

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3872878号
(P3872878)

(45) 発行日 平成19年1月24日(2007. 1. 24)

(24) 登録日 平成18年10月27日(2006. 10. 27)

(51) Int. Cl.

F I

G O 2 B 6/04 (2006. 01)

G O 2 B 6/04 B

G O 1 J 3/02 (2006. 01)

G O 1 J 3/02 Z

A 6 1 B 1/00 (2006. 01)

A 6 1 B 1/00 3 O O U

請求項の数 3 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平9-288573
 (22) 出願日 平成9年10月21日(1997. 10. 21)
 (65) 公開番号 特開平11-125723
 (43) 公開日 平成11年5月11日(1999. 5. 11)
 審査請求日 平成15年12月26日(2003. 12. 26)

(73) 特許権者 000000376
 オリンパス株式会社
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
 (74) 代理人 100065824
 弁理士 篠原 泰司
 (72) 発明者 菅 武志
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オ
 リンパス光学工業株式会社内

審査官 吉田 英一

(56) 参考文献 実開昭59-195531 (JP, U)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 測定プローブ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源からの光を被検体に照射する照明用ファイバーと、前記被検体からの反射光を受光しスペクトル測定装置へ導く受光用ファイバーと、前記照明用ファイバー及び前記受光用ファイバーの前記被検体に対向する端面に設けられた透明部材とからなり、前記透明部材の前記被検体に対向する端面を該被検体に接触させることによって該被検体の反射スペクトルの測定を行う測定プローブであって、前記照明用ファイバーと前記受光用ファイバーとは一体化され、且つ以下に示す条件式の少なくとも一方を満足するようにしたことを特徴とする測定プローブ。

$$E_b / E_i = 0.8$$

$$S_1 / S_2 = 0.8$$

但し、 E_i は前記照明用ファイバーから射出される照明光の総光量を、 E_b は前記被検体の測定領域に到達する照明光の総光量を示す。又、 S_1 は前記測定プローブ端面をなす前記透明部材の端面における光が透過する領域の面積を、 S_2 は前記測定プローブ端面をなす前記透明部材の端面上での前記受光用ファイバーから見た受光面積を示す。

【請求項 2】

前記受光用ファイバーを中心とする同心状に前記照明用ファイバーを配置し、該照明用ファイバーの開口角を前記受光用ファイバーの開口角以下にしたことを特徴とする請求項1に記載の測定プローブ。

【請求項 3】

10

20

前記照明用ファイバーを中心とする同心状に前記受光用ファイバーを配置し、該受光用ファイバーの開口角を前記照明用ファイバーの開口角以下にしたことを特徴とする請求項1に記載の測定プローブ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内視鏡等と併用され、生体粘膜等の被検体の反射スペクトルの測定に用いられる測定プローブに関する。

【0002】

【従来の技術】

一般に、内視鏡には処置用チャンネル孔が設けられている。そこで、内視鏡の体腔内挿入時に、体外より前記チャンネル孔を通じて測定プローブを挿入し、生体粘膜の反射スペクトルを測定する方法が検討されている。

この種の反射スペクトル測定では、照明用の光ファイバー束と受光用の光ファイバー束とからなる測定プローブが用いられる。図8は、特開昭63-234940公報に開示されている従来の測定プローブの先端部の構成を示す断面図である。ここに示すように、測定プローブ11は、照明用ファイバー束12が受光用ファイバー束13を中心とした同心状に形成されると共に、照明用ファイバー束12の照射端面が凹状テーパ面状に形成されている。

そして、このような測定プローブ11の先端部を生体粘膜等の被検体に密着させた状態で、照明用ファイバー束12から被検体に向けて照明光を照射し、被検体からの反射光を受光用ファイバー束13で受光して図示しないスペクトル測定装置へ導き、被検体の反射スペクトルの測定を行う。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、前述のような測定プローブは内視鏡のチャンネル孔に挿入可能なように、その先端の外径を細くする必要がある。このため、測定プローブ先端部での受光用ファイバー束及び照明用ファイバー束の断面積を大きくすることができない。この結果、被検体からの反射光を受光する受光面の面積が小さくなり、被検体の反射スペクトルを測定するために形成される信号成分が弱くなるという問題が生じる。

【0004】

又、一般に、照明光量を増加させるためには、照明用ファイバー束には開口角の大きな光ファイバーが用いられる。このため、例えば図8に示された測定プローブ11では、照明用ファイバー束12から射出された照明光の一部は被検体まで届かずに測定プローブ11の先端内周面（保護皮膜14の先端に形成された硬性筒状部14aの内面）で反射を繰り返して、受光用ファイバー束13で受光されることになる。この受光成分は、被検体の反射スペクトル情報をもっていないために、ノイズ成分となるという問題が生じる。

【0005】

又、生体粘膜等の被検体面での反射は拡散反射であることから、被検体で反射した光のうち前記硬性筒状部14aの内面で更に反射されるものもある。一般に、この硬性筒状部14aの内面で反射した光は、その反射スペクトルが変化する。よって、被検体の反射スペクトルも変化するために、この受光成分はノイズ成分を含むことになる。尚、被検体の種類や状態によって拡散反射の度合いが変化するため、ノイズ成分を推定することは困難である。

【0006】

このようなノイズ成分を軽減するために、例えば特開昭63-234940号公報では、測定プローブの先端内周部に黒色塗料を塗布する等光吸収物質の層を設けるような処理を施し、入射した光を吸収させる方法が示されているが、その入射光全てを吸収することは不可能である。よって、ノイズ成分は残ることになる。

【0007】

10

20

30

40

50

更に、この他の方法としては、例えば、照明用ファイバーと受光用ファイバーの端面に、夫々の偏光方向が直交するように偏光子（光の波動の特定方向の成分だけを透過させる素子）を配置することも考えられる。被検体からの反射光は全方向に偏光方向を有するのに対し、測定プローブの先端内周部で反射を繰り返して受光部に到達した光は偏光方向が維持されているために、受光用ファイバーの端面上の偏光子を透過できない。よって、ノイズ成分を軽減することができる。

しかし、照明用ファイバーからの照明光も被検体からの反射光も、偏光子を透過する際にその光量が半減してしまうために、被検体からの反射光による信号成分はより弱くなる。

【0008】

そこで、かかる従来技術の有する問題点に鑑み、本発明は、製造が容易でありながらも、S/N比の高い測定が可能な測定プローブを提供することを目的とする。

10

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明による測定プローブは、光源からの光を被検体に照射する照明用ファイバーと、前記被検体からの反射光を受光しスペクトル測定装置へ導く受光用ファイバーと、前記照明用ファイバー及び前記受光用ファイバーの前記被検体に対向する端面に設けられた透明部材とからなり、前記透明部材の前記被検体に対向する端面を該被検体に接触させることによって該被検体の反射スペクトルの測定を行う測定プローブであって、前記照明用ファイバーと前記受光用ファイバーとは一体化され、且つ以下に示す条件式の少なくとも一方を満足するようにしたことを特徴とする。

20

$$E_b / E_i = 0.8$$

$$S_1 / S_2 = 0.8$$

但し、 E_i は前記照明用ファイバーから射出される照明光の総光量を、 E_b は前記被検体の測定領域に到達する照明光の総光量を示す。又、 S_1 は前記測定プローブ端面をなす前記透明部材の端面における光が透過する領域の面積を、 S_2 は前記測定プローブ端面をなす前記透明部材の端面上での前記受光用ファイバーから見た受光面積を示す。

【0012】

又、本発明の測定プローブでは、前記受光用ファイバーを中心とする同心状に前記照明用ファイバーを配置し、この照明用ファイバーの開口角を前記受光用ファイバーの開口角以下になるようにしている。

30

一方、前記照明用ファイバーを中心とする同心状に前記受光用ファイバーを配置し、この受光用ファイバーの開口角を前記照明用ファイバーの開口角以下になるようにしてもよい。

【0013】

【発明の実施の形態】

本発明の測定プローブは高いS/N比での測定を可能とすることを目的としていることから、まず、S/N比の高い測定を行うための条件について述べる。

【0014】

図9は、端面が平面に形成された一般的な測定プローブの構成を示す断面図である。ここに示されているように、測定プローブ11の受光面における被検体からの反射光の入射角度を θ' とすると、測定プローブ11の受光面における前記反射光の照度は $\cos^4 \theta'$ に比例して減少する。よって、被検体における測定領域の中心部分からの反射光に比べて、その周辺部分からの反射光の前記受光面への入射光量は少なくなることが分かる。このことから、S/N比の高い測定を行うために必要な被検体上の測定領域へ照射すべき照明光量が導き出される。

40

【0015】

ここで、図9に示された被検体の測定領域からの反射光成分を信号成分とする。一方、被検体の測定領域外からの反射光成分をノイズ成分とする。そして、具体的な数値を用いて、被検体の測定領域へ到達する照明光の割合とS/N比との関係をシミュレーションから求めた結果が表1である。但し、被検体上での照明光の強度（照度）分布は一定であり、

50

被検体は完全拡散面であるとする。

【 0 0 1 6 】

表 1

被検体の測定領域に到達する 光量の照明総光量に対する 比率	6 0 %	7 0 %	8 0 %	9 0 %
S / N 比 (測定プローブ端面の最大 受光角 6 0 度)	6 . 0	9 . 3	1 6 . 0	3 6 . 0
S / N 比 (測定プローブ端面の最大 受光角 4 5 度)	3 . 0	4 . 0	8 . 0	1 8 . 0
S / N 比 (測定プローブ端面の最大 受光角 3 0 度)	2 . 0	3 . 1	5 . 3	1 2 . 0

10

20

【 0 0 1 7 】

図 1 は、本発明による測定プローブの先端部の構成を示す断面図である。本発明の測定プローブ 1 は、照明用ファイバー束 2 が受光用ファイバー束 3 を中心とした同心状に配置され、受光用ファイバー束 3 の周面、即ち両ファイバー束 2 , 3 の境界部には、遮光用皮膜 4 が設けられている。又、両ファイバー束 2 , 3 の先端面は平面に構成されており、この端面には透明部材 5 が設けられている。更に、照明用ファイバー束 2 と透明部材 5 の外周には支持部材 6 が設けられている。

【 0 0 1 8 】

ところで、図 1 に示された本発明の測定プローブ 1 では、測定領域、即ち測定プローブ 1 の端面上での光が透過する領域よりも、測定プローブ 1 の端面上での照明用ファイバー束 2 から見た照明領域が大きくなっている。よって、照明用ファイバー束 2 から照射された照明光のうち、被検体 7 の測定領域外に向かう照明光は、測定プローブ 1 の先端内周部で反射を繰り返し、測定領域に到達するか、又は測定領域に到達せずに受光される。測定プローブ 1 の先端内周部で反射した光はスペクトル分布が変化するためにノイズ成分となる。

30

【 0 0 1 9 】

このノイズ成分は、図 9 に示す被検体の測定領域外に照射される照明光のなかで、被検体で反射されて測定プローブ 1 の受光部に到達する成分に置き換えて考えることができる。従って、表 1 に示された数値を用いて S / N 比を評価することができる。

表 1 に示された数値例から、被検体 7 の測定領域内に到達する照明光量が照明用ファイバー束 2 から射出される照射総光量の 8 0 % 以下の状態では、S / N 比は概ね低くその変化量も少ない。逆に、それが 8 0 % を越えると急激に S / N 比が高くなることが分かる。

40

【 0 0 2 0 】

次に、図 2 に示すように、本発明の測定プローブ 1 の測定領域、即ち測定プローブ 1 の端面上での光が透過する領域よりも、測定プローブ 1 の端面上での受光用ファイバー束 3 から見た受光領域が大きくなっている場合、測定プローブ 1 の先端内周部も受光領域に含まれることになる。

【 0 0 2 1 】

従って、被検体 7 からの反射光のうち、測定プローブ 1 の先端内周部で反射され受光用ファイバー束 3 へ到達するものが増大する。被検体 7 で反射された光が測定プローブ 1 の先

50

端内周部で反射する場合、スペクトルが変化するためにノイズ成分となる。よって、このような被検体 7 からの反射光も図 9 に示された被検体の測定領域外からの反射光と同等に考えられるため、表 1 の数値を用いて S/N 比を評価することができる。即ち、表 1 では被検体上での照明光強度分布は一定であるとしており、照明光量比が面積比と等しくなる。よって、測定領域の面積即ち測定プローブ端面上での光が透過する領域の面積が測定プローブ端面上での受光用ファイバーから見た受光面積の 80% 以下の状態では、 S/N 比は概ね低くその変化量も小さい。逆に、それが 80% 以上になると急激に S/N 比が高くなる。

【0022】

そこで、本発明による測定プローブは、良好な S/N 比を維持しながら被検体の反射スペクトルの測定が可能のように、被検体の測定領域へ到達する照明光の総光量が照明用ファイバーからの射出総光量の 80% 以上となるようにした。即ち、本発明の測定プローブは、照明用ファイバーから射出される照明光の総光量 E_i と、被検体の測定領域に到達する照明光の総光量 E_b との関係が、

$$E_b / E_i \geq 0.8 \quad \dots\dots (1)$$

を満足するように構成されている。

【0023】

又、本発明の測定プローブは、条件式 (1) を満たすことを前提として、測定プローブ端面における光が透過する領域の面積 S_1 と、測定プローブ端面上での受光用ファイバーから見た受光面積 S_2 とが、

$$S_1 / S_2 \geq 0.8 \quad \dots\dots (2)$$

を満足していることが好ましい。

【0024】

更に、本発明の測定ファイバーでは、照明用ファイバー及び受光用ファイバーの被検体に対向する端面に透明部材を設け、この透明部材の屈折率、厚さを選択することで、測定プローブ端面上での照明用ファイバーから見た照明領域と受光用ファイバーから見た受光領域を良好に設定できる。よって、かかる透明部材を設けることにより、前述の条件式 (1)、(2) を満足することは容易になる。

【0025】

従って、本発明の測定プローブでは、照明用ファイバー及び受光用ファイバーの被検体に対向する端面に前記透明部材を設けることにより、少なくとも前記条件式 (1) 又は (2) の一方を満足すれば、良好な S/N 比が維持される。

【0026】

更に、受光用ファイバーを中心とする同心状に照明用ファイバーを配置し、照明用ファイバーの開口角を受光用ファイバーの開口角以下になるようにすることにより、照明用ファイバーから見た照明領域、受光用ファイバーから見た受光領域と測定領域を等しく設定することが容易になる。従って、更に容易に条件式 (1) 及び / 又は (2) を満足することができる。

【0027】

更に、照明用ファイバーを中心とする同心状に受光用ファイバーを配置し、受光用ファイバーの開口角を照明用ファイバーの開口角以下になるようにすることにより、受光用ファイバーから見た受光領域、照明用ファイバーから見た照明領域と測定領域を等しく設定することが容易になる。従って、更に容易に条件式 (1) 及び / 又は (2) を満足することができる。

【0028】

以上のように、本発明によれば、被検体の測定領域に到達する照明総光量と照明用ファイバーからの照射総光量とをほぼ等しくすることができ、被検体からの反射光により生成される信号成分を増強し、被検体の測定領域外からの反射光が作りだすノイズ成分を軽減できる。

【0029】

10

20

30

40

50

更に、本発明の測定プローブ端面において、光が透過する領域の面積よりも受光用ファイバーから見た受光領域の面積が小さくなるようにしているため、被検体からの反射光が測定プローブ先端内周部で反射して生じるノイズ成分を軽減できる。

【0030】

又、本発明の測定プローブは、照明用ファイバーと受光用ファイバーの被検体に対向する端面に配置した透明部材の屈折率と厚さ、照明用ファイバー、受光用ファイバーの開口角を選定することのみで、測定プローブ端面上での照明用ファイバーから見た照明領域や測定プローブ端面上での受光用ファイバーから見た受光領域を制御できるため、構成は簡単で、製造も容易である。

【0031】

以下、図示した実施例に基づき本発明を詳細に説明する。なお、後述の第2実施例は参考例である。

【0032】

第1実施例

図3は、本実施例にかかる測定プローブの先端部の構成を示す断面図である。本実施例の測定プローブ1は、照明用ファイバー束2が受光用ファイバー束3を中心とした同心状に配置され、受光用ファイバー束3の周面、即ち両ファイバー束2、3の境界部には、遮光用皮膜4が設けられている。又、両ファイバー束2、3の先端面は平面に構成されており、この端面には透明部材5が設けられている。更に、照明ファイバー束2と透明部材5の外周には支持部材6が設けられている。

このように構成された測定プローブ1を被検体7とを接触させることにより、被検体7の反射スペクトルの測定ができる。

【0033】

本実施例の測定プローブ1において、受光用ファイバー束3の外径を0.6mmφ、開口角を64°とし、照明用ファイバー束2の外径を1.1mmφ、内径を0.8mmφ、開口角を64°とした。又、透明部材5には、外径1.4mmφ、屈折率1.52、厚さ1.1mmのガラス材(BSL-7：オハラ(株)製)を用いた。

【0034】

かかる構成の測定プローブ1を用いた実験データを図4及び5に示す。又、表2には本実施例の測定プローブ1を用いて測定を行う場合をシミュレーションした結果を示す。

図4、5及び表2において、夫々本実施例の測定プローブ1との比較例として、透明部材5として外径1.4mmφ、厚さ2.0mmのガラス材(BSL-7：オハラ(株)製)、及び外径1.4mmφ、厚さ2.0mmの単ファイバーを装着した場合のデータも併記する。尚、比較例に用いられる前記ガラス材の外周面には光を吸収する性質をもつ黑色塗料が塗布されている。

【0035】

10

20

30

表 2

	照明用ファイバーから照射される総光量に対する被検体の測定範囲に到達する照明総光量の比率	測定プローブ端面上での受光ファイバーから見た受光領域の面積に対する測定プローブ端面における光が透過する領域の面積の比率
第1実施例の測定プローブ	0.84	1
厚さ2.0mmのガラス材を装着した場合	0.64	0.68
厚さ2.0mmの単ファイバーを装着した場合	0.64 (但し、ファイバーの側面反射して被検体に入射した照明光は含まず)	0.68

10

【0036】

20

図4は被検体をおかない状態で測定を行った実験結果を示すグラフある。測定値は測定プローブの先端内周部において反射を繰り返した後に受光部に到達したノイズ成分である。図4のグラフから厚さ1.1mmのガラス材を装着した本実施例の測定プローブ1が最もノイズ成分を抑制できることが分かる。

【0037】

図5は標準白色板としてのBaSO₄を被検体として測定を行った実験結果である。このグラフから、本実施例の測定プローブ1と比較して、厚さ2.0mmの単ファイバーを装着したものによる測定値が大きいことが分かる。ただ、図4のグラフに示されたノイズ成分よりも大きいため、2.0mmの単ファイバーを装着したものは本実施例の測定プローブ1と比較してS/N比は小さい。

30

【0038】

更に、本実施例の測定プローブ1の別の数値例として、受光用ファイバー束3の外径を0.6mmφ、開口角を64°とし、照明用ファイバー束2の外径を1.1mmφ、内径を0.8mmφ、開口角24°とした。又、透明部材5には、外径1.4mmφ、屈折率1.52、厚さ1.1mmのガラス材を用いることで、測定プローブ1の端面上での照明用ファイバー束2から見た照明領域と測定プローブ1の端面上での受光用ファイバー束3から見た受光領域は共に直径が1.4mmの円形となり、照明領域、受光領域と測定領域とを一致させることができる。

【0039】

より一般的には、測定プローブ端面上での照明用ファイバーから見た照明領域をφA、測定プローブ端面上での受光用ファイバーから見た受光領域をφBとして、以下に示す条件式(3)、(4)によりかかる照明領域及び受光領域を制御することができる。尚、本実施例の場合には、前記透明部材の屈折率と厚さ、ファイバーの開口角、ファイバーの径を選択することで、測定プローブ端面上での受光用ファイバーから見た受光領域及び測定プローブ端面上での照明用ファイバーから見た照明領域を制御することができるため、測定プローブの製造も容易である。

40

【0040】

$$\phi A = \alpha + 2d \tan \{ \sin^{-1} (\sin \theta_1 / n) \} \quad \dots \quad (3)$$

$$\phi B = \beta + 2d \tan \{ \sin^{-1} (\sin \theta_2 / n) \} \quad \dots \quad (4)$$

但し、 $2\theta_1$ ：照明用ファイバーの開口角の大きさ

50

$2\theta_2$: 受光用ファイバーの開口角の大きさ
 α : 照明用ファイバー束の外径の大きさ
 β : 受光用ファイバー束の外径の大きさ
 n : 透明部材の屈折率
 d : 透明部材の厚み

である。

【0041】

第2実施例

図6は本実施例にかかる測定プローブの先端部の構成を示す断面図である。本実施例では、測定プローブ1と被検体7とを接触させないで被検体7の反射スペクトルを測定できる構成としている。

10

本実施例の測定プローブ1は、受光用ファイバー束3が照明用ファイバー束2を中心とした同心状に配置され、両ファイバー束2, 3の境界部に、遮光用皮膜4が設けられている。又、両ファイバー束2, 3の先端面は平面に構成されており、受光用ファイバー束3の外周には支持部材6が設けられている。

【0042】

本実施例の測定プローブ1において、受光用ファイバー束3の外径を1.1mmφ、内径を0.8mmφ、開口角を24°とし、照明用ファイバー束2の外径を0.6mmφ、開口角を24°とすることで、測定プローブ1と被検体7との距離が10mmの場合、被検体7上での受光用ファイバー束3から見た受光領域は5.4mmφ、被検体7上での照明用ファイバー束3から見た照明領域は4.9mmφの円形となる。

20

【0043】

本実施例によれば、測定プローブ1の先端にガラス材等の光学部材を装着する必要がないため、測定プローブ1の先端内周部で発生する反射光を原因とするノイズは生じない。又、被検体7上での測定領域は、被検体7上での受光用ファイバー束3から見た受光領域と常に一致する。

更に、照明用ファイバー束2と受光用ファイバー束3とに同様の開口角の光ファイバーを用いることにより、被検体7上での測定領域、即ち被検体7上での受光用ファイバー束3から見た受光領域に全ての照明光が導かれる。

【0044】

30

尚、照明用ファイバー束2及び受光用ファイバー束3に小さい開口角を有する光ファイバーを用いることにより、被検体7上での測定領域と照明用ファイバー束2から見た照明領域とを小さくすることもできる。更に、大きな開口角を有する光ファイバーを用いる場合に比べて、測定プローブ1と被検体7との距離の変動に伴う、被検体7上での測定領域と照明用ファイバー束2から見た照明領域の大きさの変化は小さくなる。

【0045】

更に、図7は本発明による測定プローブの全体構成及びこれと共に用いられるコントローラ本体の概略構成を示す図である。測定プローブ1は途中から照明用ファイバー束2と受光用ファイバー束3とに分岐されている。照明用ファイバー束2及び受光用ファイバー束3は、夫々コネクタを介してコントローラ本体8に接続されている。コントローラ本体8の内部には、分光器及び照明用の光源が内蔵されている（共に図示せず）。

40

【0046】

【発明の効果】

上述のように、本発明によれば、被検体の測定領域に到達する照明総光量と照明用ファイバーからの照射総光量とをほぼ等しくすることができるため、被検体からの反射光に基づく測定用の信号成分を大きくすることができると共に、被検体以外からの反射光によるノイズ成分を軽減できる。

【0047】

更に、本発明の測定プローブ端面において、光が透過する領域の面積よりも、受光用ファイバーから見た受光領域の面積を小さく構成しているために、被検体からの反射光が測

50

定プローブ先端内周面で反射することにより生じるノイズ成分を軽減できる。

【0048】

又、本発明の測定プローブでは、照明用ファイバー及び受光用ファイバーの被検体に対向する端面に配置された透明部材の屈折率や厚さ、照明用ファイバー及び受光用ファイバーの開口角等を選定することにより、測定プローブ端面上での照明用ファイバーから見た照明領域や測定プローブ端面上での受光用ファイバーから見た受光領域を制御できるため、構成が簡単でしかも製造が容易である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による測定プローブの先端部の構成を示す断面図である。

【図2】本発明による測定プローブの先端部の構成を示す断面図である。

10

【図3】第1実施例にかかる測定プローブの先端部の構成を示す断面図である。

【図4】第1実施例の測定プローブを用いて、被検体がない状態で測定を行った実験結果を示すグラフである。

【図5】第1実施例の測定プローブを用いて、 BaSO_4 を被検体として測定を行った実験結果を示すグラフである。

【図6】第2実施例にかかる測定プローブの先端部の構成を示す断面図である。

【図7】本発明による測定プローブの全体構成及びこれと共に用いられるコントローラ本体の概略構成を示す図である。

【図8】従来の測定プローブの先端部の構成を示す断面図である。

【図9】端面が平面に形成された一般的な測定プローブの先端部の構成を示す断面図である。

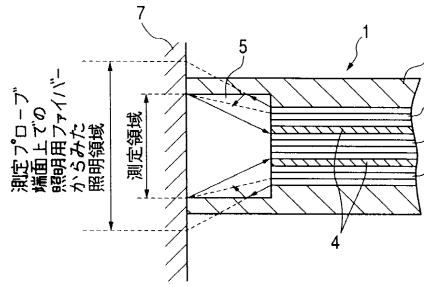
20

【符号の説明】

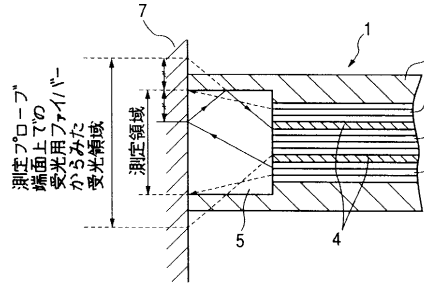
- 1, 11 測定プローブ
- 2, 12 照明用ファイバー束
- 3, 13 受光用ファイバー束
- 4 遮光用皮膜
- 5 透明部材
- 6 支持部材
- 7 被検体
- 8 コントローラ本体
- 14 保護皮膜
- 14a 硬性筒状部

30

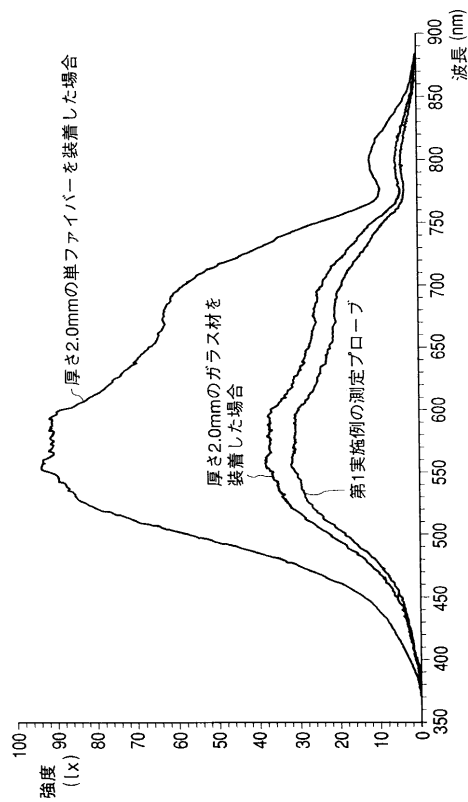
【図 1】



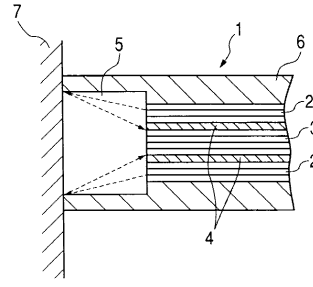
【図 2】



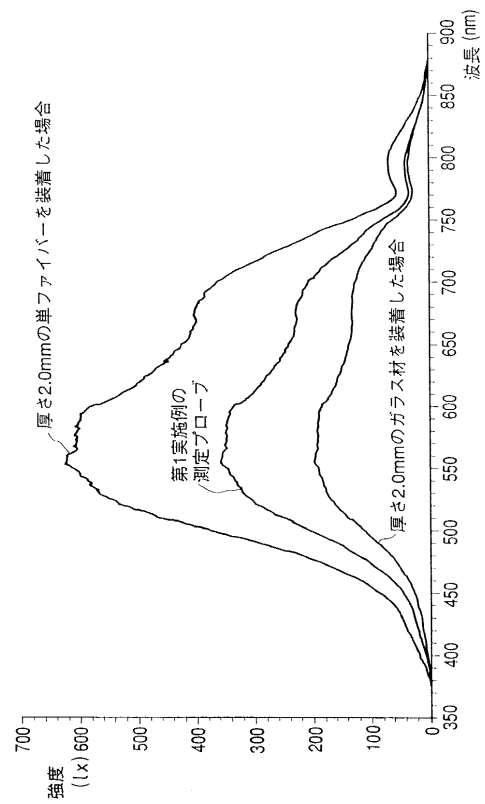
【図 4】



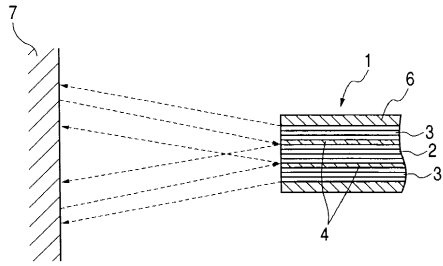
【図 3】



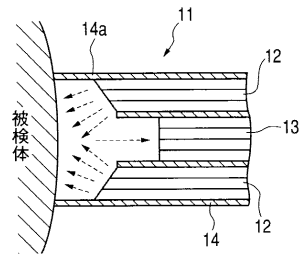
【図 5】



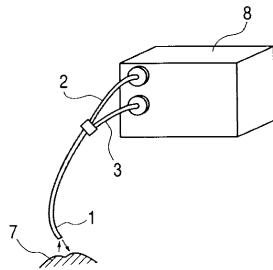
【図 6】



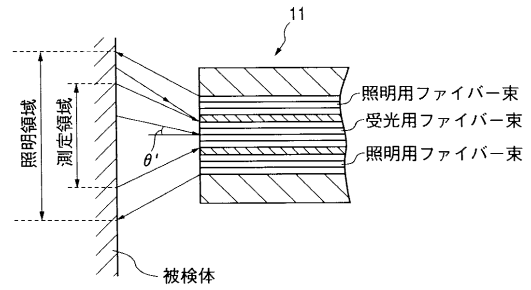
【図 8】



【図 7】



【図 9】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

G02B 6/04

A61B 1/00

G01J 3/02