

(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  
2014年4月3日(03.04.2014)



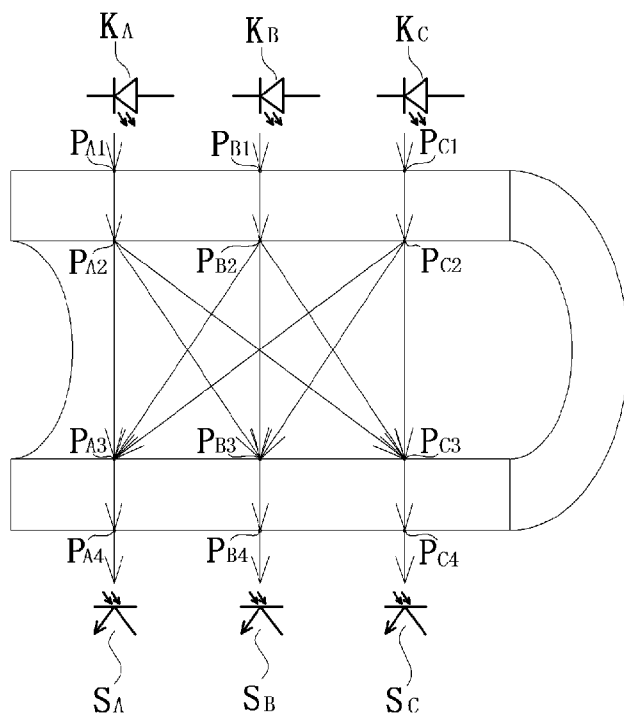
(10) 国際公開番号  
WO 2014/049831 A1

- (51) 国際特許分類:  
G01N 21/59 (2006.01) G01N 33/49 (2006.01)  
G01N 21/27 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/075082
- (22) 国際出願日: 2012年9月28日(28.09.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: ニプロ株式会社(NIPRO CORPORATION)  
[JP/JP]; 〒5318510 大阪府大阪市北区本庄西3丁目9番3号 Osaka (JP). 原田電子工業株式会社(HARADA ELECTRONICS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒0630052 北海道札幌市西区宮の沢2条5丁目3番地5号 Hokkaido (JP).
- (72) 発明者: 佐野 嘉彦(SANO, Yoshihiko); 〒5318510 大阪府大阪市北区本庄西3丁目9番3号 ニプロ株式会社内 Osaka (JP). 原田 証英(HARADA, Masahide); 〒0630052 北海道札幌市西区宮の沢2条5丁目3番地5号 原田電子工業株式会社内 Hokkaido (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人銀座マロニエ特許事務所(GINZA MARONIE P.C.); 〒1040061 東京都中央区銀座2丁目8番9号木挽館銀座ビル 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: DEVICE FOR MEASURING AND METHOD FOR MEASURING FLUID CONCENTRATION

(54) 発明の名称: 流体濃度の測定方法および測定装置



(57) Abstract: [Problem] To highly precisely measure the concentration of a fluid such as a chemical or blood flowing within a duct even if light emission strength, the wall thickness of the duct, or the like is unclear or varies. [Solution] The present invention is characterized in that: when measuring the concentration of a fluid flowing within a duct having a light-transmissive tube wall, light is supplied from a light source into the duct at a plurality of light supply locations on the surface of the duct arranged adjacent to each other along the direction of extension of the duct; at each of a plurality of light reception locations on the surface of the duct positioned at the reverse side in the diametral direction of the duct from the light supply locations, the arriving light is received that has been supplied and has traversed the interior of the fluid flowing within the duct and the interior of the wall of the duct, and the strength of the light is determined; on the basis of the Beer-Lambert Law from the strength of the light at the light reception locations, a plurality of relational expressions are determined indicating the relationship between the concentration of the fluid and the strength of light when receiving light from each of the plurality of light supply locations respectively at the plurality of light reception locations; by means of combining the relational expressions with respect to the plurality of light supply locations, a relational expression is determined indicating the relationship between the concentration of the fluid and the strength of light at the plurality of light reception locations; and on the basis of the relational expression, the concentration of the fluid is determined from the strength of light at the plurality of light reception locations, and is output.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/049831 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

---

【課題】管路の壁厚さや発光強度等が不明であったり変化したりしても、管路内を流れる血液や薬液等の流体の濃度を高精度に測定することにある。【解決手段】光透過性の管壁を持つ管路内を流れる流体の濃度を測定するに際し、その管路の延在方向に沿って互いに隣接して並ぶ前記管路の表面上の複数箇所の光供給箇所であって前記間炉内に光源から光を供給し、それらの光供給箇所に対しその管路の直径方向の反対側に位置する前記管路の表面上の複数箇所の受光箇所であってそれぞれ、前記供給されてその管路の壁内および管路内を流れる流体内を通過して来た光を受光して光の強度を求め、それらの受光箇所での光の強度からランベルト-ベールの法則に基づき、複数箇所の光供給箇所の各々についてそこから光を複数箇所の受光箇所であってそれぞれ受光する場合の光の強度と流体の濃度との関係を示す複数の関係式を求め、それらの関係式を複数箇所の光供給箇所について連立させることにより、複数箇所の受光箇所での光の強度と流体の濃度との関係を示す関係式を求め、その関係式に基づいて複数箇所の受光箇所での光の強度から流体の濃度を求めて出力することを特徴とするものである。

## 明 細 書

**発明の名称**：流体濃度の測定方法および測定装置

### 技術分野

[0001] この発明は、光透過性の管路内を流れる流体の濃度をランベルトーベールの法則に基づいて測定する方法および装置に関するものである。

### 背景技術

[0002] 従来の流体濃度の測定方法および測定装置としては、例えば特許文献1記載のものが知られており、ここにおける測定方法および測定装置は、半導体ウエハを洗浄処理する流体としての処理液の濃度を計測するもので、処理液供給配管の途中に測定体を複数設け、各測定体内に、処理液中を通過する光の光路長さを異ならせた光透過部を設け、処理液の性質に応じた光路長さの光透過部に光源からの光を供給し、その光透過部において処理液中を透過した光を光検出器で受光してその光の強度を調べ、その光の強度からランベルトーベールの法則に基づいて処理液の濃度を求めている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開平10-325797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、上記従来の流体濃度の測定方法および測定装置では、各光透過部における光路長さが厳密に判明しており、それゆえあらかじめ光路長さが設定された計算式を用いて流体の濃度を容易に求めることができる。その一方で、例えば樹脂チューブやガラス管等の光透過性の管路内を流れる血液や薬液等の流体の濃度が測定できると、医療等の分野において極めて役立つであろうということが予想される。

[0005] しかしながら上記従来の方法および装置を、光透過性の管路内を流れる血液や薬液等の流体の濃度測定に適用しようとする、光透過性の管路を横切

る光路に光を通過させる必要があるが、光路長さとなる管路の内径も管路の壁厚さも実測が困難であり、特に管路が樹脂チューブの場合は変形によって内径も壁厚さも変化する可能性があり、それゆえこのような場合の血液や薬液等の濃度の測定は極めて困難で、従来は実質上その測定ができなかった。

### 課題を解決するための手段

[0006] この発明は、上述の点に鑑みて従来の流体濃度の測定方法および測定装置の課題を有利に解決するものであり、この発明の流体濃度の測定方法は、光透過性の管壁を持つ管路内を流れる流体の濃度を測定するに際し、

その管路の延在方向に沿って互いに隣接して並ぶ前記管路の表面上の複数箇所の光供給箇所であって前記管路内に光源から光を供給し、

それらの光供給箇所に対しその管路の直径方向の反対側に位置する前記管路の表面上の複数箇所の受光箇所であってそれぞれ、前記供給されてその管路の壁内および管路内を流れる流体内を通過して来た光を受光して光の強度を求め、

それらの受光箇所での光の強度からランベルトーベールの法則に基づき、前記複数箇所の光供給箇所の各々についてそこからの光を前記複数箇所の受光箇所であってそれぞれ受光する場合の光の強度と流体の濃度との関係を示す複数の関係式を求め、それらの関係式を前記複数箇所の光供給箇所について連立させることにより、前記複数箇所の受光箇所での光の強度と流体の濃度との関係を示す関係式を求め、その関係式に基づいて前記複数箇所の受光箇所での光の強度から流体の濃度を求めて出力することを特徴とするものである。

[0007] また、この発明の流体濃度の測定装置は、光透過性の管壁を持つ管路内を流れる流体の濃度を測定する装置において、

前記管路の延在方向に沿って互いに隣接して並ぶ前記管路の表面上の複数箇所に位置する光供給箇所であって前記管路内に光を供給する光源と、

それらの光供給箇所に対しその管路の直径方向の反対側に位置する前記管路の表面上の複数箇所の受光箇所であってそれぞれ、前記供給されてその管路の壁内およびその管路内の流体内を通過して来た光を受光してその光の強度を示

す信号を出力する受光素子と、

それらの受光箇所での光の強度からランベルトーベールの法則に基づき、前記複数箇所の光供給箇所の各々についてそこからの光を前記複数箇所の受光箇所ですべて受光する場合の光の強度と流体の濃度との関係を示す複数の関係式をもとめ、それらを前記複数箇所の光供給箇所について連立させることにより求めた、前記複数箇所の受光箇所での光の強度と流体の濃度との関係を示す関係式に基づいて、前記複数箇所の受光箇所での光の強度から流体の濃度を求めて出力する流体濃度出力手段と、  
を具えることを特徴とするものである。

### 発明の効果

[0008] かかるこの発明の流体濃度の測定方法によれば、樹脂チューブやガラス管等の光透過性の管路内を流れる血液や薬液等の流体の濃度を測定するに際し、その管路の延在方向に沿って互いに隣接して並ぶ前記管路の表面上の2以上の複数箇所の光供給箇所が光源が前記管路内に光を供給し、それらの光供給箇所に対しその管路の直径方向の反対側に位置する前記管路の表面上の2以上の複数箇所の受光箇所ですべて、前記供給されてその管路の壁内および管路内を流れる流体内を通過して来た光を受光して光の強度を求め、それらの受光箇所での光の強度からランベルトーベールの法則に基づき、前記複数箇所の光供給箇所の各々についてそこからの光を前記複数箇所の受光箇所ですべて受光する場合の光の強度と流体の濃度との関係を示す複数の関係式を求め、それらの関係式を前記複数箇所の光供給箇所について連立させることにより、管路の壁厚さの項等を打ち消して前記複数箇所の受光箇所での光の強度と流体の濃度との関係を示す関係式を求め、その関係式に基づいて前記複数箇所の受光箇所での光の強度から流体の濃度を求めて出力するので、管路の壁厚さや発光強度等が不明であったり変化したりしても、管路内を流れる血液や薬液等の流体の濃度を高精度に測定することができる。

[0009] そしてこの発明の流体濃度の測定装置によれば、樹脂チューブやガラス管等の光透過性の管路内を流れる流体の濃度を測定する装置において、前記管

路の延在方向に沿って互いに隣接して並ぶ前記管路の表面上の2以上の複数箇所位置する光供給箇所光源が前記管路内に光を供給し、それらの光供給箇所に対しその管路の直径方向の反対側に位置する前記管路の表面上の複数箇所の受光箇所それぞれ受光素子が、前記供給されてその管路の壁内およびその管路内の流体内を通過して来た光を受光してその光の強度を示す信号を出力し、そして流体濃度出力手段が、それらの受光箇所での光の強度からランベルトーベールの法則に基づき、前記複数箇所の光供給箇所の各々についてそこからの光を前記複数箇所の受光箇所それぞれ受光する場合の光の強度と流体の濃度との関係を示す複数の関係式をもとめ、それらを前記複数箇所の光供給箇所について連立させることにより求めた、前記複数箇所の受光箇所での光の強度と流体の濃度との関係を示す関係式に基づいて、前記複数箇所の受光箇所での光の強度から流体の濃度を求めて出力するので、管路の壁厚さや発光強度等が不明であったり変化したりしても、管路内を流れる血液や薬液等の流体の濃度を高精度に測定することができる。

[0010] なお、この発明の流体濃度の測定装置においては、前記流体濃度出力手段は、前記複数箇所の受光箇所での光の強度と流体の濃度との関係を示す関係式を用いてあらかじめ求めて記憶した、前記複数箇所の受光箇所での光の強度と流体の濃度との関係を示すテーブルを用いて、前記複数箇所の受光箇所での光の強度から流体の濃度を求めて出力するものでも良く、このようなテーブルを用いれば、複数箇所の受光箇所での光の強度から短時間で容易に流体の濃度を求めて出力することができる。

[0011] また、この発明の流体濃度の測定装置においては、前記流体濃度出力手段は、前記複数箇所の受光箇所での光の強度と流体の濃度との関係を示す関係式に基づき、あらかじめ実験により求めて記憶した、前記複数箇所の受光箇所での光の強度と実際の流体の濃度との関係を示すテーブルを用いて、前記複数箇所の受光箇所での光の強度から流体の濃度を求めて出力するものでも良く、このようなテーブルを用いても、複数箇所の受光箇所での光の強度から短時間で容易に流体の濃度を求めて出力することができる。

## 図面の簡単な説明

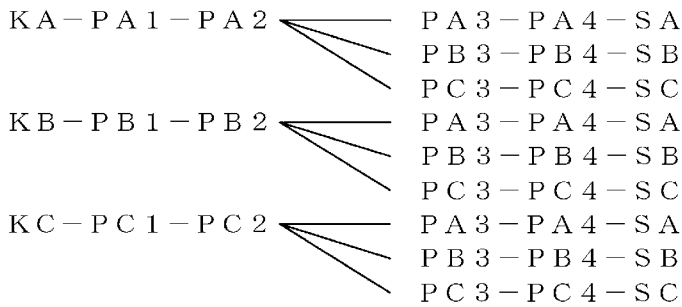
- [0012] [図1]この発明の流体濃度の測定方法の一実施例を示す説明図である。
- [図2]上記実施例の流体濃度の測定方法を示す説明図である。
- [図3]上記実施例の流体濃度の測定方法を示す説明図である。
- [図4]上記実施例の流体濃度の測定方法を示す説明図である。
- [図5]上記実施例の流体濃度の測定方法を示す説明図である。
- [図6]上記実施例の流体濃度の測定方法を示す説明図である。
- [図7]上記実施例の流体濃度の測定方法を示す説明図である。
- [図8]上記実施例の流体濃度の測定方法を示す説明図である。
- [図9]上記実施例の流体濃度の測定方法を示す説明図である。
- [図10]上記実施例の流体濃度の測定方法を示す説明図である。
- [図11]この発明の流体濃度の測定装置の一実施例を示す構成図である。

## 発明を実施するための形態

- [0013] 以下、本発明の実施の形態を実施例によって、図面に基づき詳細に説明する。ここに、図1～10は、この発明の流体濃度の測定方法の一実施例における測定および計算手順を順次に示す説明図である。
- [0014] この実施例の流体濃度の測定方法は、光透過性の管壁を持つ管路としての実質的に透明な樹脂チューブ内を流れる、流体としての血液の濃度を測定するものであり、ここでは、図1に示すように、光源としての3つの発光ダイオードKA、KB、KCからそれぞれ出力された光が、樹脂チューブの延在方向に沿って互いに隣接して並ぶその樹脂チューブの表面上の3箇所位置する光供給箇所樹脂チューブ内に供給され、樹脂チューブのそれらの発光ダイオードに近い側のチューブ壁と、樹脂チューブ内の血液と、それらの発光ダイオードから遠い側（反対側）のチューブ壁とを通過して、それらの光供給箇所に対しその樹脂チューブの直径方向の反対側に位置する樹脂チューブの表面上の3箇所の受光箇所3つの光センサSA、SB、SCに到達するものとし、光センサに到達する経路は、最も光強度が強い部分を考え、光源としての3つの発光ダイオードKA、KB、KCからそれぞれ出力された

光は、

[数1]



の経路をそれぞれ進むものとするモデルを考える。

[0015] 次に、図2に示すように、各光路近傍の吸光係数  $\epsilon$  および経路長  $l$  を、

[数2]

- 光路 PA1-PA2 :  $\epsilon A1 : lA1$
- 光路 PA3-PA4 :  $\epsilon A2 : lA2$
- 光路 PB1-PB2 :  $\epsilon B1 : lB1$
- 光路 PB3-PB4 :  $\epsilon B2 : lB2$
- 光路 PC1-PC2 :  $\epsilon C1 : lC1$
- 光路 PC3-PC4 :  $\epsilon C2 : lC2$

とし、

樹脂チューブ内の血液の吸光係数を  $\epsilon H$ 、濃度を  $CH$  とし、

センサ間距離を、センサ SA-SB 間および SB-SC 間 :  $LN$ 、センサ SA-SC 間 :  $LF$  と設定し、

樹脂チューブの内径を、PA2-PA3 :  $DA$ 、PB2-PB3 :  $DB$ 、PC2-PC3 :  $DC$  とする。

[0016] 次に、図3に示すように、発光ダイオード KA のみが発光した場合を考える。PA1, PA2, PA3, PA4, PC3, PC4 の各点を通過するときの光の強さをそれぞれ  $IA1, IA2, IA3, IAG, IAC3, IAF$  とすると、ランベルトーベールの法則により、図4に示すように、

[数3]

$$\begin{aligned}
 IA_2 &= IA_1 \cdot 10^{\varepsilon_{A1} \ell_{A1}} \\
 IA_3 &= IA_2 \cdot 10^{\varepsilon_{HCHDA}} \\
 IAG &= IA_3 \cdot 10^{\varepsilon_{A2} \ell_{A2}} \\
 &= IA_2 \cdot 10^{\varepsilon_{HCHDA}} \cdot 10^{\varepsilon_{A2} \ell_{A2}} \dots (1) \\
 IAC_3 &= IA_2 \cdot 10^{\varepsilon_{HCH} (DA + \ell_{AF})} \\
 IAF &= IAC_3 \cdot 10^{\varepsilon_{C2} \ell_{C2}} \\
 &= IA_2 \cdot 10^{\varepsilon_{HCH} (DA + \ell_{AF})} \cdot 10^{\varepsilon_{C2} \ell_{C2}} \dots (2)
 \end{aligned}$$

となる。

[0017] (2)式を(1)式で割ると、

[数4]

$$\frac{IAF}{IAG} = \frac{10^{\varepsilon_{HCH} (DA + \ell_{AF})} \cdot 10^{\varepsilon_{C2} \ell_{C2}}}{10^{\varepsilon_{HCHDA}} \cdot 10^{\varepsilon_{A2} \ell_{A2}}} \dots (3)$$

となる。

[0018] 同様に、図5に示すように、発光ダイオードKCのみが発光した場合を考えると、

[数5]

$$\frac{ICF}{ICG} = \frac{10^{\varepsilon_{HCH} (DC + \ell_{CF})} \cdot 10^{\varepsilon_{A2} \ell_{A2}}}{10^{\varepsilon_{HCHDA}} \cdot 10^{\varepsilon_{C2} \ell_{C2}}} \dots (4)$$

となる。

ここに、 $\ell_{AF}$ 、 $\ell_{CF}$ は、図4、5に示すように、発光ダイオードK A、K Cからそれぞれ樹脂チューブを直交した場合と斜交した場合との光路差を示す。

[0019] 次に、(3)式×(4)式を考えると、

[数6]

$$\begin{aligned}
 \frac{IAF}{IAG} \cdot \frac{ICF}{ICG} &= \frac{10^{\varepsilon_{HCH} (DA + \ell_{AF})} \cdot 10^{\varepsilon_{C2} \ell_{C2}}}{10^{\varepsilon_{HCHDA}} \cdot 10^{\varepsilon_{A2} \ell_{A2}}} \cdot \frac{10^{\varepsilon_{HCH} (DC + \ell_{CF})} \cdot 10^{\varepsilon_{A2} \ell_{A2}}}{10^{\varepsilon_{HCHDA}} \cdot 10^{\varepsilon_{C2} \ell_{C2}}} \\
 &= 10^{\varepsilon_{HCH} (\ell_{AF} + \ell_{CF})}
 \end{aligned}$$

[0020] 対数をとると、

[数7]

$$\log\left(\frac{IAF}{IAG} \cdot \frac{ICF}{ICG}\right) = \varepsilon H C H (\ell A F + \ell C F) \cdots (5)$$

従って、

[数8]

$$CH = \frac{1}{\varepsilon H} \cdot \frac{1}{\ell A F + \ell C F} \cdot \log\left(\frac{IAF}{IAG} \cdot \frac{ICF}{ICG}\right)$$

となる。

[0021] このことは、発光ダイオードKA、KCをそれぞれ点灯したときの光センサSA、SCの出力から、チューブ吸光係数、チューブ壁厚および光源強度に影響されずに、樹脂チューブ内の血液の濃度を測定できることを示している。しかしながら、光路差 $\ell A F$ 、 $\ell C F$ は実測できない上に、チューブ内径の影響を受けるため樹脂チューブの製造ロットが異なる場合等に問題になるので、ここでは以下の方法によって補正する。

[0022] (3)式および(4)式を求めたのと同様にして、図6に示す、

PA1 - PA2 - PA3 - PA4

PA1 - PA2 - PB3, PB4

PB1 - PB2 - PB3 - PB4

PB1 - PB2 - PA3 - PA4

の4本の光路に対し、図7および図8に示すように各点を通過するときの光強度IA1, IA2, IA3, IAG, IAB3, IAN, IB1, IB2, IB3, IBG, IBA3, IBNをランベルトーベールの法則により求めると、IAGは(1)と同じであるので、

[数9]

$$\begin{aligned} IAG &= IA3 \cdot 10^{\varepsilon A 2 \ell A 2} \\ &= IA2 \cdot 10^{\varepsilon HCHDA} \cdot 10^{\varepsilon A 2 \ell A 2} \dots (6) \end{aligned}$$

$$IAB3 = IA2 \cdot 10^{\varepsilon HCH (DA + \ell AN)}$$

$$\begin{aligned} IAN &= IAB3 \cdot 10^{\varepsilon B 2 \ell B 2} \\ &= IA2 \cdot 10^{\varepsilon HCH (DA + \ell AN)} \cdot 10^{\varepsilon B 2 \ell B 2} \dots (7) \end{aligned}$$

[0023] (6)式および(7)式より、

[数10]

$$\frac{IAN}{IAG} = \frac{10^{\varepsilon HCH (DA + \ell AN)} \cdot 10^{\varepsilon B 2 \ell B 2}}{10^{\varepsilon HCHDA} \cdot 10^{\varepsilon A 2 \ell A 2}} \dots (8)$$

同様に、

[数11]

$$\frac{IBN}{IBG} = \frac{10^{\varepsilon HCH (DB + \ell BN)} \cdot 10^{\varepsilon A 2 \ell A 2}}{10^{\varepsilon HCHDB} \cdot 10^{\varepsilon B 2 \ell B 2}} \dots (9)$$

ここに、 $\ell AN$ 、 $\ell BN$ は、図7に示すように、発光ダイオードKA、KBからそれぞれ樹脂チューブを直交した場合と斜交した場合との光路差を示す。

[0024] 次に、(8)式×(9)式を考えると、

[数12]

$$\begin{aligned} \frac{IAN}{IAG} \cdot \frac{IBN}{IBG} &= \frac{10^{\varepsilon HCH (DA + \ell AN)} \cdot 10^{\varepsilon B 2 \ell B 2}}{10^{\varepsilon HCHDA} \cdot 10^{\varepsilon A 2 \ell A 2}} \cdot \frac{10^{\varepsilon HCH (DB + \ell BN)} \cdot 10^{\varepsilon A 2 \ell A 2}}{10^{\varepsilon HCHDB} \cdot 10^{\varepsilon B 2 \ell B 2}} \\ &= 10^{\varepsilon HCH (\ell AN + \ell BN)} \end{aligned}$$

[0025] 対数をとると、

[数13]

$$\log \left( \frac{IAN}{IAG} \cdot \frac{IBN}{IBG} \right) = \varepsilon HCH (\ell AN + \ell BN) \dots (10)$$

従って、

[数14]

$$CH = \frac{1}{\varepsilon H} \cdot \frac{1}{\ell AN + \ell BN} \cdot \log \left( \frac{IAN}{IAG} \cdot \frac{IBN}{IBG} \right)$$

となる。

[0026] ここで、図9の右側の直角三角形ABCを考え、点A-B間の距離をDxとすると、

[数15]

$$\begin{aligned} Dx^2 + LN^2 &= (Dx + \ell N)^2 \\ &= Dx^2 + 2Dx \ell N + \ell N^2 \\ LN^2 - \ell N^2 &= 2Dx \ell N \\ Dx &= \frac{LN^2 - \ell N^2}{2 \ell N} \quad \dots (11) \end{aligned}$$

また、

[数16]

$$\begin{aligned} Dx^2 + LF^2 &= (Dx + a \ell N)^2 \\ &= Dx^2 + 2aDx \ell N + a^2 \ell N^2 \\ LF^2 - a^2 \ell N^2 &= 2aDx \ell N \\ Dx &= \frac{LF^2 - a^2 \ell N^2}{2 a \ell N} \quad \dots (12) \end{aligned}$$

[0027] (11)式および(12)式より、

[数17]

$$\frac{LN^2 - \ell N^2}{2 \ell N} = \frac{LF^2 - a^2 \ell N^2}{2 a \ell N}$$

分母を整理すると、

$$aLN^2 - a\ell N^2 = LF^2 - a^2 \ell N^2$$

移項すると、

$$a^2 \ell N^2 - a\ell N^2 = LF^2 - aLN^2$$

纏めると、

$$\ell N^2 = \frac{LF^2 - aLN^2}{a^2 - a}$$

従って、

$$\ell N = \sqrt{\frac{LF^2 - aLN^2}{a^2 - a}} \dots (13)$$

(11)式および(13)式より、

[数18]

$$Dx = \frac{LN^2 - \left( \frac{LF^2 - aLN^2}{a^2 - a} \right)}{2 \sqrt{\frac{LF^2 - a\ell N^2}{a^2 - a}}} \dots (14)$$

となる。

[0028] また、(5)式より、

[数19]

$$\ell AF + \ell CF = \frac{1}{\varepsilon HCH} \log \left( \frac{IAF}{IAG} \cdot \frac{ICF}{ICG} \right) \dots (15)$$

(10)式より、

$$\ell AN + \ell BN = \frac{1}{\varepsilon HCH} \log \left( \frac{IAN}{IAG} \cdot \frac{IBN}{IBG} \right) \dots (16)$$

図4と図7とを合わせた図9の左側に示す直角三角形ABCと、図9の右側に示す直角三角形ABCとを対比してみると明らかのように、 $\ell AF$ は $a\ell AN$ に対応し、 $\ell AN$ は $\ell N$ に対応する。ここで、 $DA$ と $DB$ と $DC$ とは互いに概ね等しいとすると、(15)式の $\ell AF + \ell CF = 2\ell AF$ となつて、この $2\ell AF$ は、図9の右側に示す三角形ABC内の $a\ell N$ に対応し、また(16)式の $\ell AN + \ell BN = 2\ell AN$ となつて、この $2\ell AN$ は、図9の右側に示す三角形ABC内の $\ell N$ に対応するから、

[数20]

$$2a\ell N = \frac{1}{\varepsilon HCH} \log \left( \frac{IAF}{IAG} \cdot \frac{ICF}{ICG} \right)$$

$$2\ell N = \frac{1}{\varepsilon HCH} \log \left( \frac{IAN}{IAG} \cdot \frac{IBN}{IBG} \right)$$

[0029] よって、

[数21]

$$a = \frac{2a\ell N}{2\ell N} = \frac{\frac{1}{\varepsilon HCH} \log \left( \frac{IAF}{IAG} \cdot \frac{ICF}{ICG} \right)}{\frac{1}{\varepsilon HCH} \log \left( \frac{IAN}{IAG} \cdot \frac{IBN}{IBG} \right)}$$

従って、

$$a = \frac{\log \left( \frac{IAF}{IAG} \cdot \frac{ICF}{ICG} \right)}{\log \left( \frac{IAN}{IAG} \cdot \frac{IBN}{IBG} \right)} \dots (17)$$

となる。

[0030] ここで、(13)式、(14)式、(17)式の構成を考えると、

[数22]

$$\ell N = \sqrt{\frac{LF^2 - aLN^2}{a^2 - a}} \dots (13)$$

$$Dx = \frac{LN^2 - \left( \frac{LF^2 - aLN^2}{a^2 - a} \right)}{2 \sqrt{\frac{LF^2 - a\ell N^2}{a^2 - a}}} \dots (14)$$

$$a = \frac{\log \left( \frac{IAF}{IAG} \cdot \frac{ICF}{ICG} \right)}{\log \left( \frac{IAN}{IAG} \cdot \frac{IBN}{IBG} \right)} \dots (17)$$

であって、LF、LNは固定値であり、IAF、IAG、ICF、ICG、IAN、IBN、IBGは測定値であるから、これらの式は測定値および固定値のみで構成される。

[0031] 逆に、上記測定値はDxによって変化することになるので、図10に示すように、DxをDnor. に正規化（標準化）するための補正乗数 $\alpha$ を求めると、下記のようなになる。但し、数式ではDnor. =Dcとする。

[数23]

$$\begin{aligned} Dc^2 + LN^2 &= (Dc + lc)^2 \\ &= Dc^2 + 2Dc lc + lc^2 \\ Dx^2 + LN^2 &= (Dx + lN)^2 \\ &= Dx^2 + 2Dx lN + lN^2 \end{aligned}$$

従って、

[数24]

$$\begin{aligned} 2lcDc + lc^2 &= 2lNDx + lN^2 \\ lc &= \alpha lN \text{ であるので、} \\ 2\alpha lNDc + \alpha^2 lN^2 &= 2lNDx + lN^2 \\ 2\alpha Dc + \alpha^2 lN &= 2Dx + lN \end{aligned}$$

これを $\alpha$ の2次方程式として根の公式で $\alpha$ を求めると、補正乗数 $\alpha$ は、

[数25]

$$\alpha = \frac{\sqrt{Dc^2 + lN(2Dx + lN)} - Dc}{lN} \dots (18)$$

となる。

[0032] ところで、先に述べたように、樹脂チューブ内の血液の濃度CHは、

[数26]

$$CH = \frac{1}{\varepsilon H} \cdot \frac{1}{lAN + lBN} \cdot \log \left( \frac{IAN}{IAG} \cdot \frac{IBN}{IBG} \right)$$

であるところ、lAN, lBNは実測できないので、実測値から計算したlNと上記補正乗数 $\alpha$ とを用いて、lAN =  $\alpha$ lN, lBN =  $\alpha$ lNと変換すると、

[数27]

$$CH = \frac{1}{\epsilon H} \cdot \frac{1}{2\alpha l N} \cdot \log \left( \frac{IAN}{IAG} \cdot \frac{IBN}{IBG} \right) \dots (19)$$

となる。

[0033] この(19)式に前述の(11)式、(13)式、(17)式および(18)式と各測定値とを当てはめると、血液濃度（ヘマト（赤血球）濃度）CHが求められるが、計算が複雑であること、および実際の血液では赤血球による光の散乱があるため、ランベルトーベールの法則を拡張して光の散乱のある媒体に適用したモディファイド・ランベルトーベールの法則を適用する必要がある、この場合にも当然に厳密な計算は可能であるが、計算がさらに複雑になることから、この実施例の測定方法では、処理の単純化および、数学関数コマンドを持たない組み込みCPU（中央処理ユニット）で直接濃度を求める場合等を考慮して、実際の血液濃度CHと、光強度測定値を含む以下の項、すなわち、

[数28]

$$\log \left( \frac{IAN}{IAG} \cdot \frac{IBN}{IBG} \right), \log \left( \frac{IAF}{IAG} \cdot \frac{ICF}{ICG} \right)$$

の値を指標とする血液濃度CHの値との間の変換テーブルをあらかじめ作成してメモリ内に記憶しておき、光強度測定値が得られたらそれらの値から変換テーブルおよび発光ガイドKA、KB、KCの発光波長に対応する血液吸光係数εHの値等の上記既知の固定値を用いて血液濃度CHの値を読み出し、それを出力するようにする。

[0034] 図11は、上記実施例の測定方法を実施し得る、この発明の流体濃度の測定装置の一実施例を示す構成図であり、この実施例の流体濃度の測定装置は、光透過性の管壁を持つ管路としての実質的に透明な樹脂チューブ内を流れる、流体としての血液の濃度を測定する装置であって、樹脂チューブTの延在方向に沿って互いに隣接して並ぶその樹脂チューブTの表面上の3箇所に位置する光供給箇所樹脂チューブ内Tに、動脈血の酸素化ヘモグロビンと静脈血の脱酸素化ヘモグロビンとの両方の吸光率がほぼ等しい例えば590

n m 付近の波長の光を供給する光源としての3つの発光ダイオード1（図1のKA, KB, KC）と、それらの発光ダイオード1との間に樹脂チューブTを配置されてそれらの発光ダイオード1にそれぞれ対向し、上記供給されてその樹脂チューブTの壁内およびその樹脂チューブT内の血液内を通過して来た光を受光してその光の強度を示す信号を出力する受光素子としての3つの光センサ2（図1のSA, SB, SC）と、それら3つの光センサ2の出力信号を入力される通常のマイクロコンピュータ3と、そのマイクロコンピュータ3の出力信号を画面表示するディスプレイ装置4と、を具えている。

[0035] かかる実施例の流体濃度の測定装置にあっては、3つの発光ダイオード1から例えば順次に出力された各光が、樹脂チューブTのそれらの発光ダイオード1に近い側のチューブ壁と、樹脂チューブT内の血液と、それらの発光ダイオード1から遠い側（反対側）のチューブ壁とを通過して3つの光センサ2にそれぞれ到達し、それら3つの光センサ2の出力信号を入力されたマイクロコンピュータ3が、上述の変換テーブルおよび固定値を用いた簡単な演算により血液濃度CHの値を求め、それをディスプレイ装置4で表示する。それゆえマイクロコンピュータ3とディスプレイ装置4とは流体濃度出力手段に相当する。なお、この実施例では、3つの光センサ2の出力信号が適度なレベルになるように、3つの発光ダイオード1がそれぞれ発光する光の強度を適宜調節するが、この3つの発光ダイオード1をマイクロコンピュータ3に接続するとともに、3つの光センサ2の出力信号が適度なものかつ安定したものになるようにモニタリング用の光センサを各発光ダイオード1に増設してこれらもマイクロコンピュータ3に接続し、3つの発光ダイオード1がそれぞれ発光する光の強度をマイクロコンピュータ3でフィードバック制御するようにしても良い。

[0036] 従って、この実施例の流体濃度の測定装置によれば、マイクロコンピュータ3が、それら3箇所を受光箇所での3つの光センサ2の出力信号が示す光の強度から、ランベルトーベールの法則に基づき、3箇所の光供給箇所の各

々についてそこからの光を3箇所の受光箇所それぞれで受光する場合の光の強度と血液の濃度との関係を示す3つの関係式をもとめ、それらを3箇所の光供給箇所について連立させることにより求めた、3箇所の受光箇所での光の強度と血液の濃度との関係を示す関係式に基づいて、3箇所の受光箇所での光の強度から血液の濃度を求めてディスプレイ装置4で表示出力するので、樹脂チューブTの内径や壁厚さや発光強度が不明であったり変化したりしても、樹脂チューブT内を流れる血液の濃度を高精度に測定することができる。

[0037] しかも、この実施例の流体濃度の測定装置によれば、マイクロコンピュータ3は、メモリに記憶した、3箇所の受光箇所での光の強度と流体の濃度との関係を示す関係式を用いてあらかじめ別途求めた、3箇所の受光箇所での光の強度と血液の濃度との関係を示すテーブルを用いて、3箇所の受光箇所での光の強度から血液の濃度を求めてディスプレイ装置4で出力するので、3箇所の受光箇所での光の強度から短時間で容易に血液の濃度を求めて出力することができる。

[0038] 以上、図示例に基づき説明したが、この発明は上述の例に限定されるものでなく特許請求の範囲の記載範囲内で適宜変更し得るものであり、例えば上記実施例の方法および装置では、3箇所の受光箇所での光の強度と血液の濃度との関係を示すテーブルを用いて、3箇所の受光箇所での光の強度から血液の濃度を求めて出力しているが、これに代えて、ランベルトーベールの法則に基づき、3箇所の受光箇所での光の強度と血液の濃度との関係を示す関係式を用いて光の強度から血液の濃度を演算により求めて出力するようにしても良く、その場合に、ランベルトーベールの法則として、光の散乱を考慮したモディファイド・ランベルトーベールの法則を適用して3箇所の受光箇所での光の強度と血液の濃度との関係を示す関係式を求めても良い。

[0039] また、上記3箇所の受光箇所での光の強度と血液の濃度とに上記関係式に基づく有意な関係があることが判明しているため、その関係に基づき、流体濃度出力手段としてのマイクロコンピュータ3が、あらかじめ実験により求

めて記憶した、複数箇所の受光箇所での光の強度と実際の流体の濃度との関係を示すテーブルを用いて、それら複数箇所の受光箇所での光の強度から流体の濃度を求めて出力するようにしても良い。さらに、上記実施例の方法および装置では、動脈血の酸素化ヘモグロビンと静脈血の脱酸素化ヘモグロビンとの両方の吸光率がほぼ等しい光として、590 nm付近の波長の光を用いているが、これに代えて、例えば520 nm, 550 nm, 570 nmあるいは805 nm付近の波長の光を用いても良い。

[0040] さらに、上記実施例の方法および装置では、光源として発光ダイオードを用いたが、これに代えて、例えばレーザーダイオードを用いても良く、また、管路として樹脂チューブを用いたが、これに代えて、管路としてガラス管を用いても良く、そして、上記実施例の方法および装置では、液体としての血液の濃度を測定したが、これに代えて、他の液体の濃度測定に用いることもでき、その場合には光源から供給する光として、その液体による吸収率が高い波長の光を選択すると、管壁の厚さ等に応じて3箇所の受光箇所での光の強度に差異が出易いので好ましい。

[0041] さらに、上記実施例の方法および装置では、3箇所の光供給箇所からの光が混ざらないようにそれらの光供給箇所から順次に光を供給し、各光供給箇所からの光を3箇所の受光箇所ですべて受光して光の強度を求めているが、これに代えて、例えば3箇所の光供給箇所からの光に互いに異なる周波数の変調をかけてそれらの光を同時に供給し、3箇所の受光箇所ですべて受光した光をそれらの周波数でフィルタリングすること（変調ロックイン方式）で、各光供給箇所からの光の強度を分別して処理するようにしても良い。

[0042] そして、上記実施例の方法および装置では、3箇所の光供給箇所から光を供給し、各光供給箇所からの光を3箇所の受光箇所ですべて受光して光の強度を求めているが、これに代えて、2箇所または4箇所以上の光供給箇所から光を供給し、各光供給箇所からの光を各光供給箇所に対応する2箇所または4箇所以上の受光箇所ですべて受光して光の強度を求めてもよく、光供給箇所および受光箇所がそれぞれ2箇所の場合には、管路の壁厚さが判明する

ので、例えば樹脂地チューブ等の管路の装着による誤差を吸収することができる。また光供給箇所および受光箇所がそれぞれ3箇所の場合には、管路の壁厚さおよび内径が判明するので、上記実施例の如くして検査対象の血液濃度を求めることができる。そして光供給箇所および受光箇所がそれぞれ4箇所以上の場合には、得られた結果を平均化する等により測定精度をより高めることができる。

### 産業上の利用可能性

[0043] かくしてこの発明の流体濃度の測定方法によれば、樹脂チューブやガラス管等の光透過性の管路内を流れる血液や薬液等の流体の濃度を測定するに際し、その管路の延在方向に沿って互いに隣接して並ぶ前記管路の表面上の2以上の複数箇所の光供給箇所と光源が前記管路内に光を供給し、それらの光供給箇所に対しその管路の直径方向の反対側に位置する前記管路の表面上の2以上の複数箇所の受光箇所とそれぞれ、前記供給されてその管路の壁内および管路内を流れる流体内を通過して来た光を受光して光の強度を求め、それらの受光箇所での光の強度からランベルトーベールの法則に基づき、前記複数箇所の光供給箇所の各々についてそこからの光を前記複数箇所の受光箇所とそれぞれ受光する場合の光の強度と流体の濃度との関係を示す複数の関係式を求め、それらの関係式を前記複数箇所の光供給箇所について連立させることにより、管路の壁厚さの項等を打ち消して前記複数箇所の受光箇所での光の強度と流体の濃度との関係を示す関係式を求め、その関係式に基づいて前記複数箇所の受光箇所での光の強度から流体の濃度を求めて出力するので、管路の壁厚さや発光強度等が不明であったり変化したりしても、管路内を流れる血液や薬液等の流体の濃度を高精度に測定することができる。

[0044] そしてこの発明の流体濃度の測定装置によれば、樹脂チューブやガラス管等の光透過性の管路内を流れる流体の濃度を測定する装置において、前記管路の延在方向に沿って互いに隣接して並ぶ前記管路の表面上の2以上の複数箇所に位置する光供給箇所と光源が前記管路内に光を供給し、それらの光供給箇所に対しその管路の直径方向の反対側に位置する前記管路の表面上の複

数箇所の受光箇所それぞれ受光素子が、前記供給されてその管路の壁内およびその管路内の流体内を通過して来た光を受光してその光の強度を示す信号を出力し、そして流体濃度出力手段が、それらの受光箇所での光の強度からランベルトーベールの法則に基づき、前記複数箇所の光供給箇所の各々についてそこからの光を前記複数箇所の受光箇所それぞれ受光する場合の光の強度と流体の濃度との関係を示す複数の関係式をもとめ、それらを前記複数箇所の光供給箇所について連立させることにより求めた、前記複数箇所の受光箇所での光の強度と流体の濃度との関係を示す関係式に基づいて、前記複数箇所の受光箇所での光の強度から流体の濃度を求めて出力するので、管路の壁厚さや発光強度等が不明であったり変化したりしても、管路内を流れる血液や薬液等の流体の濃度を高精度に測定することができる。

#### 符号の説明

- [0045]
- 1 発光ダイオード
  - 2 光センサ
  - 3 マイクロコンピュータ
  - 4 ディスプレイ装置
  - T 樹脂チューブ

## 請求の範囲

[請求項1] 光透過性の管壁を持つ管路内を流れる流体の濃度を測定するに際し

、

その管路の延在方向に沿って互いに隣接して並ぶ前記管路の表面上の複数箇所の光供給箇所であって前記管路内に光源から光を供給し、

それらの光供給箇所に対しその管路の直径方向の反対側に位置する前記管路の表面上の複数箇所の受光箇所であってそれぞれ、前記供給されてその管路の壁内および管路内を流れる流体内を通過して来た光を受光して光の強度を求め、

それらの受光箇所での光の強度からランベルトーベールの法則に基づき、前記複数箇所の光供給箇所の各々についてそこからの光を前記複数箇所の受光箇所であってそれぞれ受光する場合の光の強度と流体の濃度との関係を示す複数の関係式を求め、それらの関係式を前記複数箇所の光供給箇所について連立させることにより、前記複数箇所の受光箇所での光の強度と流体の濃度との関係を示す関係式を求め、その関係式に基づいて前記複数箇所の受光箇所での光の強度から流体の濃度を求めて出力することを特徴とする流体濃度の測定方法。

[請求項2] 光透過性の管壁を持つ管路内を流れる流体の濃度を測定する装置に

おいて、

前記管路の延在方向に沿って互いに隣接して並ぶ前記管路の表面上の複数箇所に位置する光供給箇所であって前記管路内に光を供給する光源と

、

それらの光供給箇所に対しその管路の直径方向の反対側に位置する前記管路の表面上の複数箇所の受光箇所であってそれぞれ、前記供給されてその管路の壁内およびその管路内の流体内を通過して来た光を受光してその光の強度を示す信号を出力する受光素子と、

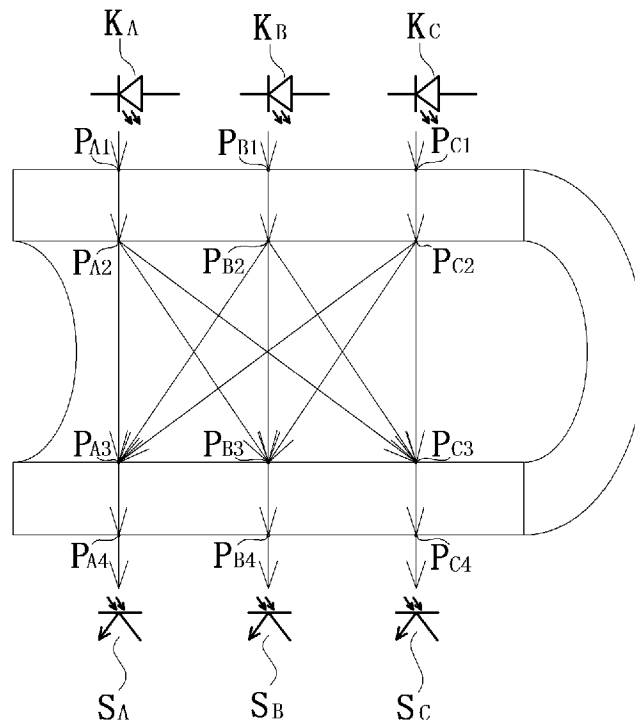
それらの受光箇所での光の強度からランベルトーベールの法則に基づき、前記複数箇所の光供給箇所の各々についてそこからの光を前記

複数箇所の受光箇所それぞれ受光する場合の光の強度と流体の濃度との関係を示す複数の関係式をもとめ、それらの関係式を前記複数箇所の光供給箇所について連立させることにより求めた、前記複数箇所の受光箇所での光の強度と流体の濃度との関係を示す関係式に基づいて、前記複数箇所の受光箇所での光の強度から流体の濃度を求めて出力する流体濃度出力手段と、  
を具えることを特徴とする流体濃度の測定装置。

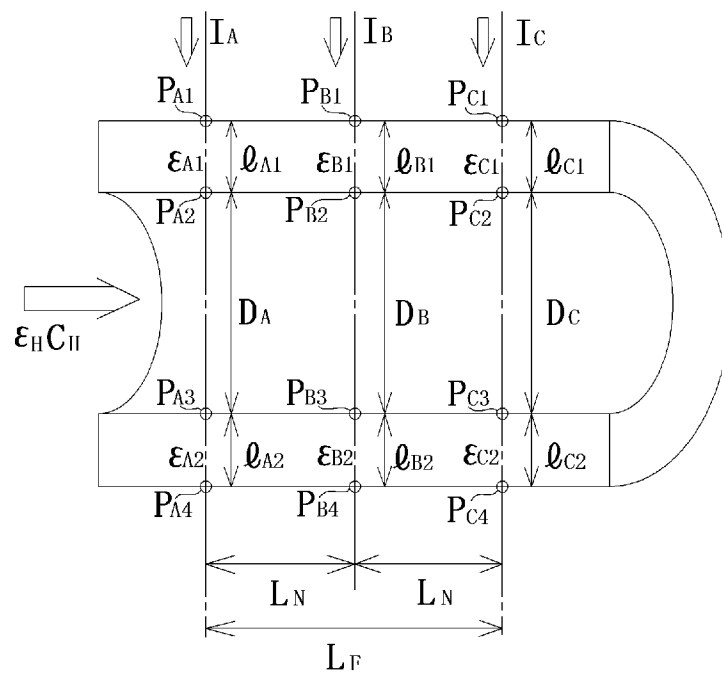
[請求項3] 前記流体濃度出力手段は、前記複数箇所の受光箇所での光の強度と流体の濃度との関係を示す関係式を用いてあらかじめ求めて記憶した、前記複数箇所の受光箇所での光の強度と流体の濃度との関係を示すテーブルを用いて、前記複数箇所の受光箇所での光の強度から流体の濃度を求めて出力するものである、請求項2記載の流体濃度の測定装置。

[請求項4] 前記流体濃度出力手段は、前記複数箇所の受光箇所での光の強度と流体の濃度との関係を示す関係式に基づき、あらかじめ実験により求めて記憶した、前記複数箇所の受光箇所での光の強度と実際の流体の濃度との関係を示すテーブルを用いて、前記複数箇所の受光箇所での光の強度から流体の濃度を求めて出力するものである、請求項2記載の流体濃度の測定装置。

[図1]

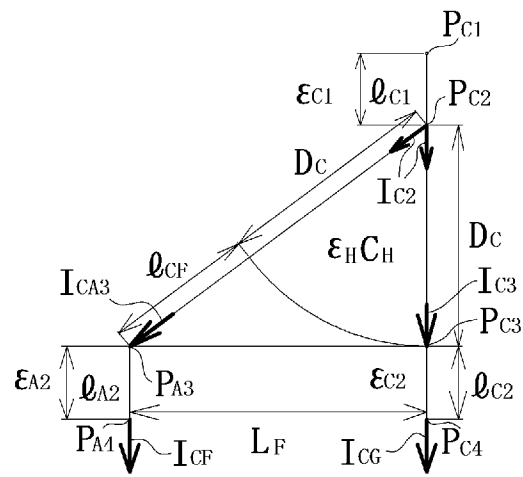


[図2]

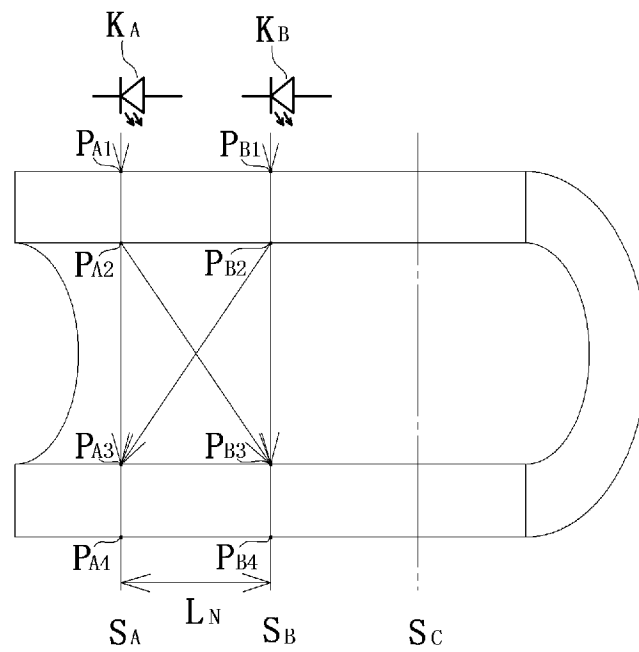




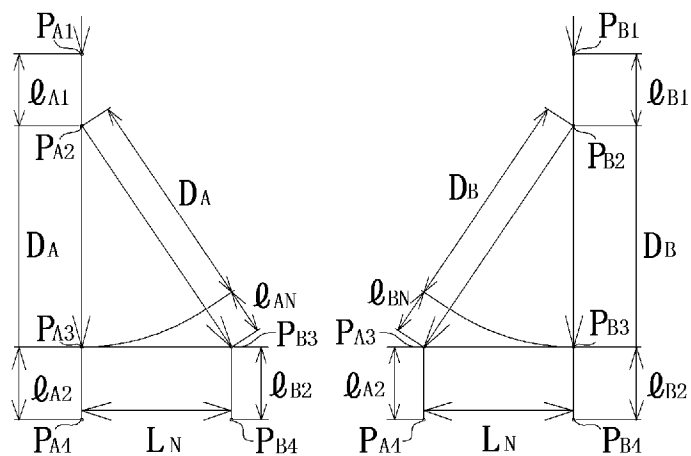
[図5]



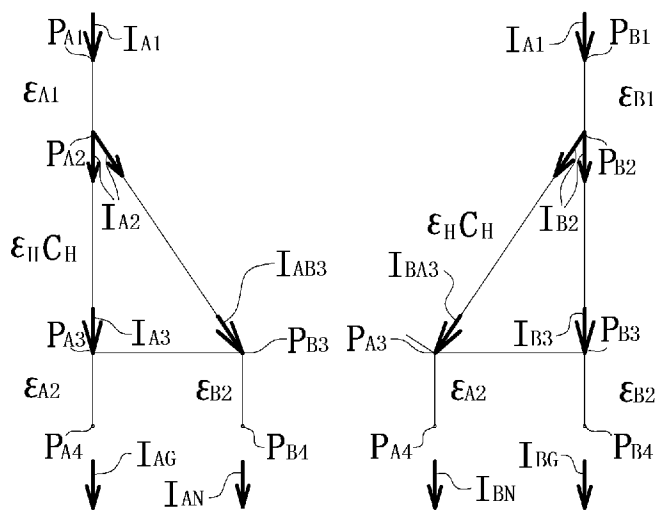
[図6]



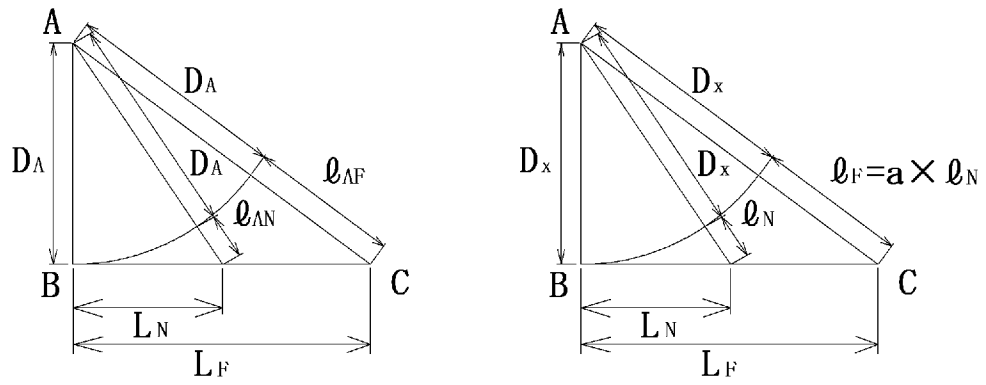
[図7]



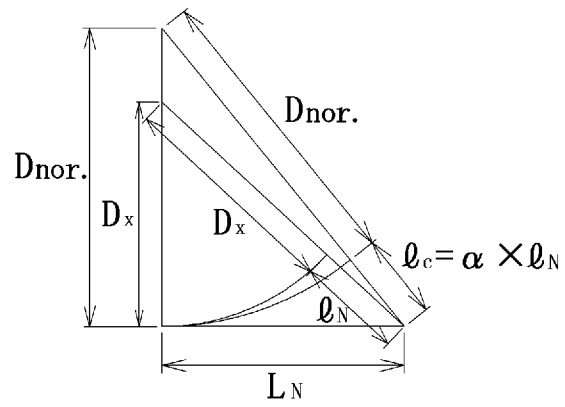
[図8]



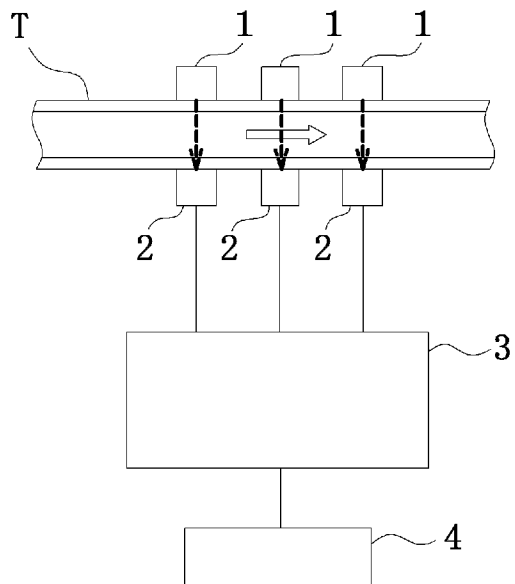
[図9]



[図10]



[図11]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2012/075082

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

G01N21/59(2006.01) i, G01N21/27(2006.01) i, G01N33/49(2006.01) 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)

G01N21/00-21/61

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamII), WPI

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 150504/1986(Laid-open No. 057566/1988) (Toshiba Corp.), 16 April 1988 (16.04.1988), page 4, line 17 to page 9, line 3; fig. 1 (Family: none)	1-4
Y	JP 6-038947 A (University of Manitoba), 15 February 1994 (15.02.1994), paragraphs [0088] to [0091]; fig. 4, 10 & US 5331958 A & GB 9206954 D & GB 9206967 D & GB 9206970 D & GB 9206954 D0 & EP 575712 A3 & DE 69332325 T & ES 2179045 T	1-4

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  
12 December, 2012 (12.12.12)

Date of mailing of the international search report  
25 December, 2012 (25.12.12)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2012/075082

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 8-054339 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 27 February 1996 (27.02.1996), paragraphs [0004] to [0007], [0020], [0023], [0029] to [0032] (Family: none)	1-4
Y	JP 2003-021594 A (Aloka Co., Ltd.), 24 January 2003 (24.01.2003), paragraphs [0041] to [0042] (Family: none)	3-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. G01N21/59(2006.01)i, G01N21/27(2006.01)i, G01N33/49(2006.01)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. G01N21/00-21/61

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 1971-2012年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2012年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2012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(JDreamII), WPI

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
Y	日本国実用新案登録出願61-150504号(日本国実用新案登録出願公開63-057566号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム(株式会社東芝)1988.04.16,第4頁第17行-第9頁第3行、第1図(ファミリーなし)	1-4
Y	JP 6-038947 A (ユニバーシティ オブ マニトバ) 1994.02.15,段落0088-段落0091、図4、図10 & US 5331958 A & GB 9206954 D & GB 9206967 D & GB 9206970 D & GB 9206954 D0 & EP 575712 A3 & DE 69332325 T & ES 2179045 T	1-4

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 12.12.2012	国際調査報告の発送日 25.12.2012
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) 横尾 雅一 電話番号 03-3581-1101 内線 3292

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
Y	JP 8-054339 A (富士電機株式会社) 1996.02.27, 段落0004-段落0007、段落0020、段落0023、段落0029-段落0032 (ファミリーなし)	1-4
Y	JP 2003-021594 A (アロカ株式会社) 2003.01.24, 段落0041-段落0042 (ファミリーなし)	3-4