

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5340799号  
(P5340799)

(45) 発行日 平成25年11月13日(2013.11.13)

(24) 登録日 平成25年8月16日(2013.8.16)

(51) Int. Cl. F I  
**GO 2 B 21/00 (2006.01)** GO 2 B 21/00  
 GO 1 N 21/64 (2006.01) GO 1 N 21/64 F

請求項の数 4 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2009-113719 (P2009-113719)	(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
(22) 出願日	平成21年5月8日(2009.5.8)	(74) 代理人	100118913 弁理士 上田 邦生
(65) 公開番号	特開2010-262176 (P2010-262176A)	(74) 代理人	100112737 弁理士 藤田 考晴
(43) 公開日	平成22年11月18日(2010.11.18)	(72) 発明者	顕谷 昭典 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
審査請求日	平成24年4月24日(2012.4.24)	審査官	原田 英信

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ走査型顕微鏡

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

レーザ光を射出するレーザ光源と、  
 該レーザ光源からのレーザ光をライン状に集光するライン集光光学系と、  
 該ライン集光光学系により集光されたレーザ光を反射又は透過する微小素子が前記ラインの長手方向に複数配列された微小素子アレイと、  
 該微小素子アレイにより反射又は透過されたレーザ光を前記ラインの長手方向に直交する方向に走査するスキャナと、  
 該スキャナにより走査されたレーザ光を標本に照射する照射光学系と、  
 前記微小素子アレイと共役な位置に配置され、前記標本からの光を検出する複数のチャンネルが前記微小素子アレイの微小素子のピッチよりも大きなピッチで1列に配列されるとともに、各前記チャンネルに複数の微小素子が割り当てられ、各前記微小素子において反射又は透過された光を夫々割り当てられた前記チャンネルに入射させる光検出器と、  
 前記微小素子アレイを制御して、各前記チャンネルに割り当てられた複数の前記微小素子のうち、何れかの微小素子において反射または透過した光を各前記チャンネルに入射させるとともに、各前記チャンネルに割り当てられた異なる微小素子において反射又は透過した光が入射するように、各前記チャンネルに入射させる光を反射又は透過させる前記微小素子を順次切り替える制御部とを備えるレーザ走査型顕微鏡。

【請求項2】

前記標本からの光を、該標本上における前記ラインの長手方向に沿う方向に走査する第

2のスキヤナを備える請求項1に記載のレーザ走査型顕微鏡。

【請求項3】

前記標本からの光をスペクトル成分に分光し、これらスペクトル成分を前記ラインの長手方向に直交する方向に並べて出射する分光素子を備え、

前記光検出器が、前記ラインの長手方向に直交する方向に複数列設けられ、前記分光素子により分光されたスペクトル成分をそれぞれ検出する請求項1または請求項2に記載のレーザ走査型顕微鏡。

【請求項4】

複数の前記微小素子により1つの集光スポットを生成する場合において、

前記微小素子アレイからの光を前記光検出器へ集光させる検出光学系と前記ライン集光光学系の少なくとも一方の焦点深度が、1つの集光スポットを生成する各前記微小素子により発生する光路差よりも大きく設定されている請求項1から請求項3のいずれかに記載のレーザ走査型顕微鏡。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーザ走査型顕微鏡に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、レーザ光を標本に照射する光源と、標本からの蛍光を検出する光検出器とを備え、光源と光検出器との間に、微小ミラーを複数備えたデジタルマイクロミラーデバイス（以降では「DMD」と表記する。）およびガルバノミラーが配置されたレーザ走査型顕微鏡が知られている（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

このレーザ走査型顕微鏡は、DMD上にライン状のレーザ光を結像させるとともに、DMDで反射されたライン状のレーザ光を、ラインに直交する方向にガルバノミラーで走査するようになっている。これにより、レーザ光が結像しているDMDの微小ミラーをオンオフ制御することで、1点、複数点またはラインスキャンを選択することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2004-199063号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、特許文献1に開示されているレーザ走査型顕微鏡は、標本照射位置（解像度）と光検出器の画素が1対1に対応した構成となっている。ここで、要求される解像度が512×512ピクセル以上の場合には、特許文献1の構成では、光検出器のアレイ数が512ピクセル以上必要となってしまう。しかしながら、検出感度の高い光検出器はアレイ数が少なく、実際には32ピクセル程度しかない。このため、特許文献1の構成では、高感度の光検出器を用いると必要な解像度を得られないという問題が生じる。

【0006】

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであって、アレイ数の少ない光検出器であっても高い解像度で蛍光画像を構築することができるレーザ走査型顕微鏡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】

上記目的を達成するために、本発明は以下の手段を提供する。

本発明は、レーザ光を射出するレーザ光源と、該レーザ光源からのレーザ光をライン状

10

20

30

40

50

に集光するライン集光光学系と、該ライン集光光学系により集光されたレーザ光を反射又は透過する微小素子が前記ラインの長手方向に複数配列された微小素子アレイと、該微小素子アレイにより反射又は透過されたレーザ光を前記ラインの長手方向に直交する方向に走査するスキャナと、該スキャナにより走査されたレーザ光を標本に照射する照射光学系と、前記微小素子アレイと共役な位置に配置され、前記標本からの光を検出する複数のチャンネルが前記微小素子アレイの微小素子のピッチよりも大きなピッチで1列に配列されるとともに、各前記チャンネルに複数の微小素子が割り当てられ、各前記微小素子において反射又は透過された光を夫々割り当てられた前記チャンネルに入射させる光検出器と、前記微小素子アレイを制御して、各前記チャンネルに割り当てられた複数の前記微小素子のうち、何れかの微小素子において反射または透過した光を各前記チャンネルに入射させるとともに、各前記チャンネルに割り当てられた異なる微小素子において反射又は透過した光が入射するように、各前記チャンネルに入射させる光を反射又は透過させる前記微小素子を順次切り替える制御部とを備えるレーザ走査型顕微鏡を採用する。

10

**【0008】**

本発明によれば、レーザ光源から射出されたレーザ光が、ライン集光光学系によってライン状に集光され、微小素子アレイによって反射又は透過された後、スキャナによって走査されて照射光学系を介して標本に照射される。これにより、標本内に存在する蛍光物質が励起されて蛍光が発生し、発生した蛍光を光検出器により検出することで、蛍光画像が取得される。

**【0009】**

20

この場合において、制御部により微小素子アレイが制御されて、光検出器の各チャンネルには異なる微小素子において反射又は透過された光がそれぞれ入射されるので、各チャンネルにおいて、標本上の異なる位置からの光を検出することができる。また、各チャンネルに標本上の異なる位置からの光が入射するように、各チャンネルに入射される光を反射又は透過させる微小素子が順次切り替えられることで、各チャンネルが検出する標本位置を順次移動させることができる。そして、その検出結果をスキャナおよび微小素子アレイによって特定される位置関係に基づいて並べることで、解像度の低い光検出器によって高い解像度の蛍光画像を得ることができる。

**【0010】**

上記発明において、前記標本からの光を、該標本上における前記ラインの長手方向に沿う方向に走査する第2のスキャナを備えることとしてもよい。

30

第2のスキャナによって、標本からの光を標本上におけるラインの長手方向に走査することで、各チャンネルにおける検出位置を変更することができる。これにより、例えば、標本上のいずれの位置からの光に対しても各チャンネルの略中央で検出するように第2のスキャナを動作させることで、確実に標本からの光を検出することができる。

**【0011】**

上記発明において、前記標本からの光をスペクトル成分に分光し、これらスペクトル成分を前記ラインの長手方向に直交する方向に並べて出射する分光素子を備え、前記光検出器が、前記ラインの長手方向に直交する方向に複数列設けられ、前記分光素子により分光されたスペクトル成分をそれぞれ検出することとしてもよい。

40

**【0012】**

このようにすることで、各チャンネルにおいて、標本上の異なる位置からの光を検出するとともに、その光を分光素子により分光してスペクトル成分毎に検出することができる。そして、その検出結果をスキャナおよび微小素子アレイによって特定される位置関係に基づいて並べることで、スペクトル成分毎に高い解像度の蛍光画像を得ることができる。

**【0013】**

上記発明において、複数の前記微小素子により1つの集光スポットを生成する場合において、前記微小素子アレイからの光を前記光検出器へ集光させる検出光学系と前記ライン集光光学系の少なくとも一方の焦点深度が、1つの集光スポットを生成する各前記微小素子により発生する光路差よりも大きく設定されていることとしてもよい。

50

このようにすることで、複数の微小素子により1つの集光スポットを生成する場合に、各微小素子において反射又は透過された光が合焦状態からずれてしまうことを防止することができるので、結像状態を安定化させて鮮明な蛍光画像を得ることができる。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、アレイ数の少ない光検出器であっても高い解像度で画像を構築することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の一実施形態に係るレーザ走査型顕微鏡の概略構成図である。

10

【図2】標本上におけるレーザ光のスポット位置を示す図である。

【図3】図1の光検出器の部分拡大図である。

【図4】図1のレーザ走査型顕微鏡の動作を説明する図である。

【図5】図1のレーザ走査型顕微鏡により生成した蛍光画像において画素の配列を説明する図である。

【図6】第1の変形例に係るレーザ走査型顕微鏡の光検出器の部分拡大図である。

【図7】図6のレーザ走査型顕微鏡の動作を説明する図である。

【図8】第2の変形例に係るレーザ走査型顕微鏡の動作を説明する図であり、(a)はDMD上のスポット、(b)は光検出器上のスポットである。

【図9】図8のDMDにおける蛍光(レーザ光)の反射状態を示す側面図である。

20

【図10】第3の変形例に係るレーザ走査型顕微鏡の概略構成図である。

【図11】図10のレーザ走査型顕微鏡の動作を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

本発明の一実施形態に係るレーザ走査型顕微鏡100について、図面を参照して以下に説明する。

本実施形態に係るレーザ走査型顕微鏡100は、図1に示されるように、レーザ光Lを射出するレーザ光源1と、レーザ光源1からのレーザ光Lをライン状に集光するライン集光光学系3と、ライン集光光学系3により集光されたレーザ光Lを選択的に反射するDMD(微小素子アレイ)7と、DMD7により反射されたレーザ光Lを走査するガルバノミラー(スキャナ)9と、ガルバノミラー9により走査されたレーザ光Lを標本19に照射する照射光学系2と、標本19において発生した蛍光Fをレーザ光Lの光路から分岐する励起ダイクロイックミラー5と、励起ダイクロイックミラー5により分岐された蛍光Fを検出する検出光学系4と、これらを制御する制御部6とを主な構成要素として備えている。

30

【0017】

ライン集光光学系3には、レンズ21aとレンズ21bとの距離を変化させることによってレーザ光Lの光束径を調節するビームエキスパンダ21と、レーザ光Lの断面を略円形からライン状に変換するシリンドリカルレンズ23とが備えられている。このような構成を有することで、ライン集光光学系3は、レーザ光源1からのレーザ光LをDMD7上

40

【0018】

励起ダイクロイックミラー5は、ライン集光光学系3からのレーザ光LをDMD7に向けて反射する一方、標本19において発生した蛍光Fを透過させるようになっている。このような特性を有することで、励起ダイクロイックミラー5は、標本19において発生し、照射光学系2、ガルバノミラー9、およびDMD7を介して戻ってきた蛍光Fを、レーザ光Lの光路から分岐するようになっている。

【0019】

DMD7は、図示しない微小可動ミラー(微小素子)を複数備えている。これらの微小可動ミラーは、ライン集光光学系3によりライン状に集光されたレーザ光Lの長手方向に

50

配列されている。このような構成を有することで、DMD 7は、微小可動ミラーを動作(ON/OFF)させることによって、ライン集光光学系3により集光されたレーザ光Lの一部を選択的にガルバノミラー9に向けて反射するようになっている。これにより、図2に示すように、レーザ光Lの一部が、複数のスポット光(図2において黒丸印)として、標本19上にラインの長手方向(X方向)に間隔を空けて照射される。

また、DMD 7は、標本19と共役な位置に配置されており、標本19の像が、DMD 7上に結像されるようになっている。

#### 【0020】

ガルバノミラー9は、例えばアルミコートされた可動ミラーであり、ミラーの角度を変化させることで、DMD 7により反射されたライン状のレーザ光Lを、図2に示すように、標本19上においてラインの長手方向に直交する方向(Y方向)に走査するようになっている。

10

なお、DMD 7とガルバノミラー9との間には、DMD 7により反射されたレーザ光Lをリレーするリレーレンズ25が設けられている。

#### 【0021】

照射光学系2は、瞳投影レンズ27と、結像レンズ13と、対物レンズ11とを備えている。このような構成を有することで、照射光学系2は、ガルバノミラー9により走査されたレーザ光Lを標本19に集光する一方、標本19において発生した蛍光Fを集光するようになっている。

#### 【0022】

20

検出光学系4には、励起ダイクロイックミラー5を透過してきた蛍光Fをリレーする2つのリレーレンズ15, 55と、リレーレンズ15とリレーレンズ55との間に配置され、励起ダイクロイックミラー5を透過してきた蛍光Fを光検出器17に向けて反射するミラー53と、ミラー53により反射された蛍光Fを検出する光検出器17とが備えられている。

#### 【0023】

光検出器17は、例えば32Chの光電子増倍管(Photo Multiplier Tube)であり、図3に示すように、標本19からの光を検出する複数のチャンネル(符号17a, 17b, 17c, ...)が1列に配列されている。この複数のチャンネルは、DMD 7の微小可動ミラーのピッチよりも大きなピッチで配列されている。光検出器17は、DMD 7と共役

30

な位置に配置されている。また、光検出器17とリレーレンズ55との間には、光検出器17の各チャンネルに蛍光Fを集光するシリンドリカルレンズ18がそれぞれ設けられている。

#### 【0024】

制御部6は、DMD 7、ガルバノミラー9、および光検出器17を同期させるように制御する。具体的には、制御部6は、DMD 7を制御して、異なる微小可動ミラーにおいて反射された光を、光検出器17の各チャンネルにそれぞれ入射させる。また、制御部6は、DMD 7を制御して、各チャンネルに入射させる光を反射させる微小可動ミラーが順次切り替わるように、各微小可動ミラーを動作させる。

#### 【0025】

40

上記のような制御を行うことで、光検出器17の各チャンネルにおいて標本19上の異なる位置からの蛍光Fを検出することができるとともに、各チャンネルが検出する標本19上の位置を順次移動させることができる。

#### 【0026】

また、制御部6には、光検出器17により検出された蛍光Fの輝度データに基づいて蛍光画像を生成するパーソナルコンピュータ(以降では「PC」と表記する。)8が接続されている。また、PC 8には、PC 8により生成された蛍光画像を表示するモニタ10が接続されている。

#### 【0027】

上記構成を有するレーザ走査型顕微鏡100の作用について以下に説明する。

50

本実施形態に係るレーザ走査型顕微鏡100によれば、レーザ光源1から射出されたレーザ光Lは、ビームエキスパンダ21によって光束径が調節される。そして、レーザ光Lは、シリンドリカルレンズ23を通過させられることによって、ライン状に集光され、励起ダイクロイックミラー5によりDMD7に向けて反射される。

【0028】

励起ダイクロイックミラー5により反射されたレーザ光Lは、DMD7上において、微小可動ミラーの配列方向(X方向)に延びるライン状に結像される。DMD7に結像されたレーザ光Lのうち、ON状態となっているDMD7の微小可動ミラーによって反射されたレーザ光Lのみが、スポット光(図2において黒丸印)としてガルバノミラー9に向けて反射される。

10

【0029】

DMD7により反射されたレーザ光Lは、リレーレンズ25によってリレーされた後、ガルバノミラー9により、ラインの長手方向に直交する方向(Y方向)に走査される。このように走査されたレーザ光Lは、瞳投影レンズ27および結像レンズ13を介して、対物レンズ11により標本19上の焦点位置に集光される。

【0030】

標本19上の焦点位置においては、標本19内の蛍光物質が励起されることにより蛍光Fが発生する。発生した蛍光Fは、対物レンズ11により集光された後、結像レンズ13、瞳投影レンズ27、ガルバノミラー9およびリレーレンズ25を介してDMD7に入射する。

20

【0031】

DMD7に入射した蛍光Fは、DMD7の微小可動ミラーによって励起ダイクロイックミラー5に向けて反射され、励起ダイクロイックミラー5を透過してレーザ光Lの光路から分岐される。このとき、十分に面積が小さい単一の微小可動ミラーは、共焦点ピンホールとして機能し、標本19におけるレーザ光Lの集光位置からの蛍光Fのみが励起ダイクロイックミラー5に向けて反射され、その周囲から発生した蛍光は検出光学系4には入射しないようにカットされる。

励起ダイクロイックミラー5を透過した蛍光Fは、リレーレンズ15, 55およびミラー53を介して、光検出器17により検出される。

【0032】

この際、制御部6からの指令により、図4に示すように、DMD7の微小可動ミラーのON/OFF状態が切り替えられる。ここでは、光検出器17の各チャンネルに対して、レーザ光Lのスポット光に対応した蛍光Fのスポット光が4つ入射する場合について説明する。

30

【0033】

DMD7に複数配列された微小可動ミラーのうち、ラインの長手方向(X方向)に3つ離れた微小可動ミラーがそれぞれON状態に切り替えられ、その他の微小可動ミラーがOFF状態に切り替えられる。

【0034】

そして、ラインの長手方向に直交する方向(Y方向)に1回走査される毎に、ON状態となる微小可動ミラーをX方向に1個ずつずらして行くことで、標本19の観察範囲の全面にわたって隙間なくレーザ光Lを照射する。

40

【0035】

上記のような制御を行うことで、光検出器17の各チャンネルにおいて、有効となる蛍光Fのスポット光(図4において黒丸印)をX方向に1つずつずらしていくことができ、各チャンネルが検出する標本19上の位置をX方向に順次移動させることができる。なお、有効となる蛍光Fのスポット光のずらし方は、図4に示す例のように隣接するスポット位置に1つずつ移動させなくてもよく、例えば1つ飛びで移動させることとしてもよい。

【0036】

つまり、図4に示す例において、画素1-1, 1-2, 1-3, 1-4は、各走査周期

50

における光検出器 17 のチャンネル 17 a により検出される範囲、すなわち、チャンネル 17 a により検出された蛍光 F から生成される蛍光画像の 1 画素を示している。画素 1 - 1 では一番左側の蛍光スポットが有効となり、画素 1 - 2 では左から二番目の蛍光スポットが有効となり、画素 1 - 3 では左から三番目の蛍光スポットが有効となり、画素 1 - 4 では左から四番目（すなわち一番右側）の蛍光スポットが有効となる。

【 0 0 3 7 】

画素 2 - 1 , 2 - 2 , 2 - 3 , 2 - 4 は、各走査周期における光検出器 17 のチャンネル 17 b により検出される範囲であり、画素 1 - 1 , 1 - 2 , 1 - 3 , 1 - 4 と同様に、有効となる蛍光 F のスポットが X 方向に 1 つずつずれていくようになっている。

【 0 0 3 8 】

このようにして検出された蛍光 F の輝度データは、制御部 6 を介して P C 8 に送られる。P C 8 では、図 5 に示すように、光検出器 17 により検出された蛍光 F の輝度データが、ガルバノミラー 9 および D M D 7 によって特定される位置関係に基づいて並べられ、蛍光画像が生成される。このように生成された蛍光画像がモニタ 10 に表示される。

【 0 0 3 9 】

以上のように、本実施形態に係るレーザ走査型顕微鏡 100 によれば、制御部 6 により D M D 7 が制御されて、光検出器 17 の各チャンネルには異なる微小可動ミラーにおいて反射された蛍光 F がそれぞれ入射されるので、各チャンネルにおいて、標本 19 上の異なる位置からの蛍光 F を検出することができる。また、各チャンネルに入射される蛍光 F を反射させる微小可動ミラーが順次切り替えられることで、各チャンネルが検出する標本 19 上の位置を順次移動させることができる。そして、その検出結果をガルバノミラー 9 および D M D 7 によって特定される位置関係に基づいて並べることで、解像度の低い光検出器 17 を採用した場合にも、高い解像度の蛍光画像を得ることができる。

【 0 0 4 0 】

[ 第 1 の変形例 ]

なお、本実施形態の第 1 の変形例として、図 6 に示すように、リレーレンズ 55 とミラー 53 との間に、標本 19 からの蛍光 F をスペクトル成分に分光する回折格子（分光素子）54 を備えることとしてもよい。

【 0 0 4 1 】

本変形例において、回折格子 54 は、図 7 に示すように、標本 19 からの蛍光 F を、ラインの長手方向に直交する方向（Y 方向）に、スペクトル成分に分けて出射するようになっている。具体的には、回折格子 54 は、標本 19 からの蛍光 F を、例えば、400 ~ 450 nm の波長成分と、450 ~ 500 nm の波長成分と、500 ~ 550 nm の波長成分と、550 ~ 600 nm の波長成分と、600 ~ 650 nm の波長成分とに分けて出射するようになっている。

【 0 0 4 2 】

また、光検出器 57 の各チャンネルは、Y 方向に複数列設けられており、回折格子 54 により分光されたスペクトル成分をそれぞれ検出するようになっている。

また、シリンドリカルレンズ 58 も光検出器 57 のチャンネルに対応して、Y 方向に複数列設けられている。

【 0 0 4 3 】

このようにすることで、光検出器 57 の各チャンネルにおいて、標本 19 上の異なる位置からの蛍光 F を回折格子 54 により分光して、スペクトル成分毎に検出することができる。そして、その検出結果をガルバノミラー 9 および D M D 7 によって特定される位置関係に基づいて並べることで、スペクトル成分毎に高い解像度の蛍光画像を得ることができる。

【 0 0 4 4 】

[ 第 2 の変形例 ]

また、本実施形態の第 2 の変形例として、図 8 ( a ) および図 8 ( b ) に示すように、複数の微小可動ミラーにより 1 つの集光スポットを生成する場合について説明する。

10

20

30

40

50

図9は、図8(a)の領域Aにおいて、DMD7による蛍光F(レーザ光L)の反射状態を示す側面図である。なお、図8(a)において1つの集光スポットに4つの微小可動ミラーが対応しているが、ここでは簡略化のため、微小可動ミラー7a, 7bにより1つの集光スポットを生成している場合を一例に挙げて説明する。

【0045】

図9に示すように、DMD7の反射面に対して斜めに光を入射させる場合には、標本19の観察面と光検出器17の受光面との間において、微小可動ミラー7aにより反射される光路と、微小可動ミラー7bにより反射される光路との間には、光路差Lが生じることとなる。

【0046】

この場合、光検出器17側においてリレーレンズ15, 55により集光される位置(光軸Cに沿う方向の位置)は、微小可動ミラー7aにより反射される光路と、微小可動ミラー7bにより反射される光路とで異なることとなる。すなわち、DMD7の画素(微小可動ミラー)位置によって、光検出器17への集光状態が変化し、例えば、スポット径が変化したり、収差の影響を受けることとなる。

【0047】

そこで、本変形例においては、光検出器17へのリレーレンズ15, 55の焦点深度を、上記の光路差Lよりも大きく設定する。

このようにすることで、微小可動ミラー7aおよび微小可動ミラー7bにおいて反射された光が、それぞれ光検出器17において合焦状態からずれてしまうことを防止することができるので、結像状態を安定化させて鮮明な蛍光画像を得ることができる。

【0048】

なお、本変形例においては、微小可動ミラー7a, 7bにより1つの集光スポットを生成する場合を例に挙げて説明したが、3つ以上の微小可動ミラーにより1つの集光スポットを生成する場合についても同様である。この場合には、リレーレンズ15, 55の焦点深度を、1つの集光スポットを生成する各微小可動ミラーにおける標本19から光検出器17までの光路差よりも大きく設定すればよい。

【0049】

また、ライン集光光学系3が、レーザ光源1からのレーザ光をDMD7へ集光させる場合にも同様の状況が発生する。すなわち、DMD7の画素(微小可動ミラー)位置によって、DMD7への集光状態が変化し、結果として光検出器17への集光状態が変化してしまう。これを防ぐには、ライン集光光学系3の焦点深度を上記光路差Lよりも大きく設定すればよい。

【0050】

[第3の変形例]

また、本実施形態の第3の変形例として、図10に示すように、ミラー(第2のスキャナ)53を可動式とし、標本19からの蛍光Fを、標本19上におけるラインの長手方向に沿う方向(X方向)に走査することとしてもよい。

【0051】

ミラー53によって、標本19からの蛍光Fを、標本19上におけるX方向に走査する、すなわちリスキャンを行うことで、図11に示すように、光検出器17の各チャンネルにおける検出位置を変更することができる。これにより、例えば図11に示すように、標本19上のいずれの位置からの蛍光Fに対しても各チャンネルの略中央で検出するようにミラー53を動作させることで、確実に標本19からの蛍光Fを検出することができる。

【0052】

以上、本発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

例えば、本実施形態では、DMD7においてレーザ光Lを選択的に反射させるとして説明したが、選択的に透過させることとしてもよい。

10

20

30

40

50



また、微小素子アレイとして、微小可動ミラーを複数備えるDMDを例に挙げて説明したが、DMDに代えて、液晶素子を複数備える液晶アレイとしてもよい。

【0053】

また、本実施形態では、光検出器17の各チャンネルにレーザー光Lのスポット光が4つ入射する場合について説明したが、各チャンネルに入射するスポット光は3つ以下または5つ以上であってもよい。

【符号の説明】

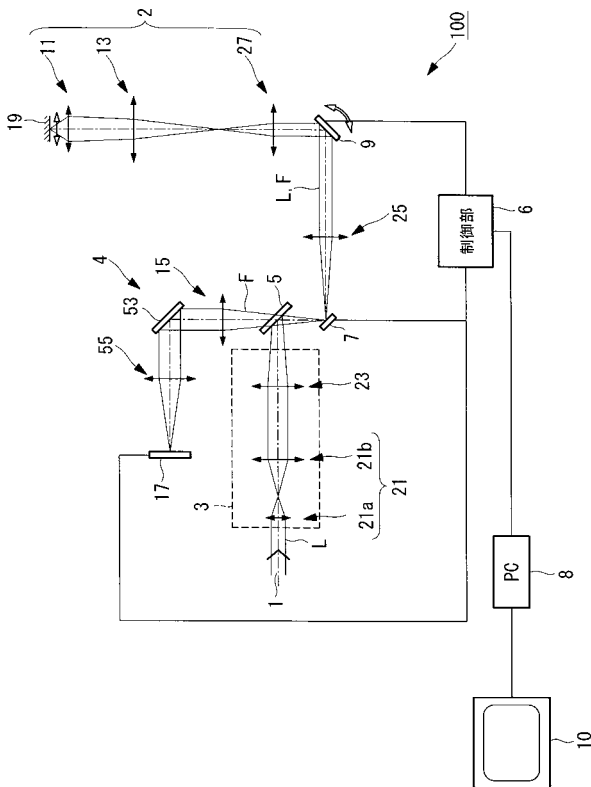
【0054】

- L レーザ光
- F 蛍光
- 1 レーザ光源
- 2 照射光学系
- 3 ライン集光光学系
- 4 検出光学系
- 5 励起ダイクロイックミラー
- 6 制御部
- 7 DMD (微小素子アレイ)
- 9 ガルバノミラー (スキャナ)
- 17 光検出器
- 19 標本
- 53 ミラー (第2のスキャナ)
- 54 回折格子 (分光素子)
- 100 レーザ走査型顕微鏡

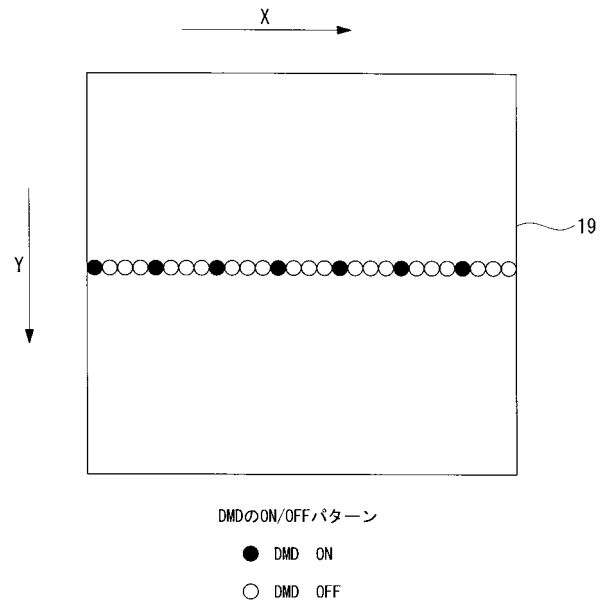
10

20

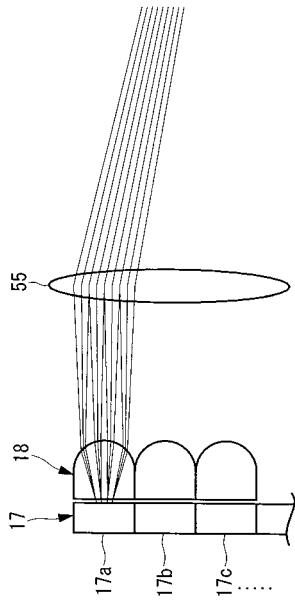
【図1】



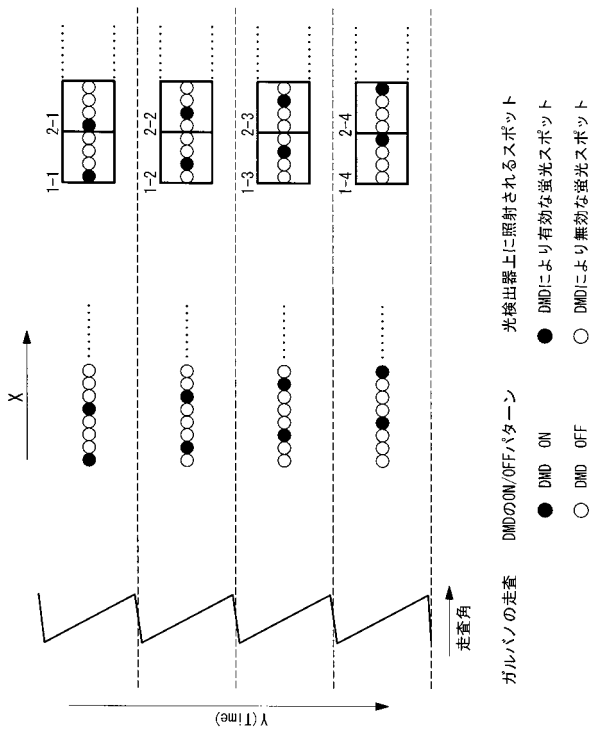
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】

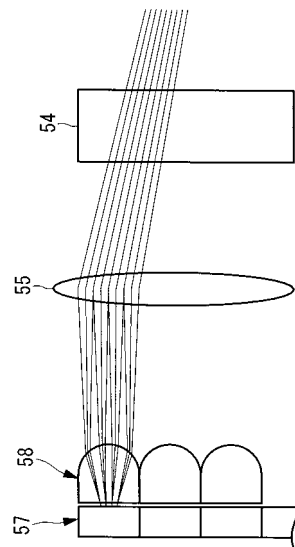


【 図 5 】

Scan

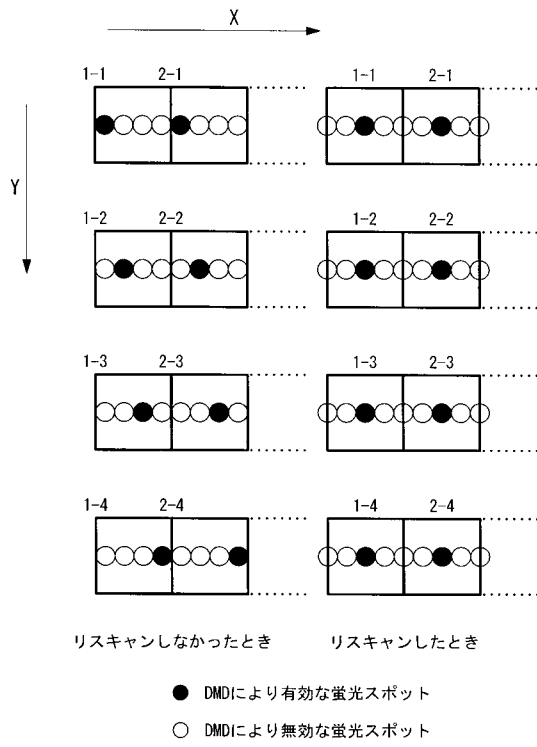
1-1	1-2	1-3	1-4	2-1	2-2	2-3	2-4
1-1	1-2	1-3	1-4	2-1	2-2	2-3	2-4
1-1	1-2	1-3	1-4	2-1	2-2	2-3	2-4
1-1	1-2	1-3	1-4	2-1	2-2	2-3	2-4
1-1	1-2	1-3	1-4	2-1	2-2	2-3	2-4
1-1	1-2	1-3	1-4	2-1	2-2	2-3	2-4
1-1	1-2	1-3	1-4	2-1	2-2	2-3	2-4
1-1	1-2	1-3	1-4	2-1	2-2	2-3	2-4

【 図 6 】





【図 11】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2008-275791(JP,A)  
特開2008-203813(JP,A)  
特表2006-510926(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 19/00 - 21/00  
G02B 21/06 - 21/36