

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 6 部門第 2 区分

【発行日】平成 27 年 5 月 7 日 (2015.5.7)

【公開番号】特開 2015-60230 (P2015-60230A)

【公開日】平成 27 年 3 月 30 日 (2015.3.30)

【年通号数】公開・登録公報 2015-021

【出願番号】特願 2014-190341 (P2014-190341)

【国際特許分類】

G 0 2 B 21/06 (2006.01)

G 0 2 B 21/36 (2006.01)

【F I】

G 0 2 B 21/06

G 0 2 B 21/36

【手続補正書】

【提出日】平成 27 年 3 月 11 日 (2015.3.11)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

試料 (2) の高分解能走査顕微鏡検査のための顕微鏡であって、

- 該試料 (2) を照射するための照射装置 (3) と、
- 該試料 (2) 上に少なくとも 1 つの点スポットもしくは線スポット (14) を走査させるための、および、該点スポットもしくは線スポット (14) を、撮像倍率のもとで検出平面 (18) 内に回折限界の静止単一画像 (17) に撮像するための撮像装置 (4) と、
- 該撮像倍率を考慮して該回折限界の単一画像 (17) の半値幅の少なくとも 2 倍の大きさである空間分解能で、様々な走査位置について該検出平面 (18) 内の該単一画像 (17) を捕捉するための検出装置 (19) と、
- 該検出装置 (19) のデータから、該走査位置の該単一画像の回折構造を評価するための、および、回折限界を超えて高められた分解能を有する該試料 (2) の画像を生成するための評価装置 (C) とを備えた顕微鏡において、
- 該検出装置 (19) が、
  - ピクセル (25) を備えており該単一画像 (17) より大きい検出器アレイ (24) と、
  - 該検出器アレイ (24) の上流に配置され、該検出平面 (18) からの放射線を非撮像的に該検出器アレイ (24) の該ピクセル (25) 上に分配する非撮像の再分配素子 (20 ~ 21 ; 30 ~ 34 ; 30 ~ 35) とを備え、

対物レンズ瞳内もしくはその付近に、または該対物レンズ瞳と共役な平面に、照射光および検出光のうちの少なくとも一方の空間的分布を生じさせるために、光軸に直交して、および/もしくは該光軸の方向に、位相影響が横方向に可変に推移する少なくとも 1 つの位相マスクが設けられていることを特徴とする顕微鏡。

【請求項 2】

前記再分配素子が、光ファイバー (21) 好適には多モード光ファイバーからなる束 (20) を含んでおり、該束が、前記検出平面 (18) に配置された入口 (22) と、該光ファイバー (21) が該入口 (22) の幾何学的配置とは異なる幾何学的配置で前記検出器

アレイ(24)の前記ピクセル(25)にて終端する出口(23)とを備えていることを特徴とする、請求項1に記載の顕微鏡。

【請求項3】

前記光ファイバー(21)が、隣接して位置する前記ピクセル(25)の放射強度に応じたクロストークを最小化するために、前記出口(23)に隣接する前記光ファイバー(21)が前記入口(22)にも隣接するように、前記入口(22)から前記出口(23)まで延びていることを特徴とする、請求項2に記載の顕微鏡。

【請求項4】

前記再分配素子が、様々に傾けられたミラー素子(31)を備えたミラー(30)、特に、ファセット・ミラー、DMD、または適応ミラーを含んでおり、該ミラーが、前記検出平面(18)からの放射線を前記検出器アレイ(24)の前記ピクセル(25)上に偏向させ、前記検出器アレイ(24)の前記ピクセル(25)が、該ミラー素子(31)の幾何学的配置とは異なる幾何学的配置を有していることを特徴とする、請求項1に記載の顕微鏡。

【請求項5】

前記撮像装置(4)が、前記単一画像(17)のサイズを前記検出装置(19)のサイズに適合させるための、撮像方向において前記検出平面(18)の上流に配置されたズーム光学系(27)を備えていることを特徴とする、請求項1乃至4のいずれか1項に記載の顕微鏡。

【請求項6】

前記照射装置(3)と前記撮像装置(4)とが走査装置(10)を共有しており、前記照射装置(3)が、前記撮像装置によって撮像された前記スポット(14)と一致する回折限界の点スポットもしくは線スポットで前記試料を照射し、前記ズーム光学系(27)もまた前記照射装置(3)の構成要素となるように前記ズーム光学系(27)が配置されていることを特徴とする、請求項5に記載の顕微鏡。

【請求項7】

前記検出器アレイ(24)が、検出器行、好ましくはAPD行もしくはPMT行であることを特徴とする、請求項1乃至6のいずれか1項に記載の顕微鏡。

【請求項8】

試料(2)の高分解能走査顕微鏡検査のための方法であって、

- 該試料(2)を照射し、
- 該試料(2)上を走査するように導かれる少なくとも1つの点スポットもしくは線スポット(14)を単一画像(17)に撮像し、その際、該スポット(14)を撮像倍率のもとで、回折限界で該単一画像(17)に撮像し、該単一画像(17)が検出平面(18)内に静止しており、
- 様々な走査位置について、該撮像倍率を考慮して該回折限界の単一画像(17)の半値幅の少なくとも2倍の大きさの空間分解能で該単一画像(17)を捕捉することにより、該単一画像(17)の回折構造を捕捉し、
- 各該走査位置について該単一画像(17)の該回折構造を評価し、回折限界を超えて高められた分解能を有する該試料(2)の画像を生成する方法において、
- ピクセル(25)を備えており該単一画像(17)よりも大きい検出器アレイ(24)を設け、
- 前記検出平面(18)からの該単一画像の放射線を、非撮像的に該検出器アレイ(24)の該ピクセル(25)上に再分配し、
- 光軸に直交して、および/もしくは該光軸の方向に、位相影響が横方向に可変に推移する少なくとも1つの位相マスクを設けて、対物レンズ瞳内もしくはその付近に、または該対物レンズ瞳と共役な平面に、照射光および検出光のうちの少なくとも一方の空間的分布を生じさせることを特徴とする方法。

【請求項9】

前記単一画像(17)の放射線を、光ファイバー(21)好適には多モード光ファイバー

からなる束(20)を用いて再分配し、該束が、前記検出平面(18)に配置された入口(22)と、該光ファイバー(21)が該入口(22)の幾何学的配置とは異なる幾何学的配置で前記検出器アレイ(24)の前記ピクセル(25)にて終端する出口(23)を備えていることを特徴とする、請求項8に記載の方法。

【請求項10】

前記光ファイバー(21)を、隣接して位置する前記ピクセル(25)の放射強度に応じたクロストークを最小化するために、前記出口(23)に隣接する前記光ファイバー(21)が前記入口(22)にも隣接するように、前記入口(22)から前記出口(23)まで導くことを特徴とする、請求項9に記載の方法。

【請求項11】

各前記光ファイバー(21)に個別に放射線を当てることによって前記光ファイバー(21)からなる前記束(20)および前記検出器アレイ(24)の較正を行い、隣接する前記光ファイバー(21)の前記出口(23)に割り当てられた前記ピクセル(25)における干渉信号を捕捉し、前記試料(2)の顕微鏡検査の際に隣接して位置する前記ピクセル(25)の放射強度に依存したクロストークを補正するために用いる較正マトリクスを作成することを特徴とする、請求項8または9に記載の方法。

【請求項12】

前記単一画像(17)の放射線を、様々に傾けられたミラー素子(31)を備えたミラー(30)、特に、ファセット・ミラー、DMD、または適応ミラーを用いて再分配し、その際、該ミラー(30)によって前記検出平面(18)からの放射線が前記検出器アレイ(24)の前記ピクセル(25)上に導かれ、前記検出器アレイ(24)の前記ピクセル(25)が、該ミラー素子(31)の幾何学的配置とは異なる幾何学的配置を有していることを特徴とする、請求項8に記載の方法。

【請求項13】

前記検出器アレイ(24)として、検出器行、好ましくはAPD行もしくはPMT行を使用することを特徴とする、請求項8乃至12のいずれか1項に記載の方法。

【請求項14】

前記検出器アレイ(24)の個々の前記ピクセル(25)の信号を、相互相関関数を用いて評価することによって、前記点スポットもしくは線スポット(14)の走査の移動方向を特定することを特徴とする、請求項8乃至13のいずれか1項に記載の方法。

【請求項15】

前記試料(2)において前記点スポットもしくは線スポット(14)が静止している際に前記回折限界の単一画像(17)の時間的变化を特定および評価することによって、前記試料(2)における変化を捕捉することを特徴とする、請求項8乃至14のいずれか1項に記載の方法。

【請求項16】

1つの支持体上に、もしくは前後に配置された2つの支持体上に、振幅マスクおよび位相マスクの組み合わせを備えた、請求項1に記載の顕微鏡。

【請求項17】

両側にそれぞれ可変な位相推移を有する半瞳位相マスクを備えた、請求項1または16に記載の顕微鏡。

【請求項18】

前記両側での推移が互いに逆である、請求項17に記載の顕微鏡。

【請求項19】

前記位相マスク上に位相跳躍を有する、請求項1及び16乃至18のいずれか1項に記載の顕微鏡。

【請求項20】

前記位相マスクがスパイラル位相マスクである、請求項1及び16乃至19のいずれか1項に記載の顕微鏡。

【請求項21】

位相に影響を与えるために断面に沿って厚さが異なるガラス板を備えた、請求項 1 及び 16 乃至 20 のいずれか 1 項に記載の顕微鏡。

【請求項 22】

異なる厚さの領域を分離するためのエッジを有する位相マスクを備えた、請求項 1 及び 19 乃至 21 のいずれか 1 項に記載の顕微鏡。

【請求項 23】

前記位相マスクが、照射経路および検出放射線経路のうちの少なくとも一方に配置されている、請求項 1 及び 16 乃至 22 のいずれか 1 項に記載の顕微鏡。

【請求項 24】

前記位相マスクが、共通の照射 / 検出放射線経路に配置されている、請求項 1 及び 16 乃至 22 のいずれか 1 項に記載の顕微鏡。

【請求項 25】

前記照射および検出放射線経路を分離するための、および位相に影響を与えるための共通の素子が設けられている、請求項 1 及び 16 乃至 24 のいずれか 1 項に記載の顕微鏡。

【請求項 26】

前記位相マスクが、照射方向において対物レンズ瞳内に前記対物レンズの直近の上流に配置されている、請求項 1 及び 16 乃至 24 のいずれか 1 項に記載の顕微鏡。

【請求項 27】

前記位相影響を取り消す位相マスクが検出方向に設けられている、請求項 1 及び 16 乃至 26 のいずれか 1 項に記載の顕微鏡。

【請求項 28】

前記位相影響が逆に推移する、同一の、もしくは逆のさらなるマスクが設けられている、請求項 27 に記載の顕微鏡。

【請求項 29】

前記検出において少なくとも 2 つの検出放射線経路を有する、分配のための二色性のビーム・スプリッタが設けられている、請求項 1 及び 16 乃至 28 のいずれか 1 項に記載の顕微鏡。

【請求項 30】

検出放射線経路にパリオ光学系が配置されている、請求項 1 及び 16 乃至 29 のいずれか 1 項に記載の顕微鏡。

【請求項 31】

位相および振幅のうちの少なくとも一方に影響を与えるための空間光変調器 (SLM) が設けられている、請求項 1 及び 16 乃至 30 のいずれか 1 項に記載の顕微鏡。

【請求項 32】

位相マスクとして、空間的に少なくとも部分的に別々に異なる波長で作用を及ぼすための、色的に作用する位相マスクが設けられている、請求項 1 及び 16 乃至 31 のいずれか 1 項に記載の顕微鏡。

【請求項 33】

照射光学系の焦点において、異なる波長で照射された照射光分布が、試料平面および空間分解検出器の前記検出平面のうちの少なくとも一方において少なくとも部分的に空間的に重複しないように、位相関数が照射波長に応じて異なるように、前記色的に作用する位相マスクが設計されている、請求項 32 に記載の顕微鏡。

【請求項 34】

検出放射線経路に、色的に作用する光学位相素子が挿入されており、該素子が、1 つもしくは複数のファイバー入口面と 1 つもしくは複数の波長との間の特定の割り当てを行う、請求項 32 または 33 に記載の顕微鏡。

【請求項 35】

試料 (2) の高分解能走査顕微鏡検査のための顕微鏡であって、

- 該試料 (2) を照射するための照射装置 (3) と、
- 該試料 (2) 上に少なくとも 1 つの点スポットもしくは線スポット (14) を走査

させるための、および、該点スポットもしくは線スポット（１４）を、撮像倍率のもとで  
検出平面（１８）内に回折限界の静止単一画像（１７）に撮像するための撮像装置（４）  
と、

- 様々な走査位置について該検出平面（１８）内の該単一画像（１７）を捕捉するた  
めの検出装置（１９）とを備えた顕微鏡において、

- 該検出装置（１９）が、

- ピクセル（２５）を備えており該単一画像（１７）より大きい検出器アレイ（２  
４）と、

- 該検出器アレイ（２４）の上流に配置され、該検出平面（１８）からの放射線を  
非撮像的に該検出器アレイ（２４）の該ピクセル（２５）上に分配する非撮像の再分配素  
子（２０～２１；３０～３４；３０～３５）とを備え、

対物レンズ瞳内もしくはその付近に、または該対物レンズ瞳と共役な平面に、照射光お  
よび検出光のうちの少なくとも一方の空間的分布を生じさせるために、光軸に直交して、  
および／もしくは該光軸の方向に、位相影響が横方向に可変に推移する少なくとも１つの  
位相マスク（４９）が設けられていることを特徴とする顕微鏡。