

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200880000419. X

[51] Int. Cl.

H01J 37/15 (2006.01)

H01J 37/04 (2006.01)

H01J 37/02 (2006.01)

[43] 公开日 2009 年 9 月 23 日

[11] 公开号 CN 101542675A

[22] 申请日 2008.2.15

[21] 申请号 200880000419. X

[30] 优先权

[32] 2007. 2. 16 [33] GB [31] 0703044.8

[86] 国际申请 PCT/GB2008/050098 2008.2.15

[87] 国际公布 WO2008/099218 英 2008.8.21

[85] 进入国家阶段日期 2008.12.31

[71] 申请人 诺尔迪克技术服务有限公司

地址 英国汉普郡

[72] 发明人 安德鲁·詹姆斯·蒂莫西·霍姆斯
默文·霍华德·戴维斯

[74] 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司

代理人 余 刚 吴孟秋

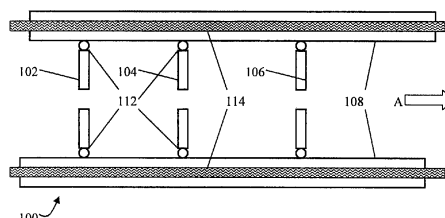
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 1 页

[54] 发明名称

具有安装在可移动安装件中的电极的离子束
加速设备

[57] 摘要

一种用于使离子束加速的设备(100)，包括安装在可移动安装件(112、114)中的至少一个电极(102、104、106)。



1. 一种用于使离子束加速的设备, 包括安装在可移动安装件中的至少一个电极。
2. 根据权利要求 1 所述的设备, 其中, 所述设备包括多个电极, 所述多个电极中的至少一个电极被保持在可移动安装件中。
3. 根据权利要求 1 所述的设备, 包括:
 - 第一电极, 具有从其中穿过的至少一个孔;
 - 第二电极, 被定位为使得其邻近于所述第一电极并与所述第一电极间隔开, 并具有从其中穿过的至少一个孔; 以及
 - 第三电极, 被定位为使得其邻近于所述第二电极并与所述第二电极间隔开, 并具有从其中穿过的至少一个孔,
 - 每个电极中的所述至少一个孔与其他电极中的相应孔对准; 并且其中, 所述第一电极、所述第二电极、及所述第三电极中的至少一个被安装在可移动安装件中。
4. 根据权利要求 3 所述的设备, 其中, 每个电极都被安装在可移动安装件中。
5. 根据权利要求 4 所述的设备, 其中, 配置可移动安装件使得在使用中每一个所述孔对准。
6. 根据权利要求 1 至 5 中任一项所述的设备, 其中, 所述安装件是热隔离的安装件。

-
7. 根据权利要求1至6中任一项所述的设备,其中,所述安装件是径向运动安装件。
 8. 根据权利要求1至7中任一项所述的设备,进一步包括主体部,并且其中,所述可移动安装件被附着到所述主体部并与所述主体部热隔离。
 9. 一种用于产生带电粒子束的设备,包括:等离子体室,用于在所述等离子体室中产生等离子体的装置,所述等离子体包括第一极性的粒子和第二极性的相反带电粒子;用于将所述第一极性的粒子限制在所述等离子体室中的装置;以及根据权利要求1至9中任一项的加速器,其中,所述第一电极与所述等离子体接触。

具有安装在可移动安装件中的 的电极的离子束加速设备

本发明涉及一种用于离子束加速的设备。更具体地，涉及一种用在诸如溅射的离子束技术中的、用于低束电压离子加速的设备。另外，本发明涉及一种用于产生带电粒子束的设备。

离子束已经被用在存储介质工业中的磁性薄膜器件以及微电子工业中的部件的生产中许多年。具体地，离子束被用在硬盘驱动器的薄膜磁头的生产中。在存储介质工业中所使用的薄膜磁性传感器的制造中，层界面的质量是重要的。

可以以多种方式使用离子束来改变薄膜的结构，例如，通过溅射沉积、溅射蚀刻、打磨或表面平坦化。在该上下文中，认为栅极宽离子束源（gridded broad ion beam source）比非栅极源更适合于提供可用的单色离子束流。

在半导体中，薄膜和材料工业离子注入是用于将离子嵌入到材料的晶格中以改变其电学属性的一种已知技术。制造出的许多微器件和纳米器件依赖于薄膜界面的详细性质来提高操作效率。因此，可以理解，在器件和薄膜制造技术中，产生原子级的平坦化表面（atomically smooth surfaces）的能力扮演了重要角色。

在诸如硬盘驱动器读磁头（hard disc drive read heads）的薄膜磁性传感器的制造中所使用的加工处理被广泛地限定为两个不同的阶段。第一阶段涉及在平坦的晶片上形成传感器，该阶段通常称为晶片制造。这个阶段，也称为前端处理，围绕着对圆形或方形晶片上

的薄膜的连续应用和图案化。该前端处理使用平面外延或沉积技术来构建成为有源器件的纳米结构。该平面技术构建纳米结构。该晶片的大小不同，但最大的通常直径约为 200 mm。

一旦在晶片上将这些器件形成为阵列，则切割晶片并开始第二阶段，该第二阶段可以被称为滑板制造 (slider fabrication)，或者被称为后端处理。这里，将晶片切割为多个条 (称为行条 (row bar)) 并将其组装到压板上。后端处理纳米机加工 (nano-machine) 垂直于晶片平面的表面。前端处理和后端处理都需要低功率离子打磨应用和高功率离子打磨应用。

在典型的离子束源 (或离子枪) 中，通过将气体或蒸汽导入低压放电室来产生等离子体。对于直流源，该室包含热的负极和正极，其中，正极用于从等离子体中去除电子并将经过一个屏栅极 (screen grid) 或多个屏栅极的多余的正带电离子送给到靶室，该靶室被抽到比放电室更低的气压。通过电子碰撞电离，在放电室中形成离子并且离子通过随机热运动在离子枪的体内运动。

更普遍使用高频放电而不是通过电弧来激发现代的离子源。采用范围在约 500 kHz 至约 60 MHz 的射频，尽管可更普遍采用范围在约 13 MHz 至约 60 MHz 的射频。也存在使用微波激发的器件。

因此，该等离子体将呈现高于其所接触的任一表面的电势的正等离子体电势。可以使用电极的各种配置，电极的电势被单独控制。在多栅极系统中，被离子碰撞的第一电极通常是正偏压的，而第二电极是负偏压的。另一栅极可以用于使从离子源发出的离子减速，以提供具有或多或少均匀的能量准直的离子束。对于离子溅射，将靶放置在靶室中，在靶室中靶可以被离子束撞击 (通常以斜角)，而衬底 (材料将被溅射到其上) 放置在溅射的材料可以撞击到其上

的位置。当将要实施溅射蚀刻、打磨或表面平坦化时，将衬底放置在离子束的路径中。

因此，在典型的离子枪中，到达多孔提取栅极组件(multi-aperture extraction grid assembly)的离子首先遇到正偏压的电极。与该栅极相关联的是等离子体鞘(sheath)。跨越该鞘，等离子体和栅极之间的电势差下降。该加速电势会将鞘区域中的离子吸引到第一栅极。穿过该第一栅极的孔并进入正偏压的第一栅极和负偏压的第二栅极之间的空间的任何离子在强电场中剧烈加速。由于离子经过第二栅极中的孔并飞到接地的、导电的靶上，其穿过减速场。然后，该离子到达接地的靶，其中，其能量等于正的第一栅极的电势加上鞘的电势。

因此，传统的离子枪包括带电粒子源，该带电粒子源通过栅极对之间产生的、外部施加的电场被加速。传统地，对于低能离子束生成，使用三个栅极(尽管可以使用更多)，第一个被保持在正电势，第二个被保持在适合于给出最佳散度(divergence)的负电势，而第三个(如果存在的话)处于地电势，即，在其中产生该束的室的电势。

对于生产薄膜磁性器件，该工艺限制是受限的衍射，使得难以达到必要的离子束大小。随着薄膜磁性器件变得更小，对该工艺的限制变得更加苛求，并且难以实现优质低能离子束。对于跨越一个相对大的晶片面积需要高功率级的处理，存在许多呈现技术挑战的问题。一个这样的挑战是这种应用要求高集成的束电流和相对低的束电压。另一挑战是束的散度特性需要非常好。这两个属性是难以利用低于 1000 V 的束能量实现的，但使用英国专利申请 0612915.9 和 0622788.8(通过引用的方式将它们结合到本文中)中所描述的技术成功地示范了这两个属性。

对于在低束能下需要高打磨效率 (milling rate) 的处理, 已知束均匀性随着加速器老化而衰减。对于均匀性衰减的一个重要原因是加速器内的栅极的移动所导致的加速器的物理不稳定性。包括离子加速器栅极的这些栅极具有对特定应用优选的各种参数。这些参数中的一个电极间分离, 而另一个是孔对准。电极间分离和/或孔对准中的任何扭曲或未对准的发生都将反过来导致束均匀性的重大扰动, 导致束准直的损失。这种扰动最终将对离子加速器执行高功率应用和低功率应用的能力造成负面影响。

栅极尺寸或安装位置的扭曲起因于热应力 (thermal stress)。尽管在加速器上没有非常大的热负荷, 但其基本上隔离在真空环境内。通过围绕第一栅极的外部设置固定安装件 (mount) 可以相对容易地定位该第一栅极; 在真空内的热隔离环境中定位第二栅极和第三栅极, 从而可以只通过辐射来散热。当出现栅极的未对准或扭曲时, 有必要暂停处理, 使得可以重新调整这些栅极, 导致了若干天的低维护平均时间, 这反过来导致了该处理设备的耗费大的停机时间。

为了便于参考, 下文中将栅极称为电极。

一个已知的用于散去来自电极的热量并使扭曲最小化从而提高维护平均时间的建议是在电极内设置通道, 可以使流体流过通道以对电极进行有效冷却。尽管这些设置可以解决该问题, 但对于许多应用来说, 这被认为是极其昂贵的。

本发明旨在解决与现有技术相关联的这些问题并提供一种用于产生由于电极上的热致应力而具有低束散度 (divergence, 发散) 的离子束的系统, 其以节约成本的方式导致了电极的未对准。

根据本发明的第一个方面, 提供了一种用于使离子束加速的设备, 该设备包括安装在可移动安装件中的至少一个电极。在优选配

置中，该设备包括多个电极，多个电极中的至少一个电极被安装在可移动安装件中。

在进一步的优选配置中，该设备包括：第一电极，具有从中穿过的至少一个孔；第二电极，被定位为使得其邻近于第一电极并与第一电极间隔开，并具有从中穿过的至少一个孔；以及第三电极，被定位为使得其邻近于第二电极并与第二电极间隔开，并具有从中穿过的至少一个孔，每个电极中的所述至少一个孔与其他电极中的相应孔对准；并且其中，第一电极、第二电极、及第三电极中的至少一个被安装在可移动安装件中。更优选地，这些电极中的每一个都被安装在可移动安装件中。

通过“可移动安装件”，我们意味着安装件可平移移动，即，安装件的位置（并因此该组件内的电极）可以相对于该组件移动，和/或该运动可以是径向的，也就是说，其可以向外膨胀以适应电极中的任何膨胀并从而防止其变形。

在存在多个电极的情况下，可移动安装件可以使每个电极独立移动。

在存在多个可移动安装件的情况下，对某些或全部的电极使用的可移动安装件使得即使在设备中所产生的热应力的影响下也能够达到恒定的束稳定性和改善的束均匀性。这最终导致更长的维护平均时间并缩短加速器的耗费大的停机时间。

在存在多个电极的情况下，配置可移动安装件来保持所述多个孔中的每一个的对准，从而提供改善的孔对准的稳定性和电极间的分离。

可以使用任何适合的可移动安装件。在一种配置中，其可以是热隔离的安装件。在优选配置中，该安装件是径向运动的安装件。

从光学应用中得知这种安装件。在电极是上面详细描述的第一、第二、及第三电极的情况下，第一电极可以是束形成电极，第二电极可以是提取电极，以及第三电极可以是接地电极。附加地或可替换地，第一电极可以是发散静电透镜，而第三电极可以是聚焦静电透镜。在这种配置中，设置了发散静电透镜和聚焦静电透镜，这导致了高度准直的束。

本发明的加速器可以用在用于产生带电粒子束的设备中，并因此根据本发明的第二个方面，提供了一种用于产生带电粒子束的设备，该设备包括等离子体室，用于在等离子体室中产生包括第一极性的粒子和相反的第二极性的带电粒子的等离子体的装置；用于将第一极性的粒子限制在等离子体室中的装置；以及根据上述第一方面的加速器，其中，第一电极与等离子体接触。

下文中将参考附图以实例的方式进一步描述本发明，其中：

图 1 是根据本发明的电极配置的截面图；

如图 1 所示，本发明提供了三极管形式的离子加速器 100。该三极管配置包括第一束形成电极 102、第二提取电极 104、及被称为接地电极的第三电极 106。所有电极都具有从中穿过的孔，并且每个孔都是平的并且具有关于孔中心的旋转对称或圆对称。串联地配置这些电极使得这些电极的孔基本对准。电极 102、104、及 106 被安装到加速器 100 的主体部分 108 上。

为了提供对抗加速器中所产生的热应力的稳定性，利用安装件 112、113、及 114 将各个电极安装到加速器 100 的主体部分 108 上。配置各个安装件 112、113、或 114 来提供各个电极与加速器 100 的主体部分 108 的热隔离。提取电极 104 和接地电极 106 可以被放置

在真空环境（诸如真空室 110）中，并与束形成电极 102 热隔离。可替换地，所有三个电极都可以放置在真空环境中。

配置安装件 112、113、及 114，使得当电极 102、104、及 106 和主体部分变热时，它们允许各个电极相对于彼此以及相对于加速器 100 的主体 108 径向移动。在这点上，该安装件被说成具有两个自由度。这样的安装件通常被称为径向运动（radial kinematic）安装件。在电极和加速器变热时，该安装件允许电极径向膨胀，这防止了电极在热致应力的影响下变形。

该电极或各个电极可以具有任意适合的几何结构并且可以是通过引用结合到本文中的 GB0612915.9 和 GB0622788.7 中所描述的结构。该电极可以包括倾斜的切去部分或非倾斜的孔轮廓。该孔可以具有任意适合的形状（诸如圆形）。

在本发明的优选配置中，从加速器 100 中提取的最终束能（beam energy）由束形成电极 102 和接地电极 106 之间的电势差所限定，而束电流由束形成电极 102 和提取电极 104 之间的电势差所限定。假设接地电极 106 被固定在地电势，则束形成电极 102 的电势也是固定的。因此，接着在束准直（beam collimation）要求的限制下，提取电极 104 的电势可以被固定到所期望的任意值。这种类型的加速器被称为加速-减速加速器，这是因为束首先被强烈地加速，之后被几乎同样强烈地延迟（减速）。

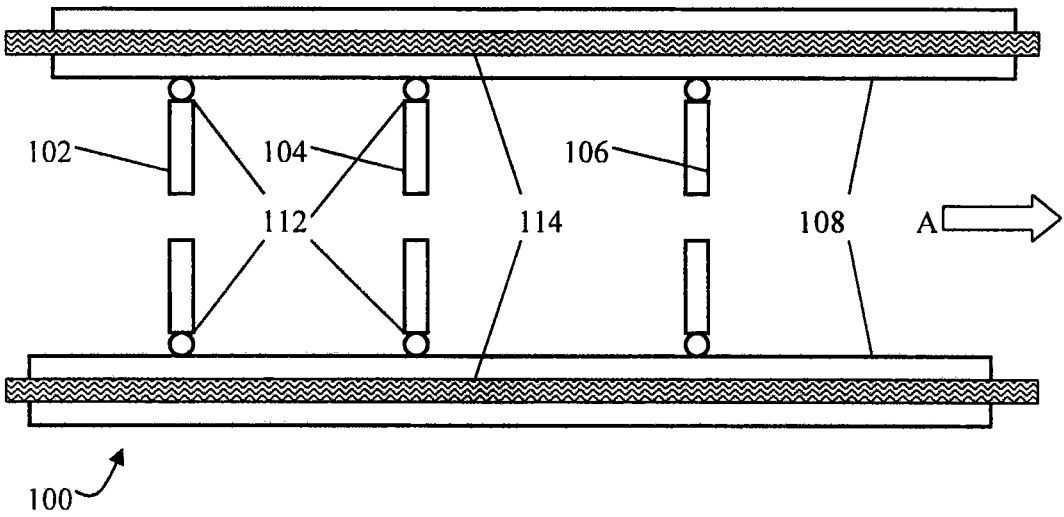


图 1