

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5468843号
(P5468843)

(45) 発行日 平成26年4月9日(2014.4.9)

(24) 登録日 平成26年2月7日(2014.2.7)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B	1/04	(2006.01)	A 6 1 B	1/04	3 7 0
G 0 2 B	3/00	(2006.01)	G 0 2 B	3/00	A
G 0 2 B	21/00	(2006.01)	G 0 2 B	21/00	
A 6 1 B	1/00	(2006.01)	A 6 1 B	1/00	3 0 0 D
			A 6 1 B	1/00	3 0 0 U

請求項の数 22 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2009-190090 (P2009-190090)
 (22) 出願日 平成21年8月19日(2009.8.19)
 (65) 公開番号 特開2011-41599 (P2011-41599A)
 (43) 公開日 平成23年3月3日(2011.3.3)
 審査請求日 平成24年7月19日(2012.7.19)

(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 100075513
 弁理士 後藤 政喜
 (74) 代理人 100114236
 弁理士 藤井 正弘
 (74) 代理人 100120260
 弁理士 飯田 雅昭
 (72) 発明者 嶋本 篤義
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
 オリンパス株式会社内

審査官 濱本 禎広

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 観測装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源からの光を導き対象物を照明する照明部と、
 前記対象物からの戻り光を導光する対物光学系と、
 複数のレンズ要素を含み、前記対物光学系から出射された光束を分割するレンズアレイと、

前記レンズアレイの射出端面又はこれと共役な位置に配置され、前記レンズアレイからの分割された光束を検出する光検出部と、を備え、

前記対物光学系の射出瞳に前記レンズアレイの入射面が配置され、

前記照明部は、前記光源からの光を、前記レンズアレイの一つのレンズ要素と前記対物光学系に通して、前記対象物を照明することを特徴とする観測装置。

【請求項 2】

前記レンズアレイに入射される光束は平行光束であることを特徴とする請求項 1 に記載の観測装置。

【請求項 3】

前記照明部は、光で前記対象物を走査して照明する走査光学系を備えることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の観測装置。

【請求項 4】

前記走査光学系は、ガルバノミラーを含むことを特徴とする請求項 3 に記載の観測装置

10

20

【請求項 5】

前記走査光学系は、DMDを含むことを特徴とする請求項 3 に記載の観測装置。

【請求項 6】

前記走査光学系は、電気光学結晶を用いて光を偏向させる偏向部を含むことを特徴とする請求項 3 に記載の観測装置。

【請求項 7】

前記走査光学系は、半導体発光素子を含み、
前記半導体発光素子は、前記レンズアレイの射出端面に配置されていることを特徴とする請求項 3 に記載の観測装置。

【請求項 8】

前記走査光学系は、照明用光ファイバと、前記照明用光ファイバを偏向させる偏向部を含むことを特徴とする請求項 3 に記載の観測装置。

【請求項 9】

前記光検出部は、前記レンズアレイの各レンズ要素からの光を導光するよう各レンズ要素に対向して配置される受光用光ファイバを備え、
前記偏向部は、前記受光用光ファイバを前記照明用光ファイバと同期させて、偏向させることを特徴とする請求項 8 に記載の観測装置。

【請求項 10】

前記光検出部は、前記レンズアレイの各レンズ要素からの光を導光するよう各レンズ要素に対向して配置される複数の光導波路と、各光導波路からの光を検出する光検出器を備え、

前記照明部が第一の照明位置を照明して前記第一の照明位置からの戻り光が第一の光導波路に入射し、同時に、前記第一の照明位置とは異なる前記対象物の表面位置からの戻り光が第二の光導波路に入射することを特徴とする請求項 3 に記載の観測装置。

【請求項 11】

前記光検出部は、前記レンズアレイの各レンズ要素からの光を導光するよう各レンズ要素に対向して配置される複数の光導波路と、各光導波路からの光を検出する光検出器を備え、

第一の時刻において、第一の照明位置からの戻り光が、第一の光導波路に入射し、
第二の時刻において、第二の照明位置からの戻り光が、第二の光導波路に入射することを特徴とする請求項 3 に記載の観測装置。

【請求項 12】

前記光検出部は、撮像素子であることを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれか一つに記載の観測装置。

【請求項 13】

前記撮像素子は、一部に開口を有し、
前記照明部は、前記開口と前記レンズアレイの少なくとも一つのレンズ要素を通して、前記対象物を照明することを特徴とする請求項 12 に記載の観測装置。

【請求項 14】

前記光検出部は、前記レンズアレイの各レンズ要素からの光を導光するよう各レンズ要素に対向して配置される光導波路と、前記光導波路からの光を検出する光検出器を備えることを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれか一つに記載の観測装置。

【請求項 15】

前記光導波路の断面積は、前記レンズ要素の断面積以下であることを特徴とする請求項 14 に記載の観測装置。

【請求項 16】

前記レンズ要素は、テレセントリックに光を射出することを特徴とする請求項 1 に記載の観測装置。

【請求項 17】

前記対物光学系は、前記照明部からの照明光を集光し、

10

20

30

40

50

前記光検出部の光の入口が、前記照明光の集光する集光位置と共役の関係となることを特徴とする請求項 1 に記載の観測装置。

【請求項 18】

前記光検出部で検出した光の信号を用い、前記対象物からの反射光または散乱光を解析し、前記対象物の状態の情報を得ることを特徴とする請求項 1 に記載の観測装置。

【請求項 19】

前記光検出部で検出した光の信号を用いて、前記対象物の画像を構成することを特徴とする請求項 1 に記載の観測装置。

【請求項 20】

前記対象物は生体組織であることを特徴とする請求項 1 に記載の観測装置。

10

【請求項 21】

前記観測装置は内視鏡に搭載されることを特徴とする請求項 1 に記載の観測装置。

【請求項 22】

前記観測装置は顕微鏡に搭載されることを特徴とする請求項 1 に記載の観測装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、対象物を光で観測する観測装置に関する。観測装置は、例えば、生体組織の光散乱の観測において用いられるものである。

【背景技術】

20

【0002】

従来技術として、生体組織を照明し散乱光（戻り光）の信号を取得して画像を形成する観測装置が、特許文献 1 に記載されている。

【0003】

この従来技術では、照明用ファイバから出射される光が、レンズに通して生体組織にスポット照明される。スポット照明された組織からの戻り光は、照明用ファイバの周りに配置した受光用ファイバで検出される。受光用ファイバは、スポット照明された領域よりも広い領域から光を受光する。照明用ファイバを偏向させ、スポット照明光により生体組織表面が走査され、時系列的に戻り光が検出される。さらに、照明された領域を1画素として、受光した光信号が解析され、画像化される。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特表 2003 - 535659 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、従来技術では、散乱光を角度成分や位置成分に分解することができないため、これらの情報を解析して対象物の状態の光診断等に利用することはできない。従って、散乱光の観測装置には改良の余地があった。

40

【0006】

本発明は、散乱光を成分分解することができる観測装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明のある実施形態に係る観測装置は、光源からの光を導き対象物を照明する照明部と、前記対象物からの戻り光を導光する対物光学系と、複数のレンズ要素を含み、前記対物光学系から出射された光束を分割するレンズアレイと、前記レンズアレイの射出端面又はこれと共役な位置に配置され、前記レンズアレイからの分割された光束を検出する光検出部と、を備える。前記対物光学系の射出瞳に前記レンズアレイの入射面が配置されている。前記照明部は、前記光源からの光を、前記レンズアレイの一つのレンズ要素と前記対

50

物光学系に通して、前記対象物を照明する。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、少なくとも散乱光を角度成分に分解し、これを対象物の状態の診断や検査等に用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】第一実施形態に係る観測装置を示す概略構成図である。

【図2】レンズアレイの端面を示す端面図である。

【図3】照明領域からの光がレンズアレイの射出端面に結像する様子を示す光路図である

10

。【図4】第一実施形態に係る観測装置の変形例を示す概略構成図である。

【図5】第一実施形態に係る観測装置の他の変形例を示す概略構成図である。

【図6】第一実施形態に係る観測装置のさらに他の変形例を示す概略構成図である。

【図7】第二実施形態に係る観測装置を示す概略構成図である。

【図8】レンズアレイ上での光ファイバ（光ファイバの入口）の位置を示す端面図である

。【図9】（a）照明領域からの光がレンズアレイの射出端面に結像する様子を示す光路図である。（b）対象物表面から射出する散乱光（戻り光）の様子を示す図である。

【図10】対象物内での内部散乱光の伝播する様子を示す図である。

20

【図11】散乱光の位置成分と角度成分の分離取得と画像化の処理手順を示すフローチャートである。

【図12】（a）第一の時刻における照明光を示す光路図である。（b）第一の時刻における対象物の照明の様子を示す図である。

【図13】（a）第一の時刻における直接散乱光を示す光路図である。（b）第一の時刻における直接散乱光の射出する様子を示す図である。

【図14】（a）第一の時刻における内部散乱光を示す光路図である。（b）第一の時刻における内部散乱光の射出する様子を示す図である。

【図15】（a）第二の時刻における照明光を示す光路図である。（b）第二の時刻における対象物の照明の様子を示す図である。

30

【図16】（a）第二の時刻における直接散乱光を示す光路図である。（b）第二の時刻における直接散乱光の射出する様子を示す図である。

【図17】（a）第二の時刻における内部散乱光を示す光路図である。（b）第二の時刻における内部散乱光の射出する様子を示す図である。

【図18】第三実施形態に係る観測装置を示す概略構成図である。

【図19】第四実施形態に係る観測装置を示す概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

[第一実施形態]

図1を参照して、第一実施形態について説明する。本実施形態では、対象物として生体組織からの散乱光を観測する場合を説明するが、対象物はこれに限定されるものではない。また、観測装置は、内視鏡又は顕微鏡に搭載され得るが、これに限定されるものではない。

40

【0011】

光源1からの光は、レンズアレイ2に、一本の照明ファイバ3から入射する。照明部は、照明ファイバ（照明用光ファイバ）3から構成される。レンズアレイ2は、図1のように2つの部分2a、2bに分割してもよいし、一体に成型してもよい。

【0012】

図2のように、レンズアレイ2は、略同一形状を有する複数の凸型レンズ要素（レンズエレメント）2cがマトリクス状に配列されたフライアイレンズである。

50

【0013】

照明ファイバ3は、略平行に設けられた複数の光ファイバからなるファイババンドル6のうちの本一の光ファイバである。ファイババンドル6は、レンズアレイ2に対向して、レンズアレイ2に関して観測対象物である生体組織50とは反対側に設けられる。なお、光ファイバは光導波路の一例として記載するものであり、光ファイバの代わりに、ロッドレンズや、内側表面に光反射コートを施した中空導波路等の光導波路を用いてもよい。

【0014】

本実施形態では、レンズ要素2cの数とファイババンドル6の光ファイバの数は同じであり、各レンズ要素2cに対向して、一つの光ファイバ（照明ファイバ3又は受光ファイバ10）が配置される。光ファイバのコアの断面（即ち、光導波路の断面）は、レンズ要素2cの断面の断面積以下の断面積を有する。詳しくは、光ファイバのコア半径は、図2のレンズ要素2cの短径rに略等しいか、それよりも小さい。

10

【0015】

照明ファイバ3からの光は、レンズアレイ2の一つのレンズ要素2cを通過する。この一つのレンズ要素2cは、レンズアレイ2の中心に位置することが好ましい。レンズアレイ2から照明光として平行光が対物光学系8へと射出する。このように、光源1からの光は、レンズアレイ2と対物光学系8を通過して、観測の対象物である生体組織50を照射する。

【0016】

対物光学系8は、レンズアレイ2からの照明光（平行光）を生体組織（対象物）50の表面の照明領域52に集光する。また、対物光学系8は、生体組織50からの散乱光（戻り光）を平行光にし、レンズアレイ2に導光する。レンズアレイ2は平行光束を分割し、レンズ要素2cが分割された光束をレンズアレイ2の射出端面2dに各々集光させる。射出端面2dは、複数のレンズ要素2cの射出側表面2eの中心2hを通る平面である。

20

【0017】

生体組織表面上の照明領域52内の種々の位置から射出した散乱光を角度成分に分離できるように、レンズアレイ2の入射面2fは、対物光学系8の射出瞳8aに配置されている。ここで「射出瞳8aに配置されている」とは、レンズアレイ2の入射面2fが、種々の位置からの散乱光の角度成分分離の精度を下げない程度に、射出瞳8aの近傍に配置されていることも含む。なお、レンズアレイ2の入射面2fは、レンズ要素2cの入射側の角を通る面、即ちレンズアレイ2の入射側の溝部2gを通る面と定義される。

30

【0018】

各レンズ要素2cからの光は、それぞれ対応する一つの受光ファイバ10（受光用光ファイバ）に入射する。受光ファイバ10の光の入口は、レンズアレイ2の射出端面2dに配置される。受光ファイバ10は、基本的にはファイババンドル6のうち照明ファイバ3以外の光ファイバである。しかし、照明ファイバ3も、照明用としてだけでなく、散乱光（反射光）を受光する受光ファイバとして機能させることができる。この場合には、照明ファイバ3から射出する光はーフミラー等により分離して光検出器12により検出する構成としてよい。

【0019】

受光ファイバ10からの光は、光検出器12により検出され、電気信号に変換される。このように、受光ファイバ10と光検出器12は、光検出部を構成する。光検出器12の例として、フォトダイオード、CCD（電荷結合素子）、光電子増倍管などの光検出素子が挙げられる。

40

【0020】

各レンズ要素2cの射出側表面2eは、各レンズ要素2cを通る種々の光の主光線をその光軸に平行にするような曲率を有する。これにより、各レンズ要素2c、従ってレンズアレイ2からテレセントリックに光線が射出する。従って、レンズアレイ2の射出端面2dに受光ファイバ10の入射端面（光の入口）を配置した際、効率良く光を受光ファイバ10に導入できる。なお、テレセントリックとは、主光線と光軸が平行であることを言う

50

。

【0021】

図3に示すように、照明ファイバ3からの照明光による生体組織表面上の照明領域52と、レンズアレイ2の各レンズ要素2cの射出端面2dが、共役の関係となる。即ち、対物光学系8による照明光の集光位置(通常は照明領域52)と受光ファイバ10の光の入口(射出端面2d)が、共役となる。このため、射出端面2dで照明領域52に対応する像の範囲の光を各々の受光ファイバ10が受光することになる。従って、厳密に照明領域からの散乱光の角度成分を取得できる。なお、各レンズ要素2cは略同一の形状を有するため、一つのレンズ要素を通過した照明光で照明される照明領域52からの散乱光は、他のレンズ要素も通過できる。

10

【0022】

コントローラ30は、中央演算処理装置(CPU)やメモリ(RAM、ROM等)から構成される。コントローラ30は、光検出器12からの信号を受信して、メモリに記憶する。また、コントローラ30は、光源1を制御することもできる。コントローラ30は、表示装置としてのモニタ33に、光検出器12からの信号を画像として表示する。

【0023】

このように、照明ファイバ3からの照明光で生体組織50を照明し、生体組織50から特定の角度で射出する散乱光の角度成分をレンズアレイ2で分離できる。生体組織50からの散乱角度が大きい散乱光ほど、照明ファイバ3から遠い受光ファイバ10で受光されるため、散乱角度と照明ファイバ3の周囲の各受光ファイバ10が対応付けられている。従って、散乱光の角度成分が光検出器12で検出できることになる。また、生体組織50から様々な角度で射出する散乱光の角度成分が同時に得られる。各受光ファイバ10からの光の検出信号をそれぞれ解析することで、生体組織の状態の情報が得られる。なお、照明領域52に位置する生体組織に散乱の強い癌細胞等の散乱体がある場合に、散乱光は広い角度の角度成分を有する傾向があるため、散乱光の角度成分の情報から生体組織の状態を診断又は検査できる。

20

【0024】

変形例として、図4のように、受光ファイバ10及び光検出器12の代わりに、光検出部として、一部に開口を有する撮像素子14を用いてもよい。例えば、撮像素子14はCCD(電荷結合素子)アレイである。開口は、レンズ要素2cの断面と同等の面積を有しレンズアレイ2の一つのレンズ要素2cに対向して配置されるため、光源1からの光は、このレンズ要素2cを通過する。

30

【0025】

図4では、撮像素子14は中心部に開口を有し、中心のレンズ要素2cを介して照明光が導光されている。しかし、照明光の光路は中心にある必要はなく、周辺のレンズ要素2cを介して照明光を導光してもよい。撮像素子14からの信号は、コントローラ30のメモリに記憶され、コントローラ30は、信号をモニタ33に画像として表示できる。

【0026】

他の変形例として、図5、図6のように、照明部は、走査光学系13からなり、スポット光により生体組織表面を走査して照明するものでもよい。走査光学系13は、生体組織表面上のスポット光による照明領域54を移動させる。なお、照明領域54を、撮像素子14の画素に対応させるようにしてよい。照明部がこのようにスポット照明を行うと、生体組織の画像を構成する際に、解像度を向上できる。

40

【0027】

例えば、図5のように、走査光学系13は、ガルバノミラー17と光学系18を有するものでよい。ガルバノミラー17は、図示しないアクチュエータを介して、コントローラ30により制御される。また、例えば、図6のように、走査光学系13は、振動的に偏向する照明ファイバ19を有するものでよい。照明ファイバ19の偏向角は、電気モータや圧電素子等のアクチュエータ31からなる偏向部を介して、コントローラ30により制御される。

50

【 0 0 2 8 】

また、走査光学系 1 3 の例としては、電圧印加により通過する光を偏向させる電気光学結晶、或いは、電圧印加により光の反射方向を変える D M D (デジタルミラーデバイス) から構成されるものが挙げられる。さらに、走査光学系 1 3 の例として、照明光を導光するレンズ要素 2 c の射出端面 2 d に複数の半導体発光素子 (発光ダイオード等) を並べて順次発光させるものが挙げられる。

【 0 0 2 9 】

- 作用効果 -

レンズアレイは、複数のレンズ要素を含み、対物光学系から出射された光束を分割する。光検出部は、レンズアレイの射出端面に配置され、分割された光束を検出する。対物光学系の射出瞳にレンズアレイの入射面が配置されている。従って、精度良く散乱光を角度成分に分解して検出することができる。

10

【 0 0 3 0 】

レンズアレイに入射される光束は平行光束であるため、レンズアレイは、光束を分割し易くなる。レンズ要素は、テレセントリックに光を射出するため、レンズアレイの射出端面に光検出部を配置した際、効率良く光を受光できる。照明領域 (対物光学系の照明光の集光位置) と、光検出部 (受光ファイバ) の光の入口 (ここではレンズアレイの射出端面) が、共役の関係となり、照明領域に対応する像の範囲の光を光検出部が受光できる。このため、厳密に照明領域からの散乱光の角度成分を取得できる。

【 0 0 3 1 】

照明部は、光源からの光を、レンズアレイの一つのレンズ要素と対物光学系に通して対象物を照明するため、対象物表面に簡便に照明領域を作ることができる。照明部は、光で対象物を走査して照明する走査光学系を備える場合、スポット光を対象物表面に走査して、対象物の画像を構成する際の解像度を向上できる。

20

【 0 0 3 2 】

光検出部は撮像素子である場合には、光検出部の構成が簡便になる。光検出部は、各レンズ要素に対向して配置される光導波路と、光導波路からの光を検出する光検出器を備える場合には、レンズアレイの射出端面から離れた位置で光を検出でき、観測装置の設計の自由度が増す。

【 0 0 3 3 】

[第二実施形態]

図 7 を参照して、第二実施形態を説明する。第二実施形態では、レンズ要素 2 c に対向して、複数の受光ファイバ 2 0 が配置される。従って、レンズアレイ 2 のレンズ要素 2 c の数よりも、受光ファイバ 2 0 の本数が多い。このような構成をとると、散乱光の成分のうち、角度成分に加えて、生体組織表面の特定の位置から射出する位置成分を分離取得することができる。その他の構成は、第一実施形態と同様である。

30

【 0 0 3 4 】

照明部は、走査光学系 1 3 からなり、スポット光により生体組織表面を走査して照明する。走査光学系 1 3 は、一つのレンズ要素 2 c に対向して振動的に偏向又は変位する照明ファイバ 1 9 を有し、走査光学系 1 3 から光は、この一つのレンズ要素 2 c を通過する。このレンズ要素 2 c は、レンズアレイ 2 の中心に位置するものであることが好ましい。

40

【 0 0 3 5 】

コントローラ 3 0 は、電気モータや圧電素子等のアクチュエータ 3 1 (偏向部) を制御して、照明ファイバ 1 9 の位置を振動的に順次偏向又は変位させる。これにより、生体組織の表面上の照明位置を順次移動する。スポット光の照明領域 5 4 は、一画素に対応する。照明ファイバ 1 9 の先端位置は、対向する 1 つのレンズ要素 3 5 上を隈なく移動し、照明ファイバ 1 9 は 1 フレームの画像に相当する生体組織表面領域を照明できる。

【 0 0 3 6 】

コントローラ 3 0 は、中央演算処理装置 (C P U) やメモリ (R A M 、 R O M 等) から構成される。コントローラ 3 0 は、受光ファイバ 2 0 を通った光を検出する光検出器 1 2

50

からの信号を受信する。コントローラ30は、表示装置としてのモニタ33に、光検出器12からの信号を1フレームの画像として表示できる。コントローラ30は、また、光源1を制御する。

【0037】

図8は、レンズアレイ2の射出端面2dを示す端面図である。図8の点A-1、A-2、B-1、B-2等は、受光ファイバ20の(入口の)位置を例示し、点A-3、B-3等は照明ファイバ19の(出口の)位置を示す。点A-1、B-1は、一つのレンズ要素2cに対向する位置である。点A-2、B-2は、他の一つのレンズ要素2cに対向する位置である。点A-3、B-3も、さらに、他の一つのレンズ要素2cに対向する位置である。ここでは、点A-1、A-2、A-3等は、レンズ要素2cの射出側表面2eの中心に対向する位置であり、レンズ要素2cの光軸上にある。

10

【0038】

図9(a)(b)のように、照明ファイバ19が点A-3にある時、生体組織の表面位置Aを点照明する。この際、表面位置Aの表面反射光は、点A-1、A-2、A-3等に設置する受光ファイバ20で角度成分に分解して受光できる。なお、点A-3に設置する照明ファイバ19は受光ファイバ20を兼ねる。レンズ要素2cの数を増やせば角度分解能は向上する。

【0039】

同時に、表面位置(照明位置)Aに照明された光は、生体組織の内部を散乱伝播し、照明位置Aとは異なる表面位置(例えば、表面位置B)の生体組織表面から射出される。表面位置Bからの内部散乱光は、点B-1、B-2、B-3等に設置する受光ファイバで角度成分に分解して受光できる。

20

【0040】

受光用ファイバで受光する生体組織からの戻り光は、生体組織表面からの直接散乱光、生体組織内部からの内部散乱光の両方を含む。直接散乱光は、照明された生体組織表面上の照明領域からの散乱光である。内部散乱光は、照明領域から生体組織深部に進行し、生体組織内で散乱を受けながら伝播して照明領域と異なる領域から射出される散乱光である。

【0041】

図10に示す通り、照明位置Aから離れた位置(例えば位置C)であればあるほど、生体組織のより深い場所で散乱された散乱光の成分が射出される。さらに、照明位置Aから離れた表面位置(例えば表面位置C)から射出される散乱光ほど、レンズ要素2cの光軸(射出側表面2eの中心2h)から離れた位置でレンズ要素2cから射出する。このため、各レンズ要素2cに対向して配置した複数の受光ファイバ20により、散乱光の複数の表面位置からの位置成分を分離取得することができる。従って、生体組織の深さ方向に関する情報も取得することができる。例えば、照明位置Aから離れた表面位置から射出される光が強く検出される場合、生体組織の深い位置に散乱体(癌細胞等)が存在することがわかる。

30

【0042】

なお、各レンズ要素2cに対向して配置した複数の受光ファイバ20のピッチを小さくして本数を増やせば、生体組織の深さ方向の情報の分解能が向上する。

40

【0043】

図11を参照して、散乱光成分の分離取得、画像化のプロセスを示す。

【0044】

ステップS1において、照明ファイバ19は生体組織の照明位置Xを照明する。ここで、照明ファイバ19は点A-3の位置にあり、照明位置Xは表面位置Aである。

【0045】

ステップS2において、表面位置Aからの散乱光(即ち第一の位置成分)が点A-1、A-2、A-3等に設置する受光ファイバ20で受光される。表面位置Aが照明位置Xである場合、散乱光は照明位置からの直接散乱光(直接散乱成分)である。表面位置Aが照明位置Xでない場合、散乱光は内部散乱光(内部散乱成分)である。なお、ステップS2が最初に行

50

される場合、表面位置Aは照明位置Xである。

【0046】

ステップS3において、表面位置Aからの散乱光のうち角度 1 の散乱成分（第一の角度成分）が分離取得される。即ち、コントローラは、光検出器 12 を介して、点A-1に位置する受光ファイバからの信号を検出する。

【0047】

ステップS4において、表面位置Aからの散乱光のうち角度 2 の散乱成分（第二の角度成分）が分離取得される。即ち、コントローラは、光検出器 12 を介して、点A-2に位置する受光ファイバからの信号を検出する。

【0048】

ステップS5において、同様に表面位置Aからの散乱光のうちその他の種々の角度の散乱成分が分離取得される。

【0049】

ステップS6において、表面位置Bからの散乱光（即ち第二の位置成分）が点B-1、B-2、B-3等に設置する受光ファイバ20で受光される。表面位置Bが照明位置Xである場合、散乱光は直接散乱光である。表面位置Bが照明位置Xでない場合、散乱光は内部散乱光である。

【0050】

ステップS7において、表面位置Bからの散乱光のうち角度 1 の散乱成分が分離取得される。即ち、コントローラは、点B-1に位置する受光ファイバ20からの信号を検出する。

【0051】

ステップS8において、表面位置Bからの散乱光のうち角度 2 の散乱成分が分離取得される。即ち、コントローラは、点B-2に位置する受光ファイバ20からの信号を検出する。

【0052】

ステップS9において、同様に表面位置Bからの散乱光のうちその他の種々の角度の散乱成分が分離取得される。

【0053】

ステップS10において、表面位置Cからの散乱光が点C-1、C-2、C-3等に設置する受光ファイバ20で受光される。表面位置Cが照明位置Xである場合、散乱光は直接散乱光である。表面位置Cが照明位置Xでない場合、散乱光は内部散乱光である。

【0054】

ステップS11において、表面位置Cからの散乱光のうち角度 1 の散乱成分が分離取得される。即ち、コントローラは、点C-1に位置する受光ファイバ20からの信号を検出する。

【0055】

ステップS12において、表面位置Cからの散乱光のうち角度 2 の散乱成分が分離取得される。即ち、コントローラは、点C-2に位置する受光ファイバ20からの信号を検出する。

【0056】

ステップS13において、同様に表面位置Cからの散乱光のうちその他の種々の角度の散乱成分が分離取得される。

【0057】

ステップS14において、同様に、その他の様々な表面位置からの散乱光の角度成分が分離されて受光ファイバ20で受光され、当該他の表面位置からの種々の角度の散乱成分が分離取得される。

【0058】

ステップS15において、取得された散乱成分は、コントローラ30のメモリに保存される。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 9 】

ステップ S 1 6 において、照明ファイバ 1 9 による 1 フレームの走査が終了したか否か判断される。走査が終了していない場合、プロセスはステップ S 1 7 に進む。走査が終了した場合、プロセスはステップ S 1 8 に進む。

【 0 0 6 0 】

ステップ S 1 7 において、照明ファイバ 1 9 は次の位置に偏向又は変位して生体組織の次の照明位置 X を照明する。例えば、照明ファイバ 1 9 は点 B-3 の位置に偏向又は変位し、照明位置 X は表面位置 A (第一の照明位置) とは異なる表面位置 B (第二の照明位置) となる。続いて、ステップ S 2 から S 1 6 のプロセスが繰り返される。

【 0 0 6 1 】

ステップ S 1 8 において、保存された散乱成分の信号値を演算して、例えば画素値を得る。

【 0 0 6 2 】

ステップ S 1 9 において、1 フレームの画像表示の処理が為される。1 フレームの画像表示として、散乱角度 1 への画像表示 (S 1 9 a)、直接散乱成分のみの画像表示 (S 1 9 b)、内部散乱成分のみの画像表示 (S 1 9 c) が行える。照明位置からの散乱光のみを表示することにより、生体組織表面からの直接散乱成分のみの画像表示が行える。照明位置以外から射出される散乱光を表示することにより、内部散乱成分のみの画像表示が行える。これらの画像表示は、例えば生体組織に癌細胞が含まれるか否か等の診断に用いることができる。また、連続して 1 フレームの画像表示を行えば、動画表示ができる。なお、すべての受光ファイバの信号を合計すれば、従来技術で取得される信号と等価となる。

【 0 0 6 3 】

図 1 2 (a) (b) のように、例えば、第一の時刻 t_1 において、最初に照明位置 X は表面位置 A に設定される。図 1 3 (a) (b) のように、表面位置 A (第一の照明位置) からの散乱光は、位置 A-1、A-2 等に位置する受光ファイバ 2 0 (第一の受光ファイバ) で受光される。位置 A-1 に位置する受光ファイバ 2 0 で、表面位置 A からの散乱光の角度 1 への角度成分が受光できる。位置 A-2 に位置する受光ファイバ 2 0 で、表面位置 A からの散乱光の角度 2 への角度成分が受光できる。

【 0 0 6 4 】

同様に、図 1 4 (a) (b) のように、第一の時刻 t_1 において、照明位置以外の表面位置 B からの散乱光は、位置 B-1、B-2 等に位置する受光ファイバ 2 0 (第二の受光ファイバ) で受光される。位置 B-1 に位置する受光ファイバ 2 0 で、表面位置 B からの散乱光の角度 1 への角度成分が受光できる。位置 B-2 に位置する受光ファイバ 2 0 で、表面位置 B からの散乱光の角度 2 への角度成分が受光できる。

【 0 0 6 5 】

次に、図 1 5 (a) (b) のように、第二の時刻 t_2 において、例えば、照明位置 X は、表面位置 A (第一の照明位置) とは異なる表面位置 B (第二の照明位置) に設定される。図 1 6 (a) (b) のように、表面位置 B (第二の照明位置) からの散乱光は、位置 B-1、B-2 等に位置する受光ファイバ (第二の受光ファイバ) で受光される。位置 B-1 に位置する受光ファイバ 2 0 で、表面位置 B からの散乱光の角度 1 への角度成分が受光できる。位置 B-2 に位置する受光ファイバ 2 0 で、表面位置 B からの散乱光の角度 2 への角度成分が受光できる。

【 0 0 6 6 】

同様に、図 1 7 (a) (b) のように、第二の時刻 t_2 において、照明位置以外の表面位置 A からの散乱光は、位置 A-1、A-2 等に位置する受光ファイバ (第一の受光ファイバ) で受光される。位置 A-1 に位置する受光ファイバ 2 0 で、表面位置 A からの散乱光の角度 1 への角度成分が受光できる。位置 A-2 に位置する受光ファイバ 2 0 で、表面位置 A からの散乱光の角度 2 への角度成分が受光できる。

【 0 0 6 7 】

なお、第二実施形態において、各レンズ要素 2 c に対向して複数の受光ファイバ 2 0 を配置する代わりに、図 6 のように、撮像素子 1 4 を設けてもよい。撮像素子 1 4 を構成する各受光素子は、受光ファイバ 2 0 (光導波路) とこれに接続する光検出器 1 2 と同等の機能を有するためである。また、照明ファイバ 1 9 は、偏向させず、平行移動で変位させるようにしてもよい。

【 0 0 6 8 】

- 作用効果 -

光検出部は、各レンズ要素に対向して配置される複数の光導波路と、各光導波路からの光を検出する光検出器を備える。第一の照明位置 (例えば A) からの散乱光 (戻り光) が第一の光導波路 (例えば A-1) に入射し、同時に、第一の照明位置とは異なる対象物の表面位置 (例えば B) からの戻り光が第二の光導波路 (例えば B-1) に入射する。これにより、角度成分だけでなく、散乱光の位置成分も分離でき、生体組織等の対象物の各位置での状態を調べることができる。特に、内部散乱成分と直接散乱成分の分離ができる。内部散乱成分から観測対象物の状態の深さ依存性を調べることができる。

10

【 0 0 6 9 】

第一の時刻 (例えば t_1) において、第一の照明位置 (例えば A) からの戻り光が第一の光導波路 (例えば A-1) に入射する。さらに第二の時刻 (例えば t_2) において、第二の照明位置 (例えば B) からの戻り光が、第二の光導波路 (例えば B-1) に入射する。これにより、対象物の表面からの直接散乱光の角度成分だけでなく、表面からの直接散乱光の位置成分も分離でき、生体組織等の各表面位置での表面状態を調べることができる。

20

【 0 0 7 0 】

[第三実施形態]

第三実施形態では、第一、第二実施形態と異なり、各レンズ要素 2 c に対向して一つの振動する受光ファイバ 2 0 が配置される。偏向部は、受光ファイバ 2 0 を、照明ファイバ 1 9 と同期して偏向又は変位させる。

【 0 0 7 1 】

図 1 8 のように、照明位置が表面位置 A である場合に点 A-1、A-2 に入口が位置するように受光ファイバ 2 0 を偏向又は変位させる。照明位置が表面位置 B である場合、点 B-1、B-2 に入口が位置するように受光ファイバ 2 0 を偏向又は変位させる。

【 0 0 7 2 】

照明ファイバ 1 9 及び受光ファイバ 2 0 の偏向角は、電気モータや圧電素子等のアクチュエータ 3 1 を含む偏向部を介して、コントローラ 3 0 により制御される。

30

【 0 0 7 3 】

なお、上記において、受光ファイバ 2 0 と照明ファイバ 1 9 は、偏向させず、平行移動させるようにしてもよい。

【 0 0 7 4 】

- 作用効果 -

第三実施形態では、光散乱成分のうち、表面からの角度成分に加えて表面からの位置成分を簡便に分離取得することができる。

【 0 0 7 5 】

[第四実施形態]

第一、第二実施形態では、受光ファイバ 1 0、2 0 (光検出部) の入口や撮像素子は、レンズアレイ 2 の射出端面 2 d に配置される。しかし、レンズアレイ 2 の射出端面 2 d と共役な位置に受光ファイバ 1 0、2 0 の入口や撮像素子を配置してもよい。

40

【 0 0 7 6 】

具体的には、図 1 9 のような、両側テレセントリックな光学系 4 0 を介して、レンズアレイ 2 の射出端面 2 d と共役な位置 4 2 に受光ファイバ 1 0、2 0 の入口や撮像素子を設けてよい。

【 0 0 7 7 】

- 作用効果 -

50

第四実施形態では、レンズアレイの射出端面と共役な位置に光検出部が配置されるので、観測装置の設計に幅を持たせることができる。

【0078】

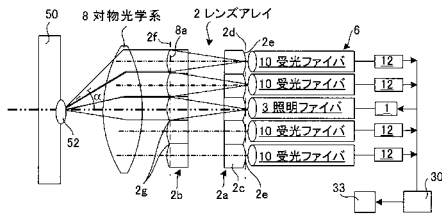
本発明は上記の各実施形態に限定されずに、その技術的な思想の範囲内において種々の変更がなしうることは明白である。

【符号の説明】

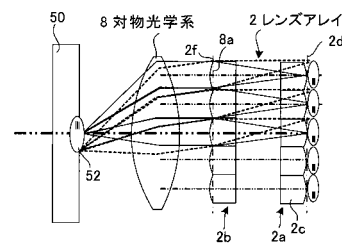
【0079】

- | | | |
|---------|------------------|----|
| 1 | 光源 | |
| 2 | レンズアレイ | |
| 2 c | レンズ要素（レンズエレメント） | 10 |
| 2 d | レンズアレイの射出端面 | |
| 2 f | レンズアレイの入射面 | |
| 3 | 照明ファイバ（照明用光ファイバ） | |
| 6 | ファイババンドル | |
| 8 | 対物光学系 | |
| 8 a | 対物光学系の射出瞳 | |
| 1 0 | 受光ファイバ（導波路） | |
| 1 2 | 光検出器 | |
| 1 3 | 走査光学系 | |
| 1 4 | 撮像素子 | 20 |
| 1 9 | 照明ファイバ | |
| 2 0 | 受光ファイバ | |
| 3 0 | コントローラ | |
| 3 3 | モニタ | |
| 5 0 | 生体組織（対象物） | |
| 5 2、5 4 | 照明領域 | |

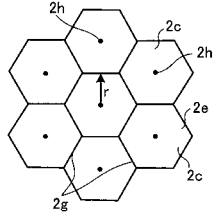
【図1】



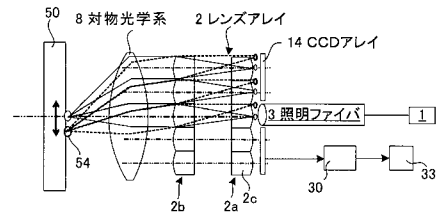
【図3】



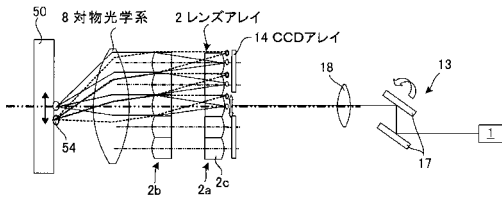
【図2】



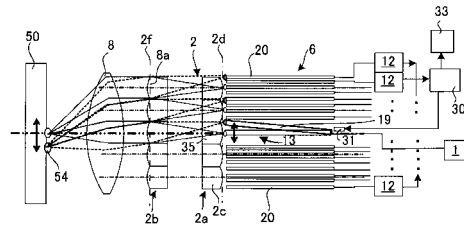
【図4】



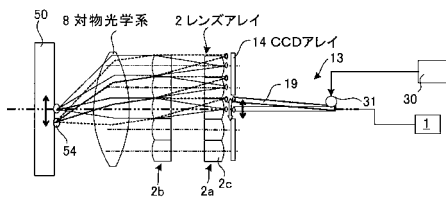
【図5】



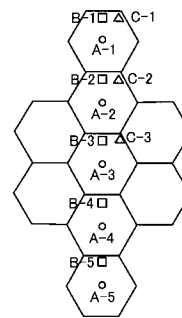
【図7】



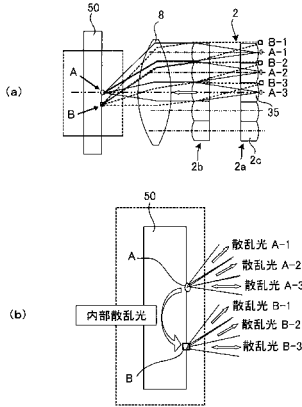
【図6】



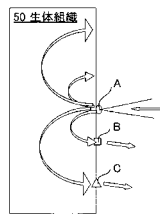
【図8】



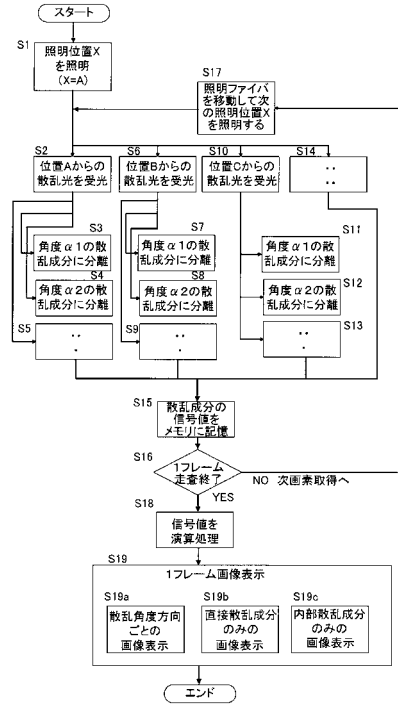
【図9】



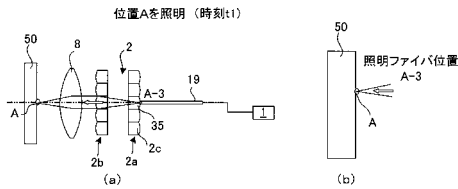
【図10】



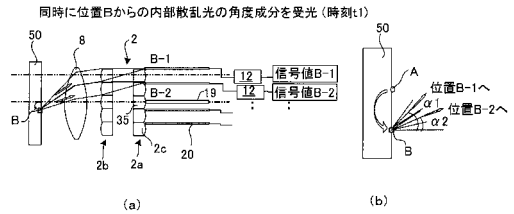
【図11】



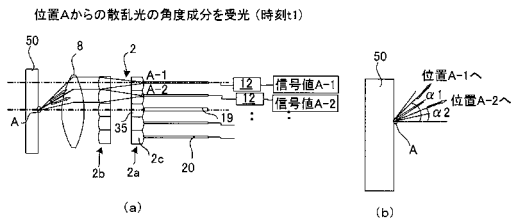
【図12】



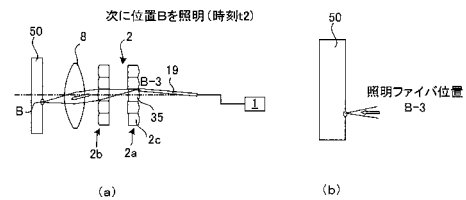
【図14】



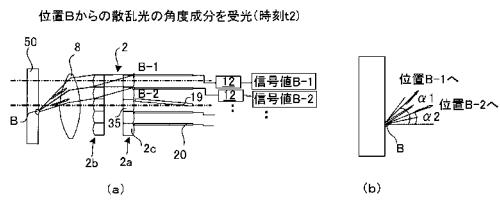
【図13】



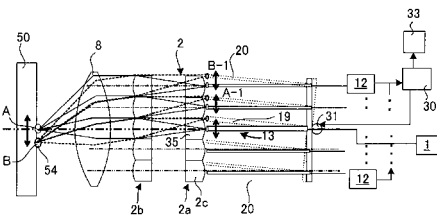
【図15】



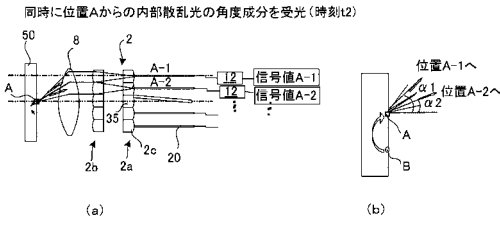
【図16】



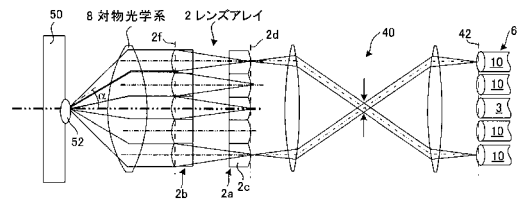
【図18】



【図17】



【図19】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10-014859(JP,A)
特開平07-298146(JP,A)
特開平04-135550(JP,A)
特開2007-135777(JP,A)
国際公開第2009/014525(WO,A1)
特表2003-535659(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B1/00-1/32
G02B23/24-23/26

专利名称(译)	观察装置		
公开(公告)号	JP5468843B2	公开(公告)日	2014-04-09
申请号	JP2009190090	申请日	2009-08-19
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	嶋本篤義		
发明人	嶋本 篤義		
IPC分类号	A61B1/04 G02B3/00 G02B21/00 A61B1/00		
FI分类号	A61B1/04.370 G02B3/00.A G02B21/00 A61B1/00.300.D A61B1/00.300.U A61B1/00.500 A61B1/00.525 A61B1/00.550 A61B1/00.731 A61B1/00.732 A61B1/00.735 A61B1/04 A61B1/04.530 A61B1/045.610 A61B1/045.615 A61B1/06.531 A61B1/06.610 A61B1/07.730 A61B1/07.733		
F-TERM分类号	2H052/AA07 2H052/AC04 2H052/AC15 2H052/AC18 2H052/AC26 2H052/AC33 2H052/AF14 2H052/AF21 4C061/CC06 4C061/FF40 4C061/FF46 4C061/FF47 4C061/HH51 4C061/LL02 4C061/NN01 4C161/CC06 4C161/FF40 4C161/FF46 4C161/FF47 4C161/HH51 4C161/LL02 4C161/NN01		
代理人(译)	藤井昌宏		
其他公开文献	JP2011041599A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种能够分析散射光成分的观察装置。

ŽSOLUTION：该观察装置包括：产生光的光源（1）；照明部分（3），用于引导来自光源的光并照射物体（50）；物镜光学系统（8）引导来自物体的返回光；透镜阵列（2），包括多个透镜元件（2c）并分割从物镜光学系统发出的光束；光检测部分（10）设置在透镜阵列的出射端面（2d）或与其共轭的位置（42），并检测来自透镜阵列的分开的光通量。透镜阵列的入射平面（2f）设置在物镜光学系统的出射光瞳（8a）处。Ž

