

(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2015-127779

(P2015-127779A)

(43) 公開日 平成27年7月9日(2015.7.9)

(51) Int.Cl.
G02B 21/24 (2006.01)

F I
G02B 21/24

テーマコード (参考)
2H052

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2013-273622 (P2013-273622)
(22) 出願日 平成25年12月27日 (2013.12.27)

(71) 出願人 000129253
株式会社キーエンス
大阪府大阪市東淀川区東中島1丁目3番1
4号
(74) 代理人 100074354
弁理士 豊栖 康弘
(74) 代理人 100104949
弁理士 豊栖 康司
(72) 発明者 猪俣 政寛
大阪府大阪市東淀川区東中島1丁目3番1
4号 株式会社キーエンス内
(72) 発明者 山本 昌平
大阪府大阪市東淀川区東中島1丁目3番1
4号 株式会社キーエンス内

最終頁に続く

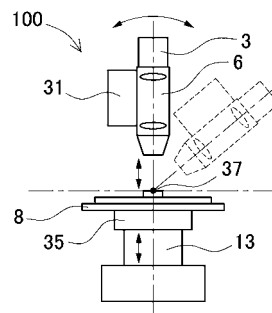
(54) 【発明の名称】 顕微鏡及びこれを用いた拡大観察方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 撮像部を傾斜させることができる顕微鏡において、観察対象物の高さ位置を自動的にユーセントリック位置に一致させることのできる顕微鏡を提供する。

【解決手段】 観察対象物が載置され水平方向に移動可能な載置台と、載置台を上下方向に移動可能に支持する下ステージ昇降部13と、下ステージ昇降部13を駆動する第一駆動機構と、観察対象物を撮像する撮像部3と、撮像部3が取り付けられる取付部材と、取付部材を撮像部3の光軸に沿って上下方向に移動可能に支持し、撮像部3の光軸に直交する揺動軸37を中心として揺動可能な上ステージ昇降部31とを備えた顕微鏡100において、撮像部3のピン트가揺動軸37の高さ位置に合致している状態で、第一駆動機構は、載置台に載置されている観察対象物の観察対象面が揺動軸37の高さ位置に合致するように下ステージ昇降部13を駆動可能である。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

観察対象物が載置され水平方向に移動可能な載置台と、
 前記載置台を上下方向に移動可能に支持する下ステージ昇降部と、
 前記下ステージ昇降部を駆動する第一駆動機構と、
 観察対象物を撮像する撮像手段と、
 前記撮像手段が取り付けられる取付手段と、
 前記取付手段を前記撮像手段の光軸に沿って上下方向に移動可能に支持し、前記撮像手段の光軸に直交する揺動軸を中心として揺動可能な上ステージ昇降部と、
 を備えた顕微鏡において、

10

前記撮像手段のピントが揺動軸の高さ位置に合致している状態で、前記第一駆動機構は、前記載置台に載置されている観察対象物の表面が揺動軸の高さ位置に合致するように前記下ステージ昇降部を駆動可能であることを特徴とする顕微鏡。

【請求項 2】

請求項 1 に記載される顕微鏡であって、
 前記上ステージ昇降部を駆動する第二駆動機構を備えており、
 前記第二駆動機構は、前記撮像手段のピントが揺動軸の高さ位置に合致するように前記上ステージ昇降部を移動させることを特徴とする顕微鏡。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載される顕微鏡であって、
 前記載置台が水平方向に移動して観察対象面が水平方向に移動した状態で、
 前記第一駆動機構は、前記第一駆動機構が記憶している焦点距離情報に基づいて、揺動軸上に新たに位置する観察対象面を揺動軸に合致させることを特徴とする顕微鏡。

20

【請求項 4】

請求項 2 または 3 に記載される顕微鏡であって、
 前記撮像手段は、揺動軸を中心として揺動する前記上ステージ昇降部に支持された状態で前記撮像手段の光軸に沿って移動して、前記撮像手段と観察対象面との距離を段階的に変化させながら前記撮像手段を移動させて前記撮像手段のピントが合致した位置の画素を合成する深度合成を行うことが可能であることを特徴とする顕微鏡。

【請求項 5】

請求項 4 に記載される顕微鏡であって、
 前記第一駆動機構は、前記撮像手段が深度合成を行った後に、前記撮像手段のピントが揺動軸に合致する位置に前記下ステージ昇降部を戻すことを特徴とする顕微鏡。

30

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載される顕微鏡であって、
 観察対象物は、前記第一駆動機構によって前記載置台が最下位置に移動した状態で前記載置台に載置されることを特徴とする顕微鏡。

【請求項 7】

観察対象物が載置され水平方向に移動可能な載置台と、
 前記載置台を上下方向に移動可能に支持する下ステージ昇降部と、
 前記下ステージ昇降部を駆動する第一駆動機構と、
 観察対象物を撮像する撮像手段と、
 前記撮像手段が取り付けられる取付手段と、
 前記取付手段を前記撮像手段の光軸に沿って上下方向に移動可能に支持し、前記撮像手段の光軸に直交する揺動軸を中心として揺動可能な上ステージ昇降部と、
 を含んだ顕微鏡の拡大観察方法であって、

40

前記第一駆動機構が前記載置台を最下位置に位置させる第 1 工程と、
 前記取付手段に取り付けられた前記撮像手段のピントが揺動軸の高さ位置に合致するように前記上ステージ昇降部を移動させる第 2 工程と、
 最下位置に位置した前記載置台に観察対象物を載置する第 3 工程と、

50

前記第一駆動機構が前記下ステージ昇降部を駆動して、前記撮像手段のピントが観察対象物の表面に合致する位置まで前記載置台を自動で移動する第4工程を含むことを特徴とする拡大観察方法。

【請求項8】

観察対象物が載置され水平方向に移動可能な載置台と、
 前記載置台を上下方向に移動可能に支持する下ステージ昇降部と、
 前記下ステージ昇降部を駆動する第一駆動機構と、
 観察対象物を撮像する撮像手段と、
 前記撮像手段が取り付けられる取付手段と、
 前記取付手段を前記撮像手段の光軸に沿って上下方向に移動可能に支持し、前記撮像手段の光軸に直交する揺動軸を中心として揺動可能な上ステージ昇降部と、
 前記上ステージ昇降部を駆動する第二駆動機構と、
 を含んだ顕微鏡の拡大観察方法であって、
 前記第一駆動機構が前記載置台を最下位置に位置させる第1工程と、
 前記取付手段に取り付けられた前記撮像手段のピントが揺動軸の高さ位置に合致するように前記第二駆動機構が前記上ステージ昇降部を駆動する第2工程と、
 最下位置に位置した前記載置台に観察対象物を載置する第3工程と、
 前記第一駆動機構が前記下ステージ昇降部を駆動して、前記撮像手段のピントが観察対象物の表面に合致する位置まで前記載置台を自動で移動する第4工程と、
 を含むことを特徴とする拡大観察方法。

【請求項9】

観察対象物が載置され水平方向に移動可能な載置台と、
 前記載置台を上下方向に移動可能に支持する下ステージ昇降部と、
 下ステージ昇降部を駆動する第一駆動機構と、
 観察対象物を撮像する撮像手段と、
 前記撮像手段が取り付けられる取付手段と、
 前記取付手段を前記撮像手段の光軸に沿って上下方向に移動可能に支持し、前記撮像手段の光軸に直交する揺動軸を中心として揺動可能な上ステージ昇降部と、
 前記上ステージ昇降部を駆動する第二駆動機構と、
 を含んだ顕微鏡のユーセントリック拡大観察方法であって、
 前記第一駆動機構が前記載置台を最下位置に位置させる第1工程と、
 前記取付手段に取り付けられた前記撮像手段のピントが揺動軸の高さ位置に合致するように前記第二駆動機構が前記上ステージ昇降部を駆動する第2工程と、
 最下位置に位置した前記載置台に観察対象物を載置する第3工程と、
 前記第一駆動機構が前記下ステージ昇降部を駆動して、前記撮像手段のピントが観察対象物の表面に合致する位置まで前記載置台を自動で移動する第4工程と、
 揺動軸を中心として前記上ステージ昇降部を揺動させる第5工程と、
 を含むことを特徴とするユーセントリック拡大観察方法。

【請求項10】

観察対象物が載置され水平方向に移動可能な載置台と、
 前記載置台を上下方向に移動可能に支持する下ステージ昇降部と、
 下ステージ昇降部を駆動する第一駆動機構と、
 観察対象物を撮像する撮像手段と、
 前記撮像手段が取り付けられる取付手段と、
 前記取付手段を前記撮像手段の光軸に沿って上下方向に移動可能に支持し、前記撮像手段の光軸に直交する揺動軸を中心として揺動可能な上ステージ昇降部と、
 前記上ステージ昇降部を駆動する第二駆動機構と、
 を含んだ顕微鏡の拡大観察方法であって、
 前記第一駆動機構が前記載置台を最下位置に位置させる第1工程と、
 前記取付手段に取り付けられた前記撮像手段のピントが揺動軸の高さ位置に合致するよ

うに第二駆動機構が前記上ステージ昇降部を駆動する第2工程と、
 最下位置に位置した前記載置台に観察対象物を載置する第3工程と、
 前記第一駆動機構が前記下ステージ昇降部を駆動して、前記撮像手段のピントが観察対象物の表面に合致する位置まで前記載置台を自動で移動する第4工程と、
 前記載置台を水平方向に移動させて観察対象面を揺動軸上に位置させる第5工程と、
 前記第一駆動機構が記憶している焦点距離情報に基づいて、前記第一駆動機構が、揺動軸上に位置する観察対象面を揺動軸に合致させる第6工程と、
 を含むことを特徴とする拡大観察方法。

【請求項11】

観察対象物が載置され水平方向に移動可能な載置台と、
 前記載置台を上下方向に移動可能に支持する下ステージ昇降部と、
 下ステージ昇降部を駆動する第一駆動機構と、
 観察対象物を撮像する撮像手段と、
 前記撮像手段が取り付けられる取付手段と、
 前記取付手段を前記撮像手段の光軸に沿って上下方向に移動可能に支持し、前記撮像手段の光軸に直交する揺動軸を中心として揺動可能な上ステージ昇降部と、
 前記上ステージ昇降部を駆動する第二駆動機構と、
 を含んだ顕微鏡のユーセントリック拡大観察方法であって、
 前記第一駆動機構が前記載置台を最下位置に位置させる第1工程と、
 前記取付手段に取り付けられた前記撮像手段のピントが揺動軸の高さ位置に合致するよ
 うに前記第二駆動機構が前記上ステージ昇降部を駆動する第2工程と、
 最下位置に位置した前記載置台に観察対象物を載置する第3工程と、
 前記第一駆動機構が前記下ステージ昇降部を駆動して、前記撮像手段のピントが観察対象面に合致する位置まで前記載置台を自動で移動する第4工程と、
 前記載置台を水平方向に移動させて観察対象面を揺動軸上に位置させる第5工程と、
 第一駆動機構が記憶している焦点距離情報に基づいて、前記第一駆動機構が、揺動軸上に位置する観察対象面を揺動軸に合致させる第6工程と、
 揺動軸を中心として前記上ステージ昇降部を揺動させる第7工程と、
 を含むことを特徴とするユーセントリック拡大観察方法。

10

20

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、顕微鏡及びこれを用いた拡大観察方法に関する。

【背景技術】

【0002】

顕微鏡を用いた観察では、観察の対象となる観察対象物を撮像部で撮像して拡大して表示させる。また顕微鏡では、観察対象物の形状を詳細に観察するために、撮像部を傾斜させて斜め上方から試料を観察する傾斜観察を行うことがある。

【0003】

従来の傾斜観察が可能な顕微鏡41を図11～図14に基づいて説明する。なお、水平面内で直交する2方向をX軸およびY軸とし、X軸およびY軸に垂直な方向をZ軸とする。顕微鏡41のベースには、上ステージ昇降器43と下ステージ昇降器44とが取り付けられている。上ステージ昇降器43には、不図示の取付部材を介して、ヘッド部45としての撮像部46が取り付けられる。ヘッド部45は上ステージ昇降器43に対して上下方向に移動可能である。ベースにはY軸方向(図11～図14の紙面において垂直方向)に延長された揺動軸47が設けられており、上ステージ昇降器43はこの揺動軸47を中心として揺動可能である。

40

【0004】

一方、下ステージ昇降器44の上面側には、観察対象物が載置されるステージ49が取り付けられている。ステージ49は、下ステージ昇降器44に設置されたツマミ50の操

50

作によって上下方向に移動可能である。

【0005】

このような顕微鏡においては、撮像部を傾斜させて観察する傾斜観察が可能である。一方、傾斜観察に際しては、撮像部を傾斜させても視野に観察対象物が表示されたままとなるユーセントリック観察が重要となる。いいかえると、撮像部を傾斜させた場合に、視野から観察対象の部位が外れてしまうことを回避する必要がある。

【0006】

ユーセントリック観察を実現するための顕微鏡41の操作手順を以下に示す。図11に示す状態から、下ステージ昇降器44のツマミ50を回してステージ49を上昇させ、ステージ49の上面を揺動軸47に合致させる(図12を参照のこと。)。次にヘッド部45を上ステージ昇降器43の動作によって上昇又は下降させて、撮像部46のピントをステージ49の上面に合致させる(図13を参照のこと。)。さらにステージ49の上面に観察対象物5を載置した後、下ステージ昇降器44を下降させて撮像部46のピントを、観察対象物5上の所望の観察対象面に合致させる。この状態で、揺動軸47を中心として上ステージ昇降器43を揺動させても、観察対象面が視野から外れないユーセントリック観察が可能となる(図14を参照のこと。)。 10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2006-337470号公報 20

【特許文献2】特開2001-59599号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

以上のような操作手順通りの操作を行って観察対象面を揺動軸47に合致させておかないと、撮像部を傾斜させた際に観察対象面が視野から外れたり焦点がぼけてしまったりして、ユーセントリック観察ができなくなる。しかしながら上記の構成では、上述の操作手順通りに常時操作する必要があるとあって、手間がかかるという問題があった。特に下ステージ昇降器44の上下動が手動の場合は、上述の操作手順通りに操作しなければならず、面倒となる。また上ステージ昇降器43が電動の場合には、観察対象面が揺動軸47の揺動中心に一致していない場合であっても、自動で観察対象面にピントが合ってしまう場合がある。この結果、ピントは合うが、傾斜観察に際して観察対象面が視野から外れてしまう状態が避けられない。 30

【0009】

本発明は、従来のような問題点を解決するためになされたものである。撮像部を傾斜させることができる顕微鏡において、観察対象物の高さ位置を自動的にユーセントリック位置に合わせることでできる顕微鏡を提供することである。

【課題を解決するための手段及び発明の効果】

【0010】

上記の目的を達成するために、本発明の顕微鏡によれば、観察対象物が載置され水平方向に移動可能な載置部と、前記載置部を上下方向に移動可能に支持する下ステージ昇降部と、下ステージ昇降部を駆動する第一駆動機構と、観察対象物を撮像する撮像手段と、前記撮像手段が取り付けられる取付手段と、前記取付手段を前記撮像手段の光軸に沿って上下方向に移動可能に支持し、前記撮像手段の光軸に直交する揺動軸を中心として揺動可能な上ステージ昇降部とを備えた顕微鏡において、前記撮像手段のピントが前記揺動軸の高さ位置に合致している状態で、前記第一駆動機構は、前記載置部に載置されている観察対象物の表面が揺動軸の高さ位置に合致するように下ステージ昇降部を駆動可能であることを特徴とする。 40

【0011】

上記構成によれば、上ステージ昇降部に支持された取付手段を撮像手段の光軸に沿って 50

移動させて、撮像手段のピントを揺動軸の高さ位置に合致させることができる。第一駆動機構は、撮像手段のピントが観察対象面に合致するように下ステージ昇降部を駆動して、前記撮像手段のピントが観察対象面に合致する位置まで前記載置部を自動で移動させることができる。これによって、使用者が手動で複雑な操作をしなくても、観察対象面の高さ位置を自動的にユーセントリック位置に合わせることができ、上ステージ昇降部を揺動軸を中心として揺動させてユーセントリック観察をすることができる。

【0012】

また、前記上ステージ昇降部を駆動する第二駆動機構を備えており、前記第二駆動機構は、前記撮像手段のピントが前記揺動軸の高さ位置に合致するように前記上ステージ昇降部を移動させることを特徴とする。

10

【0013】

上記構成によれば、第二駆動機構が上ステージ昇降部を駆動して、取付手段に取り付けられた撮像手段のピントを自動で揺動軸の高さ位置に合致させることができる。

【0014】

また、前記載置部が水平方向に移動して観察対象面が水平方向に移動した状態で、前記第一駆動機構は、第一駆動機構が記憶している焦点距離情報に基づいて、揺動軸上に新たに位置する観察対象面を揺動軸に合致させることを特徴とする。

【0015】

上記構成によれば、第一駆動機構が記憶している焦点距離情報に基づいて、揺動軸上に新たに位置する観察対象面を合致させることができる。

20

【0016】

また、前記撮像手段は、揺動軸を中心として揺動する上ステージ昇降部に支持された状態で撮像手段の光軸に沿って移動して、前記撮像手段と観察対象面との距離を段階的に変化させながら前記撮像手段を移動させて前記撮像手段のピントが合致した位置の画素を合成する深度合成を行うことが可能であることを特徴とする。

【0017】

上記構成によれば、観察対象面を傾斜観察した状態で深度合成を行うことができる。

【0018】

また、前記第一駆動機構は、前記撮像手段が深度合成を行った後に、前記撮像手段のピントが揺動軸に合致する位置に下ステージ昇降部を戻すことを特徴とする。

30

【0019】

上記構成によれば、深度合成を行った後に観察対象物を観察する場合に、撮像手段のピントが観察対象面に合わなくなることを防止することができる。

【0020】

また、観察対象物は、前記第一駆動機構によって前記載置部が最下位置に移動した状態で前記載置部に載置されることを特徴とする。

【0021】

上記構成によれば、載置部に観察対象物を載置するときに、観察対象物が撮像手段等に接触することを防止することができる。

【0022】

40

観察対象物が載置され水平方向に移動可能な載置部と、前記載置部を上下方向に移動可能に支持する下ステージ昇降部と、下ステージ昇降部を駆動する第一駆動機構と、観察対象物を撮像する撮像手段と、前記撮像手段が取り付けられる取付手段と、前記取付手段を前記撮像手段の光軸に沿って上下方向に移動可能に支持し、前記撮像手段の光軸に直交する揺動軸を中心として揺動可能な上ステージ昇降部とを含んだ顕微鏡の拡大観察方法であって、前記第一駆動機構が前記載置部を最下位置に位置させる第1工程と、前記取付手段に取り付けられた前記撮像手段のピントが揺動軸の高さ位置に合致するように上ステージ昇降部を移動させる第2工程と、最下位置に位置した前記載置部に観察対象物を載置する第3工程と、前記第一駆動機構が下ステージ昇降部を駆動して、前記撮像手段のピントが観察対象物の表面に合致する位置まで前記載置部を自動で移動する第4工程を含むことを

50

特徴とする。

【0023】

上記構成によれば、上ステージ昇降部に支持された取付手段を撮像手段の光軸に沿って移動させて、撮像手段のピントを揺動軸の高さ位置に合致させることができる。第一駆動機構は、撮像手段のピントが観察対象面に合致するように下ステージ昇降部を駆動して、前記撮像手段のピントが観察対象面に合致する位置まで前記載置部を自動で移動させることができる。これによって、使用者が手動で複雑な操作をしなくても、観察対象面の高さ位置を自動的にユーセントリック位置に合わせることができ、上ステージ昇降部を揺動軸を中心として揺動させてユーセントリック観察をすることができる。

【0024】

また、観察対象物が載置され水平方向に移動可能な載置部と、前記載置部を上下方向に移動可能に支持する下ステージ昇降部と、下ステージ昇降部を駆動する第一駆動機構と、観察対象物を撮像する撮像手段と、前記撮像手段が取り付けられる取付手段と、前記取付手段を前記撮像手段の光軸に沿って上下方向に移動可能に支持し、前記撮像手段の光軸に直交する揺動軸を中心として揺動可能な上ステージ昇降部と、上ステージ昇降部を駆動する第二駆動機構とを含んだ顕微鏡の拡大観察方法であって、前記第一駆動機構が前記載置部を最下位置に位置させる第1工程と、前記取付手段に取り付けられた前記撮像手段のピントが揺動軸の高さ位置に合致するように第二駆動機構が上ステージ昇降部を駆動する第2工程と、最下位置に位置した前記載置部に観察対象物を載置する第3工程と、前記第一駆動機構が下ステージ昇降部を駆動して、前記撮像手段のピントが観察対象物の表面に合致する位置まで前記載置部を自動で移動する第4工程とを含むことを特徴とする。

【0025】

上記構成によれば、第二駆動機構が上ステージ昇降部を駆動して、取付手段に取り付けられた撮像手段のピントを自動で揺動軸の高さ位置に合致させることができる。

【0026】

観察対象物が載置され水平方向に移動可能な載置部と、前記載置部を上下方向に移動可能に支持する下ステージ昇降部と、下ステージ昇降部を駆動する第一駆動機構と、観察対象物を撮像する撮像手段と、前記撮像手段が取り付けられる取付手段と、前記取付手段を前記撮像手段の光軸に沿って上下方向に移動可能に支持し、前記撮像手段の光軸に直交する揺動軸を中心として揺動可能な上ステージ昇降部と、上ステージ昇降部を駆動する第二駆動機構とを含んだ顕微鏡のユーセントリック拡大観察方法であって、前記第一駆動機構が前記載置部を最下位置に位置させる第1工程と、前記取付手段に取り付けられた前記撮像手段のピントが前記揺動軸の高さ位置に合致するように第二駆動機構が上ステージ昇降部を駆動する第2工程と、最下位置に位置した前記載置部に観察対象物を載置する第3工程と、前記第一駆動機構が下ステージ昇降部を駆動して、前記撮像手段のピントが観察対象物の表面に合致する位置まで前記載置部を自動で移動する第4工程と、揺動軸を中心として前記上ステージ昇降部を揺動させる第5工程とを含むことを特徴とする。

【0027】

上記構成によれば、揺動軸を中心として前記上ステージ昇降部を揺動させてユーセントリック拡大観察をすることができる。

【0028】

観察対象物が載置され水平方向に移動可能な載置部と、前記載置部を上下方向に移動可能に支持する下ステージ昇降部と、下ステージ昇降部を駆動する第一駆動機構と、観察対象物を撮像する撮像手段と、前記撮像手段が取り付けられる取付手段と、前記取付手段を前記撮像手段の光軸に沿って上下方向に移動可能に支持し、前記撮像手段の光軸に直交する揺動軸を中心として揺動可能な上ステージ昇降部と、上ステージ昇降部を駆動する第二駆動機構とを含んだ顕微鏡の拡大観察方法であって、前記第一駆動機構が前記載置部を最下位置に位置させる第1工程と、前記取付手段に取り付けられた前記撮像手段のピントが揺動軸の高さ位置に合致するように第二駆動機構が上ステージ昇降部を駆動する第2工程と、最下位置に位置した前記載置部に観察対象物を載置する第3工程と、前記第一駆動機

10

20

30

40

50

構が下ステージ昇降部を駆動して、前記撮像手段のピントが観察対象物の表面に合致する位置まで前記載置部を自動で移動する第4工程と、前記載置部を水平方向に移動させて観察対象面を揺動軸上に位置させる第5工程と、第一駆動機構が記憶している焦点距離情報に基づいて、前記第一駆動機構が、揺動軸上に位置する観察対象面を揺動軸に合致させる第6工程とを含むことを特徴とする。

【0029】

上記構成によれば、第一駆動機構が記憶している焦点距離情報に基づいて、揺動軸上に新たに位置する観察対象面を揺動軸に容易に合致させることができる。

【0030】

また、観察対象物が載置され水平方向に移動可能な載置部と、前記載置部を上下方向に移動可能に支持する下ステージ昇降部と、下ステージ昇降部を駆動する第一駆動機構と、観察対象物を撮像する撮像手段と、前記撮像手段が取り付けられる取付手段と、前記取付手段を前記撮像手段の光軸に沿って上下方向に移動可能に支持し、前記撮像手段の光軸に直交する揺動軸を中心として揺動可能な上ステージ昇降部と、上ステージ昇降部を駆動する第二駆動機構とを含んだ顕微鏡のユーセントリック拡大観察方法であって、前記第一駆動機構が前記載置部を最下位置に位置させる第1工程と、前記取付手段に取り付けられた前記撮像手段のピントが前記揺動軸の高さ位置に合致するように第二駆動機構が上ステージ昇降部を駆動する第2工程と、最下位置に位置した前記載置部に観察対象物を載置する第3工程と、前記第一駆動機構が下ステージ昇降部を駆動して、前記撮像手段のピントが観察対象面に合致する位置まで前記載置部を自動で移動する第4工程と、前記載置部を水平方向に移動させて観察対象面を揺動軸上に位置させる第5工程と、第一駆動機構が記憶している焦点距離情報に基づいて、前記第一駆動機構が、揺動軸上に位置する観察対象面を揺動軸に合致させる第6工程と、揺動軸を中心として前記上ステージ昇降部を揺動させる第7工程とを含むことを特徴とする。

【0031】

上記構成によれば、第一駆動機構が記憶している焦点距離情報に基づいて、揺動軸上に新たに位置する観察対象面を揺動軸に容易に合致させ、揺動軸を中心として前記上ステージ昇降部を揺動させて観察対象面のユーセントリック拡大観察をすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】本発明の一実施の形態に係る顕微鏡の外観図である。

【図2】本発明の一実施の形態に係る顕微鏡のブロック図である。

【図3】顕微鏡を正面から見た概略図である。

【図4】ユーセントリック拡大観察方法のフローチャートである。

【図5】ステージが最下位置に移動した顕微鏡の概略図である。

【図6】撮像部のピントが揺動軸に合致した顕微鏡の概略図である。

【図7】最下位置に位置したステージに観察対象物を載置した顕微鏡の概略図である。

【図8】ステージを上昇させて観察対象面を揺動軸に合致させた顕微鏡の概略図である。

【図9】新たな観察対象面を揺動軸上に位置させた顕微鏡の概略図である。

【図10】ステージを移動させて、新たな観察対象面を揺動軸に合致させた顕微鏡の概略図である。

【図11】従来の顕微鏡の操作手順を示す概略図である。

【図12】従来の顕微鏡の操作手順を示す概略図である。

【図13】従来の顕微鏡の操作手順を示す概略図である。

【図14】従来の顕微鏡の操作手順を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0033】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。ただし、以下に示す実施の形態は、本発明の技術思想を具体化するための顕微鏡及びこれを用いた画像撮像方法を例示するものであって、本発明は顕微鏡及びこれを用いた画像撮像方法を以下のものに特定しな

い。また、本明細書は特許請求の範囲に示される部材を、実施の形態の部材に特定するものではない。特に実施の形態に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は特に特定の記載がない限りは、本発明の範囲をそれのみに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。なお、各図面が示す部材の大きさや位置関係等は、説明を明確にするため誇張していることがある。さらに以下の説明において、同一の名称、符号については同一もしくは同質の部材を示しており、詳細説明を適宜省略する。さらに、本発明を構成する各要素は、複数の要素を同一の部材で構成して一の部材で複数の要素を兼用する態様としてもよいし、逆に一の部材の機能を複数の部材で分担して実現することもできる。

【0034】

以下、図1～図10を用いて、本発明の一実施の形態に係る顕微鏡100を説明する。顕微鏡100は、図1に示すように観察対象物（又はワークその他の被写体）Sを照明するための照明手段2と、照明手段2により照明された観察対象物Sを撮像する撮像手段である撮像部3と、撮像部3で撮像された拡大画像を表示する表示手段4を有する本体部5とを備える。撮像部3はヘッド部6として、ケーブル部7を介して本体部5と接続される。ヘッド部6は取付部材25に取り付けられている。さらに顕微鏡100は、観察対象物Sが載置されるステージ8と、光学系9を介して入射するステージ8に載置された観察対象物Sからの反射光又は透過光を電気的に読み取る撮像素子12と、ステージ8と光学系11の光軸方向における相対距離を変化させ焦点を調整する焦点調整部として下ステージ昇降器13とを備える。

【0035】

さらにまた本体部5は、図2に示すように下ステージ昇降器13によって焦点を調整したときのステージ8と光学系9の光軸方向における相対距離に関する焦点距離情報を、光軸方向とほぼ垂直な面内における観察対象物Sの2次元位置情報と共に記憶する焦点距離情報記憶部としてメモリ14と、撮像素子12によって読み取られた画像を表示する表示手段4と、ヘッド部6および下ステージ昇降器13とデータを通信するためのインターフェイス15とを備える。この顕微鏡100は、光学系9を介して入射するステージ8に固定された観察対象物Sからの反射光又は透過光を電気的に読み取る撮像素子12を用いて観察像を撮像し、表示手段4に表示させる。

【0036】

さらに顕微鏡100は、表示手段4によって表示された画像上で領域を設定可能な領域設定部として操作部16と、領域設定部によって設定された領域に対応する観察対象物Sの一部又は全部に関するメモリ14に記憶された焦点距離情報に基づいて、領域設定部によって設定された領域に対応する観察対象物Sの光軸方向における高さを演算する制御部19を備える。この顕微鏡100は、撮像素子12を用いて指定された領域に対応する観察対象物Sの光軸方向における平均高さ（深さ）を演算できる。

【0037】

操作部16は本体部5又はコンピュータと有線もしくは無線で接続され、あるいはコンピュータに固定されている。一般的な操作部16としては、例えばマウスやキーボード、スライドパッド、トラックポイント、タブレット、ジョイスティック、コンソール、ジョグダイヤル、デジタイザ、ライトペン、テンキー、タッチパッド、アキュポイント等の各種ポインティングデバイスが挙げられる。またこれらの操作部16は、拡大観察用操作プログラムの操作の他、顕微鏡100自体やその周辺機器の操作にも利用できる。さらに、インターフェース画面を表示するディスプレイ自体にタッチスクリーンやタッチパネルを利用して、画面上をユーザが手で直接触れることにより入力や操作を可能としたり、又は音声入力その他の既存の入力手段を利用、あるいはこれらを併用することもできる。図1の例では、操作部16はマウス等のポインティングデバイスで構成される。

（照明手段2）

【0038】

照明手段2は、撮像素子12に結像される観察対象物Sを照明する照明光を生成する。

10

20

30

40

50

照明手段 2 の照明光源は、本体部 5 に内蔵され、光ファイバ 2 1 を介して照明光がヘッド部 6 の照明手段 2 に伝達される。照明手段 2 は、ヘッド部 6 に組み込み式としたり、ヘッド部 6 と脱着可能な別体のいずれも採用できる。また照明光の照明方式としては、落射照明や透過照明等が適宜利用できる。図 1 に示す照明手段 2 は、観察対象物 S に落射光を照射するための落射照明 2 A と、透過光を照射するための透過照明 2 B を備えている。これらの照明は、光ファイバ 2 1 を介して本体部 5 と接続される。本体部 5 は光ファイバ 2 1 を接続するコネクタ 2 2 を備えると共に、コネクタ 2 2 を介して光ファイバ 2 1 に光を送出するための照明光源を内蔵する。また落射照明 2 A はリング状照明としている。リング状照明は、全周照明と側射照明を切り替えることができる。これを実現するため、照明光の一部をカットするターレット式のマスクや、リング状照明として複数の LED を環状に配置し、一部の LED を ON / OFF する構成等が利用できる。

10

(照明光源)

【0039】

照明光源としては、LED (Light Emitting Diode) や LD (Laser Diode) といった半導体発光素子が利用できる。例えば、RGB の波長域を有する LED を用意し、各 LED の点灯により照明光を赤、緑、青色にそれぞれ切り替えたり、これらの混色によって白色光を得ることができる。特に LED は ON / OFF 応答性に優れるため、測定のスループットを向上できる利点も得られる。また長寿命で低消費電力であり、発熱量も少なく、機械的衝撃に強いといった特長も備える。あるいは、光源光の紫外線や可視光線で励起される蛍光体等の波長変換部材を利用した光源とすることもできる。これにより、1 個の LED でも白色光を発光できる。さらに、可視光以外に紫外光や赤外光を照射可能な LED を光源として用いることもできる。例えば赤外光による観察は、不良品の解析や生体組織の組織分布等において有用である。なお照明光源には半導体発光素子に限らず、幅広い波長域の白色光を発する白色光源として、ハロゲンランプ、キセノンランプ、HID ランプ等を利用してよい。また可視光のみならず赤外光を照射可能な光源としてもよい。特にハロゲンランプは、発光波長の波長域が広いと好ましい。また、単一の光源を利用するのみならず、複数の光源を備え、これらを同時に点灯して混色光を照明光としたり、あるいは切り替えて照明することもできる。

20

【0040】

本体部 5 は、モータ制御回路 2 8 に対してステップモータ 2 9 の制御に関する制御データを入力することによって、ステージ 8 と、光学系 9 および撮像素子 1 2 を有するヘッド部 6 との光軸方向における相対距離、ここでは Z 方向における高さを変化させる。具体的には、本体部 5 は、下ステージ昇降器 1 3 の制御に必要な制御データをモータ制御回路 2 8 に入力することによってステップモータ 2 9 の回転を制御し、ステージ 8 の高さ Z (Z 方向の位置) を昇降させる。ステップモータ 2 9 は、回転に応じた回転信号を生成する。本体部 5 は、モータ制御回路 2 8 を介して入力される回転信号に基づいて、ステージ 8 と光学系 9 の光軸方向における相対距離に関する情報としてのステージ 8 の高さ Z を記憶する。このステージ 8 は、観察対象物 S に対して観察位置の位置決めを行う観察位置決め手段として機能する。本体部 5 とモータ制御回路 2 8 とステップモータ 2 9 とで第一駆動機構が構成される。

30

40

【0041】

以下の説明において、水平面内で直交する 2 方向を X 軸および Y 軸とし、X 軸および Y 軸に垂直な方向を Z 軸とする。

【0042】

下ステージ昇降器 1 3 の上面側に設置されたステージ 8 は、たとえばステップモータなどで駆動されて、X 軸方向および Y 軸方向に移動可能であり、ステージ 8 の任意の位置を撮像部 3 の光軸に合致させることができる。さらにステージ 8 は、Z 軸を中心として回転自在なステージ 3 5 に取り付けられており、撮像部の光軸に合致している観察対象面を回転させて観察することができる。

【0043】

50

本体部 5 は、モータ制御回路 3 2 に対してステッピングモータ 3 3 の制御に関する制御データを入力することによって、撮像素子 1 2 を有するヘッド部 6 の光軸方向における高さを変化させる。具体的には、本体部 5 は、上ステージ昇降器 3 1 の制御に必要なレンズ部の種別情報等に基づいた制御データをモータ制御回路 3 2 に入力することによってステッピングモータ 3 3 の回転を制御し、撮像素子 1 2 を有するヘッド部 6 の高さ z (z 方向の位置) を昇降させる。ステッピングモータ 3 3 は、回転に応じた回転信号を生成する。本体部 5 は、モータ制御回路 3 2 を介して入力される回転信号に基づいて、レンズ部の種別情報等に基づいたヘッド部 6 の高さ z を記憶する。本体部 5 とモータ制御回路 3 2 とステッピングモータ 3 3 とで第二駆動機構が構成される。

【 0 0 4 4 】

ここで、顕微鏡 1 0 0 を用いて拡大観察を行う手順について、図 4 のフローチャートおよび図 5 ~ 図 1 0 に基づいて説明する。たとえば使用者が不図示の初期化ボタンを押すと、本体部 5 がモータ制御回路 2 8 に対してステッピングモータ 2 9 の制御データを入力し、下ステージ昇降器 1 3 が駆動されて、ステージ 8 が最下位置に移動する。このときの状態を図 5 に示す。

【 0 0 4 5 】

本体部 5 は、レンズ部の種別情報等に基づいた制御データをモータ制御回路 3 2 に入力し、上ステージ昇降器 3 1 は、撮像素子 1 2 を有するヘッド部 6 の高さ z (z 方向の位置) を昇降させる。本体部 5 は、ステージ 8 に観察対象物 S が載置され、観察対象面の高さが揺動軸 3 7 の高さに合致していると仮定したならば、撮像部 3 のピントが観察対象面に合致する高さ z にヘッド部 6 を保持する。このときの状態を図 6 に示す。

【 0 0 4 6 】

なお、ヘッド部 6 の高さ z (z 方向の位置) の制御に必要なレンズ部の種別情報等が本体部 5 に記憶されていない場合には、本体部 5 はヘッド部 6 を所定の最上位置に移動させ、最上位置に移動したヘッド部 6 を最上位置から下降させる。本体部 5 は、ステージ 8 に観察対象物 S が載置され、観察対象面の高さが揺動軸 3 7 の高さに合致していると仮定したならば、撮像部 3 のピントが観察対象面に合致する高さ z にヘッド部 6 を保持する。

【 0 0 4 7 】

次に、最下位置に位置したステージ 8 の上面に観察対象物 S を載置する。このときの状態を図 7 に示す。ステージ 8 は最下位置に位置しているので、観察対象物 S がステージ 8 に載置されるときに、観察対象物 S が、撮像素子 1 2 を有するヘッド部 6 に接触することを防止することができる。

(平面観察)

【 0 0 4 8 】

本体部 5 は、ステージ 8 に載置された観察対象物 S の観察対象面に撮像部 3 のピントが合致するように、載置台である、ステージ 8 とステージ 3 5 とを Z 軸に沿って上昇させ、観察対象物 S の観察対象面を揺動軸 3 7 に合致させる。このときの状態を図 8 に示す。観察対象面が撮像部 3 の光軸上に位置していない場合には、本体部 5 は、ステージ 8 を X 軸方向および / 又は Y 軸方向に移動させて観察対象面を撮像部 3 の光軸上に位置させた後に、ステージ 8 とステージ 3 5 とを Z 軸に沿って上昇させて、観察対象物 S の観察対象面を揺動軸 3 7 に合致させる。使用者は、表示手段 4 を用いて、揺動軸 3 7 と合致している観察対象物 S の観察対象面を平面観察することができる。本体部 5 がステージ 3 5 を駆動して、観察対象面を回転させた状態で平面観察することもできる。

(傾斜観察)

【 0 0 4 9 】

またヘッド部 6 を揺動させた傾斜観察を行う場合は、上ステージ昇降器 3 1 を Y 軸方向の揺動軸 3 7 を中心として手動で揺動させて、ヘッド部 6 を傾斜させた状態で観察対象面を傾斜観察することができる (図 8 を参照のこと。)。このヘッド部 6 を傾斜させた状態で、撮像部 3 のピントは観察対象面に合致しており、平面観察時に表示手段 5 2 に表示されていた観察対象面は、表示手段 5 2 の画面上で移動することなく、平面観察時に表示さ

10

20

30

40

50

れていた位置にそのまま表示される。このようにしてユーセントリック観察を行うことができる。

【 0 0 5 0 】

平面観察しているとき、ステージ 8 を水平方向に移動して、ステージ 8 に載置している新たな部位を観察したい場合がある。このような場合には、本体部 5 0 は、ステージ 8 を X 軸方向および / 又は Y 軸方向に移動させて新たな部位の観察対象面を揺動軸 3 7 上に位置させる。このときの状態を図 9 に示す。本体部 5 は、ステージ 8 を再び最下位置に移動させた後、観察対象面に撮像部 3 のピントが合致するように、載置台（ステージ 8 およびステージ 3 5）とを Z 軸に沿って移動させて、観察対象面を揺動軸 3 7 上に合致させる。このときの状態を図 1 0 に示す。この状態で、表示手段 5 2 などを用いて観察対象面を平面観察することができる。

10

【 0 0 5 1 】

この場合に、観察対象面に関する焦点距離情報がメモリ 1 4 に記憶されている場合には、制御手段 1 9 はメモリ 1 4 に記憶されている焦点距離情報に基づいて観察対象物 S の光軸方向における高さを演算して、観察対象面を前記揺動軸 3 7 上に合致させることができる。この場合にはステージ 8 を最下位置に移動させる工程を省くことができ、観察対象面を迅速に撮像することができる。

【 0 0 5 2 】

なお、上ステージ昇降器 3 1 は、本体部 5 とモータ制御回路 3 2 とステッピングモータ 3 3 とで構成される第二駆動機構によって、載置台であるステージ 8 とステージとを電動で移動可能に支持しているが、これに限定されるものではない。上ステージ昇降器 1 3 に設置されたツマミを使用者が回して、ステージ 8 とステージとを手動で移動させることもできる。

20

（深度合成）

【 0 0 5 3 】

観察対象物 S を平面観察あるいは傾斜観察しているときに深度合成をすることができる。撮像部 3 のピントが観察対象面に合致している状態で、制御手段 1 9 が撮像部 3 と観察対象面との距離を段階的に変化させながら撮像部 3 を移動させ、撮像部 3 のピントが合致した位置の画素を合成することで、画像全体の合焦画像や 3 D 形状データを作成することができる。なお、制御手段 1 9 は、深度合成が行われた後、ヘッド部 6 を、撮像部 3 のピントが観察対象面に合致する位置に戻す。これによって、傾斜観察するときに撮像部 3 のピントが観察対象面に合致しなくなることを防止することができる。

30

【 符号の説明 】

【 0 0 5 4 】

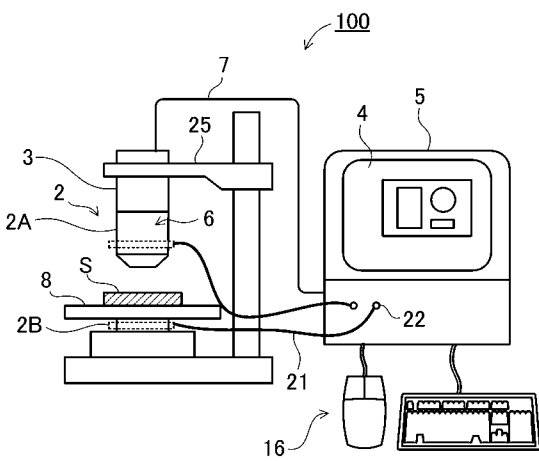
- 1 0 0 , 4 1 ... 顕微鏡
- 2 ... 照明手段
- 2 A ... 落射照明
- 2 B ... 透過照明
- S ... 観察対象物
- 3 , 4 6 ... 撮像部
- 4 ... 表示手段
- 5 ... 本体部
- 6 , 4 5 ... ヘッド部
- 7 ... ケーブル部
- 8 , 4 9 ... ステージ
- 9 ... 光学系
- 1 2 ... 撮像素子
- 1 3 , 4 4 ... 下ステージ昇降器
- 1 4 ... メモリ
- 1 5 ... インターフェイス

40

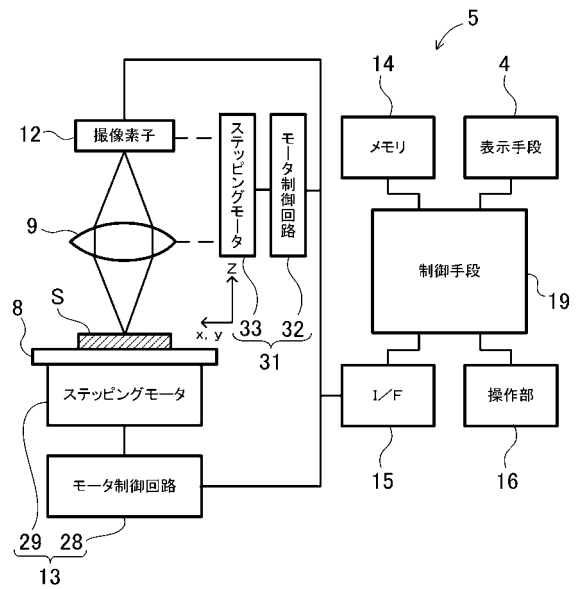
50

- 1 6 ... 操作部
- 1 9 ... 制御手段
- 2 1 ... 光ファイバ
- 2 2 ... コネクタ
- 2 5 ... 取付部材
- 2 8 , 3 2 ... モータ制御回路
- 2 9 , 3 3 ... ステッピングモータ
- 3 1 , 4 3 ... 上ステージ昇降器
- 3 5 ... ステージ
- 3 7 , 4 7 ... 揺動軸
- 5 0 ... ツマミ

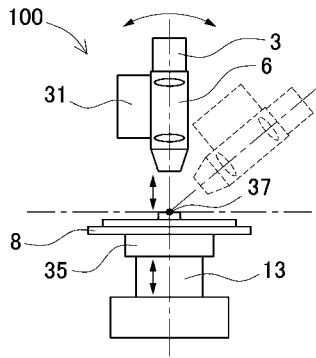
【 図 1 】



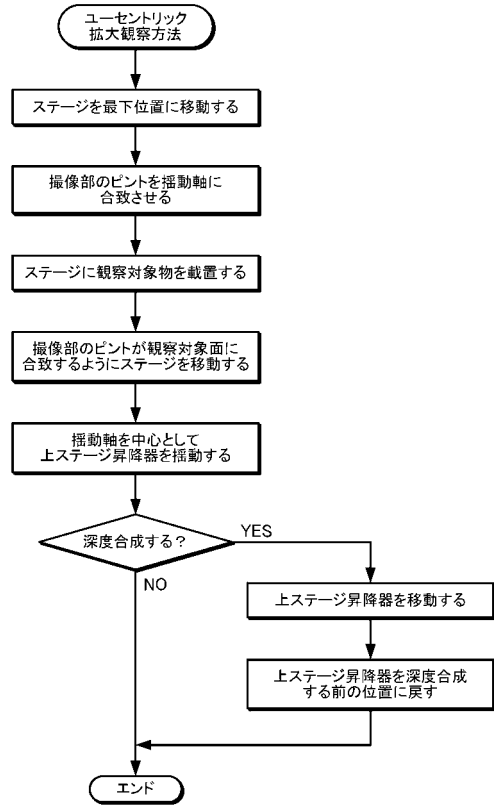
【 図 2 】



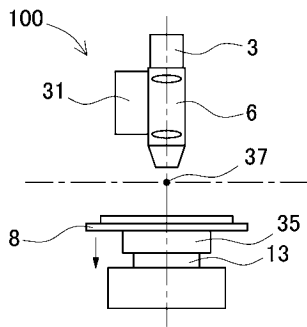
【 図 3 】



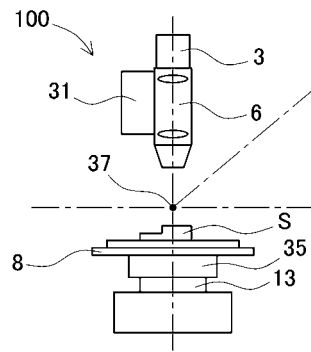
【 図 4 】



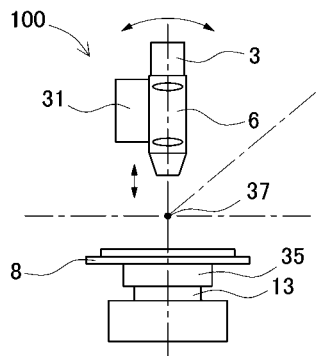
【 図 5 】



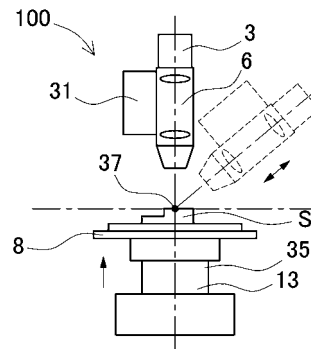
【 図 7 】



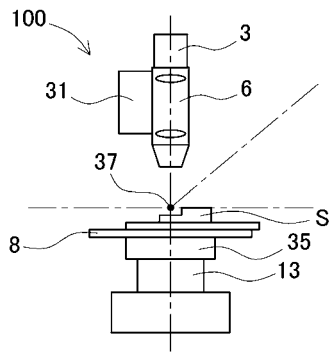
【 図 6 】



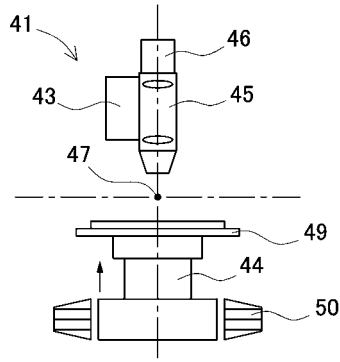
【 図 8 】



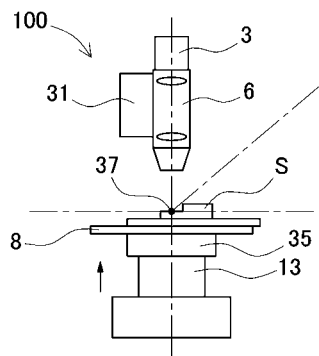
【 図 9 】



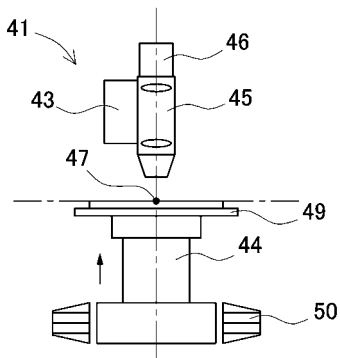
【 図 1 1 】



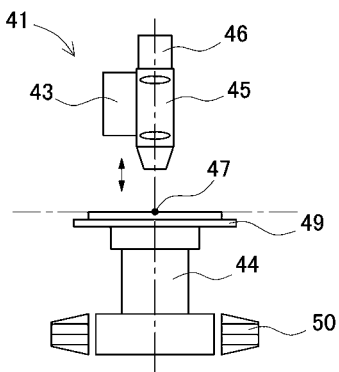
【 図 1 0 】



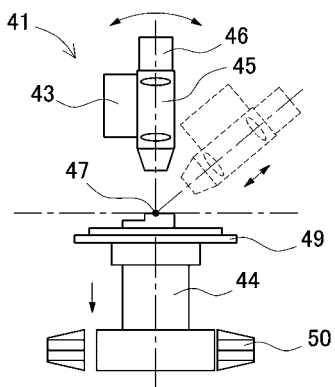
【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H052 AC04 AC05 AC17 AC26 AD06 AD10 AD18 AD20 AD21 AF14
AF21