

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4568431号
(P4568431)

(45) 発行日 平成22年10月27日(2010.10.27)

(24) 登録日 平成22年8月13日(2010.8.13)

(51) Int.Cl.

F 1

H01J 37/09 (2006.01)
H01L 21/027 (2006.01)H01J 37/09
H01L 21/30 541B

請求項の数 14 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-570812 (P2000-570812)
 (86) (22) 出願日 平成11年9月13日 (1999.9.13)
 (65) 公表番号 特表2002-525800 (P2002-525800A)
 (43) 公表日 平成14年8月13日 (2002.8.13)
 (86) 國際出願番号 PCT/EP1999/006770
 (87) 國際公開番号 WO2000/016370
 (87) 國際公開日 平成12年3月23日 (2000.3.23)
 審査請求日 平成18年9月11日 (2006.9.11)
 (31) 優先権主張番号 9820205.4
 (32) 優先日 平成10年9月16日 (1998.9.16)
 (33) 優先権主張国 英国(GB)

(73) 特許権者 501094177
 ライカ マイクロシステムズ リトグラフ
 イー リミテッド
 イギリス ケンブリッジ シービー 1 3
 エックスイー コールドハムズ レーン
 515
 (74) 代理人 100091867
 弁理士 藤田 アキラ
 (72) 発明者 チャン タオ
 イギリス ケンブリッジ シービー 1 4
 ワイユー ブレン クローズ 15
 審査官 佐藤 仁美

(56) 参考文献 特開昭56-019856 (JP, A)
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ビームシールドを備えた電子ビーム開口要素

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電子ビームの少なくとも一部の貫通移動のための通路孔(15a, 26a)と前記通路孔を通る前記電子ビームの一部又は全部の移動を阻止する阻止表面(15b, 26b)とを備えたビーム移動制御部材(15, 25)と、

前記電子ビームの阻止又は部分阻止に起因する散乱電子を捕捉するのに供されるトラップ室(16, 27)であって、前記トラップ室が有するビーム用入口(14a, 24a)は、前記ビーム用入口(14a, 24a)に到達する前に前記トラップ室内の散乱電子の過半数が前記トラップ室内で分散するように、前記通路孔(15a, 26a)から間隔をおいている前記トラップ室と、

前記ビーム用入口と前記通路孔の間に延在するように前記トラップ室に配されたシールド部材であって、散乱電子によってチャージされる前記トラップ室(16, 27)の壁の電位より低い電位に散乱電子によってチャージされることで前記壁に対して前記電子ビームを電気的に遮蔽するために、前記トラップ室の壁の表面範囲よりも小さい表面範囲(12, 22)を有するシールド部材と、

を備えて構成される電子ビーム開口要素であって、

前記シールド部材は、複数の開口を有する開口壁部材を備えてなり、前記開口壁部材は、前記ビーム用入口と前記ビーム移動制御部材の通路孔の間に介在する貫通通路を取り囲んで境界となる、電子ビーム開口要素。

【請求項 2】

前記開口壁部材がグリッド又はグリルによって形成されていることを特徴とする請求項1に記載の電子ビーム開口要素。

【請求項3】

前記開口壁部材が円筒形であることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の電子ビーム開口要素。

【請求項4】

前記開口壁部材が前記ビーム用入口から前記通路孔までの間隔の全てにわたって延在することを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載の電子ビーム開口要素。

【請求項5】

前記トラップ室が、中空体の柱面状の内壁表面によって及び前記中空体の空洞を一端で閉鎖する閉鎖プレートの内側に向いた面によって境界をつけられ、前記閉鎖プレートが前記ビーム用入口を形成する中央通路孔を有することを特徴とする請求項1～4のいずれか一項に記載の電子ビーム開口要素。 10

【請求項6】

前記閉鎖プレートは、前記中央通路孔の外方に配された少なくとも更に1つの通路孔を備え、前記少なくとも更に1つの通路孔は、電子ビームコラムに装着される際に前記電子ビーム開口要素の内部と外部の間での真空均一化に供されることを特徴とする請求項5に記載の電子ビーム開口要素。

【請求項7】

前記中空体の内壁表面は、前記閉鎖プレートに隣接した外向き段部を有し、前記閉鎖プレートの前記少なくとも更に1つの通路孔が前記外向き段部の半径方向面と位置合わせされていることを特徴とする請求項6に記載の電子ビーム開口要素。 20

【請求項8】

前記中空体の空洞の、前記閉鎖プレートによって閉じられた端部と逆側の端部の領域で、前記ビーム移動制御部材が前記中空体に取り付けられることを特徴とする請求項5～7のいずれか一項に記載の電子ビーム開口要素。

【請求項9】

前記阻止表面が平坦であることを特徴とする請求項8に記載の電子ビーム開口要素。

【請求項10】

前記ビーム移動制御部材がプレートを備えてなることを特徴とする請求項9に記載の電子ビーム開口要素。 30

【請求項11】

前記阻止表面が切頭錐体であることを特徴とする請求項8に記載の電子ビーム開口要素。

【請求項12】

ケース、前記ケース内に配置され電子ビームを生じるように作動可能なビーム発生手段及び前記ケース内で電子ビーム路にあるように配置され請求項1～11のいずれか一項に記載の電子ビーム開口要素を少なくとも1つ、備えて構成される電子ビームコラム。

【請求項13】

前記電子ビーム開口要素がスプレー開口として機能するように電子ビームコラムに配置されたことを特徴とする請求項12に記載の電子ビームコラム。 40

【請求項14】

前記電子ビーム開口要素が阻止開口として機能するように電子ビームコラムに配置されたことを特徴とする請求項12に記載の電子ビームコラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電子ビーム開口要素と、そのような電子ビーム開口要素を少なくとも1つ備えた電子ビームコラムとに関するものである。

【0002】

10

20

30

40

50

【従来の技術】

電子ビーム開口要素は、電子銃の下流側及びコラムからの電子放出前のビームの形状や移動に影響を与えるべく、電子ビームコラムにおいて用いられる。そのような要素は概して、ビームの一部又は全部のための通路と当該通路の入口孔に隣接した阻止表面とを備えた部材を有して構成されている。阻止表面は一般的に、通路の軸線に対して垂直な面に少なくとも部分的にある。上記要素が集束レンズに関するようなビーム形成に供されるようになっている場合、通路は少なくともその入口孔で較正され、ビームを所望の径に限定する。阻止表面は入口孔周りに延在し、上記径の外側のビーム電子の前進的な移動を阻止する。上記要素が、ビームの一時的なカットオフ（中断）をもたらすように操作可能な帰線消去（プランキング）ユニットにおけるように、ビーム全体の移動を制御するように供される場合、ビームは全体として入口孔から離れるように屈折され、全てのビーム電子が阻止表面に当たるようになる。屈折はおおむね常に入口孔と同じ側に対するが、構成と組み立てが容易なように阻止表面は入口孔を完全に取り囲む。

【0003】

そのような目的に用いられる電子ビーム開口要素での特有な問題は、阻止表面からの電子離脱に起因するビームの指向性及び／又はビーム形状に関する有害な影響である。離脱する電子は後方散乱電子及び二次電子であり、それらはコラムに沿って全方位に推し戻され、電子ビーム開口要素の上流で相当の集中で影響を及ぼすどのような位置でもチャージを引き起こす。通常の場合であって電子が帰線消去ユニットから出る際にいつも決まつてあるように、チャージ位置がコラム軸（電子光学軸）に対し偏心しているならば、チャージの影響はビームの歪曲又はコラム軸との厳密な同軸性からの逸れを引き起こし得る。そしてこれはビームアライメントを取り戻すための是正手段を必要とし、それなしでは位置エラーがコラムから出るビームの部分において生じ得る。そのようなエラーは、例えば電子感応性のサブストレート表面上にて数ナノメートルの公差で位置決めされるべき書き込みスポットをビームが生じるような電子ビームリトグラフ機械において決定的に重大である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

したがって、本発明の目的は、とりわけ電子ビーム開口要素内に入る前にビームに作用し得る望ましくないチャージ域の発生を回避するために、電子ビーム開口要素から散乱された電子の影響を軽減することにある。本発明の他の目的や利点は次の記載から明らかとなろう。

【0005】

【課題を解決するための手段】

本発明の一つのアスペクトによれば、電子ビームの少なくとも一部の貫通移動のための通路孔と当該通路孔を通るビームの移動の一部又は全部を阻止する阻止表面とを備えたビーム移動制御部材を有して構成される電子ビーム開口要素であって、更に、電子ビームの阻止又は部分阻止に起因する散乱電子を捕捉するのに供されるトラップ室とシールド部材とを備えてなり、上記トラップ室はビーム用入口を有し、このビーム用入口はこのビーム用入口に到達する前にトラップ室内の散乱電子の過半数がそのトラップ室内で分散するように上記通路孔から間隔をおいていて、上記シールド部材は上記ビーム用入口と上記通路孔の間に延在するように上記トラップ室に配され、且つ散乱電子によってチャージされる上記トラップ室の壁の電位よりも低い電位に散乱電子によってチャージされることで上記壁に対して上記電子ビームを電気的に遮蔽するために、上記トラップ室の壁の表面範囲よりも小さい表面範囲を有し、そして上記シールド部材は、複数の開口を有する開口壁部材を備えて成り、この開口壁部分は、上記ビーム用入口と上記ビーム移動制御部材の通路孔の間に介在する貫通通路を取り囲んで境界領域を定める。

【0006】

そのような電子ビーム開口要素において、電子ビームの部分的又は全体的阻止の結果として生じる後方散乱電子及び二次電子はトラップ室に分散する。当該トラップ室のサイズ

は、たとえ当該トラップ室の入口がビーム成形のためのスプレー状開口要素の場合における通路孔の径よりも大きなビーム径を受け入れ、あるいはビーム阻止のための帰線消去開口要素の場合におけるビームの逸れを受け入れるのに十分な幅となっていなければならないにせよ、僅かな割合の電子のみがトラップ室の入口に達するようなサイズである。成形又は阻止プロセスにおける阻止表面上のビームの入射に由来する後方散乱電子は、阻止表面とビーム軸の間のコサイン角度に依存し、表面の構成材料に依存して形作られる拡散スプレー乃至クラウド（雲）の形状をした室内での角度分布を有する。とりわけそれは一般に、長軸の方向が可変で平坦な程度が可変である円パターンである。通路孔からの室入口の間隔は、クラウドでの電子分散が室入口の前でその最大を達成するように、選択される。しかしながら、分散された電子はトラップ室の壁に当たり、これは塵粒子やオイルスミアのような不純物が存在するような局部的にチャージされた範囲を作り出し得る。電子ビームコラムの真空環境で開口要素を使用する場合に真空が電子による高いレベルの表面衝撃に対抗するのに不十分であるならば、同じくチャージングが生じ得る。したがって室壁に比べて遙かに小さな表面を有し得るシールド部材は局部に集中したチャージングを受け難く、それ故に制御部材通路孔を通る通常の移動の間でビームを室内でのチャージ位置による逸れ乃至屈折又は歪曲から保護するために、壁よりも低い電位である。それ故にトラップ室の形状は多くの散乱電子を閉じ込め、シールド部材はビームアライメント乃至形状の問題が室そのものの中で生じることを回避する。

【0007】

シールド部材を構成する開口壁部材は好ましくは、グリッド乃至グリルのような窓枠のある部材で構成される。開口壁部材は好ましくは実質的に円筒、円柱などの柱体（シリンドラ）状であり、開口壁部材は好ましくはトラップ室入口と制御部材の通路孔の間の間隔の実質的に全てにわたって延在する。基本的に柱体状グリッドからなるシールド部材の構造によって、散乱電子によってチャージ可能な不純物を拾い上げるための表面範囲が最小限となる。

【0008】

トラップ室は好ましくは中空体の実質的に柱面状の内壁表面によって及び上記中空体の空洞を端部で閉鎖する閉鎖プレートの内側に向いた面によって境界をつけられる。上記閉鎖プレートはトラップ室入口をもたらす中央通路孔を有している。そのような中空体の機械加工は複雑でなく、閉鎖プレートは中空体空洞を閉鎖するだけでなくシールド部材を取り付けるかその取付に寄与するのに適応可能である。プレート自体は、中央通路孔の外方に配された少なくとも更に1つの通路孔を備え得る。当該通路孔は、電子ビームコラムに装着される際に開口要素の内部と外部の間での真空均一化に供される。真空均一化通路孔を通って散乱電子が逃げることを回避あるいは最小限化するために、これら通路孔の少なくとも1つは中空体の内壁表面に形成され閉鎖プレートに隣接した外向きステップの半径方向面と位置合わせされる。

【0009】

制御部材は好ましくは閉鎖プレートと対置する中空体空洞の一端領域において当該中空体に据え付けられる。阻止表面は実質的に平坦で、その場合に制御部材は通路をもたらす開口を備えたプレートによって形成され得、あるいは実質的に切頭錐形であり得る。後者の場合、阻止表面のコーン角（テーパー角）は中空体の実質的に柱面状の内壁表面に向かって斜角に延びるように阻止された若しくは部分的に阻止されたビームから出る電子の平均軌道を生じるほどであり得、その結果として散乱電子の拡散雲は全体的にあるいはほぼ全体的にトラップ室入口から離れるように指向される。この配置によって、トラップ室への散乱電子の特に有効な制約がもたらされる。

【0010】

本発明の更なるアスペクトによれば、ケース、当該ケース内に配置され電子ビームを生じるように作動可能なビーム発生手段、及び好ましくはスプレー開口又は阻止開口として機能するように配置された少なくとも1つの電子ビーム開口要素を備えて構成される電子ビームコラムがもたらされ、本発明の第一に記述されたアスペクトによれば上記電子ビーム

10

20

30

40

50

ム開口要素はケース内で電子ビーム路に配置される。

【0011】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態を、添付図面を参照しながらより詳細に説明する。

図面によれば、例えば電子ビームリトグラフ機械の電子ビームコラムに据え付けられ且つコラムで生じた高エネルギー電子ビームを成形するためのスプレー開口又は同高エネルギー電子ビームを阻止するための阻止開口として機能するようになっている開口要素10(図1)又は20(図2)が示される。開口の装着位置で且つコラムの不活動状態において、上記要素は大地電位にある。

【0012】

図1に示された開口要素10は、柱面状内壁表面12を有した中空体11を備えて構成される。上記内壁表面は軸線13について対称で、両端で開いた中空体空洞の境界となる。当該内壁表面12は、中空体の上端に向外向きステップ(段)を有し、閉鎖プレート14のための座をもたらす別の小さ目の外向きステップと隣り合っている。プレート14はしかるべき位置に固定され、その上端領域で中空体空洞を閉じる。

【0013】

内壁表面12は補助的に中空体11の下端に向外2つの連続した内向きステップを有する。それらステップの下側のものは、電子ビーム移動を制御するのに供されるプレート15の形状をしたビーム移動制御部材のための座をもたらす。プレート15もしかるべき位置に固定され、その下端領域で中空体空洞を閉じる。

【0014】

閉鎖プレート14は、軸線13と同心の中央通路孔14aと、最初に述べた外向きステップの半径方向面と位置合わせされた複数の中心から外れた通路孔14bとを備える。プレート15は、同じように軸線と同心であるが通路孔14aより径の小さな中央通路孔15aを備える。任意に較正された径を有する通路孔15aは、矢印方向で軸線13に沿って開口要素を通る電子ビームの移動を容認する。電子ビームはプレート15の上流で、通路孔15aの径よりも大きな径をもっていることもあり、したがって通路孔15aと同じ径となるようにプレート15によって成形され得る。プレートの上流面は、通路孔の径を越えるビーム径の部分でビーム電子の移動を阻止するのに供され、あるいはビームが軸線13から十分に離れて偏向されるならば全てのビーム電子の移動を阻止するのに供される平坦な阻止表面15bを構成する。プレート15における通路孔15aへの移動において、ビームはプレート14での通路孔14aを通って進む。そのために通路孔14aの径は、軸線に沿ってビームが通過できるように十分に大きくなければならず、あるいは帰線消去ユニットの場合のようにビームが偏向されるならばプレート14にビーム電子の入射なしに軸線に対し角度をなす軸線に沿ってビームが通過できるように十分に大きくなければならない。

【0015】

中空体11の内壁表面12と閉鎖プレート14の内向き面は一緒になって、通路孔15aを通るビームの移動の部分的又は完全な阻止と、その結果として起こる阻止表面15bとのビーム電子の或る又は全ての衝突に由来する散乱電子のためのトラップ室16の境界となる。散乱電子は、ビーム自体からの高エネルギーの後方散乱電子とトラップ室内での表面の電子衝撃によって生じる二次電子とからなっている。後方散乱電子は、トラップ室内で、とりわけ阻止表面15bへのビームの入射角に依存して多少平らにされた円形状を有する拡散雲を形成する。プレート14, 15の間隔、とりわけプレート15での通路孔15aからプレート14での通路孔14aまでの間隔によって示されるように、トラップ室の高さは、上記雲での電子がビームのためのトラップ室への入口、及び必然的に散乱電子のための出口も形成する通路孔14aより先で最大分散を達成するのに十分な大きさであるように選択される。達成された分散のため、迷走電子の過半数はトラップ室に閉じ込められ、トラップ室の入口を通って逃げ戻らない。

【0016】

10

20

30

40

50

トラップ室自体の範囲で、中空体 11 の内壁表面 12 又は閉鎖プレートの内向き面にくついた埃粒子、スミア、その他の不純物は、電子に当たることによって比較的高い電位にまでチャージされやすい位置をもたらす。そのようなチャージ位置が形成されるのであれば、通路孔 15a を通るビームの通常の移動の間にそれら不純物はビームへの歪曲影響を及ぼし得る。軸線 13 との同軸性からビームが僅かに逸れても、開口要素 10 の下流でのビーム指向において比較的著しいエラーとなり得る。この種のエラーは、例えば本明細書の導入部で記載したように高い精度でサブストレート上にパターンを書くのにビームを用いる場合に特に問題をはらんでいる。そのような影響からビームを護るために、円筒状の金属ワイヤグリルの形状をしたシールド部材 17 がプレート 14 と 15、とりわけプレート 14 での通路孔 14a によって形成された室の入口とプレート 15 での通路孔 15a の間に延在するように軸線 13 と同心状に配置されている。シールド部材 17 はその上端部でプレート 14 に固定される。そのメッシュ構造のために、シールド部材 17 は、室の壁のものに比べて非常に小さな表面範囲を有し、したがって大部分はチャージ位置を形成し得る不純物のないままである。シールド部材 17 はそれ故、室壁と比べて低い電位を保持し、壁の高めの電位からビームを電気的に遮蔽する。

【0017】

開口ビームが取り付けられるべきコラムの環境は、ビームが発生する際に空にされ、開口要素 10 が通常コラム内部で仕切り要素を形成するので、閉鎖プレート 14 の通路孔 14b は真空ポンプ孔として機能し、トラップ室と開口要素内部の間で真空の均一化を可能とする。通路孔 14b をステップ面と一直線にすることは、これら通路孔をトラップ室内の散乱電子から大いに護る。同様な通路孔（図示せず）が制御部材プレート 15 に存在していてもよい。

【0018】

プレート 15 又は少なくともその阻止表面 15b は、全電子発生量（イールド）が低いアルミニウムベースの合金のような金属材料からなっている。用いられる材料の原子番号に比例する上記発生量は好ましくは、ビーム入射の予想角で多くても約 20 パーセントである。中空体 11、閉鎖プレート 14 及びシールド部材 17 もまた低発生量の材料、好ましくはプレート 15 と同じ材料からなっている。所望の他の特性を有する他の材料上に低発生量材料をコーティングして適切であるならば、二次電子放出の所望の最小化もまた達成可能である。

【0019】

図 2 に示された開口要素 20 も同じように、軸線 23 と同心の円筒内壁表面 22 を有した中空体 21 と、当該中空体の空洞の上端を閉じるため上記内壁表面の外向きステップに着座する閉鎖プレート 24 とを備えて構成される。閉鎖プレートは中央通路孔 24a と真空均一化通路孔 24b とを備えているが、この場合、後者の通路孔はステップ面によって護られていない。空洞の下端は、この例では真空ポンプ孔を備えビーム用較正通路孔 26a を形成する穴を有した錐体 26 を支えるプレート 25 からなるビーム制御部材によって閉鎖されている。通路孔 26a の入口孔は切頭円錐体の阻止表面 26b によって取り囲まれている。上記阻止表面は上流側で軸線 23 と少なくとも 135° の角度、好ましくは約 140° の角度を有する。通路孔 26a に入れられた電子と当該孔から締め出された電子の間に明らかな分離をもたらすために、鋭い又は急なエッジが、通路孔 26a の入口で、穴の入口端部の内向きに先細ることによって任意に強められて生じる。

【0020】

図 1 の開口要素 10 の場合でのように、中空体 21 の内壁表面 22 と閉鎖プレート 24 の内向き面とは、電子ビームの部分的な又は完全な阻止に起因した散乱電子のためのトラップ室 27 の境界となる。同様に、図 1 でのシールド部材 17 と同じ機能を有した低電位のシールド部材 28 がトラップ室 27 内に配置され、トラップ室の壁に広がった高電位からビームを電気的に遮蔽する。開口要素 20 の場合、阻止表面 26b の錐角は、ビームから引き出された後方散乱電子が阻止表面とで斜角を形成する平均軌道を有するスプレーの形狀に阻止表面から出るような角度であり、それによって出る電子は一般的に通路孔 24

10

20

30

40

50

aによって示された室の入口から離れるように指向される。電子の引き続いての逸れ乃至屈折と二次電子の放出とが、室壁を構成する又は被覆する低発生量材料によるエネルギー消散・吸収が主に室からの傷つきはぐれ電子の漏れを妨げるように室内で起こる。切頭円錐阻止表面26bは、平坦な阻止表面15bよりも効果的で、開口要素サイズが大きい場合に好ましく、それ故に錐体26は表面公差に対する過度の注意をすることなく製造可能である。

【0021】

本発明を具現化した開口要素10や20は、そうでなければ要素の上流にチャージ位置を生じたかもしれない電子の制御できない散乱を防ぎ、あるいは減らすことができる。結果的に、電子チャージのためのビーム位置のドリフトが排除されるか減らされる。

10

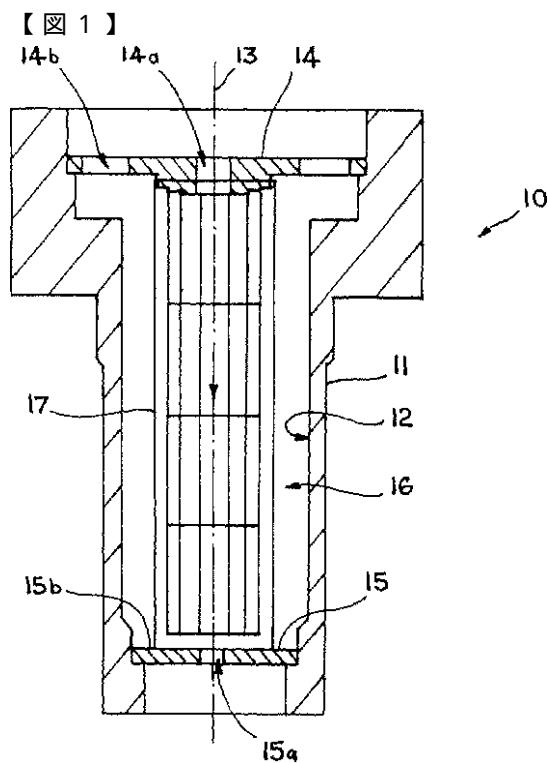


FIG.1

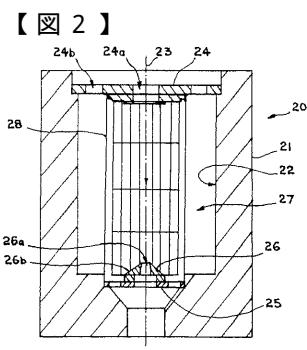


FIG.2

フロントページの続き

(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 21/027