(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
2020年9月3日(03.09.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/175379 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 25/18 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/007129

(22) 国際出願日： 2020年2月21日(21.02.2020)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

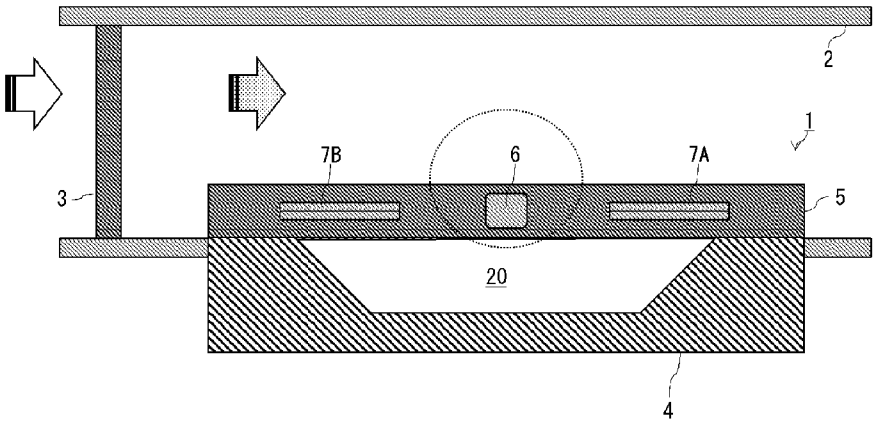
(30) 優先権データ：
特願 2019-036617 2019年2月28日(28.02.2019) JP

(71) 出願人: オムロン株式会社 (**OMRON CORPORATION**) [JP/JP]; 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 中川 慎也 (**NAKAGAWA, Shinya**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 叶 肇 (**KANO, Hajime**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 中尾 秀之 (**NAKAO, Hideyuki**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 神山 進 (**KAMIYAMA, Susumu**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 半田 憲一 (**HANDA, Kenichi**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP).

(54) **Title:** OXYGEN CONCENTRATION MEASUREMENT DEVICE AND OXYGEN CONCENTRATION MEASUREMENT METHOD

(54) 発明の名称： 酸素濃度測定装置及び酸素濃度測定方法



(57) **Abstract:** The present invention is directed to an oxygen concentration measurement device for measuring the concentration of oxygen concentrated by an oxygen concentrator. The oxygen concentration measurement device comprises: a heating unit configured to heat enriched gas obtained by removing nitrogen from air and concentrating oxygen therein using an oxygen concentration means that concentrates oxygen; output units arranged side-by-side with the heating unit therebetween and configured to produce outputs on the basis of the temperature of the enriched gas; a thermal conductivity

WO 2020/175379 A1

［続葉有］

(74) 代理人: 特許業務法人秀和特許事務所 (IP FIRM SHUWA); 〒1030004 東京都中央区東日本橋三丁目４番１０号 アクロポリス２１ビル８階 Tokyo (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, 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, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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))

calculation unit configured to calculate the thermal conductivity of the enriched gas on the basis of the outputs from the output units; and an oxygen concentration calculation unit configured to calculate the concentration of the oxygen contained in the enriched gas relative to the thermal conductivity of the enriched gas calculated by the thermal conductivity calculation unit. The enriched gas includes initial enriched gas and air, and the concentration of the oxygen contained in the enriched gas relative to the thermal conductivity of the enriched gas is calculated on the basis of the thermal conductivity and oxygen concentration of the initial enriched gas, and the thermal conductivity and oxygen concentration of the air.

(57) 要約: 本発明は、酸素濃縮器において濃縮後の酸素の濃度を測定する酸素濃度測定装置であって、空気に含まれる窒素を除去し、酸素を濃縮する酸素濃縮手段によって酸素が濃縮された濃縮ガスを加熱する加熱部と、加熱部を跨いで並んで配置され、濃縮ガスの温度に基づき出力を行う出力部と、出力部における出力より、濃縮ガスの熱伝導率を算出する熱伝導率算出部と、熱伝導率算出部によって算出される濃縮ガスの熱伝導率に対する濃縮ガスに含まれる酸素の濃度を算出する酸素濃度算出部と、を備え、濃縮ガスは初期濃縮ガスと空気とを含み、初期濃縮ガスにおける熱伝導率及び酸素濃度と空気における熱伝導率及び酸素濃度とに基づいて、濃縮ガスの熱伝導率に対する濃縮ガスに含まれる酸素の濃度が算出される。

明　細　書

発明の名称 ： 酸素濃度測定装置及び酸素濃度測定方法

技術分野

[0001] 本発明は、酸素濃度測定装置及び酸素濃度測定方法に関する。

背景技術

[0002] 気体に含まれる成分の濃度をセンサによって検出することが行われている。例えば特許文献１では、測定対象の気体に含まれる水素ガスの濃度を熱流量センサ及び圧力センサを使用することによって求めることが開示されている。また、特許文献２では、超音波を利用した気体の濃度の測定に関する発明が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１７－９０３１７号公報

特許文献2：特開２００６－２７５６０８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、酸素濃縮器では、大気中に含まれる酸素を濃縮するために所定のフィルタによって大気に含まれる窒素を除去することが行われている。しかしながら、フィルタの性能が経年劣化することにより、フィルタを通過した濃縮ガスに含まれる酸素の割合が相対的に低下することが考えられる。そこで、フィルタの交換の時期を容易に把握するために、特許文献１－２に開示される技術（以下、単に従来技術という）を利用し、フィルタを通過した後の濃縮ガスに含まれる酸素の濃度を測定することが考えられる。

[0005] ここで、フィルタを通過した濃縮ガスは、酸素、窒素、そしてアルゴンなどの３種類以上の成分が含まれることが考えられる。そこで、多様な酸素濃度の濃縮ガスの物性を従来技術によって測定し、酸素濃度と当該物性の測定値との対応関係を予め記憶しておくことが考えられる。そして、測定対象の

濃縮ガスの物性を測定し、測定された物性値に対応する酸素の濃度を、予め記憶しておいた対応関係を参照して求めることが考えられる。

[0006] しかしながら、このような方法の場合、濃縮ガスの酸素濃度と物性値との対応関係を作成するための負荷は大きいと考えられる。特に、成分比の変化に対する濃縮ガスの物性の変化に規則性が乏しい場合、成分比をより細かく変化させ、対応関係を作成する必要があるため上記の負荷はより大きくなる。すなわち、本発明者は、特許文献１－２に開示されるセンサによって３種類以上の成分を含む濃縮ガスの成分濃度を測定する場合に負荷を要するため、酸素濃縮器において濃縮された酸素の濃度の測定は簡易に行うことができず、よって窒素を除去するフィルタの交換の時期を容易に把握することができないことを見出した。

[0007] 本発明は、一側面では、このような実情を鑑みてなされたものであり、その目的は、酸素濃縮器において、酸素が濃縮された気体に含まれる酸素の濃度を簡易に測定することのできる技術を提供することである。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明は、上述した課題を解決するために、以下の構成を採用する。

[0009] すなわち本発明の一側面に係る酸素濃度測定装置は、酸素濃縮器において濃縮後の酸素の濃度を測定する酸素濃度測定装置であって、空気に含まれる窒素を除去し、酸素を濃縮する酸素濃縮手段によって酸素が濃縮された濃縮ガスを加熱する加熱部と、前記加熱部を跨いで並んで配置され、前記濃縮ガスの温度に基づき出力を行う出力部と、前記出力部における出力より、前記濃縮ガスの熱伝導率を算出する熱伝導率算出部と、前記熱伝導率算出部によって算出される前記濃縮ガスの熱伝導率に対する前記濃縮ガスに含まれる酸素の濃度を算出する酸素濃度算出部と、を備え、前記濃縮ガスは、前記酸素濃縮手段の使用が開始された初期状態において、該酸素濃縮手段によって酸素が濃縮された初期濃縮ガスと、該酸素濃縮手段を透過した空気と、を含み、前記酸素濃度算出部は、前記初期濃縮ガスにおける熱伝導率及び酸素濃度と、前記空気における熱伝導率及び酸素濃度と、に基づいて、前記濃縮ガス

の熱伝導率に対する前記濃縮ガスに含まれる酸素の濃度を算出することを特徴とする、酸素濃度測定装置である。

[0010] 当該構成によれば、測定対象の濃縮ガスは、酸素濃縮手段の使用が開始された初期状態において該酸素濃縮手段によって酸素が濃縮された初期濃縮ガスと、該酸素濃縮手段を透過した空気（以下、透過空気という）とからなるガスと考える。ここで、初期濃縮ガスは、酸素濃縮手段によって空気に含まれる窒素が除去され、濃縮された酸素と、濃縮前の空気に含まれるアルゴンとからなる気体である。また、酸素濃縮手段を透過した空気は、酸素濃縮手段によって窒素が除去されなかった空気であり、酸素、窒素、及びアルゴンの３種類の成分が少なくとも含まれる。

[0011] ここで、初期濃縮ガスに含まれる濃縮された酸素とアルゴンの成分比は、透過空気の量に依存するものではなく、略一定である。よって、初期濃縮ガスの熱伝導率は略一定である。つまり、初期濃縮ガスの熱伝導率と初期濃縮ガスに含まれる濃縮酸素の濃度との関係は、略一定であり、一度求めておけばよく、透過空気の量が変化した場合に再度求めることをせずに済む。

[0012] 一方、透過空気に含まれる酸素、窒素、及びアルゴンの各成分比は、酸素濃縮手段によって窒素が除去される前の空気の成分比と略同一である。つまり、透過空気の熱伝導率と透過空気に含まれる酸素の濃度との関係は、酸素濃縮器の設置環境に存在する空気の熱伝導率と空気に含まれる酸素の濃度の関係ということになる。よって、当該関係は濃縮ガスの酸素の濃度を測定する前に予め求めることができ、又略一定の関係である。

[0013] よって、当該構成によれば、初期濃縮ガスにおける熱伝導率及び酸素濃度、及び透過空気における熱伝導率及び酸素濃度に基づき、濃縮ガスにおける熱伝導率に対する濃縮ガスの酸素濃度を算出することができる。また、酸素濃度算出部は、濃縮ガスに含まれる多様な濃度の酸素に対する濃縮ガスの熱伝導率の対応関係を予め記憶しておくことをせずに済む。すなわち、当該構成によれば、酸素濃縮器において、濃縮ガスに含まれる酸素の濃度を簡易に測定することができる。

[0014] また、当該構成によれば、前記加熱部による加熱により生じた熱の分布は、濃縮ガスが流れた場合に変化する。よって、濃縮ガスが流れる場合と流れない場合とで出力部からの出力は変化する。また、出力部からの出力の変化の大きさは、濃縮ガスの流量の大きさに関係する。よって、当該構成によれば、出力部からの出力により濃縮ガスの流量も算出することができる。つまり、当該構成によれば、少なくとも３つの成分を含む濃縮ガスの成分比に加えて濃縮ガスの流量を測定できる。すなわち、当該構成は、１つの装置により濃縮ガスの成分比と流量とを測定できるため、コンパクトかつ製造コストの低い装置である。

[0015] 上記一側面に係る酸素濃度測定装置において、前記酸素濃度算出部は、前記初期濃縮ガスにおける熱伝導率をλ_a、酸素濃度をC_aとし、前記酸素濃縮手段を透過した空気における熱伝導率をλ_b、酸素濃度をC_bとし、前記熱伝導率算出部により算出された前記濃縮ガスの熱伝導率をλ_xとし、前記濃縮ガスの酸素濃度をC_xとしたときに、数式（１）によりC_xを算出することを特徴としてもよい。

[数1]

$$C_x = C_b + \frac{\lambda_x - \lambda_b}{\lambda_a - \lambda_b}(C_a - C_b) \qquad \cdots （１）$$

[0016] 当該構成によれば、熱伝導率算出部によって算出される濃縮ガスの熱伝導率を算出式に代入し、簡易に濃縮ガスに含まれる酸素の濃度を算出することができる。

[0017] 上記一側面に係る酸素濃度測定装置において、前記酸素濃度算出部は、前記濃縮ガスにおける、前記初期濃縮ガスと、前記酸素濃縮手段を透過した空気との存在比率を変化させた場合の熱伝導率及び酸素濃度の値によって算出された、前記濃縮ガスにおける熱伝導率と酸素濃度との対応関係を参照して、前記濃縮ガスの酸素濃度を算出することを特徴としてもよい。

[0018] 当該構成によれば、酸素濃度算出部は、熱伝導率算出部によって算出された濃縮ガスの熱伝導率に対して、当該対応関係に基づき濃縮ガスに含まれる

酸素の濃度を算出することができる。

[0019] 上記一側面に係る酸素濃度測定装置において、前記対応関係は、前記濃縮ガスに含まれる前記酸素濃縮手段を透過した空気の割合が増加することに従い、前記濃縮ガスの熱伝導率に対して前記濃縮ガスに含まれる酸素の濃度は単調に変化する関係を含んでもよい。

[0020] 当該構成によれば、酸素濃度算出部は、熱伝導率算出部によって算出された濃縮ガスの熱伝導率に対して、当該対応関係に基づき濃縮ガスに含まれる酸素の濃度を一対一に算出することができる。

[0021] 上記一側面に係る酸素濃度測定装置において、前記空気に含まれる酸素の濃度と、前記空気の熱伝導率と、を測定する測定手段を更に備えてもよい。

[0022] 当該構成によれば、酸素濃度測定装置が設置される環境の変化により酸素濃縮器が設置される環境に存在する空気自体の成分が変わり、透過空気の成分の比率が変化した場合であっても、当該変化を測定手段によって測定し、当該変化の測定結果を使用して濃縮ガスの酸素濃度を算出することができる。つまり、当該構成によれば、酸素濃度測定装置が設置される環境の変化に関わらず、酸素濃縮器における濃縮ガスの酸素濃度を精度高く測定することができる。

[0023] また、本発明は、方法の側面から捉えることもできる。すなわち、本発明の一側面に係る酸素濃度測定方法は、酸素濃縮器において濃縮後の酸素の濃度を測定する酸素濃度測定方法であって、空気に含まれる窒素を除去し、酸素を濃縮する酸素濃縮手段によって酸素が濃縮された濃縮ガスの熱伝導率を算出する熱伝導率算出ステップと、前記濃縮ガスの熱伝導率に対する前記濃縮ガスに含まれる酸素の濃度を算出する酸素濃度算出ステップと、を有し、前記濃縮ガスは、前記酸素濃縮手段の使用が開始された初期状態において、該酸素濃縮手段によって酸素が濃縮された初期濃縮ガスと、該酸素濃縮手段を透過した空気と、を含み、前記酸素濃度算出ステップにおいては、前記初期濃縮ガスにおける熱伝導率及び酸素濃度と、前記空気における熱伝導率及び酸素濃度と、に基づいて、前記濃縮ガスの熱伝導率に対する前記濃縮ガス

に含まれる酸素の濃度を算出することを特徴とする、酸素濃度測定方法であってもよい。

[0024] 上記一側面に係る酸素濃度測定方法において、前記酸素濃度算出ステップにおいては、前記初期濃縮ガスにおける熱伝導率をλ_a、酸素濃度をC_aとし、前記酸素濃縮手段を透過した空気における熱伝導率をλ_b、酸素濃度をC_bとし、前記熱伝導率算出ステップにおいて算出された前記濃縮ガスの熱伝導率をλ_xとし、前記濃縮ガスの酸素濃度をC_xとしたときに、数式（１）によりC_xを算出することを特徴としてもよい。

[数2]

$$C_x = C_b + \frac{\lambda_x - \lambda_b}{\lambda_a - \lambda_b}(C_a - C_b) \qquad \cdots （１）$$

[0025] 上記一側面に係る酸素濃度測定方法において、前記酸素濃度算出ステップにおいては、前記濃縮ガスにおける、前記初期濃縮ガスと、前記酸素濃縮手段を透過した空気との存在比率を変化させた場合の熱伝導率及び酸素濃度の値によって算出された、前記濃縮ガスにおける熱伝導率と酸素濃度との対応関係を参照して、前記濃縮ガスの酸素濃度を算出することを特徴としてもよい。

発明の効果

[0026] 本発明によれば、酸素濃縮器において、酸素が濃縮された気体に含まれる酸素の濃度を簡易に測定することのできる技術を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]図１は、実施形態に係る酸素濃度測定装置による酸素の濃度の測定の概要の一例を模式的に例示する。

[図2]図２は、ヒータから発せられた熱がサーモパイルへ伝わることを表す等価回路の一例を例示する。

[図3]図３は、サーモパイルの出力と、混合ガスの熱伝導率との関係を図示した一例である。

[図4]図４は、混合ガスの熱伝導率と混合ガスに含まれる酸素濃度との関係の

概要の一例を模式的に例示する。

[図5]図５は、従来技術による混合ガスに含まれる酸素濃度の測定の概要の一例を模式的に例示する。

[図6]図６は、酸素濃度測定装置の機能ブロック図の概要の一例を模式的に例示する。

[図7]図７は、混合ガスに含まれる酸素と窒素の成分比を変化させ、定数を決定する概要の一例を模式的に例示する。

[図8]図８は、最初期の酸素濃縮ガスの酸素濃度及び最初期の酸素濃縮ガスの熱伝導率を測定する概要の一例を模式的に例示する。

[図9]図９は、酸素濃度測定装置の処理手順を示すフローチャートの一例を模式的に例示する。

[図10]図１０は、酸素濃度測定装置の概要の一例を模式的に例示する。

発明を実施するための形態

[0028] 以下、本発明の一側面に係る実施の形態（以下、「本実施形態」とも表記する）を、図面に基づいて説明する。ただし、以下で説明する本実施形態は、あらゆる点において本発明の例示に過ぎない。本発明の範囲を逸脱することなく種々の改良や変形を行うことができることは言うまでもない。つまり、本発明の実施にあたって、実施形態に応じた具体的構成が適宜採用されてもよい。

[0029] §１ 適用例

図１、図２を用いて、本発明が適用される場面の一例について説明する。図１は、本実施形態に係る酸素濃度測定装置１による酸素の濃度の測定の概要の一例を模式的に例示する。図１に示されるように、酸素濃度測定装置１は、流管部材２の内部を通過する混合ガス内に含まれる酸素の濃度を検出する。ここで、混合ガスは、酸素濃縮器の外部から流入し、窒素を吸着するフィルタ３を通過した気体である。混合ガスには、外部の空気に含まれる酸素、アルゴン、及びフィルタ３において吸着除去されなかった窒素が少なくとも含まれる。

[0030] また、図１に示されるように、酸素濃度測定装置１は、基板４と、基板４の上に実装される薄膜５とを備える。そして、酸素濃度測定装置１は、薄膜５の中央に配置されるヒータ６を備える。ヒータ６は、その上部を緩やかに通過する混合ガスを加熱する。また、酸素濃度測定装置１は、ヒータ６の両脇にサーモパイル７Ａ、７Ｂを備える。サーモパイル７Ａ、７Ｂは、夫々の両端の温度差に応じた出力を行う。

[0031] 図２は、ヒータ６から発せられた熱がサーモパイル７Ａへ伝わることを表す熱等価回路の一例を例示する。ヒータ６から発せられた熱は、混合ガスによって運ばれ、サーモパイル７Ａの接点８及び接点９へ達する。ここで、接点８から接点９へ混合ガスを介して運ばれる熱には、混合ガスの成分比に依存する熱抵抗が定常的に加わるものと考えられる。換言すれば、混合ガスに含まれる成分比が変化し、混合ガスの熱抵抗が変化した場合、接点８の温度と接点９の温度との温度差も変化する。よって、混合ガスに含まれる成分の比率は、サーモパイル７Ａの出力より検出される。

[0032] 本実施形態では、フィルタ３の経年劣化などにより変化した混合ガスを、フィルタ３が新たに設置され、所望の通り窒素が除去されて酸素が濃縮された最初期の酸素濃縮ガスに、フィルタ３を通過した外気が混合する混合ガスと仮定して評価している。

[0033] ここで、最初期の酸素濃縮ガスの物性は、経年した場合であっても変化しない。よって、最初期の酸素濃縮ガスの熱伝導率は経年に関わらず略一定である。つまり、最初期の酸素濃縮ガスの熱伝導率と最初期の酸素濃縮ガスに含まれる濃縮酸素の濃度は、フィルタ３が設置された直後に一度求めておけばよい。

[0034] また、外気の成分比及び外気の物性も、同様にして経年した場合であっても変化しない。よって、外気の熱伝導率と外気に含まれる酸素の濃度は測定対象の混合ガスの酸素の濃度を測定する前に予め測定することができる。

[0035] つまり、本実施形態では、測定対象の混合ガス全体の物性の経年変化は、最初期の酸素濃縮ガスの物性及び外気の物性の変化によるものではなく、混

合ガスに混入する外気の量が単調に増加することによるものとなる。よって、混合ガス全体に含まれる酸素の濃度と混合ガス全体の熱伝導率との対応関係は、単調な変化を含む関係となる。よって、酸素濃度測定装置１によれば、測定対象の混合ガスの熱伝導率を算出し、算出された混合ガスの熱伝導率に対して、当該対応関係に基づき、混合ガスに含まれる酸素の濃度を一対一に、かつ簡易に算出することができる。その結果、フィルタ３の交換の時期を容易に把握することができる。

[0036] §２　構成例

［ハードウェア構成］

次に、本実施形態に係る酸素濃度測定装置の一例について説明する。図１に示されるように、酸素濃度測定装置１は、例えば呼吸器疾患を患う患者が使用する酸素濃縮器の内部に設けられる流管部材２の内部を緩やかに通過する混合ガス内に含まれる酸素の濃度を検出する。ここで、混合ガスは、酸素濃縮器の外部から流入し、窒素を吸着するフィルタ３を通過した気体である。混合ガスには、外部の空気に含まれる酸素、フィルタ３において吸着除去されなかった窒素、及びアルゴンが少なくとも含まれる。

[0037] また、図１に示されるように、酸素濃度測定装置１は、基板４と、基板４の上に実装される薄膜５とを備える。そして、酸素濃度測定装置１は、薄膜５に覆われるヒータ６を備える。ヒータ６は、その上部を通過する混合ガスを加熱する。ここで、ヒータ６は、本発明の「加熱部」の一例である。

[0038] また、酸素濃度測定装置１は、ヒータ６の両脇にサーモパイル７Ａ、７Ｂを備える。サーモパイル７Ａ、７Ｂは、夫々の両端の温度差に応じた出力を行う。また、基板４は、ヒータ６が配置され、薄膜側に開口する空洞２０を備える。空洞２０の存在により、ヒータ６の近傍の空間には、熱の分布が生じる。ここで、サーモパイル７Ａ、７Ｂは、本発明の「出力部」の一例である。

[0039] ここで、サーモパイル７Ａ、７Ｂの上部を通過する混合ガスの流れは緩やかなので、サーモパイル７Ａ、７Ｂからの出力は、混合ガスの流れがほぼ止

まっている状態での出力となる。

[0040] また、図１に示される例では、混合ガスの流れる向きにサーモパイル７Ａとサーモパイル７Ｂとが並んで設けられているが、サーモパイル７Ａとサーモパイル７Ｂとは、混合ガスの流れる向きと垂直方向に並んで設けられてもよい。

［熱伝導率測定原理］

[0041] 図２に示されるように、ヒータ６から発せられた熱は、薄膜５を介してサーモパイル７Ａへ達する。ここで、R_sを薄膜の熱抵抗とすると、薄膜５を介して移動する熱には、定常的にR_sが加わるものと考えられる。また、サーモパイル７Ａの薄膜５との片側の接点８へ達した熱は、サーモパイル７Ａを伝って反対側の接点９へ達する。ここで、サーモパイルの熱抵抗をR_tとすると、接点８からサーモパイル７Ａを伝って接点９へ達する熱には、定常的にR_tが加わるものと考えられる。

[0042] 一方で、ヒータ６から発せられた熱は、薄膜５とは異なり混合ガスによっても運ばれ、サーモパイル７Ａの接点８及び接点９へ達する。ここで、混合ガスの熱抵抗をR_gとすると、接点８から接点９へ混合ガスを介して運ばれる熱には、定常的にR_gが加わるものと考えられる。

[0043] すなわち、サーモパイル７Ａの接点８の温度と接点９の温度との温度差ΔＴは、ヒータの発熱量をＩとすれば、以下の式（２）によって表される。

[数3]

$$\Delta T = \frac{I}{2}\frac{1}{\frac{1}{Rt}+\frac{1}{Rg}} \quad \cdots (2)$$

[0044] よって、式（２）より、ΔＴを測定すれば、熱抵抗R_gが求まる。ここで、熱抵抗R_gは、混合ガスの成分比と対応した値である。また、熱抵抗と熱伝導率は、反比例の関係にある。従って、ΔＴを測定すれば、混合ガスの熱伝導率を求めることができる。

[0045] 図３は、サーモパイル７Ａの出力（前述のΔＴに相当）と、混合ガスの熱伝導率λとの関係を図示した一例である。図３に示されるサーモパイル７Ａの出力ｘと、混合ガスの熱伝導率λとの関係に適合する下記の式（３）の近似式の定数ａ、ｂ、ｃを予め決定しておけば、酸素と窒素の成分比が未知である混合ガスが流管部材２に流れた場合であっても、サーモパイル７Ａの出力と式（３）より混合ガスの熱伝導率λが算出可能となる。

$\lambda = a x^2 + b x + c$・・・（３）

[0046] ［酸素濃度測定原理］

本実施形態では、フィルタ３を透過した混合ガスは、フィルタ３が新たに設置され、所望の通り窒素が除去されて酸素が濃縮された最初期の酸素濃縮ガスと、フィルタ３の経年劣化などにより窒素の吸着効率が低下し、窒素が除去されずにフィルタ３を透過した外気とが混合されたガスと考える。つまり、フィルタ３の設置直後では、フィルタ３の窒素の吸着性能が劣化していないことが想定されるため、混合ガスは最初期の酸素濃縮ガスによって占有される割合が多く、外気の混合比率が小さいガスと考える。一方、フィルタ３が設置されて所定の期間が経過された場合には、フィルタ３の窒素の吸着性能が劣化していることが想定されるため、混合ガス中に占める外気の混合比率は増しているものと考える。ここで、混合ガスは、本発明の「濃縮ガス」の一例である。また、最初期の酸素濃縮ガスは、本発明の「初期濃縮ガス」の一例である。また、外気は、本発明の「酸素濃縮手段を透過した空気」の一例である。また、フィルタ３は、本発明の「酸素濃縮手段」の一例である。

[0047] 最初期の酸素濃縮ガスには、所望の通り濃縮された酸素とアルゴンが含まれる。最初期の酸素濃縮ガスに含まれる酸素の濃度は、例えば９６％である。また、外気は、酸素濃縮器が設置される環境に存在する空気であって、酸素と窒素とアルゴンが含まれる。そして、外気の成分比率は、混合ガスの測定の前に事前に求めることができる。

[0048] ここで、最初期の酸素濃縮ガスに含まれる濃縮された酸素の濃度をC_a、最

初期の酸素濃縮ガスの熱伝導率をλ_a、外気に含まれる酸素の濃度をC_b、外気の熱伝導率をλ_bとし、最初期の酸素濃縮ガスに外気が（１－ｘ）％の割合で混入した場合の熱伝導率をλ_x、酸素の濃度をC_xとすれば、下記の式（４）、式（５）が成り立つ。

$\lambda_x = x\lambda_a + (1-x)\lambda_b$ ・・・（４）

$C_x = xC_a + (1-x)C_b$ ・・・（５）

[0049] また、式（４）と式（５）よりC_xとλ_xとの関係は式（１）の通りとなる。

[数4]

$$C_x = C_b + \frac{\lambda_x - \lambda_b}{\lambda_a - \lambda_b}(C_a - C_b) \quad \cdots (1)$$

[0050] ここで、本実施形態では、フィルタ３を取り付けた直後の混合ガスに含まれる酸素濃度及び混合ガスの熱伝導率が測定され、それらの値が夫々最初期の酸素濃縮ガスのC_a及びλ_aとされる。C_aは、酸素濃度測定装置１とは別途設けられた酸素濃度計によって計測される。また、λ_aは、上述の式（２）、式（３）、図２―図３に示されるように、サーモパイル７Ａの出力から算出される。また、C_aとλ_aは、フィルタ３の経年劣化にかかわらず、略一定であるから、フィルタ３を取り付けた直後に一度測定されるだけでよい。

[0051] 一方、外気のC_b及びλ_bは、測定対象の混合ガスの測定前に事前に測定可能であり、また、C_bとλ_bとの関係は、略一定の関係である。すなわち、本実施形態に係る酸素濃度測定装置１は、個体差や機種によりフィルタ３を取り付けた直後の初期濃縮ガスの成分が異なる場合でも、C_aとλ_aをフィルタ３を取り付けた直後に一度測定するだけで式（１）を構築することができ、その後測定対象の混合ガスを流管部材２へ流す場合、サーモパイル７Ａの出力から式（１）を用いて混合ガスに含まれる酸素の濃度を算出することができる。つまり、混合ガスに含まれる酸素の濃度を測定するために、事前に多様な酸素濃度に対する混合ガスの熱伝導率の対応関係を予め記憶しておくことをせずに済む。

[0052] また、図４は、混合ガスの熱伝導率λ_xと混合ガスに含まれる酸素濃度C_xとの関係の概要の一例を模式的に例示する。本実施形態では、測定対象の混合ガス全体の物性の経年変化は、最初期の酸素濃縮ガスの物性及び外気の物性の変化によるものではなく、混合ガスに混入する外気の量が増加することによるものとなる。よって、図４に示されるように、混合ガス全体の熱伝導率λ_xは、混合ガスに混入する外気（透過空気）の量が増加するに従い（混合ガス全体に含まれる酸素の濃度C_xは高から低）、単調に減少する対応関係となる。ここで、図４に示される対応関係は、本発明の「濃縮ガスに含まれる酸素濃縮手段を透過した空気の割合が増加することに従い、濃縮ガスの熱伝導率に対して濃縮ガスに含まれる酸素の濃度は単調に変化する関係」の一例である。そして、当該対応関係は、最初期の酸素濃縮ガスに含まれる濃縮された酸素の濃度C_a、最初期の酸素濃縮ガスの熱伝導率λ_a、外気に含まれる酸素の濃度C_b、外気の熱伝導率λ_bが求まれば定まる関係である。

[0053] そして、図４に示されるような混合ガスの熱伝導率λ_xと混合ガスに含まれる酸素濃度C_xとの対応関係を、予めテーブル情報として記憶しておき、当該テーブル情報に基づき、測定対象の混合ガスの熱伝導率から測定対象の酸素濃度を算出することができるまた、ここでは、混合ガスに混入する外気の量が増加するに従い、混合ガスの物性が単調に減少する関係を例示しているが、混合ガスに混入する外気の量が増加するに従い、混合ガスの物性が単調に増加する関係の場合でも、同様にして測定される混合ガスの物性に対応する混合ガスに含まれる成分の濃度を一対一に求めることができる。

[0054] 図５は、従来技術による混合ガスに含まれる酸素濃度の測定の概要の一例を模式的に例示する。図５に示されるように、混合ガスの成分が３種以上で割合が不明であっても、個々の製品で空気の混入割合を変化させ、その時の混合ガスの物性（音速や熱伝導率など）と酸素濃度を測定すれば酸素濃度と物性との紐付ができる。つまり、図５に示されるような対応関係を予め求めておき、測定対象の混合ガスの熱伝導率を超音波センサや熱式フローセンサなどにより測定し、予め求めた対応関係を用いることで酸素濃度は算出可能

となる。しかしながら、本発明では、式（１）や図４に示されるように、混合ガスの熱伝導率λ_xと混合ガスに含まれる酸素濃度C_xとの関係が理論的に導出されているのに対し、従来技術では、図５に示されるように実測により対応関係を得ているに過ぎない。よって、従来技術では、混合ガスに含まれる酸素濃度を求めるために負荷を要する。

[0055] ［機能構成］

次に、酸素濃度測定装置１の機能構成の説明を行う。図６は、酸素濃度測定装置１の機能ブロック図の概要の一例を模式的に例示する。

[0056] 酸素濃度測定装置１は、制御部１０を備える。制御部１０は、例えばＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ　Ｐｒｏｃｅｓｓ　Ｕｎｉｔ）、及びＲＯＭ（Ｒｅａｄ　Ｏｎｌｙ　Ｍｅｍｏｒｙ）やＲＡＭ（Ｒａｎｄｏｍ　Ａｃｃｅｓｓ　Ｍｅｍｏｒｙ）といった記憶装置から形成される。制御部１０は、混合ガスに含まれる酸素と窒素の成分比を変化させた場合のサーモパイル７Ａの出力ｘと、混合ガスの熱伝導率λとの関係に適合する式（３）の定数ａ、ｂ、ｃを、測定対象の混合ガスの酸素濃度の測定の前に予め決定する。図７は、混合ガスに含まれる酸素と窒素の成分比を変化させ、定数ａ、ｂ、ｃを決定する概要の一例を模式的に例示する。図７に示されるように、窒素気体と酸素気体とが夫々別々の流管内へ流入する。そして、夫々の流管にＭＦＣ（Ｍａｓｓ　Ｆｌｏｗ　Ｃｏｎｔｒｏｌｌｅｒ）が設けられ、窒素と酸素の流量が調整される。流量が調整された窒素気体及び酸素気体は、その後合流し、混合ガスとなって１つの流管部材２Ａへ流れる。そして、流管部材２Ａには、酸素濃度測定装置１が設けられており、混合ガスが流れた場合のサーモパイル７Ａの出力が得られる。また、混合ガスの熱伝導率は既知のセンサによって測定される。このようにして得られたサーモパイル７Ａの出力と熱伝導率λとの測定データに式（３）が適合するように定数ａ、ｂ、ｃを調節する。

[0057] また、制御部１０は、測定対象の混合ガスの酸素濃度の測定時に、サーモパイル７Ａの出力と、予め求めておいた定数ａ、ｂ、ｃを含む式（３）とから混合ガスの熱伝導率を算出する。また、制御部１０は、算出した測定対象の

混合ガスの熱伝導率と、式（１）とから測定対象の混合ガスの酸素濃度を算出する。ここで、制御部１０は、本発明の「熱伝導率算出部」及び「酸素濃度算出部」の一例である。また、制御部１０は、ヒータ６に所定の電圧を印加し、発熱させる。

[0058] また、酸素濃度測定装置１は、計測部１１を備える。計測部１１は、センサ部１２を備える。センサ部１２は、流管部材２に設けられるサーモパイル７Ａ、７Ｂの出力を取得する。

[0059] また、酸素濃度測定装置１は、第一記憶部１３を備える。第一記憶部１３は、上述の式（３）の定数ａ、ｂ、cの値を記憶する。

[0060] また、酸素濃度測定装置１は、第二記憶部１４を備える。第二記憶部１４は、最初期の酸素濃縮ガスの酸素濃度C_a及び最初期の酸素濃縮ガスの熱伝導率λ_aを記憶する。図８は、最初期の酸素濃縮ガスの酸素濃度C_a及び最初期の酸素濃縮ガスの熱伝導率λ_aを測定する概要の一例を模式的に例示する。図８に示されるように、酸素濃縮器にフィルタ３を取り付けた直後にフィルタ３及び酸素濃度測定装置１を通過した混合ガスを既知の熱伝導率測定センサによって測定し、測定された熱伝導率を最初期の酸素濃縮ガスの熱伝導率λ_aとする。また、当該混合ガスに含まれる酸素の濃度を既知の酸素濃度計によって測定し、測定された酸素濃度を最初期の酸素濃縮ガスの酸素濃度C_aとする。ここで、最初期の酸素濃縮ガスの熱伝導率λ_aは、熱伝導率測定センサによる測定ではなく、サーモパイル７Ａの出力と、式（３）とを使用して算出されてもよい。

[0061] また、第二記憶部１４は、外気の酸素濃度C_b及び外気の熱伝導率λ_bを記憶する。外気の酸素濃度C_b及び外気の熱伝導率λ_bは、酸素濃縮器が設置される環境の空気の酸素濃度及び熱伝導率であるから、混合ガスの測定前に事前に測定される。

[0062] また、酸素濃度測定装置１は、入力部１５を備える。入力部１５は、サーモパイル７Ａの出力から混合ガスに含まれる酸素の濃度を算出するために必要な既知の情報が入力される。例えば、酸素濃縮器が設置される環境の空気

の熱伝導率（外気の熱伝導率λ_b）、及び当該空気に含まれる酸素の濃度（外気の酸素濃度C_b）などの情報である。

[0063] また、酸素濃度測定装置１は、出力部１６を備える。酸素濃度測定装置１が表示部（例えばディスプレイ）を備える場合、出力部１６は、算出された混合ガスに含まれる酸素の濃度を表示部に表示する。

[0064] §３ 動作例

次に、酸素濃度測定装置１の動作例を説明する。図９は、酸素濃度測定装置１の処理手順を示すフローチャートの一例を模式的に例示する。なお、以下で説明する処理手順は一例に過ぎず、各処理は可能な限り変更されてよい。また、以下で説明する処理手順について、実施の形態に応じて、適宜、ステップの省略、置換、及び追加が可能である。

[0065] （ステップＳ１０１）

ステップＳ１０１においては、酸素濃縮器の外部から流入した空気がフィルタ３を通過する。空気には、酸素、窒素、及びアルゴンの少なくとも３種類の成分が含まれている。空気がフィルタ３を通過する際に空気の中から窒素が除去される。そして、窒素が除去された空気（測定対象の混合ガス）が流管部材２の内部を流れる。また、流管部材２においては、ヒータ６に制御部１０によって所定の電圧が印加され、ヒータ６の近傍に熱の分布が生じている。そして、測定対象の混合ガスは、当該熱の分布が生じている部分を通過する。そして、センサ部１２が、測定対象の混合ガスが流れている状態でサーモパイル７Ａ、７Ｂの出力を取得する。

[0066] また、入力部１５が、サーモパイル７Ａの出力から混合ガスに含まれる酸素の濃度を算出するために必要な既知の情報の入力を受け付ける。受け付けられる情報は、例えば、外気の熱伝導率λ_b、及び外気の酸素濃度C_bなどの情報である。入力された外気の熱伝導率λ_b及び外気に含まれる酸素濃度C_bは、第二記憶部１４によって記憶される。また、最初期の酸素濃縮ガスの酸素濃度C_a及び最初期の酸素濃縮ガスの熱伝導率λ_aは、上述の通りに事前に測定されて入力される。そして、最初期の酸素濃縮ガスの酸素濃度C_a及び最

初期の酸素濃縮ガスの熱伝導率λ_aも同様に第二記憶部１４によって記憶される。また、式（３）の定数ａ、ｂ、cの値も上述の通りに測定対象の混合ガスの測定の前に決定され、第一記憶部１３によって記憶される。

[0067] （ステップＳ１０２）

ステップＳ１０２においては、制御部１０が、取得したサーモパイル７Ａの出力と、第一記憶部１３に記憶される定数ａ、ｂ、cと、式（３）とから測定対象の混合ガスの熱伝導率λ_xを算出する。

[0068] （ステップＳ１０３）

ステップＳ１０３においては、制御部１０が、算出した測定対象の混合ガスの熱伝導率と、第二記憶部１４に記憶される最初期の酸素濃縮ガスの酸素濃度C_a、最初期の酸素濃縮ガスの熱伝導率λ_a、外気の酸素濃度C_b、及び外気の熱伝導率λ_bと、式（１）とから測定対象の混合ガスに含まれる酸素の濃度C_xを算出する。

[0069] ここで、式（１）を使用せずに、第二記憶部が、図４に示されるような混合ガスの熱伝導率λ_xと混合ガスに含まれる酸素濃度C_xとの対応関係を予めテーブル情報として記憶しておき、制御部１０は、算出した混合ガスの熱伝導率λ_xと、当該テーブル情報から混合ガスの酸素濃度C_xを算出してもよい。

[0070] （ステップＳ１０４）

ステップＳ１０４においては、出力部１６が算出された酸素の濃度を、表示部を介して外部へ表示する。

[0071] ［作用・効果］

上記のような酸素濃度測定装置１によれば、測定対象の混合ガスは、フィルタ３が新たに設置され、所望の通り窒素が除去されて酸素が濃縮された最初期の酸素濃縮ガスと、外気とからなるガスと考える。ここで、最初期の酸素濃縮ガスの酸素とアルゴンとの成分比は、外気の量に依存するものではなく、略一定である。よって、最初期の酸素濃縮ガスの熱伝導率λ_aは略一定である。つまり、最初期の酸素濃縮ガスの熱伝導率λ_aと最初期の酸素濃縮ガス

に含まれる濃縮酸素の濃度C_aとの関係は、略一定であり、一度求めておけばよく、外気の量が変化した場合に再度求めることをせずに済む。

[0072] 一方、外気に含まれる酸素、窒素、及びアルゴンの各成分比は、フィルタ３によって窒素が除去される前の空気の成分比と略同一である。つまり、外気の熱伝導率λ_bと外気に含まれる酸素の濃度C_bとの関係は、酸素濃縮器の設置環境に存在する空気の熱伝導率と空気に含まれる酸素の濃度の関係ということになる。よって、当該関係は測定対象の混合ガスの酸素の濃度C_xを測定する前に予め求めることができ、又略一定の関係である。

[0073] よって、上記の酸素濃度測定装置１によれば、最初期の酸素濃縮ガスの熱伝導率λ_a、最初期の酸素濃縮ガスに含まれる濃縮酸素の濃度C_a、外気の熱伝導率λ_b、及び外気に含まれる酸素の濃度C_bを測定対象の混合ガスの測定の前に求め、式（１）を構築することができる。そして、式（１）へ測定対象の混合ガスの熱伝導率λ_xが代入され、混合ガスに含まれる酸素の濃度C_xが簡易に算出可能となる。

[0074] また、上記の酸素濃度測定装置１によれば、最初期の酸素濃縮ガスの熱伝導率λ_a、最初期の酸素濃縮ガスに含まれる濃縮酸素の濃度C_a、外気の熱伝導率λ_b、及び外気に含まれる酸素の濃度C_bを測定対象の混合ガスの測定の前に求め、図４に示される単調に変化する対応関係を含むテーブル情報を記憶しておくこともできる。そして、当該テーブル情報を参照して測定対象の混合ガスの熱伝導率λ_xに対する、混合ガスに含まれる酸素の濃度C_xが一対一に算出される。

[0075] すなわち、上記の酸素濃度測定装置１は、混合ガスに含まれる多様な濃度の酸素に対する混合ガスの熱伝導率の対応関係を予め記憶しておくことをせずに測定対象の混合ガスの酸素の濃度C_xを算出可能である。すなわち、上記のような酸素濃度測定装置１によれば、酸素濃縮器において、フィルタ３を通過し、酸素が濃縮された混合ガスに含まれる当該酸素の濃度を簡易に測定することができる。よって、フィルタ３の交換の時期を容易に把握することができる。

[0076] また、上記のような酸素濃度測定装置１によれば、ヒータ６による加熱により生じた熱の分布は、混合ガスが流れた場合に変化する。よって、混合ガスが流れる場合と流れない場合とでサーモパイル７Ａ、７Ｂからの出力は変化する。また、サーモパイル７Ａ、７Ｂからの出力の変化の大きさは、混合ガスの流量の大きさに関係する。よって、上記の酸素濃度測定装置１によれば、サーモパイル７Ａ、７Ｂからの出力により混合ガスの流量も算出することができる。つまり、上記のような酸素濃度測定装置１によれば、酸素、窒素、及びアルゴンの少なくとも３つの成分を含む混合ガスの成分比に加えて混合ガスの流量を測定できる。すなわち、上記の酸素濃度測定装置１は、１つの装置により混合ガスの成分比と流量とを測定できるため、コンパクトかつ製造コストの低い装置である。

[0077] §４ 変形例

以上、本発明の実施の形態を詳細に説明してきたが、前述までの説明はあらゆる点において本発明の例示に過ぎない。本発明の範囲を逸脱することなく種々の改良や変形を行うことができることは言うまでもない。例えば、以下のような変更が可能である。なお、以下では、上記実施形態と同様の構成要素に関しては同様の符号を用い、上記実施形態と同様の点については、適宜説明を省略した。以下の変形例は適宜組み合わせ可能である。

[0078] ＜４．１＞

上記の実施形態では、外気は酸素濃縮器が設置された環境における空気であるため、外気の酸素濃度C_b、及び外気の熱伝導率λ_bは、混合ガスに含まれる酸素濃度の測定前に測定可能であり、当該情報は、酸素濃度を測定する前に入力部１５を介して入力されていた。しかし、酸素濃縮器の設置環境が変化し、設置環境の空気の成分比率が変化する場合がある。または、酸素濃縮器の設置環境の空気の物性が不明であり、外気の酸素濃度C_b、及び外気の熱伝導率λ_bが不明である場合が考えられる。

[0079] 図１０は、上記のような場合に、外気の熱伝導率及び外気の酸素濃度を測定する概要の一例を模式的に例示する。図１０に示されるように、外気の熱

伝導率を測定する熱伝導率測定センサ３０、及び外気の酸素濃度を測定する酸素濃度計３１を酸素濃度測定装置１Ａとは別に設ける。そして、外気となる酸素濃縮器の設置環境に存在する空気を酸素濃度測定装置１Ａのフィルタ３を通過させずに熱伝導率測定センサ３０へ流入させる。そして、外気の熱伝導率λ_bは、熱伝導率測定センサ３０によって測定される。また、熱伝導率測定センサ３０から流出した外気の酸素濃度C_bは、酸素濃度計３１によって測定される。このように測定対象の混合ガスを測定する前に、外気に含まれる酸素濃度C_b及び外気の熱伝導率λ_bは、酸素濃度測定装置１Ａとは別手段によって一時的に測定されてもよい。そして、測定された酸素濃度C_b及び外気の熱伝導率λ_bは、上記と同様に測定対象の混合ガスに含まれる酸素濃度を算出する場合に使用される。

[0080] ［作用・効果］

上記のような酸素濃度測定装置１Ａは、酸素濃縮器の設置環境の変化により設置環境に存在する空気自体の成分が変わり、外気の成分の比率が変化した場合、又は酸素濃縮器の設置環境の空気の物性が不明である場合であっても、別の測定手段によって測定された外気の酸素濃度C_b、及び外気の熱伝導率λ_bを取得することができる。そして、取得したC_b、及びλ_bに基づき式（１）を更新することができる。また、更新された式（１）に基づき、混合ガスに含まれる酸素濃度を算出することができる。また、図４に示される対応関係を更新することもできる。つまり、上記の酸素濃度測定装置１Ａは、酸素濃縮器の設置環境の変化に関わらず、測定対象の混合ガスの酸素の濃度を精度高く測定することができる。

[0081] ＜４．２＞

上記の酸素濃度測定装置１は、酸素と窒素とアルゴンの３つの成分を少なくとも含む空気における酸素濃度を測定したが、測定対象は空気に含まれる酸素濃度に限定されない。本実施形態に係る酸素濃度測定装置１は、例えば、３種類の成分Ａ、Ｂ及びＣを少なくとも含む混合ガスにおいて、成分Ａ、Ｂ及びＣの何れか１つの成分の濃度を測定してもよい。また、混合ガスに含

まれる成分Ａと成分Ｂとの比率が略同一である場合、成分Ａと成分Ｂとを一つの成分とみなし、混合ガスを２成分として成分ＡＢあるいは成分Ｃの濃度を検出してもよい。この場合、酸素濃度測定装置１Ｂは、成分ＡＢと成分Ｃとの成分比を変化させた混合ガスを流管部材２の内部へ流入させる。そして、当該成分比に応じたサーモパイル７Ａの出力を測定し、成分比とサーモパイル７Ａの出力との対応関係を記憶しておく。そして、酸素濃度測定装置１Ｂは、測定対象の混合ガスを流管部材に流した場合に、サーモパイル７Ａから出力される出力値と、当該対応関係とから、成分ＡＢあるいは成分Ｃの濃度を算出してもよい。

[0082] ［作用・効果］

上記のような酸素濃度測定装置１Ｂによれば、混合ガスに含まれる成分Ａ及び成分Ｂの比率が略同一である場合に、より簡易に成分ＡＢあるいは成分Ｃの濃度を算出することができる。

[0083] ＜４．３＞

上記の酸素濃度測定装置１が測定する混合ガスに含まれる酸素、窒素、及びアルゴンの熱伝導率は夫々異なる。しかし、混合ガスに含まれる少なくとも３つの成分Ａ、Ｂ、Ｃのうち、成分ＡとＢの熱伝導率が略同一であり、成分ＡとＣの熱伝導率が異なる場合、混合ガスは、異なる熱伝導率の２つの成分からなるガスと仮定することができる。そこで、酸素濃度測定装置１Ｃは、成分Ａ、Ｂ、及びＣとの成分比を変化させた混合ガスを流管部材２の内部へ流入させる。そして、当該成分比に応じたサーモパイル７Ａの出力を測定し、成分比とサーモパイル７Ａの出力との対応関係を記憶しておく。このような酸素濃度測定装置１Ｃは、測定対象の混合ガスを流管部材に流した場合に、サーモパイル７Ａから出力される出力値と、当該対応関係とから、成分Ｃの濃度を算出することができる。

[0084] ［作用・効果］

上記のような酸素濃度測定装置１Ｃによれば、混合ガスに含まれる少なくとも３つの成分Ａ、Ｂ、Ｃのうち、成分ＡとＢの熱伝導率が略同一であり、

成分ＡとＣの熱伝導率が異なる場合に、より簡易に成分Ｃの濃度を測定することができる。

[0085] ＜４．４＞

上記の酸素濃度測定装置１によって測定される混合ガスが少なくとも３つの成分Ａ、Ｂ、Ｃを含む場合であって、成分Ｃの含有率にＣの熱伝導率を乗じた値が、混合ガス全体の熱伝導率に対して極端に小さい場合、成分Ｃを無視し、混合ガスが成分Ａと成分Ｂとの２つの成分からなるガスと仮定してもよい。つまり、成分Ｃの変化による影響が小さい場合に、混合ガスを成分Ａと成分Ｂからなるガスと仮定してもよい。このような場合、酸素濃度測定装置１Ｄは、成分Ａと成分Ｂとの成分比を変化させた混合ガスを流管部材２の内部へ流入させる。そして、当該成分比に応じたサーモパイル７Ａの出力を測定し、成分比とサーモパイル７Ａの出力との対応関係を記憶しておく。そして、酸素濃度測定装置１Ｄは、測定対象の混合ガスを流管部材２に流した場合に、サーモパイル７Ａから出力される出力値と、当該対応関係とから、成分Ａ又は成分Ｂの濃度を算出してもよい。

[0086] ［作用・効果］

上記のような酸素濃度測定装置１Ｄによれば、成分Ｃの変化による影響が小さい場合に、３種類の成分Ａ、Ｂ、Ｃを含む混合ガスの成分Ａ又は成分Ｂの濃度をより簡易に測定することができる。

[0087] ＜４．５＞

また、上記の酸素濃度測定装置１では、第一記憶部１３が、制御部１０によって算出されたサーモパイル７Ａの出力と混合ガスの熱伝導率を表す式（３）の定数ａ、ｂ、cの値を記憶している。そして、第二記憶部１４が、測定された最初期の酸素濃縮ガスの酸素濃度C_a及び最初期の酸素濃縮ガスの熱伝導率λ_aを記憶している。また、第二記憶部１４は、外気の酸素濃度C_b及び外気の熱伝導率λ_bも記憶している。しかし、酸素濃度測定装置１Ｅは、サーモパイル７Ａから出力される電気信号を直接混合ガスの成分比に変換する数値を記憶してもよい。

[0088] ［作用・効果］

このような酸素濃度測定装置１Ｅによっても、サーモパイル７Ａから出力を使用して測定対象の混合ガスに含まれる酸素濃度は算出される。また、ＲＯＭやＲＡＭなどの記憶装置に記憶される情報量は削減される。よって、記憶装置の容量を減らすことができる。

[0089] 以上で開示した実施形態はそれぞれ組み合わせる事ができる。

[0090] なお、以下には本発明の構成要件と実施例の構成とを対比可能とするために、本発明の構成要件を図面の符号付きで記載しておく。

＜付記１＞

酸素濃縮器において濃縮後の酸素の濃度を測定する酸素濃度測定装置（１、１Ａ）であって、

空気に含まれる窒素を除去し、酸素を濃縮する酸素濃縮手段（３）によって酸素が濃縮された濃縮ガスを加熱する加熱部（６）と、

前記加熱部（６）を跨いで並んで配置され、前記濃縮ガスの温度に基づき出力を行う出力部（７Ａ、７Ｂ）と、

前記出力部（７Ａ、７Ｂ）における出力より、前記濃縮ガスの熱伝導率を算出する熱伝導率算出部（１０）と、

前記熱伝導率算出部（１０）によって算出される前記濃縮ガスの熱伝導率に対する前記濃縮ガスに含まれる酸素の濃度を算出する酸素濃度算出部（１０）と、を備え、

前記濃縮ガスは、前記酸素濃縮手段（３）の使用が開始された初期状態において、該酸素濃縮手段（３）によって酸素が濃縮された初期濃縮ガスと、該酸素濃縮手段（３）を透過した空気と、を含み、

前記酸素濃度算出部（１０）は、前記初期濃縮ガスにおける熱伝導率及び酸素濃度と、前記空気における熱伝導率及び酸素濃度と、に基づいて、前記濃縮ガスの熱伝導率に対する前記濃縮ガスに含まれる酸素の濃度を算出することを特徴とする、

酸素濃度測定装置（１、１Ａ）。

＜付記２＞

前記酸素濃度算出部（１０）は、前記初期濃縮ガスにおける熱伝導率をλ_a、酸素濃度をC_aとし、前記酸素濃縮手段（３）を透過した空気における熱伝導率をλ_b、酸素濃度をC_bとし、前記熱伝導率算出部（１０）により算出された前記濃縮ガスの熱伝導率をλ_xとし、前記濃縮ガスの酸素濃度をC_xとしたときに、数式（１）によりC_xを算出することを特徴とする、

付記１に記載の酸素濃度測定装置（１、１Ａ）。

[数5]

$$C_x = C_b + \frac{\lambda_x - \lambda_b}{\lambda_a - \lambda_b}(C_a - C_b) \quad \cdots (1)$$

＜付記３＞

前記酸素濃度算出部（１０）は、前記濃縮ガスにおける、前記初期濃縮ガスと、前記酸素濃縮手段（３）を透過した空気との存在比率を変化させた場合の熱伝導率及び酸素濃度の値によって算出された、前記濃縮ガスにおける熱伝導率と酸素濃度との対応関係（図４）を参照して、前記濃縮ガスの酸素濃度を算出することを特徴とする、

付記１に記載の酸素濃度測定装置（１、１Ａ）。

＜付記４＞

前記対応関係（図４）は、前記濃縮ガスに含まれる前記酸素濃縮手段（３）を透過した空気の割合が増加することに従い、前記濃縮ガスの熱伝導率に対して前記濃縮ガスに含まれる酸素の濃度は単調に変化する関係を含む、

付記３に記載の酸素濃度測定装置（１、１Ａ）。

＜付記５＞

前記空気に含まれる酸素の濃度と、前記空気の熱伝導率と、を測定する測定手段（３０、３１）を更に備える、

付記１から４のうち何れか１項に記載の酸素濃度測定装置（１）。

＜付記６＞

酸素濃縮器において濃縮後の酸素の濃度を測定する酸素濃度測定方法であ

って、

空気に含まれる窒素を除去し、酸素を濃縮する酸素濃縮手段（３）によって酸素が濃縮された濃縮ガスの熱伝導率を算出する熱伝導率算出ステップ（Ｓ１０２）と、

前記濃縮ガスの熱伝導率に対する前記濃縮ガスに含まれる酸素の濃度を算出する酸素濃度算出ステップ（Ｓ１０３）と、を有し、

前記濃縮ガスは、前記酸素濃縮手段（３）の使用が開始された初期状態において、該酸素濃縮手段（３）によって酸素が濃縮された初期濃縮ガスと、該酸素濃縮手段（３）を透過した空気と、を含み、

前記酸素濃度算出ステップ（Ｓ１０３）においては、前記初期濃縮ガスにおける熱伝導率及び酸素濃度と、前記空気における熱伝導率及び酸素濃度と、に基づいて、前記濃縮ガスの熱伝導率に対する前記濃縮ガスに含まれる酸素の濃度を算出することを特徴とする、

酸素濃度測定方法。

＜付記７＞

前記酸素濃度算出ステップ（Ｓ１０３）においては、前記初期濃縮ガスにおける熱伝導率をλ_a、酸素濃度をC_aとし、前記酸素濃縮手段（３）を透過した空気における熱伝導率をλ_b、酸素濃度をC_bとし、前記熱伝導率算出ステップ（Ｓ１０２）において算出された前記濃縮ガスの熱伝導率をλ_xとし、前記濃縮ガスの酸素濃度をC_xとしたときに、数式（１）によりC_xを算出することを特徴とする、

付記６に記載の酸素濃度測定方法。

[数6]

$$C_x = C_b + \frac{\lambda_x - \lambda_b}{\lambda_a - \lambda_b}(C_a - C_b) \qquad \cdots (1)$$

＜付記８＞

前記酸素濃度算出ステップ（Ｓ１０３）においては、前記濃縮ガスにおける、前記初期濃縮ガスと、前記酸素濃縮手段（３）を透過した空気との存在

比率を変化させた場合の熱伝導率及び酸素濃度の値によって算出された、前記濃縮ガスにおける熱伝導率と酸素濃度との対応関係（図４）を参照して、前記濃縮ガスの酸素濃度を算出することを特徴とする、

付記６に記載の酸素濃度測定方法。

符号の説明

[0091] １、１Ａ、１Ｂ、１Ｃ、１Ｄ、１Ｅ　：酸素濃度測定装置

２、２Ａ　：流管部材

３　：フィルタ

４　：基板

５　：薄膜

６　：ヒータ

７Ａ、７Ｂ　：サーモパイル

８　：接点

９　：接点

１０　：制御部

１１　：計測部

１２　：センサ部

１３　：第一記憶部

１４　：第二記憶部

１５　：入力部

１６　：出力部

２０　：空洞

３０　：熱伝導率測定センサ

３１　：酸素濃度計

請求の範囲

[請求項1] 酸素濃縮器において濃縮後の酸素の濃度を測定する酸素濃度測定装置であって、

空気に含まれる窒素を除去し、酸素を濃縮する酸素濃縮手段によって酸素が濃縮された濃縮ガスを加熱する加熱部と、

前記加熱部を跨いで並んで配置され、前記濃縮ガスの温度に基づき出力を行う出力部と、

前記出力部における出力より、前記濃縮ガスの熱伝導率を算出する熱伝導率算出部と、

前記熱伝導率算出部によって算出される前記濃縮ガスの熱伝導率に対する前記濃縮ガスに含まれる酸素の濃度を算出する酸素濃度算出部と、を備え、

前記濃縮ガスは、前記酸素濃縮手段の使用が開始された初期状態において、該酸素濃縮手段によって酸素が濃縮された初期濃縮ガスと、該酸素濃縮手段を透過した空気と、を含み、

前記酸素濃度算出部は、前記初期濃縮ガスにおける熱伝導率及び酸素濃度と、前記空気における熱伝導率及び酸素濃度と、に基づいて、前記濃縮ガスの熱伝導率に対する前記濃縮ガスに含まれる酸素の濃度を算出することを特徴とする、

酸素濃度測定装置。

[請求項2] 前記酸素濃度算出部は、前記初期濃縮ガスにおける熱伝導率をλ_a、酸素濃度をC_aとし、前記酸素濃縮手段を透過した空気における熱伝導率をλ_b、酸素濃度をC_bとし、前記熱伝導率算出部により算出された前記濃縮ガスの熱伝導率をλ_xとし、前記濃縮ガスの酸素濃度をC_xとしたときに、数式（１）によりC_xを算出することを特徴とする、

請求項１に記載の酸素濃度測定装置。

[数1]

$$C_x = C_b + \frac{\lambda_x - \lambda_b}{\lambda_a - \lambda_b}(C_a - C_b) \quad \cdots (1)$$

[請求項3] 前記酸素濃度算出部は、前記濃縮ガスにおける、前記初期濃縮ガスと、前記酸素濃縮手段を透過した空気との存在比率を変化させた場合の熱伝導率及び酸素濃度の値によって算出された、前記濃縮ガスにおける熱伝導率と酸素濃度との対応関係を参照して、前記濃縮ガスの酸素濃度を算出することを特徴とする、

請求項１に記載の酸素濃度測定装置。

[請求項4] 前記対応関係は、前記濃縮ガスに含まれる前記酸素濃縮手段を透過した空気の割合が増加することに従い、前記濃縮ガスの熱伝導率に対して前記濃縮ガスに含まれる酸素の濃度は単調に変化する関係を含む、

請求項３に記載の酸素濃度測定装置。

[請求項5] 前記空気に含まれる酸素の濃度と、前記空気の熱伝導率と、を測定する測定手段を更に備える、

請求項１から４のうち何れか１項に記載の酸素濃度測定装置。

[請求項6] 酸素濃縮器において濃縮後の酸素の濃度を測定する酸素濃度測定方法であって、

空気に含まれる窒素を除去し、酸素を濃縮する酸素濃縮手段によって酸素が濃縮された濃縮ガスの熱伝導率を算出する熱伝導率算出ステップと、

前記濃縮ガスの熱伝導率に対する前記濃縮ガスに含まれる酸素の濃度を算出する酸素濃度算出ステップと、を有し、

前記濃縮ガスは、前記酸素濃縮手段の使用が開始された初期状態において、該酸素濃縮手段によって酸素が濃縮された初期濃縮ガスと、該酸素濃縮手段を透過した空気と、を含み、

前記酸素濃度算出ステップにおいては、前記初期濃縮ガスにおける

熱伝導率及び酸素濃度と、前記空気における熱伝導率及び酸素濃度と、に基づいて、前記濃縮ガスの熱伝導率に対する前記濃縮ガスに含まれる酸素の濃度を算出することを特徴とする、

酸素濃度測定方法。

[請求項7] 前記酸素濃度算出ステップにおいては、前記初期濃縮ガスにおける熱伝導率をλ_a、酸素濃度をC_aとし、前記酸素濃縮手段を透過した空気における熱伝導率をλ_b、酸素濃度をC_bとし、前記熱伝導率算出ステップにおいて算出された前記濃縮ガスの熱伝導率をλ_xとし、前記濃縮ガスの酸素濃度をC_xとしたときに、数式（１）によりC_xを算出することを特徴とする、

請求項６に記載の酸素濃度測定方法。

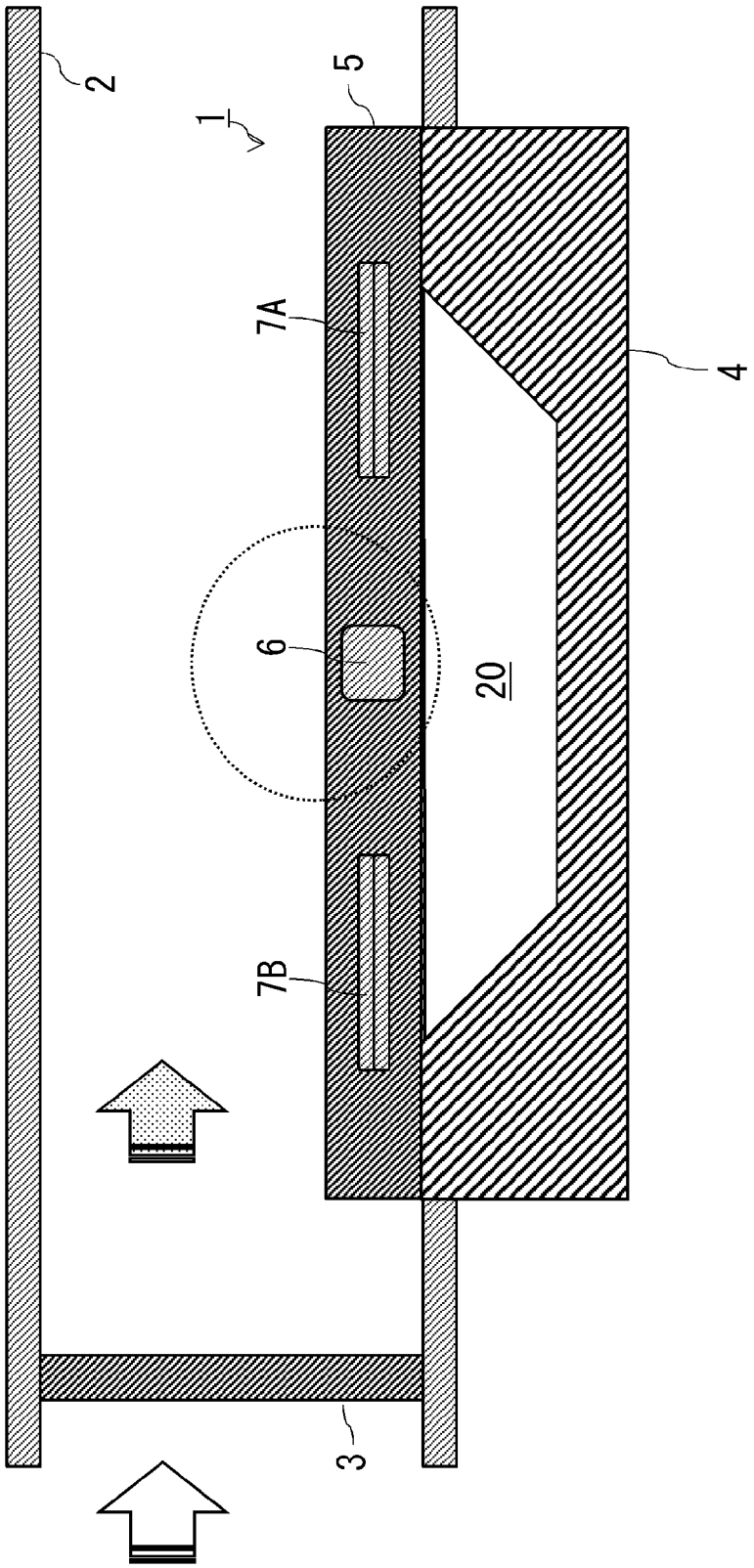
[数2]

$$C_x = C_b + \frac{\lambda_x - \lambda_b}{\lambda_a - \lambda_b}(C_a - C_b) \quad \cdots (1)$$

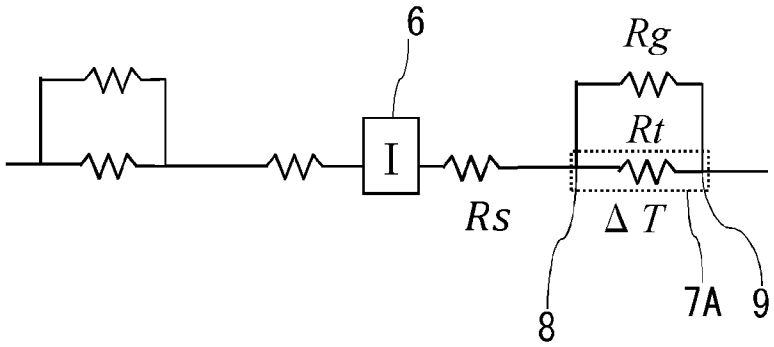
[請求項8] 前記酸素濃度算出ステップにおいては、前記濃縮ガスにおける、前記初期濃縮ガスと、前記酸素濃縮手段を透過した空気との存在比率を変化させた場合の熱伝導率及び酸素濃度の値によって算出された、前記濃縮ガスにおける熱伝導率と酸素濃度との対応関係を参照して、前記濃縮ガスの酸素濃度を算出することを特徴とする、

請求項６に記載の酸素濃度測定方法。

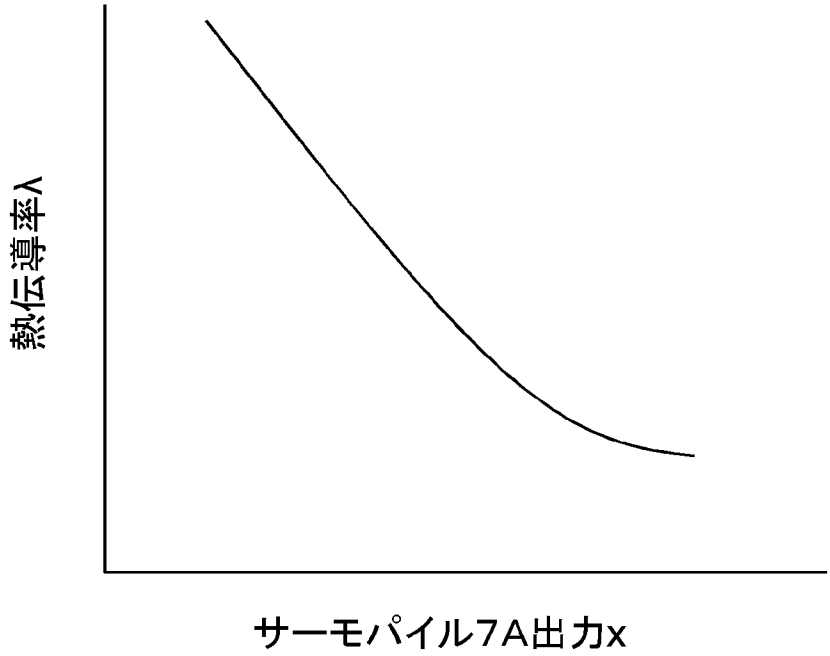
[図1]



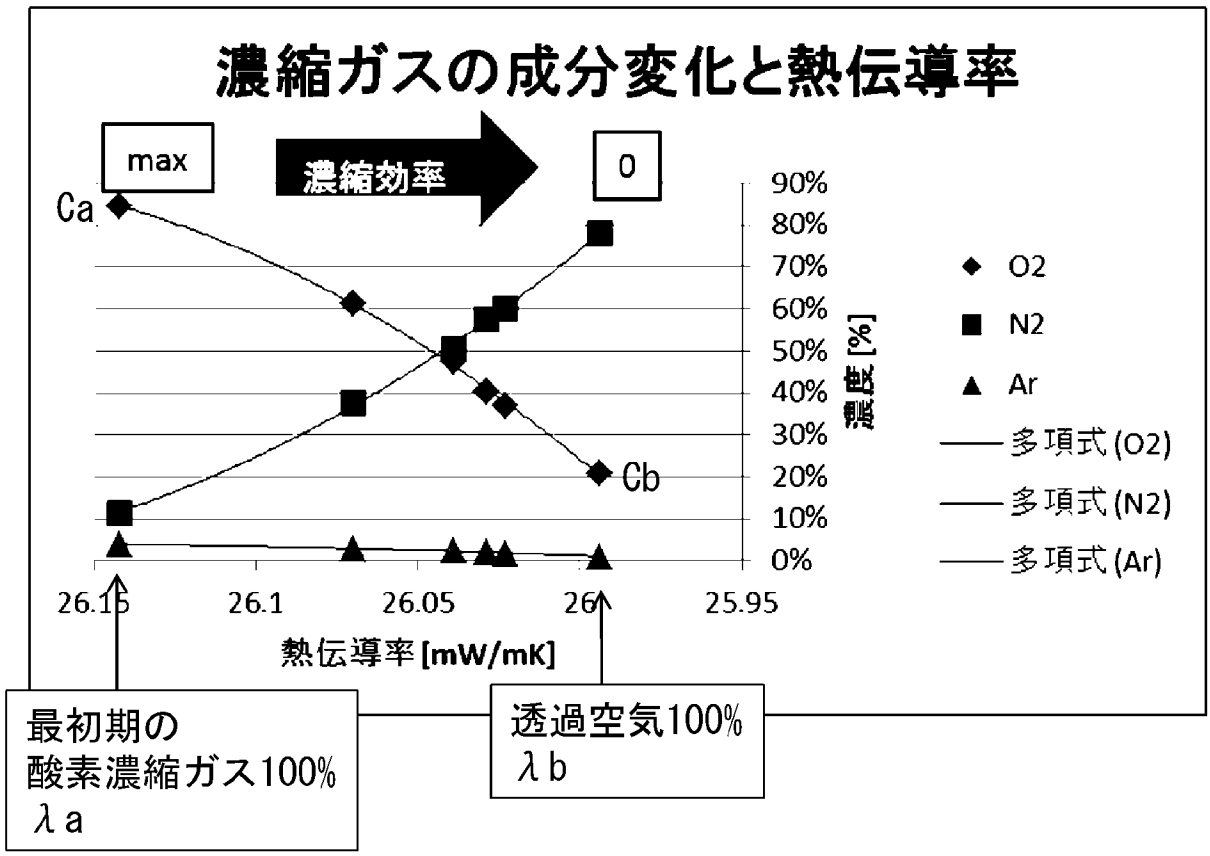
[図2]



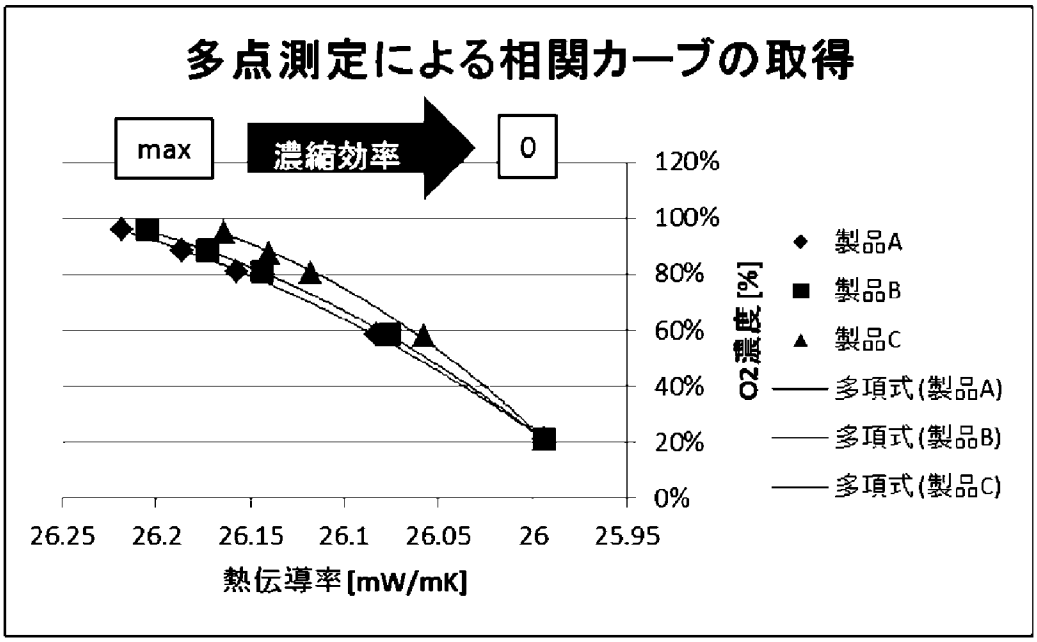
[図3]



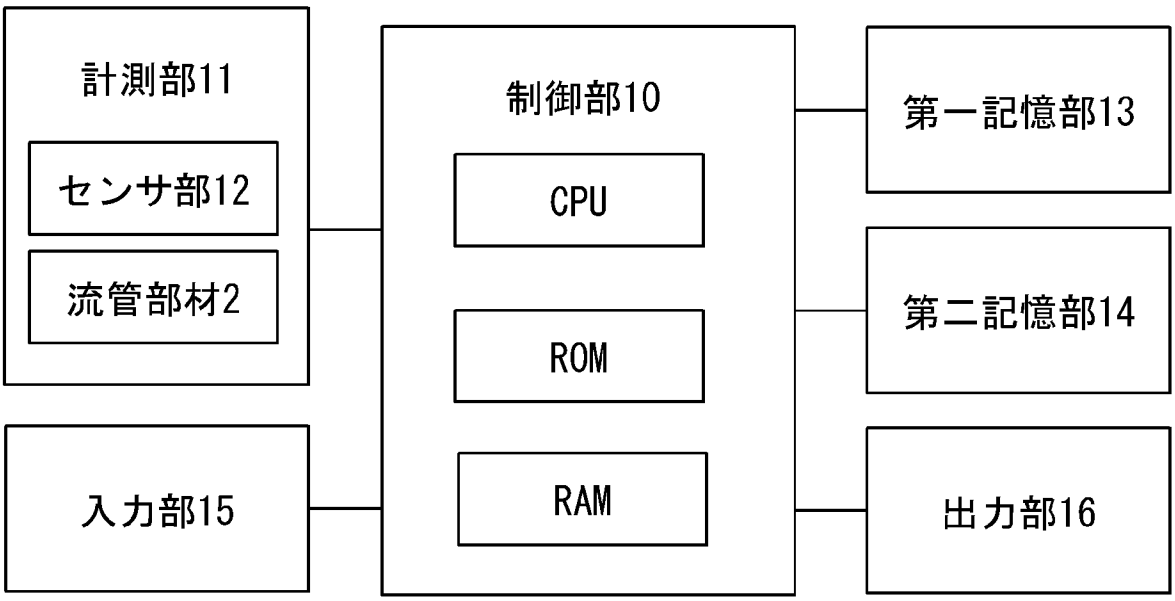
[図4]


濃縮ガスの成分変化と熱伝導率
max
濃縮効率
0
Ca
Cb
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
濃度[%]
O2
N2
Ar
多項式(O2)
多項式(N2)
多項式(Ar)
26.15
26.1
26.05
26
25.95
熱伝導率[mW/mK]
最初期の
酸素濃縮ガス100%
λa
透過空気100%
λb

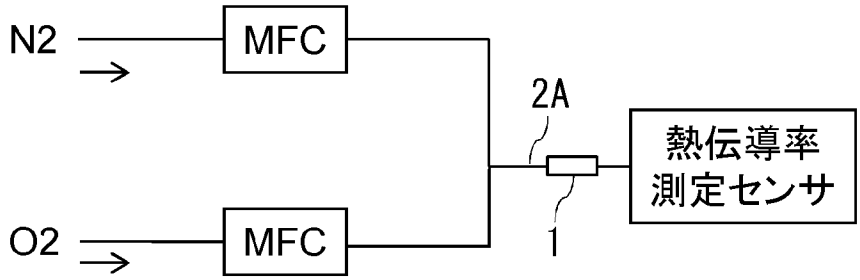
[図5]


多点測定による相関カーブの取得
max
濃縮効率
0
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
O2濃度[%]
製品A
製品B
製品C
多項式(製品A)
多項式(製品B)
多項式(製品C)
26.25
26.2
26.15
26.1
26.05
26
25.95
熱伝導率[mW/mK]

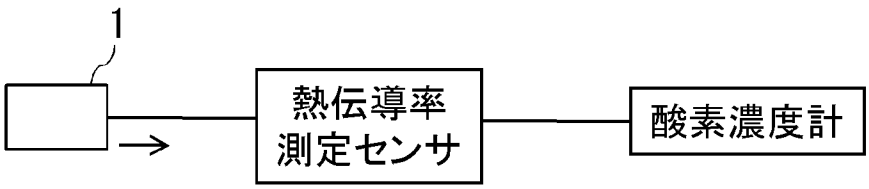
[図6]


計測部11
センサ部12
流管部材2
制御部10
CPU
ROM
RAM
第一記憶部13
第二記憶部14
入力部15
出力部16

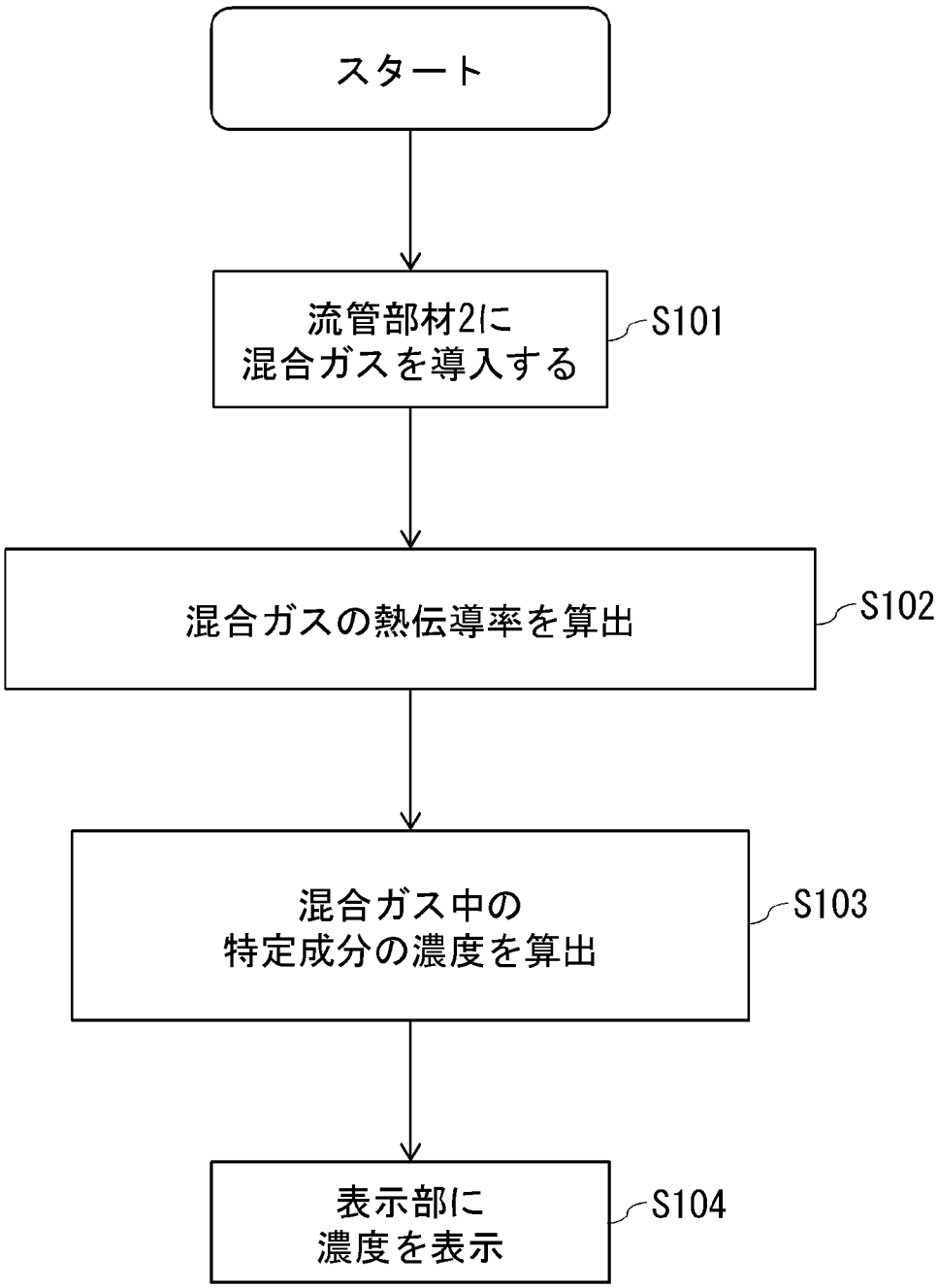
[図7]


N2
MFC
O2
MFC
2A
1
熱伝導率
測定センサ

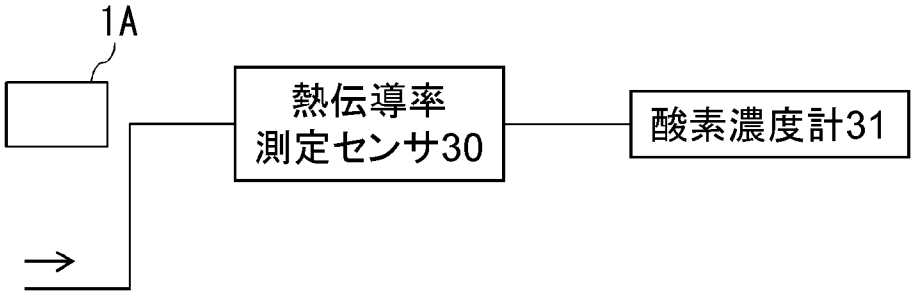
[図8]


1
熱伝導率
測定センサ
酸素濃度計

[図9]


スタート
流管部材2に
混合ガスを導入する
S101
混合ガスの熱伝導率を算出
S102
混合ガス中の
特定成分の濃度を算出
S103
表示部に
濃度を表示
S104

[図10]


1A
熱伝導率
測定センサ30
酸素濃度計31

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/007129

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01N 25/18(2006.01)i
FI: G01N25/18 J

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)
G01N25/18

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 61-161434 A (TEIJIN LTD.) 22.07.1986 (1986-07-22) page 1, lower right column, lines 6-20, page 2, upper right column, line 7 to page 3, lower left column, line 7	1-8
A	JP 7-248304 A (YAMATAKE-HONEYWELL CO., LTD.) 26.09.1995 (1995-09-26) paragraphs [0005], [0008]-[0018], fig. 2	1-8
A	JP 2003-344326 A (JFE STEEL CORPORATION) 03.12.2003 (2003-12-03) paragraphs [0011], [0032]-[0043]	1-8
A	JP 53-110899 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 27.09.1978 (1978-09-27) page 2, lower right column, line 18 to page 3, lower left column, line 11, fig. 1, 2, 4	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"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)
"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
"T" 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
"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
"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
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
02 April 2020 (02.04.2020)	14 April 2020 (14.04.2020)

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/007129

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 61-161434 A	22 Jul. 1986	(Family: none)	
JP 7-248304 A	26 Sep. 1995	(Family: none)	
JP 2003-344326 A	03 Dec. 2003	(Family: none)	
JP 53-110899 A	27 Sep. 1978	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/007129

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G01N 25/18(2006.01)i
FI: G01N25/18 J

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））

G01N25/18

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

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２０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）

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
A	JP 61-161434 A (帝人株式会社) 22.07.1986 (1986-07-22) 第１ページ右下欄第６行－第２０行、第２ページ右上欄第７行－第３ページ左下欄第７行	1-8
A	JP 7-248304 A (山武ハネウエル株式会社) 26.09.1995 (1995-09-26) ［０００５］、［０００８］－［００１８］、図２	1-8
A	JP 2003-344326 A (ＪＦＥスチール株式会社) 03.12.2003 (2003-12-03) ［００１１］、［００３２］－［００４３］	1-8
A	JP 53-110899 A (三菱重工業株式会社) 27.09.1978 (1978-09-27) 第２ページ右下欄第１８行－第３ページ左下欄第１１行、第１図、第２図、第４図	1-8

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
02.04.2020	14.04.2020

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
芝沼　隆太 2J 4639
電話番号 03-3581-1101 内線 3292

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/007129

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 61-161434 A	22.07.1986	（ファミリーなし）	
JP 7-248304 A	26.09.1995	（ファミリーなし）	
JP 2003-344326 A	03.12.2003	（ファミリーなし）	
JP 53-110899 A	27.09.1978	（ファミリーなし）	