



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109478487 B

(45) 授权公告日 2021.02.19

(21) 申请号 201780045501.3

(22) 申请日 2017.07.21

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109478487 A

(43) 申请公布日 2019.03.15

(30) 优先权数据

15/228,158 2016.08.04 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2019.01.22

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2017/043277 2017.07.21

(87) PCT国际申请的公布数据

W02018/026543 EN 2018.02.08

(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 克里斯多夫·鲁波利

雪莉·A·德基

丹尼尔·梅吉立克帝

维克多·J·席瑞奥特

可劳斯·贝克

(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 杨文娟 嵇建明

(51) Int.CI.

H01J 37/08 (2006.01)

H01J 37/317 (2006.01)

H05H 7/06 (2006.01)

(56) 对比文件

US 5095208 A, 1992.03.10

US 5095208 A, 1992.03.10

CN 101296555 A, 2008.10.29

CN 103140010 A, 2013.06.05

CN 1728338 A, 2006.02.01

审查员 郭冰冰

权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

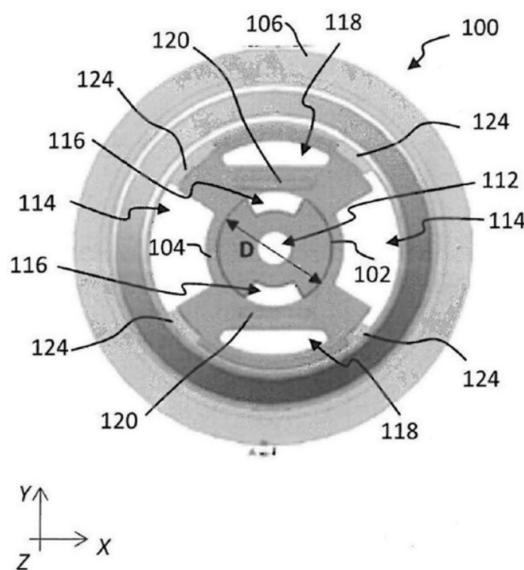
电极、加速器柱以及包含上述的离子植入装置

(57) 摘要

一种操纵离子束的电极、加速器柱以及包含上述的离子植入装置。所述电极可包括：嵌件，具有离子束开孔以经由所述离子束开孔传导所述离子束，所述嵌件包含第一导电材料；框架，设置在所述嵌件周围且包含第二导电材料；以及外侧部分，所述外侧部分围绕所述框架设置且包含第三导电材料，其中所述嵌件能够可逆地从所述框架拆卸，且其中所述框架能够可逆地附装到所述外侧部分。

B

CN 109478487



1. 一种操纵离子束的电极，其特征在于，包括：

嵌件，具有离子束开孔以经由所述离子束开孔传导所述离子束，所述嵌件包含第一导电材料；

框架，设置在所述嵌件周围且包含第二导电材料；以及

外侧部分，所述外侧部分围绕所述框架设置且包含第三导电材料，

其中所述嵌件能够可逆地附装到所述框架，且其中所述框架能够可逆地从所述外侧部分拆卸。

2. 根据权利要求1所述的电极，其特征在于，所述第一导电材料不同于所述第二导电材料，且其中所述第二导电材料不同于所述第三导电材料。

3. 根据权利要求1所述的电极，其特征在于，还包括磁体总成，其中所述框架包括用于容置所述磁体总成的凹陷部分。

4. 根据权利要求1所述的电极，其特征在于，还包括封盖部分，所述封盖部分是非磁性的，其中所述封盖部分至少部分地设置在所述嵌件上方，所述封盖部分能够从所述嵌件拆卸，且所述封盖部分被配置成将所述嵌件固定到所述框架。

5. 根据权利要求1所述的电极，其特征在于，所述框架能够以可旋转的方式附装到所述外侧部分及从所述外侧部分拆卸。

6. 根据权利要求2所述的电极，其特征在于，所述嵌件包含石墨或钽。

7. 根据权利要求2所述的电极，其特征在于，所述框架包含铝。

8. 根据权利要求1所述的电极，其特征在于，所述嵌件包括2.5英寸至4英寸的外径，且其中所述离子束开孔包括1英寸至3.2英寸的直径。

9. 一种对离子束进行加速的加速器柱，其特征在于，包括：

电极总成，包括第一多个电极，所述第一多个电极彼此电隔离；

其中所述电极总成的给定电极包括：

嵌件，具有离子束开孔，以经由所述离子束开孔传导所述离子束；

框架，设置在所述嵌件周围；以及

外侧部分，所述外侧部分围绕所述框架设置，

其中所述嵌件能够可逆地附装到所述框架，其中所述框架能够可逆地从所述外侧部分拆卸，且其中所述嵌件、所述框架、及所述外侧部分是导电的。

10. 根据权利要求9所述的加速器柱，其特征在于，所述嵌件包含第一材料，所述框架包含第二材料，且所述外侧部分包含第三材料，其中所述第一材料不同于所述第二材料，且其中所述第二材料不同于所述第三材料。

11. 根据权利要求9所述的加速器柱，其特征在于，所述加速器柱包括可变离子束开孔大小，其中所述第一多个电极中的第一电极的第一离子束开孔具有第一直径，其中所述第一多个电极中的第二电极的第二离子束开孔具有第二直径，所述第二直径不同于所述第一直径。

12. 根据权利要求9所述的加速器柱，其特征在于，所述电极总成包括第一电极总成，所述加速器柱还包括第二电极总成，所述第二电极总成靠近所述第一电极总成设置，所述第二电极总成包括至少一个附加电极，所述至少一个附加电极包含具有一体结构的导电材料。

13. 一种离子植入机,其特征在于,包括:

离子源,产生离子束;以及

加速器柱,对所述离子束进行加速,所述加速器柱设置在所述离子源的下游且包括:

第一电极总成,包括第一多个电极,其中所述第一多个电极彼此电隔离;且

其中所述第一电极总成的给定电极包括:

嵌件,具有离子束开孔,以经由所述离子束开孔传导所述离子束;

框架,设置在所述嵌件周围;以及

外侧部分,所述外侧部分围绕所述框架设置,

其中所述嵌件能够可逆地从所述框架拆卸,其中所述框架能够可逆地附装到所述外侧部分,且其中所述嵌件、所述框架、及所述外侧部分是导电的。

14. 根据权利要求13所述的离子植入机,其特征在于,所述加速器柱包括第一加速器柱,所述离子植入机还包括:

电荷交换腔室,靠近所述第一加速器柱设置;以及

第二加速器柱,靠近所述电荷交换腔室设置且设置在所述第一加速器柱的下游,所述第二加速器柱包括:

附加电极总成,包括第二多个电极,其中所述第二多个电极彼此电隔离;且

其中所述附加电极总成的给定电极包括:

嵌件,具有离子束开孔,以经由所述离子束开孔传导所述离子束;

框架,设置在所述嵌件周围;以及

外侧部分,所述外侧部分围绕所述框架设置,

其中所述嵌件能够可逆地从所述框架拆卸,其中所述框架能够可逆地附装到所述外侧部分,且其中所述嵌件、所述框架、及所述外侧部分是导电的。

15. 根据权利要求14所述的离子植入机,其特征在于,至少所述第一加速器柱还包括第二电极总成,所述第二电极总成靠近所述第一电极总成设置,所述第二电极总成包括至少一个附加电极,所述至少一个附加电极包含具有一体结构的导电材料。

电极、加速器柱以及包含上述的离子植入装置

技术领域

[0001] 本发明实施例涉及束线离子植入机 (beamline ion implanter) ,且更具体来说，涉及离子植入机中对离子束进行加速的电极、加速器柱以及包含上述的离子植入装置。

背景技术

[0002] 在当今,束线离子植入机采用多个构件来将离子束从离子源引导到衬底。为对衬底进行恰当处理,可将离子束加速至目标离子能量,且可通过各种束线构件对离子束的轨迹及形状进行操纵,以在衬底处产生具有一组目标特性的离子束。在许多类型的离子植入机(包括中等能量离子植入机及高能量离子植入机)中,可采用加速柱来对离子束进行加速或减速,以产生目标束能量。给定加速柱可包括以电串联方式配置的许多电极来对离子束进行加速。举例来说,加速柱可包括多个电极,所述多个电极具有用于传导离子束的开孔且被配置成通过对不同电极施加一系列不同的电位来增加束能量。这样一来,离子束根据施加到电极的不同电位而被加速。在一些实例中,可从加速柱中的第一电极到加速柱中的最后一个电极来增加施加到不同电极的电位,其中离子束以相对较低的能量进入加速柱且以相对较高的能量离开。

[0003] 由于在束线离子植入机中,常常是应仅将目标离子物质(例如掺杂剂物质)植入到衬底中,因而确保使离子束最少地接触离子源与衬底之间用于操纵离子束的构件可为有益的。就在加速柱中使用的电极来说,离子束中的至少某些离子可能会偶然地撞击电极,从而会从电极溅蚀(sputtering)出材料。此种溅蚀可能会使得从电极产生污染物质,其中所述污染物质可被离子化且连同目标物质一起传导到衬底。举例来说,加速柱中已知的电极可能是使用钛或其他导电材料构造而成。钛提供一种能够进行机械加工且相对耐火的金属(熔点为1668°C),具有低热膨胀系数,从而使钛通常适用于电极。当经由含有钛电极的加速柱传导离子束时,所述离子束可能会偶然地溅蚀出钛,从而在衬底(例如硅晶片)中造成钛污染。对于由所述衬底制作成的半导体器件的性能来说,此种污染可能会成问题。尽管可由对半导体性质具有较低损害的另一种材料来构造加速器柱中的电极,但其他材料可能会具有不那么合意的性质,例如较高的热膨胀系数或较低的弹性模数。

[0004] 针对这些考虑因素及其他考虑因素,提供了本发明。

发明内容

[0005] 在一个实施例中,一种操纵离子束的电极可包括:嵌件,具有离子束开孔以经由所述离子束开孔传导所述离子束,所述嵌件包含第一导电材料;框架,设置在所述嵌件周围且包含第二导电材料;以及外侧部分,所述外侧部分围绕所述框架设置且包含第三导电材料,其中所述嵌件能够可逆地附装到所述框架,且其中所述框架能够可逆地从所述外侧部分拆卸。

[0006] 在另一实施例中,一种对离子束进行加速的加速器柱可包括电极总成,所述电极总成包括第一多个电极,所述第一多个电极彼此电隔离;其中所述电极总成的给定电极包

括：嵌件，具有离子束开孔，以经由所述离子束开孔传导所述离子束；框架，设置在所述嵌件周围；以及外侧部分，所述外侧部分围绕所述框架设置，其中所述嵌件能够可逆地附装到所述框架，其中所述框架能够可逆地从所述外侧部分拆卸，且其中所述嵌件、所述框架、及所述外侧部分是导电的。

[0007] 在又一实施例中，一种离子植入机可包括：离子源，产生离子束；以及加速器柱，对所述离子束进行加速，所述加速器柱设置在所述离子源的下游且包括第一电极总成，所述第一电极总成包括第一多个电极，其中所述第一多个电极彼此电隔离；且其中所述第一电极总成的给定电极包括：嵌件，具有离子束开孔，以经由所述离子束开孔传导所述离子束；框架，设置在所述嵌件周围；以及外侧部分，所述外侧部分围绕所述框架设置，其中所述嵌件能够可逆地从所述框架拆卸，其中所述框架能够可逆地附装到所述外侧部分，且其中所述嵌件、所述框架、及所述外侧部分是导电的。

附图说明

[0008] 图1说明根据本发明实施例的电极的端视图。

[0009] 图2说明根据本发明其他实施例的电极的分解立体图。

[0010] 图3说明并入有根据本发明实施例配置的一组电极的示例性加速器柱。

[0011] 图4示出并入有根据本发明实施例配置的电极的示例性串列式加速器 (tandem accelerator)。

[0012] 图5示出根据本发明各种实施例的示例性离子植入装置。

[0013] 图6示出根据本发明其他实施例的加速器柱的侧视图。所述附图未必是按比例绘制。

[0014] 所述附图仅为表示形式，而并非旨在描绘本发明的具体参数。所述附图旨在示出本发明的示例性实施例，且因此，不应被视为对范围进行限制。在所述附图中，相同的编号表示相同的元件。

[0015] 此外，为清晰地进行说明，可省略或不按比例地说明一些图中的某些元件。为清晰地进行说明，剖视图可呈“切片”或“近视”剖视图的形式，从而省略在“真实”剖视图中原本能看到的某些背景线。此外，为清晰起见，可在某些附图中省略一些参考编号。

具体实施方式

[0016] 现在将在下文中参照其中示出一些实施例的附图更全面地阐述本发明实施例。本发明的标的物可被实施成许多不同的形式，而不应被理解为仅限于本文中所述的实施例。提供这些实施例仅是为了使本发明透彻及完整，且将向所属领域的技术人员全面地传达标的物的范围。在附图中，自始至终相同的编号均指代相同的元件。

[0017] 本发明实施例涉及例如束线植入机等的离子束处理装置。各种实施例提供新颖且改进的用于操纵离子束的电极，包括束线离子植入机中的新颖加速器柱。举例来说，本发明实施例可适用于其中离子能量的范围可在50keV以上且最高达10MeV的能量的束线离子植入机。各实施例并不仅限于此上下文。图1说明根据本发明实施例的电极的端视图，而图2说明根据本发明其他实施例的电极的分解立体图。图3说明并入有根据本发明实施例配置的一组电极的示例性加速器柱，而图4示出并入有根据本发明实施例配置的电极的示例性串

列式加速器。

[0018] 图5示出根据本发明各种实施例的示例性离子植入装置。简短地参照图5，其示出被配置为束线离子植入机的离子植入机500。在不同的实施例中，离子植入机500可为被设计成在50kV到500kV的电压范围内运作的中等能量离子植入机，或者可为被设计成在300kV到10MeV的电压范围内运作的高能量离子植入机。各实施例并不仅限于此上下文。离子植入机500可包括已知的构件，例如离子源502、质量分析仪504、静电透镜506、校正磁体510、及衬底载台512，衬底载台512容纳衬底514。如所属领域的技术人员应了解，离子植入机500可包括附加构件或更少构件。在不同的实施例中，离子植入机500可包括一个加速器柱或多个加速柱，其中加速器柱包括根据本发明实施例配置的至少一个新颖电极。在图5所示的此实施例中，离子植入机500包括串列式加速器400，其中会参照图4来论述串列式加速器400的细节。

[0019] 现在转到图1，其示出根据本发明实施例的电极100的细节。电极100可用于在束线离子植入机中操纵离子束。具体来说，电极100可用于具有多个电极的加速器柱中，所述多个电极被配置成将离子束加速至目标电位(电压)。电极100可包括嵌件102、设置在嵌件102周围的框架104、以及围绕框架104设置的外侧部分106。根据各种实施例，嵌件102能够可逆地附装到框架104，且框架104能够可逆地附装到外侧部分106。本文中所使用的用语“能够可逆地附装(reversibly attachable)”意指一个构件被设计成以可逆的方式附装到另一构件及从另一构件拆卸。在各种实施例中，所述嵌件可由第一导电材料制成，框架104可由第二导电材料制成；且外侧部分106可由第三导电材料制成。在各种实施例中，嵌件102的第一材料可不同于框架104的第二材料，而框架104的第二材料可不同于外侧部分106的第三材料以及嵌件102的材料。在一些实施例中，框架104的材料、嵌件102的材料、及外侧部分106的材料可为相同的材料。在其他实施例中，所述构件中的二者(例如嵌件102及框架104)的材料可为相同的材料，而第三构件(例如外侧部分106)的材料是与框架材料及嵌件材料不同的材料。各实施例并不仅限于此上下文。在各种实施例中，嵌件102的材料、以及框架104的材料、及外侧部分106的材料可根据目标应用而变化。电极100相应地提供可使电极100对于不同的构件而包含不同的材料组合的模块化结构，其中材料是根据给定应用而定制。

[0020] 在各种实施例中，类似于已知的电极(其中电极可由单块钛构成)，外侧部分106可由钛或钛合金制成。通过在与离子束的传导之处接近的位置中设置模块化嵌件及框架，电极100使得尤其嵌件102的材料能够被选择成在植入过程期间会避免或降低污染。在各种实施例中，举例来说，嵌件102的材料及框架104的材料可由除钛以外的材料制成。这可防止使在离子植入机中经由电极100传导的离子束溅蚀出钛材料，其中钛在正由电极100执行的离子植入过程中可表示污染物。

[0021] 如图1中所进一步示出，嵌件102可包括离子束开孔112，以例如沿所示笛卡尔(Cartesian)坐标系统的Z轴经由所述开孔传导离子束。在示例性实施例中，嵌件102可包括2.5英寸至4英寸的外径，而离子束开孔112包括1英寸至3.2英寸的直径。这些尺寸仅为示例性的，且各实施例并不仅限于此上下文。

[0022] 作为实例，在不同的实施例中，嵌件102可包含石墨、铝、钨、钼、或钽。各实施例并不仅限于此上下文。这些材料可适用于离子植入的上下文中，以避免因使用传统的由钛构

成的电极而在衬底中引起材料污染并且避免高能量离子在对某些材料进行冲击时引起辐射。举例来说,在其中使用电极100产生质子束的实施例中,当以MeV范围中的能量对某些材料进行冲击时,质子可能往往会产生伽马辐射(gamma radiation)。作为实例,在受到高于1.5MeV的质子能量冲击时,作为约5%的同位素自然存在于钛中的⁴⁹Ti会产生中子。作为另一实例,在受到高于70keV的高能量质子冲击时,12C会产生伽马辐射,其中伽马辐射产生峰值在420keV及5MeV下出现。普通技术人员应了解,可根据离子植入应用、根据将要产生的离子能量来选择嵌件的组成,以避免产生有害的辐射。

[0023] 如前所述,在各种实施例中,框架104可包含与嵌件102的材料不同的材料。举例来说,嵌件102的材料可被选择成限制对衬底的材料污染且可另外被设计成限制高能量电磁辐射(例如伽马射线)的产生,而框架104的材料可根据其他考虑因素来加以选择。根据已知的离子植入机,离子束开孔112的大小可适于安置离子束,因此经由离子束开孔112传导的离子束的标称直径小于离子束开孔112的直径。因此,当离子束在离子束开孔112内居中时,由离子束偶然从电极100溅蚀出的大多数材料通常可为来自嵌件102的材料,因为嵌件102是最靠近离子束设置。在一个实例中,为便于说明,嵌件102的外径可为4英寸,而离子束开孔112的最大内径可为2.5英寸。假定穿过离子束开孔112的离子束的标称束直径小于2.5英寸,离子束可不太可能从框架104撞击出任何材料,因为框架104的内径与离子束开孔112的外径(4英寸)相同。因此,可从其中并不将因离子束溅蚀造成的污染作为首要考虑因素的材料群组中选择框架104。在一些实施例中,举例来说,框架104可包含高导热率材料。高导热率材料可具有50W/m-K或大于50W/m-K的导热率。举例来说,可使用铝作为框架104,其中铝可具有大约200W/m-K的(室温)导热率,这有别于钛,钛的导热率处于20W/m-K的范围内。在其他实施例中,可选择不同于铝的其他材料来作为框架104的材料。通过为框架104提供高导热性材料,在加速器柱中的一个电极或一系列电极中产生的热量能够被较有效地耗散,尤其是在其中加速器柱会产生使导热率在热量输送中起到重要作用的温度范围的情形中。在一些实施例中,可根据嵌件或框架通过辐射耗散热量的能力来选择嵌件的材料以及框架的材料。举例来说,加速器柱可能在电极构件的温度可高达2800K的条件下运作。在此种高温下,主要热量输送可通过辐射而发生。作为实例,石墨可在2800K下以35W/cm²的速率辐射热量,从而提供便于从电极耗散热量的嵌件材料及框架材料,这在其中嵌件驻存在高真空中且与电极的其他部分仅具有小的接触区的条件下特别重要,其中所述小的接触区提供其中可发生热量传导的位置。

[0024] 在各种附加实施例中,可根据附加考虑因素来为嵌件或框架选择材料。尽管石墨可因通常良好的可机械加工性及对半导体材料的低污染性而适用于许多应用,但对石墨的成型会存在某些限制,例如应成型为极薄片材、以及应以依赖于变形的工艺进行成型(例如通过压入配合(press fitting)来进行组装)。铝由于低成本、低重量、及易加工性而可为适用的。对使用铝的限制包括应避免衬底污染,其中通过硅石墨来对铝进行涂覆可解决此种问题。其次,铝及其合金还具有约300°C或低于300°C的低最大加工温度。对于需要耐腐蚀性的高温应用,可使用钽或钨作为嵌件材料或框架材料。钨及钽的缺点是其高重量及低可加工性。因此,可基于对如上所述的各考虑因素进行权衡来执行对嵌件材料及框架材料的选择。

[0025] 如图1中进一步所示,嵌件102可被设计成在嵌件102与框架104之间界定内侧开孔

116。框架104可如图所示还包括框架开孔118，且可进一步被设计成与外侧部分106一起界定外侧开孔114。例如，这些开孔可大体如同在已知的离子植入机中用于经由电极及加速器柱来传导气体。

[0026] 现在转到图2，其示出电极100的实施例，其中电极100包括封盖部分130，在此种情况下，封盖部分130如图所示被配置成两个件。封盖部分130在被组装时可至少部分地设置在嵌件102上方，以将嵌件102固定到框架104。可使用可逆紧固件132（例如螺钉）将封盖部分130固定到框架104。这样一来，封盖部分130也可将嵌件102抵靠框架104固持就位。各实施例并不仅限于此上下文，因为可使用其他已知的紧固机构以可逆的拆卸方式将嵌件102固定到框架104。因此，当适用时，可从框架104单独地拆下嵌件102，例如以进行清洁、或者以便在电极100中使用不同的嵌件（例如不同材料的嵌件102、或在材料相同的情况下嵌件102的替换件）。

[0027] 如图2中进一步所示，框架104可包括凹陷部分120，在此实例中，凹陷部分120配置在框架104的两个不同区中。凹陷部分120可被配置成容置磁体总成122，其中磁体总成122可如图所示包括两个磁体。这些磁体可如同在加速柱的已知电极中用于控制带电粒子。在此上下文中，封盖部分130可为非磁性材料且也可将磁体总成122固持就位于凹陷部分120中。

[0028] 如图1中进一步所示，外侧部分106可包括耦合部分124，其中耦合部分124如图所示被设计成啮合框架104的外侧区。耦合部分124可为突片、凹陷、或者被配置成可逆地将框架104附装到外侧部分106及从外侧部分106拆卸的类似特征或特征的组合。在一些实例中，如同在已知的设计中，框架104可以可旋转的方式附装到外侧部分106。因此，当适用时，可从外侧部分106单独地拆下框架104，例如以进行清洁、或者以便在电极100中使用不同的框架（例如不同材料的框架104、或在材料相同的情况下框架104的替换件）、或者以便为外侧部分106使用不同的构件。

[0029] 现在转到图3，其示出根据本发明实施例的加速器柱300。如上文大体所述，加速器柱300可包括电极总成，所述电极总成含有多个电极（被示出为电极100）。加速器柱300可包括绝缘体302，其中绝缘体302设置在相邻电极之间，因此电极100如同在已知的加速器柱中彼此电隔离。加速器柱300可如图所示被配置成经由加速器柱传导离子束304，其中电极100中的不同电极界定延伸穿过加速器柱300的柱开孔306。为使离子束304获得目标离子能量，可对不同的电极施加不同的电压，例如在不同的电极之间单调增加（在绝对量值上）的电压。作为实例，在加速器柱300包括25个电极的情况下，可对在加速器柱300左侧处的第一进入电极施加40kV的电压，同时可对在第一电极右侧的后续电极施加增加的电压。在一些实施例中，可在后续电极之间均匀地增加电压，例如在相邻电极之间增加量为40kV，其中具有25个电极的总成产生1MeV的电压改变。各实施例并不仅限于此上下文。根据本发明的各种实施例，可如图1及图2中所示将电极（被示出为电极100）中的至少一者配置成包括嵌件102，其中嵌件102可如上所述由被选择成降低材料污染或辐射污染的材料制成。加速器柱300可被配置成具有与已知的加速器柱相同的总体大小及形状，因此本发明实施例的新颖电极可安置在已知的离子植入机配置内。

[0030] 在一些实施例中，可将加速器柱（例如加速器柱300）配置在包括两个不同加速器柱的串列式加速器中。现在转到图4，其示出根据本发明实施例的串列式加速器400的侧视

图。如图4中所示，串列式加速器400包括第一加速器柱402、靠近第一加速器柱402设置的电荷交换腔室404、及靠近电荷交换腔室404设置且设置在第一加速器柱402的下游的第二加速器柱406。

[0031] 如同在已知的串列式加速器中，串列式加速器400可用于将离子束中的离子加速至高能量(例如大于3000keV的能量)。各实施例并不仅限于此上下文。在串列式加速器中，可在第一加速器柱中将第一离子物质加速至目标能量，随后进行电荷交换过程，在所述电荷交换过程中，例如，离子物质可从正离子改变成负离子。在另一实例中，第一离子物质可为将要在电荷交换过程中改变成正离子的负离子。可经由第二加速器柱来对新的离子物质进行加速，以进一步增加离子能量。如同在已知的串列式加速器中，第二加速器柱的个别电极可以与第一加速器柱相比相反的顺序被施加电压，因为新的离子物质上的电荷可与第一物质的电荷相反。举例来说，第一加速器柱可将单电荷负离子加速至1MeV的离子能量，而第二加速器柱将初始能量为1MeV的单电荷正离子加速至2MeV的能量。在第一加速器柱及第二加速器柱中靠近电荷交换腔室的电极处可存在最大电压。

[0032] 在一些实施例中，串列式加速器400的第一加速器柱402可配置有多个电极，其中不同电极中的大多数或全部具有彼此相同的结构，例如以上所述电极100的结构。此同样可适用于第二加速器柱406，其中电极也可被配置为以上所述的电极100。在一些实施例中，加速器柱可包括可变离子束开孔大小，其中所述加速器柱的第一电极的第一离子束开孔具有第一直径，其中所述加速器柱的第二电极的第二离子束开孔具有第二直径，其中所述第二直径不同于所述第一直径。可配置一系列电极，因此，嵌件102的开孔大小在一个电极与下一电极间单调地变化，以例如界定圆锥形离子束开孔。

[0033] 在本发明的一些实施例中，加速器柱可包括第一电极总成及附加电极总成或第二电极总成，其中所述第二电极总成靠近所述第一电极总成设置且在结构或材料上不同于所述第一电极总成。举例来说，加速器柱的第一电极总成可包括大体如针对电极100所述而构造的多个电极，电极100包括嵌件102、框架104、及外侧部分106。在特定变型中，第一电极总成中的所述多个电极可具有相同的离子束开孔大小，而在其他变型中，第一电极总成的所述多个电极可在不同的电极之间界定变化的离子束开孔大小。在本发明的各种实施例中，第二电极总成可由导电材料构造为一体结构，其中第二电极总成包括至少一个附加电极。第二电极总成可例如由具有已知结构的多个钛电极构造而成。由于一体结构，电极通常构成单个件，其中即使最初是由多于一个件形成，所述单个件通常也不会被拆解或不能被拆解。所述一体结构可进一步由单一材料形成。举例来说，已知的钛电极可仅由钛形成且通常可不会被拆解。通过提供具有两个不同电极总成的加速器柱，加速器柱可在所述加速器柱的目标部分中包括根据本发明实施例配置的电极，而在所述加速器柱的其他部分中包括具有已知结构的电极。此种双总成式配置可适用于帮助实现成本考虑因素、维护性、易组装性、同心性、或其他考虑因素。

[0034] 现在转到图6，其示出根据本发明其他实施例的加速器柱600的侧视图。在此实施例中，加速器柱600包括第一电极总成602及靠近第一电极总成602设置的第二电极总成604。在一些实施例中，加速器柱600可形成串列式加速器的一部分。在特定实施例中，加速器柱600可形成串列式加速器中的下游加速器柱，其中在电荷交换过程之后，离子束304如图所示从左侧进入。在各种实施例中，第一电极总成可包括具有与电极100相同的大体结构

的电极，同时如同在已知的加速器柱中，离子束开孔大小可在各电极之间变化以界定可变大小离子束开孔(被示出为离子束开孔606)。在此实例中，在第一电极总成602内，离子束开孔606的开孔大小可从左向右增大。可使用已知的电极(例如，在一些实例中为钛电极)来形成第二电极总成604。如图6所示，第二电极总成604中离子束开孔608的离子束开孔大小可为恒定的。

[0035] 在一些实施例中，具有类似配置但呈镜像的加速器柱可形成串列式加速器中的上游加速器柱。在附加实施例中，串列式加速器的上游加速器柱可具有与加速器柱600不同的配置。

[0036] 本发明实施例提供多个优点，包括无需对加速器柱进行重新设计便能够降低中等能量离子植入机及高能量离子植入机中的污染。另外，本发明实施例通过提供模块化电极设计而提供离子植入处理的灵活性，在所述模块化电极设计中，可在适当时选择性地仅替换中心部分(嵌件)。

[0037] 本发明在范围上不应受本文所述的具体实施例限制。而是，除本文所述的实施例以外，所属领域的普通技术人员依据前述说明及附图也将会明了本发明的其他各种实施例以及对本发明的修改形式。因此，这些其他实施例及修改形式旨在归属于本发明的范围。此外，虽然本文已针对特定目的而在特定环境中在特定实施方案的上下文中阐述了本发明，然而，所属领域的普通技术人员将认识到，效用性并非仅限于此，且可针对任何数目个目的在任何数目种环境中有益地实施本发明。因此，应鉴于本文所述的本发明的完整范围及精神来解释以上所述的权利要求。

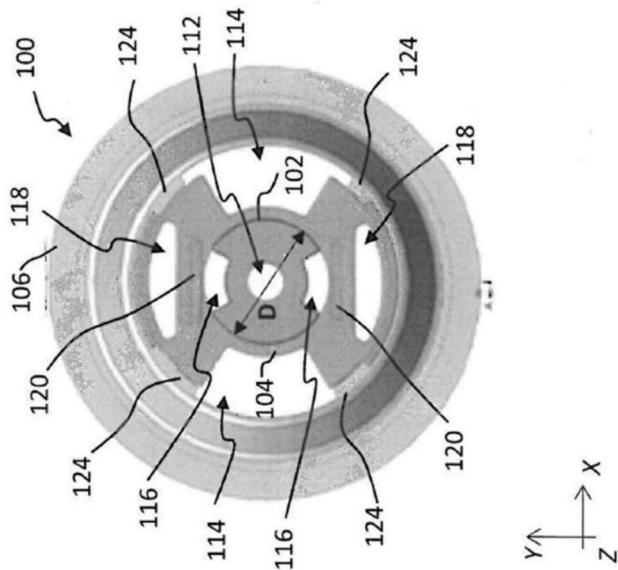


图1

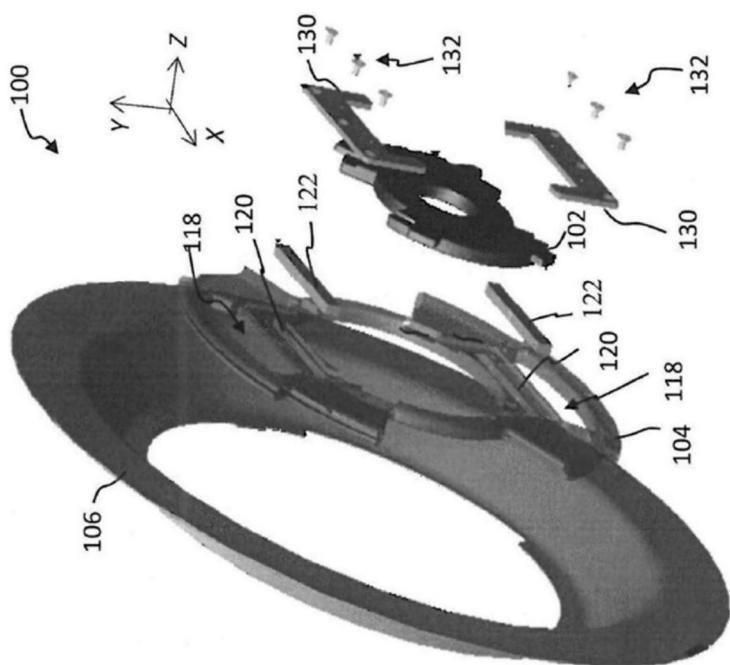


图2

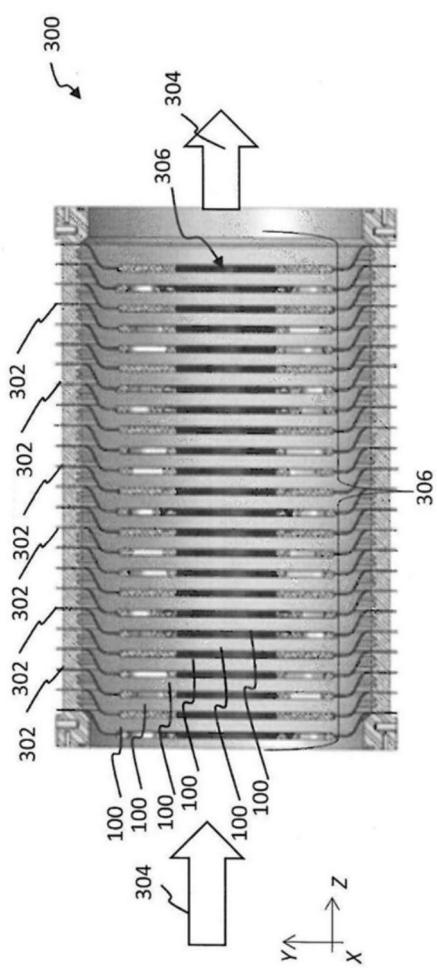


图3

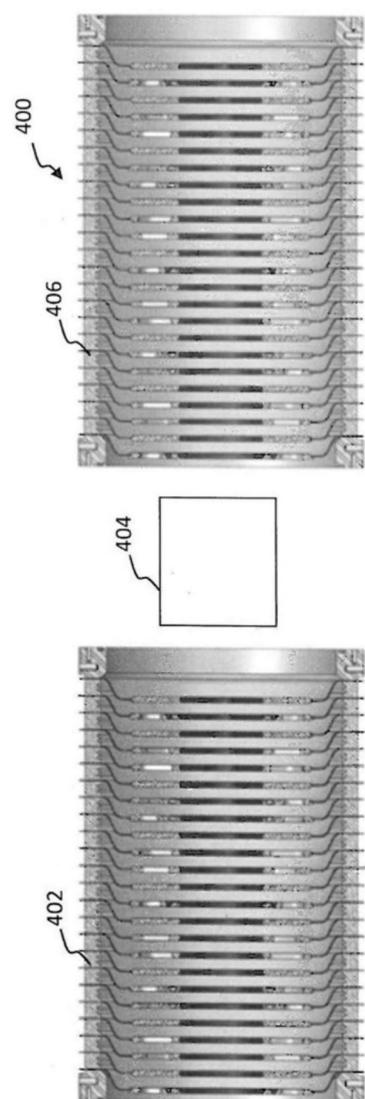


图4

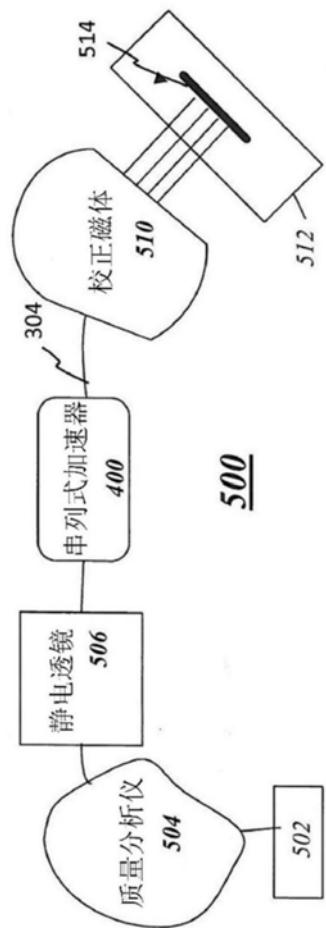


图5

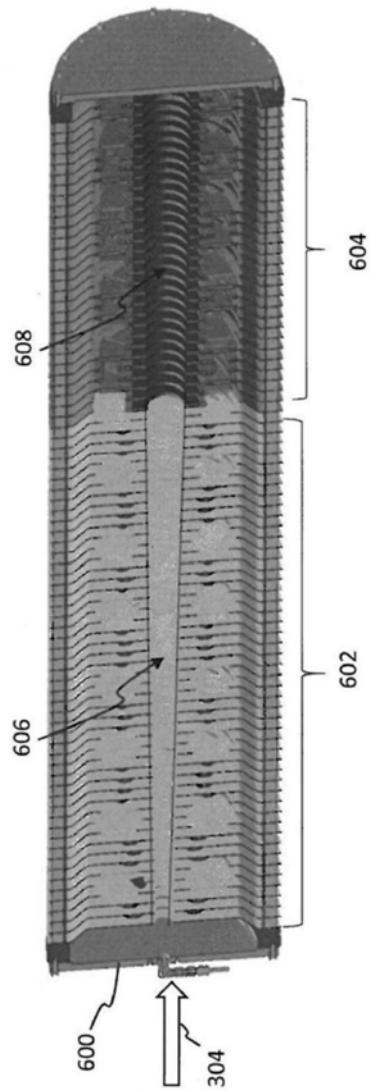


图6