

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5243793号
(P5243793)

(45) 発行日 平成25年7月24日 (2013. 7. 24)

(24) 登録日 平成25年4月12日 (2013. 4. 12)

(51) Int. Cl.	F I	
HO 1 J 37/06 (2006. 01)	HO 1 J 37/06	Z
HO 1 L 21/027 (2006. 01)	HO 1 L 21/30	5 4 1 E
HO 1 J 37/305 (2006. 01)	HO 1 J 37/305	B
GO 3 F 7/20 (2006. 01)	HO 1 L 21/30	5 4 1 W
G 2 1 K 5/04 (2006. 01)	GO 3 F 7/20	5 0 4
請求項の数 11 (全 21 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2007-520227 (P2007-520227)
 (86) (22) 出願日 平成17年7月5日 (2005. 7. 5)
 (65) 公表番号 特表2008-505470 (P2008-505470A)
 (43) 公表日 平成20年2月21日 (2008. 2. 21)
 (86) 国際出願番号 PCT/KR2005/002145
 (87) 国際公開番号 W02006/004374
 (87) 国際公開日 平成18年1月12日 (2006. 1. 12)
 審査請求日 平成20年7月2日 (2008. 7. 2)
 (31) 優先権主張番号 10-2004-0052102
 (32) 優先日 平成16年7月5日 (2004. 7. 5)
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)
 (31) 優先権主張番号 10-2004-0063303
 (32) 優先日 平成16年8月11日 (2004. 8. 11)
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)

(73) 特許権者 505249850
 シーイービーティー・カンパニー・リミテ
 イッド
 C E B T C O . , L T D .
 大韓民国 336-708 チュンチェオ
 ナナムード アサンーシ タンジェオン
 ミェン カルサンーリ 100
 (74) 代理人 100103207
 弁理士 尾崎 隆弘
 (72) 発明者 キム・ホセオプ
 大韓民国 チュンチェオナムード チョ
 ナンーシ 330-190 チュオンソー
 ードン エルジーーエスケアパートメン
 ト 114-1104

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチマイクロコラムにおける電子ビームの制御方法及びこの方法を利用したマルチマイクロコラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電子を放出させて電子ビームを形成し制御する各単位マイクロコラムを n × m 行列に含むマルチマイクロコラムにおける電子ビームを制御する方法において、

個別電子放出源及び個別電子レンズを、

前記単位マイクロコラムの電子が通過する全ての孔、または全ての電子放出源に単一電圧を印加する方式（第 1 方式）、

単位マイクロコラム（孔または電子放出源）別に電圧を印加する方式（第 2 方式）、

単位マイクロコラム当たり同一方位（座標）電極別に同一電圧を印加する方式（第 3 方式）、及び

各単位マイクロコラム及び電極（方位または座標）別に電圧を印加する方式（第 4 方式）、

のなかで選択された方式で選択的に制御し、

電子の放出及び進行を誘導するために、個別電子放出源及びレンズ部の個別エクストラクターに第 1 方式を同時に使用せず、第 1 方式または第 2 方式で相互に補完するようにそれぞれ電圧を印加し、

第 3 方式及び / 又は第 4 方式で電圧を印加して電子ビームを偏向させる段階、を含み、
二つ以上のレンズ層を含むレンズ部であって、前記電子放出源から一番目のレンズ部に第 1 方式を、そして、第 3 方式及び / 又は第 4 方式を含んで電圧を印加することを特徴とするマルチマイクロコラムにおける電子ビームの制御方法。

【請求項 2】

フォーカシング段階をさらに含むことを特徴とする、請求項 1 に記載のマルチマイクロコラムにおける電子ビームの制御方法。

【請求項 3】

前記偏向段階と前記フォーカシング段階が一つのレンズ部で行われることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載のマルチマイクロコラムにおける電子ビームの制御方法。

【請求項 4】

前記電子ビームの形状を所定の形状に特定するために、所定形状の孔を有するレンズ層に第 1 方式で電圧を印加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マルチマイクロコラムにおける電子ビームの制御方法。

10

【請求項 5】

電子ビームを遮断するために、ビームブランカー層を第 3 または第 4 方式で制御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マルチマイクロコラムにおける電子ビームの制御方法。

【請求項 6】

電子を放出させて電子ビームを形成し制御する各单位マイクロコラムを $n \times m$ 行列に含むマルチマイクロコラムにおいて、

個別電子放出源及び個別電子レンズを、

前記単位マイクロコラムの電子が通過する全ての孔、または全ての電子放出源に単一電圧を印加する方式（第 1 方式）、

20

単位マイクロコラム（孔または電子放出源）別に電圧を印加する方式（第 2 方式）、

単位マイクロコラム当たり同一方位（座標）電極別に同一電圧を印加する方式（第 3 方式）、及び

各单位マイクロコラム及び電極（方位または座標）別に電圧を印加する方式（第 4 方式）、

のなかで選択された方式で選択的に構成し、

電子の放出及び進行を誘導するために、個別電子放出源及びレンズ部の個別エクストラクターを第 1 方式で同時に構成せず、第 1 方式または第 2 方式で相互に補完するようそれぞれ構成し、

前記レンズ部は、前記電子放出源から一番目のレンズ部であって、二つ以上のレンズ層を含み、第 1 方式を、そして、第 3 方式及び / 又は第 4 方式を含んで電圧を印加することを特徴とするマルチマイクロコラム。

30

【請求項 7】

デフレクターの役目をするように、第 3 方式または第 4 方式で構成されるレンズ層またはデフレクターをさらに含むことを特徴とする、請求項 6 に記載のマルチマイクロコラム。

【請求項 8】

前記電子放出源層、及び前記レンズが半導体製造方法または MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) 工程によってウェハタイプとして形成され、絶縁層によって絶縁されることを特徴とする、請求項 6 または 7 に記載のマルチマイクロコラム。

40

【請求項 9】

前記マルチマイクロコラムが X - Y - Z ロボットまたはアームロボットなどの産業用ロボットまたは多関節移動メカニズムに取り付けられてともに使用されることを特徴とする、請求項 6 ~ 8 のいずれか一項に記載のマルチマイクロコラム。

【請求項 10】

前記マルチマイクロコラムのレンズ部の一つの層の孔が、所定の形状を備えてビームの形状を前記所定の形状に形成することを特徴とする、請求項 6 ~ 9 のいずれか一項に記載のマルチマイクロコラム。

【請求項 11】

50

前記マルチマイクロコラムの電子ビームを遮断するかまたは偏向させるために、デフレクターまたはデフレクターの役目をするレンズの前に第3または第4方式で構成されるビームブランカー層をさらに含むことを特徴とする、請求項6～10のいずれか一項に記載のマルチマイクロコラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はマルチマイクロコラムの電子ビームを制御する方法及びマルチマイクロコラムに係り、より詳しくはマルチマイクロコラムの電子放出源から放出されて進行する電子ビームを制御するためのものである。また、本発明は前記制御方法を利用することができるマルチマイクロコラムに関するものである。

10

【背景技術】

【0002】

従来のマイクロコラムは、既存のCRT、電子顕微鏡、電子ビームリソグラフィ及び各種電子ビーム装置などにおいて、電子ビームを制御する原理を利用した電子コラムを小型化して効率を高めた非常に小さな小型電子コラムと考えられる。ウェハータップマイクロコラムとしてはシングルタイプのマイクロコラムが開発されただけであり、マルチマイクロコラムの必要性和シングルタイプの単純複合型及びウェハータップのマルチマイクロコラムの製作可能性があると考えられる。

【0003】

20

一般に、マイクロコラムにおいては、電子ビームは電子放出源によって発生されて各種レンズを通過し、デフレクターによって偏向される。既存のシングルマイクロコラムは、必要に応じて各レンズ部やデフレクターで別途の電圧を印加して電子ビームを制御していた。シングルマイクロコラムの構造と係わる一例が大韓民国特許出願第2003-66003号に開示されており、図1はそのようなシングルマイクロコラム10の構造を示している。図1に示すシングルマイクロコラム10は、基本的構成として、電子放出源（図示せず）、ソースレンズ13、デフレクター15、及びフォーカスレンズ16を含む。また、前記電子放出源を支持するために、電子放出源ホルダー11、ソースレンズ13を収容するためのホルダーベース12、デフレクター15を収容するためのコラムベース14、及びフォーカスレンズ16を収容するためのレンズプレート17を備えている。

30

【0004】

シングルマイクロコラムの場合、単一電子ビームの制御に対しては多くの研究が行われたが、マルチマイクロコラムの場合は、各シングルマイクロコラムをどのように構成して電子ビームを制御するかの問題は依然として残っている。すなわち、同時に多くのシングルマイクロコラムをどの方式で制御するかに対する問題は依然として残っている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

したがって、本発明の目的はマルチマイクロコラムの制御を容易で効率よく具現することができるように、マルチマイクロコラムにおいて、それぞれの単位マイクロコラムの電子放出源から電子を放出させて電子ビームを形成し、この電子ビームを効率よく制御する方法を提供することにある。

40

【0006】

本発明の他の目的は、前記方法を適用することができるウェハータップマルチマイクロコラムを提供することにある。

【0007】

本発明のさらに他の目的は、前記方法を適用することができるウェハータップマルチマイクロコラムと既存のマイクロコラムの組合型マルチマイクロコラムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

50

【0008】

本発明の一実施例は、電子を放出させて電子ビームを形成し制御する各単位マイクロコラムを $n \times m$ 行列に含むマルチマイクロコラムにおける電子ビームを制御する方法を提供する。この方法は、個別電子放出源及び個別電子レンズを、前記単位マイクロコラムの電子が通過する全ての孔、または全ての電子放出源に単一電圧を印加する方式（第1方式）、単位マイクロコラム（孔または電子放出源）別に電圧を印加する方式（第2方式）、単位マイクロコラム当たり同一方位（座標）電極別に同一電圧を印加する方式（第3方式）、及び各単位マイクロコラム及び電極（方位または座標）別に電圧を印加する方式（第4方式）、のなかで選択された方式で選択的に制御し、電子の放出及び進行を誘導するために、個別電子放出源及びレンズ部の個別エクストラクターに第1方式を同時に使用せず、第1方式または第2方式で相互に補完するようにそれぞれ電圧を印加し、第3方式及び/又は第4方式で電圧を印加して電子ビームを偏向させる段階、を含み、二つ以上のレンズ層を含むレンズ部であって、前記電子放出源から一番目のレンズ部に第1方式を、そして、第3方式及び/又は第4方式を含んで電圧を印加することを特徴とする。

10

【0009】

本発明の他の実施例は、電子を放出させて電子ビームを形成し制御する各単位マイクロコラムを $n \times m$ 行列に含むマルチマイクロコラムを提供する。このマルチマイクロコラムは、個別電子放出源及び個別電子レンズを、前記単位マイクロコラムの電子が通過する全ての孔、または全ての電子放出源に単一電圧を印加する方式（第1方式）、単位マイクロコラム（孔または電子放出源）別に電圧を印加する方式（第2方式）、単位マイクロコラム当たり同一方位（座標）電極別に同一電圧を印加する方式（第3方式）、及び各単位マイクロコラム及び電極（方位または座標）別に電圧を印加する方式（第4方式）のなかで選択された方式で選択的に構成し、電子の放出及び進行を誘導するために、個別電子放出源及びレンズ部の個別エクストラクターを第1方式で同時に構成せず、第1方式または第2方式で相互に補完するようにそれぞれ構成し、前記レンズ部は、前記電子放出源から一番目のレンズ部であって、二つ以上のレンズ層を含み、第1方式を、そして、第3方式及び/又は第4方式を含んで電圧を印加することを特徴とする。

20

【0010】

マルチマイクロコラムの構成においては、電子放出源、ソースレンズ部、デフレクター部、フォーカスレンズ部の順に配列されることが一般的であるが、フォーカスレンズをデフレクター部の前に配列することもでき、また、デフレクターとフォーカスレンズ部が組み合わせられることもできる。すなわち、必要に応じて、例えば、ソースレンズ及び/またはフォーカスレンズを含む、レンズ部とデフレクターの配列を多様に変更できる。

30

【0011】

一般に、マイクロコラムは、電子を放出するために電子放出源に電圧を印加して発生する電子で電子ビームを形成し、その電子ビームの強度（電流）と方向を必要に応じて制御するように各構成部分が構成されている。すなわち、電子放出源とソースレンズのエクストラクター間の電位差によって電子放出源から電子が放出され、放出された電子がソースレンズによって所望の電子ビームに形成され、前記形成された電子ビームが偏向及び/またはフォーカシングされるように、電子ビームの強度と方向などを制御する方式でマイクロコラムが駆動される。

40

【0012】

マイクロコラムにおいて、電子ビームを形成制御する方式は、一般的に、電子放出源から電子を放出させ、放出された電子の中で必要な部分のみを選別して電子ビームを構成し、形成された電子ビームを必要に応じて偏向させることと、前記電子ビームを試料（SAMPLE）にフォーカシングすることとからなる。このために、一般的に、マイクロコラムは、電子を放出させる電子放出源、前記電子放出源から電子が放出されて電子ビームを形成するようにするソースレンズ、前記電子ビームを偏向させるためのデフレクター、及び偏向された電子ビームを対象試料（target sample）にフォーカシングす

50

るためのフォーカスレンズから構成される。もちろん、このような役目をするようにしながら他の方式でマイクロコラムを構成することができるが、一般的にマイクロコラムで電子ビームを形成させ、試料にフォーカシングすることほぼ同じである。ただし、各レンズやデフレクターをどのように選定してマイクロコラムを構成するかは必要に応じて変えられる。

【0013】

本発明によるマルチマイクロコラムの電子ビーム制御方法は、電子放出源から電子を放出させることを始めとして、電子ビームの形成、進行及び量をすべて制御するために、電子放出源及びレンズにそれぞれ多様な方式で電圧を印加することである。すなわち、各制御に必要な部分に、その特性によって可能な簡単な方式で電圧を印加して全体的な電子ビームの制御を効率よく行うことである。マルチマイクロコラムは既存のシングルマイクロコラムにあたる単位マイクロコラムの組合せによって構成され、各単位マイクロコラムの各構成部は既存のシングルマイクロコラムと同一であるかほぼ同一である。すなわち、本発明によるマルチマイクロコラムの各構成部の、例えば電子放出源、電子レンズ及びデフレクター、基本的な作動原理は既存の論文及び関連特許出願に開示されたシングルマイクロコラムの作動についての従来作動原理がそのまま利用できる。これについての論文として、E. Kratschmer 外6人、J. Vac Sci. Technol. B 13(6), 2498 - 2503 Pages, 1995年発行“An electron-beam microcolumn with improved resolution, beam current, and stability”、及びJ. Vac Sci. Technol. B 14(6), 3792 - 3796 Pages、1996年発行“Experimental evaluation of a 20x20mm footprint microcolumn”があり、関連特許としては、米国特許第6、297、584号、同第6、281、508号、及び同第6、195、214号などがある。

【0014】

マルチマイクロコラムは多数のシングルマイクロコラムを直列または並列に配して構成される単一マイクロコラム(SCM、single column module)モジュールで構成でき、二つ以上の一体化し規格化されたコラムモジュール(MCM、monolithic column module)、すなわち2x1または2x2などを一組にしてマルチコラムを構成することができ、また、ウェハ一枚をコラムのレンズ部品となるようにするウェハ大のコラムモジュール(WCM; Wafer-scale column module)で構成したマルチコラム構造がある。

【0015】

このような基本概念は、T. H. P. Chang 外8人、J. Vac. Sci. Technol. B 14, 3774 - 3781ページ、1996年発行“Electron-beam microcolumns for lithography and related applications”の論文に開示されている。

【0016】

もう一つの方式は組合型マルチ方式で、一つ以上のコラムがSCMとMCMまたはWCMとともに配列される場合と、一部のコラムレンズ部品がSCM、MCM、またはWCM方式になっている場合が可能である。これはキムホソブ外7人、Journal of the Korea Physical Society, 45(5), 1214 - 1217ページ、2004年発行、“Multi-beam microcolumns based on arrayed SCM and WCM”の論文と、キムホソブ外6人、Microelectronic Engineering, 78 - 79, 55 - 61ページ、2005年発行、“Arrayed microcolumn operation with a wafer-scale Einzel lens”の論文等に基礎的な実験結果が紹介されている。

【0017】

本発明によるマルチマイクロコラムの制御方法は、単位マイクロコラムの電子放出源、

電子レンズ、及びデフレクターなどの各構成部で同時または個別的に電子ビームを制御して、全てのマルチマイクロコラムで効率よく全ての電子ビームを制御することができる方法に関するものである。

【0018】

本発明による電子ビームを制御する方法は、多様なマルチマイクロコラムに適用することができる。例えば、既存のシングルマイクロコラムを一つのグループにして使用することはもちろんのこと、ウェハータイプのマルチマイクロコラム、及びウェハータイプと既存マイクロコラムの組合型マルチマイクロコラムにも適用が可能である。

【0019】

したがって、本発明による制御方法は全てのマルチマイクロコラムに使用可能であるが、理解し易くするために、以下では、マルチマイクロコラムのうち、添付図面のウェハータイプのマイクロコラムの基本的構成である電子放出源、エクストラクターを含むソースレンズ、デフレクター、及びフォーカスレンズを制御する方法を説明する。添付図面の図2～図5では、四つの単位マイクロコラムで構成されたマルチマイクロコラムを説明するが、単位マイクロコラムの数を4つとしたのは、説明のためであり、二つ以上であれば適用が可能であり、必要に応じてその数を変更すれば良く、同じ制御方法の原理が適用できる。

10

【0020】

まず、本発明によるマルチマイクロコラムにおける電子ビーム制御の原理を簡単に説明する。

20

【0021】

電子放出源には全て同一電圧が印加される。ウェハータイプの場合は、図6に示すように、一つの層で電子放出源を構成し、同一電圧を印加すれば良い。すなわち、所定の電圧が設定され、一つの電圧が全ての電子放出源に印加されるものである。既存のマイクロコラムの場合は、全ての電子放出源に同一電圧を印加するように配線して制御すれば良い。この場合、たとえ同一電圧を印加しても、それぞれの電子放出源から放出される電子ビームの量または方向が全て同一でないこともある。

【0022】

したがって、各電子放出源から放出された電子はそれぞれのエクストラクターによって制御され、必要な電子ビームの量及び方向が制御されるので、それぞれのエクストラクターは独立的に制御される。よって、各単位エクストラクターにはそれぞれ別個の電圧が印加される。印加電圧の量は、各単位マイクロコラムから最終的に放出される電子ビームの量（各レンズ及びデフレクターを通過して出る最終量）を確認して決定することができる。これは、既存のシングルマイクロコラムの制御と同様な方式でなすことができる。例えば、所定の単位マイクロコラムで使用される電子ビームの量が予め設定された基準値より少なければ、電子放出源で負電圧をさらに印加して電子を放出させることが一般的である。したがって、エクストラクターでは、正電圧をさらに印加すればよく、もし他のものに比べて電子ビームの量が多ければ、より低い正電圧（または、より高い負電圧）を印加すれば良い。すなわち、マルチマイクロコラムでは、それぞれの全ての電子ビーム量を測定し、最も多い電子ビームが使用される単位マイクロコラムのエクストラクターに最も低い正電圧（または、最も高い負電圧）を印加し、残りのエクストラクターでは相対的に高い正電圧（または、低い負電圧）を印加すれば良い。

30

40

【0023】

このような方式は、単位マイクロコラムのそれぞれの電子ビームエネルギーを同一に試料に到達するように制御することができる利点がある。このような方法を逆にして、電子ビームを制御することもできる。すなわち、電子放出源から電子が放出されることは電子放出源とエクストラクター間の電位差によるものであるので、電子放出源を個別的に制御し、エクストラクターを同一に制御する方法である。また、エクストラクターの外に、一つ以上の電子制御電極層を付け加えれば、電子を加速し制限して、電子ビームの分解能、電流値（probe beam current）などの効率を高めることができる。

50

【0024】

そして、エクストラクターを含むソースレンズによって制御された電子ビームはデフレクターによって偏向される。偏向は、マルチマイクロコラムの用途によって別々に制御可能である。基本的に、各単位デフレクターは複数の電極を有し、各電極に別個の電圧を印加して所望の方向に電子ビームを偏向させる。したがって、デフレクターにおいて、四つの単位デフレクターがそれぞれ四つの電極を有する場合、総数で16個の相異なる電圧を印加することになる。しかし、全ての電極に相異なる電圧を印加するように制御することが難しいか、マルチマイクロコラムの電子ビームの制御が精密でないか、予め設定された座標別に同一にスキャンするようにするか、またはこれらが組合わせられる場合には、各単位座標別に同一電圧が印加されるようにして、全ての電子ビームを同一方向に制御する。これによって、制御すべき対象の数を簡単に減らすことができる。すなわち、この場合には、制御する電圧の数は、単位座標の数と同じになる。

10

【0025】

その他に、偏向と関係ない他の各単位レンズは、別途の電極なしに、みんな同一電圧が印加されるようにすることで、電子ビームを制御することができる。

【発明の効果】

【0026】

本発明によるマルチマイクロコラムの電子ビーム制御方法は、全体的にマルチマイクロコラムの電子ビームを容易で簡単に制御できるようにする。本発明によるマルチマイクロコラムは、前記制御方法を効率よく実行できるようにする。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

以下、本発明によるマルチマイクロコラムにおける精密な電子ビーム制御を好適な実施例として詳細に説明する。

【0028】

図2～図5は本発明によるマルチマイクロコラムの電子ビームを制御する方法を適用することができる好適な実施例としてのウェハータップの各電子レンズまたはデフレクターを電圧印加方式別に区分したものである。

【0029】

単位コラム部品の電子が通過する孔 (aperture) または電子放出源の全てに単一電圧を印加する方式として、第1方式は、図2に示すように、全ての層に一つの電圧が印加されるもので、接続部22に外部から電圧が印加されれば、各単位マイクロコラムの構成部、例えばレンズの孔に同一電圧が印加される。

30

【0030】

単位コラム部品の孔または電子放出源別に電圧を印加する方式として、第2方式は、図3に示すように、層の各単位マイクロコラムの構成部 (孔または電子放出源) 別に違う電圧が印加されるもので、電極32ごとに違う電圧が外部から印加される。

【0031】

単位コラム部品の孔または電子放出源の同一方位 (座標) 電極別に同一電圧を印加する方式として、第3方式は、図4に示すように、層の各単位マイクロコラムの各構成部 (孔) に同一に対応する座標で電極を備え、各座標別に同一電圧を印加するものである。したがって、各単位マイクロコラムの数とは関係なく、制御される座標数に対応する個別的制御電圧が印加される。

40

【0032】

各単位コラム部品の孔 (または電子放出源) 及び電極 (方位または座標) 別に電圧を印加する方式として、第4方式は、図5に示すように、層の各単位マイクロコラムの各構成部 (孔) に個別的座標で電極を備え、各孔の電極別に電圧を印加して各単位マイクロコラムで個別的に電子ビームを制御するものである。したがって、各単位マイクロコラムの数と制御される座標数の積にあたる数に相当する制御電圧が個別的に印加されること

50

【0033】

単位マイクロコラムのレンズのうち、所定の層の孔は、放出されるビームの形状を決定するために特定の形状を有することができ、一般的には円形であるが、特殊な場合には、四角形及び三角形など多角形等の形態の孔が可能である。その外に、“L”、“D”などの文字、特殊記号等の全ての形態に形成できる。このような形態の孔は偏向の前後及び/または偏向の中間に位置させて電子ビームの形状を決定するようにすれば良い。

【0034】

各単位電子放出源に第1方式で同一電圧を印加し、エクストラクターに第2方式で電圧を印加するか、あるいは逆にして電子放出源から電子ビームが放出されるようにする。

【0035】

電子放出源に第1方式で電圧が印加された場合、放出された電子ビームは、ソースレンズのうち、前述した単位エクストラクター別にそれぞれの電圧が印加されて、各単位マイクロコラムの電子ビームの量が一定になるようにする。このために、各単位マイクロコラムのエクストラクターで電子ビームの量を確認しこれをフィードバックすることで、各単位エクストラクターに印加される電圧の量を決定することができる。このような電子ビームの量の制御は、エクストラクターだけでなく、付加される電極層においても可能である。制御される電子ビームの量が、既存のシングルマイクロコラムの場合と同様な方法を使用して確認して補正することができることは当然である。単位マイクロコラムごとに異なる電子ビームのエネルギーまたは量が必要な場合には、相関する量の電圧を各単位エクストラクターに個別的に印加すればよく、あるいは予め設定されたデータによって電圧をそれぞれ印加してもよい。電子放出源に第2方式で電圧が印加される場合には、エクストラクターの代わりに電子放出源の各単位電子放出源に印加される電圧を制御すれば良い。また、両者に第2方式で電圧を印加して使用することもできる。

【0036】

各単位エクストラクターを通過した電子ビームは設定された量の電子ビームを有するので、ソースレンズの他のレンズ層によって所望の電子ビームの形状、量、及び/または速度が精密に制御されるように、各レンズ層別に第1方式と同一の電圧を印加することができる。また、各レンズ層別に違う電圧を印加することができることはもちろんのこと、各層を第2方式で制御することもできる。しかし、第1方式で各レンズ層を制御する方が容易であろう。したがって、ソースレンズの各単位レンズ層が第1方式で制御されれば、それぞれ同一電圧の印加によって各単位マイクロコラムの電子ビームは同一形状を有することになる。

【0037】

ソースレンズを通過した電子ビームはデフレクターによって偏向される。前述したように、デフレクターは第3または第4の方式で制御されるように、単位デフレクター別にそれぞれ電極を有し、第3または第4方式のように、それぞれの電極別に違う電圧が印加されるので、偏向を精密にすることができる。これは、シングルデフレクターと同様な方式でそれぞれの偏向を制御するものである。もちろん、前述したように、第3方式のように、単位座標別に同一電圧を印加して偏向を実行することもできる。同一方向に全体的に精密な偏向を行うために、各単位マイクロコラムに二つの単位デフレクターを使用することもできる。この場合、まず第1デフレクターは第4方式で各単位デフレクターの単位座標に別個の電圧を印加して、それぞれの単位電子ビームの方向を精密に制御し、そして第1デフレクターを通過した電子ビームを、第2デフレクターで第3方式のように各単位座標別に同一電圧を印加して全体的に同一方向に電子ビームを偏向させることができる。また、逆にすることも可能である。

【0038】

デフレクターを通過した電子ビームはフォーカスレンズによって集束され、最終的な電子ビームとして制御される。この時、単位マイクロコラムの各フォーカスレンズの各構成レンズは、第1方式でそれぞれ同一電圧が印加され、レンズ層別に違う電圧が印加されることができる。フォーカスレンズは必要に応じて2層～3層が使用される場合が一般的で

10

20

30

40

50

あり、それぞれのレンズ層には同一電圧が印加されるようにするものである。これにより、同一形状の電子ビームが対象物体にフォーカシングされる。

【0039】

図5の第4方式を使用することができる実施例は、配線が複雑に形成されているが、図2～図4の第1方式～第3方式でも電圧印加が可能である。さらに、第3方式が使用可能な実施例は第1方式または第2方式でも電圧印加が可能であり、そして第2方式は第1方式と同様に電圧印加が可能であることはもちろんである。したがって、各構成部の制御方式を変えなければならない場合には、全て第4方式またはもっと多様な変形が可能な方式の構成を有するように配線を行うことで、必要に応じて前記方式の一つを選択して使用することもできる。

10

【0040】

前述した電子ビーム制御方法はウェハタイプとして説明したが、一般的な単一マイクロコラム(図1)を組合わせてマルチマイクロコラムに構成した場合にも制御方法は同様である。すなわち、それぞれのレンズまたはデフレクターの電圧印加方法を、添付図面のように配線し制御すれば、充分本発明の方法を使用することができる。すなわち、各電子放出源に同一電圧を印加し、各エクストラクターには別個の電圧を印加し、デフレクターには、添付図面の第3方式または第4方式のように配線して電圧を印加し、そしてフォーカスレンズには第1方式または第2方式のように配線して電圧を印加すれば良い。

【0041】

本発明によってマルチマイクロコラムで電子ビームを放出して試料(sample)にスキャンする方法を以下に説明する。

20

【0042】

本発明によるマルチマイクロコラムにおける電子ビームの制御方法は、図6に示すように、電子放出源61とエクストラクター62間に電位差が発生するように電子放出源61に第1方式のように電圧を印加し、エクストラクター62に第2方式のように電圧を印加すれば、電子放出源61からそれぞれ電子が放出される。しかし、電子放出源の形状または個々の特性によって異なるので、各単位マイクロコラムの電子ビームの量を均一化するためにソースレンズのエクストラクター62にそれぞれ補正電圧を印加する(その逆も可能であり、補正電圧を単位マイクロコラム部品別に異ならせることもできる)。

【0043】

ソースレンズの一つ以上の相異なる層63には、放出された電子ビームの加速、形状、及び/または通過量を制御するために、第1方式のように、層全体に同一電圧が印加される。より精密な制御のために、一つ以上の層を付け加えることができ、必要に応じて第1方式または第2方式のように電圧を印加することができる。

30

【0044】

デフレクター64、65は、各孔別に電子ビームのスキャン経路を精密に制御するために二つ使用されたが、一つ以上の望ましい数のデフレクターを使用すればよい。第1デフレクター64は、第4方式のように精密に制御され、第2デフレクター65は、各単位マイクロコラムの電子ビームが同じ方向にスキャンできるように、第3方式で制御される。また、第2デフレクター65はスキャン角度を広げるために使用でき、この場合は、第2デフレクター65を、第3方式または第4方式のように制御できる。

40

【0045】

フォーカスレンズ(例えば、アインゼルレンズ(Einzel lens))には一つ以上のレンズ層を使用しており、それぞれの層に第1方式のように、必要な電圧を印加して電子ビームをフォーカシングする。本実施例では、第1レンズ66、第2レンズ67、及び第3レンズ68がより精密なフォーカシングのために使用された。電子ビームをフォーカシングするためには、隣り合うレンズ層には同一電圧が印加されないようにすることが望ましい。

【0046】

電子放出源61及びエクストラクター62のいずれか一つ、ソースレンズの層63及び

50

第1レンズ66及び第3レンズ68は全て接地させ、別途の電圧を印加しなくても使用が可能である。

【0047】

デフレクターとフォーカスレンズ部が組合せられた構造は三つのレンズ層から構成され、第1および第3層レンズは第1方式または第2方式で、第2レンズ層は第3方式または第4方式で制御する。第2レンズ層は一つ以上で構成されることもできる。

【0048】

本発明による方法を実行するためのマルチマイクロコラムは、ウェハータ입コラムおよび/または既存のマイクロコラムを $n \times m$ に整列して形成することができる。

【0049】

以下では、本発明によるマルチマイクロコラムにおける電子ビーム制御方法を使用することができるマルチマイクロコラムの例を説明する。まず、最も望ましい例として、ウェハータ입のマルチマイクロコラムについて説明する。

【0050】

シングルマイクロコラムにおいて、電子レンズは、一般的に一つの孔を取り囲むメンブレインで構成され、デフレクターはメンブレインよりは厚い一般的な電極またはワイヤで形成される場合が多い。電子レンズのメンブレインの厚さは数マイクロないし数千マイクロの厚さまで可能である。ウェハータ입において、電子レンズ層はメンブレインと同様に使用され、ウェハータ입を構成する。ソースレンズまたはフォーカスレンズはこのような各層の組合せによってその役目をする事ができる。デフレクターの場合には、その厚さをより厚くすることができ、孔の周囲をメンブレインタイプにする必要はない。したがって、電子レンズやデフレクターは共に以下で説明する4形態の制御方式を組合せて制御を行うことになる。以下、添付図面を参照してウェハータ입を先に説明する。図面において、一つのウェハータ입層には四つの単位マイクロコラムが含まれた構成であり、各孔が一つの単位マイクロコラムを構成している。各孔において、電子ビームを制御するために備えられた電極は四つ(90度間隔)からなるが、一つのウェハータ입層に含まれるマイクロコラムの数および制御のための電極の数は必要に応じて変えることができる。本実施例で4つに設定したのは、本発明をより易しく説明するためである。以下で4タイプに区分されたレンズ層は、それぞれ1つのモジュールと考えることもできる。

【0051】

単位コラム部品の孔または電子放出源の全てに単一電圧を印加するための第1タイプ(図2参照)は、一つの層20全体に単位構成部(孔)21にかかわらず同一電圧が全体層に印加できるようにするために、1種の材質からなっており、外部から電圧を受けることができるように、全層に一つの接続部22が備えられている。すなわち、接続部に電圧が印加されれば、層全体に同一電圧が印加されるように同一材質で形成される。材質としては、電圧を印加すれば等電位を形成することができる導体または半導体から構成される。

【0052】

単位コラム部品の孔または電子放出源別に個別の電圧を印加するための第2タイプ(図3)は、層30の各単位孔31別に一つの電極32のみを備えて各単位孔別に個別的に電圧を印加するものである。また、各電極が外部と連結されるために、連結部33として、望ましくはパターンが、孔の数、すなわち単位マイクロコラムの数だけ形成される。すなわち、エクストラクターと同様に、各単位マイクロコラムの数に応じた制御電圧が個別的に印加できるように、一つのウェハータ입層が、各孔別にそれぞれ一つの電極を含むように構成されている。主材質は第1タイプと同様であるが、各孔の間に絶縁が必要である。孔31全部を取り囲むことが望ましいが、必ずしも図面に示されているような円形である必要はなく、多角形などでもよい。

【0053】

単位コラム部品の孔または電子放出源の同一方位(座標)電極別に同一電圧を印加するための第3タイプ(図4)は、層40の各単位孔41の対応座標に電極42を備え、各座標別に電極42に同一電圧を印加するものである。したがって、各単位マイクロコラムの

10

20

30

40

50

数とは無関係に制御される座標の数だけ個別的制御電圧が印加されるように、各対応電極が座標別に、望ましくは一つのパターンである一つの連結部43によって、外部と連結される。図4の第3タイプにおいては、一つの層の各孔がそれぞれ四つの電極を各90°間隔で含んでいる。すなわち、各座標別に12時方向、3時方向、6時方向、9時方向にそれぞれ電極が備えられている。したがって、第3タイプは4種の相異なる電圧を同一に各孔の座標別に印加することができる。

【0054】

各单位コラム部品の孔（または、電子放出源）及び電極（方位または座標）別に個別電圧を印加するための第4タイプ（図5）は、層50の各单位孔51に個別的座標に電極52を備え、各孔の電極別に電圧を印加して各单位マイクロコラム部品で個別的に電子ビームを制御するものである。したがって、各单位マイクロコラムの数と制御される座標数の積にあたる数だけの制御電圧が個別的に印加できなければならない、連結部53の数も制御される単位マイクロコラムの数と制御される座標数の積にあたる数だけ備えられなければならない。第4タイプは、各孔の四つの電極に互いに異なる電圧を印加することができるものである。したがって、本実施例では、総数16種の相異なる電圧を印加することができるが、第3タイプのように座標別に同じ電圧を印加することもでき、または座標にかかわらず各孔別に違う電圧を印加することもできる。

【0055】

第1タイプは、電子ビームを集めたり（集束）広げたり（発散）する場合に、または電子放出源とエクストラクター間の電位差の調節に使用される。第2タイプは、電子放出源とエクストラクター間の電位差を補正するため、および、全ての電子ビームの量の補正のために使用される。すなわち、第1タイプと第2タイプの組合せによって電子放出源とエクストラクターが使用されるが、当然第2タイプだけで電子放出源とエクストラクターを構成することもできる。第3タイプは、マルチコラムで全体的に電子ビームを特定方向に同時に移動させるために使用される。そして、第4タイプは、各コラムで別個に電子ビームを制御する必要がある場合に主に使用される。第4タイプは多くの変形が可能であり、その一変形として、各孔の各座標間には同じに電圧を印加し、各孔間に電圧を異にしなければならない場合は、各孔間の全周を電極にし、各孔間を絶縁物質で絶縁させる方法もあるなど、特定用途として使用しなければならない場合に置き替えることができる。このような場合は、分岐された孔別に電極を同じに一つにすれば、孔の数だけの相異なる電圧の変化だけが必要であるので、制御する場合の数を減らすことができる。よって、第4タイプは、製作の不利さはあるが、制御に関する多くの選択肢があり、変形容易であることが利点である。第4タイプは第1タイプ～第3タイプの機能を果たすことができ、第3タイプは第1タイプまたは第2タイプ、そして第2タイプは第1タイプの機能も果たすことができる。したがって、各構成の多様な変形が必要であるか、各構成部の制御方式を変えなければならない場合には、全て第4タイプまたはより多様な変形が可能なタイプの構成を有するように配線して、必要に応じて制御方式を変更して使用することもできる。

【0056】

本実施例においては、四つの単位マイクロコラムからなるマルチマイクロコラムを基準にし、第3タイプ及び第4タイプの、各孔を通過する電子ビームを制御するための四つの電極として説明したが、単位マイクロコラムの数または配列方式は必要に応じて変えることができる。また、各孔には方向性を有する一つ以上の電極が使用されればその役目を実行することができるが、一般的に四つ～八つの電極が使用される。一つ以上の電極が使用されるとしても、電極に電圧を印加してビームを制御するには、同じかまたは類似の方法を使用できる。

【0057】

ウェハタイプのマルチマイクロコラムの構成は前述した各タイプの層を組み合わせることによって制御できる。

【0058】

まず、図7を参照すれば、電子放出源層70は第1タイプまたは第2タイプにすること

10

20

30

40

50

ができるが、図面では第1タイプで同一電圧が印加されるように一つのウェハー層で構成されている。同一電圧が印加されても、実際に放出される電子ビームは各電子放出源チップ71によって異なる。何故ならば、チップの形状などのさまざまな原因によって、実際には同一量の電子が放出されないからである。電子放出源は、一般的に使用されるタングステン(W)放出源、ショットキー放出源(schottky emitter)、シリコン(Si)放出源、モリブデン放出源、CNT(nano-carbon tube)放出源など、既存の電子放出源として使用されるものであれば使用可能であり、それぞれの放出源は全て連結されて同一電圧を有するようにする。

【0059】

したがって、電子放出源から放出された電子ビームの量を均一化するために、第1電子レンズ(ソースレンズ)のエクストラクターの電圧は各放出源によって異なるように印加されなければならない。したがって、エクストラクター電圧は第2タイプが使用されなければならない。エクストラクターの場合は、各孔ごとに要求される電圧が異なり、方向性が不要であるので、単位マイクロコラムを構成する孔を全体的に取り囲む円形の一つの電極を各单位孔別に有すれば良い。ここで、各電子放出源から放出されて使用される電子ビームの量はコラムを通過した量によって確認することができるので、必要な電圧の量を各電子放出源ごとに異なるように印加させることができる。これにより、電子放出源から出る電子ビームの量を均一化させることができる。一例として、ソースレンズは、まずエクストラクターとして第2タイプ層を使用し、それ以外の層には電子放出源と同様に第1タイプを使用することができる。すなわち、他の層は電子ビームの形状を制御するためのもの

ので、特別な必要があれば第3タイプを使用すれば良いが、そうでなければ第1タイプの使用が望ましい。ソースレンズのうち、エクストラクターを除く層は、電子ビームの形状を制御するためのものである

ので、使用される数は一つ以上であれば良いが、制御の精密度によって層の数を増加させることができる。もちろん、電子放出源層70とエクストラクターのタイプを逆に変えて使用することも可能である。すなわち、電子放出源層70を第2タイプにし、エクストラクターを第1タイプにしても、同じ結果を得ることができる。

【0060】

デフレクターには一つ以上の電極が必要であり、マルチマイクロコラムの場合、第3タイプまたは第4タイプが使用でき、全ての電子ビームが同時に同じ座標をスキャンすれば、第3タイプが使用できる。マルチマイクロコラムにおいて、電子ビームが同じ座標をスキャンするために、まず第1デフレクターで第4タイプとして精密に電子ビームを制御してから第3タイプとして座標別に同一電圧を印加すれば、電子ビームが指定された座標及び方向にスキャンを行うようにすることができる。ここで、反対の場合も可能であり、状況によっては反対の方が良いこともある。必要に応じて各電子ビームを個別に制御しなければならない場合には、第4タイプだけを使用することができる。また、電子放出源とエクストラクターに第3タイプと第4タイプを使用してより精巧に制御することも可能である。したがって、本発明によるマルチマイクロコラムにおいては、各構成部品による前記タイプの選定は多様に行うことができ、偏向が一番必要でない最も簡単な例として、全ての構成品を第1タイプとすることもできる。

【0061】

さらに他のデフレクターを、電子ビームの角度とスキャン範囲を広げるために使用できる。すなわち、電極を対称に二つ以上使用してスキャンの範囲を広げることができるので、必要時にデフレクターをさらに付け加えることができる。付け加えられるデフレクターの数は、必要とされるスキャンの範囲に応じて決定できる。

【0062】

各フォーカスレンズは試料に走査される電子ビームの形態を制御するためのもので、三つの層が最も一般的に使用されるが、その数は必要に応じて一つ以上に決定される。それぞれ第1タイプが使用され、各層に違う電圧が印加され、各層の各孔には同一電圧が印加される。したがって、フォーカスレンズでは、試料に走査される電子ビームがフォーカシ

10

20

30

40

50

ングされる。第2レンズ67にフォーカシングのために印加される電圧は電子のエネルギーと関係があるため、電子放出源70の各单位マイクロコラムのエネルギーが同一である場合には第1タイプの層を、そしてエネルギーが違う場合には第2タイプの層を使用することが望ましい。また、全ての層を第2タイプにしてビームエネルギーの補正に使用可能である。すなわち、電子放出源を第2タイプにする場合、コラム構造の違い(シングルマイクロコラム)などによって、試料に到達するビームエネルギーの変化が必要であれば、フォーカスレンズの全てに電圧を印加して調節することもできる。

【0063】

各レンズ部またはデフレクターに使用されるタイプが同一であるからといって、同一電圧が印加されなければならないわけではなく、必要に応じて違う電圧が印加できる。もちろん、同一電圧が印加できれば、一つの電圧源から同一電圧を印加することは可能である。ウェハータップの各層は絶縁層(図示せず)によって絶縁され、これを製造する方法は、一般の半導体ウェハの製造方法とMEMS(Micro-Electro-Mechanical Systems)工程を使用することで製造可能である。

10

【0064】

より具体的に説明すれば、電子放出源層70は、図7に示すように、既存のチップと全体層が同じ材質からなるかまたは全体がシリコン材質からなる電子放出源層に単位マイクロコラムの数である $n \times m$ 個の放出源チップを形成(または、付着)させることにより、形成できる。電圧が印加されればチップから電子が放出される。また、電子放出源層は、チップのみを各中心に形成し、残り部分は絶縁させ、各チップに同一電圧を印加すれば十分である。

20

【0065】

ウェハータップのマルチマイクロコラムは、シングルマイクロコラムの各レンズまたはデフレクターが区別される方式でない各層で形成すれば良い。ただ、各層の孔または電極の規格は添付図面のタイプによって決めれば十分である。孔の数は単位マイクロコラムの数と同じだけ必要である。したがって、その層の製作はタイプ別になされ、各層にどのタイプを適用するかを決定すれば良い。各タイプの製作は、外部から電圧が印加できる接続部を一つ以上形成し、各孔に電極を形成するか全体を電圧の印加が可能な材質で形成すれば良い。電極が形成される場合、電極部分のみを除き、孔を中心に全て絶縁材料を使用すれば良い。各電極の配線は、添付図面を例として構成すれば充分である。そして、各層間には、シングルマイクロコラムと同様に、間隔を置かなければならず、各間隔は絶縁層で形成すれば良い。絶縁層には、電子ビームの経路を邪魔しないだけの大きさを有する孔(aperture)またはホール(hole)を形成すれば良い。また、図9は本発明による第2タイプのさらに他の制御層の例を示す平面図で、第1タイプと同様のレンズ層を食刻することにより、各单位マイクロコラム別にレンズの役目をする電極を形成したものである。各单位マイクロコラムの領域によって電圧が個別的に印加されるように、レンズ孔91を含む単位レンズ部分92が周囲の他のレンズ部分とともに食刻されて絶縁されたものである。各单位レンズ別に電圧を印加するために、別個の区分された食刻部分によって配線ができる(単位マイクロコラムが多い場合)。この場合、各单位レンズ部分92は食刻以外の方法によっても形成できるが、食刻によって形成されることが最も望ましい。何故ならば、工程上、上部または下部の絶縁層に一般レンズ層を付着させてから食刻する方が、個々の片を別個にボンディングなどによって付着するより速くて精密だからである。

30

40

【0066】

図10は本発明による主にデフレクター層を形成する第3及び/または第4タイプのさらに他の制御層の例を示す平面図で、電極の座標を別に形成する代わりに、図9の層をより細分して食刻することで、それぞれの電極を形成したものである。すなわち、製作方法は図9の層と同様な方法によって実行できる。したがって、図10に示すように、各单位レンズまたはデフレクターは、単位孔91aを基準に単位電極92a、92b、92c、92dを細分して食刻することで、各单位電極間を絶縁させるものである。図10のよう

50

な例において、第3タイプと第4タイプは単に配線の違いでだけ区分される。配線は図9と同様で、各食刻部分を利用して配線が可能であり、配線方式は、図4または図5のような方式によって外部または食刻部分内でパターン等を使用して形成することができる。

【0067】

本発明によるマルチマイクロコラムの電子ビーム制御方法は、ウェハータイプのマルチマイクロコラムの外に、一般型のシングルマイクロコラムを $n \times m$ に配列したのもでも同様である。また、一般型とウェハータイプの間中型によっても本発明によるマルチマイクロコラムを形成することができる。例えば、図8のように、組合型マルチマイクロコラム80は、電子放出源チップ82及び前記チップ82を単位マイクロコラムに対応させて固定する固定具81を含む電子放出源層；エクストラクター層83、絶縁層84及び他のレンズ層85を含むソースレンズ；デフレクター86；及び第1レンズ層87、第2レンズ層88及び第3レンズ層89を含むフォーカスレンズ；をそれぞれウェハータイプの各層別に備え、これらを、既存のシングルマイクロコラムと同様に、ハウジング90に固定させることができる。もちろん、この場合、電子放出源層には図7の電子放出源層70を利用することもできる。このような組合型の場合は、全てのマルチマイクロコラムのハウジング90内のウェハータイプの層でない各部分の構成部を、シングルマイクロコラムの複合体として、例えば電子放出源チップ82を固定具81で固定して使用するのと同様に、単位マイクロコラムに対応させて固定具などの固定手段を利用して挿入固定すれば良い。この外にも、実質的に現在使用されているシングルマイクロコラムのメンブレインをマルチ化してソースレンズまたはフォーカスレンズを予めウェハータイプに製作することが可能であるから、ハウジング90を図1のような方式で、それぞれ電子放出源、ソースレンズ、デフレクター、及びフォーカスレンズが位置する所を予め設定し、ソースレンズ及びフォーカスレンズをウェハータイプに予め作って全てのマルチマイクロコラムを製作することもできる。また、電子放出源とソースレンズのみをウェハータイプにし、残りを一般シングルマイクロコラム式で製作し、ハウジング90内に前記電子放出源のための固定具のようなものを使用して組合型マルチマイクロコラムを製作することもできる。すなわち、組合型の場合は、非常に多様な方式でマルチマイクロコラムの製作が可能である。

【0068】

前記マルチマイクロコラムにさらにビームブランカー層を付け加えることができる。前記制御方法で説明したように、任意の層間に付け加えることができるが、デフレクターの前に位置させることが望ましく、その構造は第3タイプまたは第4タイプが使用できるが、二つの電極を有する第3タイプが使用でき、時には第4タイプが効率が高い。また、電子ビームの形状を所定の形状にするために、さらなるレンズ層を第1方式で偏向の前及び/または間に付け加えることができる。この場合、第1方式で接地させることだけでも、ビーム形状の制御が可能である。ビームブランカー層と所定の形状を形成するための追加レンズ層は必要に応じて位置と数を決定して使用すれば良い。結論的に、マルチコラム構造において各層の構造は、第1タイプ、第2タイプ、第3タイプ、または第4タイプだけでもマルチコラムを作ることができ、各タイプを組合わせて作ることもできる。

【0069】

以下、本発明による多様な実施例を図11～図13に基づいて説明する。

【0070】

図11～図12はマイクロコラムの作動方式の多様な実施例を示すもので、図11は前述したフォーカスレンズがあるものであり、図12は別途のフォーカスレンズがないものである。

【0071】

図11-Aにおいて、電子放出源100から放出された電子ビームBは、ソースレンズ130のホールを貫通しデフレクター140によって偏向され、フォーカスレンズ160によって試料にフォーカシングされる。本実施例は、前記例とは異なり、デフレクターが一つだけあるもので、前述した作動方式またはマルチマイクロコラムと非常に類似している。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 2 】

図 1 1 - B はデフレクター型レンズ層を使用してフォーカシングと偏向をともに実行して別途のデフレクターをなくした実施例である。この技術は、1995年に発行された Journal of Vacuum & Science Technology B 13 (6) の 2 4 4 5 ~ 2 4 4 9 ページの “ Lens and deflector design for microcolumn ”、及び 3 8 0 2 ~ 3 8 0 7 ページの “ The electrostatic moving objective lens and optimized deflection systems for Microcolumn ” に開示されている。図 1 1 - B のマイクロコラムは、図 1 1 - A のデフレクター 1 4 0 がいない代りに、第 3 または第 4 方式で作動するようにするために、第 3 タイプまたは第 4 タイプのデフレクター型レンズ層 1 6 1 b をフォーカスレンズ 1 6 1 が中間層に含んでおり、フォーカシング及びデフレクターの役目をする。

10

【 0 0 7 3 】

図 1 2 - A において、電子放出源 1 0 0 から放出された電子ビーム B ' はソースレンズ 1 3 0 のホールを貫通する。そして、ソースレンズ 1 3 0 は、上部レンズ層 1 3 0 a、中間レンズ層 1 3 0 b 及び下部レンズ層 1 3 0 c から構成されている。ここで、上部レンズ層 1 3 0 a はエクストラクターの役目をして電子放出源 1 0 0 から電子放出を誘導し、中間レンズ層 1 3 0 b は電子放出源 1 1 から放出された電子を加速させるアクセラレーターの役目及びフォーカシングの役目とともに実行することになる。下部レンズ層 1 3 0 c は、電子ビーム B ' が試料によくフォーカシングされるようにし、有効な電子ビームを制限する。そして、このようにフォーカシングされた電子ビームは、デフレクター 1 4 0 によって試料に偏向される。

20

【 0 0 7 4 】

図 1 2 - B において、電子放出源 1 0 0 から放出された電子ビーム B ' はソースレンズ 1 3 0 のホールを貫通する。そして、ソースレンズ 1 3 0 を貫通した電子ビーム B ' は試料にフォーカシングされて偏向される。図 1 2 - B のソースレンズ 1 3 0 は、上部レンズ層 1 3 0 a、中間レンズ層 1 3 0 b ' 及び下部レンズ層 1 3 0 c から構成されている。図 1 2 - B のマイクロコラムは、レンズ部が従来のソースレンズと類似の構成を有するもので、特に中間レンズ層 (1 3 0 b ') が偏向の役目を兼ね備えているので、三つのレンズ層だけで簡単なマイクロコラムを構成することが特徴である。すなわち、デフレクターの役目を兼ね備えたレンズ層を使用することにより、簡単な構造のレンズ部を有するマイクロコラムを構成することができる。また、図 1 2 - B の構成において、三つのレンズ層の全てをデフレクターの役目を兼ね備えたレンズ層として構成することもできるが、一般のレンズに比べ、偏向させるためのレンズ層はレンズ配線または制御が複雑であるので、必要なだけ使用することが望ましい。図 1 2 - B の構成を有するマイクロコラムは、上部レンズ層 1 3 0 a がエクストラクターの役目をして電子放出源 1 0 0 から電子放出を誘導し、中間レンズ層 1 3 0 b ' は電子放出源 1 0 0 から放出された電子を加速させるアクセラレーターの役目、フォーカシングの役目及び偏向の役目を共に実行することになる。下部レンズ層 1 3 0 c は、フォーカシングの役目、及び電子ビーム B ' が試料によくフォーカシングされるようにし有効な電子ビームを制限する役目をする。

30

40

【 0 0 7 5 】

図 1 2 の本発明によるマイクロコラムの作動方式は、ソースレンズのレンズ層間に電圧差を置くことで、ソースレンズを通過する電子ビームをフォーカシングまでさせるようにしたものである。

【 0 0 7 6 】

前述した偏向の役目をする作動方式は、前述した第 3 方式または第 4 方式で作動させれば良く、レンズは第 3 タイプまたは第 4 タイプのレンズを使用すれば良い。図面には、説明の便宜上、一つの単位コラムで示したが、マルチコラムの場合は、単位コラムが前述したように $n \times m$ 方式でマルチ化して同様に作動及び / または構成される。

【 0 0 7 7 】

50

図 1 1 及び図 1 2 の作動方式とマルチマイクロコラムの構成は前述した作動方式及びコラムの構成と同様である。すなわち、電子放出源 1 0 0 及びソースレンズのエクストラクターは同様に相互補完的に第 1 及び第 2 方式で制御され、第 1 タイプ及び第 2 タイプの構成でマルチマイクロコラムを構成すれば良い。そして、デフレクター 1 4 0 及びデフレクターの役目をするレンズは第 3 タイプまたは第 4 タイプのレンズ層を使用して構成し、デフレクターの制御方式は第 3 方式または第 4 方式で制御すれば良い。その外に、他の一般レンズ層は第 1 タイプのレンズ層を使用して第 1 方式で制御するか、必要に応じて第 2 タイプのレンズ層を使用して第 2 方式で制御すれば良い。偏向の役目及びフォーカシングまたは他のソースレンズの特定レンズ(エクストラクター、アクセルレーターなど)の役目は前述したように前記原理をそのまま使用すれば良い。

10

【 0 0 7 8 】

図 1 1 - B 及び図 1 2 - B の場合、各レンズ層を偏向の役目を兼ね備えるようにすることができるが、必要層数だけのデフレクターが使用されることが望ましい。デフレクターの役目は、該当のレンズ層の各方位別電極間の電位差を維持すれば実行され、フォーカシングは、前述したように、一般的に各層別に同一電圧が印加されるので、各デフレクターの該当層に各電極に必要な電位を印加して(累積して)印加すればよい。すなわち、各偏向のための各層の電極に必要な電位差を互いに異なるように印加し、フォーカシングまたは他の役目のための電圧が同一に印加されるものである。すると、各電極別に電位差は偏向に必要なだけそのまま維持され、電極全体にはフォーカシングまたは他の役目に必要な電圧が印加されることになる。もちろん、前述したように、接地のみがなされ、別途の電圧が印加されない場合は、偏向に必要な電圧のみが印加されれば良いので、この場合はむしろ偏向と他の役目(例えば、フォーカシング)の組み合わせによって制御方法をもっと単純化することができる。

20

【 0 0 7 9 】

図 1 3 は図 1 1 ~ 図 1 2 の作動方式を利用したマルチマイクロコラムの構成を概略的に示すものである。

【 0 0 8 0 】

図 1 3 - A は本発明によるマルチマイクロコラムの一実施例の分解斜視図で、本発明による電子レンズでマルチマイクロコラム 1 7 0 を形成することを示すものである。図 1 3 - A の本発明によるマルチマイクロコラムは、マルチ型電子放出源 1 7 1、ソースレンズ 1 7 3 及び第 3 タイプまたは第 4 タイプの二つのデフレクター型レンズ 1 7 6 b から構成されたデフレクター 1 7 6 を含んでなる。すなわち、図 1 2 - A に示す実施例をマルチマイクロコラムで構成したものである。ジレンズ層 1 7 6 b 間の層はデフレクター間に絶縁及び距離を置くためのもので、絶縁層で構成される。

30

【 0 0 8 1 】

また、図 1 3 - B は本発明によるマルチ電子コラムの他の実施例の分解斜視図で、前述した図 1 2 - B のような方式の簡単な構造のマルチ電子コラムの構成であり、別途のデフレクターなしに、ソースレンズ 1 7 3 の中間層 1 7 3 b が第 3 タイプまたは第 4 タイプの偏向の役目を兼ね備えたレンズ層で構成されている

図面において、レンズ層の組合せでソースレンズまたはデフレクターが形成される。各レンズ層間は詳細に説明しなかったが、絶縁層が介在することができ、レンズ間の結合などは従来の方法で結合される。

40

【 0 0 8 2 】

前述した図 1 2 及び図 1 3 のソースレンズは本発明において既存のソースレンズの役目をするとともにフォーカシングを行うもので、既存の名称を利用してソースレンズと言う用語を使用した。本発明のソースレンズは従来のソースレンズとは区別されなければならない。図 1 2 及び図 1 3 の実施例は、電子放出源から放出されてスキャンされる電子ビーム装置の全分野のマイクロコラムとして応用可能である。すなわち、電子顕微鏡、電子ビーム分析機、電子ビームリソグラフィだけでなく、厚さの薄い大面積ディスプレイとしての SFED (Scanning Field Emission Display) の作

50

動方式または構成を具現することもできる。

【0083】

その外に、マルチマイクロコラムから放出される電子ビームを一時的に遮断または偏向させるために、ビームブランカー (beam blanker) レンズ層を前記マルチマイクロコラムのレンズ層間にさらに加えることができ、容易にビームを遮断または偏向するために、偏向の前に加えることが望ましい。この場合は、第3または第4方式が使用できる。すなわち、このレンズ層で全ての電子を、電子ビームが放出される座標軸から離脱させることにより、吸収するか偏向させれば良いので、進行する電子ビームの量によって必要なだけの電圧をかければ良い。この場合、デフレクターのように多くの電極は必要でなく、望ましくは二つの電極を有すれば良く、相互に反対電圧が印加されるかまたは一つの極に電圧が印加されれば、電子ビームはその進行経路を離脱して遮断される。したがって、二つの電極を備え、第3方式を使用することが望ましい(一般に一方の側は接地して使用する)。

10

【産業上の利用可能性】

【0084】

前記のようなマルチマイクロコラムは大きさまたは重さが小さいので、応用例として、前記マルチマイクロコラムを従来のX-Y-Zロボットまたはアームロボット等に固定して利用することができる。すなわち、産業用装備または測定装備で容易に取付具を利用して多関節ロボットなどに適用すれば、本来のマイクロコラムの用途であるリソグラフィまたは測定などの分野でもっと多様に使用でき、本マルチマイクロコラムの効果をさらに増大させることができる。この場合、取付方法としては、従来の取付方法、すなわち産業用ロボットなどに使用する方法をそのまま採用して使用することができる。一般に、電子ビーム装置はマイクロコラムが試料に垂直にまたは一定角度で固定されており、必要時に試料を上下左右に移動させるかまたはある角度に傾けて使用する。しかし、前記のようなマルチマイクロコラムは、そのものが左右上下にかつリアルタイムで傾きながら試料を測定することができる。このような方式は、大面積試料の測定には非常に効率的である。また、マイクロコラムのみまたは試料とともに移動することができるので、測定時間を短縮させるとともに測定効率を高めることができる。

20

【0085】

また、前記のようなマルチマイクロコラムの制御方式または変形マルチマイクロコラムはSFEDのような薄い構造(薄膜型)の大面積ディスプレイ用にも使用可能である。

30

【図面の簡単な説明】

【0086】

【図1】従来のシングルマイクロコラムの分解斜視図である。

【図2】本発明による第1タイプのマルチマイクロコラムの電子ビーム制御層を示す平面図である。

【図3】本発明による第2タイプのマルチマイクロコラムの電子ビーム制御層を示す平面図である。

【図4】本発明による第3タイプのマルチマイクロコラムの電子ビーム制御層を示す平面図である。

40

【図5】本発明による第4タイプのマルチマイクロコラムの電子ビーム制御層を示す平面図である。

【図6】本発明によるマルチマイクロコラムにおいて電子ビームが制御されることを示す断面図である。

【図7】本発明によるマルチマイクロコラムのウェハータイプ電子放出源層の概略斜視図である。

【図8】本発明による複合型マルチマイクロコラムの一部を切開した概略斜視図である。

【図9】本発明による第2タイプのさらに他の制御層の例を示す平面図である。

【図10】本発明による第3及び/または第4タイプのさらに他の制御層の例を示す平面図である。

50

【図 1 1】 A 及び B は本発明によるマイクロコラムの作動方式の実施例を示す概念図である。

【図 1 2】 A 及び B は本発明によるマイクロコラムの作動方式の他の実施例を示す概念図である。

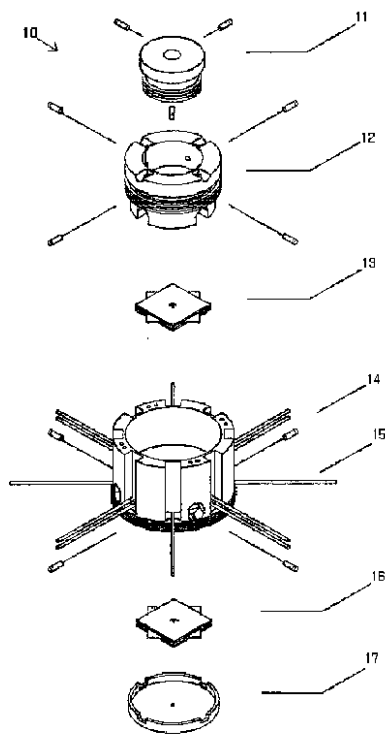
【図 1 3】 A 及び B は本発明によるマイクロコラムの実施例の分解斜視図である。

【符号の説明】

【 0 0 8 7 】

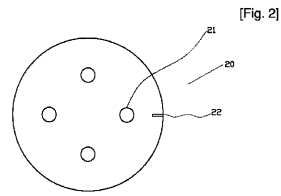
1 0 . . . シングルマイクロコラム	1 1 . . . 電子放出源ホルダー	
1 2 . . . ホルダーベース	1 3 . . . ソースレンズ	
1 4 . . . コラムベース	1 5 . . . デフレクター	10
1 6 . . . フォーカスレンズ	1 7 . . . レンズプレート	
2 0、3 0、4 0、5 0 . . . 層	2 1、3 1、4 1、5 1 . . . 単位孔	
2 2、3 2、4 2、5 2 . . . 電極	3 3、4 3、5 3 . . . 連結部	
6 1 . . . 電子放出源	6 2 . . . エクストラクター	
6 3 . . . ソースレンズの層	6 4、6 5 . . . デフレクター	
6 6 . . . 第 1 レンズ	6 7 . . . 第 2 レンズ	
6 8 . . . 第 3 レンズ	7 0 . . . 電子放出源層	
7 1 . . . 電子放出源チップ	8 0 . . . 組合型マルチマイクロコラム	
8 1 . . . 固定具	8 2 . . . 電子放出源チップ	
8 3 . . . エクストラクター層	8 4 . . . 絶縁層	20
8 5 . . . レンズ層	8 6 . . . デフレクター	
8 7 . . . 第 1 レンズ層	8 8 . . . 第 2 レンズ層	
8 9 . . . 第 3 レンズ層	9 0 . . .ハウジング	
9 1 . . . レンズ孔	9 2 . . . 単位レンズ部分	
9 1 a . . . 単位孔	9 2 a、9 2 b、9 2 c、9 2 d . . . 単位電極	
1 0 0 . . . 電子放出源	1 3 0 . . . ソースレンズ	
1 4 0 . . . デフレクター	1 6 0 . . . フォーカスレンズ	
B . . . 電子ビーム	1 6 1 . . . フォーカスレンズ	
1 6 1 b . . . デフレクター型レンズ層	1 3 0 a . . . 上部レンズ層	
1 3 0 b . . . 中間レンズ層	1 3 0 c . . . 下部レンズ層	30
1 7 0 . . . マルチマイクロコラム	1 7 1 . . . マルチ型電子放出源	
1 7 3 . . . ソースレンズ	1 7 6 . . . デフレクター	
1 7 6 b . . . デフレクター型レンズ		

【 図 1 】



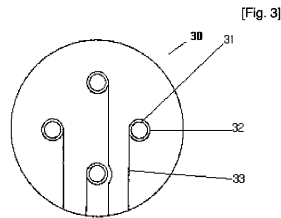
[Fig. 1]

【 図 2 】



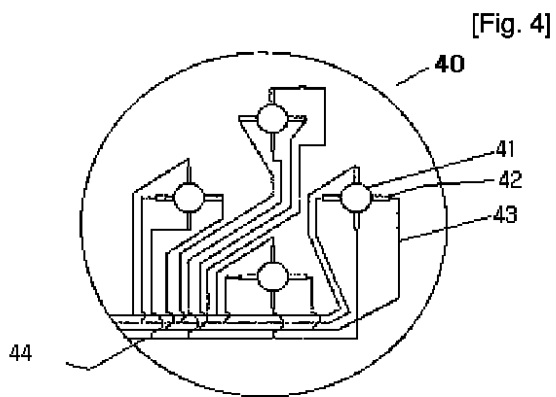
[Fig. 2]

【 図 3 】



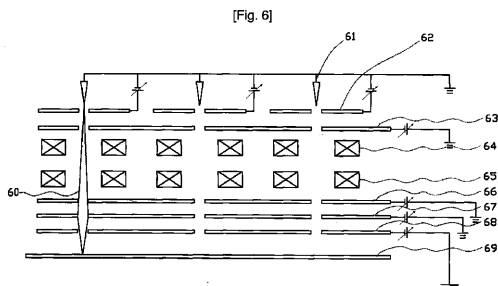
[Fig. 3]

【 図 4 】



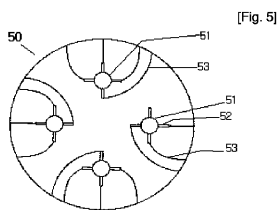
[Fig. 4]

【 図 6 】



[Fig. 6]

【 図 5 】



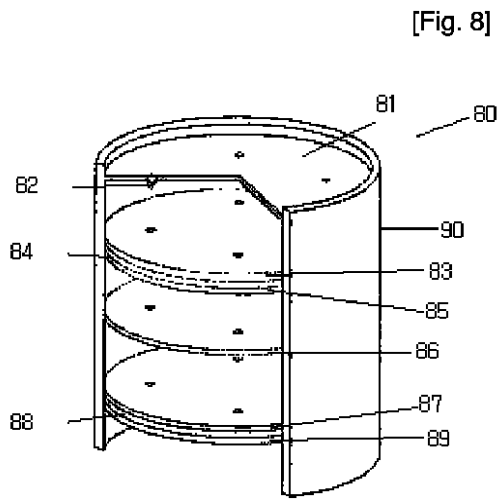
[Fig. 5]

【 図 7 】

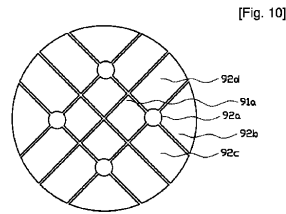


[Fig. 7]

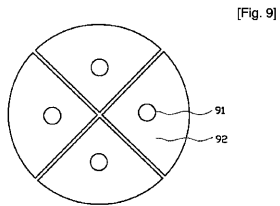
【 図 8 】



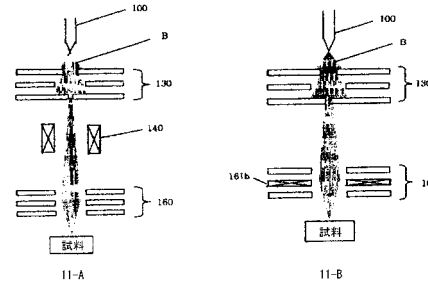
【 図 10 】



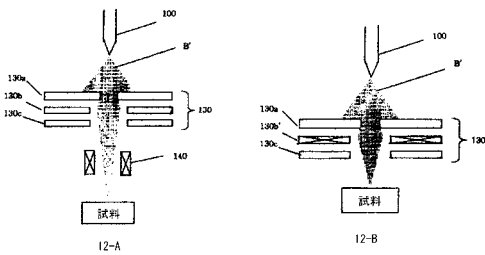
【 図 9 】



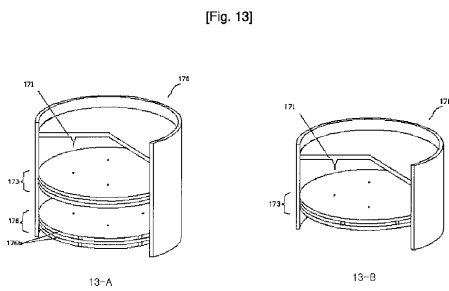
【 図 11 】



【 図 12 】



【 図 13 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 1 J 37/10 (2006.01) G 2 1 K 5/04 M
H 0 1 J 37/10

(31)優先権主張番号 10-2005-0047526
(32)優先日 平成17年6月3日(2005.6.3)
(33)優先権主張国 韓国(KR)

前置審査

(72)発明者 キム・ビエンジン
大韓民国 インチェオン404-320 セオ-ク ウォンダン-ドン 58

審査官 遠藤 直恵

(56)参考文献 特開平05-251315(JP,A)
特開2004-131388(JP,A)
特開2001-244186(JP,A)
特開平11-016967(JP,A)
特開2003-217499(JP,A)
特表2000-514238(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 1 J 37/00 - 37/18, 37/21, 37/24, 37/244 - 37/36
H 0 1 L 21/30