[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H01J 37/147 (2006.01)
H01J 37/28 (2006.01)
H01J 37/153 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03817636.X

[45] 授权公告日 2009 年 9 月 9 日

[11] 授权公告号 CN 100538985C

[22] 申请日 2003.5.12 [21] 申请号 03817636.X

[30] 优先权

[32] 2002.5.22 [33] US [31] 10/154,530

[86] 国际申请 PCT/US2003/014974 2003.5.12

[87] 国际公布 WO2003/100815 英 2003.12.4

[85] 进入国家阶段日期 2005.1.24

[73] 专利权人 应用材料股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

共同专利权人 应用材料以色列公司

[72] 发明人 伊戈尔·彼得罗夫 兹维加·罗森贝

伊戈尔·克雷韦兹 朱勒京·弗罗森

帕维尔·阿达梅克

拉尔夫·德根哈特

[56] 参考文献

US5627373A 1997.5.6

US4321510 1982.3.23

US2001/0010362A1 2001.8.2

JP2000-156189A 2000.6.6

CN1031154A 1989.2.15

审查员 魏 嵬

[74] 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

代理人 楼仙英

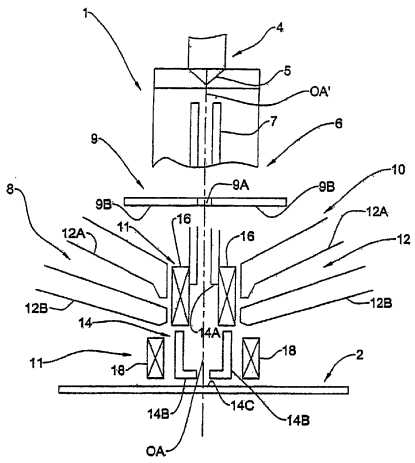
权利要求书 7 页 说明书 12 页 附图 2 页

[54] 发明名称

一种带电粒子束柱体部及其导引方法

[57] 摘要

现提供一种带电粒子束柱体部以及用于将一次带电粒子导引至一样品上的方法。该一次带电粒子束是沿一电子束的初始轴移向一聚焦组件，并通过一电子束成型器以影响该一次带电粒子束的截面部来补偿该聚焦组件的一物镜排列产生的聚焦区散射效应所导致的聚焦偏移，并且该一次带电粒子接着通过一电子束轴校准系统以将该一次带电粒子束的轴相对于该物镜排列的光轴进行校准。



1. 一种将一次带电粒子束导引至一样品上的方法，该方法至少包含下列步骤：

(i) 将该一次带电粒子束沿一初始电子束移动轴导向一聚焦组件，其中该聚焦组件至少包含一可界定一光轴的物镜排列；

(ii) 使该一次带电粒子束沿该初始电子束移动轴移动通过一电子束成型器，以补偿因该物镜排列所产生的偏移；

(iii) 将该一次带电粒子束的轴相对于该物镜排列的光轴进行校准，使它通过该电子束成型器并移向该聚焦组件。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述的校准还至少包括施加至少两偏斜场给通过该电子束成型器的一次带电粒子束，该至少两偏斜场是沿该物镜排列的光轴配置。

3. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述的初始电子束移动轴是平行于该物镜排列的光轴。

4. 如权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述的初始电子束移动轴是与该物镜排列的光轴相隔一距离。

5. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，还至少包含使该通过电子束成型器的带电粒子束经过一检测器的一开口，该检测器具有数个检测区域位于该开口外侧，且该检测器是经安置以使该初始电子束移动轴与此开口相交，该检测器检测一由该一次带电粒子与该样品相互作用所产生的二次带电粒子束。

6. 如权利要求 5 所述的方法，其特征在于，将该通过电子束成型器的一次带电粒子束的轴进行校准的步骤是在该一次带电粒子束通过检测器的开口后进行。

7. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，还至少包含在该一次带电粒子束移经该聚焦组件的同时影响该一次带电粒子束的轨道。

8. 如权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所述的影响步骤至少包含通过至少两个偏斜场于两相间隔的位置沿该物镜排列的光轴相继偏斜该一次带电粒子束。

9. 如权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所述的影响步骤至少包括相对于该物镜排列的光轴偏斜该一次带电粒子束，借以将该一次带电粒子束以一所需要的入射方向打在该样品上。

10. 如权利要求 9 所述的方法，其特征在于，所述的一次带电粒子束是沿一大致平行于该物镜排列的光轴的轴入射于该样品上。

11. 如权利要求 9 所述的方法，其特征在于，所述的一次带电粒子束是沿一与该物镜排列的光轴形成一特定角度的轴入射于该样品上。

12. 一种将一次带电粒子束导引至一样品上的方法，该方法至少包含下列步骤：

将该一次带电粒子沿一初始电子束移动轴导向一聚焦组件，该聚焦组件至少包含一界定一光轴的物镜排列以及一偏斜器配置；

使该一次带电粒子束沿该初始电子束移动轴移动通过一电子束成型器，以补偿因该物镜排列所产生的聚焦偏移；

将该一次带电粒子束的轴相对于该物镜排列的光轴进行校准，使它通过该电子束成型器并移向该聚焦组件；以及

通过该聚焦组件影响该一次带电粒子的轨道。

13. 如权利要求 12 所述的方法，其特征在于，所述的影响该一次带电粒子束的轨道的步骤至少包含借至少两个偏斜场偏斜该一次带电粒子束，其中这两个偏斜场是相隔一距离并沿该物镜排列的光轴作配置。

14. 如权利要求 13 所述的方法，其特征在于，所述的经偏斜的一次带电粒子束是沿一大致平行于该物镜排列的光轴而被导向该样品。

15. 如权利要求 13 所述的方法，其特征在于，所述的经偏斜的一次带电粒子束是沿一与该物镜排列的光轴形成一角度的轴而被导向该样品。

16. 如权利要求 13 所述的方法，其特征在于，所述的初始电子束移动轴是平行于该物镜排列的光轴。

17. 如权利要求 16 所述的方法，其特征在于，所述的初始电子束移动轴是与该物镜排列的光轴相隔一距离。

18. 如权利要求 14 所述的方法，其特征在于，还至少包含使该一次带电粒子通过该电子束成型器并经过一检测器的一开口，该检测器具有数个位于该开口外侧的检测区，且该检测器是经安置以使该初始电子束移动轴与此开口相交，该检测器检测一由该一次带电粒子与该样品相互作用所产生的二次带电粒子束。

19. 如权利要求 18 所述的方法，其中将通过该电子束成型器的一次带电粒子束的轴进行校准的步骤是在该一次带电粒子束通过检测器的开口后进行。

20. 一种将一次带电粒子束导引至一样品上借以形成因该样品与该一次带电粒子束间的交互作用后由该样品弹回所产生的二次电子粒子束的方法，该方法至少包含下列步骤：

将该一次带电粒子束沿一初始轴导向一聚焦组件，该聚焦组件至少包含一可界定一光轴的物镜排列以及一偏斜器配置；

使该一次带电粒子束沿该初始轴移向该聚焦组件并通过一电子束成型器，以补偿因该物镜排列形成的一聚焦区的散光效应所产生的聚焦偏

移；

将该一次带电粒子束的轴相对于该物镜排列的光轴进行校准，使它通过该电子束成型器并移向该聚焦组件；

使该一次带电粒子束通过该电子束成型器并经过二次带电粒子检测器的一开口，该检测器具有数个位于该开口外侧的检测区，该检测器是经安置以使该初始轴可与该开口相交；及

影响该一次带电粒子束的轨道同时移经该聚焦组件，以将该经聚焦的一次带电粒子束以所需要的入射方向打在该样品上；以及

影响该二次带电粒子束的轨道同时移经该聚焦组件，以将该二次带电粒子束移至该开口外侧的检测区域。

21. 如权利要求 20 所述的方法，其特征在于，所述的校准该一次带电粒子束的轴的步骤是被应用在通过该检测器的开口的一次带电粒子束。

22. 如权利要求 20 所述的方法，其特征在于，所述的初始轴是大致平行于该物镜排列的光轴。

23. 如权利要求 22 所述的方法，其特征在于，所述的初始轴是与该物镜排列的光轴相隔一距离。

24. 如权利要求 23 所述的方法，其特征在于，所述的影响该一次带电粒子束的轨道的步骤至少包含借至少两个偏斜场偏斜该一次带电粒子束，而这两个偏斜场是相隔一距离并沿该物镜排列的光轴作配置。

25. 如权利要求 24 所述的方法，其特征在于，所述的经偏斜的一次带电粒子束是沿一大致平行于该物镜排列的光轴被导向该样品。

26. 如权利要求 24 所述的方法，其特征在于，所述的经偏斜的一次带电粒子束是沿一与该物镜排列的光轴形成一角度的轴被导向该样品。

27. 一种用于检测一样品的带电粒子束柱体部，该柱体部至少包含：

一聚焦组件，其具有一可界定一光轴并形成一聚焦区域的物镜排列，以将一次带电粒子束聚焦于该样品上；

一电子束成型器，它是安置于沿一初始轴移向聚焦组件的一次带电粒子束的路径中，该电子束成型器是可操作以影响该一次带电粒子束的一截面部以补偿因该物镜排列所产生的偏移；

一电子束轴校准系统，它是安置于该一次带电粒子束移向聚焦组件的路径中该电子束成型器的下游处，且该电子束轴校准系统是可操作以将该一次带电粒子束的轴相对于该物镜排列的光轴进行校准。

28. 如权利要求 27 所述的柱体部，其特征在于，所述的电子束轴校准系统包含至少两组线圈，该两组线圈是以相间隔的关系沿该初始轴作配置，其每一者都可操作以建立一偏斜场。

29. 如权利要求 27 所述的柱体部，其特征在于，还至少包含一检测器，其具有一开口及数个位于该开口外侧的带电粒子检测区域，且该检测器是安置于一次带电粒子束通过该电子束成型器的路径中，以使该初始轴与该开口相交。

30. 如权利要求 29 所述的柱体部，其特征在于，所述的检测器是安置于该电子束轴校准系统相对于一次带电粒子束移向样品的方向的下游处。

31. 如权利要求 29 所述的柱体部，其特征在于，所述的检测器是安置于该电子束轴校准系统相对于一次带电粒子束移向样品的方向的上游处。

32. 如权利要求 27 所述的柱体部，其特征在于，所述的初始轴是大致平行于该物镜排列的光轴。

33. 如权利要求 32 所述的柱体部，其特征在于，所述的初始轴是与该物镜排列的光轴相隔一距离。

34. 如权利要求 27 所述的柱体部，其特征在于，所述的聚焦组件是可操作以影响该一次带电粒子束的轨道，以将该经聚焦的一次带电粒子束以所需要的入射方向打在该样品上，且该聚焦组件是可操作以影响一次带电粒子束与样品相互作用所产生的二次带电粒子束的轨道。

35. 如权利要求 27 所述的柱体部，其特征在于，所述的聚焦组件至少包含一偏斜器配置。

36. 如权利要求 35 所述的柱体部，其特征在于，所述的偏斜器配置至少还包含至少两个偏斜器，它们是沿该物镜排列的光轴以一相隔距离关系作配置。

37. 一种通过将一次带电粒子束导引至一样品上以使该一次带电粒子束及该样品间的相互作用形成二次带电粒子束来检测该样品的系统，该系统至少包含一形成该一次带电粒子束的带电粒子形成来源、一界定一空间给该移向样品的一次带电粒子束的带电粒子束柱体部以及一用于检测该二次带电粒子束的检测单元，其中该带电粒子束柱体部至少包含：

一聚焦组件，其具有一可界定一光轴的物镜排列，并且可以操作以将一次带电粒子束聚焦于该样品上；

一电子束成型器，它是安置于该一次带电粒子束沿一次带电粒子束移动的一初始轴移向该聚焦组件的路径中，且该电子束成型器是可操作以影响该一次带电粒子束的一截面部，以补偿因该物镜排列所产生的聚焦偏移；以及

一电子束轴校准系统，它是安置于该一次带电粒子束移向聚焦组件的路径中该电子束成型器的下游处，且该电子束轴校准系统是可操作以将该一次带电粒子束的轴相对于该物镜排列的光轴进行校准。

38.如权利要求 37 所述的系统，其特征在于，所述的检测单元至少包含一检测器，其具有一开口及数个位于该开口外侧的检测区，该检测器是

经安置以使该初始轴与该开口交叉。

39. 如权利要求 37 所述的系统，其特征在于，所述的检测器是安置于该电子束轴校准系统相对于一次带电粒子束移向该样品的方向的上游处。

40. 如权利要求 37 所述的系统，其特征在于，所述的检测器是配置于该电子束轴校准系统相对于一次带电粒子束移向该样品的方向的下游处。

41. 如权利要求 37 所述的系统，其特征在于，所述的物镜排列的光轴是大致平行于该初始轴。

42. 如权利要求 41 所述的系统，其特征在于，所述的物镜排列的光轴是与该初始轴相隔一距离。

43. 如权利要求 37 所述的系统，其特征在于，所述的电子束轴校准系统包含至少两组线圈，该两组线圈是以一相间隔关系沿该初始轴作配置，其每一者都可操作以建立一偏斜场。

44. 如权利要求 37 所述的系统，其特征在于，所述的聚焦组件至少包含一偏斜器配置。

45. 如权利要求 44 所述的系统，其特征在于，所述的偏斜器配置包含至少两个偏斜器，它们是以一间隔关系沿该光轴作配置，每一偏斜器均可操作以在该一次及二次带电粒子束的路径中形成一偏斜。

一种带电粒子束柱体部及其导引方法

技术领域

本发明是有关于一带电粒子束柱体部以及用于样品检测的方法，其中该样品检测是以一聚焦的充电粒子(例如电子、阳电子或离子)辐射该等样品进行的。

背景技术

带电粒子束柱体部(charged particle beam columns)一般是应用于扫描式电子显微镜(SEM)中，它是一种广泛运用于半导体组件制造、CD 计量工具(即所谓的关键尺寸扫描式电子显微镜(CD-SEM)及缺陷检视扫描式电子显微镜(defect review SEM))的常用技术。在一扫描式电子显微镜中，一欲作检视的样品区域是通过聚焦充电粒子(通常为电子)的一次电子束的方式进行二维扫描。以该一次电子束辐射该样品会释放二次电子(及/或背向散射电子)。该二次电子是释放于该一次电子入射样品的一侧，并借一检测器捕捉向后弹移的二次电子，该检测器会形成一与所检测到的电流成比例的输出电子信号。该二次电子的能量及/或能量分布表示该样品的性质及组成份。

扫描式电子显微镜一般包括前述作为电子束来源(以小尖端形成，称为电子枪)的主要结构部分、一电子束柱体部以及一检测单元。该电子束柱体部尤其包括一电子枪校准系统、一电子束靶心装置、一电子束轴线校准系统(一般称为”孔镜校准线圈”)、一电子束成型系统(一般称为”补偿器”)及一聚焦组件(包括一物镜排列组)以及一个或多个偏向器。一次电子束会传导向一聚焦组件接受电子束轴校准，同时通过该校准线圈并接着受一偏向器影响。

该一次电子轴的校准一般是经瞄准以校正各种聚焦偏差，且该校准包括偏移该一次电子束轴，以确保该电子束轴通过该物镜排列组的一特定点，通常称该点为中心点。此”特定点”可使改变通过该物镜排列组中此点的电子束能量不会因该物镜排列组而使电子束偏移。一般而言，该电子

束轴应与物镜排列组的光轴相校准，以确保该阴极尖端成像在样品表面为最小点尺寸。一补偿器一般会形成一磁场或静电场以影响该一次电子束的截面部，借以补偿该物镜排列组(例如该物镜排列组的聚焦区域轴向不对称)因散光影响所产生的聚焦偏差，并确保借该聚焦组件聚焦于一样品上的一次电子束的截面部大致呈圆形。

该检测单元可位于该一次电子束行经该电子束柱体部的路径的外侧。在此情况下，矩形电(orthogonal electric)及磁场的产生器(如所熟知的 Wien-过滤器)可将二次电子导向该检测器(如美国专利案第 5,894,124、5,900,629 号所公开)。为能确保检测该未完全被 Wien 过滤器偏移的二次电子，会另外使用一标靶或由一种在电子与之互撞时可形成二次电子的材料制成的提取电极。上述标靶具有孔径，且该标靶所处位置是可使该一次电子束移向该聚焦组件的轴与此孔径相交，使之作为一次电子束孔洞。

如世界专利 01/45136 号所公开(已受让与本案受让人)，该检测单元包括一检测器，其具有一次电子束孔洞，且该孔洞是位于一次电子束移向该聚焦组件的路径中。在此，可操作一与该聚焦组件相关连的偏移系统来影响该一次电子束的轨道，使该一次电子束沿一轴(与该样品表面形成一特定角度，即所谓的倾斜模式)照射于一样品上。该倾斜模式一般是用于检测具有表面凹凸(即，呈数个间隔沟槽形式的图案)的样品，以检测窄沟槽内是否有外来粒子存在。

一般而言，一倾斜机构可借机械地相对于带电粒子束柱体部倾斜该样品载器(如美国专利案第 5,734,164、5,894,124、6,037,589 号)，或相对于该样品平台倾斜该粒子束柱体部的方式进行。依据前文所提及世界专利 01/45136 所述，一倾斜机构可利用单一或双重偏移影响该一次电子束的轨道的方式达成。双重偏移技术的使用，亦即用于将一样品立体成像的前透镜(pre-lens)及内透镜(in-lens)偏移平台，即已熟知并公开于例如欧洲专利第 1045426 号中。

发明内容

业界存有通过一带电粒子束增进检测样品的需求，而本发明通过提供一新颖的带电粒子束柱体部及导引一次电子通过该电子束柱体部的方法

将可满足此需求。

此处所用名词“一次电子(primary beam)”或“一次带电粒子束(primary charged particle beam)”是表示一由一粒子源(阴极)产生的带电粒子所形成的带电粒子束，且其可导向一样品以将带电粒子击出，形成可被检测到的“二次电子(secondary beam)(也称为二次带电粒子束(secondary charged particle beam))”。

在该电子束柱体部中，该一次电子束一般是沿该电子束移动的初始轴导向一聚焦组件，该聚焦组件包括一可界定一光轴的物镜排列组。本发明所提供的方法可在该一次电子束通过一电子束成型系统(补偿器)后相对于该物镜排列组的光轴校准该一次电子束轴。此将在下文中详述。

该一次电子束轴的校准一般目的在于校正聚焦的各种偏差，且该校准包括偏移该一次电子束，使之偏离电子束移动的初始轴，借以确保该电子束轴通过该物镜排列组的一特定点。使该一次电子束通过一补偿器的目的在于补偿因物镜排列组的散光效应产生的聚焦偏差，以确保该一次电子的一预定截面部(较佳为实质圆形截面)可借物镜排列组聚焦在一样品上。为能有效操作该补偿器，该一次电子束应通过该补偿器光轴上该补偿器场等于零之处。然而，由于该物镜排列组的特定点(用于通过该一次电子)是由该聚焦组件的一预定操作所支配，通常一次电子束在通过一电子束轴校准系统的适当校准后并不会通过此补偿器的零场(即无任何电场作用)位置。因此，需要进行该补偿器的再校准。本发明可通过将该补偿器下游处的一次电子束轴校准系统定位在该一次电子束移向一样品的方向的方式“解决”此问题。

本发明在需要聚焦组件偏移该一次电子束时更显得重要。而前述偏移是需要的，以可以一所需要的电子束入射方向打在该样品上，亦即以垂直入射，指该一次电子束沿着一大致平行于该物镜排列组的光轴的轴(垂直该样品表面，可视为一“垂直”柱体部及“水平”样品)照射在该样品上，或是以倾斜入射，指该一次电子束沿着一与该物镜排列组的光轴形成一特定角度的轴(“倾斜模式”)照射于该样品上。

偏移该一次电子的需求也可能与使用该“柱体部内检测器(in-column detector)”的使用有关，亦即该柱体内检测器是一安置在该一次电子束的

路径中且具有开口的检测器，该开口所处位置是可使该一次电子移动轴通过与开口相交的该柱体部，并因此可作为该一次电子束孔洞。在此情况下，当以高深宽比(HAR)模式(特征为该样品附近具有高梯度电场)操作时，二次电子通常会沿一平行于该物镜排列组的光轴的轴以相当快的速度由该一次电子束及该样品表面间的相互作用位置弹回。若该结构的配置可使该物镜排列组的光轴与该检测器的一次电子束孔洞相交、并使该一次电子在该光轴处撞击该二次电子时，绝大多数的二次电子会在该一次电子束孔洞中逸出。通过适当操作该聚焦组件的偏斜器使其影响该一次及二次电子束的轨道以确保该二次电子束移向该一次电子束孔洞外侧的检测器区域，前述问题即可迎刃而解。

为能通过该聚焦组件使该一次电子束轴达到所欲偏移(尤其是能提供操作的偏移模式)，该电子束轴校准系统须能明显的(与不需偏移时的操作模式相比)将该一次电子由该初始电子束移动轴移离。此明显移动可通过将较高电流通过该电子束轴校准系统的线圈的方式达到。若补偿器位于一电子束轴校准系统的下游处，如位于现有带电粒子束柱体部中时，该电子束轴的校准很可能会导致其由该补偿器的零场处(即无任何电场作用)偏移，而阻碍了该补偿器的有效操作。此外，在需要选择性的进行倾斜模式时，亦即，在该样品的选择性位置进行倾斜模式时，可同时以垂直模式检测该样品的这些及其它位置。在此情况下，若一补偿器是安置在一电子束轴校准系统的下游处，当转换至倾斜模式时每次都需要调整补偿器的磁场方能确保该补偿器平面的一次电子束入射在该补偿器的零场点。本发明可通过定位该补偿器下游处的一次电子束轴校准系统的方式“解决”此问题。

较佳而言，该校准系统是位于该柱体部内检测器的下游处。这也与通过聚焦组件偏移该一次电子的需求相关：若该校准系统位于该检测器的上游处，该一次电子束轴的偏移可能会使该电子束与该一次电子束孔洞的壁面接触，因而形成遮光效应(shading effect)。通过将该校准系统定位在该检测器产下游处，此问题将可迎刃而解。

因而依据本发明的一技术方案在此提供一种将一次带电粒子束导向一样品上的方法，该方法至少包含下列步骤：

(i) 将该一次带电粒子束沿一初始电子束移动轴导向一聚焦组件，其

中该聚焦组件包括一可界定一光轴的物镜排列组；

(ii) 将该一次带电粒子束沿该初始轴移动以通过一电子束成型器，以补偿该物镜阻排列组所产生的偏差；

(iii) 将由该电子束成型器逸出并移向该聚焦组件的该一次带电粒子束的轴相对于该物镜排列组的光轴作校准。

较佳来说，校准该一次带电粒子束轴的轴可进一步通过该聚焦组件形成的至少一偏移区影响该一次带电粒子束的轨道。此偏移区可偏移该一次带电粒子束，以一所需要的入射方向打在该样品表面上，例如，沿着一大致平行于该聚焦组件光轴的轴，或是沿一与该光轴形成一特定角度的轴。

较佳而言，该方法也包括使该已通过电子束成型器的一次带电粒子束通过一柱体部内检测器的开口(一次电子束孔洞)。

较佳而言，该一次带电粒子束是在校准该一次带电粒子束轴之前先通过该检测器的一次电子束孔洞。

依据本发明的另一技术方案，提供一带电粒子束柱体部以用于检测一样品，该柱体部包括：

一聚焦组件，其具有一可界定一光轴的物镜排列组并可形成一聚焦区以将一次带电粒子束聚焦于该样品上；

一电子束成型器，它是安置在沿一初始轴移向该聚焦组件的一次带电粒子束的路径中，且该电子束成型器是可操作以影响该一次带电粒子束的截面部，借以补偿该物镜排列组所产生的聚焦偏移；

一电子束轴校准系统，它是安置在该移向该聚焦组件(位于该电子束成型器的下游处)的该一次带电粒子束的路径中，且该电子束轴校准系统是可操作以将该一次带电粒子束的轴相对于该物镜排列组的光轴进行校准。

较佳来说，该柱体部也至少包含一二次带电粒子束的柱体部内检测器，该二次带电粒子束是由该一次电子束与该样品相互作用所得，亦即该检测器具有一开口以及数个检测区域(位于该开口外)并可作安置以使该初始轴可与此开口相交，该开口因此可作为一次电子束孔洞。该电子束轴校准系统可安置于该柱体部内检测器的下游处(相对于该一次电子束移向样品的方向)。

应可了解的是，本发明可用于任何形式的带电粒子束柱体部，亦即，

本发明可用于一种用以将电子、正离子或离子形成的一次带电粒子束导向一样品的一扫描区的柱体部。更明确地说，本发明是配合一电子束柱体部作使用(例如使用在扫描式电子显微镜中)，因此下文将对此应用进行详述。

附图说明

为能领会本发明并了解其实际上如何操作，将以非限制性的实施例并参照附图的方式描述较佳实施例，其中：

图 1 是依据本发明的一实施例的一带电粒子束设备的主要部分的概要示意图；以及

图 2 是依据本发明的另一实施例的一带电粒子束设备的主要部分的概要示意图。

附图标记说明

10	系统	14	电子束来源
16	柱体部	18	检测器
18A	一次电子束孔洞	18B	检测器区域
20	阳极管	22	电子束成型器
24	电子束轴校准系统	26	聚焦组件
27	差动抽运系统	27A	孔径
28	透镜	28A	磁极部
28B	磁极部	29	延迟静电浸入式透镜
29A	电极	29B	电极
29C	第二电极	30	偏斜器
32	偏斜器	34	校准线圈
36	校准线圈	116	带电粒子束柱体部
124	电子束轴校准系统		

具体实施方式

参照图 1，说明一扫描式电子显微镜系统的主要组件，概要标号为 10，它是与一欲进行检测的样品 W(例如晶圆)相关。该系统 10 至少包含一电子束来源 14(阴极尖端)、一电子束柱体部 16 以及一检测器 18，该检测器(即所谓的“柱体部内检测器”)较佳是具有一次电子束孔洞 18A(例如直径为 1mm 的孔洞)。

该柱体部 16 包括一阳极管 20，其可界定出数个电子束飘移空间以让该一次电子束沿一初始轴 OA’(大致与该阳极管的纵轴重叠)移动、一电子束成型器(补偿器)、一电子束轴校准系统(校准线圈)以及一聚焦组件 26。如前文所提及，该柱体部 16 一般也至少包括一电子枪校准系统及一电子束靶心装置，这些均未在图中特别标出。可选择性的提供在该扫描式电子显微镜 10 中的是一差动抽运系统(Differential Pumping System, DPS)，它是用于将位于该差动抽运系统相对侧的真空处理室的上方及下方部件内维持在真空状态。该差动抽运系统通常是连接至一真空处理室的侧壁，并形成一直径的孔径(例如直径约 1.3mm 的孔径)。一般而言，该孔径尺寸应可使该一次电子通过，且应足够小以在高压时能最小化由该位于差动抽运系统下方的真空处理室的下方部件到该位于差动抽运系统上方的真空处理室的上方部件的泄漏。该孔径的直径可约为，例如 1.3mm。

该聚焦组件 26 具有一可界定一光轴 OA 的物镜排列组以及一偏斜器配置。在本实施例中，该物镜排列组除了一磁性物镜 28(例如，由两个以一磁透镜间隙其间的磁极部 28A 及 28B 形成的磁性物镜)外，也包括一延迟静电浸入式透镜 29。就该偏斜器组件而言，它是以一对偏斜器 30 及 32 组成者作示范。应了解的是，虽然此处并未特别以图标标出，但仅单独以一偏斜器进行扫描及/或电子束转换者、或以两偏斜器(其中一个用于扫描而另一个用于转换)进行者皆可使用。在此实施例中，该扫描/转换偏斜器(群)一般是邻近该透镜 28 处。

该静电透镜 29 是用于在该晶圆的最近处建立一延迟电场，以将先前加速的一次电子束减速。而延迟电场的需求将与下文描述有关。在扫描式电子显微镜中，为能将该电子束的“点”尺寸缩小至纳米尺寸，会利用数

万伏特或更多的加速电压形成一较高的加速电子束。更明确地说，该电子光学组件在该电子被加速至高动能时会更有效率(亦即，有较小偏差)。一般而言，该一次电子束的降落能量(landing energy)可通过该阴极 14 及该晶圆 W 间的电位差而界定出。为能达到所需要的加速电子，应提供该阴极 14 及阳极 20 间的适当电位差。例如，该阴极电压 V_c 可约为-1 千伏而该阳极电压 V_a 可约为 8 千伏。因此，该移向磁透镜 28 的被加速电子会有 9 千电子伏特。然而，现已观察到如此高能量的电子束会对电阻结构及集成电路造成伤害，且在介电质样品时，该样品会有不希望见到的充电。为避免这些效应，可在该样品附近建立一延迟电场。

在本实施例中，该静电透镜 29 是由三个电极形成：位于该阳极管 20 的下端的电极 29A、位于晶圆表面的电极 29B 以及位于电极 29A、29B 间呈杯形的电极 29C。为建立延迟电场，施加于该静电透镜 29 的第二电极 29B(位于晶圆表面)的电压一般大致小于阳极管 20 的电压。例如，在晶圆是接地 (V_2=0)且偏压该电极的情况下，随后施加的电压可分别以-1 千伏、+8 千伏以及+3 千伏施加给阴极 14、阳极管 20 以及杯形电极 29c。该经减速的一次电子束会撞击扫描区内的晶圆表面，并击出二次电子。该由静电透镜 29 形成的电场除同时可将该一次电子束的电子减速外，也扮演二次电子的加速场的角色，且因此可让二次电子移向检测器。

应注意的是，延迟电场以及任何作为实际物理组件的静电透镜都是选择性的。若需要减速该一次电子，则可通过施加适当的电压给该阳极管及样品、或给该阳极管、物镜的磁极部及样品的方式进行。下文是两组可能的电子参数实施例：

(28) 将晶圆偏压至-5 千伏，阳极电压等于零且阴极电压为-6 千伏；

(29) 将晶圆偏压至-3 千伏，磁极部电压等于零，而阳极极阴极电压分别为+5 千伏及-4 千伏。

于本实施例中，该等偏斜器 30 及 32 即所谓“内透镜(in-lens)”及“后透镜(post-lens)”偏斜器，是指该偏斜器所在位置相对于该透镜 28 之前或之后者。该内透镜偏斜器 30 是一磁性偏斜器，且其是位于该透镜 28 的磁极所界定的磁透镜间隙内；而该后透镜检测器 32 可为磁性偏斜器(如本实

施例)或静电偏斜器。应了解的是，两个偏斜器均可为前透镜偏斜器(磁性或静电式)或是一个为前透镜偏斜器(磁性或静电式)而另一个为内透镜偏斜器(磁性)。也应了解的是，亦可使用相同或额外的偏斜器(群)来进行扫描。

偏斜器 30 及 32 可共同操作以一所需要的入射方向将聚焦的一次电子束打在该晶圆上。该第一上方偏斜器 30 可倾斜该一次电子以将其沿一与该组件 26 的光轴 OA 形成一特定角度的轴导射。该第二下方检测器可适当的偏斜该经倾斜的一次电子，以将其沿一与该晶圆表面形成一特定角度的轴(倾斜模式)、或沿一大致垂直于该晶圆表面的轴(垂直模式)导向该样品。此将参照图 2A 及 2B 作更明确的叙述。应了解的是，本发明已考虑到将晶圆维持在一水平面，并将该柱体部维持在使轴 OA'及 OA 是大致垂直于该晶圆平面。换句话说，本发明不需倾斜样品或柱体部即可以一所需要的入射方向将该一次电子束打在该晶圆表面上。

该电子束成型器(补偿器)一般是由一个或多个四片式透镜所组成，且该成型器是经对准以补偿因该物镜排列的散光效应所产生的聚焦偏差(例如校正该轴向散光)。更明确而言，该补偿器可如同该物镜排列(本实施例中的透镜 28 及 29)的聚焦区域建立一相同的不对称轴区域(但具有相反符号)，借以补偿该聚焦区域的不对称轴。换句话说，该补偿器的操作是经调整为与物镜排列的操作相同，以确保该经聚焦的一次电子束的一预定截面部照射在该晶圆上(以大致圆形的一次电子束为佳)。该补偿器较佳是由两组四片式彼此以 45 度相向的透镜组成。这种以及其它可能的补偿器排列本身已为业界所广知，因此本文不再多作赘述。

该电子束轴校准系统一般是由至少两组校准线圈组成，且它们是相间隔并沿该一次电子束移动的初始轴 OA'配置。为不影响先前经校准移动的该一次电子束通过补偿器轴上磁场为零(由该补偿器形成)的位置，该校准线圈是安置于该电子束移向该聚焦组件 26 方向的下游处。

以下说明前述该一次及二次电子束在柱体部 16 中分别以垂直及倾斜模式的移动图解。应注意的是，该一次电子束移动 OA'的初始轴较佳是平行于该物镜排列的初始轴 OA。在本实施例中，该轴 OA'及 OA 是彼此大致重叠。此外，在本实施例中，该校准线圈是位于该柱体部内检测器 18

的上游处。

一次电子束 B_{prim} 是相继通过该补偿器、校准线圈以及聚焦组件 26，并照射在一扫描区内的晶圆 W 上，借以击出二次电子 B_{sec} 而弹回通过该聚焦/偏移组件移向该检测器 18。该补偿器可影响该一次电子束的截面部(依照该物镜的聚焦区域的不对称轴)。该校准线圈会相继偏移该一次电子，以沿一略为倾斜该电子束移动的初始轴 OA'(以约 0.1° 的角度)的轴移动，以确保该一次电子束通过该物镜排列的特定点(预定点)。此点可不需位在该物镜排列的光轴上，以通过该偏斜器 30 及 32 进一步影响该一次电子束的轨道而以一所需要的入射方向将该电子束打在该样品上。

根据本发明的一个具体实施例，该一次电子束 B_{prim} 沿一平行于并与一次电子束移动的初始轴 OA'相间隔的轴 OA'''以垂直入射方向照射在该晶圆上。为达到前述条件，电流需适当的提供至该第一及第二偏斜器 30 及 32(例如，分别以 0.05 安培及 0.07 安培)，并借以形成不同的第一及第二偏斜场。该偏斜器 30 的第一偏斜场会影响该一次电子束 B_{prim} 的倾斜以沿一与该初始轴 OA'(例如约 1° 的角度)倾斜的轴移动。该偏斜器 32 的第二偏斜场可以不同方位偏斜该经倾斜的一次电子，以于该晶圆上得一平行于并与该一次电子的初始轴 OA'相距约 50-100μm 的轴 OA'''的一次电子入射方向。

下文应可了解有关该二次电子束的移动。若无电压施加至该静电透镜的杯形电极时(亦即 V_{cup}=0V)，该静电透镜会在该晶圆附近建立一低梯度电场，并因此可作为该二次电子的近焦距。前述后者因此可通过该晶圆附近的光轴，并导向该一次电子束孔洞相对侧处的检测器区域。

当以高深宽比模式操作时(一般是指 V_{cup} 约为 3 千伏的情况下)，一高梯度电场会形成在该晶圆周围，且该一次电子会在该晶圆表面击出二次电子，并因此相当快速的由该一次电子及该样品表面间的相互作用区域沿一平行于该物镜的光轴的轴弹出。该二次电子束 B_{sec} 是沿该轴 OA'''移向检测器 32，并相继以该被施予前述电流的第二及第一偏斜器 32 及 30 进行偏斜。因此，该二次电子束 B_{sec} 会被导向该检测器(位于该一次电子束孔洞 18A 的外侧)区域 18B 。

因此，为能借该第一偏斜器 30 使该一次电子束达到所需要的倾斜，

该一次电子束应通过该物镜排列的一特定点(与其中心点相隔一距离)。前述可通过将该一次电子束偏离该初始轴(以位于该补偿器下游处的电子束轴校准系统进行)达到。该补偿器可因此再次与该物镜排列形成的聚焦区域相校准，以共同操作使照射在该晶圆的经聚焦的一次电子束达到一预定的截面部(如大致呈圆形)，而不需另外调整补偿器。

在倾斜模式下，会对偏斜器 30 施予 0.7 安培的电流，以借该第一偏斜器 30 将该一次电子束作更明显的倾斜(以更大的角度，例如几近 3-4 度)，并接着以该第二偏斜器 32 作偏斜(例如对偏斜器 32 施予 0.6 安培的电流)以在该样品上提供该沿着一倾斜于(如约 15° 的入射角)该晶圆表面的轴 OA_{tilt} 的一次电子的入射角。在高深宽比模式中，该二次电子束 B_{sec} 是平行于该光轴 OA 移动，并接着借该偏斜器 30 及 32 作偏斜以将其导向该检测器区域 18B。应注意的是，该倾斜模式可为“同轴(on-axis)”，亦即该一次电子束是沿该与晶圆表面上的光轴 OA 相交的轴 OA_{tilt} 入射在该晶圆上，或可为“离轴(off-axis)”，亦即该一次电子是沿一轴 OA'_{tilt} 入射。

参照图 2 是描述一依据本发明另一实施例的带电粒子束柱体部 116。为帮助了解，是以相同的参考号码表示同样出现的柱体部 16 及 116。在柱体部 116 中，不同于该柱体部 16 的是，一电子束轴校准系统 124 是位于该检测器 18 的下游处。此设计较佳是使用在需要以该第一偏斜器 30 对该一次电子束作较大角度的偏斜时。此外，在本实施例中，该一次电子移动 OA'的初始轴是平行于并与该物镜的光轴 OA 相隔。应可领会的是，前述将该一次电子移动的初始轴相对于该物镜的光轴作转换的目的在于使二次电子移向该检测器 18(位于该一次电子束孔洞的外侧)的区域 18B，并可用于前述的该柱体部 16 中。换句话说，该轴 OA'及 OA 间的转换是与该电子束轴校准系统相对于该检测器 18 的位置无关。

以下说明该一次及二次电子分别以垂直及倾斜模式在该柱体部 116 中的移动图解。该一次电子束 B_{prim} 通过补偿器 (它会适当影响该电子束截面部)后会接着通过检测器 18 的一次电子束孔洞 18A。通过该一次电

子束孔洞 18A 后，该一次电子束 B_{prim} 通过电子束轴校准系统 124 的线圈 34 及 36，并沿一略与该初始轴 OA'倾斜(例如约 0.1-0.2 度)的轴 OA" 进入聚焦组件。可如前述操作该偏斜器 30 及 32 以使该一次电子束沿该物镜的光轴 OA、或沿一与该光轴倾斜的轴 OA''' 入射在该晶圆 W 上。由于前文所述的理由，该二次电子束 B_{sec} 会以一平行于该光轴 OA 的方向弹回，并接着以该偏斜器 30 及 32 的偏斜场影响其轨道。因此，该二次电子束 B_{sec} 是被导向该检测器(位于该一次电子束孔洞 18A 外侧)区域 18B。

若该校准线圈 34 及 36 是位于检测器 18 上方时，该状态(即该偏斜条件)可能会使借该线圈 34 及 36 适当校准的一次电子接触该一次电子束孔洞 18A 的壁面。此情形可通过将该电子束轴校准系统 124 定位在检测器 18 的下游处来避免，例如将该电子束轴校准系统定位在该柱体部内检测器的下游处，或可使用一较小的一次电子束孔洞以及较小的差动抽运系统孔径进行。

熟悉此项技术的人士应了解各种修饰及变化应可在不悖离权利要求书所界定的范围下应用于前述本发明的这些实施例中。

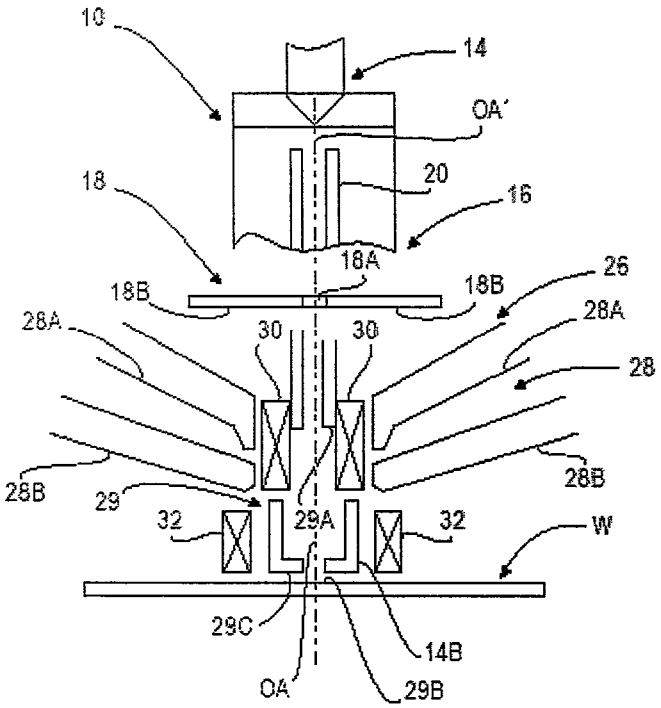

10
14
OA'
18
20
16
18A
18B
18B
26
28A
28A
30
30
28
28B
28B
29
32
29A
32
W
29C
14B
OA
29B

图 1

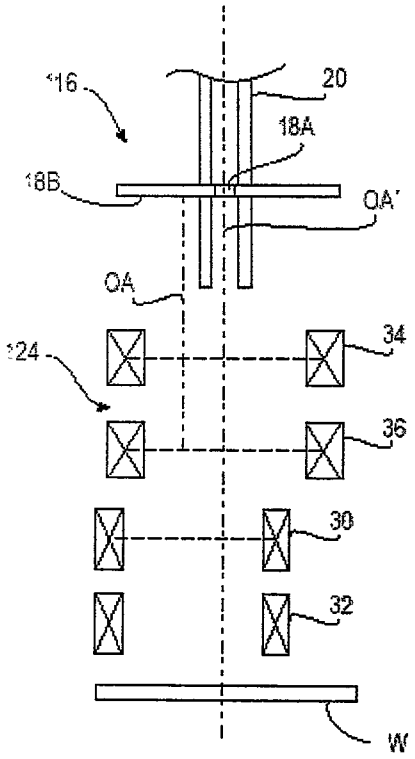


图 2