

电子束发生器及离子束刻蚀设备

技术领域

本申请涉及半导体制造领域，具体地，涉及一种电子束发生器及离子束刻蚀设备。

背景技术

随着微纳加工技术的发展，对刻蚀技术的要求越来越高。目前，从原理上，可将刻蚀分为湿法刻蚀和干法刻蚀。干法刻蚀大多数采用射频耦合原理产生等离子体源，包括电感耦合等离子体 (Inductively Coupled Plasma, ICP) 以及电容耦合等离子体 (Capacitively Coupled Plasma, CCP)，进而利用等离子体源中的离子或自由基进行所需的刻蚀工艺。与湿法刻蚀相比，干法刻蚀的刻蚀精度高、可控性高、各向异性好，因而受到越来越多的关注。

对于干法刻蚀系统，除了离子源外，电子源也具有重要的作用。例如，对于高真空度（例如：气压小于 10^{-5} Torr 以下）刻蚀系统，由于种子电子稀少，成功启辉成为影响系统稳定性的难点之一。提高射频系统启辉稳定性的方法之一就是提高种子电子的数量；此外，在离子束刻蚀 (ion beam etching) 系统中，为了减小离子之间的排斥力、提高离子束流的均匀性，以及减小晶圆表面的电荷积累、提高刻蚀速率，在进行刻蚀工艺前，需要提供足量的电子束流对引出的离子束进行中和。以上两方面都需要提供高密度、稳定输出的电子束流。

产生电子束的电子束发生器例如有 ICP 电子束发生器，该 ICP 电子束发生器是一种高性能的电子束流生成装置。相比于其他类型的电子束发生器，ICP 电子束发生器的适用工艺场景范围广、寿命长。因而，近年来受到越来越多的关注。ICP 电子束发生器的工作原理如下：通过电感耦合产生等离子

体。其中，在空间电场的作用下，正离子向带负电位的离子收集极（阴极）运动，电子从引出口被引出。这两个过程的平衡，维持 ICP 电子束发生器运行的稳定性。

但是，现有技术中电子束发生器存在电子引出性能及效率低的问题。

发明内容

本申请旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一，提出了一种电子束发生器及离子束刻蚀设备，其可以解决现有技术中电子束发生器存在电子引出性能及效率低的问题。

为实现本申请的目的而提供一种电子束发生器，包括：

电子束生成腔体，具有引出口；

遮挡组件，可活动地设置于所述电子束生成腔体之外；所述遮挡组件被设置为遮挡所述引出口，且能够通过调节所述遮挡组件的位置来调节所述引出口的引出面积。

在一些实施例中，所述遮挡组件包括在周向上依次排布的多个遮挡板，多个所述遮挡板的内周面合围构成引出控制口，所述引出控制口与所述引出口对应设置；

多个所述遮挡板均能够沿所述引出控制口的径向移动，且在所述引出控制口的径向上的不同位置处合围构成开口面积不同的所述引出控制口。

在一些实施例中，所述引出控制口与所述引出口同轴。

在一些实施例中，所述电子束发生器还包括安装件，所述安装件设置有导向槽，所述遮挡板对应地设置于所述导向槽中，各所述导向槽用于使对应的所述遮挡板沿所述引出控制口的径向移动。

在一些实施例中，所述安装件上还形成有与所述导向槽连通的镂空部，所述镂空部与所述引出口在所述引出口的径向截面上的正投影至少部分重

叠；

所述遮挡板能够沿所述引出控制口的径向伸入至所述镂空部中。

在一些实施例中，所述安装件为环形安装件，所述环形安装件的环孔与所述引出口同轴设置；

每个所述导向槽均在所述环形安装件的内周面上形成有开口；各所述遮挡板能够沿所述引出控制口的径向经由所述开口伸入至所述环孔中，并且各所述遮挡板的内周面与所述开口均朝向所述环孔。

在一些实施例中，每个所述遮挡板伸入至所述镂空部中的部分，与相邻的两个所述遮挡板伸入至所述镂空部中的部分在所述引出口的径向截面上的正投影部分交叠。

在一些实施例中，每个所述遮挡板与相邻的两个所述遮挡板的交叠部分，分别位于相邻的两个所述遮挡板的不同侧。

在一些实施例中，在每个所述导向槽的相对于所述镂空部的侧面形成有沿所述引出控制口的径向贯通至所述安装件的背离所述侧面的外侧面的移动通道；

所述电子束发生器还包括多个连接杆和多个直线驱动源，各所述连接杆一一对应地穿设于各所述移动通道，且各所述连接杆的一端一一对应地与各所述遮挡板连接，另一端一一对应地与各所述直线驱动源连接；各所述直线驱动源用于通过对应的所述连接杆驱动对应的所述遮挡板沿所述引出控制口的径向移动。

在一些实施例中，所述电子束发生器还包括环形固定件，所述环形固定件与所述环形安装件固定连接，用于将各所述遮挡板限制在对应的所述导向槽中。

在一些实施例中，所述环形固定件与所述环形安装件之间设置有定位结构，用于限定所述环形固定件与所述环形安装件的相对位置。

在一些实施例中，所述定位结构包括形成于所述环形安装件的所述导向槽所在表面上的凸起结构，所述凸起结构在所述环形安装件上构成定位凹槽，用于限定所述环形固定件在所述环形安装件上的相对位置。

在一些实施例中，所述凸起结构包括沿所述环形安装件的所述导向槽所在表面的外周边缘设置的环形凸起，和设置于所述环形安装件的所述导向槽所在表面的内周边缘，且位于各相邻的两个所述导向槽之间的凸块，所述环形凸起的内周面与所述环形固定件的外周面相配合；所述凸块的相对于所述环形凸起的表面与所述环形固定件的内周面相配合。

在一些实施例中，所述电子束发生器还包括多个限位杆；

所述环形固定件朝向所述环形安装件的表面上形成有多个限位通道，每个所述限位通道均沿所述引出控制口的径向延伸，且在所述环形固定件的内周面形成有通道开口；各所述限位杆一一对应地设置于各所述限位通道中，且能够沿所述引出控制口的径向经由所述通道开口伸入至所述环形固定件的环孔中；

各所述限位杆一一对应地叠置于各所述遮挡板相邻于所述环形固定件的表面，且各所述限位杆的朝向所述通道开口的一端与对应的所述遮挡板的内周边缘固定连接。

在一些实施例中，每个所述限位杆的朝向所述通道开口的一端设置有沿靠近所述遮挡板的方向弯折的弯折部；每个所述遮挡板的相邻于所述环形固定件的表面的内周边缘处形成有固定孔；

各所述限位杆的所述弯折部设置于对应的各所述遮挡板的所述固定孔中。

作为另一个技术方案，本申请还提供一种离子束刻蚀设备，包括工艺腔室，和在第一方向上相对设置于所述工艺腔室内的离子源生成装置和承载装置，还包括本申请提供的上述电子束发生器，所述电子束发生器设置于所述

工艺腔室的腔体上，且所述引出口与所述工艺腔室连通，且朝向第二方向，用于向所述工艺腔室内引出电子束，其中，所述第二方向与所述第一方向成角度。

在一些实施例中，还包括传感器和控制器，所述传感器用于获取所述电子束生成腔体中等离子体密度，所述控制器用于根据所述传感器获取的所述等离子体密度，控制控制所述电子束发生器中的所述遮挡组件调节所述引出口的引出面积。

本申请具有以下有益效果：

本申请提供的电子束发生器，可以通过遮挡组件，调节电子束生成腔体的引出口的引出面积。由于电子束的引出性能和效率与引出口表面的等离子体鞘层形态密切相关，而引出口表面的等离子体鞘层形态又与电子束生成腔体内部生成的等离子体密度密切相关，基于此，由于相关技术中引出口的引出面积是固定的，其只能适配电子束发生器的一种工作条件，即，电子束生成腔体内部的某一等离子体密度和与之对应的引出口表面的等离子体鞘层形态，在该工作条件不变的情况下，引出口的引出面积可以实现最优的引出性能和效率。但是，在该工作条件发生变化时，即电子束生成腔体内部的等离子体密度发生变化，等离子体鞘层形态也随之变化，此时固定不变的引出面积无法适配等离子体鞘层形态变化，从而无法使电子引出效率始终维持在较大幅值。对此，本申请的方案在电子运动的过程中，通过根据电子束生成腔体内部的等离子体密度幅值的大小，控制遮挡组件调节引出口的引出面积，可以使该引出面积能够适配等离子体鞘层形态变化，使电子引出效率始终维持在较大幅值，从而有效提高了电子束发生器的性能和稳定性。

本申请提供的离子束刻蚀设备，其通过采用本申请提供的上述电子束发生器，可以使电子引出效率始终维持在较大幅值，从而可以优化工艺效果。

附图说明

图 1 为本申请实施例提供的一种电子束发生器的剖面图；

图 2 为本申请实施例采用的一种遮挡组件与电子束生成腔体的位置关系图；

图 3A 为本申请实施例采用的另一种遮挡组件在一个视角的立体结构图；

图 3B 为本申请实施例采用的另一种遮挡组件在另一个视角的立体结构图；

图 4 为本申请实施例采用的另一种遮挡组件的立体剖视图；

图 5A 为本申请实施例采用的环形安装件在一个视角的立体剖视图；

图 5B 为本申请实施例采用的环形安装件在另一个视角的立体剖视图；

图 6 为本申请实施例采用的环形安装件与遮挡组件的分解图；

图 7 为本申请实施例采用的环形固定件的立体图；

图 8 为本申请实施例采用的限位杆的结构和分布图；

图 9 为本申请实施例采用的环形安装件、遮挡组件和环形固定件的分解图；

图 10 为本申请实施例采用的环形安装件、遮挡组件和环形固定件的装配图；

图 11 为本申请实施例提供的离子束刻蚀设备的结构示意图。

具体实施方式

为使本领域的技术人员更好地理解本申请的技术方案，下面结合附图来对本申请提供的电子束发生器及离子束刻蚀设备进行详细描述。

请参阅图 1，本申请实施例提供一种电子束发生器 100，包括具有引出口 101 的电子束生成腔体 1。在一些实施例中，电子束发生器 100 还包括引

出电极 6、屏蔽腔体 3、射频线圈 4 和离子收集极 5，其中，该电子束生成腔体 1 具有上述引出口 101，电子束生成腔体 1 中的电子可以从该引出口 101 运动至电子束生成腔体 1 外部。该引出口 101 具体可以为设置在电子束生成腔体 1 的腔壁（例如下腔壁）中的通孔，该通孔可以是直通孔，也可以是变径孔，例如锥形孔，该锥形孔的直径沿电子的运动方向递增。

引出电极 6 设置于电子束生成腔体 1 外部，且间隔地位于引出口 101 所在一侧，引出电极 6 具有第一引出口 61，该第一引出口 61 与引出口 101 对应设置，该第一引出口 61 大于等于引出口 101，用于对电子的运动起到导向作用。上述电子束生成腔体 1 设置于屏蔽腔体 3 的内部，具体可以通过紧固件 11 固定于屏蔽腔体 3 的上腔壁。屏蔽腔体 3 用于屏蔽电子束生成腔体 1 中的电场，避免对外部零件产生干扰。屏蔽腔体 3 的相邻于引出口 101 的腔壁上设置有用使电子通过的第二引出口 33。该第二引出口 33 与引出口 101 对应设置（例如同轴设置），且第二引出口 33 大于等于引出口 101，以避免影响电子的运动。具体地，屏蔽腔体 3 包括一端敞开的屏蔽腔主体 31 和与该屏蔽腔主体 31 密封连接的屏蔽腔盖体 32，该屏蔽腔盖体 32 叠置于电子束生成腔体 1 的第二引出口 33 所在腔壁的外表面，用于密封屏蔽腔主体 31 敞开一端，上述第二引出口 33 例如为设置于屏蔽腔盖体 32 中的通孔。

屏蔽腔体 3 的内表面与电子束生成腔体 1 的外表面之间在周向上具有环形空间 34，该环形空间 34 例如由屏蔽腔主体 31 的内周面、电子束生成腔体 1 的外周面、屏蔽腔主体 31 的上腔壁的内表面和屏蔽腔盖体 32 的内表面合围而成。射频线圈 4 设置在上述环形空间 34 中，且环绕在电子束生成腔体 1 周围，射频线圈 4 用于与射频源电连接，射频源例如包括射频电源和阻抗匹配器，射频电源通过阻抗匹配器与射频线圈 4 电连接，用于向射频线圈 4 加载射频功率，以激发电子束生成腔体 1 内的气体（例如惰性气体）形成等离子体。

离子收集极 5 的一端自屏蔽腔体 3 远离第二引出口 33 的一侧（例如屏蔽腔体 3 的上侧）依次贯通屏蔽腔体 3 和电子束生成腔体 1，并延伸至电子束生成腔体 1 的内部，该离子收集极 5 中设置有利于与气源连接的进气通道，且该进气通道的进气口 51 与电子束生成腔体 1 的内部连通，用于向电子束生成腔体 1 内部通入气体（例如惰性气体）。在一些实施例中，离子收集极 5 呈管状，管的内部空间即为上述进气通道，上述进气口 51 为多个，且沿周向均匀分布于管壁中，该进气口 51 例如为沿径向贯通管壁的通孔。

在电子束发生器 100 工作时，通过离子收集极 5 向电子束生成腔体 1 内部通入惰性气体，并开启射频源，向射频线圈 4 加载射频功率，以激发电子束生成腔体 1 内部的惰性气体形成等离子体，并且离子收集极 5 带正电位，引出电极 6 带负电位，二者之间形成空间电场，等离子体中的正离子向带负电位的离子收集极 5 运动，而等离子体中的电子向带正电位的引出电极 6 运动，并从引出口 101 运动至电子束生成腔体 1 外部。

发明人发现：电子束的引出性能和效率与引出口 101 表面的等离子体鞘层形态密切相关，而引出口 101 表面的等离子体鞘层形态又与电子束生成腔体 1 内部生成的等离子体密度密切相关，基于此，由于相关技术中引出口 101 的引出面积是固定的，其只能适配电子束发生器的一种工作条件，即，电子束生成腔体内部的某一等离子体密度和与之对应的引出口 101 表面的等离子体鞘层形态，在该工作条件不变的情况下，引出口 101 的上述固定的引出面积可以实现最优的引出性能和效率。也就是说，引出口 101 的一种引出面积只能是在某一种工作条件下，使电子引出效率维持在较大幅值的最优尺寸。但是，在该工作条件发生变化时，即电子束生成腔体内部的等离子体密度发生变化，等离子体鞘层形态也随之变化，此时固定不变的引出面积无法适配等离子体鞘层形态变化，从而无法使电子引出效率始终维持在较大幅值，导致电子束的引出性能和效率降低。

为了解决上述问题，本申请实施例提供的电子束发生器还包括遮挡组件2，该遮挡组件2用于调节引出口101的引出面积。具体地，遮挡组件2例如设置于电子束生成腔体1之外，且位于引出口101所在一侧，例如设置于电子束生成腔体1与引出电极6之间。在设置有屏蔽腔体3的情况下，如图1所示，遮挡组件2还可以设置于屏蔽腔体3与引出电极6之间。

遮挡组件2用于调节引出口101的引出面积。所谓引出口101的引出面积，是指能够使电子通过的开口径向截面面积。在电子运动的过程中，根据电子束生成腔体1内部的等离子体密度幅值的大小，控制电子束发生器100调节引出口101的引出面积，可以使该引出面积能够适配等离子体鞘层形态变化，使电子引出效率始终维持在较大幅值，从而有效提高了电子束发生器的性能和稳定性。

上述遮挡组件2调节引出口101的引出面积的方式可以有多种，例如，如图2所示，该遮挡组件2可活动地设置于电子束生成腔体1之外，例如设置于电子束生成腔体1之外的引出口101所在一侧。遮挡组件2被设置为遮挡引出口101，且能够通过调节遮挡组件2的位置来调节引出口101的引出面积。也就是说，通过调节遮挡组件2的位置，可以调节遮挡组件2遮挡引出口101的面积，以实现调节引出口101的引出面积，即调节遮挡组件2可以遮挡引出口101的部分区域A，而引出口101的未被遮挡的区域B的开口面积即为引出口101的引出面积。容易理解的是，引出口101本身的开口面积是固定的，而随着遮挡组件2的位置变化，引出口101被遮挡的部分区域A的面积随之变化，同时引出口101的未被遮挡的区域B的面积也随之变化，该区域B的面积即为引出口101的引出面积。遮挡组件2的活动方式可以有多种，例如可以在平行于引出口101的径向的平面内平移和/或转动，本申请实施例对此没有特别的限制。

图2中示出的上述遮挡组件2自身不设置开口，依靠自身结构遮挡引出

口 101 的部分区域来调节引出口 101 的引出面积，但是，本申请实施例并不局限于此，在另一些实施例中，例如，如图 1 所示，遮挡组件 2 也可以本身具有引出控制口 201，该引出控制口 201 与引出口 101 对应设置；遮挡组件 2 被设置为能够调节引出控制口 201 的开口面积，即调节引出口 101 与引出控制口 201 对应的区域（即，图 1 中的区域 C）的面积，从而可以实现调节引出口 101 的引出面积。容易理解的是，遮挡组件 2 可以遮挡引出口 101 的除图 1 中的区域 C 之外的其他区域。

实现上述功能的遮挡组件 2 可以有多种结构，例如，如图 3A 和图 3B 所示，遮挡组件 2 包括在周向上依次排布的多个遮挡板 21，多个遮挡板 21 的内周面 21a 合围构成引出控制口 201；在一些实施例中，引出控制口 201 与引出口 101 同轴，这样有利于提高电子束的引出性能和效率。多个遮挡板 21 均能够沿引出控制口 201 的径向（即，图 3A 中的箭头方向）移动，且在引出控制口 201 的径向上的不同位置处合围构成开口面积不同的引出控制口 201。在一些实施例中，多个遮挡板 21 的内周面 21a 均为圆弧面，且合围构成圆形的引出控制口 201。当然，在实际应用中，根据不同的需求，多个遮挡板 21 的内周面 21a 也可以为平面或者其他形状的表面，以合围构成不同形状的引出控制口 201。

具体来说，上述遮挡板 21 例如为具有四个侧面的平板，其中一个侧面为上述内周面 21a，例如为圆弧面，其余三个侧面均为平面，其中，与内周面相对的平面为外周面 21b，该外周面 21b 与另外两个平面 21c 相互垂直，另外两个平面 21c 与该遮挡板 21 的移动方向相互平行（即，平行于引出控制口 201 的径向）。多个遮挡板 21 位于最大开口位置时，多个遮挡板 21 的内周面 21a 合围构成的引出控制口 201 的开口面积最大，此时多个遮挡板 21 之间在厚度方向（平行于引出控制口 201 的轴向）上可以没有交叠；多个遮挡板 21 在自该最大开口位置沿引出控制口 201 的径向朝引出控制口 201 的中心移

动的过程中,多个遮挡板 21 之间在厚度方向上产生部分交叠,以缩小引出控制口 201 的开口面积。进一步地,在一些实施例中,每个遮挡板 21 与相邻的两个遮挡板 21 交叠的部分,分别位于相邻的两个遮挡板 21 的不同侧,具体来说,如图 4 所示,对于每相邻的三个遮挡板 21,分别为第一遮挡板 21A、第二遮挡板 21B 和第三遮挡板 21C,第二遮挡板 21B 位于第一遮挡板 21A 与第三遮挡板 21C 之间,且第一遮挡板 21A 与第二遮挡板 21B 交叠的部分(即图 4 中虚线框 D1 中的部分)位于第二遮挡板 21B 靠近引出口 101 一侧,第三遮挡板 21C 与第二遮挡板 21B 交叠的部分(即图 4 中虚线框 D2 中的部分)位于第二遮挡板 21B 远离引出口 101 一侧。这样,可以避免第一遮挡板 21A 与第三遮挡板 21C 因位于第二遮挡板 21B 的同一侧而产生运动干涉。

在一些实施例中,考虑到遮挡板 21 的耐损能力,遮挡板 21 的厚度大于等于 0.5mm。

在一些实施例中,电子束发生器还包括安装件,该安装件设置有导向槽,遮挡板 21 对应地设置于该导向槽中,各导向槽用于使对应的遮挡板 21 沿引出控制口 201 的径向移动。导向槽可以对遮挡板 21 起到导向作用,使遮挡板 21 能够沿引出控制口 201 的径向移动。

进一步地,在一些实施例中,上述安装件上还形成有与导向槽连通的镂空部,该镂空部与引出口 101 在引出口 101 的径向截面上的正投影至少部分重叠;遮挡板 21 能够沿引出控制口 201 的径向伸入至该镂空部中。具体来说,当各遮挡板 21 完全回缩至对应的导向槽中时,引出控制口 201 的开口面积即为镂空部与引出口 101 的重叠区域的开口面积。当各遮挡板 21 沿引出控制口 201 的径向伸入至镂空部中时,多个遮挡板 21 遮挡镂空部的边缘区域,同时多个遮挡板 21 的内周面在镂空部中合围构成引出控制口 201,此时引出控制口 201 的开口面积即为镂空部的未被多个遮挡板 21 遮挡的区域。

实现上述功能的安装件可以有多种结构,在一些实施例中,请一并参阅

图 5A、图 5B 和图 6，安装件未环形安装件 7，该环形安装件 7 设置于电子束生成腔体 1 的引出口 101 所在一侧表面，例如设置于屏蔽腔盖体 32 的远离电子束生成腔体 1 一侧的表面。环形安装件 7 的环孔 73 即为上述镂空部，且与引出口 101 同轴设置，该环孔 73 的开口面积应大于等于引出控制口 201 的最大开口面积。

环形安装件 7 上形成有沿环形安装件 7 的周向依次排布的多个导向槽 74，每个导向槽 74 均在环形安装件 7 的内周面上形成有开口 741；各遮挡板 21 一一对应地设置于各导向槽 74 中，且能够沿引出控制口 201 的径向经由开口 741 伸入至环孔 73 中，并且各遮挡板 21 的内周面与开口 741 均朝向环孔 73。具体来说，当各遮挡板 21 完全回缩至对应的导向槽 74 中时，引出控制口 201 的开口面积即为环孔 73 的开口面积。当各遮挡板 21 沿引出控制口 201 的径向经由开口 741 伸入至环孔 73 中时，多个遮挡板 21 遮挡环形安装件 7 的环孔 73 的边缘区域，同时多个遮挡板 21 的内周面在环孔 73 中合围构成引出控制口 201。进一步地，在一些实施例中，导向槽 74 在环形安装件 7 的径向截面上的正投影形状与遮挡板 21 在环形安装件 7 的径向截面上的正投影形状相适配，例如，遮挡板 21 为具有四个侧面的平板，其中一个侧面为上述内周面 21a，例如为圆弧面，其余三个侧面均为平面，其中，与内周面 21a 相对的平面为外周面 21b，该外周面 21b 与另外两个平面 21c 相互垂直，另外两个平面 21c 与该遮挡板 21 的移动方向相互平行（即，平行于引出控制口 201 的径向），在这种情况下，对应的，如图 5A 所示，导向槽 74 具有三个侧面，分别与遮挡板 21 除了内周面之外的三个侧面相对应，其中一个侧面 742 与开口 741 相对，导向槽 74 的平行于引出控制口 201 的径向的另外两个侧面 743 可以对遮挡板 21 起到导向作用，使遮挡板 21 能够沿引出控制口 201 的径向移动。

在一些实施例中，每个遮挡板 21 伸入至镂空部（例如环孔 73）中的部

分, 和与相邻的两个遮挡板 21 伸入至镂空部 (例如环孔 73) 中的部分在引出口 101 的径向截面上的正投影 (例如, 在环形安装件 7 的轴向) 上部分交叠。这样可以实现缩小引出控制口 201 的开口面积。具体地, 如图 5B 所示, 导向槽 74 的底面为相对于环形安装件 7 的径向截面倾斜的斜面, 且多个导向槽 74 均朝同一方向倾斜, 即, 每个导向槽 74 的深度自其中一侧面 743 向另一侧面 743 递增。这样, 在导向槽 74 的导向作用下, 遮挡板 21 伸入至环孔 73 中的部分同样是倾斜的, 以实现相邻遮挡板 21 之间的交叠, 避免产生运动干涉。进一步地, 对于相邻的两个导向槽 74, 其中一个导向槽 74 的最大深度为 d_{11} , 最小深度为 d_{12} ; 另一个导向槽 74 的最大深度为 d_{21} , 最小深度为 d_{22} , 在这种情况下, 其中一个导向槽 74 的最小深度 d_{12} 与另一个导向槽 74 的最大深度 d_{21} 的差值绝对值等于遮挡板 21 的厚度, 这样可以确保相邻两个遮挡板 21 相接触, 从而可以构成封闭的引出控制口 201。

在一些实施例中, 在每个导向槽 74 的相对于镂空部 (例如环孔 73) 的侧面形成有沿引出控制口 201 的径向贯通至安装件的背离该侧面的外侧面 (例如环形安装件 7 的外周面) 的移动通道 79; 并且, 如图 3A 和图 3B 所示, 电子束发生器还包括多个连接杆 22 和多个直线驱动源 23, 各连接杆 22 一一对应地穿设于各移动通道 79, 且各连接杆 22 的一端一一对应地与各遮挡板 21 连接, 另一端一一对应地与各直线驱动源 23 连接; 各直线驱动源 23 用于通过对应的连接杆 22 驱动对应的遮挡板 21 沿引出控制口 201 的径向移动。直线驱动源 23 例如为步进电机, 多个为步进电机可以驱动多个遮挡板 21 同步移动。

在一些实施例中, 如图 7 所示, 电子束发生器还包括环形固定件 8, 该环形固定件 8 与环形安装件 7 固定连接, 用于将各遮挡板 21 限制在对应的导向槽 74 中。环形固定件 8 与环形安装件 7 例如采用多个螺钉固定连接。环形固定件 8 的环孔 82 与引出口 101 同轴设置, 该环孔 82 的开口面积例如与环

形安装件 7 的环孔 73 的开口面积相同。

在一些实施例中,在环形固定件 8 与环形安装件 7 之间设置有定位结构,用于限定环形固定件 8 与环形安装件 7 的相对位置。该定位结构可以有多种结构,例如,定位结构包括形成于环形安装件 7 的导向槽 74 所在表面(即,图 5A 和图 6 中的表面 71)上的凸起结构,该凸起结构在环形安装件 7 上构成定位凹槽,用于限定环形固定件 8 在环形安装件 7 上的相对位置。本申请实施例对凸起结构没有特别的限制,只要能够实现限定环形固定件 8 在环形安装件 7 上的相对位置即可,例如,如图 5A、图 5B、图 9 和图 10 所示,凸起结构包括沿环形安装件 7 的导向槽 74 所在表面(即,图 5A 和图 6 中的表面 71)的外周边缘设置的环形凸起 75,和设置于环形安装件 7 的导向槽 74 所在表面(即,图 5A 和图 6 中的表面 71)的内周边缘,且位于各相邻的两个导向槽 74 之间的凸块 76,环形凸起 75 的内周面与环形固定件 8 的外周面相配合;凸块 76 的相对于环形凸起 75 的表面与环形固定件 8 的内周面相配合。也就是说,环形固定件 8 位于环形凸起 75 与各凸块 76 构成的环形凹槽中。位于各相邻的两个导向槽 74 之间的凸块 76 形状可以与各相邻的两个导向槽 74 之间的间隔形状相适配,例如为三角形凸块,且位于该间隔的内周边缘处。

在一些实施例中,请一并参阅图 7 至图 10,电子束发生器还包括多个限位杆 84;环形固定件 8 朝向环形安装件 7 的表面(即,图 7 中的表面 81)上形成有多个限位通道 83,每个限位通道 83 均沿引出控制口 201 的径向延伸,且在环形固定件 8 的内周面形成有通道开口 831;各限位杆 84 一一对应地设置于各限位通道 83 中,且能够沿引出控制口 201 的径向经由通道开口 831 伸入至环形固定件 8 的环孔 83 中;各限位杆 84 一一对应地叠置于各遮挡板 21 相邻于环形固定件 8 的表面,且各限位杆 84 的朝向通道开口 831 的一端与对应的遮挡板 21 的内周边缘固定连接。在遮挡板 21 沿引出控制口 201 的

径向移动时，由于各限位杆 84 与对应的遮挡板 21 固定连接，限位杆 84 会在遮挡板 21 的带动下沿限位通道 83 滑动。借助限位杆 84，可以对对应的遮挡板 21 起到限位作用，避免遮挡板 21 翘起。

各限位杆 84 与对应的遮挡板 21 固定连接的方式可以有多种，在一些实施例中，每个限位杆 84 的朝向通道开口 831 的一端设置有沿靠近遮挡板 21 的方向弯折的弯折部 841；每个遮挡板 21 的相邻于环形固定件 8 的表面的内周边缘处形成有固定孔 211；各限位杆 84 的弯折部 841 设置于对应的各遮挡板 21 的固定孔 211 中。这样，可以便于限位杆 84 的安装和拆卸。

在一些实施例中，如图 1 所示，遮挡组件 2 设置于电子束生成腔体 1 与引出电极 6 之间，且环形安装件 7 和环形固定件 8 均采用绝缘材料制作，用于将电子束生成腔体 1 与引出电极 6 电绝缘。这样，引出电极 6 可以设置于环形固定件 8 远离环形安装件 7 一侧的表面（即，与图 7 中的表面 81 相对的表面），从而便于引出电极 6 的安装。另外，遮挡板 21 可以采用绝缘材料，或者也可以采用金属材料。

综上所述，本申请实施例提供的电子束发生器，可以通过遮挡组件，调节电子束生成腔体的引出口的引出面积。在电子运动的过程中，通过根据电子束生成腔体内部的等离子体密度幅值的大小，控制遮挡组件调节引出口的引出面积，可以使该引出面积能够适配等离子体鞘层形态变化，使电子引出效率始终维持在较大幅值，从而有效提高了电子束发生器的性能和稳定性。

作为另一个技术方案，请参阅图 11，本申请实施例还提供一种离子束刻蚀设备，包括工艺腔室 200，和在第一方向上相对设置于工艺腔室 200 内的离子源生成装置 300 和承载装置 400，该离子源生成装置 300 用于产生离子束，并沿第一方向引出至工艺腔室 200 中，以使离子束能够朝向对侧的承载装置 400 运动。承载装置 400 用于承载晶圆，还可以用于向晶圆加载射频功率。

离子束刻蚀设备还包括本申请实施例提供的上述电子束发生器 100，该电子束发生器 100 设置于工艺腔室 200 的腔体上，且电子束生成腔体的引出口与工艺腔室 200 连通，且朝向第二方向，用于向工艺腔室 200 内引出电子束。上述第二方向与第一方向成夹角，例如成 90° 夹角。具体地，上述第一方向例如为水平方向，第二方向为竖直方向。

在一些实施例中，还包括传感器和控制器，该传感器用于获取电子束生成腔体中等离子体密度，控制器用于根据传感器获取的等离子体密度，控制电子束发生器 100 调节引出口的引出面积。

上述控制器还用于控制电子束发生器 100 工作，以图 1 示出的电子束发生器 100 为例，控制器的具体控制方法包括：控制相应的供气装置通过离子收集极 5 中的进气通道，向电子束生成腔体 1 内部通入惰性气体；然后，控制射频源开启，向射频线圈 4 加载射频功率，以激发电子束生成腔体 1 内部的惰性气体形成等离子体，等离子体中的电子在离子收集极 5 与引出电极 6 之间形成的空间电场作用下，从电子引出口 101 运动至电子束生成腔体 1 外部，并进入工艺腔室 200。而且，在电子运动的过程中，控制器根据电子束生成腔体 1 内部的等离子体密度幅值的大小，控制电子束发生器 100 中的遮挡组件 2 调节引出口 101 的引出面积。这样，可以使引出口的引出面积能够适配等离子体鞘层形态变化，使电子引出效率始终维持在较大幅值，从而有效提高了电子束发生器的性能和稳定性。

本申请实施例提供的离子束刻蚀设备，其通过采用本申请实施例提供的上述电子束发生器，可以使电子引出效率始终维持在较大幅值，从而可以优化工艺效果。

可以理解的是，以上实施方式仅仅是为了说明本申请的原理而采用的示例性实施方式，然而本申请并不局限于此。对于本领域内的普通技术人员而言，在不脱离本申请的精神和实质的情况下，可以做出各种变型和改进，这

些变型和改进也视为本申请的保护范围。

权 利 要 求 书

1. 一种电子束发生器，其特征在于，包括：

电子束生成腔体，具有引出口；

5 遮挡组件，可活动地设置于所述电子束生成腔体之外；所述遮挡组件被设置为遮挡所述引出口，且能够通过调节所述遮挡组件的位置来调节所述引出口的引出面积。

2. 根据权利要求1所述的电子束发生器，其特征在于，所述遮挡组件
10 包括在周向上依次排布的多个遮挡板，多个所述遮挡板的内周面合围构成引出控制口，所述引出控制口与所述引出口对应设置；

多个所述遮挡板均能够沿所述引出控制口的径向移动，且在所述引出控制口的径向上的不同位置处合围构成开口面积不同的所述引出控制口。

15 3. 根据权利要求2所述的电子束发生器，其特征在于，所述引出控制口与所述引出口同轴。

4. 根据权利要求2所述的电子束发生器，其特征在于，所述电子束发生器还包括安装件，所述安装件设置有导向槽，所述遮挡板对应地设置于所
20 述导向槽中，各所述导向槽用于使对应的所述遮挡板沿所述引出控制口的径向移动。

5. 根据权利要求4所述的电子束发生器，其特征在于，所述安装件上还形成有与所述导向槽连通的镂空部，所述镂空部与所述引出口在所述引出
25 口的径向截面上的正投影至少部分重叠；

所述遮挡板能够沿所述引出控制口的径向伸入至所述镂空部中。

6. 根据权利要求 5 所述的电子束发生器，其特征在于，所述安装件为环形安装件，所述环形安装件的环孔与所述引出口同轴设置；

每个所述导向槽均在所述环形安装件的内周面上形成有开口；各所述遮挡板能够沿所述引出控制口的径向经由所述开口伸入至所述环孔中，并且各

5 所述遮挡板的内周面与所述开口均朝向所述环孔。

7. 根据权利要求 5 所述的电子束发生器，其特征在于，每个所述遮挡板伸入至所述镂空部中的部分，与相邻的两个所述遮挡板伸入至所述镂空部中的部分在所述引出口的径向截面上的正投影部分交叠。

10

8. 根据权利要求 7 所述的电子束发生器，其特征在于，每个所述遮挡板与相邻的两个所述遮挡板的交叠部分，分别位于相邻的两个所述遮挡板的不同侧。

15 9. 根据权利要求 5 所述的电子束发生器，其特征在于，在每个所述导向槽的相对于所述镂空部的侧面形成有沿所述引出控制口的径向贯通至所述安装件的背离所述侧面的外侧面的移动通道；

所述电子束发生器还包括多个连接杆和多个直线驱动源，各所述连接杆一一对应地穿设于各所述移动通道，且各所述连接杆的一端一一对应地与各
20 所述遮挡板连接，另一端一一对应地与各所述直线驱动源连接；各所述直线驱动源用于通过对应的所述连接杆驱动对应的所述遮挡板沿所述引出控制口的径向移动。

10. 根据权利要求 6 所述的电子束发生器，其特征在于，所述电子束发生器还包括环形固定件，所述环形固定件与所述环形安装件固定连接，用于
25 将各所述遮挡板限制在对应的所述导向槽中。

11. 根据权利要求 10 所述的电子束发生器，其特征在于，所述环形固定件与所述环形安装件之间设置有定位结构，用于限定所述环形固定件与所述环形安装件的相对位置。

5 12. 根据权利要求 11 所述的电子束发生器，其特征在于，所述定位结构包括形成于所述环形安装件的所述导向槽所在表面上的凸起结构，所述凸起结构在所述环形安装件上构成定位凹槽，用于限定所述环形固定件在所述环形安装件上的相对位置。

10 13. 根据权利要求 12 所述的电子束发生器，其特征在于，所述凸起结构包括沿所述环形安装件的所述导向槽所在表面的外周边缘设置的环形凸起，和设置于所述环形安装件的所述导向槽所在表面的内周边缘，且位于各相邻的两个所述导向槽之间的凸块，所述环形凸起的内周面与所述环形固定件的外周面相配合；所述凸块的相对于所述环形凸起的表面与所述环形固定件的内周面相配合。

15

14. 根据权利要求 10 所述的电子束发生器，其特征在于，所述电子束发生器还包括多个限位杆；

所述环形固定件朝向所述环形安装件的表面上形成有多个限位通道，每个所述限位通道均沿所述引出控制口的径向延伸，且在所述环形固定件的内周面形成有通道开口；各所述限位杆一一对应地设置于各所述限位通道中，且能够沿所述引出控制口的径向经由所述通道开口伸入至所述环形固定件的环孔中；

20

各所述限位杆一一对应地叠置于各所述遮挡板相邻于所述环形固定件的表面，且各所述限位杆的朝向所述通道开口的一端与对应的所述遮挡板的内周边缘固定连接。

25

15. 根据权利要求 14 所述的电子束发生器，其特征在于，每个所述限位杆的朝向所述通道开口的一端设置有沿靠近所述遮挡板的方向弯折的弯折部；每个所述遮挡板的相邻于所述环形固定件的表面的内周边缘处形成有固定孔；

5 各所述限位杆的所述弯折部设置于对应的各所述遮挡板的所述固定孔中。

16. 一种离子束刻蚀设备，包括工艺腔室，和在第一方向上相对设置于所述工艺腔室内的离子源生成装置和承载装置，其特征在于，还包括如权利
10 要求 1-15 中任意一项所述的电子束发生器，所述电子束发生器设置于所述工艺腔室的腔体上，且所述引出口与所述工艺腔室连通，且朝向第二方向，用于向所述工艺腔室内引出电子束，其中，所述第二方向与所述第一方向成角度。

15 17. 根据权利要求 16 所述的离子束刻蚀设备，其特征在于，还包括传感器和控制器，所述传感器用于获取所述电子束生成腔体中等离子体密度，所述控制器用于根据所述传感器获取的所述等离子体密度，控制所述电子束发生器中的所述遮挡组件调节所述引出口的引出面积。