

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-276831

(P2010-276831A)

(43) 公開日 平成22年12月9日(2010.12.9)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)	
GO2B	21/00	(2006.01)	GO2B 21/00	2H052
GO2B	21/16	(2006.01)	GO2B 21/16	2H097
GO2B	21/24	(2006.01)	GO2B 21/24	5F046
HO1L	21/027	(2006.01)	HO1L 21/30	5O2D
GO3F	7/20	(2006.01)	GO3F 7/20	5O1

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2009-128895 (P2009-128895)
 (22) 出願日 平成21年5月28日 (2009. 5. 28)

(71) 出願人 000004112
 株式会社ニコン
 東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
 (74) 代理人 100082131
 弁理士 稲本 義雄
 (74) 代理人 100121131
 弁理士 西川 孝
 (72) 発明者 芦田 大輔
 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
 式会社ニコン内
 Fターム(参考) 2H052 AB01 AB24 AB26 AC04 AC12
 AC14 AC27 AC34 AD29 AD33
 AF13
 2H097 BA10 CA17 GB04 LA20
 5F046 CA03 CB02 CB12 DA13

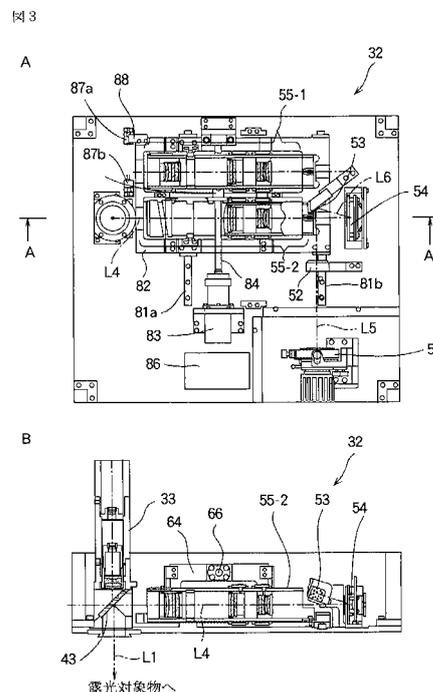
(54) 【発明の名称】 顕微鏡システム

(57) 【要約】

【課題】 高精度で露光する。

【解決手段】 露光照明ユニット32は、レボルバに装着されている複数の対物レンズのそれぞれに対して倍率補正調整がなされている第2対物レンズを複数有している。そして、露光照明ユニット32では、光軸L1上に配置される対物レンズが切り替えられると、第2対物レンズ55-1および55-2がスライドし、光軸L1上に配置された対物レンズ14に対して倍率補正調整がなされている方を經由して、DMD54により変調された露光光が対物レンズに入射される。本発明は、例えば、MEMSデバイスの製作および観察をする顕微鏡システムに適用できる。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

露光対象物を載置するステージと、
 複数の対物レンズが装着され、前記露光対象物を露光する際の光軸上に配置される前記対物レンズを切り替える切り替え手段と、
 前記露光対象物に照射される露光光を発生する露光光源と、
 前記露光光源から発せられた露光光を、露光領域に従ったパターンで変調する空間光変調手段と、
 前記対物レンズごとに倍率補正調整がなされた複数の第 2 対物レンズと、
 前記切り替え手段により前記対物レンズが切り替えられると、前記光軸上に配置された前記対物レンズに対して倍率補正調整がなされている前記第 2 対物レンズを経由して、前記空間光変調手段により変調された露光光が前記対物レンズに入射するように、前記第 2 対物レンズを選択する選択手段と
 を備えることを特徴とする顕微鏡システム。

10

【請求項 2】

前記選択手段は、前記露光光が前記対物レンズに向かう光路に、前記光軸上に配置された前記対物レンズに対して倍率補正調整がなされている前記第 2 対物レンズを挿入することで、前記第 2 対物レンズを選択することを特徴とする請求項 1 に記載の顕微鏡システム。

20

【請求項 3】

前記選択手段は、前記光軸上に配置された前記対物レンズに対して倍率補正調整がなされている前記第 2 対物レンズを経由するように、前記露光光の光路を切り替えることで、前記第 2 対物レンズを選択することを特徴とする請求項 1 に記載の顕微鏡システム。

30

【請求項 4】

露光対象物を載置する第 1 のステージと、
 前記露光対象物を露光する際の光軸上に配置される第 1 の対物レンズと、
 前記露光対象物に照射される露光光を発生する第 1 の露光光源と、
 前記第 1 の露光光源から発せられた露光光を、露光領域に従ったパターンで変調する第 1 の空間光変調手段と、
 前記第 1 の対物レンズに対して倍率補正調整がなされた第 1 の第 2 対物レンズと
 を有する第 1 の顕微鏡装置と、
 露光対象物を載置する第 2 のステージと、
 前記露光対象物を露光する際の光軸上に配置され、前記第 1 の対物レンズとは異なる倍率の第 2 の対物レンズと、
 前記露光対象物に照射される露光光を発生する第 2 の露光光源と、
 前記第 2 の露光光源から発せられた露光光を、露光領域に従ったパターンで変調する第 2 の空間光変調手段と、
 前記第 2 の対物レンズに対して倍率補正調整がなされた第 2 の第 2 対物レンズと
 を有する第 2 の顕微鏡装置と
 を備えることを特徴とする顕微鏡システム。

30

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、顕微鏡システムに関し、特に、高精度で露光することができるようにした顕微鏡システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、微小な構造の電気機械システムである MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) に関する技術を研究開発する研究開発機関では、多種多様の MEMS デバイスが製作されて

50

いる。また、MEMSデバイスの欠陥チェックなどに使用する顕微鏡装置と、MEMSデバイスを製作する露光装置とのそれぞれを用いて研究開発が行われている。

【0003】

例えば、図1は、従来の顕微鏡装置を示す側面図である。

【0004】

図1に示すように、顕微鏡装置11は、露光対象物12が載置されるステージ13と、対物レンズ14が装着されるレボルバ15とが取り付けられている顕微鏡本体16の上部に、下から順に、落射照明ユニット17、AF(Auto Focus)ユニット18、および観察鏡筒19が装着されて構成される。また、落射照明ユニット17には、露光対象物12を照明するランプ(図示せず)が収納されたランプハウス20が取り付けられ、観察鏡筒19には、カメラポート21を介して撮像装置22が取り付けられる。

10

【0005】

また、MEMSデバイスを製作する露光装置には、例えば、DMD(Digital Micromirror Device)などの空間光変調手段により形成したパターンを縮小投影する、いわゆるマスクレス露光装置(特許文献1参照)を使用することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2004-335639号公報

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、従来、MEMSデバイスを製作する作業と、MEMSデバイスを観察する作業とが繰り返して行われる研究開発では、それらの作業を効率よく行うことが要求される。しかしながら、顕微鏡装置と露光装置とはそれぞれ独立した装置であるので、それらの装置間でMEMSデバイスを移動させる必要があり、作業を効率よく行うことが困難であった。

【0008】

またMEMSの研究開発を行うためには、顕微鏡装置と露光装置とのそれぞれが必要となるため、高額な費用が必要になるとともに、2台分の装置の設置スペースが必要になる。

【0009】

30

このような問題に対し、例えば、1台でかつ複数の対物レンズを切り替えて使用可能な装置で、MEMSデバイスの製作および観察を行うことができれば問題を解決することができると考えられるが、そのような装置では高精度で露光することは困難であると考えられる。

【0010】

本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、高精度で露光することができるようにするものである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の顕微鏡システムは、露光対象物を載置するステージと、複数の対物レンズが装着され、前記露光対象物を露光する際の光軸上に配置される前記対物レンズを切り替える切り替え手段と、前記露光対象物に照射される露光光を発生する露光光源と、前記露光光源から発せられた露光光を、露光領域に従ったパターンで変調する空間光変調手段と、前記対物レンズごとに倍率補正調整がなされた複数の第2対物レンズと、前記切り替え手段により前記対物レンズが切り替えられると、前記光軸上に配置された前記対物レンズに対して倍率補正調整がなされている前記第2対物レンズを経由して、前記空間光変調手段により変調された露光光が前記対物レンズに入射するように、前記第2対物レンズを選択する選択手段とを備えることを特徴とする。

40

【0012】

本発明の顕微鏡システムにおいては、切り替え手段により対物レンズが切り替えられる

50

と、光軸上に配置された対物レンズに対して倍率補正調整がなされている第2対物レンズを経由して、空間光変調手段により変調された露光光が対物レンズに入射するように、第2対物レンズが選択される。これにより、高精度で露光対象物を露光することができる。

【発明の効果】

【0013】

本発明の顕微鏡システムによれば、高精度で露光することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】従来の顕微鏡装置を示す側面図である。

【図2】本発明を適用した顕微鏡システムの第1の実施の形態の構成例を示す側面図である。 10

【図3】露光照明ユニットの内部構造を示す図である。

【図4】露光光源を側面から見た部分的な断面図である。

【図5】AFユニットの構成について説明する図である。

【図6】露光照明ユニットの他の構成例の内部構造を示す図である。

【図7】顕微鏡システムの第2の実施の形態の構成例を示す正面図である。

【図8】露光照明ユニットの内部構造を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明を適用した具体的な実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。 20

【0016】

図2は、本発明を適用した顕微鏡システムの第1の実施の形態の構成例を示す側面図である。なお、本明細書において、システムとは、複数の装置により構成される装置全体を表すものである。

【0017】

図2に示されている顕微鏡システム31は、図1の顕微鏡装置11のAFユニット18と観察鏡筒19との間に、露光照明ユニット32が装着された構成となっている。即ち、顕微鏡システム31は、ステージ13、対物レンズ14、レボルバ15、顕微鏡本体16、ランプハウス20を備えた落射照明ユニット17、AFユニット18、観察鏡筒19、および露光照明ユニット32を備えて構成されている。 30

【0018】

ステージ13は、その上面にウェハや液晶基板などの露光対象物12を固定し、水平方向および鉛直方向へ露光対象物12を移動することができるように構成されている。

【0019】

対物レンズ14は、露光対象物12の観察または露光の際の倍率を決定し、低倍率から高倍率までの複数の対物レンズ14がレボルバ15に装着されている。

【0020】

また、図2において、露光対象物12の観察または露光に使用される対物レンズ14の光軸を光軸L1とし、レボルバ15を回転させることで、光軸L1上に配置される対物レンズ14が切り替えられる。このように、光軸L1上に配置される対物レンズ14を切り替えることで、露光対象物12の観察または露光の際の倍率が変更される。 40

【0021】

顕微鏡本体16は、顕微鏡システム31の基部であり、ステージ13およびレボルバ15を固定するとともに、顕微鏡本体16の上部には、下から順に、落射照明ユニット17、AFユニット18、露光照明ユニット32、および観察鏡筒19が装着される。

【0022】

落射照明ユニット17には、図示しないランプが収納されたランプハウス20が取り付けられており、ランプから発せられた照明光が、落射照明ユニット17内の光路合成ミラー41により反射され、光軸L1に沿って伝搬し、露光対象物12を照明する。また、照 50

明光としては、露光対象物 1 2 を感光させないとともに、可視光での露光対象物 1 2 の観察が可能な波長域の光、例えば、600nm 付近の光が用いられる。

【 0 0 2 3 】

A F ユニット 1 8 は、TTL (Through The Lens) 方式によりオートフォーカスを行うための装置であり、図 5 を参照して後述するように、露光対象物 1 2 に対して A F 光を照射する A F 光源や、A F 光が照射された露光対象物 1 2 の照射面の画像を取得する撮像素子などが内蔵されている。また、A F 光としては、露光対象物 1 2 を感光させない波長域の光、例えば、800nm 付近の光が用いられる。

【 0 0 2 4 】

露光照明ユニット 3 2 は、図 3 を参照して後述するように、露光対象物 1 2 を露光するための露光光を照射する露光光源などを内蔵し、露光光源から発せられた露光光が露光照明ユニット 1 7 の光軸 L 1 に配置されたダイクロイックミラー 4 3 により、光軸 L 1 に沿って露光対象物 1 2 に照射されて、露光対象物 1 2 が露光される。また、露光光としては、露光対象物 1 2 を感光させる波長域の光、例えば、430nm の光が用いられる。

10

【 0 0 2 5 】

観察鏡筒 1 9 は、対物レンズ 1 4 と共に用いることで、露光対象物 1 2 の像を結像する結像光学系を備え、ユーザは、観察鏡筒 1 9 の接眼レンズを介して、露光対象物 1 2 の像を肉眼で観察することができる。また、観察鏡筒 1 9 が有するカメラポート 2 1 を介して、露光対象物 1 2 の観察像を撮像する撮像装置 2 2 を装着することができる。

【 0 0 2 6 】

ここで、対物レンズ 1 4 から観察鏡筒 1 9 に向かう光軸 L 1 上には、光路合成ミラー 4 1、並びにダイクロイックミラー 4 2 および 4 3 が配置されている。ダイクロイックミラー 4 2 および 4 3 は、それぞれ異なる所定の波長域の光だけを反射し、それらの波長域以外の光を透過させる特殊なミラー（例えば、マルチバンドダイクロイックミラー）である。

20

【 0 0 2 7 】

光路合成ミラー 4 1 は、落射照明ユニット 1 7 内に配置されており、ランプハウス 2 0 のランプから発せられた照明光（例えば、波長が 600nm 付近である光）の一部を反射し、残りを透過させる。即ち、光路合成ミラー 4 1 は、落射照明光路の光軸 L 2 に沿って光路合成ミラー 4 1 に入射する照明光を、光軸 L 1 に沿って対物レンズ 1 4 に向かって反射し、対物レンズ 1 4 を介して露光対象物 1 2 に照明光が照射される。一方、光路合成ミラー 4 1 は、A F ユニット 1 8 からの A F 光、および、露光照明ユニット 3 2 からの露光光を透過させることができる。

30

【 0 0 2 8 】

ダイクロイックミラー 4 2 は、A F ユニット 1 8 内に配置されており、A F 光源（後述する図 5 の A F 光源 7 1）から発せられた A F 光（例えば、波長が 800nm 付近である光）だけを反射し、A F 光の波長域以外の光を透過させる。

【 0 0 2 9 】

即ち、ダイクロイックミラー 4 2 は、A F 光路の光軸 L 3 に沿ってダイクロイックミラー 4 2 に入射する A F 光を、光軸 L 1 に沿って対物レンズ 1 4 に向かって反射し、対物レンズ 1 4 を介して露光対象物 1 2 に A F 光が照射される。そして、露光対象物 1 2 で反射または拡散された A F 光が、対物レンズ 1 4 を介してダイクロイックミラー 4 2 に入射し、ダイクロイックミラー 4 2 は、その A F 光を A F 光路の光軸 L 3 に沿って反射する。一方、ダイクロイックミラー 4 2 は、露光照明ユニット 3 2 からの露光光や光路合成ミラー 4 1 を透過した照明光を透過させることができる。

40

【 0 0 3 0 】

ダイクロイックミラー 4 3 は、露光照明ユニット 3 2 内に配置されており、露光光源（後述する図 3 の露光光源 5 1）から発せられた露光光（例えば、波長が 430nm である光）だけを反射し、露光光の波長域以外の光を透過させる。即ち、ダイクロイックミラー 4 3 は、露光光路の光軸 L 4 に沿ってダイクロイックミラー 4 3 に入射する露光光を、光軸 L

50

1 に沿って対物レンズ 1 4 に向かって反射し、対物レンズ 1 4 を介して露光対象物 1 2 に露光光が照射される。一方、ダイクロミックミラー 4 3 は、光路合成ミラー 4 1 を透過した照明光を透過させることができる。

【 0 0 3 1 】

このように構成されている顕微鏡システム 3 1 では、A F ユニット 1 8 からの出力に応じてステージ 1 3 の高さが調整されて、対物レンズ 1 4 の焦点が露光対象物 1 2 に合わされた後、露光照明ユニット 3 2 からの露光光により露光対象物 1 2 が露光される。そして、ユーザは、観察鏡筒 1 9 の対物レンズを介して肉眼で、または、撮像装置 2 2 により撮像された画像により、露光対象物 1 2 を観察すること、例えば、欠陥チェックなどを行うことができる。

10

【 0 0 3 2 】

従って、例えば、顕微鏡システム 3 1 を MEMS の研究開発に使用することで、MEMS デバイスを製作する作業と、MEMS デバイスを観察する作業とが繰り返して行われる研究開発において、製作および観察の対象となる MEMS デバイスをステージ 1 3 から移動させる必要がなく、それらの作業を効率よく行うことができる。

【 0 0 3 3 】

また、従来のように、顕微鏡装置と露光装置との独立した装置をそれぞれ用意する必要がなく、1 台の顕微鏡システム 3 1 を購入するだけでよいので、研究開発を行うための費用が高額になることを抑制することができる。さらに、2 台の装置を配置しなくてもよいので、従来よりも省スペースとすることができる。

20

【 0 0 3 4 】

さらに、図 1 の顕微鏡装置 1 1 を既に所有しているユーザは、露光照明ユニット 3 2 を購入するだけで、露光対象物 1 2 の露光および観察を行うことができる顕微鏡システム 3 1 を構成することができる。

【 0 0 3 5 】

次に、図 3 は、露光照明ユニット 3 2 の内部構造を示す図であり、図 3 A には、露光照明ユニット 3 2 の平面図が示されており、図 3 B には、図 3 A の矢印 A から見た露光照明ユニット 3 2 の矢視図が示されている。また、図 3 の露光照明ユニット 3 2 は、図 2 の観察鏡筒 1 9 に替えて、図示しない撮像装置を装着可能なカメラポート 3 3 を有する構成となっている。

30

【 0 0 3 6 】

露光照明ユニット 3 2 には、露光対象物 1 2 に対して露光光を照射する露光光源 5 1 が配設されており、露光光源 5 1 から光軸 L 5 に沿って、例えば、430nm の波長の露光光が発せられる。露光光源 5 1 は、露光光を発生する LED (Light Emitting Diode) が、光軸 L 5 に対して直交する平面内の X - Y 方向への微調整、および、光軸 L 5 に対するズレ角度の微調整が可能な X Y ステージに保持されて構成されており、X Y ステージにより露光光の光軸が調整可能となっている。

【 0 0 3 7 】

露光光源 5 1 から光軸 L 5 に沿って発せられた露光光は、光軸 L 5 上に配置されているコンデンサーレンズ 5 2 により収束されてミラー 5 3 に入射する。ミラー 5 3 は、DMD 5 4 に向かう光軸 L 6 に沿って露光光を反射し、DMD 5 4 に露光光が照射される。

40

【 0 0 3 8 】

DMD 5 4 は、像面と共役の位置に配置されており、ステージ 1 3 に載置されている露光対象物 1 2 に露光すべきパターンを、図示しない制御装置の制御に従って生成する。

【 0 0 3 9 】

即ち、DMD 5 4 は、複数の微小なマイクロミラーがマトリクス状に配列されて構成されており、制御装置の制御に従って、各マイクロミラーの反射面を所定方向へ傾けることができる。例えば、DMD 5 4 は、露光対象物 1 2 を露光すべき領域に該当するマイクロミラーの傾きを、光軸 L 6 に沿って入射する露光光が光軸 L 4 に向かって反射されるように制御し、露光対象物 1 2 を露光すべき領域以外の領域に該当するマイクロミラーの傾きを

50

、光軸 L 6 に沿って入射する露光光が光軸 L 4 以外の方向に反射されるように制御（例えば、光軸 L 4 がマイクロミラーに対して垂直になるように制御）する。

【 0 0 4 0 】

このように、DMD 5 4 では、各マイクロミラーで露光領域のパターンが形成され、その露光領域のマイクロミラーにより、露光対象物 1 2 を露光すべき領域に対応する露光光のみが光軸 L 4 に沿って反射される。

【 0 0 4 1 】

DMD 5 4 により光軸 L 4 に沿って反射された露光光は、DMD 5 4 とダイクロイックミラー 4 3 との間に配置されている第 2 対物レンズ 5 5 - 1 を介してダイクロイックミラー 4 3 に入射する。そして、ダイクロイックミラー 4 3 により、光軸 L 1 に沿って露光対象物 1 2 に向かって反射され、対物レンズ 1 4 を介して露光対象物 1 2 の露光面を露光する。

10

【 0 0 4 2 】

ここで、露光照明ユニット 3 2 は、2 つの第 2 対物レンズ 5 5 - 1 および 5 5 - 2 を備えており、第 2 対物レンズ 5 5 - 1 および 5 5 - 2 は、露光に使用される対物レンズ 1 4 に対して倍率補正調整がなされている。

【 0 0 4 3 】

具体的には、第 2 対物レンズ 5 5 - 1 および 5 5 - 2 は、複数のレンズ群と、それらのレンズ群の位置を光軸方向に調整可能な調整機構とを備えて構成される。一般的に、顕微鏡用の対物レンズ 1 4 は、 $\pm 5\%$ の倍率誤差が許容されており、対物レンズ 1 4 ごとに倍率にバラツキが生じている。そこで、第 2 対物レンズ 5 5 - 1 および 5 5 - 2 は、それぞれ組み合わされて使用される対物レンズ 1 4 の誤差を解消するように、調整機構が複数のレンズ群の位置を微調整することで、それぞれの倍率が微調整される。

20

【 0 0 4 4 】

例えば、第 2 対物レンズ 5 5 - 1 には、10 倍の倍率の対物レンズ 1 4 に生じる誤差を 0 にするように、第 2 対物レンズ 5 5 - 1 自身の倍率を補正する調整がなされている。また、第 2 対物レンズ 5 5 - 2 には、100 倍の倍率の対物レンズ 1 4 に生じる誤差を 0 にするように、第 2 対物レンズ 5 5 - 2 自身の倍率を補正する調整がなされている。

【 0 0 4 5 】

第 2 対物レンズ 5 5 - 1 および 5 5 - 2 は、それぞれの光軸が平行になるように、台座 8 2 の上面に固定される。台座 8 2 は、露光照明ユニット 3 2 の筐体の底面上に配設された 2 本のレール 8 1 a および 8 1 b にスライド可能に取り付けられており、レール 8 1 a および 8 1 b により、光軸 L 4 と直交する方向に案内される。

30

【 0 0 4 6 】

また、露光照明ユニット 3 2 の筐体の底面上には、レール 8 1 a および 8 1 b の長手方向と平行な回転軸を有するモータ 8 3 が配設されており、モータ 8 3 の回転軸には、例えば、ユニバーサルジョイントを介してボールネジ軸 8 4 が接続されている。そして、ボールネジ軸 8 4 のネジ部に組み合わされるボールネジナットは、台座 8 2 に固定されている連結部材 8 5 に装着されており、連結部材 8 5 により台座 8 2 とボールネジ軸 8 4 とが連結されている。

【 0 0 4 7 】

即ち、モータ 8 3 によるボールネジ軸 8 4 の回転運動が、ボールネジ軸 8 4 のネジ部と連結部材 8 5 のボールネジナットとにより、台座 8 2 を光軸 L 4 に直交する方向に移動させる直動運動に変換される。つまり、モータ 8 3 が回転することにより、台座 8 2 に固定された第 2 対物レンズ 5 5 - 1 および 5 5 - 2 が光軸 L 4 に直交する方向に移動する。

40

【 0 0 4 8 】

モータ 8 3 は、モータドライバ基板 8 6 の制御に従って駆動する。モータドライバ基板 8 6 には、レボルバ 1 5 の回転に従って光軸 L 1 上に配置される対物レンズ 1 4 の倍率を示す信号（例えば、対物レンズ 1 4 が装着されている番地など）が供給される。

【 0 0 4 9 】

モータドライバ基板 8 6 は、例えば、10 倍の倍率の対物レンズ 1 4 が光軸 L 1 上に配

50

置されたことを検出すると、モータ83を回転させて台座82をスライドさせ、第2対物レンズ55-1を光軸L4上に挿入して配置させる。一方、モータドライバ基板86は、例えば、100倍の倍率の対物レンズ14が光軸L1上に配置されたことを検出すると、モータ83を回転させて台座82をスライドさせ、第2対物レンズ55-2を光軸L4上に挿入して配置させる。

【0050】

また、露光照明ユニット32の筐体の底面上には、例えば、フォトダイオードなどの検出部を備えたリミットセンサ87aおよび87bが、第2対物レンズ55-1および55-2の光軸間の距離に応じた間隔で配設されている。リミットセンサ87aおよび87bは、検出部による光の検出の有無を示す信号をモータドライバ基板86に出力する。

10

【0051】

また、台座82に固定されている遮光板88は、台座82のスライドによって、第2対物レンズ55-1が光軸L4上に配置されると、リミットセンサ87aの受光部を遮光する。一方、遮光板88は、台座82のスライドによって、第2対物レンズ55-2が光軸L4上に配置されると、リミットセンサ87bの受光部を遮光する。

【0052】

従って、モータドライバ基板86は、リミットセンサ87aおよび87bを移動させるときに、リミットセンサ87aおよび87bからの出力に従って、第2対物レンズ55-1および55-2のいずれかが光軸L4上に配置されたことを検出して、モータ83の回転を停止する。

20

【0053】

このように、露光照明ユニット32は、10倍の倍率の対物レンズ14に対して倍率補正調整がなされている第2対物レンズ55-1と、100倍の倍率の対物レンズ14に対して倍率補正調整がなされている第2対物レンズ55-2とを備えており、10倍の倍率の対物レンズ14と100倍の倍率の対物レンズ14との切り替えに応じて、光軸L4上に配置される第2対物レンズ55-1および55-2が切り替えられるので、光軸L1上に配置される対物レンズ14を切り替えても、正確な倍率（理論値どおりの倍率）で露光対象物12の露光面を露光することができる。

【0054】

即ち、一般的に、顕微鏡が有する複数の対物レンズは、±5%の倍率誤差が許容されており、複数の対物レンズに対して1つの第2対物レンズを使用する場合には、露光に用いる対物レンズを切り替えるたびに、それぞれの対物レンズの誤差によって、正確な倍率で露光することができなかつた。従って、例えば、露光領域が広いときと狭いときとで、ユーザが生成したい線幅に対して誤差が発生していた。

30

【0055】

これに対し、露光照明ユニット32では、例えば、露光領域が広いときには、10倍の倍率の対物レンズ14と第2対物レンズ55-1との組み合わせで露光を行うとともに、露光領域が狭いときには、100倍の倍率の対物レンズ14と第2対物レンズ55-2との組み合わせで露光を行うので、それぞれの露光領域に対して、ユーザが生成したい線幅で、露光対象物12の露光面を露光することができる。

40

【0056】

次に、図4は、図3の露光光源51を側面から見た部分的な断面図である。

【0057】

図4に示すように、露光光源51は、露光光を発生するLED61が、LED61を駆動させる基板62に実装されており、LED61の前方（LED61が露光光を出力する方向）には、コリメータレンズ63およびフライアイレンズ64が装着されている。LED61から発せられた露光光は、コリメータレンズ63およびフライアイレンズ64により平行な光束に補正される。

【0058】

そして、LED61、基板62、コリメータレンズ63、およびフライアイレンズ64が

50

一体となってXY ステージ65に保持されており、XY ステージ65により、露光光源51からミラー53(図3)に向かう光軸L5に一致するように、露光光の光軸が調整される。

【0059】

次に、図5を参照して、AFユニット18の構成について説明する。

【0060】

AFユニット18において、AF光源71は、露光対象物12を感光させない波長域のAF光、例えば、800nm付近の波長域のAF光を発生する。AF光源71から発せられたAF光は、スリット72を通過することで、コンデンサーレンズ73に入射しない不要な光がカットされる。スリット72を通過した照明光は、コンデンサーレンズ73により収束されてハーフマスク74に入射する。ハーフマスク74は、例えば、照明光の光軸方向から見て半円の形状の光を通過させるマスクであり、コンデンサーレンズ73により集光されたAF光の光束を、半円の形状とする。

10

【0061】

ハーフマスク74を通過した照明光は、ハーフミラー75を透過して、リレーレンズ76aおよび76bによりリレーされて、図3のダイクロイックミラー42により、光軸L1に沿って露光対象物12に向かって反射される。そして、光軸L1上にある対物レンズ14の瞳にハーフマスク74の像が形成され、露光対象物12の露光対象面にAF光が照射される。このとき、スリット72と、露光対象物12の露光対象面が共役な関係になっているので、スリット72の像が露光対象物12の露光対象面に照射される。

20

【0062】

露光対象物12の露光対象面で反射されたAF光は、対物レンズ14、ダイクロイックミラー42並びに、リレーレンズ76aおよび76bを介して、ハーフミラー75に入射し、ハーフミラー75によりミラー77に向かって反射される。そして、ミラー77により反射されたAF光は、結像レンズ78により集光されて、CCD79の撮像面に露光対象物12の露光対象面の像が結像され、CCD79により画像が撮像される。

【0063】

CCD79により撮像された画像は、図示しない画像処理装置により画像処理が施され、AF光による像の重心位置が求められる。そして、画像処理からの出力に応じて、例えば、図示しない制御装置がステージ13の光軸L1方向の位置を制御し、像の重心位置が光軸上となるようにステージ13に載置された露光対象物12の高さが調整される。これにより、対物レンズ14の焦点が露光対象物12の露光対象面に合致する。

30

【0064】

なお、AF光を照射してスリット72の像のコントラストに基づいてフォーカスを求める場合、半円の形状のハーフマスク74は必要なく、ハーフマスク74を用いずにAFユニット18を構成してもよい。

【0065】

ところで、図3の露光照明ユニット32では、第2対物レンズ55-1および55-2がスライドすることで、露光光の光路に配置される第2対物レンズが切り替えられているが、この他、例えば、所定の回転軸を中心に回転するレボルバに第2対物レンズ55-1および55-2を装着させて、対物レンズ14の切り替えに応じて、第2対物レンズ55-1および55-2を回転させて、露光光の光路に配置されるものを切り替えることができる。即ち、露光照明ユニット32は、第2対物レンズ55-1および55-2を切り替えて露光光の光路に挿入することができるように構成されていけばよい。

40

【0066】

さらに、第2対物レンズ55-1および55-2をスライドさせたり、回転させたりする他、例えば、第2対物レンズ55-1および55-2を固定した状態のままで、第2対物レンズ55-1および55-2のいずれかが選択されるように露光光の光路が切り替えられるようにしてもよい。

【0067】

50

即ち、図6を参照して、露光光の光路が切り替えられる構成例の露光照明ユニットについて説明する。

【0068】

図6の露光照明ユニット32'では、第2対物レンズ55-1および55-2は、それぞれの光軸が平行になるように、所定の間隔で露光照明ユニット32の筐体の底面上に配設される。

【0069】

また、DMD54により反射された露光光の光軸L4上には、露光光の光路を切り替える回動ミラー91および92が配置されており、回動ミラー91および92が同期して回動することで、第2対物レンズ55-1および55-2のいずれかが選択される。

10

【0070】

図6では、第2対物レンズ55-1が選択された状態が示されており、回動ミラー91により反射された露光光は、第2対物レンズ55-1の光軸上に配置されているミラー93により反射されて、第2対物レンズ55-1に導入される。そして、第2対物レンズ55-1を通過した露光光は、第2対物レンズ55-1の光軸上に配置されているミラー94により反射されて、光軸L1上に配置される回動ミラー92により、光軸L1に沿って露光対象物12に向かって反射される。

【0071】

また、回動ミラー91および92が回動することにより、第2対物レンズ55-2が選択される。

20

【0072】

つまり、露光照明ユニット32'では、回動ミラー91が装着される円筒状の台座と、図示しないモータにより回動されるプーリ97aとの間にはベルト98aが掛けられており、プーリ97aの回動に応じて、回動ミラー91が回動する。同様に、回動ミラー92が装着される円筒状の台座と、図示しないモータにより回動されるプーリ97bの間にはベルト98bが掛けられており、プーリ97bの回動に応じて、回動ミラー92が回動する。

【0073】

プーリ97aおよび97bを回動させるモータは、図3のモータドライバ基板86と同様のモータドライバ基板(図示せず)により制御され、そのモータドライバ基板が、100倍の倍率の対物レンズ14が光軸L1上に配置されたことを検出すると、プーリ97aおよび97bを回転させて、回動ミラー91および92をそれぞれ回転させる。

30

【0074】

そして、回動ミラー91が、図6Aの時計回りに90度回転するとともに、回動ミラー92が180度回転することで、第2対物レンズ55-2が選択される。

【0075】

即ち、この場合、回動ミラー91により反射された露光光は、第2対物レンズ55-2の光軸上に配置されているミラー95により反射されて、第2対物レンズ55-2に導入される。そして、第2対物レンズ55-2を通過した露光光は、第2対物レンズ55-2の光軸上に配置されているミラー96により反射されて、光軸L1上に配置される回動ミラー92により、光軸L1に沿って露光対象物12に向かって反射される。

40

【0076】

このように構成される露光照明ユニット32'により、図3の露光照明ユニット32と同様に、対物レンズ14の切り替えに応じて、100倍の倍率の対物レンズ14と第2対物レンズ55-1との組み合わせで露光を行うこと、および、1000倍の倍率の対物レンズ14と第2対物レンズ55-2との組み合わせで露光を行うことができるので、露光の倍率を切り替えても、正確な倍率で露光対象物12の露光面を露光することができる。

【0077】

なお、回動ミラー91および92を回動させるような構成以外でも、固定されている第2対物レンズ55-1および55-2のいずれかに光路を切り替えることができるように

50

露光照明ユニット 3 2 ' が構成されていればよい。例えば、複数のミラーを有する光路選択素子をスライドさせることにより、第 2 対物レンズ 5 5 - 1 および 5 5 - 2 のいずれかに光路を切り替えるように露光照明ユニット 3 2 ' を構成することができる。

【 0 0 7 8 】

なお、露光照明ユニット 3 2 は、第 2 対物レンズ 5 5 - 1 および 5 5 - 2 をスライドさせるための可動部を有し、露光照明ユニット 3 2 ' は、回動ミラー 9 1 および 9 2 を回動させるための可動部を有しているが、第 2 対物レンズ 5 5 - 1 および 5 5 - 2 ごとに、露光光源 5 1 から露光対象物 1 2 までの光路をそれぞれ有することで、このような可動部を有しない構成とすることができる。

【 0 0 7 9 】

即ち、図 7 は、顕微鏡システムの第 2 の実施の形態の構成例を示す正面図である。

【 0 0 8 0 】

図 7 の顕微鏡システム 1 0 0 は、2 セットの顕微鏡部分と、それらの顕微鏡部分にまたがって配置された露光照明ユニット 1 0 1 を備えて構成される。

【 0 0 8 1 】

2 セットの顕微鏡部分は、図 1 の顕微鏡装置 1 1 から観察鏡筒 1 9 が取り外された構成とそれぞれ同一であり、即ち、ステージ 1 3 - 1 および 1 3 - 2、対物レンズ 1 4 - 1 および 1 4 - 2、レボルバ 1 5 - 1 および 1 5 - 2、顕微鏡本体 1 6 - 1 および 1 6 - 2、落射照明ユニット 1 7 - 1 および 1 7 - 2、AF ユニット 1 8 - 1 および 1 8 - 2 を備えて構成されている。

【 0 0 8 2 】

また、例えば、対物レンズ 1 4 - 1 は 1 0 倍の倍率とされ、対物レンズ 1 4 - 2 は 1 0 0 倍の倍率とされている。そして、対物レンズ 1 4 - 1 の光軸 L 1 - 1 には、1 0 倍の倍率の対物レンズ 1 4 - 1 に対して倍率補正調整がなされた第 2 対物レンズ 5 5 - 1 を介して露光光が照射される。一方、対物レンズ 1 4 - 2 の光軸 L 1 - 2 には、1 0 0 倍の倍率の対物レンズ 1 4 - 2 に対して倍率補正調整がなされた第 2 対物レンズ 5 5 - 2 を介して露光光が照射される。

【 0 0 8 3 】

次に、図 8 は、露光照明ユニット 1 0 1 の内部構造を示す図である。

【 0 0 8 4 】

露光照明ユニット 1 0 1 は、2 つの露光光源 5 1 - 1 および 5 1 - 2 を備えており、露光光源 5 1 - 1 および 5 1 - 2 から発せられた露光光は、それぞれ異なる光路を経由して光軸 L 1 - 1 および L 1 - 2 に照射される。

【 0 0 8 5 】

即ち、露光光源 5 1 - 1 から光軸 L 1 - 1 に向かう光路上には、シャッタ 1 0 2 - 1、コンデンサーレンズ 5 2 - 1、ミラー 5 3 - 1、DMD 5 4 - 1、第 2 対物レンズ 5 5 - 1、およびダイクロイックミラー 4 3 - 1 が配置されている。また、露光光源 5 1 - 2 から光軸 L 1 - 2 に向かう光路上には、シャッタ 1 0 2 - 2、コンデンサーレンズ 5 2 - 2、ミラー 5 3 - 2、DMD 5 4 - 2、第 2 対物レンズ 5 5 - 2、およびダイクロイックミラー 4 3 - 2 が配置されている。

【 0 0 8 6 】

そして、露光光源 5 1 - 1 から発せられる露光光により露光を行うときには、シャッタ 1 0 2 - 1 を開放するとともに、シャッタ 1 0 2 - 2 が閉鎖されて、図 7 のステージ 1 3 - 1 に載置されている露光対象物 1 2 - 1 に対する露光が行われる。一方、露光光源 5 1 - 2 から発せられる露光光により露光を行うときには、シャッタ 1 0 2 - 2 を開放するとともに、シャッタ 1 0 2 - 1 が閉鎖されて、図 7 のステージ 1 3 - 2 に載置されている露光対象物 1 2 - 2 に対する露光が行われる。

【 0 0 8 7 】

このように、2 セットの顕微鏡部分を備え、露光光源 5 1 - 1 から露光対象物 1 2 - 1 までの光路、および、露光光源 5 1 - 2 から露光対象物 1 2 - 2 までの光路から可動部を

10

20

30

40

50

排除する構成、即ち、光路を切り替えるための光学素子などを用いない構成とすることで、可動部のガタによる切り替え誤差が発生することがなくなり、高精度な露光が可能となる。また、10倍の倍率の対物レンズ14-1と第2対物レンズ55-1との組み合わせで露光を行うこと、および、100倍の倍率の対物レンズ14-2と第2対物レンズ55-2との組み合わせで露光を行うことができるので、露光の倍率を切り替えても、正確な倍率で露光対象物12の露光面を露光することができる。

【0088】

なお、ステージ13-1および13-2が1枚のステージにより構成されていてもよく、このようにすることで、そのステージに載置される露光対象物12の移動、例えば、光軸L1-1と光軸L1-2との間の移動をスムーズに行うことができ、作業効率を向上させることができる。

10

【0089】

また、顕微鏡システムが、2セット以上の複数の顕微鏡部分を備えて構成されていてもよく、それぞれの顕微鏡部分で倍率の異なる対物レンズを使用するようにしてもよい。

【0090】

なお、顕微鏡システム31では、落射照明ユニット17、AFユニット18、および露光照明ユニット32において、それぞれに形成される接続部（例えば、丸アリ）を共通の形状とすることで、それぞれの順番を入れ替えて互いに装着可能となるように構成することができる。

【0091】

なお、本発明の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

20

【符号の説明】

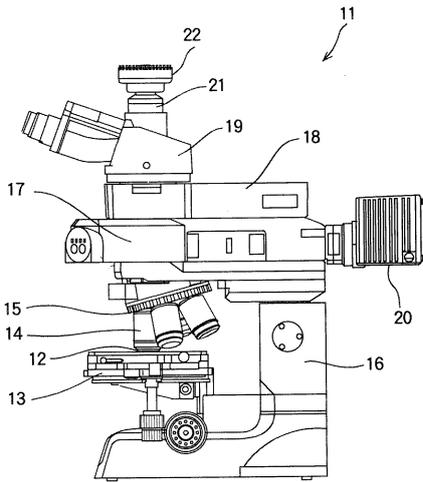
【0092】

11 顕微鏡装置, 12 露光対象物, 13 ステージ, 14 対物レンズ, 15 レボルバ, 16 顕微鏡本体, 17 落射照明ユニット, 18 AFユニット, 19 観察鏡筒, 20 ランプハウス, 21 カメラポート, 22 撮像装置, 31 顕微鏡システム, 32 露光照明ユニット, 33 カメラポート, 41 光路合成ミラー, 42および43 ダイクロイックミラー, 51 露光光源, 52 コンデンサーレンズ, 53 ミラー, 54 DMD, 55-1および55-2 第2対物レンズ, 61 LED, 62 基板, 63 コリメータレンズ, 64 フライアイレンズ, 65 XY ステージ, 71 AF光源, 72 スリット, 73 コンデンサーレンズ, 74 ハーフマスク, 75 ハーフミラー, 76 aおよび76 b リレーレンズ, 77 ミラー, 78 結像レンズ, 79 CCD, 81 aおよび81 b レール, 82 台座, 83 モータ, 84 ボールネジ軸, 85 連結部材, 86 モータドライバ基板, 87 aおよび87 b リミットセンサ, 88 遮光板, 91および92 回動ミラー, 93乃至96 ミラー, 97 aおよび97 b プーリ, 98 aおよび98 b ベルト, 100 顕微鏡システム, 101 露光照明ユニット, 102 シャッタ

30

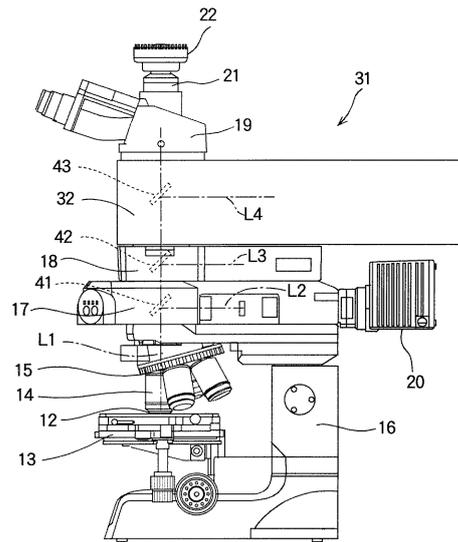
【 図 1 】

図 1



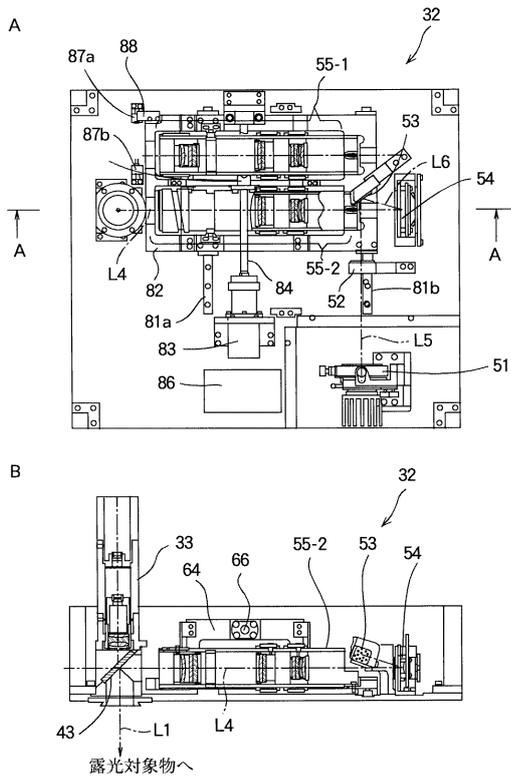
【 図 2 】

図 2



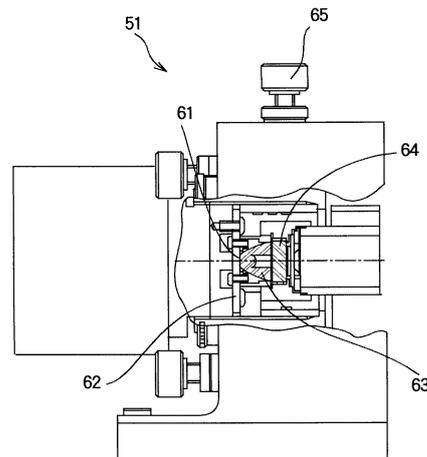
【 図 3 】

図 3



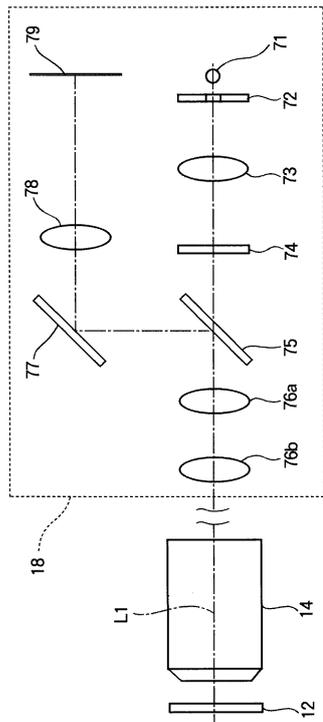
【 図 4 】

図 4



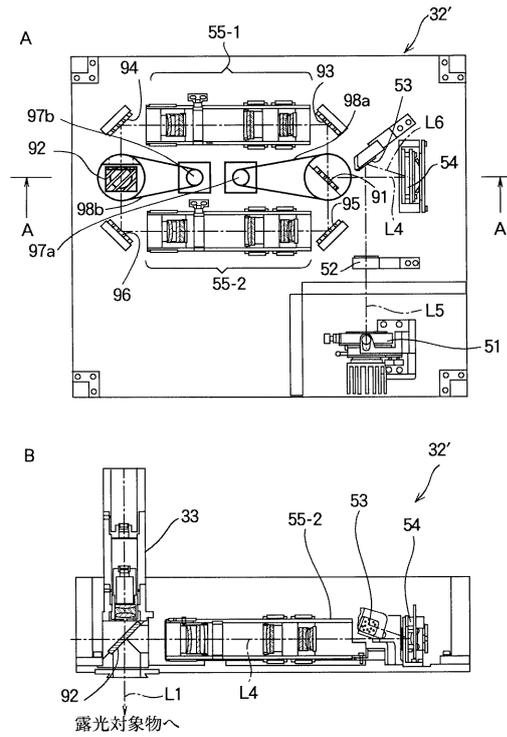
【 図 5 】

図 5



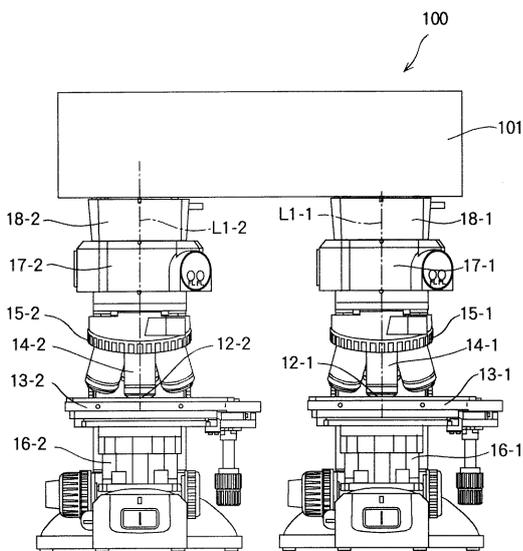
【 図 6 】

図 6



【 図 7 】

図 7



【 図 8 】

図 8

