

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4801573号
(P4801573)

(45) 発行日 平成23年10月26日 (2011.10.26)

(24) 登録日 平成23年8月12日 (2011.8.12)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 J 37/244 (2006.01)

H O 1 J 37/244

H O 1 J 37/28 (2006.01)

H O 1 J 37/28

B

請求項の数 5 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2006-332747 (P2006-332747)
 (22) 出願日 平成18年12月11日 (2006.12.11)
 (65) 公開番号 特開2008-147013 (P2008-147013A)
 (43) 公開日 平成20年6月26日 (2008.6.26)
 審査請求日 平成20年12月26日 (2008.12.26)

(73) 特許権者 501387839
 株式会社日立ハイテクノロジーズ
 東京都港区西新橋一丁目2 4 番 1 4 号
 (74) 代理人 100100310
 弁理士 井上 学
 (72) 発明者 鈴木 直正
 茨城県ひたちなか市大字市毛8 8 2 番地
 株式会社 日立ハイ
 テクノロジーズ 那珂事業所内
 (72) 発明者 伊藤 博之
 茨城県ひたちなか市大字市毛8 8 2 番地
 株式会社 日立ハイ
 テクノロジーズ 那珂事業所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 走査電子顕微鏡

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電子源で発生した一次電子を加速させる磁極兼電極と、当該磁極兼電極とは異なる他の磁極とを備え、当該磁極兼電極の一端と他の磁極との間に、当該磁極兼電極と他の磁極を電気的および磁氣的に絶縁する第 1 の間隙を有すると共に、当該第 1 の間隙に対して試料側に位置し、当該磁極兼電極の他端と他の磁極との間に、当該磁極兼電極と他の磁極を電気的および磁氣的に絶縁し、前記一次電子を集束する漏洩磁場を生じさせる第 2 の間隙を有する対物レンズと、

前記一次電子が前記試料に照射されて該試料から発生する電子を検出する検出器と、

該検出器の検出面と前記第 1 の間隙との中間位置に設けられ、前記対物レンズのコイルと同心であって、前記第 1 の間隙で発生する漏洩磁場を打ち消す磁場を発生する補助コイルと

を備えたことを特徴とする走査電子顕微鏡。

【請求項 2】

請求項 1 の記載において、

前記対物レンズのコイルに流す電流の向きと前記補助コイルに流す電流の向きが反対であることを特徴とする走査電子顕微鏡。

【請求項 3】

請求項 1 の記載において、

前記補助コイルに流れる電流は、前記対物レンズのコイルに流れる電流に比例するよう

10

20

に制御することを特徴とする走査電子顕微鏡。

【請求項 4】

請求項 1 の記載において、

前記補助コイルと前記対物レンズコイルは同一の電源から電流が供給されることを特徴とする走査電子顕微鏡。

【請求項 5】

請求項 1 の記載において、

前記補助コイルと前記対物レンズコイルは電氣的に直列に接続され、電流が互いに逆向きに流れるように構成したことを特徴とする走査電子顕微鏡。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は走査電子顕微鏡、特に試料から発生する電子の検出効率の低下を防止した走査電子顕微鏡に関する。

【背景技術】

【0002】

走査電子顕微鏡は、電子源で発生した一次電子を集束レンズおよび対物レンズにて細く絞り、試料上を走査しながら照射することにより試料から二次電子を発生させ、発生した二次電子を検出し、その検出信号を電子ビームの走査と同期して画像化处理することで試料の走査像を形成する装置である。

20

【0003】

この走査電子顕微鏡において、二次電子の検出効率は試料像の S/N (信号ノイズ比) をあげる上で重要な要因である。二次電子の検出効率を上げるには、試料から放出される電子のうち、検出する電子の量を増やすことが必要である。

【0004】

試料から放出される電子は、様々なエネルギーをもっている。一般的に 50 eV よりエネルギーの低い電子を二次電子、高い電子を反射電子と呼ぶ。検出器には、試料から放出された電子 (特にエネルギーの低い二次電子) を引き込むために 10 kV 程度の正の引き込み電圧が印加されている。

【0005】

30

一方、走査電子顕微鏡では、試料像の分解能向上のための施策の一つとして、対物レンズの磁界を通る一次電子を加速させる方法がある。一次電子を加速させるために、対物レンズ内に電極を設ける方法のほかに、対物レンズの磁極の一部を電氣的に絶縁させて正電圧を印加する方法がある。この方法の場合、対物レンズが作る磁界と、電圧を印加させたことによる電界のズレが少なくなり、分解能向上につながる (例えば、特許文献 1 参照)。

【0006】

しかしながらこの場合には、電氣的に絶縁させた間隙は磁氣的にも絶縁されており、この間隙より磁場が漏洩してしまう。この漏洩した磁場が試料と検出器の間に存在すると、試料から発生した電子が検出器の方向へ進行する途中で、上記漏洩磁場により検出器へ向かう電子の軌道を曲げてしまい、検出器に到達する電子の量が少なくなってしまう。このため、試料像の S/N が悪くなってしまうという問題があった。

40

【0007】

【特許文献 1】特開平 9 - 171791 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は、対物レンズの間隙からの漏洩磁場が試料から発生した電子に影響が出ないようにして、検出器で検出される電子の検出効率を低下させないようにすることを目的とする。

50

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の実施態様によれば、電子源で発生した一次電子を加速させる磁極兼電極と、該磁極兼電極を含み磁極兼電極と他の磁極との間が電気的および磁氣的に絶縁された間隙とを有し、該間隙と、電子の検出器の検出面との中間位置に、対物レンズと同心となる補助コイルを配置し、補助コイルに対物レンズコイルに流れる電流とは逆向きの電流を流す構成としたものである。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、対物レンズの間隙からの漏洩磁場が試料から発生した電子に影響が出ないため、検出器で検出される電子の検出効率の低下を防止することができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、本発明の一実施例を図面を参照しながら説明する。

【実施例1】

【0012】

図1は、本発明の第一実施例を示し、走査電子顕微鏡の構成を表す略縦断面図であり、真空カラムは省略している。各構成機器はマイクロプロセッサ50により制御される。電子源である陰極1と第一陽極2の間には、マイクロプロセッサ50で制御される高電圧制御電源30により引出電圧が印加され、所定のエミッション電流の一次電子4が陰極1から引き出される。陰極1と第二陽極3の間にはマイクロプロセッサ50で制御される高電圧制御電源30により加速電圧が印加されるため、陰極1から放出された一次電子4は加速されて後段のレンズ系に進行する。

20

【0013】

一次電子4は、第一集束レンズ制御電源31で制御された第一集束レンズ5で集束され、絞り板6により一次電子4の不要な領域が制限される。その後、一次電子4は第二集束レンズ制御電源32で制御された第二集束レンズ7、および、対物レンズ制御電源36で制御された対物レンズコイル12を有する対物レンズ11により試料13に対して細く絞られる。また、マイクロプロセッサ50で発生された観察倍率に応じた走査信号を、走査偏向器制御電源33により制御して走査偏向器8に与えることにより、試料13は一次電子4で二次元的に走査される。

30

【0014】

対物レンズ11の磁極には、電気的および磁氣的に絶縁された間隙11aを介して磁極兼電極11bが設けられている。磁極兼電極11bには加速電極制御電源37により制御された正電圧が印加され、対物レンズ11を通る一次電子4を加速させる。対物レンズ11と第二集束レンズ7との間であって間隙11aに隣接して、補助コイル10が配置されている。補助コイル10に流れる電流は、補助コイル制御電源35により制御される。

【0015】

一次電子4の照射により試料13から発生した二次電子14は検出器9に印加された正電圧により検出器9に引き込まれ、検出される。その検出信号を走査偏向器制御電源33による一次電子4の走査と同期してマイクロプロセッサ50にて処理し、像表示装置34に試料像として表示される。

40

【0016】

図2は図1の対物レンズ11まわりの部分を拡大した断面図であるが、図1とは補助コイル10が設けられていない点が異なり、本発明に対する従来技術を示すものである。また、図3は図2を第二集束レンズ7側の上方から見た平面図である。対物レンズ11に間隙11aがある場合、その間隙11aで対物レンズ11の磁場が漏洩する。図では漏洩磁場20の磁束線を模式的に表わしている。試料13から発生した二次電子14の軌道がこの漏洩磁場20の位置と重なるため、図3に示すように、二次電子14の軌道は本来破線のようになるべきところを実線のように曲げられてしまい、二次電子14が検出器9から

50

外れ、検出効率が低下してしまう。

【 0 0 1 7 】

図 4 および図 5 は、図 2 と同じく図 1 の対物レンズ 1 1 まわりの部分を拡大した断面図であり、本発明の補助コイル 1 0 を設けたものである。漏洩磁場 2 0 の磁束線を実線、補助コイル 1 0 による発生磁場の磁束線を破線で表している。

【 0 0 1 8 】

対物レンズ 1 1 の間隙 1 1 a が上方、すなわち第二集束レンズ 7 側にある場合、漏洩磁場 2 0 は上方に向かうので、二次電子 1 4 が検出器 9 に向かう軌道に対して大きく影響する。したがって、補助コイル 1 0 を、間隙 1 1 a と検出器 9 の検出面 9 a との中間位置に設けることによって、漏洩磁場 2 0 の影響を低減させる。対物レンズコイル 1 2 に流れる電流とは逆向きの電流を、補助コイル 1 0 に流すことにより、補助コイル 1 0 による磁場 2 1 が発生する。この磁場 2 1 と対物レンズ 1 1 の漏洩磁場 2 0 とが打ち消しあって、図 5 に示すように、漏洩磁場 2 0 を減少させることができる。これにより、二次電子 1 4 の軌道に対する漏洩磁場 2 0 の影響をなくすることができるため、検出器 9 による二次電子 1 4 の検出効率の低下を防止することができる。

【 0 0 1 9 】

対物レンズ 1 1 の間隙 1 1 a で漏洩する漏洩磁場 2 0 の強度は、対物レンズ 1 1 のコイル 1 2 を流れる電流に比例して増加する。そのため、この漏洩磁場 2 0 を打ち消すためには、補助コイル 1 0 の電流も対物レンズコイル 1 2 の電流に比例して制御する。

【 0 0 2 0 】

図 6 は、対物レンズコイル 1 2 および補助コイル 1 0 に流す電流を対物レンズ制御電源 3 6 で制御する場合の概略構成図である。対物レンズ 1 1 の漏洩磁場 2 0 を打ち消すために必要な補助コイル 1 0 にて発生させる磁場 2 1 を、対物レンズコイル 1 2 と同じ電流を補助コイル 1 0 に流した時に発生できるように、補助コイル 1 0 の巻き数を決定しておく。そして、図 6 に示すように、対物レンズコイル 1 2 と補助コイル 1 0 とを直列に接続し、電流の向きが逆になるように電流を流す。このような構成により、対物レンズコイル 1 2 と補助コイル 1 0 とを、対物レンズ制御電源 3 6 のみで制御することが可能となり、補助コイル制御電源 3 5 は不要となる。

【 実施例 2 】

【 0 0 2 1 】

図 7 は本発明の第二実施例を示すもので、図 2 と同様に、図 1 の対物レンズ 1 1 まわりの部分を拡大した断面図であるが、新たに反射板 1 6 を設けている。

【 0 0 2 2 】

試料 1 3 から発生した反射電子 1 5 を反射板 1 6 に衝突させ、そこから発生した二次電子 1 4 を検出器 9 で検出する構成においても、対物レンズ 1 1 からの漏洩磁場 2 0 の影響を防止するために、補助コイル 1 0 を設けることが有効である。なお、反射電子 1 5 のかわりに二次電子を反射板 1 6 に衝突させる構成であっても同様である。

【 0 0 2 3 】

対物レンズ 1 1 の間隙 1 1 a が上方、すなわち第二集束レンズ 7 側にある場合には、漏洩磁場 2 0 は上方に向かうので、反射電子 1 5 の軌道よりも、反射板 1 6 に衝突した後で発生する二次電子 1 4 が検出器 9 に向かう軌道への影響が大きい。したがって、補助コイル 1 0 を、間隙 1 1 a と検出器 9 の検出面 9 a との中間位置に設けることによって、漏洩磁場 2 0 の影響を大きく低減することが可能となる。

【 0 0 2 4 】

以上述べたように、対物レンズに磁気的な間隙がある場合には、電子の検出効率を低下させないために、その間隙からの漏洩磁場を試料から発生した電子の軌道に影響を与えないようにする必要がある。本発明の実施態様によれば、該間隙と検出器の電子線検出面との中間位置に、漏洩磁場の磁束の方向とは逆方向の磁束を有する磁場を発生させるような補助コイルを配置することで、試料から発生した電子の軌道に影響を与えないようにでき、電子線の検出効率の低下を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 5 】

【図 1】走査電子顕微鏡の構成を表す略縦断面図。

【図 2】図 1 の対物レンズ 1 1 まわりの部分を拡大した断面図。

【図 3】図 2 を第二集束レンズ 7 側の上方から見た平面図。

【図 4】図 1 の対物レンズ 1 1 まわりの部分を拡大した断面図。

【図 5】図 1 の対物レンズ 1 1 まわりの部分を拡大した断面図。

【図 6】対物レンズコイル 1 2 および補助コイル 1 0 に流す電流を対物レンズ制御電源 3 6 で制御する場合の概略構成図。

【図 7】図 1 の対物レンズ 1 1 まわりの部分を拡大した断面図。

10

【符号の説明】

【 0 0 2 6 】

4 一次電子

9 検出器

1 0 補助コイル

1 1 対物レンズ

1 1 a 間隙

1 1 b 磁極兼電極

1 2 対物レンズコイル

1 3 試料

1 4 二次電子

1 5 反射電子

1 6 反射板

2 0 漏洩磁場

2 1 磁場

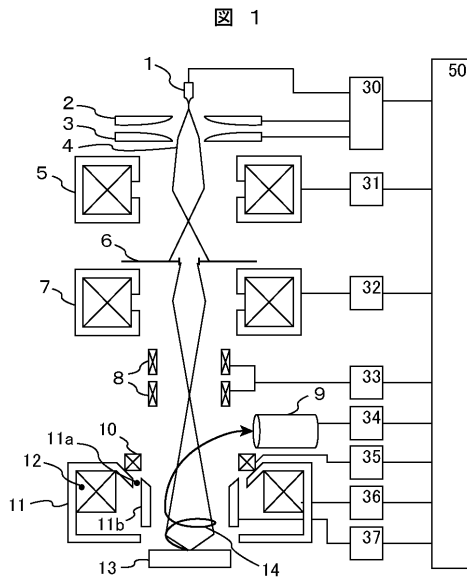
3 5 補助コイル制御電源

3 6 対物レンズ制御電源

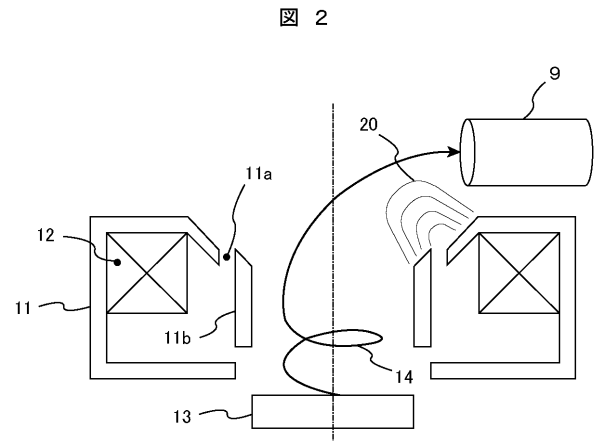
5 0 マイクロプロセッサ

20

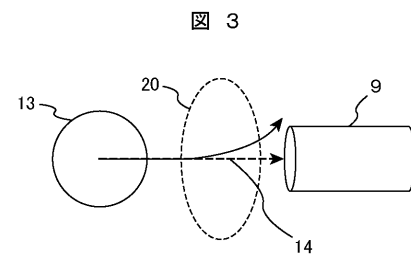
【図 1】



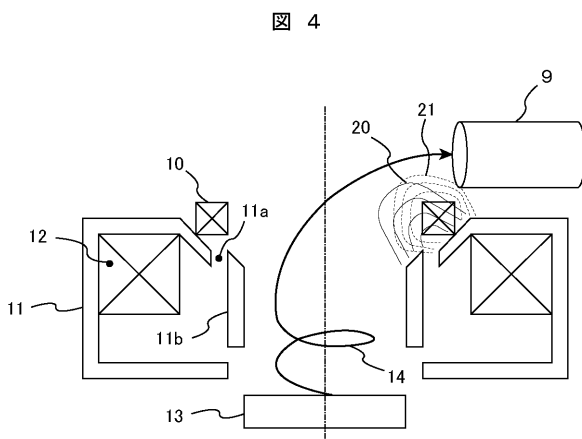
【図 2】



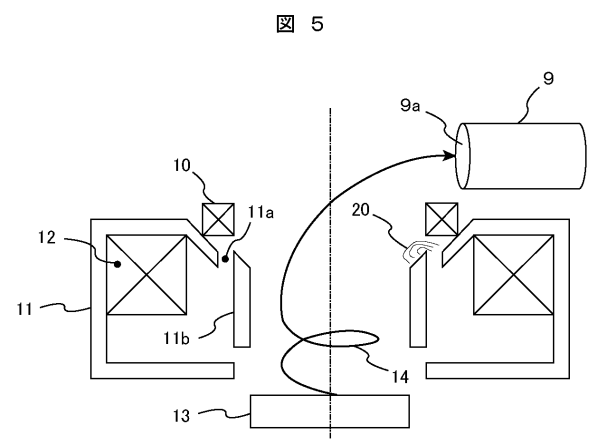
【図 3】



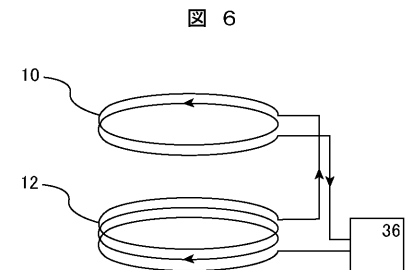
【図 4】



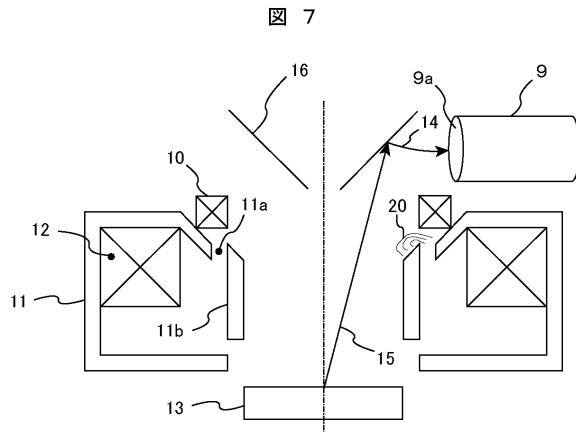
【図 5】



【図 6】



【 図 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 立花 一郎

茨城県ひたちなか市大字市毛 8 8 2 番地
ズ 那珂事業所内

株式会社 日立ハイテクノロジー

審査官 岡▲崎▼ 輝雄

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

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 J 3 7 / 2 4 4

H 0 1 J 3 7 / 2 8