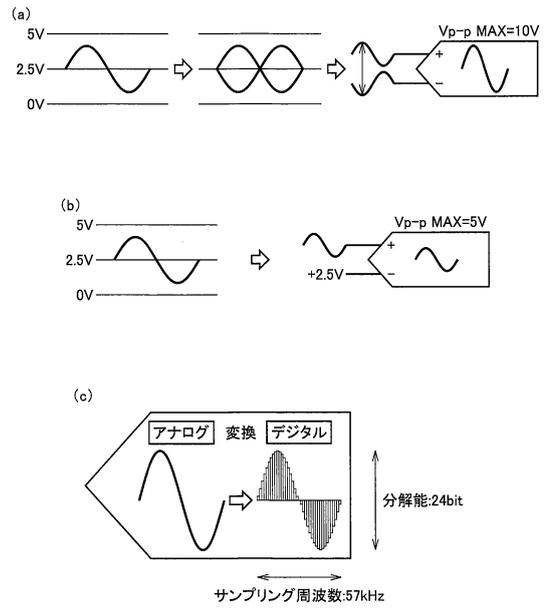
【 図 3 】

FIG.3



【 図 4 】

FIG.4

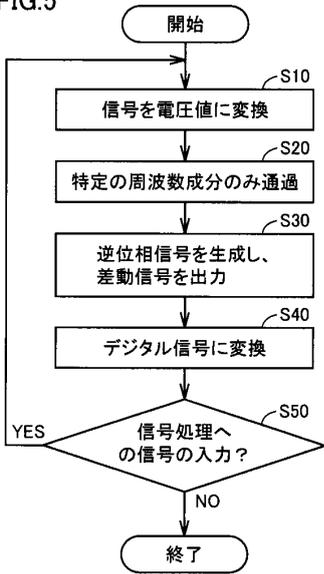


10

20

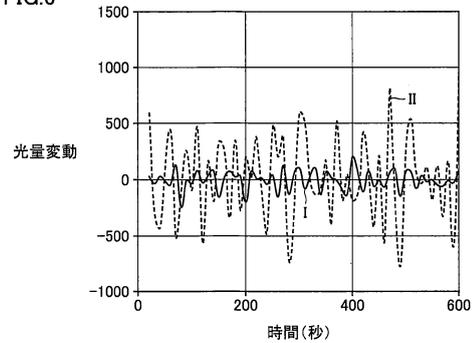
【 図 5 】

FIG.5



【 図 6 】

FIG.6



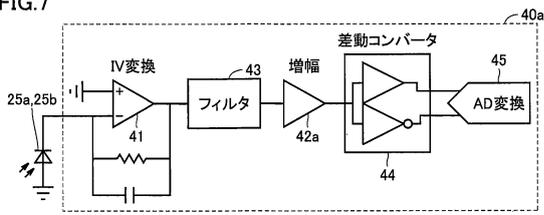
30

40

50

【 図 7 】

FIG.7



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特表2007-510131(JP,A)
特開平08-075642(JP,A)
Understanding Single-Ended, Pseudo-Differential and Fully-Differential ADC Inputs , maxim
integrated , 2002年06月14日 , インターネット URL:[https://fab.cba.mit.edu/classes/865.
21/topics/metrology/docs/AN1108.pdf](https://fab.cba.mit.edu/classes/865.21/topics/metrology/docs/AN1108.pdf)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , DB名)
G01J 1/44
G01J 1/42
G01N 21/3504
H03M 1/12
G01V 8/12
G01V 8/20
JSTPlus / JMEDPlus / JST7580 (JDreamIII)