

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4972707号
(P4972707)

(45) 発行日 平成24年7月11日 (2012. 7. 11)

(24) 登録日 平成24年4月13日 (2012. 4. 13)

(51) Int. Cl.	F 1
A 6 1 B 10/00 (2006. 01)	A 6 1 B 10/00 E
A 6 1 B 5/1455 (2006. 01)	A 6 1 B 5/14 3 2 2
A 6 1 B 5/026 (2006. 01)	A 6 1 B 5/02 3 4 0 D

請求項の数 7 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2010-519706 (P2010-519706)	(73) 特許権者	000005108
(86) (22) 出願日	平成21年6月15日 (2009. 6. 15)		株式会社日立製作所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2009/060876		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(87) 国際公開番号	W02010/004835	(74) 代理人	100080001
(87) 国際公開日	平成22年1月14日 (2010. 1. 14)		弁理士 筒井 大和
審査請求日	平成22年12月9日 (2010. 12. 9)	(72) 発明者	木口 雅史
(31) 優先権主張番号	特願2008-177483 (P2008-177483)		埼玉県比企郡鳩山町赤沼2520番地 株
(32) 優先日	平成20年7月8日 (2008. 7. 8)		株式会社日立製作所 基礎研究所内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	舟根 司
			埼玉県比企郡鳩山町赤沼2520番地 株
			株式会社日立製作所 基礎研究所内
		(72) 発明者	宇都木 契
			神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地
			株式会社日立製作所 システム開発研究
			所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光計測装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検体に波長 2 0 0 n m から 1 5 0 0 n m の光を入射する 1 個または複数個の光入射手段と、

前記被検体上の前記光が入射された入射位置から離れた位置に配置され、入射された前記光の波長で励起される発光体と、

前記発光体から発せられる光を検出する光検出手段とを備えることを特徴とする光計測装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の光計測装置において、前記発光体を配置する位置に応じて、当該発光体から発せられる光の波長が異なるようにしたことを特徴とする光計測装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の光計測装置において、前記発光体の前記被検体に接する面以外の面を、前記入射光波長の光を遮蔽する部材で覆ったことを特徴とする光計測装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の光計測装置において、前記発光体の形状が三角形であることを特徴とする光計測装置。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の光計測装置において、前記光検出手段は撮像器であることを特徴とする光計測装置。

10

20

【請求項 6】

請求項 1 に記載の光計測装置において、前記光入射手段による光の入射位置にマーカが配置され、前記被検体から離れた位置から前記マーカに向けて光を照射し、前記被検体が動いても前記マーカを追跡する機構を有することを特徴とする光計測装置。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の光計測装置において、前記光検出手段または前記光入射手段と、前記被検体との位置関係により、検出発光強度を補正する機構を有することを特徴とする光計測装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、光を被検体に照射し、非侵襲的に被検体の内部情報を計測する装置に関する。

【背景技術】

【0002】

紫外光から近赤外の波長の光を被検体に照射し、透過光量を計測して被検体の特性を知る吸収分光は、広く用いられている。一般に、吸収分光を行うには、被検体内を通過した距離と被検体内を通過することによって減衰した光量を計測する。被検体の吸収や散乱が強くて透過光を計測することが困難な場合には、反射配置、つまり被検体に対して検出器を光源と同じ側に配置することがなされる。被検体の散乱が強い場合には、光を照射する被検体表面の位置と、光を検出する被検体表面の位置を違えることにより、被検体内部を通過した光を検出することができ、被検体内部の情報を得ることができる。

20

【0003】

特に、被検体が生体である場合は、散乱が強く、反射配置の光学系を用いることが多い。吸収分光の手法を用いて、生体組織中の血液動態を非侵襲的に計測または観察する技術は広く知られており、組織中の酸素代謝状態を計測したり、脳の血液動態を計測して脳活動状態を観察する装置が実現され、医学分野や産業分野に応用されている。この装置については、例えば特開昭 57-115232 号公報（特許文献 1）、特開昭 63-260532 号公報（特許文献 2）、特開昭 63-275323 号公報（特許文献 3）、特開平 9-140715 号公報（特許文献 4）、特開 2003-339677 号公報（特許文献 5）に記載されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】 特開昭 57-115232 号公報

【特許文献 2】 特開昭 63-260532 号公報

【特許文献 3】 特開昭 63-275323 号公報

【特許文献 4】 特開平 9-140715 号公報

【特許文献 5】 特開 2003-339677 号公報

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

光を入射した位置と異なる位置から出射する光強度を計測する場合、通常はレンズと細孔を用いて空間フィルタリングを施す。被検体が生体などの散乱体である場合、検出光はインコヒーレントである上、本来検出すべき位置（以下、検出位置と呼ぶ）以外の場所から出射する光の強度が大きく、前記空間フィルタで検出位置からの光のみを分離検出することが困難になる。そのため、従来は光ファイバ或いは光検出器を直接、被検体表面の検出位置に接触させることにより空間フィルタリングを行っていた。例えば、図 1 がその代表的な配置図である。ここで、11 は照射用光ファイバ、12 は検出用光ファイバ、13 は被検体である。この場合、被検体表面の形状によりうまく接触しない場合があるという

50

問題や、接触させたファイバや回路などの大きな部品が被検体の運動や姿勢を制限する場合があるという問題があった。

【0006】

本発明は、被検体が強い散乱を有する場合でも、ファイバや光検出器を直接被検体表面に接触させることなく、検出位置から出射する光強度を、他の位置から出射する光と分離して検出する機構を有する装置を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

被検体に光を入射する1個または複数個の機構と、被検体の前記入射位置から離れた位置（検出位置）に、前記入射光波長の光で励起される発光体を1個または複数個配置し、当該発光体から発せられる光を検出する1個または複数個の機構を有する。発光体から発せられる光は、入射光波長と異なるため光学フィルタなどの波長分離方法を用いることにより、入射光と分離してその強度を計測することができる。発光強度は、検出位置において発光体に照射された光強度に比例するため、発光強度を計測することにより、入射位置から入射して被検体内を通過し検出位置より出射される光強度を求めることができる。

10

【0008】

複数の検出位置に発光体を配置すれば、被検体表面の光分布の測定が可能となる。それぞれの検出位置を分離して観測するには以下の方法がある。各発光体に光ファイバなどの光導波路を接触、または接近させて他の発光体からの発光が入らないようにする。結像系を用いて各発光体からの発光を分離する。発光波長が異なる発光体を使用し、各発光体からの発光を、光学フィルタなどの波長分離方法を用いて分離する。

20

【0009】

この時、検出位置以外から出射した光や、表面で散乱された光が、発光体に当たることにより発光体が発光することを防ぐためには、発光体の被検体に接する面以外の面を、入射光波長を遮蔽する部材で覆えばよい。但し、発光体からの発光強度を計測するために、遮蔽部材の少なくとも一部分は発光波長を透過する必要がある。

【0010】

発光体と光検出器の位置関係が変わると、発光の放射パターンに対する光検出器の見込み角に依存して検出効率が変わり、検出光強度は変化する。光検出器として撮像管を用いれば、発光体は像として捕らえることができるため、像の大きさと形状から光検出器と発光体の位置関係を求めることができる。つまり、像の大きさと形状を用いて検出効率を校正や補正をすることができる。像の形状から前記位置関係を計算する方法は一般的に知られており、像が三角形の場合が容易かつ正確にこれを行うことができる。よって、発光体の形状を三角形にしておけばよい。

30

【0011】

入射光は光学系を用いることにより、非接触で被検体の入射位置に光を照射することができる。入射位置を明示するためには、被検体の目標入射位置にマーカを配置すればよい。更にトラッキング機構を用いることで、被検体が動いても同じ入射位置に光を照射できる。この時、光の入射角によって入射光強度が異なる。トラッキング時に被検体との距離や角度は計測されるので、これらのパラメータと被検体への入射光強度との関係をあらかじめ校正し、検出光強度の補正を行う。

40

【0012】

以下、本明細書では、被検体として生体頭部を例として挙げ、光検出器と光源との位置が被検体に対して同じ側にある配置、つまり反射配置の例について説明する。しかし、被検体は、頭部以外の生体部分、或いは生体以外でも同様に適用でき、また、光検出器と光源と被検体の位置に依らずに、いかなる配置でも適用できる。

【発明の効果】

【0013】

本発明を用いれば、小さなマーカや発光体を被検体に配置させるだけで、被検体内部の光吸収情報を計測することができるため、簡便で被検体に対する拘束性の低い計測ができ

50

るという効果がある。更に、被検体が生体の場合には、被検者の快適性を増すことができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】従来の計測配置を説明する図である。

【図2】計測構成例を示す図である。

【図3】蛍光体セルの一例を示す図である。

【図4】一体型蛍光体セルの一例を示す図である。

【図5】計測構成の別の例を示す図である。

【図6】三角形蛍光体セルの一例を示す図である。

【図7】被検体装着部の例を示す図である。

【図8】式1の内容を示すものである。

【発明を実施するための形態】

【実施例1】

【0015】

本発明の一つの実施例について、図2を用いて説明する。波長830nmの半導体レーザー21と光検出器22は、距離30mm離して筐体24に固定されている。前額部頭皮20上に蛍光体セル23を糊で固定する。半導体レーザー21の出力光は蛍光体セル23から30mm離れた額部頭皮上の位置に照射される。図では省略しているが、光検出器22は、光検出素子としてアバランシェフォトダイオードを用い、その受光面の前には、蛍光体23が発する蛍光を通すが照射光を通さない光学フィルタとしてInP結晶が配置されている。更に、蛍光体セル23からの光を効率良く受光するためのレンズ光学系も有する。筐体は、頭部または体の一部、または他の装置などに固定できるアーム25を有する。

【0016】

ここで用いた蛍光体は、例えば図8に示された式1の化合物であり波長0.8μmで励起することにより波長1μm程度の蛍光を発する。励起光は生体内の透過性が比較的高い波長を有しているため、半導体レーザー21を照射した位置から頭内に入射し、大脳皮質を通過して戻ってくる光により蛍光体23は励起される。蛍光強度は励起光強度に比例するため、蛍光強度を光検出器で計測することにより、大脳皮質における吸収の変化が観測できる。ここでは、簡便のため、光源として1波長の場合を説明したが、通常用いられるように、2波長以上の光源を用いることで、血液の量や酸素化状態を観測することができる。

【0017】

ここで用いた蛍光体は、波長0.8μm近傍の近赤外光で励起することができるため、生体内の血液動態を計測するために適している。その他の場合でも、被検体の吸収情報を得るために使用する波長で励起し発光する材料であればよく、蛍光以外にも、りん光、ラマン散乱光などを用いてもよい。

【0018】

図3は、蛍光体セル23の断面図である。蛍光体粉末31は、金属32の中に入れられた樹脂の中に分散されており、InP製のフィルタ33で蓋をされている。フィルタ33は励起光、つまり照射光は通さず、蛍光を通す特性を有するものを用いる。金属32は照射光を通さない材質なら樹脂などでもよい。フィルタ33と反対の面を被検体に接触させて用いることにより、被検体内部を通過してきた光以外の迷光により蛍光体が励起されるのを防ぐことができる。

【実施例2】

【0019】

実施例1で説明した蛍光体セルの別の実施例を図4に示す。図3が金属と蓋を別材料で作製したのに対し、こちらはInP製のフィルタ43を加工して一体成型したものである。実施例1の蛍光体セルと比較して低コストにできるという効果がある。

【実施例3】

【0020】

10

20

30

40

50

本発明の別の実施例について図5を用いて説明する。マーカ52と蛍光体セル23はシート54に固定され、シート24を前額部頭皮20上に接触固定する。ここで、マーカ52と蛍光体セル23は別々に被検体に貼り付けてもいいが、シート54を用いることにより、両者の距離を簡便に定めることができる。半導体レーザ21の出射光はビームトラッキング装置51によりマーカ52に照射される。マーカ52は照射光波長に対して散乱や吸収が少ない材料で作製されている。或いは、ドーナツ形状とし、中心穴部に光を照射するようにしてもよい。蛍光体からの蛍光は撮像管53にて像として観測される。

【0021】

この構成によれば、蛍光体セルの大きさと形状を計測することにより、その見込み角や距離を計算することができる。見込み角や距離により、蛍光の検出効率が異なるため、これらの計算結果をもとに、蛍光強度を補正する。同様に、照射側も入射角や距離が変わると、被検体に入射される光強度や入射位置が変化するので、トラッキング時に得た見込み角や距離を用いて、検出蛍光強度を補正する。これによれば、照射検出系と被検体の位置関係を厳密に調整する必要がなくなり計測が簡単になるという効果がある。更に、被検体が動いても、蛍光強度を補正すればよいので、生体などの、固定が困難な被検体についても適用できるという効果もある。筐体24は、実施例1と同様に頭部近くにアームで保持して使用するが、人が手で持って撮影する構造としてもよい。

【0022】

ここで、見込み角や距離により蛍光強度を補正する手段について説明する。あらかじめ当該蛍光体セルを一定の光強度で励起して発光させる。当該光検出器を用いて、蛍光体セルを見込む角度と蛍光体セルまでの距離を変えて、検出される蛍光強度を測定する。更に、検出される蛍光強度を照射光強度で割算することにより規格化して光検出効率を求める。或いは、あるひとつの角度と距離、例えば蛍光体セルに光検出器を接触させたときの値を用いて割算することにより規格化してもよい。これにより、光検出効率の相対値について、距離と角度をパラメータとしたテーブルを得ることができる。実際の計測時には、蛍光体セルの大きさと形状の画像から、蛍光体セルまでの距離と角度の値を算出し、この値を用いて前記テーブルを補間して光検出効率を算出し、補正係数として掛算する。

【0023】

照射側についても照射光源とマーカまでの距離と角度を用いて補正することができる。ここでは、トラッキング時に求める距離と角度を補正のために用いたが、三角形をしたマーカを用いて、画像から求めてもよい。この場合は、撮像管は蛍光計測に用いるものを使うこともできる。撮像管には、蛍光の検出感度を高めるために、蛍光波長を通し、照射光や背景光を遮断する光学フィルタを設ける。その場合にはマーカ形状を画像として得ることができないので、光学フィルタを透過する光を用いて、形状観察のために一時的に照明するとよい。或いは、蛍光計測のための撮像管とは別に、光学フィルタを有しない別の撮像管を用いてもよい。

【実施例4】

【0024】

実施例4で用いる蛍光体セルの例を図6に示す。全体の形状を三角柱にすることにより、蛍光体セルまでの距離、見込み角度を、三角形の辺のなす角度や傾き、長さをを用いてソフトウェア的に処理しやすくしている。

【実施例5】

【0025】

図7は、マーカ52と蛍光体セル61を格子状のシート54に配置したものである。これを被検体に装着する。構成部品は小さく、軽量であるため、被検体形状に沿って貼り付けられるような柔軟性をもったものにできる。また、帽子やはちまきなどの形状にして、容易に頭部に被ったり、手足にはめたりできるようにすることも可能である。

【0026】

複数の蛍光体セルは、結像により分離する。また、蛍光体セルごとに、異なる蛍光物質を入れておくと、セルごとに異なる波長の蛍光を発生するので、光学フィルタなどを用い

10

20

30

40

50

て蛍光波長により分離してもよい。

【産業上の利用可能性】

【0027】

近赤外分光を用いた脳機能計測装置は、医療、研究機器として、或いは、教育効果の確認、家庭における健康管理、商品モニタなどの市場調査に用いることができる。また、組織酸素飽和度計測や筋肉の酸素代謝計に用いることができる。更に、果実の糖度計測を初め、一般の吸収分光装置にも用いることができる。

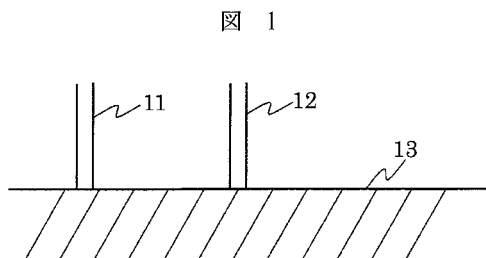
【符号の説明】

【0028】

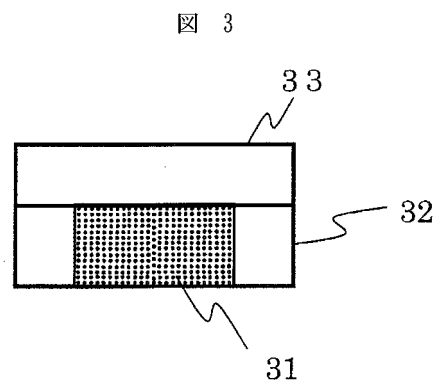
11…照射用光ファイバ、12…受光用光ファイバ、13…被検体、20…前額部頭皮、21…半導体レーザ、22…光検出器、23…蛍光体セル、24…筐体、25…アーム、31…蛍光体、32…金属セル、33…フィルタ、41…一体型蛍光体セル、51…ビームトラッキング装置、52…マーカ、53…撮像管、61…三角形蛍光体セル。

10

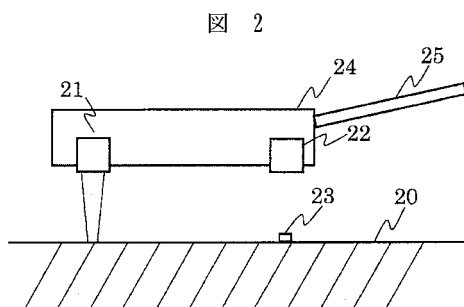
【図1】



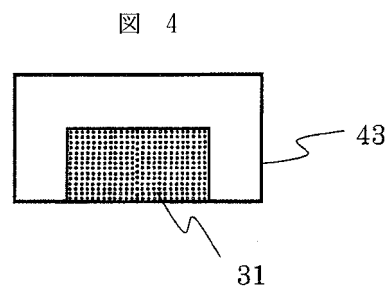
【図3】



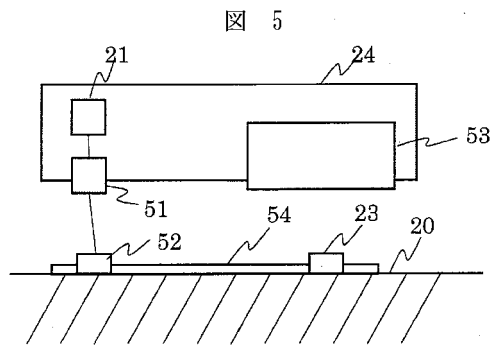
【図2】



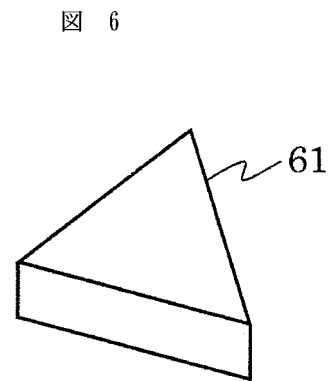
【図4】



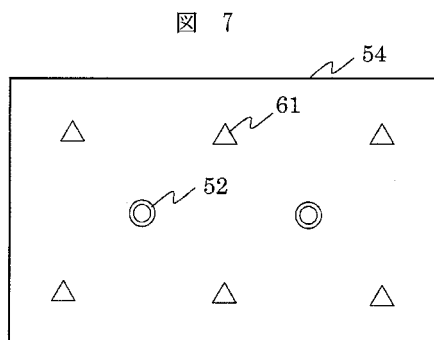
【図 5】



【図 6】



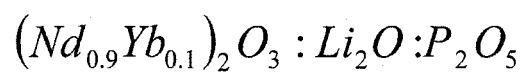
【図 7】



【図 8】

図 8

式 1



フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 敦

埼玉県比企郡鳩山町赤沼2520番地 株式会社日立製作所 基礎研究所内

審査官 宮川 哲伸

(56)参考文献 特開2008-149154 (JP, A)

特開2007-82769 (JP, A)

特開2006-102110 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 10/00

A61B 5/026

A61B 5/1455