(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2012-18817
(P2012-18817A)
(43)公開日　平成24年1月26日(2012.1.26)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H01J 37/24	(2006.01)	H01J	37/24		5C001
H01J 37/28	(2006.01)	H01J	37/28	B	5C033
H01J 37/26	(2006.01)	H01J	37/26		
H01J 37/20	(2006.01)	H01J	37/28	C	
H01J 37/22	(2006.01)	H01J	37/20	Z	

審査請求 未請求　請求項の数 21　ＯＬ　（全 156 頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2010-155417 (P2010-155417)
(22)出願日　平成22年7月8日 (2010.7.8)

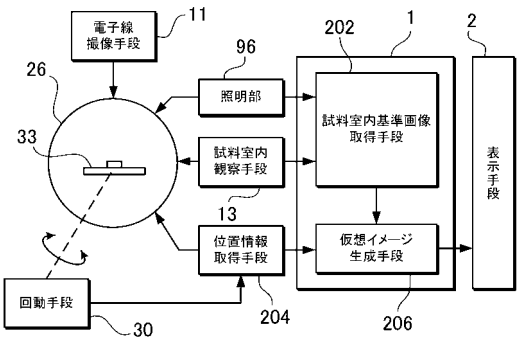
（特許庁注：以下のものは登録商標）
１．ＧＳＭ

(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１４号
(74)代理人　100104949
弁理士　豊栖　康司
(74)代理人　100074354
弁理士　豊栖　康弘
(72)発明者　伊藤　大輝
大阪府大阪市東淀川区東中島１丁目３番１４号　株式会社キーエンス内

Ｆターム(参考)　5C001 AA08
5C033 NN10　SS10　UU10

(54)【発明の名称】拡大観察装置及び拡大観察方法、拡大観察用プログラム並びにコンピュータで読み取り可能な記録媒体

(57)【要約】
【課題】電子顕微鏡画像の観察中においても、試料台と電子顕微鏡レンズとの位置関係を確認可能とする。
【解決手段】電子線撮像手段１１を用いて試料を観察する前に、電子線撮像手段１１を用いて試料の観察を開始するための所定操作が行われたことを契機として、試料室内観察手段を用いてこの時点における試料を含んだ試料室内画像を試料室内基準画像ＫＧとして取得するための試料室内基準画像取得手段２０２と、少なくとも電子線撮像手段１１で試料を観察する間の、先端部の回動位置に関する位置情報を逐次取得するための位置情報取得手段２０４と、位置情報取得手段２０４から取得した位置情報に基づいて、先端部の回動位置における姿勢を逐次仮想イメージＫＩとして生成し、電子線撮像手段１１で試料を観察する間に、試料室内基準画像取得手段２０２で取得された試料室内基準画像ＫＧ上に重ねて表示させるための仮想イメージ生成手段２０６とを備える。
【選択図】図４０



【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数の観察手段を備える拡大観察装置であって、
内部空間を中空状として減圧可能な試料室を構成する胴部と、
観察対象の試料を載置するため前記試料室内に設置される試料台と、
前記胴部を回転させるための回動手段と、
前記試料室に照明光を照射するための点灯／消灯が可能な照明部と、
その先端部が前記試料室内に突出するように前記胴部に固定され、前記試料室が減圧された状態であって、かつ前記照明部が消灯された状態で、前記試料室内の電子顕微鏡画像を取得するための電子線撮像手段と、
前記照明部で、前記試料室内に照明光が照射された状態で、前記胴部と共に回動する前記電子線撮像手段の先端部と、当該先端部の回動範囲において干渉する可能性のある部位とが含まれる前記試料室の試料室内画像を取得するための試料室内観察手段と、
前記試料室内観察手段で撮像された試料室内画像を表示するための表示手段と、
前記電子線撮像手段を用いて試料を観察する前に、前記電子線撮像手段を用いて試料の観察を開始するための所定操作が行われたことを契機として、前記試料室内観察手段を用いてこの時点における試料を含んだ試料室内画像を試料室内基準画像として取得するための試料室内基準画像取得手段と、
少なくとも電子線撮像手段で試料を観察する間の、前記先端部の回動位置に関する位置情報を逐次取得するための位置情報取得手段と、
前記位置情報取得手段から取得した位置情報に基づいて、前記先端部の回動位置における姿勢を逐次仮想イメージとして生成し、前記電子線撮像手段で試料を観察する間に、前記試料室内基準画像取得手段で取得された試料室内基準画像上に重ねて表示させるための仮想イメージ生成手段と、
を備えてなることを特徴とする拡大観察装置。
【請求項２】
複数の観察手段を備える拡大観察装置であって、
内部空間を中空状として減圧可能な試料室を構成する胴部と、
観察対象の試料を載置するため前記試料室内に設置される試料台と、
前記試料台を回転させるための試料台回動手段と、
前記試料室に照明光を照射するための点灯／消灯が可能な照明部と、
その先端部が前記試料室内に突出するように前記胴部に固定され、前記試料室が減圧された状態であって、かつ前記照明部が消灯された状態で、前記試料室内の電子顕微鏡画像を取得するための電子線撮像手段と、
前記照明部で、前記試料室内に照明光が照射された状態で、前記電子線撮像手段の先端部と、前記試料台回動手段による前記試料台の回動範囲において、前記試料台に載置された試料と干渉する可能性のある部位とが含まれる前記試料室の試料室内画像を取得するための試料室内観察手段と、
前記試料室内観察手段で撮像された試料室内画像を表示するための表示手段と、
前記電子線撮像手段を用いて試料を観察する前に、前記電子線撮像手段を用いて試料の観察を開始するための所定操作が行われたことを契機として、前記試料室内観察手段を用いてこの時点における試料を含んだ試料室内画像を試料室内基準画像として取得するための試料室内基準画像取得手段と、
少なくとも電子線撮像手段で試料を観察する間の、前記試料台の回動位置に関する位置情報を逐次取得するための位置情報取得手段と、
前記位置情報取得手段から取得した位置情報に基づいて、前記試料台の回動位置における姿勢を逐次仮想イメージとして生成し、前記電子線撮像手段で試料を観察する間に、前記試料室内基準画像取得手段で取得された試料室内基準画像上に重ねて表示させるための仮想イメージ生成手段と、
を備えてなることを特徴とする拡大観察装置。

【請求項３】
請求項１又は２に記載の拡大観察装置であって、
前記表示手段上で、前記試料室内基準画像取得手段で取得した試料室内基準画像と、前記電子線撮像手段で撮像した電子顕微鏡画像とを、同時に表示させてなることを特徴とする拡大観察装置。
【請求項４】
請求項１から３のいずれか一に記載の拡大観察装置であって、さらに、
試料の光学画像を撮像するための光学系撮像手段を備えることを特徴とする拡大観察装置。
【請求項５】
請求項１から４のいずれか一に記載の拡大観察装置であって、
前記表示手段における表示を、前記試料室内観察手段から前記電子線撮像手段に切り替える操作を契機として、前記試料室内観察手段が試料室内基準画像を取得するよう構成してなることを特徴とする拡大観察装置。
【請求項６】
請求項１から４のいずれか一に記載の拡大観察装置であって、
前記照明部を消灯する操作を契機として、前記試料室内観察手段が試料室内基準画像を取得するよう構成してなることを特徴とする拡大観察装置。
【請求項７】
請求項１から４のいずれか一に記載の拡大観察装置であって、
前記試料室内の減圧を開始する操作を契機として、前記試料室内観察手段が試料室内基準画像を取得するよう構成してなることを特徴とする拡大観察装置。
【請求項８】
請求項１から４のいずれか一に記載の拡大観察装置であって、
前記電子線撮像部から電子線を放出するための操作を契機として、前記試料室内観察手段が試料室内基準画像を取得するよう構成してなることを特徴とする拡大観察装置。
【請求項９】
請求項１から４のいずれか一に記載の拡大観察装置であって、
前記回動手段を回動させる操作を契機として、前記試料室内観察手段が試料室内基準画像を取得するよう構成してなることを特徴とする拡大観察装置。
【請求項１０】
請求項１から４のいずれか一に記載の拡大観察装置であって、
前記試料台を上下動させる操作を契機として、前記試料室内観察手段が試料室内基準画像を取得するよう構成してなることを特徴とする拡大観察装置。
【請求項１１】
請求項４に記載の拡大観察装置であって、
前記光学系撮像手段による観察をＯＦＦさせる操作を契機として、前記試料室内観察手段が試料室内基準画像を取得するよう構成してなることを特徴とする拡大観察装置。
【請求項１２】
請求項１から１１のいずれか一に記載の拡大観察装置であって、
前記仮想イメージが、前記先端部又は試料台の回動位置における姿勢を線図で構成してなることを特徴とする拡大観察装置。
【請求項１３】
請求項１から１２のいずれか一に記載の拡大観察装置であって、さらに、
前記胴部の回転を停止状態に保持する回動ロック状態と、該回動ロック状態の解除状態とを切り替え可能な回動ロック手段を備えてなることを特徴とする拡大観察装置。
【請求項１４】
請求項１３に記載の拡大観察装置であって、さらに、
前記回動ロック手段の回動ロック状態を解除した際に、回動ロック状態が解除された旨をロック解除表示として、前記表示手段上に表示させるためのロック解除表示手段を備え

てなることを特徴とする拡大観察装置。
【請求項１５】
請求項１４に記載の拡大観察装置であって、
前記回動ロック手段を回動ロック状態とすると、前記ロック解除表示手段のロック解除表示が非表示となるよう構成されてなることを特徴とする拡大観察装置。
【請求項１６】
請求項１から１５のいずれか一に記載の拡大観察装置であって、さらに、
前記回動手段による回転を、所定の回動範囲規制値内に制限する回動規制手段を備えてなることを特徴とする拡大観察装置。
【請求項１７】
請求項１から１６のいずれか一に記載の拡大観察装置であって、さらに、
前記胴部の回転角度が、所定の回動範囲既定値に達した際に、該回転角度が回動範囲既定値に達した旨の警告表示を前記表示手段上に表示させるための回動規制値到達告知手段を備えることを特徴とする拡大観察装置。
【請求項１８】
請求項１から１７のいずれか一に記載の拡大観察装置であって、
前記胴部は、前記試料室内において、
前記回動手段による前記胴部の回動によって移動する回転部分と、
前記回動手段により前記胴部が回動されても移動しない固定部分と
を有しており、
前記試料室内観察手段が、前記胴部の固定部分であって、前記回動手段の回転軸方向の一端に設けられてなることを特徴とする拡大観察装置。
【請求項１９】
複数の観察手段を備える拡大観察装置を用いて、前記拡大観察装置の試料室内に配置された試料台に載置された試料を観察する拡大観察方法であって、
前記試料室内の電子顕微鏡画像を取得するための電子線撮像手段を用いて試料を観察する前に、前記電子線撮像手段を用いて試料の観察を開始するための所定操作が行われたことを契機として、前記試料室に照明光を照射するための照明部を点灯させて照明光を照射した状態で、前記試料室の試料室内画像を取得するための試料室内観察手段を用いて、前記電子線撮像手段の先端部と、試料の内少なくとも前記先端部と干渉する可能性のある部位とを含む試料室内画像を、試料室内基準画像として取得する工程と、
前記照明部を消灯する工程と、
少なくとも電子線撮像手段を用いて、前記試料室内が減圧された状態で試料を撮像した電子顕微鏡画像を表示手段に表示させると共に、前記先端部又は試料台の内、回動するものの回動位置に関する位置情報を逐次取得し、該位置情報に基づいて、前記先端部又は試料台の回動位置における姿勢を逐次仮想イメージとして生成し、前記試料室内基準画像上に重ねて、前記表示手段上に、前記電子顕微鏡画像と同時に表示させる工程と、
を含むことを特徴とする拡大観察方法。
【請求項２０】
複数の観察手段を備え、試料室内に配置された試料台に載置された試料を観察可能な拡大観察装置を操作するための拡大観察用プログラムであって、
前記試料室内の電子顕微鏡画像を取得するための電子線撮像手段を用いて試料を観察する前に、前記電子線撮像手段を用いて試料の観察を開始するための所定操作が行われたことを契機として、前記試料室に照明光を照射するための照明部を点灯させて照明光を照射した状態で、前記試料室の試料室内画像を取得するための試料室内観察手段を用いて、前記電子線撮像手段の先端部と、試料の内少なくとも前記先端部と干渉する可能性のある部位とを含む試料室内画像を、試料室内基準画像として取得する機能と、
前記照明部を消灯する機能と、
少なくとも電子線撮像手段を用いて、前記試料室内が減圧された状態で試料を撮像した電子顕微鏡画像を表示手段に表示させると共に、前記先端部又は試料台の内、回動するも

のの回動位置に関する位置情報を逐次取得し、該位置情報に基づいて、前記先端部又は試料台の回動位置における姿勢を逐次仮想イメージとして生成し、前記試料室内基準画像上に重ねて、前記表示手段上に、前記電子顕微鏡画像と同時に表示させる機能と、
をコンピュータに実現させてなることを特徴とする拡大観察用プログラム。
【請求項２１】
請求項２０に記載されるプログラムを格納したコンピュータで読み取り可能な記録媒体。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、ＳＥＭ等の電子顕微鏡を備える拡大観察装置及びこの装置を用いた拡大観察方法、拡大観察用プログラム並びにコンピュータで読み取り可能な記録媒体に関する。
【背景技術】
【０００２】
荷電粒子線で観察対象の試料を照射して得られる信号を検出して観察像を得る荷電粒子線装置として、例えば電子線を用いた透過電子顕微鏡や走査電子顕微鏡がある。例えば電子顕微鏡は、電子の進行方向を自由に屈折させ、光学顕微鏡のような結像システムを電子光学的に設計したものである。電子顕微鏡には、試料や標本を透過した電子を電子レンズを用いて結像する透過型の他、試料表面で反射した電子を結像する反射型、集束電子線を試料表面上に走査して各走査点からの二次電子を用いて結像する走査型電子顕微鏡、加熱あるいはイオン照射によって試料から放出される電子を結像する表面放出型（電界イオン顕微鏡）等がある（例えば特許文献１）。
【０００３】
電子顕微鏡（ＳＥＭ）の例として、走査型電子顕微鏡（Scanning Electron Microscope：ＳＥＭ）は、観察対象となる試料に細い電子線（電子プローブ）を照射した際に発生する二次電子や反射電子を、二次電子検出器、反射電子検出器等それぞれの検出器を用いて取り出し、ＣＲＴやＬＣＤ等の表示画面上に表示して、主として試料の表面形態を観察する装置である。一方、透過型電子顕微鏡（Transmission Electron Microscope：ＴＥＭ）は、薄膜試料に電子線を透過させ、その際に試料中で原子により散乱、回折された電子を電子回折パターン又は透過電子顕微鏡画像として得ることによって主に物質の内部構造を観察できる。
【０００４】
電子線が固体試料に照射されたとき、電子のエネルギーによって固体中を透過するが、その際に試料を構成する原子核や電子との相互作用によって弾性的な衝突、弾性散乱やエネルギー損失を伴う非弾性散乱を生じる。非弾性散乱によって試料元素の殻内電子を励起したり、Ｘ線等を励起したり、また二次電子を放出し、それに相当するエネルギーを損失する。二次電子は衝突する角度によって放出される量が異なる。一方、弾性散乱によって後方に散乱し、試料から再び放出される反射電子は、原子番号に固有の量が放出される。ＳＥＭはこの二次電子や反射電子を利用する。ＳＥＭは電子を試料に照射し、放出される二次電子や反射電子を検出して観察像を結像している。また走査型電子顕微鏡の一種として、試料透過光を検出器に受ける走査－透過電子顕微鏡（Scanning Transmission Electron Microscope：ＳＴＥＭ）等もある。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】
【特許文献１】特開平９－９７５８５号公報
【特許文献２】特開平５－４１１９４号公報
【特許文献３】特開平１０－２１４５８３号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】

【０００６】
このような電子顕微鏡においては、試料を配置する試料室内を真空状態にするために、試料室を真空チャンバとしている。この真空チャンバ内に、試料を載置する試料台や、二次電子等の検出器が配置される。ここで二次電子検出器は、光に対しても感度を持っている。電子検出器に光が入射すると、電子線の検出信号のＳ／Ｎ比が悪くなるのみならず、フォトマルチプライヤ（ＰＭＴ：光電子増倍管）が破損する可能性もある。このため、電子顕微鏡画像の観察中は、照明光をＯＦＦにして、真空チャンバ内を暗室状態にする必要がある。したがってユーザは、試料を試料台にセットして、一旦真空チャンバ内を真空状態とした後は、真空チャンバ内部を直接目視で観察できなくなる。
× 一方で、観察に際しては観察視野を変更するために、試料側すなわち試料を載置した試料台側を動かすことがあり、このような移動の際に鏡筒の先端等が試料に接触しないよう、鏡筒の動きを随時監視する必要がある。このため、真空チャンバ内にカメラを配置しておき、検出器が作動させない状態で試料台を操作して、真空チャンバ内をカメラでモニタする方法が採用されている。
【０００７】
一方で、真空チャンバ内において、電子顕微鏡のレンズ鏡筒や試料台等、内部構成物を動かす必要がある。すなわち電子顕微鏡で試料を所望の位置、方向、角度等で観察するためには、電子顕微鏡先端のレンズと試料台の相対的な位置関係、すなわち観察距離（ワーキングディスタンス）や試料の位置、傾斜角度等を調整する必要がある。しかしながら、試料台又は電子顕微鏡レンズを動かすと、電子顕微鏡レンズと試料台および真空チャンバ内の構成物と衝突する可能性がある。
【０００８】
このような問題を回避するために、真空チャンバ内を真空に引いた後でも、試料室の内部の様子を確認できるようにする構成が必要となる。例えば、電子顕微鏡での観察をしていない状態、すなわち二次電子検出器がＯＦＦの状態であれば、真空チャンバ内に光が入射しても問題ないので、真空チャンバの壁面に採光窓等を設けたり、真空チャンバ内を観察するためのチャンバビューカメラを設ける等して、これらを介して試料室内の様子を観察することができる。
【０００９】
ただし、この方法では、電子顕微鏡画像の観察が開始されると、採光窓から真空チャンバ内に入射する光を遮るために、採光窓に蓋をするか、チャンバビューカメラ用の照明光を消灯する必要がある。この場合は、いずれも電子顕微鏡画像を観察しながら、真空チャンバ内部の観察をすることができなくなる。このため、電子顕微鏡レンズ又は試料台の位置を調整しようとすれば、一旦電子顕微鏡画像の観察を中断し、二次電子検出器もＯＦＦにした上で、真空チャンバ内の様子を観察する必要がある。このように、位置調整の度に多くの機器のＯＮ／ＯＦＦを切り替える必要が生じ、作業や操作が極めて煩雑になるという問題があった。
【００１０】
あるいは、電子顕微鏡レンズや試料台等、真空チャンバ内の構成物の寸法を、予め拡大観察装置側で把握しておき、これらの可動部の各々の移動量を検知することで、それぞれの位置関係を計算により把握することも考えられる。例えば、各構成物をコンピュータグラフィックス等で可視的に表現し、それぞれの相対的な位置関係や距離を再現する。
【００１１】
しかしながら、この方法では規定の構成物の位置関係は把握できても、それ以外の部材については把握できないという問題がある。すなわち、観察対象の試料の大きさや形状、高さ等は千差万別であるため、このような試料のサイズまでを加味して、各構成物間の距離を把握することは極めて困難である。例えば試料の大きさを事前に登録する作業が必要となり、また試料の形状が複雑になればそれだけ登録作業も面倒になり、また計算作業も複雑化する。
【００１２】

このように、電子顕微鏡画像の観察中に試料室の様子を把握することは困難であり、複雑な計算や面倒な切り替えを要しない、簡便に各構成物の位置関係を把握可能な構成が求められていた。

【００１３】

本発明は、従来のこのような問題点に鑑みてなされたものであり、その主な目的は電子顕微鏡画像の観察中においても、試料台と電子顕微鏡レンズとの位置関係を確認可能とした拡大観察装置及び拡大観察方法、拡大観察用プログラム並びにコンピュータで読み取り可能な記録媒体を提供することにある。

【課題を解決するための手段及び発明の効果】

【００１４】

上記の目的を達成するために、本発明の第１の側面に係る拡大観察装置によれば、複数の観察手段を備える拡大観察装置であって、内部空間を中空状として減圧可能な試料室を構成する胴部と、観察対象の試料を載置するため前記試料室内に設置される試料台と、前記胴部を回転させるための回動手段と、前記試料室に照明光を照射するための点灯／消灯が可能な照明部９６と、その先端部が前記試料室内に突出するように前記胴部に固定され、前記試料室が減圧された状態であって、かつ前記照明部が消灯された状態で、前記試料室内の電子顕微鏡画像を取得するための電子線撮像手段と、前記照明部で、前記試料室内に照明光が照射された状態で、前記胴部と共に回動する前記電子線撮像手段の先端部と、当該先端部の回動範囲において干渉する可能性のある部位とが含まれる前記試料室の試料室内画像を取得するための試料室内観察手段と、前記試料室内観察手段で撮像された試料室内画像を表示するための表示手段と、前記電子線撮像手段を用いて試料を観察する前に、前記電子線撮像手段を用いて試料の観察を開始するための所定操作が行われたことを契機として、前記試料室内観察手段を用いてこの時点における試料を含んだ試料室内画像を試料室内基準画像として取得するための試料室内基準画像取得手段と、少なくとも電子線撮像手段で試料を観察する間の、前記先端部の回動位置に関する位置情報を逐次取得するための位置情報取得手段と、前記位置情報取得手段から取得した位置情報に基づいて、前記先端部の回動位置における姿勢を逐次仮想イメージとして生成し、前記電子線撮像手段で試料を観察する間に、前記試料室内基準画像取得手段で取得された試料室内基準画像上に重ねて表示させるための仮想イメージ生成手段とを備えることができる。これにより、電子顕微鏡画像の観察中であっても電子線撮像手段の先端部の位置と試料との相対位置を把握でき、これらの接触や衝突を回避しつつ電子線撮像手段を傾斜させることが可能となる。

【００１５】

また第２の側面に係る拡大観察装置によれば、複数の観察手段を備える拡大観察装置であって、内部空間を中空状として減圧可能な試料室を構成する胴部と、観察対象の試料を載置するため前記試料室内に設置される試料台と、前記試料台を回転させるための試料台回動手段と、前記試料室に照明光を照射するための点灯／消灯が可能な照明部と、その先端部が前記試料室内に突出するように前記胴部に固定され、前記試料室が減圧された状態であって、かつ前記照明部が消灯された状態で、前記試料室内の電子顕微鏡画像を取得するための電子線撮像手段と、前記照明部で、前記試料室内に照明光が照射された状態で、前記電子線撮像手段の先端部と、前記試料台回動手段による前記試料台の回動範囲において、前記試料台に載置された試料と干渉する可能性のある部位とが含まれる前記試料室の試料室内画像を取得するための試料室内観察手段と、前記試料室内観察手段で撮像された試料室内画像を表示するための表示手段と、前記電子線撮像手段を用いて試料を観察する前に、前記電子線撮像手段を用いて試料の観察を開始するための所定操作が行われたことを契機として、前記試料室内観察手段を用いてこの時点における試料を含んだ試料室内画像を試料室内基準画像として取得するための試料室内基準画像取得手段と、少なくとも電子線撮像手段で試料を観察する間の、前記試料台の回動位置に関する位置情報を逐次取得するための位置情報取得手段と、前記位置情報取得手段から取得した位置情報に基づいて、前記試料台の回動位置における姿勢を逐次仮想イメージとして生成し、前記電子線撮像

手段で試料を観察する間に、前記試料室内基準画像取得手段で取得された試料室内基準画像上に重ねて表示させるための仮想イメージ生成手段とを備えることができる。これにより、電子顕微鏡画像の観察中であっても電子線撮像手段の先端部の位置と試料との相対位置を把握でき、これらの接触や衝突を回避しつつ試料台を傾斜させることが可能となる。

【００１６】

さらに第３の側面に係る拡大観察装置によれば、前記表示手段上で、前記試料室内基準画像取得手段で取得した試料室内基準画像と、前記電子線撮像手段で撮像した電子顕微鏡画像とを、同時に表示させることができる。これにより、電子顕微鏡画像を観察しながら、試料と電子線撮像手段の先端部との抵触が生じないよう、リアルタイムで確認できる。

【００１７】

さらにまた第４の側面に係る拡大観察装置によれば、さらに試料の光学画像を撮像するための光学系撮像手段を備えることができる。これにより、試料の観察像を、電子顕微鏡画像と同一の倍率で光学画像としても取得可能となり、対比観察が容易となる。

【００１８】

さらにまた第５の側面に係る拡大観察装置によれば、前記表示手段における表示を、前記試料室内観察手段から前記電子線撮像手段に切り替える操作を契機として、前記試料室内観察手段が試料室内基準画像を取得するよう構成できる。

【００１９】

さらにまた第６の側面に係る拡大観察装置によれば、前記照明部を消灯する操作を契機として、前記試料室内観察手段が試料室内基準画像を取得するよう構成できる。

【００２０】

さらにまた第７の側面に係る拡大観察装置によれば、前記試料室内の減圧を開始する操作を契機として、前記試料室内観察手段が試料室内基準画像を取得するよう構成できる。

【００２１】

さらにまた第８の側面に係る拡大観察装置によれば、前記電子線撮像手段から電子線を放出するための操作を契機として、前記試料室内観察手段が試料室内基準画像を取得するよう構成できる。

【００２２】

さらにまた第９の側面に係る拡大観察装置によれば、前記回動手段を回動させる操作を契機として、前記試料室内観察手段が試料室内基準画像を取得するよう構成できる。

【００２３】

さらにまた第１０の側面に係る拡大観察装置によれば、前記試料台を上下動させる操作を契機として、前記試料室内観察手段が試料室内基準画像を取得するよう構成できる。

【００２４】

さらにまた第１１の側面に係る拡大観察装置によれば、前記光学系撮像手段による観察をＯＦＦさせる操作を契機として、前記試料室内観察手段が試料室内基準画像を取得するよう構成できる。

【００２５】

さらにまた第１２の側面に係る拡大観察装置によれば、前記仮想イメージが、前記先端部又は試料台の回動位置における姿勢を線図で構成できる。これにより、線図で再現された先端部又は試料台を試料室内基準画像に重ねて表示させ、現在位置を容易に把握できるようになる。

【００２６】

さらにまた第１３の側面に係る拡大観察装置によれば、さらに前記胴部の回転を停止状態に保持する回動ロック状態と、該回動ロック状態の解除状態とを切り替え可能な回動ロック手段を備えることができる。

【００２７】

さらにまた第１４の側面に係る拡大観察装置によれば、さらに前記回動ロック手段の回動ロック状態を解除した際に、回動ロック状態が解除された旨をロック解除表示として、前記表示手段上に表示させるためのロック解除表示手段を備えることができる。

【００２８】
さらにまた第１５の側面に係る拡大観察装置によれば、前記回動ロック手段を回動ロック状態とすると、前記ロック解除表示手段のロック解除表示が非表示となるよう構成できる。
【００２９】
さらにまた第１６の側面に係る拡大観察装置によれば、さらに前記回動手段による回転を、所定の回動範囲規制値内に制限する回動規制手段を備えることができる。これにより、回動手段の回転を一定範囲内に制限して、試料と観察手段の接触を効果的に阻止できる。
【００３０】
さらにまた第１７の側面に係る拡大観察装置によれば、さらに前記胴部の回転角度が、所定の回動範囲既定値に達した際に、該回転角度が回動範囲既定値に達した旨の警告表示を前記表示手段上に表示させるための回動規制値到達告知手段を備えることができる。
【００３１】
さらにまた第１８の側面に係る拡大観察装置によれば、前記胴部は、前記試料室内において、前記回動手段による前記胴部の回動によって移動する回転部分と、前記回動手段により前記胴部が回動されても移動しない固定部分とを有しており、前記試料室内観察手段が、前記胴部の固定部分であって、前記回動手段の回転軸方向の一端に設けることができる。
【００３２】
さらにまた第１９の側面に係る拡大観察方法によれば、複数の観察手段を備える拡大観察装置を用いて、前記拡大観察装置の試料室内に配置された試料台に載置された試料を観察する拡大観察方法であって、前記試料室内の電子顕微鏡画像を取得するための電子線撮像手段を用いて試料を観察する前に、前記電子線撮像手段を用いて試料の観察を開始するための所定操作が行われたことを契機として、前記試料室に照明光を照射するための照明部を点灯させて照明光を照射した状態で、前記試料室の試料室内画像を取得するための試料室内観察手段を用いて、前記電子線撮像手段の先端部と、試料の内少なくとも前記先端部と干渉する可能性のある部位とを含む試料室内画像を、試料室内基準画像として取得する工程と、前記照明部を消灯する工程と、少なくとも電子線撮像手段を用いて、前記試料室内が減圧された状態で試料を撮像した電子顕微鏡画像を表示手段に表示させると共に、前記先端部又は試料台の内、回動するものの回動位置に関する位置情報を逐次取得し、該位置情報に基づいて、前記先端部又は試料台の回動位置における姿勢を逐次仮想イメージとして生成し、前記試料室内基準画像上に重ねて、前記表示手段上に、前記電子顕微鏡画像と同時に表示させる工程とを含むことができる。これにより、電子顕微鏡画像の観察中であっても電子線撮像手段の先端部の位置と試料との相対位置を把握でき、これらの接触や衝突を回避しつつ電子線撮像手段を傾斜させることが可能となる。
【００３３】
さらにまた第２０の側面に係る拡大観察用プログラムによれば、複数の観察手段を備え、試料室内に配置された試料台に載置された試料を観察可能な拡大観察装置を操作するための拡大観察用プログラムであって、前記試料室内の電子顕微鏡画像を取得するための電子線撮像手段を用いて試料を観察する前に、前記電子線撮像手段を用いて試料の観察を開始するための所定操作が行われたことを契機として、前記試料室に照明光を照射するための照明部を点灯させて照明光を照射した状態で、前記試料室の試料室内画像を取得するための試料室内観察手段を用いて、前記電子線撮像手段の先端部と、試料の内少なくとも前記先端部と干渉する可能性のある部位とを含む試料室内画像を、試料室内基準画像として取得する機能と、前記照明部を消灯する機能と、少なくとも電子線撮像手段を用いて、前記試料室内が減圧された状態で試料を撮像した電子顕微鏡画像を表示手段に表示させると共に、前記先端部又は試料台の内、回動するものの回動位置に関する位置情報を逐次取得し、該位置情報に基づいて、前記先端部又は試料台の回動位置における姿勢を逐次仮想イメージとして生成し、前記試料室内基準画像上に重ねて、前記表示手段上に、前記電子顕

微鏡画像と同時に表示させる機能とをコンピュータに実現させることができる。これにより、電子顕微鏡画像の観察中であっても電子線撮像手段の先端部の位置と試料との相対位置を把握でき、これらの接触や衝突を回避しつつ電子線撮像手段を傾斜させることが可能となる。

【００３４】

さらにまた第２１の側面に係るコンピュータで読み取り可能な記録媒体は、上記プログラムを格納したものである。記録媒体には、ＣＤ－ＲＯＭ、ＣＤ－Ｒ、ＣＤ－ＲＷやフレキシブルディスク、磁気テープ、ＭＯ、ＤＶＤ－ＲＯＭ、ＤＶＤ－ＲＡＭ、ＤＶＤ－Ｒ、ＤＶＤ＋Ｒ、ＤＶＤ－ＲＷ、ＤＶＤ＋ＲＷ、Ｂｌｕ－ｒａｙ、ＨＤ　ＤＶＤ（ＡＯＤ）等の磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、半導体メモリその他のプログラムを格納可能な媒体が含まれる。またプログラムには、上記記録媒体に格納されて配布されるものの他、インターネット等のネットワーク回線を通じてダウンロードによって配布される形態のものも含まれる。さらに記録媒体にはプログラムを記録可能な機器、例えば上記プログラムがソフトウエアやファームウエア等の形態で実行可能な状態に実装された汎用もしくは専用機器を含む。さらにまたプログラムに含まれる各処理や機能は、コンピュータで実行可能なプログラムソフトウエアにより実行してもよいし、各部の処理を所定のゲートアレイ（ＦＰＧＡ、ＡＳＩＣ）等のハードウエア、又はプログラムソフトウエアとハードウエアの一部の要素を実現する部分的ハードウエアモジュールとが混在する形式で実現してもよい。

【図面の簡単な説明】

【００３５】

【図１】拡大観察システムの概要を示す概略図である。

【図２Ａ】拡大観察装置を示す外観斜視図である。

【図２Ｂ】変形例に係る拡大観察装置を左側から見た外観斜視図である。

【図２Ｃ】図２Ｂの拡大観察装置を右側から見た外観斜視図である。

【図３】拡大観察装置の試料室内を示す正面断面図である。

【図４】図３のＩＶ－ＩＶ線から見た側面断面図である。

【図５】図４のＶ－Ｖ線における断面図である。

【図６】試料台の水平面移動機構を説明するための右斜め前方から見た一部断面斜視図である。

【図７】図６を上から見た一部断面平面図である。

【図８】図６を右斜め後方から見た一部断面斜視図である。

【図９】光学系撮像手段をＳＥＭ又はスタンドに切り替えて接続する様子を示す模式図である。

【図１０】従来の電子顕微鏡及び光学顕微鏡を備える装置を示すブロック図である。

【図１１】従来の他の電子顕微鏡及び光学顕微鏡を切り替える装置を示す斜視図である。

【図１２】従来の他の電子顕微鏡及び光学顕微鏡を備える装置を示すブロック図である。

【図１３】各観察手段と試料台との距離を示す模式正面図である。

【図１４】回転部分と固定部分の区分けを示す模式側面図である。

【図１５】固定部分に蓋部を設けた試料室の模式側面断面図である。

【図１６Ａ】蓋部を試料台と一体とした試料室の蓋部を閉塞した状態を示す模式側面断面図である。

【図１６Ｂ】図１６Ａの試料室の蓋部を開放した状態示す模式側面断面図である。

【図１７】胴部の片側のみを回転させる試料室の例を示す模式斜視図である。

【図１８】胴部の中間部分のみを回転させる試料室の例を示す模式斜視図である。

【図１９】回動手段にＯリングを配置する構造を示す模式断面図である。

【図２０】従来のＯリングを配置する構造を示す模式断面図である。

【図２１Ａ】蓋の開閉機構を試料室側に設けて、回転させる状態を示す模式図である。

【図２１Ｂ】図２１Ａの状態から試料室を回転させた状態を示す模式図である。

【図２２】蓋を試料室から引き出し式とした構成例を示す模式断面図である。

【図２３Ａ】開放位置における蓋回転軸のロック状態を示す模式断面図である。
【図２３Ｂ】閉塞位置における蓋回転軸のロック解除状態を示す模式断面図である。
【図２４】閉塞板の開閉方向を示す一部断面斜視図である。
【図２５】胴部を半円状に構成した試料室の模式側面断面図である。
【図２６】光学系撮像手段と電子線撮像手段が各々回動可能な範囲を概念的に示した模式図であり、図２６（ａ）は電子線撮像手段と光学系撮像手段の重複回動範囲を、図２６（ｂ）は電子線撮像手段の回動可能範囲を、図２６（ｃ）は光学系撮像手段の回動可能範囲を、それぞれ示している。
【図２７】電子線撮像手段の構成を示すブロック図である。
【図２８】静電レンズの電子レンズ系の構成を示すブロック図である。
【図２９】電磁レンズの電子レンズ系の構成を示すブロック図である。
【図３０】電子銃の詳細な構成を示すブロック図である。
【図３１】電子銃の動作を示す模式図である。
【図３２】フィラメント電流と信号強度の関係を示すグラフである。
【図３３】倍率制御モード切替機能を実現する拡大観察装置のブロック図である。
【図３４】図３３の電子線撮像手段を詳細に示した模式図である。
【図３５】図３４の電子線偏向走査手段の模式図である。
【図３６】図３５の電子線偏向走査手段を高倍率制御モードとした場合の電子線の走査状態を示す模式図である。
【図３７】図３５の電子線偏向走査手段を低倍率制御モードとした場合の電子線の走査状態を示す模式図である。
【図３８】設定された表示倍率に応じて倍率制御モードを切り替える様子を示す模式図である。
【図３９】変形例に係る磁界型電子レンズの電子レンズ系の構成を示すブロック図である。
【図４０】仮想イメージ表示機能を実現する拡大観察装置のブロック図である。
【図４１】電子線撮像手段の傾斜角度０°における真空チャンバ内の試料室内基準画像を示すイメージ図である。
【図４２】図４１の電子線撮像手段を傾斜角度６０°とした真空チャンバ内の試料室内基準画像を示すイメージ図である。
【図４３】図４１の試料室内基準画像に、電子線撮像手段の先端部の仮想イメージを重ねた仮想リアルタイム画像を示すイメージ図である。
【図４４】回動ロック手段の回動ロック状態を示す模式図である。
【図４５】図４４の回動ロック状態を解除した解除状態を示す模式図である。
【図４６】回動ロック手段を備える拡大観察装置を示すブロック図である。
【図４７】電子顕微鏡画像を観察中の表示例を示すイメージ図である。
【図４８】図４７の状態から、電子線撮像手段を傾斜角度４５°に傾斜させた状態の表示例を示すイメージ図である。
【図４９】図４７の状態から、電子線撮像手段を傾斜角度６０°に傾斜させた状態の表示例を示すイメージ図である。
【図５０】回動ロック手段の中途半端な状態での警告例を示すイメージ図である。
【図５１】回動ロック状態で傾斜させた状態の警告例を示すイメージ図である。
【図５２】回動規制手段の一例を示す模式図である。
【図５３】他の回動規制手段を備える胴部の断面図である。
【図５４】図５３に示す胴部の側面図である。
【図５５】図５３に示す胴部を左に６０°傾斜させた状態を示す拡大図である。
【図５６】図５５に示す胴部を左に９０°傾斜させた状態を示す拡大図である。
【図５７】傾斜ストッパの他の例を示す模式図である。
【図５８】電子線撮像手段の傾斜範囲を示す模式図である。
【図５９Ａ】光学系撮像手段の光学レンズ系の構成を示すブロック図である。

【図５９Ｂ】情報処理手段で光学系撮像手段を制御する光学撮像システムを示すブロック図である。
【図６０】閉塞板の開放状態で試料の位置決めを行う様子を示す模式断面図である。
【図６１】試料室内観察手段を試料の背面に位置させた場合の試料の見え方を示す模式図である。
【図６２】図６１において、ユーザから見た試料の移動方向を示す模式図である。
【図６３】図６１において、試料室内観察手段から見た試料の移動方向を示す模式図である。
【図６４】図６１において、反転表示機能で試料室内画像を表示させる様子を示す模式図である。
【図６５】変形例に係る試料室内観察手段の一例を示す模式側面断面図である。
【図６６】他の変形例に係る試料室内観察手段の一例を示す模式側面断面図である。
【図６７Ａ】試料室内における試料台と観察手段の相対移動を示す模式断面図である。
【図６７Ｂ】図６７Ａの試料室において観察手段を回転移動させた状態を示す模式断面図である。
【図６８Ａ】従来のユーセントリック構造による試料台の移動を示す模式断面図である。
【図６８Ｂ】図６８Ａの試料室内で試料台を傾斜させた状態を示す模式断面図である。
【図６９】試料台を降下させて試料載置面もしくは観察面を回転軸と一致させる様子を示す試料室の模式断面図である。
【図７０】電子レンズの焦点位置と回転軸の位置関係を示す模式側面図である。
【図７１】光学レンズの焦点位置と回転軸の位置関係を示す模式側面図である。
【図７２】電子線撮像手段の視野範囲と表示範囲を示す模式図である。
【図７３】光学系撮像手段の視野範囲と表示範囲を示す模式図である。
【図７４】倍率換算機能を備える拡大観察装置のブロック図である。
【図７５】光学倍率読取手段を示す断面図である。
【図７６】倍率範囲表示手段の表示例を示すイメージ図である。
【図７７】画像合成の元となる電子顕微鏡画像の例を示すイメージ図である。
【図７８】画像合成の元となる光学画像の例を示すイメージ図である。
【図７９】図７７と図７９の各画素の情報を合成した合成画像の例を示すイメージ図である。
【図８０】カラー合成画像の元となる電子顕微鏡画像のイメージ図である。
【図８１】カラー合成画像の元となる光学画像のイメージ図である。
【図８２】従来の方法で図８０と図８１とを合成したカラー合成画像を示すイメージ図である。
【図８３】一実施の形態に係る方法で図８０と図８１とを合成したカラー合成画像を示すイメージ図である。
【図８４】図８０～図８３の画像を部分的に拡大して対比した拡大イメージ図である。
【図８５】カラー合成画像生成機能を備える拡大観察装置のブロック図である。
【図８６】カラー合成画像生成を行う手順を示すブロック図である。
【図８７】表示パラメータ調整手段の一例を示すイメージ図である。
【図８８】表示パラメータ調整手段の他の例を示すイメージ図である。
【図８９】位置合わせ作業を行うハードウエア構成を示す模式ブロック図である。
【図９０】表示手段の第一表示領域、第二表示領域において位置合わせを行う状態を示すイメージ図である。
【図９１】対応点編集機能を備える拡大観察用プログラムのＧＵＩのイメージ図である。
【図９２】位置合わせによる合成画像の補正の前後の様子を示すイメージ図である。
【図９３】対応点による補正の手順を示すフローチャートである。
【図９４】電子顕微鏡画像表示領域と光学画像表示領域を設けた表示手段の表示例を示すイメージ図である。
【図９５】予定倍率表示手段を設けた表示手段の表示例を示すイメージ図である。

【図９６】電子線撮像手段と光学系撮像手段とを異なる角度で胴部に固定し、胴部に内蔵した試料台側を回転させる拡大観察装置を示す模式図である。
【図９７】図９６に示す試料台を時計回りに１５°回転させた状態を示す模式図である。
【図９８】電子線撮像手段と光学系撮像手段とを異なる角度で胴部に固定し、胴部側を回転させる拡大観察装置を示す模式図である。
【図９９】図９８に示す試料台を時計回りに１５°回転させた状態を示す模式図である。
【図１００】図９９に示す試料台を時計回りにさらに４５°回転させた状態を示す模式図である。
【図１０１】傾斜角度換算機能を備える拡大観察装置を示すブロック図である。
【図１０２】光学系撮像手段で観察を行う様子を示すイメージ図である。
【図１０３】図１０２の状態から、電子線撮像手段に切り替えて観察を行う様子を示すイメージ図である。
【図１０４】図１０３の状態から、電子線撮像手段を光学系撮像手段と同じ傾斜角度に設定する様子を示すイメージ図である。
【図１０５】表示手段を上下に分割して光学画像と電子顕微鏡画像を表示させる例を示すイメージ図である。
【図１０６】表示手段を左右に分割して光学画像と電子顕微鏡画像を表示させる例を示すイメージ図である。
【図１０７】別ウィンドウで光学画像と電子顕微鏡画像を表示させる例を示すイメージ図である。
【図１０８】視野ずれ補正タブを選択した状態を示すイメージ図である。
【図１０９】図１０８の状態から視野ずれ補正を実行した状態を示すイメージ図である。
【図１１０】ボタン操作で保持表示を行う例を示すイメージ図である。
【図１１１】視野ずれ補正機能を備える拡大観察装置のブロック図である。
【図１１２】視野ずれ補正の手順を示すフローチャートである。
【図１１３】第一観察手段から第二観察手段に切り替えた直後の画像表示領域での表示例を示すイメージ図である。
【図１１４】第二観察手段の傾斜角度を第一観察手段で取得した第一観察像のそれと一致させた表示例を示すイメージ図である。
【図１１５】第二観察像の視認倍率を低倍率にした表示例を示すイメージ図である。
【図１１６】第二観察像の視認倍率を高倍率に戻した表示例を示すイメージ図である。
【図１１７】カラー合成画像生成を行う拡大観察用プログラムで電子顕微鏡画像を取得する様子を示すイメージ図である。
【図１１８】図１１７の状態から、光学画像を表示させた状態を示すイメージ図である。
【図１１９】図１１８の状態から、光学系撮像手段の傾斜角度を電子顕微鏡画像と一致させた状態を示すイメージ図である。
【図１２０】図１１９の状態から、光学系撮像手段の拡大倍率を電子顕微鏡画像と一致させた状態を示すイメージ図である。
【図１２１】図１２０の状態から、光学画像を撮像しようとする状態を示すイメージ図である。
【図１２２】図１２１の状態から、光学画像の撮像を終了した状態を示すイメージ図である。
【図１２３】図１２２の状態から、光学画像と電子顕微鏡画像の位置合わせを行う状態を示すイメージ図である。
【図１２４】図１２３の状態から、マニュアル調整を選択した状態を示すイメージ図である。
【図１２５】図１２４の状態から、第一対応点に対応する第二対応点を選択中の状態を示すイメージ図である。
【図１２６】図１２５の状態から、対応点を指定した状態を示すイメージ図である。
【図１２７】図１２６の状態から、さらに対応点を多く指定した状態を示すイメージ図で

ある。
【図１２８】図１２７の状態から、カラー合成画像を生成した状態を示すイメージ図である。
【図１２９】マルチ保存機能を備える拡大観察装置のハードウエア構成を示すブロック図である。
【図１３０】複数の異なる観察手段で撮像した観察像を表示手段上に表示した状態を示すイメージ図である。
【図１３１】ファイル保存手段により画像データファイルを保存する際のユーザインターフェース画面を示すイメージ図である。
【図１３２】ファイル表示選択手段で画像データファイルを選択する際のユーザインターフェース画面のイメージ図である。
【図１３３】表示切替手段を備える拡大観察装置のブロック図である。
【図１３４】回動式の移動機構を備える試料室の構成を示す模式断面図である。
【図１３５】観察手段の旋回式に切り替え可能とした試料室を示す模式断面図である。
【図１３６】観察手段の平行移動式に切り替え可能とした試料室を示す模式断面図である。
【図１３７】試料台を平行移動させて観察手段を切り替え可能とした試料室を示す模式断面図である。
【図１３８】試料台を傾斜させて観察手段を切り替え可能とした試料室を示す模式断面図である。
【図１３９】ハーフミラーで観察手段の光軸を選択して切り替え可能とした試料室を示す模式断面図である。
【図１４０】別個の光学顕微鏡と電子顕微鏡を共通のコントローラで制御する拡大観察装置を示す模式図である。
【発明を実施するための形態】
【００３６】
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拡大観察装置及び拡大観察方法、拡大観察用プログラム並びにコンピュータで読み取り可能な記録媒体を例示するものであって、本発明は拡大観察装置及び拡大観察方法、拡大観察用プログラム並びにコンピュータで読み取り可能な記録媒体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決してない。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的な記載がない限りは、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。
【００３７】
本発明の実施例において使用される拡大観察装置とこれに接続される操作、制御、表示、その他の処理等のためのコンピュータ、プリンタ、外部記憶装置その他の周辺機器との接続は、例えばＩＥＥＥ１３９４、ＲＳ－２３２ｘやＲＳ－４２２、ＲＳ－４２３、ＲＳ－４８５、ＵＳＢ等のシリアル接続、パラレル接続、あるいは１０ＢＡＳＥ－Ｔ、１００ＢＡＳＥ－ＴＸ、１０００ＢＡＳＥ－Ｔ等のネットワークを介して電気的、あるいは磁気的、光学的に接続して通信を行う。接続は有線を使った物理的な接続に限られず、ＩＥＥＥ８０２．１ｘ等の無線ＬＡＮやＢｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）等の電波、赤外線、光通信等を利用した無線接続等でもよい。さらにデータの交換や設定の保存等を行うための記録媒体には、メモリカードや磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、半導体メモリ等が利用できる。なお本明細書において拡大観察装置とは、拡大観察装置本体のみなら

ず、これにコンピュータ、外部記憶装置等の周辺機器を組み合わせた拡大観察システムも含む意味で使用する。

【００３８】

また、本明細書において拡大観察装置、拡大観察方法、拡大観察用プログラム及びコンピュータで読み取り可能な記録媒体は、拡大観察を行うシステムそのもの、ならびに画像生成に関連する入出力、表示、演算、通信その他の処理をハードウエア的に行う装置や方法に限定するものではない。ソフトウエア的に処理を実現する装置や方法も本発明の範囲内に包含する。例えば汎用の回路やコンピュータにソフトウエアやプログラム、プラグイン、オブジェクト、ライブラリ、アプレット、コンパイラ、モジュール、特定のプログラム上で動作するマクロ等を組み込んで画像生成そのものあるいはこれに関連する処理を可能とした装置やシステムも、本発明の拡大観察装置、拡大観察方法、拡大観察用プログラム及びコンピュータで読み取り可能な記録媒体に該当する。また本明細書においてコンピュータには、汎用あるいは専用の電子計算機の他、ワークステーション、端末、携帯型電子機器、ＰＤＣやＣＤＭＡ、Ｗ－ＣＤＭＡ、ＦＯＭＡ（登録商標）、ＧＳＭ、ＩＭＴ２０００や第４世代等の携帯電話、ＰＨＳ、ＰＤＡ、ページャ、スマートフォンその他の電子デバイスも包含する。さらに本明細書においてプログラムとは、単体で使用されるものに限られず、特定のコンピュータプログラムやソフトウエア、サービス等の一部として機能する態様や、必要時に呼び出されて機能する態様、ＯＳ等の環境においてサービスとして提供される態様、環境に常駐して動作する態様、バックグラウンドで動作する態様やその他の支援プログラムという位置付けで使用することもできる。

【００３９】

なお本明細書において、電子顕微鏡画像とは、電子顕微鏡等の電子線撮像手段で撮像された主に観察対象の輝度情報を含む、濃淡で表示されるモノクロ画像を指す。また光学画像とは、可視光や紫外光等を利用した光学系撮像手段で撮像された、主に色情報を含むカラー画像を指す。また光学画像には、可視光カメラによる可視光観察像の他、赤外線カメラによる赤外線観察像も利用できる。また、後述するように光学画像の色情報に基づいて電子顕微鏡画像を着色することも可能である。さらに、電子線撮像手段や光学系撮像手段が画像を取得するとは、一般にはこれらの部材で撮像する意味であるが、他の部材で撮像された画像を電子顕微鏡に取り込むことも包含する概念であり、このような概念を包括する意味で画像の取得という。

【００４０】

以下の実施例では、本発明を具現化した拡大観察装置の一例として、電子顕微鏡の一であるＳＥＭを採用した例を説明する。但し、本発明はＴＥＭやＳＴＥＭ、その他の荷電粒子線装置においても利用できる。この場合、電子線系撮像手段は荷電粒子線系撮像手段に置換できる。また近視野顕微鏡、原子間力顕微鏡、静電気力顕微鏡等に適用することもできる。さらに光学系撮像手段としては、光学顕微鏡、レーザ顕微鏡、デジタルマイクロスコープ等に適用することもできる。

【００４１】

図１～図８は、本発明の実施の形態に係る拡大観察装置である。これらの図において、図１は拡大観察システムの概要を示す概略図、図２Ａは拡大観察装置の外観斜視図、図２Ｂは変形例に係る拡大観察装置の外観斜視図、図２Ｃは図２Ｂの拡大観察装置を右側から見た外観斜視図、図３は拡大観察装置の試料室内を示す正面断面図、図４は図３のＩＶ－ＩＶ線から見た側面断面図、図５は図４のＶ－Ｖ線における断面図、図６は試料台３３の水平面移動機構を説明するための右斜め前方から見た一部断面斜視図、図７は図６を上から見た一部断面平面図、図８は図６を右斜め後方から見た一部断面斜視図を、それぞれ示す。

（拡大観察システム）

【００４２】

図１に示す拡大観察システム１０００は、拡大観察装置１００と、減圧ポンプＶＰと、電源ユニットＰＵと、表示手段２とを備える。拡大観察装置１００は、試料を気密に保持

するチャンバユニット１４と、試料室２１内を減圧する減圧ユニット１５とで構成される。チャンバユニット１４には観察手段１０として、電子線撮像手段１１及び光学系撮像手段１２の２本が装着されている。減圧ユニット１５は、外部の減圧ポンプＶＰに接続されて、試料室２１内を高真空、低真空等所定の真空度に減圧する排気系ポンプ７０を構成する。また各観察手段１０は表示手段２に接続されており、取得した画像データを表示手段２に送出する。表示手段２はディスプレイを備えており、電子線撮像手段１１で撮像された電子顕微鏡画像や光学系撮像手段１２で撮像された光学画像を、ディスプレイ上に表示できる。

（電源ユニットＰＵ）

【００４３】

コントローラ１や拡大観察装置１００、減圧ポンプＶＰは、電源ユニットＰＵに接続されている。電源ユニットＰＵは、図示しない外部の商用電源に接続されて拡大観察装置１００等に電力を供給する。この例では、電源ユニットＰＵはコントローラ１からの指示に基づいて拡大観察装置１００に所定の電圧を供給し、拡大観察装置１００の動作をコントローラ１で制御し、取得した画像を表示手段２に表示する。

（コントローラ１）

【００４４】

コントローラ１は、拡大観察システム１０００を構成する各部材を制御するための部材である。このコントローラ１は、専用の機器の他、汎用のコンピュータに拡大観察装置操作プログラムをインストールしたものも利用できる。また必要に応じて、コントローラ１や表示手段２を操作するための外付けのコンソールＣＳや、電子線撮像手段１１の電子銃４７に高加速電圧を印加するための高加速電圧ユニットＨＵ等を付加することもできる。さらに図１の例では、コントローラ１が電源ユニットＰＵを介して拡大観察装置１００等の制御を行っているが、電源ユニットをコントローラに統合して直接制御することもできる。

（表示手段２）

【００４５】

図１の例では、コントローラ１に表示手段２を備えている。表示手段２は、電子顕微鏡画像や光学画像を表示するディスプレイ部１０２を備える。これらの画像は、同時に一画面に表示させたり、切り替えて表示させることができる。表示の切り替えは、コンソールＣＳから手動で行う。表示手段２にはＣＲＴやＬＣＤ、有機ＥＬ等のモニタが利用できる。なお図１の例では、表示手段２とコントローラ１を一体に統合しているが、これらを別部材で構成することも可能である。またコンソールＣＳも、コントローラ１や表示手段２に組み込んでもよい。例えばタッチパネル式の表示手段を利用できる。さらに図１に示す各部材の接続例は一例であって、異なる接続形態や配線を利用することも可能である。また、必要に応じてワイヤレス接続も可能であることはいうまでもない。

【００４６】

図１に示す拡大観察システム１０００は、デジタルマイクロスコープ等の光学式レンズを用いた拡大観察と、ＳＥＭ等の電子顕微鏡を用いた電子顕微鏡観察を組み合わせたものである。すなわち、電子顕微鏡の試料室２１内に光学系撮像手段１２を付加している。光学系撮像手段１２は第一の観察手段として、可視光や赤外光等により光学画像を撮像する。例えば可視波長や赤外波長の光を利用する光学顕微鏡や光学カメラ等が利用できる。撮像した光学画像はユーザが任意に利用でき、例えばＳＥＭ画像等の電子顕微鏡画像の観察中において視野探しのための広域画像として利用したり、観察対象の試料の確認といった電子線観察の補助的な目的で利用される。これら電子線等の荷電粒子を用いて撮像する電子線撮像手段１１と、可視光等を用いて撮像する光学系撮像手段１２を含む複数の撮像系すなわち観察手段１０を、切換可能に構成している。

【００４７】

なお観察手段１０の内、光学系撮像手段１２は、図９に示すように、ＳＥＭを構成する拡大観察装置１００から外して、デジタルマイクロスコープ用のスタンドＳＴに接続し、

このスタンドＳＴの試料台に載置された試料の観察を行うこともできる。この構成は、光学式レンズを用いたデジタルマイクロスコープ等の拡大観察システムから見れば、交換可能なヘッド部の一として、ＳＥＭ等の電子線撮像手段１１を接続可能にしたと捉えることもできる。すなわち、従来のデジタルマイクロスコープは、図９に示すスタンド式のカメラユニットのように、主に光学式の観察手段のみをカメラユニット又はレンズユニットとして接続可能としていたところ、本実施の形態ではＳＥＭのような電子線撮像手段１１も接続可能とし、さらに電子線撮像手段１１を設けた試料室２１内での光学画像を撮像するためのカメラユニットとして、光学系撮像手段１２を利用することができる。この場合は、図９における電子線撮像手段１１を備える拡大観察装置１００自体が、拡大観察システムの交換式ヘッド部の一となる。これにより、拡大観察システムで使用する交換可能なカメラ乃至レンズの一として、ＳＥＭや光学レンズ等のヘッド部分を選択的に装着し、所望の用途に応じた適切な観察手段を接続して観察を行うことが可能となり、拡大観察の利用範囲が光学系のみならず、電子顕微鏡系等に拡張でき、様々な拡大観察が実現可能となる。

【００４８】

一方、電子線撮像手段１１を備える拡大観察装置を主としてみれば、これにデジタルマイクロスコープを付加したものと捉えることもできる。いずれにしても、同一の試料に対して、光学画像と電子顕微鏡画像とを撮像できるという利点が得られる。特に、同一の視野で同一の倍率にて、異なる観察手段で取得されたこれらの画像を対比できることは、各観察像の利点を生かした種々の観点からの観察を可能とでき、拡大観察で得られる情報量を飛躍的に増大できる。

（観察手段１０）

【００４９】

この拡大観察装置は、試料室２１内の試料を観察する観察手段１０を複数備えている。図２Ａに示す拡大観察装置１００では、第一の観察手段として電子顕微鏡画像を撮像可能な電子線撮像手段１１を、第二の観察手段として光学画像を撮像可能な光学系撮像手段１２を、各々胴部２４から突出させる姿勢に固定している。各撮像手段は、使用／非使用を後述する表示切替手段３６で切り替え可能に構成されている。図２Ａの例では、胴部２４の円筒状側面に表示切替手段３６として押しボタンを設けている。また各撮像手段は、交互に使用する他、同時に使用するよう構成してもよい。さらに図２Ａの例では、電子線撮像手段１１の右側に光学系撮像手段１２を配置しているが、これらの配置を入れ換えても同様の効果が得られることはいうまでもない。

（倍率調整手段）

【００５０】

また各観察手段１０は、拡大倍率を各々調整するための倍率調整手段を備える。具体的には、電子線撮像手段１１は、電子顕微鏡倍率を調整するための電子顕微鏡倍率調整手段６８を備え、一方光学系撮像手段１２は、光学倍率を調整するための光学倍率調整手段９５を備える。各倍率調整手段は、例えば図２Ａに示すように各々の鏡筒の外周に回転自在に設けられたリングを回転させることで、倍率を調整する。特に電子顕微鏡倍率調整手段６８を、光学倍率調整手段９５と同様、鏡筒周囲で回転するリング状に構成することで、各観察手段の倍率調整の操作感を統一し、優れたユーザインターフェースが提供される。また各リングの表面には滑り止め加工を設けることが好ましい。電子顕微鏡倍率調整手段６８で調整可能な倍率範囲としては、例えば２０倍～１００００倍とする。また、光学倍率調整手段９５で調整可能な倍率範囲としては、例えば５０倍～５００倍とする。さらに光学ズームにデジタルズームを併用することで、より高倍率の画像を得ることもできる。

（焦点調整手段）

【００５１】

さらに各観察手段１０は、各々の光軸に沿って焦点距離を調整するための焦点調整手段を備えてもよい。例えば電子線撮像手段１１は、その光軸に沿って焦点距離を調整するための顕微鏡焦点調整手段３７を、光学系撮像手段１２は、その光軸に沿って焦点距離を調

整するための光学焦点調整手段３８を、各々備えることができる。光学焦点調整手段３８は、光学レンズ自体を機械的に光軸方向に上下させて焦点位置を調整する。図２Ａの例では、焦点調整手段として、各観察手段の近傍に、ダイヤル式の摘みを各々設けており、摘みの回転量で焦点位置を調整できる。なお電子線撮像手段１１で、電子顕微鏡画像を撮像する際の、電子銃から電子線を照射する軸を、本明細書においては「光軸」と呼ぶ。

【００５２】

なお電子線撮像手段１１に光学系撮像手段１２を併用することで、色情報のないモノクロ画像が中心となる電子顕微鏡画像に対し、色情報を含むカラー画像の光学画像を取得できる。光学系撮像手段１２には、可視光や紫外光等を利用した可視光観察像の他、赤外線カメラによる赤外線観察像も利用できる。また、光学画像の色情報に基づいて電子顕微鏡画像を着色することも可能である。例えば電子顕微鏡画像に光学画像を合成して、高倍率、高精度のカラー画像を得ることができる（詳細は後述）。

（拡大観察装置１００）

【００５３】

次に、拡大観察装置１００の概要を説明する。拡大観察装置１００の外観は、図２Ａ～図４等に示すように、円筒状のチャンバユニット１４に、箱形の減圧ユニット１５を連結した形状となる。チャンバユニット１４は、図４に示すように平板状の水平板を構成するベース部２２に載置される。ベース部２２の上面には、固定板２３を垂直姿勢に突出させるよう固定している。この固定板２３は、胴部２４の一方の開口端を閉塞する端面板として機能する。また固定板２３の背面には減圧ユニット１５に固定されている。さらに固定板２３の前面には、胴部２４を回転させるための回動手段３０を備えている。図４の構成においては、固定板２３は、回動手段３０を介して胴部２４の片側端面を気密に閉塞して、試料室２１の減圧状態を維持しつつ、同時に胴部２４を回転自在としている。胴部２４の回転を許容するため、固定板２３は、胴部２４をベース部２２上に片持ちで保持しつつ、ベース部２２上に浮かせるよう離間しており、ベース部２２との胴部２４との間には隙間が設けられる。さらに胴部２４の開口端縁も、固定板２３と非接触として、胴部２４の回転を阻害しないように隙間を設けている。またこのような片持ち式の支持構造は、胴部２４の一方の端面を蓋部２７で開閉自在とし、他方の端面を回動手段を介して固定板２３に連結して、試料室２１の開閉と回転とを両立できる。

【００５４】

チャンバユニット１４は胴部２４と一対の端面板で構成され、拡大観察装置１００の本体部となる。胴部２４は、その外形を略円筒状としている。胴部２４の内部空間は２枚の端面板で気密に閉塞され、減圧可能な試料室２１を構成する。端面板の一方は開閉式の蓋部２７とし、他方は胴部２４に固定される固定板２３となって試料室２１を気密に閉塞する。固定板２３には図５の断面図に示すように、減圧ユニット１５に試料室２１内の空気を吸引するための吸引口２５が開口されている。さらに固定板２３には、後述する二次電子検出器６１、試料室内観察手段１３等が設けられている。

（減圧ユニット１５）

【００５５】

試料室２１は、吸引口２５を介して減圧ユニット１５と接続される。減圧ユニット１５は排気系を構成し、加速電子の電子線が気体成分通過中に極力エネルギーを失うことなく試料に到達するよう、減圧環境を実現する。減圧ユニット１５には、ロータリーポンプ、油拡散ポンプ、ターボ分子ポンプ（Turbo-Molecular Pump：ＴＰＭ）等が利用でき、高真空から低真空排気まで所望の真空度に調整できる。真空度の調整可能範囲としては、例えば10^{-6}Ｔｏｒｒ～10^{-10}Ｔｏｒｒとする。この減圧ユニット１５はチャンバユニット１４の背面に気密に連結されている。なお吸引口２５は、固定部分である固定板２３に設けることが好ましいが、後述する回転部分側に形成しても良いことはいうまでもない。

（減圧ユニット操作パネル１６）

【００５６】

また減圧ユニット１５は、減圧ユニットの動作を操作するための減圧ユニット操作パネ

ル１６を設ける。図２Ａの例では、胴部２４の脇に減圧ユニット操作パネル１６を設けており、ボタン操作で真空引きや大気導入の開始を操作する。また減圧ユニット操作パネル１６は、真空引きの動作中や動作完了を示すためのインジケータを設けている。この例ではインジケータとして２つのＬＥＤを設けており、点灯パターンの組み合わせで試料室２１の状態を、大気状態、真空引き中、真空状態、大気導入中の４つに区分して表示する。

（脚部２６）

【００５７】

またこの拡大観察装置１００は、ベース部２２の底面の四隅から脚部２６を突出させている。脚部２６を介して、拡大観察装置１００は接地面に水平に載置される。このため脚部２６は、各々の高さを調整できる調整手段を設けることが好ましい。これにより、接地面の傾斜によらず水平姿勢に試料台３３を維持して、安定して拡大観察を行える利点が得られる。調整手段は、例えばネジの進行によってその突出量を調整できる機構等、既知の構成が適宜利用できる。図４の側面図に示す例では、脚部２６はチャンバユニット１４側のベース部２２に設けられている。ただ、減圧ユニット１５に脚部を設けてもよい。

（胴部２４）

【００５８】

胴部２４は中空の円筒状で、その両端面を端面板で封止して気密な試料室２１を構成する。また端面板の少なくともいずれか一方は、開閉自在な蓋部２７とする。胴部２４の円筒状側面には、光学系撮像手段１２と電子線撮像手段１１が装着される。具体的には、第一の位置４１に電子線撮像手段１１が、第一の位置４１と離間した第二の位置４２に光学系撮像手段１２が、各々装着されている。

【００５９】

光学系撮像手段１２と電子線撮像手段１１は、各々内部にレンズを内蔵する筒状に構成されている。光学系撮像手段１２は、筒状とした光学レンズ鏡筒の内部に光学レンズが複数枚組み込まれている。同様に電子線撮像手段１１も、電子レンズ鏡筒の内部に電子レンズが組み込まれている。光学系撮像手段１２と電子線撮像手段１１は、図３の断面図に示すように、内部を円筒状とした試料室２１の中心軸から半径方向に突出する姿勢で、胴部２４の外面に固定されている。言い換えると各観察手段１０の電子レンズ鏡筒及び光学レンズ鏡筒は、各々回転中心に向かう姿勢に固定されており、電子線撮像手段１１の電子銃４７の光軸と光学系撮像手段１２の光軸は、回動手段３０の回転軸を中心として径方向に放射状に延長されている。

（蓋部２７）

【００６０】

端面板の一方は、開閉自在な蓋部２７とする。蓋部２７は、胴部２４の開口端を閉塞する閉塞板２８と、閉塞板２８を開放位置、閉塞位置に切り替えるための蓋開閉手段と、閉塞板２８を蓋開閉手段上で回転自在に支承蓋する蓋回転軸１４２と、閉塞板２８を調芯するよう保持する保持機構１４０とを備える。図４の側面図の例では、蓋部２７は、胴部２４端面を閉塞する円盤状の閉塞板２８と、蓋開閉手段として閉塞板２８の回転を支承する蓋開閉アーム２９で構成される。図４においては左側が正面側であり、この図に示すように、蓋開閉アーム２９の下端がベース部２２先端にヒンジ部１３８によりピボット式に軸支されており、蓋開閉アーム２９を倒すことで閉塞板２８が下方向に開放され、蓋開閉アーム２９を直立させて閉塞板２８を胴部２４端面に位置させて閉塞する。閉塞板２８を開放した状態で、ユーザは試料室２１内に備えられた試料台３３上に試料を載置できる。図６に示す例では、閉塞板２８の中心を軸支する蓋開閉アーム２９を、ベース部２２の先端にヒンジ部１３８により折曲自在に固定している。これにより、蓋開閉アーム２９を手前に倒して閉塞板２８を開放位置とできる。この構造によれば、閉塞板２８を胴部２４に密着させて回転させつつ、ヒンジ部１３８を閉塞板２８の下方に固定することで、閉塞板２８の開閉方向は胴部２４の回転位置に依らず、下方向となるように一定とできる。

【００６１】

さらに胴部２４の端面を蓋部２７で開閉式とすることで、試料室２１内部を大きく開放

でき、サイズの大きな試料でも容易にセットできる利点も得られる。特に試料台３３を傾斜させない構成と相俟って、試料を単に試料台３３上に載置するだけで済み、試料を試料台３３上で滑らないように固定する必要がないため、試料の出し入れ、設置作業を極めて簡単にできるという優れた利点が得られる。

【００６２】

なお、試料台への載置を容易にするために、蓋部を開放した状態で試料台３３を手前に引き出すスライド式に構成してもよく（例えば、後述する図１６Ａ、図１６Ｂ参照）、これによって試料台３３へのユーザのアクセスが容易となる反面、引き出し構造が必要となる上、蓋部の前面に蓋部をスライドさせるための空間を確保する必要がある。蓋部２７を含め端面板や胴部２４は、高真空を維持できる十分な耐性を備える部材で構成される。

（固定部分）

【００６３】

胴部２４は、円筒状側面の少なくとも一部を回動手段３０で回転可能としている。このため、胴部２４及び端面板は、胴部２４の回転運動に伴って回転する回転部分と、回転せず静止状態のままの固定部分とに分けられる。いいかえると、回動手段３０によって固定部分と回転部分とに区分される。例えば、試料台３３を駆動する試料台駆動手段３４である水平面移動機構７４及び高さ調整機構８０や、蓋部２７、試料室内観察手段１３、ベース部２２及び固定板２３等は、固定部分となる。一方、各観察手段１０や、これに付随あるいは協働させる照明部の光源ポート９７等は、回転部分側に設けられる。

（回動手段３０）

【００６４】

さらに胴部２４は、一方の観察手段の光軸の方向を、他方の観察手段の光軸の方向と略一致させるように各観察手段を移動可能な移動手段として、回動手段３０を備える。回動手段３０は、円筒状胴部２４の中心軸を回転軸として、観察手段１０を固定した側面を円周に沿って回転させる。このような回動手段３０は、例えばベアリングや、胴部２４の回転軸方向に設けたギヤを、固定側であるベース部２２又は減圧ユニット１５側に設けたギヤとの噛合によって回転させる方式が利用できる。また、回動手段３０を回転させるために必要な外力すなわち回転の抵抗力は、ユーザが手動で回転できる程度としつつ、観察手段１０が所望の位置となるように胴部２４を回転させた状態で手を離すと、該姿勢を維持できる程度の抵抗力を備えることが好ましい。このような回転の抵抗力乃至摩擦力に維持できるよう、ベアリングの油量やギヤのウェイト等を調整する。この構成により、複数の観察手段１０を容易に同一の位置に切り替え可能であり、視野の変更等も生じない。また、回動によって観察手段１０を傾斜できるので、マルチアングル機構で簡単に高倍率での傾斜観察が可能なるという利点も得られる。

【００６５】

また上述の通り、電子線撮像手段１１を回動させる回動面と、光学系撮像手段１２を回動させる回動面とは略一致させている。これにより、各撮像手段の光軸が交差する位置となるため、一方の撮像手段を他方の撮像手段の位置まで回動させるだけで、同じ視野の観察画像を取得でき、位置の切り替えによる視野合わせや焦点の調整といった、同じ視野での撮像を行うべく異なる撮像手段に切り替えるためのユーザの操作を極めて容易にできる利点が得られる。

【００６６】

また、回動手段３０によって観察手段１０を回転させつつ、試料は固定姿勢とするために、試料台３３は固定部分側に固定される。図４の例では、この試料台３３を駆動する試料台駆動手段３４である水平面移動機構７４及び高さ調整機構８０は、胴部２４背面の端面板を通じて固定されている。

【００６７】

従来は、同一の試料に対して観察手段を切り替えるために、図１０～図１２に示すように観察手段１０Ｘ又は試料台３３Ｘを平行移動させる機構が採用されていた。この構成で傾斜観察を行うには、試料台３３Ｘ側を回転あるいは傾動させる方式であったため、視点

を変更する際、観察手段１０Ｘと試料ＳＡｘの位置関係の把握がユーザに容易でなく、移動方向等に混乱を生じる場合が少なからずあった。これに対して本実施の形態では、あくまでも観察対象を固定し、見る側の視点を変更するという自然な形での観察方式としているため、物理的に位置関係の把握が容易であり、視点の移動や変更に際しての調整作業に誤解や混乱が生じ難い、初心者でも理解しやすい、といった利点が得られる。

【００６８】

観察手段１０である光学系撮像手段１２と電子線撮像手段１１とは、胴部２４側面の回転によって同時に移動できる。光学系撮像手段１２と電子線撮像手段１１との移動機構を一の回動手段３０で共通化することで、２つの観察手段１０の移動のための機構を簡素化できる利点が得られる。また回転によって、各観察手段１０を同一の位置に容易に切り替え可能であり、試料を回転軸の位置に静止させることで、視野の変更等も生じない。さらに図１３の各観察手段１０と試料台３３との距離を示す模式正面図に示すように、光学系撮像手段１２及び電子線撮像手段１１の各観察手段１０は、回転移動によって、その回転軸に位置する試料までの距離をほぼ一定に維持できるため、一旦焦点距離を調整しておけば、位置を変更しても常にフォーカスを合わせた状態となるため、回転角度すなわち視点のみを変化できるという合焦状態での傾斜観察に好適な環境が実現される。

【００６９】

好ましくは、蓋部２７は固定部分側に開閉自在に固定する。例えば、図４の側面図に示すように、蓋部２７の閉塞板２８を胴部２４の開放端に着脱自在に装着しつつ、閉塞板２８の回転軸を蓋開閉アーム２９で支承して、蓋開閉アーム２９の下端をベース部２２の先端に折曲自在に固定している。これによって、上述の通り胴部２４の回転位置によらず蓋部２７を開閉する方向を一定に維持できる。この場合、蓋部２７は胴部２４端面の正面側を閉塞し、背面の端面板は胴部２４と一体に固定しつつ、その一部を貫通するように試料台３３を駆動する試料台駆動手段３４を固定部分である減圧ユニット１５に固定している。すなわちこの例では、蓋部２７の閉塞板２８は、胴部２４を閉塞する状態では回転部分と一体となり、蓋開閉アーム２９は固定部分に固定されている。

（引張バネ１３５）

【００７０】

また蓋開閉アーム２９とベース部２２との折曲部分であるヒンジ部１３８の近傍には、引張バネ１３５を設けている。引張バネ１３５は、ヒンジ部１３８を折曲しやすくなる方向に付勢している。すなわち、蓋開閉アーム２９を開放状態の水平姿勢から、閉塞状態の垂直姿勢に直立させ易くする。さらに引張バネ１３５は、垂直姿勢とした後も後述する保持機構１４０のロック状態を解除するロック解除機構として、蓋開閉アーム２９を胴部２４側に付勢している。

【００７１】

蓋部２７を回転部分側に固定すると、胴部２４の回転位置によって蓋部２７の開閉方向が変化してしまい、ユーザはその都度開閉方向を確認しなければならないという弊害が生じる。また蓋部２７が剛性の高い重い金属製の場合は、蓋部２７の方向によってはユーザが手動で開閉し難くなったり、開閉を支承するヒンジへの負荷が大きくなることも考えられる。よって、このような開閉姿勢の変化を回避するために、蓋部２７の固定位置を固定部分側とすることが有効となる。また、蓋部２７を開閉する向きを常に一定方向とすることで、蓋部２７の開閉構造を簡素化できる利点も得られる。

【００７２】

ただ、本実施の形態は蓋部の開閉方向を限定せず、蓋部を側方に開閉させたり、十分な強度が維持される場合は蓋部を上方向に開閉させる方式を採用することも妨げない。あるいは、蓋部を回転軸方向で装置の外方に移動させるスライド式とすることもできる。この場合は、蓋部は胴部の底面と平行状態を維持したまま、手前に引き出される。またこの構成では、蓋部と同時に試料台を引き出すこともでき、上述のように試料台へのアクセスを容易にできる利点が得られる。また蓋部の開閉方式に依らず、試料台を単独で試料室の外部に引き出し自在としてもよい。試料台を引き出す構成は、例えば試料台及びこれを駆動

する試料台駆動手段のアームを手前側に突出自在とすることで実現できる。
【００７３】
なお、後述するように試料台は傾動や揺動をしないように水平姿勢を維持しつつ、平面内の移動や回転を可能としているが、本明細書においてこのような試料台を水平姿勢に「固定」するとは、試料台を回転軸回りに胴部に対して揺動、傾斜させないという意味で使用する。すなわち、回転軸の軸方向に試料台をスライドさせることは「固定」の概念に含まれる。
（回動手段の変形例）
【００７４】
上述した図４の構成を、主に回転部分と固定部分の区分けで示した模式側面図を図１４に示す。この構成では、胴部２４全体が一方の端面板（図１４において右側に位置する背面側）に対して回動し、端面板と胴部２４との間に胴部２４の回動を行わせるための回動手段３０が構成されている。ただ、蓋部や胴部等の回転部分、固定部分の構成例は、このような構成に限られず、種々の形態が利用できる。図１５～図１６Ｂに、変形例に係る回動手段の例を示す。これらの図において、図１５は固定部分に蓋部２７Ｂを設けた試料室２１Ｂの模式側面断面図、図１６Ａは蓋部２７Ｃを試料台３３Ｃと一体とした試料室２１Ｃで蓋部２７Ｃを閉塞した状態を、図１６Ｂは蓋部２７Ｃを開放した状態を、それぞれ示している。なおこれらの図では、説明のため減圧ユニット等の図示を省略している。
【００７５】
図１５の例では、胴部２４の正面側（図において左側）を端面板で閉塞し、背面側（図において右側）に開閉式の蓋部２７Ｂを設けている。この構成では、蓋部２７Ｂは胴部２４の回転によって回転しない、固定部分となっている。さらに図１６Ａ、図１６Ｂの例では、固定部分に設けた蓋部２７Ｃに、試料台３３Ｃを一体的に固定している。この構成においては、好ましくは図１６Ａ、図１６Ｂに示すように、蓋部２７Ｃに試料台３３Ｃを固定し、蓋部２７Ｃを装置背面から引き出すことで、蓋部２７Ｃを開放すると共に、蓋部２７Ｃに固定された試料台３３Ｃも試料室２１Ｃ外に引き出される。この構成であれば、試料台３３Ｃへのアクセスが容易となり、試料の載置や取り出し、交換作業が容易となる。
【００７６】
また図１４及び図１５の例では、胴部の全体を回転させているが、胴部の一部のみを回転させるような構造とすることもできる。例えば図１７の斜視図に示すように胴部２４Ｄを２つに分け、端面板の一方側（図において右側の背面側）を固定部分（図中斜線で示す）とし、他方（正面側）側を回転部分とすることで、円筒状側面の一部（正面側）を回転させている。また図１８の斜視図の例では、胴部２４Ｅを３分割し、両端面を固定部分（図中斜線で示す）とし、側面の中間部分である、観察手段１０を固定した一部のみを摺動させる構成としている。これによって、端面板や蓋部２７Ｅを固定部分側とでき、特に蓋部２７Ｅの開閉構造を容易にできる利点が得られる。
【００７７】
なおこのような構成において、端面板や胴部２４の一部に固定部分を設ける場合、この固定部分に、試料台３３を駆動させる試料台駆動手段３４を支持させる。具体的には、図４等に示すように、端面板に開口を設け、開口の内側であって固定板２３上に試料台３３を駆動する試料台駆動手段３４を設けている。すなわち固定部分である開口内から試料台駆動手段３４のアームを試料室２１内に挿入し、アームの先端に試料台３３をＸ、Ｙ、Ｚ方向に駆動させる状態に支持する。また図１８の例では、他の固定部分である正面側の端面板に試料台駆動手段３４を設けてもよい。あるいは、胴部２４及び両端面板を、これらを支持するベース部２２上にて回転軸回りに回転自在に支承させてもよい。この場合は、端面板の一部のみに試料台３３を支持させることができる。
【００７８】
なお、いずれの構成においても回動手段が回転しても試料室２１内の減圧状態が維持できるよう、気密を維持したまま回動できる構造が求められる。特に胴部２４は複数の観察手段１０を備え相当の重量がある上、固定板２３で片持ち姿勢にて回転させるため、十分

な機械的強度も求められる。そこで図４に示す例では、端面板を構成する固定板２３と胴部２４との間の回転面において、ベアリングとして回転精度が高くかつ荷重負荷耐性に優れたクロスローラベアリング３１を使用している。さらに回転面での気密性を維持するため、Ｏリング３２を介在させている。これにより、胴部２４内部の試料室２１の気密性を維持しつつ、安定的な回転機構が実現できる。

（回動手段の気密封止機構）

【００７９】

また一方、閉塞板２８を閉塞位置として試料室２１内を減圧すると、減圧による試料室２１内外の圧力差によって閉塞板２８は胴部側に吸引され、引き寄せられることになる。この結果、図１９に示すように、回動手段の気密封止する界面に配置されたＯリング３２が挿入溝１３６のテーパ壁面１３７で変形されて、この部分の気密性が達成されつつ、回動手段による回動面の摩擦力を抑制できる。

【００８０】

従来の構造ではＯリングを配置するため、図２０に示すように、気密封止する界面に垂直な壁面を有する凹状の挿入溝１３６ｘを形成していた。この構造では、挿入溝１３６に配置された真空密閉用のＯリング３２ｘを上下方向から狭持して潰すため、接触面積が大きくなり、その分相当な摩擦力が発生して、回動手段による回転の抵抗力が大きくなるという問題があった。

【００８１】

そこで、このように封止界面でＯリングを物理的に狭持して変形させるのでなく、減圧による吸い付きを利用してＯリングを変形させ、摩擦抵抗を軽減している。具体的には、図１９に示すように、挿入溝１３６の側面を、Ｏリング３２の外形に沿うように傾斜させたテーパ壁面１３７としている。また封止界面においてはＯリング３２の機械的な狭持は、行わないか、あるいは比較的弱い力に止め、減圧時に発生する吸引力でテーパ壁面１３７にＯリング３２を密着するよう弾性変形させて、気密性を発揮させる。また封止部材はＯリングに代えて、リップパッキン等他の弾性部材を利用できる。

（蓋部の回転軸支承構造）

【００８２】

さらに蓋部２７の閉塞板２８は、試料室２１を気密に閉塞しつつ、胴部２４と一体となって回転させる構造が要求される。すなわち、胴部２４の回転時に閉塞板２８を支承する機構が必要となるが、同時に蓋部２７の回転軸を胴部２４の回転軸と完全に一致させることは容易でない。すなわち、閉塞板２８と胴部２４とが一体となって回転するには、胴部２４の回転軸と閉塞板２８の回転軸が一致していなければならず、そのような姿勢に閉塞板２８を正確に保持する必要がある。その一方で、保持する力が強すぎると、蓋部の閉塞板２８の回転が阻害されることとなる。特に胴部２４の回転に従って閉塞板２８も回転するように同調できないと、ギスギス感が生じて回転の動きが悪くなってしまう。いわば正確な位置に閉塞板２８を保持しつつも、その位置での回転は許容するという背反する特性が要求される。

【００８３】

一方、閉塞板の開閉機構を回転部分側に設ければ、このような問題は生じないものの、図２１Ａ、図２１Ｂに示すように蓋２８ｘの開閉の方向が真空チャンバ２４ｘの回転位置によって変化するという問題があった。この構成で常に一定の方向に蓋２８ｘを開閉させようとすれば、真空チャンバ２４ｘを必ず所定の回転位置に一旦戻した状態で蓋２８ｘを開閉させる必要があり、使い勝手が悪くなる。特に、従来のように試料台側を傾斜させて傾斜観察を行う構成では、このような胴部の回転作業自体が本来不要であったため、胴部側を回転式とした構成においては一層使い勝手を悪くする印象が強くなる。また一方で、試料台を傾斜させずに水平姿勢に維持する構成においては、胴部の回転位置に依らず試料台が常時水平姿勢であるため、尚更胴部を所定位置（例えば正面観察の姿勢）に戻す必然性は低い。さらに一方、胴部に閉塞板の開閉機構を設けると、閉塞板を開放した状態ではその重量によって閉塞板が不安定な状態となり、胴部を不用意に回転できなくなるため、

試料を試料台に載置して傾斜観察の視野確認を表示手段で確認しながら載置位置を調整することが困難になるという問題もあった。

【００８４】

さらに閉塞板を引き出し式に開閉する構成も考えられるが、この構成では図２２に示すように、手前側に蓋２８ｙを引き出すためのスペースを確保しなければならない。またこの場合は、蓋２８ｙの背面に試料台３３ｙが固定されるため、蓋２８ｙを開放した状態では試料台３３ｙも手前に移動される結果、光学系撮像手段で試料を観察できなくなり、試料の載置位置を光学系撮像手段で確認しながら調整することができないという問題がある。

【００８５】

したがって、このような不利益を生じさせずに、胴部の回転位置に依らず閉塞板の開閉方向を常時一定に維持するには、閉塞板の開閉機構を回転部分でなく固定部分側に設ける必要がある。ただ、この構造を採用すると上述の通り、回転軸の支承部分で、回転の軸合わせと回転の容易さを両立させることが困難になるという問題があった。

【００８６】

そこで本実施の形態では、蓋部の蓋回転軸１４２を保持、開放する保持機構１４０を設けることで、このような位置決め保持と回転の抵抗力低減という矛盾する特性を両立させている。以下、蓋回転軸１４２と保持機構１４０の詳細を、図２３Ａ及び図２３Ｂに基づいて説明する。これらの図において、図２３Ａは開放位置における蓋回転軸１４２のロック状態を、図２３Ｂは閉塞位置における蓋回転軸１４２のロック解除状態を、各々示している。

（蓋回転軸１４２）

【００８７】

蓋回転軸１４２は、閉塞板２８を蓋開閉手段で支持しつつ、胴部２４の開口端を閉塞した状態では、閉塞板２８の回転中心となる。すなわち、固定部分である蓋開閉アーム２９と、回転部分である閉塞板２８との間に介在して、これらを連結する部材である。

（保持機構１４０）

【００８８】

また保持機構１４０は、閉塞板２８の位置に応じて蓋回転軸１４２のロック状態と解除とを切り替える部材である。すなわち、閉塞板２８が開放位置にあるときは、閉塞板２８を所定の姿勢に保持するロック状態となる。所定の姿勢とは、閉塞板２８を閉塞位置としたとき、その回転軸が胴部２４の回転軸と略一致するように、軸合わせあるいは調芯した姿勢である。すなわち、閉塞板２８を開放位置から閉塞位置に移動させたときに回転軸が一致される姿勢に、閉塞板２８を位置決めした状態に保持機構１４０は保持する。さらに閉塞板２８が開放位置から閉塞位置に切り替えられると、保持機構１４０はこのロック状態を解除する。この結果、閉塞板２８は胴部２４と一体となって回転される。

【００８９】

蓋回転軸１４２と保持機構１４０の具体例を示す図２３Ａ及び図２３Ｂの例では、蓋回転軸１４２を蓋開閉アーム２９の先端から閉塞板２８に向かう姿勢に突出させている。また閉塞板２８は、蓋回転軸１４２と面する部位に、これを支承するための軸受凹部１４３を形成している。軸受凹部１４３は略凹状で、その開口部の内径を蓋回転軸１４２よりも大きくしている。このようにして蓋回転軸１４２と軸受凹部１４３との間に隙間を設け、これを遊びとすることで閉塞板２８の胴部２４への固定後の回転を蓋回転軸１４２で阻害せず、スムーズな回転を実現できる。

【００９０】

また軸受凹部１４３の開口部分には、開口端側の内径を狭くし、軸受凹部１４３の底面側に向かって末広がりに傾斜させた傾斜面１４４を形成している。図２３Ａ及び図２３Ｂの例では、軸受凹部１４３の開口端部分に、中心を残して開口端を覆うようにストッパ１４５を固定している。ストッパ１４５は、蓋開閉アーム２９と面する表面側を平板状として後述するコイルスプリング１４６を支承し易くし、軸受凹部１４３内部の裏面側を、開

口端縁に向かって狭く形成した傾斜面１４４としている。

【００９１】

一方、蓋回転軸１４２の一端には、軸受凹部１４３に挿入された状態で、傾斜面１４４に沿った傾斜方向となるよう、開口端縁側の外形を細く、軸受凹部１４３の底面に向かって外形を大きくしたテーパ面１４７を形成している。テーパ面１４７及び傾斜面１４４は、両者を接触させた状態で閉塞板２８と胴部２４の回転軸が調芯される姿勢となるよう設計される。また好ましくは、テーパ面１４７の傾斜を傾斜面１４４よりも緩やかとなるように形成することで、確実にこれらの当接面で摩擦力を生じてロック状態を作り出すことができる。

【００９２】

さらに保持機構１４０は、蓋回転軸１４２と閉塞板２８とが当接するように付勢された弾性部材を備えている。弾性部材には、例えばコイルスプリング１４６を利用できる。コイルスプリング１４６は、閉塞板２８が開放位置にある姿勢で傾斜面１４４がテーパ面１４７に当接するように付勢する第一付勢手段として機能する。コイルスプリング１４６の内部に蓋回転軸１４２を挿通するように配置して、ストッパ１４５の表面を押圧することで、ストッパ１４５内面側で傾斜面１４４と蓋回転軸１４２のテーパ面１４７とを当接させる。これにより、摩擦力で蓋回転軸１４２と閉塞板２８との保持状態を作り出すことができる。すなわち、閉塞板２８が閉塞状態でないときは保持機構１４０で傾斜面１４４がテーパ面１４７に当接するよう付勢して保持状態を作り出す。そして保持状態においては上述の通り蓋回転軸１４２と閉塞板２８とが芯合わせされて、位置決めされた状態に維持される。このため、閉塞板２８を閉塞位置としたとき、胴部２４の開口部分が正確に閉塞され、両者の回転軸が正確に位置決めされ、また位置ずれによる気密性の低下を回避できる。さらに閉塞板２８を閉塞位置として試料室２１内を減圧すると、減圧による試料室２１内外の圧力差によって閉塞板２８は胴部２４側に吸引され、開口端のＯリング３２を潰して密着されて気密状態が達成される。

【００９３】

さらに、閉塞位置とすることで、蓋開閉アーム２９とベース部２２との折曲部分であるヒンジ部１３８に設けた引張バネ１３５が、蓋開閉アーム２９を胴部２４側に引き寄せる。引張バネ１３５は、閉塞板２８が閉塞位置にある姿勢で第一付勢手段の付勢力に対向する応力を付与する第二付勢手段として機能する。引張バネ１３５による引張力は、コイルスプリング１４６による押出力よりも強くなるよう選択されている。この結果、蓋開閉アーム２９がコイルスプリング１４６の反発力に抗して胴部２４側に引き寄せられ、蓋開閉アーム２９に固定された蓋回転軸１４２も胴部２４側に押し出される。この結果、図２３Ｂに示すように、蓋回転軸１４２のテーパ面１４７と閉塞板２８の傾斜面１４４との接触が解除され、この界面で隙間が生じ、あるいはこの界面での摩擦が低減され、いずれにしても保持機構１４０の保持状態が解除される。このため、蓋回転軸１４２での摩擦力を低減でき、弱い力でも閉塞板２８を回転できるようになって、胴部２４の回転に追従して回転できるようになる。

【００９４】

このように、閉塞板２８が閉塞位置にないときは閉塞板２８の回転軸が胴部２４の回転軸と略一致するように保持機構１４０で保持して調芯して、閉塞板２８を閉塞位置に切り替える際の軸合わせと気密状態の達成とを確実ならしめ、さらに閉塞板２８が一旦閉塞されると保持状態を解除することで、胴部２４のスムーズな回転を保持機構１４０で阻害しないように回転の抵抗力を低減でき、信頼性と操作性を両立できるという優れた利点が得られる。

【００９５】

換言すると、保持機構１４０は試料室２１の開放状態では閉塞板２８を調芯した位置に保持しつつ、減圧状態では胴部２４側に閉塞板２８を引き渡す格好とすることで、蓋回転軸１４２の摩擦抵抗を軽減し、スムーズに胴部２４を回転できる構成を実現している。

【００９６】

また保持機構は上記構成に限られず、閉塞状態で閉塞板を開放し、それ以外では閉塞板を把持可能な構造が適宜利用できる。例えば穴に球状部材を設け、蓋開閉アーム側にこの球状部材を捕捉するキャッチャーを設ける構造が利用できる。

【００９７】

以上のように、蓋部２７を蓋開閉アーム２９先端の蓋回転軸１４２上で回転自在とした円盤状の閉塞板２８で構成し、さらに蓋開閉アーム２９を固定部分であるベース部２２に設けることで、閉塞板２８の開閉方向は、胴部２４の回転位置に依らず常時一定となる。図２４に示す例では、開口端の下方に蓋開閉アーム２９のピボットが位置されており、閉塞板２８の開閉方向を一定として、ユーザは開閉動作をスムーズに行える。

【００９８】

さらに本明細書において回転乃至回動とは、必ずしも完全な円運動である必要はなく、円弧状の移動軌跡を含む。例えば図２５の模式側面断面図に示すように、胴部２４Ｆを半円状に構成して、湾曲側面に沿って電子線撮像手段１１及び光学系撮像手段１２を移動させて試料室２１Ｆ内を傾斜観察を可能とする例も包含する。同様に、胴部の円筒状側面には、完全な円筒のみならず、部分的な円筒、例えば断面が半円や円弧となるものも含む意味で使用する。

（取っ手３５）

【００９９】

また胴部２４は、手動で回転し易いように取っ手３５を設けることもできる。図２Ａに示す取っ手３５は、観察手段１０と同様、胴部２４の円筒状側面から突出する姿勢に固定されたチャンバチルトノブである。取っ手３５の先端には、ユーザが手で把持し易いようグリップ部分を設けている。ユーザは取っ手３５のグリップ部分を把持して胴部２４を所望の方向に回転できる。取っ手３５は、両手で把持できるように、離間させて２つ設けている。好ましくは、胴部２４の側面から突出する２つの観察手段である電子線撮像手段１１と光学系撮像手段１２を設けた位置の外側に、２つの取っ手３５を設け、２つの観察手段の両側から挟み込むようにして配置する。このようにして、取っ手３５同士の間に２つの観察手段を位置させることで、円周方向に突出した観察手段の端部が回動時に外部の部材と接触して破損したりする事態を、これら観察手段よりも外部に配置された取っ手３５によって保護する効果も得られる。また、取っ手３５の突出長さを、電子線撮像手段１１や光学系撮像手段１２よりも長く突出させることで、これら観察手段の保護効果をさらに高めることができる。加えて、図２Ｂ、図２Ｃに示す変形例のように、取っ手３５Ｂの先端に設けたグリップ部分を外側に折曲させることで、ユーザがより把持し易くできる。また、取っ手３５の形状は棒状とする他、Ｌ字状やコ字状、半円状等に形成してもよい。あるいは、取っ手を１本のみ設けてもよい。あるいはまた、観察手段が十分な強度で胴部に固定されている場合は、観察手段を取っ手に兼用することもできる。

（表示切替手段３６）

【０１００】

また拡大観察装置は、使用する撮像手段を切り替える表示切替手段３６を備える。表示切替手段３６の例としては、ハードウエア的な切替スイッチが利用できる。図２Ａの例では、表示切替手段３６として胴部２４の円筒状側面で、電子線撮像手段１１及び光学系撮像手段１２の手前に、各々押しボタンを設けている。また各ボタンの前面にはＬＥＤランプ等の表示灯１７が設けられている。この表示切替手段３６は、いずれか押しボタンを押下すると、該押しボタンの背面の観察手段が選択されて、表示手段２でリアルタイム表示される動画表示が、該観察手段で取得した画像に自動的に切り替わると共に、該当する表示灯１７が点灯して、該観察手段が選択中であることを示す。このように、押しボタンの押下というメカニカルな切り替え操作によりユーザに対し切り替え操作を感覚的に知覚させ、さらに押しボタンの押し込み位置と表示灯１７の点灯／消灯とで、現在の選択状態を視覚的に把握させることができる。なお図２Ａの例では、いずれかの押しボタンを択一的に選択でき、非選択の押しボタンは自動的にＯＦＦに切り替わる。言い換えると、表示切替手段３６によりいずれか一方の観察手段を選択して、選択された観察手段のみ操作する

よう構成されており、２つの観察手段を同時に使用することはできない。ただ、このように観察手段を交互に使用する構成の他、同時に使用可能に構成してもよい。

【０１０１】

また、表示切替手段３６による観察手段の切り替えには、各観察手段に設けられた切替スイッチを操作するハードウエア的な操作の他、ソフトウエア的な切り替えを採用することも可能である。例えば表示手段２の画面上で、選択したい観察手段の観察上を表示しているウィンドウを選択してアクティブにすると、自動的に観察手段の選択状態が切り替わるように構成してもよい。

【０１０２】

また表示切替手段３６は、このようなハードウエア的な構成の他、拡大観察装置１００の操作プログラムを操作する等、電子的あるいはソフトウエア的に切り替え指示を送る構成としてもよい。あるいは、ハードウエアによる切替スイッチと、操作プログラム等のソフトウエアによる切替スイッチとを兼用してもよい。例えば胴部２４を回動手段３０で回動時させると、自動的に観察手段１０を切り替えるように促すこともできる。また回動操作のための取っ手３５に、切替スイッチを設けることもできる。特に、観察手段１０の切り替え操作は、観察手段１０を物理的に移動させる、すなわち回動手段３０を操作させるタイミングで行うことが多いため、回動時に把持する取っ手３５に、観察手段１０の表示切替手段３６を設けることで、この切り替え操作も回動操作とほぼ同時に実行することができ、操作性を向上できる。例えば、取っ手３５のハンドル部３５ｂの端面や側面に、ユーザがハンドル部３５ｂを把持した状態で親指や人差し指で押し易い位置に、表示切替手段３６として押しボタンスイッチを設ける。また、押しボタンスイッチはトグル式に電子線撮像手段と光学系撮像手段とを切り替える他、各観察手段に切り替えるための専用のボタンを設けてもよい。例えば右側の取っ手３５には観察手段の内、右側に配置されたもの、例えば光学系撮像手段には光学系撮像手段への切替スイッチを、左側の取っ手３５には左側に配置されたもの、例えば電子線撮像手段には電子線撮像手段への切替スイッチを、それぞれ設けることができる。

（試料室２１）

【０１０３】

試料室２１内は、減圧状態を維持できるような封止構造としている。試料室２１の内壁には、各種の部材を配置、或いは接続するためのポートを開口している。各ポートは、試料室２１内を減圧状態に維持できるよう、気密に封止される。このような気密封止を実現するために、接合箇所にはＯリング等のパッキンが利用される。

（第一の位置４１及び第二の位置４２）

【０１０４】

観察手段１０の内、第一の観察手段を構成する電子線撮像手段１１は胴部２４の円筒状側面の第一の位置４１に固定されており、また第二の観察手段を構成する光学系撮像手段１２は同じく胴部２４の円筒状側面で、第一の位置４１と近接した第二の位置４２に固定されている。図３の例では、電子線撮像手段１１を固定している第一の位置４１と、光学系撮像手段１２を固定している第二の位置４２との距離は、固定値である。すなわち、円筒状胴部２４を回転させると、光学系撮像手段１２と電子線撮像手段１１とが一緒に回動されることになる。これにより、各観察手段１０の移動機構を共通にして簡素化できる。

【０１０５】

第二の位置４２は、光学系撮像手段１２の先端が電子線撮像手段１１の電子銃４７の光軸と干渉しない位置とする。好ましくは、非干渉としつつ極力接近させた位置とする。これにより、図３に示すように光学系撮像手段１２を電子線撮像手段１１と近付けることができ、この結果、双方の観察手段１０の位置まで回動させるための回転量を最低限に抑え、撮像位置の切り替え作業をスムーズにかつ迅速に行える。また、観察手段１０の位置を近付けることで、図２６（ａ）～（ｃ）に示すように、両者の回動移動可能な範囲の重複範囲（後述する重複回動範囲）を大きくできる利点も得られる。

【０１０６】

このため第一の位置４１と第二の位置４２とが回動中心と成すオフセット角度は、小さい程好ましく、具体的には３０°～５０°の範囲とすることが好ましい。図３の例では、光学系撮像手段１２の光軸と電子線撮像手段１１の光軸が、４０°の角度差となるように、各々が胴部２４に固定されている。また回動手段３０は、オフセット角度以上の範囲で回転させることが可能であり、これによって一方の観察手段を他方の観察手段の位置まで回転させることができる。回動手段３０で回動可能な範囲は、回動規制手段２１４で規制される最大回動範囲である。また回動規制手段２１４を解除することで、さらに広範囲の回動範囲規制値まで回動させることも可能である。

【０１０７】

なおこの例では、電子線撮像手段１１は胴部２４に交換不能な状態で固定されている一方、光学系撮像手段１２は着脱式に固定している。これにより、光学系撮像手段１２を図９に示すように拡大観察装置１００から外して、デジタルマイクロスコープ用のスタンドＳＴに付け替えることが可能となる。この着脱構造を実現するため、第二の位置４２には光学系撮像手段装着部が設けられる。

（光学系撮像手段装着部）

【０１０８】

胴部２４の円筒状側面には、第二の位置４２に光学系撮像手段１２を着脱自在に装着するための光学系撮像手段装着部を設けている。光学系撮像手段装着部は、光学系撮像手段１２の光学レンズ鏡筒を差し込み可能に開口されたポートを有しており、ポート部分には光学系撮像手段１２を装着するためのマウント３９が設けられる。マウント３９は、図３に示すように有底筒状で、その内径は光学系撮像手段１２を装着できるよう、光学系撮像手段１２の外形よりも若干大きく設計される。またマウント３９の筒状内面には、ネジ溝等、光学系撮像手段１２を挿入し固定するための構造を設ける。

【０１０９】

さらにマウント３９の底面には開口窓が設けられ、装着された光学系撮像手段１２の光学レンズを阻害しないよう、透光性ウィンドウが嵌め込まれている。さらにマウント３９は、試料室２１内の気密性を維持しつつ装着できるよう、Ｏリングを介して封止される。Ｏリングはマウント３９と胴部２４との接合面及びマウント３９と透光性ウィンドウとの接合面に、各々設けられる。図３の例では、光学系撮像手段装着部は、第一Ｏリング、ポート、第二Ｏリング、透光性ウィンドウの４部品により、真空封止している。

【０１１０】

このように胴部２４の筒状側面に気密に設けられたマウント３９に光学系撮像手段１２を装着自在とすることで、気密性を維持しつつ光学観察を行うことができる。さらに、マウント３９に装着される光学系撮像手段１２を交換することも容易に行えるため、光学観察の自由度が飛躍的に増す。特に従来のＳＥＭ等の電子顕微鏡においては、光学観察が可能な光学レンズを備えるものは存在したが、あくまでも電子顕微鏡の視野探し等に利用することを想定した補助的な意味合いが強く、本格的な光学レンズを備えるものは殆ど利用されていなかった。これに対し本実施の形態では、光学レンズを交換可能としたことで、電子顕微鏡と併用する光学観察においてもその選択肢を広げ、観察の自由度を大きく拡大できる利点が得られる。

【０１１１】

すなわち従来は、視野探しを光学系撮像手段１２で行い、その後の詳細な観察は電子線撮像手段１１で行うという位置付けに過ぎなかった。また、同じ視野の光学画像と電子顕微鏡画像とを同倍率で表示し、これらを併用して対比、切り替えを行おうとすれば、両者が同じ視野となるように位置合わせする作業が非常に面倒であった。これに対して本実施の形態では、光学系撮像手段１２と電子顕微鏡の拡大倍率を重複させ、かつ回転式に移動させつつ、その回転軸に試料を配置することで、同じ視野範囲で光学画像と電子顕微鏡画像との取得が飛躍的に容易となった。

【０１１２】

第一の位置４１と第二の位置４２は、図３に示すように、光学系撮像手段１２と電子線

撮像手段１１とが相互に干渉しない程度に近接させて固定されている。具体的には観察手段１０の先端部が試料室２１内部で物理的に干渉する虞があり、また一方の光軸が他方の鏡筒で遮られる虞もある。特に図３に示すように、電子線撮像手段１１は試料室２１内部まで突出している一方、光学系撮像手段１２はマウント３９に固定される都合上、試料室２１内部への侵入量が相対的に少なく、その光軸が電子線撮像手段１１の先端に阻害される虞がある。このため、このような物理的、光学的な干渉が生じないように、これらを離間させる必要がある。

【０１１３】

一方でこれらを離間させすぎると、今度は胴部２４を回転させて互いの位置まで移動させる際の移動距離が長くなる上、相互の観察手段１０が共に位置することのできる軌跡の重複すなわち重複回動範囲が狭くなる不都合がある。そこで、これらが干渉しない程度に近接して配置することで、一方の観察位置に他方の観察手段１０を移動させる際の移動量を必要最小限に抑えて無駄な移動量を無くし、切り替えを速やかに行う利点が享受できる。

【０１１４】

光学系撮像手段１２と電子線撮像手段１１との固定位置は、円筒状胴部２４の回転軸と略直交する略同一平面上としている。これにより、回転移動された光学系撮像手段１２と電子線撮像手段１１とは、常に同じ円周上で移動するため、両者の軌跡が一致し、同一視野の観察画像を得ることが可能となる。特に電子線撮像手段１１を回動させる回動面と、光学系撮像手段１２を回動させる回動面とを略一致させることで、各観察手段１０の光軸の移動範囲が一致するため、一方の観察手段１０を他方の観察手段１０の位置まで回動させるだけで、同じ視野の観察画像を取得でき、位置の切り替えによる視野合わせや焦点の調整といった、同じ視野での撮像を行うべく異なる観察手段１０に切り替えるためのユーザの操作を極めて容易にできる利点が得られる。

【０１１５】

また、同一平面上に光学系撮像手段１２と電子線撮像手段１１とを固定することで、胴部２４の長さを短くでき、回転軸方向における装置のコンパクト化を図り、拡大観察装置の外形を小型化できる利点も得られる。このような試料台３３側を固定して観察手段１０側を傾斜させる構造によって、異なる傾斜角度（観察角度）での傾斜観察を容易に行え、マルチアングルでの高倍率傾斜観察が可能となる。

【０１１６】

また電子線撮像手段１１を固定する第一の位置４１と、光学系撮像手段１２を固定する第二の位置４２とは、異なる位置であるため、各観察手段１０で試料を撮像する傾斜角度も、第一の位置４１と第二の位置４２とで異なる。この結果、同時に撮像できる電子顕微鏡画像と光学画像とは、異なる傾斜角度で得られたものとなるが、胴部２４を回転させることでお互いの位置まで容易に移動させることができる。すなわち、光学系撮像手段１２があった位置まで電子線撮像手段１１を移動させたり、逆に電子線撮像手段１１の位置に光学系撮像手段１２を移動させることが、胴部２４を回動させるという極めて簡単な操作により速やかに、かつ正確に行える。このことは、特に従来の電子顕微鏡と比べて大きな利点となる。

【０１１７】

本実施の形態によれば、同じ傾斜角度での観察画像を、電子線撮像手段１１と光学系撮像手段１２とで得ようとすれば、一旦一方の観察手段（例えば光学系撮像手段１２）で観察画像（例えば光学画像）を撮像した上で、円筒状胴部２４を回転させ、他方の観察手段（例えば電子線撮像手段１１）を、先ほど一方の観察手段で撮像した位置まで回動させる。回動は、回転運動の中心軸すなわち回転軸に沿った円弧状の軌跡となるため、どの位置であっても常に観察手段の光軸は回転軸に向かう姿勢で維持される。よって、一旦焦点距離を調整しておけば、回動によっても本質的にはその焦点距離が維持されるため、合焦のための操作は極めて容易である。

【０１１８】

言い換えると、最初に一方の観察手段で観察画像を撮像する際、他方の観察手段でも合焦位置に調整しておけば、回動の前後で合焦状態が維持されるため、回動後速やかに観察画像を取得できる。このように本実施の形態によれば、２つの異なる観察手段１０を用いて、同じ位置での観察画像を速やかに、かつ容易に取得できるという極めて優れた特長が得られるのである。

（回動可能範囲）

【０１１９】

光学系撮像手段１２と電子線撮像手段１１が各々回動できる範囲は、少なくとも一部が重複するよう、すなわち互いの観察手段１０がお互いの位置に移動できるように構成する。図２６（ａ）～（ｃ）は、光学系撮像手段１２と電子線撮像手段１１がそれぞれ回動できる範囲を概念的に示した模式図であり、図２６（ａ）は電子線撮像手段１１と光学系撮像手段１２の重複回動範囲を、図２６（ｂ）は電子線撮像手段１１の回動可能範囲を、図２６（ｃ）は光学系撮像手段１２の回動可能範囲を、それぞれ示している。また各図において実線は電子線撮像手段１１の回動可能範囲を、破線は光学系撮像手段１２の回動可能範囲を、それぞれ示している。上述の通り光学系撮像手段１２と電子線撮像手段１１とは、胴部２４の回転により一緒に回動されるため、各々の観察手段１０が回動できる回動可能範囲は、胴部２４の回転可能範囲に依存する。

（重複回動範囲）

【０１２０】

より正確には、胴部２４の回転可能範囲から、第一の位置４１と第二の位置４２との角度差すなわちオフセット角度を減算した角度が、光学系撮像手段１２と電子線撮像手段１１とが重複する重複回動範囲である。例えば、胴部２４の回転可能範囲が１５０°で、オフセット角度が４０°の場合は、１５０°－４０°＝１１０°が、重複回動範囲となる。重複回動範囲が広い程、様々な傾斜角度で電子顕微鏡画像、光学画像を共に撮像することができ、好ましい。理想的には、重複回動範囲を試料台３３の上面をすべてカバーできる０°～１８０°とする。この場合は、ほぼすべての傾斜角度で電子顕微鏡画像、光学画像を取得できる。ただ、胴部２４から突出する各観察手段１０が拡大観察装置の載置面と抵触すると回動が阻止されるため、各観察手段１０が胴部２４から突出する長さや、拡大観察装置を床面に載置するための脚部２６の高さ等により物理的な制約を受けることになる。このため重複回動範囲は、６０°～１８０°程度となる。好ましくは、１８０°もしくはこれに近い重複回動範囲を実現できるよう、各観察手段１０の突出長さや脚部２６の長さを設定する。なお本明細書において傾斜角度は、電子線撮像手段１１が垂直姿勢にある状態を０°として計算している。例えば図２６（ｂ）の例では、電子線撮像手段１１の回動可能範囲が、垂直姿勢から左に９０°、右に６０°で、合わせて１５０°である。また光学系撮像手段１２の回動可能範囲は、電子線撮像手段１１から右に４０°傾斜して固定されているため、その回動可能範囲は、図２６（ｃ）に示すように、垂直姿勢から左に５０°、右に１００°で、合わせて１５０°である。

【０１２１】

以上のように、各観察手段１０（光学系撮像手段１２及び電子線撮像手段１１）は、回転移動（回動）によって、その回転軸に位置する試料までの距離をほぼ一定に維持できるため、一旦焦点距離を調整しておけば、位置を変更しても常にフォーカスを合わせた状態で、回転角度すなわち視点のみを変化させることができるという優れた利点が得られる。

（電子線撮像手段１１の概要）

【０１２２】

次に、電子線撮像手段１１の概要について、図２７に基づいて説明する。図２７は、電子線撮像手段１１のシステム構成を示すブロック図であり、ここでは静電型の静電レンズを用いたＳＥＭを利用している。このＳＥＭは、一般に加速電子の電子線を発生させ試料ＳＡに到達させるまでの電子レンズ系と、試料ＳＡを配置する試料室２１（チャンバ）と、試料室２１内を真空にするための排気系と、像観察のための操作系で構成される。また図２７の電子線撮像手段１１は、荷電粒子線による電子線観察像である電子顕微鏡画像の

観察を行うため、電子顕微鏡制御部４０で各部材を制御する。さらに図２７のコントローラ１で実行される電子顕微鏡の操作プログラムで、電子顕微鏡の像観察条件の設定や各種操作を行い、観察像の表示を行う表示手段２に表示する。

（電子レンズ系）

【０１２３】

電子レンズ系は、加速電子の電子線ＥＢを発生させる電子銃４７、加速電子の束を絞り込んで細束化する電子レンズ系、試料ＳＡから発生する二次電子や反射電子を検出する検出器を備える。電子レンズ系の細束化は、電子線を集束させるための集束部と、試料に対する電子線の焦点合わせをするための焦点合わせ部とで構成される。これらは、電子線源から放出される電子線の光軸方向に並べて配設される。集束部にはコンデンサレンズ等が利用でき、集束部には対物レンズ等が利用できる。また集束部は、複数段に構成することもでき、例えば集束部を第一集束部と第二集束部の二段で構成できる。図２７に示す電子線撮像手段１１は、電子レンズ系として電子線ＥＢを照射する電子銃４７と、電子銃４７から照射される電子線ＥＢが電子レンズ系の中心を通過するように補正する光軸調整器としてガンアライナ４９と、電子線ＥＢのスポットの大きさを細く絞る集束レンズ５２であるコンデンサレンズと、集束レンズ５２で集束された電子線ＥＢを試料ＳＡ上で走査させる電子線偏向走査手段５８と、走査に伴い試料ＳＡから放出される二次電子を検出する二次電子検出器６１と、反射電子を検出する反射電子検出器６２を備える。

（排気系）

【０１２４】

試料室２１には、試料台３３、試料導入装置、Ｘ線検出用分光器等が備えられる。試料台３３（ステージ）は試料台制御部３４で制御され、試料台３３のＸ、Ｙ、Ｚ（高さ）方向への移動、回転（Ｒ軸）機能を備える。これら４軸は電動駆動される他、一部もしくは全部を手動での駆動とすることもできる。排気系は、上述した減圧ユニット１５で構成される。

（操作系）

【０１２５】

操作系は二次電子像、反射電子像、Ｘ線像等を表示、観察しながら照射電流の調整、焦点合わせ等を行う。二次電子像等の出力は、アナログ信号であれば写真機によるフィルム撮影が一般的であったが、近年は画像をデジタル信号に変換した出力が可能となり、データの保存や画像処理、印刷等の多種多様な処理が可能である。図２７のＳＥＭは、二次電子像や反射電子像等の観察像を表示する表示手段２と印刷のためのプリンタ６９を備える。また操作系は、像観察条件として少なくとも加速電圧又はスポットサイズ（入射電子線束の直径）を設定するために必要な設定項目の設定手順を誘導（ガイダンス）する設定誘導手段を備える。

（電子線撮像手段１１の詳細）

【０１２６】

次に、電子線撮像手段１１の詳細について、図２７に基づき説明する。図２７のＳＥＭは、コントローラ１及び表示手段２と接続され、コントローラ１で電子線撮像手段１１の操作を行い、結果を表示手段２に表示し、また必要に応じて像観察条件や画像データを保存したり、画像処理や演算を行う。図２７に示すＣＰＵやＬＳＩ等で構成される中央演算処理部６０は、電子線撮像手段１１を構成する各ブロックを制御する。電子銃高圧電源４３を制御することにより、フィラメント４４、ウェーネルト４５、アノード４６からなる電子銃４７より電子線ＥＢを発生させる。電子銃４７から発生された電子線ＥＢは、必ずしも電子レンズ系の中心を通過するとは限らず、ガンアライナ４９を光軸調整器５０によって制御することで、電子レンズ系の中心を通過するように補正を行う。次に、電子線ＥＢは集束レンズ制御部５１によって制御される集束レンズ５２であるコンデンサレンズによって細く絞られる。集束された電子線ＥＢは、電子線ＥＢを偏向する非点収差補正器５７、電子線偏向走査手段５８、対物レンズ５９、及び電子線ＥＢのビーム開き角を決定する対物絞り５３を通過し、試料ＳＡに至る。非点収差補正器５７は非点収差補正器制御部

５４によって制御され、走査速度等を制御する。同様に電子線偏向走査手段５８は電子線偏向走査手段制御部５５によって、対物レンズ５９は対物レンズ制御部５６によって、それぞれ制御され、これらの作用によって試料ＳＡ上を走査する。試料ＳＡ上を電子線ＥＢが走査することにより、試料ＳＡから二次電子、反射電子等の情報信号が発生され、この情報信号は二次電子検出器６１、反射電子検出器６２によりそれぞれ検出される。検出された二次電子の情報信号は二次電子検出増幅部６３を経て、また反射電子の情報信号は反射電子検出器６２で検出されて反射電子検出増幅部６４を経て、それぞれＡ／Ｄ変換器６５、６６によりＡ／Ｄ変換され、画像データ生成部６７に送られ、画像データとして構成されて第一記憶手段１３１に保持される。第一記憶手段１３１に保持された画像データはコントローラ１に送られ、コントローラ１に接続されたモニタ等の表示手段２にて表示され、必要に応じてプリンタ６９にて印刷される。排気系ポンプ７０は、試料室２１内部を真空状態にする。排気系ポンプ７０に接続された排気制御部７２が真空度を調整し、試料ＳＡや観察目的に応じて高真空から低真空まで制御する。

（電子銃４７）

【０１２７】

電子銃４７はあるエネルギーをもった加速電子を発生させるソースとなる部分で、Ｗ（タングステン）フィラメントやLaB_6フィラメントを加熱して電子を放出させる熱電子銃の他、尖状に構成したＷの先端に強電界を印加して電子を放出させる電界放射電子銃がある。一方電子レンズ系は、電子顕微鏡倍率調整手段６８で制御されて電子顕微鏡倍率を調整する。電子レンズ系には、集束レンズ５２、対物レンズ５９、対物絞り５３、電子線偏向走査手段５８、非点収差補正器５７等が装着されている。集束レンズは電子銃４７で発生した電子線ＥＢをさらに収斂して細くする。対物レンズ５９は最終的に電子プローブを試料ＳＡに焦点合わせするためのレンズである。対物絞り５３は収差を小さくするために用いられる。検出器には、二次電子を検出する二次電子検出器６１と反射電子を検出する反射電子検出器６２がある。二次電子はエネルギーが低いのでコレクタにより捕獲され、シンチレータにより光電子に変換されて、光電子倍増管で信号増幅される。一方、反射電子の検出にはシンチレータあるいは半導体型が用いられる。なお、本発明では二次電子や反射電子の信号検出に限定されず、オージェ電子、透過電子、内部起電力、カソードルミネッセンス、Ｘ線、吸収電子等の信号検出器を適用することもできる。あるいは、反射電子検出器を省略してもよい。

（静電レンズ）

【０１２８】

以上の電子線撮像手段１１であるＳＥＭは、電子レンズとして静電型の電子レンズである静電レンズを採用している。静電型のＳＥＭは軽量であるため、本実施の形態のように傾斜させる構造に適している。静電レンズの概要を、図２８のブロック図に示す。この図に示すように静電レンズは、電子レンズ鏡筒内の各電子レンズを、静電レンズ制御部４０Ａで電気的に制御する構造となっている。電子レンズ鏡筒内には、電子銃４７Ａと、集束部を構成する第一コンデンサレンズ５２Ａ及び第二コンデンサレンズ５７Ａと、電子線偏向走査手段５８として、電子線ＥＢ１を走査させるための走査電極５８Ａと、焦点合わせ部を構成する対物レンズ５９Ａとが備えられる。電子銃４７Ａは、電子線源であるフィラメント４４Ａと、電子線集束用の円筒電極であるウェーネルト４５Ａと、アノード４６Ａとで構成される。また静電レンズ制御部４０Ａは、フィラメント４４Ａ及びウェーネルト４５Ａを制御して電子銃４７Ａより電子線ＥＢ１を発生させる電子銃高圧電源４３Ａと、第一コンデンサレンズ５２Ａを制御する第一レンズ制御部５１Ａと、第二コンデンサレンズ５７Ａを制御する第二レンズ制御部５４Ａと、走査電極５８Ａを制御する走査電極制御部５５Ａと、対物レンズ５９Ａを制御する対物レンズ制御部５６Ａとを備える。このように静電レンズは、複数の電極を組み合わせて、正電場の電子線ＥＢ１に対する集束作用を利用して電子線ＥＢ１を試料ＳＡに向けて照射し、試料ＳＡから放出される二次電子ＳＥ１を二次電子検出器６１Ａで検出している。この構造の静電レンズは収差が大きいものの、構造を簡素化して電子線撮像手段１１の軽量化を図ることができ、これにより観察手段

１０の回動を安定的に行え、信頼性を向上できる利点が得られる。なお図２８の例では、電子線偏向走査手段５８を１段の走査電極５８Ａで構成しているが、複数段の電極で構成することもできる。

（電子銃）

【０１２９】

ここで、電子銃の詳細について図３０～図３２に基づいて説明する。これらの図において、図３０は電子銃の詳細な構成を示すブロック図、図３１は電子銃の動作を示す模式図、図３２はフィラメント電流と信号強度の関係を示すグラフを、それぞれ示している。これらの図に示す電子銃は、フィラメント４４、ウェーネルト４５、アノード４６を備える。この電子銃の制御は、電子銃高圧電源４３に対してフィラメント電流、バイアス電圧、加速電圧の３つのパラメータにて行う。ここで電子銃高圧電源４３は、フィラメント電源４３ａ、バイアス電源４３ｂ、加速電圧電源４３ｃ、エミッション電流計４３ｄを備える。エミッション電流計４３ｄは、電子銃高圧電源４３からのエミッション電流出力を取得して、エミッション電流として表示する。また図３１に示すように、フィラメント４４はフィラメント電源４３ａにて電流を流されることにより加熱され、先端から電子線を発生する。ウェーネルト４５は、バイアス電源４３ｂにてフィラメント４４より低い電圧に設定されることにより、フィラメント４４から出た電子線を集束する。一方、アノード４６はグランド電位に保たれ、電子線を引き寄せ、穴を通過させる。さらにバイアス電源４３ｂ、フィラメント電源４３ａには、加速電圧電源４３ｃによって電圧を加算される。

【０１３０】

なお電子線の最終照射量は、図３２に示すように、フィラメント４４に流すフィラメント電流によって変化する。通常は、図３２に示す第二飽和点に設定して使用する。バイアス電圧を高めるとウェーネルト４５によって作られるレンズ効果が大きくなり、フィラメント４４から出た電子線が強く絞られる。これにより仮想光源の大きさが変化すると同時に、絞り等によって排除される電子線の量が変化し、最終的に試料に照射される電流量が変化することとなる。

（倍率制御モード切替機能）

【０１３１】

さらに電子線撮像手段１１は、表示倍率に応じて複数の倍率制御モードを備えている。具体的には、低倍率での観察に適した低倍率制御モードと、高倍率での観察に適した高倍率制御モードとを、倍率制御モード切替手段で切り替え可能としている。このような倍率制御モード切替手段１８７による倍率制御モードの切り替えを可能とした電子線撮像手段１１を、図３３～図３８に示す。これらの図において、図３３は倍率制御モード切替機能を実現する拡大観察装置のブロック図、図３４は図３３の電子線撮像手段１１を詳細に示した模式図、図３５は図３４の電子線偏向走査手段５８の模式図、図３６は図３５の電子線偏向走査手段５８を高倍率制御モードとした場合の電子線の走査状態を示す模式図、図３７は図３５の電子線偏向走査手段５８を低倍率制御モードとした場合の電子線の走査状態を示す模式図、図３８は設定された表示倍率に応じて倍率制御モードを切り替える様子を示す模式図を、それぞれ示している。これらの図に示すように、電子線撮像手段１１はユーザが設定した表示倍率に応じて、倍率制御モードを自動的に切り替える倍率制御モード切替機能を実現しており、これによってユーザは倍率制御モードの切り替えを意識することなく、また倍率制御モードの切り替えに必要な、観察条件を規定するパラメータ値セットの再設定を行うことなく、シームレスに表示倍率を変更できるようになる。すなわち従来であれば、ユーザは観察したい表示倍率に応じて、この表示倍率に応じた適切な倍率制御モードを選択しなければならず、さらに選択した倍率制御モードの変更によって発生する非点収差等のパラメータを、さらに調整しなければならず、倍率を単純に低倍率から高倍率、あるいは高倍率から低倍率に変更できないという問題があった。このような問題を、倍率制御モード切替機能によって解消でき、ユーザは面倒な設定変更を行う煩わしさから開放され、使い勝手のよい電子顕微鏡画像の観察が可能となる。

【０１３２】

具体的には、図３３のブロック図に示すように、拡大観察装置は、電子線撮像手段１１と、電子顕微鏡制御部４０と、表示手段２と、電子顕微鏡倍率調整手段６８とを備える。この電子顕微鏡倍率調整手段６８は、表示手段２における電子顕微鏡画像の表示倍率を調整するための部材である。

【０１３３】

また電子顕微鏡倍率調整手段６８は、倍率制御モード切替手段１８７と、パラメータ値セット設定手段１８８と、パラメータ値セット記憶手段１８９とを備える。パラメータ値セット記憶手段１８９は、電子線撮像手段１１による電子顕微鏡画像の撮像条件を調整するための複数のパラメータについて、第一倍率制御モードで設定されるパラメータ値セットと、第二倍率制御モードで設定されるパラメータ値セットとを記憶する。ここで電子顕微鏡画像の撮像条件には、明るさや拡大倍率、解像度等が挙げられる。このパラメータ値セット記憶手段１８９は、ハードディスクや半導体メモリ等の記憶素子が適宜利用できる。さらにパラメータ値セット設定手段１８８は、倍率制御モードの切り替えに伴って、パラメータ値セットを切り替えて設定する。

（電子線撮像手段の詳細）

【０１３４】

この電子線撮像手段の詳細を、図３４に示す。この図に示す電子線撮像手段１１は、電子銃４７を構成する、電子線源であるフィラメント４４Ｃと、電子線集束用の円筒電極であるウェーネルト４５Ｃと、アノード４６Ｃと、ガンアライナ４９として、上段アライナ電極４９Ｃ１と、下段アライナ電極４９Ｃ２と、第一コンデンサ絞り５２ｃと、第一コンデンサレンズ５２Ｃと、第二コンデンサ絞り５７ｃと、第二コンデンサレンズ５７Ｃと、対物絞り５３Ｃと、電子線偏向走査手段５８として第一偏向部５８Ｃ１である第一偏向電極と、第二偏向部５８Ｃ２である第二偏向電極と、対物レンズ５９Ｃとを備えている。なお図３４に示す電子線撮像手段１１では、電子線偏向走査手段５８として、図２８の電子線ＥＢ１を走査させるための一段の走査電極５８Ａと異なり、複数段で構成している。すなわち、第一偏向部５８Ｃ１及び第二偏向部５８Ｃ２の２段で電子線偏向走査手段５８を構成している。

（電子線偏向走査手段５８）

【０１３５】

電子線偏向走査手段５８は、電子線を走査するスキャナの役割を果たす。ここで、図３４の電子線撮像手段１１において、電子線偏向走査手段５８を用いて倍率制御モード毎に電子線を走査する状態を、図３５～図３７に基づいて説明する。図３５は、電子線偏向走査手段５８を示す模式図であり、上述の通り第一コンデンサレンズ５２Ｃと、第二コンデンサレンズ５７Ｃと、電子線源から放出される電子線の光軸方向に並べて配置された、該電子線を偏向させるための第一偏向部５８Ｃ１及び第二偏向部５８Ｃ２と、対物レンズ５９Ｃとを備えている。

（高倍率制御モード）

【０１３６】

この電子線偏向走査手段５８で、高倍率制御モードとした場合の電子線の走査状態を図３６に、低倍率制御モードとした場合の電子線の走査状態を図３７に、それぞれ示す。電子線偏向走査手段５８は、第一倍率制御モードである高倍率制御モードでは、第一偏向部５８Ｃ１及び第二偏向部５８Ｃ２を用いて電子線を走査する。ここでは、二段のコンデンサレンズ５２Ｃ、５７Ｃで電子線を集束し、二段の偏向部５８Ｃ１、５８Ｃ２で電子線を走査し、さらに対物レンズ５９Ｃで電子線を試料にフォーカスするよう制御する。高倍率制御モードでは、二段の偏向部５８Ｃ１、５８Ｃ２で電子線の振り戻しを行い、対物レンズ５９Ｃ中心に走査の中心となる偏向節を一致させた電子線走査を行う。これにより、対物レンズ電界によって画面端縁が歪められないという利点がある。

（低倍率制御モード）

【０１３７】

しかし、このままでは低倍率にすると、第二偏向部の端縁の不均一電解で歪みが発生し

易くなる。そこで、第二倍率制御モードである低倍率制御モードでは一方の偏向部をＯＦＦしている。一方の偏向部をＯＦＦすると、対物レンズの端縁で歪みが発生し易くなるため、対物レンズもＯＦＦしている。ここでは、第一偏向部５８Ｃ１及び第二偏向部５８Ｃ２の内、試料に近い側の偏向部、図３７の例では第二偏向部５８Ｃ２を用いて電子線を走査する。これにより、同じ電極間隔でも、低倍率制御モードにおいて広範囲の走査が可能になる。

（倍率制御モード切替手段１８７）

【０１３８】

倍率制御モード切替手段１８７は、ユーザが選択した表示倍率から、高倍率制御モード又は低倍率制御モードのどちらに属するかを判断して、自動で倍率制御モードを切り替える。さらに、倍率制御モードの変更に応じて、変化させる必要のある画像調整用のパラメータを自動的に変更する。これによりユーザは、低倍率観察用の倍率制御モードと高倍率観察用の倍率制御モードの区別を意識することなく、低倍率から高倍率までシームレスな観察が可能となる。

【０１３９】

具体的には、倍率制御モード切替手段１８７は、電子顕微鏡倍率調整手段から、電子顕微鏡画像の表示倍率を取得し、表示倍率が所定の閾値に達すると、倍率制御モードを切り替える。この様子を、図３８に基づいて説明すると、ユーザが設定可能な倍率範囲としては、高倍率での観察に適した高倍率制御モードに対応する倍率範囲と、低倍率での観察に適した低倍率制御モードに対応する倍率範囲とが存在する。これら両方を含む範囲で、ユーザが所望の表示倍率、すなわちユーザ設定倍率に、電子顕微鏡倍率調整手段で設定可能としている。この例では、高倍率制御モードと低倍率制御モードの使用可能範囲は一部重複する。この重複範囲内で、倍率制御モード切替倍率が設定される。そして倍率制御モード切替手段１８７は、ユーザが設定したユーザ設定倍率が、どちらの倍率制御モードに属するかを判断して、倍率制御モードを自動的に切り替える。さらにこの際、パラメータを自動で変更する。図３８の例では、倍率制御モード切替倍率を１００倍としている。ユーザが表示倍率を上げていき、１００倍になった時点で倍率制御モードを倍率制御モードから高倍率制御モードに切り替える。

【０１４０】

なお、上記の例では、倍率制御モードを切り替える倍率制御モード切替倍率は、一定値としているが、高倍率制御モードから低倍率制御モードに切り替える倍率制御モード切替倍率と、低倍率制御モードから高倍率制御モードに切り替える倍率制御モード切替倍率とを個別に設定してヒステリシスを持たせることもできる。例えば倍率制御モード切替手段１８７が、低倍率から高倍率に調整される表示倍率が所定の倍率制御モード切替倍率に達したときに、第一倍率制御モードから第二倍率制御モードへ切り替えると共に、高倍率から低倍率に向けて調整される表示倍率が所定の倍率制御モード切替倍率よりも低い倍率に達したとき、第二倍率制御モードから第一倍率制御モードへ切り替えるように構成してもよい。これによって、可能な限り現在の倍率制御モードを維持できるという利点が得られる。その一方で、同じ表示倍率が２つの倍率制御モードによって取得できることとなって、観察像の見え方が若干異なる可能性が生じる。

（パラメータ）

【０１４１】

各倍率制御モードにおいては、電子線撮像手段の撮像条件を決定する各種のパラメータを最適値に設定する。このため、各倍率制御モードに応じたパラメータ値セットを予め設定し、パラメータ値セット記憶手段１８９に記憶しておく。そして表示倍率が変更され、倍率制御モードの切り替えが必要であると倍率制御モード切替手段１８７が判定した場合は、パラメータ値セット記憶手段１８９から該当するパラメータ値セットを読み出し、パラメータ値セット設定手段１８８により、各パラメータを適切なパラメータ値に設定することができる。このようなパラメータとしては、電子顕微鏡画像の明るさ、倍率、解像度等に関する条件が挙げられる。

（パラメータ値セットの例）

【０１４２】

ここで、倍率制御モード変更時に調整が必要となるパラメータとその設定例を説明する。例えばバイアス電圧のパラメータでは、低倍率制御モードから高倍率制御モードへの切替時には、高倍率制御モードに応じた最適値とする。一方で、高倍率制御モードから低倍率制御モードへの切替時には、高倍率制御モードと同じ照射電流量となるように、バイアス電圧を設定する。これは、低倍率制御モードと高倍率制御モードとでは電子線の縮小率が異なることから、照射電流量が倍率制御モードの移行前後で変化しないように、バイアス電圧を変化させるものである。

【０１４３】

また他のパラメータとして、第一コンデンサレンズの強度は、各倍率制御モードに応じた最適値を使用する。一方で第二コンデンサレンズは、低倍率制御モードから高倍率制御モードへの切替時には、高倍率制御モードに応じた最適値とする。このように高倍率制御モードでは、対物レンズで電子線を試料にフォーカスするよう制御している。逆に高倍率制御モードから低倍率制御モードへの切替時には、対物レンズをＯＦＦとして第二コンデンサレンズで電子線を試料にフォーカスするよう制御する。そのため、倍率制御モードへの切替時に高倍率制御モードとフォーカスがずれないように、低倍率制御モードでは第二コンデンサレンズを制御する。

【０１４４】

また非点については、各倍率制御モードに応じた最適値を使用する。さらに第一偏向部及び第二偏向部は、低倍率制御モードから高倍率制御モードへの切替時には、倍率が合うようなモード最適値に設定される。一方で、高倍率制御モードから低倍率制御モードへの切替時には、第一偏向部は上述の通りＯＦＦとし、一方で第二偏向部は倍率が合うようなモード最適値に設定される。さらにイメージシフトについては、低倍率制御モードから高倍率制御モードへの切替時には、モード最適値とし、逆に高倍率制御モードから低倍率制御モードへの切替時には、高倍率制御モードと視野ずれが発生しないよう設定される。さらに対物レンズについては、低倍率制御モードから高倍率制御モードへの切替時には、低倍率制御モードとフォーカスずれが発生しないよう設定され、逆に高倍率制御モードから低倍率制御モードへの切替時には、ＯＦＦとされる。またコントラストについては、低倍率制御モードから高倍率制御モードへの切替時には、低倍率制御モードと画像明るさが変化しないよう設定され、逆に高倍率制御モードから低倍率制御モードへの切替時には、高倍率制御モードと画像明るさが変化しないように設定される。最後に明るさについては、低倍率制御モードから高倍率制御モードへの切替時には、低倍率制御モードと画像明るさが変化しないように設定され、逆に高倍率制御モードから低倍率制御モードへの切替時には、高倍率制御モードと画像明るさが変化しないよう設定される。

【０１４５】

なお、上述の通り倍率制御モード切替手段１８７によって倍率制御モードの切り替えに伴って必要なパラメータは自動で切り替えられるが、ユーザがさらにパラメータを操作手段等により微調整可能としてもよいことはいうまでもない。

【０１４６】

このようにして、観察倍率範囲に応じて光学系を異なる倍率制御モードで動作させる際、ユーザの設定倍率に応じて倍率制御モードを切り替えると共に、関係パラメータを連動させる手段を提供することで、ユーザが倍率を操作した際に、その設定倍率がどの倍率制御モードにて実現されるかを自動的に判断して切り替えることができる。また、その際に倍率制御モードに応じて各種関連パラメータを自動的に変更することにより、ユーザは倍率制御モードを意識することなく倍率を変更することが可能となる。なお、このような倍率制御モードを自動的に切り替える機能をＯＦＦするように構成してもよいことはいうまでもない。

（電磁レンズ）

【０１４７】

ただ、本発明は電子線撮像手段１１を静電レンズに限定するものでなく、他の電子レンズも適宜採用できる。例えば、十分な機械的強度を維持できるのであれば、電子レンズとして磁界型の電子レンズである電磁レンズを利用してもよい。電磁レンズは高倍率化に有利であるという利点が得られる。電磁レンズの概要を、図２９に示す。この図に示す電磁レンズも、電子レンズ鏡筒内の各電子レンズを、電磁レンズ制御部４０Ｂで電気的に制御する構造である。電子レンズ鏡筒内には、電子銃４７Ｂと、第一コンデンサレンズ５２Ｂと、第二コンデンサレンズ５７Ｂと、電子線ＥＢ２を走査させるための走査コイル５８Ｂと、対物レンズ５９Ｂとが備えられる。電子銃４７Ｂは、電子線源であるフィラメント４４Ｂと、電子線集束用の円筒電極であるウェーネルト４５Ｂと、アノード４６Ｂとで構成される。また電磁レンズ制御部４０Ｂは、フィラメント４４Ｂ及びウェーネルト４５Ｂを制御して電子銃４７Ｂより電子線ＥＢ２を発生させる電子銃高圧電源４３Ｂと、第一コンデンサレンズ５２Ｂを制御する第一レンズ制御部５１Ｂと、第二コンデンサレンズ５７Ｂを制御する第二レンズ制御部５４Ｂと、走査コイル５８Ｂを制御する走査コイル制御部５５Ｂと、対物レンズ５９Ｂを制御する対物レンズ制御部５６Ｂとを備える。このように電磁レンズは、電子線ＥＢ２を試料ＳＡ２に向けて照射し、試料ＳＡ２から放出される二次電子ＳＥ２を二次電子検出器６１Ｂで検出している。上述した静電レンズが電場を利用するのに対し、電磁レンズでは電磁石による磁場を利用して電子線ＥＢ２を照射している。

【０１４８】

また磁界型電子レンズは一般に電磁石を用いた電磁レンズが利用されるが、磁界発生手段として、電磁石でなく永久磁石を用いることで、レンズ構造の簡素化、小型化、軽量化等を図ることもできる。ただし、この場合は電磁石のように磁力の調整ができないため、焦点距離が固定値となる。本明細書では便宜上、このようなレンズも電磁レンズと呼ぶ。

【０１４９】

さらに、このような磁界型電子レンズにおいても、静電型電子レンズで説明したのと同様、倍率制御モード切替機能を備えることができることはいうまでもない。例えば図３９で示すように、電子線偏向走査手段５８を構成する走査コイルを、図２８のような１段でなく、２段で構成することで、高倍率制御モードと低倍率制御モードとに切り替え式とした態様において、これらの倍率制御モード間の切り替えをスムーズに行えるよう、倍率制御モード切替手段１８７を用いて自動切り替えを実現できる。図３９に示す磁界型電子レンズは、電子銃を構成するフィラメント４４Ｄと、ウェーネルト４５Ｄと、アノード４６Ｄと、アライナコイル４９Ｄと、第一コンデンサ絞り５２ｄと、第一コンデンサレンズ５２Ｄと、第二コンデンサ絞り５７ｄと、第二コンデンサレンズ５７Ｄと、電子線偏向走査手段５８として、第一偏向部５８Ｄ１である非点コイルと、第二偏向部５８Ｄ２である偏向コイルと、対物絞り５３Ｄと、対物レンズ５９Ｄとを備えている。この磁界型電子レンズにおいても、倍率制御モード切替機能により、低倍率から高倍率にシームレスな倍率切り替えが実現される。

（検出器）

【０１５０】

図３に示す例では、検出器として、二次電子検出器（ＳＥＤ）６１を使用している。ただ、これに代えて、あるいはこれに加えて他の検出器を利用することもできるのは上述の通りである。なお二次電子検出器６１は、図３の例では固定部分に設けている。好ましくは、背面側に位置する端面板に設ける。これにより、試料台３３と二次電子検出器６１はいずれも固定部分にあるため、その位置関係が不変で、安定した二次電子の検出が可能となる。特に試料台を傾斜させる傾斜観察においては、二次電子が試料台の影とならずに確実に捕捉できる利点が得られる。すなわち、従来の試料台側を傾斜させて電子銃及び二次電子検出器を固定する構成では、試料表面が二次電子検出器から見たときに試料台の影になってしまうことがあり、この結果二次電子の検出感度が低下するという問題があった。これに対して上述のように試料台側を固定して電子銃側を傾斜させる構成では、傾斜観察においても試料台が傾斜しないため、このような影になる問題が生じず、この結果傾斜観察においても安定した観察結果を得ることができる利点が得られる。ただ、この構成に限

らず、検出器を回転部分側に設けてもよい。
（試料台３３）
【０１５１】
さらに図６～図８に示すように、試料室２１内には、観察対象の試料を載置するための試料台３３を配置している。試料台３３は、上面を平坦な円形状のテーブルとしている。なお図６～図８の一部断面斜視図の例では、説明のため試料台３３を半円状に切り欠いた状態を示している。試料台３３は、円筒状の試料室２１の中心軸とほぼ一致させる位置に配置する。厳密には、試料台３３は水平姿勢を維持したまま上下に昇降可能であることから、試料台３３の試料載置面が２つの観察手段１０の光軸の交点に一致させることができるように、移動機構を調整している。
【０１５２】
これによって、回転軸のほぼ中心に試料を配置して、各観察手段１０が中心軸に向かう姿勢に保持されて試料を観察するため、回転軸に沿って各観察手段１０を回動させても、常にその光軸の向かう先を試料として、試料を視野に捉えやすくできる上、その焦点距離（ワーキングディスタンス：ＷＤ）も一度調整すれば、観察手段１０を回動させても常に一定のワーキングディスタンスにて維持されるため、合焦点状態をほぼ維持しつつ、異なる角度からの観察を可能とすることができる。すなわち、観察手段１０を移動させたことによる視野のロストを極減することができるので、特に操作に不慣れな初心者ユーザであっても容易に操作できるという優れた利点が得られる。
（試料台駆動手段３４）
【０１５３】
観察位置の位置決めは、試料ＳＡを載置した試料台３３を物理的に移動させて行う。試料ＳＡの移動は、試料台３３を駆動する試料台駆動手段３４を構成する水平面移動機構７４及び高さ調整機構８０で行う。これらの試料台駆動手段３４は、試料台制御部３４によって制御される。試料台３３は試料ＳＡの観察位置を調整可能なように様々な方向への移動、調整が可能である。具体的には、試料台３３を水平面内で移動させるための水平面移動機構７４を備える。水平面移動機構７４は、試料台３３の平面方向であるＸ軸及びＹ軸方向への移動及び微調整を行うＸＹ移動機構７５を備える。また水平面移動機構７４に、Ｒ軸方向への回転、すなわちＸＹ平面と直交するＺ軸の回りに回転可能なＲ軸回転機構７６を付加できる。Ｒ軸回転機構７６の回転量は、回転調整手段により調整される。なお、Ｒ軸方向への回転移動と区別するため、本明細書ではＸＹ方向への移動を線状移動と呼ぶ。この試料台駆動手段３４は、試料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。
（水平面移動機構７４）
【０１５４】
また図６～図７に示すように、水平面移動機構７４のＸＹ移動機構７５は、試料台３３をＸ軸方向、Ｙ軸方向に移動させる移動量を手動で調整するためのＸ軸操作摘み７４Ｘ、Ｙ軸操作摘み７４Ｙを、胴部２４の右側で手前側に突出するように設けている。さらにＲ軸回転機構７６は、試料台３３をＲ軸方向に移動させる移動量を手動で調整するための回転調整手段であるＲ軸操作摘み７４Ｒを、Ｘ軸操作摘み７４Ｘ、Ｙ軸操作摘み７４Ｙと並べて、胴部２４の右側で手前側に突出するように設けている。これらの図に示すように、試料台３３のＸ軸方向、Ｙ軸方向及びＲ軸方向への移動は、各々操作摘みの後端に張設された無限軌道のベルト駆動及びギヤ駆動により、各操作摘みの回転量に応じて回転力が伝達され、試料台３３が所定量移動する。
（操作摘み）
【０１５５】
さらに高さ調整機構８０は、試料台３３をＺ軸方向に移動させる移動量を調整するためのＺ軸操作摘み８０Ｚを、固定板２３の背面から上方に突出するように設けている。このように、各操作摘みを回転式に統一することで、ユーザは試料台３３の移動を統一された操作感によって調整できる。なお、図６～図７等の例では、Ｘ軸操作摘み７４Ｘ、Ｙ軸操

作摘み７４Ｙ、Ｒ軸操作摘み７４Ｒを、いずれも胴部２４の右側で鉛直面から突出する姿勢に設けられている。ただ、このような配置や位置に限られるものでなく、拡大観察装置の任意の位置に、任意の配置で設けることも可能であることはいうまでもない。例えば、図２Ｂ、図２Ｃに示す変形例に係る拡大観察装置では、Ｘ軸操作摘み７４Ｘ、Ｙ軸操作摘み７４Ｙ、Ｒ軸操作摘み７４Ｒを水平面に並べて配置している。また各摘みには、回転時に指で摘んで連続回転を容易にする突起を設けてもよい。さらにＺ軸操作摘み８０Ｚは、その回転軸が側面から突出する姿勢に、摘み部分が垂直姿勢となるように固定することで、ユーザは感覚的に高さ方向の調整であることを摘みの姿勢から把握でき、他の摘みと区別し易くできる。

（非傾動）

【０１５６】

この試料台３３は水平面内での移動のみを可能としており、従来の試料台では可能であった傾斜角度（Ｔ軸方向）の調整を排除している。いいかえると、試料台駆動手段３４は試料台３３を傾斜させるための傾動手段を有しない。このように試料台３３の傾動動作を禁止した非傾動状態にて、試料台３３を水平姿勢に固定することで、試料台３３上面に載置した試料が傾斜により移動したり滑り落ちる事態を回避できる。また、従来必要であった、両面テープ等で試料を試料台に固定する作業を無くすと共に、このような粘着材の貼付、剥離によって試料が破損する事態も回避できるという優れた利点が得られる。

【０１５７】

また、試料台３３の傾動に代えて、観察手段側を傾斜させる、すなわち回動させることにより、傾斜観察における視野の変化をユーザが把握しやすいといった利点も得られる。すなわち、従来は電子銃等の観察手段側を固定し、試料側を傾斜させていたため、視野の変化が観察対象の変化となって現れ、試料がどのような姿勢であり、どの方向から見ているのか、また所望の視野を得るためにはどの軸をどの方向に調整すればいいのか等を把握することが容易でなく、微調整の操作には熟練を要していた。これに対し、試料を固定して観察手段側を移動（回動）させる構成では、ユーザ自身の手で観察手段を物理的に傾斜し、さらに試料の位置が固定されているため、両者の位置関係を容易に把握できるのである。換言すると、一般の観察と同様、固定された試料に対してユーザ自身の視点を移動させるという動作に近い構成のため、ユーザ自身が観察手段を手動で調整することと相俟って、相対的な位置関係が極めて明確となる。また、視野の変更に際しても、試料と観察手段の相対位置が把握できることから、どの軸をどの方向に移動させれば所望の視野に調整できるかの理解も容易となり、操作に熟練していないユーザであっても直感的に把握できるメリットがある。

（高さ調整機構８０）

【０１５８】

また試料台３３は、その水平位置を調整するための高さ調整機構８０として、対物レンズ５９と試料との距離（ワーキングディスタンス）を調整するために、鉛直方向であるＺ軸方向の調整を可能としている。また高さ調整機構８０の移動軌跡に、電子線撮像手段１１及び光学系撮像手段１２の焦点可変範囲を含めることで、電子線撮像手段１１と光学系撮像手段１２の焦点調整が可能となる。この場合、高さ調整機構８０は、電子線撮像手段１１の焦点距離を調整するための顕微鏡焦点調整手段３７と、光学系撮像手段１２の焦点距離を調整するための光学焦点調整手段３８に兼用、あるいは各観察手段１０が各々焦点調整手段を有している場合は、これらと併用することができる。また、いずれか一方の観察手段１０が焦点調整手段を有しない焦点固定式の場合は、その焦点調整手段として機能することは言うまでもない。例えば、電子線撮像手段１１が顕微鏡焦点調整手段３７を備えており、光学系撮像手段１２が焦点固定式の場合に、高さ調整機構８０を光学焦点調整手段３８として利用できる。

【０１５９】

なお観察像の位置決めや観察視野の移動には、試料台を物理的に移動させる方法に限られず、例えば電子銃から照射される電子線の走査位置をシフトさせる方法（イメージシフ

ト）も利用できる。あるいは、このような仮想的な移動を物理的な移動と併用してもよい。あるいはまた、広い範囲で一旦画像データを取り込み、データをソフトウエア的に処理する方法も利用できる。この方法では、一旦データが取り込まれてデータ内で処理されるため、ソフトウエア的に観察位置を移動させることが可能で、試料台の移動や電子線の走査といったハードウエア的な移動を伴わないメリットがある。予め大きな画像データを取り込む方法としては、例えば様々な位置の画像データを複数取得し、これらの画像データをつなぎ合わせることで広い面積の画像データを取得する方法がある。あるいは、低倍率で画像データを取得することによって、取得面積を広く取ることができる。

（光学系撮像手段１２）

【０１６０】

次に、光学系撮像手段１２について説明する。まず、光学系撮像手段１２の光学レンズ系の構成例を、図５９Ａに示す。この光学レンズは、光学レンズ鏡筒内に配置された光学撮像素子９２と、光学レンズ群９８を構成する光学ズームレンズ９３及び対物レンズ９４とを備える。各レンズは、複数枚の光学レンズで構成できる。倍率の調整は、光学ズームレンズ９３を手動又は電動で駆動してレンズ間の間隔を調整することで行われる。電動駆動の場合は、光学ズームレンズ９３の位置を移動させるモータを備えており、モータの回転によって光学ズーム倍率を調整する。このような光学倍率を調整するため、光学系撮像手段１２は光学倍率調整手段９５を備える。また焦点位置を可変とする場合は、これを調整するための光学焦点調整手段３８を備えてもよい。焦点位置を固定式とする場合は、光学焦点調整手段を省略できる。さらに、試料台３３に載置された試料ＳＡ３を照明するための照明部９６を配置している。

【０１６１】

光学撮像素子９２には、ＣＣＤやＣＭＯＳ等が利用できる。光学撮像素子９２は、試料ＳＡ３に光学系を介して入射される光の反射光又は透過光を、２次元状に配置された画素毎に撮像信号を電気的に読み取って光学画像を結像する。光学撮像素子９２によって電気的に読み取られた画像データは、情報処理手段１０１に送出されて処理される。

（光学撮像システム）

【０１６２】

図１に示す拡大観察システム１０００の構成では、光学系撮像手段１２と電子線撮像手段１１を制御するコントローラが、各々別個に設けられている。ここでは、電子顕微鏡画像手段はコントローラ１で制御され、光学系撮像手段１２は表示手段２に組み込まれた情報処理手段１０１で制御される。本実施の形態においては、コントローラ１で画像合成等の画像処理を行うよう構成している。ただ、各観察手段を制御する別個のコントローラを設ける構成の他、一のコントローラで複数の観察手段を制御するよう構成してもよい。共通のコントローラを使用することで、必要な部材を低減できる上、ユーザも一のコントローラのみを操作することで複数の観察手段を制御できる。さらに各観察手段の操作についても、統一された環境やユーザインターフェースを提供することで、より操作性が向上される。

【０１６３】

図５９Ｂに、表示手段２の情報処理手段１０１で光学系撮像手段１２を制御する光学撮像システムのブロック図を示す。この図に示す光学系撮像手段１２は、試料ＳＡ３を撮像する光学撮像素子としてＣＣＤ等の受光素子と、ＣＣＤを駆動制御するＣＣＤ制御回路９１と、照明部９６から試料台３３上に載置された試料ＳＡ３に対して照射された光の透過光や反射光をＣＣＤ上に結像させる光学レンズ群９８とを備える。光学レンズ群９８は、図５９Ａに示す構成が利用できる。また試料ＳＡ３を載置する試料台３３を駆動する試料台駆動手段３４として、水平面移動機構７４及び高さ調整機構８０を備えることも、図４等で説明した通りである。また光学焦点調整手段として、光学レンズ群９８を光軸方向に移動させる機構を設けたり、あるいは高さ調整機構を、光軸方向における相対距離を変化させ焦点を調整する光学焦点調整手段として兼用してもよい。

【０１６４】

一方表示手段２は、撮像素子によって電気的に読み取られた画像データを記憶するメモリ等の第二記憶手段１０３（図１３３の第二記憶手段１３２に相当）と、撮像素子によって電気的に読み取られた画像データに基づいて画像を表示するディスプレイ部１０２と、ディスプレイ部１０２上に表示される画面に基づいて入力その他の操作を行う操作手段１０５（図１３３等の操作手段１０５ｃに相当）と、操作手段１０５によって入力された情報に基づいて画像処理その他各種の処理を行う情報処理手段１０１と、情報処理手段１０１が光学系撮像手段１２からの情報を授受するためのインターフェイス１０４とを備える。ディスプレイ部１０２は、高解像度表示が可能なモニタであり、ＣＲＴや液晶パネル等が利用される。

【０１６５】

第二記憶手段１０３は、例えば光学焦点調整手段によって焦点を調整したときの試料台３３と光学レンズ群９８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試料ＳＡ３の２次元位置情報と共に記憶する。またディスプレイ部１０２によって表示された画像上で任意の点、領域を操作手段１０５で設定すると、設定された領域に対応する試料ＳＡ３の一部又は全部に関する第二記憶手段１０３に記憶された焦点距離情報に基づいて、該領域に対応する試料ＳＡ３の光軸方向における平均高さを情報処理手段１０１で演算する。このようにして拡大観察装置は、光学レンズ群９８を介して入射する試料台３３上に載置された試料ＳＡ３からの反射光又は透過光を撮像素子で電気的に読み取り、指定された領域に対応する試料ＳＡ３の光軸方向における平均高さ又は深さを演算できる。さらに情報処理手段１０１は、後述する電子顕微鏡画像と光学画像とを合成する画像合成手段１１６として機能させることもできる。

【０１６６】

操作手段１０５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。一般的な操作手段１０５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。またこれらの操作手段１０５は、拡大観察用プログラムの操作の他、拡大観察装置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５９Ｂの例では、操作手段１０５はマウス等のポインティングデバイスで構成される。

【０１６７】

また、表示手段２にはコンピュータ７０を接続可能であり、コンピュータ７０に別途拡大観察用プログラムをインストールして、コンピュータ７０側からも拡大観察装置を操作することもできる。あるいは表示手段そのものをコンピュータで実現することもできる。この場合、コンピュータに接続したモニタが、表示手段のディスプレイ部として機能する。

（画素ずらし手段９９）

【０１６８】

さらに光学系撮像手段１２は、画素ずらしによってＣＣＤの持つ解像度以上の高解像度を得るための画素ずらし手段９９を備えることができる。画素ずらしとは、例えば画素ピッチの半分だけ被写体をずらして撮影した画像と、ずらす前の画像とを合成することにより高解像度化を図るものである。代表的な画像ずらしの機構としては、撮像素子を移動させるＣＣＤ駆動方式、ＬＰＦを傾斜させるＬＰＦ傾斜方式、レンズを移動させるレンズ移動方式等がある。図５９Ｂにおいては、試料台３３に固定された試料ＳＡ３から光学レンズ群９８を介してＣＣＤに入射される反射光又は透過光の入射光路を、少なくとも一の方向に、その方向におけるＣＣＤの一画素の間隔よりも小さい距離で光学的にシフトさせる光路シフト部１４を備える。画素ずらしを実現するための機構や手法は、上記の構成に限られず、既知の方法や将来開発される方法が適宜利用できる。

【０１６９】
ＣＣＤは、ｘ方向およびｙ方向に２次元状に配置された画素毎に受光量を電気的に読み取ることができる。ＣＣＤ上に結像された試料ＳＡ３の像は、ＣＣＤの各画素において受光量に応じて電気信号に変換され、ＣＣＤ制御回路９１においてさらにデジタルデータに変換される。情報処理手段１０１は、ＣＣＤ制御回路９１において変換されたデジタルデータを受光データとして、光軸方向（図５９Ｂ中のｚ方向）とほぼ垂直な面内（図５９Ｂ中のｘ、ｙ方向）における試料ＳＡ３の２次元位置情報としての画素の配置情報（ｘ、ｙ）と共に第二記憶手段１０３に記憶する。ここで、光軸方向とほぼ垂直な面内とは、厳密に光軸に対して９０°をなす面である必要はなく、その光学系および撮像素子における解像度において試料の形状を認識できる程度の傾きの範囲内にある観察面であればよい。
【０１７０】
以上のように図１の拡大観察システム１０００の構成では、光学系撮像手段１２を表示手段２に組み込まれた情報処理手段１０１で制御する一方、電子線撮像手段１１はコントローラで制御する。すなわち観察手段毎に別個にコントローラを設けているが、この構成に限られず、一のコントローラで複数の観察手段を制御する構成とすることもできる。
（照明部９６）
【０１７１】
図５９Ｂに示す照明部９６は、試料ＳＡ３に落射光を照射するための落射照明を例示している。特に観察手段１０を傾斜させずに正面から観察する際は、視点すなわち観察手段の光軸と照明を略一致させることができ、最も明るい画面とすることができる。ただ、これに限らず、透過光を照射するための透過照明を利用することもできる。照明部９６は、光ファイバ１０６を介して表示手段２と接続される。表示手段２は、光ファイバ１０６を接続するコネクタを備えると共に、コネクタを介して光ファイバ１０６に光を送出するための光源１０７を内蔵する。光源１０７にはハロゲンランプやキセノンランプ、ＬＥＤ等が用いられる。
【０１７２】
照明部９６は、図４、図７等に示すように、試料室２１内の光源ポート９７に設置される。光源ポート９７に接続される照明部９６は、その照明光が試料台３３に向けられるように照明光の光軸が設定される。照明光の光軸は、各観察手段１０と同様に回転軸に向かう姿勢に設定する。これにより、傾斜観察に際して試料台３３を固定しつつ各観察手段１０を傾斜させても、照明光が試料台３３の影に隠れてしまう事態を低減できる。より好ましくは、照明部９６は図４に示すように、各観察手段１０を設けた回転面とは異なる面上に位置させ、かつ光軸が該回転面と交差する角度に設定される。このように照明光を傾斜させることで、照明光により試料に影が生じる方向が回転面と平行とならず、交差するため、傾斜観察において影の暗い部分を少なくできる効果が期待できる。
【０１７３】
さらに試料室２１の内面は、反射性とすることが好ましい。これにより、照明光を試料室２１内部で可能な限り反射させ、乱反射により照明の陰影を少なくできる効果が得られる。例えば試料室２１の内面をＡｇコート等反射率の高い金属で被覆する。
【０１７４】
光源ポート９７は、回転部分側に設けられる。これにより、胴部２４の回動に沿って照明部９６も回転するため、光学系撮像手段１２と照明部９６の位置関係を一定に維持でき、光学系撮像手段１２の位置によらず半径方向に同じ角度で照明を照射し続ける結果、光学系撮像手段１２の回動によって照明状態が変化しないという利点が得られる。
（試料室内観察手段１３）
【０１７５】
さらに本実施の形態では、第三の観察手段として、試料室２１内の環境を観察するための試料室内観察手段１３を設けている。試料室内観察手段１３は、追加の光学系撮像手段として、少なくとも試料台３３と、試料台３３に載置された試料及び電子線撮像手段１１の先端部を視野に含む光学画像を試料室内画像として取得可能である。これにより、試料

室２１内での試料や光学系撮像手段１２、電子線撮像手段１１の位置関係を容易に把握できる。特に、試料の載置位置の確認に有利となる。例えば試料台３３を試料室２１から手前に引き出す構成では、載置作業自体は容易であるものの、図２２に示すように、載置する位置によって観察手段でどのように見えるかを事前に確認できない。これに対して、試料室内観察手段１３を設けることで、図６０に示すように、ユーザは試料室内観察手段１３の光学画像である試料室内画像をリアルタイムで確認しながら、真空引きの前に試料を試料台３３上の所望の位置に置くことができる。すなわち、載置場所を確認しながら試料を載置できるという利点が得られる。このような試料室内観察手段１３は、ＣＣＤやＣＭＯＳ等の撮像素子で構成でき、チャンバビューカメラ（ＣＶＣ）等とも称呼される。

【０１７６】

図６０は閉塞板２８の開放状態で試料の位置決めを行う様子を示す模式断面図であり、この図に示すように、閉塞板２８の開閉に伴って試料台３３を移動させないことで、すなわち閉塞板２８の開閉動作と試料台３３の移動とを独立させることで、試料の試料台３３への載置位置が閉塞板２８の開閉前後で変化しない。このため、試料室２１を解放したまま、試料室内観察手段１３で試料台３３の観察が可能となり、試料の位置や表示状態を示す試料室内画像を表示手段２上で確認したり、最適な載置位置に手動で微調整できるという優れた利点が得られる。このように試料室内観察手段１３を用いて、試料室２１を閉塞する前に載置状態を予め確認できることは、試料の位置決め作業を飛躍的に省力化できる利点が得られる。すなわち、従来は試料台に試料をセットし、試料室内を真空引きした後でなければ、その観察像を確認できなかった。観察像を表示させた後、さらに位置を調整するには試料室内を一旦大気圧に戻して再度試料室を開き、位置を直した上で再度真空引きを行って観察を行うという、試行錯誤の繰り返しで位置決めを行うこととなり、極めて繁雑な作業であった。これに対して上記構成では、真空引きの前に光学画像を確認しながら試料置きを実行できる。すなわち試料室を開いたままで光学画像を表示できるので、光学画像上の見え方を確認しながら試料の位置の微調整を行えるため、意図通りの位置に容易に試料を位置決めできる。このように試料の位置決め作業を大幅に省力化でき、また真空引き回数を最小限として前処理の時間を短縮化できるという優れた利点が得られる。なお、試料室内の観察は試料室内観察手段に限られず、光学系撮像手段を用いることも可能である。

【０１７７】

試料室内観察手段１３は、その光軸を好ましくは回転軸と略平行とする。これにより、胴部２４の回転移動を上方から把握でき、円弧状の軌跡として回転状態を把握しやすくできる。また光軸を回転軸と平行となるように偏芯させたオフセット配置により、光学画像内に回転軸を含めることができ、回転を一層容易に把握し易くできる。試料室内観察手段１３の光軸の偏芯量は、好ましくは胴部２４の回転軸を基準として、円筒状半径の±１０％程度とする。なお本明細書において、試料台３３が回転軸と略一致するとは、このようなオフセット位置を包含する意味で使用する。またここでの平行とは、回転軸に対して約２０°までの角度差を有するものを含む意味で使用する。また試料室内観察手段１３を偏芯配置する場合、より好ましくはその光軸を、回転軸よりも上方に位置させる。これにより、回転軸と一致させた試料の観察面も試料室内画像の下方に含めることができ、試料と電子銃との位置関係を確実に把握できる。

【０１７８】

試料室内観察手段１３の固定位置は、電子線撮像手段１１を胴部２４と共に回動させる場合、試料台３３や試料台３３上の試料との干渉の有無や干渉のおそれを確認しながら回動させるために、回動しない固定部分側とすることが望ましい。

（反転表示機能）

【０１７９】

さらに試料室内観察手段１３を固定部分側の内、固定板２３に固定する場合は、反転表示機能を備えることもできる。以下、この様子を図６１～図６６に基づいて説明する。これらの図において、図６１は試料室内観察手段を試料ＳＡ６の背面に位置させた場合の試

料ＳＡ６の見え方を示す模式図、図６２は図６１において、ユーザから見た試料ＳＡ６の移動方向を示す模式図、図６３は図６１において、試料室内観察手段から見た試料ＳＡ６の移動方向を示す模式図、図６４は図６１において、反転表示機能で試料室内画像を表示させる様子を示す模式図、図６５は変形例に係る試料室内観察手段の一例を示す模式側面断面図、図６６は他の変形例に係る試料室内観察手段の一例を示す模式側面断面図を、それぞれ示している。

【０１８０】

試料室内観察手段１３を固定板２３に固定する場合は、図６１に示すように、試料ＳＡ６の背面側に試料室内観察手段１３が位置するため、試料ＳＡ６の正面側から見た場合と比較すると、試料ＳＡ６や観察手段１０の移動方向が左右で逆になるため、見え方が異なることになる。すなわち、ユーザは拡大観察装置を、通常はその正面から観察する状態にて使用するため、例えば図６２に示すように、試料ＳＡ６を右方向に移動させる場合、試料室内観察手段１３から見た試料室内画像は、図６３に示すように左側に移動するように見える。これでは、表示手段２上から試料室内の様子を試料室内観察手段１３で観察していても、ユーザの意図した方向とは逆向きに移動するよう表示されるため、位置関係や修正方向の把握が判り難くなり、ユーザに混乱を与えるおそれがあった。特に電子線撮像手段での観察を前提とした試料室内は暗室状態に維持する必要があるため、採光窓等を設けることができない。一方で、試料ＳＡ６と観察手段１０の相対位置を移動、変化させることで種々の角度からの観察可能とした拡大観察装置においては、試料ＳＡ６と観察手段１０とが接触するおそれがあるため、これらを移動させる際には、両者の接触を避けるよう、位置関係を正確に把握することが重要となる。この結果、ユーザは試料室内観察手段で撮像された試料室内画像のみを頼りに、試料台３３や観察手段１０の位置を調整しなければならず、試料室内画像の表示内容は重要となる。

【０１８１】

そこで本実施の形態では、試料室内画像を図６４に示すように反転して表示させる反転表示機能を備えており、これにより試料ＳＡ６や観察手段１０の左右の移動方向と、試料室内画像の表示を合致させ、ユーザは移動方向をより感覚的に理解し易くなる。この結果、試料室内画像を直感的で判り易い表示とするができ、観察環境を大きく改善できる。このような反転表示機能は、図６１のブロック図に示す反転表示制御手段２２８により実現できる。反転表示制御手段２２８は、試料室内観察手段１３で撮像した試料室内画像を左右反転させて、表示手段２上に表示させる。

【０１８２】

また試料室内観察手段１３は、他の固定部分に設けることもできる。例えば、上述した例では、胴部２４を閉塞する蓋部２７を、胴部２４と一体的に回転する回転部分としているが、蓋部を固定板と同様、固定部分とすることもできる。すなわち、図６５に示すように、中空円筒状の胴部２４Ｇの、両側端面を閉塞する端面板である蓋部２７Ｇと固定板２３Ｇをいずれも固定部分とすることもできる。この例では、蓋部２７Ｇと胴部２４Ｇとの接合部分を気密にシールしつつ回転自在とすることで、背面側のみならず正面側の端面板も固定部分としている。この構成であれば、正面側の蓋部２７Ｇに試料室内観察手段１３を設けることで、試料室内画像をそのまま表示させても、試料や観察手段の左右の移動方向を、試料室内画像中の表示と一致させることができ、反転表示を不要とできる。

【０１８３】

あるいは、固定部分として、蓋部２７や固定板２３と異なる固定部分を設けてもよい。例えば、図６６に示すように、蓋部２７と離間させて試料室内観察手段１３を固定するための試料室内観察部固定手段２２９を設けることで、蓋部２７の回転に依らず、試料室内観察手段を固定でき、試料室内画像を回転させることなく安定的に、しかも試料や観察手段の左右への移動方向を一致させて表示させることができる。この例では、試料室内観察部固定手段２２９を、試料台３３を支持する構造体に固定しているが、背面の固定板２３等、他の固定部分に固定することもできる。

【０１８４】

ただ、回転部分側に試料室内観察手段１３を設けることも可能である。この場合は、胴部２４の回転角度情報を角度センサ等で取得し、画像の回転を補正する制御を行うことで、回転運動を相殺した静止画を得ることができる。例えばコントローラ１によって回動部の回転量と視野の移動量を計算し、視野の移動分だけ観察視野の表示部分を逆方向に移動させるよう、画像処理する。これにより、試料室内画像を、胴部の回転による傾きを相殺するように補正した回転補正画像として表示できるので、回転位置によらず表示手段２に表示される画像の視野を一定に保持できる。

（仮想イメージ表示機能）

【０１８５】

さらに拡大観察装置は、電子線撮像手段での撮像時に、電子線撮像手段の先端部が試料と接触、干渉しないようにモニタするための仮想イメージ表示機能を備えている。すなわち、従来であれば、電子線撮像手段で電子顕微鏡画像を撮像する際には、光学画像撮像用の照明部９６を消灯しなければならず、このため電子顕微鏡画像の撮像と同時に光学画像をリアルタイムで確認することが不可能であった。このことは、電子顕微鏡画像の撮像時には、観察手段と試料との位置関係をリアルタイムで把握することが困難であることを意味する。このため、観察手段が試料に接触することを避けるための確認手段が無いという問題があった。特に試料の大きさや形状は試料毎に変化するため、その把握が問題となる。

【０１８６】

そこで本実施の形態では、試料の大きさや形状等、観察する試料毎に異なる構成部分は、予め試料室内観察手段で試料室内基準画像ＫＧとして撮影しておく。その一方、電子線撮像手段１１の先端部や試料台等、大きさや形状が予め決まっている部分は、仮想イメージＫＩで表現し、各構成部の位置情報を基に、現時点での位置を予想して、試料室内基準画像ＫＧ上の対応する位置に重ねて表示する。そして、回動手段３０による回転に従い、仮想イメージＫＩの位置も逐次更新して表示手段２上に再描画することで、試料自身の大きさや形状を加味した状態で、真空チャンバ内部での接触の可否を判断できるので、安全に電子顕微鏡画像を観察できる利点が得られる。

【０１８７】

以下、この機能を、図４０～図５８に基づいて説明する。これらの図において、図４０は、仮想イメージ表示機能を実現する拡大観察装置のブロック図、図４１は、電子線撮像手段１１の傾斜角度０°における真空チャンバ２４ｘ内の試料室内基準画像ＫＧを示すイメージ図、図４２は、図４１の電子線撮像手段１１を傾斜角度６０°とした真空チャンバ２４ｘ内の試料室内基準画像ＫＧを示すイメージ図、図４３は、図４１の試料室内基準画像ＫＧに、電子線撮像手段１１の先端部の仮想イメージＫＩを重ねた仮想リアルタイム画像ＫＲを示すイメージ図、図４４は回動ロック手段２１０の回動ロック状態を示す模式図、図４５は図４４の回動ロック状態を解除した解除状態を示す模式図、図４６は、回動ロック手段２１０を備える拡大観察装置を示すブロック図、図４７は電子顕微鏡画像を観察中の表示例を示すイメージ図、図４８は図４７の状態から、電子線撮像手段１１を傾斜角度４５°に傾斜させた状態の表示例を示すイメージ図、図４９は同じく図４７の状態から、電子線撮像手段１１を傾斜角度６０°に傾斜させた状態の表示例を示すイメージ図、図５０は回動ロック手段２１０の中途半端な状態での警告例を示すイメージ図、図５１は回動ロック状態で傾斜させた状態の警告例を示すイメージ図、図５２は回動規制手段２１４の一例を示す模式図、図５３は他の回動規制手段２１４を備える胴部２４の断面図、図５４は図５３に示す胴部２４の側面図、図５５は図５３に示す胴部２４を左に６０°傾斜させた状態を示す拡大図、図５６は図５５に示す胴部２４を左に９０°傾斜させた状態を示す拡大図、図５７は、傾斜ストッパの他の例を示す模式図、図５８は、電子線撮像手段１１の傾斜範囲を示す模式図を、それぞれ示している。この拡大観察装置は、図４０に示すように、試料室を構成する胴部２４と、試料室に照明光を照射するための照明部９６と、試料室内観察手段と、電子線撮像手段１１と、胴部２４又は試料台３３を回転させる回動手段３０と、回動手段３０による回転位置の情報を取得するための位置情報取得手段２０

４と、試料室内基準画像ＫＧを取得するための試料室内基準画像取得手段２０２と、逐次仮想イメージＫＩを生成し、試料室内基準画像ＫＧに重ねて仮想リアルタイム画像ＫＲとして表示するための仮想イメージ生成手段２０６とを備えている。

【０１８８】

上述の通り、胴部２４の内部には、真空チャンバ内部を観察する試料室内観察手段と照明部が備えられている。この試料室内観察手段は光学系の撮像手段であり、照明部を点灯した状態で、図４１、図４２に示すように、真空チャンバ内の光学画像を試料室内画像として撮像できる。なおこれらの図においては、試料台３３上に、ワーキングディスタンス調整用ブロックを試料に代えて載置している。特に、試料室内観察手段の光軸は、回動手段３０で回転される電子線撮像手段１１の回転軸方向にほぼ一致されているため、回転する構成物、ここでは電子線撮像手段１１の先端部の回転の様子が、試料室内画像から明瞭に把握できる。さらに、試料台３３に載置された試料も、試料室内画像中に含まれる。このため、試料と先端部との位置関係が試料室内画像から明確に把握でき、ユーザはこれらが接触しないように留意しながら、回動手段３０の回転量すなわち電子線撮像手段１１の傾斜角度や、試料台３３のＸＹＺ位置等を調整できる。例えば図４１に示すように電子線撮像手段１１を傾斜角度０°から、図４２に示すように傾斜角度６０°に傾斜させた際の、先端部と試料との位置関係の変化を、リアルタイムに捉えることができる。このように試料室内観察手段を用いて試料室内のライブ画像を確認できるので、例えば光学系撮像手段１２での観察時は、試料室内画像のライブ画像を表示手段２上に同時に（例えば画面の左上に表示させた状態で）、傾斜角度を調整しながら光学観察を行うことができる。一方で、図４７に示すように電子線撮像手段を用いた撮像を行う際には、照明部を消灯する必要があるため、リアルタイムで試料室内画像を観察することができなくなる。このため、試料室内基準画像取得手段２０２を用いて、予め試料室内基準画像ＫＧを取得しておき、さらに回動手段等の位置に応じて先端部の位置を仮想的に再現することで、これらの位置関係を把握できるようにしている。

（試料室内基準画像取得手段２０２）

【０１８９】

試料室内基準画像取得手段２０２は、試料室内基準画像ＫＧを取得するタイミングを決定する。この試料室内基準画像取得手段２０２は、電子線撮像手段を用いて試料を観察する前に、電子線撮像手段を用いて試料の観察を開始するための所定操作が行われたことを契機として、試料室内観察手段を用いてこの時点における試料を含んだ試料室内画像を試料室内基準画像ＫＧとして取得する。ここでは、試料室内基準画像取得手段２０２は、電子顕微鏡での観察を開始する直前、つまり照明部９６の照明光を切る直前での真空チャンバ内部の状態を、試料室内観察手段で撮影し、試料室内基準画像ＫＧとして保持する。

（位置情報取得手段２０４）

【０１９０】

位置情報取得手段２０４は、少なくとも電子線撮像手段１１で試料を観察する間の、電子線撮像手段１１の先端部又は試料台３３の回動位置に関する位置情報を逐次取得する。例えば、真空チャンバ内部の構成物の内、回転部分であるＸＹステージ、Ｚステージ、試料台３３又は電子線撮像手段１１の鏡筒の傾斜、各種検出器の真空チャンバ内への突き出し等の内、全部又は一部に、それらの位置情報を得るための位置情報取得手段２０４を設けることができる。この例では、位置情報取得手段２０４として、電子線撮像手段１１を傾斜させる胴部２４の回転軸に、傾斜角度を検知する角度センサで構成された回動位置検出手段２６４が搭載されている。この場合に回動位置検出手段２６４で検出される回動位置は、電子線撮像手段１１の傾斜角度である。この位置情報取得手段２０４は、電子線撮像手段１１を用いて試料を観察する際、先端部の現在の位置情報、すなわち傾斜角度を取得する。そして電子線撮像手段１１を用いて試料を観察する際に、表示手段２に表示された試料室内基準画像ＫＧ上に、この位置情報に基づいて、先端部の現在の回動位置を、仮想イメージ生成手段２０６で重ねて表示させる。なお、回動位置として、光学系撮像手段の傾斜角度を用いてもよいことはいうまでもない。

【０１９１】
なお、二つの観察手段は、いずれも回動手段３０によって提供可能ないかなる回動位置においても、回動手段３０の回動中心を通る光軸を持つように、胴部２４に固定されている。そして、回動手段３０を用いて、一方の観察手段（例えば電子線撮像手段１１）の位置を、観察者の望む位置に回動させて固定することにより、特定の視野方向から、試料台３３に載置された試料の特定の箇所の拡大観察が可能となる。
【０１９２】
ここで、本実施例でいう「略同一の観察位置」とは、上述したような手法にて位置決めされた一方の観察手段にて、試料台３３に載置された試料の特定の箇所の画像を取得した後、他方の観察手段（例えば光学系撮像手段１２）を一方の観察手段が位置していた回動位置に回動させて固定することにより、略同一の特定の視野方向から、試料台３３に載置された試料の特定の箇所の拡大観察を行う場合における、一方と他方の観察手段が位置決めされた位置のことを意味する。
【０１９３】
また、このように二つの観察手段に対して略同一の観察位置を提供し、且つ二つの観察手段が略同一の倍率にて画像を取得する場合、その前提として、試料台３３の位置ならびに試料台３３上に載置された、試料台３３に対する試料の位置が略同一であることにより、各々の観察手段にて取得する画像の倍率ならびに試料の特定の箇所の画像が可能となり、その後の二つの画像の比較観察がより良いものとなることはいうまでもない。
【０１９４】
言い換えれば、一方の観察手段によって試料を特定の視野方向から特定の倍率で観察したときの試料の観察視野範囲と、他方の観察手段によって試料を特定の視野方向と同一方向から観察可能となるように、回動手段３０によって胴部２４を回転させた後、他方の観察手段によって試料を特定の視野方向と同一方向から特定倍率と同倍率で観察したときの試料の観察視野範囲とが、ほぼ同一であることを意味する。なお、回動手段３０の機械誤差により、ここでいう略同一の観察位置が、完全に同一の観察位置にならない場合があることは言うまでもない。
（仮想イメージ生成手段２０６）
【０１９５】
仮想イメージ生成手段２０６は、位置情報取得手段２０４から取得した位置情報に基づいて、先端部の回動位置における姿勢を逐次仮想イメージＫＩとして生成し、電子線撮像手段１１で試料を観察する間に、試料室内基準画像取得手段２０２で取得された試料室内基準画像ＫＧ上に重ねて表示させる。具体的には、電子線撮像手段１１での観察中に、この電子線撮像手段１１が回動されたことを位置情報取得手段２０４が検知すると、その位置情報を基に、回転部分である現在の電子線撮像手段１１の位置を計算する。そして、図４３に示すように、事前に撮影した試料室内観察手段の試料室内基準画像ＫＧに、先端部の現在の位置に仮想イメージＫＩを重ねて、仮想リアルタイム画像ＫＲとして表示手段２上に表示させる。ここでは、仮想イメージＫＩは線図で構成された先端部のグラフィック画像である。この状態でユーザは、電子顕微鏡観察をしながら、真空チャンバ内部の構成物が衝突しないかどうかを仮想リアルタイム画像ＫＲから確認することができる。すなわち、可動する構成物の位置が、試料室内基準画像ＫＧ上で相対的に再現されているため、試料と先端部の位置関係を把握できるからである。このとき、ユーザは仮想リアルタイム画像ＫＲに含まれる試料室内基準画像ＫＧの回転部分、図４３の例では光学画像で表示された電子線撮像手段先端部の位置を無視し、代わりに仮想イメージＫＩとして再現された先端部の線図でもって、現在の先端部の位置を把握できる。この結果、本来であれば電子線撮像手段の稼働中には確認できない光学画像（試料室内画像）を、試料室内基準画像ＫＧに仮想イメージＫＩを重ねることで、擬似的に試料室内のリアルタイム画像として構築でき、ユーザは衝突を避けつつ安全に傾斜観察等を行うことができる。例えば電子線撮像手段を傾斜角度０°から６０°に傾斜させた場合、図４３のように表示されるので、試料室内観察手段でリアルタイムに観察した図４２の例と同様に、先端部と試料との位置関係

の把握が可能となる。
（試料室内基準画像ＫＧ）
【０１９６】
試料室内基準画像ＫＧの取得は、試料室内基準画像取得手段２０２により、自動的に行われる。試料室内基準画像ＫＧは、電子線撮像手段での観察が行われるまでに取得すれば足りるので、試料室内基準画像取得手段２０２が試料室内基準画像ＫＧを取得するタイミングは、電子線撮像手段の観察を開始するための何らかの操作に関連付けて行わせることが好ましい。例えば、表示手段２における表示を、試料室内観察手段から電子線撮像手段に切り替える操作、照明部を消灯する操作、試料室内の減圧を開始する操作、電子線撮像手段から電子線を放出するための操作、回動手段３０を回動させる操作、具体的には試料台３３を回動させる操作、試料台３３を上下動させる操作、あるいは光学系撮像手段１２による観察をＯＦＦさせる操作等とすることができる。このように電子線撮像手段での観察に拘わる動作を適宜選択して、このような所定操作を契機として試料室内観察手段で試料室内基準画像を取得するように設定することもできる。また自動的に試料室内基準画像ＫＧを取得することで、ユーザは余計な操作や手間を要することなく、電子顕微鏡観察の前の試料室内画像を用いた位置関係の把握が可能となる。なお、上記に加えユーザが任意のタイミングで試料室内基準画像を撮像するよう構成してもよい。
（仮想イメージＫＩ）
【０１９７】
なお、図４３、図４８、図４９等の例では、先端部の仮想イメージＫＩを線画で表示しているが、この例に限られず、先端部の位置を特定できる態様が種々利用できる。例えば輪郭線のみ、あるいは輪郭線の内部を塗り潰した状態で仮想イメージＫＩを表示したり、先端部の写真を色を変えたりアイコン状としたり半透明で表示する等、元の試料室内基準画像ＫＧに写り込んでいる先端部と異なる態様で表示させたり、あるいはコンピュータグラフィックス画像で先端部を再現する等、先端部の、試料と接触する可能性のある部位の位置が判別できる態様であれば足りる。
【０１９８】
また、仮想イメージ生成手段２０６でグラフィックス化する構成物は、全ての回転部分とする必要はなく、移動量の大きい構成物のみを仮想イメージＫＩとして表示するだけでも、衝突の有無を十分に確認できる効果が得られる。図４３の例では、大きく動く電子線撮像手段１１の先端部である電子顕微鏡レンズのみをグラフィックス化している。換言すると、ＸＹＺθ方向に移動する試料台３３については、グラフィックス化していない。ただ、これらをグラフィックス化することも可能であることはいうまでもない。例えば、Ｚステージの上下の位置も位置センサで検知して、グラフィックス化する。またＸＹステージやＲステージのグラフィックス化も可能である。ただし、試料室内観察手段で観察する試料室内画像の奥行き方向における移動物の変化は、実際の光学画像を見ていても変化が判別し難く、グラフィックスで表現してもユーザが変化を確認し難いので、好ましくは移動による変化量が顕著で確認の容易な構成物、具体的には電子線撮像手段１１の先端部をグラフィックス化する。
【０１９９】
さらに、仮想リアルタイム画像ＫＲは、仮想イメージＫＩを移動させる例に限られず、例えば仮想イメージ側を固定し、試料室内基準画像側を回転させることでも、相対的な位置関係を表現できるので、同様に衝突防止の効果が得られる。
（変形例）
【０２００】
上記の例では、試料台３３側を固定し、電子線撮像手段１１側を傾斜させる例について説明したが、仮想イメージ表示機能はこの例に限られず、電子線撮像手段側でなく、試料台側を傾斜させる構成においても利用できる。すなわち、図６８Ａ、図６８Ｂ等に示すように、電子線撮像手段１１側を固定し、試料台３３を揺動させることで、相対的な傾斜観察を実現する拡大観察装置においても、試料台３３上に載置された試料と、観察手段の先

端部との接触の可能性があるため、これを回避するために、仮想的に再現した先端部の仮想イメージＫＩと、試料室内基準画像ＫＧとを重ねて仮想リアルタイム画像ＫＲとして表示させることで、相対的な位置関係の把握をリアルタイムに行うことが可能となる。この場合、試料台側をグラフィックス化すると、試料台上に載置された試料のグラフィックス化が必要となり、その処理が面倒となるため、好ましくは上記例と同様、先端部をグラフィックス化する。そして、図４０に従い、回動手段等の位置を位置情報取得手段２０４で検出して、その移動量に応じて、試料室内基準画像取得手段で取得した試料室内基準画像を回転させるよう、仮想イメージ生成手段で処理して、仮想リアルタイム画像ＫＲとして表示手段２上に表示させる。以上のように、電子線撮像手段側が傾斜する構成では、その先端部の仮想イメージを移動させて試料室内基準画像を固定し、逆に試料台側が傾斜する構成では、先端部の仮想イメージを固定させて試料室内基準画像を移動させることで、実際の移動状態を再現でき、ユーザは位置関係の把握を容易に行える。ただ、相対的な位置関係が把握できれば、接触の有無自体の確認は可能であることから、例えば、試料台を傾斜させる構成においても、本来であれば傾斜しているはずの試料室内基準画像を固定しつつ、本来固定されている先端部の仮想イメージ側を相対的に傾斜させることでも、衝突防止を図ることができる。

（仮想リアルタイム画像ＫＲの表示切替）

【０２０１】

またこのような試料室内観察手段像にグラフィックスを重ねた仮想リアルタイム画像ＫＲは、常時表示させる他、試料台や胴部等を動かせる際のみ表示させてもよい。さらに停止状態が継続すると、自動的に仮想イメージ表示をＯＦＦに切り替えてもよいし、あるいは仮想リアルタイム画像ＫＲそのものを表示手段上で非表示に切り替えてもよい（図４７）。あるいはまた、回動部を回動させるための回動ロック手段２１０（詳細は後述）を解除したことを契機として、仮想リアルタイム画像ＫＲを表示させてもよい。この例では、電子顕微鏡レンズを傾斜させるために回転軸の回動ロック手段２１０を解除したときに、試料室内基準画像ＫＧに仮想イメージＫＩを重ねた仮想リアルタイム画像ＫＲを表示させている。表示手段上の表示領域が限られているため、仮想リアルタイム画像ＫＲを常時表示させていると、電子顕微鏡画像の表示が部分的に遮られるので、必要時にのみこれを表示させることで、効率的な表示の切り替えが可能となる。

（仮想リアルタイム画像表示領域２１８）

【０２０２】

以上のようにして、電子線撮像手段１１を用いた電子顕微鏡観察に際して、図４８に示すように同一画面上で試料室内基準画像ＫＧに仮想イメージＫＩを重ねた仮想リアルタイム画像ＫＲを表示させることができ、従来確認が困難であった電子線撮像手段１１の先端部と試料との位置関係の把握がリアルタイムで可能となり、安全な傾斜観察が実現できる。なお図４８の例では、仮想リアルタイム画像ＫＲを表示させる仮想リアルタイム画像表示領域２１８を別ウィンドウで構成し、表示手段２の左上に重ねて表示させている。ただ、このような表示例に限られず、例えば同一ウィンドウを分割して、電子顕微鏡画像と仮想リアルタイム画像ＫＲとを同一画面で表示させることも可能であることはいうまでもない。また仮想リアルタイム画像表示領域２１８の、表示領域の大きさを変更することもできる。図４１、図４２、図４３、図４８、図４９に示す例では、ラジオボタンで仮想リアルタイム画像ＫＲの表示サイズを６４０×４８０ドット、又は３２０×２４０ドットに変更可能としている。

（回動ロック手段２１０）

【０２０３】

さらに拡大観察装置は、胴部２４の回転を停止状態に保持する回動ロック状態と、該回動ロック状態の解除状態とを切り替え可能な回動ロック手段２１０を備えている。この回動ロック手段２１０は、通常の状態で胴部２４が自重等で回転しないよう回動ロック状態となるように付勢している。このような回動ロック手段２１０の一例を、図４４、図４５に示す。この回動ロック手段２１０はチルトロックであり、図２Ｂの外観図に示すように

、拡大観察装置の側面下方に突出させたチルトレバー２２０を備えている。ユーザはこのチルトレバー２２０を操作して、回動ロック状態と解除状態とを切り替えることができる。具体的には、図４４はチルトロックの回動ロック状態、図４５はロック解除状態を示しており、各々チルトレバー２２０をロック位置、ロック解除位置としている。このチルトロックは、胴部２４の背面側の端縁に備えられた環状の回転リング２２１に対して、その表面を押圧する弾性体状のブレーキパッド２２２を備える。このブレーキパッド２２２は、板状のパッドプレート２２３に固定されており、パッドプレート２２３は長穴及び支点２２４を介して水平面内に移動できる。パッドプレート２２３の移動により、ブレーキパッド２２２が回転リング２２１に対して押圧位置、解除位置に切り替えられ、これによってブレーキパッド２２２は回転リング２２１に対してディスクブレーキ状に作用する。すなわち、ブレーキパッド２２２を回転リング２２１に押圧することで、回転リング２２１と固定された胴部２４の回転をロックし、また回転リング２２１からブレーキパッド２２２を離すことで回動ロックを解除する。具体的には、図４４に示すようにチルトロックをロック位置に切り替える際には、チルトレバー２２０を矢印で示すように左側に倒す。これによってチルトレバー２２０に連結されたレバーギヤ２２５が逆回転され、さらにこのレバーギヤ２２５と歯合する伝達ギヤ２２６が順回転され、伝達ギヤ２２６のギヤ軸２２７が奥側に移動する。そしてブレーキパッド２２２を固定したパッドプレート２２３がギヤ軸２２７で押し込まれる結果、パッドプレート２２３が回転し、パッドプレート２２３に固定されたブレーキパッド２２２が回転リング２２１に押圧され、その摩擦力によって胴部２４が回動ロック状態となる。

【０２０４】

逆に回動ロック状態を解除するには、図４５に示すようにチルトレバー２２０を右側に倒し、レバーギヤ２２５を順回転させることで、伝達ギヤ２２６を逆回転させる。この結果ギヤ軸２２７が手前側に移動し、パッドプレート２２３がギヤ軸２２７に引っ張られて、支点２２４を中心に回転するので、回転リング２２１からブレーキパッド２２２が離れて、ロック状態が解除される。

【０２０５】

このようにチルトロックは、胴部２４を回転させる際にはユーザが手動でチルトレバー２２０を、図４５に示すようにロック解除位置まで移動させ、回動ロック状態を解除する。そして傾斜角度が決まった状態で、図４４に示すようにチルトレバー２２０をロック位置まで移動させ、再び回動ロック状態に戻す。このようにして、胴部２４を回動させる度毎に手動で回動ロック手段２１０を操作して、回動ロック状態と解除状態とを切り替えるようにする。

（ロック解除表示手段２１２）

【０２０６】

さらに、このような回動ロック手段２１０による操作、特に胴部２４を回転させた後に回動ロック状態に戻す操作を、ユーザに促すように、ロック解除表示手段２１２を設けてもよい。一般に、回動ロック状態を解除する操作は、回動ロック手段２１０を操作しないと胴部２４が回転しないため、ユーザが操作を忘れることは考え難く、仮に回動ロック手段２１０を操作しないと、胴部２４を回転させるには相当の力が必要となり、この時点でユーザが操作を忘れたことに気付く。一方、一旦胴部２４を回転させた後、再度回動ロック状態に戻すために回動ロック手段２１０を操作する作業は、これを行わずとも観察が可能であるため、ユーザが忘れやすいといえる。このような解除状態が継続されると、例えば胴部２４や観察手段の自重によって胴部２４が徐々に回転して、観察手段の先端部が試料に接触することも考えられる。そこで、回動ロック状態が解除されている間は、ロック解除表示手段２１２が表示手段２上にその旨のメッセージを表示する。このためロック解除表示手段２１２は、図４６のブロック図に示すように、回動ロック手段２１０の解除状態を検出して、表示手段２上にロック解除表示を行う。例えば図４８に示すように、画面の左下に「チルトロック解除中」等と赤文字で表示させる。これにより、ユーザは回動ロック手段２１０が解除状態であることが告知されるので、傾斜角度を決定した後は速やか

に回動ロック手段２１０を回動ロック状態に戻すよう促され、ロックし忘れを防止できる。

【０２０７】

上記の例では、回転軸の回動ロック手段２１０を解除した際、すなわちこれから電子線撮像手段１１を傾斜させようとしたタイミングで、図４８に示すように表示手段２上の左上に、電子顕微鏡画像表示領域１１７に重ねて、試料室内基準画像ＫＧの画像を表示させている。さらに同時に、回転軸の回動ロック手段２１０を解除している間だけ、画面の左下にロック解除表示メッセージ２３０を表示させることで、ロックし忘れを回避できる。

【０２０８】

また他の利点として、傾斜する際に、試料室内画像に注目させることも期待できる。すなわち、試料室内画像が表示されていても、何の目的で表示されているのか、どこに着目して試料室内画像をチェックすれば良いのかをユーザに理解させる必要がある。このため回転移動の際には、真空チャンバ内部の構造物が衝突しないことの確認を促すようにメッセージを表示させる。この例では、衝突の可能性が比較的少ないとき、例えば、傾斜角度が鉛直姿勢から±６０°未満では、図４８に示すように、単に「チルトロック解除中」とロック解除表示メッセージ２３０を表示させている。

【０２０９】

一方で、傾斜角度が大きくなり、衝突の可能性が大きくなったときに、メッセージを変更して、一層の注意をユーザに促すこともできる。例えば図４９の例では、±６０°以上の高傾斜観察では、「チルトロック解除中です。レンズが大きく傾斜しています。試料とレンズが衝突する危険性がありますので、チャンバビューの映像を確認し注意してください。」等と警告メッセージ２３１を表示させることができる。

（ロック確認メッセージ２３２）

【０２１０】

また、これに加えて回動ロック手段２１０の回動ロック状態が不完全あるいは不十分であることをロック解除表示手段２１２で検出して、その旨を告知するロック確認メッセージ２３２を表示させることもできる。例えば回動ロック手段２１０のレバーがロック位置まで完全に戻されていない場合は、胴部２４の円筒状側面に対して押圧すべき弾性体が十分な押圧力を発揮できず、摩耗したり破損するおそれがある。このため、例えば図５０に示すように、「チルトロックの状態が不定です。しっかりと固定、又は解除の方向に回してください。」等のロック確認メッセージ２３２を表示手段２上の画面中央に表示させて、ユーザに警告することができる。ユーザは該ロック確認メッセージ２３２を受けて、回動ロック手段２１０を完全にロック位置にセットするよう促されるので、このような破損を回避できる利点が得られる。このようなロック解除メッセージの表示は、例えば上述した図４６に示したロック解除表示手段２１２等で行わせることができる。

（ロック解除メッセージ２３３）

【０２１１】

あるいは、ユーザが回動ロック状態の解除を忘れて、強引に胴部２４等を回転させようとすることも考えられる。このような場合に、回動ロック手段２１０が回動ロック状態であるにもかかわらず、傾斜角度が変化したことをロック解除表示手段２１２等で検出して、ロック解除メッセージ２３３を表示させることもできる。例えば図５１に示すように、「傾斜する場合は必ずチルトロックを解除してください。」とロック解除メッセージ２３３を画面中央に表示させて、ユーザに対して回動ロック状態の解除を促す。

【０２１２】

なお、以上の例では回動ロック手段２１０を手動でロック位置と解除位置に切り替える方式としているが、自動あるいは半自動で切り替え可能としてもよい。例えば、胴部を回転させるための取っ手のハンドル部分に設けたスイッチを押下している間だけ回動手段を回転可能とすれば、スイッチを押下することでロック位置、スイッチから指を離すことで解除位置に、回動ロック手段が各々に切り替わるように構成できる。また、胴部を回転させると自動的に回動ロック手段が解除状態となり、また回転を停止させると自動的に回動

ロック手段が回動ロック状態に切り替わる構成してもよい。
（回動規制手段２１４）
【０２１３】
さらに拡大観察装置は、傾斜角度が高くなった際のハードウエア的な衝突防止策として、所定の回動範囲規制値を超える回動手段３０の回転を阻止する回動規制手段２１４を備えることもできる。このような拡大観察装置のブロック図を図４６に示す。回動規制手段２１４の一例としては、回動手段３０の回動範囲を一定範囲内に抑え、回動範囲規制値以上に回転しないように阻止する傾斜ストッパが利用できる。また回動範囲規制値は、観察手段の傾斜角度が大きくなることによって試料と接触する可能性が高くなる範囲、例えば±６０°に設定される。例えば試料の側面を観察したい場合は、傾斜角度を大きくする必要があるところ、傾斜角度を高くする際には、試料台を一旦降下させる等して、試料と観察手段の特に先端部とが接触しないように注意する必要がある。そこで、このような回動規制手段２１４を用いて、胴部２４の回転を一旦止めることによって、ユーザに対して注意や準備を促す効果が期待できる。
【０２１４】
回動規制手段２１４の一例として、傾斜ストッパは、胴部２４の外周面から突出させた突起や、外周面に形成した切り欠きに、胴部２４の周囲に固定配置した傾斜ストッパを当接あるいは係合させて、胴部２４の一定以上の回転を阻止する。例えば図５２に示すように、胴部２４の外周から突出させた突起２３４に、胴部２４の周囲に固定された傾斜ストッパ２３５を当接させて、胴部２４の一定以上の回転を阻止する。この切り欠きや突起及び傾斜ストッパを設ける位置を調整することで、胴部２４が回動範囲規制値を超えて回転しないように規制できる。また、傾斜ストッパを可動式とし、当接位置から後退させることで、突起との当接状態を解除し、胴部２４の更なる回転を許容するように構成することもできる。例えば図２Ｂ及び図２Ｃに示す傾斜ストッパ２３８では、拡大観察装置から突出させたストッパハンドル２３９の先端部分を円盤状に形成することで、ユーザがこの部分を把持して引っ張り易くしている。ストッパハンドル２３９の円盤状先端を引き出すことで、傾斜ストッパ２３８が後退されて当接状態が解除され、胴部２４の回転が許容されるようになる。
【０２１５】
あるいは傾斜ストッパを、所定の回動範囲規制値に達したときに胴部の回転を一旦停止させるよう構成してもよい。この傾斜ストッパは、傾斜観察時に傾斜角度を徐々に大きくしていく際、衝突の危険性が高くなる角度、すなわち回動範囲規制値に達したときに、一旦回動手段を停止させる。そして、この傾斜角度以上に傾斜させたい場合は、傾斜ストッパの回転ロック状態を解除することで、胴部の更なる回転を許容する。例えば図５７に示すように、胴部２４の回転面に対してカギ状に突出するカギ状突起２３６を設け、一方胴部２４の側面には、このカギ状突起２３６が係止される切り欠き２３７を形成する。そしてこれらカギ状突起２３６と切り欠き２３７とを、予め回動範囲規制値に対応する位置に形成することで、胴部２４が回動範囲規制値に達すると、カギ状突起２３６が切り欠き２３７に案内されて、胴部２４の回転が阻止された回転ロック状態となる。そしてこの状態から、カギ状突起２３６を後退させて、切り欠き２３７との係合状態を解除することで、胴部２４の回転が再び許容される状態となって、胴部２４は更に、物理的に取り得る最大の回動角度まで回転させることができる。
【０２１６】
傾斜ストッパ２３８を備える拡大観察装置の外観を、図２Ｂに示す。この図に示すように、傾斜ストッパ２３８は拡大観察装置の側面に設けられている。この例では、共通の傾斜ストッパ２３８でもって、回動手段３０の左方向（反時計回り）への回転と、右方向（時計回り）への回転を共に規制している。ただ、回動手段の左方向への回転と、右方向への回転とを個別に規制するよう、左回転を規制する左回動規制手段と、右回転を規制する右回動規制手段とを、それぞれ設けることもできる。
【０２１７】

また、回動範囲規制値は左方向への回転と右方向への回転とで、角度を等しくする他、左右で異ならせることもできる。特に、光学系撮像手段１２と電子線撮像手段１１とを一定のオフセット角度でもって傾斜姿勢に固定した胴部２４においては、いずれか一方の観察手段を基準に考えると、左右に回転可能な範囲は、他方の観察手段の有無によって異なる。そこで、このようなオフセット角度を考慮して、適切な回動範囲規制値を、左右で個別に規定することが好ましい。本実施の形態では、図５８に示すように、電子線撮像手段１１を基準とし、これが垂直姿勢にある状態を０°とする胴部２４の回転は、光学系撮像手段１２のオフセット角度（この例では４０°）を考慮し、左回動規制値を６０°、右回動規制値を４５°に、それぞれ規定している。そしてこれらの回動規制値に達すると、傾斜ストッパ２３８によって回転が停止される。また傾斜ストッパ２３８を解除することで、さらに胴部２４の回転が可能となり、ハードウエア的な回転の限界となる最大回動範囲まで回転させることができる。図５８の例では、最大回動範囲として、左回動最大角度を９０°右回動最大角度を６０°に、それぞれ設定している。

【０２１８】

なお最大回動範囲は、ハードウエア的な仕様により決定されるものの、一般には試料台の上面に載置された試料を観察するという観点から、傾斜角度が±９０°を超えると、試料台の裏側に回り込み、試料台が透明でない限りは観察ができなくなるため、好ましくは最大回動範囲は±９０°以内に設定される。

【０２１９】

さらに上記の例では、回動規制手段２１４が規制する回動範囲規制値を固定値としているが、この範囲を可変とすることも可能である。例えば、傾斜ストッパを設ける位置を、胴部２４側面に沿って移動式とすることで、傾斜ストッパの位置に応じて回動範囲規制値を調整できる。これにより、ユーザは試料の大きさや形状等に応じて回動範囲規制値を任意に調整できる利点が得られる。

（傾斜ストッパ２３８）

【０２２０】

傾斜ストッパ２３８の具体例を図５３～図５６に示す。これらの図において、図５３は回動規制手段２１４を備える胴部２４を正面から見た断面図であり、この図においては傾斜角度は電子線撮像手段１１の垂直姿勢を基準として０°である。この図に示すように、胴部２４の側面には、側面から突出させた２つのストッパ凸部２４０を設けている。ストッパ凸部２４０は、左方向への回動を規制する左ストッパ凸部２４１と、右方向への回動を規制する右ストッパ凸部２４２とを有する。さらに胴部２４の周囲には、これらのストッパ凸部２４０と当接するためのストッパ突起２４３を設けている。ストッパ突起２４３は胴部２４側に向かって突出するよう、ばね等の弾性体で付勢されている。また各ストッパ凸部２４０は、このストッパ突起２４３と当接するための当接面を設けている。この例では、ストッパ突起２４３を左ストッパ凸部２４１と右ストッパ凸部２４２とで共通としているため、各ストッパ凸部２４０は当接面を設ける位置を左右逆向きとしている。

【０２２１】

例えば図５３の位置から図５５に位置まで、胴部２４が回転されてストッパ凸部２４０がストッパ突起２４３と対向する位置になると、ストッパ突起２４３がストッパ凸部２４０に当接されて、それ以上の胴部２４の回転が阻止される。このストッパ突起２４３は、胴部２４の外方に突出されたストッパハンドル２３９と連結されており、ユーザが手でストッパハンドル２３９を把持して、付勢力に抗するよう引き出すと、ストッパ突起２４３が後退して当接状態が解除され、胴部２４の更なる回転が許容される。これにより、傾斜ストッパ２３８により規制される回動範囲規制値以上に胴部２４を回転させることが可能となる。なおストッパ突起２４３は必ずしも付勢する必要はなく、例えばねじ式に進行、後退させる態様としてもよい。

（限界ストッパ２４５）

【０２２２】

さらにこの例では、回動範囲規制値以上に胴部２４を回転させても、胴部２４の回転は

最大回動範囲までとなる。この最大回動範囲に胴部２４の回転を規制するため、限界ストッパ２４５を備えている。限界ストッパ２４５は、胴部２４の外周面に設けられた限界凸部２４６と、この限界凸部２４６と当接するよう胴部２４の周囲に固定配置された限界突起２４７とで構成される。限界凸部２４６もストッパ凸部２４０と同様、左右の回転方向に応じて２箇所に設けられている。限界突起２４７はストッパ突起２４３と異なり、固定式で、当接状態を手動で解除することができない。したがってこれ以上の胴部２４の回転は阻止され、この結果胴部２４の回転範囲は、限界ストッパ２４５で規定される最大回動範囲内となる。例えば、図５５の状態から傾斜ストッパ２３８を解除し、胴部２４を更に回転させると、限界凸部２４６が回転に沿って進行し、遂には図５６に示すように、限界突起２４７に当接する。これによって、胴部２４の最大回動範囲を適切に規定できる。これら図５３～図５６の例では、傾斜ストッパ２３８は、電子線撮像手段１１が水平姿勢を基準として左向きに６０°となる位置に、また限界ストッパ２４５は左向きに９０°となる位置に、それぞれ設けられている。

【０２２３】

なおこれら傾斜ストッパ２３８と限界ストッパ２４５とは、互いに交差しない位置に設けることが好ましい。同一線上に配置されると、対応しない凸部と突起とが当接するおそれがあるため、これを避けるために平行に、あるいは離間して設ける。図５４の例では、胴部２４の円周上でストッパ凸部２４０と限界凸部２４６とは平行に設けられており、互いの回転面が交差しないように配置されており、誤動作を回避している。

（回動規制値到達告知手段２１６）

【０２２４】

また、上述の通り回動範囲規制値を設けることで、傾斜角度が高くなった際のハードウエア的な衝突防止策を設けると共に、回動範囲規制値に達したことをユーザに告知する回動規制値到達告知手段２１６を設けてもよい。このような拡大観察装置のブロック図の例を図４６に示す。例えば左右いずれかの傾斜により回動規制値に到達すると、ユーザに対して「レンズが大きく傾斜しています。試料とレンズが衝突する危険性がありますので、チャンバビューカメラの映像を確認し注意して下さい。これ以上傾斜させるには傾斜ストッパを解除する必要があります。」等のメッセージを表示させる。特に、上述したロック解除表示手段２１２と併用することで、メッセージ内容が、単にロック機構解除中であることを示す内容から（図４８）、傾斜角度が大きくなった時点で上記内容に変化、あるいは追加されることとなり（図４９）、ユーザに対する注意喚起が行われる。

【０２２５】

図６７Ａ及び図６７Ｂは、試料室２１内における試料台３３と観察手段１０の相対移動を示す模式断面図である。上述の通り、試料台３３は水平姿勢を維持しつつ高さ調整機構８０により上下動するのみで、試料台３３の載置面を傾斜させる傾動や揺動を禁止している。この構造で傾斜観察を実現するために、観察手段１０側を傾斜させるよう構成している。このように、試料側を固定して観察手段１０側を傾斜させることで、ユーザは観察手段１０で撮像されて表示手段２に表示される観察像において、傾斜姿勢の位置関係を容易に把握できる利点が得られる。逆に言えば、従来のようにカメラ側を固定して試料台３３を傾斜させる構造、すなわち図６８Ａ及び図６８Ｂに示すようなユーセントリック構造では、現在観察中の画像において、傾斜観察の傾斜角度を変更する際、どの方向に傾斜を調整すれば、所望の画像が得られるか、その位置関係を把握することが容易でなかった。これに対し、観察対象である試料側を固定し、観察の視点となる観察手段１０側、すなわち目線そのものを移動させる構成とすることで、実際にユーザが試料を観察する際と同様の目線を動かすという感覚で位置関係を把握でき、この結果角度調整すべき方向も速やかに把握できるという利点が得られる。

【０２２６】

また、試料台３３を傾斜させないことで、試料が試料台３３から滑り落ちる虞もなくなり、試料を試料台３３に固定するための構造、例えば粘着テープによる固定作業も不要にでき、さらに粘着テープを剥離する際に試料を破損する虞も無くすことができるといった

、作業性や安全性の向上が図られる。

【０２２７】

さらに従来のユーセントリック構造では、試料台３３を傾斜させたまま試料台３３の高さ（Ｚ軸）を変更すると、図６８Ｂに示す黒塗りの位置から斜線ハッチングに示す位置に試料台３３が移動する結果、傾斜姿勢で固定された光学系撮像手段１２の光軸が相対的に試料台３３上を移動することとなって、観察視野が意図せず移動してしまうという問題があった。特に光学系撮像手段１２に焦点位置を調整するための光学焦点調整手段を備えない焦点固定式の場合は、試料台３３の高さ調整のみでワーキングディスタンスを変化させる必要があり、合焦位置によっては観察視野が電子顕微鏡と一致しなくなる虞がある。

【０２２８】

また、観察手段１０と試料との間の角度を変更した場合、角度を変更する度に、観察手段１０と試料との間の焦点距離が変わるため、焦点位置の補正を行わなければならない。加えて、二つの観察手段１０で、同一の試料に対して同一の傾斜角度で、傾斜観察の画像を取得したい場合、一方の観察手段１０で用いた角度を記憶すると共に、他方の観察手段１０側に試料台３３を移動させた上で、先の角度を再現し、焦点位置を合わせる必要があった。

【０２２９】

これに対して本実施の形態では、図６７Ａ及び図６７Ｂに示すように、観察手段１０を鉛直位置に回転移動させることで、試料台３３の高さによらず観察視野を一定に保持できるという利点が得られる。なお、本実施の形態においては使用したい観察手段１０を鉛直姿勢とすることで、いいかえると選択した観察手段１０の光軸を、高さ調整手段の移動方向（Ｚ軸）と略一致させることで、高さ調整による観察視野の移動を回避できる。この結果、ユーセントリックなワーキングディスタンスは１箇所のみとなる。このように、観察手段１０を鉛直姿勢にして観察すると、観察手段１０の光軸と試料台３３の上下移動の軸が一致し、ワーキングディスタンスを調整しても視野が移動しないので、ユーセントリック位置の調整がし易いという利点が得られる。

【０２３０】

ただ、観察手段１０を傾斜姿勢としても試料の観察が可能であることはいうまでもない。また、この場合には試料台３３の高さ調整による観察視野の移動が生じるが、画像処理によってこの移動分を相殺することも可能である。例えばコントローラ１によって、高さの変化と視野の移動量を計算し、視野の移動分だけ観察視野（表示中の光学画像乃至電子顕微鏡画像）の表示部分を逆方向に移動させるよう、コントローラ１で画像処理する。これにより、高さの移動によらず表示手段２に表示される画像の視野を一定に保持できる。この結果、試料台３３の角度や観察位置によらず、観察手段１０を切り替えても観察視野が変化しない拡大観察装置が実現できる。

【０２３１】

特に従来は、電子顕微鏡観察を優先するため、光学系撮像手段１２による観察を犠牲にし、さらに電子顕微鏡の分解能（最高倍率）を優先する結果、傾斜観察を制限する設計思想が採用されていた。この結果、折角電子線撮像手段１１と光学系撮像手段１２とを共に備えていても、両者を最大限に活用し、光学画像や傾斜観察を制限無くユーザが利用できる環境が実現されているとは言い難い状況であった。

【０２３２】

具体的には、電子顕微鏡の分解能は、電子線撮像手段１１の対物レンズ先端から試料までの距離であるワーキングディスタンスが短いほど良くなる。しかしながら、傾斜させた角度から試料を観察する場合は、ワーキングディスタンスが短すぎると電子線撮像手段１１の対物レンズに試料が接触してしまうという問題があった。したがって、従来はワーキングディスタンスを、試料の大きさと希望する傾斜角度で決定される、対物レンズに衝突しない最短距離に設定して観察していた。この結果、従来の電子顕微鏡では、試料の大きさと希望する傾斜角度によって決定されるワーキングディスタンスで観察することになる。このように種々のワーキングディスタンスで快適に観察するためには、どのワーキング

ディスタンスであっても、試料台３３の傾斜角度を変化させた際に観察視野が変化しないことが望まれる。このような背景から、従来の電子顕微鏡では、どのワーキングディスタンスであっても、試料台３３を傾斜させても視野が動かないような構成、すなわち図６８Ｂに示すように、電子顕微鏡の光軸上で、試料台３３のＺ軸の位置によらず視野ずれしないユーセントリック式とした試料台３３の傾斜機構が採用されていた。

【０２３３】

この構造によれば、図６８Ａ、図６８Ｂの黒塗りした位置に試料表面が位置するように予め調整することで、試料台３３を傾斜回転させる１動作のみで、光学系撮像手段１２及び電子線撮像手段１１で同一視野、同一傾斜角度での観察が可能となる。しかしながら、視野探しや位置調整は被写界深度の浅い光学系撮像手段１２で行う必要があるものの、位置調整をする際に視野が電子線撮像手段１１との間でずれる結果、調整し難いという問題があった。

【０２３４】

このような状況に鑑み、本実施の形態では上述の通り、図６７Ａ及び図６７Ｂに示すように試料台３３側を固定し、観察手段１０側を傾斜させる構造を採用している。この結果、傾斜させるのは試料台３３でなく観察手段１０側となるため、試料台３３の高さによらず、容易に同じ観察位置、傾斜角度での画像に切り替えることが可能となる。これにより、電子顕微鏡観察と、光学顕微鏡観察の双方を重視し、かつ傾斜観察も重視した、従来よりも使い勝手のよい拡大観察が実現できる。

【０２３５】

さらに従来の電子顕微鏡では、電子レンズ、光学レンズが取り付けられている部材に、高さ調整機構８０としてＺステージが構成され、そのＺステージ上に、試料台３３を傾斜、回転させる機構が構成されていた。さらに電子レンズ、光学レンズは、固定側に取り付けられていた。

【０２３６】

これに対して本実施の形態に係る拡大観察装置では、電子レンズ、光学レンズが取り付けられている部材に、試料台３３を回転させる機構が構成され、さらにその上に、高さ調整機構８０が構成されている。すなわち、回転軸の機構と、Ｚ軸の移動機構が従来とは逆に構成されている。また、電子レンズ、光学レンズは、回転側に取り付けられている。

（光軸と試料台３３の移動方向の一致）

【０２３７】

本実施の形態に係る拡大観察装置においては、回動手段３０により電子線撮像手段１１及び光学系撮像手段１２を回転移動させることで一の観察位置に双方の観察手段１０を切り替えて配置できる。すなわち、このような切り替えによって、双方の観察手段１０の光軸を一致させた撮像が可能となる。一方、試料台３３は水平姿勢を維持したまま上下に、すなわち鉛直方向に高さ調整機構８０で移動可能としている。この結果、観察手段１０を鉛直姿勢に位置させることで、光軸を試料台３３の移動方向と一致させることが可能となる。

【０２３８】

これにより、円筒状側面に沿って回転させた電子線撮像手段１１や光学系撮像手段１２で傾斜観察を可能としつつ、回転軸と試料台３３の高さ方向、すなわち試料台３３上に載置された試料の観察面の高さとを一致させて、視野変化のない観察が可能となる。また各観察手段１０の光軸を一致させた、略同一の視野、略同一の傾斜角度、略同一の倍率での観察像を取得でき、取得された２つの観察像を比較観察できる。

（焦点の可変範囲の中に回転軸）

【０２３９】

高さ調整手段は、その高さを調整可能な高さ可動範囲に、回動手段３０の回転軸が含まれるように設定している。これにより、回転軸の中心に試料台３３を位置させて、観察手段１０を回転軸に沿って回転させても、各位置における観察手段１０から試料台３３までの距離を一定に維持できるので、焦点距離を一旦調整した後は、観察手段１０を移動させ

ても合焦距離を維持しまままとでき、常に合焦状態で視野角を変更でき、傾斜観察に際して極めて有利となる。

【０２４０】

より正確には、このようなセットバックを示す図６９の模式断面図に示すように、試料の表面の観察位置すなわち試料の上面である観察面が、回転軸と一致するように、試料の高さ分だけ試料台３３を回転軸から降下させることで、上記ワーキングディスタンスの保持状態を達成できる。このため高さ調整機構８０は、試料台３３を回転軸と一致させた位置から所望の範囲下方に降下可能としている。これにより、観察面の高さに応じて試料台３３を降下させて、観察面を正確に回転軸に一致させることが可能となる。

【０２４１】

このため、試料台３３のＺ軸方向の移動においては、試料台３３の上端ストローク位置は、少なくとも回転軸を含む位置までは上昇可能とし、さらに少なくともその回転軸から下方位置に移動可能に設定する。

（セットバックの調整）

【０２４２】

試料表面を回転軸に合わせるには、電子レンズより被写界深度の浅い光学レンズを使用する。光学レンズの取り付け位置は、予めその焦点位置が回転軸と一致するように調整される。光学レンズの光軸と試料台３３の試料載置面が垂直となるように、胴部２４を回転させて、光学レンズの画像の焦点が合うように、試料台３３のＺ軸位置を調整する。この際、光学レンズと試料の距離のみ変化して、視野は移動しないので、調整は容易となる。次に、電子レンズの焦点調整を上記と同様の手順で行う。これにより、胴部２４をどのように回転、傾斜させても、電子顕微鏡と光学顕微鏡の視野がずれることはない。

（焦点調整手段の有無　固定焦点式）

【０２４３】

また、観察手段１０の焦点距離が固定式の場合は、この構成によって試料台３３の高さを調整することで、焦点位置にワーキングディスタンスを正確に調整できる。あるいは、観察手段１０が焦点調整手段を備える場合は、これで調整可能な焦点距離範囲に、回動手段３０の回転軸が含まれるように設定する。例えば電子線撮像手段１１は、その光軸に沿って焦点距離を調整可能な顕微鏡焦点調整手段３７を備えている場合が多く、この場合は図７０に示すように予め焦点位置の可変範囲に回転軸を含むように設定しておき、顕微鏡焦点調整手段３７で焦点距離を調整して、電子レンズの焦点位置を回転軸の位置に一致させる。また光学系撮像手段１２が、その光軸に沿って焦点距離を調整可能な光学焦点調整手段３８を備えている場合も同様に、図７１に示すように焦点位置の可変範囲に回転軸を含むように予め設定しておき、焦点位置が回転軸と一致するように光学焦点調整手段３８を調整する。

（実施の形態２）

【０２４４】

上述の例では、光学系撮像手段１２と電子線撮像手段１１とを組み合わせた例を説明したが、常にこれらを併用する構成のみならず、必要に応じて付加する構成とすることもできることはいうまでもない。例えば上述の通り、光学系撮像手段１２をマウント３９を介して着脱した構成とすることで、図２７のブロック図に示したような拡大観察システムを構成できる。このように電子顕微鏡撮像として使用しつつ、必要に応じて光学系撮像手段１２を付加できる構成とすることで、観察用途に応じたオプションを追加、除去可能な、柔軟性、拡張性に富む利便性に優れた拡大観察システムを構築できる利点が得られる。

（倍率換算機能）

【０２４５】

さらに拡大観察装置は、異なる観察手段において倍率の決定基準が異なる場合に、これらを統一した倍率で表示したり、該倍率に自動調整する倍率換算機能を備える。一般に、拡大観察装置で観察する際に、どの程度拡大して観察するかは、倍率でその度合いを示すことが多い。しかしながら倍率は、表示範囲の大きさによってその定義が変わるので、観

察手段毎に異なることが多い。一般に倍率は、次式で定義乃至算出される。
【０２４６】
倍率＝観察像の表示範囲／観察している視野範囲
【０２４７】
上式において、表示範囲は観察手段の設計者が決定するパラメータであり、ユーザが決定するものではない。一方で観察視野範囲とは、観察手段の能力で決まる設定可能な視野範囲の中から、ユーザが所望する視野範囲を任意に選択するものである。以下、電子線撮像手段１１の視野範囲と表示範囲を示す図７２、及び光学系撮像手段１２の視野範囲と表示範囲を示す図７３に基づいて、倍率決定方法を説明する。
（電子顕微鏡倍率）
【０２４８】
例えば、走査型電子顕微鏡を構成する電子線撮像手段１１において表示範囲とは、図７２に示すように、一般的には写真ＰＨのサイズ（例えば１２４ｍｍ×９４ｍｍ）である。また観察視野範囲とは、電子銃や電子レンズから試料に照射される電子線が試料上を走査する範囲の実寸法である。
（光学倍率）
【０２４９】
これに対してデジタルマイクロスコープ等の光学系撮像手段１２では、図７３に示すように、照明光によって照明された試料ＳＡからの反射光が、光学レンズを通って、ＣＣＤやＣＭＯＳ等の光学撮像素子に結像する構造となる。その表示範囲は一般的にはディスプレイ部１０２のモニタサイズ（例えば１５インチモニタ画面サイズ）となる。またモニタサイズも、ディスプレイ部１０２がＬＣＤかＣＲＴか等によって変化する。さらに観察視野範囲は、（光学撮像素子の有効撮像範囲）／（光学レンズの光学倍率）となる。このように光学倍率は、物体の大きさに対する拡大率となる。
【０２５０】
なお倍率決定の方法は上記に限られない。特殊な例として、例えば観察視野範囲から取得した画像データのすべてを表示範囲に表示するのではなく、ある一部分を表示することが考えられる。このような方法は、例えば画像周囲にピンぼけや歪み等が見られる場合、これらの部分をカットして表示することが考えられる。あるいは、解像度は粗くなるものの、いわゆるデジタルズームによって見かけ上の倍率を上げることもある。このような場合は、倍率が上昇することになる。
【０２５１】
一方、観察視野範囲を縦横又はＸＹ方向に移動して、複数の画像データを取得し、それらを連結して広い視野範囲を表示範囲に表示することもある。例えば、観察可能な最低倍率よりも更に低い画像を得たり、あるいは後でデジタルズームしたい場合等のために高解像度画像を得ることもある。このような場合は倍率が低下する。
【０２５２】
以上のように、２種類以上の観察手段で、同じ観察視野範囲の観察画像を取得したい場合に、それぞれの観察手段の倍率の定義が異なっている場合は、同じ「倍率」で画像取得しても、希望通りの同じ観察視野範囲の観察画像の取得ができずに不便であった。すなわち、同じ視野範囲を拡大観察したとしても、大きな画面に表示する拡大観察装置は倍率が高くなり、小さな表示画面上に表示する拡大観察装置では倍率は低くなる。この結果、倍率のみを基準とした場合、観察手段によって実際に表示されるサイズが一定しないことになり、比較観察等を行うに際しては好ましくない。
【０２５３】
このような状況のため、従来は対応策として、予め寸法の判明している試料を観察して、各観察手段の倍率定義を確認するキャリブレーション作業を事前に行う方法や、倍率定義の相違を考慮し、同じ観察視野範囲が観察できるような倍率を、ユーザが手動で計算する方法や、さらには同一の拡大観察装置内でなく、別個の電子顕微鏡と光学式デジタルマイクロスコープを使用する方法等、が採られてきたが、いずれも手間がかかるという問題

があった。

【０２５４】

これに対して本実施の形態では、双方の観察手段で、同一の観察視野範囲に対して同じ表示サイズとなるように、統一的な倍率を定義する。換言すると、同じ表示範囲を、観察視野範囲で除算した値を倍率として定義する。このように、異なる観察手段であっても、設計者が同一の表示範囲を定義して、倍率換算機能を持たせることで、ユーザは異なる観察手段であっても同じように定義された倍率を利用できる。これにより、いずれか一方の観察手段で倍率が設定されたら、該倍率と共に他方の観察手段の倍率に換算した値が表示される。あるいは、他方の観察手段の倍率表示を変更し、一方の観察手段の倍率に換算して表示あるいは併記してもよい。

【０２５５】

なお倍率の基準は、いずれか一方の観察手段に換算した換算倍率を倍率換算手段で換算する他、いずれの観察手段の倍率とも異なる第三の基準の倍率に変換することも可能である。この場合は、第三の基準の倍率で統一して光学画像と電子顕微鏡画像を表示する。

（倍率換算機能）

【０２５６】

図７４に、倍率換算機能を備える拡大観察装置のブロック図を示す。この図に示す拡大観察装置は、光学系撮像手段１２と、電子線撮像手段１１と、コントローラ１と、表示手段２と、操作手段１０５Ｂとを備える。コントローラ１はＭＰＵ等の演算部を備えており、一方の観察手段で規定された基準に従って他の観察手段の倍率を換算する倍率換算手段１１１、及び観察モードを選択するモード選択手段１１０として機能する。この例では、観察モードとして、表示手段２で電子顕微鏡画像と光学画像とを比較観察可能な比較モードと、電子顕微鏡画像と光学画像とを合成した合成画像を表示可能な合成モードを備えており、モード選択手段１１０で選択する。なお合成モードは必ずしも必須でなく、比較モードのみを実装することも可能である。この場合は、モードを選択するためのモード選択手段も必須でない。

【０２５７】

操作手段１０５Ｂは入力デバイスで構成され、ユーザはこれを操作することで電子顕微鏡倍率を設定する。これにより、電子顕微鏡倍率を設定、調整する電子顕微鏡倍率調整手段６８の操作を行うことができる。なお操作手段１０５Ｂは、図７４の例ではコントローラ１に接続されているが、表示手段２に接続された操作手段１０５やコンソールＣＳと共通化することもできる。

（倍率換算手段１１１）

【０２５８】

また表示手段２のディスプレイ部１０２は、後述するように換算倍率表示手段１２３と、倍率範囲表示手段１２６と、予定倍率表示手段１２４と、判定告知手段１２５と、状態表示手段１２１と、非選択表示手段１２２として機能する。換算倍率表示手段１２３は、一方の観察手段で取得され表示手段２に表示された画像の倍率を取得した上で、倍率換算手段で換算した換算倍率に他方の観察手段を設定可能かどうかを判定し、設定可能な場合は該換算倍率を、設定不可能な場合は設定可能な倍率の内で該換算倍率と最も近い倍率を、各々表示手段２に表示する。倍率範囲表示手段１２６は、電子顕微鏡画像の調整可能な電子顕微鏡倍率範囲と、光学画像の調整可能な光学倍率範囲とを、同じ基準の倍率に換算して表示手段２上に一次元状に表示する。また倍率範囲表示手段１２６は、光学顕微鏡倍率範囲と電子顕微鏡倍率範囲との重複範囲を示すことができる。予定倍率表示手段１２４は、一方の観察手段で取得された画像と同一表示サイズで、他方の観察手段により画像を取得するための換算倍率を表示する。判定告知手段１２５は、倍率換算手段で換算した換算倍率に他方の観察手段の倍率を設定することが不可能と判定された場合に、設定不可能な旨を表示する。状態表示手段１２１は、動画表示と静止画表示のいずれの状態であるかを区別する状態表示を行う。

（光学倍率調整手段９５）

【０２５９】
図７４に示す光学系撮像手段１２は、光学倍率調整手段９５と、光学倍率読取手段１１２を備えている。また光学倍率調整手段９５は、光学レンズ鏡筒の側面で回転自在なリング状に設けられており、リングの回転量で倍率を調整する。なお図７４の例では、光学ズームレンズを内蔵した光学レンズ鏡筒のイメージを示しており、光学レンズ鏡筒の外周に設けられた光学倍率調整手段９５と、設定された倍率を読み取る光学倍率読取手段１１２を設けている。光学倍率読取手段１１２は演算部と電気的に接続され、その出力を演算部の倍率換算手段１１１に送出する。
【０２６０】
この構成により、ユーザは電子線撮像手段１１の倍率調整を操作手段１０５Ｂから行い、一方で光学顕微鏡の光学倍率を光学倍率調整手段９５で調整する。ユーザが光学倍率調整手段９５を操作して光学倍率を調整すると、その光学倍率を光学倍率読取手段１１２で読み取り、倍率換算手段１１１に送出される。倍率換算手段１１１は光学倍率と対応する電子顕微鏡倍率に光学倍率を換算して、表示手段２に表示させる。ユーザは、換算倍率に従って操作手段１０５Ｂを操作し、換算倍率での電子顕微鏡画像が得られるよう電子線偏光走査器５８等の条件を設定する。なお、倍率換算手段１１１で換算された換算倍率の表示は、表示手段２上に常に表示させる他、表示と非表示とを切り替えるよう構成してもよい。
【０２６１】
また一方で、倍率換算手段１１１が換算倍率を電子線撮像手段１１に送出して、電子顕微鏡倍率を自動的に調整するよう電子線走査や偏向器等を設定してもよい。この場合は、ユーザが電子顕微鏡倍率調整手段６８を手動で調整する作業が不要となり、利便性が高まる。例えば、ユーザが表示手段２に表示させる画像を光学画像から電子顕微鏡画像に切り替えると、自動的に表示中の光学画像の光学倍率を光学倍率読取手段１１２が読み取り、倍率換算手段１１１で、対応する電子顕微鏡画像の電子顕微鏡倍率に換算する。そしてこの電子顕微鏡倍率の電子顕微鏡画像を取得して、表示手段２に自動的に表示させる。例えば、撮像済みの電子顕微鏡画像を拡大／縮小して、該電子顕微鏡倍率の電子顕微鏡画像を生成したり、あるいは新たにこの電子顕微鏡倍率の電子顕微鏡画像を撮像するために、電子線撮像手段１１に必要な設定情報を送出することもできる。このようにして、光学画像に対応する、同じ大きさでの電子顕微鏡画像を、表示手段２上に表示させることが可能となる。また、このような観察手段の切り替えによる倍率の自動連動機能は、ＯＮ／ＯＦＦを選択式にすることもできる。例えば、倍率連動機能をＯＦＦした場合には、光学画像から電子顕微鏡画像に切り替えた際、前回、電子線撮像手段での観察で用いた倍率で表示させ、一方倍率連動機能をＯＮした場合には、光学画像から電子顕微鏡画像に切り替えた際、自動的に対応する倍率での電子顕微鏡画像を表示させることができる。
【０２６２】
なお図７４の例では、電子顕微鏡倍率調整手段６８を操作手段１０５Ｂで実現しているが、図２Ａ等で示したように、電子レンズ鏡筒の側面で回転自在としたリング状に構成することもできる。このように光学倍率調整手段９５と同様の倍率調整手段を電子線撮像手段１１にも設けることで、操作感の統一性が得られユーザの使い勝手を向上できる。
【０２６３】
光学ズームレンズの倍率は、光学レンズ鏡筒内の光学レンズ系の内、光学倍率を決定するレンズ群の位置によって変化する。レンズ群を移動させるため、光学レンズ鏡筒には光学倍率調整手段９５として、光学レンズ鏡筒の側面に沿って回転自在なズームリングが設けられる。ユーザは光学レンズ鏡筒の側面に沿ってズームリングを回転させることで、光学レンズを光学レンズ鏡筒内部で移動させ、光学倍率を調整できる。このためズームリングには、回転位置によって決まる倍率を把握できるよう、倍率を数値や目盛りで表示することが好ましい。例えば光学ズームレンズ側に矢印を、光学レンズ鏡筒側に倍率を、各々刻印や印刷により表示して、ユーザは矢印を所望の倍率に一致させるように回転位置を調整する。なお、矢印と数値の配置は、光学ズームレンズと光学レンズ鏡筒を逆にしてもよ

いことはいうまでもない。
【０２６４】
また光学倍率調整手段９５は、ユーザが手動で回転して操作する他、電動により回転させる機構を採用してもよい。調整された倍率は、光学倍率読取手段１１２によって検出される。なお電動等によって光学倍率調整手段を手動によらず自動調整する機構を設けた場合は、上記構成と逆に、電子顕微鏡画像の倍率を電子顕微鏡倍率読取手段等によって取得して、対応する光学画像の倍率に倍率換算手段で換算し、この換算倍率となるように光学倍率調整手段に情報を送出して、光学系撮像手段の撮像倍率を自動調整することも可能となる。
（光学倍率読取手段１１２）
【０２６５】
光学倍率読取手段１１２は、光学レンズ鏡筒に設置された光学ズーム倍率読み出し器等で構成できる。光学倍率読取手段１１２は、ズームリング１１３の回転位置を電気的に検知し、それによって倍率を認識する。これにより、例えばユーザの手動により設定された光学ズームレンズの倍率を拡大観察装置側で認識でき、これに応じた倍率換算等の処理をスムーズに行うことができる。
【０２６６】
このような光学倍率読取手段１１２の一例を、図７５の断面図に示す。この図は光学系撮像手段１２の光学レンズ鏡筒の横断面図であり、光学レンズ鏡筒の外周にズームリング１１３が回転自在に装着されている。光学レンズ鏡筒の外周には、球状の突出電極１１４を弾性的に突出させるよう設けている。またズームリング１１３の内周側には、ズームリング１１３の位置に応じた光学倍率を出力するための倍率出力電極１１５を、円周に沿って複数、離間して設けている。各倍率出力電極１１５は、突出電極１１４と接触することで、対応する光学倍率の情報を、例えば抵抗に発生する電圧信号として出力する。このように、各倍率出力電極１１５をスイッチとして作用させることで、倍率出力電極１１５の位置に該当する倍率が選択されたことが検知される。すなわち光学倍率読取手段１１２はスイッチのＯＮ／ＯＦＦによって、現在の光学倍率を認識し、これを演算部に送出する。またズームリング１１３の内面に、突出電極１１４を受ける凹面を形成することで、所定倍率にズームリング１１３を保持する位置決めの機能を奏することもできる。さらに、各電極の位置に、倍率の数値や目盛りを表示することで、ユーザによる倍率調整作業を容易に行える。ただ、表示手段上に倍率表示を行う場合は、このような物理的な倍率表示は必ずしも必要でない。
【０２６７】
また、光学倍率読取手段１１２はこのような電極の接触による位置検出に限られない。例えばズームリングと光学レンズ鏡筒との界面にフォトインタラプタを設ける等して、非接触で行うこともできる。あるいは、定位置での離散的な倍率検出の他、ロータリーエンコーダ等を利用して連続的に倍率を読み取るよう構成してもよいことはいうまでもない。
【０２６８】
なお、図７４の例では、光学系撮像手段１２に光学倍率調整手段９５を光学倍率読取手段１１２を備えているが、光学倍率読取手段を設けないこともできる。この場合は、ユーザがズームリング等に表示された目盛りを読み取ることで、ユーザは大まかな光学倍率を知ることができる。また、光学倍率調整手段を設けず、固定倍率とすることもできる。この場合は、光学系撮像手段を着脱式とすることで、倍率の異なる光学系撮像手段に交換して光学倍率を変化できる。
【０２６９】
なおディスプレイ部１０２上に倍率を数値で表示させるのに変えて、あるいはこれに加えて、視野範囲を示すこともできる。例えば「倍率１００倍」といった表示でなく、「表示視野範囲４ｍｍ×３ｍｍ」といった表示形態も利用できる。
（換算倍率の表示）
【０２７０】

倍率換算手段１１１は、以上のようにして電子線撮像手段１１又は光学系撮像手段１２のいずれか一方で取得された画像の倍率を認識し、該画像と略同一の表示サイズの画像を他方の観察手段で取得するための倍率を、他方の観察手段の基準に基づく倍率に換算する。

【０２７１】

一般的な電子顕微鏡観察では、先に光学系撮像手段１２を用いて低倍率にて試料の視野を決定した上で、電子線撮像手段１１で高倍率の画像を取得する。このため、まず光学系撮像手段１２で取得した光学画像を表示手段２上で表示する際に、この光学画像の光学倍率を表示すると共に、これを電子顕微鏡倍率に換算した換算倍率を併記する。よってユーザは、電子線撮像手段１１を操作して換算倍率の電子顕微鏡画像を取得すれば、同一の表示サイズで電子顕微鏡画像を撮像できる。この結果、同一の表示サイズで光学画像と電子顕微鏡画像を表示手段２で表示させて比較観察を容易に行える。特に、上述した回動式の移動機構を備える試料室２１の構成（図２６）を併用することで、同一視野での光学系撮像手段１２と電子線撮像手段１１との切り替えを容易にできることと相俟って、比較観察を一層容易に行える利点が得られる。

【０２７２】

また換算倍率は、光学倍率を電子顕微鏡倍率に換算する場合のみならず、逆に電子顕微鏡倍率を光学倍率に換算した換算倍率を使用してもよい。特に、先に電子顕微鏡画像を取得した後に光学画像を取得する場合には好適となる。あるいは、異なる基準の倍率を併用するのでなく、一の基準で統一した倍率にしたがって、光学画像及び電子顕微鏡画像の倍率表示を行うよう構成してもよい。

【０２７３】

また、単に換算倍率を表示手段２に表示させるのみならず、上述の通り換算倍率に従って観察手段１０の倍率設定まで自動化することも可能である。例えば、取得した光学画像の光学倍率に基づいて倍率換算した電子顕微鏡倍率を、電子線撮像手段１１の電子顕微鏡倍率調整手段６８に自動的に設定するよう構成してもよい。または、該電子顕微鏡倍率の画像を取得できるよう、撮像条件のパラメータを自動設定する。これによれば、光学系撮像手段１２で取得した画像と同じ表示サイズの電子顕微鏡画像を、ほぼ自動的に取得できる。また取得の実施まで行わずとも、撮像条件のパラメータ設定画面を表示手段に表示させ、ユーザが微調整可能としてもよい。

（近接倍率への自動変更）

【０２７４】

また、換算倍率での画像取得が困難あるいは不可能な場合は、この換算倍率に近い倍率を選択して表示手段２に倍率を表示させたり、画像取得、画像表示等を行うこともできる。すなわち、電子線撮像手段１１と光学系撮像手段１２とでは、設定可能な倍率の範囲が異なるため、一方の観察手段では設定できても、他方の観察手段では設定できない倍率が存在する。このような場合でも、設定可能な範囲の中から、できるだけ近い倍率を選択して、倍率の表示、画像の取得、あるいは画像の表示等を行うこともできる。

（倍率範囲表示手段１２６）

【０２７５】

図７６に、倍率範囲表示手段１２６で光学顕微鏡倍率範囲と電子顕微鏡倍率範囲との重複範囲を示す表示例を示す。表示手段２上にこのような倍率範囲表示手段１２６を表示させることで、各観察手段の倍率範囲を視覚的に把握でき、また現在の倍率が重複範囲外にある場合は、どの方向にどれだけ拡大、縮小すればよいかを確認できる。特に電子顕微鏡倍率範囲は、加速電圧やワーキングディスタンス等の条件によって変化するので、現在の観察条件における重複範囲を視覚的に把握できるようにすることで、ユーザは速やかに必要な倍率設定の指標を得ることができる。

【０２７６】

この例では、電子顕微鏡倍率調整手段６８で調整可能な電子線撮像手段１１の倍率の範囲と、光学倍率調整手段９５で調整可能な光学系撮像手段１２の倍率の範囲とが、倍率換

算手段１１１で換算された換算倍率において、少なくとも部分的に重複している。これにより、電子顕微鏡画像と光学画像とを同一のサイズで取得でき、比較観察に有利となる。

【０２７７】

また図７６の例においては、光学顕微鏡倍率範囲と電子顕微鏡倍率範囲とを、同一基準の換算倍率の軸上に並べ、一次元状に重ねたゲージ式に表示している。ただ、重複する倍率範囲は、各観察手段の観察可能倍率の値のみで決定する必要はなく、目的とする比較観察や、合成処理が可能な倍率範囲を、重複倍率として捉えることもできる。

【０２７８】

例えば画像の合成に際しては、同じサイズの画像同士を合成することが好ましいが、必ずしもこれに限定するものでない。例えば、電子顕微鏡画像に光学画像の色情報を付加してカラー化する例を考えると、倍率換算して電子顕微鏡画像の倍率と同じ倍率の光学画像を取得できない場合は、光学系撮像手段１２で取得可能な最も近い倍率の光学画像を取得し、該光学画像から色情報を取得することができる。このように、各観察手段の観察可能倍率は、各観察手段の像観察条件によっても変化するので、それに対応して重複倍率の有無も捉えることができる。例えば、ＳＥＭでは加速電圧が低いほど、より低倍率まで観察可能となる。またＳＥＭではレンズと試料の距離であるワーキングディスタンスが長いと、より低倍率まで観察可能となる。

【０２７９】

なお、倍率が重複しない場合に、最も近接する倍率とは、必然的に設定可能な最大倍率もしくは最小倍率となるが、必ずしも最大、最小倍率のみに限定するものでなく、最大倍率や最小倍率に近い倍率でも同様の効果が得られることは言うまでもない。したがって本発明において最も近接する倍率とは、一点の倍率のみを意味するのでなく、該倍率と実質的に等しい倍率（例えば誤差の範囲）も含む。

【０２８０】

さらに、各観察手段の観察可能倍率は各観察手段の像観察条件等により変化するので、それに対応して倍率範囲の重複も変化させることがさらに好ましい。例えば電子線撮像手段１１では、加速電圧が低いほどより低倍率での観察が可能となる。また電子線撮像手段１１では電子レンズと試料とのワーキングディスタンスが長いと、より低倍率まで観察可能となる。一方で光学系撮像手段１２は交換式とすることで、光学倍率の設定可能な範囲を変化できる。

【０２８１】

また倍率範囲が重複しない条件で観察手段を切替える場合は、倍率換算手段１１１で、最も近接する他方の倍率を算出して、切替後の倍率とする。あるいは、観察手段の切替前に、観察していた最後の倍率を記憶しておき、その倍率を切替後の倍率とすることもできる。

（モード選択手段１１０）

【０２８２】

この拡大観察装置は、複数の観察モードをモード選択手段１１０で選択可能としている。観察モードとしては、比較モードや合成モード等が挙げられる。電子線撮像手段１１で取得した電子顕微鏡画像と、光学系撮像手段１２で取得した光学画像を、比較観察したり、合成処理する際には、２つの観察手段１０で取得する画像は、同じ観察視野範囲の画像であることが望ましい。また表示倍率も近似させることが望ましい。

（合成モード）

【０２８３】

合成モードでは、電子顕微鏡画像と光学画像とを合成した合成画像を生成し、ディスプレイ部１０２上に表示する。例えば、図７７に示すような電子顕微鏡画像ＥＩと、図７８に示すような光学画像ＯＩの２枚の画像を重ねて、図７９に示すような、各画素の情報を演算した１枚の合成画像データに合成する。特に、電子顕微鏡画像ＥＩの輝度情報と、光学画像ＯＩの色情報を合成してカラー合成画像ＧＩにすることで、高精細なカラー画像が得られる。なお合成前の各画像に、歪み等のレンズ収差や、２画像間に位置ズレがある場

合は、合成処理前に、歪み補正、位置ズレ補正等を行うことが好ましい。

【０２８４】

このような画像合成は、後述する図８５に示すカラー画像合成手段１１６Ｂにより行われる。カラー画像合成手段１１６Ｂでカラー合成画像ＧＩを合成し、表示手段２上に表示させることで、試料表面の形態と色の関係が明確となり、画像の認識が格段に向上する。また、表示手段２に表示された画像に対し、種々の計測を行うに際しても、このようなカラー画像を利用することでその利便性が向上される。

（カラー合成画像生成機能）

【０２８５】

合成画像の生成方法としては、従来は、光学画像から得た色情報と、電子顕微鏡画像から得た輝度情報を合成する方法が主に採用されてきた。この方法では、基本的に電子顕微鏡画像が有する輝度情報を利用して、この上に、光学画像から得た色情報を重ねるという方式のため、画像自体の精細さは基本的には電子顕微鏡画像そのものであって、本来モノクロの電子顕微鏡画像を着色してカラー化した画像となる。このため、明暗の関係が肉眼で観察した状態とは異なってしまい、不自然なカラー画像となるという問題があった。例えば、図８０に示す電子顕微鏡画像ＥＩ２と、図８１に示す光学画像ＯＩ２とを合成すると、図８２に示すようなカラー合成画像ＧＩ２となる。図８２の画像は、本来のカラー画像、すなわち図８１で示される光学画像ＯＩ２で表現されている見え方とは随分異なっている。特に明暗の様子が殆ど再現されておらず、寧ろ逆になってしまっている。

【０２８６】

そこで、より光学画像、すなわち肉眼で観察するイメージに近い合成画像を得るため、本実施の形態では、従来は画像合成の際に捨象されていた、光学画像の輝度情報も利用し、さらに電子顕微鏡画像との合成時に互いの輝度情報の合成比率を調整するための比率調整手段２５０を設けることで、図８３に示すように、光学画像ＯＩ２の有する輝度情報を加味したカラー合成画像ＧＩ３を生成している。これにより、図８４に示すように、従来のカラー合成画像ＧＩ２に比して、より現実に近いカラー合成画像を得ることに成功した。以下、このようなカラー合成画像生成機能の詳細について、図８５～図８８に基づいて説明する。これらの図において、図８５はカラー合成画像生成機能を備える拡大観察装置のブロック図、図８６はカラー合成画像生成を行う手順を示すブロック図、図８７は表示パラメータ調整手段２５８の一例を示すイメージ図、図８８は表示パラメータ調整手段２５８Ｂの他の例を示すイメージ図を、それぞれ示している。この拡大観察装置は、図８５に示すように、電子線撮像手段１１と、光学系撮像手段１２と、この光学系撮像手段１２で取得された光学画像ＯＩ２から色情報を分離する色分離手段２５５と、電子顕微鏡画像ＥＩ２及び光学画像ＯＩ２から、それぞれ輝度情報を抽出する抽出手段２５６と、電子顕微鏡画像ＥＩ２の輝度情報と光学画像ＯＩ２の輝度情報との合成比率を調整する比率調整手段２５０と、比率調整手段２５０で調整された合成比率に基づいて、電子顕微鏡画像ＥＩ２と光学画像ＯＩ２の輝度情報を合成する輝度合成手段２５７と、輝度合成手段２５７で合成された合成輝度情報に対して、色分離手段２５５で分離された色情報を付加することにより、カラー合成画像ＧＩ３を生成するカラー画像合成手段１１６Ｂと、カラー合成画像ＧＩ３を表示させる表示手段２とを備えている。

【０２８７】

この拡大観察装置は、同一の試料を撮影したモノクロの電子顕微鏡画像ＥＩ２とカラーの光学画像ＯＩ２を合成してカラー合成画像ＧＩ３を作成する際に、それぞれの画像から輝度情報（テクスチャ成分と概形成分）、色情報をそれぞれ抽出すると共に、それぞれの成分の大きさ、合成比率をユーザが調整可能としている。これにより、電子顕微鏡画像と光学画像からカラー合成画像を生成する際に、従来捨象されていた光学画像の輝度情報を利用し、さらに電子顕微鏡画像の輝度情報と合成する際の合成比率を調整可能として、用途に応じた所望のカラー合成画像を得ることが可能な、カラー合成画像生成機能が実現される。特に電子顕微鏡画像により、表面の微細な形状を表すテクスチャが高精細に取得可能であり、さらに電子顕微鏡では得られない色情報を光学画像から得て、肉眼で観察した

ときに近しい明暗関係のカラー合成画像を取得できる。
【０２８８】
なお、画像合成を行う前段階として、同一の試料を撮影したモノクロの電子顕微鏡画像ＥＩ２とカラーの光学画像ＯＩ２とを用意する必要がある。このため、観察対象の試料の任意の観察位置について、ほぼ同一の観察方向と、ほぼ同一の撮像倍率で、電子線撮像手段１１及び光学系撮像手段１２を用いて、予め電子顕微鏡画像ＥＩ２と光学画像ＯＩ２とを撮像しておく。また、過去に撮像され画像データとして保存された電子顕微鏡画像や光学画像を、読み出して利用することも可能であることはいうまでもない。
（色分離手段２５５）
【０２８９】
色分離手段２５５は、光学画像から、輝度情報と色情報とを分離する。この色分離手段２５５で光学画像から色情報の分離された輝度情報に対して、さらに抽出手段２５６でテクスチャ成分を抽出する。これによって、光学画像から色情報を分離した輝度情報に対して、抽出手段２５６でテクスチャ成分を抽出することができるので、より精度の高い画像合成が可能となる。
【０２９０】
ここでテクスチャ成分とは、画像の表面形状を表す情報であり、画像データの輝度の高周波成分を主に含む。また概形成分とは、画像の外観形状を示す情報であり、画像データの輝度の低周波成分を主に含む。
（抽出手段２５６）
【０２９１】
抽出手段２５６は、画像から輝度情報を抽出する。さらにこの抽出手段２５６は、電子顕微鏡画像及び光学画像の輝度情報から、それぞれ画像の表面形状を表すテクスチャ成分と、画像の外観形状を示す概形成分とを抽出可能としている。このような抽出手段２５６には、フィルタ処理を行うフィルタ手段が好適に利用できる。上述の通り、テクスチャ成分と概形成分とは、周波成分によって区別できる。よって周波数フィルタを用いることで、テクスチャ成分と概形成分との分離が可能となる。このようなフィルタとしては、例えばガウシアンフィルタやAnisotropic Diffusion等の帯域制限フィルタが利用できる。以下、画像中からテクスチャ成分と概形成分とを分離するフィルタ処理の一例を説明する。まず、光学画像を一旦グレー画像に変換する。なお電子顕微鏡画像は、元々がグレー又は白黒画像であるため、この処理は不要である。そしてグレー画像を対数画像に変換した上で、対数画像をテクスチャ画像と概形画像に分離する。具体的には、対数画像に含まれる輝度信号の周波数成分の分布から、細かい模様に関するテクスチャ成分と、全体の概形を示す概形成分とに、周波数フィルタを用いて分離する。ここでテクスチャ画像は、ダイナミックレンジの広い範囲にわたる画像の特徴を有している。また概形画像は、細かな模様部分の特徴を有している。また必要に応じて、テクスチャ画像や概形画像に対して、階調変更処理を行うこともできる。これにより、微小な凹凸部分を相対的に強調する等の効果が得られる。
（比率調整手段２５０）
【０２９２】
比率調整手段２５０は、抽出手段２５６で抽出された電子顕微鏡画像の輝度情報と、光学画像の輝度情報との合成比率を調整するための手段である。ここでは、輝度合成手段２５７により電子顕微鏡画像と光学画像の輝度情報を合成する際の、テクスチャ成分と概形成分の合成比率を、比率調整手段２５０によって調整可能としている。
【０２９３】
また、調整可能な項目は合成比率に限られず、カラー画像合成手段１１６Ｂが画像合成を行う際に関連するその他のパラメータ（表示パラメータ）を調整することもできる。例えば、電子顕微鏡画像と光学顕微鏡のテクスチャ成分全体の強度や、色情報の強度を調整することもできる。これらの表示パラメータの設定は、拡大観察装置側で自動設定する他、ユーザが手動で調整することもできる。特にこれらの表示パラメータを調整することで

、カラー合成画像の見え方を調整できるので、ユーザは試行錯誤により、目的に応じた所望のカラー合成画像を得られやすくなる。例えば、ユーザが表示パラメータ調整手段２５８を操作することで、表示パラメータの所望の項目を任意に設定できるようにすることで、ユーザは得られたカラー合成画像を参照しながら、更に表示パラメータを再設定、あるいは微調整できる。この結果、例えば光学画像のテクスチャ成分を強調して、自然なカラー合成画像としたり、あるいは逆に光学画像のテクスチャ成分を弱めて、電子顕微鏡画像の特徴を生かしたカラー合成画像とすることもできる。

（表示パラメータ調整手段２５８）

【０２９４】

合成比率を調整する比率調整手段２５０の具体例として、表示パラメータ調整手段２５８のＧＵＩ画面を、図８７に示す。この図に示す表示パラメータ調整手段２５８は、比率調整手段２５０をスライダ状の「バランス」スライダで構成しており、ユーザはスライダを任意の位置に移動させることで、比率を連続的に調整できる。「バランス」スライダの位置に応じて、概形成分とテクスチャ成分の合成比率が変化するよう予め設定されており、この値によってカラー画像合成手段１１６Ｂで得られるカラー合成画像を色味や精細さを変化させることができる。なお、この例ではスライダを右へ移動させるほど数値が高く（例えば１００％）、左へ移動させるほど低く（例えば０％）なるように設定しており、以下の例でも同様である。またこの例では、現在設定中の比率を数値として、各スライダの上部に表示しており、ユーザが正確な値を容易に把握できるようにしている。

【０２９５】

なお「バランス」スライダでは、概形成分の合成比率とテクスチャ成分の合成比率とを同時に調整しているが、これらを個別に調整するよう構成することもできる。この例を図８８に示す。この図に示す表示パラメータ調整手段２５８Ｂは、比率調整手段２５０を、概形比率調整手段２５１（「アウトラインバランス」スライダ）と、テクスチャ比率調整手段２５２（「テクスチャバランス」スライダ）の２つで構成している。これらは各々スライダ状に構成されており、ユーザはスライダを任意の位置に移動させることで、各合成比率を連続的に、個別に調整できる。これにより、概形成分とテクスチャ成分の合成比率を独立して調整でき、より最適な画質にチューニングしたカラー合成画像を得ることが可能となる。これに対して、上述した図８７の例では、これら概形比率調整手段２５１とテクスチャ比率調整手段２５２とを一の比率調整手段２５０に統合しており、概形成分とテクスチャ成分の合成比率を連動して調整可能とすることで、一の比率調整手段２５０のみでカラー合成画像の画質に関する調整を行えるという利点が得られる。なお、一の比率調整手段２５０で概形成分とテクスチャ成分の合成比率を調整する手法は、例えば概形成分とテクスチャ成分が同時に増減するよう変化させたり、いずれか一方の合成比率が増加している間に他方の合成比率を減少させたり、あるいはある範囲では概形成分とテクスチャ成分のいずれか一方のみを増減させるよう設定する等、要求されるカラー合成画像の画質等に応じて適宜設定される。

【０２９６】

さらに、調整可能な表示パラメータは、テクスチャ成分や概形成分の合成比率に限られず、上述の通り他の表示パラメータを調整可能とすることもできる。また、表示パラメータ調整手段２５８、２５８Ｂから、複数の表示パラメータを調整可能とすることもできる。図８７、図８８の例では、テクスチャ成分全体の強度を調整するテクスチャ強度調整手段２５３として、「テクスチャ強度」スライダを、色情報の強度を調整する色強度調整手段２５４として、「カラー」スライダを、それぞれ備えている。

（テクスチャ強度調整手段２５３）

【０２９７】

テクスチャ強度調整手段２５３は、抽出手段２５６で抽出された電子顕微鏡画像と光学顕微鏡のテクスチャ成分全体の強度を調整する。この例では、「テクスチャ強度」スライダを左に移動させるほど、テクスチャ成分のゲインを増し、テクスチャ成分の振幅が増す結果、カラー合成画像におけるテクスチャが強調され、また左に移動させるほど弱められ

る。このように、カラー合成画像の表面形状を表すテクスチャの強弱を全体的に調整できる。

（色強度調整手段２５４）

【０２９８】

また色強度調整手段２５４は、色分離手段２５５で分離された色情報の強度を調整する。この例では、「カラー」スライダを移動させることで、色情報のゲインを調整し、カラー合成画像の色の強弱を全体的に調整できる。なおこれらの表示パラメータ調整手段２５８、２５８Ｂは一例であり、調整可能な表示パラメータの種類を追加、削除、あるいは統合する等、他の構成も適宜採用できることはいうまでもない。

（輝度合成手段２５７）

【０２９９】

輝度合成手段２５７は、以上のように比率調整手段２５０で調整された合成比率に基づいて、電子顕微鏡画像の輝度情報と、光学画像の輝度情報とを合成する。

（カラー画像合成手段１１６Ｂ）

【０３００】

さらにカラー画像合成手段１１６Ｂは、輝度合成手段２５７により合成された合成輝度情報に対して、色分離手段２５５で分離された色情報を付加することにより、カラー合成画像を生成する。なお、カラー画像合成手段１１６Ｂは、複数の画像を合成するという機能自体は後述する画像合成手段１１６と同様であり、基本的には画像合成手段１１６と同様の仕様やハードウエア構成、ソフトウエア構成等にて実現できる。異なる点は、カラー合成画像の生成時に、従来捨象していた光学画像の輝度情報も利用すること、及びその際の輝度情報を合成比率を調整可能とした点である。ここで、輝度合成手段２５７とカラー画像合成手段１１６Ｂが、それぞれ輝度情報と色情報を合成するための計算式の一例について、図８８の表示パラメータ調整手段２５８Ｂに従って説明する。図８８において、「アウトラインバランス」スライダは概形成分の合成比率ｗ１、「テクスチャバランス」スライダはテクスチャ成分の合成比率ｗ２、「テクスチャ強度」スライダはテクスチャ成分全体の強度ｋ、「カラー」スライダは色情報の強度ｓを、それぞれ示しているとする。ここで、図８６に示す光学画像ＯＩ２の概形成分をＯａ、テクスチャ成分をＴａ、一方電子顕微鏡画像ＥＩ２の概形成分をＯｂ、テクスチャ成分をＴｂとすると、出力される輝度情報出力Ｌは、次式で表現できる。

【０３０１】

Ｌ＝ｗ１＊Ｏａ＋（１－ｗ１）＊Ｏｂ＋ｋ＊｛ｗ２＊Ｔａ＋（１－ｗ２）＊Ｔｂ｝

【０３０２】

また、光学画像ＯＩ２の色情報をＣａとすると、出力されるカラー合成画像の色情報出力Ｃは、次式で表現できる。

【０３０３】

Ｃ＝ｓ＊Ｃａ

【０３０４】

このようにして、調整された表示パラメータに基づいて輝度情報出力と色情報出力とがカラー画像合成手段１１６Ｂにより合成され、カラー合成画像が生成されて表示手段２上に出力される。

（カラー合成画像生成手順）

【０３０５】

次に、図８０の電子顕微鏡画像ＥＩ２と図８１の光学画像ＯＩ２から、図８３のカラー合成画像ＧＩ３を生成する処理の手順の一例を、図８６のブロック図に基づいて説明する。まず、光学画像ＯＩ２を、色分離手段２５５で色情報Ｃａと輝度情報とに分離する。ここではＹＵＶ、ＨＳＶ等の、輝度情報と色情報とに分離可能なフォーマットに分解される。

【０３０６】

次に抽出手段２５６で、光学画像ＯＩ２、電子顕微鏡画像ＥＩ２のそれぞれの輝度情報

を、テクスチャ成分と概形成分に分離する。さらに、光学画像、電顕微鏡画像の概形成分、テクスチャ成分それぞれについて、比率調整手段２５０でユーザが調整を行う。ここでは、ユーザが指定した表示パラメータによる重み付き和による合成が可能であるほか、各成分について強度やトーンカーブ補正等を行うことも可能である。このようにして、光学画像、電顕微鏡画像からそれぞれ概形成分、テクスチャ成分に分離された各輝度情報は、輝度合成手段２５７によって合成され、輝度情報出力として出力される。

【０３０７】

一方で、色情報については、電子顕微鏡画像ＥＩ２が色情報を有しないため、光学画像ＯＩ２の色情報がカラー合成画像の色情報として使用される。上述の通り、光学画像ＯＩ２から抽出された色情報Ｃａは、色強度調整手段２５４に入力される。ここで、彩度や色相等が調整され、色情報出力Ｃとして出力される。そして、それぞれ出力された色情報出力Ｃと輝度情報出力Ｌとを、カラー画像合成手段１１６Ｂに入力し、図８３に示すカラー合成画像ＧＩ３を得る。

【０３０８】

ここで、電子顕微鏡画像では、表面の微細な形状を現すテクスチャ成分が高精細に取得可能である。一方の光学画像では、電子顕微鏡画像では得られない、色情報、特に肉眼で観察したときに近しい明暗関係が取得可能である。そのため、両画像を合成する際には、電子顕微鏡画像で得られたテクスチャ成分を光学画像のテクスチャ成分に加えることで、肉眼で観察したときに近しい明暗関係や色味を残しつつ、電子顕微鏡画像で得られた精細なテクスチャ成分を表示すること等が可能になる。さらに、テクスチャ成分を強調して表示することによって、従来では電子顕微鏡画像においても可視化が困難であった微小な濃淡の変化も観察が可能となる。

【０３０９】

このようにして得られたカラー合成画像の例を図８０～図８４に示す。これらの図において、図８０はカラー合成画像の元となる電子顕微鏡画像ＥＩ２のイメージ図、図８１はカラー合成画像の元となる光学画像ＯＩ２のイメージ図、図８２は従来の方法で図８０と図８１とを合成したカラー合成画像ＧＩ２を示すイメージ図、図８３は一実施の形態に係る方法で図８０と図８１とを合成したカラー合成画像ＧＩ３を示すイメージ図、図８４は図８０～図８３の画像を部分的に拡大して対比した拡大イメージ図である。図８２のカラー合成画像ＧＩ２は、図８０の電子顕微鏡画像ＥＩ２に、図８１の光学画像ＯＩ２から色情報のみを合成しており、元の光学画像ＯＩ２と明暗が異なってしまっている。これに対して、図８３に示すカラー合成画像ＧＩ３は、テクスチャ成分のみ電子顕微鏡の成分を用い、概形成分に光学顕微鏡の成分を用いたものである。この図に示すように、肉眼で観察したときに近しい明暗の関係を保ちつつ、光学顕微鏡では観察不可能なテクスチャが可視化されている。なお、この方法では上述の通り画像合成時の表示パラメータをユーザが任意に調節可能であるため、表示パラメータの調整によっては、図８２に示すような色味のカラー合成画像を得ることもできる。このようにユーザは、観察の用途や嗜好等に応じて、自由にカラー合成画像を生成できる。

【０３１０】

また、画像合成の元となる光学画像は、一般的な８ビット階調のカラー画像の他、ハイダイナミックレンジ画像（High Dynamic Range Image：以下「ＨＤＲ画像」という。）のような１６ビット等の多階調画像を利用することもできる。さらに、複数の光学画像から、フォーカスの合う部分の画像のみを取り出して合成したフォーカス合成画像を利用して、画像合成を行うことも可能である。ここでＨＤＲ画像とは、輝度領域のダイナミックレンジを変更して撮像した複数の低階調画像を合成し、高階調画像としたものである。ＨＤＲ画像は、同一の被写体で露出が異なる複数の画像を合成したものであり、最も暗いシャドウ（黒）から極めて明るいハイライト（白）まで、幅広いダイナミックレンジを有する。例えば複数の８ビット画像を合成して１６ビットや３２ビットといった高階調のＨＤＲ画像を生成し、保存する。これにより、原画像で白とび、黒つぶれしていた部分もはっきりと表現できる。加えて、ＨＤＲ画像として光学画像に限らず、電子顕微鏡画像を用いて

もよい。例えば、複数枚の電子顕微鏡画像をゲインを制御して撮像し、合成したＨＤＲ画像を、カラー合成画像で用いる電子顕微鏡画像として利用することもできる。

【０３１１】

このように、カラー合成画像生成機能で得られる合成画像は、従来のような、単に光学画像から得た色情報と、電子顕微鏡画像から得た輝度情報を合成するのでなく、光学画像からも輝度情報、すなわちテクスチャ成分と概形成分を得て、さらにこれらの合成比率を調整可能とすることで、観察目的に応じた最適なカラー合成画像を生成できる。

（位置合わせ機能）

【０３１２】

さらに、このような画像合成に際しての、同一の試料を同一の視野、同一の倍率で撮像した電子顕微鏡画像と光学画像との位置合わせ作業は、演算処理により自動位置合わせ手段３２４等で自動で行わせる他、ユーザが手動で調整することも可能である。特に、電子顕微鏡画像と光学画像では、レンズ収差による歪み等、画像特性が大きく異なるため、テンプレートマッチング等を用いた自動位置合わせは必ずしも容易でない。このため、ユーザが手動で位置合わせを行うことによって、画像同士の位置ずれを低減して、より高精細で高品質な合成画像を得ることができる。具体的には光学画像、電子顕微鏡画像をそれぞれ表示手段２上に表示させた状態で、ユーザが対応点を指定することで位置ずれを補正する。また表示手段２上には補正された合成画像も併せて表示することで、ユーザは所望の結果が得られているかどうか目視確認しながら、対応点の追加や変更を行うことができる。さらに対応点を指定する際には、両画像を重畳表示させることで、対応箇所の詳細な位置関係をユーザが視認できるようにする。

【０３１３】

このような位置合わせ作業を、図８９～図９３に基づいて説明する。これらの図において、図８９は位置合わせ作業を行うハードウエア構成を示す模式ブロック図、図９０は表示手段２の第一表示領域、第二表示領域において位置合わせを行う状態を示すイメージ図、図９１は対応点編集機能を備える拡大観察用プログラムのＧＵＩのイメージ図、図９２は位置合わせによる合成画像の補正の前後の様子を示すイメージ図、図９３は対応点による補正の手順を示すフローチャートを、それぞれ示している。

【０３１４】

図８９に示すように、位置合わせ機能を備える拡大観察装置は、電子顕微鏡画像を保持する第一記憶手段１３１と、光学画像を保持する第二記憶手段１３２と（これらの詳細は図１３３に基づいて後述）、画像合成手段１１６と、画像の位置合わせを自動で行うための自動位置合わせ手段３２４と、補正パラメータ算出手段１８１とをコントローラ１に備えている。また操作手段は、対応点指定手段１８０を含んでいる。さらに表示手段２は、図８９及び図９０に示すように、電子顕微鏡画像を表示させる第一表示領域（この例では電子顕微鏡画像表示領域１１７）と、光学画像を表示させる第二表示領域（この例では光学画像表示領域１１８）と、合成画像を表示させる第三表示領域１０８とを有している。

（対応点指定手段１８０）

【０３１５】

対応点指定手段１８０は、電子顕微鏡画像と光学画像に、第一対応点と第二対応点を指定する。この対応点指定手段１８０には、マウス等のポインティングデバイスが好適に利用できる。図９０においては、拡大観察用プログラムでポインティングデバイスを対応点指定手段１８０として利用し、対応点を指定する様子を示している。具体的には、先ず第二表示領域に表示される光学画像中で、任意の点を選択して第一対応点を決定する。次に、この第一対応点に対応する第二対応点を、第一表示領域に表示される電子顕微鏡画像中で指定する。すなわちユーザは、光学画像上で指定した第一対応点に対応する同じ位置を、電子顕微鏡画像上から特定し、第二対応点として決定する。対応点は、観察対象物の特徴的な位置とすることが好ましい。例えば試料の角部や輪郭等である。

【０３１６】

ここで第一表示領域及び第二表示領域には、略同一の視野方向と略同一の倍率で取得し

た電子顕微鏡画像と光学画像とを、それぞれ表示させている。画像合成の元となる電子顕微鏡画像と光学画像の組み合わせとして、重ね合わせが概ね可能な程度、すなわち完全に一致できなくとも、ほぼ同じ視野角度で同じ倍率に設定した画像を、電子線撮像手段１１と光学系撮像手段１２とでそれぞれ取得しておくことで、高精度な合成画像を得ることができる。

【０３１７】

なお、略同一の視野方向とは、視野範囲が一致する画像を必ずしも要するものでない。すなわち、重ね合わせができる程度に視野方向が一致しておれば足り、例えば画像が若干傾いていたり回転していても、あるいは視野そのものが狭くとも、重ね合わせできる程度に共通する画像が含まれていれば、この重なり合う領域において画像合成は可能である。

【０３１８】

第一対応点と第二対応点の組すなわち対応点群は、複数指定することが好ましい。対応点群が多いほど、後述する位置合わせにおける情報量が多くなり、より正確な位置合わせが期待できる。なお、複数の対応点を指定するに際しては、第一対応点と第二対応点とを交互に指定する手法に限られず、纏めて第一対応点を複数指定した後に、各第一対応点と対応する第二対応点を指定してもよい。

【０３１９】

このようにして対応点群が複数指定されると、補正パラメータ算出手段１８１が、複数の第一対応点と第二対応点の組を、各々略一致させるように画像の少なくとも一方を補正するための補正パラメータを算出する。補正パラメータとしては、例えば一方の画像の第一対応点を他方の画像の第二対応点と重ねるように、画像の平行移動、拡大／縮小、回転、奥行き移動等が挙げられる。これらの補正は、対応点群の数によって選択できる。例えば、対応点群が１個の場合、対応点同士が一致するように画像の平行移動を行う。

【０３２０】

また対応点群が２個の場合は平行移動に加えて、倍率の調整が可能となる。２つの第一対応点間の線分距離と、第二対応点間の線分距離をそれぞれ求め、これらの線分が一致するように一方の画像を拡大、縮小することで、倍率を加味した画像同士の重ね合わせが実現できる。

【０３２１】

さらに対応点群が３個の場合は、これら平行移動と倍率調整に加え、回転移動も可能となる。すなわち、３つの第一対応点で構成される三角形と、同じく３つの第二対応点で構成される三角形が完全に一致するように、アフィン変換等を用いて倍率の調整と回転を行うことが可能となる。

【０３２２】

加えて対応点群が４個の場合は、これらに加えて奥行きの移動も可能となる。すなわち、２次元画像の平面的な一致に加え、奥行きを加味した画像の変形も可能となり、より正確な補正が期待できる。また５点以上の場合は、これ以上の補正パラメータを追加しないものの、対応点同士を一致させるよう変形させることから、各対応点の誤差が平均化されて一層正確な位置決めが期待できる。また各対応点は、完全に一致させる必要はなく、ある程度の誤差を許容するよう補正する。例えば、最小二乗法のような既知のアルゴリズムに従って、各対応点における一致位置からの誤差の低減又は最小化を行う。

【０３２３】

また、すべての対応点を一度に指定する必要はなく、一旦ある程度の数の対応点を指定して合成画像を補正した後、さらに対応点を追加して、再度合成画像を補正することもできる。さらにこの際、単に対応点を追加するのみならず、指定済みの対応点の位置を変更したり、あるいは特定の対応点を削除してもよい。図９１に示す拡大観察用プログラムのユーザーインターフェース画面は、このような対応点の編集機能を実現する対応点編集手段を示している。具体的には、Ａｄｄボタン１８２を押下すると、対応点の追加が可能となる。またＲｅｍｏｖｅボタン１８３を押下すると、指定済みの対応点の削除が可能となる。例えば削除したい対応点を予めマウス等で選択しておき、Ｒｅｍｏｖｅボタン１８３

を押下してこの対応点と、該対応点と対になっている対応点を共に削除する。さらにＭｏｄｉｆｙボタン１８４を押下すれば、指定済みの対応点の位置を修正できる。例えば修正したい対応点を予めマウス等で選択しておき、Ｍｏｄｉｆｙボタン１８４を押下すると、この対応点をマウス操作によって移動可能とできる。また、このようなボタン操作によらず、例えば所望の対応点をマウスでダブルクリックして移動可能な状態に移行させたり、あるいは対応点をマウスで選択した状態でキーボードのｄｅｌｅｔｅボタン（図示せず）を押下したり、あるいは右クリック等のショートカットメニューから削除を呼び出す等の方法で、対応点を編集するよう構成してもよい。さらに図９１の画面は、画面のズームを行うためのズーム手段１８５や、後述する重畳表示時の半透明画像の透過度を調整する透過度調整手段１８６を構成する透過度スライダも備えている。

【０３２４】

以上のようにして補正パラメータ算出手段１８１が補正パラメータを演算すると、画像合成手段１１６がこの補正パラメータに基づいて画像合成を行う、あるいは既に行った画像合成を補正して、新たな合成画像を生成する。画像合成手段１１６により合成された合成画像は、第三表示領域１０８に表示される。図９０の例では、表示手段２は、第一表示領域と第二表示領域とを横並びに表示し、その下段に第三表示領域１０８を配置している。この例では、各表示領域の大きさをほぼ同じとしており、同じスケールにて合成前の電子顕微鏡画像、光学画像、及び合成後の合成画像を一画面で確認、対比できる。

【０３２５】

またこのとき、合成画像は第三表示領域１０８上で、対応点指定手段１８０により追加の対応点が指定される度にリアルタイムに表示される。この結果、同一画面上で対応点を指定、追加する度に合成画像が更新され、ユーザは逐次対応点を指定した結果が反映された合成画像を確認できるので、対応点の指定や修正、削除等を容易に行える。

【０３２６】

以上のようにして既に得られた合成画像を補正し、新たな合成画像を生成して第三表示領域１０８に表示させることができる。例えば図９２の例では、図９２（ａ）に示す合成画像を補正して、図９２（ｂ）に示す新たな合成画像を得ている。このような補正によって、補正前の画像にみられたぼけや歪みを低減した、鮮明な合成画像に修正できる。

（初期合成画像）

【０３２７】

なお、画像合成における位置合わせ作業は、常にユーザが手動で行う他、自動化と併用することもできる。例えば、先ず位置合わせを自動位置合わせ手段３２４により自動で行い、その後さらにマニュアル調整をすることが考えられる。この方法であれば、デフォルトで自動生成された画像合成をユーザが確認して、必要に応じて位置合わせの調整作業を追加する手順となるため、仮に調整作業が必要としても、ある程度の位置決めが行われた状態で、ユーザは微調整のみを行えば足りるので、省力化の面から好ましい。具体的には、補正パラメータ算出手段１８１又は画像合成手段１１６で、電子顕微鏡画像及び光学画像を解析して、これらを一致させるように画像合成のための初期パラメータを自動的に演算させ、この初期パラメータに基づいて画像合成を行い、初期合成画像を表示手段２の第三表示領域１０８上に表示させる。そしてユーザは、初期合成画像を見て、更なる調整が必要と判断すれば、上述の通り対応点指定手段１８０で対応点を追加し、新たに補正パラメータ算出手段１８１で補正パラメータを演算させ、これに基づいて画像合成手段１１６で初期合成画像を補正して、補正後の合成画像を第三表示領域１０８上に表示させる。この方法であれば、まず初期画像合成を自動で行うことによって、この初期合成画像で足りるのであればユーザにより位置合わせ作業は不要となり、省力化が図られると共に、必要に応じて画像の微調整も可能とすることで、観察目的に応じた合成画像を少ない手間で得ることができる。

（対応点の補正の手順）

【０３２８】

次に、対応点編集機能を利用して対応点を補正する手順を図９３のフローチャートに基

づいて説明する。まずステップＳ９３１で、既に指定されている対応点群から、補正パラメータ算出手段１８１が補正パラメータを計算する。上述の通り、補正パラメータとしては画像の平行移動、拡大／縮小、回転、奥行き移動等が挙げられる。次にステップＳ９３２に進み、この補正パラメータに従って画像合成手段１１６で合成した合成画像を第三表示領域１０８に表示させ、この補正結果が妥当かどうかを判定する。ここではユーザが目視により、所望の合成画像が得られているかどうかを判断し、正しいと判断した場合は補正結果を出力して終了する。一方、補正結果が妥当でないと判断された場合はステップＳ９３３に進み、対応点を追加するかどうかを判断する。追加する場合はステップＳ９３４－１に進み、一方の画像上で対応点Ａを指定し、次いでステップＳ９３５で他方の画像上で、対応点Ａと対応する対応点Ｂを指定する。そしてステップＳ９３６で対応点群を更新し、ステップＳ９３１に戻って再度補正パラメータを演算する処理を繰り返す。一方、ステップＳ９３３において対応点を追加しない場合はステップＳ９３４－２に進み、既に指定された対応点を変更又は削除する処理を行うため、該当する対応点を指定する。その後はステップＳ９３６に進み、以下は同様の処理を行う。このようにして、ユーザは対応点編集機能を利用して、合成画像を確認しながら対応点を追加、編集する作業を繰り返すという試行錯誤を経て、画像の位置ずれを補正して最終的にユーザが望む合成画像を得ることができる。

（対応点の対応点表示機能）

【０３２９】

対応点群は、どの第一対応点と第二対応点とが対応しているかを示すように、対応点表示機能を備えている。例えば、対応点群に固有の対応点情報が付与され、この対応点情報に従って、対応点表示が行われる。対応点情報としては、例えば各対応点群に対して、指定された順に連番やＩＤを付与する。図９０の例では、図において左側の第二表示領域に表示される光学画像上に、３つの第一対応点１～３が指定されており、各第一対応点はそれぞれ、その位置を示すＸ印の近傍に、対応点情報として指定された順番に付与された番号が表示されている。また、図において右側の第一表示領域に表示される電子顕微鏡画像上には、これら３つの第一対応点１～３と対応して指定された第二対応点１～３が、同じくＸ印の近傍に、対応点情報である番号と共に表示されている。このような対応関係によって、ユーザはどの第一対応点がどの第二対応点に対応しているかを容易に区別できる。また対応点表示の例は数字に限られず、英文字や記号等を単独、或いは組み合わせて使用することもできる。また、色や線種のパターン、ハッチング、太さ等、視覚的に区別可能な装飾を適宜利用できる。

【０３３０】

さらに各対応点は、指定済みの対応点と、現在選択中の対応点とを区別して表示させることもできる。図９０の例では、指定済みの対応点を緑色で表示し、選択中の対応点は赤色で表示している。すなわち図９０では、赤色で表示された第一対応点と対応する第二対応点を指定中の様子を示している。また、対応点を区別する態様は、色の違いによる他、上述の通りパターンや点滅表示、グレーアウト表示等、既知の表示態様を適宜利用できることは言うまでもない。このようにして、指定済みの対応点と指定中の対応点とをユーザは視覚的に区別でき、新たな対応点の指定に際して既存の対応点との混同を避けることができる。

（重畳表示機能）

【０３３１】

さらにまた、対応点指定の際、両画像を重畳して表示する重畳表示機能を備えることで、対応箇所の詳細な位置関係をユーザが視認することもできる。具体的には、対応点指定手段１８０が、表示手段２上で対応点を指定するための位置指定ポインタを表示させている。位置指定ポインタは、例えばマウスのカーソルやポインタが利用できる。そして対応点指定手段１８０で、一方の画像上で第一対応点を指定した後から、他方の画像上で第二対応点が指定されるまでの間、一方の画像を半透明にした半透明画像を、位置指定ポインタに追随させて表示させる。図９０の例では、上述の通り光学画像上に指定された４番目

の第一対応点４に対応する第二対応点を、電子顕微鏡画像上に指定するにあたり、光学画像の半透明画像を、第二表示領域に重ねて表示している。この半透明画像は、位置指定ポインタの先端に、指定済みの第一対応点が位置するように表示されている。そして、対応点指定手段１８０で位置指定ポインタの位置を動かすと、これに追随して半透明画像もリアルタイムに移動する。この結果、第二表示領域の電子顕微鏡画像上で、第一対応点と同じ位置に位置指定ポインタを位置させようとすると、この位置指定ポインタに従って移動する半透明画像は、指定済みの第一対応点と重なる位置にて、電子顕微鏡画像と重なって表示される。言い換えると、電子顕微鏡画像上で、半透明の光学画像がほぼ一致する姿勢で表示されることとなるため、ユーザは可能な限り両画像が一致する位置に、第二対応点を指定するよう微調整できる。このようにすることで、第一対応点と対応する位置に第二対応点を正確に位置決めする作業を、ユーザはリアルタイムに重なり具合を確認しながら行うことができ、位置ずれの調整作業を極めて便利にかつ簡単に行える利点が得られる。

【０３３２】

加えて、第二対応点を指定すると、これに応じて第三表示領域１０８上に合成画像を更新することにより、第二対応点の位置指定が妥当であったかどうかをユーザは直ちに確認できるため、この点においても即時性に優れた操作し易い位置決め環境が実現される。

【０３３３】

なお、半透明画像の透過度は、ユーザが調整可能としてもよい。これにより、観察対象の画像の状態、例えば表面模様の複雑さや色等に応じて、見易くなるように透過度を調整でき、画像同士の重なり具合の確認が容易になる。透過度の調整は、例えば図９１に示すダイヤログで透過度調整手段１８６の透過度スライダを調整することにより行える。またこのようなソフトウエア的な調整に限られず、マウスのスクロールボタンに割り当てる等、ハードウエア的な操作摘みにて調整することもできる。

（不適対応点の警告機能）

【０３３４】

さらに、対応点として不適切な位置、具体的には画像合成ができない位置が指定された場合に、その旨をユーザに告知して画像構成を行わなくしたり、あるいは対応点として不適切な点が指定されようとした場合に、警告を発して対応点の指定そのものができないようにすることもできる。このような不適対応点の警告機能は、例えば警告ダイヤログを表示手段２上に表示したり、警告音を発したり、音声で「その位置では設定できません」等と案内を流したり、位置指定ポインタや対応点表示の色を赤色に変化させる等、ユーザに対して視覚的、音声的な手段で注意を促す態様が適宜利用できる。また、このような不適対応点かどうかの判断は、補正パラメータ算出手段１８１や画像合成手段１１６で行わせることができる。この警告機能によって、ユーザは正しい対応点の再設定等を促されるので、画像合成の失敗を回避できる。

【０３３５】

なお図９０に示すように、第一表示領域、第二表示領域、第三表示領域１０８は、一画面上で同時に表示させている。ただし、各表示領域を別画面で表示させたり、あるいは個別のウィンドウで表示させる等して、表示を切り替えることも可能である。また第一表示領域、第二表示領域、第三表示領域１０８のレイアウトも、図９０の例に限られず、上下や左右に３つの表示領域を並べたり、第三表示領域１０８を小さくして表示させることも可能である。

【０３３６】

また上述の例では、第一対応点を指定後に第二対応点を指定する例について説明したが、逆に第二対応点を先に指定して、その後第一対応点を指定する構成とすることもできる。例えば、後述する図１２５等に示すように光学画像上で第一対応点を指定後、電子顕微鏡画像上で第二対応点を指定し、続けて電子顕微鏡画像上で対応点を指定後、光学画像上で対応点を指定するという順序でもよい。また、後から指定する対応点の選択時に、半透明画像を重ねて表示するので、先に電子顕微鏡画像上で対応点を指定した場合は、光学画像上での対応点指定時に、電子顕微鏡画像の半透明画像が表示されることとなる。

【０３３７】
なお、以上説明した手動による位置合わせ機能は、上述した光学画像の輝度情報を利用したカラー合成画像の生成に限らず、従来の画像合成や対比観察等においても利用可能である。すなわち、従来から利用されている画像合成として、例えば光学画像から得た色情報と、電子顕微鏡画像から得た輝度情報を、各座標のピクセルごとに合成する方法、あるいは電子顕微鏡画像から画像の輪郭情報を抽出し、光学画像を重ねて、上記輪郭内の代表色を光学画像から抽出し、輪郭内の範囲を代表色で塗り潰す方法においても利用できる。この方法では、微視的には忠実な色再現はできないが、元画像２枚の誤差で、観察対象物が完全に合致しない場合は、観察対象物の輪郭から色がはみ出ることなく合成できる。また、濃淡画像である電子顕微鏡画像を基準とし、この上に光学画像に基づいてユーザが手動で、あるいは自動で着色する方法でもカラー画像を合成できる。この場合は、電子顕微鏡画像状の着色すべき部位と対応する、光学画像上の部位の色情報を取得して、この色に着色する。また、ユーザが手動で指定する場合は、例えば光学画像上でスポイト状に色を含む位置を指定して、色情報を取得することができる。あるいはまた、例えば特許文献３に記載されるように、画像合成手段で、電子顕微鏡画像をコントラスト情報像とブライトネス情報像に分離して、コントラスト情報像のみを抽出し、更にカラーの光学画像をコントラスト情報像と色彩情報像に分離して、色彩情報像のみを抽出し、抽出されたコントラスト情報像からなる電子顕微鏡画像と色彩情報像からなる光学画像とを合成できる。あるいは、日本電子顕微鏡学会第５２回学術講演会予稿集第１５３頁に掲載される方法が利用できる。

【０３３８】
なお画像合成に際しては、電子顕微鏡画像の倍率と光学画像の２枚（又はそれ以上）の倍率は、同じに設定することが望ましい。この場合は、一般に光学系撮像手段１２の最大倍率が電子線撮像手段１１の最大倍率よりも低いことから、合成画像を得られる倍率範囲が光学倍率範囲に制限されることとなる。ただ、必ずしも同じ倍率でなくとも画像合成を利用できる。例えば光学画像をデジタルズーム等により仮想的に高倍率に拡大したり、電子顕微鏡画像を光学画像の倍率に縮小すること等により、双方の倍率を略一致させることができる。このように電子顕微鏡画像に色情報を付加するという観点からは、電子顕微鏡画像上の対応する部位の色情報が取得できる程度の鮮明さを持った光学画像であれば利用できる。もちろん、表示サイズが近い程、より鮮明で高精細な合成画像の作成に有利となるので好ましい。

【０３３９】
ここで、光学画像は顕微鏡画像と同時に撮像されたものに限られず、異なるタイミングで予め取得した光学画像の画像ファイルを読み込んで着色処理に利用することもできる。

【０３４０】
なお比較モードと合成モードのファイル形式は、光学系撮像手段１２で取得した光学画像ファイル、電子線撮像手段１１で取得した電子顕微鏡画像ファイル、及び合成後の画像ファイル共に、ビットマップ形式やｊｐｇ等、汎用的な画像ファイル形式が好適に利用できる。

（比較モード）

【０３４１】
一方、比較モードは比較観察のための観察モードであり、表示手段２で電子顕微鏡画像と光学画像とを同時に、あるいは切り替えて表示する。このため表示手段２のディスプレイ部１０２を二画面に分割して、電子顕微鏡画像表示領域１１７と光学画像表示領域１１８を設けてもよい。図９４に、表示手段２の表示例を示す。この図では、表示手段２を左右に二分割し、左側に光学画像を、右側に電子顕微鏡画像を表示している。各画像の左上には、各々の基準に従った固有の倍率が表示されている。

【０３４２】
本実施の形態においては、ＳＥＭ等の電子線撮像手段１１とデジタルマイクロスコープ等の光学系撮像手段１２の２つの観察手段を備えた装置で、両方の観察手段で同一視野範

囲の観察が容易にできるように、両方の観察手段で同じ倍率、同じ視野範囲となるように、倍率を定義する。例えば一方の観察手段での観察像を撮像又は保存したときの倍率を、ユーザが他方の観察手段でも設定できるように、他方の観察手段の倍率に換算した換算倍率を表示手段２上に表示する。あるいは、観察手段が自動的に他方の観察手段の倍率を同一基準の倍率に設定するように制御させてもよい。なお倍率の統一は、いずれか一方の観察手段に合わせる他、これらと異なる基準で新たに定義された倍率を用いてもよい。

【０３４３】

次に、電子線撮像手段１１と光学系撮像手段１２で、同一の位置、同一の傾斜角度から、同一の視野範囲の画像を取得する動作の流れを説明する。まず光学系撮像手段１２において、光学ズームレンズで観察視野範囲を設定する。具体的にはユーザが、光学ズームレンズに搭載されている光学ズーム倍率調整機構であるズームリング１１３を回転させて光学倍率を調整する。次に光学系撮像手段１２で光学画像を撮像する。

【０３４４】

一方で光学倍率読取手段１１２で、光学ズームレンズのズームリング１１３の回転位置を読み出す。読み出した回転位置を倍率換算手段１１１に送出することで、対応する光学倍率を倍率換算手段１１１により算出する。

【０３４５】

ここで撮像手段を、光学系撮像手段１２から電子線撮像手段１１に切り替える。具体的には、光学系撮像手段１２の光学ズームレンズ鏡筒の位置に、電子線撮像手段１１の電子レンズ鏡筒を回動手段３０で移動させる。また必要に応じて表示切替手段３６を操作し、表示内容や操作系を切り替える。

【０３４６】

次に、一方の観察手段の倍率を拡大観察装置が内部的に認識して、自動的に他方の観察手段の倍率を制御する例では、電子顕微鏡倍率調整手段６８は電子線偏向走査手段制御部５５に送る偏向量を自動的に計算する。さらに電子レンズ鏡筒で、光学系撮像手段１２と同じ視野範囲を自動的に観察する。

【０３４７】

一方、光学倍率読取手段を備えない等、表示手段２上に表示された一方の観察手段の倍率を見て、ユーザ自身が他方の観察手段の倍率を設定する場合についても説明する。まず表示手段２上に表示された光学系撮像手段１２の倍率を確認する。そして表示された倍率を見て、電子顕微鏡倍率調整手段６８にて、電子顕微鏡倍率を設定する。電子顕微鏡倍率調整手段６８は、電子線偏向走査手段制御部５５に送出すべき偏向量を計算する。これにより、電子線撮像手段１１で光学系撮像手段１２と同じ視野範囲を観察できる。

【０３４８】

以上のようにして、同一表示サイズの光学画像及び電子顕微鏡画像を取得できる。なお上記の例では、先に光学画像を撮像した上で電子顕微鏡画像を撮像している。これは光学系撮像手段１２ではカラー画像が取得できる反面、電子線撮像手段１１よりも最大倍率が一般に低いため、まず低倍率で観察視野を決定した後、より高倍率の電子線撮像手段１１に切り替えて拡大画像を取得するためである。ただ、観察手段の使用順序はこれに限定されるものでなく、逆に電子顕微鏡画像を先に取得した上で、光学画像を後から取得する手順においても本発明を利用できることは言うまでもない。次に、このような手順の例を説明する。

【０３４９】

まず、電子レンズ鏡筒で観察視野範囲を設定する。具体的には、電子顕微鏡倍率調整手段６８で倍率を設定して、電子顕微鏡画像を撮像する。一方で電子顕微鏡倍率読み取り手段により、撮像した電子顕微鏡画像の電子顕微鏡倍率を算出する。

【０３５０】

次に、観察像を電子線撮像手段１１から光学系撮像手段１２に切り替える。具体的には、電子レンズ鏡筒の位置に光学ズームレンズを回動手段３０で移動させる。

【０３５１】

ここで、一方の観察手段の倍率を拡大観察装置が内部的に認識して、自動的に他方の観察手段の倍率を制御する場合は、コントローラ１の倍率換算手段１１１は同一表示サイズとなるよう光学画像の換算倍率を演算する。例えば光学系撮像手段１２が電動式の光学倍率読取手段１１２を備えている場合は、該光学倍率調整手段９５に送出する回転信号を計算する。これに従い、光学系撮像手段１２で電子線撮像手段１１と同じ視野範囲を観察できる。

【０３５２】

また一方で、表示手段２上に表示された一方の観察手段の倍率を見て、ユーザ自身が他方の観察手段の倍率を設定する例では、表示手段２上に表示された電子顕微鏡倍率を確認する。次に表示された倍率とるように、ズームリング１１３にて、光学ズームレンズの倍率を設定する。さらに電子レンズ鏡筒で光学系撮像手段１２と同じ視野範囲を観察する。

【０３５３】

なお表示手段２上に表示される、光学倍率と電子顕微鏡倍率は、いずれか一方のみを表示させてもいいし、両方の倍率を表示させてもよい。またこれらの倍率を常時表示させる他、画像撮像時や倍率変更時等必要なタイミングでのみ表示させてもよい。

（リアルタイム観察）

【０３５４】

さらにこの拡大観察装置は、観察手段でリアルタイムに画像を簡易的に取得し、表示手段２に表示される画像を逐次更新するリアルタイム観察（ライブ画像又は動画ともいう）と、所望の視野にて高精細な画像を撮像し、得られた高精細画像を表示する撮像（静止画ともいう）を切り替え可能としている。

【０３５５】

拡大観察装置は、観察手段でリアルタイムに画像を簡易的に取得し、表示手段２に表示される画像を逐次更新する。この状態では、視野や像観察条件の変更に応じて表示手段２の表示内容が変化するため、便宜的に動画表示と呼ぶ。そしてユーザが所望の視野、像観察条件に調整して高精細な画像を撮像すると、得られた高精細画像が表示手段２上に表示される。この状態では、表示手段２の表示内容は更新されない静止画表示となる。動画表示と静止画表示は、適宜切り替えることが可能である。

（簡易画像）

【０３５６】

なお、リアルタイム観察において表示手段２で表示される画像を逐次更新する場合は、画像取得に要する時間を短縮化するため、撮像を簡易的に行う簡易画像を取得、表示する。簡易画像を得るには、例えば撮像時のフレームレートを上げることが挙げられる。通常、電子線撮像手段１１で高精細な画像を描画するには、一画像あたり３０秒～１分間必要になる。さらに一枚の画像ではＳ／Ｎ比が悪いため、通常の撮像時には一画像１／４秒程度のフレームレートで１０画像以上取得して、平均をかけて表示している。したがって、一画像を得るには２秒以上かかることになる。印刷用の詳細な観察像に至っては３０秒以上かかることもある。そこで本実施の形態では、平均をかける枚数を８枚や４枚に少なくしたり、試料に対する電子線の走査範囲を狭くする等の制限をかけたり、走査を間引く等の処理によってフレームレートを上げて、画像を取得するまでの時間を短縮している。

（状態表示手段１２１）

【０３５７】

また表示手段２上に、動画表示と静止画表示のいずれの状態であるかを区別するための状態表示手段１２１を設けてもよい。例えば動画表示から静止画表示に切り替わると、倍率を点滅表示させることで、ユーザは現在の状態が動画表示か静止画表示のいずれであるかを視覚的に容易に区別できる。また図９５に示すように、テキスト表示で「動画」、「静止画」等と表示させてもよい。この方法であれば拡大観察装置の操作に詳しくない初心者ユーザでも混乱無く状態を判別できる。

【０３５８】

また、高精細画像の撮像有無に拘わらず、現在選択中の観察手段で取得した画像を動画

表示とし、非選択の観察手段に関しては静止画表示とすることもできる。静止画表示される画像は、観察手段をＯＦＦ又は切り替える時点で取得した画像、すなわち該観察手段で最後に取得した画像等をメモリで保持して表示させることができる。この構成は、複数の観察手段を同時に使用できない、いずれか選択した観察手段のみを操作可能な場合には好適となる。特に、複数の観察手段で取得した画像を一画面で同時に表示する場合は、動画表示されている画像が現在選択されていること、及び静止画表示されている画像が現在非選択であること、を把握できる。例えば図９４の例では、表示手段２の左側に表示される光学画像が動画表示されており、右側に表示される電子顕微鏡画像が静止画表示されている。このため、現在操作可能な観察手段がいずれであるかを、速やかに把握できる。

【０３５９】

なお光学系撮像手段と電子線撮像手段の両方の画像を、同時に動画として表示させてもよい。この場合、光学系撮像手段又は電子線撮像手段のいずれか一方の拡大倍率を変化させたとき、その倍率変化に連動させて、他方の電子線撮像手段又は光学系撮像手段の倍率を変更させることもできる。

（非選択表示手段１２２）

【０３６０】

また非選択の観察手段については、表示手段２上で表示されている画像を選択できないことを示す非選択表示手段１２２を設けてもよい。例えば、非選択の観察手段に関する画像を、表示手段２上でグレーアウトさせたり、網掛けで表示させたり、鍵等のアイコンやマークを表示させる等により、現在は該画像を操作できないことをユーザに視覚的に示すことができる。またこのような非選択表示は、観察手段を切り替えて選択状態とすることで自動的に解除される。これにより、いずれか一の観察手段のみを操作可能な態様においては、非選択の観察手段に関する画像の操作ができないことでユーザが混乱しないよう、告知することができるので、操作性が向上する。

【０３６１】

また一方の観察手段で画像を撮影した後、他方の観察手段に切り替える際、元の観察手段で撮影した画像は静止画として表示し続けても良いし、表示をＯＦＦとすることもできる。本実施の形態では、表示手段２の画面を２分割して、一方が観察中（動画）の際は、他方の画像は観察手段を切り替えた時点での静止画を表示するように構成している。これにより、観察手段を切り替えて、画像のデータ処理等の負荷を軽減し効率よく操作できる。ただ、両方の画像を常時動画として表示し続けるよう構成してもよいことはいうまでもない。

（換算倍率表示手段１２３）

【０３６２】

表示手段２上には、現在表示されている画像の倍率が表示される。動画表示においては、その時点で表示中の画像のリアルタイムの倍率を、また静止画表示においては表示中の静止画の倍率を、各々表示する。さらに換算倍率表示手段１２３として、表示中の画像の倍率決定基準に従って、該画像を取得した観察手段と異なる観察手段で画像を取得する場合の倍率に換算した倍率を表示することもできる。また、他方の観察手段での倍率決定基準に従って倍率を換算したり、別の基準を用いて倍率を決定してもよい。すなわち、異なる観察手段で取得した画像を統一的な倍率で表示させるものである。また換算倍率表示手段１２３は、固有の倍率と換算倍率を併記して表示させることもできる。さらに換算倍率表示手段１２３は、換算倍率に一方の観察手段を設定不可能な場合は、設定可能な倍率の内で該換算倍率と最も近い倍率を表示することもできる。

（予定倍率表示手段１２４）

【０３６３】

さらに、現在表示中の画像の倍率表示に加え、将来適用される倍率を表示する予定倍率表示手段１２４を設けてもよい。例えば、比較観察においては異なる観察手段で同一表示サイズの画像を取得する必要がある。このため、一方の画像で設定された倍率と同一の換算倍率で、他方の観察手段の画像を手動で、あるいは自動的に取得するための、目標とな

る倍率を予定倍率として、表示手段２上に表示させる。この例を図９５に基づいて説明する。

【０３６４】

この図では、図９４と同様、表示手段２を左右に二分割し、左側の光学画像表示領域１１８に動画表示で光学画像を、右側の電子顕微鏡画像表示領域１１７に静止画表示で電子顕微鏡画像を、各々固有の倍率と共に表示している。図９５の例では、さらに静止画である電子顕微鏡画像に、予定倍率表示手段１２４を付加している。すなわち、動画表示された光学画像の倍率（図９５では８００倍）と、同一の換算倍率（８００倍）を予定倍率として、電子顕微鏡画像表示領域１１７の右上に設けた予定倍率表示手段１２４に表示している。ユーザは、観察手段１０を光学系撮像手段１２から電子線撮像手段１１に切り替えた後、この予定倍率となるよう、電子顕微鏡画像の撮像条件を設定、撮像を行う。あるいは、後述するように自動で撮像条件を設定したり、さらには撮像や表示、保存等も適宜自動化することもできる。

（倍率判定手段１１９）

【０３６５】

さらに拡大観察装置は、光学系撮像手段１２と電子線撮像手段１１とを同一の換算倍率に設定できるかどうかを判定する倍率判定手段１１９を備えることができる。倍率判定手段１１９は、例えば倍率換算手段１１１に実現させる。本実施の形態では、倍率換算手段１１１を構成するＭＰＵが倍率判定手段１１９の機能も果たす。例えば、光学倍率調整手段９５で調整可能な光学倍率範囲と電子顕微鏡倍率調整手段６８で調整可能な電子顕微鏡倍率範囲とが、換算倍率において重複している場合は、同一表示サイズで表示させることができ、比較観察に有利となる。この場合に倍率判定手段１１９が、現在動画表示で観察中の画像に設定された倍率に、他方の観察手段を換算倍率で設定可能かどうかを判定し、その判定結果を判定告知手段１２５で告知する。

（判定告知手段１２５）

【０３６６】

例えば他方の観察手段で設定可能な場合に、該他方の観察手段の表示領域において、「ＯＫ」や「○」といった文字、記号等を表示したり、図９５に示すように予定倍率表示手段１２４の枠を太線で表示したり、二重枠やハイライト、点滅表示等を単独、組み合わせて使用したり、あるいは一方の動画表示された表示領域において倍率を青色で表示、あるいは倍率の背景を青色に着色することができる。これによりユーザは、同一表示サイズでの観察が可能であることを容易に把握できるので、観察手段を切り替えた後、該倍率での観察を行えるように設定作業等を進めることができる。

【０３６７】

さらに判定告知手段１２５は、一方の観察手段で観察中に、同じ表示サイズとなる換算倍率に他方の観察手段の倍率を設定することが不可能と判定された場合に、設定不可能な旨を表示する警告機能を備えることもできる。具体的には、倍率判定手段１１９による判定結果が、倍率設定不可能であった場合に、該他方の観察手段の表示領域において、換算倍率表示手段１２３を赤色で表示したり、「×」や「－」、「倍率設定不可」等の文字や記号を表示したり、警告音を発したり、表示領域自体をグレーアウトや網掛けで表示したり、選択不可能とする。このようにしてユーザは、倍率を変更している内に、光学顕微鏡倍率範囲と電子顕微鏡倍率範囲との重複範囲を外れてしまっても、同一表示サイズでの観察が不可能となったことを認識できるので、設定可能な判定結果が得られるよう他の倍率に変更する等の対応を採ることができる。このように判定告知手段１２５は、倍率判定手段１１９の判定結果に応じて他の表示と区別できる各種の装飾方法が適宜利用できる。また、上述した図７６に示すゲージ状の倍率範囲表示手段１２６と併用することで、現在の倍率が重複範囲に対してどの位置にあるかを視覚的に把握できるので、一層好ましい。

（誘導手段１２０）

【０３６８】

さらに他方の観察手段を換算倍率に設定することが不可能と判定された場合に、設定可

能な倍率に変更するよう促す誘導手段１２０を備えることもできる。例えば、メッセージ表示や音声ガイダンスを用いて、ユーザに対して双方の観察手段で設定可能な倍率に変更するように、倍率変更操作を促す。また誘導すべき内容は、単に倍率を表示する他、該倍率に設定するために必要な操作やパラメータ設定まで指示することもできる。この方法は、特に倍率設定のための操作に不慣れな初心者ユーザに対して有効となる。

【０３６９】

また倍率判定手段１１９で倍率設定不可能と判定された場合に、設定可能な倍率の内で該換算倍率と最も近い倍率を換算倍率表示手段１２３に表示させることもできる。この場合、換算倍率表示手段１２３は、設定可能と判定した場合はそのまま換算倍率を表示し、設定不可能と判定した場合は、設定可能な近い倍率を、各々表示する。さらに、単に倍率を表示するのみに止まらず、換算倍率表示手段１２３で表示する換算倍率に、観察手段の倍率調整手段を設定したり、画像の取得、保存等を自動的に行うよう構成してもよい。例えば、観察手段を切り替えるタイミングで、これをトリガとして倍率設定を実行する。このような自動化によって、比較観察や画像合成に際してユーザの設定作業を省力化した使い易い拡大観察装置が実現できる。

【０３７０】

なお、上記の例では換算倍率表示手段が、換算倍率を表示手段上に表示させているが、換算倍率の表示は、ＯＮ／ＯＦＦすなわち表示状態と非表示状態とを切り替えることも可能である。また換算倍率の表示をしない場合でも、表示倍率を設定可能な一番近い倍率として自動的に表示させることが可能である。

【０３７１】

また予定倍率表示手段１２４には、観察手段を切り替えた際に適用される、あるいは適用すべき倍率が常に表示されている。なお図９５の例では、静止画表示される表示領域のみに予定倍率表示手段１２４を設けているが、これに限らず、例えば動画表示される表示領域にも予定倍率表示手段を設けてもよい。この場合は、換算倍率表示手段と同じ倍率が予定倍率表示手段に表示されることになる。

【０３７２】

いずれの倍率基準に合致させるかは、先に使用した観察手段の基準を用いることが好ましい。一般には上述の通り、まず光学画像を用いて広視野範囲の中から目標を定め、電子顕微鏡画像で精細な情報を得ることが多い。このため光学画像の基準に合わせて、倍率を統一的に表示することで、ユーザは混乱無く同一表示サイズの画像を統一された倍率表示にて取得できる。勿論、ユーザが指定した観察手段の基準を利用したり、他の基準を利用することも可能であることは言うまでもない。

（判定告知手段１２５が警告を発するタイミング）

【０３７３】

また、判定告知手段１２５がユーザに対して警告や確認を発するタイミングは、観察中常時、すなわち画像の倍率が重複範囲を外れた時点で速やかに行う他、必要なタイミングで発することもできる。

【０３７４】

例えば観察中の倍率を変更した結果、重複範囲外となった場合に、直ちに告知するのみならず、画像の取得時や保存時といった重要な局面でのみ、確認の意味を込めて警告を発するよう構成することができる。または観察手段を切り替える際や、倍率調整手段で倍率を設定した際、等のタイミングで行ってもよい。また、いずれか一のタイミングに限られず、複数のタイミングで判定告知手段１２５は通知を発するように構成してもよい。

（判定告知手段１２５による警告の内容）

【０３７５】

また、判定告知手段１２５が発する警告の例としては、例えば倍率が重複範囲を外れているため、他方の観察手段で同一の換算倍率での観察ができないことを通知したり、又は現在の倍率では重複倍率を外れているものの、このまま処理を続行するか中止するかの判断を促すダイヤログを表示すること、等が挙げられる。あるいは、現在設定されている倍

率は重複範囲を外れているが、他方の観察手段に切り替えた際の倍率を、（Ａ）設定可能な倍率の内最も近い倍率に設定するか、（Ｂ）前回の観察で設定した倍率を使用するか、（Ｃ）処理を中止するか、の選択を促すダイヤログを表示させてもよい。あるいはまた、現在の倍率では重複範囲を外れているが、他方の観察手段に切り替えた際の倍率を、（Ａ）設定可能な最も近い倍率に設定するか、（Ｂ）処理を中止するか、を選択させるダイヤログを表示させてもよい。さらには、現在の倍率では重複範囲を外れているが、他方の観察手段に切り替えた際の倍率を、（Ａ）前回の観察倍率に設定するか、（Ｂ）処理を中止するか、を確認選択させるダイヤログを表示させることもできる。

【０３７６】

一方、このような警告を行う方法としては、例えば図２７のコンピュータにインストールされ、表示手段２に表示されて操作される拡大観察装置操作プログラム上に、ダイヤログ画面を表示して確認や選択を促す方法や、同じく表示手段２に表示されているプログラム上に、判定告知手段１２５として予め専用のメッセージ領域やコメント領域を設けておき、この部分に該当するメッセージ等を表示して告知する方法等が利用できる。

【０３７７】

また、上記の告知に従い、ユーザが倍率を変更した結果、観察中の倍率が重複範囲内となった場合にも、その旨の判定告知手段１２５で告知を行うことができる。その告知のタイミングとしては、例えば倍率が重複範囲外から範囲内に切り替わった時点で速やかに告知する。また上述のように、一方の画像の撮影時、保存時や観察手段の切り替え時等のタイミングで告知してもよい。告知の方法としては、例えば重複範囲内の倍率になった時点で、換算倍率表示手段１２３の書式を変更する。具体的には、倍率の表示色や背景色を赤色から青色に変更したり、網掛けやグレーアウトを解除する。または、プログラム上で撮影ボタンや保存ボタンを、選択禁止状態やグレーアウトを解除して選択や押下等の操作が可能なアクティブ状態に復帰させる。あるいは、重複範囲内で同倍率での撮像画可能になったことを示すメッセージを、ダイヤログや専用のコメント領域で表示する。このようにして、同一表示サイズでの撮像が可能な状態に切り替わったことを、判定告知手段１２５により必要なタイミングでユーザに告知できるので、ユーザは比較観察の可否を速やかに把握することができる優れた操作環境が得られる。

【０３７８】

このように拡大観察装置は、内部空間で減圧可能な試料室と、第一の観察手段として、試料室内の電子顕微鏡画像を取得するための電子線撮像手段１１と、この電子線撮像手段１１で取得される電子顕微鏡画像の電子顕微鏡倍率を調整するための電子顕微鏡倍率調整手段と、第二の観察手段として、試料室内の光学画像を取得可能な光学系撮像手段１２と、この光学系撮像手段１２で取得される光学画像の倍率であって、電子顕微鏡倍率と異なる基準で決定される光学倍率を調整するための光学倍率調整手段と、電子線撮像手段１１で取得された電子顕微鏡画像と光学系撮像手段１２で取得された光学画像とを切り替えて、又は同時に表示するための表示手段２と、観察モードとして、表示手段２で電子顕微鏡画像と光学画像とを比較観察可能な比較モードと、電子顕微鏡画像と光学画像とを合成した合成画像を表示可能な合成モードを選択可能なモード選択手段１１０と、電子線撮像手段１１又は光学系撮像手段１２のいずれか一方で取得された画像の倍率を認識し、該画像と略同一の表示サイズの画像を他方の観察手段で取得するための倍率を、他方の観察手段の基準に基づく倍率に換算するための倍率換算手段１１１とを備え、比較モード又は合成モードにおいて、電子線撮像手段１１又は光学系撮像手段１２のいずれか一方で取得された画像を表示手段２に表示すると共に、該画像と略同一のサイズで他方の観察手段で画像を取得するための倍率を、倍率換算手段１１１で換算し、該換算倍率、又は該換算倍率に設定不可能な場合は、設定可能な倍率の内で該換算倍率と最も近い倍率を表示手段２に表示可能に構成している。これにより、使用する観察手段に依らず統一的な倍率で表示できるので、同一表示サイズの画像を比較する比較観察や、画像を合成した合成画像を得る合成モードに際して、同一表示サイズの画像を取得し易くできる。

【０３７９】

なお、比較モードにおいては、電子顕微鏡画像と光学画像の倍率を同一に合わせることが好ましく、このため倍率換算手段で、電子線撮像手段１１又は光学系撮像手段１２のいずれか一方で取得された画像の倍率を、他方の観察手段で取得した場合の倍率に換算している。ただ、対比観察は必ずしも完全に同一の倍率や視野に合わせる必要はなく、観察の用途や目的に応じてユーザが適宜選択する。同様に、合成モードにおいても、電子顕微鏡画像と光学画像の倍率を同一に合わせることは必ずしも必須でなく、異なる倍率であっても画像合成は可能である。特に電子顕微鏡画像が高倍率で、光学画像が低倍率の場合は、視野の狭い電子顕微鏡画像の輝度情報や輪郭情報に、視野の広い光学画像中から対応する領域の色情報を抽出して、拡大或いは引き延ばして合成すると、色情報が若干ぼけるものの、実用上は問題なく利用できる。このように、合成する画像の倍率が一致しないことで多少の画質低下が生じるとしても、問題なく使用できるレベルで画像合成を行うことは可能である。このため、倍率換算手段で換算された電子顕微鏡画像の倍率と対応する換算倍率に、光学系撮像手段１２を設定可能かどうかを判定するのみならず、倍率判定手段はこの換算倍率を基準とする合成可能な所定範囲の倍率に、光学系撮像手段１２を設定可能かどうかを判定することもできる。ここで合成可能な所定範囲の倍率とは、求められる合成画像の精度に依存するが、例えば倍率差が２０倍以下であれば、実用上は問題のない合成画像が得られる。また、上記と逆に、高倍率の光学画像と、低倍率の電子顕微鏡画像とを合成することも理論的には可能であるが、この場合は合成画像の品質が低下するので、上述の通り、倍率の一致しない画像同士の画像合成は、電子顕微鏡画像が光学画像よりも高倍率の場合に適用することが好ましい。

（傾斜観察）

【０３８０】

さらに拡大観察装置は、上述の通り胴部２４側を回動式とすることで、胴部２４に固定された観察手段を試料に対して傾斜させて、容易に傾斜観察を行うことができる。特に、電子線撮像手段１１と光学系撮像手段１２とを、上述の通り一定のオフセット角度でもって傾斜姿勢に固定すると共に、胴部２４をオフセット角度以上の角度範囲で回動可能とし、加えて、互いの光軸が胴部２４の回転軸上の一点で交差するよう配置することで、各観察手段を互いの位置まで回動させることにより同一の傾斜角度での傾斜観察が可能となる。

（傾斜角度換算機能）

【０３８１】

加えて、表示手段２の一画面上に、光学画像と電子顕微鏡画像を同時に表示させた状態で、同一の傾斜角度で傾斜観察を行う際の傾斜角度の調整作業を容易にするため、各観察手段の傾斜角度を換算して表示可能な傾斜角度換算機能を備えている。一般に傾斜角度を検出する角度センサは１個であるため、複数の観察手段を異なる角度で固定している以上、いずれかの観察手段ではその傾斜角度を求めるための計算が必要となる。従来、このような作業はユーザが手作業で行っており、例えば光学系撮像手段で撮像したときの傾斜角度をメモしておき、その後電子線撮像手段に切り替えて、この傾斜角度が、光学系撮像手段の傾斜角度と一致するように換算を行っていた。この様子を、図９８、図９９、図１００に基づいて説明する。ここでは、図９８で示すように水平姿勢に維持された試料台３３に対して、鉛直な方向に位置された観察手段（図９８では電子線撮像手段１１）を、傾斜角度０°としている。例えば、図９９で示す光学系撮像手段１２と同じ傾斜角度で電子顕微鏡画像を撮像しようとすれば、図９９の光学系撮像手段１２の傾斜角度６０°の位置に、電子線撮像手段１１を移動させる必要がある。すなわち、図９９から図１００に示す位置まで胴部２４を回動させる必要がある。図９９の状態では、胴部２４の回転角度は図９８の状態を基準として１５°であり、この位置から図１００の位置まで回転させるには、胴部２４を時計回りにオフセット角度に相当する４５°回転させればよいことになる。このためユーザは、図９９の状態で胴部２４の回転角度１５°をメモする等して記憶しておき、これにオフセット角度を加算して１５°＋４５°＝６０°を求め、胴部２４の回転角度がこの値となるように回動させることとなる。この方法では、ユーザが元の回転角度と

共に、オフセット角度も予め記憶しておく必要があり、さらに角度の計算作業も必要となって、作業が煩雑となる。

【０３８２】

そこで本実施の形態では、このような角度表示を、目標となる回転角度で表示させることによって、ユーザがメモや頭の中での角度計算をすることなく、表示された目標傾斜角度の通りに回転させるだけで足りるようになり、極めて容易に傾斜角度を一致させることができる。具体的には、操作対象の観察手段を切り替える際に、表示手段２上における観察像の傾斜角度を保持（ホールド表示）し、目標傾斜角度として表示させておく。さらに、切り替えた観察手段の傾斜角度の表示を、元の観察像の傾斜角度の表示と同様の基準に切り替えることによって、統一的な基準で傾斜角度が表示されるため、ユーザはリアルタイムに更新されるライブ画像の傾斜角度を、単にホールド表示された目標傾斜角度に一致させるように胴部２４を回動させればよい。

【０３８３】

以下、この様子を図１０１～図１１０に基づいて説明する。これらの図において、図１０１は傾斜角度換算機能を備える拡大観察装置のブロック図、図１０２は光学系撮像手段１２で観察を行う様子を示すイメージ図、図１０３は図１０２の状態から電子線撮像手段１１に切り替えて観察を行う様子を示すイメージ図、図１０４は図１０３の状態から、電子線撮像手段１１を光学系撮像手段１２と同じ傾斜角度に設定する様子を示すイメージ図、図１０５は表示手段２を上下に分割して光学画像と電子顕微鏡画像を表示させる例を示すイメージ図、図１０６は表示手段２を左右に分割して光学画像と電子顕微鏡画像を表示させる例を示すイメージ図、図１０７は別ウィンドウで光学画像と電子顕微鏡画像を表示させる例を示すイメージ図、図１０８は視野ずれ補正タブ２７６を選択した状態を示すイメージ図、図１０９は、図１０８の状態から視野ずれ補正を実行した状態を示すイメージ図、図１１０はボタン操作で保持表示を行う例を示すイメージ図を、それぞれ示している。この拡大観察装置は、図１０１に示すように、観察手段として、電子線撮像手段１１及び光学系撮像手段１２と、内部に試料台３３を配置し、電子線撮像手段１１および光学系撮像手段１２がオフセット角度で固定されている胴部２４と、胴部２４又は試料台３３を回転させる回動手段３０と、回動手段３０の回動位置を検出するための回動位置検出手段２６４と、記憶手段２６５と、表示制御手段２６０と、表示手段２と、操作手段とを備えている。表示制御手段２６０は、表示手段２上で表示される内容を制御するためのものであり、傾斜角度換算手段２６１や表示方法選択手段２６２等の機能を実現する。

【０３８４】

この拡大観察装置では、電子線撮像手段１１、光学系撮像手段１２を表示切替手段３６で切り替えて、それぞれ電子顕微鏡画像、光学画像を取得して、これらを表示手段２上で同時に表示させ（図１０３、図１０４）、又は一方のみを表示させることができる（図１０２）。また光学画像と電子顕微鏡画像とを同一視野で観察するために、回動手段３０で観察手段の光軸を傾斜させる。ここでは、胴部２４側を回動手段３０で回転させている。また胴部２４は手動で回転させているが、電動で回転を制御するよう構成してもよい。例えば、操作手段１０５Ｃから傾斜角度指示値を設定して、回動手段３０を傾斜させる。また操作手段１０５Ｃからは、電子線撮像手段１１での撮像に必要なパラメータを設定する。

（記憶手段２６５）

【０３８５】

記憶手段２６５は、観察手段で取得した静止画を記憶する静止画記憶手段２６６と、この静止画が取得されたときの、回動手段３０の回動位置に基づく位置情報を、第一回動位置情報として記憶するための回動位置記憶手段２６７とを備えている。このような静止画記憶手段２６６及び回動位置記憶手段２６７は、個別に設けてもよく、また一の記憶手段として統合してもよい。記憶手段としてはメモリやハードディスク等が利用できる。

（回動位置検出手段２６４）

【０３８６】

回動手段３０の回動位置は、回動位置検出手段２６４により検出される。回動位置検出手段２６４は、角度センサや回転エンコーダ等が利用できる。回動位置検出手段２６４は回動手段３０に一だけ設けられているため、直接的に傾斜角度を検出しようとすれば、電子線撮像手段１１又は光学系撮像手段１２のいずれかの傾斜角度しか検出できないこととなる。いいかえると、他方の観察手段の傾斜角度は換算しなければならない。そこで、このような手間を省くために傾斜角度換算手段２６１で傾斜角度を自動的に換算させている。

（傾斜角度換算手段２６１）

【０３８７】

上述の通り、一方の観察手段で撮像された観察像と、他方の観察手段で観察中の観察像とを、表示手段２で表示させる。このとき、一方の観察手段で撮像された観察像は静止画として、他方の観察手段で観察中の観察像は、表示内容をリアルタイムに更新するライブ画像として、それぞれ表示されている。ここで傾斜角度換算手段２６１は、静止画の傾斜角度を第一回動位置情報として、一方でライブ画像の傾斜角度を第二回動位置情報として、それぞれ表示手段２上に表示させる。そして傾斜角度換算手段２６１はこの際、回動位置情報について傾斜角度の換算を行う。すなわち、第一回動位置情報及び第二回動位置情報をそれぞれ、各観察手段の、試料台３３に対する傾斜角度として換算する。具体的には、回動位置検出手段２６４でいずれか一方の観察手段（例えば電子線撮像手段１１）の傾斜角度を検出し、第一回動位置情報として表示させる。静止画と第一回動位置情報とは、ホールド表示され、その後回転されても表示は更新されず、一定のまま維持される。一方、傾斜角度換算手段２６１は現在の回転位置から、オフセット角度（例えば４５°）を減算することで、他方の観察手段（例えば光学系撮像手段１２）の傾斜角度を算出し、第二回動位置情報として表示する。ライブ画像と第二回動位置情報とは随時更新される。これにより、共通の回動位置検出手段２６４で検出された値に基づいて、観察手段の傾斜角度を表示手段２上に直接表示させることができる。この結果、ユーザがオフセット角度を覚えておいたり、手計算をせずとも、既に観察手段で取得した際の傾斜角度が保持表示されており、しかも現在の傾斜角度はリアルタイムで表示されるため、この値を合わせるように傾斜させればよく、複数の観察手段で同じ傾斜角度の画像を取得する作業を極めて容易にすることができる。

（情報表示領域２７０）

【０３８８】

次に、傾斜角度表示機能を実現する具体例として、表示手段２に表示される拡大観察用プログラムのユーザインターフェース画面の例を図１０２～図１０４に基づいて説明する。これらの図において、画面左側の大部分が、観察像を表示させるための画像表示領域であり、その右端に各種操作や情報表示を行うための情報表示領域２７０を設けている。図１０２～図１０４の例においては、画像表示領域は左右に二分割されて、左側に光学画像表示領域１１８を、右側に電子顕微鏡画像表示領域１１７を、それぞれ配置している。一方、情報表示領域２７０は光学系撮像手段１２の操作用メニュー２７１と電子線撮像手段１１の操作用メニュー２７２を切り替え可能としている。また各操作用メニューには各種の操作を行うための操作ボタン類２７３が配置されており、上端に設けられたタブを選択することで、これら光学系撮像手段操作用メニュー２７１、電子線撮像手段操作用メニュー２７２に応じた操作ボタン類２７３がそれぞれ表示される。図１０２の例では、光学系撮像手段操作用メニュー２７１が選択されている例を、図１０３の例では、電子線撮像手段操作用メニュー２７２が選択されている例を、それぞれ示している。この例では、操作ボタン類２７３は各操作用メニューにおいて共通としており、選択された操作用メニューにおいて、操作可能なボタンのみが選択可能となり、逆に選択できないボタンはグレーアウトされて、現在のメニューでは選択不能であることをユーザに告知する。操作ボタン類２７３には、カメラ、動画録画、計測・コメント、撮影設定、ＨＤＲ、深度ＵＰ、アルバム、画像改善、画像連結、サイドアルバム、分割・表示、デュアルビュー、オプション、機能ガイド、終了等のボタンが含まれる。操作ボタン類２７３で選択されたボタンに対応

する項目が、情報表示領域２７０の中段以下に表示される。図１０２～図１０７の例では、デュアルビューボタン２７４が押下された例を示している。

（デュアルビュータブ２７５）

【０３８９】

デュアルビューボタン２７４が選択された状態では、情報表示領域２７０の中段から下に、対比観察を行うためのデュアルビュータブ２７５と視野ずれ補正タブ２７６とが選択式に表示される。図１０２～図１０７の例では、デュアルビュータブ２７５が選択された状態を示している。デュアルビュータブ２７５の上段には、電子顕微鏡画像及び光学画像画像の、表示手段２における表示形態を変更するための表示方法選択手段２６２として、「表示方法の選択」欄２６２Ｂが設けられている。「表示方法の選択」欄２６２Ｂはラジオボタンによって、電子顕微鏡画像表示領域１１７と光学画像表示領域１１８の表示方法を複数の選択肢から選択できる。例えば、「左右」２６２ｂを選択すると、図１０２～図１０４に示すように、表示領域が左右に二分割されて、電子顕微鏡画像表示領域１１７と光学画像表示領域１１８とが同時に表示される。また「上下」２６２ｃを選択すると、図１０５に示すように、表示領域が上下に二分割されて、電子顕微鏡画像表示領域１１７と光学画像表示領域１１８とが同一画面上に表示される。さらに「縮小」２６２ｄを選択すると、図１０６に示すように、表示領域が上下に二分割され、さらに上段の領域が左右に二分割されて、電子顕微鏡画像表示領域１１７と光学画像表示領域１１８とが縮小されて、約１／４サイズで同一画面上に表示される。なおこの例では、左右に二分割表示すると、表示倍率が維持されるものの、視野の一部が欠けて表示される。一方、縮小表示では表示倍率は小さくなるものの、視野欠けが発生しないという利点がある。さらにまた「２ウィンドウ」２６２ｅを選択すると、図１０７に示すように、選択中の観察手段で撮像した観察像が表示領域の全域に表示されると共に、別ウィンドウ２７７で、非選択に係る観察手段で撮像した観察像が小さく表示される。図１０７の例では別ウィンドウ２７７は左上に表示されているが、任意の位置に移動させることも可能であることはいうまでもない。またこの別ウィンドウ２７７は、別ウィンドウ２７７の選択、非選択に拘わらず常時画面上に表示されている。最後に「ＯＦＦ」２６２ａを選択すると、このような複数同時表示がＯＦＦとなり、選択中の観察像のみが表示領域の全域に表示される。

（傾斜角度換算表示欄２７８）

【０３９０】

さらにデュアルビュータブ２７５の中段で、表示方法選択手段２６２の下方には、傾斜角度換算手段２６１で換算された傾斜角度を表示するための傾斜角度換算表示欄２７８が設けられている。この例では、傾斜角度換算表示欄２７８が左右に二分割されて、左側には光学画像の傾斜角度換算表示領域として「カラー画像」欄２７８ａが、右側には電子顕微鏡画像の傾斜角度換算表示領域として「超深度画像」欄２７８ｂが、それぞれ設けられている。そして、各欄には上段に拡大倍率が、下段には傾斜角度が、それぞれ表示される。例えば図１０３の例では、「カラー画像」欄２７８ａに倍率が５０倍、第一回動位置情報として傾斜角度が３０°である旨が表示されている。また「超深度画像」欄２７８ｂには倍率が５０倍、さらに第二回動位置情報として傾斜角度が－１０°である旨が表示されている。傾斜角度は、回動位置検出手段２６４を構成する角度センサから取得される。ここでは傾斜角度として、試料の観察面に対する垂直線を基準とした、観察手段の光軸の入射角度を表示している。このように傾斜角度を、胴部２４を基準とした指標でなく、試料の観察面すなわち試料台３３を基準として、各観察手段毎に個別に計算することで、ユーザは電子線撮像手段１１と光学系撮像手段１２の回動位置を共通の尺度で理解し易い表示体系が実現できる。

（視野ずれ補正タブ２７６）

【０３９１】

一方、情報表示領域２７０において視野ずれ補正タブ２７６を選択すると、図１０８及び図１０９に示すように視野ずれ補正機能を構成する画面が表示される。この画面を視野ずれ補正手段３２３（詳細は後述）として、同一の試料を同一の拡大倍率、傾斜角度で撮

像した光学画像と電子顕微鏡画像の視野位置を補正し、視野ずれを是正することができる。例えば、デュアルビュータブ２７５において光学画像と電子顕微鏡画像とを撮像した状態で、デュアルビュータブ２７５から視野ずれ補正タブ２７６に切り替えると、視野ずれ補正機能を構成する画面に切り替わり、視野ずれ補正に必要な調整作業を行える。この例では、情報表示領域２７０において、視野ずれ補正タブ２７６の表示内容中、上段にその目的として「カラー画像と超深度画像の視野ずれを補正します。」と説明し、視野ずれ補正タブ２７６がどのような設定を行うためのタブであるかを説明している。さらに視野ずれ補正タブ２７６は、視野ずれ補正に必要な手順を順にテキストで説明する案内表示を設けており、ユーザはこの指示内容に従って順次作業を行うことで、視野ずれ補正を完了できる。このように視野ずれ補正に必要な作業をユーザに案内する視野ずれ補正ガイダンス機能を備えることで、視野ずれ補正の意味を理解していない、あるいは拡大観察装置の操作に不慣れなユーザであっても、指示に従うことで簡単に視野ずれ補正を行える、初心者でも調整作業の容易な環境を実現できる。

【０３９２】

以下、視野ずれ補正作業を図１０８及び図１０９に基づいて説明すると、まず光学画像と電子顕微鏡画像とを、図１０８に示すようにそれぞれ光学画像表示領域、電子顕微鏡画像表示領域に表示させる。この状態では、光学画像と電子顕微鏡画像とが、視野がずれた状態で表示されている。この状態から、両者の視野を一致させるように、いずれかの画像の位置を調整する。ここでは、電子顕微鏡画像の位置を調整する例を説明する。まずステップ１として、「ユーセントリック位置で基礎となるカラー画像を表示してもう一つのウィンドウに超深度画像を動画で表示してください。」と情報表示領域２７０に説明される。ユーザはここでの指示に従い、上述の通り電子顕微鏡画像と光学画像を取り込み、さらに電子線撮像手段１１を表示切替手段３６で選択して、電子顕微鏡画像を動画で、光学画像を静止画で、それぞれ表示させる。次にステップ２の「カラー画像と同じ倍率、傾斜角度になるように超深度画像を選択してください。」との案内表示に従い、電子顕微鏡画像の拡大倍率及び傾斜角度が、静止画で表示中の光学画像のそれらと一致するように調整する。ここでは、電子顕微鏡画像の拡大倍率、傾斜角度を光学画像のそれらと一致させやすいように、各値を並べて表示させている。そしてステップ３の「「点を指定する」ボタンを押して、カラー画像→超深度画像の順に対応させたい点をクリックしてください。」との案内表示及び図示に従い、視野ずれを補正するための視野位置補正点を指定する。具体的には、図１０８の画面から、「点を指定する」ボタン２８５を押下すると、画像表示領域上で視野位置補正点を指定できるようになる。ユーザはまず光学画像中で、視野ずれの補正に適した位置を第一視野位置補正点ＳＨ１として指定する。次いで電子顕微鏡画像中でも同様に、光学画像中で指定済みの第一視野位置補正点ＳＨ１と対応する第二視野位置補正点ＳＨ２を指定する。すると、これら第一視野位置補正点ＳＨ１と第二視野位置補正点ＳＨ２とが一致するように、図１１１のブロック図に示す視野ずれ補正手段３２３が自動的に視野位置の調整を行う。ここでは、電子線撮像手段１１の走査範囲を自動的に変更することで、電子顕微鏡画像の視野位置を、図１０９において下方に移動させ、光学画像と一致させる。この方法であれば、電子線撮像手段１１のパラメータを自動調整することで、電気的に、又はソフトウエア的に視野ずれ補正が実行できる。いいかえると、ハードウエア的な調整作業を不要とでき、視野ずれ補正を極めて容易に実行できる利点が得られる。

【０３９３】

なお、この例では電子顕微鏡画像の視野位置を光学画像に合わせるように調整する構成について説明したが、逆に光学画像側を電子顕微鏡画像に合わせるように調整することでも、同様に視野ずれ補正が実現される。光学画像の位置を調整するには、例えば試料台３３のＸＹ方向を、ＸＹステージを操作して調整する。また、光学画像においても、イメージシフト等の方法で電気的に視野ずれ補正を行うことも可能である。

（設定欄２７９）

【０３９４】

さらに傾斜角度換算表示欄２７８の下方には、その他の設定を行うための設定欄２７９が設けられている。図１０２～図１０４の例では、上から順にまず「レンズ変更時に静止解除」チェックボックス２７９ａが設けられており、光学系撮像手段１２の光学レンズの交換時に、表示手段２で表示中の静止画がクリアされるかどうかを設定できる。またその下には「表示位置入れ替え」ボタン２７９ｂが設けられており、これを押下することで電子顕微鏡画像と光学画像の表示位置を入れ替えることができる。さらに「静止画像を復元」ボタン２７９ｃを押下すると、前回表示された静止画を再度読み込むことができる。この例では、初期設定、すなわち「レンズ変更時に静止解除」チェックボックス２７９ａがＯＮの状態では、観察手段を切り換えることで、それまで表示手段２上で表示されていた観察像の静止画は保存されずに破棄される。このような仕様では、ユーザが誤って観察手段を切り替えた際に、必要な静止画が破棄されてしまう可能性がある。そこで、観察手段の切り替え時に消えてしまった静止画を復元する復元機能として、この「静止画像を復元」ボタン２７９ｃが設けられている。なおこの例では、「レンズ変更時に静止解除」チェックボックス２７９ａをＯＦＦにすると、観察手段の切り替え後も静止画の表示状態が保持される。静止画表示を解除するには、情報表示領域２７０の最下段左下に設けられた静止ボタン２８１を押下し、押下状態を解除する。さらにまた「マルチ保存」ボタン２７９ｄは、後述するマルチ保存機能を実現するためのボタンである。加えて、「表示画像でカラー合成」ボタン２７９ｅは、現在表示中の電子顕微鏡画像及び光学画像をカラー合成してカラー合成画像を行うためのボタンである。

【０３９５】

さらに、設定欄２７９の下方には、現在選択中の観察像に関する情報を表示するためのステータス表示欄２８０が設けられている。例えば、画面サイズ、傾斜角度、撮影スキャン速度等が表示されている。さらに情報表示領域２７０の最下段には、ライブ画像を静止画に切り替え、又は静止画をライブ画像に切り替えるための静止ボタン２８１、静止画として撮影し、保存するための撮影ボタン２８２、印刷を実行するための印刷ボタン２８３が、それぞれ設けられている。

（傾斜角度を一致させる手順）

【０３９６】

次に、実際に傾斜角度を一致させる手順を、図１０２～図１０４に基づいて説明する。ここでは、先に光学系撮像手段１２で撮像を行い、次いで同じ傾斜角度に電子線撮像手段１１を調整して電子顕微鏡画像を撮像する手順について説明するが、逆に電子顕微鏡画像を先に撮像して、次いで同じ傾斜角度の光学画像を撮像することも可能であることはいうまでもない。

【０３９７】

まず、光学系撮像手段１２を用いて、所望の傾斜角度にて光学画像を撮像する。撮像した光学画像は静止画として、静止画記憶手段２６６に保持される。またこのときの傾斜角度は、回動位置検出手段２６４で検出され、第一回動位置情報として回動位置記憶手段２６７に保持される。なお、保持とはデータファイルとして保存することに限られず、一時記憶領域（例えばＶＲＡＭ）に一時的に保持した状態をも含む。図１０２の例では、画面左側に設けられた光学画像表示領域１１８に、光学画像がライブ画像として表示されている。また、このときの拡大倍率及び傾斜角度が、傾斜角度換算表示欄２７８に表示されており、その値はリアルタイムに変化する。図１０２の例では光学画像の倍率が５０倍、傾斜角度が３０°と表示されている。また、画面右寄り中段に設けられた電子顕微鏡画像表示領域１１７には、何も表示されない。

【０３９８】

次に、電子線撮像手段１１に切り替えて、電子顕微鏡画像を撮像する。ここでは電子線撮像手段操作用メニュー２７２のタブをクリックすると、図１０３のように、電子線撮像手段操作用メニュー２７２に切り替わる。このとき、光学画像表示領域１１８で表示されている光学画像が、ライブ画像から静止画に切り替わると共に、電子顕微鏡画像表示領域１１７では、電子顕微鏡画像のライブ画像が表示される。詳細には、図１０３において光

学画像表示領域１１８には、観察手段の切り替え時のタイミングで取得された光学画像の静止画が表示される。また、このときの拡大倍率及び傾斜角度が、傾斜角度換算表示欄２７８に表示されており、図１０２の例では光学画像の倍率が５０倍、傾斜角度が３０°である旨が表示されている。これら、光学画像及び第一回動位置情報の表示は、切り替え操作と共にホールド表示される。

【０３９９】

一方、電子顕微鏡画像表示領域１１７には、現在の傾斜角度における電子顕微鏡画像のライブ画像が表示されており、現在の拡大倍率として５０倍、傾斜角度（第二回動位置情報）が－１０°である旨が、「超深度画像」欄２７８ｂに表示されている。すなわち、この例では電子線撮像手段１１と光学系撮像手段１２とは、オフセット角度をもって傾斜姿勢で固定されている（ここでは４０°）ため、観察手段を切り替えた時点では、傾斜角度は必然的に一致しない。よって、切り替えた観察手段である電子線撮像手段１１を、光学系撮像手段１２の傾斜角度と一致させるように、胴部２４を回転させる必要がある。なおこのとき、一の回動位置検出手段２６４で検出された回動手段３０の回動位置自体は一意であるため、回動手段３０の回転位置も一意となるところ、傾斜角度として位置の値を表示するのみでは、その値が光学系撮像手段の傾斜角度を表しているのか、電子線撮像手段の傾斜角度を表しているのか判らず、またオフセット角度を加減算する等して変換するにしても、逐次変化する角度値を一々手計算し直すのは面倒であるため、ここでは各々の観察手段の傾斜角度に自動換算して表示させている。さらに、観察手段の切り替え時には傾斜角度のホールド表示がリアルタイム表示に変化するため、この時点で傾斜角度がホールド時の値と変化している場合は、当然ながら傾斜角度は新たに更新された値に書き換えられることとなる。

【０４００】

そして電子顕微鏡画像表示領域１１７で表示されるライブ画像と、傾斜角度換算表示欄２７８で表示される第二回動位置情報とは、胴部２４を回動させることでリアルタイムに変化する。ユーザは、電子線撮像手段１１を操作して、光学画像と同じ拡大倍率で、同じ姿勢、すなわち同じ傾斜角度で、電子顕微鏡画像を撮像するよう、操作する。例えば、傾斜角度を調整し、「超深度画像」欄２７８ｂに表示されている傾斜角度が、「カラー画像」欄２７８ａに表示されている値と同じになるように、胴部２４を回転させる。胴部２４の回転に伴って、傾斜角度換算表示欄２７８の表示及び電子顕微鏡画像表示領域１１７の表示は時々刻々と変化する。よってユーザは、どのくらいの角度に調整すれば、所望の電子顕微鏡画像が得られるのか、その進捗をリアルタイムで確認することができる。そして、図１０４に示すように、傾斜角度換算表示欄２７８で表示される光学画像の拡大倍率及び傾斜角度に、電子顕微鏡画像を一致させた時点で、胴部２４を停止させて、観察や撮像を行うことができる。

【０４０１】

さらにこの後、表示切替手段３６で再度光学系撮像手段１２に切り替える場合には、電子顕微鏡画像のライブ画像を静止画とし、一方光学画像の静止画をライブ画像に切り替えて表示する。さらにこれと同時に、電子顕微鏡画像の傾斜角度と拡大倍率を保持してホールド表示し、一方光学画像の傾斜角度と拡大倍率はホールド表示から、現在の傾斜角度や拡大倍率を示すリアルタイム表示に切り替えられる。このとき、第二回動位置情報は上記と異なり光学画像の傾斜角度をリアルタイムで示し、第一回動位置情報は電子顕微鏡画像の傾斜角度をホールド表示するように入れ替わる。

【０４０２】

このように、表示手段２で表示される観察像と傾斜角度とを連動して表示させることで、異なる電子顕微鏡画像を同一の傾斜角度に簡単に合わせて比較観察できる。なお、上記の例では回動位置検出手段２６４を一のみ設けているが、観察手段毎に個別に回動位置検出手段を設けて、その値を表示させてもよい。この場合は、傾斜角度換算手段による換算の工程を不要とできる。

（カウントダウン式表示）

【０４０３】
また、上記の例では、各観察手段の傾斜角度をそのまま表示させているが、この例に限られず、例えば第二回動位置情報を、第一回動位置情報を目標値とする差分で表示させてもよい。この場合は第二回動位置情報がカウントダウン式に表示され、差分値がゼロとなるように傾斜角度を調整すればよく、この方式でも観察手段の傾斜角度を一致させる操作を、ユーザに操作を判り易くできる。特に、互いの観察手段の傾斜角度を一致させるには、回転量は常に観察手段を設けた位置で決まるオフセット角度となるため、目標角度に対するカウントダウン式表示とすることで、毎回の操作量を一律に維持し易くできる。
【０４０４】
さらに、上記の例では、ライブ画像を静止画に切り替える例を説明したが、例えば静止画像を予め保存しておき、これを読み込んで表示させて利用することも可能であることはいうまでもない。この場合も、読み出された静止画に保存されている、保存時の傾斜角度と拡大倍率値を読み出し、傾斜角度換算表示欄２７８に表示される。これらの値を参考にして、他方の観察手段で傾斜角度と拡大倍率を一致させることで、上記と同様に異なる観察手段で同一の試料を同一姿勢、倍率で対比する対比観察等を行うことができる。
【０４０５】
また上記の例では、傾斜角度、拡大倍率を保持するタイミングも、観察手段の切り替え時に限らず、任意のタイミングとすることも可能である。例えば、図１１０に示すように、傾斜角度換算表示欄２７８に、ホールド表示を行う「ホールド」ボタン２８４を設け、このボタン２８４をユーザが押下するタイミングで、静止画や傾斜角度、拡大倍率を保持するよう構成してもよい。
【０４０６】
なお、以上の例では図９８、図９９等に示すように、観察手段を固定した胴部２４を回動させる態様について説明したが、この構成に限られず、試料台側を回動させる態様においても、傾斜角度換算機能は好適に利用できる。すなわち、図９６、図９７等に示すように、試料を試料台３３Ｙに固定した状態で、試料台３３Ｙ側を傾斜させることでも、観察手段に対して相対的に光軸を傾斜させた傾斜観察が可能となる。この際の、各観察手段の傾斜角度が、試料の観察面を基準とした統一した尺度で表示されるよう、傾斜角度換算手段２６１で各観察手段の傾斜角度の表示を自動的に換算する。この例においても、観察手段で共通の傾斜角度の算出方法を採用して、表示手段２の画面上に表示される傾斜角度を統一的な尺度で表示させて、ユーザは試料台３３Ｙの回動角度の調整を容易に行えるという利点が得られる。さらに、胴部と試料台とをいずれも回転可能とする構成を採用することもできる。この構成では傾斜角度の計算が更に複雑化するため、これらを自動的に演算して表示させる傾斜角度換算機能の有用性が一層際立つ。
（視野ずれ補正支援機能）
【０４０７】
さらに比較モードにおいては、同一の観察対象を電子顕微鏡画像と光学画像のような異なる観察手段で対比すると、たとえ倍率と傾斜角度とを同じに設定していても、視野が完全に一致せずにずれることがある。このような視野ずれは、異なる観察手段を用いたことによる撮像特性の相違や構造的な誤差に起因して生じるものであり、特に傾斜観察において目立つことがある。そこで、視野ずれを補正するために、試料台のＸＹ方向を微調整する等、位置を合わせるための調整作業が必要となるところ、このような調整作業を行うには、前提として電子顕微鏡画像と光学画像とで対応する位置関係を、ユーザが正確に把握しておく必要がある。このため通常は、先に撮像した観察像（例えば電子顕微鏡画像の静止画）を表示させた状態で、他の観察手段（例えば光学系撮像手段１２）に切り替え、ライブ画像を表示させつつ、ライブ画像中で先の観察像との対応位置を調べるために、一旦ライブ画像を低倍率に切り替える。一般に拡大観察においては、部分的に拡大した画像であることから、対応関係の把握が容易でなく、このため一旦低倍率に合わせて、より広い視野の観察像に切り替えることで、観察像同士の対応する位置関係を把握し易くできる。この場合に、元の観察像も広域画像に一時的に切り替える必要があるところ、従来はこの

ような作業が極めて煩雑であった。すなわち、一旦観察手段自体を元の観察手段に切り替えて、該観察手段の倍率を低倍率にした撮像を行い、再び他の観察手段に切り替えて、倍率を低倍率に合わせる。広域画像同士の視野が一致しなければ、再度観察手段を切り替え、別の視野に移動させて撮像し、元の観察手段に戻す作業が必要となる。特に、電子線撮像手段と光学系撮像手段とで対比観察を行う場合は、電線撮像手段を使用するには試料室の真空引きが必要で、さらに光学系撮像手段では必要な照明を消灯しなければならない。逆に光学系撮像手段での撮像に切り替える場合は、照明のＯＮ／ＯＦＦ作業が必要となる。このような作業は極めて煩雑であり、また対応する位置関係を試行錯誤しながら把握しようとすれば、同じような作業を何度も繰り返す必要が生じ、ユーザの負担も大きくなる。このようなストレスからユーザを解放し、電子顕微鏡画像と光学画像とで対応する位置関係を容易に把握できる環境を提供するため、本実施の形態においては、視野ずれ補正作業を容易にする視野ずれ補正支援機能を備えている。具体的には、まず一方の観察像を取得する際に、予め低倍率の画像を自動的に取得しておく。次に他方の観察像を取得する際に、観察位置を合わせるために一旦低倍率にして、全体を俯瞰して視野ずれの補正を行った後に再度元の倍率に戻す。このとき、先に取得した低倍画像の表示倍率を、現在の観察像の表示倍率と連動させて表示させることにより、表示される観察像の表示倍率を自動的に一致させることが可能となり、また観察手段の切り替えも不要とできる。以下、このような視野ずれ補正支援機能を図１１１のブロック図に基づいて説明する。この拡大観察装置は、光学系撮像手段１２と、電子線撮像手段１１と、撮像された観察像を記憶する画像データ記録領域として記憶手段１３１Ｇと、試料台３３と、胴部２４と、この胴部２４を回動させる回動手段３０と、表示手段２と、広域画像を取得する広域画像取得手段３２０と、取得された広域画像を保存する広域画像保存手段３２１と、視認倍率画像生成手段３２２と、視野ずれ補正手段３２３と、カラー画像合成手段１１６Ｂと、自動位置合わせ手段３２４と、設定誘導手段３２５とを備える。なおこの例では、第一観察像を取得する第一観察手段を電子線撮像手段１１、第二観察像を取得する第二観察手段を光学系撮像手段１２として説明する。ただ、これらを入れ替えてもよいことはいうまでもない。

【０４０８】

この拡大観察装置は、電子線撮像手段１１、光学系撮像手段１２でそれぞれ電子顕微鏡画像、光学画像を撮像し、表示手段２でこれらを同時に表示、又は片方のみ表示する。２つの観察像を同一視野で観察するために、例えば回動手段３０で光学系撮像手段１２の光軸や電子線撮像手段１１の光軸を傾斜する。なお、光学系撮像手段や電子線撮像手段を設けた胴部を回転させる代わりに、試料台側を回転させてもよい。

（広域画像取得手段３２０）

【０４０９】

広域画像取得手段３２０は、第一観察手段を用いて、任意の観察位置における試料の観察像を第一倍率で取得する際に、第一観察手段を用いて、第一倍率よりも低い倍率にて広域画像を取得する。

（広域画像）

【０４１０】

広域画像は、第一倍率よりも低倍率として、より広い視野での観察を可能としている。この広域画像は、視野ずれ補正で利用するに過ぎず、本来の拡大観察に使用するものでないため、精細な画像として撮像、保存する意義は少ない。よって、広域画像は通常の撮像よりも短時間で撮像を完了可能な簡易観察像とすることが好ましい。例えば撮像時のフレームレートを低くする、飛び越し走査を低密度にする等の手法が採用できる。例えば電子線撮像手段で簡易観察像を撮像する場合を考えると、通常のＳＥＭで高精細な画像を描画するには、一画像あたり３０秒～１分間必要になる。さらに一枚の画像ではＳ／Ｎ比が悪いため、通常の撮像時には一画像１／４秒程度のフレームレートで１０画像以上取得して、平均をかけて表示している。したがって、一画像を得るには２秒以上かかることになる。印刷用の詳細な観察像に至っては３０秒以上かかることもある。そこで、簡易観察像としては、平均をかける枚数を８枚や４枚に少なくしたり、試料に対する電子線の走査範囲

を狭くする等の制限をかけたり、走査を間引く等の処理によってフレームレートを上げて、画像を取得するまでの時間を短縮できる。

（視認倍率画像生成手段３２２）

【０４１１】

視認倍率画像生成手段３２２は、第二観察手段を用いて、観察位置の試料における相対位置を視認するための視認倍率で観察される第二観察像を、第二表示領域に表示させた際に、該表示と連動して、広域画像取得手段３２０により取得された広域画像に基づいて、第一観察手段によって当該視認倍率と同じ倍率で取得されるべき視認倍率画像を取得し、第一表示領域に表示させる。

【０４１２】

広域画像取得手段３２０は、倍率の異なる広域画像を複数枚撮像する際の撮像倍率は、第一倍率を基準として自動的に決定する。例えば、第一倍率の１／２倍、１／４倍、１／８倍で撮像する。このように、広域画像を基準として視野範囲を２倍ずつ拡大した画像とすることで、十分な視野範囲を持った複数枚の広域画像を容易に取得できる。あるいは、広域画像取得手段３２０で取得された複数の広域画像の内、最も視認倍率と近い広域画像に基づいて視認倍率画像を生成する。このように構成することで、視認倍率画像生成手段３２２は高精細な視認倍率画像を取得できる。あるいはまた、視認倍率画像生成手段３２２が、広域画像取得手段３２０で取得された複数の広域画像であって、視認倍率よりも低い倍率で撮像された広域画像の内、最も視認倍率と近い広域画像に基づいて視認倍率画像を生成するよう構成してもよい。これにより、常に視認倍率よりも低い倍率の広域画像を用いることで、視認倍率に含まれる視野をすべて含んだ、視野欠けのない視認倍率画像を生成できる利点が得られる。さらには、視認倍率画像生成手段３２２が、広域画像が同倍率画像の場合には、視認倍率画像としてそのまま広域画像を表示させ、広域画像が同倍率画像でない場合には、広域画像からデジタルズームで視認倍率画像を生成するよう構成してもよい。このように、広域画像取得手段３２０は種々の方法で視認倍率画像の撮像倍率を決定できる。

（視野ずれ補正手段３２３）

【０４１３】

視野ずれ補正手段３２３は、第一表示領域に視認倍率画像が表示された状態で、第二表示領域に表示された第二観察像の視野位置を補正するための手段である。具体的には、電子顕微鏡画像を参照しながら、同一倍率の光学画像に基づいて視野位置を補正する。上述した図１０８、図１０９の例では、「点を指定する」ボタン２８５が視野ずれ補正手段３２３に該当し、この「点を指定する」ボタン２８５を押下することで、視野ずれ補正機能が実行される。このような視野ずれ補正の具体例としては、試料台や観察手段を物理的に移動させる機構が該当する。例えば、試料台３３をＸＹ方向、あるいはＺ方向やＲ方向に移動させる。または、上述したイメージシフトのような、電子線の走査範囲を変える方法も利用できる。

（視野ずれ補正を行う手順）

【０４１４】

以下、視野ずれ補正を行う手順を、図１１２～図１１６に基づいて説明する。これらの図において、図１１２は視野ずれ補正の手順を示すフローチャート、図１１３は第一観察手段から第二観察手段に切り替えた直後の画像表示領域２８６での表示例を示すイメージ図、図１１４は第二観察手段の傾斜角度を第一観察手段で取得した第一観察像のそれと一致させた表示例を示すイメージ図、図１１５は第二観察像の視認倍率を低倍率にした表示例を示すイメージ図、図１１６は第二観察像の視認倍率を高倍率に戻した表示例を示すイメージ図を、それぞれ示している。この例では、先に第一観察手段である電子線撮像手段１１で電子顕微鏡画像を取得し、次いで第二観察手段である光学系撮像手段１２で光学画像を撮像して、視野ずれ補正を行う例について説明する。ただ、逆の順で視野ずれ補正を行うことも可能であることはいうまでもない。

【０４１５】

まず、ステップＳ１１２１にて、電子線撮像手段１１にて電子顕微鏡画像を取得する。この際に、広域画像取得手段３２０で、電子線撮像手段１１の倍率を撮像時の拡大倍率よりも低倍側に数通り変更を加えた広域画像を複数枚取得する。そしてステップＳ１１２２に進み、観察手段を電子線撮像手段１１から光学系撮像手段１２に、表示切替手段３６により切り替える。このとき、図１１３に示すように表示手段２上における画像表示領域２８６の表示内容が、二分割された光学画像表示領域１１８（図１１３左側）と電子顕微鏡画像表示領域１１７（図１１３右側）の画面となり、それぞれに光学画像、電子顕微鏡画像が表示される。ここでは、観察手段を電子線撮像手段１１から光学系撮像手段１２に切り替えた直後であるため、両者の傾斜角度が必然的に異なり、オフセット角度分だけ光学画像が電子顕微鏡画像よりも傾斜されている。このためステップＳ１１２３にて、光学系撮像手段１２の傾斜角度を電子顕微鏡画像のそれと一致させるように、回動手段３０により胴部２４を回転させる。この結果、図１１４のような画面となる。この段階で、光学系撮像手段１２と電子線撮像手段１１とで傾斜角度と拡大倍率が一致されるため、本来であれば観察像の視野は一致するはずであるが、現実には各観察手段の特性の違いや誤差等によって、図１１４に示すように視野がずれた状態となる。そこで、視野ずれを補正するよう、位置を微調整する作業が必要となるところ、図１１４のような高倍率に拡大された状態では、両観察像の対応関係が判り難いことがある。そこで、表示中の観察像の視認倍率を一度低倍率にして、視野を広い範囲で確認できる状態とした上で、対応関係を確認する方が、間違いのない視野ずれ補正を得るためには好ましいといえる。この際、元の観察像も同様に低倍率に変更する必要があるところ、従来であれば一旦観察手段を切り替えて、低倍率画像で撮像し直し、さらに観察手段を切り替える必要があり、作業が繁雑となっていた。これに対して、電子顕微鏡画像と光学画像の表示倍率を自動的に一致させる倍率連動機能を備えることで、このような手間を大幅に省力化して、位置ずれ調整のための視野の特定を容易に行える利点が得られる。ステップＳ１１２４では、図１１５に示すように光学画像の視認倍率を低倍率にすると、視認倍率画像生成手段３２２が、予めステップＳ１１２１で撮像された電子顕微鏡画像の広域画像に基づいて、自動的に光学画像の視認倍率を同じ倍率の電子顕微鏡画像を生成する。この結果、ユーザは一々電子線撮像手段に戻って所望の低倍率画像を撮像することなく、ステップＳ１１２５にて所望の視認倍率で両観察像を対比しながら、視野ずれ補正のための調整作業を行うことができる。ここでは試料台３３のＸＹ方向を調整するが、光軸側を調整する方法も採用できることは上述の通りである。そしてステップＳ１１２６に示すように、視認倍率を元の高倍率に戻して、図１１６に示すように光学画像と電子顕微鏡画像の視野位置を一致させる。例えば図１０８の画面から、「点を指定する」ボタン２８５を押下して、光学画像と電子顕微鏡画像とで対応する視野位置補正点を指定し、これらを一致させるように光学画像又は電子顕微鏡画像の視野位置を調整する。またこの段階で必要に応じて、再度視野ずれ補正を行うことも可能であることはいうまでもない。このようにして、視野ずれ補正を容易に行えるようにでき、これによってユーザはステップＳ１１２７にて所望の観察、例えば比較観察やカラー画像合成等を行うことが可能となる。

（視野ずれ補正ガイダンス機能）

【０４１６】

なお、以上の視野ずれ補正をユーザが行いやすいように、視野ずれ補正を行うために必要な手順をユーザに順に案内する視野ずれ補正ガイダンス機能を拡大観察用プログラムに備えてもよい。上述した図１０８、図１０９に示す拡大観察用プログラムでは、視野ずれ補正タブ２７６においてこの視野ずれ補正ガイダンス機能を実現している。すなわち、視野ずれ補正を行う手順を情報表示領域２７０において順にテキスト等の案内表示で説明し、ユーザがこれに沿って順次作業を行えるように案内することで、操作に詳しくないユーザであっても容易に視野ずれ補正を行える。

（カラー合成画像生成プログラム）

【０４１７】

次に、拡大観察用プログラムを用いて、カラー合成画像を生成する手順を、図１１７～

図１２８のユーザインターフェース画面に基づいて説明する。これらの図において、図１１７はカラー合成画像生成を行う拡大観察用プログラムで電子顕微鏡画像を取得する様子を示すイメージ図、図１１８は図１１７の状態から、光学画像を表示させた状態を示すイメージ図、図１１９は図１１８の状態から光学系撮像手段１２の傾斜角度を電子顕微鏡画像と一致させた状態のイメージ図、図１２０は図１１９の状態から光学系撮像手段１２の拡大倍率を電子顕微鏡画像と一致させた状態のイメージ図、図１２１は図１２０の状態から、光学画像を撮像しようとする状態を示すイメージ図、図１２２は図１２１の状態から光学画像の撮像を終了した状態のイメージ図、図１２３は図１２２の状態から光学画像と電子顕微鏡画像の位置合わせを行う状態を示すイメージ図、図１２４は図１２３の状態からマニュアル調整を選択した状態のイメージ図、図１２５は図１２４の状態から第一対応点に対応する第二対応点を選択中のイメージ図、図１２６は図１２５の状態から、対応点を指定した状態を示すイメージ図、図１２７は図１２６の状態から、さらに対応点を多く指定した状態のイメージ図、図１２８は図１２７の状態からカラー合成画像を生成した状態のイメージ図を、それぞれ示している。

（カラー合成画像生成ガイダンス機能）

【０４１８】

なお拡大観察用プログラムは、カラー合成画像の生成手順をユーザに案内するカラー合成画像生成ガイダンス機能を備えている。よって、以下の説明ではカラー合成画像の生成手順をカラー合成画像生成ガイダンス機能に従って説明する。このカラー合成画像生成ガイダンス機能は、図１０３～図１０７に示す拡大観察用プログラムのユーザインターフェース画面において、操作ボタン類２７３に設けられた「カラー合成」ボタン２６９を押下することで実行される。また設定欄２７９に設けられた「表示画像でカラー合成」ボタン２７９ｅを押下することでも、図１２３に示す画面を呼び出して実行できる。またカラー合成画像生成ガイダンス機能は、図１１１における設定誘導手段３２５等により実現される。

（合成フロー表示欄２９０）

【０４１９】

これらのユーザインターフェース画面は表示手段２上に表示され、画面中央から左側に画像表示領域２８６が設けられ、右側に情報表示領域２７０が設けられる。カラー合成画像生成ガイダンス機能実行中においては、情報表示領域２７０の上段に、合成フロー表示欄２９０が設けられる。合成フロー表示欄２９０には、カラー合成画像生成に必要な各手順を示す合成フローが表示される。さらに合成フロー表示欄２９０の下方には、各手順の詳細を表示する手順表示欄２９２が設けられる。手順表示欄２９２には、ユーザが行うべき手順がテキストの案内表示で説明されるテキスト説明欄２９３と、具体的な項目を示す詳細設定欄２９４が設けられる。

（縮小画像表示欄２９５）

【０４２０】

さらに手順表示欄２９２の下方には、縮小画像表示欄２９５が設けられ、カラー合成画像を生成するために取得された光学画像及び電子顕微鏡画像を縮小した縮小画像ＳＧが表示される。また縮小画像表示欄２９５の下方には、後述するマルチ保存機能を実現する「マルチ保存」ボタン２７９ｄが設けられる。さらにその下方には、次の手順に進むための「次へ」ボタン２９６、前の手順に戻るための「戻る」ボタン２９７、カラー合成画像生成を終了するための「終了」ボタン２９８が設けられている。さらにまた情報表示領域２７０の最下段には、図１０２～図１０４と同様、静止ボタン２８１、撮影ボタン２８２、印刷ボタン２８３が、それぞれ設けられている。

（「超深度画像取り込み」手順）

【０４２１】

以下、カラー合成画像生成ガイダンス機能を、順に説明する。まずカラー合成画像生成ガイダンス機能を実行すると（具体的には図１０３～図１０７の画面で操作ボタン類２７３に設けられた「カラー合成」ボタン２６９を押下すると）、図１１７の画面が表示され

る。ここでは、「超深度画像取り込み」手順が案内される。ユーザはこの手順に従って、電子顕微鏡画像を撮像するために必要な設定を順次行う。合成フロー表示欄２９０では、合成フロー中、現在の手順である「超深度画像取り込み」手順のみがハイライト表示され、また手順表示欄２９２のテキスト説明欄２９３には、ユーザが行うべき手順が文字で説明される。図１１７の例では、「Ｓｔｅｐ１：超深度画像取り込み　超深度画像を取り込みます。画像の調整を行い、「取り込み」ボタンをクリックしてください。」と説明される。また、必要に応じて音声案内や手順をアニメーションで説明する動画等の説明を追加してもよい。さらに詳細設定欄２９４には、現在設定されている電子線撮像手段１１の拡大倍率と、傾斜角度とが倍率角度表示欄２９９に表示される。加えて、走査速度を指定するための走査速度設定欄３０１が設けられている。走査速度設定欄３０１では、走査速度による撮像結果をユーザが感覚的に把握しやすいよう、「撮影スキャン」として標準、はやい、きれい、積算のいずれかをラジオボタンで選択可能としている。また、より詳細な設定、例えば加速電圧の指定等を行うには、「画質の調整」ボタン３０２を押下して、詳細設定可能な設定画面を呼び出す。以上のようにして、電子顕微鏡画像の撮像に必要な設定を終えると、「取り込み」ボタン３０３を押下して、撮像を実行できる。撮像が終了して、電子顕微鏡画像が静止画として取り込まれると、縮小画像表示欄２９５に、取得した電子顕微鏡画像の縮小画像ＳＧが表示される。この例では、倍率角度表示欄２９９に表示されるように、撮像時の拡大倍率すなわち第一倍率として２００倍で、傾斜角度－３°の電子顕微鏡画像が撮像される。

【０４２２】

さらにこの際、広域画像の取得も併せて実行される。すなわち、詳細設定欄２９４で表示された拡大倍率よりも低倍率の広域画像を複数枚取得して、広域画像保存手段３２１に保存しておく。広域画像は、上述の通り広域画像取得手段３２０で、自動的に拡大倍率が指定されて複数枚が取得される。ここでは、第一倍率である２００倍を基準として、１００倍、５０倍、２５倍の計３枚の広域画像が撮像される。この撮像はバックグラウンドで行われ、ユーザには広域画像が追加で撮像されていることを意識させない。

（「視野・倍率の調整」手順）

【０４２３】

以上のようにして「超深度画像取り込み」手順が終了すると、「次へ」ボタン２９６を押下し、図１１８に示す「視野・倍率の調整」手順に移行する。ここでは、電子顕微鏡画像と同じ倍率、同じ姿勢で光学画像を撮像するための設定を行う。この画面では、画像表示領域２８６が左右に二分割され、右側の電子顕微鏡画像表示領域１１７には既に撮像された電子顕微鏡画像の静止画が、左側の光学画像表示領域１１８には、現在観察中の光学画像のライブ画像が、それぞれ表示されている。また、各表示領域には、十字状のグリッドが重ねて表示される。

【０４２４】

合成フロー表示欄２９０では、合成フローのハイライト表示が「超深度画像取り込み」手順から「視野・倍率の調整」手順に移り、手順が移行したことが示される。また手順表示欄２９２のテキスト説明欄２９３には、ユーザが行うべき手順として「Ｓｔｅｐ２：視野・倍率の調整　左右の画像で対象物が同じ位置・大きさに見えるように、光学レンズの傾斜角度、倍率を調整してください。」と説明される。また詳細設定欄２９４には、拡大倍率と傾斜角度が、撮像済みの電子顕微鏡画像のそれらと、現在観察中の光学画像のそれらとが対比して表示される。このとき、各値を現在値と目標値として表示することで、ユーザは設定すべき項目がより明確になって、混乱無く必要な設定値に合わせ込むことができる。この例では、現在の光学画像の拡大倍率５０倍（視認倍率）に対して、目標となる電子顕微鏡画像の拡大倍率が２００倍（第一倍率）であること、また現在の光学画像の傾斜角度３７°に対して、目標となる電子顕微鏡画像の傾斜角度が－３°であることが表示されている。よってユーザは、現在値が目標値となるように、光学系撮像手段１２の拡大倍率と傾斜角度とを調整する。

（倍率連動機能）

（視認倍率画像生成機能）
【０４２５】
またこのとき、電子顕微鏡画像と光学画像の表示倍率を一致させる倍率連動機能をＯＮにすることで、両観察像の対応関係を容易に把握し易くできる。具体的には、「カラー画像の倍率に超深度画像の倍率を合わせて表示」チェックボックス３０４をＯＮすることで、倍率連動機能が働き、電子顕微鏡画像が、その撮像時の倍率に拘わらず、光学画像で現在設定されている視認倍率と一致するように自動的に拡大／縮小された視認倍率画像として、電子顕微鏡画像表示領域１１７に表示される。この機能によって、図１１８においては電子顕微鏡画像の目標倍率が２００倍であるにも拘わらず、電子顕微鏡画像表示領域１１７においては視認倍率である５０倍で表示されている。この倍率連動機能は、視認倍率画像生成手段３２２によって実現される。すなわち、予め撮像された広域画像に基づいて、視認倍率画像が視認倍率画像生成手段３２２によって生成され、電子顕微鏡画像表示領域１１７に表示される。そしてユーザが光学画像の視認倍率を変更すると、これに追従して、変更後の視認倍率の視認倍率画像が生成され、表示領域で表示される電子顕微鏡画像も更新される。この結果、光学画像表示領域１１８で表示される光学画像のライブ画像と同じ倍率で、電子顕微鏡画像を表示させることができるので、ユーザは従来のように電子線撮像手段に切り替えて低倍率の広域画像を撮像し直す手間を省くことができ、極めて容易に各観察像の対応関係を把握できるようになる。また、カラー合成画像の生成用に撮像した元の電子顕微鏡画像については、縮小画像表示欄２９５に表示させていることから、本来撮像したい画像についても、ユーザは見失うことがない。
【０４２６】
そして、上述の通り光学画像の傾斜角度と拡大倍率を、電子顕微鏡画像のそれらと一致させる。例えば図１１８の状態で、傾斜角度を現在の３７°から目標値の－３°に一致させる。すると、図１１８の例では傾斜角度が異なることから、観察像の見え方も異なっていたものが、図１１９に示すように等しい傾斜角度に一致されて、同じような見え方の画像に近付けることができる。またこの際、詳細設定欄２９４に表示されている傾斜角度の現在値を、黒色から緑色に変化させている。このように現在値の表示を変化させることで、ユーザに対して目標値に一致されたことを視覚的に告知できる。また表示の変化は色に限らず、点滅表示やハイライト表示等、他と区別可能な表示形態が適宜利用できる。
【０４２７】
さらに拡大倍率も、図１１９に示す現在値の５０倍から、図１２０に示すように目標値の２００倍に調整すると、詳細設定欄２９４に表示されている拡大倍率の現在値表示が、同様に黒色から緑色に変化され、さらに画像表示領域２８６においても光学画像の拡大倍率が元の電子顕微鏡画像と一致されるので、電子顕微鏡画像表示領域１１７で表示される視認倍率画像が、本来の撮像された電顕微鏡画像に戻り、縮小画像表示領域における電子顕微鏡画像の縮小画像ＳＧと一致する。このようにして、光学画像を撮像するための条件設定をユーザは極めて容易に、かつガイダンスに従ってスムーズに行うことができる。さらに、上述した視野ずれ補正も、ここで併せて行うことができる。
（「カラー画像取り込み」手順）
【０４２８】
そして、図１２０の状態から「次へ」ボタン２９６を押下すると、図１２１の画面に切り替わり、「カラー画像取り込み」手順に進む。この画面では、実際に光学画像の撮像を行う。ここでは手順表示欄２９２のテキスト説明欄２９３には、ユーザが行うべき手順として「Ｓｔｅｐ３：カラー画像取り込み　カラー画像を取得します。画像を調整し、「取り込み」ボタンをクリックしてください。」と説明される。さらに詳細設定欄２９４には、図１１７の画面と同様、現在設定されている光学系撮像手段１２の拡大倍率と傾斜角度が表示され、さらに「画質の調整」ボタン３０２Ｂと「クイック深度合成」ボタン３０５、「取り込み」ボタン３０３Ｂが表示される。「画質の調整」ボタン３０２Ｂを押下すると、光学画像の撮像に関するより詳細な設定が可能な詳細設定画面が表示される。特にこの画面では、画像表示領域２８６から電子顕微鏡画像表示領域１１７の表示を非表示とし

、光学画像表示領域１１８のみを表示し、光学画像を撮像するための細かな設定を確認し易くしている。

（「クイック深度合成」ボタン３０５）

【０４２９】

また「クイック深度合成」ボタン３０５を押下すると、光学画像を複数枚、合焦位置を変えて撮像し、ピントの合った部分を抜き出して合成するクイック深度合成を行い、得られたクイック深度合成画像を表示させることができる。このクイック深度合成画像は、通常の光学画像よりも広い範囲で合焦が得られるため、より高精細で、この画像を用いてさらに電子顕微鏡画像とカラー画像合成することによって、一層精細なカラー合成画像を得ることが可能となる。

【０４３０】

そして「取り込み」ボタン３０３Ｂを押下すると、光学画像が撮像されて、図１２２に示すように撮像された光学画像が、光学画像表示領域１１８に表示される。また縮小画像表示領域にも、撮像された光学画像の縮小画像ＳＧが同じく表示される。この状態で「次へ」ボタン２９６を押下すると、図１２３の画面に進み、「画像の位置合わせ」手順が表示される。

（「画像の位置合わせ」手順）

【０４３１】

図１２３に示す「画像の位置合わせ」手順では、撮像された電子顕微鏡画像と光学画像との位置合わせを行う。手順表示欄２９２のテキスト説明欄２９３には、ユーザが行うべき手順として「Ｓｔｅｐ４：画像の位置合わせ　画像の合成位置は下段に表示されている位置でよろしいですか？よろしければ「次へ」をクリックしてください。合成位置をマニュアルで調整したい場合は「マニュアル調整」をクリックしてください。」と説明される。この画面では、位置合わせを自動調整のまま利用するか、ユーザが手動で位置調整を行うかを選択できる。画像表示領域２８６では、上下に二分割された上段では、さらに左右に二分割されて左側の光学画像表示領域１１８に撮像済みの光学画像が、右側の電子顕微鏡画像表示領域１１７には同じく撮像済みの電子顕微鏡画像が、それぞれ表示される。さらに下段には第三表示領域１０８が設けられており、この状態では未だカラー合成画像は生成されず、単に光学画像と電子顕微鏡画像とが一致するように重ね合わせられた重畳状態で表示される。自動位置合わせ作業は、自動位置合わせ手段３２４により行われる。ここではパターンマッチング等の既知の手法を用いて、光学画像と電子顕微鏡画像との対応位置を計算し、この結果に基づいて２枚の観察像を一致させるように重ねて表示する。図１２３の例では、電子顕微鏡画像を基準とし、この上に光学画像をできるだけ一致させる姿勢に移動、回転、拡大／縮小等を行った上で、重ねて表示している。ユーザは、合成画像表示領域にて表示される重ね合わせ状態を確認し、このままでよければ「次へ」ボタン２９６を押下して、「カラー合成画像を表示」手順に該当する図１２８に進む。

（「カラー合成画像を表示」手順）

【０４３２】

図１２７の画面で「次へ」ボタン２９６を押下すると、これまでの手順で設定された条件に従ってカラー画像合成が実行されて、図１２８に示すように、生成されたカラー合成画像が画像表示領域に表示される。また、得られたカラー合成画像では不十分な場合は、さらに条件を変更して再度カラー合成画像を生成し直すため、図１２８の画面から「戻る」ボタン２６７を押下して先の手順に戻り、各種設定を再度調整する。例えば、光学画像と電子顕微鏡画像の位置合わせが不十分と思われる場合は、図１２３の画面から「マニュアル調整」ボタン３０６を押下して、図１２４のマニュアル調整画面に切り替える。

（マニュアル調整画面）

【０４３３】

マニュアル調整画面では、手順表示欄２９２のテキスト説明欄２９３が、図１２３から図１２４に示すように「Ｓｔｅｐ４：画像の位置合わせ　カラー画像上で特徴のある点をクリックし、次に超深度画像上で対応する点をクリックしてください。」と変化し、各観

察像の上で対応点を指定する様子が絵付きで説明される。また詳細設定欄２９４には、対応点を指定、修正等するための対応点指定手段１８０に対応する対応点指定ボタン群１８０Ｂとして、「追加」ボタン１８２Ｂ、「移動」ボタン１８４Ｂ、「削除」ボタン１８３Ｂ、「オート」ボタン３０７、「リセット」ボタン３０８が設けられる。さらに対応点指定ボタン群１８０Ｂの下方には、対応点の指定作業をサポートする機能を実現するため、「点の追加・移動時に拡大表示する」チェックボックス１８５Ｂ、「対応点の指定時に画像を重ねて表示する」チェックボックス３０９、透明度スライダ１８６Ｂが設けられている。これらの対応点指定ボタン類は、対応点を編集する対応点編集機能にも対応する。具体的には、図９１に示す対応点編集手段におけるＡｄｄボタン１８２が「追加」ボタン１８２Ｂに対応し、Ｒｅｍｏｖｅボタン１８３が「削除」ボタン１８３Ｂに対応し、Ｍｏｄｉｆｙボタン１８４が「移動」ボタン１８４Ｂに対応する。さらにズーム手段１８５は、「点の追加・移動時に拡大表示する」チェックボックス１８５Ｂに、透過度調整手段１８６は透過度スライダ１８６Ｂに、それぞれ対応する。「点の追加・移動時に拡大表示する」チェックボックス１８５ＢをＯＮすると、対応点の追加や移動時に、画像表示領域２８６における画像表示を自動的に拡大表示に切り替えて、詳細な位置決めを行い易くできる。また透過度スライダ１８６Ｂを調整することで、半透明画像の透過率を連続的に調整でき、ユーザは試料の状態等に応じて重畳表示時の見易さを加減できる。なお「オート」ボタン３０７は、自動位置合わせ手段３２４による自動位置合わせを実行するためのボタンであり、「リセット」ボタン３０８は指定済みの対応点をすべて削除して初期状態に戻すためのボタンである。

【０４３４】

このような機能を備えた図１２４の画面から、「追加」ボタン１８２Ｂを押下すると、ポインティングデバイスのマウスカーソル等を位置指定ポインタとして、光学画像表示領域１１８中の光学画像上で第一対応点を指定する。指定された第一対応点は、第二対応点が指定されていない状態では、図１２５に示すように赤色で表示されており、第二対応点が指定されて対応関係が確定された時点で図１２６に示すように緑色の表示に変化する。また各対応点には、対応点情報として数値が表示される。この値は、対応点の指定順に数値が連番で昇順に１ずつ追加されている。さらに、対応点指定の際には光学画像と電子顕微鏡画像とを重畳して表示する重畳表示機能によって、特に第二対応点の指定に際してユーザが正確な位置調整を容易に行い易くできる。具体的には、「対応点の指定時に画像を重ねて表示する」チェックボックス３０９をＯＮにすると、図１２５に示すように、電子顕微鏡画像表示領域中の電子顕微鏡画像上で第二対応点を指定する際、位置指定ポインタの動きに追従して光学画像が半透明画像として表示される。これにより電子顕微鏡画像表示領域１１７中で電子顕微鏡画像と光学画像とが重畳されて表示されるため、ユーザは、電子顕微鏡画像上で光学画像をどの位置に置くことで、両画像を一致させることができるかを、重なり具合を実際に確認しながら第二対応点を指定できる。第二対応点が指定されると、これら第一対応点と第二対応点とを一致させるように補正パラメータ算出手段１８１が補正パラメータを算出して、再度自動位置合わせ手段３２４により位置合わせの補正が行われ、補正後の位置にて重ね合わせた状態に、合成画像表示領域における光学画像と電子顕微鏡画像の重畳表示が更新される。なお、第二対応点が確定された時点で、図１２７に示すように電子顕微鏡画像表示領域１１７における重畳表示はＯＦＦとなり、光学画像の半透明画像が消え、第二対応点を指定した電子顕微鏡画像のみの表示に戻る。

【０４３５】

さらに図１２６、図１２７に示すように、複数の対応点が順次指定されると、これらの対応点に応じてさらに補正パラメータ算出手段１８１が補正パラメータを詳細に算出して、自動位置合わせ手段３２４はより詳細な位置合わせを行う。このようにして、自動で位置合わせされた状態から、ユーザが手動で微調整を行うことによって、より詳細な位置合わせが実現できる。そして「画像の位置合わせ」手順が終了すると、「次へ」ボタン２９６をクリックし、「カラー合成画像を表示」手順に進む。ここでは画像合成手段でカラー合成画像を生成し、生成されたカラー合成画像を画像表示領域２８６に表示させる。また

、生成されたカラー合成画像に関する種々の操作を行う画面の例を図１２８に示す。この画面では、電子顕微鏡画像と光学画像の合成比率を調整する表示パラメータ調整手段２５８、画像表示領域２８６の表示内容を切り替える表示切替手段３６、及び画像の印刷、保存を行う「印刷」ボタン３１１Ｂ、「保存」ボタン３１２を備えている。表示切替手段３６としては、合成前の光学画像を表示させる「カラー」ボタン３１３、電子顕微鏡画像を表示させる「超深度」ボタン３１４、カラー合成画像の表示に戻す「デフォルト」ボタン３１５、詳細な設定画面を呼び出すための「詳細」ボタン３１６、「観察画面で表示」ボタン３１７等を備えている。「観察画面で表示」ボタン３１７を押下すると、カラー合成画像を画像表示領域に表示した状態でメインの観察画面に戻る。例えばカラー合成画像で計測等を行いたいユーザはこれを選択する。

【０４３６】

図１２８の画面では、図８７等で上述した表示パラメータ調整手段２５８を用いて、表示パラメータを調整することもできる。具体的には、図１２８の画面から、比率調整手段２５０を構成する「バランス」スライダ２５０Ｂを操作して、電子顕微鏡画像の輝度情報と、光学画像の輝度情報との合成比率を連続的に調整できる。またテクスチャ強度調整手段２５３を構成する「テクスチャ強度」スライダ２５３Ｂを調整して、電子顕微鏡画像と光学顕微鏡のテクスチャ成分全体の強度を調整できる。さらに色強度調整手段２５４を構成する「カラー」スライダ２５４Ｂを調整して、色情報の強度を調整できる。このようにして、得られたカラー合成画像に対してユーザは表示パラメータを微調整して、画像表示領域２８６で調整結果を確認しながら、最適な表示パラメータに決定し、最終的に所望のカラー合成画像を取得できる。

（マルチ保存機能）

【０４３７】

さらに、複数の観察像を表示させた状態で、これらの観察像を画像データファイルとして保存する際、観察像毎に個別にファイル名を指定して保存する方法の他、表示中の観察像を一括して保存することもできる。このような複数画像の保存を行うマルチ保存機能を備えることで、ユーザは画像データ毎に個別にファイル名を指定して順次保存する作業を繰り返すという煩わしい作業から開放され、使い勝手を向上できる。

【０４３８】

また対比観察や画像合成においては、同一の試料を異なる観察手段で撮像した観察像を表示させることが多い。この場合、例えば同一の試料を同一の倍率で同一の視野角度から撮像した画像同士は、対比して表示させることでその真価を発揮できるということもできる。このため従来は、同じ観察対象の試料を撮像した光学画像と電子顕微鏡画像とを保存する際に、それぞれのファイル名や保存場所をユーザが手書きでメモしておき、後日これらの画像を再生表示させる際は、このメモに従って各画像を個別に開くことで、元の観察状態を再現するということが行われていた。この方法では、各観察手段で撮像した画像データファイルの、ファイル名と保存場所とを一々メモする必要があり、またメモを管理しておく必要があって、極めて煩わしい。特にメモは紛失する虞があり、また紛失しないまでも、どのメモにどの観察の様子が記されているかを探し出すことが容易でない。

【０４３９】

そこで本実施の形態においては、複数の画像データファイルのマルチ保存に際して、その観察時に撮像した試料の関連情報を、共通識別情報として記録しておくことができる。共通識別情報として、好ましくはファイル名の一部を指定する。また個別識別情報として、例えば観察像を撮像した観察手段の種別や観察像の種類、例えば電子顕微鏡画像か光学画像か、等の情報を記録することもできる。これによってユーザは、ファイル名から、どの画像ファイル同士が関連しており、またどの画像ファイルが電子顕微鏡画像で、どの画像ファイルが光学画像かを、容易に判別できるようになる。

【０４４０】

以下、このようなマルチ保存機能を、図１２９～図１３２に基づいて説明する。これらの図において、図１２９はマルチ保存機能を備える拡大観察装置のハードウエア構成を示

すブロック図、図１３０は複数の異なる観察手段で撮像した観察像を表示手段２上に表示した状態を示すイメージ図、図１３１は、ファイル保存手段により画像データファイルを保存する際のユーザインターフェース画面のイメージ図を、それぞれ示している。この拡大観察装置は、図１２９に示すように、異なる観察手段として、電子線撮像手段１１と、光学系撮像手段１２と、これら観察手段で撮像され表示手段２上に表示された観察像を、画像データファイルとして各々保存するためのファイル保存手段１９０と、画像データファイルを保存するための画像データ記録領域として記憶手段１３１Ｇと、ファイル保存手段１９０で記憶手段１３１Ｇに一旦保存された複数の画像データファイル中から、所望の画像データファイルを選択して、表示手段２上で表示させるためのファイル表示選択手段１９７と、表示手段２とを備えている。ここで、図１３０に示すように光学系撮像手段１２で撮像した光学画像と、電子線撮像手段１１で撮像した電子顕微鏡画像と、これらを合成した合成画像を、表示手段２の第二表示領域、第一表示領域、第三表示領域１０８にそれぞれ表示した状態で、各観察像を画像データファイルとして保存することを考える。各観察像の保存は、個別に行う他、一括して行うことができる。このようなマルチ保存を行うには、例えば図１１７～図１２７に示す画面上から、「マルチ保存」ボタン２７９ｄを押下すると、ファイル保存手段１９０が実行され、図１３１のダイヤログボックスが表示される。

（ファイル保存手段１９０）

【０４４１】

ファイル保存手段１９０は、表示手段２上に表示された複数の観察像を、それぞれ画像データファイルとして、記憶手段１３１Ｇに保存する。この際、ファイル保存手段１９０は、これら光学画像と電子顕微鏡画像とに共通する共通識別情報を、各画像データファイルに対して付与する。図１３１のダイヤログボックスは、画像保存場所指定手段１９１と、共通文字列指定手段１９２と、ファイル名例示欄１９３とを備える。ユーザは画像保存場所指定手段１９１から、画像データファイルの保存先を指定する。また共通文字列指定手段１９２からは、共通識別情報として、ファイル名の一部を構成する共通文字列を指定する。さらにファイル名例示欄１９３には、共通文字列指定手段１９２に入力中の共通文字列に従って、各画像データファイルのファイル名がどのように付与されるかを、ユーザに例示する。

（画像保存場所指定手段１９１）

【０４４２】

画像保存場所指定手段１９１は、画像データファイルの保存先を指定するための欄であり、ユーザは直接保存場所を入力し、又は「参照」ボタンを押下して、所望のディレクトリやフォルダを指定する。なお図１３１の例では、画像データファイルの保存場所は、一律に画像保存場所指定手段１９１で指定された場所となり、すべての画像データファイルがこの場所に保存されることとなる。ただ、観察像の種別に応じて、ファイル保存手段１９０が自動で保存先のフォルダを振り分けて保存するよう構成してもよい。例えば、デフォルトで光学画像用、電子顕微鏡画像用、合成画像用の保存先を予め指定しておき、各画像データファイルはこれらの場所にそれぞれ保存するように設定しておく。あるいは、画像保存場所指定手段１９１を観察像の種別毎に複数設け、光学画像用、電子顕微鏡画像用、合成画像用に保存先をそれぞれ指定可能としておき、各画像データファイルをそれぞれユーザが指定した位置に保存する構成としてもよい。

（共通識別情報）

【０４４３】

画像データファイル同士の関連性を示す共通識別情報としては、画像データファイル名が好適に利用できる。図１３１の例では、ファイル保存手段１９０が、ユーザに対し、共通識別情報として、画像データファイル名の一部を構成する共通文字列１９４の入力を図１３１の画面上から促す。ユーザはファイル名として任意の文字列を指定する。例えば、観察対象の試料の名称や観察目的、観察の日時等をファイル名として共通文字列指定手段１９２から指定する。またこの共通識別情報は、後述するファイル表示選択手段１９７に

よってマルチ再生時に利用され、関連する画像データファイルを纏めて表示できるという利点も得られる。

（共通文字列１９４）

【０４４４】

共通識別情報を示す共通文字列１９４には、任意の文字列が指定できる。好ましくは、ユーザが後で内容を判別しやすいようなファイル名を用いるのが好ましく、例えば「２０１０年１月１日の試料Ａ」、「処理後の回路ｘ」、「sample１」等とできる。また文字列には、数字や英文字、記号、例えば括弧やピリオド、スペース、空欄等を含めてもよい。あるいは、共通文字列指定手段を空欄のままとすることも可能である。なお本明細書中において文字列とは、１文字や空白（入力なし）を含む。

【０４４５】

ユーザが共通文字列指定手段１９２から共通文字列１９４を指定し、ＯＫボタンを押下すると、自動的に各観察像に対するファイル名が付与されて、画像データファイルが保存される。このためユーザは、複数の観察像を個別に保存するために、共通のファイル名を指定するだけで足りる。例えば光学画像と電子顕微鏡画像とこれらの合成画像の３枚を保存するために、各々の画像を選択した上で、各画像の保存先とファイル名とをそれぞれ指定する作業を、３回繰り返すことなく、一の動作ですべての画像データファイルを保存でき、煩雑な作業を簡素化できる利点が得られる。ここで、ファイル保存手段１９０がファイル名を自動付与する際のルールは、ユーザが指定した共通文字列１９４に対して、予め指定された個別文字列１９６を付加することで行われる。

（個別文字列１９６）

【０４４６】

個別文字列１９６は、観察像を取得した観察手段の種別や、観察像の種類を示す。例えば、画像データファイルが光学画像の場合は、光学系撮像手段１２で取得されたものである、あるいは光学画像であることを個別文字列１９６で示す。同様に画像データファイルが電子顕微鏡画像の場合は、電子線撮像手段１１で取得されたものである、あるいは電子顕微鏡画像であることを個別文字列１９６で示す。図１３１の例では、光学画像にＡ、電子顕微鏡画像にＢ、合成画像にＣの文字を個別文字列１９６として付加している。付加する文字列の長さは、共通とすることが望ましい。これによって、同時に生成される各ファイルのファイル名長さが一致し、視認性が良くなる。

【０４４７】

また個別文字列１９６は、共通文字列１９４に続いて付加することが好ましい。これによって、ファイル名の先頭には共通文字列１９４が位置するため、ファイル選択画面においてファイル名でソートすることにより、関連する画像データファイルが並ぶこととなって、ユーザがファイル選択する際の視認性が改善される。

（区切り文字列１９５）

【０４４８】

また、共通文字列１９４と個別文字列１９６との間に、区切り文字列１９５を介在させることもできる。このような区切りを配置することで、ユーザは共通文字列１９４と個別文字列１９６を判読し易くなる。このような区切り文字列１９５には、アンダーバーやハイフン、スペース、スラッシュ、バックスラッシュ、イコール、縦棒、ピリオド、コンマ、セミコロン、アンパサンド、パウンド（井桁）、ティルダ、括弧等が利用できる。もちろん、使用するコンピュータやＯＳ、プログラム等の使用環境に応じて、適切な文字列を選択することはいうまでもない。例えばＯＳによってはコンマやスラッシュ等がファイル名に使用できないことがあり、このような文字以外、又は使用制限のない全角文字を使用する。

【０４４９】

このような区切り文字列１９５を付加することで、ファイル名の構成は共通文字列１９４に続いて、区切り文字列１９５を介して、観察手段や画像の種別といった個別識別情報の内容が続くため、ユーザは個別識別情報の内容を把握し易くなるという利点が得られる

。

【０４５０】

なお、区切り文字列１９５と個別文字列１９６とは、いずれもファイル保存手段１９０で自動付与される関係上、これらの文字列を特に区別することなく、例えば個別文字列の一として区切り文字列を含めると捉えることもできる。すなわち、個別文字列の文頭に、このような区切り文字列に相当する文字列を付加することでも、同様の効果を得られることはいうまでもない。

【０４５１】

また区切り文字列１９５は、一文字以上としてもよい。さらに個別文字列１９６や区切り文字列１９５は、予め所定の文字列を拡大観察装置側で規定しておく他、ユーザが所望の文字列を個別文字列として指定、変更するよう構成してもよい。

（ファイル名例示欄１９３）

【０４５２】

さらに共通文字列指定手段１９２には、ファイル名が付与される規則を例示するファイル名例示欄１９３を設けている。この例では、光学画像には、共通文字列１９４に続けて「_A.jpg」の文字列が付加され、また電子顕微鏡画像には、共通文字列１９４に続けて「_B.jpg」の文字列が付加され、さらにこれらの合成画像には、共通文字列１９４に続けて「_C.jpg」の文字列が付加されるよう設定されており、そのような例示がファイル名例示欄１９３に示されている。これによりユーザは、ファイル名例示欄１９３に例示された規則に従ってファイル名が自動的に付与されることを視覚的に確認できる。

（記憶手段１３１Ｇ）

【０４５３】

ファイル保存手段１９０により画像データファイルを保存するための記憶手段１３１Ｇには、ハードディスクや半導体メモリ等の記憶素子が利用できる。なお、記憶手段１３１Ｇは、上述した電子顕微鏡画像を記憶する第一記憶手段１３１、及び光学画像を記憶する第二記憶手段１３２を含めてもよい。また、このような電子顕微鏡画像と光学画像を保存する記憶手段又は記憶領域を区別することなく、共通の記憶手段等に、これら電子顕微鏡画像と光学画像、さらにはこれらの合成画像を、纏めて記憶することも可能であることはいうまでもない。

【０４５４】

なお保存される画像データファイルのファイル形式としては、規格化された既存のファイル形式や、専用のフォーマットが利用できる。特に規格化されたファイル形式であれば、汎用の画像閲覧ソフトでも読み込みできるため、汎用性が高く好ましいといえる。例えば、ｊｐｅｇやｔｉｆｆ、ｐｎｇ、ｂｍｐ、ｇｉｆ、ｊｐｅｇ２０００、ｆｐｘ、ｐｉｃｔ、ｈｄｐ（ｗｄｐ）等が利用できる。また、ＰＤＦやＰＳＤ等、特定のアプリケーションファイル形式としてもよい。

【０４５５】

このようにして、表示手段２上で表示中の観察像について、各観察像の画像データファイル名がファイル保存手段１９０によって自動で付与される。なお上記の例では、各画像データファイルは個別のファイルとして保存しているが、複数画像を統合した画像データファイルとして保存することもできる。例えば、ファイル保存手段１９０が個別の画像データファイルを保存するのと同時に、複数の画像ファイルを一ファイルに纏めたマルチｔｉｆｆファイルやＰＤＦファイルを生成する。あるいは、図１３０に示す３つの画像を一画面に表示した、表示例そのままで、すなわち一枚の画像中に光学画像と電子顕微鏡画像と合成画像とが表示された画像ファイルを、併せて保存することもできる。

【０４５６】

また上記の例では、共通識別情報は各画像データファイルに付与しているが、いずれかの画像データファイルにのみ共通識別情報を付与してもよい。例えば光学画像にのみ共通識別情報を付与し、電子顕微鏡画像には共通識別情報を付与しない。この場合は、ファイル表示選択手段で光学画像を選択すると、この光学画像に対応する電子顕微鏡画像及び合

成画像を作成している場合は、光学画像と共に合成画像も表示されるが、一方で電子顕微鏡画像を選択した場合は、このような画像データファイルの同時読み込みはなされない。あるいは、合成画像にのみ共通識別情報を付与しておけば、この合成画像を選択すると、合成画像の元となった光学画像と電子顕微鏡画像が併せて表示される。

【０４５７】

さらに、合成画像の保存は必須でない。すなわち、合成画像を生成していない場合にマルチ保存機能を実行すると、光学画像と電子顕微鏡画像のみが保存されることとなる。

【０４５８】

さらに一方で、画像データファイルを自動的に保存する機能を備えることもできる。例えば撮像時や保存時の日付や時間を共通識別情報として自動的に取得して、これに上述した個別識別情報を付加してファイル名を指定し、画像データファイルを保存することもできる。また、このような自動的な画像保存を一時的なものとして、例えば作業領域等に仮に保存しておき、ユーザがファイル名を指定して保存作業を行った際には、一時保存された画像データファイルを削除するように構成することもできる。

（マルチ再生機能）

【０４５９】

以上のようにしてマルチ保存された画像データファイルを再生表示させる際に、共通識別情報によって関連付けされた画像データファイルも併せて再生表示させる機能を付加することもできる。このようなマルチ再生機能について、図１３２に示すファイル表示選択手段１９７で画像データファイルを選択する際のユーザインターフェース画面のイメージ図に基づいて説明する。

（ファイル表示選択手段１９７）

【０４６０】

ファイル表示選択手段１９７は、ファイル保存手段１９０で保存された複数の画像データファイル中から、表示手段２上で表示させたい所望の画像データファイルを選択するための手段である。図１３２に示すダイヤログボックスでは、画像データファイルの場所とファイル名を指定するファイル選択欄１９８と、ファイル選択欄１９８で選択された画像データファイルの内容を表示させるファイルプレビュー欄１９９を備えている。ファイル選択欄１９８は、ファイル保存手段１９０で保存された画像データファイルの保存場所を指定する。このファイル選択欄１９８で、画像データファイルのいずれかをクリックすると、選択された画像データファイルの内容がファイルプレビュー欄１９９で一時的に表示される。この際、ファイル表示選択手段１９７は、マルチ保存された関連する画像データファイルが存在するかどうかを自動的に判定し、存在する場合はこれらの関連画像データファイルも抽出して、自動的にファイルプレビュー欄１９９に表示させる。ユーザは、ファイルプレビュー欄１９９で所望の観察像かどうかを確認して、決定後、ＯＫボタンを押下すると、該当する画像データファイルがすべて読み込まれて、図１３０と同様に、表示手段２上に表示される。

【０４６１】

またファイル表示選択手段１９７は、個別識別情報に基づいて、ファイル選択欄１９８において画像データファイルのアイコン表示を変更してもよい。例えば光学画像については光学系撮像手段のイメージ、電子顕微鏡画像については電子線撮像手段のイメージを、画像データファイルのアイコンとしてそれぞれ表示することで、ユーザは画像データファイルを開くことなく、観察像の種別を視覚的に判別できるようになる。あるいは、アイコン表示に代えて、画像データファイルの内容自体を縮小表示させることもできる。

【０４６２】

このように、異なる種類の観察像を表示手段２上に表示させた状態で、ユーザがマルチ保存を指示することで、ユーザが共通文字列１９４を指定できる。さらに、区切り文字列１９５を介して個別文字列１９６として、ファイル名末尾に規則性のある接尾辞を付与することで、ファイル名を自動生成して、各観察像を一度に保存できる。これにより１回の操作で関連性のある複数の画像データファイルを保存することができる。

【０４６３】
また、保存された画像データファイルを再生表示する際には、いずれかの画像データファイルに対して、ファイルを開く操作を行うと、接尾辞のみ異なる画像データファイルを関連性のあるファイルと認識して、自動的に同時再生表示を行う。これにより、関連性のあるファイルに対して、保存時における個別保存の手間と、再生時における関連する複数のファイルを探し出す手間とを省力化でき、ユーザの負担を軽減することができる。特にこの例では、ファイル名を手掛かりとして、保存時には複数の画像データファイルのファイル名を自動付与し、さらに再生時には、このファイル名を含む画像データファイルを自動で抽出して読み込むという、極めてシンプルな構成でありながら、ユーザが繰り返しファイルを保存したり、読み込みファイルを指定するという煩わしい作業を大幅に簡素化でき、しかもどのファイルが関連しているかという対応関係についても、ユーザはファイル選択画面中から、共通のファイル名を有するファイル同士を目視により容易に判別できる。さらに、ファイル名を利用した簡単な構成であることから、ファイルの関連付けを行うためのタグやリンク情報の埋め込みといった特殊な作業も不要であり、かつそのような特殊な情報を読み込むための専用のプログラムも不要で、汎用性も極めて高く、その利便性は極めて大きい。

（計測機能）

【０４６４】
さらに拡大観察装置は、表示手段２上に表示される画像上で、指定した２点間の距離や指定した領域内の面積等を計測可能な計測機能を備えている。計測機能においては、電子顕微鏡画像、光学画像、あるいは合成画像のいずれかを表示手段２上に表示させて、マウス等のポインティングデバイスで画像上の任意の点を指示して、計測を実行させる。点の指定は、ユーザが指定した位置をそのまま計測点として利用する他、指定位置に近接するエッジ情報を画像中から検出して、そのエッジ位置を計測点とする、スナップ機能が好適に利用できる。

【０４６５】
計測機能で利用する画像には任意のものが利用できるが、電子顕微鏡画像又は合成画像を用いることが好ましい。光学画像は色情報と輝度情報を各画素ごとに有しているが、その色情報、輝度情報の境界線は不明瞭となる傾向がある。特に高倍率での計測は、光学画像では分解能が不足する傾向にあり、計測対象である試料の輪郭やエッジがぼやけてしまい、特にスナップ機能を利用する場合は、計測時に正しい計測点の指定が困難になるためである。一方、電子顕微鏡画像は、輝度情報を各画素毎に有しているが、色情報は有していない。反面、輝度情報の境界線は明瞭であり、高倍率でも構造物のエッジが比較的、明瞭に観察できる。しかしながら、色情報を持った自然な見え方ではなく、試料の電子発生効率に依存した白黒のコントラスト画像であるため、求める計測対象物を直感的に認識し難いという問題がある。そこで、高精細でかつ色情報も有する合成画像が最も利用し易い。

【０４６６】
合成画像は例えば、光学画像の色情報と、電子顕微鏡画像の輝度情報を合成する。しかしながら、合成前の２枚の元画像は、各々が独自の座標系を有しているため、図７８に示すような基準位置や基準長が、厳密に一致しない。これらを何らかの方法で補正をしても、その誤差を完全に無くすことはできない。このため、２枚の元画像は正確に同一の倍率、観察位置とならず、倍率、観察位置共に多少の誤差を含んでいる。このような合成画像を用いて計測を行うと、座標位置や倍率の誤差によって、計測の精度が低下するという問題があった。例えば２点間の距離を測定する場合、各位置の指定に際して誤差が生じるため、２点を指定する測定では誤差が累積されることになる。

【０４６７】
これに対して本実施の形態では、合成画像から計測を行うに際して、元画像である電子顕微鏡画像の位置情報を利用して計測を行う。すなわち、元画像である光学画像の位置情報や、画像合成の際に生じる倍率、観察位置の誤差の累積といった合成に起因する誤差を

排除して、計測対象物の境界線を正確に指定することが可能となる。

【０４６８】

図１３３に、このような合成画像における計測機能を備えた拡大観察装置のブロック図を示す。この図に示す拡大観察装置は、電子顕微鏡画像を取得するための電子線撮像手段１１と、光学画像を取得するための光学系撮像手段１２と、操作手段１０５Ｃと、コントローラ１と、表示手段２とを備える。

【０４６９】

操作手段１０５Ｃは、電子顕微鏡画像の表示倍率を設定するための電子顕微鏡倍率調整手段６８、光学画像の表示倍率を設定するための光学倍率調整手段９５、表示手段２上に表示される合成画像に対して表示手段２の画面上にて計測点を指定する計測点指定手段１３０として機能する。

【０４７０】

またコントローラ１は、電子顕微鏡画像を保持する第一記憶手段１３１、光学画像を保持する第二記憶手段１３２、合成画像に関する位置情報を記憶する第三記憶手段１３３、画像表示を切り替える表示切替手段３６、合成画像を生成する画像合成手段１１６、倍率換算手段１１１、モード選択手段１１０、倍率判定手段１１９、誘導手段１２０、計測手段１３４を備える。表示切替手段３６は、表示手段２における画像表示を光学系撮像手段１２による表示から電子線撮像手段１１による表示に切り替える。このようなコントローラ１は、コンピュータやＣＰＵ、ＬＳＩ等で構成できる。ただ、各機能を個別の部材で実現するように構成してもよい。例えば、観察条件設定手段や光学倍率読取手段を操作手段と別に設けることができる。さらに表示手段２が、換算倍率表示手段１２３、倍率範囲表示手段１２６、予定倍率表示手段１２４、判定告知手段１２５、状態表示手段１２１として機能することは上述の通りである。

【０４７１】

操作手段１０５Ｃは、電子線撮像手段１１の像観察条件を設定するための観察条件設定手段として機能する。ユーザは観察条件設定手段を操作して、電子線撮像手段１１で電子顕微鏡画像を撮像する際の像観察条件を設定する。像観察条件には、電子顕微鏡の場合は加速電圧やスポットサイズ（入射電子線束の直径）、検出器の種類、真空度等が挙げられ、使用する電子線撮像手段１１に応じた条件を観察条件設定手段で設定する。観察条件設定手段で設定された像観察条件は、コントローラ１を介して電子線撮像手段１１に送出される。同様に光学系撮像手段１２の撮像条件も設定される。コントローラ１は、電子線撮像手段１１から電子顕微鏡画像を、光学系撮像手段１２から光学画像を取得し、各々第一記憶手段１３１、第二記憶手段１３２に保持する。モード選択手段１１０で合成モードが選択されると、画像合成手段１１６は、これら第一記憶手段１３１及び第二記憶手段１３２に記憶された情報に基づき、電子顕微鏡画像の位置情報と、光学画像の色情報とを合成して合成画像を生成し、表示手段２に表示する。さらに合成画像の位置情報、又は該合成画像の位置情報と、合成前の電子顕微鏡画像の位置情報との対応関係を示す対応情報を、第三記憶手段１３３に保持する。

【０４７２】

この状態で、合成画像に基づく計測を行うには、まずユーザは計測点指定手段１３０を操作して、表示手段２上に表示される合成画像に対して、画面上にて計測点を指定する。その上で、計測手段１３４は指定された計測を行う。例えば２点間の距離や高度差、傾斜角度、あるいは指定された閉領域の面積演算等である。ここで計測に際しては、合成画像の元となった電子顕微鏡画像の位置情報を利用する。このため、第一記憶手段１３１には、予め電子顕微鏡画像を保持する際に、電子顕微鏡画像の位置情報を記憶しておく。位置情報は、観察対象の試料の構造を示す情報であり、座標位置や形状の輪郭等である。この情報を利用することで、画像上で指定された計測点に対応する正確な位置を取得できる。

【０４７３】

合成画像の形状が元の電子顕微鏡画像と正確に一致する場合は、合成画像上の位置情報をそのまま計測に利用できる。一方、合成画像の形状が元の電子顕微鏡画像と正確に一致

しない場合は、合成画像上の座標位置に対応する電子顕微鏡画像上の座標位置を、第三記憶手段１３３を参照して取得した上で、該電子顕微鏡画像座標を用いた計測を行う。これにより、光学画像との画像合成によって形状や座標位置にずれが生じた場合でも、より正確な座標位置情報を有する電子顕微鏡画像上での座標位置に変換することで、高精度な計測を行うことが可能となる。

（操作手段１０５Ｃ）

【０４７４】

また、光学系撮像手段１２と電子線撮像手段１１の両方を共通の操作手段１０５Ｃで制御し、かつ両方の観察手段で得た画像の計測時に必要な情報、例えば倍率、観察手段の光軸と試料の位置関係等の情報を、制御手段で一括処理することで、カラー合成画像の計測作業は格段に利便性を向上できる。共通の操作手段１０５Ｃは、例えば外付けのコントローラ１を共通化して一のコントローラ１で光学系撮像手段１２と電子線撮像手段１１を切り替えて操作可能とする。また、コンピュータにインストールした拡大観察装置の操作プログラムで、光学系撮像手段１２と電子線撮像手段１１を切り替えて操作可能とする構成も好ましい。加えて、上述の通り観察手段の切り替えを回動式とすることで、試料の同一位置を観察できるよう両方の観察手段を容易に切り替え、移動可能としたことで、カラー合成画像の合成作業を一層簡単に行える利点も得られる。

【０４７５】

また図２６や図１３４の構成においては、同一の視野を同一の方向（傾斜角度）から観察するために、胴部２４を回転する。なお、一方の観察手段が元あった位置に、他方の観察手段が位置していることを認識する手段としては、胴部２４にさらに回転エンコーダ等の回動位置検出手段２６４を設置して、回転角度を電気的に知る方法、又は胴部２４と固定側に、それぞれ目盛と目印を付けておき、目視で回転角度を知る方法等が利用できる。

【０４７６】

なお、以上の例では図２６や図１３４に示すような回動式の移動機構を備える試料室の形態について説明したが、本発明は上記構成に限られず、一の試料室に複数の観察手段を備える様々な構成が利用できる。光学系撮像手段１２と電子線撮像手段１１を有する試料室２１構成の変形例を図１３５～図１３８に示す。各例において、光学系撮像手段１２及び電子線撮像手段１１は、それぞれが同一の試料ＳＡを撮像できるように配置される。

【０４７７】

図１３５の例では、観察手段１０の切り替えを旋回式のリボルバで行っている。また図１３６の例では、観察手段１０を平行移動によって切り替えている。また上記は試料台３３を固定して観察手段１０側を移動させる構成であるが、これに限らず観察手段１０側を移動させる構成としてもよい。例えば図１３７では、試料台３３を平行移動させる構成、図１３８では試料台３３を傾斜させる構成を、それぞれ示している。さらに図１３９の例では、ハーフミラーによって観察手段１０の光軸を選択する構成としている。このように、本実施の形態は、複数の観察手段１０を備える様々な形態において適宜利用できる。

【０４７８】

図１３９の例では光学系撮像手段１２及び電子線撮像手段１１の光軸をそれぞれ同軸に配置しており、図１３７は平行に、図１３８はＶ字状にそれぞれ配置している。特に図１３９の構成では、光学系撮像手段１２の光軸と電子線撮像手段１１の光軸が一致するように配置されているため、同一視野の画像を取得することができ、好ましい。またこの構成では、光学系撮像手段１２の画像信号と電子線撮像手段１１の画像信号を切り替える際に試料台３３を移動させる必要がないため、速やかに切り替えを行うことができる。またリアルタイムでの観察や動画像の観察も実現できる。また光学系撮像手段１２は、試料室２１内に設置することで、試料室２１内の減圧若しくは真空状態が維持されるので、表示切替手段３６等により撮像系を切り替える際の減圧工程を不要にでき、スムーズな切り替えが実現できる。このような撮像系のスムーズな切り替えは、シームレスな表示切り替えが実現され、極めて使い勝手のよい電子顕微鏡とできる。ただ、図１３９の構成では、光学系撮像手段１２と電子線撮像手段１１のそれぞれの光軸を同軸にするために、電子線撮像

手段１１の光軸上に光学系撮像手段１２の光軸を折り返すためのミラー等を配置する必要があり、構成が複雑になり高価になるという問題がある。また、同軸構成にすることによる装置の複雑化によって、光学系撮像手段１２、電子線撮像手段１１の光学設計の自由度が少なくなり、画像性能に影響を及ぼす可能性もある。

【０４７９】

これに対して、図１３６～図１３８の構成では、このようなミラーが不要であり比較的安価に実現できる。ただ、図１３７の構成では、切り替え時に試料台３３を平行移動させる、光学系撮像手段１２を設置する等の必要があり、手間がかかる上位置合わせ等の調整が必要でリアルタイムでの観察が阻害される。さらに光学系撮像手段１２が大気中に設置されている場合は、電子線撮像手段１１が配置された試料室２１を真空に減圧する必要があるため、このための時間と手間がかかる。一方、図１３８の構成では、一方の光軸が傾斜しているため、同一の視野を得るためには試料台３３を水平面から傾斜させる必要がある。この場合も、位置合わせ等の調整が必要でリアルタイムでの観察ができない。このように、図１３７、図１３８いずれの構成でもリアルタイムでの光学系撮像手段１２と電子線撮像手段１１との切り替えが困難となる。これを解消するには、予め光学系撮像手段１２で光学画像をデータとして取得した上で、試料ＳＡを電子線撮像手段１１で観察可能な位置に移動させ、電子顕微鏡画像を表示可能な状態としておくことが考えられる。この状態で表示手段２に光学画像を表示させて視野探し等を行うと、表示切替手段３６で速やかに電子線撮像手段１１に切り替えできるので、ハードウエア構成を変更することなくリアルタイムに光学画像から電子顕微鏡画像への切り替えが実現できる。このため、該構成においては光学系撮像手段１２で取得された光学画像を保持するためのメモリ部を利用する。メモリ部はＲＡＭ等の半導体メモリが利用できる。

（１コントローラに２ヘッドを装着する構成例）

【０４８０】

さらにまた、上記の例では同一の試料室２１や試料台３３に複数の観察手段を設ける例を説明したが、異なる試料を観察する拡大観察装置に対しても本実施の形態を適用できる。例えば図１４０の例では、それぞれ別個に構成された光学顕微鏡１２Ｂと電子顕微鏡１１Ｂに対し、これらを制御するコントローラ１Ｂを共通としている。これにより、コントローラ１Ｂ側で、表示手段２に表示される光学画像、電子顕微鏡画像の倍率表示を、統一的な倍率に換算して表示したり、一方の画像の倍率を換算倍率に直して他方の観察手段に設定したり、あるいは換算倍率に設定できない場合は、設定可能な倍率の内で換算倍率に最も近い倍率に設定するといったことが可能となる。この場合は、電子顕微鏡１１Ｂの試料台３３Ｄに載置される試料ＳＡ４と、光学顕微鏡１２Ｂの試料台３３Ｅに載置される試料ＳＡ５という、異なる試料を観察することになる。また以上の例では観察手段として光学系撮像手段と電子線撮像手段の２つを用いたが、３以上の観察手段を切り替え自在に設けることも可能であることはいうまでもない。

【産業上の利用可能性】

【０４８１】

本発明の拡大観察装置及び拡大観察方法、拡大観察用プログラム並びにコンピュータで読み取り可能な記録媒体は、例えば荷電粒子である電子線あるいはイオンビーム等を利用し、半導体素子の特性評価、計測工程において利用される電子線外観検査装置、電子線測長装置、粒子ビーム検査装置等において、撮像された観察像の拡大／縮小表示を行う機能に好適に適用できる。また電子線撮像手段のレンズとして、ＳＥＭの他、ＴＥＭや走査型トンネル顕微鏡（ＳＴＭ）や原子間力顕微鏡（ＡＦＭ）等の走査型プローブ顕微鏡（ＳＰＭ）、レーザー顕微鏡やＸ線顕微鏡にも利用可能である。

【符号の説明】

【０４８２】

１０００…拡大観察システム
１００…拡大観察装置
１、１Ｂ…コントローラ

２…表示手段
１０、１０Ｘ…観察手段
１１…電子線撮像手段
１２…光学系撮像手段
１１Ｂ…電子顕微鏡
１２Ｂ…光学顕微鏡
１３…試料室内観察手段
１４…チャンバユニット
１５…減圧ユニット
１６…減圧ユニット操作パネル
１７…表示灯
２１、２１Ｂ、２１Ｃ、２１Ｆ…試料室
２２…ベース部
２３、２３Ｇ…固定板
２４、２４Ｄ、２４Ｅ、２４Ｆ、２４Ｇ、２４Ｙ…胴部
２４ｘ…真空チャンバ
２５…吸引口
２６…脚部
２７、２７Ｂ、２７Ｃ、２７Ｅ、２７Ｇ…蓋部
２８…閉塞板
２８ｘ、２８ｙ…蓋
２９…蓋開閉アーム
３０…回動手段
３１…クロスローラベアリング
３２、３２ｘ…Ｏリング
３３、３３Ｃ、３３Ｄ、３３Ｅ、３３Ｘ、３３Ｙ、３３ｙ…試料台
３４…試料台駆動手段
３５、３５Ｂ…取っ手
３５ｂ…ハンドル部
３６…表示切替手段
３７…顕微鏡焦点調整手段
３８…光学焦点調整手段
３９…マウント
４０…電子顕微鏡制御部
４０Ａ…静電レンズ制御部
４０Ｂ…電磁レンズ制御部
４１…第一の位置
４２…第二の位置
４３、４３Ａ、４３Ｂ…電子銃高圧電源
４３ａ…フィラメント電源
４３ｂ…バイアス電源
４３ｃ…加速電圧電源
４３ｄ…エミッション電流計
４４、４４Ａ、４４Ｂ、４４Ｃ、４４Ｄ…フィラメント
４５、４５Ａ、４５Ｂ、４５Ｃ、４５Ｄ…ウェーネルト
４６、４６Ａ、４６Ｂ、４６Ｃ、４６Ｄ…アノード
４７、４７Ａ、４７Ｂ…電子銃
４９…ガンアライナ
４９Ｃ１…上段アライナ電極；４９Ｃ２…下段アライナ電極
４９Ｄ…アライナコイル

５０…光軸調整器
５１…集束レンズ制御部
５１Ａ、５１Ｂ…第一レンズ制御部
５２…集束レンズ
５２Ａ、５２Ｂ、５２Ｃ、５２Ｄ…第一コンデンサレンズ
５２ｃ、５２ｄ…第一コンデンサ絞り
５３、５３Ｃ、５３Ｄ…対物絞り
５４…非点収差補正器制御部
５４Ａ、５４Ｂ…第二レンズ制御部
５５…電子線偏向走査手段制御部
５５Ａ…走査電極制御部
５５Ｂ…走査コイル制御部
５６、５６Ａ、５６Ｂ…対物レンズ制御部
５７…非点収差補正器
５７Ａ、５７Ｂ、５７Ｃ、５７Ｄ…第二コンデンサレンズ
５７ｃ、５７ｄ…第二コンデンサ絞り
５８…電子線偏向走査手段
５８Ａ…走査電極
５８Ｂ…走査コイル
５８Ｃ１、５８Ｄ１…第一偏向部
５８Ｃ２、５８Ｄ２…第二偏向部
５９、５９Ａ、５９Ｂ、５９Ｃ、５９Ｄ…対物レンズ
６０…中央演算処理部
６１、６１Ａ、６１Ｂ…二次電子検出器
６２…反射電子検出器
６３…二次電子検出増幅部
６４…反射電子検出増幅部
６５…Ａ／Ｄ変換器
６６…Ａ／Ｄ変換器
６７…画像データ生成部
６８…電子顕微鏡倍率調整手段
６９…プリンタ
７０…排気系ポンプ
７２…排気制御部
７４…水平面移動機構
７４Ｘ、７４Ｘ２…Ｘ軸操作摘み；７４Ｙ、７４Ｙ２…Ｙ軸操作摘み；７４Ｒ、７４Ｒ２…Ｒ軸操作摘み
７５…ＸＹ移動機構
７６…Ｒ軸回転機構
８０…高さ調整機構
８０Ｚ、８０Ｚ２…Ｚ軸操作摘み
９１…ＣＣＤ制御回路
９２…光学撮像素子
９３…光学ズームレンズ
９４…対物レンズ
９５…光学倍率調整手段
９６…照明部
９７…光源ポート
９８…光学レンズ群
９９…画素ずらし手段

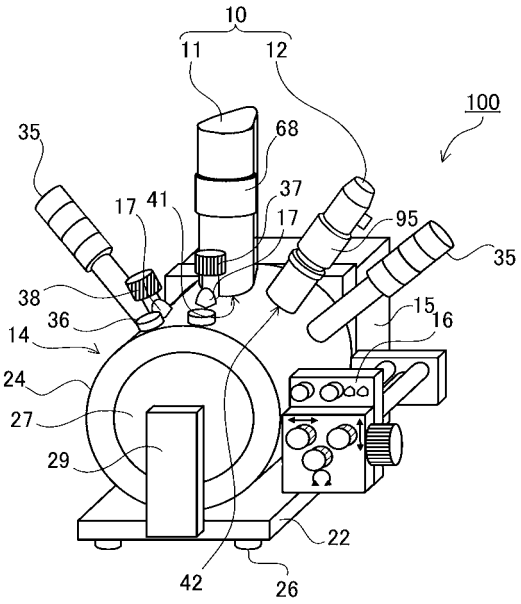
１０１…情報処理手段
１０２…ディスプレイ部
１０３…メモリ
１０４…インターフェイス
１０５、１０５Ｂ、１０５Ｃ…操作手段
１０６…光ファイバ
１０７…光源
１０８…第三表示領域
１１０…モード選択手段
１１１…倍率換算手段
１１２…光学倍率読取手段
１１３…ズームリング
１１４…突出電極
１１５…倍率出力電極
１１６…画像合成手段
１１６Ｂ…カラー画像合成手段
１１７…電子顕微鏡画像表示領域
１１８…光学画像表示領域
１１９…倍率判定手段
１２０…誘導手段
１２１…状態表示手段
１２２…非選択表示手段
１２３…換算倍率表示手段
１２４…予定倍率表示手段
１２５…判定告知手段
１２６…倍率範囲表示手段
１３０…計測点指定手段
１３１Ｇ…記憶手段
１３１…第一記憶手段
１３２…第二記憶手段
１３３…第三記憶手段
１３４…計測手段
１３５…引張バネ
１３６、１３６ｘ…挿入溝
１３７…テーパ壁面
１３８…ヒンジ部
１３８ｘ…ヒンジ部
１３９ｘ…ハンドル
１４０…保持機構
１４２…蓋回転軸
１４３…軸受凹部
１４４…傾斜面
１４５…ストッパ
１４６…コイルスプリング
１４７…テーパ面
１８０…対応点指定手段
１８０Ｂ…対応点指定ボタン群
１８１…補正パラメータ算出手段
１８２…Ａｄｄボタン；１８２Ｂ…「追加」ボタン
１８３…Ｒｅｍｏｖｅボタン；１８３Ｂ…「削除」ボタン

１８４…Ｍｏｄｉｆｙボタン；１８４Ｂ…「移動」ボタン
１８５…ズーム手段
１８５Ｂ…「点の追加・移動時に拡大表示する」チェックボックス
１８６…透過度調整手段；１８６Ｂ…透明度スライダ
１８７…倍率制御モード切替手段
１８８…パラメータ値セット設定手段
１８９…パラメータ値セット記憶手段
１９０…ファイル保存手段
１９１…画像保存場所指定手段
１９２…共通文字列指定手段
１９３…ファイル名例示欄
１９４…共通文字列
１９５…区切り文字列
１９６…個別文字列
１９７…ファイル表示選択手段
１９８…ファイル選択欄
１９９…ファイルプレビュー欄
２０２…試料室内基準画像取得手段
２０４…位置情報取得手段
２０６…仮想イメージ生成手段
２１０…回動ロック手段
２１２…ロック解除表示手段
２１４…回動規制手段
２１６…回動規制値到達告知手段
２１８…仮想リアルタイム画像表示領域
２２０…チルトレバー
２２１…回転リング
２２２…ブレーキパッド
２２３…パッドプレート
２２４…支点
２２５…レバーギヤ
２２６…伝達ギヤ
２２７…ギヤ軸
２２８…反転表示制御手段
２２９…試料室内観察部固定手段
２３０…ロック解除表示メッセージ
２３１…警告メッセージ
２３２…ロック確認メッセージ
２３３…ロック解除メッセージ
２３４…突起
２３５…傾斜ストッパ
２３６…カギ状突起
２３７…切り欠き
２３８…傾斜ストッパ
２３９…ストッパハンドル
２４０…ストッパ凸部
２４１…左ストッパ凸部
２４２…右ストッパ凸部
２４３…ストッパ突起
２４５…限界ストッパ

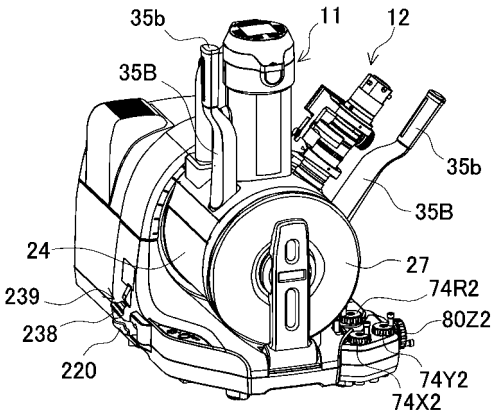
２４６…限界凸部
２４７…限界突起
２５０…比率調整手段；２５０Ｂ…「バランス」スライダ
２５１…概形比率調整手段
２５２…テクスチャ比率調整手段
２５３…テクスチャ強度調整手段；２５３Ｂ…「テクスチャ強度」スライダ
２５４…色強度調整手段；２５４Ｂ…「カラー」スライダ
２５５…色分離手段
２５６…抽出手段
２５７…輝度合成手段
２５８、２５８Ｂ…表示パラメータ調整手段
２６０…表示制御手段
２６１…傾斜角度換算手段
２６２…表示方法選択手段
２６２Ｂ…「表示方法の選択」欄
２６２ａ…「ＯＦＦ」
２６２ｂ…「左右」
２６２ｃ…「上下」
２６２ｄ…「縮小」
２６２ｅ…「２ウィンドウ」
２６４…回動位置検出手段
２６６…静止画記憶手段
２６７…回動位置記憶手段
２６９…「カラー合成」ボタン
２７０…情報表示領域
２７１…光学系撮像手段操作用メニュー
２７２…電子線撮像手段の操作用メニュー
２７３…操作ボタン類
２７４…デュアルビューボタン
２７５…デュアルビュータブ
２７６…視野ずれ補正タブ
２７７…別ウィンドウ
２７８…傾斜角度換算表示欄；２７８ａ…「カラー画像」欄；２７８ｂ…「超深度画像」欄
２７９…設定欄；２７９ａ…「レンズ変更時に静止解除」チェックボックス；２７９ｂ…「表示位置入れ替え」ボタン；２７９ｃ…「静止画像を復元」ボタン；２７９ｄ…「マルチ保存」ボタン；２７９ｅ…「表示画像でカラー合成」ボタン
２８０…ステータス表示欄
２８１…静止ボタン
２８２…撮影ボタン
２８３…印刷ボタン
２８４…「ホールド」ボタン
２８５…「点を指定する」ボタン
２８６…画像表示領域
２９０…合成フロー表示欄
２９２…手順表示欄
２９３…テキスト説明欄
２９４…詳細設定欄
２９５…縮小画像表示欄
２９６…「次へ」ボタン

２９７…「戻る」ボタン
２９８…「終了」ボタン
２９９…倍率角度表示欄
３０１…走査速度設定欄
３０２、３０２Ｂ…「画質の調整」ボタン
３０３、３０３Ｂ…「取り込み」ボタン
３０４…「カラー画像の倍率に超深度画像の倍率を合わせて表示」チェックボックス
３０５…「クイック深度合成」ボタン
３０６…「マニュアル調整」ボタン
３０７…「オート」ボタン
３０８…「リセット」ボタン
３０９…「対応点の指定時に画像を重ねて表示する」チェックボックス
３１１Ｂ…「印刷」ボタン
３１２…「保存」ボタン
３１３…「カラー」ボタン
３１４…「超深度」ボタン
３１５…「デフォルト」ボタン
３１６…「詳細」ボタン
３１７…「観察画面で表示」ボタン
３２０…広域画像取得手段
３２１…広域画像保存手段
３２２…視認倍率画像生成手段
３２３…視野ずれ補正手段
３２４…自動位置合わせ手段
３２５…設定誘導手段
ＰＵ…電源ユニット
ＶＰ…減圧ポンプ
ＣＳ…コンソール
ＨＵ…高加速電圧ユニット
ＳＴ…デジタルマイクロスコープ用のスタンド
ＳＥ１、ＳＥ２…二次電子
ＳＡ、ＳＡ１～６、ＳＡｘ…試料
ＥＢ、ＥＢ１、ＥＢ２…電子線
ＰＨ…写真
ＥＩ、ＥＩ２…電子顕微鏡画像
ＯＩ、ＯＩ２…光学画像
ＧＩ、ＧＩ２、ＧＩ３…カラー合成画像
ＫＧ…試料室内基準画像
ＫＩ…仮想イメージ
ＫＲ…仮想リアルタイム画像
ＳＧ…縮小画像
１～３…第一対応点
１～３…第二対応点
ＳＨ１…第一視野位置補正点
ＳＨ２…第二視野位置補正点

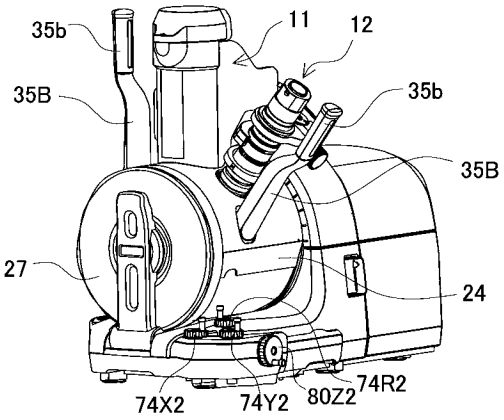
【図２Ａ】



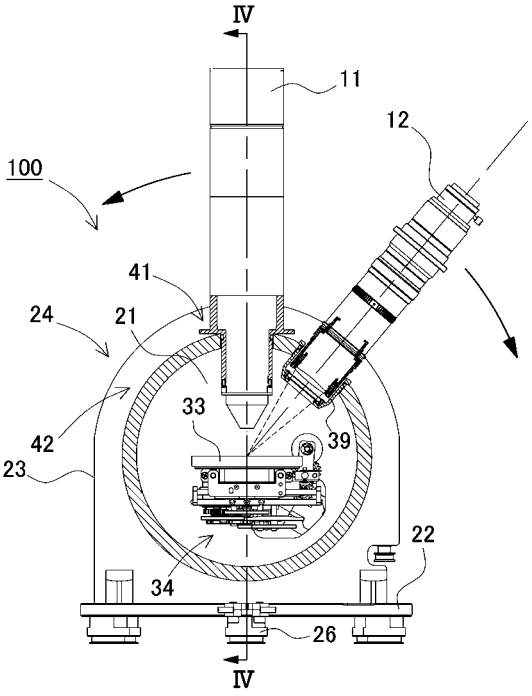
【図２Ｂ】



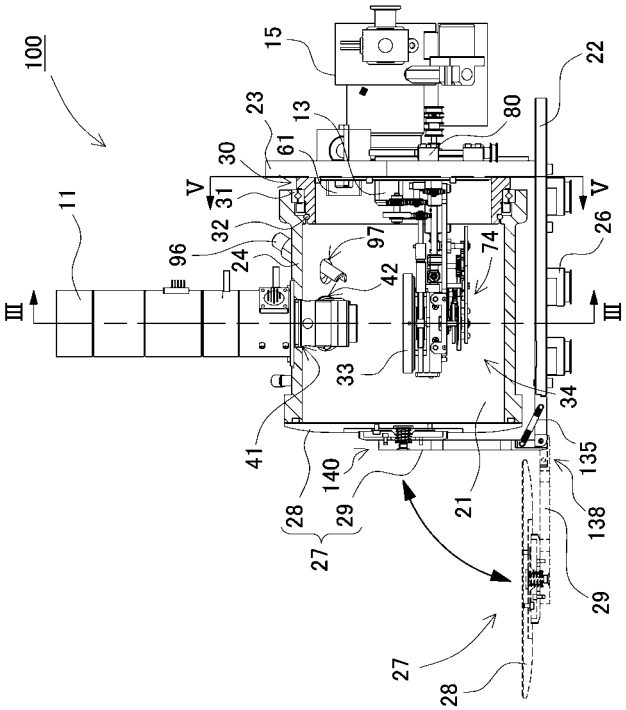
【図２Ｃ】



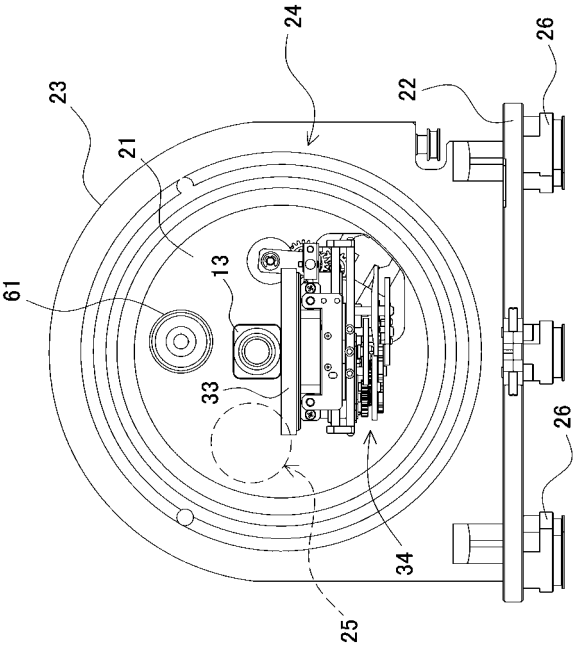
【図３】



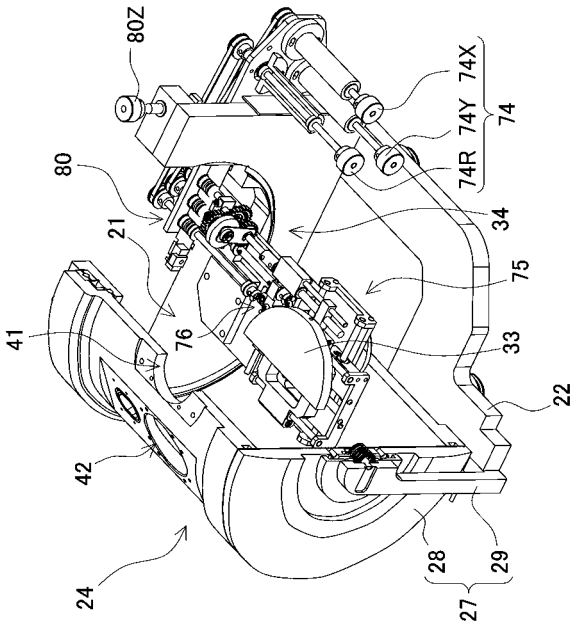
【図４】


100
15
22
23
13
80
61
30
V
31
V
11
32
26
96
97
24
74
42
III
III
33
34
41
135
140
21
138
28
29
27
29
27
28

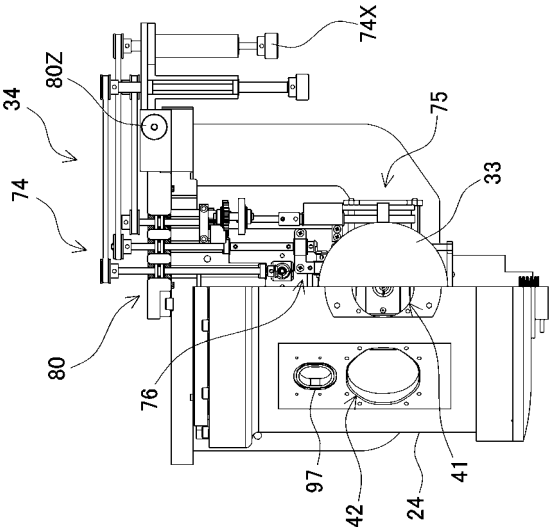
【図５】


24
26
23
22
21
61
13
33
26
34
25

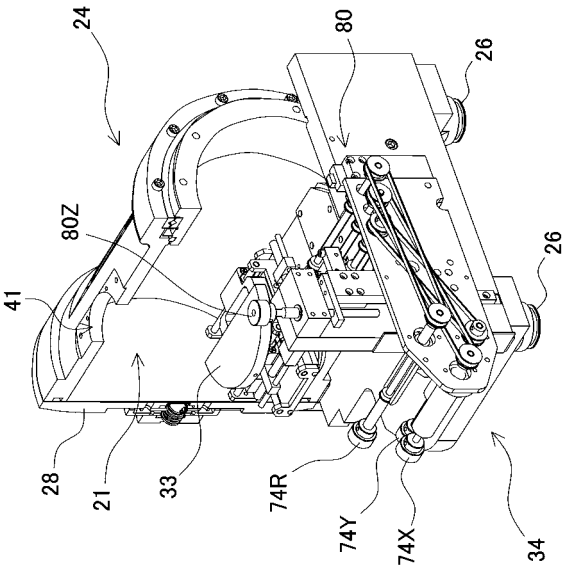
【図６】


80Z
74X
74Y
74R
74
80
34
21
75
41
76
33
22
42
28
29
24
27

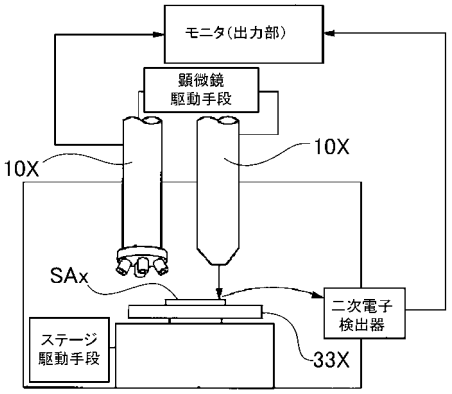
【図７】


74X
80Z
34
75
74
33
80
76
97
42
24
41

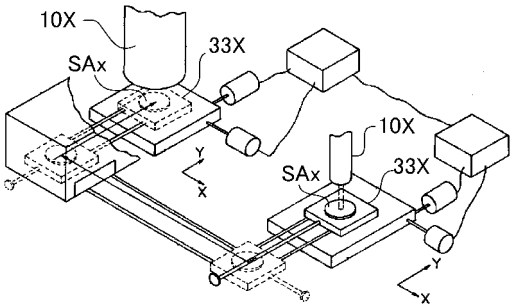
【図８】



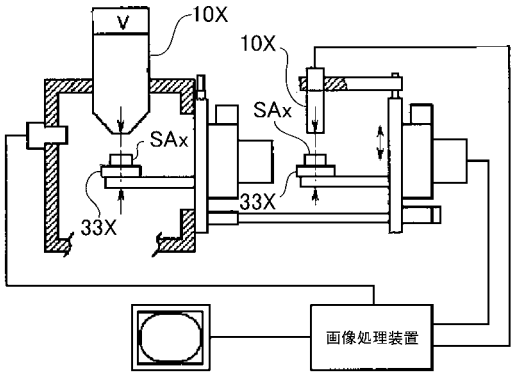
【図１０】



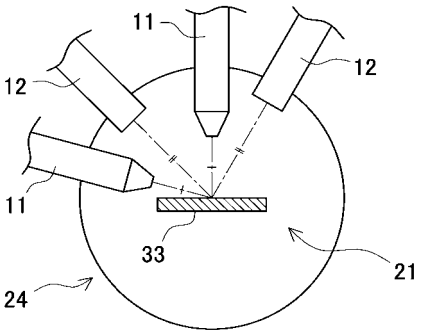
【図１１】



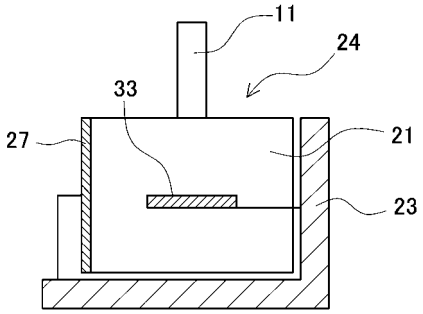
【図１２】



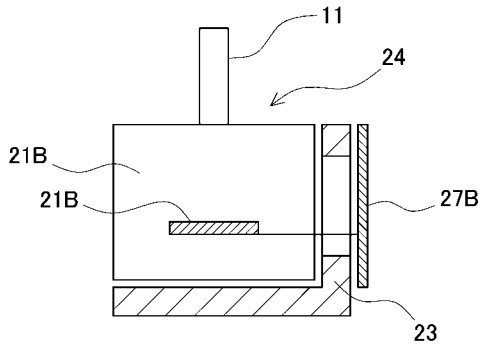
【図１３】



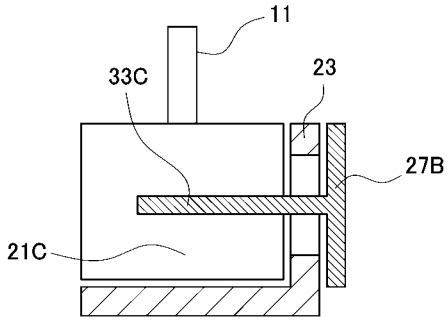
【図１４】



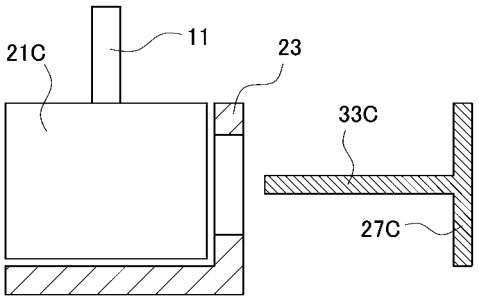
【図１５】



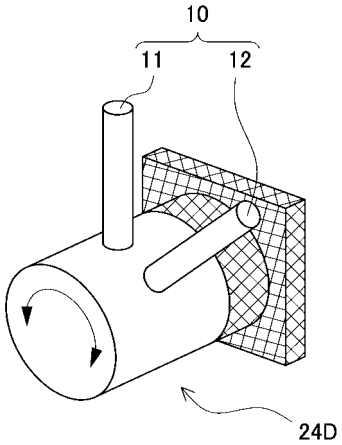
【図１６Ａ】



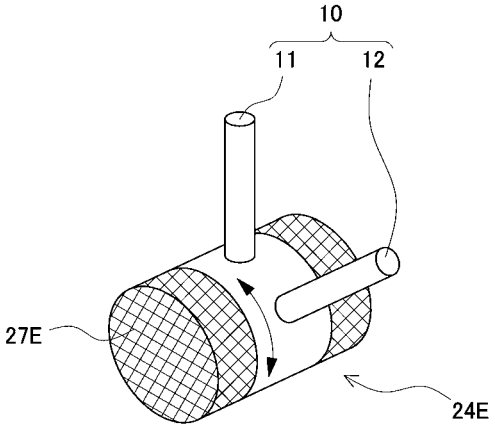
【図１６Ｂ】



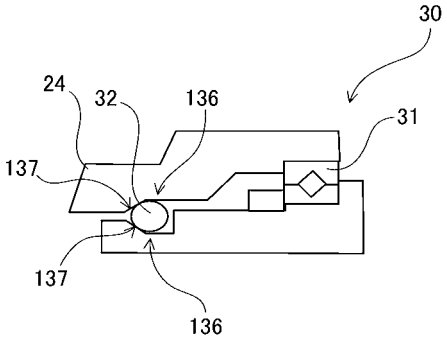
【図１７】



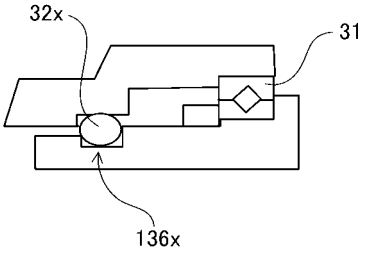
【図１８】



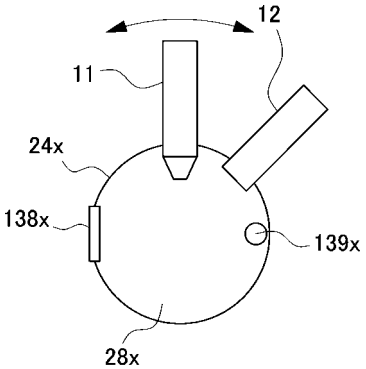
【図１９】



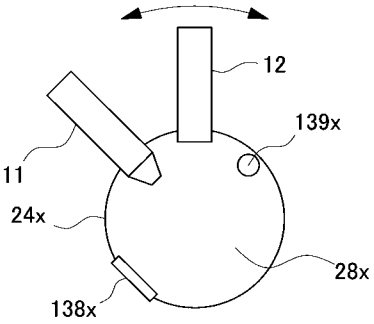
【図２０】



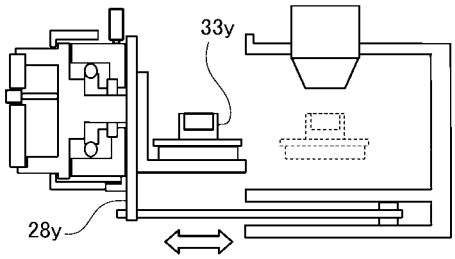
【図２１Ａ】



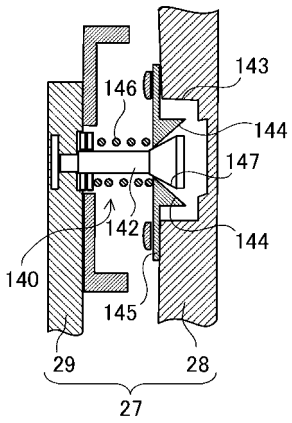
【図２１Ｂ】



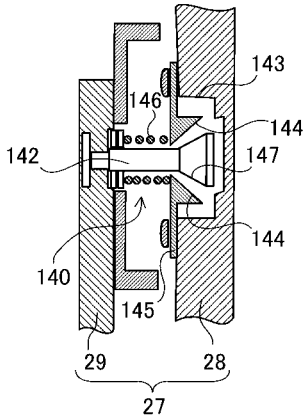
【図２２】



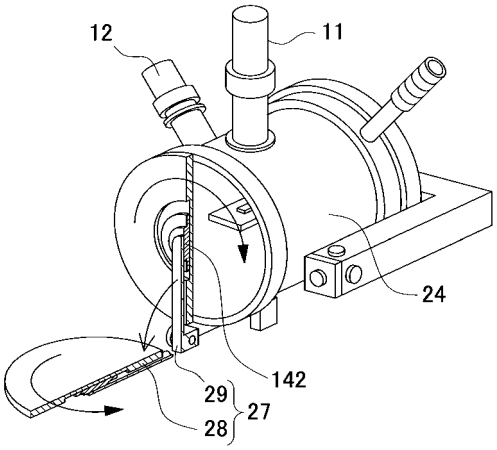
【図２３Ａ】



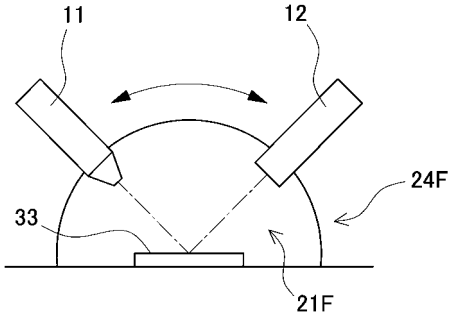
【図２３Ｂ】



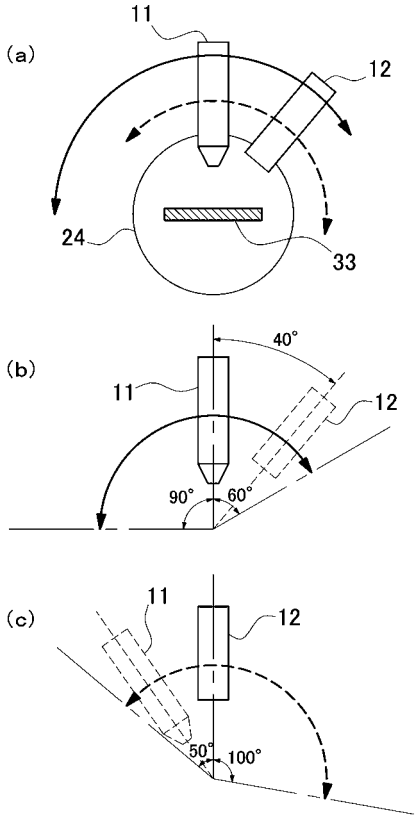
【図２４】



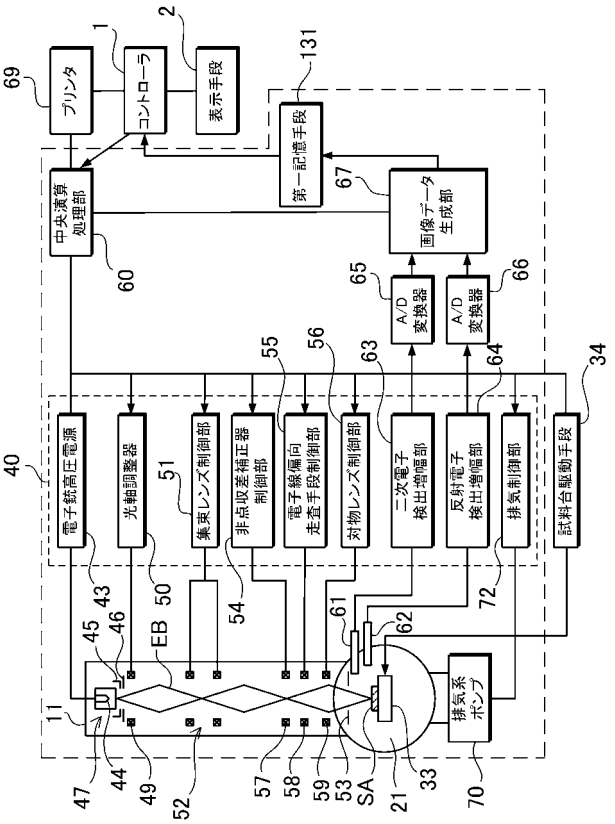
【図２５】



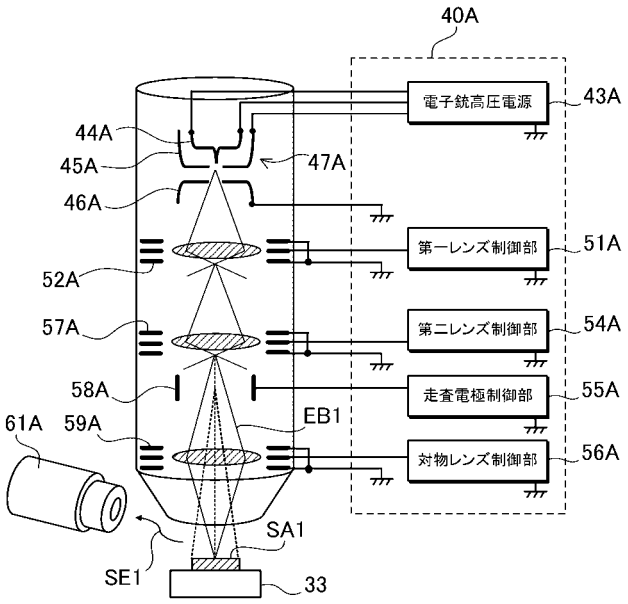
【図２６】



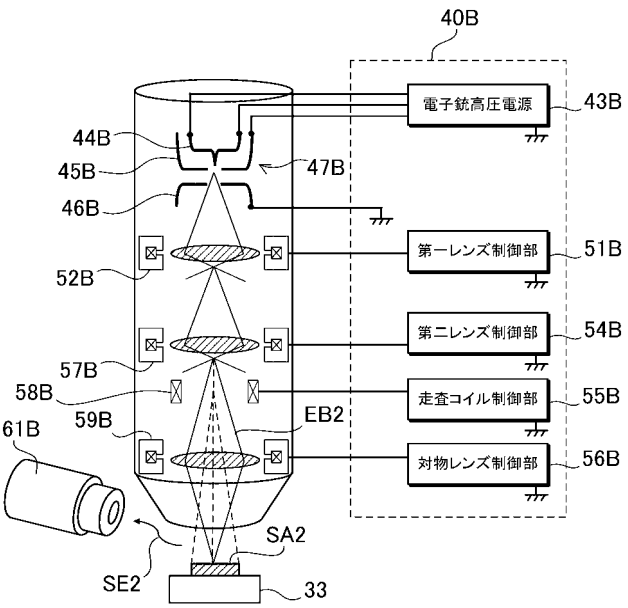
【図２７】



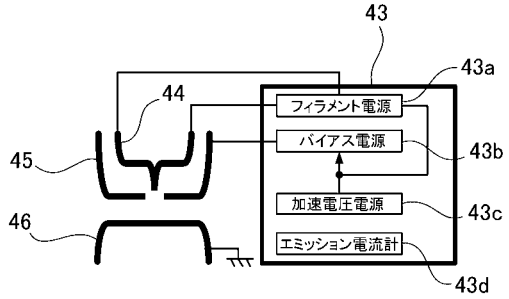
【図２８】



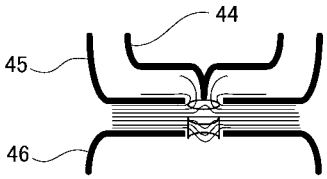
【図２９】



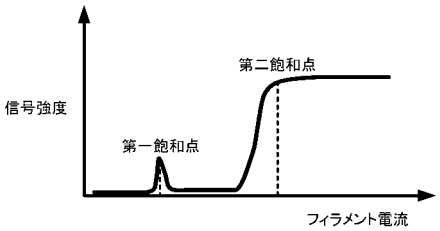
【図３０】



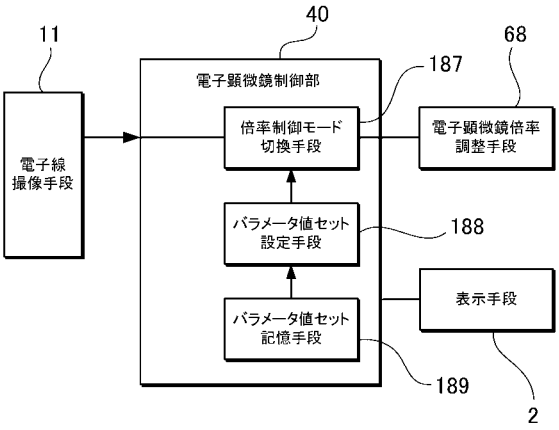
【図３１】



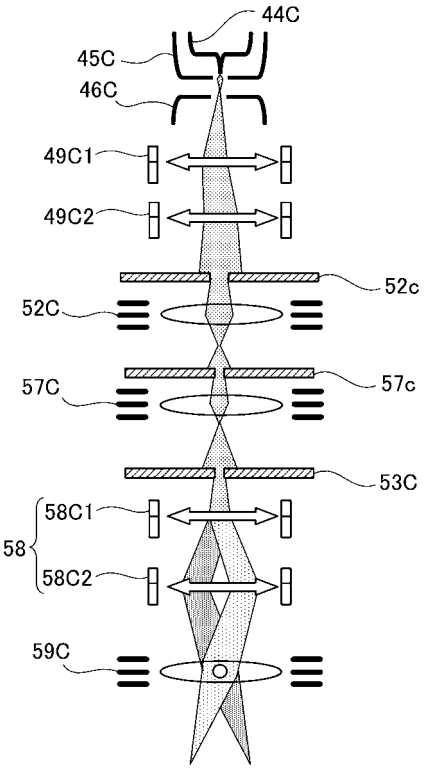
【図３２】



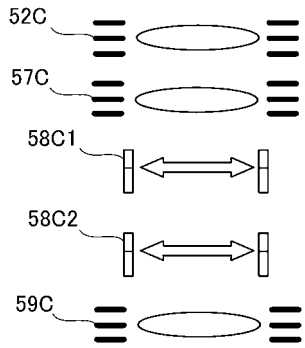
【図３３】



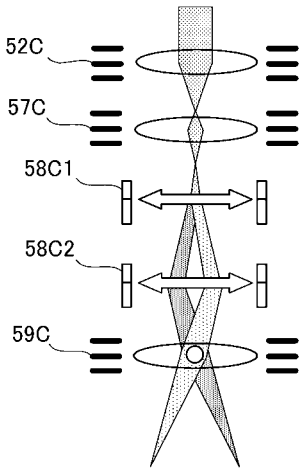
【図３４】



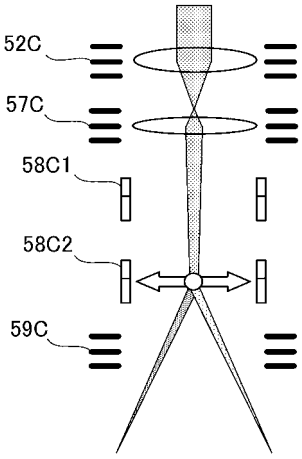
【図３５】



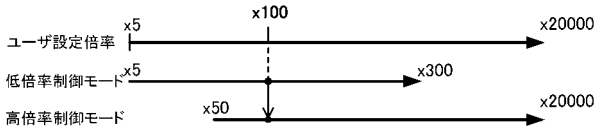
【図３６】



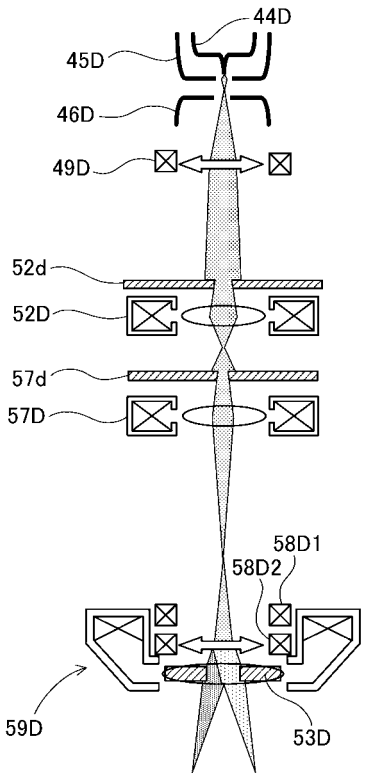
【図３７】



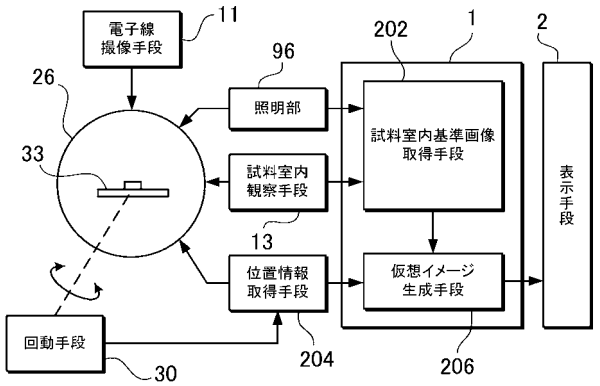
【図３８】



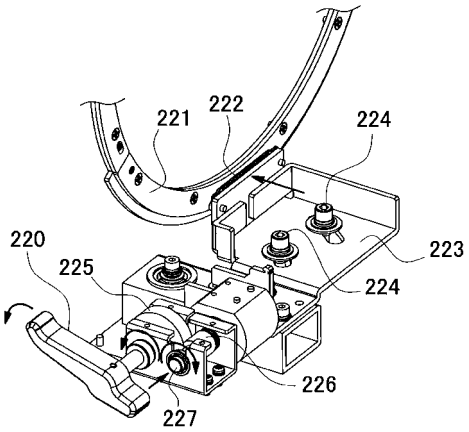
【図３９】



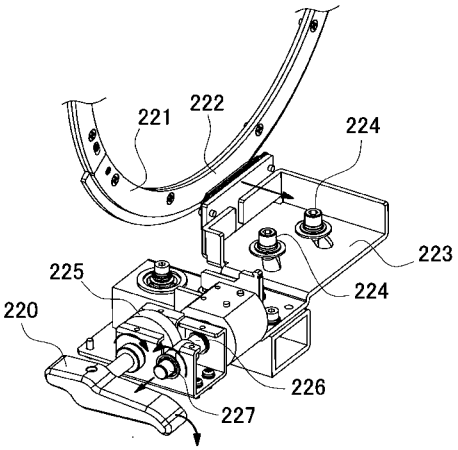
【図４０】



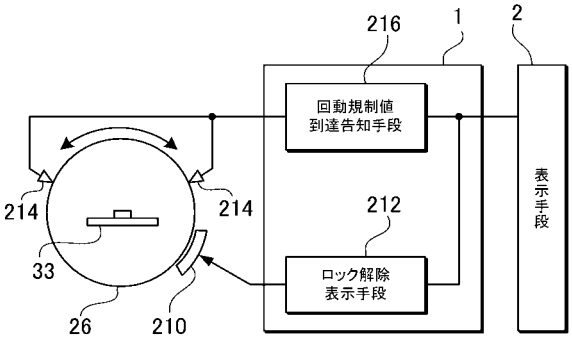
【図４４】



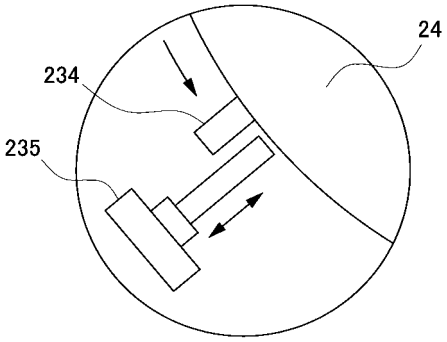
【図４５】



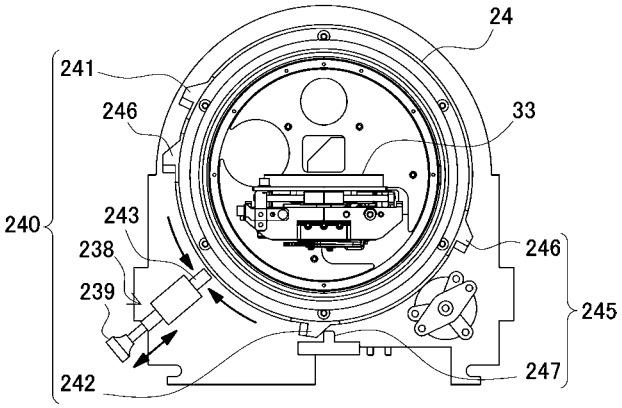
【図４６】



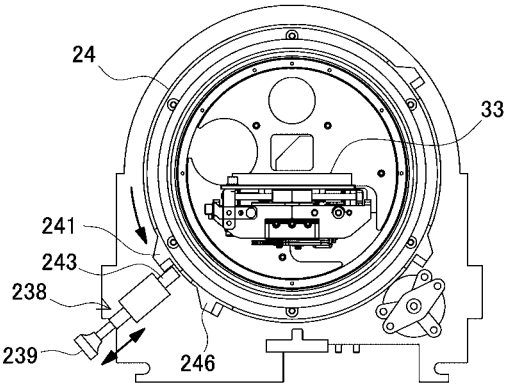
【図５２】



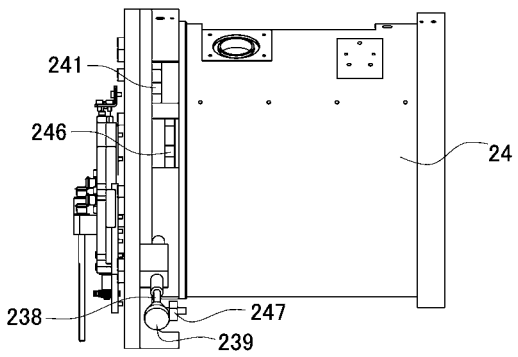
【図５３】



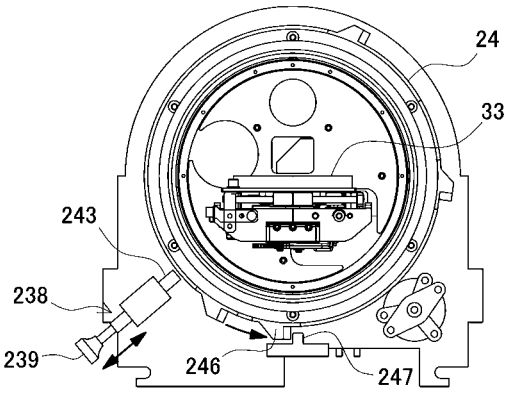
【図５５】



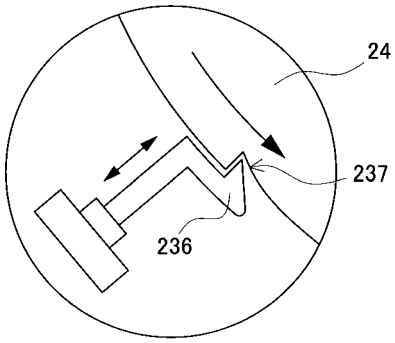
【図５４】



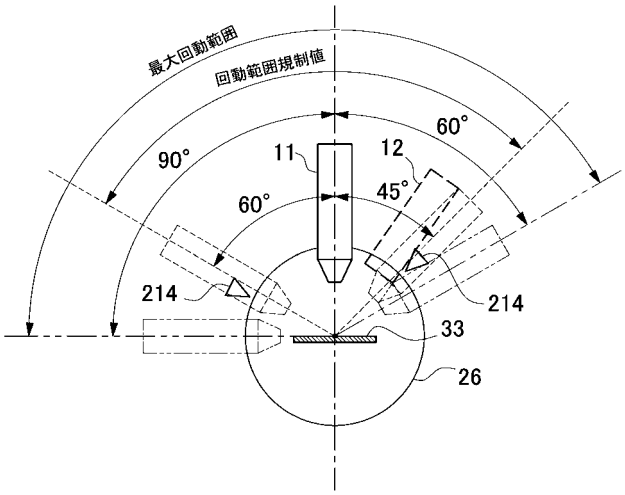
【図５６】



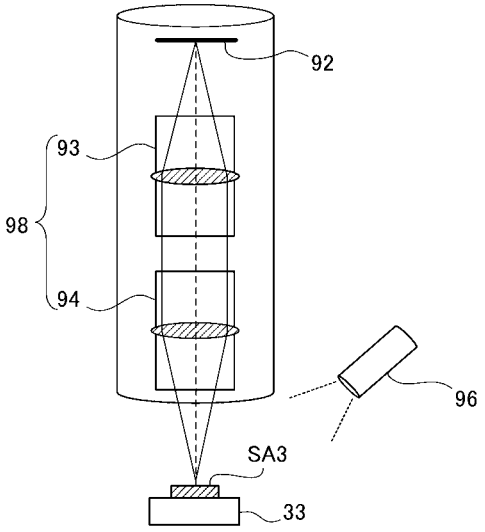
【図５７】



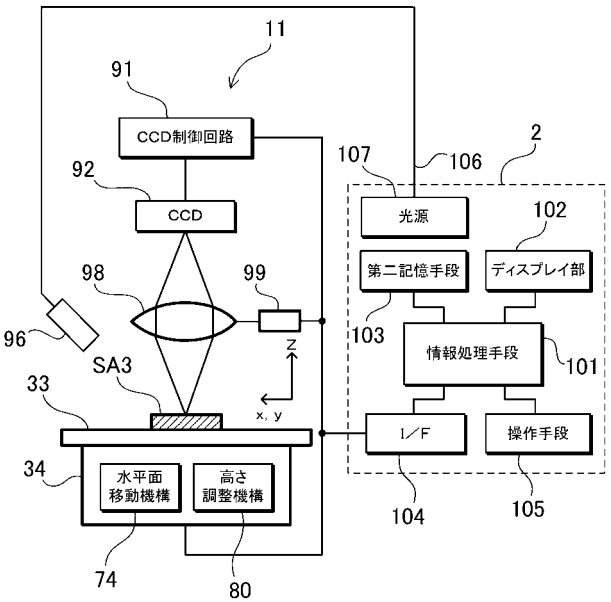
【図５８】



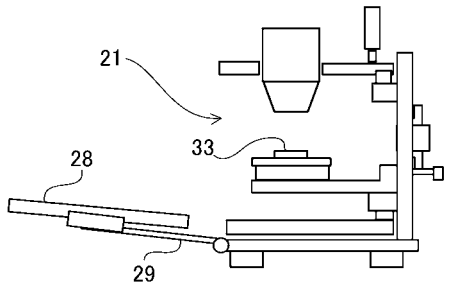
【図５９Ａ】



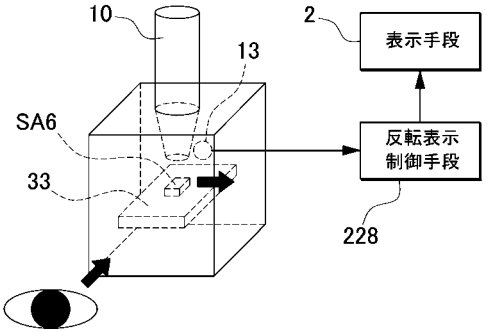
【図５９Ｂ】



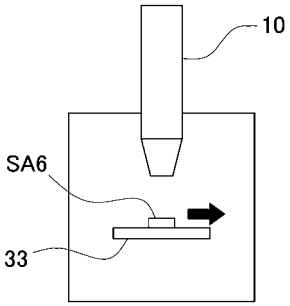
【図６０】



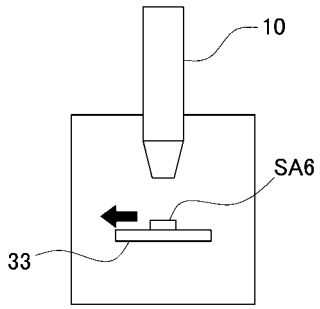
【図６１】



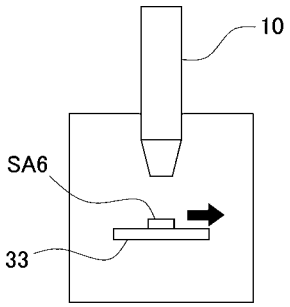
【図６２】



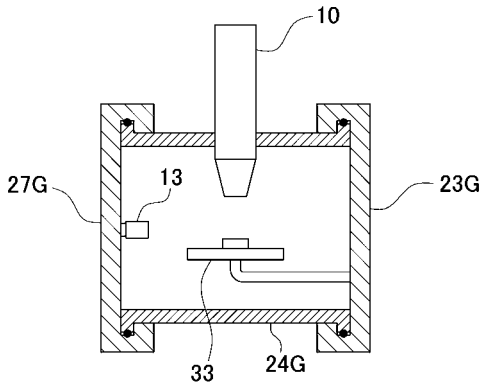
【図６３】



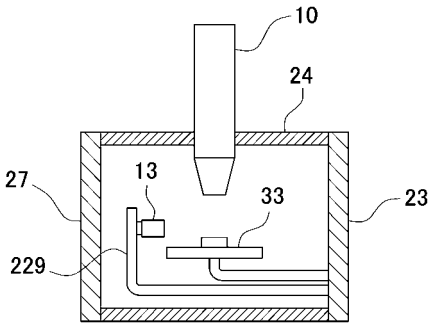
【図６４】



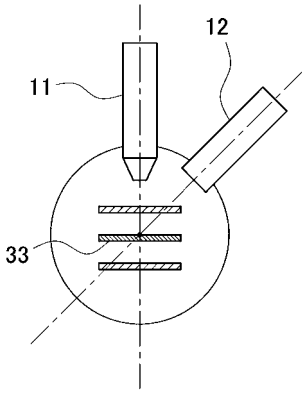
【図６５】



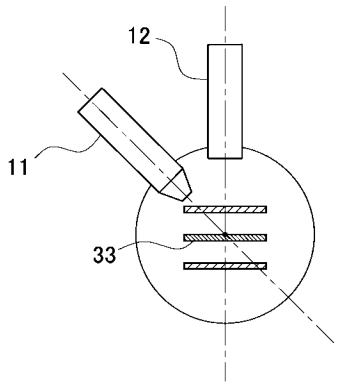
【図６６】



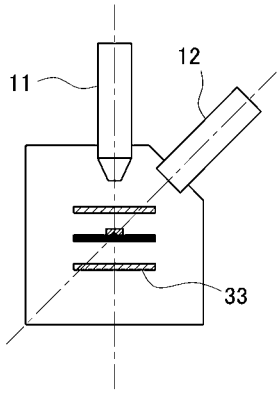
【図６７Ａ】



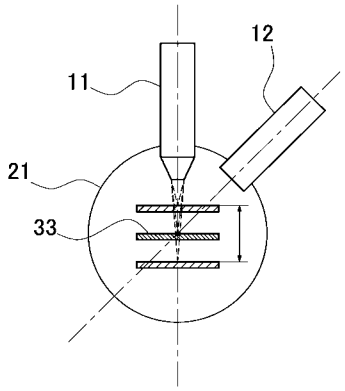
【図６７Ｂ】



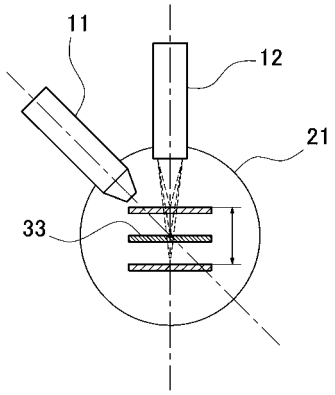
【図６８Ａ】



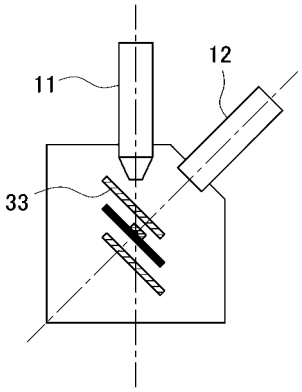
【図７０】



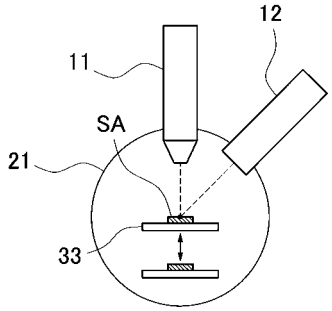
【図７１】



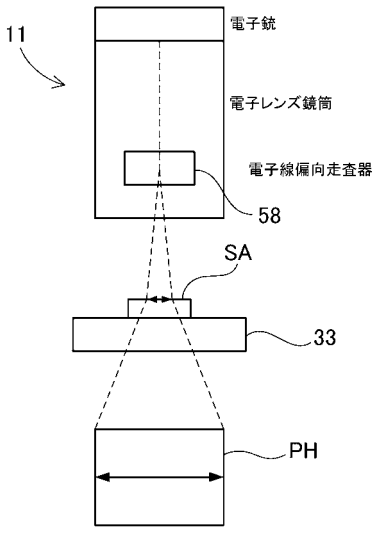
【図６８Ｂ】



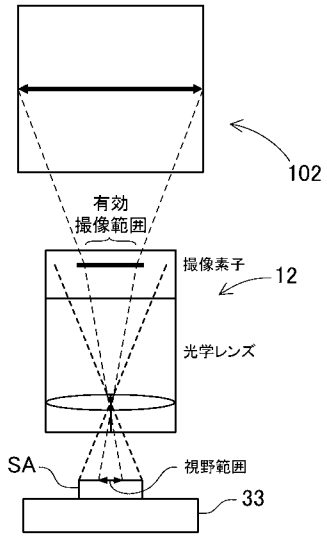
【図６９】



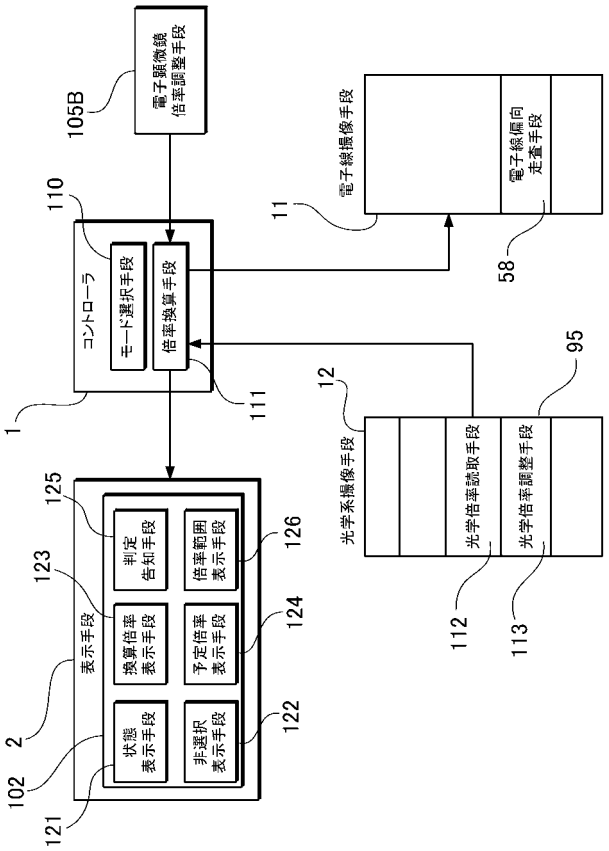
【図７２】



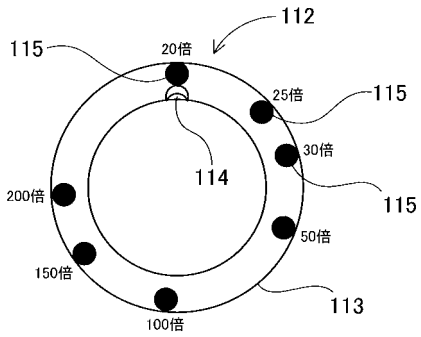
【図７３】



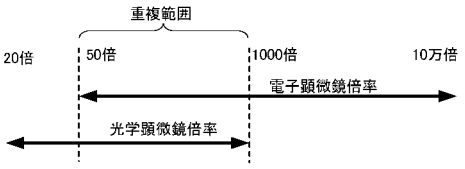
【図７４】



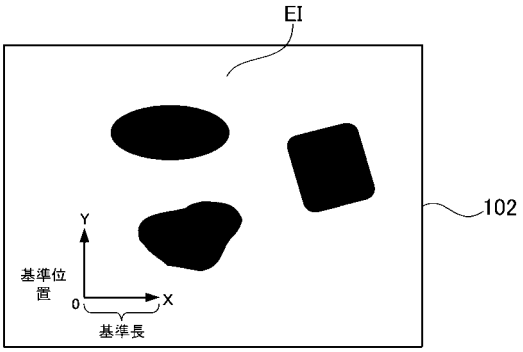
【図７５】



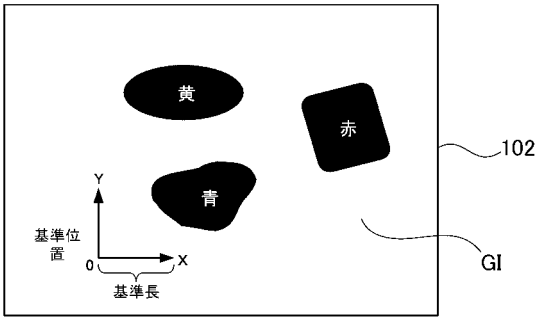
【図７６】



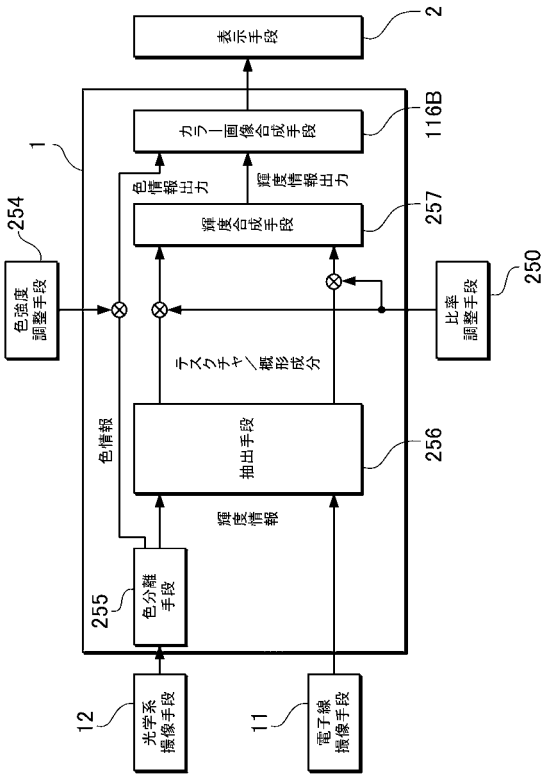
【図７７】



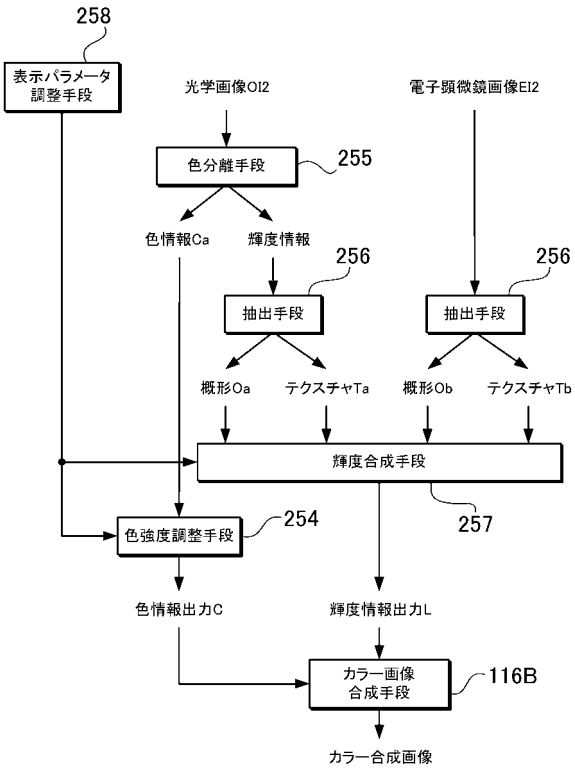
【図７９】



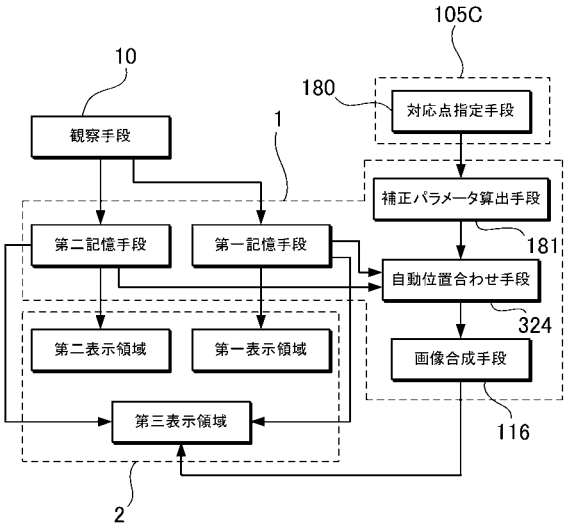
【図８５】



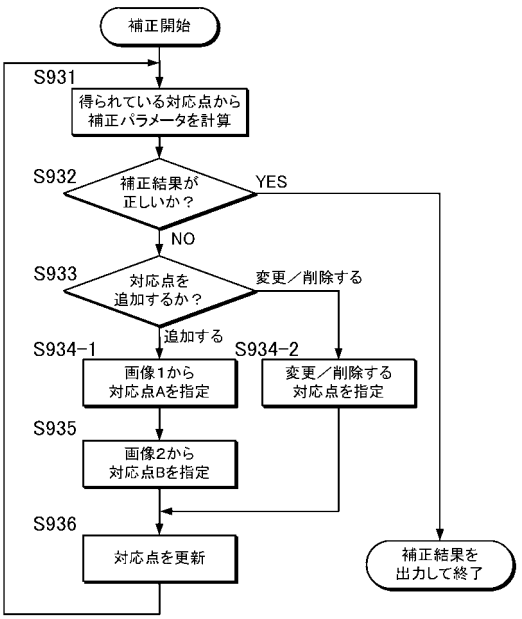
【図８６】



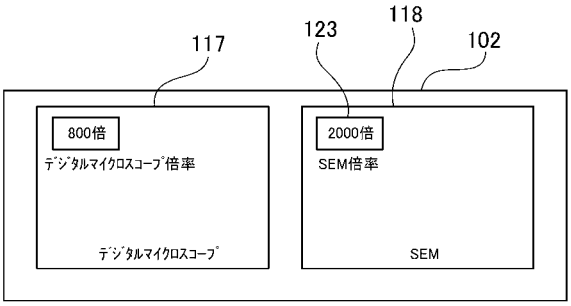
【図８９】



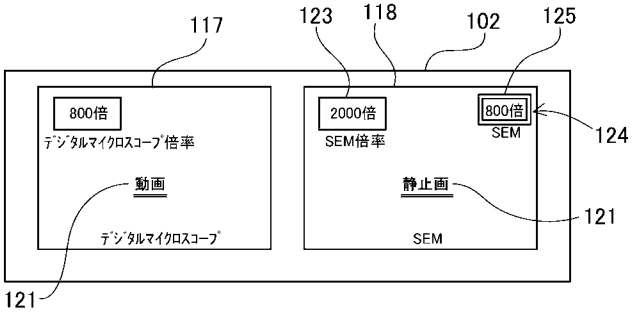
【図９３】



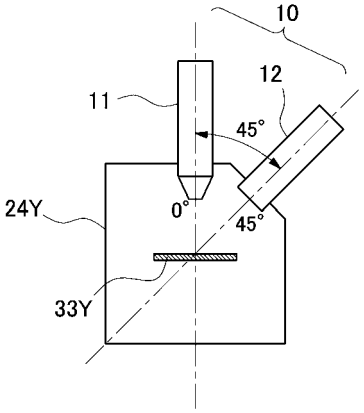
【図９４】



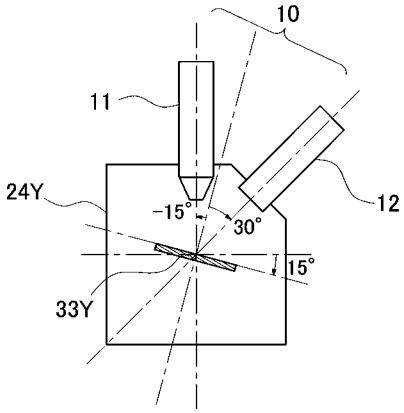
【図９５】



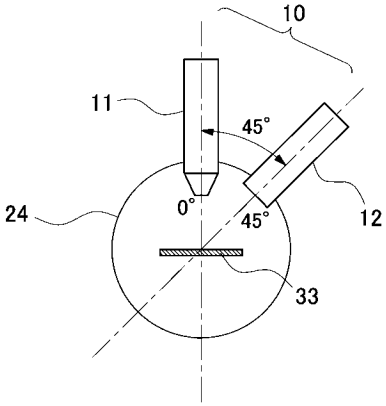
【図９６】



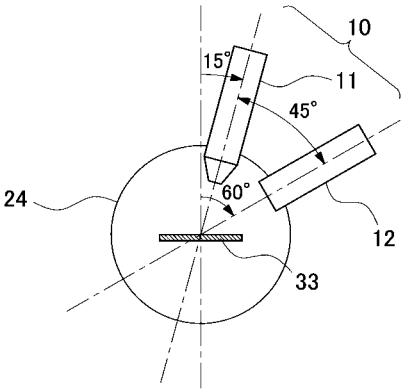
【図９７】



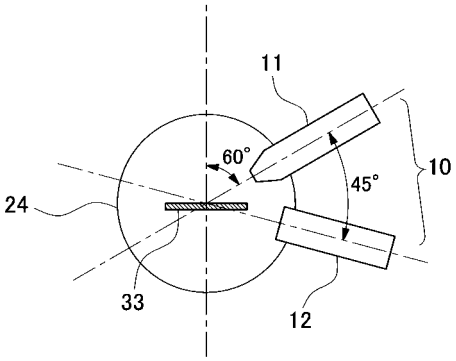
【図９８】



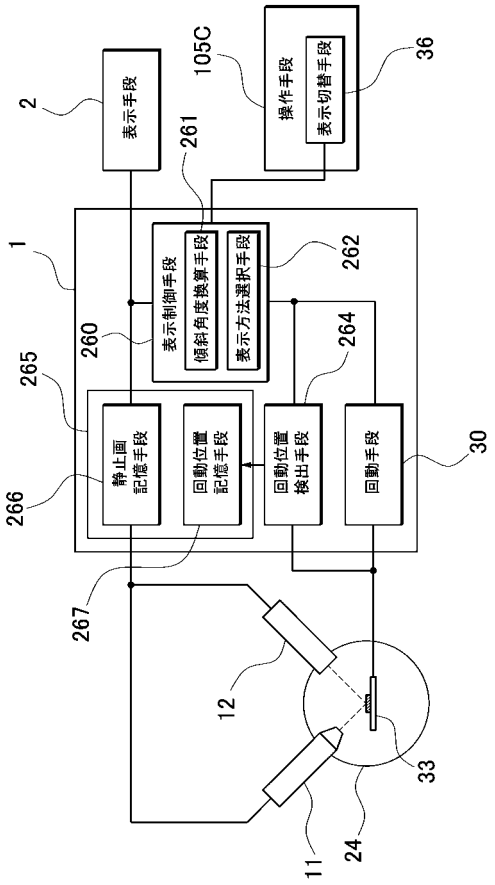
【図９９】



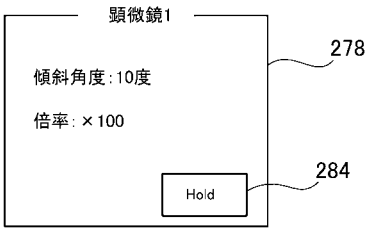
【図１００】



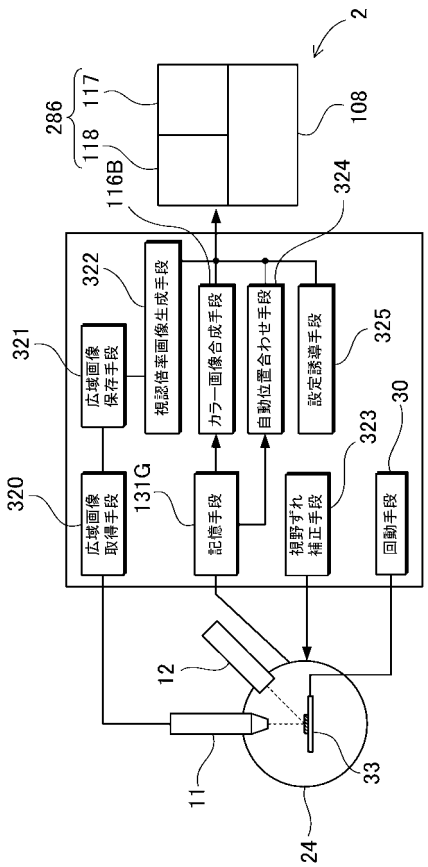
【図１０１】



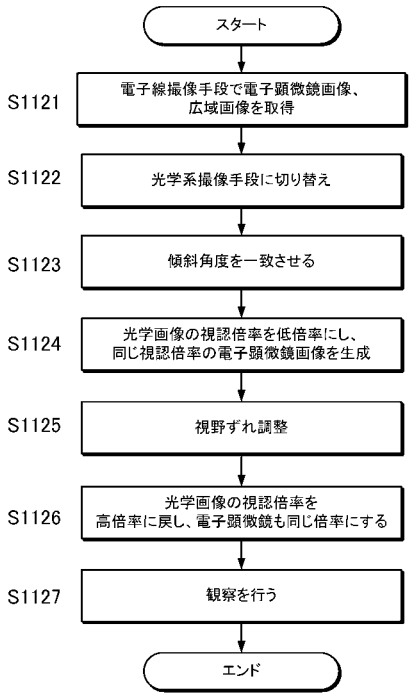
【図１１０】



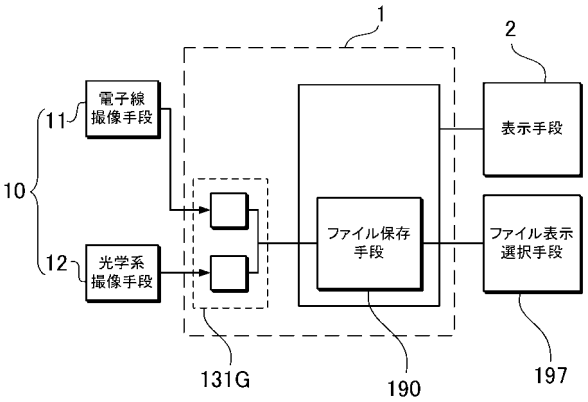
【図１１１】



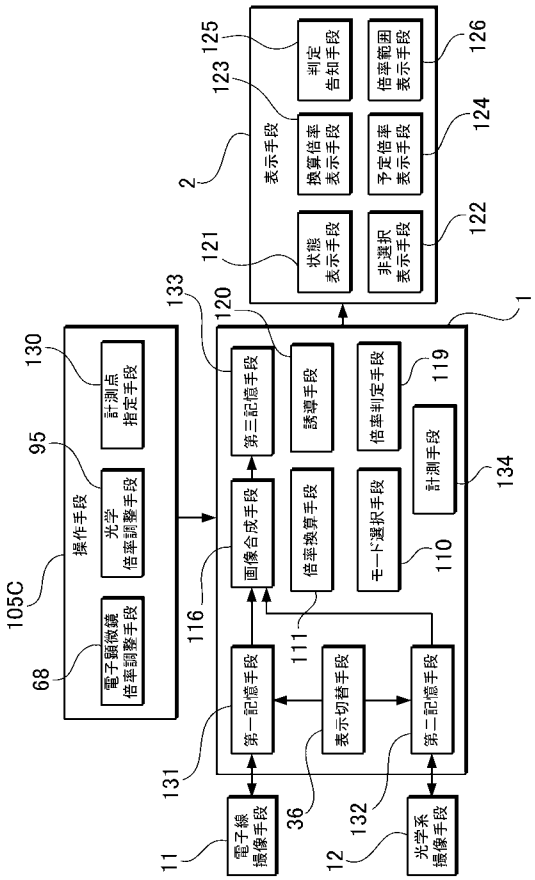
【図１１２】



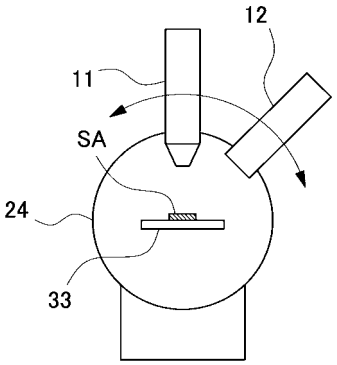
【図１２９】



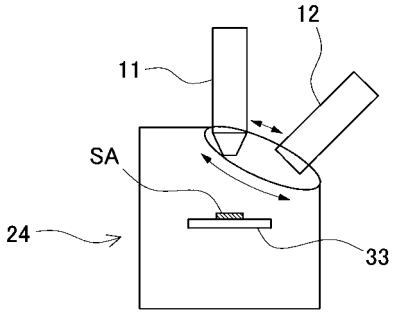
【図１３３】



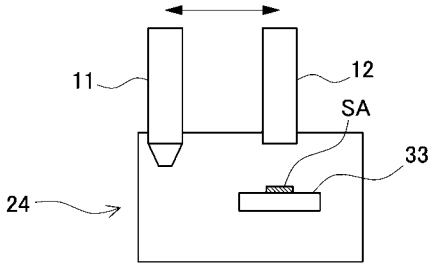
【図１３４】



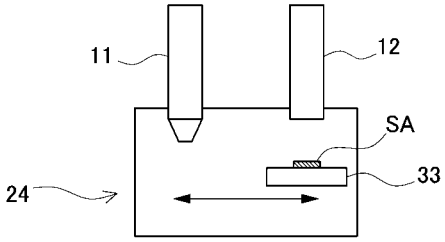
【図１３５】



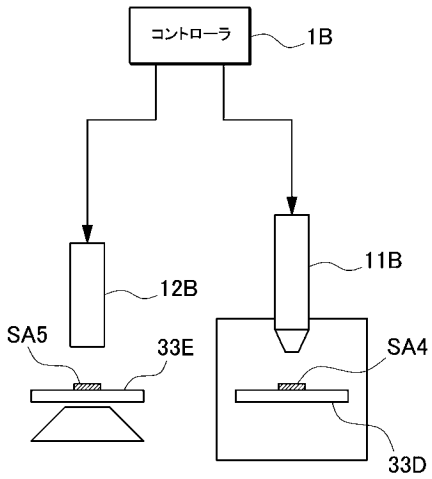
【図１３６】



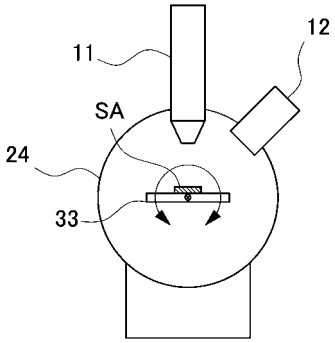
【図１３７】



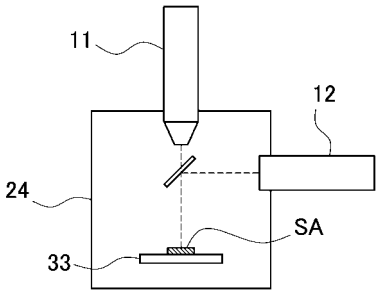
【図１４０】



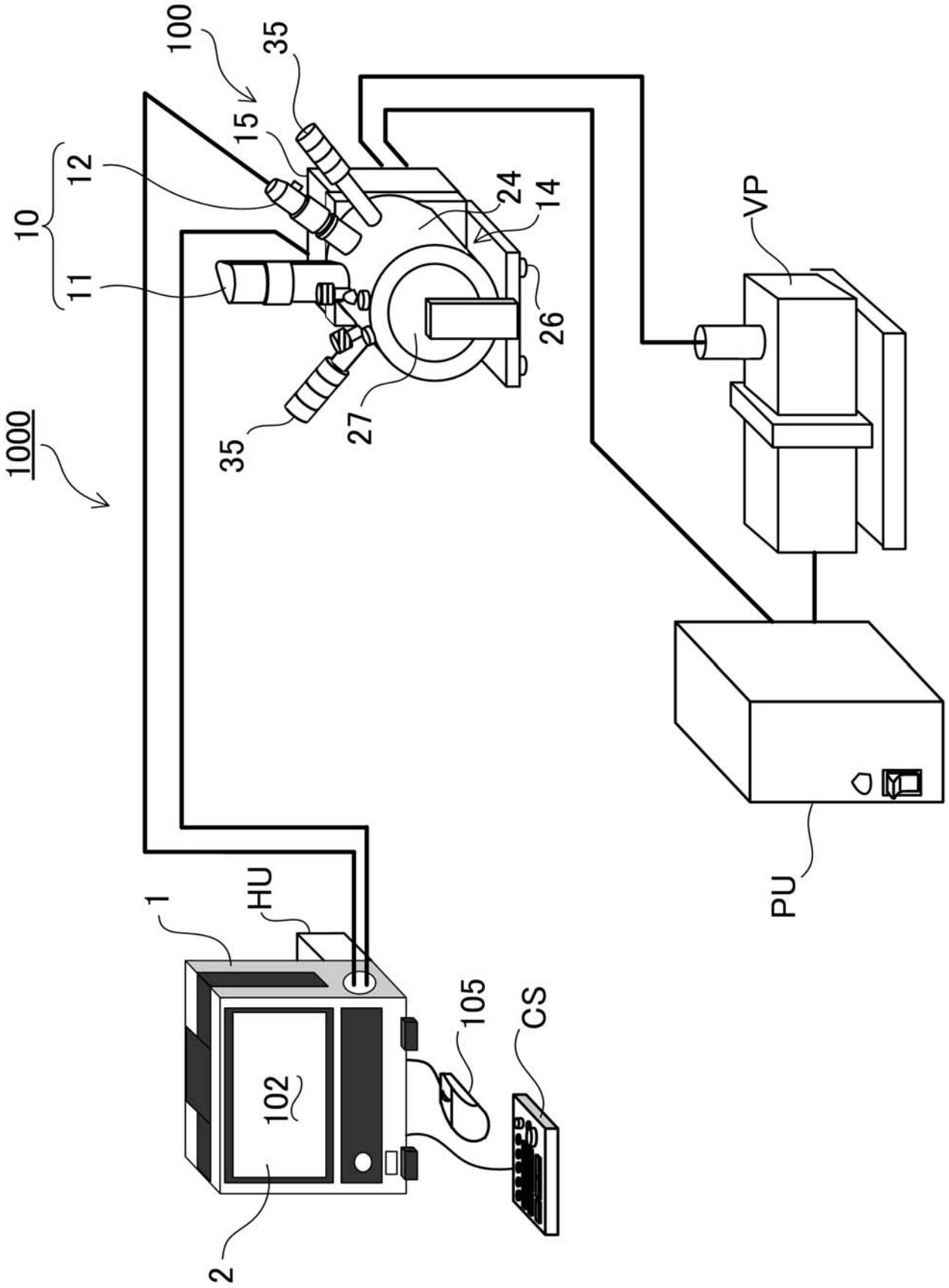
【図１３８】



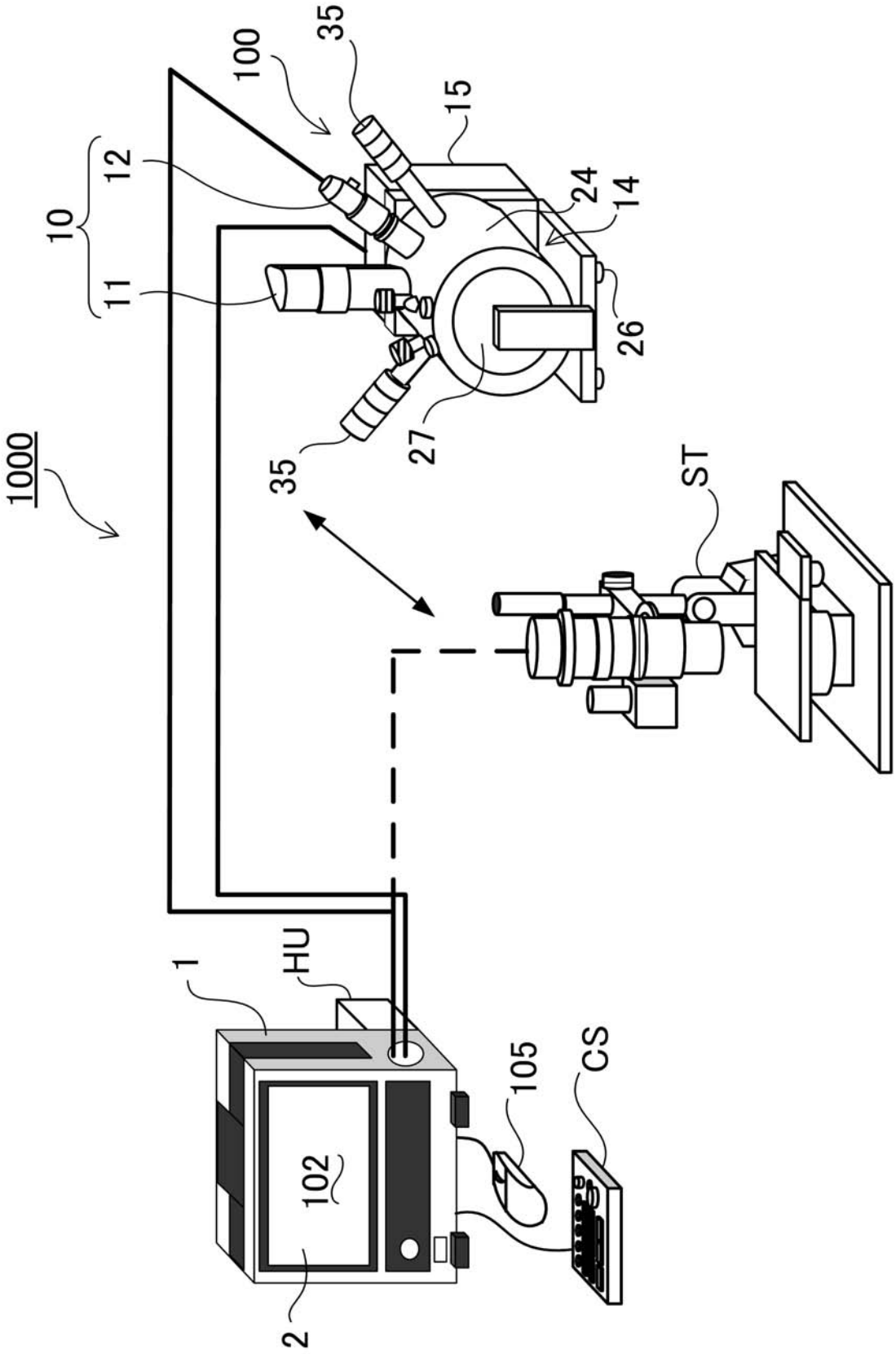
【図１３９】



【図１】



【図９】



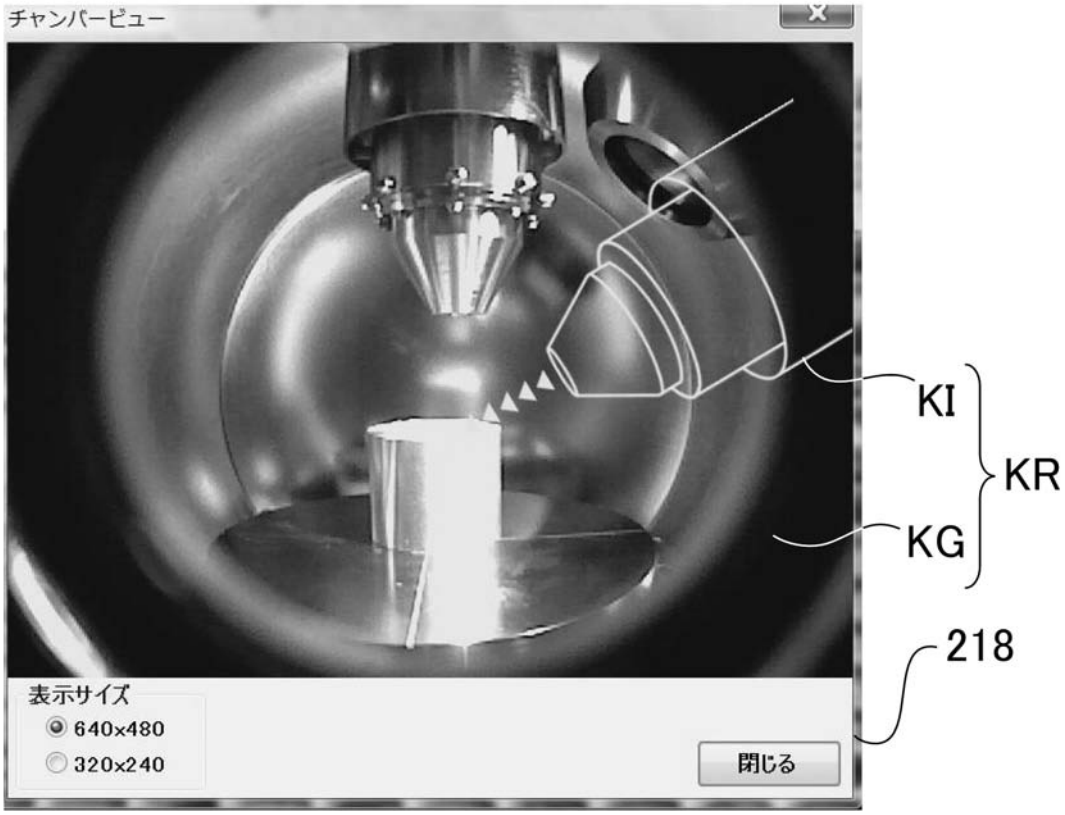
【図４１】


チャンバービュー
218
表示サイズ
640×480
320×240
閉じる

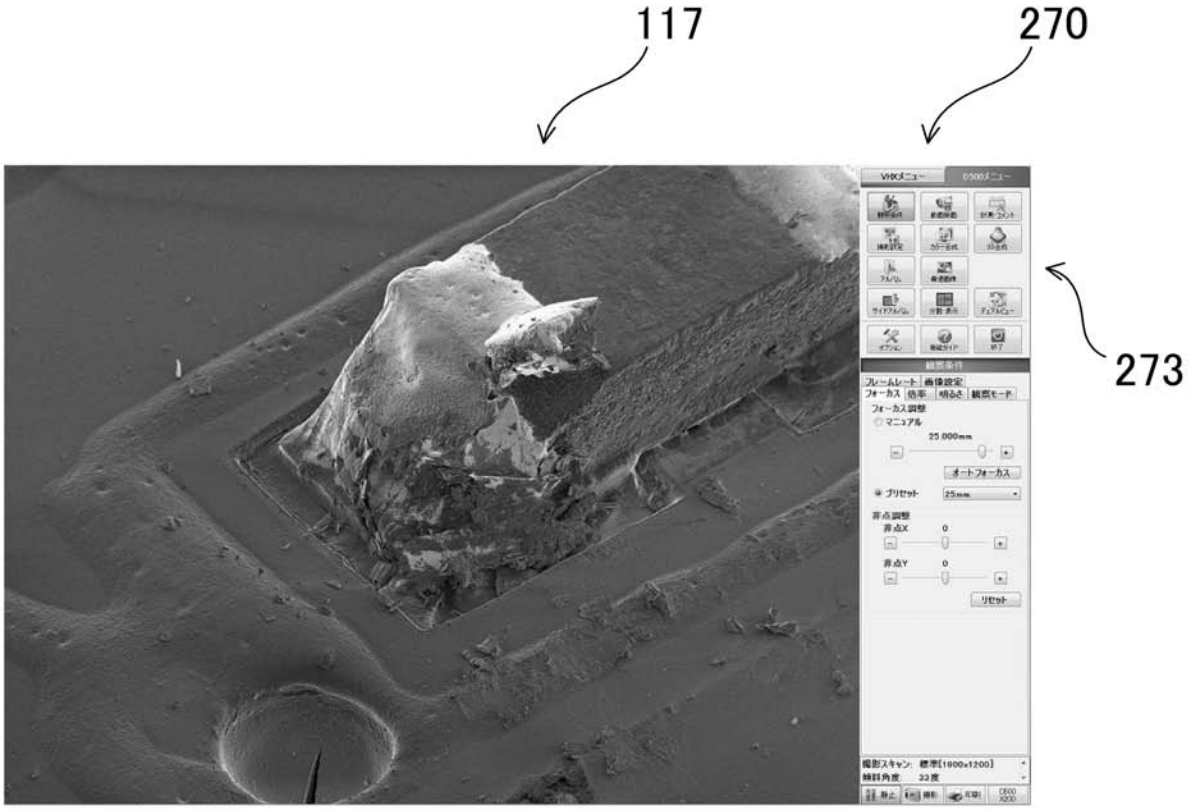
【図４２】


チャンバービュー
218
表示サイズ
640×480
320×240
閉じる

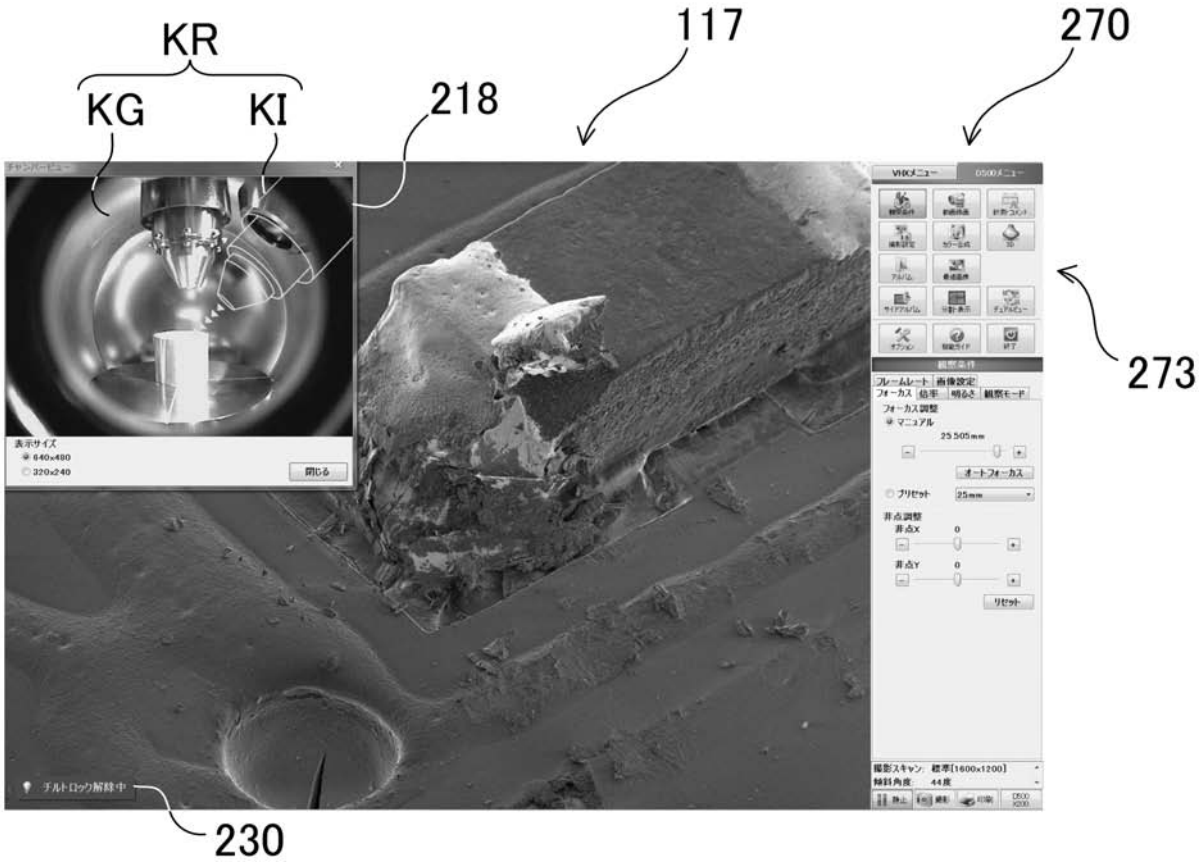
【図４３】



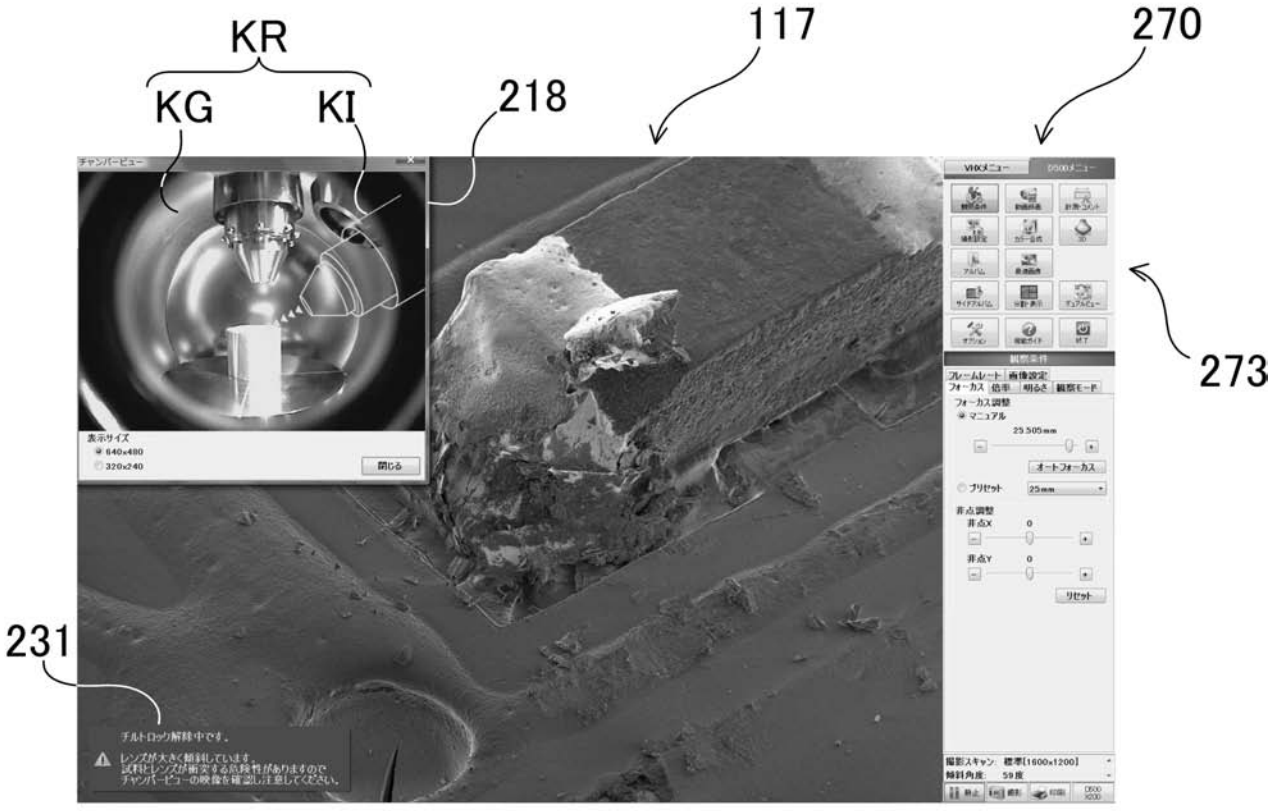
【図４７】



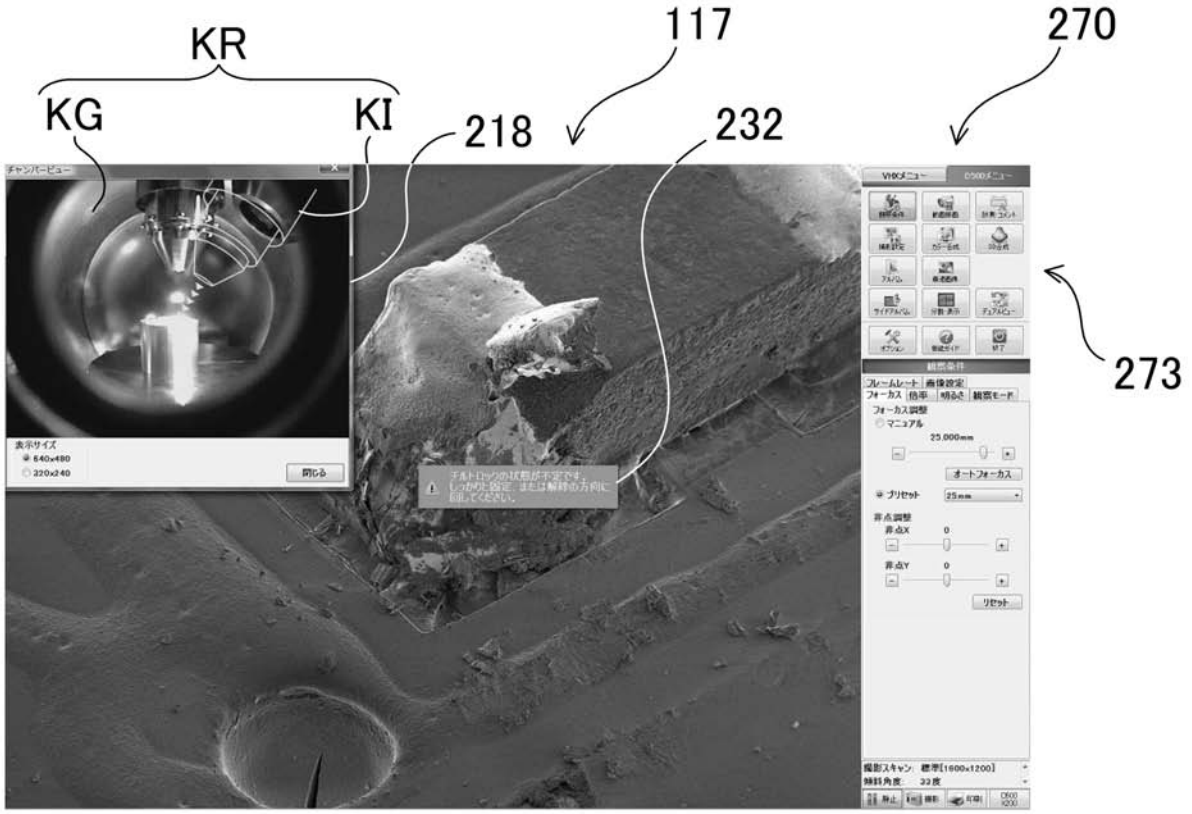
【図４８】


KR
KG
KI
218
117
270
273
230
チルトロック解除中

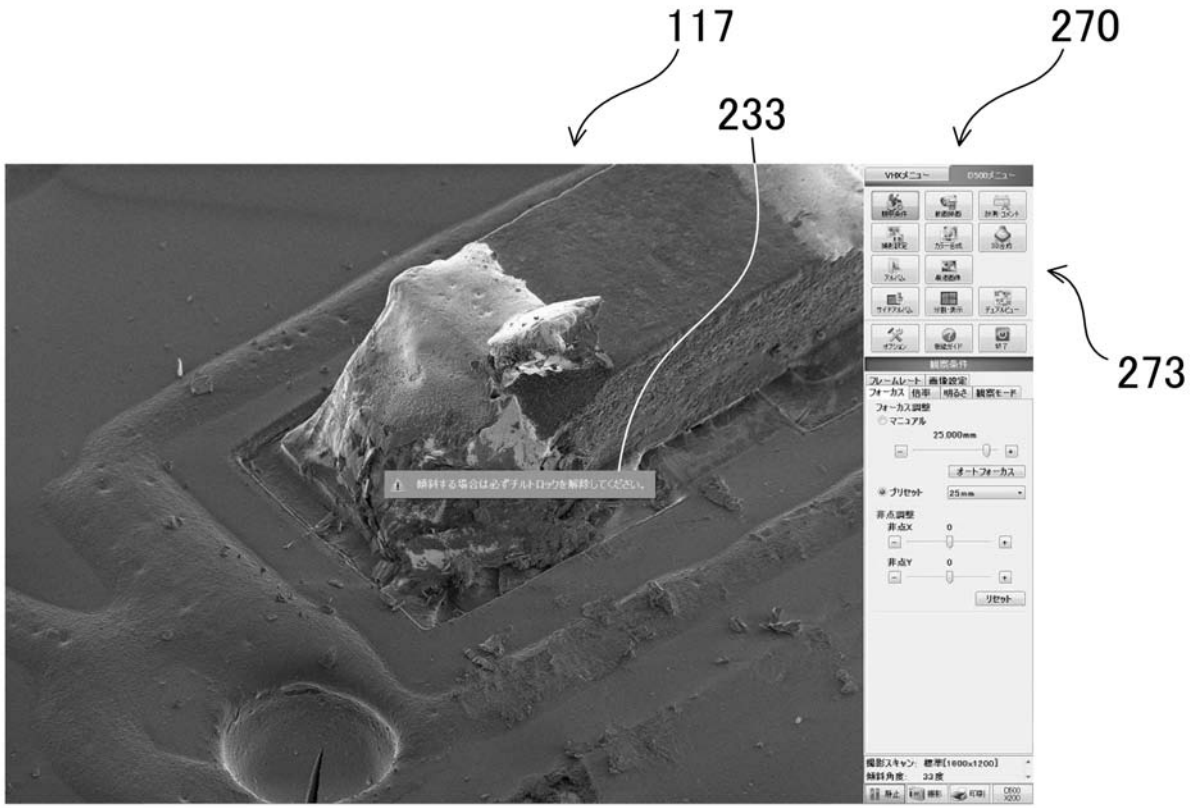
【図４９】


KR
KG
KI
218
117
270
273
231
チルトロック解除中です。

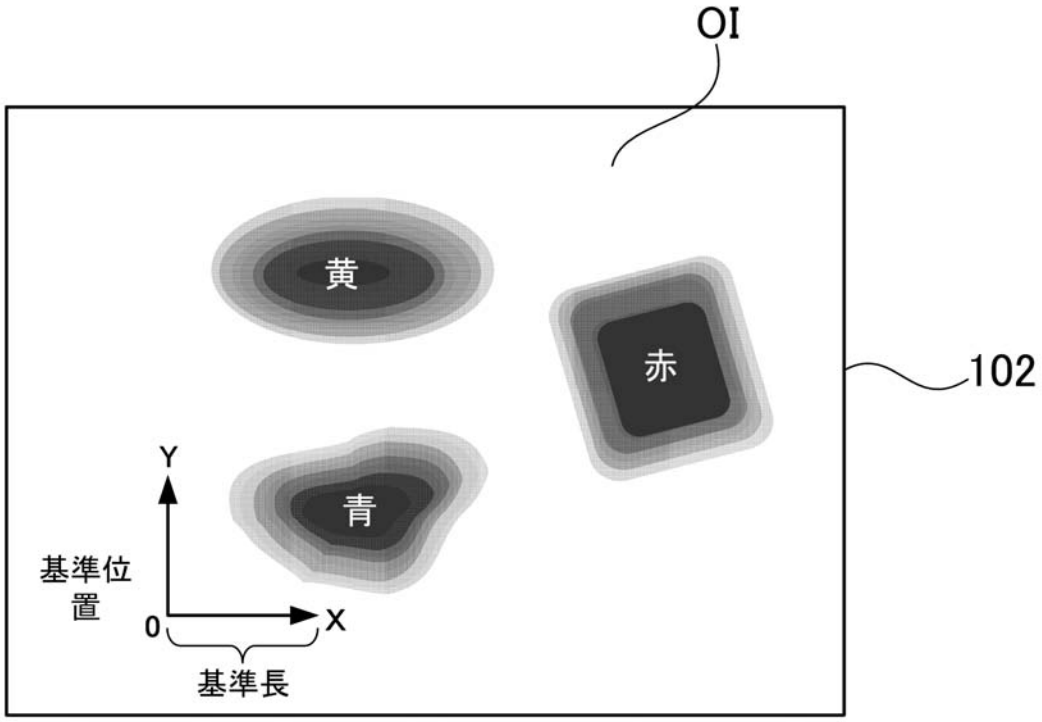
【図５０】



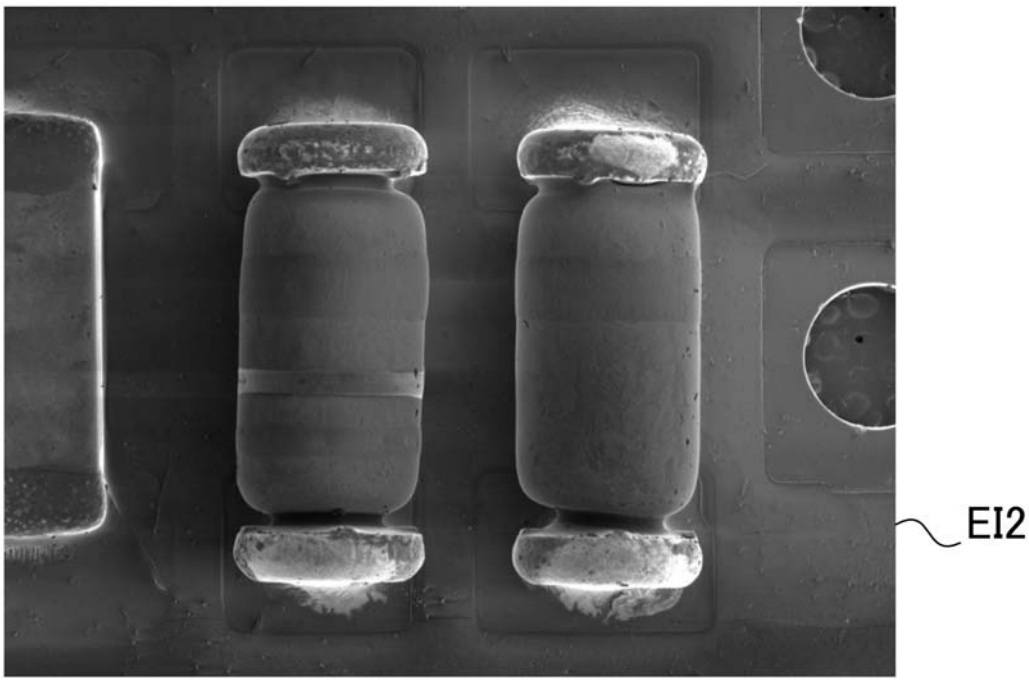
【図５１】



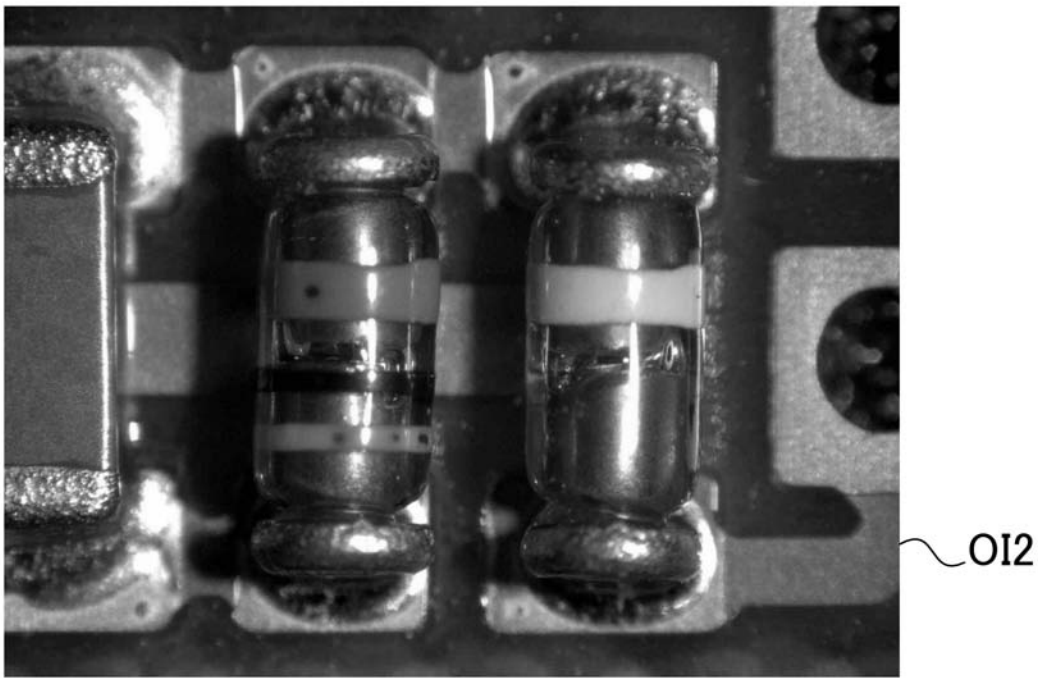
【図７８】



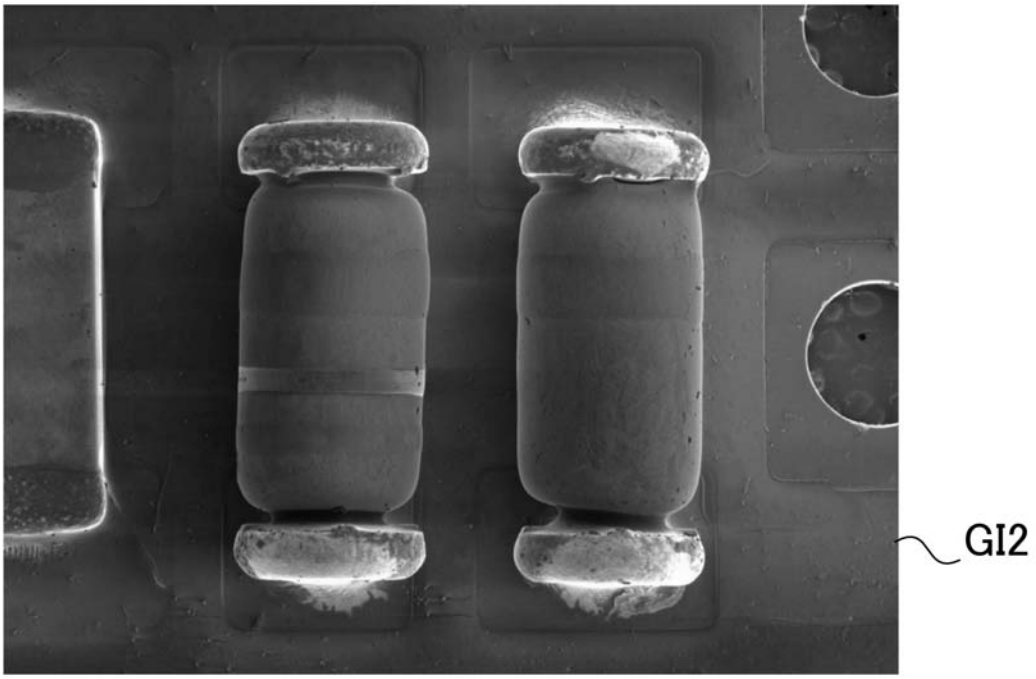
【図８０】



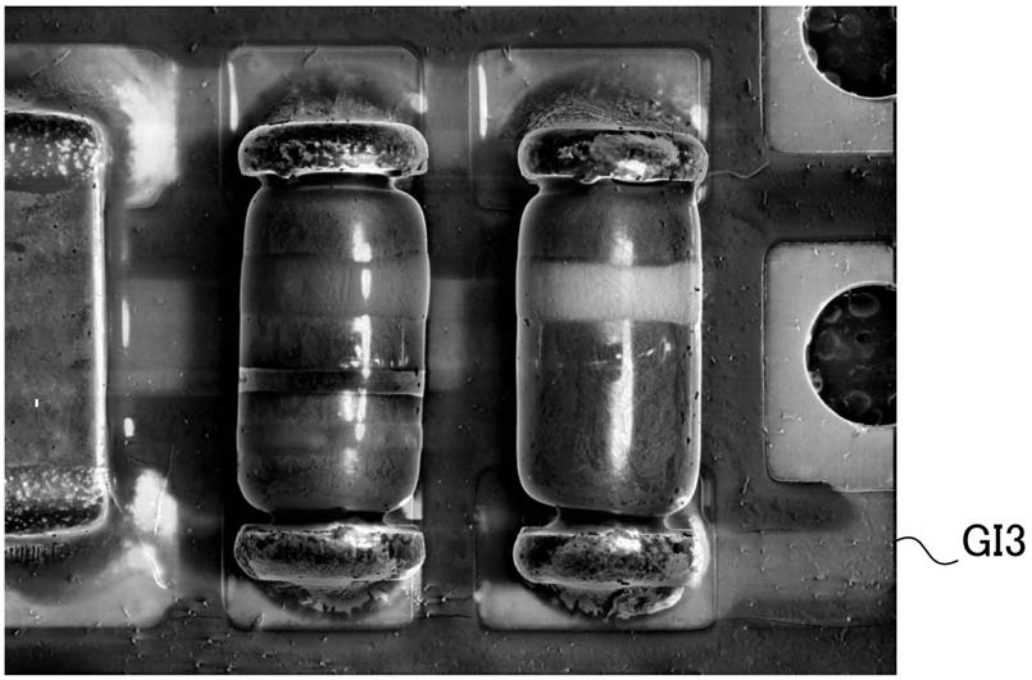
【図８１】



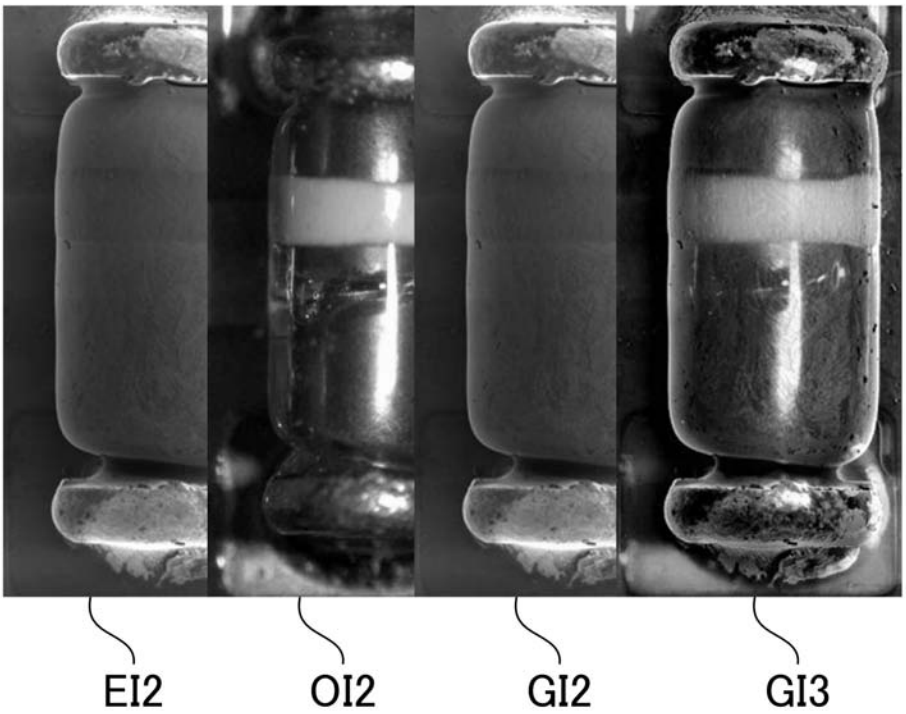
【図８２】



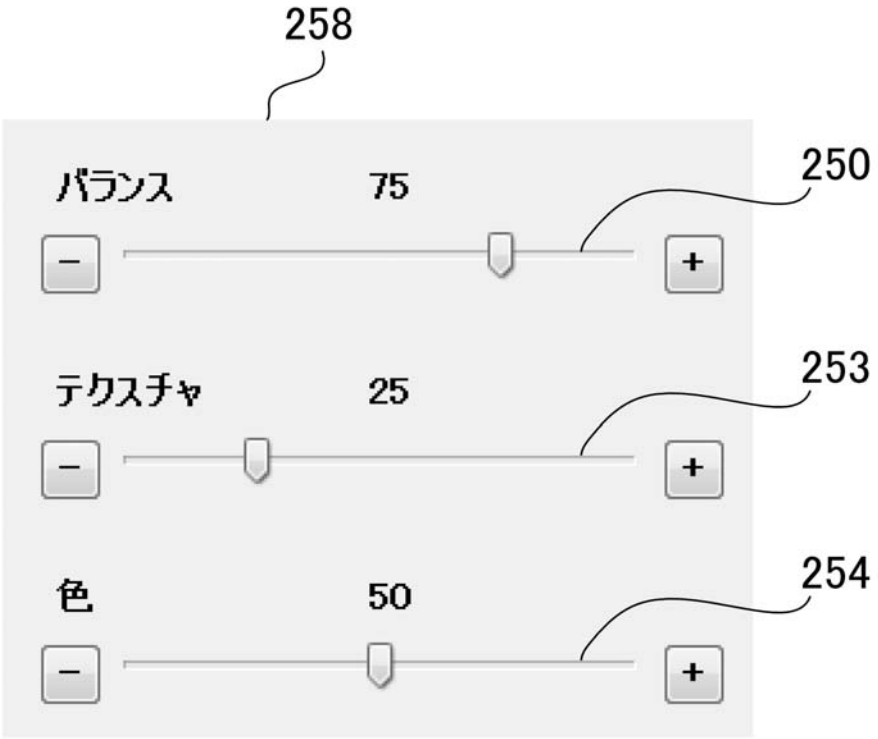
【図８３】



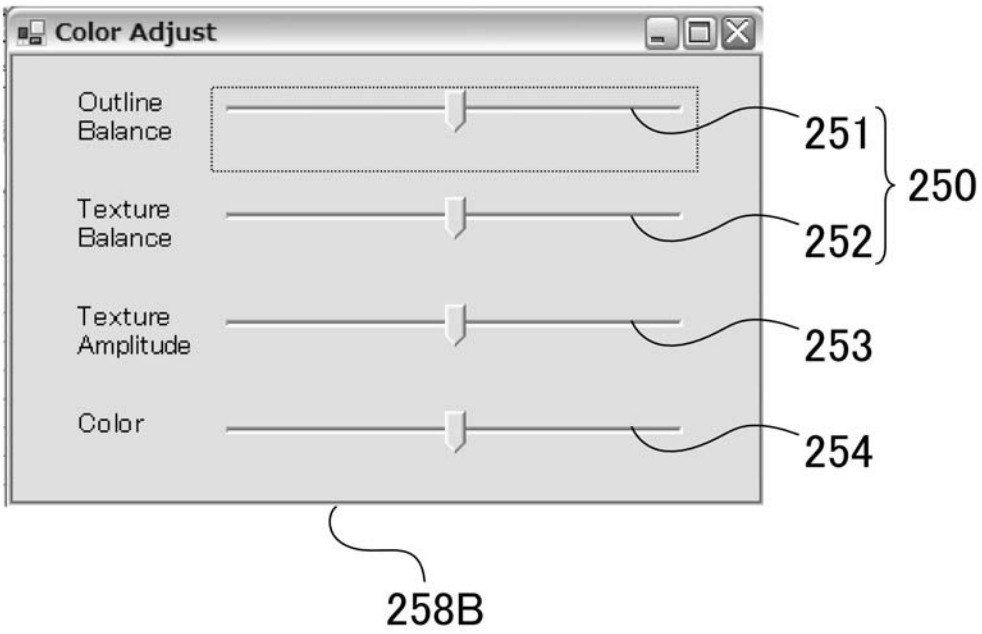
【図８４】



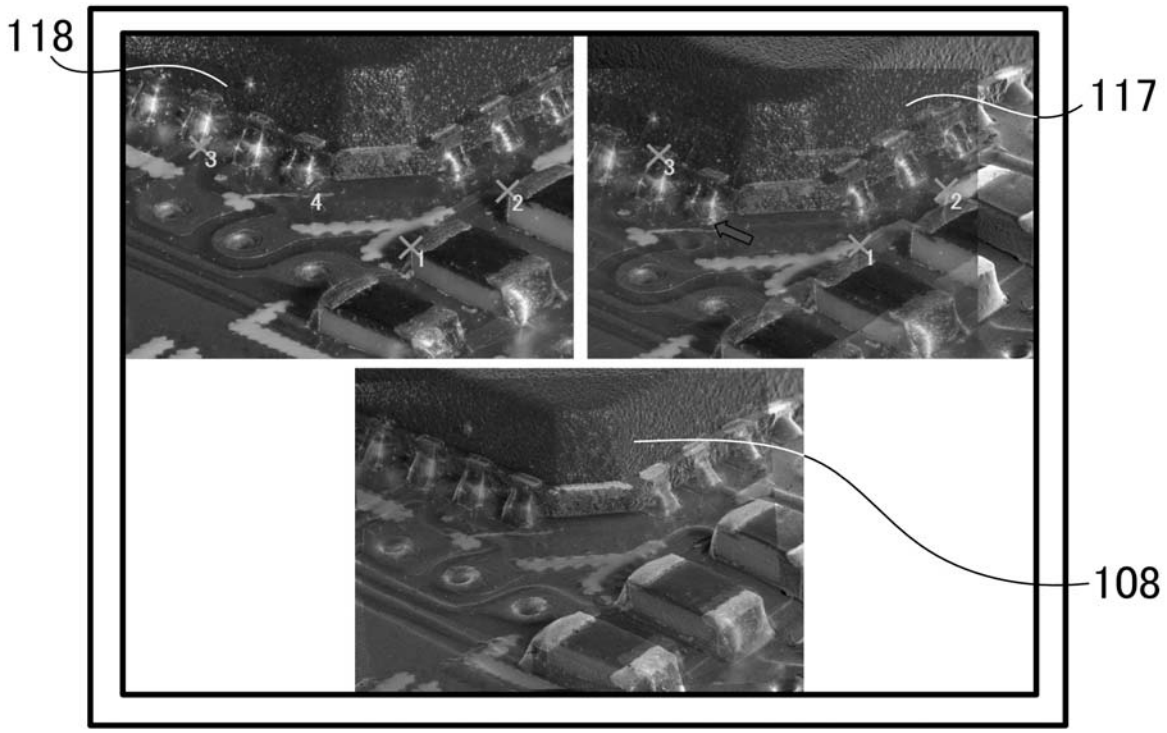
【図８７】


258
バランス
75
250
テクスチャ
25
253
色
50
254

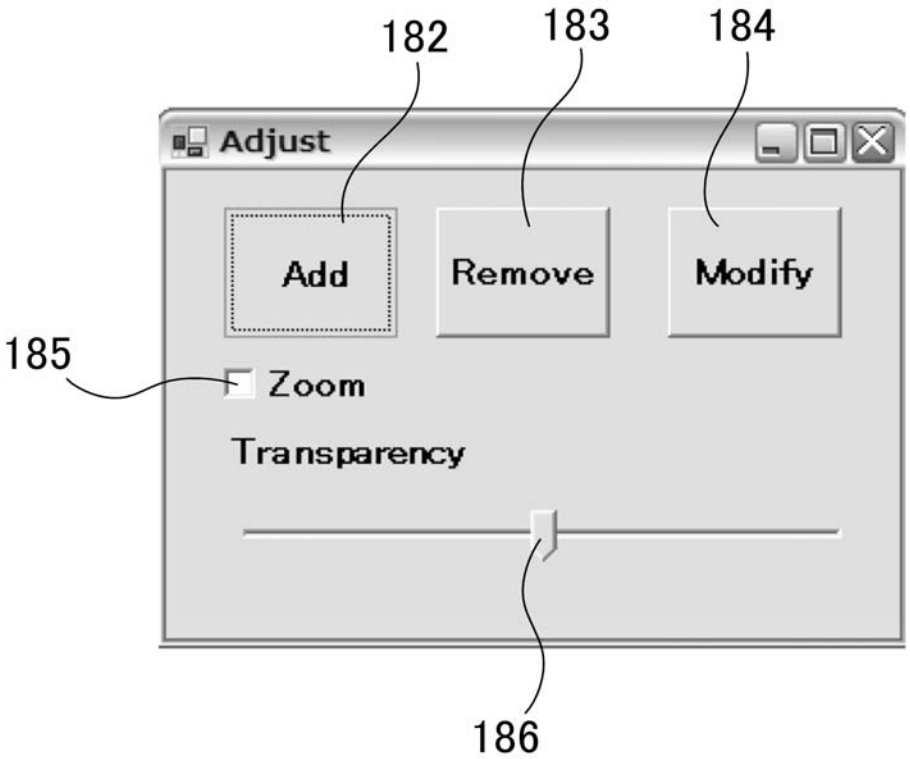
【図８８】


Color Adjust
Outline Balance
Texture Balance
Texture Amplitude
Color
251
250
252
253
254
258B

【図９０】

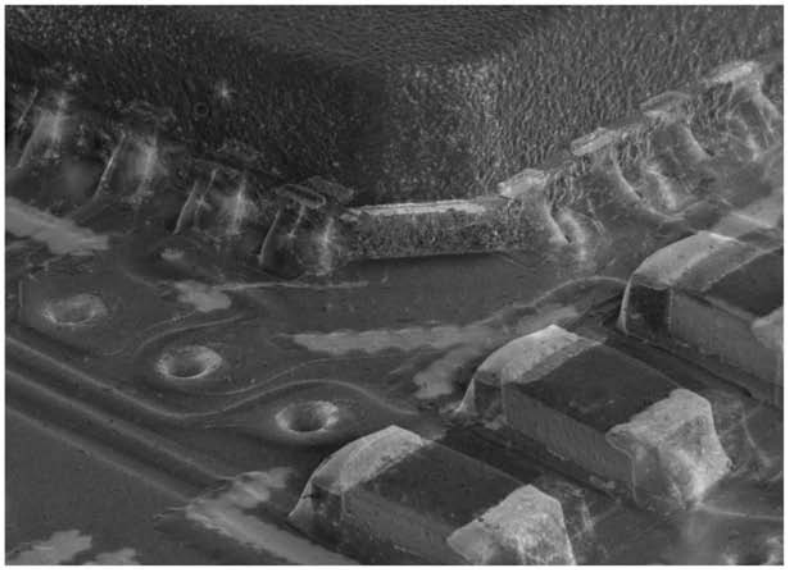

118
117
108
1
2
3
4

【図９１】

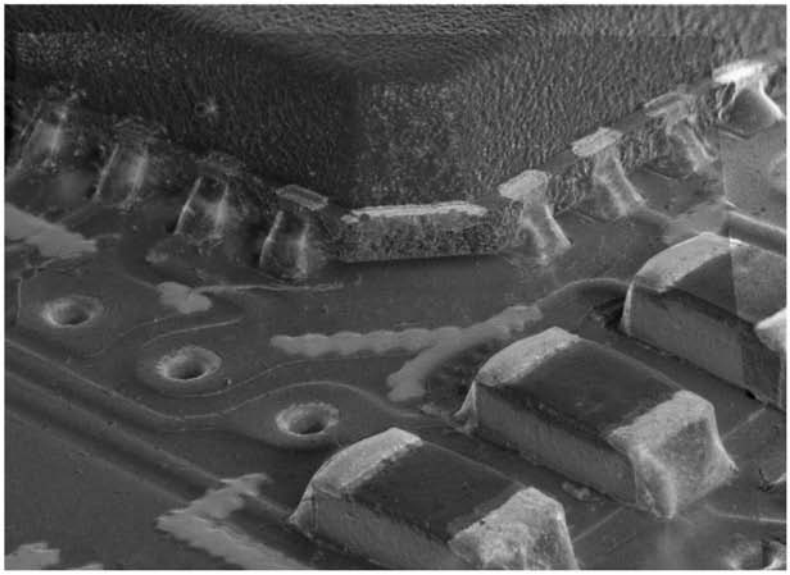

182
183
184
185
186
Adjust
Add
Remove
Modify
Zoom
Transparency

【図９２】

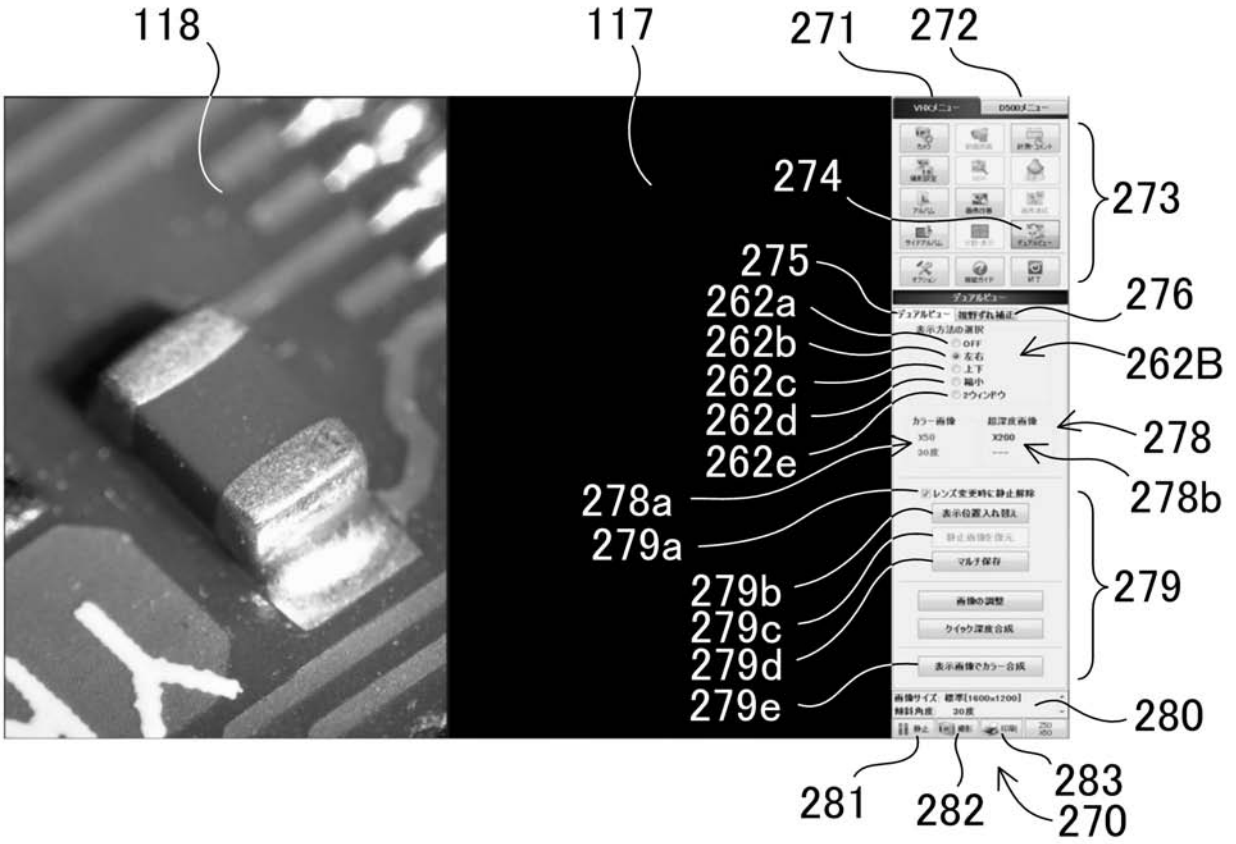
(a)



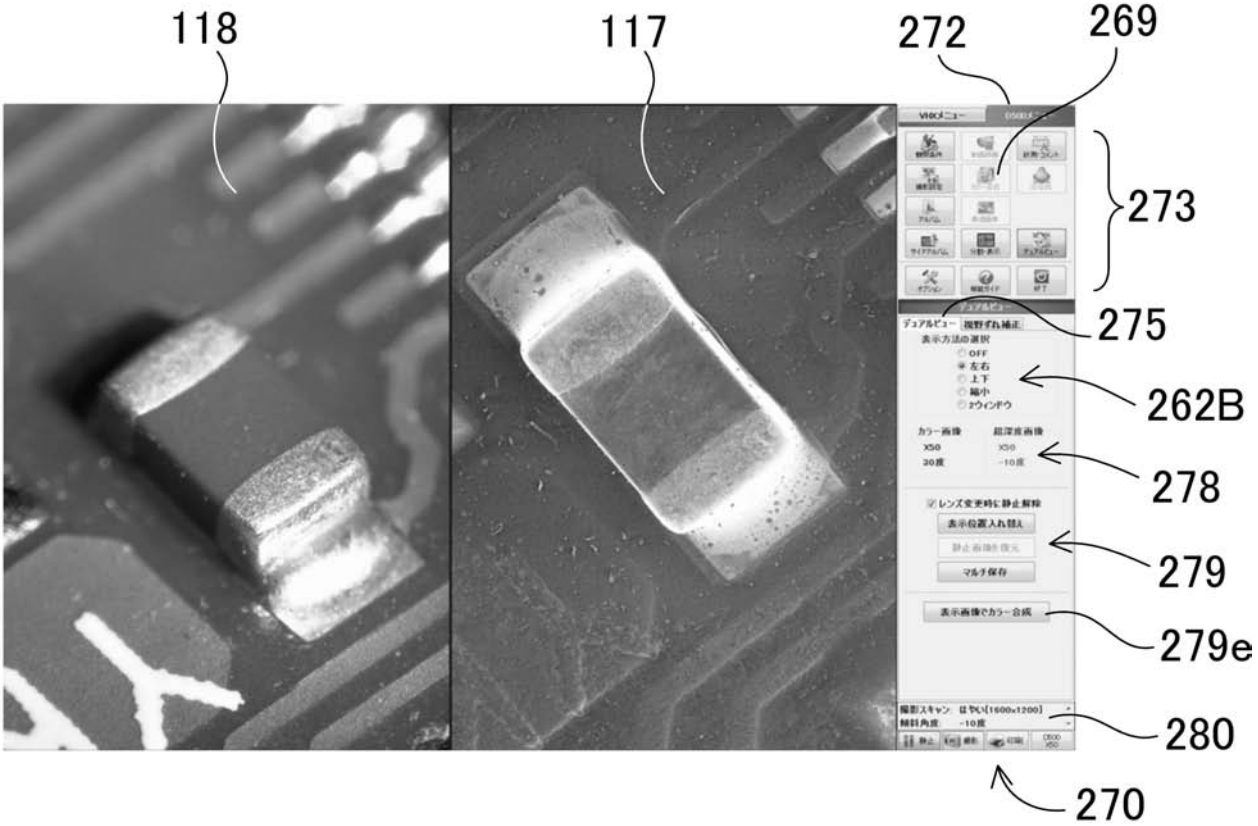
(b)



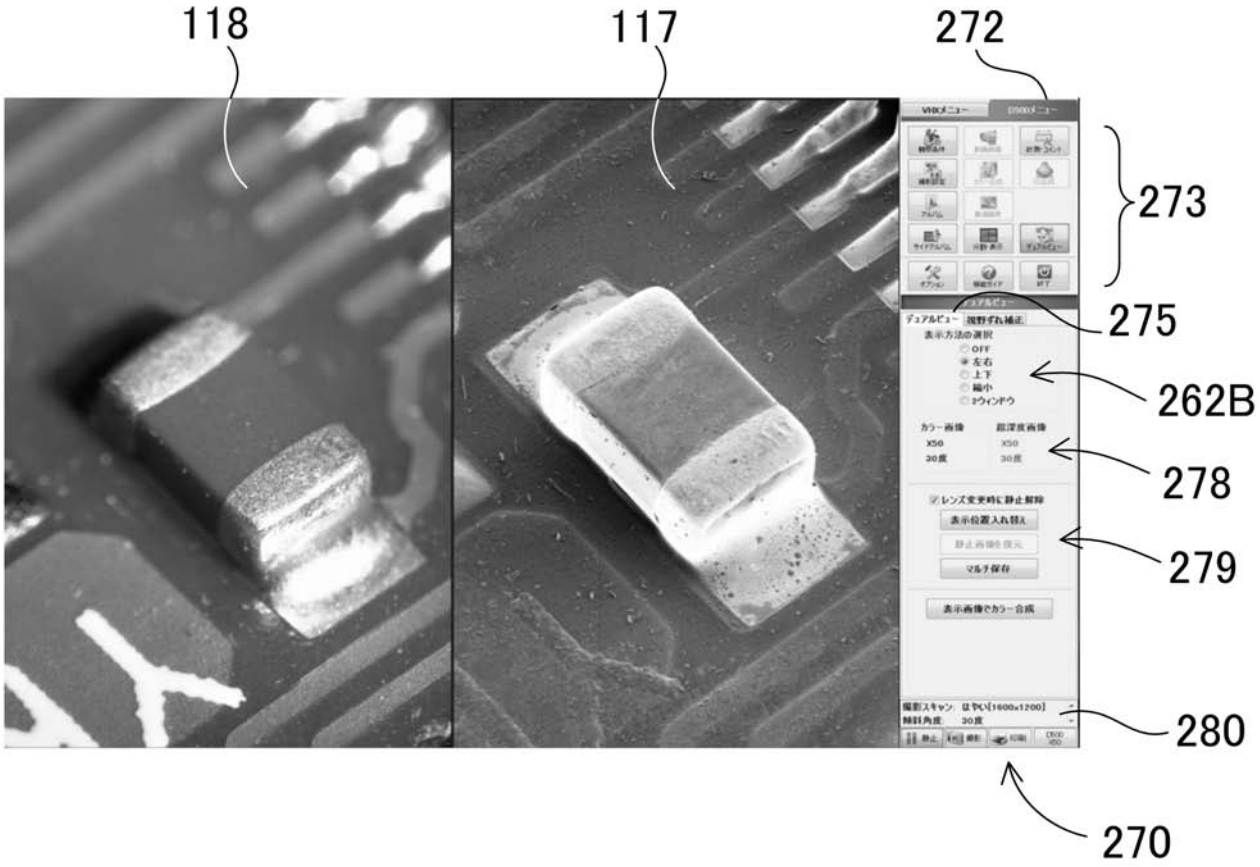
【図１０２】


118
117
271
272
274
273
275
276
262a
262b
262c
262d
262e
262B
278
278a
278b
279a
279b
279c
279d
279e
279
280
281
282
283
270

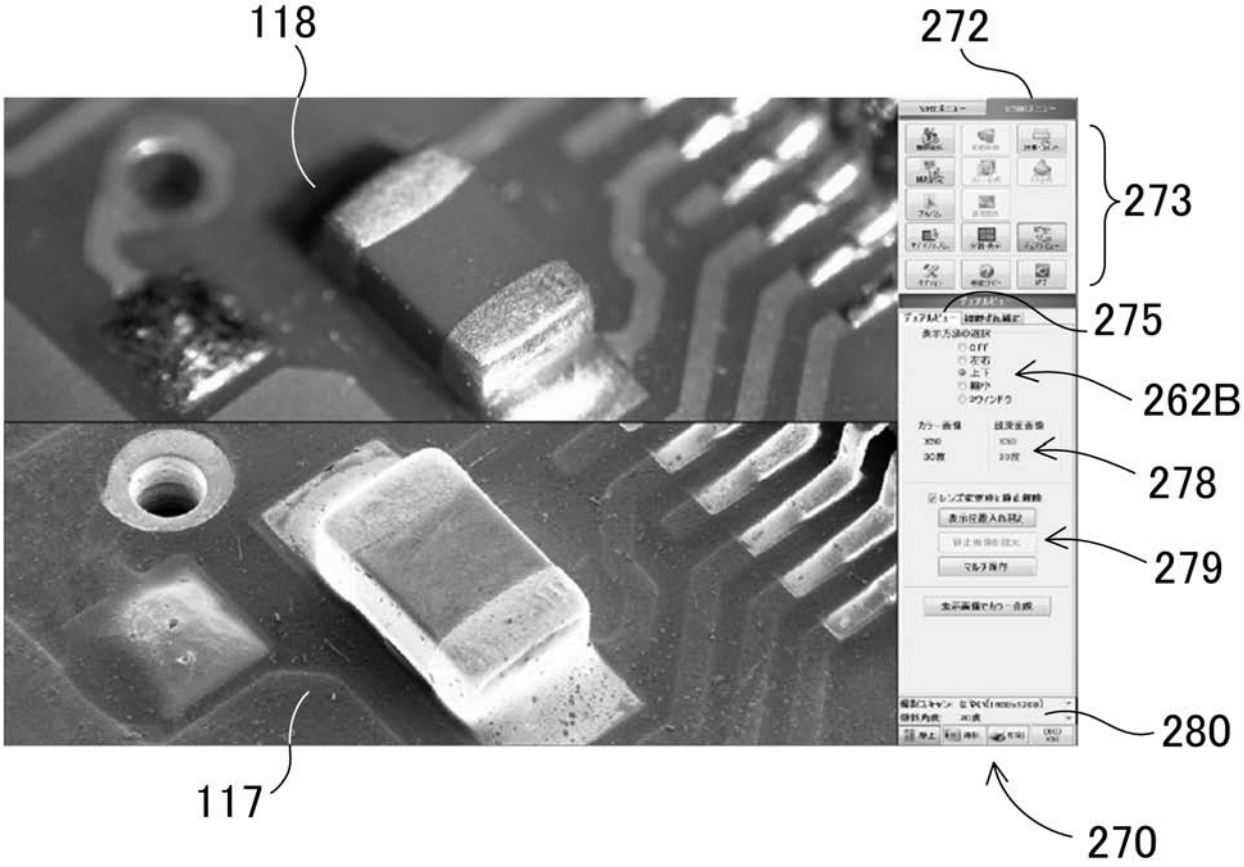
【図１０３】


118
117
272
269
273
275
262B
278
279
279e
280
270

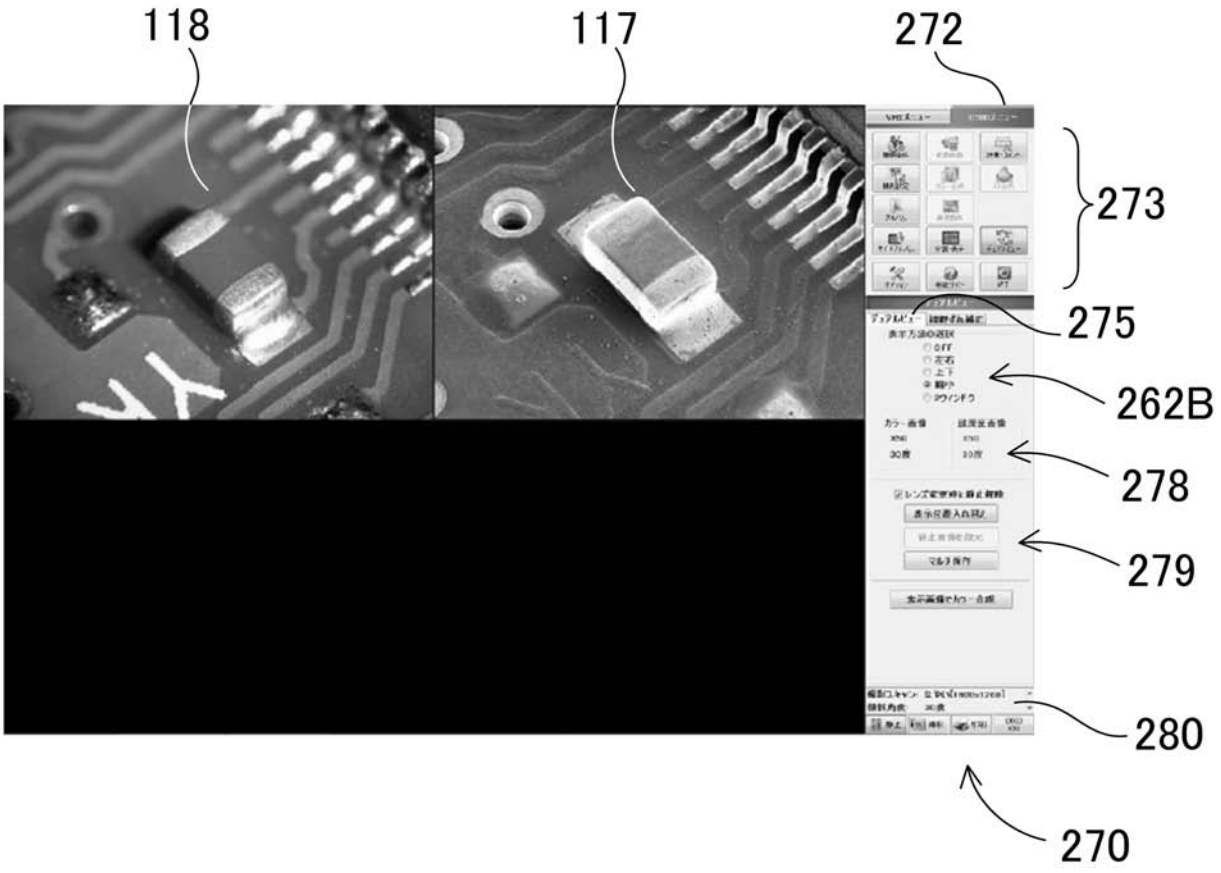
【図１０４】


118
117
272
273
275
262B
278
279
280
270

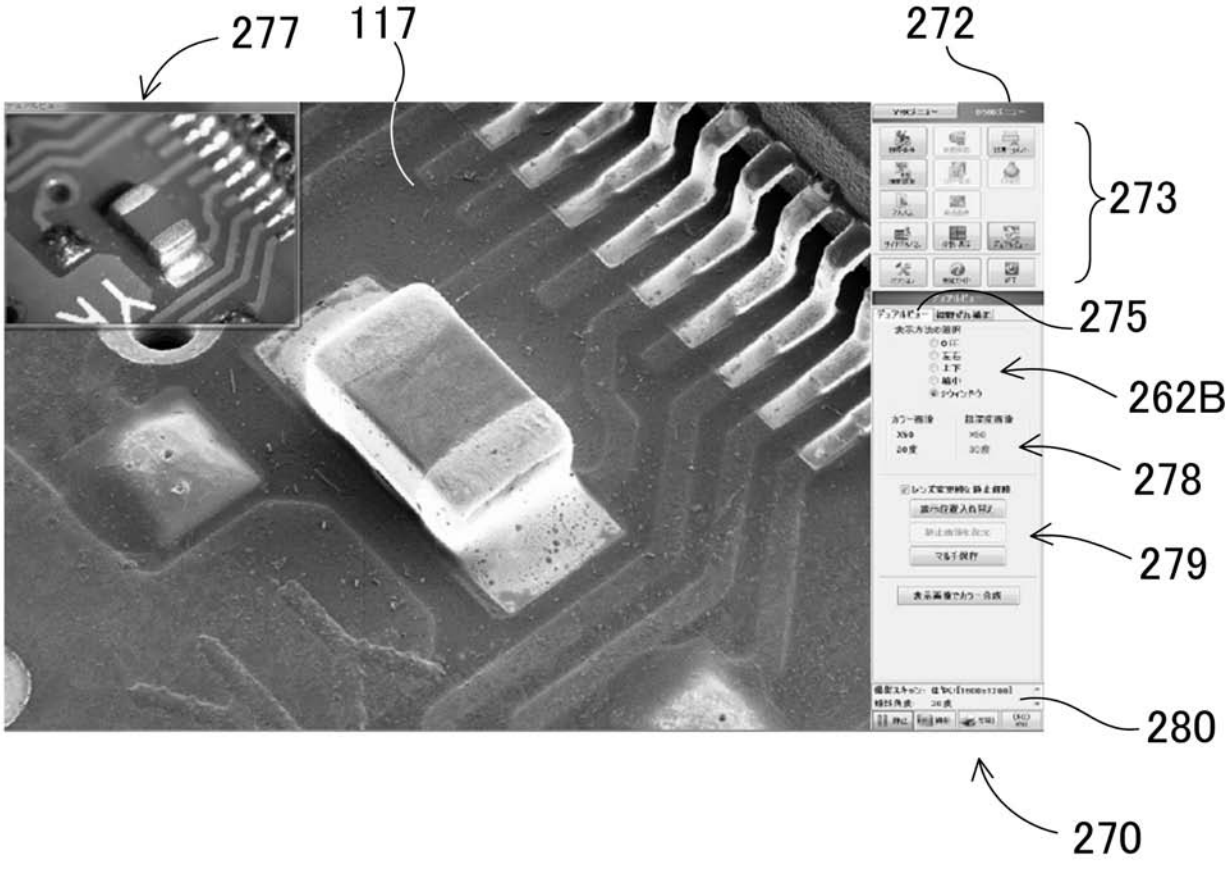
【図１０５】


118
272
273
275
262B
278
279
280
117
270

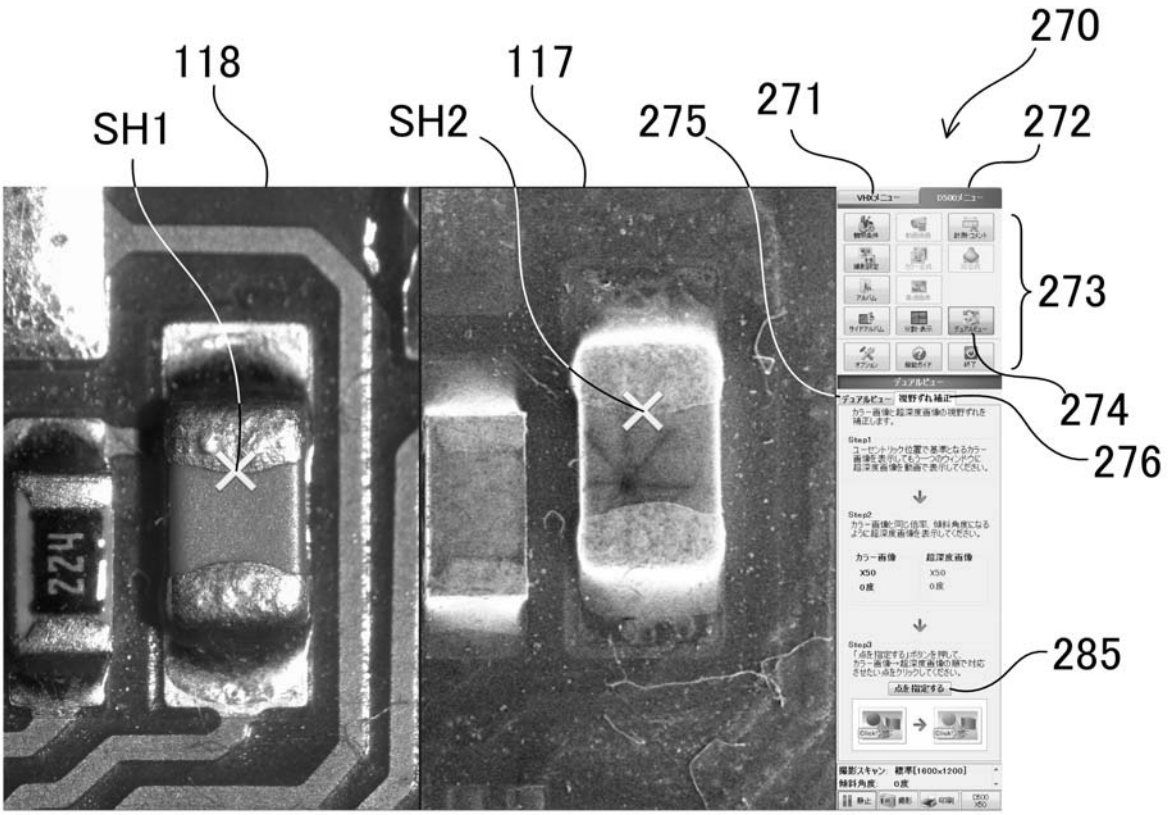
【図１０６】


118
117
272
273
275
262B
278
279
280
270

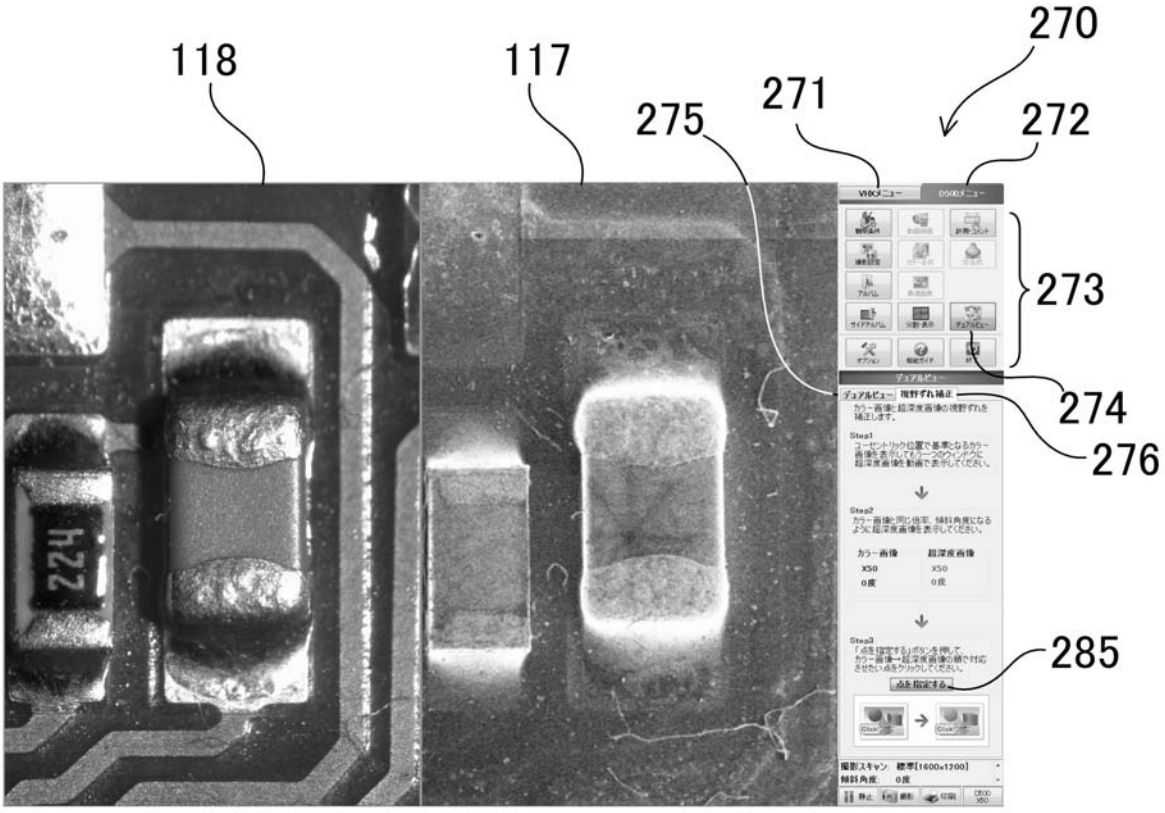
【図１０７】


277
117
272
273
275
262B
278
279
280
270

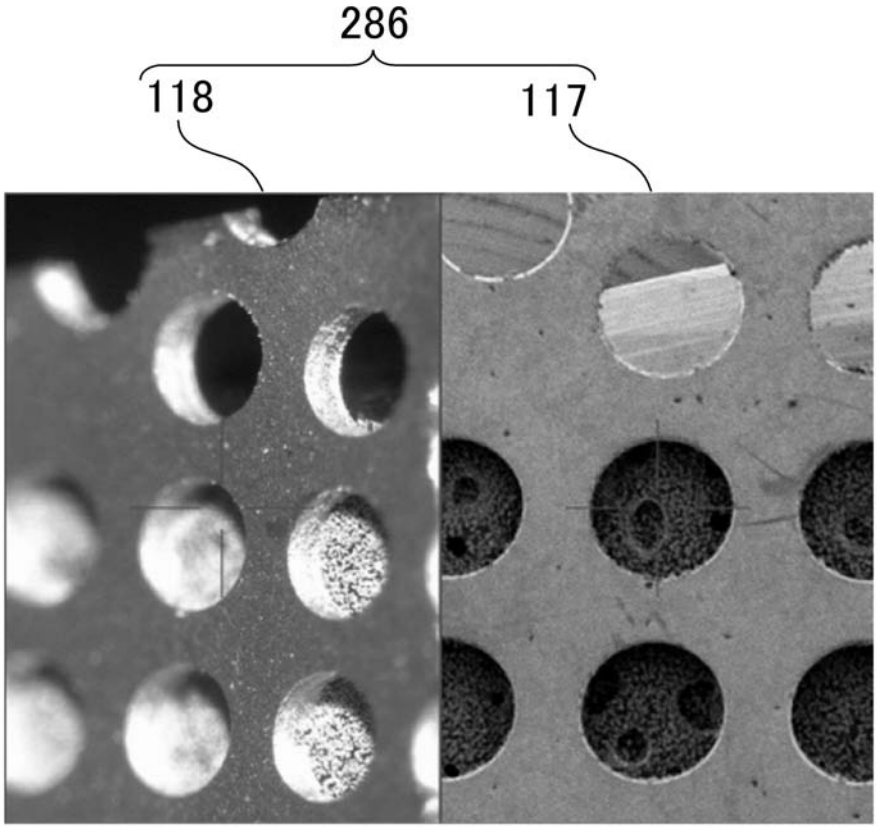
【図１０８】


118
SH1
117
SH2
275
271
270
272
273
274
276
285
h22
VHXメニュー
D500メニュー
デュアルビュー
視野ずれ補正
Step1
Step2
Step3
カラー画像
超深度画像
X50
0度
点を指定する
撮影スキャン：標準[1600x1200]
傾斜角度：0度

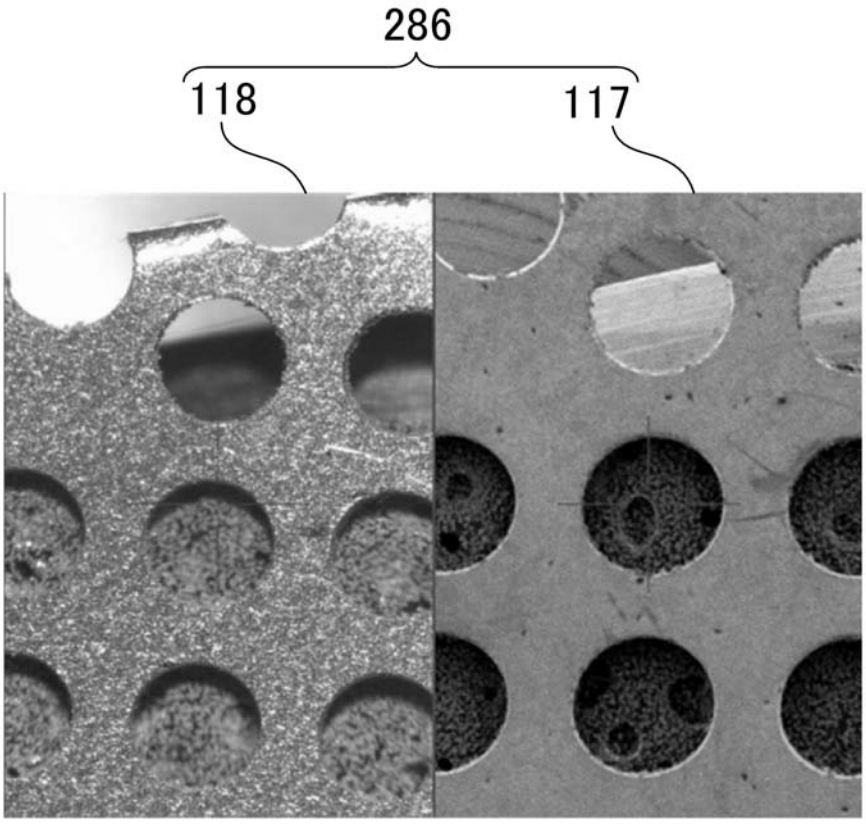
【図１０９】


118
117
275
271
270
272
273
274
276
285
h22
VHXメニュー
D500メニュー
デュアルビュー
視野ずれ補正
Step1
Step2
Step3
カラー画像
超深度画像
X50
0度
点を指定する
撮影スキャン：標準[1600x1200]
傾斜角度：0度

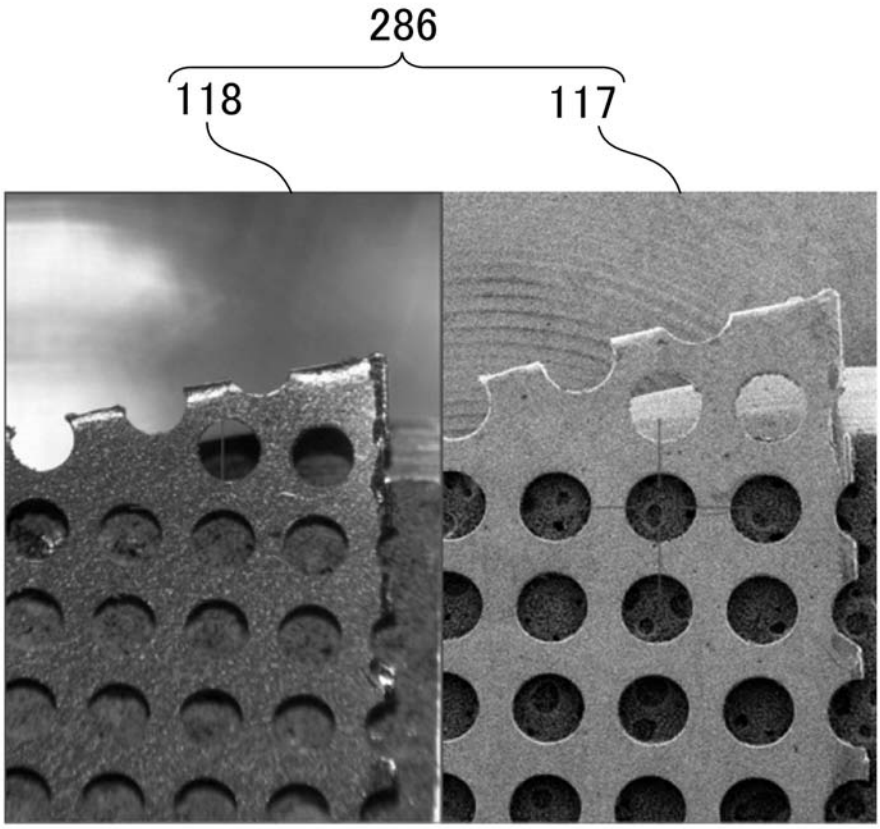
【図１１３】



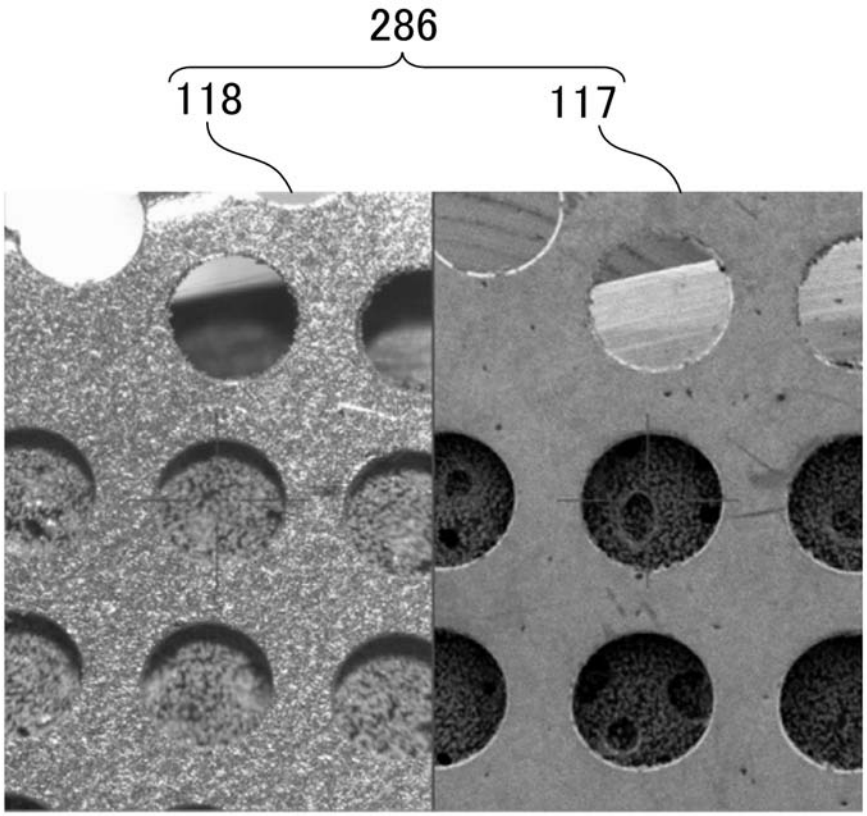
【図１１４】



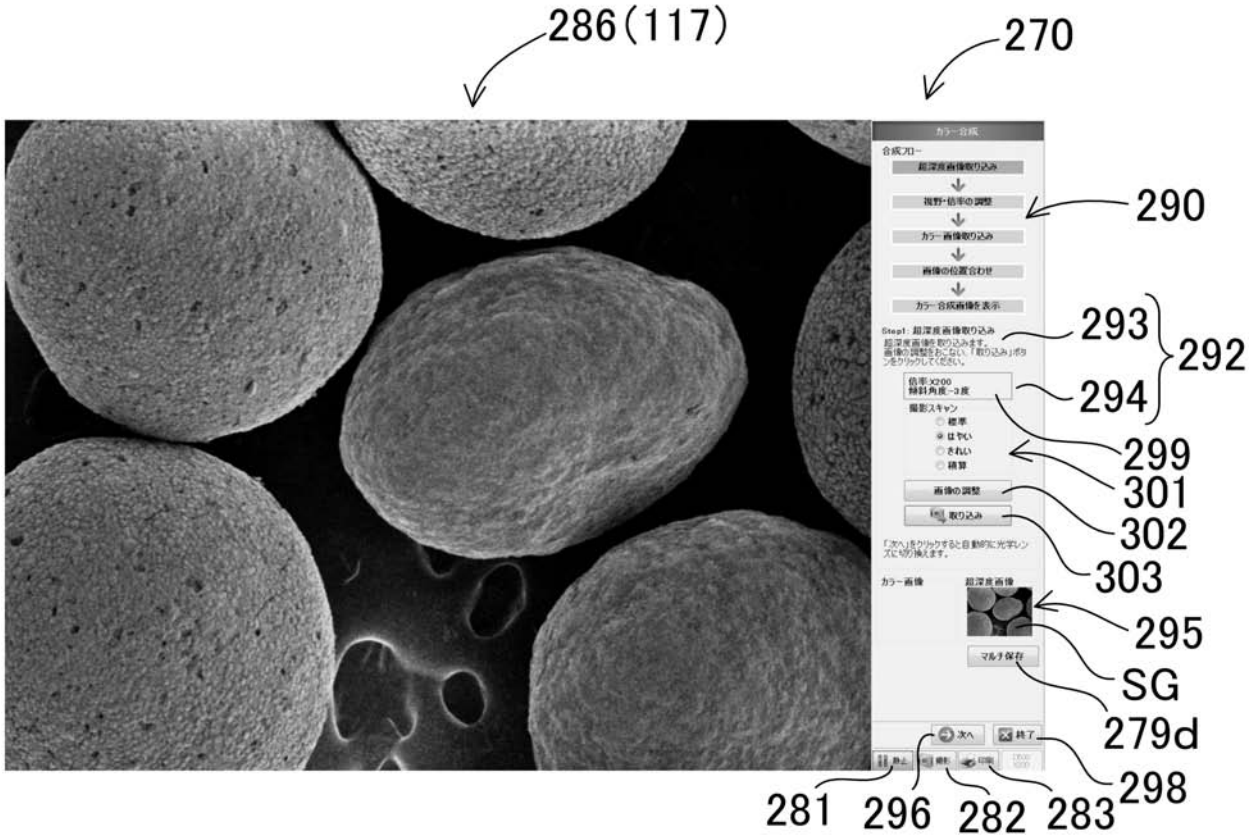
【図１１５】



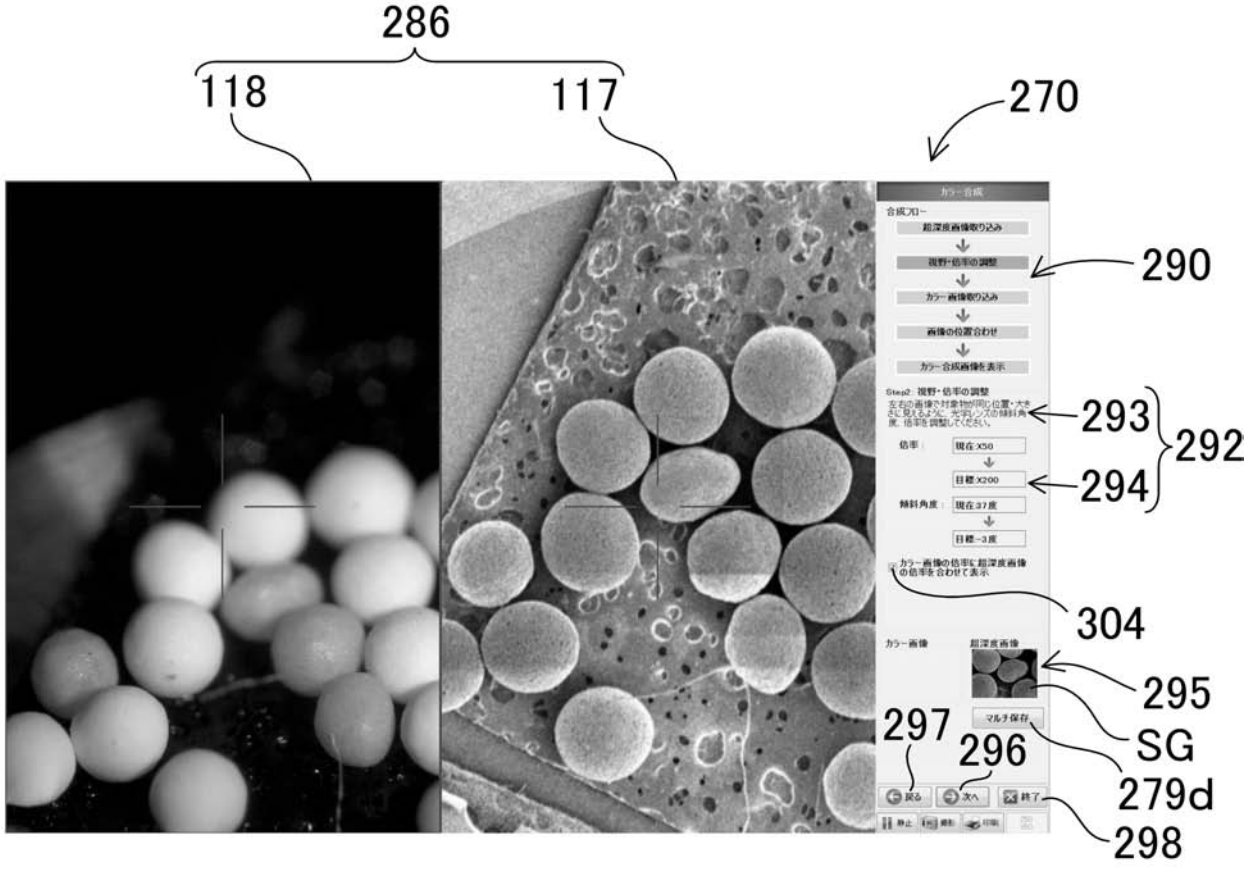
【図１１６】



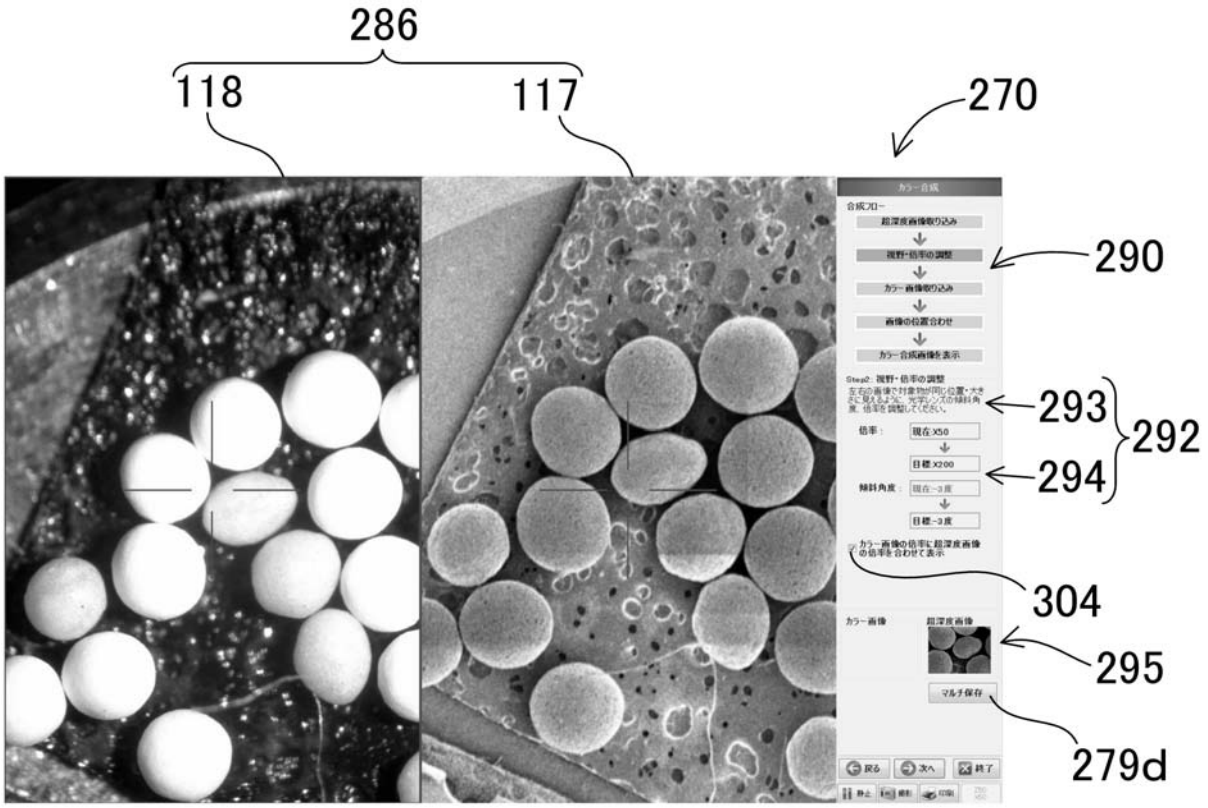
【図１１７】


286(117)
270
290
293
292
294
299
301
302
303
295
SG
279d
298
281
296
282
283

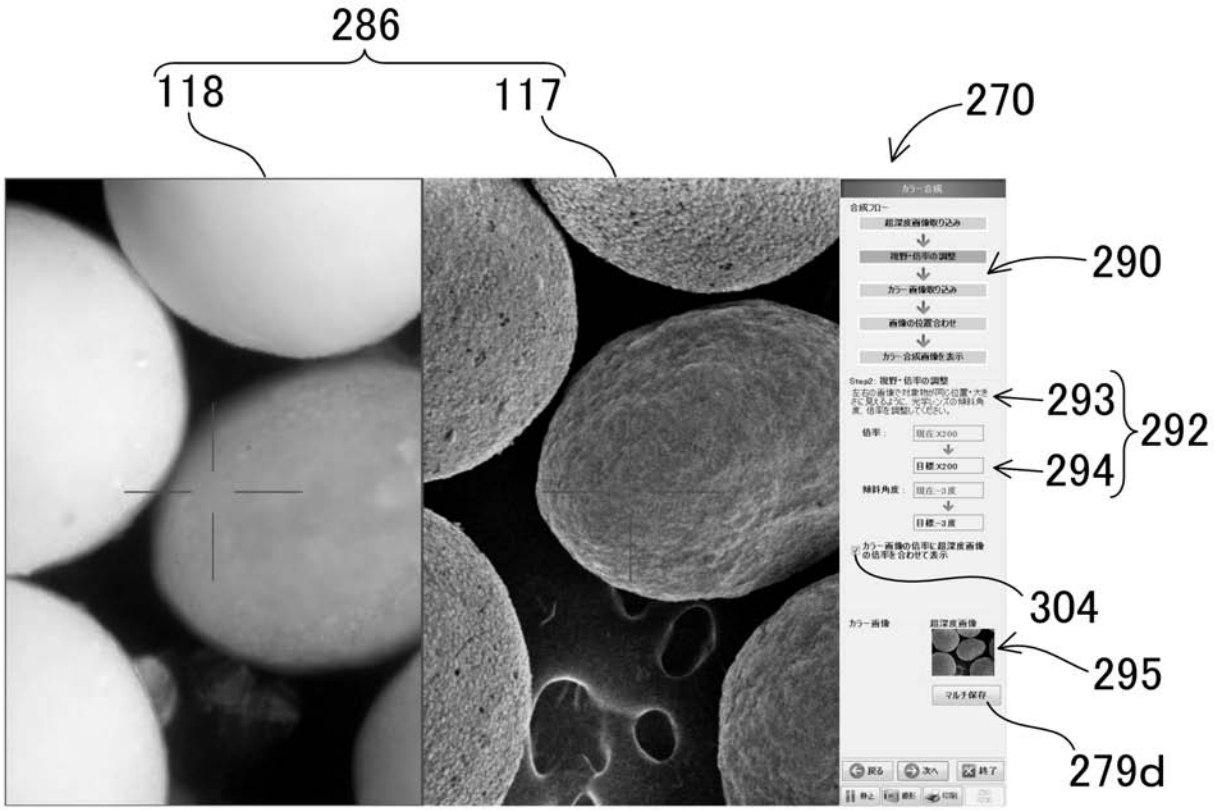
【図１１８】


286
118
117
270
290
293
292
294
304
295
SG
279d
298
297
296

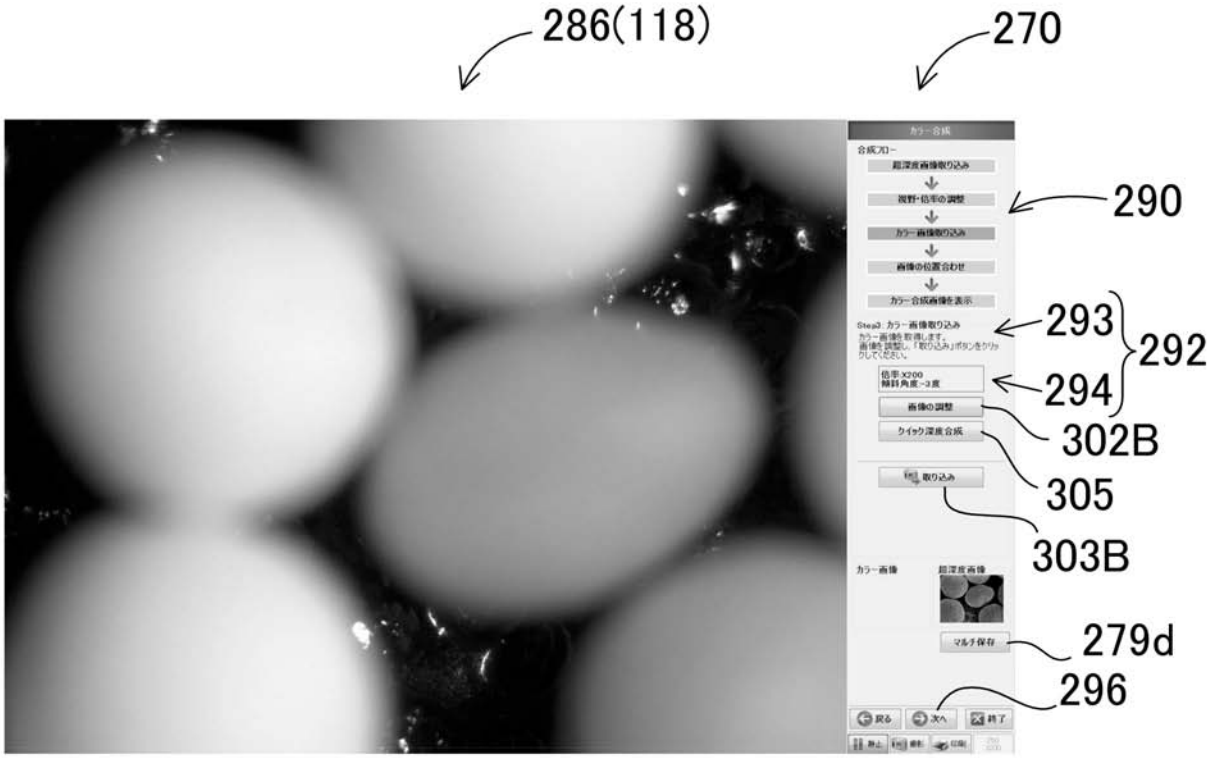
【図１１９】


286
118
117
270
290
293
292
294
304
295
279d

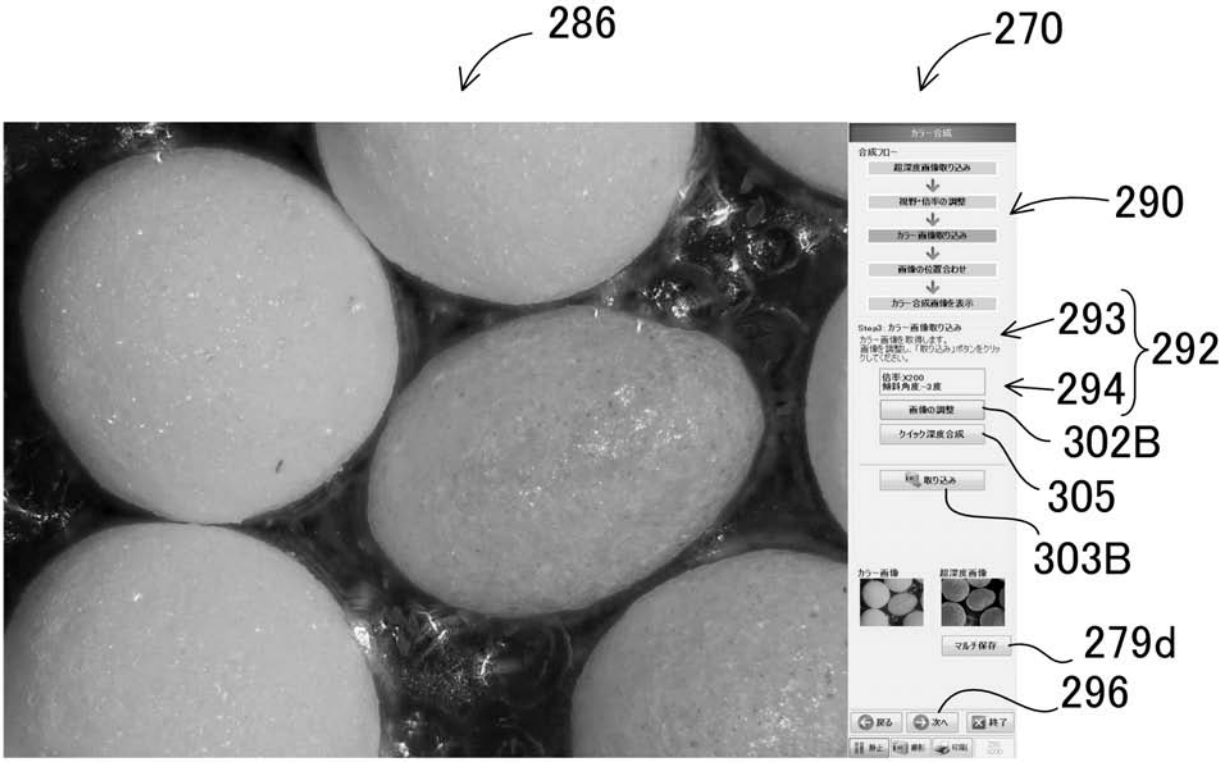
【図１２０】


286
118
117
270
290
293
292
294
304
295
279d

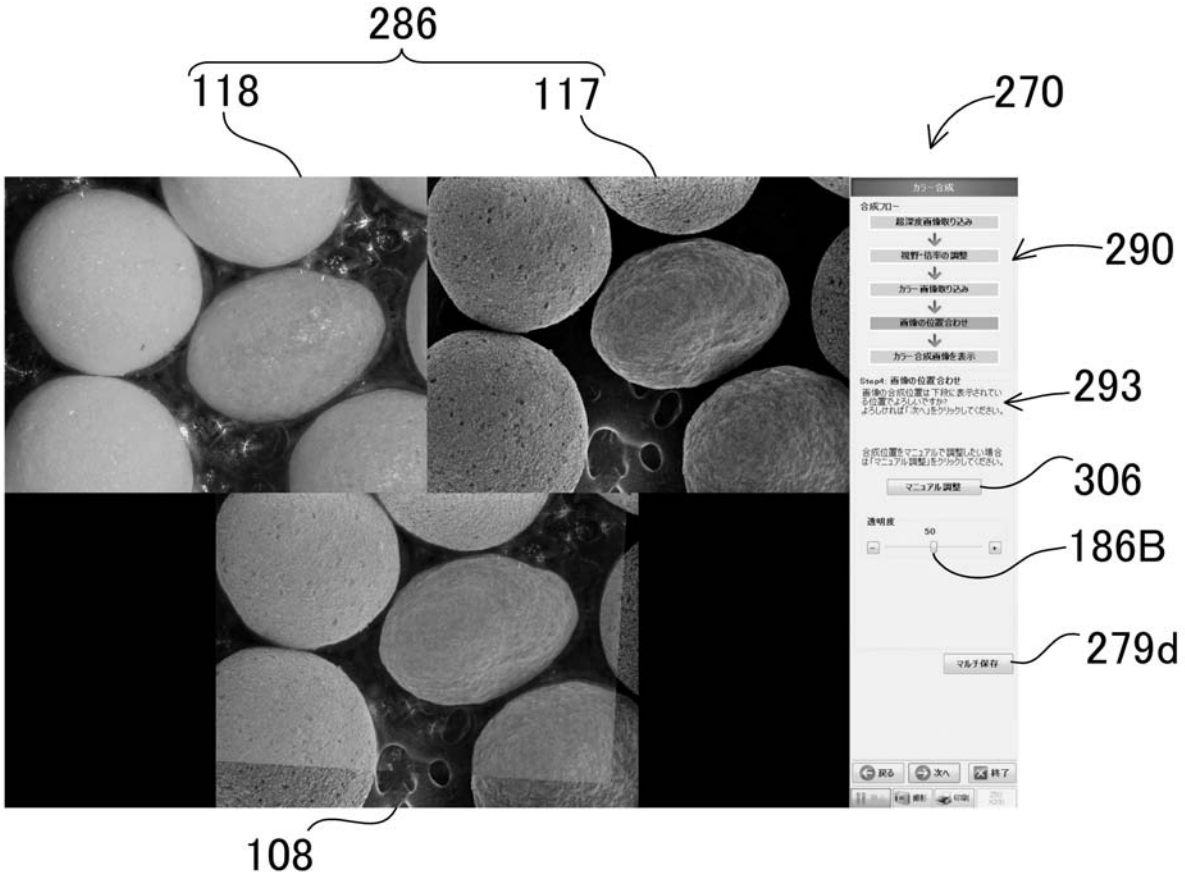
【図１２１】


286(118)
270
290
293
292
294
302B
305
303B
279d
296

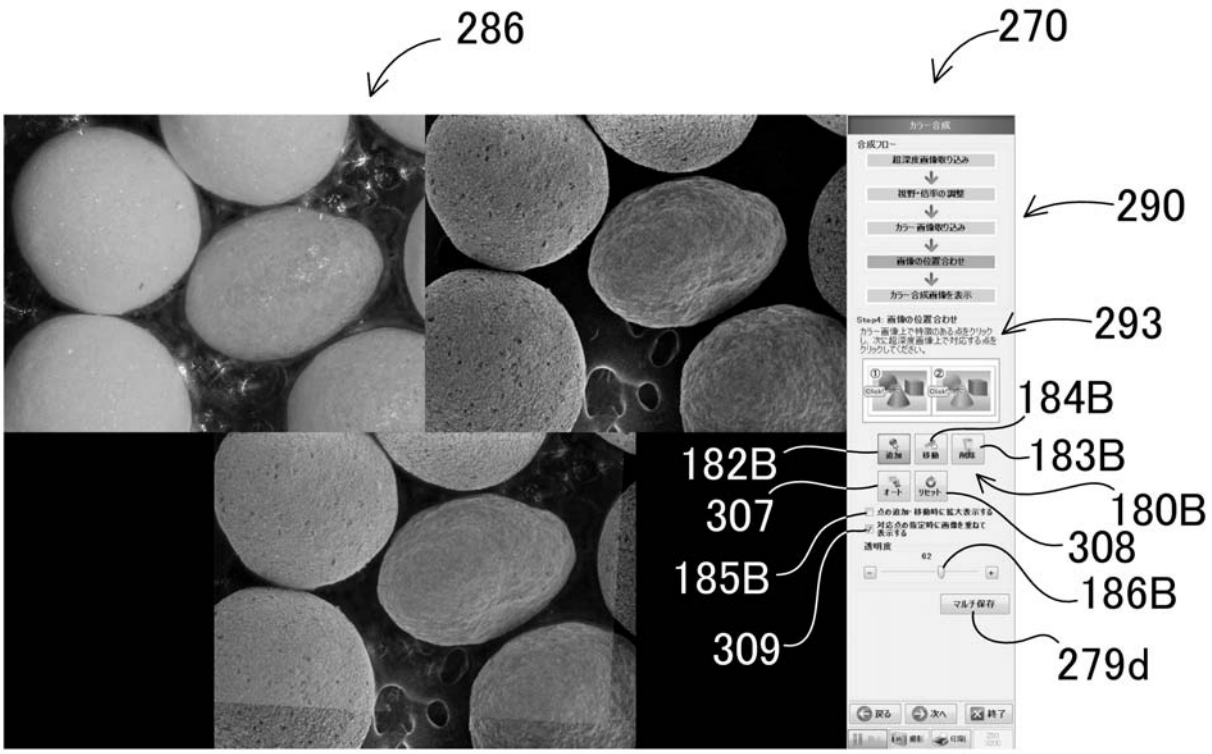
【図１２２】


286
270
290
293
292
294
302B
305
303B
279d
296

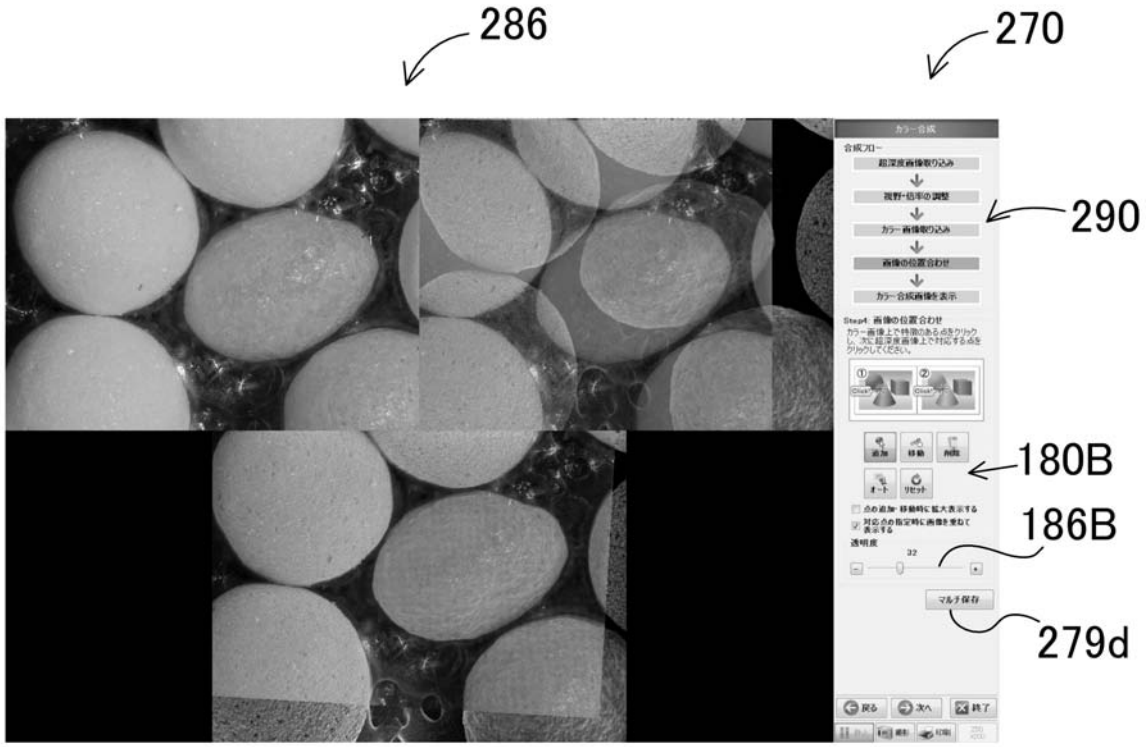
【図１２３】


286
118
117
270
290
293
306
186B
279d
108

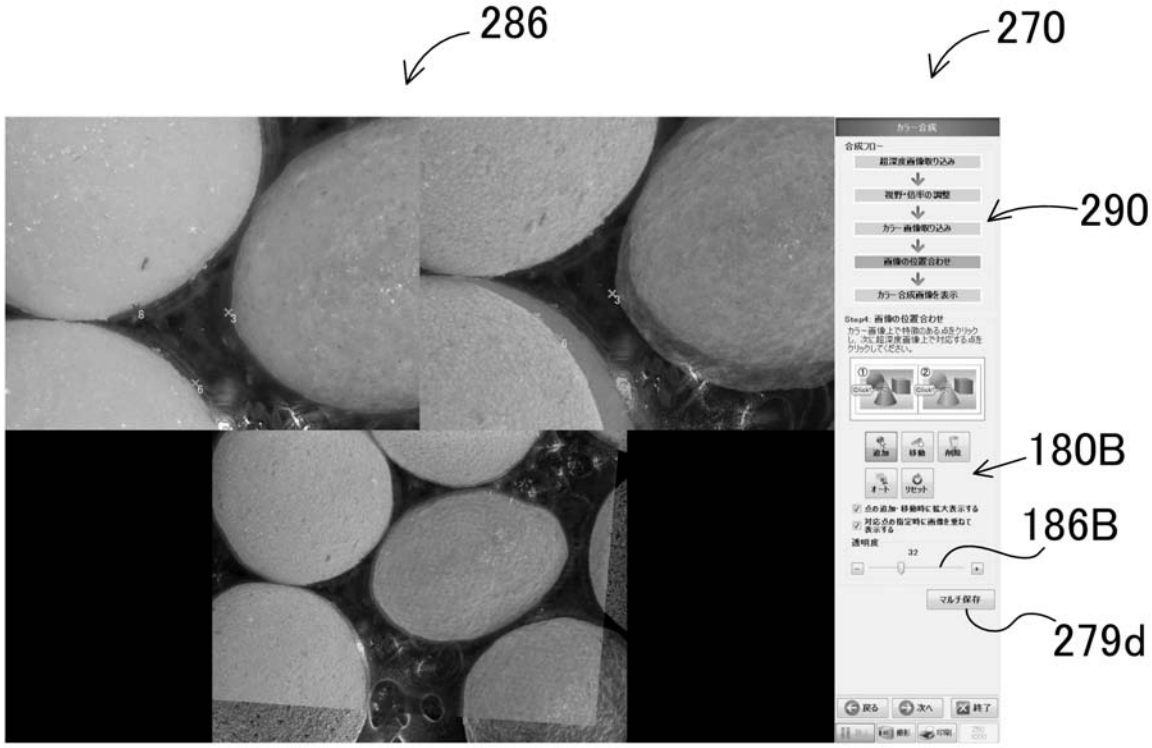
【図１２４】


286
270
290
293
184B
182B
183B
307
180B
308
185B
186B
309
279d

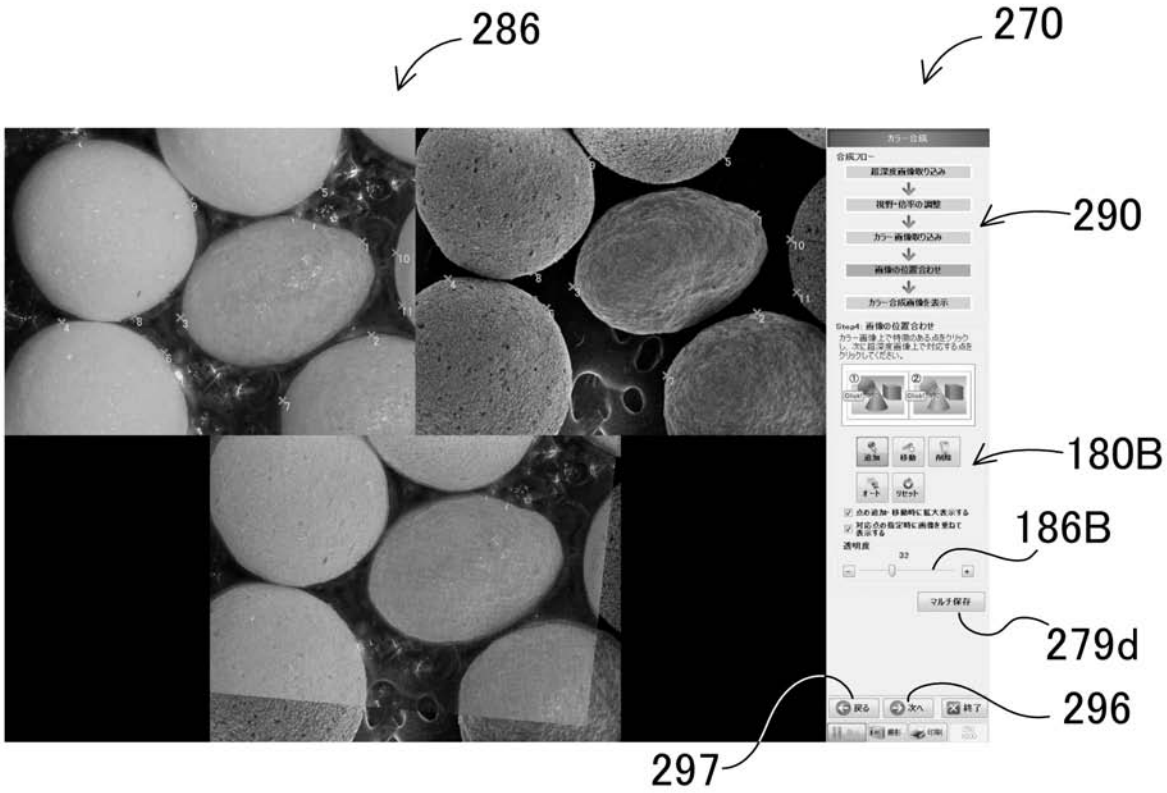
【図１２５】



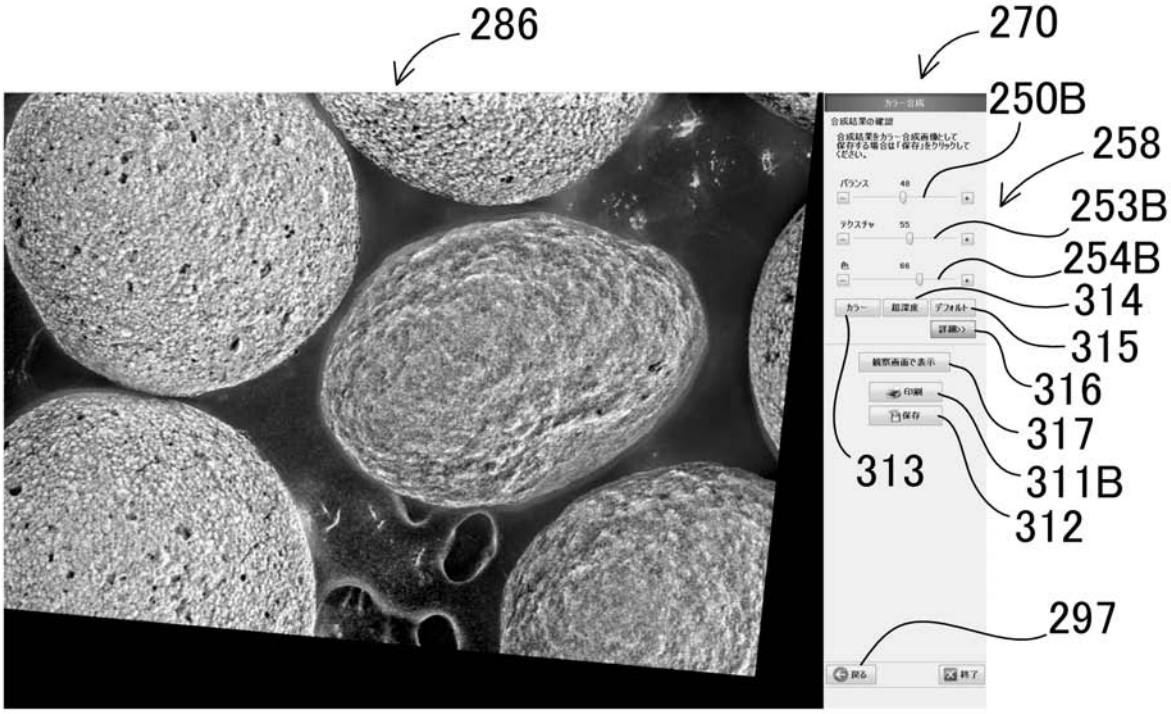
【図１２６】



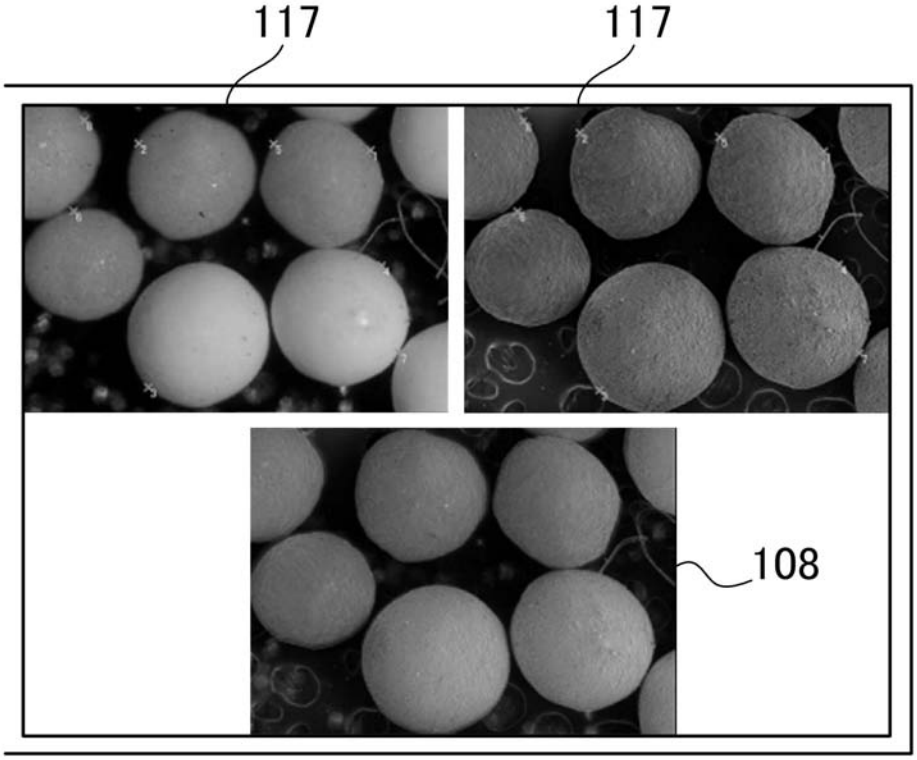
【図１２７】


286
270
290
180B
186B
279d
296
297

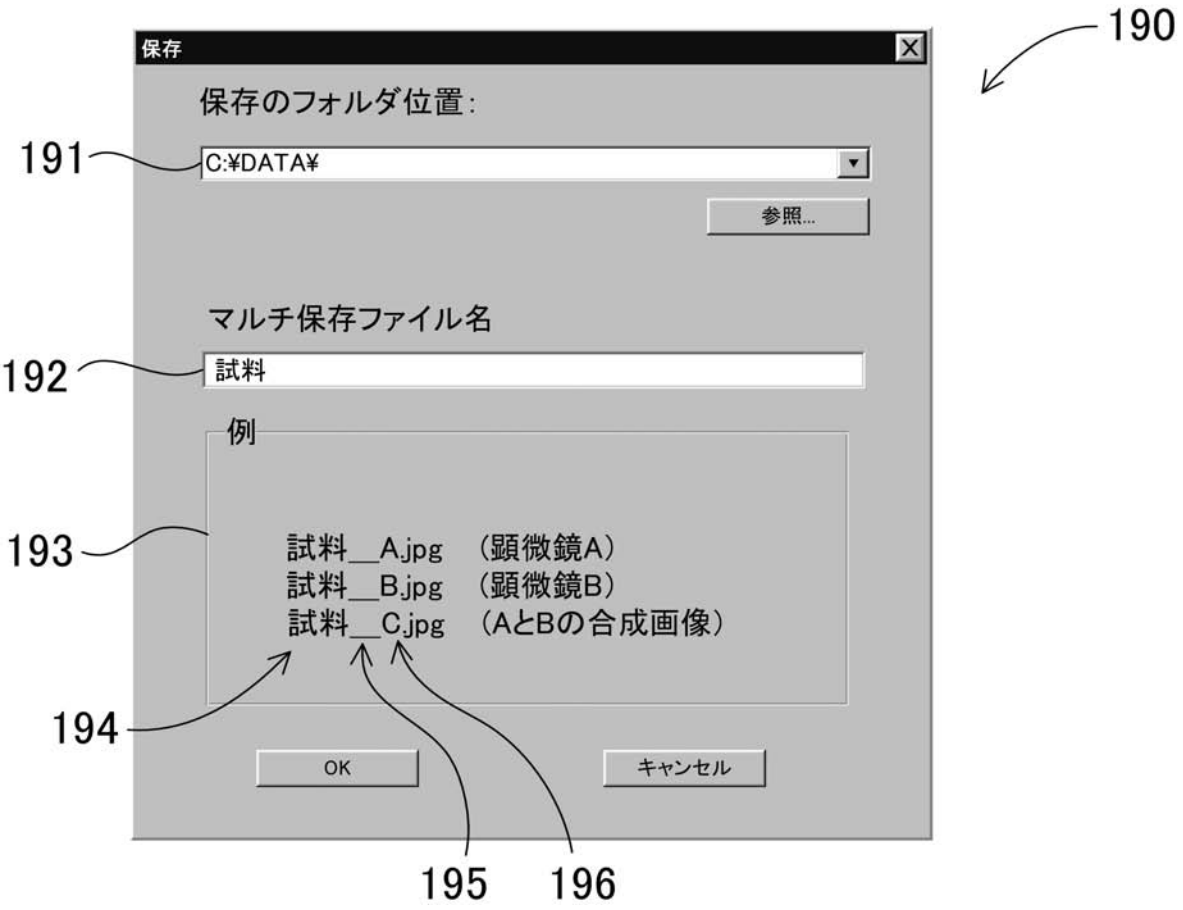
【図１２８】


286
270
250B
258
253B
254B
314
315
316
317
311B
312
313
297

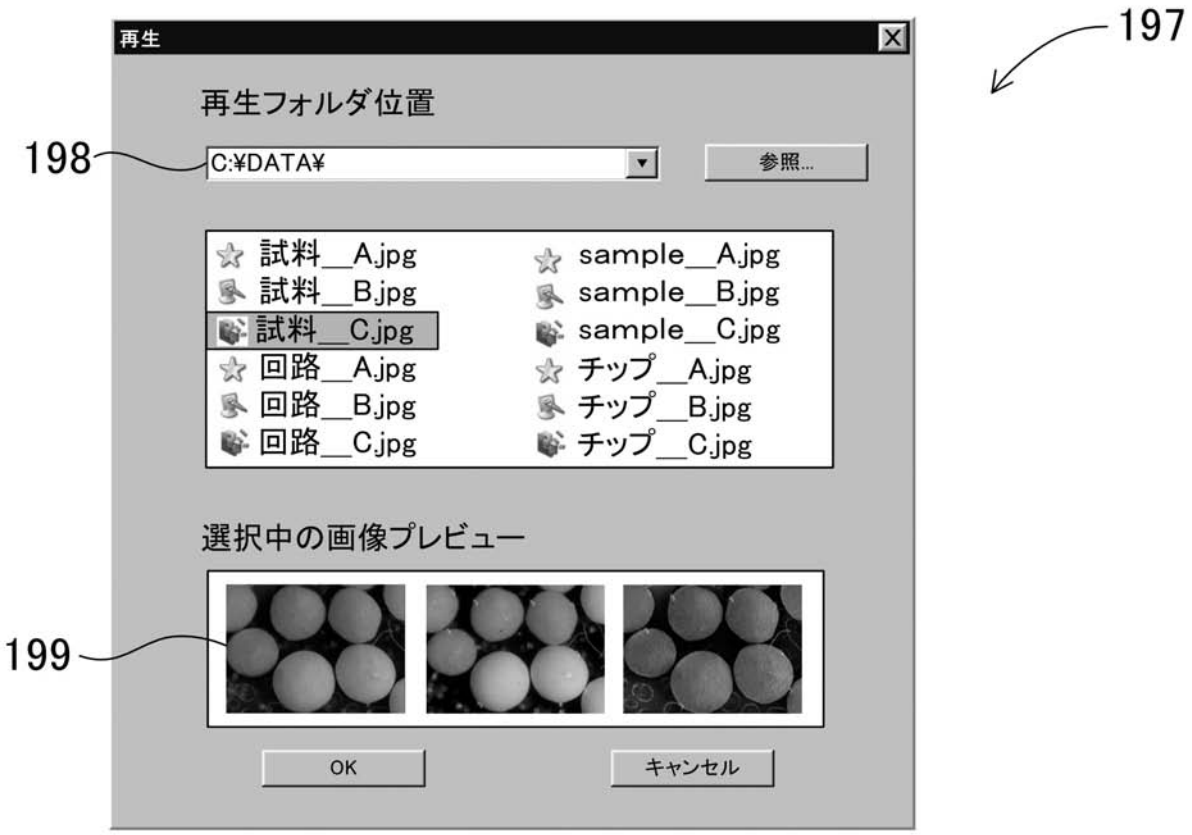
【図１３０】


117
117
108

【図１３１】


190
保存
保存のフォルダ位置:
191
C:¥DATA¥
参照...
マルチ保存ファイル名
192
試料
例
193
試料__A.jpg （顕微鏡A）
試料__B.jpg （顕微鏡B）
試料__C.jpg （AとBの合成画像）
194
OK
キャンセル
195
196

【図１３２】


197
198
199
再生
再生フォルダ位置
C:¥DATA¥
参照...
試料__A.jpg
試料__B.jpg
試料__C.jpg
回路__A.jpg
回路__B.jpg
回路__C.jpg
sample__A.jpg
sample__B.jpg
sample__C.jpg
チップ__A.jpg
チップ__B.jpg
チップ__C.jpg
選択中の画像プレビュー
OK
キャンセル

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		FI		テーマコード（参考）
H01J 37/244	***(2006.01)***	H01J 37/22	502L	
H01J 37/16	***(2006.01)***	H01J 37/22		
		H01J 37/22	502Z	
		H01J 37/244		
		H01J 37/16		