

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-102009
(P2008-102009A)

(43) 公開日 平成20年5月1日(2008.5.1)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 N 21/59 (2006.01)	GO 1 N 21/59 Z	2 G O 4 3
GO 1 N 21/64 (2006.01)	GO 1 N 21/64 F	2 G O 5 9
A 6 1 B 5/1455 (2006.01)	A 6 1 B 5/14 3 2 2	4 C O 3 8

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2006-284449 (P2006-284449)
(22) 出願日 平成18年10月19日 (2006.10.19)

(71) 出願人 000002130
住友電気工業株式会社
大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(74) 代理人 100102691
弁理士 中野 稔
(74) 代理人 100112117
弁理士 山口 幹雄
(74) 代理人 100116366
弁理士 二島 英明
(72) 発明者 中路 晴雄
神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内
Fターム(参考) 2G043 AA03 BA16 DA02 EA01 HA05
JA01 KA01 KA02 KA05 KA09

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学測定装置および光学的測定方法

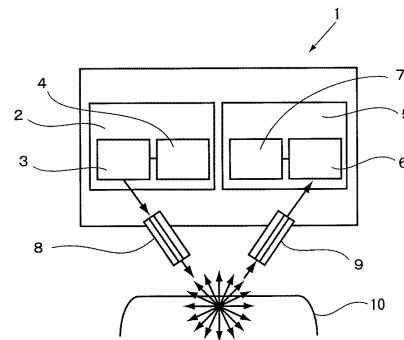
(57) 【要約】

【課題】 本発明の目的は、測定対象物に対して局所的に光を照射し、かつ、測定対象物からの反射光、散乱光、蛍光等を効率よく受光することができる光学測定装置及び光学測定方法を提供することである。

【解決手段】

本発明に係る光学測定装置は、発光部と、発光部からの光を対象物に向けて導波する照射用導波体と、対象物からの光を導波する受光用導波体と、受光用導波体を導波してきた光を受光する受光部、を備え、前記受光用導波体の受光端における開口数が、前記照射用導波体の射出端における開口数よりも大きいことを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発光部と、
 発光部からの光を導波して対象物に向けて出射する照射用導波体と、
 対象物からの光を受光して導波する受光用導波体と、
 受光用導波体を導波してきた光を受光する受光部、を備え、
 前記受光用導波体の受光端における開口数が、前記照射用導波体の出射端における開口数よりも大きいことを特徴とする光学測定装置。

【請求項 2】

前記照射用導波体の出射端近傍に前記受光用導波体の受光端が配置されていることを特徴とする請求項 1 記載の光学測定装置。 10

【請求項 3】

前記照射用導波体の出射端側近傍と前記受光用導波体の受光端側近傍とが一体化されていることを特徴とする請求項 2 記載の光学測定装置。

【請求項 4】

前記照射用導波体と前記受光用導波体はそれぞれ屈折率の異なる物質からなり、それぞれの軸が互いに略平行である一体構造をなしていることを特徴とする請求項 2 ないし 3 記載の光学測定装置。

【請求項 5】

前記照射用導波体と前記受光用導波体は同軸層構造をなしていることを特徴とする請求項 4 記載の光学測定装置。 20

【請求項 6】

発光部からの光を端部における開口数が小さい第一の導波体を用いて導波して対象物に向けて出射し、前記対象物からの光を端部における開口数が大きい第二の導波体を用いて受光して受光部へ導波することを特徴とする光学的測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、測定対象物に光を照射して当該測定対象物からの反射光、散乱光、蛍光等を測定することによって、当該測定対象物の性質等を測定する装置およびその測定方法に関するものである。 30

【背景技術】

【0002】

この種の光学測定装置として、例えば特許文献 1 に記載されているものが知られている。この文献には近赤外分光法を用いた生体組織酸素モニタが示されており、光を測定対象物まで導光して照射するための光ファイバと、測定対象物からの反射光、散乱光、蛍光等を光ファイバで受光し、受光素子に導光するものが開示されている。

【特許文献 1】特開平 5 - 2 1 2 0 1 6 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】 40

【0003】

しかしながら上記のような光学測定装置においては、光を測定対象物まで導光するための光ファイバに要求される特性と、測定対象物からの反射光、散乱光及び蛍光を受光するための光ファイバに要求される特性が異なるにも関わらず、同一のまたは同種の光ファイバを用いていたことから、測定対象物に対して局所的に光を照射し、かつ、測定対象物からの反射光、散乱光、蛍光等を効率よく受光することが充分には達成されていなかった。本発明は、上記問題点を解消するためになされたものである。

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明に係る光学測定装置は、発光部と、発光部からの光を導波して対象物に向けて出 50

射する照射用導波体と、対象物からの光を受光して導波する受光用導波体と、受光用導波体を導波してきた光を受光する受光部、を備え、前記照射用導波体の受光端における開口数が、前記照射用導波体の出射端における開口数よりも大きいことを特徴とする。

【0005】

この光学測定装置では、光の出射端における開口数が小さい照射用導波体から測定対象物に対して光を照射することができるため、局所的に光を照射することができ、かつ、受光端における開口数が大きい受光用導波体により測定対象物からの反射光、散乱光、蛍光等を受光することができるため、これらの光を効率よく受光することができる。

【0006】

本発明に係る光学測定装置は、さらに照射用導波体の出射端近傍に前記受光用導波体の受光端が配置されていることを特徴とする。

10

【0007】

この光学測定装置では、照射用導波体の出射端近傍に受光用導波体の受光端が配置されているため、周囲に拡がり易い測定対象物からの光を十分に受光することができる。

【0008】

本発明に係る光学測定装置では、さらに照射用導波体の出射端側近傍と受光用導波体の受光端側近傍とが一体化されていることを特徴とする。

【0009】

この光学測定装置では、照射用導波体の出射端側近傍と前記受光用導波体の受光端側近傍とが一体化されていることから、光が照射される測定対象物の近傍に受光端を配置することが容易となり、測定対象物から発生する光を十分に受光することができる。

20

【0010】

本発明に係る光学測定装置では、さらに前記照射用導波体と前記受光用導波体はそれぞれ屈折率の異なる物質からなり、それぞれの軸が互いに略平行である一体構造をなしていることを特徴とする。

【0011】

この光学測定装置では、よりコンパクトに導波体を構成することができ、測定時の取り扱いも容易となる。

【0012】

本発明に係る光学測定装置では、さらに前記照射用導波体と前記受光用導波体は同軸層構造をなしていることを特徴とする。

30

【0013】

この光学測定装置では、導波体の一体化が容易であり、よりコンパクトな装置構成とすることができる。

【0014】

また、本発明に係る光学測定方法では、発光部からの光を端部における開口数が大きい第一の導波体を用いて導波して対象物に向けて出射し、前記対象物からの光を端部における開口数が小さい第二の導波体を用いて受光して受光部へ導波することを特徴とする。

【0015】

この光学測定方法では、開口数が小さい第一の導波体を用いて対象物に向けて光を導波し、照射することから、局所的に照射が可能であり、かつ、開口数が大きい第二の導波体を用いて測定対象物からの光を受光することができるため、これらの光を効率よく受光することができる。

40

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、測定対象物に対して局所的に光を照射し、かつ測定対象物からの光を効率よく受光することが可能となり、受光量を相対的に向上させることができ、測定精度を向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

50

以下、添付図面を参照して、本発明を実施するための最良の形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一符号を付し、重複する説明は省略する。

【0018】

図1は第一の実施形態に係る光学測定装置1とそれを使った測定方法の模式図である。光学測定装置1は、発光部2と、発光部からの光を測定対象物に向けて導波する照射用導波体8と、測定対象物からの反射光、散乱光、蛍光等を受光して、導波する受光用導波体9と、受光用導波体9を導波してきた光を受光する受光部5、とを備える。

【0019】

発光部2は、発光素子3とその制御部4を備え、発光素子3から発光した光は、照射用導波体8に光学的に結合され、照射用導波体8中を導波する。発光素子3は光を出力する素子であって、好適にはレーザ光を出力する半導体レーザ素子を含む。

10

【0020】

受光部5は、受光素子6とその制御部7を備え、受光用導波体9を導波されてきた光は受光素子6に光学的に結合される。受光素子6としてはフォトダイオード等が用いられる。

【0021】

ここで、照射用導波体8の出射端と受光用導波体9の受光端とは測定対象物10にそれぞれ対向するように同じ側に近接して設置されており、前記受光用導波体9の受光端における開口数は、前記照射用導波体8の出射端における開口数よりも大きいものとされている。このようにすることにより、測定対象物へ向け出射される光は局所的に出射できるとともに、測定対象物から種々の角度で発生した光を効率よく受光することができる。

20

【0022】

照射用導波体8を出た光は測定対象物10に照射され、測定対象物10からは照射される光の波長、強度等に応じ、反射光、散乱光、蛍光等が発せられる。これら測定対象物から発せられる光は通常無指向性であるため、あらゆる方向に種々の角度をもって発せられることになる。一方、受光用導波体9で受光され導波される光は、受光用導波体9の構造から決定される入射臨界角以下の角度を持って受光用導波体9端面に入射する光に限られる。ここで入射臨界角 θ_{imax} は、受光用導波体9の光が導波する部分の屈折率を n_j 、その周囲の屈折率を n_o とすると、以下の式で表される。

【0023】

30

【数1】

$$\sin(\theta_{imax}) = \sqrt{n_j^2 - n_o^2}$$

【0024】

一方、受光用導波体9の開口数 (NA_o) は、次の式で表される。

【0025】

40

【数2】

$$NA_o = \sqrt{n_j^2 - n_o^2}$$

【0026】

前記2つの式から、入射臨界角 θ_{imax} と開口数 (NA_o) との間には次の近似式が成り

50

立つ。

【0027】

$$i_{\max} = N A_0$$

【0028】

すなわち受光用導波体の $N A_0$ が大きいほど受光用導波体 9 における入射臨界角 i_{\max} は大きくなるため、より広範な角度で受光用導波体 9 端面に入射する光を受光し、受光素子 6 へと導波することができる。これにより、測定対象物 5 から発せられる光をより多く受光でき、得られる情報量を多くすることができる。

【0029】

図 2 は第一の実施形態に係る光学測定装置 1 における照射用 8 及び受光用導波体 9 の一端面付近における断面構造を表す図である。照射用導波体 8 と受光用導波体 9 は、共に断面が略円形の光ファイバからなり、照射用導波体 8 と受光用導波体 9 が近接して配置され、これらの光ファイバは束ねられて $150 \mu\text{m} \times 250 \mu\text{m}$ の略矩形断面形状となるように保護層 14 にて一体化されている。ここで照射用導波体 8 は、純石英ガラスからなる直径 $60 \mu\text{m}$ の略円柱状をなす光ファイバであり、その端部における開口数は 0.10 である。受光用導波体 9 は、ゲルマニウム添加石英ガラスからなる直径 $60 \mu\text{m}$ の略円柱状をなす光ファイバであり、その端部における開口数は 0.20 である。

10

【0030】

再び図 1 に基づき説明する。発光部 2 には中心波長 700nm の光を発光可能な半導体レーザ素子があり、照射用光ファイバとは一体化された端の他端側で光学的に結合されている。一方受光部には中心波長 700nm の光を受光可能なフォトダイオードがあり、受光用光ファイバとは一体化された端の他端側で光学的に結合されている。これにより、発光部 2 で発光された中心波長 700nm の光は照射用光ファイバを導波し、一体化された端側から測定対象物に照射される。また、測定対象物から発せられた光は受光用光ファイバにより受光され、受光部にあるフォトダイオードに導波される。さらに受光した光はフォトダイオードにより電気信号に変換される。なおこれら半導体レーザ素子と照射用光ファイバ、フォトダイオードと受光用光ファイバとを光学的に結合する際、必要に応じレンズ（図示せず）等を介在させて結合効率を向上させると良い。

20

【0031】

本実施形態においては、照射用導波体 8 の照射端と受光用導波体 9 の受光端が近接して配置され一体化されているため、ほぼ同一箇所に照射端と受光端を配置することができ、その結果、測定対象物における照射部近傍から発する光を効率よく受光することができると共に取り扱いも容易になる。また、生体のように常に測定対象物自体が動いている場合や、更には生体内部の場合のように、限られた開口範囲から局所的に光を照射し、かつ、受光する必要がある場合に好適である。

30

【0032】

図 3 は第二の実施形態に係る光学測定装置における照射用及び受光用導波体の一端面付近における断面構造を表す図である。照射用導波体 8 と受光用導波体 9 は、共に断面が略円形の光ファイバからなり、照射用導波体の周囲を取り巻くように複数の受光用導波体がそれぞれの軸が互いに略平行であるように配置され、これらの光ファイバが一体化されている。ここで、照射用光ファイバは純石英ガラスからなる直径 $60 \mu\text{m}$ の略円柱状であり、その端部における開口数は、0.10 である。受光用光ファイバはゲルマニウム添加石英ガラスからなる直径 $60 \mu\text{m}$ の略円柱状であり、その端部における開口数は 0.2 である。即ち、照射用及び受光用光ファイバはそれぞれ屈折率の異なる物質からなり、照射用光ファイバの開口数が小さく、その周囲には開口数が大きい受光用光ファイバが配置されている。図 3 の例では、1 本の照射用光ファイバの周囲に、計 17 本の受光用光ファイバが密接して配置され、これらは全体として直径約 $400 \mu\text{m}$ の略円形断面形状となるよう保護層 14 で覆われているとともに一体化される。

40

【0033】

図 4 は第二の実施形態に係る光学測定装置を用いた光学測定方法の概念を示す模式図で

50

ある。第一の実施形態と同様に、発光部には中心波長700nmの光を発光可能な1個の半導体レーザ素子があり、照射用光ファイバとは一体化された端の他端側で光学的に結合されている。一方受光部には中心波長700nmの光を受光可能な計17個のフォトダイオードがあり、受光用光ファイバの一体化された端の他端側において各々の光ファイバとそれぞれ光学的に結合されている。なお一体化された端の他端側においては照射用光ファイバ8や受光用光ファイバ9は一体化せず、それぞれが発光部や受光部と光学的に接続する。また、これら半導体レーザ素子と照射用光ファイバ、フォトダイオードと受光用光ファイバとを光学的に結合する際、必要に応じレンズ(図示せず)等を介在させて結合効率を向上させると良い。

【0034】

中心部に配列された開口数が小さい照射用光ファイバ8から出射された光は、測定対象物10に照射される。照射用光ファイバ8の端面から出射される光は照射用光ファイバの最大(入射)臨界角で決まる拡がり角をもって出射されるが、開口数が小さくされていることから拡がり角は小さくなり、測定対象物10の特定部位に局所的に光を照射することができる。

【0035】

一方、照射用光ファイバの周囲に配置された開口数が大きい受光用光ファイバ9により、測定対象物10に照射された光に基づく測定対象物10からの発光(反射光、散乱光、蛍光等)を受光するので、種々の角度で測定対象物10から発せられる光を受光することができる。さらには照射用光ファイバの出射端周囲に受光用ファイバの受光面である端面が配置されていることから、空間的にもより広い範囲の光を受光することができる。加えてこのように照射用と受光用光ファイバを配置することで、照射や受光に寄与しない部分の断面積を小さくすることができ、装置の小型化が図ることができ、取り扱いも容易になる。また、ほぼ同一箇所に照射端と受光端を配置することができ、生体のように常に測定対象物自体が動いている場合や、更には生体内部の場合のように、限られた開口範囲から局所的に光を照射し、かつ、受光する必要がある場合に好適である。

【0036】

発光部で発光された中心波長700nmの光は照射用光ファイバ8を導波し、束ねられた端側から測定対象物10に照射される。さらに測定対象物10から発せられた光は受光用光ファイバ9により受光、導波され、受光部にあるフォトダイオードに光学的に結合され、電気信号に変換される。この電気信号を解析し、特定波長の光強度変化や、スペクトル解析を行うことにより、測定対象物の性質を測定することができる。このような測定の例としては、血液の透過光強度を測ることによる血中ヘモグロビン濃度測定や、蛍光物質を集積させた癌組織から生じる蛍光特性の測定等が挙げられる。

【0037】

上記の例では、1本の照射用光ファイバの周囲に計17本の受光用光ファイバが密接して配置したが、この形態に限られるものではなく、もちろん複数の照射用光ファイバ周囲に複数の受光用光ファイバが配置されていてもよい。

【0038】

図5は第三の実施形態に係る光学測定装置における照射用及び受光用導波体の断面構造を表す図である。

断面が各々略円形である複数層が一体化された光ファイバであって、前記光ファイバは、中心部近傍に第1コア、その周囲に第2コア、さらにその周囲にクラッドを有する同軸3層構造となっており、夫々は石英ガラスを主成分とする材料で構成されている。

第1コア部は直径6 μm 、第2コア部は直径125 μm 、クラッド部は直径250 μm であり、クラッド部の外周はさらに厚み約75 μm の樹脂層で覆われている。第1コア部はゲルマニウム添加石英ガラスから、第2コア部は純石英ガラスから、クラッド部はフッ素添加石英ガラスからなる。

【0039】

夫々、第1コア部を導波する光に対しての開口数は0.07であり、第2コア部を導波

10

20

30

40

50

する光に対しての開口数は0.05であり、第2コア部を導波する光に対しての開口数は第1コア部を導波する光に対しての開口数よりも大きくなっている。

【0040】

図6は第三の実施形態に係る光学測定装置およびこれを用いた光学測定方法の概念を示す模式図である。受光部、発光部は第一、第二の実施形態と同様の構成であり、図5に示した構造を持つ導波体を用い、発光部から発光された光は第1コア部11へと光学的に結合され、導波されて、測定対象物10に照射される。測定対象物10から発せられた光は、第2コア部12にて受光され、導波されて受光素子6へと光学的に結合される。発光され第1コア部11を導波して測定対象物10に照射された光は、第1コア部11を導波する光に対しての開口数が小さいことから測定対象物10の局所的部分に照射することが可能である。また、第2コア部12を導波する光に対しての開口数が大きいことから、測定対象物10の照射部近傍から種々の角度で発せられる光を広く集めることができ、その結果、測定対象物10からの情報を多く集めることが可能となる。

10

【0041】

導波体を図5に示したような構造とすることにより、照射用と受光用導波体を一体化することが、より容易となる。また容易にほぼ同一箇所に照射端と受光端を配置することができることから、生体のように常に測定対象物自体が動いている場合や、更には生体内部の場合のように、限られた開口範囲から局所的に光を照射し、かつ、受光する必要がある場合に好適である。

20

【0042】

第1コア部11、第2コア部12を形成する材料は、第2コア部を導波する光に対しての開口数が第1コア部を導波する光に対しての開口数よりも大きくなるよう、適宜製造の容易さ等を勘案し適切なものを選択すればよい。さらには、空間的に広い範囲からの光を受光可能なよう、受光用導波体の端面部の断面積は照射用導波体のそれよりも大きいこと、即ち、第2コア部端面の断面積は第1コア部のそれよりも大きいほうが好ましい。

【0043】

なお、本発明は上記いずれの実施形態に限定されるものでもない。例えば、上記の実施形態では、導波体としていずれもガラス製光ファイバを用いたが、樹脂製とすることも可能であり、照射、受光する光に対して透明性の高い材質からなるものであれば良い。

30

【産業上の利用可能性】

【0044】

以上述べたように、本発明は測定対象物に光を照射して当該測定対象物からの反射光、散乱光、蛍光等を測定することによって当該測定対象物の性質等を測定する装置およびその測定方法に利用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】第一の実施形態に係る光学測定装置1とそれを使った測定方法の模式図である。

【図2】第一の実施形態に係る光学測定装置における照射用及び受光用導波体の断面構造を表す図である。

【図3】第二の実施形態に係る光学測定装置における照射用及び受光用導波体の一端面付近における断面構造を表す図である。

40

【図4】第二の実施形態に係る光学測定装置を用いた光学測定方法の概念を示す模式図である。

【図5】第三の実施形態に係る光学測定装置における照射用及び受光用導波体の断面構造を表す図である。

【図6】第三の実施形態に係る光学測定装置およびこれを用いた光学測定方法の概念を示す模式図である。

【符号の説明】

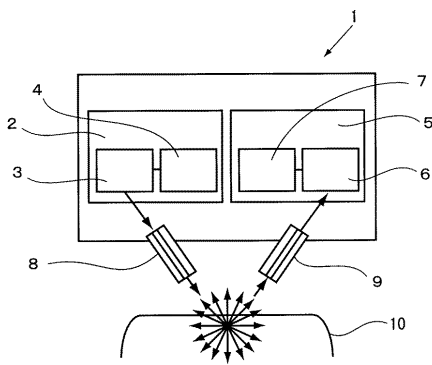
【0046】

1 . . . 光学測定装置

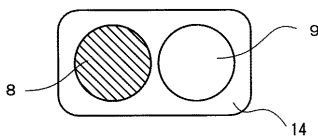
50

- 2 . . . 発光部
- 3 . . . 発光素子
- 4 . . . 発光制御部
- 5 . . . 受光部
- 6 . . . 受光素子
- 7 . . . 受光制御部
- 8 . . . 照射用導波体
- 9 . . . 受光用導波体
- 10 . . . 測定対象物
- 11 . . . 第1コア部
- 12 . . . 第2コア部
- 13 . . . クラッド部
- 14 . . . 保護層

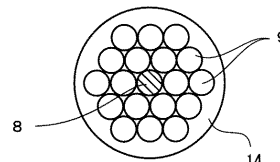
【図1】



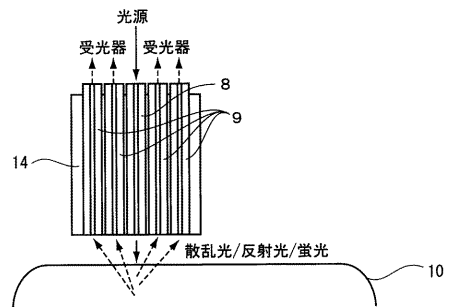
【図2】



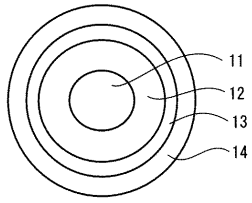
【図3】



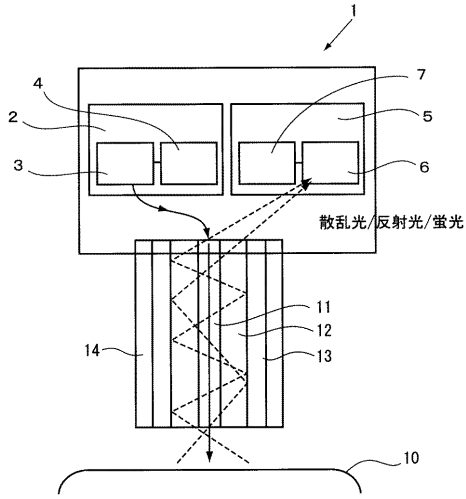
【図4】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2G059 AA01 BB04 BB13 EE01 EE02 EE07 GG01 HH01 HH02 HH06
JJ17 KK01
4C038 KK01 KL05 KL07 KY04