

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6616290号
(P6616290)

(45) 発行日 令和1年12月4日(2019.12.4)

(24) 登録日 令和1年11月15日(2019.11.15)

(51) Int.Cl.

F I

GO 1 N 21/64 (2006.01)

GO 1 N 21/64

F

GO 1 N 21/27 (2006.01)

GO 1 N 21/27

B

請求項の数 22 (全 42 頁)

(21) 出願番号 特願2016-517311 (P2016-517311)
 (86) (22) 出願日 平成26年9月26日 (2014.9.26)
 (65) 公表番号 特表2016-536573 (P2016-536573A)
 (43) 公表日 平成28年11月24日 (2016.11.24)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2014/057598
 (87) 国際公開番号 W02015/048378
 (87) 国際公開日 平成27年4月2日 (2015.4.2)
 審査請求日 平成29年9月26日 (2017.9.26)
 (31) 優先権主張番号 14/039,683
 (32) 優先日 平成25年9月27日 (2013.9.27)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 米国 (US)

(73) 特許権者 510250467
 エコラボ ユーエスエー インコーポレイ
 ティド
 アメリカ合衆国, ミネソタ 55102,
 セント ポール, エコラボ プレイス 1
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100077517
 弁理士 石田 敬
 (74) 代理人 100087413
 弁理士 古賀 哲次
 (74) 代理人 100146466
 弁理士 高橋 正俊
 (74) 代理人 100128495
 弁理士 出野 知

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチチャネル蛍光センサ及びその使用方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光経路に光学的に接続された光学窓を通して分析中の流体サンプルに光を導き、前記流体サンプルからの光を、前記光学窓を通して受容するよう構成された光経路を有する、ハウジングと；

第一の波長の光を、前記光経路を通して、前記流体サンプルへと放出するよう構成された、第一の発光体と；

前記第一の波長とは異なる第二の波長の光を、前記光経路を通して、前記流体サンプルへと放出するよう構成された、第二の発光体と；

前記流体サンプルからの光を、前記光経路を通して受容するよう構成された、光学検出器と

を含み、前記第一の発光体と光学窓との間に位置する第一の光学フィルタと、前記光学検出器と前記光学窓との間に位置する第二の光学フィルタとを更に含み、前記第一の光学フィルタは、前記流体サンプルによって放出される蛍光の範囲内の光の波長の実質的に全てを除去するよう構成され、前記第二の光学フィルタは、前記第一の発光体によって放出される光の波長の実質的に全てを除去するが、しかしながら、前記第二の発光体からの波長、前記第一の発光体からの光にตอบสนองして前記流体サンプルから放出される蛍光発光、及び前記第二の発光体からの光にตอบสนองして流体サンプルによって散乱する光を通過させるよう構成された、光学的センサ。

【請求項 2】

10

20

前記光経路が、前記光経路に沿って延在する主軸を画定し、前記主軸が、前記光学窓の中心及び前記光学検出器の中心を通して延在し、

前記光学窓が、前記光経路から前記流体サンプルへと光を導き、前記流体サンプルから光を受容して前記光経路へと導くよう構成された光学レンズである、請求項 1 に記載の光学センサ。

【請求項 3】

前記光学レンズが、本質的に単一のボールレンズから成る、請求項 2 に記載の光学センサ。

【請求項 4】

前記光経路は、第一の光経路を画定し、前記第一の光経路と約 90 度の角度で交差する第二の光経路を更に含み、前記第一の光経路は、前記光学窓と前記光学検出器との間に位置し、前記第一の発光体及び前記第二の発光体は、それぞれ、第二の光経路に光を放出するように配置され、

10

前記光学センサは、前記第一の光経路と前記第二の光経路との交点に配置された部分反射性の光学窓を更に含み、前記部分反射性の光学窓は、前記第一の発光体及び前記第二の発光体によって放出される光の少なくとも一部を、前記第二の光経路から前記第一の光経路へと反射するよう構成され、前記部分反射性の光学窓は、前記流体サンプルから受容される光の少なくとも一部を、前記光学検出器へと送るよう構成された、請求項 1 に記載の光学センサ。

【請求項 5】

20

ビームダンブを更に含み、前記ビームダンブは、前記部分反射性の光学窓によって送られる前記第一の発光体及び前記第二の発光体からの光が入射するよう配置され、前記第一の発光体及び前記第二の発光体によって放出される入射光の実質的に全部を吸収するよう構成された、請求項 4 に記載の光学センサ。

【請求項 6】

前記部分反射性の光学窓が、二色性フィルタを含む、請求項 4 に記載の光学センサ。

【請求項 7】

前記光学窓が光学レンズであり、前記光学センサは前記部分反射性の光学窓と前記光学レンズとの間に配置された光ガイドを更に含む、請求項 4 に記載の光学センサ。

【請求項 8】

30

前記光学検出器が、第一の光学検出器と、前記第一の発光体及び前記第二の発光体の少なくとも 1 つから前記第二の光経路の反対側に配置された第二の光学検出器とを更に含む、請求項 4 に記載の光学センサ。

【請求項 9】

前記第二の光経路と約 90 度の角度で交差した第三の光経路を更に含み、前記第二の光学検出器が、前記第一の発光体及び前記第二の発光体の少なくとも 1 つの反対側の前記第三の光経路の末端に配置され、

前記光学センサは、前記第二の光経路と前記第三の光経路との交点に配置された部分反射性の光学窓を更に含み、前記部分反射性の光学窓は、前記第一の発光体によって放出される光の少なくとも一部を、前記第二の光経路から前記第三の光経路へと反射するよう構成され、前記部分反射性の光学窓は、前記第二の発光体によって放出される光の少なくとも一部を、前記第三の光経路へと送るよう構成された、請求項 8 に記載の光学センサ。

40

【請求項 10】

前記部分反射性の光学窓が、クォーツ、又はサファイア窓を含む、請求項 9 に記載の光学センサ。

【請求項 11】

少なくとも 1 つの更なる光経路を更に含み、前記更なる光経路は、前記第一の光経路と約 90 度の角度で交差しており、前記部分反射性の光学窓と前記光学窓の反対側の前記第一の光経路の末端との間に配置され、前記第一の光学検出器は、それぞれ入射光を検出す

50

るよう構成された複数の光学検出器を含む、請求項 8 に記載の光学的センサ。

【請求項 1 2】

前記第一の波長は、255 ナノメートル (nm) から 700 nm であり、前記第二の波長は、800 nm から 1100 nm である、請求項 1 に記載の光学的センサ。

【請求項 1 3】

前記ハウジングは、パイプの T 部内を流れる流体サンプル中に光学窓が配置されるようにパイプの T 部の一つに挿入されるよう構成され、

前記ハウジングは、流体容器のポート内を流れる流体サンプル内に前記光学窓が配置されるように流体容器のポートに挿入されるよう構成された、請求項 1 に記載の光学的センサ。

10

【請求項 1 4】

前記ハウジングが底面を画定し、前記光学窓は、前記底面から遠位に前記流体サンプル内へと延在し、前記光学窓の隣の前記底面上に位置する非光学的センサを更に含み、

前記非光学的センサが、pH センサ、伝導率センサ、及び温度センサの少なくとも一つを含む、請求項 1 に記載の光学的センサ。

【請求項 1 5】

第一の発光体によって、第一の波長の光を、ハウジングの光経路、第一の光学フィルタ及び前記光経路に光学的に接続された光学窓を通して、分析中の流体サンプルへと放出することと；

前記流体サンプルによって放出された蛍光発光を、前記光経路及び第二の光学フィルタを通して、光学検出器によって受容することと；

20

第二の発光体によって、前記第一の波長とは異なる第二の波長の光を、前記光経路を通して、前記分析中の流体サンプルへと放出することと；

前記流体サンプルによって散乱した光を、前記光経路及び前記第二の光学フィルタを通して、光学検出器によって受容することと

を含み、前記第一の光学フィルタは、前記流体サンプルによって放出される蛍光の範囲内の光の波長の実質的に全てを除去するよう構成され、前記第二の光学フィルタは、前記第一の発光体によって放出される光の波長の実質的に全てを除去するが、しかしながら、前記第二の発光体からの波長、前記第一の発光体からの光に応答して前記流体サンプルから放出される蛍光発光、及び前記第二の発光体からの光に応答して流体サンプルによって散乱する光を通過させるよう構成された、方法。

30

【請求項 1 6】

前記光経路が第一の光経路を画定し、前記光経路を通して前記第一の波長の光を放出すること及び前記第二の波長の光を放出することは、前記第一の波長の光及び前記第二の波長の光を、前記第一の光経路と約 90 度の角度で交差する第二の光経路へと導くことを含む、請求項 1 5 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記第一の発光体及び前記第二の発光体によって放出される光の少なくとも一部を、部分反射性の光学窓によって、前記第二の光経路から前記第一の光経路へと反射することと、前記流体サンプルから受容される光の少なくとも一部を、前記部分反射性の光学窓を通して、前記光学検出器へと送ることとを更に含む、請求項 1 6 に記載の方法。

40

【請求項 1 8】

前記光学検出器が第一の光学検出器を含み、前記第一の発光体及び前記第二の発光体の少なくとも一つからの光を、第三の光経路を介して、第二の光学検出器で受容することを更に含み、前記第三の光経路は、第二の光経路と約 90 度の角度で交差している、請求項 1 6 に記載の方法。

【請求項 1 9】

前記第一の発光体によって放出される光の少なくとも一部を、部分反射性の光学窓によって、前記第二の光経路から前記第三の光経路へと、及び前記第二の光学検出器の方へと反射することを更に含む、請求項 1 8 に記載の方法。

50

【請求項 2 0】

前記第一の発光体によって放出される光を前記第一の光学フィルタに通して、前記流体サンプルによって放出される蛍光の範囲内の光の波長の実質的に全てを除去することと、前記流体サンプルから受容した光を第二の光学フィルタに通して、前記第一の発光体及び前記第二の発光体によって放出される光の波長の実質的に全てを除去することとを更に含む、請求項 1 5 に記載の方法。

【請求項 2 1】

前記サンプルから受容した蛍光発光に基づいて、前記流体サンプルの少なくとも一つの特徴を決定することを更に含む、

前記少なくとも一つの特徴を決定することは、前記サンプルから受容した散乱光に基づいて、少なくとも一つの特徴を調節することを含む、請求項 1 5 に記載の方法。

【請求項 2 2】

光学窓を通して、第一の波長の光で流体サンプルを照らすことと；

前記流体サンプルからの蛍光発光を、前記光学窓を通して集めることと；

前記蛍光発光の波長以外の、光の波長の実質的に全てを除去して、前記蛍光発光の大きさを検出することと；

前記光学窓を通して、第二の波長の光で前記流体サンプルを照らすことと；

前記光学窓を通して散乱光を集めることと；

前記散乱光の波長以外の、光の波長の実質的に全てを除去して、前記散乱光の大きさを検出することと

を含む、方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0 0 0 1】**

本明細書は、光学的測定装置に関し、より詳細にはサンプル中の一つ又は複数の物質の濃度を監視するための蛍光光度計に関する。

【背景技術】**【0 0 0 2】**

洗浄及び抗菌作業において、商用ユーザ（例えば、飲食店、ホテル、食品及び飲料工場、食料雑貨店など）は、洗浄用又は抗菌用製品の濃度に頼って、製品を効果的にしている。洗浄用又は抗菌用製品が（例えば濃度の問題により）効果的に働かないことは、商用ユーザに、製品をより低品質なものとして認めさせる可能性がある。末端消費者は、そのような製品の商業的提供者を、劣ったサービスを提供するものとして認めることがある。更に、商用ユーザは、政府規制及び健康機関によって調査及び／又は認可を受けることがある。したがって、流体溶液の特徴を監視して、例えば、製品の濃度が特定の濃度範囲内であるかどうかを判断することができるシステムの必要性がある。他の応用、例えば、商業用及び工業用水処置、害虫制御、飲料及びボトリング作業、オイル及び気体の精製及び処理作業などについても同様であることがある。

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0 0 0 3】**

製品の濃度を監視する一つの方法は、サンプル（及びサンプル中の製品）を所定の波長の光に暴露したときに起こる、製品の蛍光を監視することに頼っている。例えば、ある波長の光に暴露したときに、製品中の化合物又は製品に加えられた蛍光トレーサが、蛍光を発してもよい。化合物の蛍光を測定し、測定された蛍光に基づいて化学品の濃度を算出する蛍光光度計を使用して、製品の濃度を決定することができる。

【0 0 0 4】

一般に、蛍光分光法は、輻射光源からサンプルへと光を導き、次にサンプルからの光を検出器で受けることが必要である。そうするために、源及び検出器は、サンプルと光学的に通信しなければならない。既存のシステムにおいて、サンプルへの光学的アクセスを提

10

20

30

40

50

供することは、システムの著しい変更、及びそのような変更を行うための著しいダウンタイムを必要とする、コストがかかる方法であるおそれがある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

一般に、本明細書は、蛍光光度計、及び流体サンプルを監視する技術に関する。いくつかの例において、本開示による蛍光光度計は、分析中の流体サンプルに蛍光発光を発生するよう構成された、第一の発光体と、光を放出して分析中の流体サンプルにおける散乱の量を測定するよう構成された、第二の発光体とを含む。蛍光光度計は、流体サンプルから放出された蛍光、及び/又は流体サンプルから散乱した光を受ける、少なくとも1つの検出器を含んでもよい。作動中、検出器は、分析中の流体サンプルから放出された蛍光の量を検出することができ、蛍光光度計は、蛍光に基づいて、流体サンプル中の蛍光性種の濃度を決定することができる。蛍光光度計は、分析中の流体サンプルによって散乱した光の量を検出して、散乱光に基づいて、分析中の流体サンプルの他の特性を決定することもできる。例えば、蛍光光度計は、分析中の流体サンプル中の非蛍光性種の濃度を決定してもよい。他の例として、蛍光光度計は、光散乱情報に基づいて、例えば、測定された蛍光発光の強度への流体の濁度の影響を説明する光散乱情報に基づいて、検出される蛍光の量を調整してもよい。

10

【0006】

設置容易で防汚性の、コンパクトな蛍光光度計の設計を提供するのに役立つように、蛍光光度計は単一の光学レンズで構成されてもよく、単一の光学レンズを通して、分析中の流体サンプルへと光が放出され、且つ分析中の流体サンプルから受光する。蛍光光度計は、第一の発光体、第二の発光体、及び少なくとも1つの検出器を含むハウジングを含んでもよい。第一の発光体、第二の発光体、及び少なくとも1つの検出器は、全ての部品が一つの光学レンズで光学的に通信する（例えば、光学レンズを通して光を導くことができ、及び/又は光学レンズから光を受けることができる）ように、ハウジングの中に配置してもよい。単一の光学レンズを有する蛍光光度計を構成することによって、発光体は、光学レンズ付近の流体へと光を導き、検出器は、光学レンズ付近の流体の実質的に同じ部分から光を受けてもよい。これは光学測定値の矛盾を回避するのに役立つことがあり、そうでなければ、異なる発光体が、物理的に別々の光学レンズを通して、流体の異なる部分を通して光を放出する場合、光学測定値の矛盾が発生することがある。更に、単一の光学レンズを有する蛍光光度計を構成することは、多くの異なる用途に利用することができる比較的小型なコンパクトな蛍光光度計の設計を提供してもよい。例えば、設計に応じて、蛍光光度計ハウジングは、流体容器のポート、パイプのT部の脚、又は処理システムの他の機械部品内に挿入されるよう構成されていてもよい。これは、蛍光光度計をオンライン蛍光光度計として容易に取り付けて、処理を光学的に監視することを可能にすることができる。

20

30

【0007】

蛍光光度計の設計は様々であることができ、いくつかの更なる例において、蛍光光度計は、分析中の流体サンプル中の非光学的特徴を測定するよう構成された、一つ又は複数の補足的センサを含む。例えば、蛍光光度計は、温度センサ、pHセンサ、電気伝導度センサ、流速センサ、圧力センサ、及び/又は任意の他の適切な種類のセンサを含んでもよい。そのような補足的センサは、例えば、蛍光光度計の光学レンズの隣に、ハウジング内に置かれたセンサ機器とともに、蛍光光度計ハウジングの外面上に位置するセンサインタフェースを有してもよい。補足的センサは、蛍光光度計によって光学的に分析中の流体の実質的に同じ部分の非光学的特徴を測定することができる。分析中の流体の光学的及び非光学的特性の両方を測定することによって、流体の光学的又は非光学的特性のみを測定するよりも、流体を利用する方法を、より正確にベンチマーク及び制御することができてよい。

40

【0008】

一つの例では、ハウジング、第一の発光体、第二の発光体、及び光学検出器を含む光学センサを記載する。その例によれば、ハウジングは、光経路に光学的に組み合わせられた

50

レンズを通して、流体サンプルに光を導き、且つ流体サンプルから光を受容するよう構成された、光経路を画定する。第一の発光体は、第一の波長の光を、光経路を通してサンプル内へと放出するよう構成される。第二の発光体は、第二の波長の光を、光経路を通してサンプル内へと放出するよう構成される。更に、光学検出器は、光経路を通して流体サンプルから光を受容するよう構成される。

【 0 0 0 9 】

いくつかの実施形態において、第一の波長及び第二の波長は、第一の波長がサンプルの蛍光を励起するとともに、第二の波長がサンプルで散乱するような波長である。サンプルの特徴、例えば、蛍光体の濃度を決定するために、検出器は、サンプルからの蛍光を検出することができる。いくつかの実施形態において、検出器は、サンプルからの散乱光を測定して、その蛍光に影響を及ぼすことがあるサンプルの他の特性、例えばサンプルの濁度を決定する。これらの例で検出される散乱光の量を用いて、検出される蛍光の量を調整することができる。対応して、検出された蛍光発光に基づいて決定される任意の流体の特徴を調整することができる。たとえ非常に濁った流体サンプルが、より高濃度の蛍光体を有するとしても、例えば、非常に濁った流体サンプルは、より濁っていない流体サンプルよりも少ない蛍光発光を生ずることがある。これは、流体サンプル中の濁度が、そうでなければ蛍光光度計によって検出される蛍光発光を妨害する場合に、発生することがある。したがって、流体サンプルの濁度についての知見を用いて、流体サンプルから検出される蛍光発光を、それに応じて調整することができる。

【 0 0 1 0 】

本開示による光学センサは、多くの異なる検出器の配置を有することができる。一つの例では、光学センサは、分析中の流体サンプルから放出される蛍光発光を受容し、且つ分析中の流体サンプルから散乱した光を受ける単一の光学検出器を含む。光学検出器は、光学検出器ハウジングの外面上に取り付けられた単一の光学レンズを通して、光を受けてもよい。そのような例において、光学センサは、散乱光を生ずるよう構成された第二の発光体がオフである間に、蛍光発光を生ずるよう構成された第一の発光体から光を放出し、次に第一の発光体がオフである間に、第二の発光体から光を交互に放出してもよい。そのような例において、単一の光学検出器は、第一の発光体からの光にตอบสนองして流体サンプルから放出された蛍光発光と、第二の発光体からの光にตอบสนองして流体サンプルから散乱した光とを交互に受光して、同じ光学検出器に異なる検出チャンネルを提供してもよい。他の例において、光学センサは、第一の発光体からの光にตอบสนองして流体サンプルから放出される蛍光発光を測定するよう構成された、第一の光学検出器と、第二の発光体からの光にตอบสนองして流体サンプルから散乱する光を測定するよう構成された、第二の光学検出器とを含む、複数の光学検出器を含む。第一及び第二の発光体は、これらの例において、流体サンプルに同時に光を放出してもよい。

【 0 0 1 1 】

いくつかの更なる例において、光学センサは、第一の発光体及び第二の発光体からの光がサンプルに入射する前にそれらを測定するよう構成された、参照用検出器を含む。このようにして、散乱及び蛍光を生じる、サンプルに入射する光の量を決定することができる。散乱光及び蛍光の量は、一般に、サンプルに入射した光の量の関数であるから、この情報をを用いて、検出された散乱光及び蛍光を測定することができる。したがって、用いる場合、参照用検出器は、検出器をキャリブレーションして、第一の光学検出器による測定に標点を提供するよう機能することができる。

【 0 0 1 2 】

様々な実施形態において、光学センサは光経路を含み、光経路を通して、光は発光体からサンプルへと導かれ、サンプルから光学検出器へと導かれて戻る。部分反射性の光学窓及びフィルタを含む様々な光学部品は、所望の目的地へと光を導きつつ、望ましくない光が測定を邪魔することを妨げることができる。更なる光経路を提供して、光学部品への、及び光学部品からの光を導いてもよい。例えば、いくつかの実施形態において、光学センサは、第一の発光体及び第二の発光体の両方からの光の一部を、第二の光学検出器（例え

ば、参照用検出器)及び光経路へと導くよう機能する、部分反射性の光学窓を含む。これらの実施形態では、他の部分反射性の光学窓は、それぞれの発光体からの光の一部を、光経路を介してサンプルへと導いてもよい。いくつかの実施形態において、サンプルからの散乱光及び/又は蛍光は、光経路を通して移動して戻り、部分反射性の光学窓を通して第一の光学検出器へと送られる。

【0013】

一つの例において、光学センサ、及び制御装置を含むシステムを記載する。光学センサは、光経路に光学的に接続されたレンズを通して、分析中の流体サンプルへと光を導き、レンズを通して流体サンプルからの光を受容するよう構成された光経路を有する、ハウジングを含む。光学センサは、第一の発光体、第二の発光体、及び光学検出器もまた含む。この例によれば、制御装置は、第一の発光体を制御して、第一の波長の光を、光経路を通して分析中の流体サンプルへと放出し、流体サンプルによって放出され光経路を通して受光した蛍光を光学検出器で検出し、第二の発光体を制御して、第一の波長とは異なる第二の波長の光を、光経路を通して分析中の流体サンプルへと放出し、流体サンプルによって散乱され光経路を通して受光した光を光学検出器で検出するよう構成される。

10

【0014】

他の例では、第一の発光体によって、第一の波長の光を、光経路を通して流体サンプル中へと放出すること、及び流体サンプルによって放出された蛍光を、光経路を通して光学検出器で受容することを含む、方法を記載する。方法は、第二の発光体によって、第一の波長とは異なる第二の波長の光を、光経路を通して流体サンプル中へと放出すること、及び流体サンプルによって散乱した光を、光経路を通して光学検出器で受容することを更に含む。様々な方法は、第一の波長の光及び第二の波長の光の両者を同時に、あるいは交互に放出することを含む。いくつかの実施形態において、サンプルによる蛍光を受容することは、第一の発光体から発光しつつ行い、代替の実施形態において、第一の発光体からの発光を止めた後に行う。

20

【0015】

一つ又は複数の例の詳細を、添付の図面、及び下記の説明において説明する。他の特徴、目的、及び利点は、明細書及び図面から、並びに請求項から明らかとなる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

30

【図1】図1は、本開示の例による光学センサを含んでもよい流体系の例を示す略図である。

【図2】図2は、流体サンプルの少なくとも1つの特徴を決定することができる、光学センサの例のブロック線図である。

【図3】図3は、図2の光学センサに使用してもよい部品の配置の例の概略図である。

【図4】図4は、図3の光学センサを通る光の流れの例を示す、概念上の略図である。

【図5A】図5Aは、図2の光学センサに使用してもよい光学検出器の配置の例を示す。

【図5B】図5Bは、図2の光学センサに使用してもよい光学検出器の配置の例を示す。

【図6A】図6Aは、図2の光学センサに使用してもよい光学センサハウジング及び部品配置の例を示す。

40

【図6B】図6Bは、図2の光学センサに使用してもよい光学センサハウジング及び部品配置の例を示す。

【図6C】図6Cは、図2の光学センサに使用してもよい光学センサハウジング及び部品配置の例を示す。

【図6D】図6Dは、図2の光学センサに使用してもよい光学センサハウジング及び部品配置の例を示す。

【図7】図7は、センサの例示的な動作を示すプロセスフローの略図である。

【図8A】図8Aは、本開示に従って構築したセンサの例についての光学データの例を示すプロットである。

【図8B】図8Bは、本開示に従って構築したセンサの例についての光学データの例を示

50

すプロットである。

【図 8 C】図 8 C は、本開示に従って構築したセンサの例についての光学データの例を示すプロットである。

【図 8 D】図 8 D は、本開示に従って構築したセンサの例についての光学データの例を示すプロットである。

【図 8 E】図 8 E は、本開示に従って構築したセンサの例についての光学データの例を示すプロットである。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下の詳細な記載は、本来例示的なものであり、いかなる形であれ本発明の範囲、適用性、又は構成を制限することを意図しない。むしろ、以下の記載は、本発明の例を実施するための、いくつかの実用的な説明を提供する。構造、材料、寸法、及び製造工程の例は、選択された要素について提供され、全ての他の要素は、本発明の分野の当業者に知られているものを使用する。当業者であれば、記載した例の多くが、様々な適切な代替を有することを認識する。

【0018】

光学センサは、工業処理を監視することを含む、様々な用途に用いられる。光学センサは、工業処理における流体の光学的特性を定期的に分析するために用いられる、ポータブルな携帯型装置として実施することができる。代替として、光学センサをライン上に取り付けて、工業処理における流体の光学的特性を連続的に分析することができる。いずれにせよ、光学センサは、流体サンプルを光学的に分析し、流体の異なる特徴、例えば、流体中の一つ又は複数の化学種の濃度を決定してもよい。

【0019】

一つの例として、光学センサは、多くの場合、工業的洗浄及び殺菌用途に用いられる。工業的洗浄及び殺菌処理の間、典型的には、工業用配管系を通して水をポンピングし、パイプ内に残った製品、及びパイプ内に蓄積したあらゆる混入物を配管系から洗い流す。水は、配管系を除菌及び消毒するよう機能する殺菌剤を含んでもよい。洗浄及び殺菌処理は、新しい製品、及び/又はシステムで以前に処理したものとは異なる製品を受容するよう、配管系を準備することができる。

【0020】

光学センサを用いて、工業的洗浄及び殺菌処理の間、配管を通して流れる洗浄水及び/又は除菌水の特徴を監視することができる。連続的又は断続的のいずれかにより、配管系から水のサンプルを抽出し、光学センサに供給する。光学センサ内で、水サンプルに光が放出され、水サンプルの特徴を評価するために用いられる。光学センサは、例えば、水サンプル中に製品がほとんど又は全く残留していないことを判断することによって、配管系内に残留した製品がパイプから十分に洗い流されたかどうかを判断してもよい。光学センサは、例えば、水サンプルへと放出された光に応答して殺菌剤によって放出された蛍光を発光を測定することによって、水サンプル中の殺菌剤の濃度を決定してもよい。水サンプル中の殺菌剤の量が、適切に配管系を清潔にするには不十分であることが判断された場合、殺菌剤の量を増加させて、システムの適当な殺菌を確実にする。

【0021】

光学センサは、様々な異なる配置を有することができ、いくつかの例において、光学センサは単一の光学レンズを有するよう設計され、単一の光学レンズを通して、光が流体サンプルへと放出され、且つ流体サンプルから受容される。光学センサは、センサの様々な電子部品を含み、単一の光学レンズへの、及び単一の光学レンズからの光の動きを制御する光経路もまた有する、ハウジングを含んでもよい。そのような構成は、様々な機械的パイプ及び処理取付具によって容易に取り付けることができ、所望のプロセス流体を光学的に分析する、コンパクトな光学センサの設計を促進することがある。

【0022】

図 1 は流体系 100 の例を示す概念上の略図であり、流体系 100 を用いて、蛍光特性

10

20

30

40

50

を有する化学品溶液、例えば蛍光特性を示す殺菌剤溶液を製造してもよい。流体系 100 は、光学センサ 102、リザーバ 104、制御装置 106、及びポンプ 108 を含む。リザーバ 104 は、希釈剤、例えば水と混合して化学品溶液を作り出すことができる、又は特性評価されるサンプルのための任意の他の源であることができる、濃縮された化学薬品を貯蔵してもよい。光学センサ 102 は、流体経路 110 に光学的に接続され、流体経路を通過して移動する溶液の一つ又は複数の特徴を決定するよう構成されている。

【0023】

流体経路 110 は、限定されないが、パイプ、タンク、バルブ、パイプティー、及びジャンクションなどを含む流体系 100 を通して流体サンプルを運ぶ単一の流体容器、又は複数の容器の組合せであることができる。いくつかの例において、流体経路 110 の一つ又は複数の部品は、光学センサ 102 を受容する、又はそうでなければ光学センサ 102 と係合することができるサイズの、インタフェース又は開口部を画定することができる。動作中、光学センサ 102 は制御装置 106 と通信することができ、制御装置 106 は光学センサによって生成された流体の特徴情報に基づいて、流体系 100 を制御することができる。

【0024】

制御装置 106 は、光学センサ 102 及びポンプ 108 と通信可能に接続されている。制御装置 106 は、処理装置 112、及び記憶装置 114 を含む。制御装置 106 は、接続 116 を介してポンプ 108 と通信する。光学センサ 102 によって生成された信号は、図 1 の例において有線接続 118 として示す有線又はワイヤレス接続を介して、制御装置 106 に伝えられる。記憶装置 109 は、制御装置 106 を動作するためのソフトウェアを保存しており、処理装置 112 によって、例えば光学センサ 102 から生成される、又は受容されるデータを保存してもよい。処理装置 112 は、記憶装置 114 に保存されたソフトウェアを実行して、流体系 100 の作動を管理する。

【0025】

後で詳しく述べるように、光学センサ 102 は、流体経路 110 を通って流れる流体のサンプルを光学的に分析するよう構成される。光学センサ 102 は、流体サンプルによって放出された蛍光発光を測定するよう配置及び構成された光学検出器を含んでもよい。いくつかの構成において、単一の光学検出器を用いて、サンプルからの散乱光及び蛍光の両方を測定することができ、センサ 102 の単一の光経路を介して、散乱光及び蛍光の両方を受けることができる。さらに、単一の光経路を用いて光を導き、サンプルに散乱光及び蛍光を誘起することができ、それによって、センサ 102 とサンプルとの間に小さな空間的に効率的なインタフェースを提供することができる。センサ 102 とサンプルとの間に単一の光学的通信点を提供することは、例えば、流体経路 110 の一つ又は複数の部品、例えばパイプのティー構造と容易に接続することができるセンサを提供することによって、流体系 100 へのセンサ 102 の実装例を単純化することもできる。

【0026】

図 1 の例において、流体系 100 は、蛍光特性を有する化学品溶液を製造する、又はそうでなくとも受容するよう構成される。流体系 100 は、リザーバ 104 内に貯蔵された又はそこから受容した、一つ又は複数の濃縮した化学薬品を、水又は他の希釈流体と組み合わせ、化学品溶液を製造することができる。いくつかの例において、リザーバが適切なサンプルを直ちに提供するとき、希釈物は必要ではない。流体系 100 によって製造されることがある化学品溶液の例としては、限定されないが、洗浄剤、殺菌剤、工業用冷却塔のための冷却水、殺生物剤、例えば殺虫剤、耐腐食剤、抗スケール剤、防汚剤、洗濯洗剤、定置洗剤 (CIP)、床コーティング、車両ケア組成物、水ケア組成物、ボトル洗浄用組成物などが挙げられる。

【0027】

流体系 100 によって生成された、又は流体系 100 を通って流れる化学品溶液は、光学センサ 102 によって溶液に導かれた光エネルギーに応答して、蛍光放射を放出してもよい。光学センサ 102 は、次に放出された蛍光放射を検出して、放出された蛍光放射の

10

20

30

40

50

大きさに基づいて、溶液の様々な特徴、例えば溶液中の一つ又は複数の化合物の濃度を決定することができる。いくつかの実施形態において、光学センサ 102 は、光学センサ 102 内の光経路を介して、溶液に光エネルギーを導き、溶液からの蛍光放射を受けることができ、光学センサ 102 のコンパクトな設計を可能にする。

【0028】

光学センサ 102 が蛍光発光を検出することを可能にするために、流体系 100 によって生成され、光学センサ 102 によって受容される流体は、蛍光性の特徴を示す分子を含んでもよい。いくつかの例において、流体は、蛍光性の特徴を示すことがある、例えば一つ又は複数の電子供与置換基、例えば -OH、-NH₂、及び -OCH₃ を有する、多環式化合物、及びノ又はベンゼン分子を含む。用途に応じて、これらの化合物は、化合物によって溶液に与えられる機能的特性（例えば、洗浄及び消毒特性）の理由から、流体系 100 によって生成される化学品溶液中に必然的に存在してもよい。

10

【0029】

自然に蛍光を発する化合物に加えて、又はその代わりに、流体系 100 によって生成され、光学センサ 102 によって受容される流体は、蛍光トレーサ（蛍光マーカーということもある）を含んでもよい。蛍光トレーサは、具体的には流体に取り入れて、流体に蛍光を発する特性を与えることができる。蛍光トレーサ化合物の例としては、限定されないが、ナフタレン二硫酸塩（NDSA）、2-ナフタレンスルホン酸、Acid Yellow 7, 1, 3, 6, 8-ピレンテトラスルホン酸ナトリウム塩、及びフルオレセインが挙げられる。

20

【0030】

流体系 100 によって生成される流体の特定の組成から独立して、システムは、あらゆる適切な方法で流体を生成することができる。制御装置 106 の制御の下、ポンプ 108 は、リザーバ 104 から所定量の濃縮した化学薬品を機械的にポンピングすることができる。化学薬品と水とを組み合わせ、目的の用途に適する液体溶液を生成することができる。流体経路 110 は、液体溶液を意図された放出場所へと運搬することができる。いくつかの例において、流体系 100 は、時間、例えば 5 分を超える時間、30 分を超える時間、又は更には 24 時間を超える時間、連続的に液体溶液の流れを生成してもよい。流体系 100 は、流体経路 110 を通過する溶液の流れが、その時間にわたって実質的に又は完全に中断されなくてもよいという点で、連続的に溶液を生成してもよい。

30

【0031】

いくつかの例において、流体経路 110 を通って流れる流体の特徴を監視することは、目的の下流の用途のために流体が適切に処方されることを確実にするのに助けることができる。流体経路 110 を通って流れる流体の特徴を監視することは、例えば、新しい流体溶液を生成するために用いるパラメータを調整するための、フィードバック情報を提供することもできる。これら及び他の理由のため、流体系 100 は、センサを含んで、システムによって生成される流体の様々な特徴を決定することができる。センサを流体経路 110 と直接係合して流体の特徴を監視することができ、又は代替的に、流体経路 100 とは別に、流体系 100 から流体を受容することができる。

【0032】

40

図 1 の例において、流体系 100 は、光学センサ 102 を含む。光学センサ 102 は、流体経路 110 を、あらゆる方法で、例えば、流体経路 110 のパイプのティー構成と結合すること、タンク又は流体が定期的に流れる他の流体容器などのポートに挿入することで、係合することができる。光学センサ 102 は、流体経路 110 を通って流れる流体の一つ又は複数の特徴を決定してもよい。特徴の例としては、限定されないが、流体中の一つ又は複数の化合物の濃度（例えば、リザーバ 104 から添加される一つ又は複数の活性剤の濃度、及びノ又は流体系 100 の配管から流される一つ又は複数の材料の濃度）、流体の温度、流体の伝導率、流体の pH、流体が光学センサを通して移動する流速、及びノ又は流体サンプルを分析するシステムが適切に作動することを確実にするのに役立つことがある流体の他の特徴が挙げられる。光学センサ 102 は、検出した特性情報を、接続 1

50

18を介して制御装置106に伝えてもよい。

【0033】

光学センサ102は、制御装置106、又は流体系100内の一つ若しくは複数の他の制御装置によって制御されてもよい。例えば、光学センサ102は、光学センサを制御して、分析中の流体に光を放出し、流体から戻って受容した光を検出もする、デバイス制御装置(図1に図示せず)を含んでもよい。デバイス制御装置は、光学センサの他の部品に物理的に隣接して、例えば、光学センサの光源及び検出器を収納するハウジング内部に配置してもよい。そのような例において、制御装置106は、光学センサ102のデバイス制御装置に通信可能に組み合わせられたシステム制御装置として機能してもよい。システム制御装置106は、デバイス制御装置から受容した、及び/又はそれによって生成された光学的特徴データに基づいて、流体系106を制御してもよい。他の例において、光学センサ102は別のデバイス制御装置を含まず、その代わりに、流体系100も制御する制御装置106によって制御される。したがって、光学センサ102は、制御装置106によって制御されるものとして一般に記載するが、しかしながら、流体系100は、単独若しくは共同して動作する一つ又は複数の(例えば、2つ、3つ、又はより多くの)制御装置を含んで、本明細書の光学センサ102、及び制御装置106に起因する機能を発揮してもよいことを理解すべきである。制御装置として記載する装置は、処理装置、例えばマイクロプロセッサ、デジタル信号プロセッサ(DSP)、特定用途向け集積回路(ASIC)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)、又は任意の他の均等の集積若しくはディスクリート論理回路、並びにそのような部品の任意の組合せを含んでもよい。

【0034】

図1に示す例において、制御装置106の処理装置112は、光学センサ102から決定された光学特性情報を受容することができ、記憶装置114に保存された一つ又は複数の閾値(例えば、一つ又は複数の濃度の閾値)と、決定された特性情報とを比較することができる。比較に基づいて、制御装置106は、例えば、検出された特徴がその特徴についての目標値に合致するように、流体系100を調整してもよい。いくつかの例において、制御装置106は、ポンプ108を始動及び/若しくは停止し、又はポンプ108の速度を増大及び/若しくは低減して、流体経路110を通して流れる化合物の濃度を調整する。ポンプ108を始動すること、又はポンプ108の運転速度を上げることは、流体中の化合物の濃度を上昇させることができる。ポンプ108を停止すること、又はポンプ108の運転速度を低減することは、流体中の化合物の濃度を低減することができる。いくつかの更なる例において、制御装置106は、決定された特徴情報に基づいてリザーバ104中の化合物と混合される水の流れを、例えば、水の流れを制御するポンプを始動若しくは停止することによって、又はポンプの作動速度を増加若しくは低減することによって、制御してもよい。図1の流体系100の例に図示していないが、制御装置106を、熱交換器、ヒーター、及び/又は冷却器と通信可能に組み合わせて、光学センサ102から受容される特徴情報に基づいて、流体経路110を通して流れる流体の温度を調整してもよい。

【0035】

さらに他の例において、光学センサ102を用いて、光学センサのフローチャンバを通して流れない流体の静止体積の一つ又は複数の特徴を決定してもよい。例えば、光学センサ102は、流体系100から抽出した流体サンプルで光学センサを手動で満たすことが必要な、オフライン監視ツール(例えば、携帯センサ)として実装してもよい。代替として、光学センサ102は、流体の静止体積を受容及び保持するよう構成された流体系100の一部、例えば、流れ停止装置、又はそうでなければ流体を受容し光学センサ102と係合するための外部容器に係合することができる。いくつかの実施形態において、制御装置106は、ポンプ及び/又はバルブのシステムを制御して、センサ102が装着されたそのような静止容器内に、測定されるサンプルの有限量を導くことができる。

【0036】

図1の例の流体系100はまた、リザーバ104、ポンプ108、及び流体経路110を含む。リザーバ104は、その後供給される化学薬品を保存する、あらゆる種類の容器、例えば、タンク、トート、瓶、及び箱であってよい。リザーバ104は、液体、固体（例えば、粉末）、及び/又は気体を保存してもよい。ポンプ108は、リザーバ104から流体を供給する、あらゆる形態のポンピング機構であってよい。例えば、ポンプ108は、蠕動ポンプ若しくは連続式ポンプの他の形態、容積式ポンプ、又は特定の用途に適切な、他のあらゆる形式のポンプを含んでもよい。リザーバ104が固体及び/又は気体を保存する例において、ポンプ108は、気体及び/又は固体の化学薬品を目的の放出場所に供給するよう構成された異なる種類の計量装置で置換してもよい。流体系100における流体経路110は、可撓性又は可撓性でない、あらゆる種類の管、配管、又は導管であってよい。

10

【0037】

図1の例において、光学センサ102は、流体経路110を通して流れる流体の特徴（例えば、化合物、温度、濃度など）を決定し、制御装置106は、決定された特徴、及び例えば記憶装置114に保存した目標の特徴に基づいて、流体系100を制御する。図2は、流体系100に取り付けて、流体経路110を通して流れる流体の特徴を監視することができる、光学センサ202の例のブロック図である。センサ202は、流体系100における光学センサ102として用いてもよく、又はセンサ202は、流体系100を超えた他の応用に用いてもよい。

【0038】

20

図2の例において、センサ202は、ハウジング203、第一の発光体220、第二の発光体224、光学窓228、及び光学検出器234を含む。ハウジング203は、第一の発光体220、第二の発光体224、及び光学検出器234を収容する。光学窓228は、ハウジング203の外面上に置かれ、ハウジングの内部と、ハウジングの外面に接触する流体サンプル230の流体との間に、流体密封で、光学的伝達性のバリアを提供する。作動中、第一の発光体220、及び第二の発光体224は、光学窓228を通して分析中の流体サンプル230内へと導かれる光を放出する。光学窓228に隣接する流体に作用する、第一の発光体222及び/又は第二の発光体224によって放出される光に応答して、流体は、光を散乱させてもよく、及び/又は蛍光発光を生成してもよい。散乱光及び/又は蛍光発光は、光学窓228を通して、光学検出器234によって検出することができる。

30

【0039】

光学窓228への、及び光学窓228からの光の透過を制御するために、光学センサ202は、光学センサの様々な部品を分析中の流体サンプル230へと光学的に接続する、少なくとも1つの光経路226を含む。光経路226は、光が発光体から光学レンズ228を通して流体サンプル230内へと導かれるように、第一の発光体220及び第二の発光体224によって放出される光を導いてもよい。また、光経路226は、光が光学検出器234へと導かれるように、流体サンプル230から光学窓228を通して受容される光を導いてもよい。そのように構成する場合、第一の発光体220及び第二の発光体224をハウジング203の内側に配置して、光経路226内へと光を導いてもよく、光学検出器234をハウジングの内側に配置して、光経路から光を受容してもよい。そのような配置は、光学センサ202を単一の光学レンズを用いて構成し、単一の光学レンズを通して複数の光源が光を放出し、且つ単一の光学レンズを通して分析中の流体サンプルから光を受容及び検出することを可能にしてもよい。これは、例えば、分析する流体を含有する処理装置の部品内へと機械的な配管取付具を通して挿入される程度にセンサが十分小さくなるように、光学センサ202のサイズを最小化するのに役立つことがある。

40

【0040】

光学センサ202は、ハウジング203内に収容された様々な発光体及び検出器コンポーネントを、分析中の流体サンプルに光学窓228を介して光学的に接続する、あらゆる適切な数の光経路を含むことができる。図2の例では、光学センサ202は、第一の光経

50

路 2 2 6 及び第二の光経路 2 3 6 を有するものとして概念的に示す。第二の光経路 2 3 6 は、第一の光経路 2 2 6 へと光学的に接続され、また、第一の発光体 2 2 0 及び第二の発光体 2 2 4 へと光学的に接続されている。第二の光経路 2 3 6 は、第一の発光体 2 2 0 及び第二の発光体 2 2 4 からの光を受容することができ、第一の光経路 2 2 6 へと光を導くことができ、第一の光経路 2 2 6 は光学窓 2 2 8 を通して分析中の流体サンプル 2 3 0 へと光を導く。追加の光経路を有する光学センサ 2 0 2 を構成することによって、光学センサ内に様々な光発光体及び検出器を、第一の光経路 2 2 6 に直接隣接して配置することなく、分析中の流体サンプルへと光学的に接続することができる。

【 0 0 4 1 】

光学センサ 2 0 2 の光経路は、チャンネル、導光性チュービングの一部（例えば、光ファイバーのライン）、又は光学センサを通して光を運搬することを可能にするダクトでもよい。光経路は、光学センサのハウジング 2 0 3 内に機械加工してもよく、又はキャストしてもよい。異なる例において、光経路を、光学的に不透明な材料によって囲って、例えば、光経路を通る光の運動を拘束し、光が光経路の側面を通して流出することを防止してもよく、又は囲わなくてもよい。光学センサ 2 0 2 が複数の光経路を含む場合、1つの光経路を通して直線的に進む光を方向転換して他の光経路を通して進むようにすることが必要な場合、1つの光経路と他の光経路との交点が画定されてもよい。

【 0 0 4 2 】

図 2 の例において、光学センサ 2 0 2 は少なくとも 1 つの光源を含み、示された例では、2つの光源：第一の発光体 2 2 0 及び第二の発光体 2 2 4 とともに示されている。第一の発光体 2 2 0 及び第二の発光体 2 2 4 はそれぞれ光源であり、任意の適切な光源、例えばレーザー、ランプ、LEDなどを用いて実施することができる。いくつかの実施形態において、第一の発光体 2 2 0 及び / 又は第二の発光体 2 2 4 は、光経路 2 2 6 へ実質的に非平行なビームを放出するよう構成される。この場合、作動中のより高い光学的効率を達成するために、光学センサ 2 0 2 は、光学部品を含んで、第一の発光体 2 2 0 及び / 又は第二の発光体 2 2 4 からの光を平行にすることができる。

【 0 0 4 3 】

複数の光源を有する光学センサ 2 0 2 を構成することは、例えば、流体サンプル 2 3 0 へと異なる波長で光を放出するのに有用であることがある。例えば、第一の発光体 2 2 0 は、第一の周波数の範囲内の光を流体サンプル 2 3 0 へと放出して、流体内で蛍光発光を生成するよう構成されてもよい。第二の発光体 2 2 4 は、第一の周波数の範囲とは異なる第二の周波数の範囲内の光を放出して、流体サンプル 2 3 0 によって散乱した光の量を測定するよう構成されてもよい。

【 0 0 4 4 】

光学センサ 2 0 2 に含まれる特定数の光源とは独立して、光学センサは光学窓 2 2 8 を含み、光学窓 2 2 8 を通して流体サンプル 2 3 0 に光を導き、且つ流体サンプル 2 3 0 から光を受容する。いくつかの例において、光学窓 2 2 8 は、分析中の流体サンプルに導かれる光、及び / 又は分析中の流体サンプルから受容される光を集光する。そのような例において、光学窓 2 2 8 は、光学レンズと呼ばれることがある。他の例において、光学窓 2 2 8 は、流体サンプルへと導かれる光、及び / 又は流体サンプルから受容される光を集光することなく通過させる。したがって、光学窓 2 2 8 は、本明細書において光学レンズ 2 2 8 ともいうが、しかしながら、本開示に従う光学センサは、集光する又は集光しない光学窓を有することができることを理解すべきである。

【 0 0 4 5 】

光学窓 2 2 8 は、光経路 2 2 6 に光学的に接続されており、いくつかの例において、光経路の末端で物理的に接続されている。異なる例において、光学窓 2 2 8 は、流体サンプル 2 3 0 へと光を導き、及び流体サンプル 2 3 0 から光を受容することが可能な、単一のレンズ又は複数のレンズのシステムから成形される。光学窓 2 2 8 は、ハウジング 2 0 3 と一体（永久的に取り付けられたもの）であってもよく、又はハウジングから取り外し可能であってもよい。いくつかの例において、光学窓 2 2 8 は、光経路 2 2 6 内に配置され

10

20

30

40

50

、光経路を封止し、流体サンプル 230 からの流体が光経路に入ることを妨げるボールレンズによって形成された光学レンズである。そのような例において、ボールレンズは、ハウジング 203 の外部面から遠位に、例えば、移動している流体の流れ内へと延在してもよい。光学レンズ 228 は、ガラス、サファイア、又は他の適切な光学的に透明な材料で製作することができる。

【0046】

上記に簡単に記載したように、光経路 226 は、光経路に光学的に接続された光学窓 228 を通して光を導き、流体サンプルから光学窓 228 を通して光を受容するよう構成される。分析中の流体サンプルから受容される光を検出するために、光学センサ 202 は、光経路 226 に光学的に接続された少なくとも 1 つの光学検出器 234 を含む。光学検出器 234 は、例えば光を検出するためのあらゆる適切な検出器、例えば、固体フォトダイオード、又は光電子増倍管を使用して実施することができる。光学検出器 234 は、波長の狭いバンドのみ感知できてもよく、したがって波長の狭いバンドのみ検出できてもよい。代替として、光学検出器 234 は、広範囲にわたる波長の光を感知できてもよく、したがって、広範囲にわたる波長の光を検出できてもよい。

10

【0047】

作動中、光は、光経路 226 に光学的に接続された光学窓 228 を介して、流体サンプル 230 へと放出される。更に窓 228 は、流体サンプル 230 からの光、例えば、サンプルで散乱された光、又はサンプルによって蛍光などの機構を介して放出された光を集光することができる。そのような光は、流体サンプル 230 から導いて、窓 228 を介して光経路 226 の中へと戻し、光学検出器 234 によって受容することができる。

20

【0048】

発光体によって放出される光、及び/又はセンサ 202 の光学検出器によって検出される光の波長を制御するよう、光学センサは光学フィルタを含んでもよい。光学フィルタは、例えば、一定波長の光のみが流体サンプル 230 に放出され、及び/又は流体サンプルから受容され、光学検出器 234 によって検出されるように、発光体によって放出される光、及び/又は光学検出器によって受容される光の波長を篩い分けることができる。

【0049】

例えば、センサ 202 は、流体サンプル 230 から受容される望ましくない光が光学検出器 234 に影響を与えることを妨げるよう構成された、光学フィルタ 232 を含んでもよい。特定の波長又は波長のバンドの検出が所望されるが、しかしながら、光学検出器 234 がより広いバンド、又はそうでなくともより多くの数の波長に感度がある場合、フィルタ 232 は、所望のバンドの外側の光が光学検出器 234 に影響を与えることを妨げるように機能することができる。フィルタ 232 は、通過することが許されない光を吸収又は反射することができる。

30

【0050】

いくつかの実施形態によれば、第一の発光体 220 及び第二の発光体 224 の一つは、以下更に詳細に後述するように、センサ 202 と使用するのに所望され又は有用な、より広い波長のバンドを放出してもよい。したがって、センサ 202 は、第一の発光体 220 及び/又は第二の発光体 224 と、流体サンプル 230 との間に配置されるフィルタ 222 を含むことができる。フィルタ 222 は、ある波長の光が、光経路 226 を介して流体サンプル 230 に到達することを妨げるよう構成されてもよい。そのようなフィルタ 222 は、第一の発光体 220 及び第二の発光体 224 のいずれか一方又は両方からの光を少なくとも部分的にフィルタリングするよう、配置することができる。例えば、図 2 において、光学フィルタ 222 は、第一の発光体 220 と第二の光経路 236 との間に配置して示されている。

40

【0051】

作動中、光学センサ 202 は、第一の発光体 220 を制御して、第一の波長（例えば、波長の範囲）の光を流体サンプル 230 内へ放出することができ、第二の発光体 224 を制御して、第二の波長（例えば、波長の範囲）の光を流体サンプル内へ放出することがで

50

き、流体サンプルからの光を光学検出器 234 で受容することができる。いくつかの実施形態によれば、第一の発光体 220 は、分析中の流体サンプル 230 の分子に蛍光を発させるのに十分な波長の光を放出するよう構成される。流体サンプル 230 によって発せられた蛍光を、光学窓 228 によって集めて、放出ビームとして光経路 226 へと導いてもよい。さらに、第二の発光体 224 は、分析中の流体サンプル 230 によって光を散乱させるのに十分な波長の光を放出するよう構成されてもよい。そのような光の散乱は、流体サンプル 230 が、濁った、例えば光反射性の粒子を含むときに起こる。流体サンプル 230 によって散乱した光を光学窓 228 によって集めて、散乱ビームとして光経路 226 へと導いて戻してもよい。

【0052】

10

波長は様々であることができ、いくつかの例において、第一の発光体 220 は、約 225 ナノメートル (nm) から約 700 nm、例えば約 250 nm から約 350 nm、又は約 265 nm から約 290 nm の波長の範囲内の光を放出するよう構成されることができる。第二の発光体 224 は、約 750 nm から約 1200 nm、例えば約 800 nm から約 900 nm の範囲の波長で、光を放出してもよい。例えば、第一の発光体 220 が紫外 (UV) スペクトルの範囲内の光を放出しつつ、第二の発光体 224 が赤外 (IR) スペクトルの範囲内の光を放出してもよい。他の波長を考慮することができ、かつ可能であり、本開示はこの点に制限されないことを理解すべきである。

【0053】

分析中の流体サンプル 230 から発散する光 (例えば、蛍光発光、散乱光) を検出するために、図 2 のセンサ 202 は光学検出器 234 を更に含む。光学検出器 234 は、光経路 226 に光学的に接続されており、分析中の流体サンプル 230 から光学窓 228 を通して送られる、蛍光放射ビーム及び散乱ビームの少なくとも一部を受容してもよい。受容された蛍光放射ビーム及び散乱ビームの一部は、ハウジング 203 に入ると、測定及び / 又は分析のため、光経路 226 を介して光学検出器へと導かれてもよい。いくつかの実施形態において、光学検出器 234 でビームの強度を測定して、サンプルに関する情報、例えば、サンプル中に含まれる特定成分 (例えば、蛍光性化合物及び / 又は非蛍光性化合物) の濃度を決定するために用いる。流体サンプルから受容され、光学検出器 234 によって検出される散乱光及び蛍光発光によってもたらされる、分析中の流体サンプルに関する情報は、例えば、流体サンプルを特徴づける、及び / 又は流体サンプルを含むシステムを制御するための、異なる情報のチャンネルを提供してもよい。

20

30

【0054】

例えば、光学センサ 202 は、光学検出器 234 によって検出される光散乱情報を使用し、測定された蛍光発光に基づいて、光学センサ及び / 又は算出によって検出される蛍光発光の量を調整又は修正してもよい。分析中の流体サンプルの濁度は、流体サンプルによって生成される、及び / 又は光学検出器 234 によって受容される蛍光発光の大きさに影響を及ぼすことがある。光学センサ 202 は、流体サンプルによって散乱する光の量に比例することがある流体サンプルの濁度の量を測定し、濁度の測定に基づいて、測定された蛍光発光の大きさを調整することにより、これらの濁度の影響を補ってもよい。更に、光学検出器 234 は、第二の発光体 224 によって放出される光にตอบสนองして流体サンプル 230 によって散乱される光の量を測定し、流体サンプルの他の特徴を決定してもよい。例えば、光学センサ 202 は、流体サンプルによって散乱した光の量、及び例えば、記憶装置に保存されたキャリブレーションデータに基づいて、流体サンプル中の非蛍光性種 (例えば、混入物) の濃度を決定してもよい。例えば、分析中の流体サンプル 230 が、第一の濃度の一つ又は複数の非蛍光性化合物を有する場合、光学検出器 234 は、第一の大きさの散乱光を検出してもよい。しかしながら、流体サンプルが、第一の濃度よりも高い第二の濃度の一つ又は複数の非蛍光性化合物を有する場合、光学検出器 234 は、第一の大きさより大きい第二の大きさの散乱光を検出してもよい。

40

【0055】

光学センサ 202 は、少なくとも一つ、及び任意に複数の光学的検出器を含み、第一の

50

放出することができる。上述のようないくつかの例において、第一の波長は、分析中の流体サンプル（例えば、流体サンプル 230）中の分子を励起して蛍光を発生させつつ、第二の波長は、分析中の流体サンプルで散乱されてもよい。

【0059】

さらに、第一の発光体 320 及び / 又は第二の発光体 324 は、放出することが望ましい光の第一の波長又は第二の波長に加えて、不必要な又は望ましくない光を放出するもの、又はその両方であってよい。そのような光が測定に望ましくない影響を及ぼすことを妨げるために、センサ 302 は、第一の発光体 320 によって分析中のサンプルへと放出された光を制限するよう構成された、第一の光学フィルタ 322 を含んでもよい。図 3 の実施形態は、第一の発光体 320 と部分反射性の光学窓 342 との間に位置する第一の光学フィルタ 322 を示す。第一の光学フィルタ 322 は、例えば、流体サンプルが蛍光を放出するとき、流体サンプルによって放出される蛍光の範囲内の光の波長の実質的に全部を除去するよう構成されることができる。そのようなフィルタ 322 は、蛍光発光と同じ波長範囲内の光の散乱に起因する、センサ内の検出器 334 による誤った蛍光検出を除去することを助けることができる。例えば、第一の発光体 320 が、分析中の流体サンプルによって生成される蛍光発光の波長の範囲内の光を放出する場合、光学検出器 334 は、流体サンプルによって生成される蛍光発光、及び第一の発光体 320 によって放出され、光学検出器 334 へ散乱して戻る光の両方を検出することがある。光学フィルタ 322 は、蛍光発光の波長範囲内の、第一の光学検出器 334 によって放出される光を除去することができる。

10

20

【0060】

図 3 の例におけるセンサ 302 は、センサの様々なハードウェア / ソフトウェア構成要素を収納し、センサを通る光の運動を制御するハウジング 303 もまた含む。いくつかの実施形態において、ハウジング 303 は、第一の発光体 320 及び / 又は第二の発光体 324 の全部又は一部を含み、他の実施形態において、発光体はハウジング 303 の外側に位置する。

【0061】

図 2 に示す模式的なセンサを有する場合のように、図 3 に示す実施形態は、光学検出器 334 と、流体サンプルへ光を導き、流体サンプルから光を受容するための光学窓 328（例えば、光学レンズ 328）と、光経路 326 とを含む。図の例では、光学レンズ 328 は、物理的に離れているが、光経路 326 に光学的に接続されて示されている。他の例において、レンズ 328 は、光経路の末端に物理的に接続している（例えば、取り付けられている）。

30

【0062】

光学センサ 302 を通る光の運動を制御するために、光学センサは、図示されている例では 3 本の光経路：第一の光経路 326、第二の光経路 336、及び第三の光経路 327 として示される、少なくとも 1 つの光経路を含む。光経路は、センサを通る光の運動を制御する、囲まれたチャネル、管、導管、又はキャビティを画定してもよい。光学センサ 302 の発光体及び検出器を、光経路の周辺に配置して、光を光経路に導き、及び / 又は光経路から光を受容してもよい。例えば、図 3 の第一の発光体 320 及び第二の発光体 324 は、光学レンズ 328、及びその後分析中の流体サンプルへと光学的に接続される第一の光経路 326 へと光を導くよう構成される。更に、図 3 の光学検出器 334 は、分析中の流体サンプルから発散し、光学レンズ 328 を通って進む、第一の光経路 326 からの光を受容するよう構成される。

40

【0063】

光学センサ 302 は、多くの異なる光経路の構成を有することができ、例えば、センサに含まれる発光体及び検出器の数に基づいて、構成は様々であってよい。図 3 の例において、光学センサ 302 は、光学レンズ 328 と第一の光学検出器 334 との間に位置する第一の光経路 326 を含む。光学レンズ 328（例えば、レンズの光学的中心）を通して直線的に伝わる光は、第一の光経路 326 を通って進んで、第一の光学検出器 334（例

50

えば、検出器の光学的中心)に当たることができる。そのような例において、第一の光経路326は、経路に沿って延在し、光学レンズ328の中心(例えば、光学的中心)及び第一の光学検出器334の中心(例えば、検出器の光学的中心)に沿って延在する、主軸340を画定してもよい。第一の光経路326は、検出器の単一の光学窓(例えば、光学レンズ328)に、ハウジング303内に収容された他の部品に、光学的に接続されてもよい。

【0064】

第一の発光体320及び第二の発光体324は、第一の光経路326、及びその後分析中の流体サンプルへと光を放出するよう構成される。いくつかの例において、第一の発光体320及び/又は第二の発光体324は、例えば、第一の光経路と交差する介在する光経路に放出せずに、第一の光経路326に直接光を放出する。他の例において、第一の発光体320及び/又は第二の発光体324は、第一の光経路326に光学的に接続された中間の光経路に光を放出する。すなわち、第一の発光体320及び/又は第二の発光体324は、第一の光経路326に光を間接的に放出してもよい。

【0065】

図3の光学センサ302において、第一の発光体320は、第一の光経路326へと延在する第二の光経路336に光を放出するよう配置されている。更に、第二の発光体324は、第二の光経路336へと延在し、次に第一の光経路326へと延在する第三の光経路327へと光を放出するよう配置されている。第二の光経路336は第一の光経路326と交差しており、光の少なくとも一部を、第一の発光体320及び第二の発光体324から、第二の光経路を通して、第一の光経路内へと、及び光学レンズ328を通して送ることができる。第三の光経路327は第二の光経路と交差しており、光の少なくとも一部を、第二の発光体324から、第三の光経路を通して、第二の光経路内へと、第一の光経路内へと、及び光学レンズ328を通して送ることができる。

【0066】

構成は様々であってよく、図3では、第二の光経路336は約90度の角度で第一の光経路326と交差している。更に、第三の光経路327は約90度の角度で第二の光経路336と交差している。いくつかの例において、第三の光経路327は第一の光経路326と平行して延在し、他の例では、第三の光経路は第一の光経路と平行して延在しない。光学センサ302の発光体及び光学検出器を、単一の光学レンズ328へと光学的に接続された交差した光経路のまわりに配置することによって、センサは、様々な化学品及び流体処理へと容易に取り付けられるコンパクトな設計を提供することができる。

【0067】

光学センサ302が交差した光経路を含んで光の運動を制御する例において、光学センサは、一つの交差した光経路から受容した光を他の交差した光経路へと導く光学素子(例えば、反射材、部分反射性の光学窓)を含んでもよい。光学素子は、光学レンズ328へと、及び/又は光学検出器334、338へと光の運動方向を制御することを助けることができる。

【0068】

図3に図示する例において、センサは、第一の光経路326と第二の光経路336との交点に配置された部分反射性の光学窓344を含む。部分反射性の光学窓344は、第一の発光体320及び第二の発光体324によって放出される光の少なくとも一部を、第二の光経路336から第一の光経路326へと反射するよう構成される。いくつかの実施形態において、部分反射性の光学窓は、流体サンプル及びレンズ328から光学検出器334へと光を送るよう更に構成される。したがって、部分反射性の光学窓は、入射光の一部を送り、且つ一部を反射するよう構成されることができる。第一の光経路を通る光の移動方向に対する部分反射性の光学窓344の角度は、例えば、第一の光経路326と第二の光経路336との交差角度に基づいて様々であってよい。しかしながら、第一の光経路326が約90度の角度で第二の光経路336に交差する図3において、部分反射性の光学窓344は、例えば、第一の光経路326を通る光、及び第二の光経路336を通る光の

両者の移動方向に対して約 45 度の角度で配向している。

【0069】

様々な実施形態によれば、部分反射性の光学窓 344 は、波長に依存する反射率及び透過率で入射光の 0% ~ 100% を反射又は送るよう構成することができる。部分反射性の光学窓 344 として、あらゆる適切な光学素子を使用することができる。そのような部分反射性の光学窓 344 は、例えば、二色性フィルタ、又は他のあらゆる適切な光学部品を含むことができる。

【0070】

作動において、図 3 の部分反射性の光学窓 344 は、第一の発光体 320 及び第二の発光体 324 からの光を、第二の光経路 336 から第一の光経路 326 へと（例えば、約 90 度）反射するよう構成される。これは、第一の発光体 320 及び第二の発光体 324 によって放出される光の方向を、第二の光経路 336 に沿う移動から第一の光経路 326 に沿う移動へと変えることができる。部分反射性の光学窓 344 は、第一の発光体 320 及び第二の発光体 324 によって放出される光の少なくとも一部を、例えば、分析中の流体サンプルへと反射しつつ、部分反射性の光学窓は、流体サンプルから受容される光の少なくとも一部が部分反射性の光学窓を通過できるようにしてもよい。例えば、分析中の流体サンプルによって散乱した光、及び / 又は流体サンプルによって生成された蛍光発光は、第一の光経路 326 へと入り、部分反射性の光学窓 344 を通って（例えば、光学窓に反射又は吸収されずに）少なくとも部分的に伝わって、光学検出器 334 によって検出されてもよい。このようにして、部分反射性の光学窓 344 は、発光体から受容される光を流体サンプルへと反射することができ、流体サンプルから受容される光を送って、光学検出器 334 で検出することができる。

【0071】

いくつかの実施形態において、センサ 302 は、第二の光経路 336 に沿って第一の発光体 320 及び第二の発光体 324 から部分反射性の光学窓 344 の反対側に配置されたビームダンプ 346 を更に含む。ビームダンプ 346 は、その上に入射したあらゆる光を吸収又はトラップするよう構成される。例えば、いくつかの実施形態において、第二の光経路 336 から部分反射性の光学窓 344 まで送られるあらゆる光は、ビームダンプ 346 に送信され、そこで光は吸収され、光学検出器 334 によって検出されることを防止する。

【0072】

図 3 の光学センサ 302 は、センサのための参照用検出器として機能することがある第二の光学検出器 338 を含む。第二の光学検出器 338 は、第一の発光体 320 及び第二の発光体 324 によって放出される光を受容するよう配置される。場所は様々であってよく、図示された例では、第二の光学検出器 338 は、第二の発光体 324 から第二の光経路 336 の反対側に配置されている。具体的には、第二の光学検出器 338 は、第三の光経路 327 の末端の、第二の発光体 324 の反対側に配置される。図 3 に示す例示的な実施形態において、第一の発光体 320 及び第二の発光体 324 は、互いに実質的に垂直に配向され、第一の発光体 320 は第二の光経路 336 とほぼ同軸であり、且つ第二の発光体 324 は第三の光経路 327 とほぼ同軸であり、第二の光学検出器 338 の反対側に位置する。他の例において、第二の発光体 324（使用する場合）は、光学センサ 302 内の他の場所に配置することができ、本開示は、図 3 の特定の構成に限定されないことを理解すべきである。一つの例として、第一の発光体 320 及び第二の発光体 324 の位置は、図 3 に示す第二の発光体によって占められている位置に第一の発光体があり、且つ第一の発光体によって占められている位置に第二の発光体があるように、切替えてもよい。

【0073】

光学センサ 302 が、第二の光経路 336 と交差する第三の光経路 327 を含む例において、センサは、第二の光経路 336 及び第三の光経路 327 の交点に配置された部分反射性の光学窓 342 を含んでもよい。部分反射性の光学窓 342 は、第二の発光体 324 によって放出される光の少なくとも一部を、第三の光経路から第二の光経路 336 へと反

射し、第二の発光体 3 2 4 によって放出される光の少なくとも一部を送って、第二の光学検出器 3 3 8 で受容するよう構成してもよい。更に、部分反射性の光学窓 3 4 2 は、第一の発光体 3 2 0 によって放出される光の少なくとも一部を、第二の光経路から第三の光経路 3 2 7 へと反射して、第二の光学検出器 3 3 8 で受容し、第一の発光体 3 2 0 によって放出される光の少なくとも一部を、第二の光経路 3 3 6 を通過させて第一の光経路 3 2 6 へと送るよう構成してもよい。部分反射性の光学窓 3 4 2 として、あらゆる適切な光学素子を使用することができる。そのような部分反射性の光学窓 3 4 2 は、例えば、二色性フィルタ、クォーツ窓、及び / 又はサファイア窓を含むことができる。いくつかの実施形態において、部分反射性の光学窓 3 4 2 は、反射防止コーティングを含む。

【 0 0 7 4 】

第二の光経路 3 3 6 を通る光の移動方向に対する部分反射性の光学窓 3 4 2 の角度は、例えば、第二の光経路 3 3 6 と第三の光経路 3 2 7 との交差角度に基づいて様々であってよい。しかしながら、第二の光経路 3 3 6 が約 90 度の角度で第三の光経路 3 2 7 に交差する図 3 において、部分反射性の光学窓 3 4 2 は、例えば、第二の光経路 3 3 6 を通る光の移動方向に対して約 45 度の角度で配向される。具体的には、図示された例示的な実施形態において、部分反射性の光学窓 3 4 2 は、第二の光経路 3 3 6 及び第三の光経路 3 2 7、並びに第一の発光体 3 2 0 及び第二の発光体 3 2 4 に対して、実質的に 45° で配向される。この構成では、部分反射性の光学窓 3 4 2 は、第一の発光体 3 2 0 によって放出される光の一部を、第二の光経路 3 3 6 から第三の光経路 3 2 7 へと反射し、第二の発光体 3 2 4 によって放出される光の少なくとも一部を、第三の光経路 3 2 7 へと送るよう構成される。図 3 に示す部分反射性の光学窓 3 4 2 は、第一の発光体 3 2 0 から第二の光経路 3 3 6 に放出される光の一部を第一の光経路 3 2 6 へと送り、第二の発光体 3 2 4 から放出される光の一部を、第三の光経路 3 2 7 から第二の光経路 3 3 6 へと、及び第一の光経路 3 2 6 の方へと反射するよう機能することもできる。

【 0 0 7 5 】

図 4 は、図 3 に示す光学センサを通る光の流れの例を示す、概念上の略図である。明確にするため、図 4 は、第一の発光体 4 2 0 及び第二の発光体 4 2 4 から発散される光を同時に、並びに同時に第一の光学検出器 4 3 4 及び第二の光学検出器 4 3 8 によって受容される光を同時に示す。実際は、第一の発光体 4 2 0 及び第二の発光体 4 2 4 は、同時又は異なる時間に放出してもよい。更に、第一の光学検出器 4 3 4 及び第二の光学検出器 4 3 8 が光を受容しつつ、第一の発光体 4 2 0 及び第二の発光体 4 2 4 の一方若しくは両方が分析中の流体サンプルへと光を放出してもよく、又は発光体の一方若しくは両方が放出していなくてもよい。したがって、図 4 は、センサ 4 0 2 内で同時に起こるように様々な光の流れを示すが、しかしながら、本開示による光学センサは、そのような作動の例に限定されないことを理解すべきである。

【 0 0 7 6 】

光学センサ 4 0 2 の例では、光は、第一の発光体 4 2 0 から第一の波長で第二の光経路 4 3 6 へと放出される。第一の発光体 4 2 0 からの光は、流体サンプルの蛍光を励起するよう構成されてもよく、したがって説明のために励起ビーム 4 9 0 の生成ともいう。図 4 の例におけるセンサ 4 0 2 内で、励起ビーム 4 9 0 は、第二の光経路 4 3 6 へと放出され、そこで部分反射性の光学窓 4 4 2 に遭遇する。励起ビーム 4 9 0 の一部は、部分反射性の光学窓 4 4 2 によって反射され、参照用検出器として機能することがある第二の光学検出器 4 3 8 で検出されてもよい。励起ビーム 4 9 0 の他の部分は、部分反射性の光学窓 4 4 2 を通過して、第二の光経路 4 3 6 を通って伝わり続けてもよい。

【 0 0 7 7 】

作動において、光は、第二の発光体 4 2 4 から第二の波長で第三の光路 4 2 7 へと放出されもする。第二の発光体 4 2 4 からの光は、流体サンプルで散乱されるよう構成されてもよく、したがって、説明のために、散乱ビーム 4 9 2 の生成ともいう。図 4 の例におけるセンサ 4 0 2 内で、散乱ビーム 4 9 2 は第三の光経路 4 2 7 に放出され、そこで部分反射性の光学窓 4 4 2 に遭遇する。散乱ビーム 4 9 2 の一部は、部分反射性の光学窓 4 4 2

によって第二の光経路へと反射されてもよい。散乱ビーム 4 9 2 の他の部分は、部分反射性の光学窓 4 4 2 を通過して、第三の光経路 4 2 7 を通って伝わり続け、参照用検出器として機能することがある第二の光学検出器 4 3 8 で検出されてもよい。

【 0 0 7 8 】

図 4 の例において、第二の光経路 4 3 6 を通って伝わる励起ビーム 4 9 0 及び散乱ビーム 4 9 2 の一部は、部分反射性の光学窓 4 4 4 に遭遇する。部分反射性の光学窓 4 4 4 に遭遇した励起ビーム 4 9 0 及び散乱ビーム 4 9 2 の一部は、部分反射性の光学窓によって第一の光経路 4 2 6 へと反射されてもよい。第一の光経路 4 2 6 へと反射されたこれらのビームは、第一の光経路と流体サンプルとの間に配置された光学レンズ 4 2 8 を介して、分析中の流体サンプルへと導かれる。いくつかの例において、部分反射性の光学窓 4 4 4 に遭遇した励起ビーム 4 9 0 及び散乱ビーム 4 9 2 の他の部分は、部分反射性の光学窓を通過して、ビームダンプ 4 4 6 へ行ってもよい。ビームダンプ 4 4 6 は、第二の光経路 4 2 7 から第一の光経路 4 2 6 の反対側に位置する、光学センサ 4 0 2 の光学的に吸収性の領域であってよい。ビームダンプは、領域に導かれた光を吸収して、例えば、反射されて第一の光経路 4 2 6 へと戻った光が、光学検出器 4 3 4 によって検出されることを防止するのを助けてもよい。

【 0 0 7 9 】

前述したように、光学レンズ 4 2 8 を介して流体サンプルに伝わる励起ビーム 4 9 0 がサンプル内の蛍光を励起しつつ、流体サンプル内に伝わる散乱ビーム 4 9 2 は、例えば、サンプル中の懸濁物質（例えばオイル、又は微粒子）によって散乱されてもよい。いくつかの例において、励起ビーム 4 9 0 に応答して流体サンプルによって放出される蛍光は、励起ビーム 4 9 0 又は散乱ビーム 4 2 9 に含まれる一つ又は複数の波長とは異なる、第三の波長である。分析中の流体サンプルによって、第三の波長は、UV 又は近紫外スペクトル、例えば約 2 8 5 nm から約 3 8 5 nm（例えば 3 0 0 nm より大きい波長、例えば 3 1 5 nm）の範囲であってもよい。蛍光及び散乱光は、光学レンズ 4 2 8 で捉え、センサ 4 0 2 の第一の光経路 4 2 6 へと導いて戻すことができる。いくつかの実施形態において、光学レンズ 4 2 8 は、蛍光及び散乱光を、それぞれ、放出ビーム 4 9 4 及び被散乱ビーム 4 9 6 へと実質的に平行にし、光経路 4 2 6 を通して部分反射性の光学窓 4 4 4 の方へと戻すよう機能する。

【 0 0 8 0 】

図 4 の構成において、部分反射性の光学窓 4 4 4 は、分析中の流体サンプルの蛍光性分子によって生成された放出ビーム 4 9 4 の少なくとも一部を送ってもよく、流体サンプルによって生じた光散乱によって生成された被散乱ビーム 4 9 6 の少なくとも一部もまた送ってもよい。放出ビーム 4 9 4 及び被散乱ビーム 4 9 6 は、光学レンズ 4 2 8 を介して光学センサ 4 0 2 に入って、部分反射性の光学窓 4 4 4 に遭遇する前に、第一の光経路 4 2 6 を通ってもよい。放出ビーム 4 9 4 及び被散乱ビーム 4 9 6 の少なくとも一部は、部分反射性の光学窓 4 4 4 に当たると、部分反射性の光学窓を通過して、光学検出器 4 3 4 によって検出されてもよい。

【 0 0 8 1 】

いくつかの実施形態において、部分反射性の光学窓 4 4 4 は、分析中の流体サンプルを光学的に特徴づけるのに所望されるよりも多くの光又は光の波長を、第一の光学検出器 4 3 4 へと送ってもよい。例えば、流体サンプルからの励起ビーム 4 9 0 の散乱が第一の光学検出器 4 3 4 に到達して、流体サンプルによって放出された蛍光発光に対応するものとして検出されてもよいように、部分反射性の光学窓 4 4 4 は、励起ビーム 4 9 0 のいくつかの部分が部分反射性の光学窓 4 4 4 を通過できるようにしてもよい。光学検出器 4 3 4 によって受容され検出される光の制御を助けるために、光学センサ 4 0 2 は、光学レンズ 4 2 8 と第一の光学検出器 4 3 4 との間に配置される光学フィルタ 4 3 2 を含んで、望ましくない光を除去してもよい。図 4 の実施形態では、光学フィルタ 4 3 2 は、部分反射性の光学窓 4 4 4 と第一の光学検出器 4 3 4 との間に配置されている。いくつかの実施形態において、光学フィルタ 4 3 2 は、第一の発光体 4 2 0 によって放出される光の波長の実

10

20

30

40

50

質的に全て（及び他の例において光の波長の全て）を除去するよう設計されている。これは、第一の発光体 4 2 0 によって放出される、蛍光発光を生成しない光（例えば、光学レンズ 4 2 8 の方ではなく光学検出器 4 3 4 の方へ進む第一の発光体 4 2 0 からの光、及び / 又は蛍光発光を生成せず流体サンプル中で散乱する発光体からの光）が、光学検出器 4 3 4 によって検出され、蛍光発光として特徴づけられることを防止するのを助けてもよい。光学フィルタ 4 3 2 は、第一の発光体 4 2 0 からの光に応答して流体サンプルから放出される蛍光発光の実質的に全て（及び他の例において全て）の波長、並びに第二の発光体 4 2 4 からの光に応答して流体サンプルによって散乱する光の波長を送ってもよい。

【 0 0 8 2 】

第一の光学検出器 4 3 4 は、入射光の強度及び / 又は他の特性を検出又は測定するよう構成することができる。記載されているように、第一の光学検出器 4 3 4 は、被散乱ビーム 4 9 6 の少なくとも一部を受容してもよく、放出ビーム 4 9 4 は、流体サンプルから部分反射性の光学窓 4 4 4 を通して送られる。いくつかの実施形態において、図 3 に示すように、第一の光学検出器 4 3 4 は、放出ビーム 4 9 4 及び被散乱ビーム 4 9 6 の両方からの光を検出するよう構成された単一の検出器を含むことができる。この構成では、光学センサ 4 0 2 は、第一の発光体 4 2 0 及び第二の発光体 4 2 4 を制御して、励起ビーム 4 9 0 及び散乱ビーム 4 9 2 を交互に放出してもよい。（例えば、第二の発光体 4 2 4 が光を放出していないときに）第一の発光体 4 2 0 によって放出される光に応答して光学検出器 4 3 4 によって検出される光は、流体サンプル中で生成される蛍光発光に起因する可能性がある。反対に、（例えば、第一の発光体 4 2 0 が光を放出していないときに）第二の発光体 4 2 4 によって放出される光に応答して光学検出器 4 3 4 によって検出される光は、流体サンプルによって生じた光散乱に起因する可能性がある。このようにして、単一の検出器は、分析中の流体サンプルから発散される放出ビーム 4 9 4 及び被散乱ビーム 4 9 6 の両方を検出及び分析することができる。

【 0 0 8 3 】

前述したように、第一の光学検出器は、流体サンプルから蛍光を発し、少なくとも 1 つの放出ビーム 4 9 4 として受容される光を検出することができる。いくつかの実施形態において、放出ビーム 4 9 4 の強度を測定して、サンプルの特徴（例えば蛍光体の濃度）を算出することができる。一つの例では、第一の発光体 4 2 0 から光を放出し、流体サンプルに入射しつつサンプルからの蛍光を測定する。他の例では、第一の発光体 4 2 0 からの光の放出を止めた後、サンプルから蛍光を受容及び測定する。これらの例において、流体サンプルによって放出される蛍光は、第一の発光体 4 2 0 からの放出継続時間を越えて残留することができる。したがって、第一の光学検出器 4 3 4 は、その後第一の発光体 4 2 0 からの光の放出が止まるまで、流体サンプルから蛍光発光を受容してもよい。いくつかの例において、光学センサ 4 0 2 は、第一の光学検出器 4 3 4 によって検出される蛍光発光の大きさに基づいて、分析中の流体サンプルの特徴を決定し、第一の発光体 4 2 0 による光の放出を止めた後、その大きさを経時的に変化させてもよい。例えば、光学センサ 4 0 2 は、流体サンプルについての蛍光減衰曲線（例えば、時間の関数としての蛍光強度）を測定することによって、時間分解蛍光分光法を行ってもよい。これは、第一の発光体 4 2 0 が光を放出するのを止めた時から、第一の光学検出器 4 3 4 が流体からの蛍光発光を検出するのを止める時まで、分析中の流体サンプルからの蛍光発光放射を測定することを含んでもよい。蛍光発光を検出することに加えて、流体サンプルから散乱し、被散乱ビーム 4 9 6 の形態でセンサに戻った光を、光学検出器 4 3 4 で検出することもできる。

【 0 0 8 4 】

いくつかの例において、分析中の流体サンプルによって放出される蛍光の量は、第一の発光体 4 2 0 によってサンプル内に導かれた励起光の量に依存する。同様に、流体サンプルによって散乱する光の量は、第二の発光体 4 2 4 によってサンプル内に導かれる散乱光の量に依存してもよい。そのような例において、第一の発光体 4 2 0 及び / 又は第二の発光体 4 2 4 によって放出される光の強度は、例えば、第二の光学検出器 4 3 8 で測定することができる。光学センサ 4 0 2 は、第一の発光体 4 2 0 及び / 又は第二の発光体 4 2 4

によって放出される光の大きさに基づいて、第一の光学検出器 4 3 4 によって検出される蛍光発光及び / 又は散乱光の大きさを調整することができる。

【 0 0 8 5 】

本開示による光学センサは、センサが制御装置と通信可能に組み合わせられ、データをセンサから受信し、及びデータをセンサに送ることができるシステム（例えば、図 1 の流体系 1 0 0 ）の一部として用いることができる。制御装置は、一体的な構成要素、例えばマイクロコントローラ、又は外部部品、例えばコンピュータを含んでもよい。制御装置は、第一の発光体及び第二の発光体、並びに第一の光学検出器及び第二の光学検出器と通信可能である。制御装置は、第一の発光体及び第二の発光体を制御して、それぞれ、第一の波長及び第二の波長で光を放出するよう構成されることができる。述べたように、第一の波長が流体サンプルの蛍光を励起しつつ、第二の波長が流体サンプルで散乱されてもよい。制御装置は、第一の光学検出器を制御して、流体サンプルによって放出される蛍光発光、及びサンプルによって散乱した光もまた検出するよう構成することもできる。更に制御装置は、検出される蛍光発光に基づいて、流体サンプルの少なくとも 1 つの特徴を決定するよう構成されることができる。例えば、制御装置は、光学センサによって生成されたデータ、及び制御装置と関連する記憶装置において保存された情報、例えば、式に基づいて算出すること、ルックアップテーブルで発見すること、又は本技術分野において知られる任意の他の方法に基づいて、流体サンプルの特徴を決定してもよい。

10

【 0 0 8 6 】

第一の発光体及び第二の発光体を、交互の活性化の順序で作動させる用途において、制御装置は、それぞれの発光体から放出される光の周波数及び継続時間を調整することができる。更に、センサが、参照用検出器として機能する第二の光学検出器を含む実施形態では、制御装置は、第一の発光体及び第二の発光体からの光を検出することができ、この検出した光を使用して、第一の光学検出器によって検出される光を調整することができる。

20

【 0 0 8 7 】

いくつかの例において、本開示による光学センサは、一つ又は複数の非光学的センサもまた含む。例示的な非光学的センサとしては、限定されないが、pH センサ、伝導率センサ、及び温度センサが挙げられる。非光学的センサからのデータを使用して、分析中のサンプルの非光学特徴を決定することができる。いくつかの実施形態において、一つ又は複数の非光学的センサからのデータを用いて、流体サンプルからの蛍光発光の測定を調整して、サンプルの一つ又は複数の特徴を決定することができる。例えば、温度センサをセンサボディ内に取り付けて、蛍光への、並びに電子機器及び / 又は検出器への温度の影響を修正することができる。他の例において、光学的センサのデータを使用して流体サンプルを監視し、及び / 若しくは流体処理を制御するのに加えて又はその代わりに、非光学的センサからのデータを用いて流体サンプルを監視し、及び / 若しくは流体処理を制御してもよい。

30

【 0 0 8 8 】

述べたように、特定の実施形態において、本開示による光学的センサは、サンプルからの一つ又は複数の波長の蛍光、及びサンプルの更に他の波長の散乱光を検出してもよい。光学的センサは、流体サンプルの更なる特徴、例えば非光学的特徴を検出してもよい。光学的センサによって生成されるデータを用いて、サンプルの特徴の少なくとも 1 つを算出し、又はそうでなくとも決定することができる。そのようなデータは、順序において同時に、交互に、又はいくらかであるが全てではないデータを同時に受容することができる組合せで、受容することができる。

40

【 0 0 8 9 】

少なくとも 1 つの特徴を決定することに寄与する受信データは、複数のチャンネルで受容することができる。チャンネルは、蛍光チャンネル及び散乱チャンネルの一つ又は複数を含む光学的チャンネルであることができ、データチャンネル、例えば一つ又は複数の非光学的センサから受容されるデータを含むこともできる。光学的チャンネルは、例えば、波長バンドによって定義することができる。したがって、いくつかの実施形態において、第一の蛍光波

50

長の形態で受容されるデータは、第一の蛍光チャンネルに受容されるデータであり、サンプルから散乱した光の形態で受容されるデータは、散乱チャンネルに受容されるデータである。したがって、様々な実施形態において、光学的センサは、同時に及び／又は交互に第一の光経路を経た光学的チャンネル、並びにさらに一つ又は複数の非光学的センサからの非光学的チャンネルの任意の組合せで、データを受容することができる。更に、前述したように、第二の光学検出器は、第一の光学検出器における測定のキャリブレーションのために使用される、第一の発光体及び第二の発光体からの光を受容することができる。したがって、第二の光学検出器で受容されたデータは、一つ又は複数のキャリブレーションチャンネルに受容することができる。

【0090】

10

光学的センサが、流体サンプルから受容した蛍光発光を検出し、且つ流体サンプルから受容した散乱光も検出する単一の光学検出器を含む用途において、第一の発光体及び第二の発光体は、交互の順序で開始及び停止してもよい。これは、光学検出器によって生成されるデータを、検出した蛍光発光に対応する蛍光発光データ、及び検出した散乱光に対応する散乱データに分析することを可能にしてもよい。他の例において、光学的センサは、流体サンプルから受容した蛍光発光を検出し、流体サンプルから受容した散乱光を検出する、複数の光学検出器を含むことができる。例えば、光学的センサは、流体サンプルから受容した蛍光発光を検出する一つの光学検出器、及び流体サンプルから受容した散乱光を検出する他の光学検出器を含んでもよい。

【0091】

20

図5A及び5Bは、光学的センサ、例えば図2～4の光学的センサに使用することができる、代替の光学検出器の配置の例を示す。図5Aは、光学検出器（例えば、図3の光学検出器334及び／又は光学検出器338）が、第一の光学検出部分552及び第二の光学検出部分553を含む、例示的な実施形態を示す。いくつかの実施形態によれば、センサは、少なくとも1つの更なる光経路、例えば、第一の光経路526と交差する第四の光経路529を、例えば、約90度の角度で含むことができる。図3に関連して、少なくとも1つの更なる光経路は、部分反射性の光学窓551と、レンズの反対側の第一の光経路526の末端との間に配置される。

【0092】

いくつかの実施形態において、センサは、第一の光経路526と、対応する更なる光経路、例えば第四の光経路529との交点に配置された少なくとも1つの更なる部分反射性の光学窓551を含むことができる。更なる部分反射性の光学窓551は、選択された光のバンドに対応する光学検出部分へと反射又は送るよう構成される。例えば、図5Aは、第一の光経路526と第四の光経路529との交点に配置された更なる部分反射性の光学窓551を示す。第一の光学検出部分552及び第二の553の光学検出部分は、それぞれ、第一の光経路526及び第四の光経路529の末端に位置する。

30

【0093】

いくつかの実施形態において、部分反射性の光学窓551は、波長「A」で光を伝え、及び波長「B」で光を反射するよう構成される。したがって、波長「A」及び「B」の光の混合が第一の光経路526を通過してサンプルから部分反射性の光学窓551の方へと進む場合、部分反射性の光学窓551は、波長「B」の光を第二の光学検出部分553へと反射しつつ、波長「A」の光を第一の検出器素子552に送るよう機能する。これは、それぞれの検出部分が、異なる波長又は異なる範囲の波長で光を検出することを可能にし、センサに、狭い波長バンドを検出することができる光学検出部分を実装することを可能にする。この例では、部分反射性の光学窓551は、光、例えば、放出ビーム及び被散乱ビームを、2つの対応する光学検出部分へと同時に導く。

40

【0094】

いくつかの実施形態において、第一の更なる部分反射性の光学窓551は、サンプルからの蛍光を、第二の光学検出部分553の方へ導きつつ、サンプルから散乱した光を、例えば、第二の波長で、第一の光学検出部分552の方へ導くよう構成される。そのような

50

実施形態では、散乱光及び蛍光は、それぞれ異なる検出部分で測定されるので、同時に測定することができる。

【 0 0 9 5 】

図 3 に関して既に記載したように、望ましくない波長の光が特定の検出部分の方向へ導かれる状況があることがあり、検出光の測定にエラーをもたらすおそれがある。したがって、部分反射性の光学窓 5 5 1 と対応する検出部分との間に、更なる光学フィルタを置くことができる。例えば、図 5 A において、更なる部分反射性の光学窓 5 5 1 と、第二の検出部分 5 5 3 との間に、更なる光学フィルタ 5 2 3 を置くことができる。光学的センサは、使用する場合、必要に応じて多くの更なるフィルタエレメントを有することができる。いくつかの実施形態において、センサは、少なくとも光学検出部分と同じ程度に多くのフ

10

【 0 0 9 6 】

図 5 B は、光学検出器が複数の光学検出部分（例えば、図 3 における光学検出器 3 3 4 及び / 又は光学検出器 3 3 8 ）を含む、図 5 A と類似する例示的な実施形態を示す。具体的には、図 5 B は、第一の光学検出部分 5 5 5、第二の光学検出部分 5 5 6、第三の光学検出部分 5 5 8、第四の光経路 5 3 1、及び第五の光経路 5 3 3 を含む光学検出器の配置を示す。第四及び第五の光経路は、第一の光経路 5 2 6 と、例えば、約 9 0 度の角度で交差する。更に、この例では、光学検出器の配置は、部分反射性の光学窓 5 5 4 及び 5 5 7 を含み、第一の光経路 5 2 6 から、それぞれ第四及び第五の光経路へと、光の流れを制御

20

【 0 0 9 7 】

図示された実施形態では、部分反射性の光学窓 5 5 7 は、第一の光経路 5 2 6 と第五の光経路 5 3 3 との交点に位置する。更なる第二の部分反射性の光学窓 5 5 7 は、波長の特定の波長又は特定のバンドの波長を選択的に伝え、又は反射して、それによって特定のバンドの波長だけを第三の検出部分 5 5 8 へと導くよう構成されることができる。いくつかの構成において、分析中のサンプルは、例えば、第一及び第二の蛍光波長を含み、それぞれ第一及び第二の放出ビームを形成する複数の波長で、蛍光を発する可能性がある。そのような場合には、部分反射性の光学窓 5 5 7 は、第二の放出ビームを第三の光学検出部分 5 5 8 の方へ反射しつつ、第一の放出ビーム、及び例えば被散乱ビームを通過させることを可能にすることができる。そして部分反射性の光学窓 5 5 4 は、第一の放出ビームを第

30

【 0 0 9 8 】

当然のことながら、第一の光学検出器の可能な変形、例えば図 3 に示すようなものを記載したが、しかしながら、図 5 A 及び 5 B に示す実施形態を、第二の光学検出器（例えば、参照用検出器）のために使用することもできる。そのような構成において、部分反射性の光学窓は、第一及び第二の発光体によってそれぞれ放出される第一及び第二の波長を、選択的に反射又は送るよう構成されてもよい。例えば、再び図 3 を参照すれば、図 5 A に示すような検出器を用いて、散乱ビームを第一の光学検出部分 5 5 2 へと、及び励起ビームを第二の光学検出部分 5 5 3 の方へと導いて、キャリブレーションチャンネルを分離して同時に検出することを可能にすることができる。

40

【 0 0 9 9 】

本開示による光学的センサは、特定の用途又は構成に使用するための要求を満たすよう変更することができる。例えば、図 6 A ~ 6 D は、流体容器と共に使用するための様々な部品に取り付けられるセンサを示す。図 6 A ~ 6 D は、本開示による任意のセンサによって用いることができる、異なるセンサ構成部品及び物理的配置もまた示す。

【 0 1 0 0 】

図 6 A に示すように、センサ 6 0 2（図 3 に関して示され記載されているようなセンサ

50

でもよい)のハウジング603aは、一つ又は複数の取付部材、例えばスクリー662aを介して、取付ディスク660aに固定することができる。図6Aに示す取付ディスク660aは、例えば、スクリー(図示せず)でカバー666aに取り付けられ、リング664aを介してカバー666aに封止される。カバー666aは、センサ602の所望の用途のための、あらゆる適切な材料、例えばステンレス鋼、プラスチックなどでできていることができる。いくつかの実施形態において、カバー666aは、衛生部品のために規則的に用いられる、標準的なステンレス鋼固体エンドキャップを含む。いくつかの実施形態において、カバー666aは、一連の交換可能なインサートから選択することができるインサート668aに係合する。インサート668aは、センサ602の所望の用途のため、あらゆる適切な材料でできていることができ、サンプルへ発光しサンプルから光を受けるレンズ628aを保持するよう構成されることができる。インサート668aは、ワッシャ669aとともにカバー666aに固定することができる。リング670、672は、それぞれ、カバー666aとインサート668aとの界面、及びインサート668aとレンズ628aとの界面を封止することができる。

【0101】

いくつかの実施形態において、インサート668aは、プラスチック、例えばポリスルホン、又はフルオロポリマーでできていることができる。他の実施形態において、インサート668aは、ポリフェニレンサルファイド、又は40%ガラス充填ポリフェニレンサルファイドでできていることができる。インサート668aは、カバー666aの座ぐりの内径よりも大きい外径を有することができ、インサート668aを、リング670を必要とすることなく、カバー666aに圧入することを可能にすることができる。いくつかの実施形態において、レンズ628aは、サファイアボールを含むことができ、インサートは内孔を含むことができ、インサート668aの内孔がサファイアボールの直径より小さい直径を有することができるような相対的なサイズである。そのような場合、レンズ628aはインサート668a内へと圧入され、リング672を必要とすることなく気密シールを提供することができる。そのような場合には、流体サンプル中に浸漬されるセンサ部のための材料の可能な組み合わせの一つは、カバー666aにステンレス鋼、インサート668aに40%ガラス充填ポリフェニレンサルファイド、及びレンズ628aにサファイアが挙げられる。

【0102】

カバー、インサート、及びレンズについての耐性は、リングを必要とすることなく、それらの界面に気密シールを提供するよう選択することができる。サンプル中に浸漬されるこれらの部分の圧入組立体は、例えば、温度0 ~ 90、及び圧力150 psiまで使用することができる。高圧用途のために、ワッシャ669aを含んで、インサート668a及びレンズ628aに安定な機械的支持を提供することができる。いくつかの実施形態において、ワッシャ669aはサンプルに接触せず、高圧用途においてインサート668a及びレンズ628aを支持するのに必要な強度を提供する適切な材料、例えばステンレス鋼、プラスチックなどでできていることができる。

【0103】

図6Bは、ハウジング603bが取付ディスク660bに固定され、レンズ628bを保持するインサート668bに係合しているカバー666bを含む、センサ602b組立体を示す。センサ602b組立体は、ナット678bを含むクランプ676bによって、短いティー部分674bに固定されている。リングガasket680bは、組立体とティー674bとの間に配置され、センサの内部と、流体サンプル及び外部環境との間に封止を生じることができる。例示的な実施形態において、センサ602bはクランプを介して流体容器682b上のフランジに固定されているが、しかしながら、センサ602bを容器682bに固定するあらゆる装置を用いることができる。流体容器は、分析される流体を支持又は収容する任意の構造、例えば、静的流体リザーバ、タンク、パイプ、又は任意の他の流体を取り扱う構造、例えば流体の流動体積及び非流動体積に適合する流体を取り扱う構造を含むことができる。

【 0 1 0 4 】

図 6 B に示すような構成は、例えば、容器内で洗浄又は公衆衛生処理が行われ、その処理で使用される溶液の特徴をセンサが決定する、C I P システムに使用することができる。容器 6 8 2 b は、例えば、食品タンク、化学品保存タンク、膜組立体、パイプライン、又は他の C I P 設備を含むことができる。図 6 B に示す構成のレンズ 6 2 8 b は、容器 6 8 2 b へと延在するハウジングの末端付近に配置される。

【 0 1 0 5 】

図 6 C は、組立体がティー部分 6 7 4 c に固定された、図 6 B に類似したセンサ 6 0 2 c 組立体を示すが、しかしながら、本実施例では、カバー 6 6 6 c に係合するインサート 6 6 8 c は、レンズを、ハウジングの末端から離れて、容器 6 8 2 c のサンプルの近くに保持するよう構成されている。インサート 6 6 8 c は、カバー 6 6 6 c 及び / 又はセンサ 6 0 2 c 、並びにレンズ 6 2 8 c へと交換可能に固定することができ、ハウジング 6 0 3 c に対する、及び容器 6 8 2 c 中のサンプルに対する、レンズ 6 2 8 c の場所の互換性を可能にしている。例えば、いくつかの実施形態において、インサート 6 6 8 c 及び圧入レンズ 6 2 8 c のみが、サンプル容器 6 8 2 c へと突出する。代替として、カバー 6 6 6 c は、金属（例えば、ステンレス鋼）筒状体、及びフランジを含むことができ、サンプル容器 6 8 2 c へと延在しつつ、インサート 6 6 8 c 及びレンズ 6 2 8 c に機械的支持及び保護を提供することができる。

【 0 1 0 6 】

更に、図 6 C は、光ガイド 6 8 4 c を含むセンサ 6 0 2 c を示す。光ガイド 6 8 4 c は、ボールレンズ 6 2 8 c と部分反射性の光学窓 6 4 4 c との間の光経路内に挿入される。光ガイド 6 8 4 c は、ボールレンズ 6 2 8 c から部分反射性の光学窓 6 4 4 c へと光を導く構造であってもよい。あらゆる適切な光ガイドを用いることができ、一例として、光ガイド 6 8 4 c は、研磨された末端を有する光学的に透明な材料（例えば、クォーツ）の固体棒から製造される。使用する場合、光ガイド 6 8 4 c の直径は、ボールレンズ 6 2 8 c と部分反射性の光学窓 6 4 4 c との間に延在する光経路の内径より小さくてもよく、光の損失を制限するような方法で整列及び固定することができる。

【 0 1 0 7 】

光ガイド 6 8 4 c を光学的センサ 6 0 2 c の光経路内に保持するために、光ガイドは、光経路の中に摩擦嵌合され、光経路内に機械的に固定され、又はそうでなくともハウジング内に固定されていてもよい。図 6 C は、例えば、それぞれ光ガイド 6 8 4 c の直径より小さい直径を有し、光ガイドに圧入を提供する 2 つの狭い領域 6 8 5 c 及び 6 8 6 c を有する、光学的センサハウジングを示す。そのような取付けについて、光ガイド 6 8 4 c は、光ガイドがその断面の実質的に全体にわたって光を受容及び放出することを可能にする、障害のない末端を有してもよい。いくつかの実施形態において、光ガイドの外面的実質的に全てが空気に囲まれており、全反射のための条件を生じ、光ガイド 6 8 4 c を通して光をチャネリングする。光ガイド 6 8 4 c を用いることにより、光ガイドを用いない場合よりも、センサ 6 0 2 c の電氣的及び光学的部品を容器 6 8 2 c から離れて配置しつつ、許容できる信号強度を生成してもよい。これは、熱感知部品（例えば、LED、フォトダイオード）を、容器内の熱い流体から更に遠ざけておくことを助けてもよい。

【 0 1 0 8 】

図 6 D は、ティー部分 6 7 4 d に組立体が固定された、図 6 B 及び 6 C に類似するセンサ 6 0 2 d 組立体を示す。しかしながら、図 6 D の例では、センサ 6 0 2 d は、ボールレンズ 6 2 8 d と部分反射性の光学窓 6 4 4 d との間の光経路内に配置されたコリメータレンズ 6 9 0 d を含む。コリメータレンズ 6 9 0 d は、部分反射性の光学窓 6 4 4 d の隣に（例えば、ボールレンズ 6 2 8 d よりも部分反射性の光学窓の近くに）配置されるよう示されている。作動中、コリメータレンズ 6 9 0 d は、発光体 6 2 0 d から光を集めて、ボールレンズ 6 2 8 d へと光を導くことができ、それによって、ボールレンズに近接する流体内に焦束された励起を生じる。更に、コリメータレンズ 6 9 0 d は、ボールレンズ 6 2 8 d から受容された光（例えば、蛍光）を集めて、光学検出器 6 3 4 d 上へ光を導くこと

10

20

30

40

50

ができる。使用する場合、コリメータレンズ 690 d の径は、例えば、光学的センサの径に基づいて様々であってよく、いくつかの例において、コリメータレンズは、約 12 ミリメートル (mm) から約 20 mm の直径を有する。

【0109】

コリメータレンズ 690 d を用いることにより、光学的センサがコリメータレンズを含まない場合と比較して、光学検出器 634 d で検出される光信号の大きさ、及び光学検出器によって生成される電気信号の強度が増加することがある。例えば、部分反射性の光学窓 644 d の隣にコリメータレンズ 690 d を追加することは、ボールレンズ 628 d を通して受容される励起の大きさを、2 倍より大きく（例えば、そうでなければ受容される範囲の 2 ~ 3 倍）上昇させることがある。光学検出器 634 d によって検出される蛍光強度の増加の合計は、コリメータレンズ 690 d を使用する場合、センサがコリメータレンズを含まない場合と比較して、5 倍より大きく（例えば、そうでなければ検出されるもの 6 ~ 10 倍の範囲）増加することがある。いくつかの例において、更なる合焦レンズ 691 d を、放出フィルタ 632 d と光学検出器 634 d との間に置いて、検出器の小さい面積に蛍光を集中させてもよい。これは、光学的センサ 602 d に、より高いシャント抵抗及びより低いターミナル容量を有し、広範囲の温度においてより高い安定性を提供する、より小さな高感度面積フォトダイオードを使用することを可能にしてもよい。

【0110】

センサの様々な実施形態及び構成を記載した。図 7 は、本開示による光学的分析技術のプロセスフロー図である。図 7 は、センサが、第一の波長 783 の光を、第一の発光体から、光経路を通して流体サンプルへと放出する方法を示す。光経路は、センサのハウジングによって画定される。センサは、流体サンプルによって放出される蛍光 784 を、光経路を通して、光学検出器で受容もする。いくつかの実施形態において、蛍光発光は、第一の発光体によって放出される光によって励起される。センサは、第二の波長 786 の光を、第二の発光体から、光経路を通して流体サンプルへと放出する。第二の波長の光は、第一の波長と同じ光経路を介して、サンプルに導かれる。センサは、流体サンプル 787 によって散乱した光を、光経路を通して、光学検出器で受容もする。

【0111】

図 7 のプロセスにおいて、光は、第一の波長及び第二の波長で流体サンプルへと放出され、単一の光経路を介して流体サンプルから受容される。受信光は、サンプルで散乱することができ、いくつかの実施形態において、サンプルで散乱した第二の波長の光を含む。受信光は、第一の波長の光によって生じる可能性があるサンプルからの蛍光の形態であることもできる。上記したように、いくつかの実施形態において、サンプルによって散乱した光とサンプルからの蛍光とが光学検出器に同時に入射する場合、センサは、それらの違いを分析することができない。したがって、いくつかの実施形態において、第二の波長 786 の光を放出する前に、第一の波長 785 の光を放出することを止める。同じ理由で、方法を繰り返す場合、いくつかの実施形態において、第一の波長 783 の光を放出する前に、第二の波長 788 の光を放出することを止める。第一及び第二の波長で光を放出することを止める工程は、そのような工程を行うことができるが、しかしながら全ての実施形態において必要ではないことを示すために、破線で示す。

【0112】

更なる実施形態において、光学検出器で有用な蛍光発光を受容する前に、第一の波長 785 の光を放出することを止める。これは、例えば、サンプルが、異なる継続時間で蛍光を発する複数の蛍光性種を含む場合に、一つの種からの蛍光が、他の種からの蛍光を超えて残留するように行うことができる。より長く残留する種からの蛍光を測定することが臨まれるが、しかしながらより短く残留する種からの蛍光が無関係である場合、第一の波長で光を放出するのを止めて、ショアリング (shoring) 残留種によって励起された蛍光がおさまるのを待ち、次により長く残留する種に起因する残存した蛍光発光を測定することが有利である可能性がある。光学検出器は、サンプルから蛍光発光を受容しつつ、第一の波長の光を放出してもよいが；しかしながら、蛍光の測定は、適切な時点まで無視しても

よく、又は無視しなくてもよい点に留意する必要がある。

【0113】

最後に、図7の例において、方法は、受容した蛍光発光に基づいて、サンプルの少なくとも1つの特徴を決定する工程789を含むことができる。例えば、すでに述べたように、サンプルから受容した蛍光に基づいて、サンプルの蛍光体濃度を決定することができる。

【0114】

図7において概説する方法は、センサを含むシステムにおける制御装置によって行うことができる。制御装置は、第一又は第二の発光体から発光のタイミング及び継続時間、並びに流体サンプルから光を受容するタイミングを制御するための処理装置を含むことができる。すなわち、制御装置は、外部光が存在する場合、サンプルの少なくとも1つの特徴を適切に決定する能力を阻害するおそれのある受信光を無視するようプログラムすることができる。制御装置は、受信した蛍光、散乱光からのデータ、及び受容するあらゆる他のデータを利用して、サンプルの少なくとも1つの特徴を算出し、又はそうでなくとも決定し、若しくは決定を調整することができる。

【0115】

例示的なセンサを記載した。いくつかの実施形態は、サンプルからの蛍光が、少なくとも1つの蛍光チャネルにおいて励起及び検出され、検出された蛍光を用いてサンプルの特徴を決定するマルチチャネル蛍光センサを含む。他の因子、例えばサンプルから散乱した光、又は更なる非光学的測定を用いて、蛍光検出を補い、サンプルの蛍光の潜在的な変化を説明することができる。センサは、発光体及び検出器の制御を自動化する制御装置を含むシステムの一部であることができ、測定されたデータからサンプルの特徴を算出することができ、又はそうでなくとも決定することができる。センサは、特性評価すべき流体サンプルが存在する、又は通って流れる容器内に固定することができる。

【0116】

本明細書に記載の技術は、少なくとも部分的に、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、又は任意のこれらの組み合わせにおいて実施してもよい。例えば、記載の技術の様々な側面は、一つ又は複数のマイクロプロセッサ、デジタル信号プロセッサ(DSP)、特定用途向け集積回路(ASIC)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)、又は任意の他の均等な集積若しくはディスクリート論理回路、並びにそのような部品の任意の組合せを含む、一つ又は複数の処理装置内で実施してもよい。用語「処理装置」又は「制御装置」は、一般に、単独での、又は任意の他の論理回路若しくは他の均等な回路との組み合わせた、任意の前述の論理回路を意味する。ハードウェアを含む制御装置もまた、本明細書の技術の一つ又は複数を行ってもよい。

【0117】

そのようなハードウェア、ソフトウェア、及びファームウェアを、同じ装置内で、又は別々の装置内で実施して、本明細書に記載されている様々な動作及び機能を支持してもよい。更に、記載されている装置、モジュール、又は部品は、いずれも、組み合わせで、又は別々であるが相互使用可能な論理デバイスとして別々に実施してもよい。モジュール又は装置としての異なる特徴の描写は、異なる機能的側面を強調することを意図しており、そのようなモジュール又は装置は、必ずしも別々のハードウェア又はソフトウェア構成要素によって実現しなければならないことを意味するわけではない。むしろ、機能的に関連した一つ又は複数のモジュール又は装置は、別々のハードウェア又はソフトウェア構成要素によって行ってもよく、又は共通若しくは別々のハードウェア又はソフトウェア構成要素内で一体化されていてもよい。

【0118】

本明細書に記載されている技術は、持続性コンピュータ可読媒体、例えば命令を含むコンピュータ可読記録媒体内に実装又はコードしてもよい。コンピュータ可読記録媒体に埋め込まれた又はコードされた命令は、例えば命令を実行したとき、プログラマブルプロセッサ又は他のプロセッサに方法を行わせてもよい。持続性コンピュータ可読記録媒体とし

10

20

30

40

50

ては、揮発性及び／又は不揮発性記憶装置の形態を含んでもよく、例えば、ランダムアクセス記憶装置（ＲＡＭ）、読出し専用メモリ（ＲＯＭ）、半固定記憶装置（ＰＲＯＭ）、消去可能な半固定記憶装置（ＥＰＲＯＭ）、電子的に消去可能な半固定記憶装置（ＥＥＰＲＯＭ）、フラッシュメモリ、ハードディスク、ＣＤ－ＲＯＭ、フロッピー（登録商標）ディスク、カセット、磁気媒体、光学式媒体、又は他のコンピュータ可読媒体が挙げられる。

【０１１９】

以下の例は、流体サンプル中の成分の濃度を決定するために用いるシステムにおける光学的センサについて、更なる詳細を提供してもよい。

【実施例】

10

【０１２０】

本開示に従って構築された光学的センサの例を用いて、水及び芳香族性蛍光体（ＡＦ）の異なる濃度を有する様々なサンプルを光学的に分析した。光学的センサを使用して、水及びＡＦのサンプルを分析したことに加えて、光学的センサの部品を個別に評価して、センサの部品を光学的に特徴づけた。

【０１２１】

図８Ａは、ナノメートル（ｎｍ）の波長の関数として、二色性透過度８０３、窓半反射率８０４、及びフィルタ光学濃度８０１、８０２（左側のｙ軸に沿う）を含む、光学的センサのいくつかの特徴のプロットである。二色性透過度８０３は、波長によって透過度が変化する二色性フィルタ（例えば、図３の３４４）の特徴である。図８Ａに示すように、光学的センサの測定された二色性透過度８０３は、３００ｎｍより著しく短い波長においてゼロに近く、波長が約３２０ｎｍに近づくと１に近づいた。この特徴は、二色性フィルタに、紫外線をサンプルへ反射させつつ、検出器（例えば、図３の３３４）へ蛍光を送らせる。測定された窓半反射率８０４は、波長の関数として、クォーツ窓（例えば、図３における３４２）の半分の反射率を表した。波長が約３５０ｎｍから近ＩＲの範囲にまで増加すると、入射光はより強く反射された。クォーツ窓のこの特性は、サンプルへＩＲ光を反射しつつ、紫外線の高い透過度を可能にする。ＵＶ８０５及びＩＲ８０６ＬＥＤ（例えば、図３において、それぞれ３２０及び３２４）の発光強度を、波長の関数として測定し及び示した。発光８０１フィルタ及び励起８０２フィルタの光学フィルタ濃度を、波長の関数として測定及びプロットした。ＡＦ発光強度８０７もまた波長の関数として測定し、図８Ａのプロットに示した。参照すれば、ＡＦ発光強度８０７のピークは、放出フィルタ光学濃度８０１における最小値にほぼ対応し、ＵＶＬＥＤ発光強度８０５のピークは、励起フィルタ光学濃度８０２における最小値にほぼ対応することがわかる。

20

30

【０１２２】

図８Ａのプロットは、波長の関数として、励起ＵＶＬＥＤ８０５、及びサンプル８０７のＡＦからの蛍光の発光強度もまた含む。特性評価したシステムにおいて、励起ＵＶＬＥＤ８０５は、約２８０ｎｍの波長付近にピーク強度を有し、ＡＦからの蛍光８０７は約３１５ｎｍのピーク波長を有した。図８Ａのデータから、ＵＶＬＥＤ８０５によって放出された波長における二色性フィルタの透過度８０３は比較的低く、蛍光を励起することを意図する光を反射していることがわかる。しかしながら、透過度８０３は、励起した蛍光８０７及びサンプルから散乱するＩＲ光８０６の波長において１に近かった。これらの波長は、二色性フィルタを通して、分析のための検出器に送られることが意図されている。

40

【０１２３】

図８Ｂは、様々な公知の濃度で、それぞれパーツパーミリオン（ｐｐｍ）で測定されたサンプルのＡＦ濃度を、実際のＡＦ濃度と比較するプロットである。図８Ｂの濃度データ８１０を用いて、光学的センサで比較的整合した正確な結果が得られるＡＦ濃度範囲を決定することができる。

【０１２４】

図８Ｃは、ネフェロ分析濁度ユニット（ＮＴＵ）でのサンプル濁度の関数としての、ミ

50

リボルト (mV) での散乱チャネルにおける検出器出力 811 のプロットである。図 8 C のデータを生成するために、光学的センサ散乱ビームを、水及び牛乳 (散乱を促進するため) のサンプルに向け、センサ内へと光を散乱させて戻して、光学的センサ内に収容された検出器で検出した。検出器が散乱光を受容し、測定された強度を表す電圧 811 を出力した。サンプルによって散乱した光の量は、サンプルの濁度に依存し、その結果、サンプルの濁度を決定するために用いることができる。サンプルの濁度はサンプルの蛍光特性に影響を及ぼす可能性があり、したがって、蛍光測定から濃度を決定するとき、サンプルの濁度を考慮することができる。

【 0 1 2 5 】

図 8 D は、ppm でのサンプルの AF 濃度の関数としての、mV での光学的センサの蛍光チャネルの出力のプロットである。蛍光チャネルの出力は、AF 濃度によって変化する、サンプルからの蛍光強度の測定であった。図 8 D に表された測定は、0 NTU (812)、200 NTU (813)、400 NTU (814)、及び 800 NTU (815) を含む、様々な濁度のサンプルを用いて行った。この例では、サンプルの濁度を 0 から 800 NTU まで増加させたところ、蛍光チャネル出力は 80 ppm の AF 濃度において約 54% 低下したことが分かる。その結果、測定された濁度値を使用して、測定された蛍光値を修正することで、濁度修正せずに測定された蛍光を使用するよりも正確な測定値を得てもよい。

【 0 1 2 6 】

図 8 E は、ppm でのサンプルの AF 濃度の関数としての、mV での修正した蛍光チャネル出力のプロットである。様々な濁度のサンプルの様々な AF 濃度で出力を測定し、数学的に修正した。図 8 D のプロットと同様に、0 NTU (818)、200 NTU (819)、400 NTU (820)、及び 800 NTU (821) の濁度値を使用し、その後実際の蛍光チャネル出力データ (817) と比較して、0.998 の R - 2 乗値を得た。修正した蛍光チャネル出力値を使用すると、様々な濁度のサンプルの間で、わずか約 2.8% の最大差異で、出力と AF 濃度の間により整合した関係があった。この例に例示したとおり、サンプルからの散乱光及び蛍光の両方を測定するよう構成されたセンサは、両方の測定を利用して、サンプルの濁度に関係なく、サンプルの蛍光と蛍光体濃度とを相関させることができる。以下、本発明の実施形態の例を列記する。

[1]

光経路に光学的に接続された光学窓を通して分析中の流体サンプルに光を導き、前記流体サンプルからの光を、前記光学窓を通して受容するよう構成された光経路を有する、ハウジングと；

第一の波長の光を、前記光経路を通して、前記流体サンプルへと放出するよう構成された、第一の発光体と；

前記第一の波長とは異なる第二の波長の光を、前記光経路を通して、前記流体サンプルへと放出するよう構成された、第二の発光体と；

前記流体サンプルからの光を、前記光経路を通して受容するよう構成された、光学検出器と

を含む、光学的センサ。

[2]

前記光経路が、前記光経路に沿って延在する主軸を画定し、前記主軸が、前記光学窓の中心及び前記光学検出器の中心を通して延在する、項目 1 に記載の光学的センサ。

[3]

前記光学窓が、前記光経路から前記流体サンプルへと光を導き、前記流体サンプルから光を受容して前記光経路へと導くよう構成された光学レンズである、項目 2 に記載の光学的センサ。

[4]

前記光学レンズが、本質的に単一のボールレンズから成る、項目 3 に記載の光学的センサ。

[5]

前記光経路は、第一の光経路を画定し、前記第一の光経路と約90度の角度で交差する第二の光経路を更に含み、前記第一の光経路は、前記光学窓と前記光学検出器との間に位置し、前記第一の発光体及び前記第二の発光体は、それぞれ、第二の光経路に光を放出するように配置された、項目1に記載の光学的センサ。

[6]

前記第一の光経路と前記第二の光経路との交点に配置された部分反射性の光学窓を更に含み、前記部分反射性の光学窓は、前記第一の発光体及び前記第二の発光体によって放出される光の少なくとも一部を、前記第二の光経路から前記第一の光経路へと反射するように構成され、前記部分反射性の光学窓は、前記流体サンプルから受容される光の少なくとも一部を、前記光学検出器へと送るよう構成された、項目5に記載の光学的センサ。

10

[7]

ビームダンプを更に含み、前記ビームダンプは、前記部分反射性の光学窓によって送られる前記第一の発光体及び前記第二の発光体からの光が入射するように配置され、前記第一の発光体及び前記第二の発光体によって放出される入射光の実質的に全部を吸収するように構成された、項目6に記載の光学的センサ。

[8]

前記部分反射性の光学窓が、二色性フィルタを含む、項目6に記載の光学的センサ。

[9]

前記部分反射性の光学窓と前記レンズとの間に配置された光ガイドを更に含む、項目6に記載の光学的センサ。

20

[10]

前記光ガイドが、研磨された末端を有するクォーツロッドを含む、項目9に記載の光学的センサ。

[11]

前記部分反射性の光学窓と前記光学窓との間に配置されたコリメータレンズを更に含む、項目6に記載の光学的センサ。

[12]

前記光学検出器が、第一の光学検出器と、前記第一の発光体及び前記第二の発光体の少なくとも1つから前記第二の光経路の反対側に配置された第二の光学検出器とを更に含む、項目5に記載の光学的センサ。

30

[13]

前記第二の光経路と約90度の角度で交差した第三の光経路を更に含み、前記第二の光学検出器が、前記第一の発光体及び前記第二の発光体の少なくとも1つの反対側の前記第三の光経路の末端に配置された、項目12に記載の光学的センサ。

[14]

前記第二の光経路と前記第三の光経路との交点に配置された部分反射性の光学窓を更に含み、前記部分反射性の光学窓は、前記第一の発光体によって放出される光の少なくとも一部を、前記第二の光経路から前記第三の光経路へと反射するように構成され、前記部分反射性の光学窓は、前記第二の発光体によって放出される光の少なくとも一部を、前記第三の光経路へと送るよう構成された、項目13に記載の光学的センサ。

40

[15]

前記部分反射性の光学窓が、クォーツ、又はサファイア窓を含む、項目14に記載の光学的センサ。

[16]

前記部分反射性の光学窓が、紫外線波長範囲の反射防止コーティングを含む、項目15に記載の光学的センサ。

[17]

少なくとも1つの更なる光経路を更に含み、前記更なる光経路は、前記第一の光経路と約90度の角度で交差しており、前記部分反射性の光学窓と前記光学窓の反対側の前記第

50

一の光経路の末端との間に配置され、前記第一の光学検出器は、それぞれ入射光を検出するよう構成された複数の光学検出器を含む、項目 1 2 に記載の光学的センサ。

[1 8]

少なくとも 1 つの更なる部分反射性の光学窓を更に含み、前記更なる部分反射性の光学窓は、それぞれ、前記第一の光経路と、対応する更なる光経路との交点に配置され、選択されたバンドの光を少なくとも 1 つの対応する光学検出器へと反射又は送るよう構成された、項目 1 7 に記載の光学的センサ。

[1 9]

前記少なくとも 1 つの更なる部分反射性の光学窓と、少なくとも 1 つの対応する光学検出器との間に配置された、少なくとも 1 つの更なるフィルタを更に含む、項目 1 8 に記載の光学的センサ。

[2 0]

前記第一の発光体と光学窓との間に位置する第一の光学フィルタと、前記光学検出器と前記光学窓との間に位置する第二の光学フィルタとを更に含み、前記第一の光学フィルタは、前記流体サンプルによって放出される蛍光の範囲内の光の波長の実質的に全てを除去するよう構成され、前記第二の光学フィルタは、前記第一の発光体によって放出される光の波長の実質的に全てを除去するが、しかしながら、前記第二の発光体からの波長、前記第一の発光体からの光に应答して前記流体サンプルから放出される蛍光発光、及び前記第二の発光体からの光に应答して流体サンプルによって散乱する光を通過させるよう構成された、項目 1 に記載の光学的センサ。

[2 1]

前記第一の波長は、255 ナノメートル (nm) から 700 nm であり、前記第二の波長は、800 nm から 1100 nm である、項目 1 に記載の光学的センサ。

[2 2]

前記第一の波長が 265 nm から 290 nm であり、前記第二の波長が 800 nm から 900 nm である、項目 2 1 に記載の光学的センサ。

[2 3]

前記ハウジングは、パイプの T 部内を流れる流体サンプル中に光学窓が配置されるようにパイプの T 部に挿入されるよう構成された、項目 1 に記載の光学的センサ。

[2 4]

前記ハウジングは、流体容器のポート内を流れる流体サンプル内に前記光学窓が配置されるように流体容器のポートに挿入されるよう構成された、項目 1 に記載の光学的センサ。

[2 5]

前記ハウジングが底面を画定し、前記光学窓は、前記底面から遠位に前記流体サンプル内へと延在し、前記光学窓の隣の前記底面上に位置する非光学的センサを更に含む、項目 1 に記載の光学的センサ。

[2 6]

前記非光学的センサが、pH センサ、伝導率センサ、及び温度センサの少なくとも 1 つを含む、項目 2 5 に記載の光学的センサ。

[2 7]

第一の発光体によって、第一の波長の光を、ハウジングの光経路及び前記光経路に光学的に接続された光学窓を通して、分析中の流体サンプルへと放出することと；

前記流体サンプルによって放出された蛍光発光を、前記光経路を通して、光学検出器によって受容することと；

第二の発光体によって、前記第一の波長とは異なる第二の波長の光を、前記光経路を通して、前記分析中の流体サンプルへと放出することと；

前記流体サンプルによって散乱した光を、前記光経路を通して、光学検出器によって受容することとを含む、方法。

10

20

30

40

50

[2 8]

前記光経路が第一の光経路を画定し、前記光経路を通して前記第一の波長の光を放出すること及び前記第二の波長の光を放出することは、前記第一の波長の光及び前記第二の波長の光を、前記第一の光経路と約90度の角度で交差する第二の光経路へと導くことを含む、項目27に記載の方法。

[2 9]

前記第一の発光体及び前記第二の発光体によって放出される光の少なくとも一部を、部分反射性の光学窓によって、前記第二の光経路から前記第一の光経路へと反射することと、前記流体サンプルから受容される光の少なくとも一部を、前記部分反射性の光学窓を通して、前記光学検出器へと送ることとを更に含む、項目28に記載の方法。

10

[3 0]

前記光学検出器が第一の光学検出器を含み、前記第一の発光体及び前記第二の発光体の少なくとも一つからの光を、前記第三の光経路を介して、第二の光学検出器で受容することを更に含む、第三の光経路は、第二の光経路と約90度の角度で交差している、項目28に記載の方法。

[3 1]

前記第一の発光体によって放出される光の少なくとも一部を、部分反射性の光学窓によって、前記第二の光経路から前記第三の光経路へと、及び前記第二の光学検出器の方へと反射することを更に含む、項目30に記載の方法。

[3 2]

前記第一の発光体によって放出される光を前記第一の光学フィルタに通して、前記流体サンプルによって放出される蛍光の範囲内の光の波長の実質的に全てを除去することと、前記流体サンプルから受容した光を第二の光学フィルタに通して、前記第一の発光体及び前記第二の発光体によって放出される光の波長の実質的に全てを除去することとを更に含む、項目27に記載の方法。

20

[3 3]

前記サンプルから受容した蛍光発光に基づいて、前記流体サンプルの少なくとも一つの特徴を決定することを更に含む、項目27に記載の方法。

[3 4]

前記少なくとも一つの特徴は、前記サンプルの蛍光体濃度である、項目33に記載の方法。

30

[3 5]

前記少なくとも一つの特徴を決定することは、前記サンプルから受容した散乱光に基づいて、少なくとも一つの特徴を調節することを含む、項目33に記載の方法。

[3 6]

前記流体サンプルの少なくとも一つの特徴を、非光学的センサを用いて決定することを更に含む、前記非光学的センサは、pHセンサ、伝導率センサ、及び温度センサの少なくとも一つを含む、項目27に記載の方法。

[3 7]

光経路に光学的に接続された光学窓を通して、分析中の流体サンプルへと光を導き、且つ前記流体サンプルからの光を、前記光学窓を通して受容するよう構成された光経路、第一の発光体、第二の発光体、並びに光学検出器を有するハウジングを含む、光学的センサと；

40

前記第一の発光体を制御して、第一の波長の光を、前記光経路を通して前記分析中の流体サンプルへと放出し、

前記流体サンプルによって放出され、前記光経路を通過して受容された蛍光発光を、前記光学検出器で検出し、

前記第二の発光体を制御して、前記第一の波長とは異なる第二の波長の光を、前記光経路を通して前記分析中の流体サンプルへと放出し、

前記流体サンプルによって散乱され、前記光経路を通過して受容した光を、前記光学検出

50

器で検出するよう構成された、一つ又は複数の制御装置とを含む、システム。

[3 8]

前記光学検出器が、第一の検出器と、第二の検出器と、選択反射性の光学部品とを含み、前記選択反射性の光学部品が、前記サンプルから入射した光の少なくとも一部を前記第一の検出器へと導き、前記サンプルから入射した光の少なくとも一部を前記第二の検出器へと導くよう構成された、項目 3 7 に記載のシステム。

[3 9]

前記選択反射性の光学部品が、前記サンプルからの散乱光を、前記第一の検出器及び前記第二の検出器の一方に導き、前記サンプルからの蛍光を、前記第一の検出器及び前記第二の検出器の他方に導くように、前記光学検出器が構成された、項目 3 8 に記載のシステム。

10

[4 0]

前記一つ又は複数の制御装置が、前記第一の発光体及び前記第二の発光体を制御して、交互の順序で光を放出する、項目 3 7 に記載のシステム。

[4 1]

前記一つ又は複数の制御装置が、検出された蛍光発光に基づいて、前記サンプルの少なくとも一つの特徴を決定する、項目 3 7 に記載のシステム。

[4 2]

前記一つ又は複数の制御装置が、前記流体サンプルによって散乱した検出された光に基づいて、少なくとも一つの決定される特徴を調整する、項目 4 1 に記載のシステム。

20

[4 3]

前記光経路が第一の光経路を画定し、前記第一の光経路と約 9 0 度の角度で交差する第二の光経路を更に含み、前記第一の光経路が前記光学窓と前記光学検出器との間に位置し、前記第一の発光体及び前記第二の発光体が、それぞれ、第二の光経路に光を導くよう配置された、項目 3 7 に記載のシステム。

[4 4]

前記光学検出器が、第一の光学検出器と、前記第一の発光体及び前記第二の発光体の少なくとも一つから前記第二の光経路の反対側に配置された第二の光学検出器とを更に含む、項目 4 3 に記載のシステム。

30

[4 5]

前記第二の光経路と約 9 0 度の角度で交差した第三の光経路であって、前記第二の光学検出器が、前記第一の発光体及び前記第二の発光体の少なくとも一つの反対側の前記第三の光経路の末端に配置された、第三の光経路と；

前記第二の光経路と前記第三の光経路との交点に配置された部分反射性の光学窓であって、前記部分反射性の光学窓は、前記第一の発光体によって放出される光の少なくとも一部を、前記第二の光経路から前記第三の光経路へと反射するよう構成され、前記部分反射性の光学窓は、前記第二の発光体によって放出される光の少なくとも一部を、前記第三の光経路へと送るよう構成された、部分反射性の光学窓とを更に含む、項目 4 3 に記載のシステム。

40

[4 6]

前記一つ又は複数の制御装置と通信し、前記流体サンプルの温度、伝導率、又は p H の少なくとも一つを検出するよう構成された非光学的センサを更に含む、項目 3 7 に記載のシステム。

[4 7]

前記一つ又は複数の制御装置が、少なくとも、前記第一の発光体からの発光を止めた後に、前記第一の発光体から放出された入射光に応答して前記流体サンプルから放出される蛍光を受容することによって、前記流体サンプルによって放出され、光経路を通して受容される蛍光発光を、前記光学検出器で検出するよう構成された、項目 3 7 に記載のシステム。

50

[4 8]

前記一つ又は複数の制御装置が、少なくとも、前記第一の発光体からの光を放出しつつ、前記第一の発光体から放出された入射光に応答して前記流体サンプルから放出される蛍光を受容することによって、前記流体サンプルによって放出され、光経路を通して受容される蛍光発光を、前記光学検出器で検出するよう構成された、項目 3 7 に記載のシステム。

[4 9]

蛍光発光が、少なくとも 2 つの蛍光チャンネルで検出され、それぞれの前記蛍光チャンネルは、前記サンプルから放出される蛍光の特定波長又は特定波長バンドに対応する、項目 3 7 に記載のシステム。

10

[5 0]

それぞれの前記蛍光チャンネルの光が、対応する検出器へと導かれるように、前記光学検出器が複数の検出器を含む、項目 4 9 に記載のシステム。

[5 1]

光学窓を通して、第一の波長の光で流体サンプルを照らすことと；
前記流体サンプルからの蛍光発光を、前記光学窓を通して集めることと；
前記蛍光発光の波長以外の、光の波長の実質的に全てを除去して、前記蛍光発光の大きさを検出することと；
前記光学窓を通して、第二の波長の光で前記流体サンプルを照らすことと；
前記光学窓を通して散乱光を集めることと；
前記散乱光の波長以外の、光の波長の実質的に全てを除去して、前記散乱光の大きさを検出することとを含む、方法。

20

[5 2]

前記第一の波長の光で前記流体サンプルを照らすことは、第一の光源からの光を、前記光を分割して前記光の一部を前記光学窓へと導く部分反射性の光学窓へと放出することを含み、前記第二の波長の光で前記流体サンプルを照らすことは、前記第一の光源とは異なる第二の光源からの光を、前記光を分割して前記光の一部を前記光学窓へと導く前記部分反射性の光学窓へと放出することを含む、項目 5 1 に記載の方法。

30

[5 3]

前記流体サンプルから前記蛍光発光を集めることは、前記蛍光発光の少なくとも一部を前記部分反射性の光学窓に通過させることを含み、前記散乱光を集めることは、前記散乱光の少なくとも一部を前記部分反射性の光学窓に通過させることを含み、項目 5 2 に記載の方法。

[5 4]

前記第一の波長で前記流体サンプルを照らすこと、及び第二の波長で前記流体サンプルを照らすことは、前記第一の波長の光及び前記第二の波長の光で、前記流体サンプルを交互に照らすことを含む、項目 5 1 に記載の方法。

[5 5]

前記蛍光発光の大きさを検出することは、前記流体サンプル中の蛍光性種の濃度を決定することを含み、前記散乱光の大きさを検出することは、前記流体サンプルの濁度を決定することを含む、項目 5 1 に記載の方法。

40

[5 6]

前記蛍光発光の波長以外の、光の波長の実質的に全てを除去することは、前記蛍光発光の波長以外の、光の波長の全てを除去することを含み、前記散乱光の波長以外の、光の波長の実質的に全てを除去することは、前記散乱光の波長以外の、光の波長の全てを除去することを含む、項目 5 1 に記載の方法。

[5 7]

前記第一の波長が紫外スペクトルの範囲内であり、前記第二の波長が赤外スペクトルの範囲内である、項目 5 1 に記載の方法。

50

[5 8]

前記光学窓の隣のセンサインタフェースを介して前記流体サンプルの電気伝導度を検出することと、前記光学窓の隣のセンサインタフェースを介して前記流体サンプルの温度を検出することとを更に含む、項目 5 1 に記載の方法。

【 図 1 】

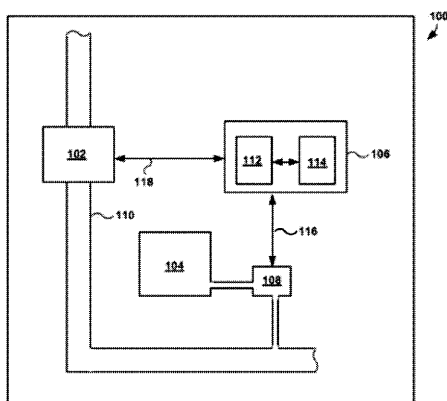


FIG. 1

【 図 2 】

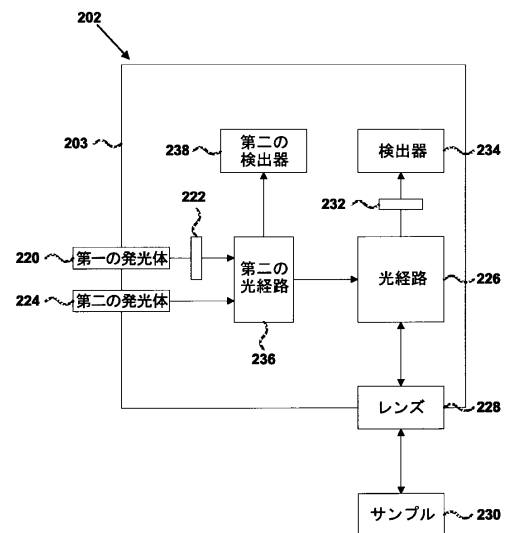


FIG. 2

【図 3】

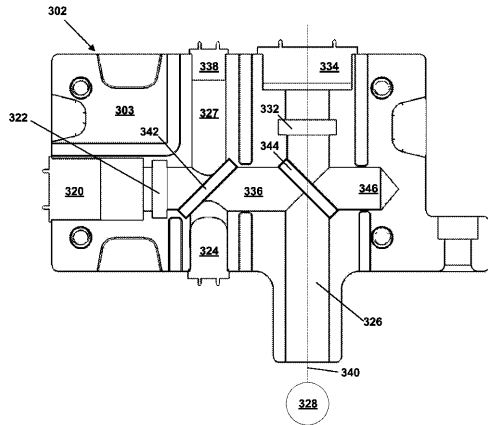


FIG. 3

【図 4】

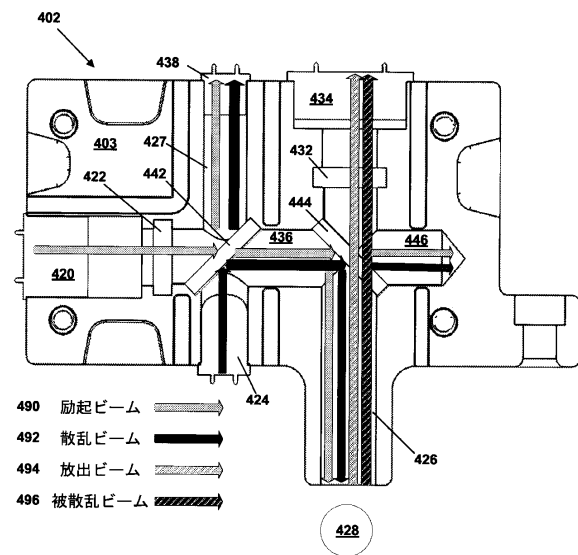


FIG. 4

【図 5 A】

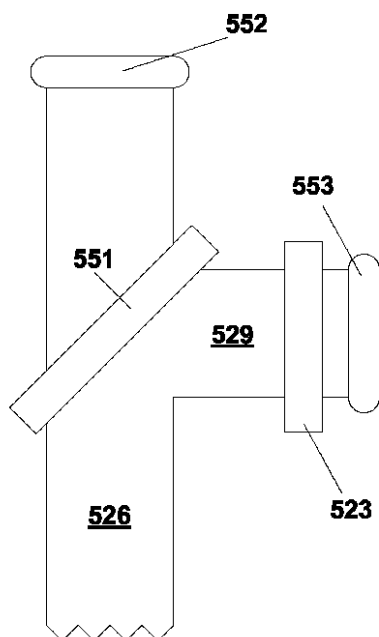


FIG. 5A

【図 5 B】

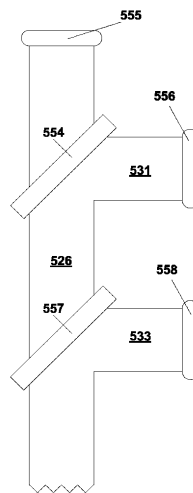


FIG. 5B

【図 6 A】

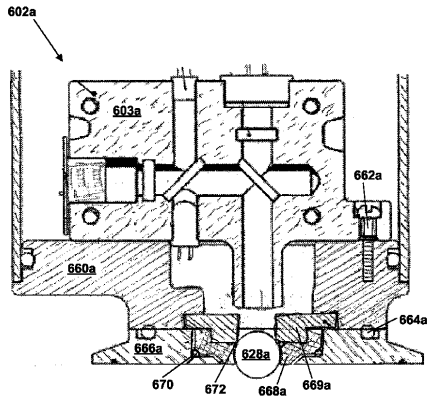


FIG. 6A

【図 6 B】

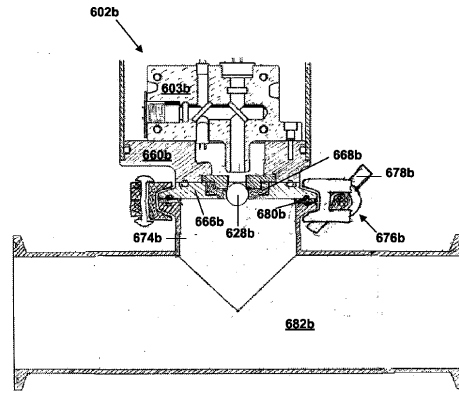


FIG. 6B

【図 6 c】

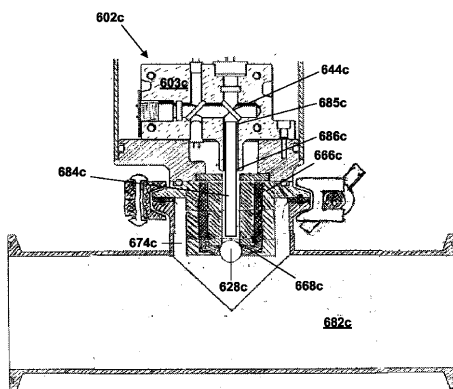


FIG. 6c

【図 6 d】

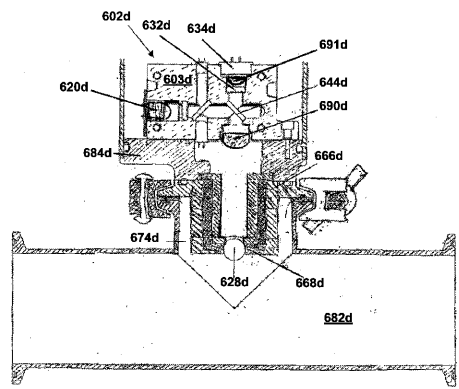


FIG. 6d

【 図 7 】

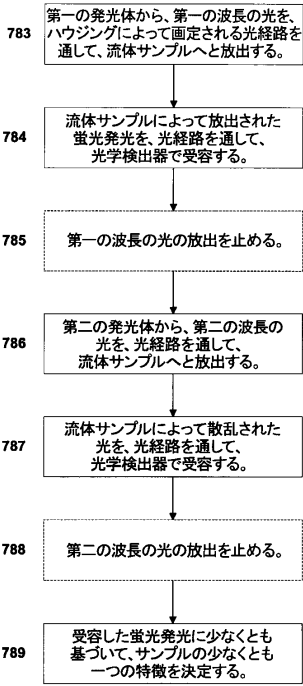


FIG. 7

【 図 8 A 】

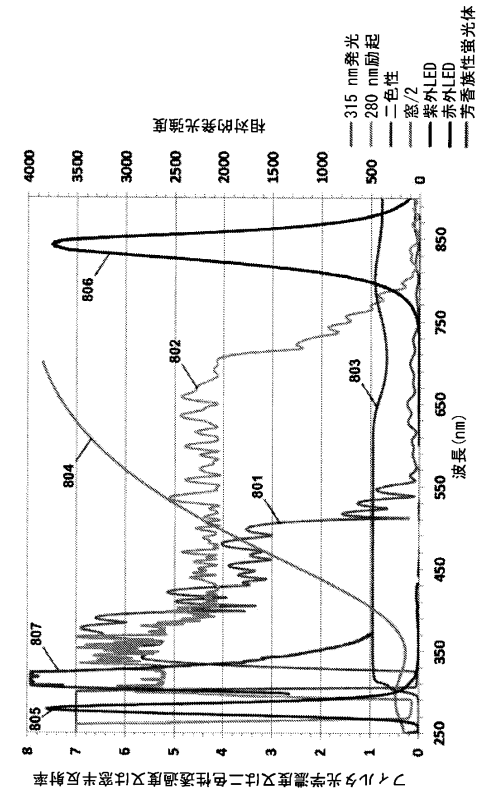


FIG. 8A

【 図 8 B 】

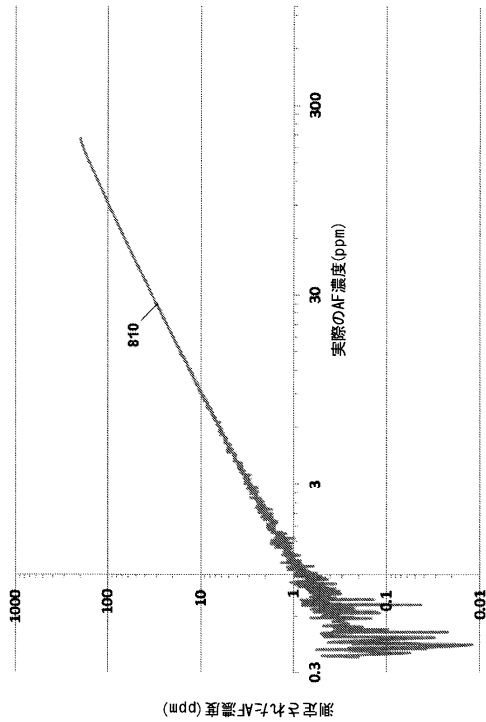


FIG. 8B

【 図 8 C 】

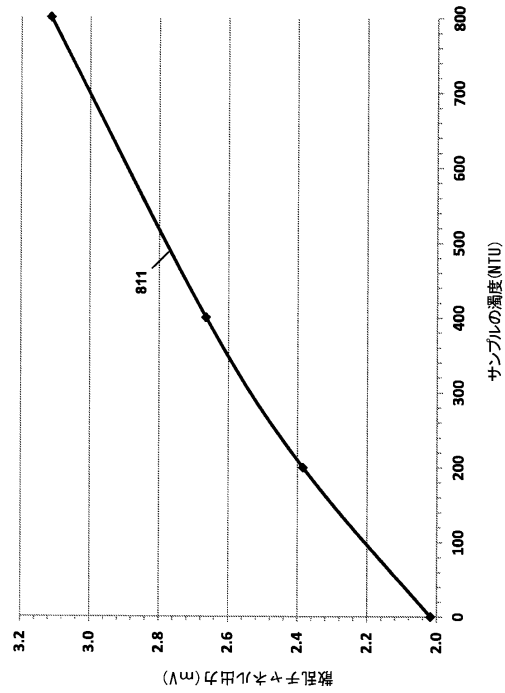


FIG. 8C

【図 8 D】

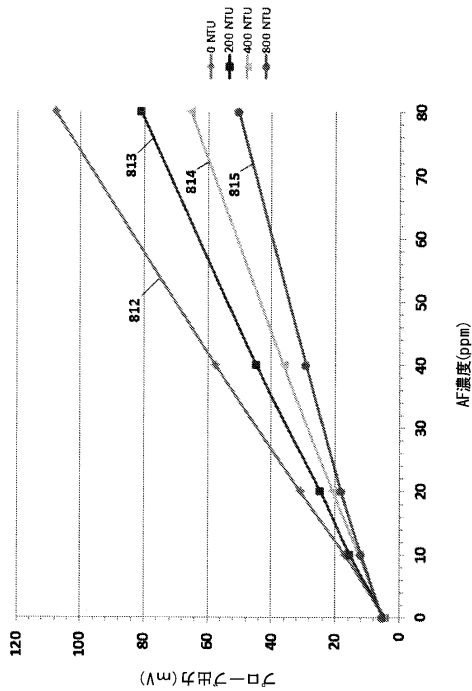


FIG. 8D

【図 8 E】

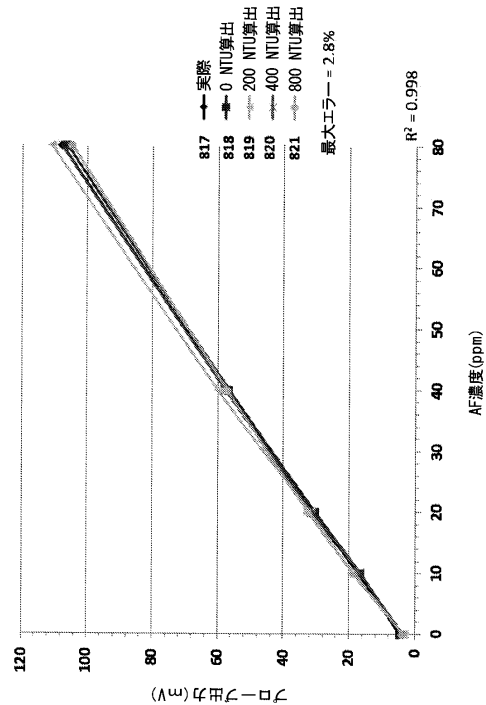


FIG. 8E

フロントページの続き

(74)代理人 100173107

弁理士 胡田 尚則

(74)代理人 100191444

弁理士 明石 尚久

(72)発明者 ロドニー エイチ・バンクス

アメリカ合衆国, イリノイ 60502, オーロラ, グリーンレイク ドライブ 1504

(72)発明者 ユージーン トクチュエブ

アメリカ合衆国, ミネソタ 55812, ダルース, ジェファーソン ストリート 2001

審査官 伊藤 裕美

(56)参考文献 米国特許出願公開第2003/0048445(US, A1)

米国特許出願公開第2010/0224793(US, A1)

米国特許出願公開第2010/0282982(US, A1)

特開平04-069546(JP, A)

米国特許出願公開第2007/0064228(US, A1)

特開2006-284398(JP, A)

特開2001-033388(JP, A)

特表2005-522668(JP, A)

欧州特許出願公開第02042082(EP, A1)

米国特許出願公開第2008/0030712(US, A1)

特表2009-544988(JP, A)

特開2009-145242(JP, A)

米国特許第08269966(US, B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 21/00 - 21/74

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamIII)