

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年2月14日(14.02.2019)



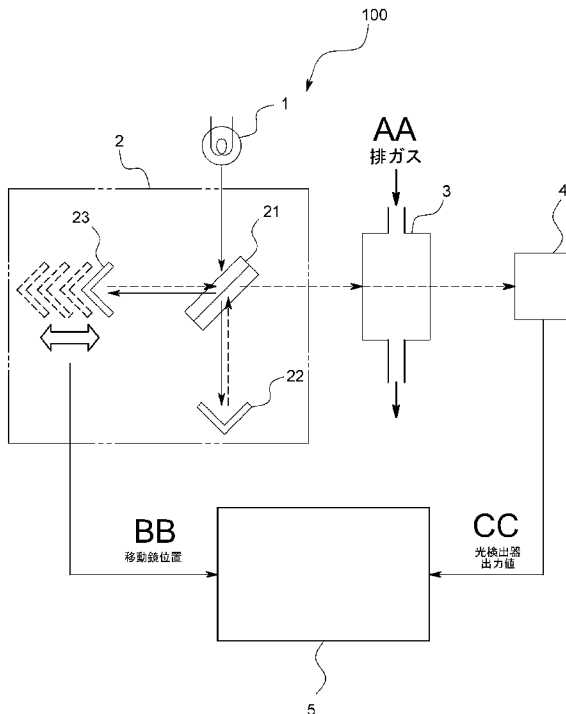
(10) 国際公開番号

WO 2019/031331 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 21/3504 (2014.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/028812
- (22) 国際出願日: 2018年8月1日(01.08.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2017-152787 2017年8月7日(07.08.2017) JP
- (71) 出願人: 株式会社堀場製作所(HORIBA, LTD.)
[JP/JP]; 〒6018510 京都府京都市南区吉祥院宮の東町2番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 安藤 嘉健 (ANDO, Yoshitake);
〒6018510 京都府京都市南区吉祥院宮の東町2番地 株式会社堀場製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 西村 竜平 (NISHIMURA, Ryuhei);
〒6040857 京都府京都市中京区蒔絵屋町280番地 ヤサカ烏丸御所南ビル3F Kyoto (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) Title: ANALYZER, ANALYSIS METHOD, ANALYZER PROGRAM, AND ANALYSIS LEARNING DEVICE

(54) 発明の名称: 分析装置、分析方法、分析装置用プログラム及び分析用学習装置



AA Exhaust gas
BB Moving mirror location
CC Photodetector output value

(57) Abstract: An analyzer for analyzing a measurement sample on the basis of spectral data obtained by irradiating the measurement sample with light, the analyzer being characterized by being equipped with a total analysis value calculation unit for calculating a total analysis value of multiple components in the measurement sample from the spectral data of the measurement sample, on the basis of the total analysis value of a reference sample for which the total analysis value of a prescribed plurality of components has been obtained in advance.



WO 2019/031331 A1

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS,
MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,
TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約 : 測定試料に光を照射して得られるスペクトルデータに基づいて当該測定試料を分析するものであって、所定複数成分の合計分析値が予め求められている参照試料の当該合計分析値に基づいて、測定試料のスペクトルデータから当該測定試料における前記複数成分の合計分析値を算出する合計分析値算出部を備えていることを特徴とする分析装置である。

明 細 書

発明の名称：

分析装置、分析方法、分析装置用プログラム及び分析用学習装置

技術分野

[0001] 本発明は、測定試料に光を照射して得られるスペクトルデータに基づいて当該測定試料を分析する分析装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、例えば自動車の排ガスに含まれる hidrocarbon 全体（THC）の濃度や量の測定には、FID分析装置や、FTIRなどの分光分析装置が用いられている。

[0003] しかしながら、FID分析装置は、分析精度において優れてはいるものの、助燃ガスとして水素ガス（H₂）やその濃度調整などに用いられるヘリウムガス（He）を供給しなければならないので、取り扱いの難しさやランニングコストの増大などの問題がある。

[0004] 他方、FTIR分析装置は、より簡便に取り扱ってランニングコストも安価に済むという利点はあるものの、分析精度に難がある。すなわち、FTIR分析装置においては、光スペクトルから各 hidrocarbon（HC）の濃度をそれぞれ個別に求め、次にそれ等を重みづけして足し合わせるという2段階の演算を行っており、各HCの濃度測定で生じ得る誤差に、重みづけ係数の設定において生じ得る誤差が重畳されるので、測定精度を向上させることが非常に難しい。

[0005] 例えば、自動車の排ガスの THC濃度は一般に100ppm以下であるが、FTIR分光分析装置で得られる各HCの濃度精度は精々1~10ppm程度であり、これらの情報から十分な精度で測定することは困難である。また、FTIR分光分析装置で濃度定量される各HC成分が、全種類のHC成分を網羅しているかどうかを保証できないため、これが THCの測定精度を高められない要因ともなっている。

[0006] その他、例えば、特許文献1においては、個別測定を回避すべく、測定試料に含まれる一部の複数種のHCについては、一つの化合物として単一成分のスペクトルが生じるとみなし、そのスペクトルからその総量を一括して定量測定するようにしたものもある。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開平4－265842号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] そこで、本発明は、FTIR分光分析装置などの分析装置において、測定精度を飛躍的に向上させることをその主たる所期課題とするものである。

課題を解決するための手段

[0009] すなわち本発明に係る分析装置は、測定試料に光を照射して得られるスペクトルデータに基づいて当該測定試料を分析するものであって、所定複数成分の合計分析値が予め求められている参照試料の当該合計分析値に基づいて、測定試料のスペクトルデータから当該測定試料における前記複数成分の合計分析値を算出する合計分析値算出部を備えていることを特徴とする。

[0010] また、この合計分析値算出部は、測定試料に光を照射して得られるスペクトルデータに基づいて当該測定試料を分析するものであって、所定複数成分の合計分析値が予め求められている参照試料のスペクトルデータに基づいて、測定試料のスペクトルデータから当該測定試料における前記複数成分の合計分析値を算出するものでもよい。

[0011] なお、スペクトルデータとは、測定試料（又は参照試料）を透過、反射又は散乱した光のスペクトルデータその他、測定試料（又は参照試料）で吸収された光のスペクトルデータ（吸光スペクトルデータ）や、測定試料（又は参照試料）に含まれる干渉成分による影響を軽減又は取り除いた補正吸光スペクトルデータをも含むものである。

また、合計分析値とは、複数成分の濃度の合計値、質量の合計値など、複数各成分の物理量の合計値のことである。

[0012] このようなものであれば、合計分析値及びスペクトルデータが既知の参照試料に係るデータを基準として、測定試料に含まれる複数成分の合計分析値を算出することに加え、測定試料のスペクトルデータから直接的に合計分析値を算出することができるので、従来のように、スペクトルデータから個別成分の分析値を算出するといった途中演算での誤差を排除することができ、分析精度の飛躍的な向上が可能となる。

また、助燃ガス（ H_2 ）などの取扱いが難しいガスを使用する必要はないので、簡便性やランニングコストの点にも寄与し得る。

[0013] より具体的には、前記合計分析値算出部が、参照試料のスペクトルデータと当該参照試料の合計分析値との相関を示すデータを格納している相関データ格納部と、測定試料のスペクトルデータに前記相関データ格納部の相関を適用して、当該測定試料における前記複数成分の合計分析値を算出する算出本体部とを備えたものを挙げることができる。

この場合、前記合計分析値算出部が、参照試料のスペクトルデータと当該参照試料の合計分析値とに基づいて、スペクトルデータと合計分析値との相関を算出し、前記相関データ格納部に格納するように構成しておけばよい。

[0014] 分析精度の向上にさらに資するためには、参照試料の合計分析値を精度よく測定できる他の分析装置によって取得することが好ましい。

[0015] すなわち、他の方式の分析装置で測定された参照試料の合計分析値を示すデータを受け付ける受付部をさらに備え、前記相関算出部が、前記受付部で受け付けた合計分析値と、本分析装置によって得られた前記参照試料のスペクトルデータとに基づいて前記相関を算出するものであることが好ましい。

[0016] スペクトルデータから合計分析値への相関を直接求めるには、機械学習や深層学習を利用することが好ましい。

[0017] この場合、算出された相関は教師データが多いほど精度が上がる。したがって、前記相関算出部が、互いに異なる複数の参照試料における各合計分析

値と各スペクトルデータとから前記相関関係を算出するように構成されたものが望ましい。

[0018] また、使用を経るにつれ相関精度が向上するようにするには、新たな参照試料に係る合計分析値及びそのスペクトルデータを取得した場合、前記相関算出部が、新たな参照試料に係る合計分析値及びそのスペクトルデータを加味して前記相関関係を更新するように構成しておけばよい。

[0019] 相関精度を向上させる他の態様としては、前記相関算出部が、参照試料の温度及び／又は圧力をもパラメータとして前記相関を算出するものであり、前記算出本体部が、測定試料の温度及び／又は圧力をパラメータとして特定される前記相関に基づいて当該測定試料の合計分析値を算出するものであることが望ましい。

[0020] 複数成分の分析精度をさらに向上させるためには、前記スペクトルデータが、前記複数成分に干渉する他成分の影響を軽減又は除去したものであることが好ましい。

[0021] 前記複数成分から1以上の任意の成分を差し引いた成分の合計分析値を算出するには、測定試料に光を照射して得られるスペクトルデータに基づいて、当該測定試料に含まれる個々の単一成分を分析する主分析部をさらに備えていけばよい。

[0022] 例えばHCの場合、分子量の小さいHCについては濃度などの分析値を、従来の例えばFTIR分析装置でも精度よく求めることができるが、分子量の大きなHCになると、スペクトルデータの分離が困難になり、分析精度が悪化する。そのため、分子量の小さなHCはFTIR分析装置で求めておき、そこから分子量の小さなHCのスペクトルデータを求めて元のスペクトルデータから減算して補正し、補正したスペクトルから分子量の大きなHCの分析を行ってもよい。

[0023] 本発明の効果が顕著に奏される具体的態様としては、前記測定試料又は参照試料が自動車の排ガスであり、分析対象となる成分が hidrocarbon (HC) を挙げることができる。また、所定複数成分の合計分析値としてTH

C濃度を挙げることができる。

また、本分析装置はFTIR方式のものが好ましく、THCを分析する場合には、他の方式の分析装置は、FID分析装置であることが好ましい。

[0024] 参照試料だけを用いて相関のみを算出する機能に特化させた分析用学習装置も、本発明の一つである。

その場合は、所定複数成分の合計分析値が予め求められている参照試料に光を照射して得られるスペクトルデータを受け付ける受付部と、複数の互いに異なる参照試料の合計分析値及びスペクトルデータを格納している参照試料データ格納部と、前記参照試料データ格納部を参照し、各参照試料のスペクトルデータと合計分析値との間に共通する相関を算出する相関算出部とを備えているものが好適である。

発明の効果

[0025] このように構成した本発明によれば、合計分析値及びスペクトルデータが既知の参照試料に係るデータを利用して、測定試料を分析するうえ、従来のように、スペクトルデータから個別成分の分析値を算出するといった途中演算での誤差を排除することができるので、分析精度の飛躍的な向上が可能となる。また、助燃ガス（H₂）などの取扱いが難しいガスを使用する必要はないので、簡便性やランニングコストの点にも寄与し得る。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]本発明の一実施形態における分析装置を含む排ガス測定システムの全体図である。

[図2]同実施形態における分析装置の全体を示す模式図である。

[図3]同実施形態における演算処理装置の機能ブロック図である。

[図4]同実施形態における分析装置の動作を示すフローチャートである。

[図5]他の実施形態における演算処理装置の機能ブロック図である。

符号の説明

[0027] 100・・・分析装置

51・・・主分析部

5 2 . . . 合計分析値算出部

5 2 1 . . . 相関算出部

5 2 2 . . . 算出本体部

5 3 . . . 受付部

発明を実施するための形態

[0028] 以下に本発明の一実施形態に係る分析装置 100 について図面を参照して説明する。

[0029] 本実施形態の分析装置 100 は、排ガス測定システム 200 の一部を構成するものである。この排ガス測定システム 200 は、図 1 に示すように、シヤダイナモ 300 と、FID 分析装置 400 と、本分析装置 100 とを具備している。

しかして、本分析装置 100 は、図 2 に示すように、光源 1、干渉計（分光部）2、試料セル 3、光検出器 4、演算処理装置 5 等を具備した、いわゆる FTIR と称されるフーリエ変換型赤外分光分析装置である。この分析装置 100（以下、区別のため、FTIR 分析装置 100 ということもある。）は、測定試料である排ガスの THC 濃度（又は量）を測定する排ガス分析装置として使用される。

[0030] 光源 1 は、ブロードなスペクトルを有する光（多数の波数の光を含む連続光）を射出するものであり、例えばタングステン・ヨウ素ランプや、高輝度セラミック光源が用いられる。

[0031] 干渉計 2 は、同図に示すように、1 枚のハーフミラー（ビームスプリッター）21、固定鏡 22 及び移動鏡 23 を具備した、いわゆるマイケルソン干渉計を利用したものである。この干渉計 2 に入射した前記光源 1 からの光は、前記ハーフミラー 21 によって反射光と透過光に分割される。一方の光は固定鏡 22 で反射され、もう一方は移動鏡 23 で反射されて、再びハーフミラー 21 に戻り、合成されて、この干渉計 2 から射出される。

[0032] 試料セル 3 は、測定試料である排ガスが導入される透明セルであり、前記干渉計 2 から出た光が、該試料セル 3 内の測定試料を透過して前記光検出器

4に導かれるようにしてある。

光検出器4は、ここでは、いわゆるMCT光検出器4と称されるものである。

[0033] 演算処理装置5は、バッファ、増幅器などを有したアナログ電気回路と、CPU、メモリ、DSPなどを有したデジタル電気回路と、それらの間に介在するA/Dコンバータ等を有したものである。

[0034] 該演算処理装置5は、前記メモリに格納した所定プログラムにしたがってCPUやその周辺機器が協働することにより、図3に示すように、試料を透過した光のスペクトルを示す透過光スペクトルデータを前記光検出器4の出力値から算出し、該透過光スペクトルデータから吸光スペクトルデータを算出して測定試料に含まれる種々の成分を特定し、かつそれぞれの成分の濃度（又は量）算出する主分析部51としての機能を発揮する。

[0035] この主分析部51は、スペクトルデータ生成部511と、個別成分分析部512とを具備している。

[0036] 移動鏡23を進退させ、試料を透過した光強度を移動鏡23の位置を横軸にとって観測すると、単波数の光の場合、干渉によって光強度はサインカーブを描く。一方、試料を透過した実際の光は連続光であるから、前記サインカーブは波数毎に異なるから、実際の光強度は、各波数の描くサインカーブの重ね合わせとなり、干渉パターン（インターフェログラム）は波束の形となる。

[0037] 前記スペクトルデータ生成部511は、移動鏡23の位置を例えば図示しないHeNeレーザなどの測距計（図示しない）によって求めるとともに、移動鏡23の各位置における光強度を光検出器4によって求め、これらから得られる干渉パターンを高速フーリエ変換（FFT）することによって、各波数成分を横軸とした透過光スペクトルデータに変換する。そして、例えば試料セルが空の状態ですべて測定しておいた透過光スペクトルデータに基づいて、測定試料の透過光スペクトルデータを吸光スペクトルデータにさらに変換する。

- [0038] 前記個別成分分析部512は、例えば吸光スペクトルデータの各ピーク位置（波数）及びその高さから測定試料に含まれる種々の成分を特定し、かつそれぞれの成分の濃度（又は量）を算出する。
- [0039] しかし、この実施形態では、図3に示すように、測定試料である排ガスのTHC濃度（又は量）を精度よく測定できるように、前記演算処理装置5に、受付部53、合計分析値算出部52等としての機能をさらに付与してある。
- [0040] 前記受付部53は、FID分析装置400で測定された排ガスのTHC濃度を受け付けるものである。このFID分析装置400で測定されTHC濃度が既知となった排ガスを、以下では参照試料という。
- [0041] ところで、この参照試料は、FID分析装置400とともに本FTIR分析装置100にも導入され、その吸光スペクトルデータが前記主分析部51によっても取得されるので、前記受付部53は、主分析部51で算出される中間情報である当該参照試料の吸光スペクトルデータをも受け付け、これをFID分析装置400によって測定された参照試料のTHC濃度と紐づけて参照試料データとし、これをメモリの所定領域に設定された参照試料データ格納部D1に格納する。
- [0042] さらに、この実施形態においては、本システムに設けられた図示しないセンサやオペレータによる入力により、参照試料の温度及び圧力を少なくとも含む周辺状況データを取得できるようになっていて、前記受付部53は、当該参照試料の周辺状況データを取得して前記参照試料データに付帯させ、参照試料データ格納部D1に格納するように構成してある。
- [0043] 前記合計分析値算出部52は、前記参照試料データを教師データとして、測定試料（排ガス）の吸光スペクトルデータから当該測定試料におけるTHCの濃度を算出するものであり、より具体的には、相関算出部521と算出本体部522とを備えている。なお、このTHCが請求項でいう複数成分にあたり、THC濃度が請求項でいう合計分析値にあたる。
- [0044] 前記相関算出部521は、参照試料データ格納部D1に格納されている複

数の参照試料データを参照し、それら参照試料データに共通する、吸光スペクトルデータとTHC濃度との相関を機械学習（又は人工知能、ディープラーニング等）によって算出するものである。算出された相関を示す相関データは、メモリの所定領域に設定された相関データ格納部D2に格納される。

[0045] なお、この相関算出部521においては、参照試料データが追加されるたびに学習を繰り返し、相関を更新するので、参照試料データが多いほど、その相関精度は向上していく。

[0046] また、この実施形態での相関算出部521は、参照試料の周辺状況データをもパラメータとして前記相関を算出する、すなわち、相関が参照試料の温度や圧力などに応じて変わるように構成してあるが、相関の算出に当たって周辺状況データを参照しなくともよい。

[0047] 算出本体部522は、前記相関算出部521が算出した相関を測定試料のスペクトルデータに当てはめて測定試料のTHC濃度を算出するものである。このとき、受付部53においては測定試料の周辺状況データを取得するようにしてあるので、当該算出本体部522は、THC濃度の算出にあたり、測定試料の周辺状況データに対応する相関を適用するようにしている。

[0048] 次にかかる構成の排ガス測定システム200の動作を図4を参照して説明する。

まず学習させる。そのために、シャシダイナモ300上で自動車を運転し、その排ガスである参照試料をFID分析装置400及びFTIR分析装置100に導く。なお、シャシダイナモ300上での自動車の運転に限らず、エンジンダイナモに接続されたエンジンを運転してもよいし、駆動系ダイナモにトランスミッション等の駆動系部品を運転してもよい。

すると、FID分析装置400ではTHC濃度が測定され、一方、FTIR分析装置100では、前記主分析部51によって当該排ガスの吸光スペクトルデータが測定される。

[0049] この実施形態では、FID分析装置400及びFTIR分析装置100は、例えば、一定タイミング（数msec～数sec）ごとに同期して排ガス

測定（分析）を行う。

[0050] 各測定の都度、前記受付部53は、主分析部51で算出された排ガスの吸光スペクトルデータ及びFID分析装置400で分析された当該排ガスのTHC濃度を取得し、参照試料データとして参照試料データ格納部D1に次々格納する（ステップS1）。このとき、前記受付部53は、当該排ガスの温度及び圧力を取得して前記参照試料データに付帯させ、参照試料データ格納部D1に格納する。

[0051] しかして、自動車のエンジン状態は、運転開始からの時間経過やエンジン回転数の変動にともなって種々変化し、それに伴って排ガスの状態（成分や圧力、温度）も逐次変化していくため、上述した逐次測定によって、少なくともTHC濃度が互いに異なる複数の参照試料のデータが得られる。

[0052] 次に、前記相関算出部521が、参照試料データ格納部D1に格納されている多くの参照試料データを参照し、それら参照試料データに共通する、吸光スペクトルデータとTHC濃度との相関を機械学習によって算出し（ステップS2）、その結果得られた相関を前記相関データ格納部D2に格納する（ステップS3）。

これで学習が終了する。

[0053] このように学習が終了した後、FTIR分析装置100だけを用いた実際のTHC濃度測定を行うことができることとなる。このTHC濃度測定にあたっては、試験対象となる他の自動車をシャシダイナモ300に設置して運転し、その排ガスをFTIR分析装置100に導く。FID分析装置400には、排ガス導入管の図示しないバルブを閉じるなどして排ガスを導入しないようにするとともに、FID分析装置400の動作も停止させておく。

[0054] FTIR分析装置100では、主分析部51が、排ガスの吸光スペクトルデータを取得する（ステップS4）。すると前記合計分析値算出部52（算出本体部522）が、前記相関データ格納部D2に格納されている相関を吸光スペクトルデータに適用してTHC濃度を算出する（ステップS5）。

[0055] しかして、このように構成した本分析装置100によれば、参照試料のス

ペクトルデータとTHC濃度の相関を予め求め、その相関に基づいて、測定試料のスペクトルデータから直接的にTHC濃度を算出するようにしており、従来のように、スペクトルデータから個別成分の分析値を算出するといった途中演算を介在させることがないので、途中演算で発生し得る誤差や情報の脱落を排除でき、分析精度を飛躍的に向上させることができる。

[0056] また、相関さえ予め求めておけば、THC濃度測定においてFID分析装置を用いる必要はないので、助燃ガス(H₂)や、その濃度調整に用いられる不活性ガス(He)などの取扱いが難しいガスを使用する必要がなくなり、簡便性やランニングコストの点にも寄与し得る。

[0057] なお、本発明は前記実施形態に限られるものではない。

例えば、THCの吸光度は、測定対象に水分やその他の干渉成分が含まれているから、それらの影響を低減ないし排除した補正吸光スペクトルに基づいてTHC濃度を算出するようにしてもよい。このようにすれば、分析精度がさらに向上する。

[0058] また他の実施形態では、吸光スペクトルデータとTHC濃度との相関の算出にあたって、参照試料データが示すTHC濃度に応じて吸光スペクトルデータとTHC濃度との相関を算出してもよい。

具体的には、相関算出部521は、THC濃度を複数(例えば2以上)の濃度区分に分けて、この濃度区分毎に吸光スペクトルデータとTHC濃度の相関を算出し、その相関データを相関データ格納部D2に格納してよい。ここで算出本体部522は、測定試料の吸光スペクトルデータを受け付けると、当該吸光スペクトルデータの面積等に基づいて、相関データ格納部D2に格納された複数の相関データから当該吸光スペクトルデータに適した1つの相関データを選択し、当該選択した相関データを測定試料のスペクトルデータに当てはめて、測定試料のTHC濃度を算出するようにしてもよい。

このようなものであれば、相関算出部521が濃度区分毎に吸光スペクトルデータとTHC濃度の相関を算出するので、より精度の高い相関データを得ることができる。そして、算出本体部522が、このような精度の高い相

関データを用いて測定試料のTHC濃度を算出するので、測定精度をより向上することができる。

なお、THC濃度はより多くの濃度区分に分けられることが好ましい。このようなものであれば、より一層精度の高い相関データを得ることができる。

[0059] また他の実施形態では、吸光スペクトルデータとTHC濃度との相関の算出にあたって、参照試料に含まれる水の濃度をパラメータとしてもよい。

具体的には、受付部53は、個別成分分析部512が算出した参照試料に含まれる水(H₂O)の濃度を受け付け、前記参照試料データに付帯させて試料データ格納部D1に格納するように構成されていてもよい。相関算出部521は、参照試料データ格納部D1に格納されている複数の参照試料データとこれに付帯する水の濃度を参照し、当該水濃度をパラメータとして、吸光スペクトルデータとTHC濃度との相関を算出するようにしてもよい。算出本体部522は、THC濃度の算出にあたり、測定試料の水濃度に対応する相関を適用するようにしてよい。

FTIRによるTHC濃度の測定においては、排ガスに含まれる水の干渉影響及び共存影響が問題となることがあるが、このようなものであれば、水の濃度をパラメータとする相関を用いること、測定試料のTHC濃度の算出における水の影響を低減でき、測定精度をより向上することができる。

[0060] また、前記実施形態では、スペクトルデータをTHC濃度に直接的に結び付ける、機械学習により算出された相関を利用していたが、機械学習によらず、スペクトルデータとTHC濃度との関係を表す演算式を算出するようにしてもよい。

[0061] その場合は、例えば、スペクトルデータの値とTHC濃度とを直接的に結び付けるものではなく、主分析部51によってスペクトルデータから求められた個別HC成分それぞれの分析値（ここでは濃度）とTHC濃度との関係を表す演算式（相関の一種でもある。）を用いればよい。

[0062] 前記演算式的具体例は下記のとおりである。

$$T H C_{(R)} = a_1 \cdot H C_{1(R)} + a_2 \cdot H C_{2(R)} + \dots (1)$$

ここで、 $T H C_{(R)}$ は、 $F I D$ 分析装置400によって測定された参照試料の $T H C$ 濃度、 $H C_{1(R)}$ 、 $H C_{2(R)}$ 、 \dots は、主分析部51によって算出された参照試料における各 hidrocarbon の濃度、 a_1 、 a_2 、 \dots は重み付け係数である。

[0063] この場合は、複数の参照試料を分析して多変量解析などを施し、上記式(1)を満たす最適な重み付け係数 a_1 、 a_2 、 \dots を定める。これが相関算出部521の機能である。

[0064] 次に、測定試料を分析して算出された各 hidrocarbon の濃度 $H C_{1(R)}$ 、 $H C_{2(R)}$ 、 \dots を下記式(2)に代入して、測定試料の $T H C$ 濃度を算出する。これが、合計分析値算出部52の機能である。

$$T H C_{(M)} = a_1 \cdot H C_{1(M)} + a_2 \cdot H C_{2(M)} + \dots (2)$$

ここで、 $T H C_{(M)}$ は、合計分析値算出部52によって算出された測定試料の $T H C$ 濃度、 $H C_{1(M)}$ 、 $H C_{2(M)}$ 、 \dots は、主分析部51によって算出された測定試料における各 hidrocarbon の濃度である。

なお、上記例では、相関を機械学習にはよらず、多変量解析を用いて求めている。

すなわち、相関の算出には、機械学習のみならず、上述したような理論的に求められる数式を用いてもよい。

[0066] また、機械学習と理論的数式を組み合わせることも可能である。例えば、質量の小さな $H C$ に関しては主分析部を用いて(つまり理論式によって)個別の濃度を求めておき、一方、質量の大きな $H C$ については、前記相関算出部及び算出本体部によって(つまり機械学習によって)トータル濃度を算出し、それらを合算して $T H C$ 濃度を求めるようにしてもよい。

[0067] さらに、相関の算出にあたって、参照試料の温度、圧力などのように、試料の物理的屬性に係る値のみならず、他の周辺状況データをパラメータとしてもよい。例えば、エンジンの燃焼情報(過給、 $E G R$ 、リッチ/ストイキ/リーン、層流、均一流、直噴、ポート噴射などに係る情報)、エンジンの

ヘッド形状、点火時期、触媒の構成、燃料の酸素量、無機ガス成分、Soot濃度、SOF濃度、エンジン型式、エンジン回転数、負荷情報、ホットスタート、コールドスタート、酸素濃度、触媒温度、ギア比等をパラメータとして加味してもよい。

[0068] これとは逆に、前記周辺状況データの全部または一部を相関算出のパラメータとはせず、分析装置で算出測定されたTHC濃度（合計分析値）に影響を強く及ぼす（つまり関連の高い）周辺状況データを抽出するような構成にしても構わない。

このようにすれば、THC濃度と関連度の高い周辺状況データ、すなわち設計パラメータを把握することができるので、自動車メーカーや触媒メーカーに対し、設計開発支援システムとして提供することが可能になる。

[0069] 相関に用いる周辺状況データによっては、例えば、エンジンの型式が異なった場合には、都度、再学習をしなければならなくなる場合もある。その点でいえば、加味する周辺状況データを少なくし、スペクトルデータとTHC濃度（合計分析値）との相関を取ることができれば、より汎用性は高くなる。具体的には、相関算出には、周辺状況データを一切加味しなくともよいし、試料自身の物理状態（例えば、圧力、温度、屈折率、粘度など）については相関算出に加味し、その他の外部属性（例えば、エンジンの型式、点火時期など）については相関算出には加味しないといった態様も考えられる。

[0070] 相関の算出にあたって周辺状況として参照試料の温度をパラメータとする場合、シャシダイナモ300上の自動車のテールパイプの出口温度をセンサ等により測定し、当該測定した温度をパラメータにすることが好ましい。

[0071] 学習・分析に用いるスペクトルデータの範囲は、分析対象成分が含まれる波数範囲のみでもよいし、それを越えた所定範囲まで拡げてもよい。また干渉成分の波数範囲を除くようにしてもよい。

[0072] 具体的には、学習・分析に用いるスペクトルデータの範囲を 2800 cm^{-1} 以上 3200 cm^{-1} 以下にしてもよい。

スペクトルデータの範囲がこのようなものであれば、分析対象成分である

H Cの波数範囲を含むとともに、干渉成分である水の波数範囲（約3400 cm^{-1} 以上）が除かれるので、測定試料のT H C濃度の算出における水の影響を低減でき、測定精度をより向上することができる。

[0073] 分子量の小さいH Cについては各濃度を主分析部5 1で求めておき、分子量の大きな1又は複数のH Cの合計濃度を、T H C濃度から差し引いて算出してもよい。

[0074] さらに、本分析装置から個別成分分析部の機能を排除するとともに参照試料のみを導入するようにして、相関算出だけを行う分析用学習装置を構成してもよい。この分析用学習装置によって求められた相関は、他のF T I R分析装置で利用することができる。

[0075] 前記実施形態の分析装置1 0 0は、参照試料のスペクトルデータとT H C濃度の相関を自ら算出するものであったがこれに限らない。他の実施形態の分析装置1 0 0は、相関算出だけを行う他の分析用学習装置により予め算出された相関を用い、その相関に基づいて測定試料のスペクトルデータから直接的にT H C濃度を算出するようにしてもよい。

具体的には分析装置1 0 0は、図5に示すように、演算処理装置5が参照試料データ格納部D 1及び相関算出部5 2 1としての機能を有さないように構成されてもよい。ここでは受付部5 3が、他の分析用学習装置が予め算出した相関を示す相関データ（すなわち、学習済みデータ）を、ネットワーク等を介して受けけるとともに相関データ格納部D 2に予め格納しておいてよい。そして算出本体部5 2 2が、相関データ格納部D 2に予め格納されている相関データを測定試料の吸光スペクトルデータに当てはめて測定試料のT H C濃度を算出するようにしてよい。

なお受付部5 3は、所定の期間毎に他の分析用学習装置から新しい相関データを受け付けて、相関データ格納部D 2に格納されている相関データを定期的に更新するようにしてよい。

[0076] 参照試料及び測定対象試料は、前記実施形態では排ガスであったが、大気やその他のガス、あるいは液体でも構わない。

- [0077] また、参照試料は、測定試料と同種のものである必要はなく、例えば窒素などの主成分に分析対象となる複数成分を混合して生成した標準ガス等を用いてもよい。この場合は、複数成分の合計分析値が既知なので、参照試料の複数成分を分析するための他の分析装置を用いる必要はない。
- [0078] さらに、分析対象となる成分は、HCに限られず、窒素酸化物やダイオキシンなど、その他の成分でもよい。
- [0079] 分析装置としては、光を測定試料に照射してそのスペクトルから分析をするものであればよく、NDIRにも適用可能であるし、分光分析装置以外の、例えば散乱型粒子径分布測定装置などにも適用可能である。また、本発明は、自動車の排ガスの分析に限らず、船舶、航空機、農業用機械、工作機械等の内燃機関の排ガスを分析することも可能である。
- [0080] その他、本発明は前記実施形態に限られず、その趣旨を逸脱しない範囲で種々の変形が可能であるのは言うまでもない。

産業上の利用可能性

- [0081] 本発明によれば、合計分析値及びスペクトルデータが既知の参照試料に係るデータを利用して、測定試料を分析するうえ、従来のように、スペクトルデータから個別成分の分析値を算出するといった途中演算での誤差を排除することができるので、分析精度の飛躍的な向上が可能となる。また、助燃ガス（ H_2 ）などの取扱いが難しいガスを使用する必要はないので、簡便性やランニングコストの点にも寄与し得る。

請求の範囲

- [請求項1] 測定試料に光を照射して得られるスペクトルデータに基づいて当該測定試料を分析するものであって、
- 所定複数成分の合計分析値が予め求められている参照試料の当該合計分析値に基づいて、測定試料のスペクトルデータから当該測定試料における前記複数成分の合計分析値を算出する合計分析値算出部を備えていることを特徴とする分析装置。
- [請求項2] 前記合計分析値算出部が、
- 参照試料のスペクトルデータと当該参照試料の合計分析値との相関を示すデータを格納している相関データ格納部と、
- 測定試料のスペクトルデータに前記相関データ格納部の相関を適用して、当該測定試料における前記複数成分の合計分析値を算出する算出本体部とを備えたものである請求項1記載の分析装置。
- [請求項3] 前記合計分析値算出部が、
- 参照試料のスペクトルデータと当該参照試料の合計分析値とに基づいて、スペクトルデータと合計分析値との相関を算出し、前記相関データ格納部に格納する相関算出部をさらに備えたものである請求項2記載の分析装置。
- [請求項4] 他の方式の分析装置で測定された参照試料の合計分析値を示すデータを受け付ける受付部をさらに備え、
- 前記相関算出部が、前記受付部で受け付けた合計分析値と、本分析装置によって得られた前記参照試料のスペクトルデータとに基づいて前記相関を算出するものである請求項3記載の分析装置。
- [請求項5] 前記相関算出部が、複数の参照試料における各合計分析値と各スペクトルデータとから前記相関関係を算出するものであって、新たな参照試料に係る合計分析値及びそのスペクトルデータを取得した場合に、新たな参照試料に係る合計分析値及びそのスペクトルデータを加味して前記相関関係を更新するものである請求項3又は4記載の分析装

置。

[請求項6] 前記相関算出部が、参照試料の温度及び／又は圧力をもパラメータとして前記相関を算出するものであり、

前記算出本体部が、測定試料の温度及び／又は圧力をパラメータとして特定される前記相関に基づいて当該測定試料の合計分析値を算出するものである請求項3乃至5いずれか記載の分析装置。

[請求項7] 前記相関算出部が、参照試料の温度及び／又は圧力に加えて、エンジン又は触媒に関連する周辺状況データをもパラメータとして相関を算出し、

前記算出本体部が、測定試料の温度及び／又は圧力に加えて、エンジン又は触媒に関連する周辺状況データをパラメータとして特定される前記相関に基づいて当該測定試料の合計分析値を算出する請求項6記載の分析装置。

[請求項8] 前記スペクトルデータが、前記複数成分に干渉する他成分の影響を軽減又は除去したものである請求項1乃至7いずれか記載の分析装置。

[請求項9] 測定試料に光を照射して得られるスペクトルデータに基づいて、当該測定試料に含まれる個々の単一成分を分析する主分析部をさらに備えている請求項1乃至8いずれか記載の分析装置。

[請求項10] 前記測定試料又は参照試料が自動車の排ガスであり、分析対象となる成分が hidrocarbon である請求項1乃至9いずれか記載の分析装置。

[請求項11] 前記所定複数成分の合計分析値が、前記排ガスに含まれる hidrocarbon 全体の濃度である請求項10記載の分析装置。

[請求項12] FTIR方式のものである請求項1乃至11いずれか記載の分析装置。

[請求項13] 他の方式の分析装置が FID 分析装置である請求項12記載の分析装置。

[請求項14] 測定試料に光を照射して得られるスペクトルデータに基づいて当該測定試料を分析する方法であって、

所定複数成分の合計分析値が予め求められている参照試料の当該合計分析値に基づいて、測定試料のスペクトルデータから当該測定試料における前記複数成分の合計分析値を算出することを特徴とする分析方法。

[請求項15] 測定試料に光を照射して得られるスペクトルデータに基づいて当該測定試料を分析する分析装置に搭載されるプログラムであって、

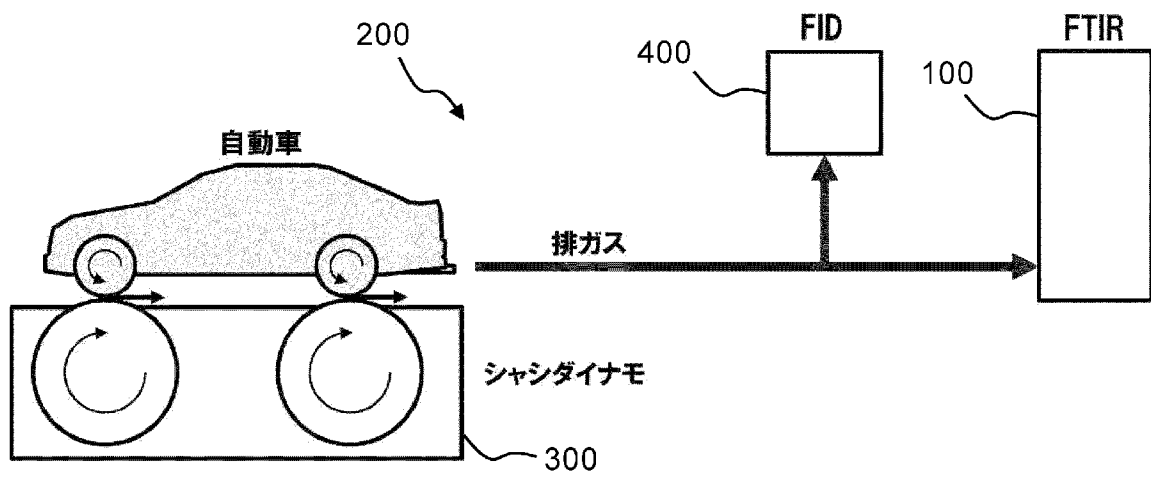
所定複数成分の合計分析値が予め求められている参照試料の当該合計分析値に基づいて、測定試料のスペクトルデータから当該測定試料における前記複数成分の合計分析値を算出する合計分析値算出部としての機能を分析装置に発揮させることを特徴とする分析装置用プログラム。

[請求項16] 所定複数成分の合計分析値が予め求められている参照試料に光を照射して得られるスペクトルデータを受け付ける受付部と、

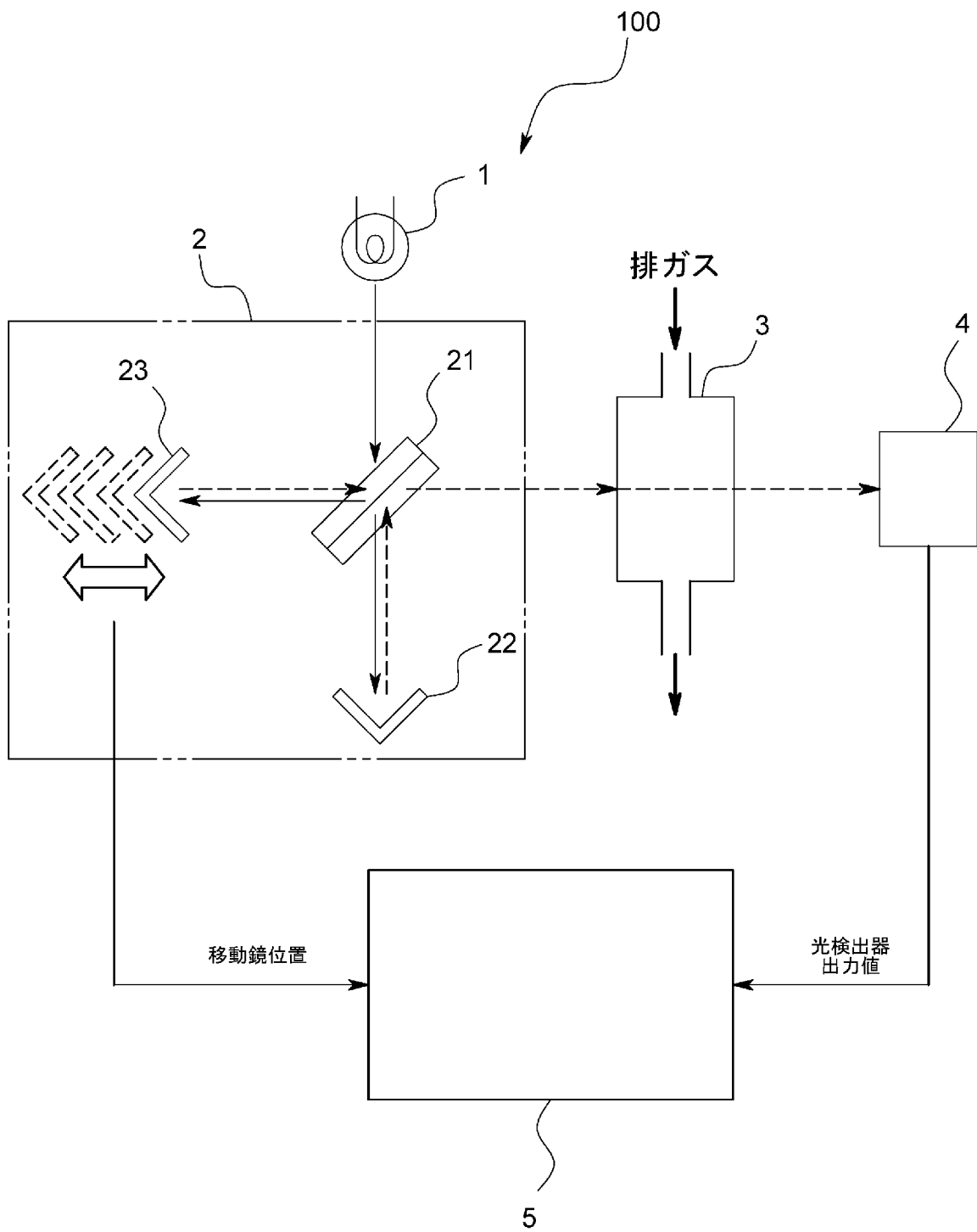
複数の互いに異なる参照試料の合計分析値及びスペクトルデータを格納している参照試料データ格納部と、

前記参照試料データ格納部を参照し、各参照試料のスペクトルデータと合計分析値との間に共通する相関を算出する相関算出部とを備えていることを特徴とする分析用学習装置。

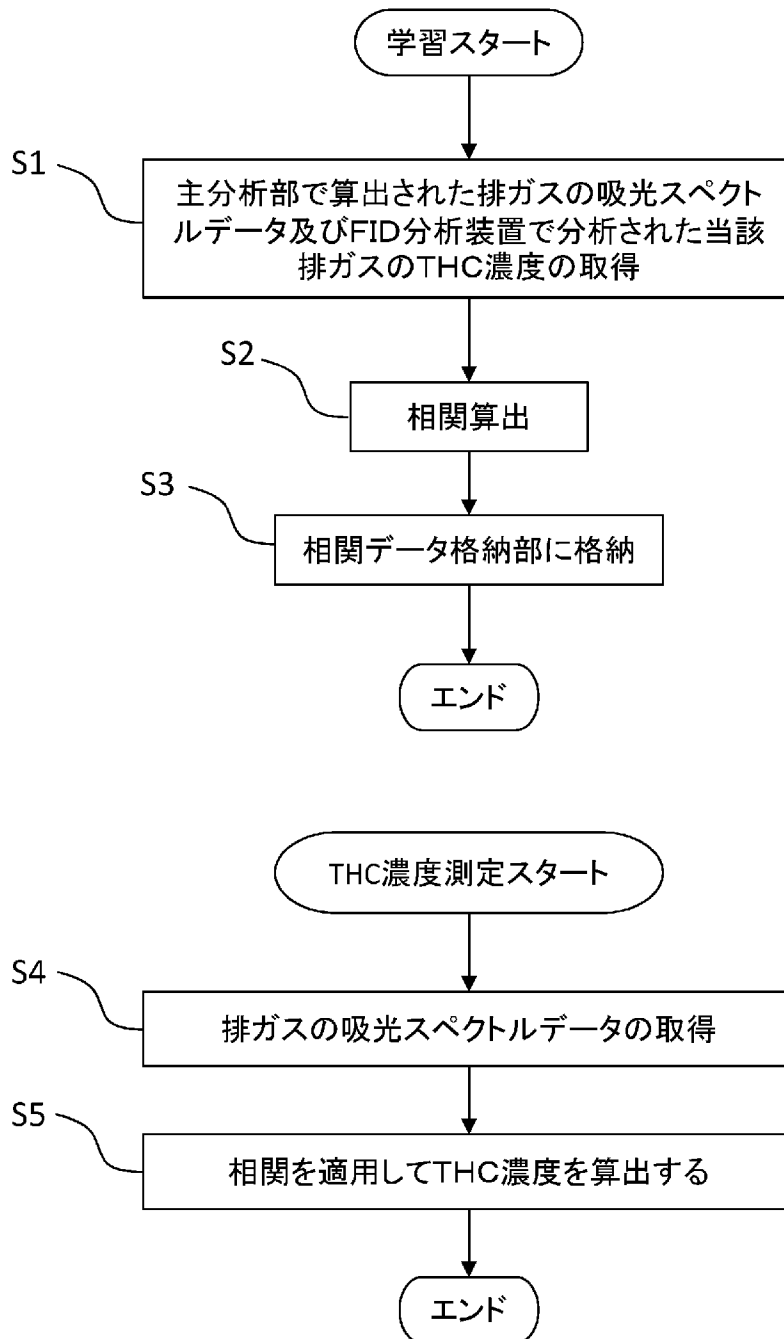
[図1]



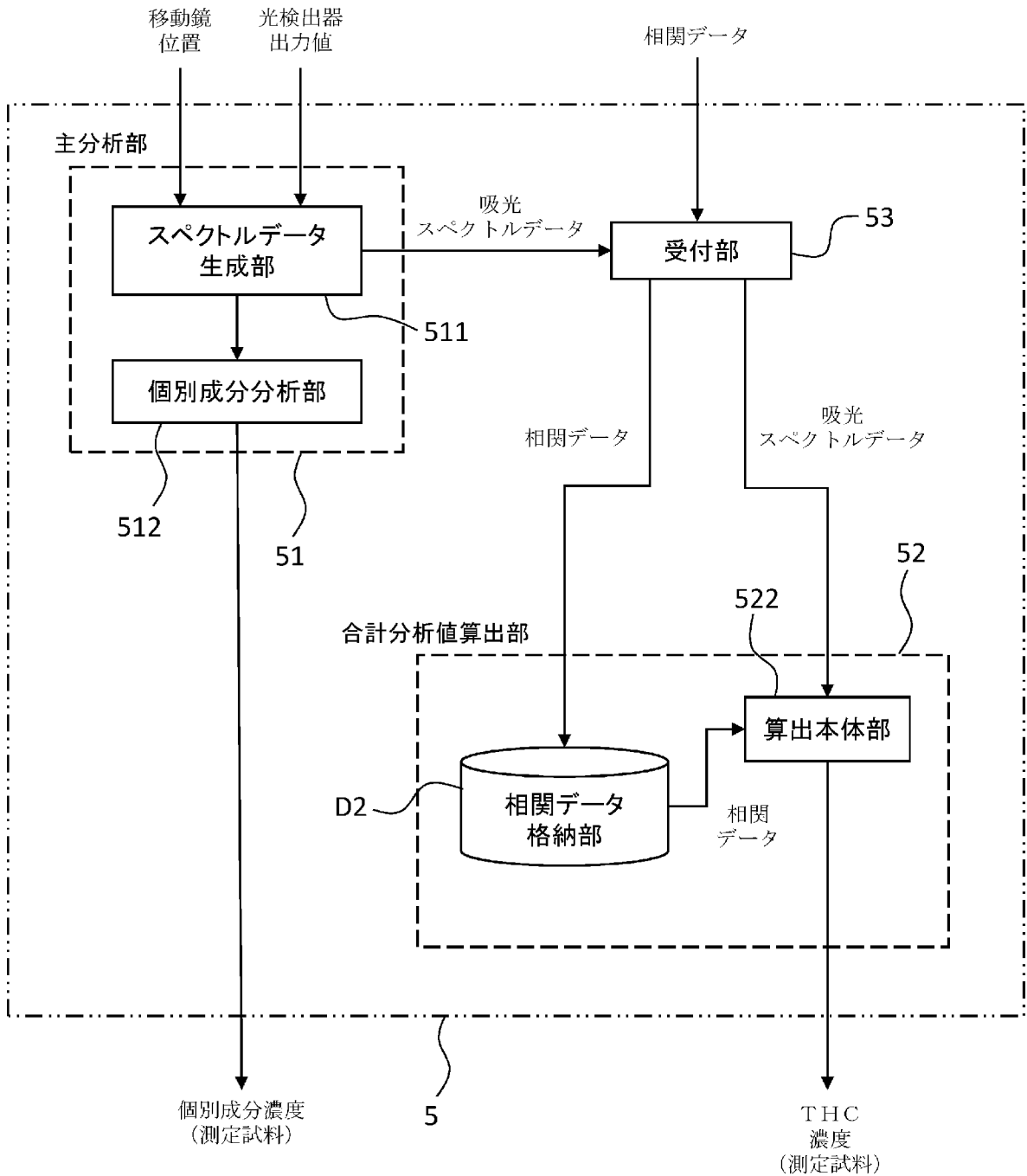
[図2]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/028812

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G01N21/3504 (2014.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl. G01N21/00-21/958

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2004-117259 A (HORIBA, LTD.) 15 April 2004, claim 1, paragraphs [0020]-[0029] & US 2004/0064243 A1, paragraphs [0067]-[0076], claim 1 & EP 1405989 A2 & DE 60312940 T2	1-3, 6-8, 10-11, 14-15 4, 9, 13, 16 5, 12
X Y A	JP 09-101259 A (HORIBA, LTD.) 15 April 1997, claim 1, paragraphs [0011]-[0025] (Family: none)	1-3, 6-7, 12, 14-15 4, 13, 16 5, 8-11

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 18 October 2018 (18.10.2018)	Date of mailing of the international search report 30 October 2018 (30.10.2018)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/028812

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2010-210360 A (NARAKEN CHUSHO KIGYO SIEN CENTER) 24 September 2010, claims 1-6, paragraphs [0018]-[0022] (Family: none)	1-3, 6-7, 12, 14-15 4, 9, 13, 16 5, 8, 10-11
X Y A	JP 2011-122950 A (NARAKEN CHUSHO KIGYO SIEN CENTER) 23 June 2011, claims 1-6, paragraphs [0017]-[0021] (Family: none)	1-3, 6-7, 12, 14-15 4, 9, 13, 16 5, 8, 10-11
Y	JP 2000-346801 A (HORIBA, LTD.) 15 December 2000, paragraphs [0012]-[0014] & US 6894297 B1, column 2, line 65 to column 3, line 33 & DE 10027074 A1	4, 9
Y	JP 2001-066251 A (HORIBA, LTD.) 16 March 2001, paragraphs [0001], [0004] (Family: none)	9
Y	JP 2005-257676 A (INCORPORATED ADMINISTRATIVE AGENCY NTL AGRICULTURAL AND BIO-ORIENTED RESEARCH ORGANIZATION) 22 September 2005, claims 1-4 (Family: none)	9
Y	JP 11-037935 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 12 February 1999, paragraphs [0016]-[0030] (Family: none)	9, 16
Y	JP 08-029332 A (HORIBA, LTD.) 02 February 1996, claim 1, fig. 3 & US 5886347 A1, claim 1, fig. 3	9
Y	JP 2003-014627 A (ISHIKAWAJIMA-HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO., LTD.) 15 January 2003, claim 1, paragraph [0021] (Family: none)	9
A	JP 2013-130488 A (HORIBA, LTD.) 04 July 2013 & US 2013/0166225 A1 & EP 2607885 A2	1-16
A	WO 2016/003877 A1 (PRECISIVE, LLC) 17 January 2016 & JP 2017-523400 A & US 2015/0377774 A1 & EP 3161452 A1	1-16

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G01N21/3504(2014.01)i										
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G01N21/00-21/958										
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:30%;">日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2018年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2018年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2018年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2018年	日本国実用新案登録公報	1996-2018年	日本国登録実用新案公報	1994-2018年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2018年									
日本国実用新案登録公報	1996-2018年									
日本国登録実用新案公報	1994-2018年									
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語) JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)										
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
X Y A	JP 2004-117259 A (株式会社堀場製作所) 2004.04.15, 請求項1、[0020] - [0029] & US 2004/0064243 A1, [0067]-[0076], claim 1 & EP 1405989 A2 & DE 60312940 T2	1-3, 6-8, 10-11, 14-15 4, 9, 13, 16 5, 12								
X Y A	JP 09-101259 A (株式会社堀場製作所) 1997.04.15, 請求項1、[0011] - [0025] (ファミリーなし)	1-3, 6-7, 12, 14-15 4, 13, 16 5, 8-11								
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。										
<table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> * 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 </td> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献						
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献									
国際調査を完了した日 18.10.2018	国際調査報告の発送日 30.10.2018									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 嶋田 行志 電話番号 03-3581-1101 内線 3257	2W 8353								

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	JP 2010-210360 A (財団法人奈良県中小企業支援センター) 2010.09.24, 請求項1 - 請求項6、[0018] - [0022] (ファミリーなし)	1-3, 6-7, 12, 14-15 4, 9, 13, 16 5, 8, 10-11
X Y A	JP 2011-122950 A (財団法人奈良県中小企業支援センター) 2011.06.23, 請求項1 - 請求項6、[0017] - [0021] (ファミリーなし)	1-3, 6-7, 12, 14-15 4, 9, 13, 16 5, 8, 10-11
Y	JP 2000-346801 A (株式会社堀場製作所) 2000.12.15, [0012] - [0014] & US 6894297 B1, column 2, line 65-column 3, line 33 & DE 10027074 A1	4, 9
Y	JP 2001-066251 A (株式会社堀場製作所) 2001.03.16, [0001]、 [0004] (ファミリーなし)	9
Y	JP 2005-257676 A (独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機 構) 2005.09.22, 請求項1 - 請求項4 (ファミリーなし)	9
Y	JP 11-037935 A (富士電機株式会社) 1999.02.12, [0016] - [0030] (ファミリーなし)	9, 16
Y	JP 08-029332 A (株式会社堀場製作所) 1996.02.02, 請求項1、 図3 & US 5886347 A1, claim 1, Fig. 3	9
Y	JP 2003-014627 A (石川島播磨重工業株式会社) 2003.01.15, 請求項1、[0021] (ファミリーなし)	9
A	JP 2013-130488 A (株式会社堀場製作所) 2013.07.04, & US 2013/0166225 A1 & EP 2607885 A2	1-16
A	WO 2016/003877 A1 (PRECISIVE, LLC) 2016.01.07, & JP 2017-523400 A & US 2015/0377774 A1 & EP 3161452 A1	1-16