



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102612731 B

(45) 授权公告日 2016. 03. 16

(21) 申请号 201080051134. 6

H01J 37/317(2006. 01)

(22) 申请日 2010. 11. 12

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

12/616, 662 2009. 11. 11 US

CN 1894763 A, 2007. 01. 10,

CN 1894763 A, 2007. 01. 10,

CN 1325131 A, 2001. 12. 05,

TW 200903596 A, 2009. 01. 16,

CN 1038036 A, 1989. 12. 20,

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 05. 11

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2010/002969 2010. 11. 12

审查员 刘军

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/059504 EN 2011. 05. 19

(73) 专利权人 艾克塞利斯科科技公司

地址 美国马萨诸塞州

(72) 发明人 阿西木·斯里瓦斯塔瓦

威廉·迪韦尔吉利奥

格伦·吉尔克里斯特

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 吴敬莲

(51) Int. Cl.

H01J 37/08(2006. 01)

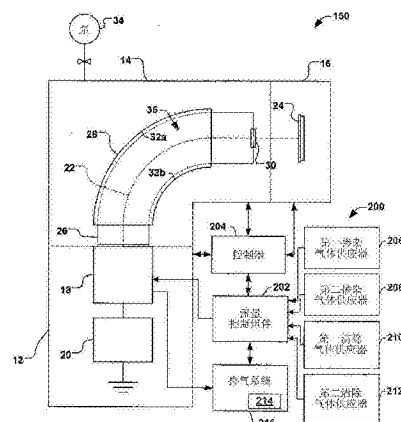
权利要求书2页 说明书8页 附图7页

(54) 发明名称

用于从离子源部件清除残余物的方法和设备

(57) 摘要

在此所公开的技术有助于从分子束部件清除残余物。例如,在示例性方法中,沿着束路径提供分子束,使得残余物产生在分子束部件上。为了减少残余物,分子束部件被暴露到氢氟碳化物等离子。根据是否符合第一预定条件来结束至氢氟碳化物等离子体的暴露,第一预定条件表示残余物的移除程度。其它方法和系统也同时被公开。



1. 一种用于从离子源部件移除残余物的方法,所述离子源部件用于提取离子束,所述方法使用与多个不同的掺杂气体供应器、多个不同的清洁气体供应器、以及等离子室流体连接的流量控制组件,所述方法包括以下步骤:

沿着束路径提取第一分子束并在所述离子源部件上同时产生第一残余物,其中通过使用包括第一分子物质的第一掺杂气体来产生所述第一分子束;

沿着所述束路径提取第二分子束并在所述离子源部件上同时产生第二残余物,其中通过使用包括第二分子物质的第二掺杂气体来产生所述第二分子束,并且其中所述第二残余物的构成成分不同于所述第一残余物的构成成分;和

选择性地产生第一清除等离子和第二清除等离子,以分别帮助从所述离子源部件移除所述第一残余物和所述第二残余物;

其中,第一清除等离子包括氟并且第二清除等离子包括氧基。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,用于产生所述第一清除等离子的气体包括碳氟化合物或氢氟碳化物中的至少一种。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,用于产生所述第一清除等离子的气体至少基本上没有 NF_3 。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述第一清除等离子和所述第二清除等离子分别产生第一余辉和第二余辉,所述第一余辉和所述第二余辉分别在所述第一清除等离子和所述第二清除等离子下游;和

所述第一余辉和所述第二余辉分别接触所述第一残余物和所述第二残余物以分别移除所述第一残余物和所述第二残余物。

5. 根据权利要求1所述的方法,还包括以下步骤:

根据是否符合第一预定条件来选择性地终止对所述第一清除等离子暴露,所述第一预定条件表示所述第一残余物的移除的程度。

6. 根据权利要求5所述的方法,其中,所述第一预定条件涉及:从暴露于所述第一清除等离子开始时间起算,预定时间是否已期满。

7. 根据权利要求5所述的方法,其中,所述第一预定条件涉及:使用二次离子源的光学光谱分析是否指示所述第一清除等离子是否已完全地从所述离子源部件移除所述第一残余物。

8. 根据权利要求5所述的方法,其中,所述第一预定条件涉及:残余气体质量分析是否指示所述第一清除等离子是否已完全地从所述离子源部件移除所述第一残余物。

9. 根据权利要求5所述的方法,其中,所述第一预定条件涉及:温度测量是否指示所述第一清除等离子是否已完全地从所述离子源部件移除所述第一残余物。

10. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述第一残余物包括硼基化合物。

11. 根据权利要求5至9中任一项所述的方法,还包括以下步骤:

根据是否符合第二预定条件来选择性地终止对所述第二清除等离子暴露。

12. 根据权利要求11所述的方法,其中,所述第二残余物包括碳基化合物。

13. 根据权利要求11所述的方法,其中,所述第二预定条件涉及:从暴露于所述第二清除等离子开始时间起算,预定时间是否已期满。

14. 根据权利要求11所述的方法,其中,所述第二预定条件涉及:使用二次等离子源的

光学光谱分析是否指示所述第二清除等离子是否已完全地从所述离子源部件移除所述第二残余物。

15. 根据权利要求 11 所述的方法,其中,所述第二预定条件涉及:残余气体质量分析是否指示所述第二清除等离子是否已完全地从所述离子源部件移除所述第二残余物。

16. 根据权利要求 4 所述的方法,其中,所述第一余辉包括与所述第一残余物接触以移除所述第一残余物的氟原子。

17. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,用于产生所述第一清除等离子体的第一清除气体包括氟,并且所述第一清除气体至少基本上没有 NF_3 。

18. 根据权利要求 17 所述的方法,其中,所述第一分子物质包括硼。

19. 根据权利要求 17 所述的方法,其中,用于产生所述第二清除等离子体的第二清除气体包括氧。

20. 根据权利要求 19 所述的方法,其中,所述第二分子物质包括碳。

21. 一种用于帮助从束部件移除残余物的反应气体传送系统,包括:

流量控制组件,所述流量控制组件与多个不同的掺杂气体供应器、多个不同的清除气体供应器和至少一个等离子室流体连接;和

控制器,所述控制器适于指示所述流量控制组件选择性地将所述气体从所述不同的掺杂气体供应器传送到所述至少一个等离子室中的一个或多个,以帮助沿着束线来提取具有不同的相应物质的分子束;以及

所述控制器还适于选择性地传送来自所述不同的清除气体供应器的的气体,以在所述至少一个等离子室中的一个或多个中产生不同类型的等离子放电,其中所述不同类型的等离子放电适于减少在具有不同物质的所述分子束沿着所述束线被提取时所形成的不同类型的残余物的产生,其中第一等离子放电包括氟并且第二等离子放电包括氧基。

22. 一种离子注入系统,包括:

离子源,所述离子源包括相邻于第二等离子室的第一等离子室;

气体供应管路,所述气体供应管路适于选择性地朝向所述第一等离子室供应多个清除气体中的一个;其中所述气体供应管路包括横向连接在第一传导导管和第二传导导管之间的介电导管;

等离子产生部件,所述等离子产生部件适于在所述介电导管的内表面所限定的腔室内产生等离子;和

根据权利要求 21 所述的反应气体传送系统。

23. 根据权利要求 22 所述的离子注入系统,其中,所述等离子被产生,使得所述等离子体的余辉移动或扩散到所述第一等离子室或所述第二等离子室中的至少一个以移除产生在所述离子源中的残余物。

24. 根据权利要求 22 所述的离子注入系统,其中,所述介电导管包含蓝宝石。

25. 根据权利要求 22 所述的离子注入系统,其中所述等离子产生部件包括:

缠绕所述介电导管的射频线圈;和

用于驱动所述射频线圈的射频电源。

26. 根据权利要求 22 所述的离子注入系统,其中,所述等离子产生部件包括微波源。

用于从离子源部件清除残余物的方法和设备

技术领域

[0001] 本发明总体涉及离子注入系统,且更具体地,涉及用于减少这类离子注入系统中产生的残余物的改进系统和方法。

背景技术

[0002] 在半导体装置和其它产品的制造中,离子注入系统用在将掺杂元素注入到工件中(例如,半导体晶片、显示面板、玻璃基板)中。这些离子注入系统典型地被称为“离子注入机”。

[0003] 离子剂量和离子能量为通常用在描述离子注入机所执行的离子注入的特征的两个变量。离子剂量与注入到工件区域中的离子数量有关,且通常被表示为工件材料的每单位面积中的掺杂物原子的数量(例如, 10^{18} 硼原子/cm²)。离子能量与离子被注入到工件表面下方的深度有关。例如,用在半导体装置中的倒掺杂井而形成相深的接面典型地需要高达几百万电子伏特(MeV)的离子能量,而形成相对浅的接面需要低在1千电子伏特(1keV)的能量。

[0004] 历史上,许多离子注入已使用小分子或通常所说的“单原子物质”来执行。然而,近几年,例如,产量上的实质改进已通过使用诸如分子硼(例如,十硼烷(B₁₀H₁₄)、十八硼烷(B₁₈H₂₂))或分子碳(例如,C₇H₇、C₁₆H₁₄)的大分子来显示。由产量的观点来看,使用大分子提供显著优势,因为大分子允许每个晶片在较短时间中(相对于由单原子物质所产生的束)接收给定剂量。

[0005] 然而,使用这些大分子的一个潜在缺点在于大分子在电离后趋向于离解。所述离解使得至少一些离解分子“粘”在离子注入机(例如,离子源)中部,从而引发残余物产生。一段时间后(例如,10-20小时),残余物可能会妨碍离子源的操作并降低束电流。

[0006] 现有的离子注入机试图通过纯物理手段或使用NF₃气体来产生等离子以移除残余物。然而,前面这两种方法都具有显著缺点。举例来说,诸如喷砂的纯物理手段典型地需要从离子注入设备移除残余物涂布的部件以清除部件,从而导致机器停工并潜在地损失制造设备的产量。因为NF₃需要特别处理,因此使用基于NF₃的等离子是昂贵的。此外,虽然费钱,但NF₃仍是无法移除一些类型的残余物(例如,由于使用碳的等离子源所引起的石墨残余物),且在许多方面对环境并不利。

[0007] 因此,现存有对清除离子源残余物的方法的需求,用以满足离子注入工业的需求。

[0008] 发明中容

[0009] 下文呈现本发明的简化说明,以提供对本发明的一些方面的基本了解。本发明内容不是本发明的广泛的概要,且不是要识别本发明的主要或关键要素,也不描述本发明的保护范围。相反,发明内容的目的是以简化形式呈现本发明的一些概念做为稍后所呈现的更详细说明的前言。

[0010] 在此所公开的一些技术有助于从分子束部件清除残余物。例如,在示例性方法中,沿着束路径提供分子束,使得残余物产生在分子束部件上。为了减少残余物,分子束部件被

暴露到含氟等离子。在一些方法中,不同类型的等离子可被选择性地产生以清除分子束部件上的不同类型的残余物。

[0011] 在示例性系统中,反应气体传送系统包括供应各种类型的气体到一个或多个等离子室的流量控制器。流量控制器选择性地传送一些气体,例如,硼化合物和碳化合物,以产生接着用于获得对一个或多个工件的离子注入的等离子放电。硼化合物和/或碳化合物可以引起不同类型的残余物产生在系统中。因此,流量控制器也可选择性地传送不同类型的清除气体到一个或多个等离子室,以产生不同的等离子放电以将不同类型的残余物从系统中选择性地移除。

[0012] 下列说明和附图详细提出本发明某些图示观点和补充。这些指示可采用本发明的原理的各种方法中的一些。

附图说明

[0013] 图 1 是离子注入系统的实施例;

[0014] 图 2 是根据一些实施例的包括反应气体传送系统的离子注入系统的实施例;

[0015] 图 3 是根据实施例的用于限制或清除来自离子注入机部件的残余物的产生的一种方法的流程图;

[0016] 图 4 是根据实施例的用于限制或清除来自离子注入机部件的残余物的产生的另一种方法的流程图;

[0017] 图 5 是根据一个实施例的用于产生分子束的示例性离子源的等距立体图;

[0018] 图 6 是根据一个实施例的用于产生分子束的示例性离子源的剖面立体图;以及

[0019] 图 7 显示在接近易受残余物产生影响的离子源部件处产生清除等离子的机构。

具体实施方式

[0020] 本发明总体涉及可应用于离子注入系统的残余物移除技术。更具体地,本发明的系统和方法提供有效方法来降低由大分子物质所产生的残余物,所述大分子物质例如为:碳硼烷;十硼烷;十八硼烷;二十硼烷;诸如 C_7H_7 和 $C_{10}H_{14}$ 的烃,以及用于制造诸如三氟化硼、磷化氢和砷化三氢的小分子离子注入物质(例如, BF_2 和单原子物质)的标准电离气体。要了解到前述离子注入物质列表只是提供用于说明目的,不应被视为表示可用以产生离子注入物质的完整离子气体列表。因此,本发明的多个方面现在将参考附图来说明,其中从头到尾使用相同的附图标记表示相同的元件。

[0021] 图 1 显示具有端子 12、束线组件 14 和终端站 16 的离子注入系统 10。一般而言,在端子 12 中的离子源 18 连接到电源系统 20,以使用小分子(例如, BF_2 和单原子物质)或大分子来电离掺杂气体并形成离子束 22。束 22 在撞击位于终端站 16 中的工件 24(例如,半导体晶片或显示面板)之前,先通过束线组件 14。

[0022] 为了将束 22 从端子 12 操纵到工件 24,束线组件 14 具有束导向件 26 和质量分析器 28。偶极磁场在操作期间产生在质量分析器 28 中。具有不适当电荷与质量比的离子碰撞侧壁 32a、32b;从而只让具有适当的电荷与质量比的离子离开,通过解析孔 30 并进入工件 24。束线组件 14 还可以包括在离子源 18 和终端站 16 之间延伸的各种束形成和成形结构,所述束形成和成形结构保持离子束 22 并限制细长的内腔室或通道 36,束 22 通过所述内

腔室或通道被输送到终端站 16 中所支撑的工件 24。真空泵 34 典型地保持离子束输送通道 36 在真空状态下,以降低离子通过与空气分子的碰撞而从束路径偏转的可能性。

[0023] 注入机 10 可采用不同类型的终端站 16。例如,“成批”型终端站可同时支撑多个工件 24 在旋转支撑结构上,其中工件 24 旋转通过离子束的路径,直到所有工件 24 全部被注入为止。另一方面,“系列”型终端站沿着束路径支撑用于注入的单个工件 24,其中多个工件 24 以系列方式一次注入一个,且在开始注入下一个工件 24 前,每个工件 24 已完全被注入。

[0024] 没有干扰,各种污染物(例如,硼、碳或来自离子源 18 的其它掺杂材料)可在相邻于束 22 的各种离子注入机部件上沉积并形成一种或更多种类型的残余物。例如,当束 22 中存有硼物质时,硼基残余物可产生在离子源中;而当束 22 中存有碳物质时,碳基残余物可类似地产生。其它类型的残余物也可产生根据实施的注入类型而产生。本发明涉及用于移除或以另外方式限制这类残余物的技术。

[0025] 图 2 显示离子注入系统 150 的实例,所述离子注入系统趋向于限制残余物产生,从而帮助确保系统长时间的可靠操作。除了前述部件外,图 2 的离子注入系统 150 还包括反应气体传送系统 200。反应气体传送系统 200 包括流量控制组件 202,其典型地包括机械部件和/或机电部件(例如,阀、泵和流管)以在控制器 204 的引导下传送各种气体到离子注入系统 150。具体地,各种气体可选择性地被传送以产生不同的等离子放电,所述等离子放电始于在移除在离子系统部件上可以产生的不同类型残余物。在一些实施例中,不是实际上清除残余物的等离子,而是等离子体的余辉可实际地清除残余物。如本领域的技术人员所理解地,术语“等离子”被使用在有源产生区域,其中 RF 或微波实际上撞击并产生等离子(由离子、电子、亚稳态、中性物等构成),而余辉是下游区域,其中物质不再产生但因扩散而被用力推进并有效地利用。

[0026] 在所示实施例中,显示了流量控制组件 202 连接到第一和第二掺杂气体供应器(206, 208)以及第一和第二清除气体供应器(210, 212)。通常,气体供应器 206-212 储存在气体罐中,虽然所需气体也可在现场通过实施适当化学反应和/或电离来产生。应理解,虽然所示实施例只描述第一和第二掺杂气体供应器(206, 208)以及第一和第二清除气体供应器(210, 212),但是可以包括任意数量的这类气体供应器来执行所需的注入和清除功能。

[0027] 在操作期间,控制器 204 指示流量控制组件 202 将掺杂气体从掺杂气体供应器 206、208 供应到离子源 18 中处于真空状态的等离子室(未显示)。电源系统 20 接着被提供能量以电离等离子室中的掺杂气体分子,从而根据根据等离子室中所存在的掺杂气体来产生不同类型的等离子。例如,在一个实施例中,第一掺杂气体供应器 206 包括分子硼(例如,十硼烷($B_{10}H_{14}$)、十八硼烷($B_{18}H_{22}$)),且第二掺杂气体供应器 208 包括分子碳(例如, C_7H_7 、 $C_{16}H_{14}$)。在第一工件(或一批或多批的工件)注入期间,分子硼可被供应到等离子室以产生第一等离子,所述第一等离子可被提取以形成适合在(一个或多个)工件上形成 n 型区域的第一类离子束 22。当另一个工件(或另一批工件)接着被注入时,分子碳可被供应到等离子室以产生第二等离子,所述第二等离子可被提取以形成适合在半导体装置中形成压应变区域的第二类离子束 22。

[0028] 因为第一类和第二类离子束包括不同分子物质,因此第一和第二离子束可在系统中形成不同类型残余物。除非取得适当测量值,否则这些不同类型残余物可产生以推动束

电流至所需水平之下。根据残余物是否存在（和 / 或根据清除程序之间的预定时间是否已经到达），控制器 204 可开始清除过程以降低任何这类残余物。

[0029] 如果诸如硼基残余物的第一类残余物存在（和 / 或如果距离之前的清除操作已消逝预定时间），则控制器 204 指示流量控制组件 202 抽空等离子室至真空，并接着将来自第一清除气体供应器 210 的第一清除气体供应到只为了清除目的而使用的第二等离子源。例如，在一些实施例中，第一清除气体包括碳氟化合物（具有分子式 C_aF_b ，其中 a 和 b 为整数）和 / 或氢氟碳化物（具有分子式 $C_xF_yH_z$ ，其中 x、y 和 z 为整数）。当第一清除气体被电离且由此产生等离子时，等离子体的自由基活性氟原子（free reactive fluorine atom）可移除第一类残余物（例如，硼基残余物）。在一些实施例中，第一清除气体如果不是完全地则可以基本上不含 NF_3 气体；从而减轻对特殊气体处理技术的需求以降低成本，并在一些方面趋向于使本发明技术相较于基于 NF_3 的清除技术而更具环境友善性。

[0030] 相反地，如果诸如碳基残余物的第二类残余物存在（和 / 或如果距离之前的清除操作已消逝预定时间），则控制器 204 也可指示流量控制组件 202 抽空等离子室至真空，并接着将来自第二清除气体供应器 212 的第二清除气体供应到第二等离子源。第二清除气体可包括氧，从而产生包括原子氧以移除来自离子源部件的第二类残余物（例如，碳基残余物）的等离子。像第一清除气体一样，则第二清除气体如果不是完全地则可以基本上不含 NF_3 气体。

[0031] 通过不同类型等离子放电之间的改变来选择性地清除不同类型残余物，本发明有助于离子注入系统的可靠操作。上面虽已讨论有关只有第一和第二清除等离子放电分别清除第一和第二类残余物，但该原理可延伸到分别操作任意数量的清除等离子放电来清除任意数量的类型的残余物。

[0032] 为了帮助确定是否已从离子源部件完全地清除一种或多种残余物，系统可采用不同的残余物检测系统。例如，图 2 说明位于与离子源 18 中的等离子室流体连通的排气系统 216 中的残余物检测传感器 214。虽然图 2 说明残余物检测传感器 214 存在于排气系统 216 中的实施例，但在其它实施例中，残余物检测传感器可位于其它区域中。例如，残余物检测传感器 214 也可位于例如在束线组件 14 中的离子源的下游。

[0033] 在实施例中，残余物检测传感器 214 能够进行光学光谱分析，其使用排气系统 216 中的二次等离子源（未显示）来进行。因此，在本实施例中，残余物检测传感器 214 分析来自离子源中的等离子室的废气以追踪残余物数量。当二次等离子源中的等离子被点燃时，残余物（如果存在）以表示残余物的预定的量子化能级发射光子 / 光。不同类型残余物所射出的光用作可以识别不同类型残余物的一种“指纹”，从而允许控制器 204 选择适当清除气体来移除检测到的特定类型残余物。可选地，在产生的残余物进行清理时，越来越少的残余物流入排气系统，一旦所有残余物被清除，光学指纹降低到低于特定预设阈值，所述预设阈值可让控制器 204 终止清除过程，从而提供所需清除期间的实时控制。

[0034] 在另一个实施例中，残余物检测传感器 214 能够进行残余物质量分析，所述残余物质量分析使用位于排气系统 216 中的二次等离子源和四极磁铁（未显示）。在残余气体分析（RGA）中，废气的分子构成再度被分析以追踪残余物数量，但这次分析根据分子构成的各个原子质量。因此，在本实施例中，检测到的质量用作可以识别不同类型残余物的一种“指纹”，从而使控制器 204 选择适当清除气体来移除检测到的特定类型残余物。

[0035] 在又一个实施例中,残余物检测传感器 214 可包括温度传感器。当残余物分子离解在存在的反应物质中时,化学反应典型地是放热的,其趋向于加热根据特征温度曲线而形成残余物在其上的表面,所述特征温度曲线可表示是否残余物正被移除。一旦典型地安装到离子源部件的温度传感器显示温度不再进一步上升,残余物和反应清除等离子之间的放热化学反应完成,且温度传感器的数据可被使用以停止清除过程。

[0036] 既然已讨论过一些离子注入系统范例,参照图 3-4,显示了根据一些方面的方法 300、400。这些方法虽以一系列动作或事件来显示并在下面说明,但是本发明并不受限于这类动作或事件所示顺序。例如,一些动作可以以不同顺序发生和 / 或与在此所示和 / 或所述之外的其它动作或事件同时发生。此外,不是所有显示的动作都需要,且在此所述动作中的一个或多个可在一个或多个独立动作或阶段中执行。

[0037] 图 3 显示方法 300,所述方法在选择所需的注入程序序时以步骤 302 开始。例如,所需的注入程序序可传送所需的 n 型掺杂分布、所需的 p 型掺杂分布或诸如碳注入物的一些其它类型的注入物。

[0038] 如果第一类注入程序序被选择,则方法继续进行到步骤 304,并以分子硼离子束注入一个或多个工件。该注入可以使第一类残余物产生在一个或多个离子束部件上。

[0039] 在步骤 306,其上具有第一类型残余物的分子束部件被暴露到第一余辉(或第一清除等离子),所述第一余辉包括用以协助移除残余物的反应性游离原子氟基。在一些实例中,使用包括碳氟化合物和 / 或氢氟碳化物气体的气体混合物可以产生第一清除等离子,其产生第一余辉。

[0040] 在步骤 308,根据第一预定条件是否满足而选择性地结束至第一余辉(或第一清除等离子)的暴露。第一预定条件表示残余物移除程度。例如,在一个实施例中,第一条件关于从暴露到第一余辉的开始时间进行测量时,是否预定时间已期满。在另一个实施例中,第一条件涉及虽不限制但优选地使用位于排气管路中的二次等离子源的光学光谱分析是否指示第一余辉是否已完全地从离子源部件移除残余物。在又一个实施例中,第一条件涉及残余气体质量分析是否指示第一余辉是否已完全地从离子源部件移除残余物。在又一个实施例中,第一条件涉及温度测量是否指示第一余辉是否已完全地从离子源部件移除残余物。注意,第一条件也可涉及未达到这些和其它实施例中的残余物的完全移除。

[0041] 在步骤 310,方法确定是否需要另外的注入。若需要,方法回到步骤 302 并选择另一个注入程序序在与前面注入相同或不同的工件上执行。

[0042] 假设在步骤 302 选择第二注入程序,则在步骤 312,以分子碳束来注入一个或多个工件。这在离子束部件上形成第二残余物。

[0043] 在步骤 314,离子束部件暴露到包括反应性游离原子氧基的第二余辉(或第二清除等离子),以帮助例如在分子碳注入期间形成的第二残余物的移除。

[0044] 在步骤 316,根据第二预定条件是否满足而选择性地结束对第二余辉(或第二清除等离子)的暴露,其中第二预定条件表示第二残余物的移除程度。例如,在一个实施例中,第二条件涉及从暴露到第二余辉的开始时间进行测量时,是否预定时间已期满。在另一个实施例中,第二条件关于使用第二等离子源的光学光谱分析是否指示第二余辉是否已完全地从离子源部件移除残余物。在又一个实施例中,第二条件涉及残余气体质量分析是否指示第二余辉是否已完全地从离子源部件移除残余物。在又一个实施例中,第二条件关于

温度测量是否指示第二余辉是否已完全地从离子源部件移除残余物。注意,第二条件也可涉及未达到这些和其它实施例中的残余物的完全移除。

[0045] 虽未明示在图 3 中,但是对另外不同类型的余辉或清除等离子体的其它暴露可被执行以进一步移除保留在离子源部件上的任何残余物。每个暴露可被量身定做以从离子源部件中移除不同类型残余物,从而降低残余物的产生而可以得到可靠注入操作。

[0046] 图 4 显示根据一些实施例的另一种方法 400。方法 400 在第一分子束被产生时开始步骤 402,其中第一分子束包括第一分子物质。为了说明目的,方法 400 中与第一分子物质为硼的执行有关的其余动作在下面说明,但其它分子物质也可被使用。

[0047] 在步骤 404,沿着束路径提供第一分子束,从而使第一残余物产生在分子束部件上。

[0048] 在步骤 406,分子束部件被暴露到第一清除等离子体以帮助移除第一残余物。在现在所述的示例性执行中,第一清除等离子体包括例如可由碳氟化合物或氢氟碳化物产生的氟离子和 / 或氟基。

[0049] 在步骤 408,对第一清除等离子体的暴露根据第一预定条件是否满足而被选择性地结束。例如,第一条件可关于时间、光学光谱分析、残余气体质量分析或温度分析。

[0050] 在步骤 410,第二分子束被产生,所述第二分子束包括第二分子物质。在现在所述实例中,第二分子物质为碳,其未非限制实例。

[0051] 在步骤 412,沿着束路径提供第二分子离子束,从而引起第二残余物产生在分子束部件上。

[0052] 在步骤 414,分子束部件被选择性地暴露到不同于第一清除等离子体的第二清除等离子体以帮助移除第二残余物。在现在所述实例中,第二清除等离子体包括氧,其是一个非限制实例。

[0053] 在步骤 416,对第二清除等离子体的暴露根据第二预定条件是否满足而被选择性地结束。例如,第二条件可关于时间、光学光谱分析、残余气体质量分析或温度分析。

[0054] 虽未明示在图 4 中,但其它类型离子束可被产生,从而产生其它类型残余物产物。此外,对其它不同类型等离子体的暴露可被实行以进一步移除形成在离子源部件上的任何残余物。在一些实施例中,每个暴露可被量身定做以从离子源部件中移除不同类型残余物,从而降低残余物产物而得到可靠操作。

[0055] 通常,只要可以维持束电流,图 4 所示方法就能够在一批(或多批)晶片已经被注入第一和 / 或第二物质后实施。在一些实施例中,可在预定维持安排(例如,一旦设定数量的晶片已被注入)下以系列方式运用第一和第二清除过程(用于第一物质和第二物质)。清除过程可交替执行几次以确保任何残余物都以所需方式被移除。

[0056] 图 5 到图 6 显示可根据一些实施例来使用的离子源 500 的实施例。应注意,基于说明目的来提供图 5 到图 6 所述离子源 500 只有一种类型的离子源,其易受残余物产生(例如,在孔 520 上)影响且不表示包括离子源的所有方面、部件和特征。相反地,显示了示例性离子源 500,以帮助进一步了解可结合一些实施例来使用的一种类型的离子源。

[0057] 离子源 500 包括相邻于第二等离子室 516 的第一等离子室 502。第一等离子室 502 包括气体源供应管路 506 并构造有助于从第一源气体中产生等离子体的等离子产生部件 504。气体供应管路选择性地携带掺杂气体(例如,来自图 2 的第一和 / 或第二掺杂气体供

应器 206、208)。来自二次清除等离子源(例如,其使用由图 2 的第一和 / 或第二清除气体供应器 210、212 所供应的气体)的等离子通过气体 / 余辉管路 518 被运送到第一等离子室 502。

[0058] 等离子产生部件 504 可包括如图 6 所示的阴极 508/ 阳极 510 的组合。可选地,等离子产生部件 504 可包括 RF 感应线圈天线,其具有直接安装在气体限制室中以传送电离能量到气体电离区域中的射频传导部分来支持。

[0059] 第一或电子源等离子室 502 限定孔 512,所述孔形成通道以进入到离子注入系统的高真空区域,即,其中压力远低于在第一等离子室 502 中的源气体的压力的区域。

[0060] 电子源等离子室 502 还限定孔 514,所述孔形成用于从电子源等离子室 502 提取电子的提取孔。在优选实施例中,提取孔 514 以如图 6 所示地具有在其中形成孔 514 的可更换阳极元件 510 形式来提供。如此,本领域的技术人员会理解到电子源等离子室 502 可被构造成具有正偏压电极 519(相对于阴极 508),正偏压电极 519 用于在通常所说的无反射模式下从等离子吸引电子。可选地,相对于阴极 508,电极 519 可被负偏压而以通常所说的反射模式使电子被驱回电子源等离子室 502 中。会了解到该反射模式结构需要等离子室墙壁的适当偏压和电极 519 的电子绝缘与独立偏压。

[0061] 如前所述地,离子源 500 也包括第二或离子源室 516。第二离子源等离子室 516 包括用于将源气体引进离子源等离子室 516 中的第二气体源供应管路 518,并且进一步被构造用于接收来自电子源等离子室 502 的电子,从而通过电子和第二源气体之间的碰撞而在其中产生等离子。第二气体供应源管路 518 可将掺杂气体(例如,来自图 2 的第一和 / 或第二掺杂气体供应器 206、208)和 / 或来自二次清除等离子源(例如,其使用来自图 2 的第一和 / 或第二清除气体供应器 210、212 的气体)的清除等离子选择性地运送到第二等离子室 516。

[0062] 第二或离子源等离子室 516 限定与第一等离子室 502 的提取孔 514 对准的孔 517,孔 514 与孔 517 之间形成通道以允许从第一等离子室 502 提取的电子流入第二等离子室 516 中。优选地,离子源等离子室 516 被构造成具有正偏压电极 519,所述正偏压电极用于以通常所说的无反射模式来吸引注入离子源等离子室 516 中的电子,从而在电子和气体分子之间产生所需碰撞以产生电离等离子。可选地,电极 519 可被负偏压而以通常所说的反射模式使电子被驱回离子源等离子室 516 中。

[0063] 提取孔 520 被构造在第二等离子室 516 中以提取离子以形成用于注入的离子束。

[0064] 在一个实施例中,相对于第一等离子室 502,第二等离子室 516 利用外部偏压电源 515(图 6)被正偏压。因此,电子被从电子源等离子室 502 提取并注入到离子源等离子室 516 中,其中在第一等离子室 502 所提供的电子和通过第二气体源供应管路 518 供应到第二等离子室 516 的供应气体之间的第二等离子室 516 中引起碰撞以产生等离子。

[0065] 应注意,第一等离子室 502 和第二等离子室 516 可具有三个开口边界:气体入口(例如,第一气体供应入口 522 和第二气体供应入口 524)、至高真空区域的开口(例如,抽取孔 512 和提取孔 520)、和分别在第一和第二等离子室 502 和 504 之间形成共用通道的共用边界孔 514 和 517。

[0066] 等离子室 502、516 也共享由附图标记 530 表示的 Axcelis 源磁铁所提供的沿着提取孔定向的磁场。众所周知的是电离过程(在该情况中,电子产生过程)通过感应等离子产

生室中的垂直磁场而变得更有效率。因此,在一个实施例中,电磁构件 530 优选地沿着第一和第二等离子室 502 和 516 之间的共享边界的轴线分别被定位在第一和第二等离子室 502 和 516 外部。这些电磁构件 530 感应诱捕电子的磁场以提高电离过程的效率。

[0067] 图 7 显示清除等离子实际上产生于定位在气体供应源管路 518 中的第二等离子源 702 中的一个实施例。在本实施例中,反应气体(例如,从图 2 的气体清除供应器 210、212 供应)被运送一段气体供应源管路 518(例如,约两米)。在本实施例中,气体供应源管路 518 包括分别横向连接在第一和第二传导导管 706、708 之间的介电导管 704。第一传导导管 706 可被称为气体供应管路,而第二传导导管 708 可被称为余辉供应管路。在一些实施例中,介电导管 704 可包括蓝宝石(提供氟相容性),且传导导管 706、708 可包括金属。感应线圈 710 也被缠绕在非常接近孔 524 的气体供应源管路 518 周围。当通过匹配网络 714 连接到感应线圈 710 的 RF 电源 712 被启动时,高度浓缩的等离子产生在气体供应源管路 518 中的区域 716 中。因此,等离子产生于非常接近反应物质被用于清除残余物所在的第一和/或第二室 502、516 处。尽管图 7 显示包括 RF 线圈 710 的实施例,但其它实施例可使用微波源或接近开口 524 的其它等离子产生部件。

[0068] 图 7 的结构在二次等离子源位于气体/余辉源供应管路 518 远端处的前述结构是有利的。当等离子被产生在气体/余辉源供应管路 518 的远端(例如,通常距离离子源约 2 米)时,在气体/余辉供应源管路 518 的壁部上的传导和表面复合损失引起等离子源中所产生的反应气体物质显著百分比的损失。因此,通过在气体供应源管路 518 中包括等离子产生部件,使图 7 的结构有助于确保更多反应气体分子有效地扩散到离子源并从而有助于有效清除来自离子源中的部件的残余物。结果,产生如此接近些源部件 516 和 502 的清除等离子不需要大的清除气体流或通过显著地降低 RF 功率的使用可提高效率。

[0069] 尽管本发明已图示并描述一个或多个实施例,但在不偏离所附权利要求的精神和范围的情况下可以对所示实例进行替代和/或修改。尤其关于上述部件或结构(块、单元、发动机、组件、装置、电路、系统等等)所执行的各种功能,除非另有所指,否则用以描述这类部件所使用的术语(包括对“手段”的参考)是指对应于执行所述部件(例如,其功能等效)的具体功能的任何部件或结构,即使不是结构上等效在执行本发明在此所示的示例性实施例中的功能的所示结构亦然。此外,虽然本发明的具体特征可能只关于多个实施例中的一个进行说明,但是这类特征可与对于任何给定或特定的应用可能需要和有利的其它实施例的一个或多个其它特征相结合。此外,对在使用在详细说明和权利要求中任意一个中的术语“包含”、“包括”、“具有”、“有”、“带有”或其变体的范围,这类用语表示包括类似于术语“包括”的方式。

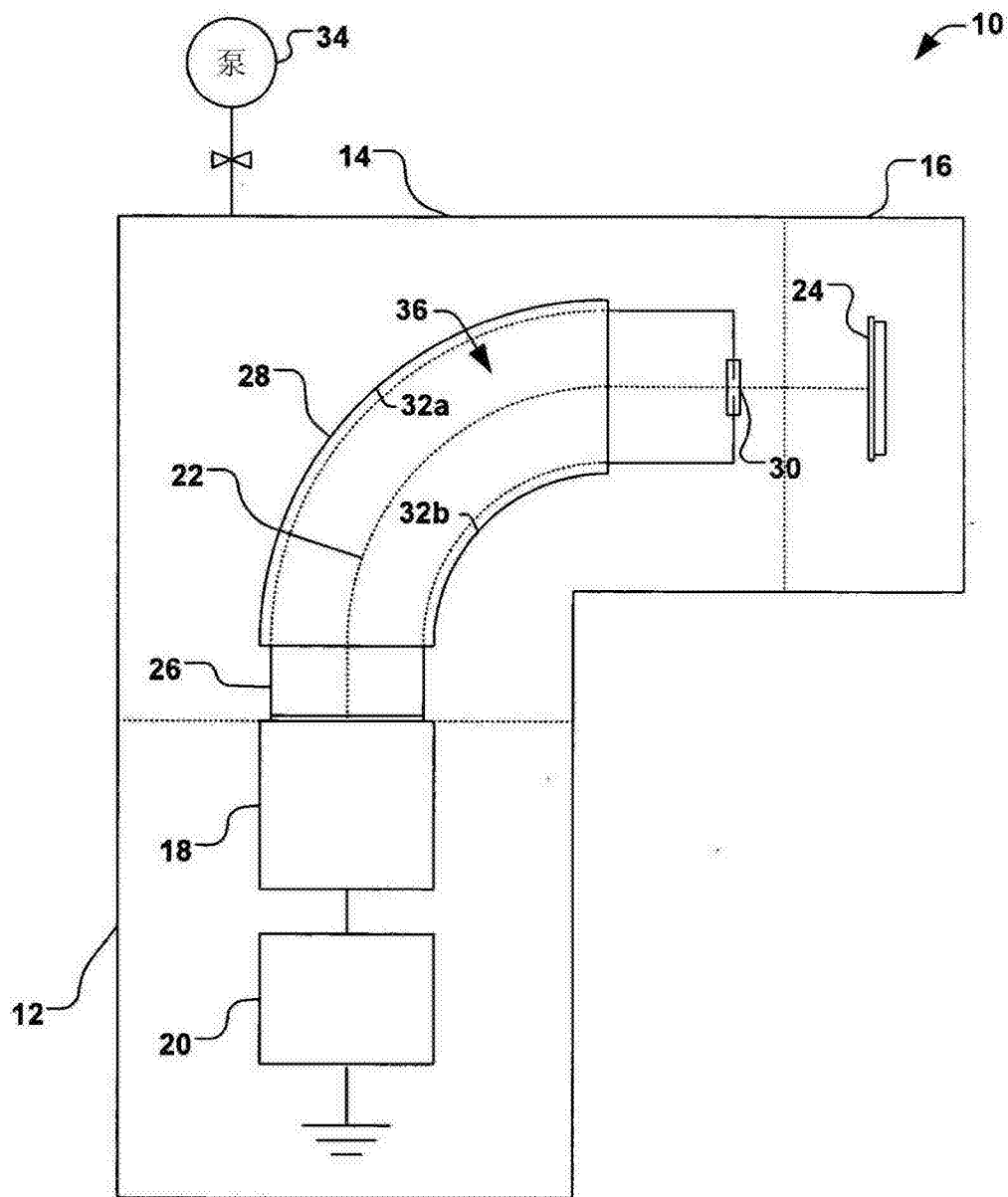


图 1

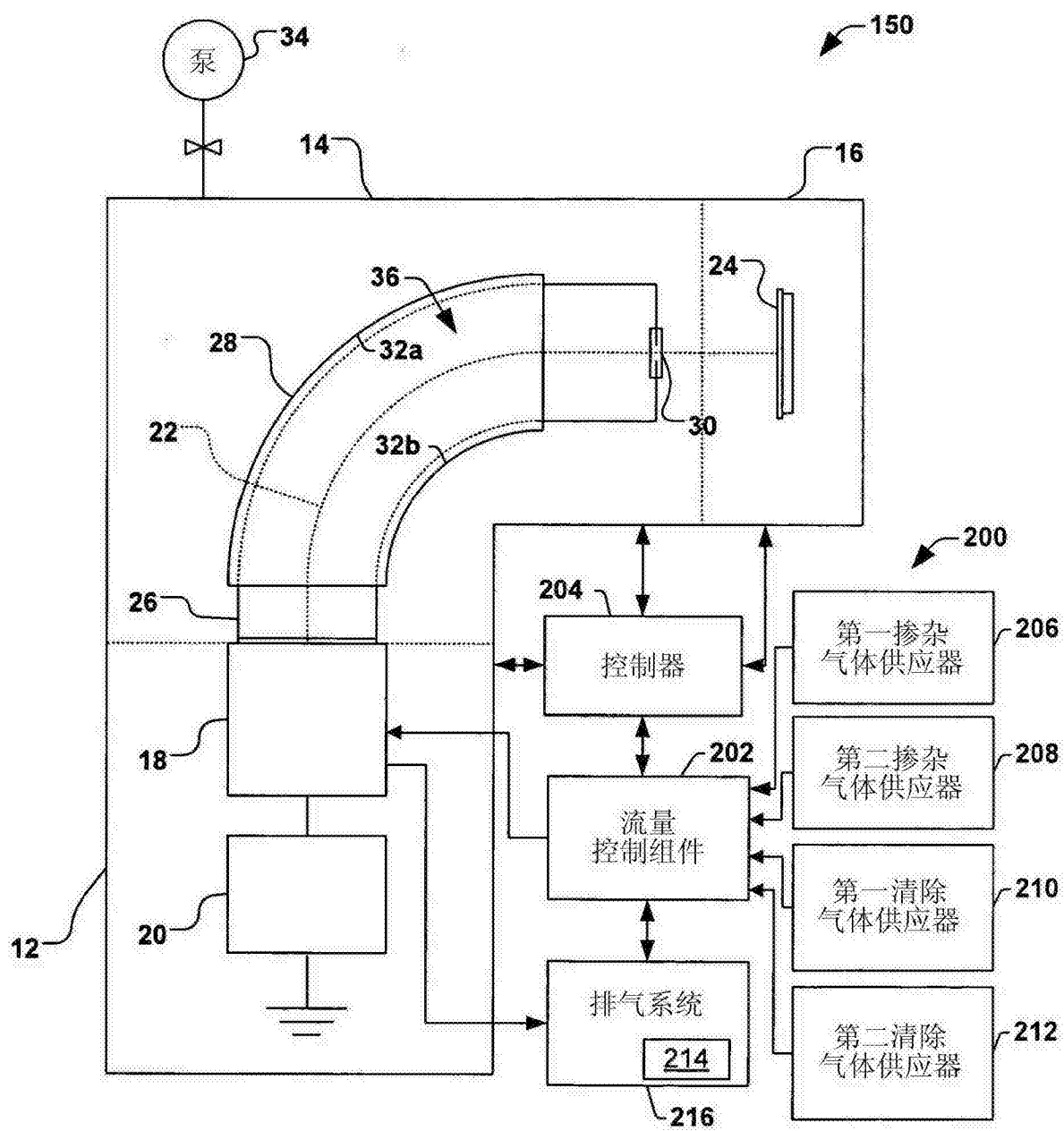


图 2

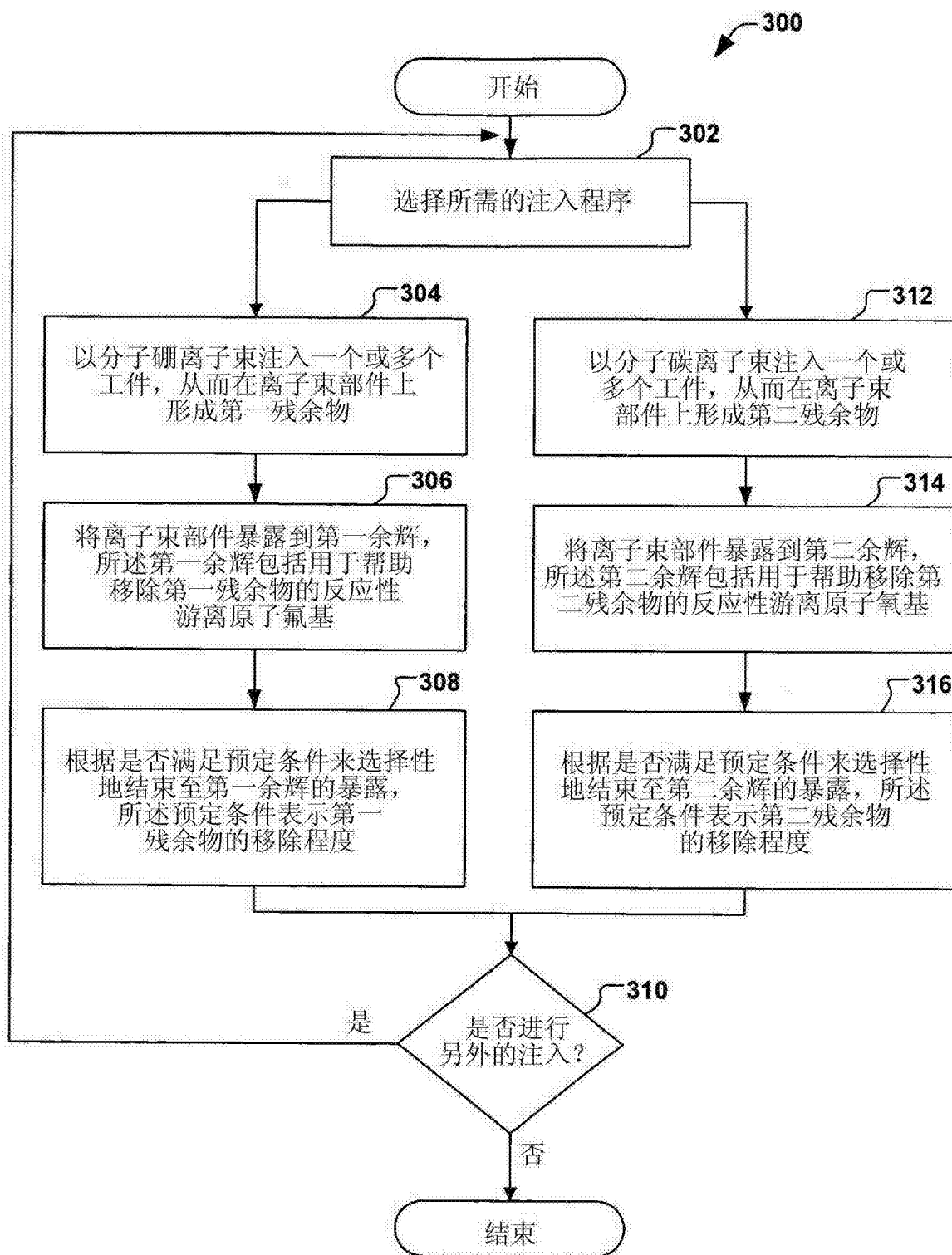


图 3

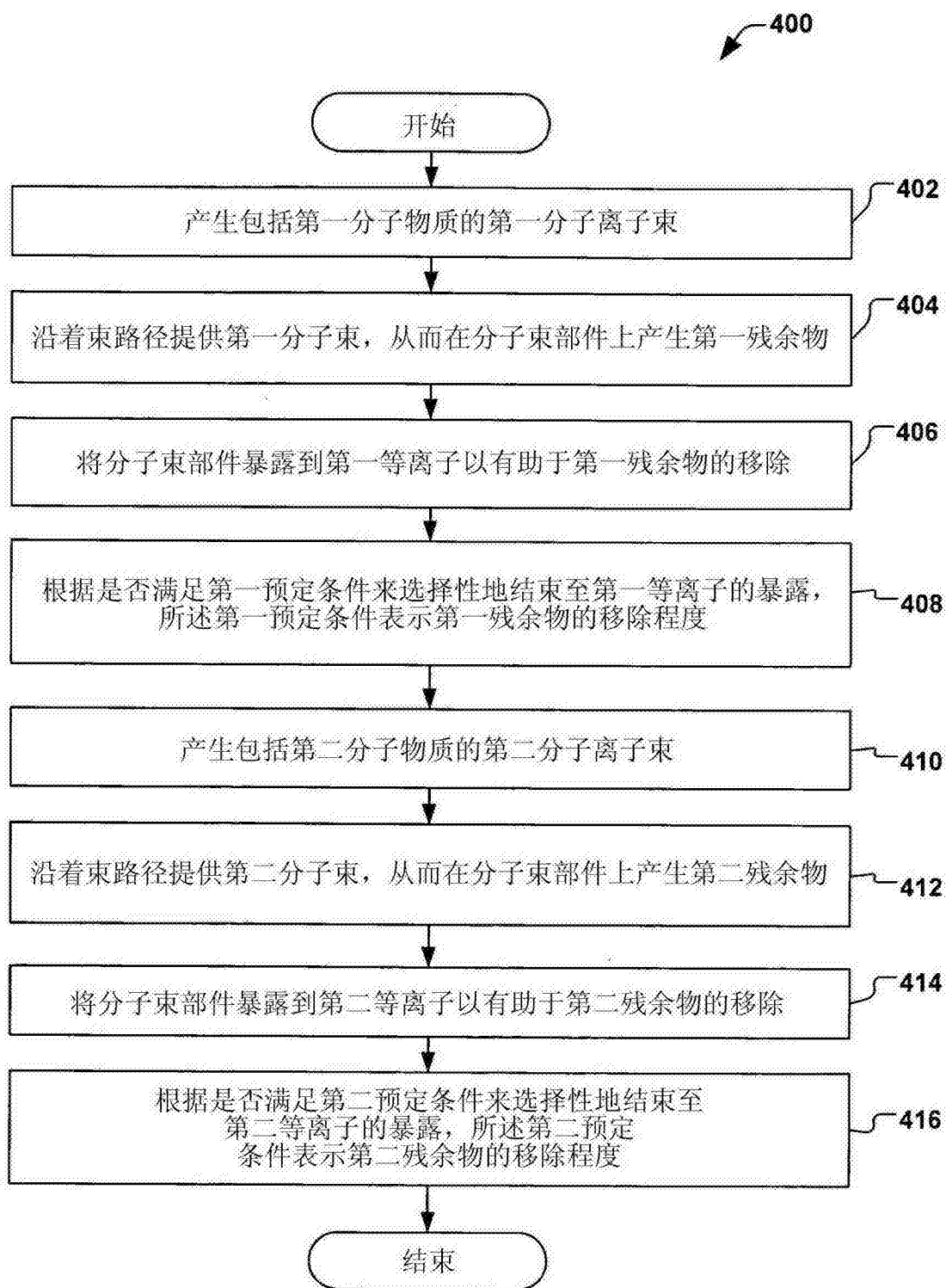


图 4

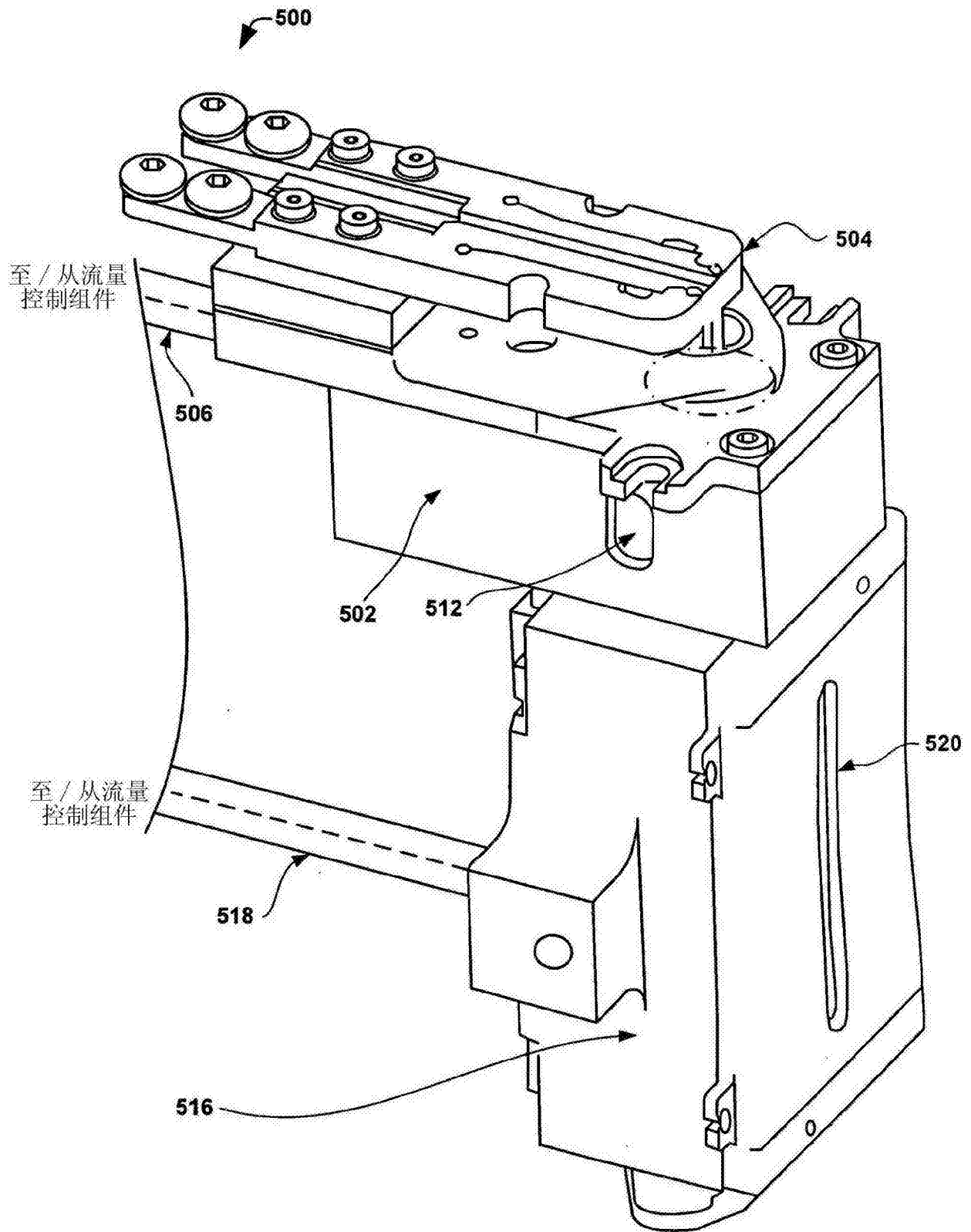


图 5

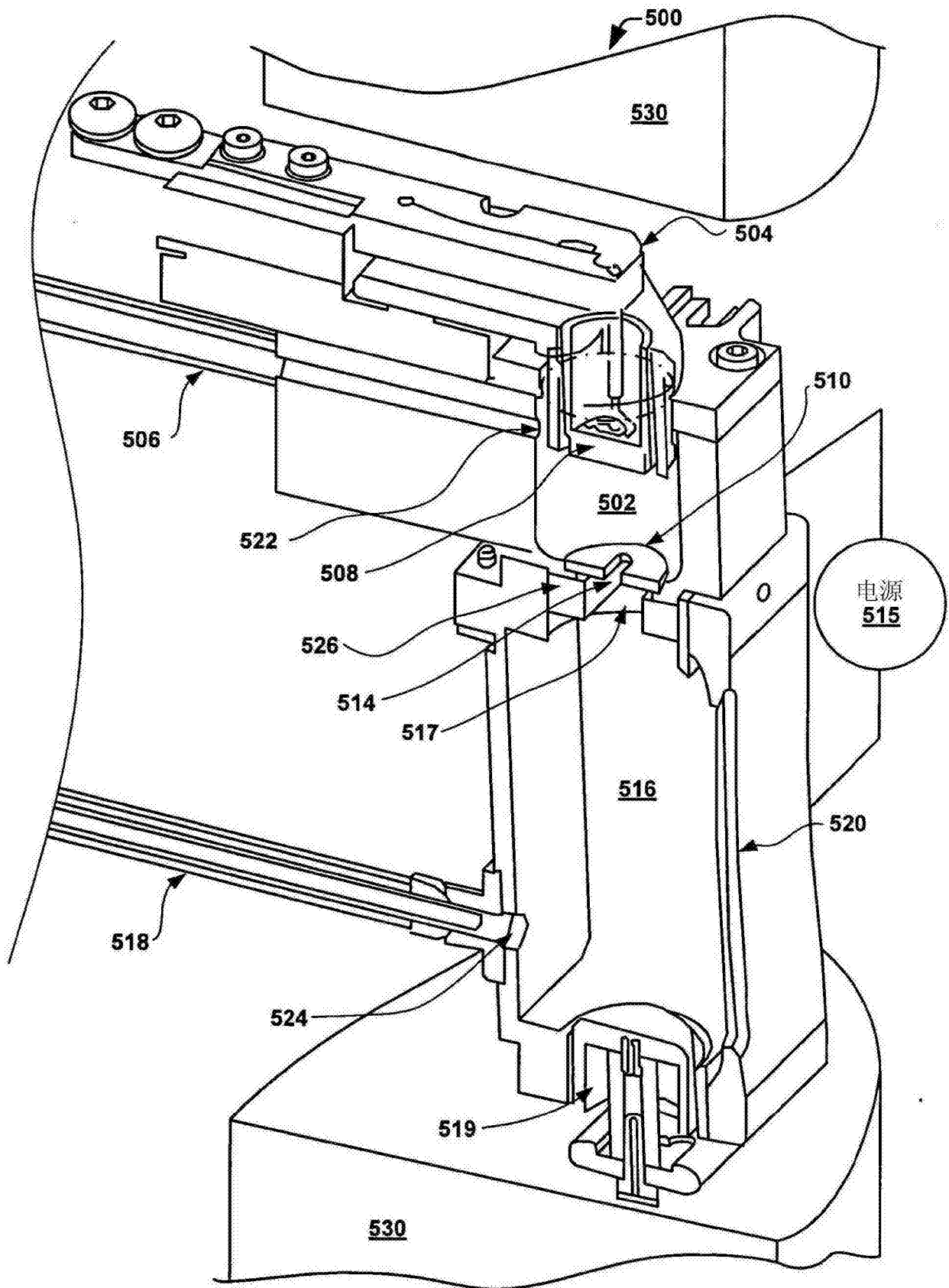


图 6

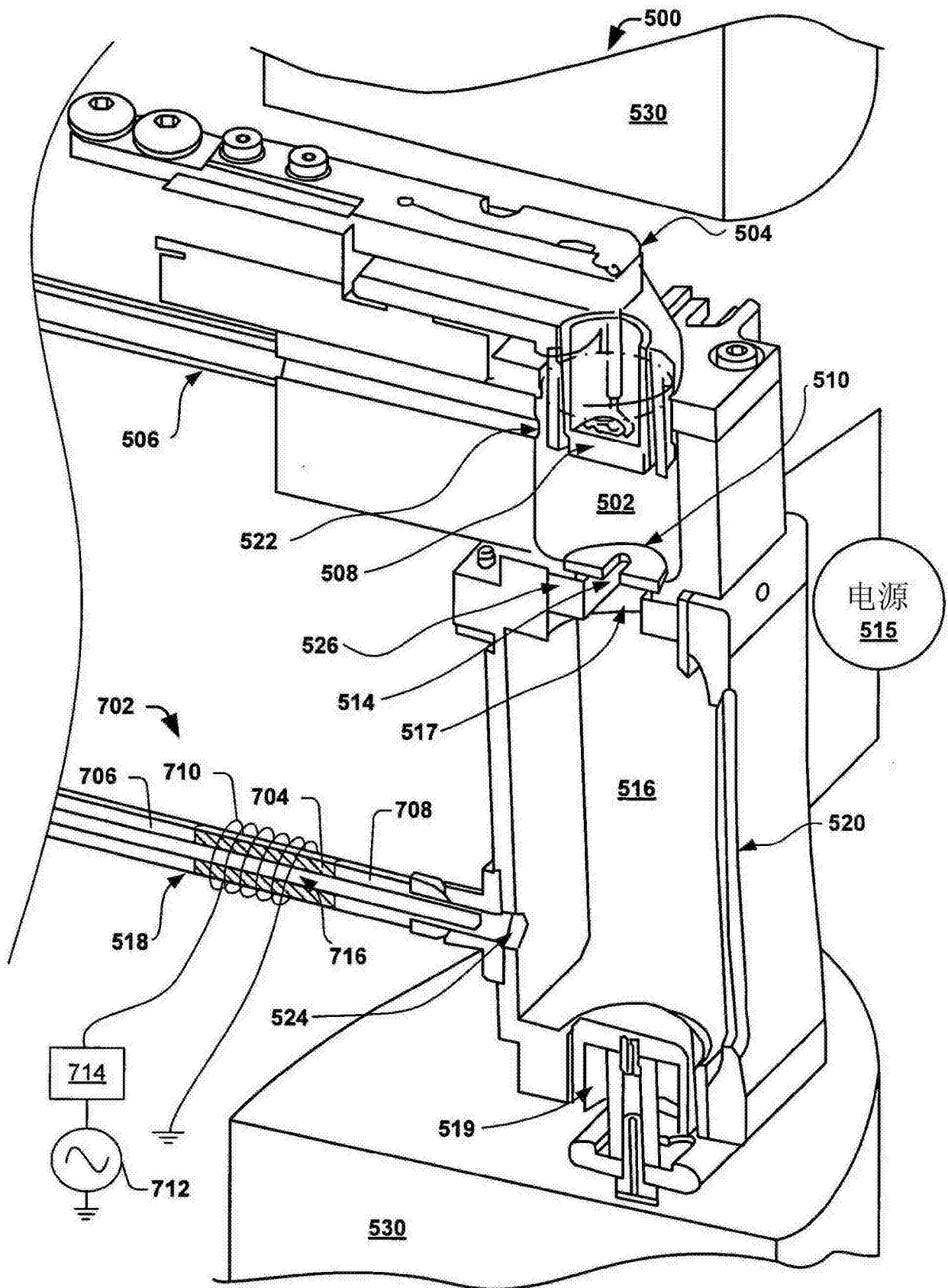


图 7