

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6985561号  
(P6985561)

(45) 発行日 令和3年12月22日 (2021. 12. 22)

(24) 登録日 令和3年11月29日 (2021. 11. 29)

(51) Int. Cl. F I  
**GO 1 N 21/41 (2006. 01)** GO 1 N 21/41 Z  
**A 6 1 B 5/1459 (2006. 01)** A 6 1 B 5/1459

請求項の数 9 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2021-500479 (P2021-500479)	(73) 特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(86) (22) 出願日	令和2年7月27日 (2020. 7. 27)	(74) 代理人	110001195 特許業務法人深見特許事務所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2020/028648	(72) 発明者	林 周作 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三 菱電機株式会社内
(87) 国際公開番号	W02021/131126	(72) 発明者	秋山 浩一 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三 菱電機株式会社内
(87) 国際公開日	令和3年7月1日 (2021. 7. 1)	(72) 発明者	津田 祐樹 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三 菱電機株式会社内
審査請求日	令和3年1月7日 (2021. 1. 7)		
(31) 優先権主張番号	特願2019-231088 (P2019-231088)		
(32) 優先日	令和1年12月23日 (2019. 12. 23)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)		
早期審査対象出願			
前置審査			

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 生体成分測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

励起光を吸収した生体サンプルの発熱を用いて成分を測定する生体成分測定装置において、

前記生体サンプルを載置する生体サンプル載置面を含み、前記励起光に対して透明であり、硫化亜鉛の熱伝導率よりも小さい熱伝導率を有するカルコゲナイドガラスで形成され、前記励起光を吸収した前記生体サンプルの前記発熱によって屈折率が変化する光学媒質と、

前記生体サンプル載置面に向けて前記光学媒質中を進む前記励起光を放射する励起光源と、

前記光学媒質中を進むプローブ光を放射するプローブ光源と、

前記光学媒質から出射される前記プローブ光の位置を検出する光位置検出器と、

前記光学媒質の温度を測定する温度センサとを備え、

前記光学媒質は、前記プローブ光に対しても透明であり、

前記光位置検出器は、前記励起光源が前記励起光を放射していない場合に前記光学媒質から出射される前記プローブ光の第1位置と、前記励起光源が前記励起光を放射している場合に前記励起光による前記発熱によって屈折率勾配領域が生じた前記光学媒質から出射される前記プローブ光の第2位置とを検出し、

前記第1位置および前記第2位置に基づいて前記成分を測定し、

前記温度センサは、前記生体サンプル載置面のうち、前記生体サンプルと前記励起光と

前記プローブ光とから離れた部分上に取り付けられている、生体成分測定装置。

【請求項 2】

前記プローブ光の波長は、1300 nm以上1700 nm以下である、請求項 1 に記載の生体成分測定装置。

【請求項 3】

前記励起光の光路中に配置される光チョッパーと、  
前記光チョッパーと前記光位置検出器とに接続されているロックインアンプとをさらに備える、請求項 1 または請求項 2 に記載の生体成分測定装置。

【請求項 4】

前記光学媒質の前記温度を調整する温度調節器と、  
前記温度センサから出力される前記光学媒質の前記温度に関する第 1 信号に基づいて前記温度調節器を制御する温度コントローラとをさらに備える、請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項 に記載の生体成分測定装置。

10

【請求項 5】

前記生体サンプルを前記生体サンプル載置面に向けて押圧する押圧部と、  
前記押圧部が前記生体サンプルを押圧する圧力を測定する圧力センサと、  
前記圧力センサから出力される前記圧力に関する第 2 信号に基づいて前記押圧部を制御する圧力コントローラとをさらに備える、請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項 に記載の生体成分測定装置。

20

【請求項 6】

前記プローブ光の進行方向における前記生体サンプルの位置を規定する位置決め部材をさらに備える、請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項 に記載の生体成分測定装置。

【請求項 7】

前記プローブ光は前記生体サンプル載置面で内部全反射される、請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項 に記載の生体成分測定装置。

【請求項 8】

前記プローブ光は、前記生体サンプル載置面で内部全反射されることなく、前記生体サンプル載置面に沿って進む、請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項 に記載の生体成分測定装置。

30

【請求項 9】

前記光位置検出器に接続されている生体成分取得部をさらに備え、  
前記光位置検出器は、前記第 1 位置と前記第 2 位置とを前記生体成分取得部に出力し、  
前記生体成分取得部は、前記第 1 位置と前記第 2 位置との間の距離である前記プローブ光の変位量を算出し、前記変位量から前記生体サンプル中のまたは前記生体サンプルの表面上の前記成分の量または濃度を得る、請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項 に記載の生体成分測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、生体成分測定装置に関する。

40

【背景技術】

【0002】

特表 2017-519214 号公報（特許文献 1）は、光学媒質と、赤外光源と、プローブ光源と、フォトダイオードとを備える非侵襲分析システムを開示している。具体的には、光学媒質の表面に生体サンプルが配置される。赤外光源は、赤外光を放射する。赤外光は、光学媒質を通して、生体サンプルに照射される。赤外光は生体サンプルに吸収されて、生体サンプルが発熱する。生体サンプルの吸収熱の程度は、サンプル中のまたはサンプルの表面上の生体成分の量または濃度に依存する。

【0003】

プローブ光源は、可視光であるプローブ光を光学媒質に向けて放射する。プローブ光は

50

、光学媒質と生体サンプルとの間の界面で内部全反射されて、光学媒質から出射する。生体サンプルの吸収熱は、光学媒質に伝わって、光学媒質の屈折率を変化させる。光学媒質の屈折率の変化は、光学媒質と生体サンプルとの間の界面におけるプローブ光の内部全反射に影響を与え、光学媒質から出射されるプローブ光の進行方向を変化させる。フォトダイオードは、プローブ光の進行方向の変化を検出する。フォトダイオードで検出されたプローブ光の進行方向の変化から、生体成分の量または濃度を測定する。例えば、サンプルが患者の皮膚である場合、生体成分として患者の血糖値が測定される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

10

【特許文献1】特表2017-519214号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、特許文献1に開示された非侵襲分析システムでは、光学媒質は硫化亜鉛（ZnS）で形成されている。硫化亜鉛（ZnS）は、 $27.2 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ という高い熱伝導率を有している。生体サンプルの吸収熱は、光学媒質に伝わって、光学媒質中を急速に拡がる。そのため、プローブ光の光路上にある光学媒質の部分の屈折率の変化が小さくなる。生体成分を高い精度で測定することができない。本開示は、上記の課題を鑑みてなされたものであり、その目的は、向上された精度で生体成分を測定することができる生体成分測定装置を提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示の第一局面の生体成分測定装置は、光学媒質と、励起光源と、プローブ光源と、光位置検出器とを備える。光学媒質は、サンプル載置面を含む。励起光源は、サンプル載置面上に載置されるサンプルに向けて光学媒質中を進む励起光を放射する。プローブ光源は、光学媒質中を進むプローブ光を放射する。光位置検出器は、光学媒質から出射されるプローブ光の位置を検出する。サンプル載置面の平面視において、光学媒質中におけるプローブ光の光路は、サンプル載置面のうち励起光によって照射される部分と重なっている。光学媒質は、カルコゲナイドガラスで形成されている。

30

【0007】

本開示の第二局面の生体成分測定装置は、光学媒質と、励起光源と、プローブ光源と、光位置検出器とを備える。光学媒質は、サンプル載置面を含む。励起光源は、サンプル載置面上に載置されるサンプルに向けて光学媒質中を進む励起光を放射する。プローブ光源は、光学媒質中を進むプローブ光を放射する。光位置検出器は、光学媒質から出射されるプローブ光の位置を検出する。サンプル載置面の平面視において、光学媒質中におけるプローブ光の光路は、サンプル載置面のうち励起光によって照射される部分と重なっている。光学媒質は、 $15.0 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 以下の熱伝導率を有する材料で形成されている。

【発明の効果】

【0008】

40

本開示の第一局面の生体成分測定装置では、光学媒質は、カルコゲナイドガラスで形成されている。本開示の第二局面の生体成分測定装置では、光学媒質は、 $15.0 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 以下の熱伝導率を有する材料で形成されている。本開示の第一局面及び第二局面の生体成分測定装置では、光学媒質を形成する材料の熱伝導率は、硫化亜鉛（ZnS）の熱伝導率（ $27.2 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ ）よりも小さい。そのため、サンプルの吸収熱が伝導して光学媒質中に形成される屈折率勾配領域における屈折率の変化が大きくなる。本開示の第一局面及び第二局面の生体成分測定装置は、向上された精度で生体成分を測定することを可能にする。

【図面の簡単な説明】

【0009】

50

- 【図1】実施の形態1の生体成分測定装置の概略図である。  
 【図2】実施の形態1の生体成分測定方法のフローチャートを示す図である。  
 【図3】実施の形態1の変形例の生体成分測定装置の概略図である。  
 【図4】実施の形態2の生体成分測定装置の概略図である。  
 【図5】実施の形態3の生体成分測定装置の概略図である。  
 【図6】実施の形態4の生体成分測定装置の概略図である。  
 【図7】実施の形態5の生体成分測定装置の概略図である。  
 【図8】実施の形態5の生体成分測定装置の押圧部の制御ブロック図である。  
 【図9】実施の形態6の生体成分測定装置の概略図である。  
 【発明を実施するための形態】

10

## 【0010】

以下、実施の形態を説明する。なお、同一の構成には同一の参照番号を付し、その説明は繰り返さない。

## 【0011】

実施の形態1.

図1を参照して、実施の形態1の生体成分測定装置1を説明する。生体成分測定装置1は、光学媒質10と、励起光源16と、プローブ光源20と、光位置検出器25と、生体成分取得部27とを主に備える。

## 【0012】

光学媒質10は、第1面11と、第1面11とは反対側の第2面12と、第1面11と第2面12とを接続する第3面13と、第1面11と第2面12とを接続しかつ第3面13とは反対側の第4面14とを含む。光学媒質10の第1面11は、励起光源16から放射される励起光17の入射面である。第2面12は、サンプル載置面である。サンプル5は、第2面12上に載置され、第2面12と接触している。サンプル5は、例えば、患者の皮膚または体液などである。被測定物質が液体である場合、サンプル5は、透明なサンプルホルダに収容されている液体である。第3面13は、プローブ光源20から放射されるプローブ光21の入射面である。第3面13の法線方向は、プローブ光21の入射方向に対して傾いている。第4面14は、プローブ光21の出射面である。第4面14は、プローブ光21の出射方向に対して傾いている。光学媒質10は、例えば、内部全反射プリズム(TIRプリズム)であってもよい。

20

30

## 【0013】

光学媒質10は、励起光17に対して透明である。本明細書において、光学媒質10が励起光17に対して透明であることは、励起光17に対する光学媒質10の光透過率が25%以上であることを意味する。励起光17に対する光学媒質10の光透過率は、50%以上であってもよく、75%以上であってもよく、90%以上であってもよい。光学媒質10は、プローブ光21に対して透明である。本明細書において、光学媒質10がプローブ光21に対して透明であることは、プローブ光21に対する光学媒質10の光透過率が25%以上であることを意味する。プローブ光21に対する光学媒質10の光透過率は、50%以上であってもよく、75%以上であってもよく、90%以上であってもよい。

## 【0014】

光学媒質10は、 $15.0\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以下の熱伝導率を有する材料で形成されている。光学媒質10を形成する材料の熱伝導率は、 $10.0\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以下であってもよく、 $5.0\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以下であってもよく、 $3.0\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以下であってもよく、 $2.0\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以下であってもよく、 $1.0\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以下であってもよい。光学媒質10の材料の熱伝導率は、サンプル5の熱伝導率の0.5倍以上である。光学媒質10の材料の熱伝導率は、サンプル5の熱伝導率の0.75倍以上であってもよく、サンプル5の熱伝導率以上であってもよく、サンプル5の熱伝導率の1.5倍以上であってもよく、サンプル5の熱伝導率の2.0倍以上であってもよい。

40

## 【0015】

光学媒質10は、カルコゲナイドガラスで形成されている。カルコゲナイドガラスは、

50

例えば、2モル%以上22モル%以下のゲルマニウム(Ge)と、6モル%以上34モル%以下のアンチモン(Sb)及びビスマス(Bi)からなる群から選択される少なくとも1つの元素と、1モル%以上20モル%以下のスズ(Sn)と、58モル%以上70モル%以下の硫黄(S)、セレン(Se)及びテルル(Te)からなる群から選択される少なくとも1つの元素とを含有する。このカルコゲナイドガラスの熱伝導率は、 $0.36\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ である。

#### 【0016】

励起光源16は、サンプル載置面(第2面12)上に載置されるサンプル5に向けて励起光17を放射する。励起光17は、励起光源16から放射されて、第1面11から光学媒質10に入射する。励起光17は、光学媒質10中を進む。励起光17は、第2面12からサンプル5に入射する。励起光17は、サンプル5中のまたはサンプル5の表面6上の生体成分に吸収される。例えば、生体成分測定装置1を用いて患者の血糖値を得る場合、生体成分は、表皮中の組織間質液中に存在している糖である。生体成分による励起光17の吸収によって、サンプル5で吸収熱が発生する。サンプル5の吸収熱は、光学媒質10に伝導する。光学媒質10の内部に温度勾配領域が生じて、光学媒質10内部に屈折率勾配領域18が生じる。

10

#### 【0017】

励起光17の波長は、サンプル5中のまたはサンプル5の表面6上の生体成分の吸収波長に応じて定められる。励起光17の波長は、プローブ光21の波長よりも長くてもよい。励起光17の波長は、例えば、 $6.0\ \mu\text{m}$ 以上である。励起光17の波長は、 $8.0\ \mu\text{m}$ 以上であってもよい。励起光17の波長は、例えば、 $13.0\ \mu\text{m}$ 以下である。励起光17の波長は、 $11.0\ \mu\text{m}$ 以下であってもよい。励起光17は、複数の波長を有する光であってもよい。例えば、生体成分測定装置1を用いて患者の血糖値を測定する場合、励起光17の波長範囲は、糖の指紋スペクトルの波長を含む波長範囲(例えば、 $8.5\ \mu\text{m}$ 以上 $10\ \mu\text{m}$ 以下の波長範囲)である。励起光源16は、例えば、広帯域の赤外光を放射し得る量子カスケードレーザである。サンプル5中のまたはサンプル5の表面6上の生体成分に吸収されない参照光が、励起光17とともにサンプル5に照射されてもよい。

20

#### 【0018】

プローブ光源20は、プローブ光21を放射する。プローブ光21は、光学媒質10の第3面13から光学媒質10に入射する。プローブ光21は、第3面13で屈折されて、光学媒質10(第2面12)とサンプル5との間の界面に向けて、光学媒質10中を進む。サンプル載置面(第2面12)の平面視において、光学媒質10中におけるプローブ光21の光路は、サンプル載置面(第2面12)のうち励起光17によって照射される部分と重なっている。プローブ光21は、光学媒質10(第2面12)とサンプル5との間の界面で内部全反射される。プローブ光21が光学媒質10中を進む間、プローブ光21は、サンプル5の吸収熱により光学媒質10内に生じた屈折率勾配領域18中を進む。プローブ光21は、屈折率勾配領域18で屈折されて、プローブ光21の進行方向が変わる。プローブ光21(第1出射プローブ光21a、第2出射プローブ光21b)は、光学媒質10の第4面14から出射される。

30

#### 【0019】

プローブ光21の波長は、例えば、 $1100\ \text{nm}$ 以上である。プローブ光21の波長は、 $1300\ \text{nm}$ 以上であってもよい。プローブ光21の波長は、例えば、 $1700\ \text{nm}$ 以下である。そのため、プローブ光21の光源として、InGaAsP系半導体レーザまたはInGaAs系半導体レーザのような安価な光通信用半導体レーザを用いることができる。さらに、プローブ光21は可視光ではないため、プローブ光21が人の眼に損傷を与えるリスクが低減され得る。プローブ光21の出力は、例えば、 $5\ \text{mW}$ 以下である。そのため、プローブ光21が人の眼に損傷を与えるリスクが低減され得る。

40

#### 【0020】

光位置検出器25は、光学媒質10から出射されるプローブ光21(第1出射プローブ光21a、第2出射プローブ光21b)の位置を検出する。光位置検出器25は、励起光

50

17がサンプル5に照射されていない時におけるプローブ光21(第1出射プローブ光21a)の第1位置22aを検出する。プローブ光21(第1出射プローブ光21a)の第1位置22aは、励起光17をサンプル5に照射していない時に光位置検出器25で検出されるプローブ光21(第1出射プローブ光21a)の位置である。光位置検出器25は、励起光17がサンプル5に照射されている時におけるプローブ光21(第2出射プローブ光21b)の第2位置22bを検出する。プローブ光21(第2出射プローブ光21b)の第2位置22bは、励起光17をサンプル5に照射している時に、光位置検出器25で検出されるプローブ光21(第2出射プローブ光21b)の位置である。励起光17をサンプル5に照射することによって、光位置検出器25で検出されるプローブ光21の位置は、第1位置22aから第2位置22bに変位する。

10

## 【0021】

光位置検出器25は、プローブ光21(第1出射プローブ光21a)の第1位置22aとプローブ光21(第2出射プローブ光21b)の第2位置22bとを、生体成分取得部27に出力する。光位置検出器25は、例えば、フォトダイオードまたは半導体位置検出素子である。

## 【0022】

生体成分取得部27は、光位置検出器25に接続されている。生体成分取得部27は、第1位置22aと第2位置22bとの間の距離であるプローブ光21の変位量を算出し、プローブ光21の変位量から、サンプル5中のまたはサンプル5の表面6上の生体成分の量または濃度を得る。生体成分取得部27は、例えば、演算処理装置で実行される機能の一つである。

20

## 【0023】

図2を参照して、生体成分測定装置1を用いた本実施の形態の生体成分測定方法を説明する。

## 【0024】

本実施の形態の生体成分測定方法は、励起光17をサンプル5に照射しないで、光位置検出器25を用いて、プローブ光21(第1出射プローブ光21a)の第1位置22aを検出することを備える(S1)。励起光17がサンプル5に照射されていないため、サンプル5で吸収熱は発生しない。光学媒質10の内部に温度勾配領域が生じず、光学媒質10の内部に屈折率勾配領域18も生じない。励起光17をサンプル5に照射していない時、プローブ光21(第1出射プローブ光21a)が光学媒質10から出射する。プローブ光21(第1出射プローブ光21a)の第1位置22aは、光位置検出器25で検出されるプローブ光21(第1出射プローブ光21a)の位置である。

30

## 【0025】

本実施の形態の生体成分測定方法は、励起光17をサンプル5に照射しながら、光位置検出器25を用いて、プローブ光21(第2出射プローブ光21b)の第2位置22bを検出することを備える(S2)。励起光17がサンプル5に照射されているため、励起光17は、サンプル5中のまたはサンプル5の表面6上の生体成分に吸収される。生体成分による励起光17の吸収によって、サンプル5で吸収熱が発生する。サンプル5の吸収熱は、光学媒質10に伝導する。光学媒質10の内部に温度勾配領域が生じて、光学媒質10の内部に屈折率勾配領域18が生じる。プローブ光21は、屈折率勾配領域18で屈折されて、プローブ光21の進行方向が変わる。励起光17をサンプル5に照射している時、プローブ光21(第2出射プローブ光21b)が光学媒質10から出射する。プローブ光21(第2出射プローブ光21b)の第2位置22bは、光位置検出器25で検出されるプローブ光21(第2出射プローブ光21b)の位置である。励起光17をサンプル5に照射することによって、光位置検出器25で検出されるプローブ光21の位置は、第1位置22aから第2位置22bに変位する。

40

## 【0026】

本実施の形態の生体成分測定方法は、プローブ光21の変位量を算出することを備える(S3)。具体的には、生体成分取得部27は、第1位置22aと第2位置22bとの

50

間の距離を算出して、プローブ光 2 1 の変位量 を得る。

【 0 0 2 7 】

本実施の形態の生体成分測定方法は、プローブ光 2 1 の変位量 から、サンプル 5 中のまたはサンプル 5 の表面 6 上の生体成分の量または濃度を得ることを備える ( S 4 )。例えば、生体成分取得部 2 7 は、メモリ ( 図示せず ) に接続されている。メモリは、生体成分の種類と、プローブ光 2 1 の変位量 と、生体成分の量または濃度とが対応づけられているデータテーブルを格納している。生体成分取得部 2 7 は、データテーブルを参照して、生体成分の種類とプローブ光 2 1 の変位量 とに対応する生体成分の量または濃度を得る。

【 0 0 2 8 】

図 3 を参照して、本実施の形態の第 1 変形例の生体成分測定装置 1 a を説明する。本実施の形態の第 1 変形例では、光学媒質 1 0 の第 3 面 1 3 の法線方向は、プローブ光 2 1 の入射方向に平行である。第 4 面 1 4 は、第 3 面 1 3 に平行である。プローブ光 2 1 は、サンプル載置面 ( 第 2 面 1 2 ) で内部全反射されることなく、サンプル載置面 ( 第 2 面 1 2 ) に沿って進む。生体成分測定装置 1 a を用いた生体成分測定方法は、生体成分測定装置 1 を用いた生体成分測定方法と同様である。本実施の形態の第 2 変形例では、プローブ光 2 1 がサンプル載置面 ( 第 2 面 1 2 ) とサンプル 5 との間の界面で複数回内部全反射されてもよい。

【 0 0 2 9 】

本実施の形態の生体成分測定装置 1 , 1 a の効果を説明する。

本実施の形態の生体成分測定装置 1 , 1 a は、光学媒質 1 0 と、励起光源 1 6 と、プローブ光源 2 0 と、光位置検出器 2 5 とを備える。光学媒質 1 0 は、サンプル載置面 ( 第 2 面 1 2 ) を含む。励起光源 1 6 は、サンプル載置面 ( 第 2 面 1 2 ) 上に載置されるサンプル 5 に向けて光学媒質 1 0 中を進む励起光 1 7 を放射する。プローブ光源 2 0 は、光学媒質 1 0 中を進むプローブ光 2 1 を放射する。光位置検出器 2 5 は、光学媒質 1 0 から出射されるプローブ光 2 1 の位置を検出する。サンプル載置面 ( 第 2 面 1 2 ) の平面視において、光学媒質 1 0 中におけるプローブ光 2 1 の光路は、サンプル載置面 ( 第 2 面 1 2 ) のうち励起光 1 7 によって照射される部分と重なっている。光学媒質 1 0 は、カルコゲナイドガラスで形成されている。

【 0 0 3 0 】

カルコゲナイドガラスの熱伝導率は、硫化亜鉛 ( Z n S ) の熱伝導率 ( 2 7 . 2 W / ( m · K ) ) よりも小さい。そのため、サンプル 5 の吸収熱が伝導して光学媒質 1 0 中に形成される屈折率勾配領域 1 8 における屈折率の変化が大きくなる。本実施の形態の生体成分測定装置 1 , 1 a は、向上された精度で生体成分を測定することを可能にする。

【 0 0 3 1 】

本実施の形態の生体成分測定装置 1 , 1 a では、プローブ光 2 1 の波長は、1 3 0 0 n m 以上 1 7 0 0 n m 以下である。そのため、プローブ光 2 1 が人の眼に損傷を与えるリスクが低減され得る。また、プローブ光源 2 0 として安価な光通信用半導体レーザが利用可能であるため、生体成分測定装置 1 , 1 a のコストが低減され得る。

【 0 0 3 2 】

本実施の形態の生体成分測定装置 1 では、プローブ光 2 1 はサンプル載置面 ( 第 2 面 1 2 ) で内部全反射される。そのため、プローブ光 2 1 が屈折率勾配領域 1 8 を通る距離を長くすることができる。本実施の形態の生体成分測定装置 1 は、向上された精度で生体成分を測定することを可能にする。

【 0 0 3 3 】

本実施の形態の生体成分測定装置 1 a では、プローブ光 2 1 は、サンプル載置面 ( 第 2 面 1 2 ) で内部全反射されることなく、サンプル載置面 ( 第 2 面 1 2 ) に沿って進む。そのため、本実施の形態の生体成分測定装置 1 a は、向上された精度で生体成分を測定することを可能にする。

【 0 0 3 4 】

10

20

30

40

50

本実施の形態の生体成分測定装置 1, 1 a は、光位置検出器 2 5 に接続されている生体成分取得部 2 7 をさらに備える。光位置検出器 2 5 は、励起光 1 7 がサンプル 5 に照射されていない時におけるプローブ光 2 1 (第 1 出射プローブ光 2 1 a) の第 1 位置 2 2 a と、励起光 1 7 がサンプル 5 に照射されている時におけるプローブ光 2 1 (第 2 出射プローブ光 2 1 b) の第 2 位置 2 2 b とを、生体成分取得部 2 7 に出力する。生体成分取得部 2 7 は、第 1 位置 2 2 a と第 2 位置 2 2 b との間の距離であるプローブ光 2 1 の変位量を算出し、プローブ光 2 1 の変位量 からサンプル 5 中のまたはサンプル 5 の表面 6 上の生体成分の量または濃度を得る。そのため、本実施の形態の生体成分測定装置 1, 1 a は、向上された精度で生体成分を測定することを可能にする。

【0035】

10

本実施の形態の生体成分測定装置 1, 1 a は、光学媒質 1 0 と、励起光源 1 6 と、プローブ光源 2 0 と、光位置検出器 2 5 とを備える。光学媒質 1 0 は、サンプル載置面 (第 2 面 1 2) を含む。励起光源 1 6 は、サンプル載置面 (第 2 面 1 2) 上に載置されるサンプル 5 に向けて光学媒質 1 0 中を進む励起光 1 7 を放射する。プローブ光源 2 0 は、光学媒質 1 0 中を進むプローブ光 2 1 を放射する。光位置検出器 2 5 は、光学媒質 1 0 から出射されるプローブ光 2 1 の位置を検出する。サンプル載置面 (第 2 面 1 2) の平面視において、光学媒質 1 0 中におけるプローブ光 2 1 の光路は、サンプル載置面 (第 2 面 1 2) のうち励起光 1 7 によって照射される部分と重なっている。光学媒質 1 0 は、 $15.0 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$  以下の熱伝導率を有する材料で形成されている。

【0036】

20

そのため、光学媒質 1 0 の材料の熱伝導率は、硫化亜鉛 ( $\text{ZnS}$ ) の熱伝導率 ( $27.2 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ ) よりも小さい。サンプル 5 の吸収熱が伝導して光学媒質 1 0 中に形成される屈折率勾配領域 1 8 における屈折率の変化が大きくなる。本実施の形態の生体成分測定装置 1, 1 a は、向上された精度で生体成分を測定することを可能にする。

【0037】

本実施の形態の生体成分測定装置 1, 1 a では、光学媒質 1 0 の材料の熱伝導率は、 $1.0 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$  以下である。そのため、光学媒質 1 0 の材料の熱伝導率は、硫化亜鉛 ( $\text{ZnS}$ ) の熱伝導率 ( $27.2 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ ) よりも小さい。サンプル 5 の吸収熱が伝導して光学媒質 1 0 中に形成される屈折率勾配領域 1 8 における屈折率の変化が大きくなる。本実施の形態の生体成分測定装置 1, 1 a は、向上された精度で生体成分を測定することを可能にする。

30

【0038】

本実施の形態の生体成分測定装置 1, 1 a では、光学媒質 1 0 の材料の熱伝導率は、サンプル 5 の熱伝導率の 0.5 倍以上である。そのため、サンプル 5 で発生した吸収熱の多くがサンプル 5 に散逸することが防止されて、この吸収熱は光学媒質 1 0 に伝導する。本実施の形態の生体成分測定装置 1, 1 a は、向上された精度で生体成分を測定することを可能にする。

【0039】

実施の形態 2 .

図 4 を参照して、実施の形態 2 の生体成分測定装置 1 b を説明する。本実施の形態の生体成分測定装置 1 b は、実施の形態 1 の生体成分測定装置 1 と同様の構成を備えるが、以下の点で主に異なる。

40

【0040】

生体成分測定装置 1 b は、光チョッパー 3 0 と、ロックインアンプ 3 1 とをさらに備える。光チョッパー 3 0 は、励起光 1 7 の光路中に配置される。光チョッパー 3 0 は励起光 1 7 を任意の周波数でチョッピングする。ロックインアンプ 3 1 は、光チョッパー 3 0 と光位置検出器 2 5 とに接続されている。ロックインアンプ 3 1 は、光位置検出器 2 5 から出力されるプローブ光 2 1 の位置に関する信号のうち、光チョッパー 3 0 のチョッピング周波数に同期する信号を選択的に増幅する。そのため、光位置検出器 2 5 から出力されるプローブ光 2 1 の位置に関する信号に含まれるノイズが除去され得る。生体成分測定装置

50

1 b は、向上された精度で生体成分を測定することを可能にする。

【0041】

実施の形態 3 .

図 5 を参照して、実施の形態 3 の生体成分測定装置 1 c を説明する。本実施の形態の生体成分測定装置 1 c は、実施の形態 1 の生体成分測定装置 1 と同様の構成を備えるが、以下の点で主に異なる。

【0042】

生体成分測定装置 1 c は、温度センサ 3 5 をさらに備える。生体成分測定装置 1 c は、ディスプレイ 3 6 をさらに備えてもよい。温度センサ 3 5 は、例えば、光学媒質 1 0 のうち、サンプル 5 と励起光 1 7 とプローブ光 2 1 とから離れた部分上に取り付けられている。10  
 特定のには、温度センサ 3 5 は、光学媒質 1 0 のサンプル載置面（第 2 面 1 2 ）のうち、サンプル 5 と励起光 1 7 とプローブ光 2 1 とから離れた部分上に取り付けられている。温度センサ 3 5 は、光学媒質 1 0 の温度を測定する。温度センサ 3 5 は、光学媒質 1 0 の温度に関する第 1 信号を、ディスプレイ 3 6 に出力する。温度センサ 3 5 は、例えば、サーミスタである。ディスプレイ 3 6 は、光学媒質 1 0 の温度または単位時間当たりの光学媒質 1 0 の温度の変動幅を表示する。ディスプレイ 3 6 は、例えば、液晶表示装置などである。

【0043】

光学媒質 1 0 の第 1 温度とサンプル 5 の第 2 温度との間に差があると、光学媒質 1 0 とサンプル 5 との間で熱の移動が発生する。この熱の移動は、光学媒質 1 0 の内部に生じる 20  
 屈折率勾配領域 1 8 に影響を与え、生体成分を正確に測定することを困難にする。光学媒質 1 0 は、カルコゲナイドガラスのような低い熱伝導率を有する材料で形成されているため、単位時間当たりの光学媒質 1 0 の第 1 温度の変動幅が許容温度変動幅（例えば 0 . 1 / 分）より大きい状態（熱非平衡状態）から、単位時間当たりの光学媒質 1 0 の第 1 温度の変動幅が許容温度変動幅（例えば 0 . 1 / 分）以下の状態（熱非平衡状態）に達するまで、より長い時間がかかる。

【0044】

生体成分測定装置 1 c では、温度センサ 3 5 を用いて、単位時間当たりの光学媒質 1 0 の第 1 温度の変動幅、すなわち、光学媒質 1 0 とサンプル 5 との間の熱の移動の程度が分 30  
 かる。光学媒質 1 0 のサンプル載置面（第 2 面 1 2 ）にサンプル 5 を載置した後、温度センサ 3 5 で測定される単位時間当たりの光学媒質 1 0 の第 1 温度の変動幅が許容温度変動幅（例えば 0 . 1 / 分）より大きい間（熱非平衡状態）は、生体成分測定装置 1 c を用いた生体成分の測定を行わない。光学媒質 1 0 のサンプル載置面（第 2 面 1 2 ）にサンプル 5 を載置した後、単位時間当たりの光学媒質 1 0 の第 1 温度の変動幅が許容温度変動幅（例えば 0 . 1 / 分）以下（熱平衡状態）となると、生体成分測定装置 1 c を用いて生体成分の測定を開始する。

【0045】

本実施の形態の生体成分測定装置 1 c は、実施の形態 1 の生体成分測定装置 1 の効果に加えて、以下の効果をさらに奏する。

【0046】

本実施の形態の生体成分測定装置 1 c は、光学媒質 1 0 の温度を測定する温度センサ 3 5 をさらに備える。そのため、温度センサ 3 5 を用いて、光学媒質 1 0 とサンプル 5 との間の熱の移動に起因する光学媒質 1 0 の温度の変動を測定することができる。光学媒質 1 0 は、カルコゲナイドガラスのような低い熱伝導率を有する材料で形成されていても、光学媒質 1 0 とサンプル 5 との間の熱の移動に起因する悪影響がなく生体成分を測定することができるタイミングが正確に分かる。本実施の形態の生体成分測定装置 1 c は、向上された精度で生体成分を測定することを可能にする。 40

【0047】

実施の形態 4 .

図 6 を参照して、実施の形態 4 の生体成分測定装置 1 d を説明する。本実施の形態の生 50

体成分測定装置 1 d は、実施の形態 3 の生体成分測定装置 1 c と同様の構成を備えるが、以下の点で主に異なる。

【 0 0 4 8 】

生体成分測定装置 1 d は、温度調節器 3 7 と、温度コントローラ 3 8 とをさらに備える。温度調節器 3 7 は、例えば、光学媒質 1 0 のうち、サンプル 5 と励起光 1 7 とプローブ光 2 1 とから離れた部分上に取り付けられている。特定的には、温度調節器 3 7 は、光学媒質 1 0 のサンプル載置面（第 2 面 1 2 ）のうち、サンプル 5 と励起光 1 7 とプローブ光 2 1 とから離れた部分上に取り付けられている。温度調節器 3 7 は、光学媒質 1 0 の温度を調整する。温度調節器 3 7 は、例えば、ペルチェ素子または電熱線である。温度センサ 3 5 は、光学媒質 1 0 の温度に関する第 1 信号を、温度コントローラ 3 8 にも出力する。

10

【 0 0 4 9 】

温度コントローラ 3 8 は、温度センサ 3 5 と温度調節器 3 7 とに接続されている。温度コントローラ 3 8 は、温度センサ 3 5 から出力される光学媒質 1 0 の温度に関する第 1 信号に基づいて温度調節器 3 7 を制御する。具体的には、温度センサ 3 5 で測定される単位時間当たりの光学媒質 1 0 の第 1 温度の変動幅が許容温度変動幅（例えば 0 . 1 / 分）以下となるように、温度調節器 3 7 を制御する。例えば、光学媒質 1 0 の第 1 温度がサンプル 5 の第 2 温度よりも低く、かつ、単位時間当たりの光学媒質 1 0 の第 1 温度の変動幅が許容温度変動幅より大きい場合には、温度調節器 3 7 が光学媒質 1 0 を加熱するように、温度コントローラ 3 8 は温度調節器 3 7 を制御する。光学媒質 1 0 の第 1 温度がサンプル 5 の第 2 温度よりも高く、かつ、単位時間当たりの光学媒質 1 0 の第 1 温度の変動幅が許容温度変動幅より大きい場合には、温度調節器 3 7 が光学媒質 1 0 を冷却するように、温度コントローラ 3 8 は温度調節器 3 7 を制御する。

20

【 0 0 5 0 】

本実施の形態の生体成分測定装置 1 d は、実施の形態 3 の生体成分測定装置 1 c の効果に加えて、以下の効果をさらに奏する。

【 0 0 5 1 】

本実施の形態の生体成分測定装置 1 d は、光学媒質 1 0 の温度を調整する温度調節器 3 7 と、温度コントローラ 3 8 とをさらに備える。温度コントローラ 3 8 は、温度センサ 3 5 から出力される光学媒質 1 0 の温度に関する第 1 信号に基づいて温度調節器 3 7 を制御する。そのため、光学媒質 1 0 は、カルコゲナイドガラスのような低い熱伝導率を有する材料で形成されていても、光学媒質 1 0 のサンプル載置面（第 2 面 1 2 ）にサンプル 5 を載置してから、光学媒質 1 0 とサンプル 5 との間の熱の移動が実質的になくなって生体成分を測定可能になるまでの時間が短縮され得る。生体成分測定装置 1 d は、向上された精度でかつより短時間で生体成分を測定することを可能にする。

30

【 0 0 5 2 】

実施の形態 5 .

図 7 及び図 8 を参照して、実施の形態 5 の生体成分測定装置 1 e を説明する。本実施の形態の生体成分測定装置 1 e は、実施の形態 1 の生体成分測定装置 1 と同様の構成を備えるが、以下の点で主に異なる。

【 0 0 5 3 】

生体成分測定装置 1 e は、プローブ光 2 1 の進行方向（図 7 の左右方向）におけるサンプル 5 の位置を規定する位置決め部材 4 0 をさらに備える。位置決め部材 4 0 は、一对の挟持部材 4 1 と、一对の挟持部材 4 1 を互いに連結する連結部材 4 2 とを含む。一对の挟持部材 4 1 の各々は、底板 4 1 a と、底板 4 1 a からサンプル載置面（第 2 面 1 2 ）の法線方向に沿って延在する壁 4 1 b とを含む。底板 4 1 a は、サンプル載置面（第 2 面 1 2 ）に面接触する。壁 4 1 b は、サンプル 5 の側面に接触する。一对の挟持部材 4 1 の一对の壁 4 1 b は、プローブ光 2 1 の進行方向において、サンプル 5 を挟持する。

40

【 0 0 5 4 】

生体成分測定装置 1 e は、押圧部 4 4 と、圧力センサ 4 8 と、圧力コントローラ 4 9 とをさらに備える。押圧部 4 4 は、サンプル 5 をサンプル載置面（第 2 面 1 2 ）に向けて押

50

圧する。押圧部 4 4 は、例えば、押圧板 4 5 と、押圧板 4 5 をサンプル載置面（第 2 面 1 2）の法線方向に沿って移動させるボールねじ 4 6 と、ボールねじ 4 6 を回転させるモータ 4 7 とを含む。本実施の形態の変形例では、押圧板 4 5 は、ばねのような弾性部材を用いてサンプル 5 に向けて付勢されてもよい。

【 0 0 5 5 】

圧力センサ 4 8 は、押圧部 4 4 に設けられている。特定的には、圧力センサ 4 8 は、押圧板 4 5 に設けられている。圧力センサ 4 8 は、押圧部 4 4 がサンプル 5 を押圧する圧力を測定する。圧力センサ 4 8 は、押圧部 4 4 がサンプル 5 を押圧する圧力に関する第 2 信号を、圧力コントローラ 4 9 に出力する。圧力センサ 4 8 は、例えば、ゲージ式圧力センサまたは静電容量型圧力センサである。

10

【 0 0 5 6 】

図 8 に示されるように、圧力コントローラ 4 9 は、押圧部 4 4（例えば、モータ 4 7）と圧力センサ 4 8 とに接続されている。圧力コントローラ 4 9 は、圧力センサ 4 8 から出力される圧力に関する第 2 信号に基づいて押圧部 4 4 を制御する。例えば、サンプル 5 に印加されかつ圧力センサ 4 8 で測定される圧力が基準圧力となるように、押圧部 4 4（モータ 4 7）を制御する。具体的には、サンプル 5 に印加される圧力が基準圧力よりも低い場合には、サンプル 5 に印加される圧力が基準圧力に等しくなるように、圧力コントローラ 4 9 は、押圧板 4 5 をサンプル載置面（第 2 面 1 2）に向けて移動させる。サンプル 5 に印加される圧力が基準圧力よりも高い場合には、サンプル 5 に印加される圧力が基準圧力に等しくなるように、圧力コントローラ 4 9 は、押圧板 4 5 をサンプル載置面（第 2 面 1 2）から離れるように移動させる。

20

【 0 0 5 7 】

本実施の形態の生体成分測定装置 1 e は、実施の形態 1 の生体成分測定装置 1 の効果に加えて、以下の効果をさらに奏する。

【 0 0 5 8 】

本実施の形態の生体成分測定装置 1 e は、押圧部 4 4 と、圧力センサ 4 8 と、圧力コントローラ 4 9 とをさらに備える。押圧部 4 4 は、サンプル 5 をサンプル載置面（第 2 面 1 2）に向けて押圧する。圧力センサ 4 8 は、押圧部 4 4 がサンプル 5 を押圧する圧力を測定する。圧力コントローラ 4 9 は、圧力センサ 4 8 から出力される圧力に関する第 2 信号に基づいて押圧部 4 4 を制御する。そのため、光学媒質 1 0 へのサンプル 5 の接触圧を一定にすることができる。サンプル 5 の吸収熱の光学媒質 1 0 への伝導が安定化される。生体成分測定装置 1 e は、向上された精度で生体成分を測定することを可能にする。

30

【 0 0 5 9 】

本実施の形態の生体成分測定装置 1 e は、プローブ光 2 1 の進行方向におけるサンプル 5 の位置を規定する位置決め部材 4 0 をさらに備える。そのため、サンプル 5 が患者の指のような可動サンプルであっても、プローブ光 2 1 の進行方向において、励起光 1 7 及びプローブ光 2 1 に対してサンプル 5 を位置決めすることができる。生体成分測定装置 1 e は、向上された精度で生体成分を測定することを可能にする。

【 0 0 6 0 】

実施の形態 6 .

40

図 9 を参照して、実施の形態 6 の生体成分測定装置 1 f を説明する。本実施の形態の生体成分測定装置 1 f は、実施の形態 1 の生体成分測定装置 1 と同様の構成を備えるが、以下の点で主に異なる。生体成分測定装置 1 f は、光強度検出器 5 1 と、光源コントローラ 5 2 とをさらに備える。生体成分測定装置 1 f は、光ビームスプリッタ 5 0 をさらに備えてもよい。

【 0 0 6 1 】

光強度検出器 5 1 は、励起光源 1 6 から放射される励起光 1 7 の強度を検出する。光強度検出器 5 1 は、例えば、フォトダイオードである。具体的には、励起光 1 7 の光路に、光ビームスプリッタ 5 0 が配置されている。光ビームスプリッタ 5 0 は、例えば、プレート型光ビームスプリッタ、プリズム型光ビームスプリッタまたは光ファイバ型光ビームス

50

プリッタである。光ビームスプリッタ50は、励起光17の一部を、光強度検出器51に向ける。例えば、光ビームスプリッタ50は、励起光17の一部を反射して、光強度検出器51に向ける。光強度検出器51は、励起光17の一部の光強度を検出する。光強度検出器51は、励起光17の強度に関する信号を出力する。

【0062】

光源コントローラ52は、励起光源16に接続されている。光源コントローラ52は、励起光源16を制御する。例えば、光源コントローラ52は、励起光源16に注入する電流を制御して、励起光源16から放射される励起光17の強度を制御する。光源コントローラ52は、光強度検出器51に接続されている。光源コントローラ52は、光強度検出器51から、励起光17の強度に関する信号を受信する。励起光源16から放射される励起光17の強度が一定になるように、光源コントローラ52は、光強度検出器51によって検出された励起光17の強度に関する信号に基づいて励起光源16を制御する。

10

【0063】

本実施の形態の生体成分測定装置1fは、実施の形態1の生体成分測定装置1の効果に加えて、以下の効果をさらに奏する。

【0064】

本実施の形態の生体成分測定装置1fは、励起光17の光強度を検出する光強度検出器51と、光強度検出器51から出力される励起光17の強度に関する信号に基づいて励起光源16を制御する光源コントローラ52とをさらに備える。

【0065】

励起光源16を長時間にわたって動作させている間に、励起光源16から放射される励起光17の光強度が低下することがある。励起光17の光強度が低下すると、生体成分の測定精度が低下する。しかし、本実施の形態では、光源コントローラ52は、光強度検出器51から出力される励起光17の強度に関する信号に基づいて励起光源16を制御する。そのため、励起光源16から放射される励起光17の光強度を長時間にわたって維持することができる。生体成分測定装置1fは、長時間にわたって、向上された精度で生体成分を測定することを可能にする。

20

【0066】

今回開示された実施の形態1-6はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。矛盾のない限り、今回開示された実施の形態1-6の少なくとも2つを組み合わせてもよい。例えば、実施の形態1の変形例に、実施の形態2-5を組み合わせてもよい。実施の形態2-5の各々に、実施の形態6を組み合わせてもよい。本開示の範囲は、上記した説明ではなく請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることを意図される。

30

【符号の説明】

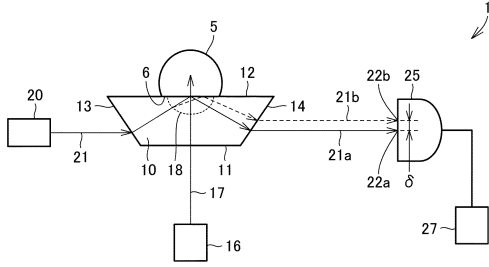
【0067】

1, 1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f 生体成分測定装置、5 サンプル、6 表面、10 光学媒質、11 第1面、12 第2面、13 第3面、14 第4面、16 励起光源、17 励起光、18 屈折率勾配領域、20 プローブ光源、21 プローブ光、21a 第1出射プローブ光、21b 第2出射プローブ光、22a 第1位置、22b 第2位置、25 光位置検出器、27 生体成分取得部、30 光チョッパー、31 ロックインアンプ、35 温度センサ、36 ディスプレイ、37 温度調節器、38 温度コントローラ、40 位置決め部材、41 挟持部材、41a 底板、41b 壁、42 連結部材、44 押圧部、45 押圧板、46 ボールねじ、47 モータ、48 圧力センサ、49 圧力コントローラ、50 光ビームスプリッタ、51 光強度検出器51、52 光源コントローラ。

40

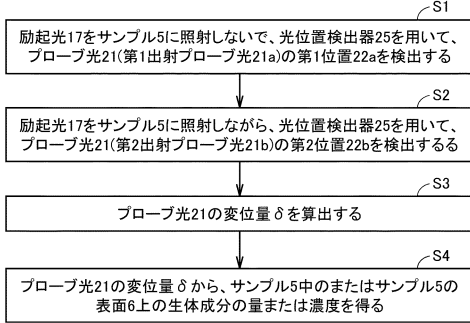
【図1】

図1



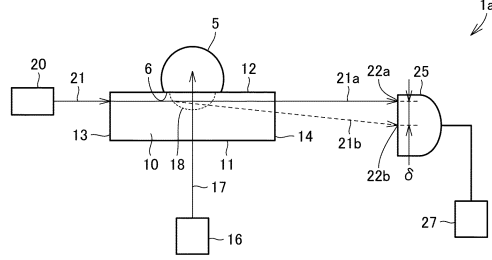
【図2】

図2



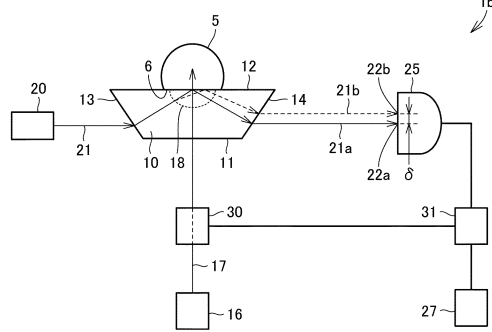
【図3】

図3



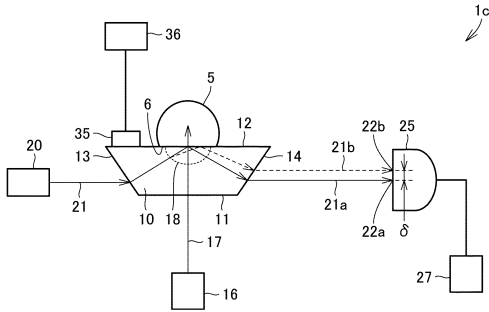
【図4】

図4



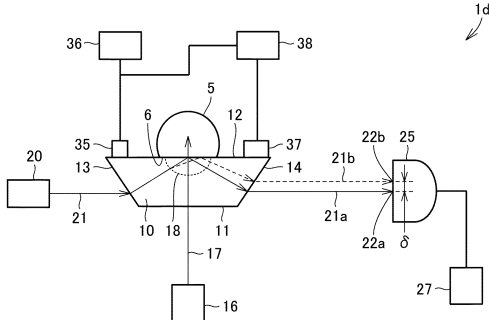
【図5】

図5



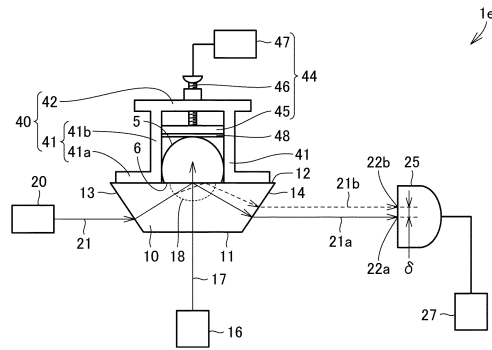
【図6】

図6



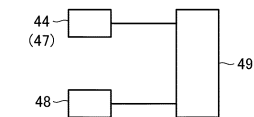
【図7】

図7



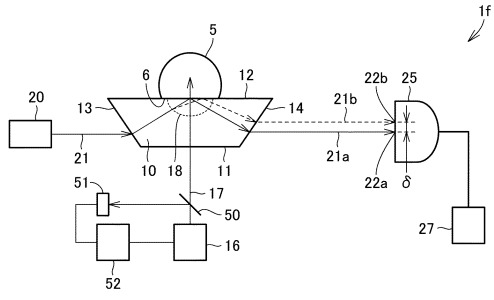
【図8】

図8



【 図 9 】

図9



---

フロントページの続き

審査官 伊藤 裕美

(56)参考文献 特表2019-507319(JP,A)  
特表2017-519214(JP,A)  
米国特許出願公開第2018/0306726(US,A1)  
米国特許出願公開第2011/0024630(US,A1)  
特開2018-194423(JP,A)  
特開2005-334281(JP,A)  
特開2007-301154(JP,A)  
国際公開第2019/150543(WO,A1)  
国際公開第2018/123169(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 21/00 - G01N 21/83  
G01N 33/48 - G01N 33/98  
A61B 5/145 - A61B 5/22  
JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamIII)