



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110431650 B

(45) 授权公告日 2022.03.01

(21) 申请号 201880018758.4

(22) 申请日 2018.03.19

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110431650 A

(43) 申请公布日 2019.11.08

(30) 优先权数据  
62/474,324 2017.03.21 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2019.09.17

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2018/023056 2018.03.19

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02018/175276 EN 2018.09.27

(73) 专利权人 瓦里安半导体设备公司  
地址 美国麻萨诸塞州格洛斯特郡都利路35号(邮递区号:01930)

(72) 发明人 艾立克·赫尔曼森 菲力浦·莱恩  
詹姆斯·艾伦·皮克斯利

(74) 专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理有限公司 11205  
代理人 罗英 臧建明

(51) Int.Cl.  
H01J 37/317(2006.01)  
H01J 37/05(2006.01)  
H01J 37/12(2006.01)

(56) 对比文件  
US 2017/0032924 A1,2017.02.02  
CN 208111395 U,2018.11.16  
CN 101369509 A,2009.02.18  
WO 2009/053678 A1,2009.04.30

审查员 孔敏

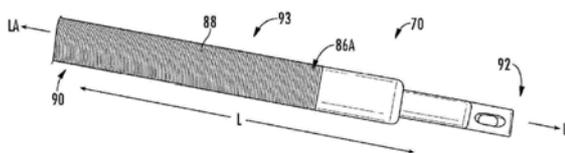
权利要求书1页 说明书8页 附图7页

(54) 发明名称

离子植入系统及其方法以及静电过滤器的导电束光学器件

(57) 摘要

本发明提供一种离子植入系统及其方法以及静电过滤器的导电束光学器件。离子植入系统包括静电过滤器和电源供应器。静电过滤器位于离子植入系统的腔室内，且静电过滤器包括导电束光学器件，其中导电束光学器件具有形成在外表面中的多个沟槽。电源供应器与静电过滤器连通，且电源供应器被配置成向导电束光学器件供应电压及电流。本发明通过在导电束光学器件上提供沟槽或表面特征来增大导电束光学器件的表面积。



1. 一种离子植入系统,包括:

静电过滤器,位于所述离子植入系统的腔室内,所述静电过滤器包括导电束光学器件,所述导电束光学器件具有形成在外表面中的多个沟槽,其中所述多个沟槽沿所述导电束光学器件的长度排列成螺旋图案;以及

电源供应器,与所述静电过滤器连通,所述电源供应器被配置成在处理模式期间向所述导电束光学器件供应电压及电流。

2. 根据权利要求1所述的离子植入系统,其中所述多个沟槽中的每一者延伸到所述导电束光学器件中均匀的深度。

3. 根据权利要求1所述的离子植入系统,其中所述多个沟槽中的每一者为v形状。

4. 根据权利要求1所述的离子植入系统,其中所述多个沟槽彼此均匀地间隔开。

5. 根据权利要求1所述的离子植入系统,还包括多个导电束光学器件。

6. 一种离子植入方法,包括:

在离子植入系统的腔室内提供静电过滤器,其中所述静电过滤器包括多个导电束光学器件,且其中所述多个导电束光学器件中的至少一者具有形成在外表面中的多个沟槽;

将所述多个沟槽沿所述多个导电束光学器件中的所述至少一者的长度设置成螺旋形图案;以及

将电源供应器耦合到所述静电过滤器,所述电源供应器被配置成向所述多个导电束光学器件供应电压及电流。

7. 根据权利要求6所述的离子植入方法,还包括在处理模式期间向所述静电过滤器供应所述电压及所述电流。

8. 根据权利要求6所述的离子植入方法,其中所述多个沟槽中的每一者延伸到所述多个导电束光学器件中的所述至少一者中均匀的深度。

9. 根据权利要求6所述的离子植入方法,其中所述多个沟槽中的每一者被形成为v形状。

10. 根据权利要求6所述的离子植入方法,还包括将所述多个沟槽彼此均匀地间隔开。

11. 根据权利要求6所述的离子植入方法,还包括将所述多个导电束光学器件设置在离子束线周围。

12. 一种静电过滤器的导电束光学器件,所述导电束光学器件包括:

彼此相对的第一轴向端与第二轴向端;

中心区段,在所述第一轴向端与所述第二轴向端之间延伸;以及

多个沟槽,形成在所述中心区段的外表面中,其中所述多个沟槽沿所述导电束光学器件的长度排列成螺旋图案。

## 离子植入系统及其方法以及静电过滤器的导电束光学器件

[0001] 相关申请的交叉参考

[0002] 本申请主张在2017年3月21日提出申请且名称为“具有开槽外表面的静电元件 (Electrostatic Element Having Grooved Exterior Surface)”的美国临时专利申请第62/474,324号的优先权,所述美国临时专利申请全文并入本申请供参考。

### 技术领域

[0003] 本公开大体涉及离子植入系统及其方法以及静电过滤器的导电束光学器件,且更具体来说涉及用于改善束线和/或处理腔室内的静电元件的性能并延长此静电元件的寿命的技术。

### 背景技术

[0004] 离子植入是通过轰击 (bombardment) 将掺杂剂或杂质引入衬底中的工艺。在半导体制造中,引入掺杂剂来改变电学性质、光学性质或机械性质。举例来说,掺杂剂可被引入本征半导体衬底中以改变衬底的导电性类型及导电性水平。在制造集成电路 (integrated circuit, IC) 时,精确的掺杂分布 (doping profile) 会改善集成电路的性能。为了实现特定的掺杂分布,可采用各种剂量及各种能级的离子形式植入一种或多种掺杂剂。

[0005] 离子植入系统可包括离子源及一系列束线组件。离子源可包括产生离子的腔室。离子源还可包括电源 (power source) 和设置在腔室附近的提取电极总成 (extraction electrode assembly)。所述束线组件可包括例如质量分析器、第一加速或减速级 (acceleration or deceleration stage)、准直器 (collimator) 及第二加速或减速级。与用于操纵光束的一系列光学透镜非常类似,束线组件可对具有特定物质种类、形状、能量和/或其他特征的离子或离子束进行过滤、聚焦及操纵。离子束穿过束线组件,并且可被朝安装在压板或夹具上的衬底引导。衬底可通过有时被称为多轴旋转手臂 (roplat) 的设备在一个或多个维度上移动 (例如,平移、旋转以及倾斜)。

[0006] 离子植入系统对于各种不同的离子物质种类及提取电压产生稳定的且良好界定的离子束。在使用源气体 (例如AsH<sub>3</sub>、PH<sub>3</sub>、BF<sub>3</sub>及其他物质种类) 操作若干小时之后,束的组成成分 (beam constituent) 最终会在束光学器件上形成沉积物。处于晶片的视线 (line-of-sight) 内的束光学器件也会被来自晶片的残余物 (包括Si及光致抗蚀剂化合物) 涂布。这些残余物聚积在束线组件上,从而在操作期间造成直流 (direct current, DC) 电势的尖峰 (spike) (例如,在为电偏压组件的情形中)。最终残余物会剥落,从而造成对晶片的微粒污染的可能性增加。

[0007] 一种防止微粒污染产生的方式是间歇性地更换离子植入系统的束线组件。作为另外一种选择,可手动清约束线组件。然而,手动清洁需要使离子源断电并解除系统内的真空。在对束线组件进行更换或清洁之后,接着将所述系统排空并供电以达到操作状态。因此,这些维护工艺可能非常费时。另外,束线组件在维护工艺期间无法使用。因此,频繁地维护工艺可能会减少可用于集成电路生产的时间,从而增加总制造成本。

## 发明内容

[0008] 本发明提供一种离子植入系统和静电过滤器的导电束光学器件,其能够提供额外的表面积及不规则性,以使更多材料(例如污染物)聚积并保持附着到所述表面达更长的时间,从而实现更长的棒寿命。

[0009] 本发明提供一种离子植入系统,其包括静电过滤器以及电源供应器。静电过滤器位于离子植入系统的腔室内,且静电过滤器包括导电束光学器件,其中导电束光学器件具有形成在外表面中的多个沟槽。

[0010] 根据本发明的一实施例所述的离子植入系统,电源供应器被配置成在处理模式期间向导电束光学器件供应电压及电流。

[0011] 根据本发明的一实施例所述的离子植入系统,多个沟槽中的每一者延伸到导电束光学器件中均匀的深度。

[0012] 根据本发明的一实施例所述的离子植入系统,多个沟槽沿导电束光学器件的长度排列成螺旋图案。

[0013] 根据本发明的一实施例所述的离子植入系统,多个沟槽中的每一者为v形状。

[0014] 根据本发明的一实施例所述的离子植入系统,其中多个沟槽彼此均匀地间隔开。

[0015] 根据本发明的一实施例所述,还包括多个导电束光学器件。

[0016] 本发明提供一种离子植入方法,其包括以下步骤:在离子植入系统的腔室内提供静电过滤器,其中静电过滤器包括多个导电束光学器件,且其中多个导电束光学器件中的至少一者具有形成在外表面中的多个沟槽;以及将电源供应器耦合到静电过滤器,电源供应器被配置成向多个导电束光学器件供应电压及电流。

[0017] 根据本发明的一实施例的离子植入方法,还包括在处理模式期间向静电过滤器供应电压及电流。

[0018] 根据本发明的一实施例所述的离子植入方法,其中多个沟槽中的每一者延伸到多个导电束光学器件中的至少一者中均匀的深度。

[0019] 根据本发明的一实施例所述的离子植入方法,还包括:将多个沟槽沿多个导电束光学器件中的至少一者的长度设置成螺旋形图案。

[0020] 根据本发明的一实施例所述的离子植入方法,其中多个沟槽中的每一者被形成为v形状。

[0021] 根据本发明的一实施例所述的离子植入方法,还包括将多个沟槽彼此均匀地间隔开。

[0022] 根据本发明的一实施例所述的离子植入方法,还包括将多个导电束光学器件设置在离子束线周围。

[0023] 本发明另提供一种静电过滤器的导电束光学器件,其包括彼此相对的第一轴向端与第二轴向端、中心区段和多个沟槽。中心区段在第一轴向端与第二轴向端之间延伸。多个沟槽形成在中心区段的外表面中。

[0024] 为了让本发明的上述特征和优点能更明显易懂,下文特举实施例,并配合附图作详细说明如下。

## 附图说明

- [0025] 举例来说,现在将参照附图阐述所公开的装置的具体实施例,在附图中:
- [0026] 图1是示出根据本公开的实施例的离子植入系统的示意图。
- [0027] 图2是示出根据本公开的实施例的静电过滤器的等距视图。
- [0028] 图3是示出根据本公开的实施例的图2所示静电过滤器的侧面剖视图。
- [0029] 图4是根据本公开的实施例的具有多个沟槽的图2所示静电过滤器的导电束光学器件的端部剖视图。
- [0030] 图5A到图5B是根据本公开的实施例的图2所示静电过滤器的导电束光学器件的侧面透视图。
- [0031] 图6A到图6C是根据本公开的实施例的图2所示静电过滤器的导电束光学器件的侧面剖视图。
- [0032] 图7是根据本公开的实施例的图2所示静电过滤器的导电束光学器件的侧面透视图。
- [0033] 图8A到图8C是根据本公开的实施例的各种导电束光学器件的侧面透视图。
- [0034] 图9是示出根据本公开的实施例的一种示例性方法的流程图。
- [0035] 所述附图未必按比例绘制。所述附图仅为表示形式,而并非旨在描绘本公开的具体参数。所述附图旨在示出本公开的示例性实施例,且因此不能被视为对范围进行限制。在所述附图中,相同的编号代表相同的元件。

## 具体实施方式

- [0036] 现在将参照附图在下文更充分地阐述根据本公开的系统及方法,在所述附图中示出所述系统及方法的实施例。所述系统及方法可实施为许多不同的形式而不应被视为仅限于本文所述的实施例。而是,提供这些实施例是为了使本公开内容将透彻及完整,且将向所属领域中的技术人员充分传达所述系统及方法的范围。
- [0037] 为方便及清晰起见,本文中 will 使用例如“顶部(top)”、“底部(bottom)”、“上部(upper)”、“下部(lower)”、“垂直(vertical)”、“水平(horizontal)”、“侧向(lateral)”及“纵向(longitudinal)”等用语来阐述图中所示的这些组件及其组成部件相对于半导体制造装置的组件的几何形状及取向而言的相对放置及取向。术语将包括具体提及的词、其派生词及具有相似意义的词。
- [0038] 本文所使用的以单数形式陈述且前面带有词“一(a或an)”的元件或操作被理解为也可能包括多个元件或多个操作。此外,在提及本公开的“一个实施例”时并非旨在被解释为排除也包括所述特征的其他实施例的存在。
- [0039] 有鉴于现有技术的上述缺陷,本文中提供通过在导电束光学器件中提供沟槽或表面特征来增大导电束光学器件的表面积的系统及方法。在一种方式中,导电束光学器件可为具有沿离子束线设置的多个导电束光学器件的静电过滤器的一部分,其中至少一个导电束光学器件包括形成在外表面中的多个沟槽。在一些方式中,可将电源供应器(power supply)设置成与所述多个导电束光学器件连通,其中所述电源供应器被配置成向所述多个导电束光学器件供应电压及电流。所述多个沟槽可沿导电束光学器件的长度设置成螺旋形图案,和/或平行于导电束光学器件的纵轴进行取向。

[0040] 根据本公开的实施例的一种示例性离子植入系统可包括位于所述离子植入系统的腔室内的静电过滤器 (electrostatic filter, EF), 所述静电过滤器包括导电束光学器件, 所述导电束光学器件具有形成在外表面中的多个沟槽。所述离子植入系统还可包括与所述静电过滤器连通的电源供应器, 所述电源供应器被配置成向所述导电束光学器件供应电压及电流。

[0041] 根据本公开的一种静电过滤器可包括沿离子束线设置的多个导电束光学器件以及与所述多个导电束光学器件连通的电源供应器, 其中所述多个导电束光学器件中的至少一个导电束光学器件包括形成在外表面中的多个沟槽, 且其中所述电源供应器被配置成向所述多个导电束光学器件供应电压及电流。

[0042] 根据本公开的一种示例性方法可包括: 在离子植入系统的腔室内提供静电过滤器 (EF), 其中所述静电过滤器包括多个导电束光学器件, 且其中所述多个导电束光学器件中的至少一者具有形成在外表面中的多个沟槽。所述方法还可包括: 将电源供应器耦合到所述静电过滤器, 所述电源供应器被配置成向所述多个导电束光学器件供应电压及电流。

[0043] 如上所述, 本文中的方式识别一个或多个几何特征、图案、沟槽 (例如, 横截面形状或表面特征) 对颗粒积聚及等离子体产生的影响。更具体来说, 具有不平滑的、策略性变化的几何特征 (non-smooth, strategically varied geometric feature) 的表面区会使污染集中并局限在某些区域中。

[0044] 现在参照图1, 其示出根据本公开的离子植入系统的示例性实施例。离子植入系统 (以下称为“系统”) 10代表工艺腔室, 所述工艺腔室除了其他组件外还含有: 用于产生离子束18的离子源14、离子植入机及一系列束线组件。离子源14可包括用于接收气体流24并产生离子的腔室。离子源14还可包括设置在腔室附近的电源及提取电极总成。束线组件16可包括例如质量分析器34、第一加速或减速级36、准直器38及与第二加速或减速级对应的能量纯度模块 (energy purity module, EPM) 40。尽管为解释起见以下针对束线组件16的能量纯度模块40进行阐述, 然而本文所述的实施例也可适用于系统10的不同/其他组件。

[0045] 在示例性实施例中, 束线组件16可对具有特定物质种类、形状、能量和/或其他特征的离子或离子束18进行过滤、聚焦及操纵。穿过束线组件16的离子束18可被朝安装在工艺腔室46内的压板或夹具上的衬底引导。衬底可在一个或多个维度上移动 (例如, 平移、旋转及倾斜)。

[0046] 如图所示, 可存在可与离子源14的腔室一起操作的一个或多个馈送源28。在一些实施例中, 从馈送源28提供的材料可包括源材料和其他材料。源材料可含有以离子形式引入到衬底中的掺杂剂物质。同时, 所述其他材料可包括稀释剂, 所述稀释剂与源材料一起被引入到离子源14的离子源腔室中以稀释离子源14的腔室中的源材料的浓度。所述其他材料还可包括清洁剂 (例如, 刻蚀剂气体), 所述清洁剂被引入到离子源14的腔室中并在系统10内输送以清洁一个或多个束线组件16。

[0047] 在各种实施例中, 可使用不同的物质作为源材料和/或所述其他材料。源材料和其他材料的实例可包括含有硼 (B)、碳 (C)、氧 (O)、锗 (Ge)、磷 (P)、砷 (As)、硅 (Si)、氦 (He)、氖 (Ne)、氩 (Ar)、氪 (Kr)、氮 (N)、氢 (H)、氟 (F) 及氯 (Cl) 的原子物质或分子物质。所属领域中的普通技术人员将认识到, 以上所列物质是非限制性的, 且也可使用其他原子物质或分子物质。根据应用而定, 所述物质可用作掺杂剂或所述其他材料。具体来说, 在一种应

用中用作掺杂剂的一种物质在另一种应用中可用作其他材料,反之亦然。

[0048] 在示例性实施例中,源材料和/或其他材料以气态或蒸气形式提供到离子源14的离子源腔室中。如果源材料和/或其他材料是非气态或非蒸气形式,则可在馈送源28附近提供蒸发器(图中未示出),以将所述材料转化成气态或蒸气形式。为了控制将源材料和/或其他材料提供到系统10中的量及速率,可提供流速控制器30。

[0049] 能量纯度模块40是被配置成独立地控制离子束18的偏转、减速及聚焦的束线组件。在一个实施例中,能量纯度模块40是垂直静电能量过滤器(vertical electrostatic energy filter,VEEF)或静电过滤器(EF)。在其他实施例中,能量纯度模块40是双磁体带状束高电流离子植入机的静电透镜。如以下将更详细阐述,能量纯度模块40可包括以下电极配置:所述电极配置包括设置在离子束18上方的一组上部电极以及设置在离子束18下方的一组下部电极。所述一组上部电极及所述一组下部电极可为静止的并且具有固定位置。所述一组上部电极与所述一组下部电极之间的电势差也可沿离子束轨迹变化,以在沿离子束轨迹的各个点反射离子束的能量,从而独立地控制离子束的偏转、减速和/或聚焦。

[0050] 在正常操作期间,穿过能量纯度模块40的离子中的一些离子与背景中性物质(background neutral)交换电荷。这些背景中性物质可为工具中的残余气体(例如,氮气及水)的中性物质或在离子植入期间由水演变成的中性产物。这些产物的组成可为不同的且因此使得化学相互作用更加复杂。在电荷交换工艺期间,之前的中性原子变为带电荷的且作为“慢”离子朝能量纯度模块40中的负偏压电极(negatively biased electrode)加速,从而在这些电极上造成表面污染。在电极变化或进行清洁之前对能量纯度模块40的电极上的表面污染进行控制和/或抑制是本公开的实施例所提供的优点,如下文将更详细地阐述。

[0051] 现在参照图2,将更详细地阐述根据示例性实施例的能量纯度模块40。如图所示,能量纯度模块40可包括具有一组相对的侧壁79A到79B的框架51,所述一组相对的侧壁79A到79B界定容置多个导电束光学器件70A到70N的内部区域87。能量纯度模块40还包括多个馈通组件(feedthrough component)81,所述多个馈通组件81延伸穿过相对的侧壁79A到79B中的每一者的开口83。馈通组件81分别包括设置在由相对的侧壁79A到79B所界定的内部区域87的外部的第一区段85A及设置在内部区域87内的第二区段85B。馈通组件81可经由一组馈通紧固件89耦合到侧壁79A到79B。在非限制性实施例中,馈通组件81可为多个阴馈通连接件(female feedthrough connector),所述多个阴馈通连接件分别包括能够实现电连接的插孔91。

[0052] 在一些实施例中,能量纯度模块40可与一个或多个真空泵66(图1)一起操作以调节能量纯度模块40的压力。在示例性实施例中,真空泵66耦合到工艺腔室46,且通过一个或多个流道(flow path)来调节能量纯度模块40内的压力。

[0053] 如图3所示,能量纯度模块40可包括沿离子束线72(或离子轨迹)设置的一个或多个导电束光学器件70A到70N(例如多个石墨电极棒),如图所示。在此实施例中,导电束光学器件70A到70N排列成对称构型,其中导电束光学器件70A到70B代表一组入口电极(entrance electrode),导电束光学器件70C到70D代表一组出口电极(exit electrode),且其余导电束光学器件70E到70N代表若干组抑制/聚焦电极。如图所示,每一组电极对提供允许离子束(例如,带状束)沿离子束线/轨迹72(或离子轨迹)穿过其中的空间/开口。在示例性实施例中,导电束光学器件70A到70N设置在壳体74中。如上所述,真空泵66可直接或间

接地连接到壳体74以调节壳体74内的环境71的压力。

[0054] 在示例性实施例中,导电束光学器件70A到70N包括彼此电耦合的多对导电件(conductive piece)。作为另外一种选择,导电束光学器件70A到70N可为一系列一体式结构(unitary structure),所述一系列一体式结构分别包括供离子束穿过其中的孔。在所示实施例中,每一电极对的上部部分与下部部分可具有不同的电势(例如,位于单独的导电件中),以使穿过其中的离子束偏转。尽管导电束光学器件70A到70N被示出为七(7)对(例如,具有五(5)组抑制/聚焦电极),然而也可利用不同数目的元件(或电极)。举例来说,导电束光学器件70A到70N的配置可利用三(3)个电极组到十(10)个电极组的范围。

[0055] 在一些实施例中,沿离子束线72穿过电极的离子束可包含硼元素或其他元素。离子束的静电聚焦可使用若干个薄电极(例如,导电束光学器件70E到70N的抑制/聚焦电极)来实现,以控制沿离子束线72的电势渐变。在所示导电束光学器件70A到70N的配置中,也可提供高的减速比(deceleration ratio)。因此,输入离子束可在即使对于极低能量输出束来说也能够实现更高品质的束的能量范围中使用。在一个非限制性实例中,当离子束穿过导电束光学器件70A到70N的电极时,离子束可从6keV减速到0.2keV并偏转 $15^{\circ}$ 。在此非限制性实例中,能量比可为30/1。

[0056] 在处理模式期间,电源供应器76(例如,直流电源供应器)向能量纯度模块40供应第一电压及第一电流。所述电压/电流被供应到导电束光学器件70A到70N,以在能量纯度模块40(图2)内产生静电场。在各种实施例中,由电源供应器76提供的电压及电流可为恒定不变的或变化的。在一个实施例中,导电束光学器件70A到70N保持处于从地电势(0.0kV)到65kV的一系列直流电势。

[0057] 在操作期间,在多个束光学器件之间形成的表面污染层可能是不均匀的,和/或在沿每一各别导电束光学器件70A到70N的外表面的不同区域中可能是不均匀的。举例来说,污染可在导电束光学器件70A及70B的整个周边周围延伸,而在相对于束线72的流动而言的下游侧,沿着导电束光学器件70C到70E的表面污染层的形成可能更显著。因此,为了使沿着导电束光学器件70A到70N的污染局部化,导电束光学器件中的一者或多者(例如,导电束光学器件70C到70E)可具有不同的几何特征和/或表面特征(例如多个外部沟槽),以有利于通过增大导电束光学器件的表面积来使材料聚积。

[0058] 举例来说,如图4所示,示例性导电束光学器件70可为以下束线静电元件:所述束线静电元件具有表面含有多个曲率半径的一个或多个光学器件形状和/或具有凹面与凸面的组合的光学器件形状。在一些实施例中,束线静电元件可为具有一个或多个几何特征(包括但不限于多个脊(ridge)77及凹陷(indentation)78)的电极棒。脊77与凹陷78界定一个或多个侧壁84。通过识别能量纯度模块40内的表面污染图案,可策略性地选择导电束光学器件70的形状,从而优化导电束光学器件70上的污染的集中及保持(retainment)。

[0059] 图5A到图5B展示出设置在导电束光学器件70的外表面88中的呈凹陷或沟槽86A形式的示例性表面特征。可使用机械构件或其他构件在石墨棒表面中形成螺旋形沟槽、侧向/轴向沟槽和/或不同尺寸的随机图案。更具体来说,导电束光学器件70包括相对的第一轴向端90与第二轴向端92以及在第一轴向端90与第二轴向端92之间延伸的中心区段93。多个沟槽86A可形成在中心区段93的外表面88中,这是因为中心区段93在能量纯度模块40内更有可能受到污染。在一些实施例中,如图5A到图6B所示,所述多个沟槽86A沿导电束光学器件

70的长度‘L’排列成螺旋形图案。如图所示,螺旋形图案沟槽86A可在外表面88周围周向地延伸,例如以连续螺旋环或漩涡图案延伸。沟槽86A的螺旋图案可沿中心区段93包括每英寸近似5个到50个不同的脊及凹陷。在其他实施例中,如图7所示,所述多个沟槽86B可平行于或近似平行于导电束光学器件70的纵轴‘LA’进行取向。沟槽86B在导电束光学器件70的外表面88周围周向地延续。沟槽86B的侧向图案可沿中心区段93包括每英寸近似5个到50个不同的脊及凹陷。

[0060] 在一些实施例中,所述多个沟槽86A到86B彼此均匀地间隔开,且可延伸到均匀的深度。举例来说,在图6B所示非限制性实施例中,沟槽86A中的每一者可间隔开近似0.025英寸的节距‘P’、近似0.015英寸的距离‘D’,且延伸到近似0.010英寸的均匀的深度‘DP’。此外,沟槽86A中的每一者可在外表面88处具有近似0.010英寸的宽度‘W’。在其他实施例中,所述多个沟槽86A到86B可彼此不均匀地间隔开,和/或可延伸到不同的深度。如图进一步所示,沟槽86A的侧壁84中的每一者可相对于导电束光学器件70的纵轴‘LA’倾斜或成角度。

[0061] 如图6C所示,导电束光学器件70的沟槽86A可界定尖的凹口(pointed notch)。在一些实施例中,沟槽86A可为大体v形状。换句话说,所述多个沟槽86A可由一系列交替的峰95与谷96来界定。在其他实施例中,沟槽86A可界定具有平的底表面(即,近似平行于纵轴LA的表面)及垂直于所述平的底表面的一组平行侧壁的凹槽。如图所示,沟槽86A中的每一者可界定可操作以将材料97保留在其中的空腔或凹陷区域。沟槽86A的几何形状及额外的表面积能实现更长的棒寿命,这是因为在清洁循环起始之前更多材料97可聚积并保持附着。

[0062] 现在转到图8A到图8C,将更详细地阐述根据本公开的实施例的多个替代导电束光学器件。如图8A所示,电极棒99可包括中心区段100,中心区段100具有形成在中心区段100的外表面中的多个螺旋形沟槽101。所述多个螺旋形沟槽101可沿电极棒99的轴向长度螺旋地延伸。如图8B所示,电极棒103可包括中心区段104,中心区段104具有形成在中心区段104的外表面中的多个轴向或纵向沟槽105。所述多个纵向沟槽105可沿电极棒103的轴向长度彼此平行地延伸。纵向沟槽105可界定具有平的底表面(即,与中心区段104的纵轴近似平行的表面)及垂直于所述平的底表面的一组平行侧壁的凹槽。

[0063] 如图8C所示,电极棒107可包括中心区段108,中心区段108具有形成在中心区段108的外表面中的多个轴向或纵向沟槽109。所述多个纵向沟槽109可沿电极棒107的轴向长度彼此平行地延伸。如图所示,纵向沟槽109中的每一者可由交替的谷111与峰113来界定。峰113可从中心区段108沿径向向外延伸且形成尖端或顶峰。

[0064] 现在参照图9,其示出根据本公开的一种示例性方法200的流程图。将结合图1到图8C所示的表示形式来阐述方法200。

[0065] 方法200包括:在离子植入系统的腔室内提供静电过滤器(EF),其中所述静电过滤器包括多个导电束光学器件,如方框201所示。在一些实施例中,导电束光学器件设置在束线上方及下方。在一些实施例中,静电过滤器是静电透镜。

[0066] 方法200还可包括:提供在外表面中具有多个沟槽的所述多个导电束光学器件中的至少一者,如方框203所示。在一些实施例中,所述多个沟槽中的每一者延伸到导电束光学器件中均匀的深度。在一些实施例中,所述多个沟槽沿导电束光学器件的长度设置成螺旋形图案。在一些实施例中,所述多个沟槽平行于导电束光学器件的纵轴进行取向。在一些实施例中,所述多个沟槽彼此等距地间隔开。

[0067] 方法200还可包括：向所述多个导电束光学器件供应电压及电流，如方框205所示。在一些实施例中，将电源供应器耦合到静电过滤器以向所述多个导电束光学器件中的每一者提供电压及电流。在一些实施例中，所述方法包括：在处理模式期间向静电过滤器供应电压及电流。

[0068] 有鉴于上述，通过本文所公开的实施例实现了至少以下优点。首先，使到达晶片的污染最小化，从而使得生产品质提高。第二，额外的表面积及不规则性能实现更长的棒寿命，这是因为更多材料可聚积并保持附着到所述表面达更长的时间段。

[0069] 尽管本文已阐述了本公开的某些实施例，然而本公开并非仅限于此，这是因为本公开的范围如同所属领域将允许及本说明书可能载明的范围一样广。因此，上述说明不应被视为限制性的。所属领域中的技术人员将想到处于所附权利要求的范围及精神内的其他修改。

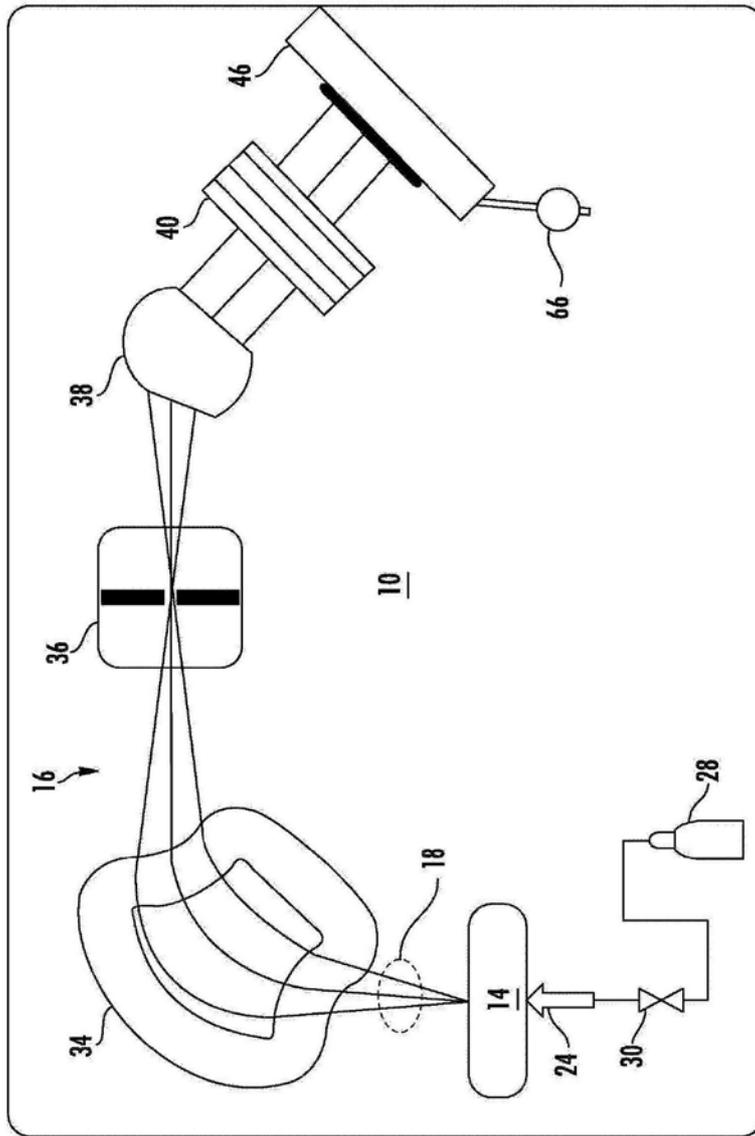


图1

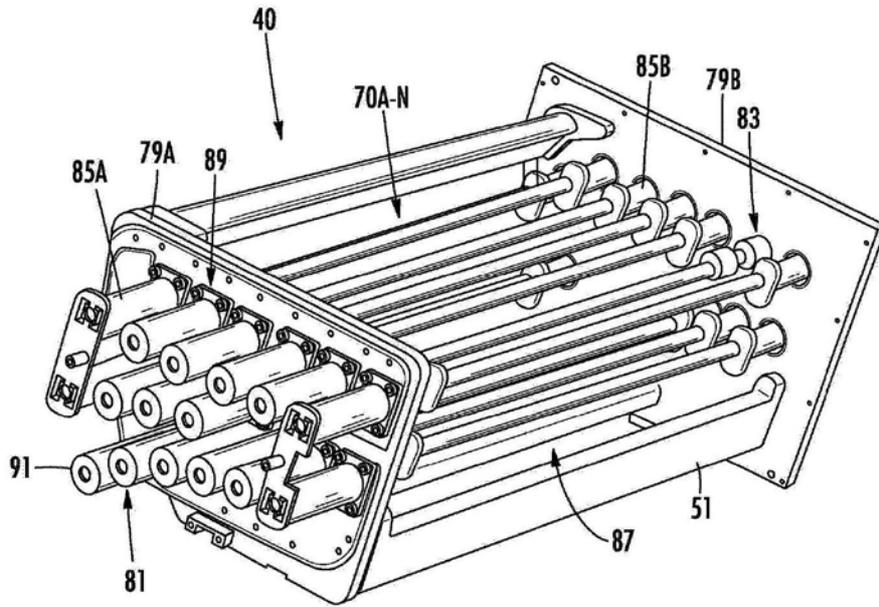


图2

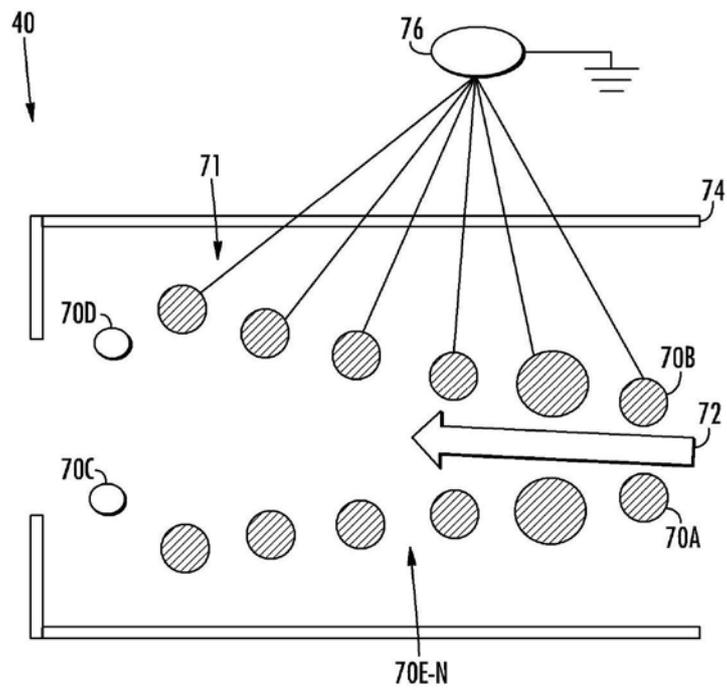


图3

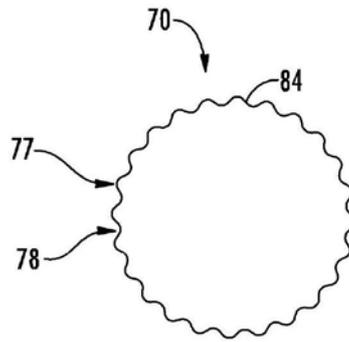


图4

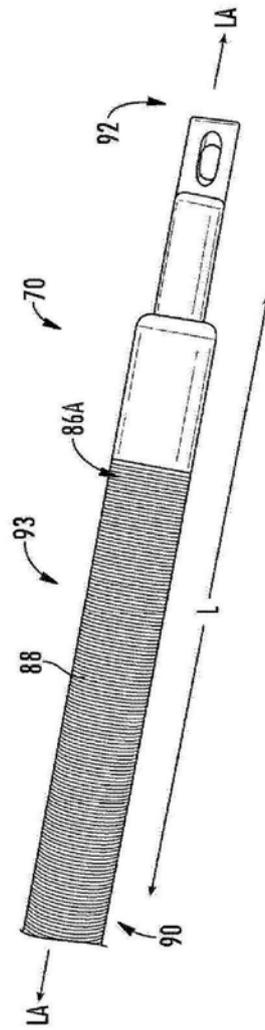


图5A

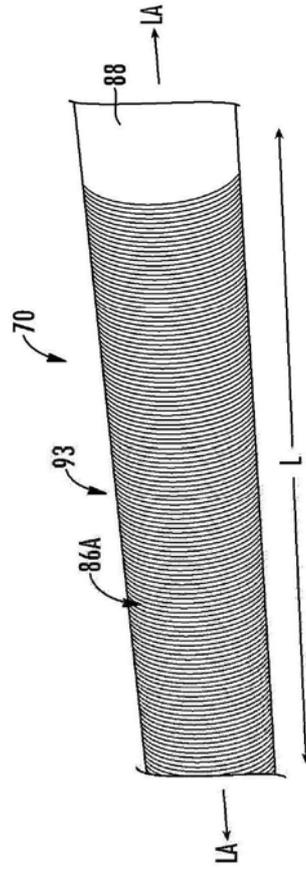


图5B

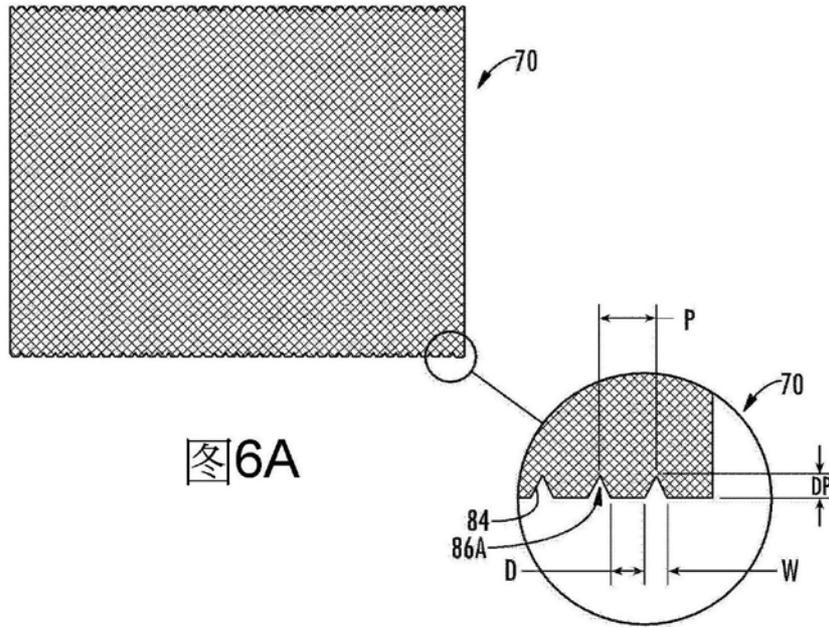


图6A

图6B

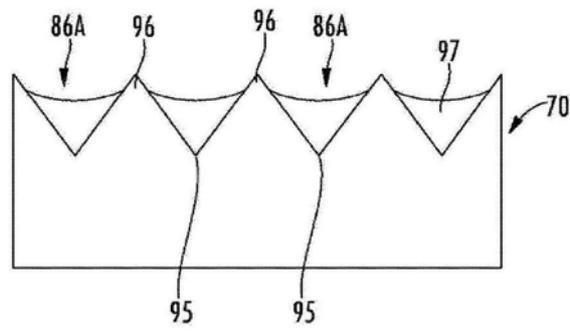


图6C

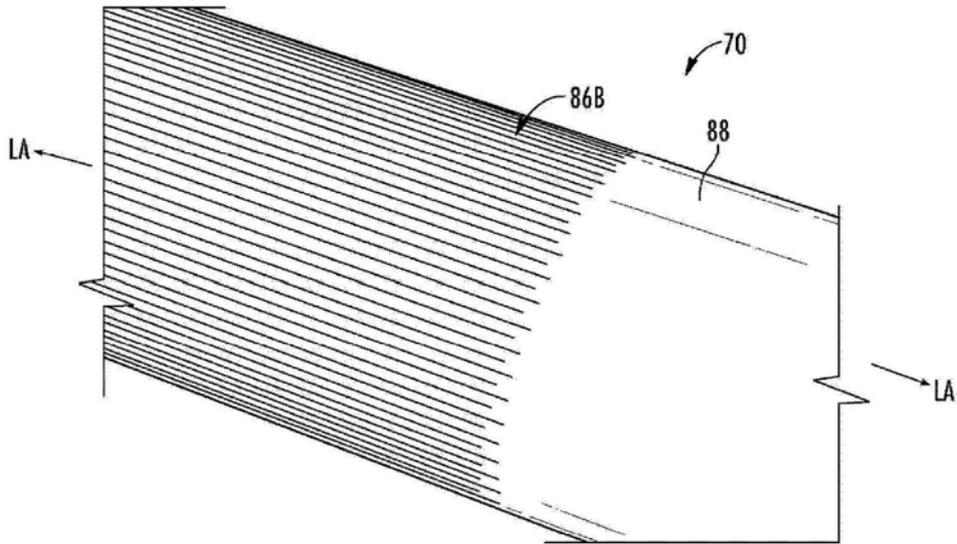


图7

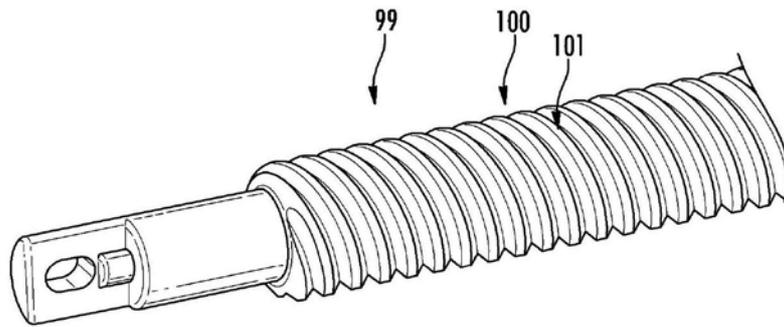


图8A

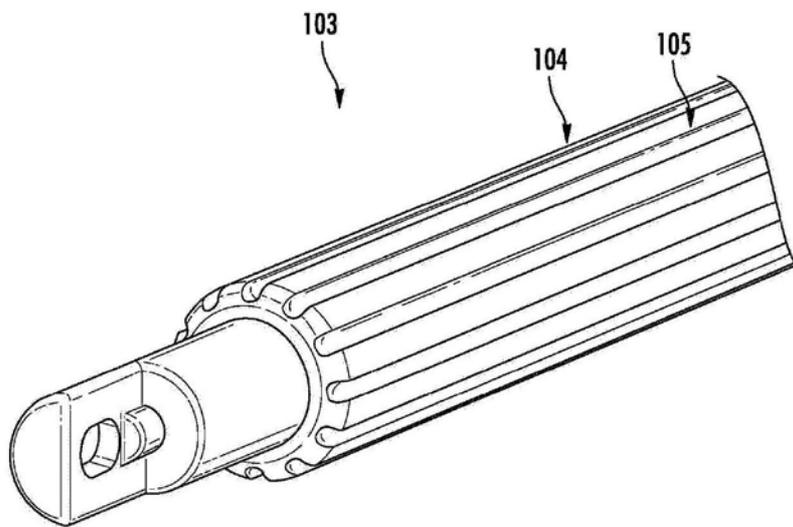


图8B

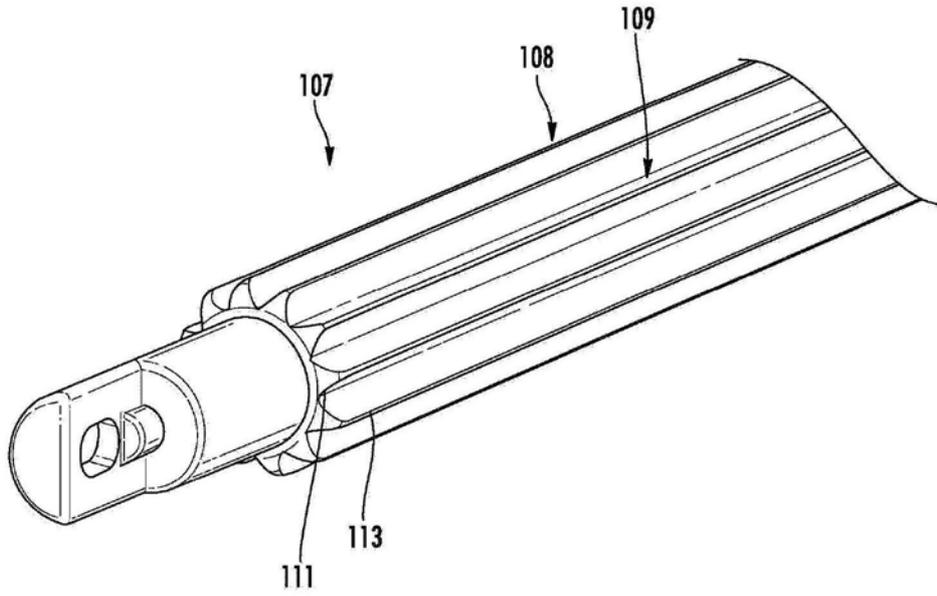


图8C

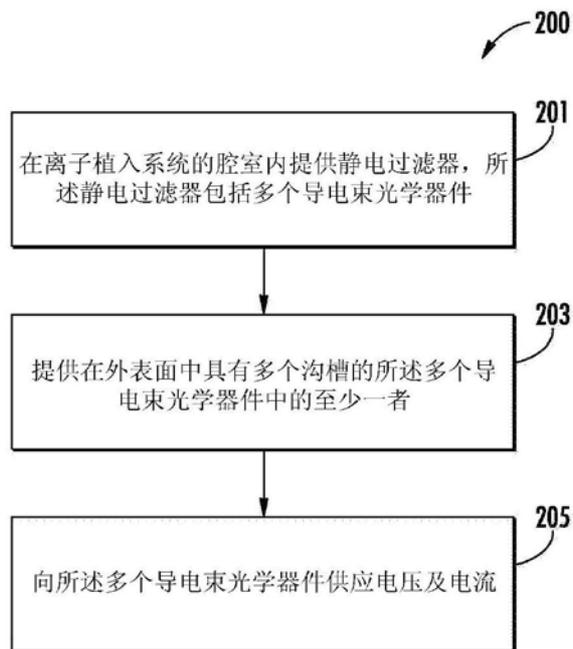


图9