

【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26年1月16日(2014.1.16)

【公開番号】特開2012-150140(P2012-150140A)

【公開日】平成24年8月9日(2012.8.9)

【年通号数】公開・登録公報2012-031

【出願番号】特願2011-6552(P2011-6552)

【国際特許分類】

G 02 B 21/00 (2006.01)

【F I】

G 02 B 21/00

【手続補正書】

【提出日】平成25年11月25日(2013.11.25)

【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】

光源から射出された光の空間周波数を変調する空間変調素子を有し、前記空間変調素子によって形成される空間変調像を標本に照明する照明光学系と、

前記照明光学系により照明された前記標本からの光を前記空間変調素子上に中間像として結像させる結像光学系と、

前記中間像をリレーするリレー光学系と、

前記リレー光学系によりリレーされた前記中間像を撮像する撮像装置と、

前記標本を照明する前記空間変調像の空間変調像位相を変化させる位相変化手段とを有する顕微鏡装置であって、

前記空間変調素子は、前記標本と略共役な位置に配置された第1の素子と、前記標本と略共役な位置に配置され、前記結像光学系の光軸に対して略平行な回転軸を中心に回転可能に設置された第2の素子とから構成され、

前記位相変化手段は、前記回転軸を中心に前記第2の素子を回転させることにより、前記第1の素子と前記第2の素子とにより形成される前記空間変調像の空間変調像位相を変化させることを特徴とする顕微鏡装置。

【請求項2】

前記第1の素子に形成された空間変調パターンは、同一の繰り返し周期で、繰り返し方向が互いに異なるパターンを少なくとも3つ有し、

前記第2の素子に形成された空間変調パターンは、放射状のパターンであることを特徴とする請求項1に記載の顕微鏡装置。

【請求項3】

前記第1の素子及び前記第2の素子は、前記結像光学系の焦点深度内に互いに近接して設置されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の顕微鏡装置。

【請求項4】

前記第1の素子及び前記第2の素子が夫々有する空間変調パターンに含まれる空間周波数の最小値が前記照明光学系の解像限界である空間周波数より高くなり、

前記標本に照明される前記第1の素子と前記第2の素子とから生成されるモアレの空間周波数の最大値が前記照明光学系の解像限界である空間周波数より低くなるように構成されていることを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載の顕微鏡装置。

【請求項 5】

前記第1の素子及び前記第2の素子は、前記光源から射出された光の空間周波数を変調するための連続した空間変調パターンを夫々有し、

前記中間像を撮像する撮像時間をT、前記空間変調像の空間周波数をF₁、前記撮像装置の階調数をmとしたとき、前記第2の素子の前記空間変調パターンは、毎秒m / (2²F₁T)以上の回転数で回転することを特徴とする請求項1～4のいずれか一項に記載の顕微鏡装置。

【請求項 6】

前記第1の素子及び前記第2の素子は、前記光源から射出された光の空間周波数を変調するための連続した空間変調パターンを夫々有し、

前記中間像を撮像する撮像時間をT、前記空間変調像の空間周波数をF₁としたとき、前記第2の素子の前記空間変調パターンは、毎秒100 / (2²F₁T)以上の回転数で回転することを特徴とする請求項1～4のいずれか一項に記載の顕微鏡装置。

【請求項 7】

光源から射出された光の空間周波数を変調する空間変調素子を有し、前記空間変調素子によって形成される空間変調像を標本に照明する照明光学系と、

前記照明光学系により照明された前記標本からの光を前記空間変調素子上に中間像として結像させる結像光学系と、

前記中間像をリレーするリレー光学系と、

前記リレー光学系によりリレーされた前記中間像を撮像する撮像装置と、

前記標本を照明する前記空間変調像の空間変調像位相を変化させる位相変化手段とを有する顕微鏡装置であって、

前記空間変調素子は、前記結像光学系の光軸と所定の角度をなす回転軸を有し、前記空間変調素子の一部は前記標本と略共役な位置に前記標本と略平行を保つように回転可能に構成され、

前記位相変化手段は、前記回転軸を中心に前記空間変調素子を回転させることにより、前記標本に照明する前記空間変調像の空間変調像位相を変化させることを特徴とする顕微鏡装置。

【請求項 8】

前記空間変調素子は、前記光源から射出された光の空間周波数を変調するために連続した空間変調パターンを有し、

前記空間変調パターンは、繰り返し周期の単位幅をp、前記撮像装置の階調数をm、p m / Tで決まる長さをLとし、前記中間像を撮像する撮像時間をTとしたとき、毎秒L / T以上の速度で前記空間変調像の空間変調像位相を変化できるように構成されていることを特徴とする請求項7に記載の顕微鏡装置。

【請求項 9】

前記空間変調素子は、前記光源から射出された光の空間周波数を変調するために連続した空間変調パターンを有し、

前記空間変調パターンは、繰り返し周期の単位幅をp、100p / Tで決まる長さをLとし、前記中間像を撮像する撮像時間をTとしたとき、毎秒L / T以上の速度で前記空間変調像の空間変調像位相を変化できるように構成されていることを特徴とする請求項7に記載の顕微鏡装置。

【請求項 10】

前記空間変調素子は、位相回折格子であることを特徴とする請求項1～9のいずれか一項に記載の顕微鏡装置。

【請求項 11】

前記空間変調素子は、濃度回折格子であることを特徴とする請求項1～9のいずれか一項に記載の顕微鏡装置。

【請求項 12】

前記撮像装置により撮像された前記中間像から前記標本の画像を生成する画像処理手段

を有することを特徴とする請求項 1 ~ 1 1 のいずれか一項に記載の顕微鏡装置。

【請求項 1 3】

前記リレー光学系によりリレーされた前記中間像を観察するための接眼レンズを有することを特徴とする請求項 1 ~ 1 2 のいずれか一項に記載の顕微鏡装置。

【請求項 1 4】

光源から射出された光の空間周波数を空間変調素子によって変調し、前記空間変調素子によって形成された空間変調像を照明光学系により標本に照明し、

前記光源から照射された光の波長とは異なる、前記標本からの光を結像光学系により前記空間変調素子上に中間像を結像し、

リレー光学系により前記中間像をリレーし、

前記リレー光学系によりリレーされた前記中間像を撮像装置により撮像し、

前記標本を照明する前記空間変調像の空間変調像位相を位相変化手段により変化させ、

前記空間変調素子は、前記標本と略共役な位置に配置された第 1 の素子と、前記標本と略共役な位置に配置され、前記結像光学系の光軸に対して略平行な回転軸を中心回転可能に設置された第 2 の素子とから構成され、

前記第 1 の素子と前記第 2 の素子とにより形成される前記空間変調像の空間変調像位相を、前記回転軸を中心に前記第 2 の素子を回転させることにより変化させることを特徴とする観察方法。

【請求項 1 5】

前記第 1 の素子に形成された空間変調パターンは、同一の繰り返し周期で、繰り返し方向が互いに異なるパターンを少なくとも 3 つ有し、

前記第 2 の素子に形成された空間変調パターンは、放射状のパターンを有していることを特徴とする請求項 1 4 に記載の観察方法。

【請求項 1 6】

前記第 1 の素子及び前記第 2 の素子は、前記結像光学系の焦点深度内に互いに近接して設置されていることを特徴とする請求項 1 4 又は 1 5 に記載の観察方法。

【請求項 1 7】

前記第 1 の素子及び前記第 2 の素子が夫々有する空間変調パターンに含まれる空間周波数の最小値が前記照明光学系の解像限界である空間周波数より高くなり、

前記標本に照明される前記第 1 の素子と前記第 2 の素子とから生成されるモアレの空間周波数の最大値が前記照明光学系の解像限界である空間周波数より低くなるように構成されていることを特徴とする請求項 1 4 ~ 1 6 のいずれか一項に記載の観察方法。

【請求項 1 8】

前記第 1 の素子及び前記第 2 の素子は、前記光源から射出された光の空間周波数を変調するための連続した空間変調パターンを夫々有し、

前記中間像を撮像する撮像時間を T 、前記空間変調像の空間周波数を F 、前記撮像装置の階調数を m としたとき、前記第 2 の素子の前記空間変調パターンは、毎秒 $m / (2^2 F T)$ 以上の回転数で回転できることを特徴とする請求項 1 4 ~ 1 7 のいずれか一項に記載の観察方法。

【請求項 1 9】

前記第 1 の素子及び前記第 2 の素子は、前記光源から射出された光の空間周波数を変調するための連続した空間変調パターンを夫々有し、

前記中間像を撮像する撮像時間を T 、前記空間変調像の空間周波数を F としたとき、前記第 2 の素子の前記空間変調パターンは、毎秒 $100 / (2^2 F T)$ 以上の回転数で回転できることを特徴とする請求項 1 4 ~ 1 7 のいずれか一項に記載の観察方法。

【請求項 2 0】

光源から射出された光の空間周波数を空間変調素子によって変調し、前記空間変調素子によって形成された空間変調像を照明光学系により標本に照明し、

前記光源から照射された光の波長とは異なる、前記標本からの光を結像光学系により中間像として前記空間変調素子上に結像し、

リレー光学系により前記中間像をリレーし、

前記リレー光学系によりリレーされた前記中間像を撮像装置により撮像し、

前記標本を照明する前記空間変調像の空間変調像位相を位相変化手段により変化させ、

前記空間変調素子は、前記結像光学系の光軸と所定の角度をなす回転軸を有し、前記空間変調素子の一部は前記標本と略共役な位置に前記標本と略平行を保つように回転可能に構成され、

前記位相変化手段は、前記標本に照明する前記空間変調像の空間変調像位相を、前記回転軸を中心に前記空間変調素子を回転させることにより変化させることを特徴とする観察方法。

【請求項 2 1】

前記空間変調素子は、前記光源から射出された光の空間周波数を変調するために連続した空間変調パターンを有し、

前記空間変調パターンは、繰り返し周期の単位幅を p 、前記撮像装置の階調数階調数を m 、 $p m /$ で決まる長さを L とし、前記中間像を撮像する撮像時間を T としたとき、毎秒 L / T 以上の速度で前記空間変調像の空間変調像位相を変化できるように構成されていることを特徴とする請求項 2 0 に記載の観察方法。

【請求項 2 2】

前記空間変調素子は、前記光源から射出された光の空間周波数を変調するために連続した空間変調パターンを有し、

前記空間変調パターンは、繰り返し周期の単位幅を p 、 $100p /$ で決まる長さを L とし、前記中間像を撮像する撮像時間を T としたとき、毎秒 L / T 以上の速度で前記空間変調像の空間変調像位相を変化できるように構成されていることを特徴とする請求項 2 0 に記載の観察方法。

【請求項 2 3】

前記空間変調素子は、位相回折格子であることを特徴とする請求項 1 4 ~ 2 2 のいずれか一項に記載の観察方法。

【請求項 2 4】

前記空間変調素子は、濃度回折格子であることを特徴とする請求項 1 4 ~ 2 2 のいずれか一項に記載の観察方法。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 1 2】

このような目的を達成するため、本発明は、光源から射出された光の空間周波数を変調する空間変調素子を有し、前記空間変調素子によって形成される空間変調像を標本に照明する照明光学系と、前記照明光学系により照明された前記標本からの光を前記空間変調素子上に中間像として結像させる結像光学系と、前記中間像をリレーするリレー光学系と、前記リレー光学系によりリレーされた前記中間像を撮像する撮像装置と、前記標本を照明する前記空間変調像の空間変調像位相を変化させる位相変化手段とを有する顕微鏡装置であって、前記空間変調素子は、前記標本と略共役な位置に配置された第 1 の素子と、前記標本と略共役な位置に配置され、前記結像光学系の光軸に対して略平行な回転軸を中心回転可能に設置された第 2 の素子とから構成され、前記位相変化手段は、前記回転軸を中心に前記第 2 の素子を回転させることにより、前記第 1 の素子と前記第 2 の素子とにより形成される前記空間変調像の空間変調像位相を変化させることを特徴とする。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0015】

また、前記第1の素子及び前記第2の素子が夫々有する空間変調パターンに含まれる空間周波数の最小値が前記照明光学系の解像限界である空間周波数より高くなり、前記標本に照明される前記第1の素子と前記第2の素子とから生成されるモアレの空間周波数の最大値が前記照明光学系の解像限界である空間周波数より低くなるように構成されていることが好ましい。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0025

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0025】

また、本発明の観察方法は、光源から射出された光の空間周波数を空間変調素子によって変調し、前記空間変調素子によって形成された空間変調像を照明光学系により標本に照明し、前記光源から照射された光の波長とは異なる、前記標本からの光を結像光学系により前記空間変調素子上に中間像を結像し、リレー光学系により前記中間像をリレーし、前記リレー光学系によりリレーされた前記中間像を撮像装置により撮像し、前記標本を照明する前記空間変調像の空間変調像位相を位相変化手段により変化させ、前記空間変調素子は、前記標本と略共役な位置に配置された第1の素子と、前記標本と略共役な位置に配置され、前記結像光学系の光軸に対して略平行な回転軸を中心に回転可能に設置された第2の素子とから構成され、前記第1の素子と前記第2の素子とにより形成される前記空間変調像の空間変調像位相を、前記回転軸を中心に前記第2の素子を回転させることにより変化させる。