

(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2007-109675

(P2007-109675A)

(43) 公開日 平成19年4月26日(2007.4.26)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 J 37/05 (2006.01)	HO 1 J 37/05	5 C O 3 3
HO 1 J 37/09 (2006.01)	HO 1 J 37/09	A

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2007-17782 (P2007-17782)</p> <p>(22) 出願日 平成19年1月29日 (2007.1.29)</p> <p>(62) 分割の表示 特願平9-514104の分割 原出願日 平成8年10月1日 (1996.10.1)</p> <p>(31) 優先権主張番号 95202649.0</p> <p>(32) 優先日 平成7年10月3日 (1995.10.3)</p> <p>(33) 優先権主張国 オランダ (NL)</p>	<p>(71) 出願人 501233536 エフ イー アイ カンパニ F E I C O M P A N Y アメリカ合衆国 オレゴン 97124-5793 ヒルズボロ ドーソン・クリーク・ドライブ 5350 エヌイー 7451 NW Evergreen Parkway, Hillsboro, OR 97124-5830 USA</p> <p>(74) 代理人 100070150 弁理士 伊東 忠彦</p> <p>(72) 発明者 ティエメイイェル, ペーター シー オランダ国, 5656 アーアー アインドーフエン, プロフ・ホルストラーン 6番</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	---

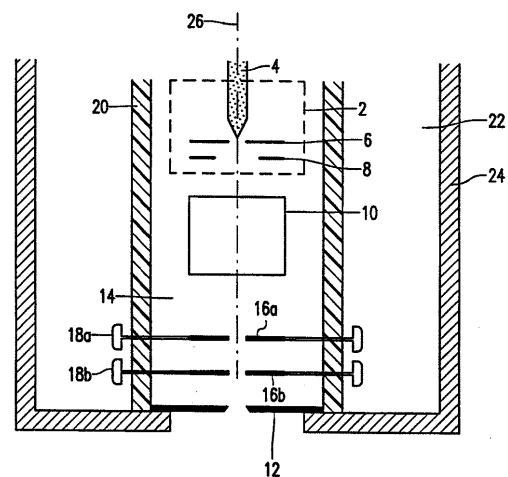
(54) 【発明の名称】 単色分光計用の固定ダイヤモンドからなる粒子光学装置

(57) 【要約】

【課題】電子顕微鏡は、電子銃(2)の高圧電界の前方に設けられたエネルギー選択性フィルタ(10)により構成される。フィルタは高圧電位を伝達し、SF₆ガスにより充填された銃スペース(14)内に設けられているので、フィルタに対する電氣的及び機械的な通路に関する問題が生じる。特に、フィルタのセンタリングが問題である。

【解決手段】(電流制限及びフィルタによりビームに導入される光収差を回避するため)それにも係わらず、フィルタの適当なアパーチャ調整を行うため、フィルタ部品、特に、フィルタの磁極面又は磁界画成密閉部品(48a)に固定的に連結されたエントランスダイヤモンドフラム(30)が設けられている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

粒子が横切る加速高圧電界を粒子源内に確立する高圧手段(16a, 16b)を含む、荷電粒子の1次ビーム(31)を生成する粒子源(2)と、

1次ビームのエネルギー分散よりも少ないエネルギー分散を備えた2次ビームを1次ビームから選択するため、粒子源内の高圧電界の実質的に完全に前方にある単色分光計フィルタ組立体(10)とからなる粒子光学装置であって、

上記単色分光計フィルタ組立体(10)の入り口側に在り、通常の動作条件で単色分光計フィルタ組立体の一部(48a)に固定的に連結されたダイヤフラム(30)が設けられていることを特徴とする粒子光学装置。

10

【請求項 2】

上記単色分光計フィルタ組立体(10)は、ウィーンフィルタからなる請求項1記載の粒子光学装置。

【請求項 3】

上記フィルタ組立体(10)は、フィルタの磁界を発生させる永久磁石(36)を有する請求項2記載の粒子光学装置。

【請求項 4】

ダイヤフラム(30)は、ウィーンフィルタの磁気回路の磁極面又は磁界画成密閉部品(48a)に連結されていることを特徴とする請求項2又は3記載の粒子光学装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、粒子により横切られる加速高圧電界を粒子源内に確立する高圧手段を有し、電氣的に充電された粒子の1次ビームを生成する粒子源と、1次ビームのエネルギー分散よりも少ないエネルギー分散を備えた2次ビームを1次ビームから選択するため、粒子源内で高圧電界の実質的に完全に前方にある単色分光計フィルタ組立体とからなる粒子光学装置に関する。

【背景技術】

【0002】

上記の種類の装置は米国特許第5,300,775号明細書(特許文献1)により公知である。

30

【0003】

粒子光学装置、例えば、電子顕微鏡において、粒子ビーム(電子ビーム)の低エネルギー分散は、一般的に望ましい。その理由は、電子ビームのエネルギー分散は、結像レンズの色収差と共に、電子顕微鏡の像の解像度を劣化させるからである。低エネルギー分散は、特に、電子分光が行われる電子顕微鏡、即ち、検査される標本の電子ビームのエネルギー損失が標本の場所に依存して決められる電子顕微鏡において望ましい。標本の組成に関する結果は、それに基づいて取り出される。標本の像のコントラストは、結像に関係するため所定のエネルギー損失を有する電子だけを選択することにより強調される。このような状況において、低エネルギー分散を有する照射電子ビームを利用することが必要である。これは、照射ビーム中にフィルタ組立体と称されるエネルギー分散素子を設けることにより実現される。これは、電子を偏向させることにより、即ち、電子をそのエネルギーに依存して空間的に分離することにより、並びに、必要があれば、所望のエネルギーの電子を選択することにより、エネルギーの選択を可能にする。

40

【0004】

引用された米国特許明細書は、電子ビーム中のエネルギー選択用のエネルギー分散ユニット(フィルタ組立体)により構成された電子顕微鏡を開示する。かかる装置において一般的であるように、電子顕微鏡は、1次電子ビーム、即ち、エネルギー選択を受ける前の電子ビームを生成する電子源が設けられた電子銃からなる。更に、上記銃は、ビーム中の

50

電子を加速するため、加速電位（即ち、加速高圧電界）内に導入しても良い。フィルタ組立体は、電源の近くの電子銃内に設けられるので、電子は、比較的低エネルギー（例えば、3 kVの強度のオーダー）を伴ってフィルタ組立体に入る。これにより得られる利点は、電子ビームに対するフィルタの寸法が一般的にフィルタ処理されるビームのエネルギーによって決められるので、フィルタは比較的小形の構造でも構わないということである。かかるフィルタの小形構造によって、装置を拡大するような変更を必要とすることなく、かかるフィルタを従来設計の電子顕微鏡に組み込むことが可能になる。

【0005】

上記の高圧電界の前方にあるフィルタ組立体の配置には、多数の欠点がある。

【0006】

第1の欠点は、電子顕微鏡の電子銃内の加速電極（アノード）は接地電位を担持するので、電子源は、-300 kVの強度のオーダーの負の加速高圧を担持することに起因する。従って、フィルタ組立体は、（加速電界の前方に配置されているため）略上記の高圧を担持するので、フィルタ構成部品の取り扱いが、実質的に妨げられ、實際上、殆ど不可能である。

【0007】

第2の欠点は、高圧絶縁のため、殆どの電子顕微鏡は、銃スペースの周りにフッ化硫黄（SF₆）のような絶縁ガスを含むエンベロープを含むことに起因する。フィルタ組立体へのアクセスの可能性は、かくして、著しく低減される。上記のガスが充填されたスペースを通る機械的又は電氣的な通路の形成は、耐ガス性、及び、通路の電氣的絶縁に関する問題を生じる。既存の電子銃への電気接続は、顕微鏡の設計を考慮した標準設計の高圧ケーブルを介して供給される。しかし、この標準的なケーブルは、それが設計された電気信号以外の電気信号を伝送するために適当ではない。

【0008】

第3の欠点は、既に顧客側に設置された電子顕微鏡の顕微鏡コラムに通路のための孔を空ける必要があることに起因する。このため、顕微鏡の真空スペースに汚染を取り込む完全な分解が必要になると共に、重量精密機器の輸送が必要である。

【0009】

特に、種々のフィルタ構成部品の相互のアライメント、及び、電子顕微鏡の残りの部分に対するアライメントは、上記の問題によって著しく阻害される。

【特許文献1】米国特許第5,300,775号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明の目的は、電子銃内のフィルタ組立体が装置の壁を通る最小限の数の通路しか必要としない上記の種類の子光学装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

このため、本発明による粒子光学装置は、単色分光計組立体の入り口側（エントランス）にあり、通常の動作条件で単色分光計組立体の部品に固定的に連結されたダイヤフラムが設けられていることを特徴とする。

【0012】

本発明の説明中、「固定的に連結された」は、エントランスダイヤフラムが取り外し不能であるということの意味するのではなく、粒子光学装置の通常の動作中に調整不可能であるということの意味する。

【0013】

上記のステップの結果として、ダイヤフラムは、固定的な連結のため、必要であるならばセンタリング器具を利用してフィルタ組立体に対し（電子顕微鏡の外側で）正確なセンタリングが実現される。

【0014】

10

20

30

40

50

上記のステップにより、更に、フィルタ組立体は、ダイヤフラムアパーチャを適当に選択することにより、電子顕微鏡、特に、透過型電子顕微鏡に適切な結像を実現するため、適切なビーム電流（50 nAの強度のオーダー）を伝達し得るようになるか、一方で、ビーム電子の相互作用によるビーム中のエネルギー分散（所謂Boersch効果）を防止しなければならないので、この電流は強度のオーダーが大きくなり過ぎることはない。

【0015】

非常に小さい寸法のアパーチャを電子銃の抽出電極に利用することにより、所望のビーム電流の制限が容易に実現されるが、電子銃から放出するビームは非常に狭いので、1次ビームに対するフィルタ組立体のアライメントが非常に問題になる。本発明によれば、上記のステップの結果として、広いビームが抽出電極から放出するので、エントランスダイヤフラムは、常にこのビームにより照射され、センタリングの問題は発生しない。

【0016】

本発明によるダイヤフラムの配置によれば、光軸から非常に遠い場所に入射した電子に起因するレンズ収差がフィルタ内で回避される利点が得られる。かかるレンズ収差は、フィルタの後方のビーム制限によって除去できなかった（即ち、レンズ収差は、望ましくない方向の電子をフィルタの後方で光軸と交差させる）。

【0017】

本発明の一実施例によれば、フィルタ組立体は、ウィーンフィルタ（Wien filter）として構成される。このフィルタは、好ましくは、フィルタの磁界を発生させる永久磁石が設けられている。

【0018】

磁界を発生させる導電体を、フィルタが置かれた電子顕微鏡のスペースに送り込む必要が無くなる。

【発明を実施するための最良の形態】**【0019】**

（単色分光計用の固定ダイヤフラムからなる粒子光学装置）

以下、実施例を参照して、本発明の上記及び他の面を明らかにし、説明する。

【0020】

図面において、

図1は、本発明によるフィルタ組立体からなる電子顕微鏡の適当な部分の光軸を通る面による略断面図であり、

図2は、本発明によるフィルタ組立体のビームパスを表わす図であり、

図3aは、本発明によるフィルタ組立体の略平面図であり、

図3bは、本発明によるフィルタ組立体の光軸を通る面による略断面図である。

【0021】

図1は、粒子光学装置、特に、本発明によるフィルタ組立体からなる電子顕微鏡の適当な部分の光軸を通る面による略断面図である。

【0022】

電子顕微鏡は、特に、図示されない電子の1次ビームを生成する電子源である粒子源2を含む。本発明の実施例の電子源2は、放出性チップ4と、抽出電極6と、電子銃からの電子ビームを電子顕微鏡の他の構成部品に制御可能的に伝搬させる銃レンズを形成するレンズ効果電極8とからなる電界放出源として構成される。チップ及び上記の2個の電極により形成された組立体は、チップにより生成された1次電子ビームに集光効果を与える静電レンズを構成する。

【0023】

電子源2は、粒子が横切る加速高圧電界を電子源内に確立する高圧手段を更に有する。高圧手段は、電子顕微鏡の動作中に、接地電位に対し、-300 kVの強度のオーダーの高圧をチップ及び電極に供給し得る高圧発生器（図示しない）からなる。抽出電極は、チップに対し略4 kVの強度のオーダーの電圧を担持し、一方、レンズ効果電極は、チップに対し2 kVのオーダーの電圧に調整される。

10

20

30

40

50

【0024】

電子は、最終的に、接地電位を担持するアノード12内のアパーチャを介して電子源から放射する。電子は、次に、銃スペース14内のチップ4とアノード12との間にある加速静電高圧電界に対応する略300kVの加速電位差が加えられる。上記電界をスペース14全体に亘り垂直方向に均一に分散させるため、多数、例えば、8個の円盤状の電極が上記スペースに設けられ、その中の2個の電極(16a及び16b)が図示される。電極16a及び16bは、上記の-300kVと接地電位との間に値が定められ、その値がチップからの距離の関数として均一に増加する高圧に接続される。スペース14は、酸化アルミニウム(Al_2O_3)のような絶縁性材料の壁20により囲まれる。

【0025】

高圧を円盤状の電極16a及び16bに印加するため、上記電極には、高圧端子18a及び18bが設けられる。高圧端子は、壁20を通過して電極16a及び16bまで延在し、高圧絶縁の目的のための気体状のフッ化硫黄(SF_6)で充填されたスペース22内に在る。スペース22自体は、耐ガス構造の壁24によって囲まれている。

【0026】

スペース14には、単色分光計フィルタ組立体10が、均一な高圧分布を得るため、レンズ効果電極の下、かつ、電極16a及び16bの上に配置され、フィルタ組立体の光軸26は、電子顕微鏡の光軸とできる限り一致する。フィルタ組立体は、チップから放出した1次電子ビームの中から1次ビームのエネルギー分散よりも少ないエネルギー分散を有する2次ビームを選択することが意図されている。このフィルタ組立体の構造及び特性は、以下、他の図を参照して詳細に説明する。

【0027】

図2は本発明によるフィルタ組立体10のビームパスを示す図である。同図において、フィルタ組立体10は、エントランスダイヤフラム30によって概略的に表わされ、ダイヤフラムのアパーチャ32は、簡単のため誇張された形で示されている。フィルタ組立体10は、公知のウィーンフィルタとして構成され、磁界を発生する磁極システムと、静電界を発生する電極システムとを含む。磁界は、例えば、磁極34の組により発生されるので、磁力線は図の面内で延びる。静電界は、図の面に対し垂直に延び、図の面に平行に延在する2本のフラット電極(図示しない)により生成される。

【0028】

図2において、1次ビーム31は、抽出電極6のアパーチャにより制限される。制限用アパーチャが大きい場合、ウィーンフィルタ内のビーム電流は非常に大きいので、フィルタの集光範囲内でビーム中の電子に強い相互作用、所謂、Boerssch効果が発生し、その結果として、フィルタにエネルギー分散が生じる。このような状況において、エネルギー分散は望ましくなく、かつ、ウィーンフィルタ内の電流は、(顕著な)エネルギー分散が発生しなくなる程度に制限されるべきである。実際のセットアップの際にビーム電流として適当な値は、例えば、50nAである。このため、図2に示されたアパーチャ32よりも実質的に小さいアパーチャを有するエントランスダイヤフラム30が設けられる。アパーチャ32は、例えば、100 μ mの径を有し、一方、抽出電極6のアパーチャは、例えば、400 μ mの径を有する。ダイヤフラム30は、磁極片34に固定的に連結され、或いは、ダイヤフラム30を、もし存在するならば磁界を閉じる(画成する)密閉部品に固定的に連結しても良い。

【0029】

図3aは、本発明によるフィルタ組立体10の略平面図であり、図3bは、光軸26を通る面による断面図である。スペース46内の磁界は、鉄芯回路38、40、42と接触した永久磁石部36からなる磁気回路を用いて生成される。鉄芯回路は、例えば、鉄のような高透磁性を有する材料から作られ、永久磁石36からの磁束をスペース46に伝達するための機能を果たす。磁性側でスペース46は、磁極片34によって境界を定められる。電界は、図3bでは簡単のため省略された電極44により生成される。磁界を発生させるため永久磁石36を使用するので、励起コイルのため必要とされるような電源リードは

10

20

30

40

50

必要ではない。図 3 b には、磁気密閉部品 4 8 a 及び 4 8 b が示される。必要ならば、エントランスダイヤフラム 3 0 は、ホルダー 5 0 を介して、フィルタ組立体 1 0 の入り口側で密閉部品 4 8 a に固定的に連結しても構わない。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 0 】

【図 1】図 1 は、本発明によるフィルタ組立体からなる電子顕微鏡の適当な部分の光軸を通る面による略断面図である。

【図 2】図 2 は、本発明によるフィルタ組立体のビームパスを表わす図である。

【図 3 a】図 3 a は、本発明によるフィルタ組立体の略平面図である。

【図 3 b】図 3 b は、本発明によるフィルタ組立体の光軸を通る面による略断面図である 10

【符号の説明】

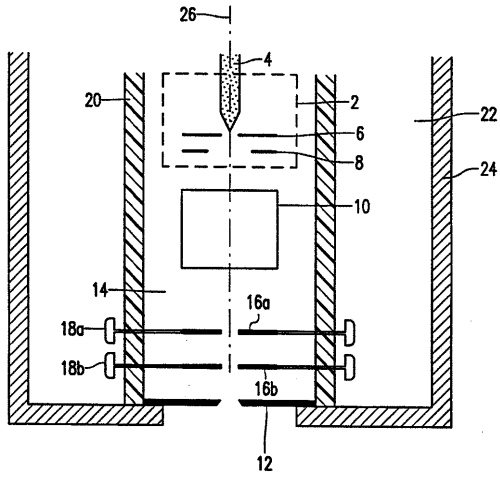
【 0 0 3 1 】

- 2 電子源
- 4 放出性チップ
- 6 抽出電極
- 8 レンズ効果電極
- 1 0 単色分光計フィルタ組立体
- 1 2 アノード
- 1 4 銃スペース
- 1 6 a , 1 6 b 電極
- 1 8 a , 1 8 b 高圧端子
- 2 0 壁
- 2 2 スペース
- 2 4 壁
- 2 6 光軸
- 3 0 エントランスダイヤフラム
- 3 1 1 次ビーム
- 3 2 アパーチャ
- 3 4 磁極片
- 3 6 永久磁石
- 3 8 , 4 0 , 4 2 鉄芯回路
- 4 4 電極
- 4 6 スペース
- 4 8 a , 4 8 b 磁気密閉部品
- 5 0 ホルダー

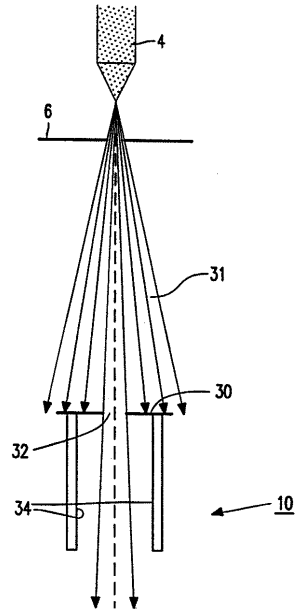
20

30

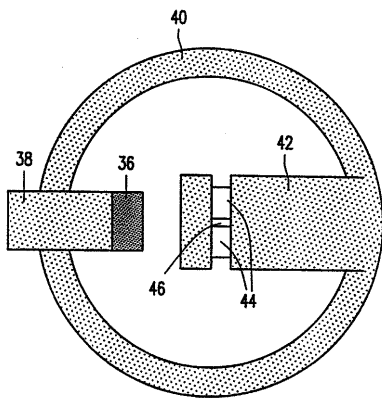
【 図 1 】



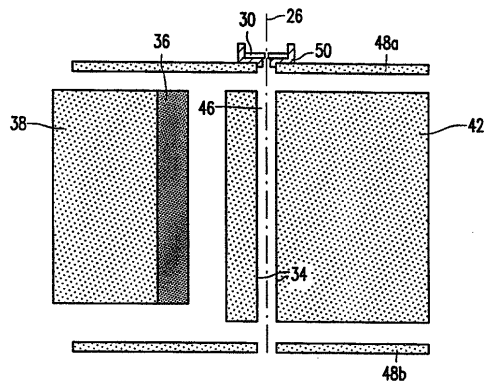
【 図 2 】



【 図 3 a 】



【 図 3 b 】



フロントページの続き

(72)発明者 ヒメリク, ヤルダ

オランダ国, 5 6 5 6 アーアー アインドーフエン, プロフ・ホルストラーン 6 番

(72)発明者 クルイト, ピエター

オランダ国, 5 6 5 6 アーアー アインドーフエン, プロフ・ホルストラーン 6 番

Fターム(参考) 5C033 AA02 AA03 BB10