

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4228496号  
(P4228496)

(45) 発行日 平成21年2月25日(2009.2.25)

(24) 登録日 平成20年12月12日(2008.12.12)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 J 37/09 (2006.01)

H O 1 J 37/09

A

H O 1 J 37/26 (2006.01)

H O 1 J 37/26

請求項の数 3 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-23790 (P2000-23790)  
 (22) 出願日 平成12年2月1日(2000.2.1)  
 (65) 公開番号 特開2001-216929 (P2001-216929A)  
 (43) 公開日 平成13年8月10日(2001.8.10)  
 審査請求日 平成18年9月28日(2006.9.28)

(73) 特許権者 000004112  
 株式会社ニコン  
 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号  
 (74) 代理人 110000246  
 特許業務法人オカダ・フシミ・ヒラノ  
 (74) 代理人 100094846  
 弁理士 細江 利昭  
 (72) 発明者 兼松 えりか  
 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株  
 式会社ニコン内

審査官 遠藤 直恵

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 荷電粒子線装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

荷電粒子線を結像させる荷電粒子光学系、及び前記結像させた荷電粒子線像を検出する検出手段を備えた荷電粒子線装置であって、前記荷電粒子線像の結像に寄与しない荷電粒子線の迷光をカットする機構を備え、前記迷光をカットする機構が、前記荷電粒子光学系の瞳位置と前記検出手段との間に置かれ、当該検出手段が取り込める開き角で決定される径を持つアパーチャであることを特徴とする荷電粒子線装置。

【請求項2】

荷電粒子線を結像させる荷電粒子光学系、及び前記結像させた荷電粒子線像を検出する検出手段を備えた荷電粒子線装置であって、前記荷電粒子線像の結像に寄与しない荷電粒子線の迷光をカットする機構を備え、前記迷光をカットする機構が、前記荷電粒子光学系の瞳位置と前記検出手段との間の鏡筒内壁に設けられた、前記結像に寄与しない荷電粒子線を散乱させる部材、又は前記結像に寄与しない荷電粒子線を吸収する部材を有してなることを特徴とする荷電粒子線装置。

【請求項3】

荷電粒子線を結像させる荷電粒子光学系、及び前記結像させた荷電粒子線像を検出する検出手段を備えた荷電粒子線装置であって、前記荷電粒子線像の結像に寄与しない荷電粒子線の迷光をカットする機構を備え、前記迷光をカットする機構が、前記荷電粒子光学系の瞳位置と前記検出手段との間の鏡筒内壁に設けられた、前記荷電粒子線光学系の鏡筒内壁に覆われた導電体と、当該導電体の内側全体に設けられたメッシュ状導電体を有するこ

10

20

とを特徴とする荷電粒子線装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電子ビームやイオンビーム等の荷電粒子線を用いて物体面の観察、検査等を行う荷電粒子線装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

電子ビームやイオンビーム等の荷電粒子線を物体面に照射し、物体面から発生する二次電子や反射電子を、荷電粒子線光学系を用いて二次元的に拡大結像させ、物体面の微小な部分を観察したり検査したりする装置の開発が進められている。

10

【0003】

このような装置の例として、電子線検査装置の1例の概要図を図3に示す。電子線検査装置は、主に一次コラム13、二次コラム14と試料室チャンパー15とで構成されている。それらには、真空排気系が設置されており、真空排気系による排気によって、電子線検査装置の内部は真空中に保たれている。

【0004】

試料室チャンパー15の内部には、ステージ12が設けられ、その上には試料11等が載置されている。図1に示すように、一次コラム13の内部に設置された電子銃1から照射される一次電子線16は、一次光学系2を通過して電磁プリズム3に入射する。一次光学系2は、電子レンズ、アライナ、アパーチャ等で構成されている。

20

【0005】

一次電子線16は、電磁プリズム3によってその光路が変更された後に開口絞り4に達し、この位置に電子銃1のクロスオーバーの像を結像する。開口絞り4を通過した一次電子線16は、アライナ5を通過した後、カソードレンズ6によるレンズ作用を受けて試料11をケラー照明する。試料11に一次電子線16が照射されると、試料11からは、その表面形状、材質分布、電位の変化などに応じた分布の二次電子線17及び反射電子線などが発生する。

【0006】

このうち、今回の適用例では、主に二次電子線17が観察用電子線となる。試料11から放出された二次電子線17は、カソードレンズ6、アライナ5、開口絞り4、電磁プリズム3、二次光学系7の順に通過した後、MCPユニット(Micro Channel Plate、蛍光板を含む)8に入射する。二次電子光学系7は、電子レンズ、アライナ、アパーチャ等で構成されている。MCPユニット8の蛍光板には、二次光学系7によって拡大された試料11の電子光学像が投影されて光学像に変換され、大気中に置かれたリレーレンズ9を通過して、CCDなどの撮像素子10に結像される。CCD10に結像された像はディスプレイ等に表示される。

30

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

このような荷電粒子線装置を用いて物体面の観察、検査等を行う際に、荷電粒子線光学系がズーム拡大系になっている場合、荷電粒子線光学系の最後のレンズで倍率を稼ごうとする場合がある。その場合、低倍率時にはMCPユニット等の検出器の検出面ぎりぎりに広がる荷電粒子線が、高倍率になると、瞳を出てからより広い角度で広がりながら検出面に入るようになる。そのため、検出器での結像には寄与しない荷電粒子線が、途中の鏡筒等で反射して検出器に入ってきてしまう場合があった。このように荷電粒子線の迷光が検出器に入ってきてしまうと、検出器で得られる荷電粒子線像に輝点や輝線が映ってしまい、本来得られるべき信号を劣化させてしまう。

40

【0008】

二次光学系7を構成するレンズのうち、検出器であるMCPユニット8のもっとも近くに位置する静電レンズ18からMCPユニット8までの構成を拡大した図を図4、図5に示

50

す。図4は低倍率での観察時の電子線結像状態を示した概略図である。二次光学系7を構成するレンズのうち、検出器であるMCPユニット8の最も近くに位置する静電レンズ18から出て来た電子線20は、途中の鏡筒19の内壁で反射することなくMCPユニット8の検出面いっぱいに入るように設計されている。ここでズームをかけて高倍率にしようとした場合、図5に示すように、主に最後の静電レンズ18の焦点距離を変えて倍率を高くする方法がとられる。しかし、このように高倍率に結像しようとして静電レンズ18の焦点距離を変えると、実際にMCPユニット8の検出面いっぱいに結像するような電子線21は、低倍率時の電子線20より、静電レンズ18に入射する時の光束が狭くなる。

【0009】

従って、低倍率時の電子線20と同じ幅で入ってきたような電子線22は、静電レンズ18で拡大されすぎて、瞳25とMCPユニット8との間の鏡筒内壁で反射されてしまい、迷光としてMCPユニット8に入射してしまう。観察している側から見ると、実際には結像に寄与しない電子線の迷光22が入ってきてしまうため、輝点や輝線が見られるようになる。

【0010】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、荷電粒子線をズーム拡大して結像させる荷電粒子光学系を有する装置であっても、高倍率での観察等を行なうときに、迷光の影響を受けない荷電粒子線装置を提供することを課題とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明に関連する第1の荷電粒子線装置は、荷電粒子線を結像させる荷電粒子光学系、及び前記結像させた荷電粒子線像を検出する検出手段を備えた荷電粒子線装置であって、前記荷電粒子線像の結像に寄与しない荷電粒子線の迷光をカットする機構を備えたことを特徴とする荷電粒子線装置である。

【0012】

上記の第1の荷電粒子線装置においては、荷電粒子線像の結像に寄与しない荷電粒子線の迷光がカットされて検出手段に入射しない。よって、検出手段にこれらの迷光による輝点や輝線が映ってしまうことがないので、本来得られるべき信号が劣化することがない。

【0013】

本発明に関連する第2の荷電粒子線装置は、前記第1の荷電粒子線装置であって、前記荷電粒子線の迷光をカットする機構が、前記荷電粒子光学系に属し、前記検出手段の最も近くに位置する荷電粒子レンズと前記検出手段との間に設けられていることを特徴とするものである。

【0014】

荷電粒子線が迷光となるのは、荷電粒子線光学系における最終荷電粒子レンズの後の瞳の後方で、拡大された荷電粒子線が鏡筒の内壁で反射されて検出器に入射する場合が最も多い。よって、迷光をカットする機構を、前記荷電粒子光学系に属し、前記検出手段の最も近くに位置する荷電粒子レンズと前記検出手段との間に設けることにより、最も効率的に迷光の影響を避けることができる。

【0015】

本発明に関連する第3の荷電粒子線装置は、前記第1の荷電粒子線装置又は第2の荷電粒子線装置であって、前記荷電粒子線を結像させる荷電粒子光学系が、荷電粒子線をズーム拡大して結像させるものであることを特徴とするものである。

【0016】

荷電粒子線をズーム拡大して結像させる方式の荷電粒子線においては、前述のように、高倍率となったときに迷光となる荷電粒子線が発生しやすい。よって、このような方式の荷電粒子線装置においては、迷光をカットする機構を設ける効果は、特に大きい。

【0017】

前記課題を解決するための第1の手段は、荷電粒子線を結像させる荷電粒子光学系、

10

20

30

40

50

及び前記結像させた荷電粒子線像を検出する検出手段を備えた荷電粒子線装置であって、前記荷電粒子線像の結像に寄与しない荷電粒子線の迷光をカットする機構を備え、前記迷光をカットする機構が、前記荷電粒子光学系の瞳位置と前記検出手段との間に置かれ、当該検出手段が取り込める開き角で決定される径を持つアパーチャであることを特徴とするもの（請求項 1）である。

【 0 0 1 8 】

本手段においては、荷電粒子光学系の瞳位置と前記検出手段との間に、当該検出手段の取り込める開き角で決定される径を持つアパーチャが設けられている。「検出手段が取り込める開き角で決定される径を持つアパーチャ」とは、ズーム機構が設けられている場合は、荷電粒子光学系のズーム倍率を最大にしたときに、検出手段の検出面に到達する荷電粒子線を通して、それより外側の荷電粒子線を通してないような径を有するアパーチャのことである。

【 0 0 1 9 】

ズーム機構が用いられていない場合は、必要な倍率の像を検出手段の検出面に結像させるときに、当該検出面に到達しないような荷電粒子線をカットするようなアパーチャのことである。アパーチャの径をこのように定めることにより、荷電粒子光学系のズーム倍率を最大にしたときに、直接検出手段の検出面に到達できずに迷光となる荷電粒子線がカットされて検出手段に入射しない。よって、検出手段にこれらの迷光による輝点や輝線が映ってしまうことがないので、本来得られるべき信号が劣化することがない。

【 0 0 2 0 】

前記課題を解決するための第 2 の手段は、荷電粒子線を結像させる荷電粒子光学系、及び前記結像させた荷電粒子線像を検出する検出手段を備えた荷電粒子線装置であって、前記荷電粒子線像の結像に寄与しない荷電粒子線の迷光をカットする機構を備え、前記迷光をカットする機構が、前記荷電粒子光学系の瞳位置と前記検出手段との間の鏡筒内壁に設けられた、前記結像に寄与しない荷電粒子線を散乱させる部材、又は前記結像に寄与しない荷電粒子線を吸収する部材を有してなることを特徴とするもの（請求項 2）である。

【 0 0 2 1 】

本手段においては、検出手段の検出面に到達できず、鏡筒内壁に到達する荷電粒子線が散乱されたり吸収されたりする。散乱される場合は、検出手段の検出面に到達した場合でも強度が弱くなりかつ一様となるので、検出手段に迷光による輝点や輝線が映ってしまうことがなく、本来得られるべき信号が劣化することがない。また、吸収される場合は、検出手段の迷光が到達することがないので、同様に、検出手段に迷光による輝点や輝線が映ってしまうことがなく、本来得られるべき信号が劣化することがない。なお、いうまでもないことであるが、結像に寄与しない荷電粒子線を散乱させる部材、前記結像に寄与しない荷電粒子線を吸収する部材は、必ずしも荷電粒子光学系の瞳位置と前記検出手段との間の全域に亘って設ける必要はなく、設計条件から迷光となる可能性のある荷電粒子線が入射する位置にのみ設けてもよい。

前記課題を解決するための第 3 の手段は、荷電粒子線を結像させる荷電粒子光学系、及び前記結像させた荷電粒子線像を検出する検出手段を備えた荷電粒子線装置であって、前記荷電粒子線像の結像に寄与しない荷電粒子線の迷光をカットする機構を備え、前記迷光をカットする機構が、前記荷電粒子光学系の瞳位置と前記検出手段との間の鏡筒内壁に設けられた、前記荷電粒子線光学系の鏡筒内壁に覆われた導電体と、当該導電体の内側全体に設けられたメッシュ状導電体を有することを特徴とするもの（請求項 3）である。

【 0 0 2 2 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を用いて本発明の実施形態の例を説明する。本実施の形態が前提としている荷電粒子線装置は、図 3 に示したものである。図 1、図 2 は、図 4、図 5 と同じように、二次光学系 7 を構成するレンズのうち、検出器である MCP ユニット 8 の最も近くに位置する静電レンズ 1 8 から MCP ユニット 8 までの構成を拡大した図である。なお、本実施の形態においては、検出器として MCP ユニットを用いているが、本発明におい

10

20

30

40

50

て用いられる検出器がこれに限られないことはいうまでもない。

【 0 0 2 3 】

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態を示すもので、瞳 2 5 と M C P ユニット 8 との間に高倍率時の開き角で決まる絞り 2 3 を取り付け、結像に寄与しない電子線の迷光 2 2 をカットするようにしている。すなわち、絞り 2 3 の口径は、最高倍率時に、M C P ユニット 8 の結像面に直接到達する電子線のみが通過できるような口径とされている。よって、M C P ユニット 8 には結像に寄与する電子線 2 1 のみが入射し、結像に寄与しない電子線 2 2 はカットされるので、これらの電子線が鏡筒 1 9 で反射されて M C P ユニット 8 の検出面に到達することがなく、従って良好な観察像を得ることができる。

【 0 0 2 4 】

図 2 は、本発明の第 2 の実施の形態を示すもので、瞳 2 5 と M C P ユニット 8 との間の、鏡筒 1 9 の内壁に電子線を吸収する部材を設けたものである。電子線を吸収する部材は、正電位に印加された導電体 2 4 と不図示の接地電位に設定されたメッシュ状の導電体 2 6 とから構成されている。

【 0 0 2 5 】

正電位導電体 2 4 は、鏡筒 1 9 の内壁全面を覆うように設けられているとともに、鏡筒 1 9 に支持されている。鏡筒 1 9 は、接地電位に設定されているので、正電位導電体 2 4 との間には不図示の絶縁体が介在している。また、メッシュ状導電体 2 6 は、正電位導電体 2 4 に沿って内側全面に設けられている。

【 0 0 2 6 】

そのためメッシュ状導電体 2 6 を通り抜けて導電体 2 4 に達した電子線は、導電体 2 4 に吸収されて反射されないの、迷光となることはない。また、正電位導電体 2 4 に沿って内側全面にメッシュ状の導電体 2 6 を設けるのは、導電体 2 4 に印加した正電位が、結像に寄与する電子線に影響を与えて結像性能を低下させることを防止するためである。

【 0 0 2 7 】

結像に寄与しない電子線の迷光が鏡筒 1 9 内の一部分においてのみ発生する場合には、導電体 2 4 及びメッシュ状導電体 2 6 (電子線吸収部材)は、その部分に部分的に配置すればよい。また、かかる迷光が結像性能に与える影響の度合いに応じて、電子線吸収部材を鏡筒 1 9 内に部分的に配置してもよい。

【 0 0 2 8 】

また、以上の説明においては、電子線を吸収する部材として、正電位導電体 2 4 とメッシュ状導電体 2 6 との組み合わせを例としたが、メッシュ状導電体 2 6 ば必ずしも必要な構成ではなく、鏡筒 1 9 内の構成(電子光学系の配置等)により正電位が電子線の結像性能に与える影響の度合いを考慮して必要性を判断する。さらに、イオンビーム(正)の場合は、イオンビームを吸収する部材として、正電位導電体と逆の電位に印加した導電体を用いる。

【 0 0 2 9 】

また、このような構造とする代わりに、電子の散乱率が高い重金属(例えば金)の部材 2 4 を鏡筒 1 9 の内壁全面又は一部に貼り付け、その表面を粗面とすることで電子線を乱反射させて拡散するようにしてもよい、このようにすることで、M C P ユニット 8 の検出面に到達できる迷光の強さは弱まり、しかも均一となるので、検出手段に迷光による輝点や輝線が映ってしまうことがなく、本来得られるべき信号が劣化することがない。

【 0 0 3 0 】

以上説明した実施の形態は、荷電粒子線を拡大する倍率がズームにより可変とされているものであった。このような方式の荷電粒子線装置においては、倍率が大きくなったときに迷光の発生が大きくなるので、本発明を適用するのが最も好ましいが、本発明の応用としては、このようなものにかぎられるものではなく、例えば固定倍率方式の荷電粒子線にも適用できる。すなわち、この場合にも、M C P ユニット 8 のような検出手段に入射せず、結像に寄与しないような荷電粒子線を、吸収又はカットすることにより、迷光の発生を防止することができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 1 】

さらに、以上説明した実施の形態においては、荷電粒子線をカットする絞り 2 3 や、荷電粒子線を吸収する電子線吸収部材 2 4 が、荷電粒子光学系の瞳位置と前記検出手段との間に置かれていたが、荷電粒子線の方式により、例えば絞りを静電レンズ 1 8 の前側とか、静電レンズ 1 8 と瞳 2 5 の間とかに設けることもでき、場合によっては、これらの位置に荷電粒子線吸収部材を設けることも有効である。

## 【 0 0 3 2 】

さらに、以上説明した実施の形態は、試料からの二次電子を用いた検査装置であったが、本発明は、二次電子の代わりに、反射電子や透過電子を用いたものにも適用できる。また、本発明は、観察装置及び検査装置等の単体装置ばかりでなく、半導体露光装置などにも簡単に適用することができる。

10

## 【 0 0 3 3 】

## 【発明の効果】

以上説明したように、本発明においては、荷電粒子線像の結像に寄与しない荷電粒子線の迷光がカットされて検出手段に入射しないので、検出手段にこれらの迷光による輝点や輝線が映ってしまうことがなく、本来得られるべき信号が劣化することがない。

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態を示す図である。

【図 2】本発明の第 2 の実施の形態を示す図である。

【図 3】電子線検査装置の 1 例の概要を示す図である。

20

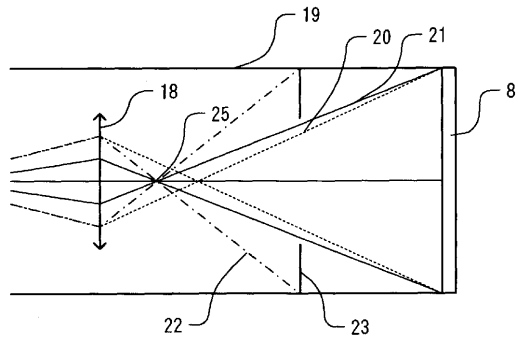
【図 4】低倍率での観察時の電子線の結像状態を示した概略図である。

【図 5】高倍率での観察時の電子線の結像状態を示した概略図である。

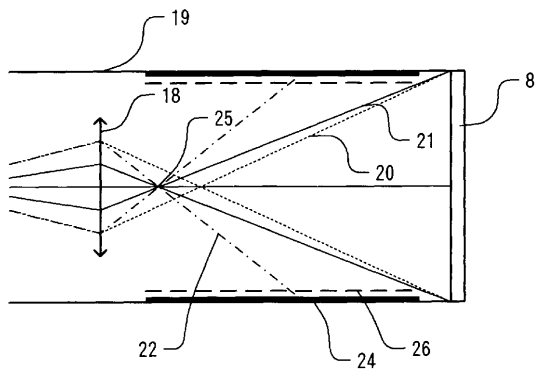
## 【符号の説明】

1 ... 電子銃、2 ... 一次光学系、3 ... 電磁プリズム、4 ... 開口絞り、5 ... アライナ、6 ... カソードレンズ、7 ... 二次光学系、8 ... MCP ユニット、9 ... リレーレンズ、10 ... 撮像素子 (CCD)、11 ... 試料、12 ... ステージ、13 ... 一次コラム、14 ... 二次コラム、15 ... 試料室チャンバー、16 ... 一次電子線、17 ... 二次電子線、18 ... 静電レンズ、19 ... 鏡筒、20 ... 低倍率時の電子線、21 ... 高倍率時の電子線、22 ... 高倍率時の迷光電子線、23 ... 絞り、24 ... 電子線吸収部材、25 ... 瞳、26 ... メッシュ状導電体

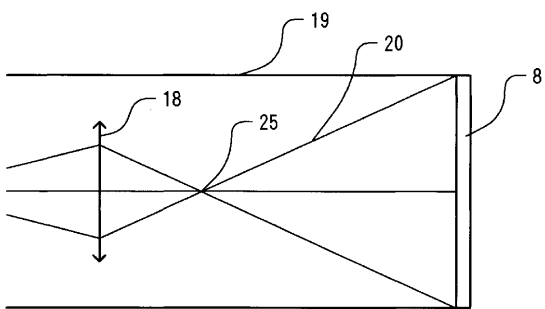
【図 1】



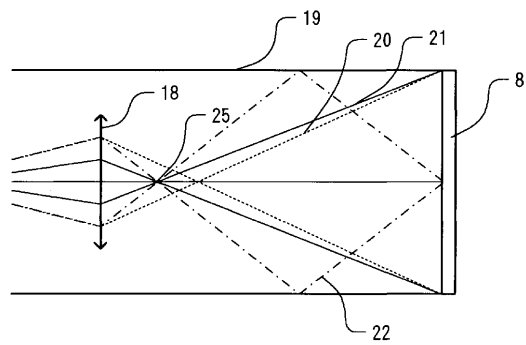
【図 2】



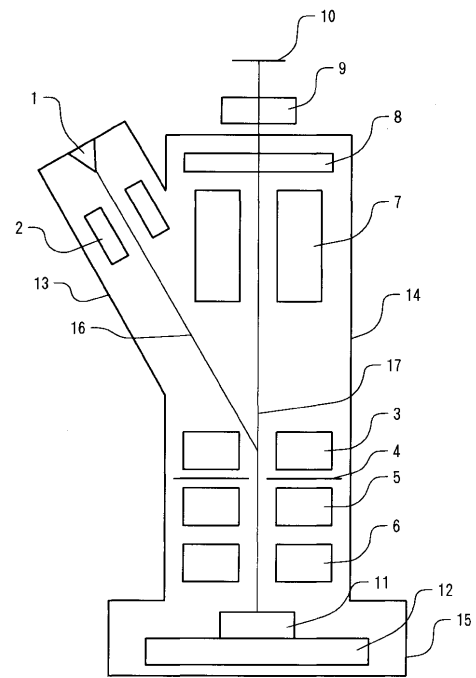
【図 4】



【図 5】



【図 3】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 0 6 4 2 5 6 ( J P , A )  
特開平 0 6 - 1 5 0 8 6 9 ( J P , A )  
特開平 0 8 - 3 1 5 7 6 8 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H01J 37/00-37/02,37/05,37/09-37/18,37/21,37/24,37/244,37/252-37/295  
H01L 21/30  
G01B 15/00-15/06  
G02B 5/00