



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102573258 B

(45) 授权公告日 2014. 11. 05

(21) 申请号 201010590661. 6

(22) 申请日 2010. 12. 15

(73) 专利权人 北京北方微电子基地设备工艺研究中心有限责任公司

地址 100026 北京市朝阳区酒仙桥东路 1 号 M5 楼

(72) 发明人 彭东阳

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112

代理人 彭瑞欣 张天舒

(51) Int. Cl.

H05H 1/16 (2006. 01)

H05H 1/46 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1432188 A, 2003. 07. 23,

CN 1761032 A, 2006. 04. 19,

CN 1341159 A, 2002. 03. 20,

CN 101820720 A, 2010. 09. 01,

JP 特开 2000-331797 A, 2000. 11. 30,

WO 02/084700 A1, 2002. 10. 24,

US 6322661 B1, 2001. 11. 27,

审查员 刘时雄

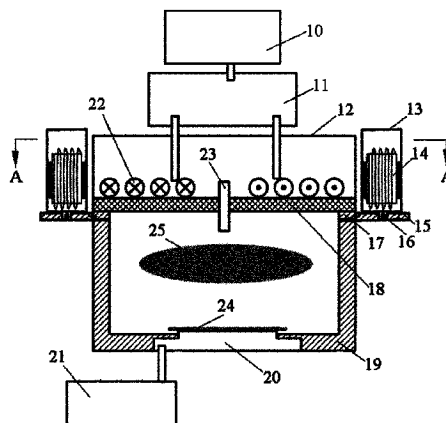
权利要求书1页 说明书4页 附图6页

(54) 发明名称

感应耦合等离子体装置

(57) 摘要

本发明公开一种感应耦合等离子体装置,主要是为了解决地磁场对 ICP 等离子体的影响以及如何灵活调节等离子体分布的问题而设计。本发明所述感应耦合等离子体装置至少包括:感应耦合发生装置和等离子体工作室,所述感应耦合发生装置设置在所述等离子体工作室的顶端开口处,在所述感应耦合等离子体装置上设置有一补偿调节装置,所述的补偿调节装置设置在所述感应耦合发生装置的外部或内部,且该补偿调节装置用于补偿地磁场影响且调节等离子体密度分布。本发明能够有效的补偿地磁场对等离子体密度分布的影响,并能够通过调节磁体的磁性强弱和磁场方向来灵活调节等离子体密度分布。



1. 一种感应耦合等离子体装置,至少包括:感应耦合发生装置和等离子体工作室,所述感应耦合发生装置设置在所述等离子体工作室的顶端开口处,其特征在于,在所述感应耦合等离子体装置上设置有一补偿调节装置,所述的补偿调节装置设置在所述感应耦合发生装置的外部或内部,所述补偿调节装置用于产生磁场方向与地磁场的磁场方向相反的磁场,以补偿地磁场影响且调节等离子体密度分布。

2. 根据权利要求1所述感应耦合等离子体装置,其特征在于,所述感应耦合发生装置由石英介质窗、设置在所述石英介质窗上的电感线圈和罩设在所述石英介质窗和所述电感线圈外部的屏蔽线圈盒构成;在所述石英介质窗与所述等离子体工作室之间设有用于调整等离子体工作室高度的调整支架。

3. 根据权利要求1或2感应耦合等离子体装置,其特征在于,所述补偿调节装置为一对磁体,所述的一对磁体相对的设置所述屏蔽线圈盒的外壁或内壁上。

4. 根据权利要求3感应耦合等离子体装置,其特征在于,所述磁体为电磁铁或永磁铁。

5. 根据权利要求1或2感应耦合等离子体装置,其特征在于,所述补偿调节装置包括支撑架和相对设置在所述支撑架上的一对磁体,所述支撑架固定在所述屏蔽线圈盒的外壁上,或固定在所述调整支架上。

6. 根据权利要求5所述感应耦合等离子体装置,其特征在于,所述补偿调节装置还包括一罩设在所述磁体外部的环罩,所述环罩设置在所述支撑架上,所述环罩的底部设有滑轮,且所述支撑架上设有与所述滑轮相匹配的滑轨。

7. 根据权利要求5所述感应耦合等离子体装置,其特征在于,所述磁体为电磁铁或永磁铁。

感应耦合等离子体装置

技术领域

[0001] 本发明涉及感应耦合等离子体装置领域,尤其涉及一种能够补偿地磁场对等离子体均匀性影响的感应耦合等离子体装置。

背景技术

[0002] 感应耦合等离子体(ICP)是二十世纪九十年代,为适应微电子技术发展的需要而迅速发展起来的。它是将射频(一般是13.56MHz)功率通过电感线圈和石英介质窗耦合进入真空腔室,使腔室里的工艺气体在高频磁场的感生电场的激励下击穿放电,离化,产生高密度等离子体。

[0003] 如图1所示感应耦合等离子体产生的原理示意图。电感线圈与用于提供射频(RF)电流的电源相连,当电感线圈通有RF电流2后,电感线圈产生磁场1,并且随着磁场作为时间的函数变化,在反应室内感应出电场3。同时,经供给口进入到腔室内的反应气体通过与感应电场所加速的电子碰撞而离子化,从而在反应室内产生等离子体4。

[0004] 由于线圈处于地磁场6中,当感应耦合等离子体装置放置的方位不同时,线圈产生的磁场和地磁场的矢量夹角也不同,因此感应出的电场分布不同,产生的等离子体分布就会不一致。具体地如等离子体刻蚀机中的感应耦合等离子体装置,其产生的等离子体密度分布对刻蚀结果的影响就是刻蚀速率,如图2中所示机台方位及地磁场的方向,PM1、PM2和PM4这3个工艺模块中线圈与地磁场6的相对位置均不一样,最终在刻蚀速率分布的表现上也不同,如图3所示。

[0005] 目前在ICP等离子装置中加入的磁场其目的大多是为了约束电子,增加电子寿命,从而得到低气压环境下的高密度等离子体。磁场加入的方式主要是加在腔室周围,也就是等离子体产生源周围来达到直接控制等离子体的目的。如图4所示,在等离子体工作室壁9上分布有多极场磁铁7和极靴8组成的多级磁场。

[0006] 此种磁铁嵌在等离子体腔室壁上的结构大大增加了腔室制作难度,而且成本较高。更重要的一点在于,外加的磁场虽然能增加电子寿命,增加离子平均自由程,得到高密度等离子体;但是对于等离子体的分布没有调节作用,在设备受到地磁场影响造成等离子体分布不均匀的情况下不能很好的做出补偿。

[0007] 发明内容

[0008] 为了克服上述的缺陷,本发明提供一种既能够补偿地磁场对感应耦合等离子体密度分布的影响,又能够灵活调节等离子体密度分布的感应耦合等离子体装置。

[0009] 为达到上述目的,本发明所述感应耦合等离子体装置至少包括:感应耦合发生装置和等离子体工作室,所述感应耦合发生装置设置在所述等离子体工作室的顶端开口处,其中,在所述感应耦合等离子体装置上设置有一补偿调节装置,所述的补偿调节装置设置在所述感应耦合发生装置的外部或内部,所述补偿调节装置用于产生磁场方向与地磁场的磁场方向相反的磁场,以补偿地磁场影响且调节等离子体密度分布。

[0010] 进一步地,所述感应耦合发生装置由石英介质窗、设置在所述石英介质窗上的电

感线圈和罩设在所述石英介质窗和所述电感线圈外部的屏蔽线圈盒构成；在所述石英介质窗与所述等离子体工作室之间设有用于调整等离子体工作室高度的调整支架。

[0011] 于一具体实施例中，所述补偿调节装置为一对磁体，所述的一对磁体相对的设置在于所述屏蔽线圈盒的外壁或内壁上。所述磁体为电磁铁或永磁铁。

[0012] 于另一具体实施例中，所述补偿调节装置包括支撑架和相对设置在所述支撑架上的一对磁体，所述支撑架固定在所述屏蔽线圈盒的外壁上，或固定在所述调整支架上。所述磁体为电磁铁或永磁铁。

[0013] 优选地，所述补偿调节装置还包括一罩设在所述磁体外部的环罩，所述环罩设置在所述支撑架上，所述环罩的底部设有滑轮，所述支撑架上设有与所述滑轮相匹配的滑轨。

[0014] 本发明所述的感应耦合等离子体装置具有以下几点有益的效果：

[0015] 1、本发明可以通过调节电磁铁电流大小调节磁性强弱，通过滑轨可以调节补偿磁场的角度来达到补偿地磁影响的目的，从而消除由于装置摆放方位引起的结果的差异。

[0016] 2、本发明还可以通过调节磁体的磁性强弱和磁场角度来灵活调节等离子体密度分布。

附图说明

[0017] 图 1 为感应耦合等离子体产生的原理示意图；

[0018] 图 2 为感应耦合等离子体装置中机台方位与地磁场方向示意图；

[0019] 图 3 为感应耦合等离子体装置一具体实例中不同方位的机台工艺模块中刻蚀速率分布图表；

[0020] 图 4 为在腔室周围加入磁场的感应耦合等离子体装置的结构示意图；

[0021] 图 5 为本发明所述的感应耦合等离子体装置的一实施例的结构示意图；

[0022] 图 6 为发明所述的感应耦合等离子体装置的另一实施例的结构示意图；

[0023] 图 7 为图 6 的 A-A 向视图；

[0024] 图 8 为本发明所述地磁补偿装置的旋转调节图；

[0025] 图 9 为本发明电磁铁的供电电路结构图；

[0026] 图 10 为本发明所述的感应耦合等离子体装置的不同方位的机台上的所述地磁补偿装置安装示意图。

具体实施方式

[0027] 下面结合说明书附图对本发明的具体实施方式做详细描述。

[0028] 本发明在所述感应耦合等离子体装置上设置有一既能补偿地磁场影响又能调节等离子体密度分布的补偿调节装置，所述的补偿调节装置设置在所述感应耦合发生装置的外部或内部。

[0029] 其中，所述感应耦合等离子装置至少包括：提供射频电流的射频主电源 10、所述感应耦合发生装置、等离子体工作室 19、以及设置在所述感应耦合发生装置和等离子体工作室 19 之间的用于调节所述等离子体工作室 19 高度的调整支架 17。

[0030] 所述感应耦合发生装置由电感线圈 22、石英介质窗 18 和罩设在所述电感线圈外部的用于屏蔽电磁辐射的屏蔽线圈盒 12 构成；所述等离子体工作室 19 为顶端开口的桶状

结构,所述石英介质窗 18 设置在所述等离子体工作室 19 的顶端开口处,并经调整支架 17 与所述等离子体工作室 19 构成一封闭腔室,所述调整支架 17 通过调节所述石英介质窗 18 的上下位置来改变所述封闭腔室的空间大小;在所述石英介质窗 18 顶部,所述屏蔽线圈盒 12 内设置有所述电感线圈 22,所述电感线圈 22 的电源输入端经匹配器 11 与所述射频主电源 10 输出端相连;所述石英介质窗 18 顶部还设有一气体进口 23,用于向所述等离子体工作室 19 内输送工质气体。

[0031] 其工作原理是:工艺气体从气体进口 23 进入封闭腔室,在由通有射频(RF)电流的电磁感应线圈产生的高频磁场的感生电场激励下,击穿放电,碎变离化,产生等离子体 25。

[0032] 于一具体实施例中,如图 5 所示,所述补偿调节装置包括两个磁体 141 和 142,所述磁体可以是电磁铁,也可以是永磁铁。当确定好了磁体的磁性大小和地磁场的磁场方向后,即可将所述的两个磁体 141 和 142 对称的设置在所述屏蔽线圈盒 12 的外壁上(如图 5 所示),或设置在屏蔽线圈盒 12 的内壁上,使所述的两个磁体 141 和 142 所产生的磁场方向与地磁场方向 6 呈 180° (即方向相反),磁场强度与地磁场同样大小,以达到补偿地磁影响的目的。

[0033] 于另一具体实施例中,如图 6 和图 7 所示,所述补偿调节装置包括:两个磁体 141 和 142 以及支撑架 15,所述的两个磁体 141 和 142 设置在所述支撑架 15 上,所述支撑架 15 可通过螺丝固连在所述调整支架 17 上(如图 6 所示),或固定在所述屏蔽线圈盒 12 的外壁上。

[0034] 两正对安装的所述磁体 141 和 142 外部设置有环罩 13,所述磁体 141 和 142 固定在所述环罩 13 内,所述环罩 13 设置在所述支撑架 15 上,所述环罩 13 的底部设有滑轮 16,所述支撑架 15 上设有与所述滑轮 16 相匹配的滑轨。所述环罩 13 可绕所述滑轨的轴线旋转,通过旋转环罩,可将两磁体 141 和 142 产生的磁场方向与地磁场方向 6 相反(如图 8 所示)。图中两磁体 141 和 142 初始位置时磁场方向 26,此时地磁场方向 6 为图示方向,旋转后,两磁体 141 和 142 产生的磁场方向为图示磁场方向 27,此时磁场反向 27 与地磁场方向 6 方向相反,能够达到补偿地磁影响的目的。其中,所述环罩 13 为铝制环罩。

[0035] 本发明所述感应耦合等离子体装置除了能够补偿地磁场的影响,还能够调节产生的等离子体的密度分布。下面结合感应耦合等离子体刻蚀机对本发明所述的感应耦合等离子体装置的补偿调节装置如何实现灵活调节等离子体密度分布作进一步地说明。

[0036] 采用本发明所述的感应耦合等离子体装置的刻蚀机,至少还应包括:静电卡盘 20 和偏压电源 21。所述静电卡盘 20 设置在所述的感应耦合等离子体装置的等离子体工作室 19 的底部,其电源输入端与所述偏压电源 21 的输出端相连。(如图 5 和图 6 所示)在所述等离子体工作室 19 内产生的等离子体 25 受到静电卡盘 20 上偏压电源 21 的作用下,离子射向放置在所述等离子体工作室 19 底部的硅片 24,产生溅射和化学反应作用,形成刻蚀。

[0037] 采用本发明所述感应耦合等离子体装置的刻蚀机,不会受到地磁场的影响,进而不用考虑地磁场对等离子体的密度分布的影响,只需考虑补偿调节装置中磁体的磁场强度对等离子体的密度分布的影响。而对于刻蚀机来说,等离子体的密度分布的变化最直接的表现就是刻蚀速率。因此,可以通过在刻蚀过程中,不断改变补偿调节装置中磁体的磁场强度实时监测不同磁场强度下的刻蚀速率;分析并建立刻蚀速率和补偿调节装置中磁体磁场强度的一一对应关系。这样在刻蚀机以后的工作过程中,工作人员可直接根据刻蚀的需求

根据上述对应关系调节补偿调节装置中磁体的磁场强度得到所需的刻蚀结果。

[0038] 除此之外,本发明所述的感应耦合等离子体装置还可以应用到其他类似领域中,例如,可以应用到 PVD(Physical Vapor Deposition,物理气相沉积)领域。在其他领域也可以采用上述类似的方式来调节等离子体的密度分布。

[0039] 本发明中所述的磁体 141 和 142 可以是电磁铁也可以是永磁铁。当为电磁铁时,其供电线路结构如图 9 所示,直流电源 28 给磁体 141 和 142 供电,通过调节变阻器 29 来得到大小可变的磁场 30,实现灵活调节所述感应耦合等离子体装置产生的等离子体的密度分布的目的。当为永磁铁时,可通过更换不同磁性大小的永磁铁来实现灵活调节所述感应耦合等离子体装置产生的等离子体的密度分布的目的。

[0040] 以上,仅为本发明的较佳实施例,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应该以权利要求所界定的保护范围为准。

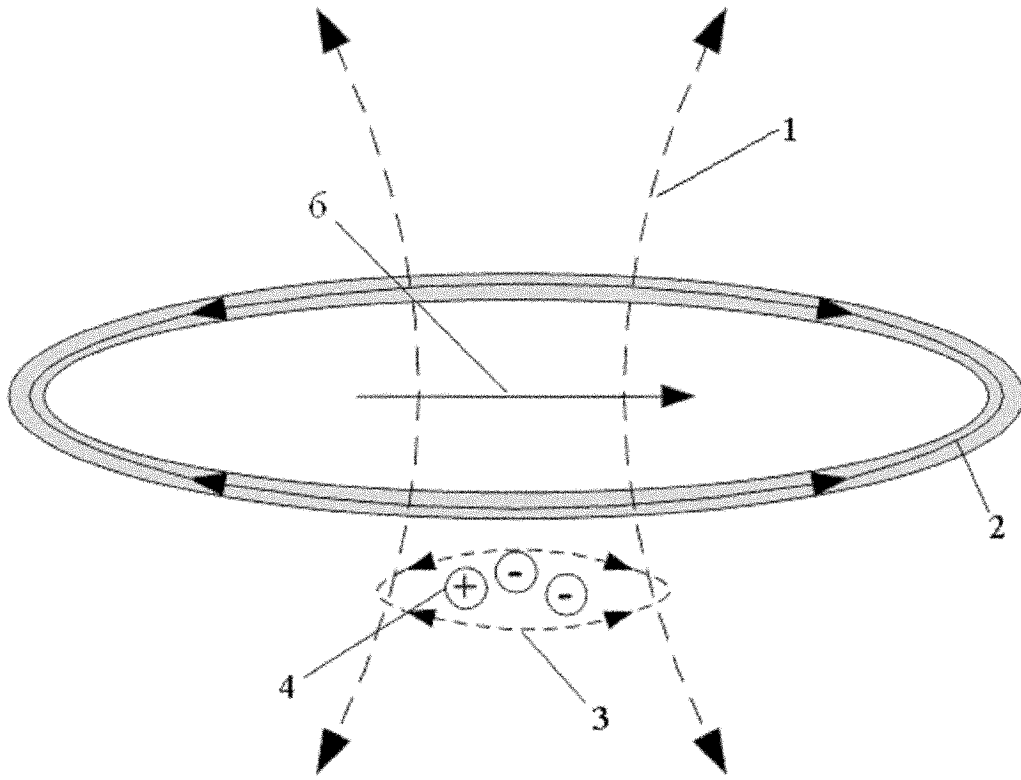


图 1

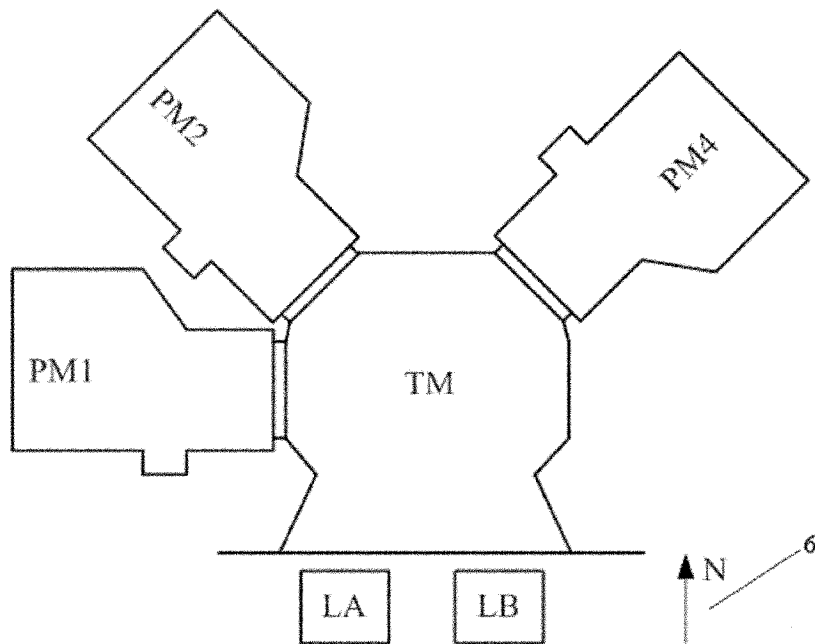


图 2

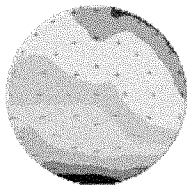
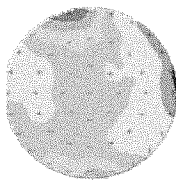
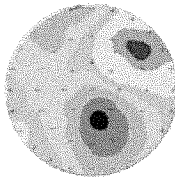
	PM1	PM2	PM4
等离子体密度分布示意图			
刻蚀速率	8530A/min	7465A/min	7840A/min
刻蚀均匀性	2.29	1.75	1.3

图 3

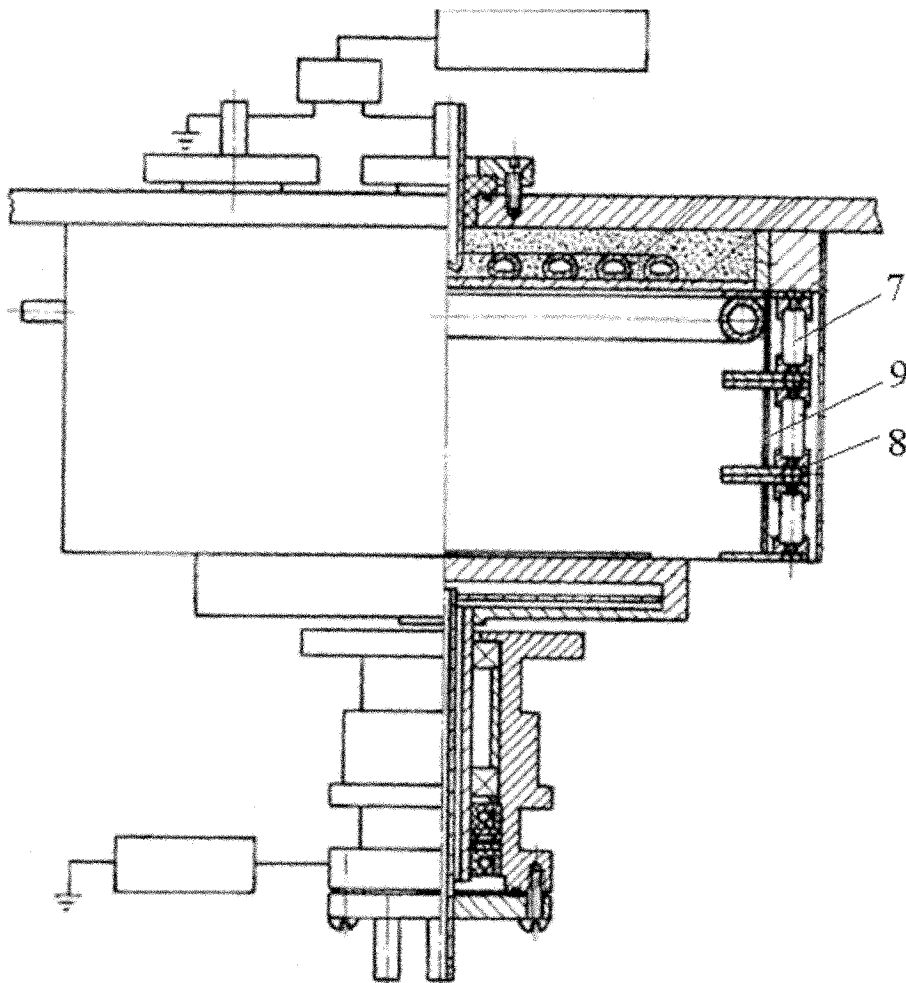


图 4

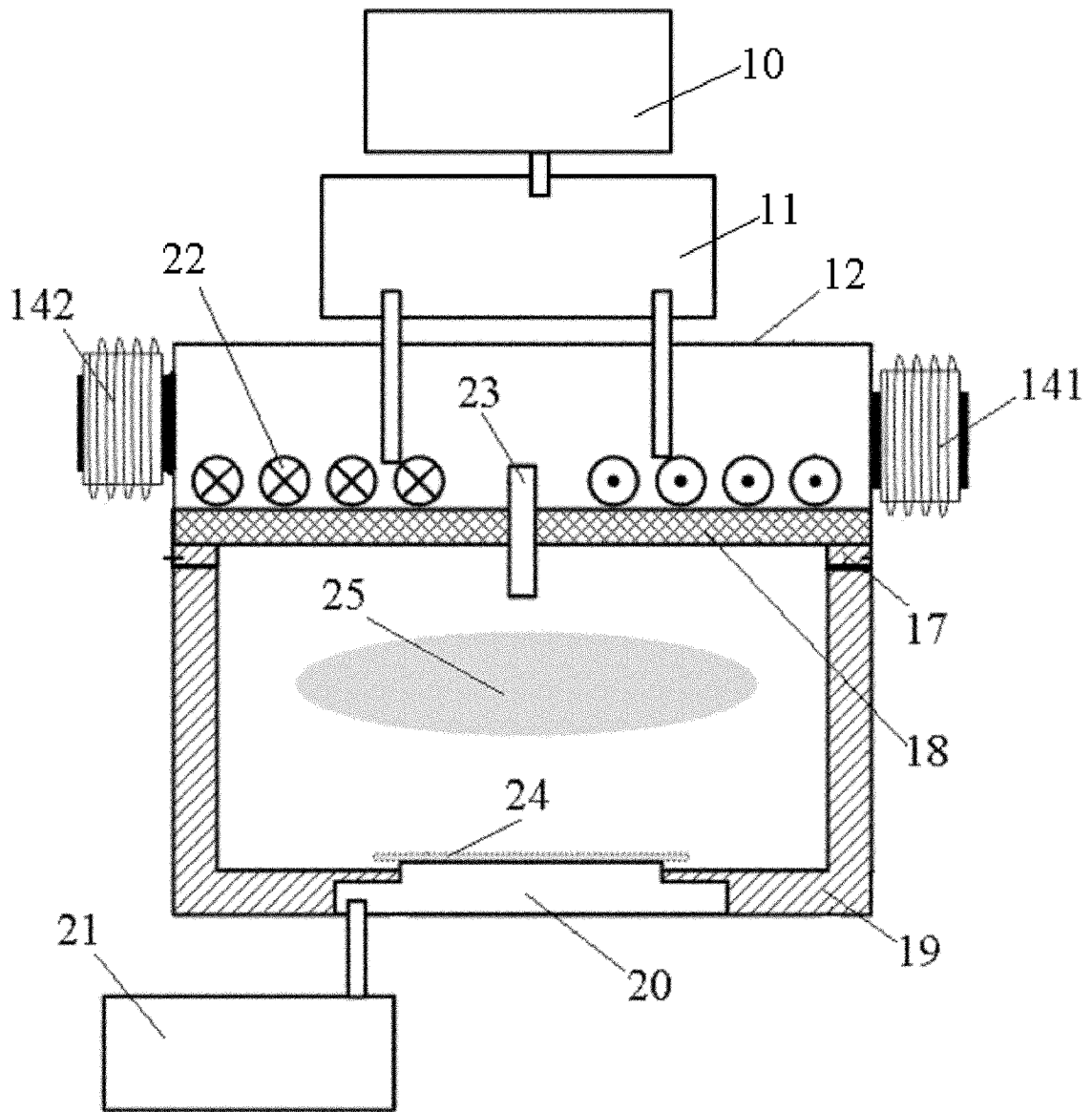


图 5

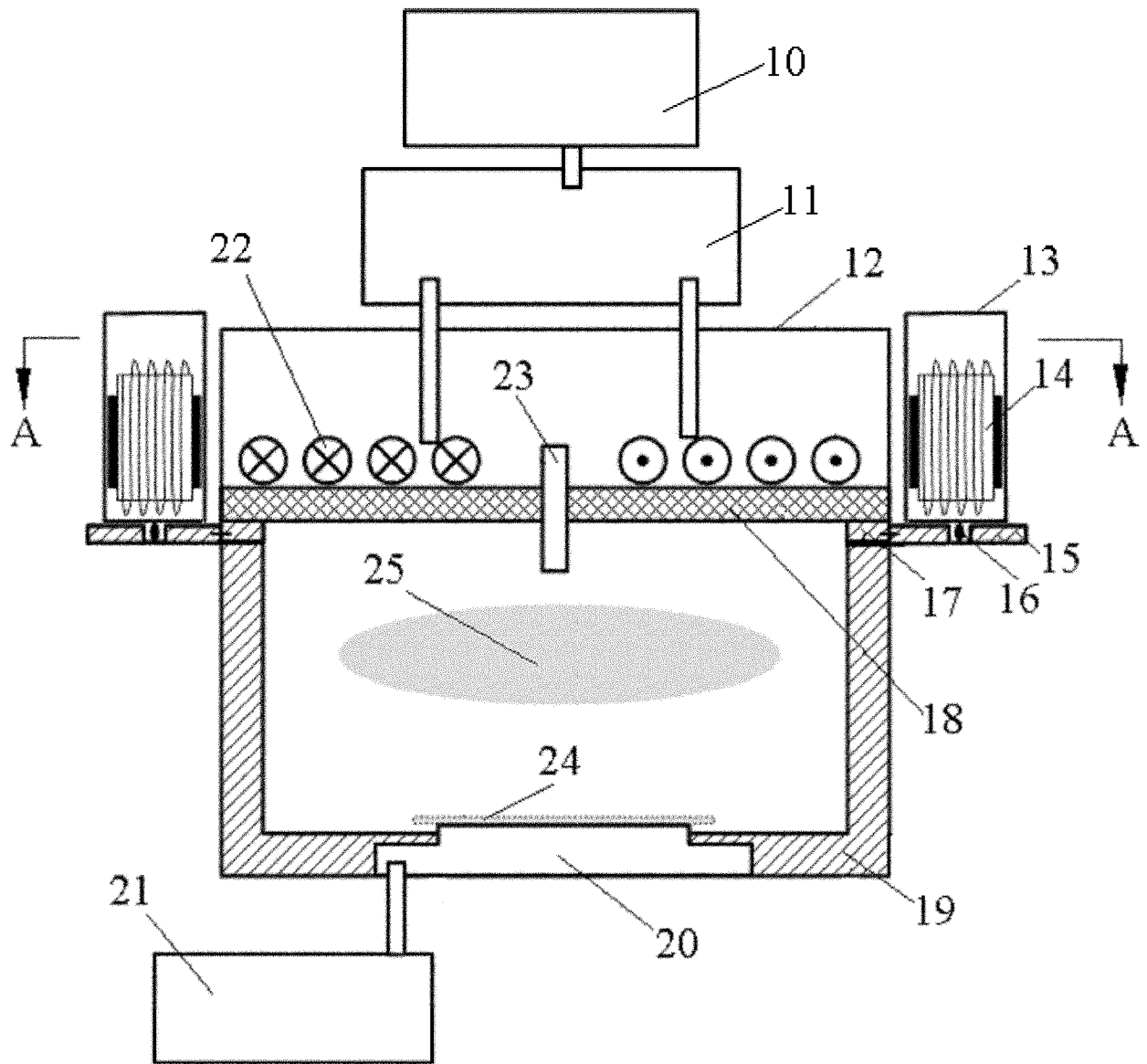


图 6

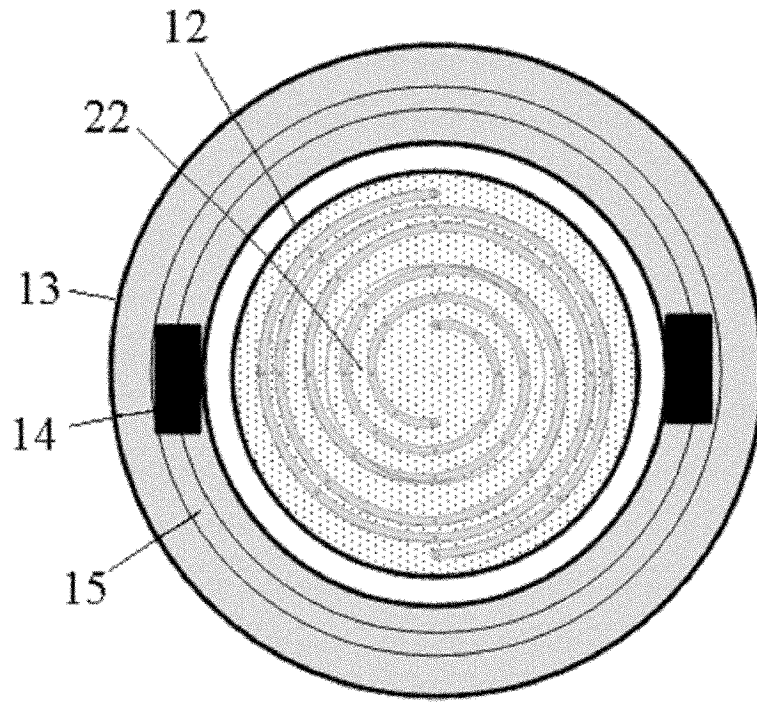


图 7

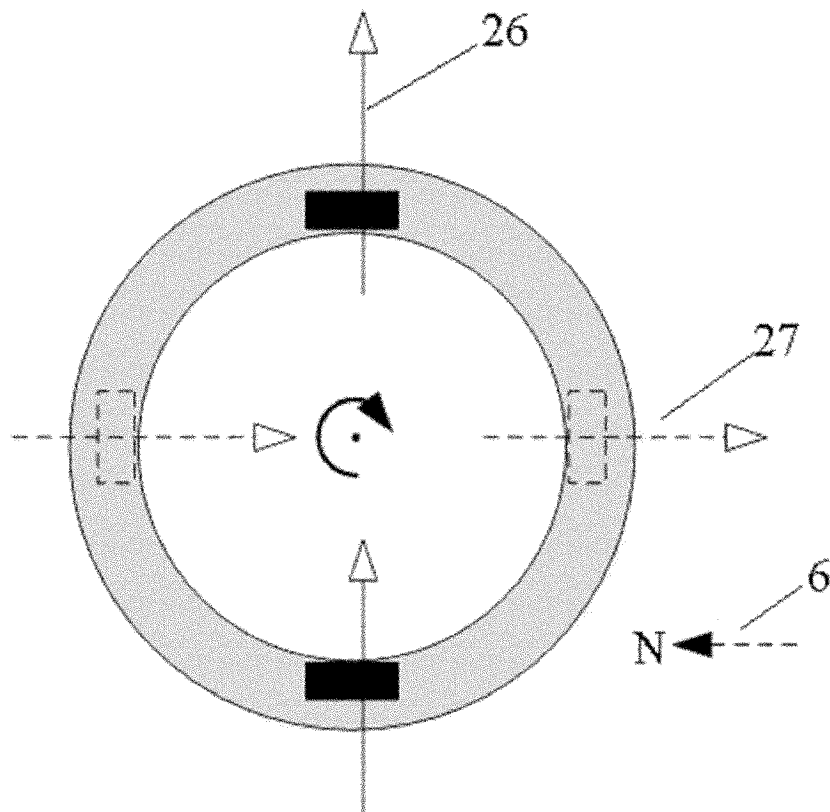


图 8

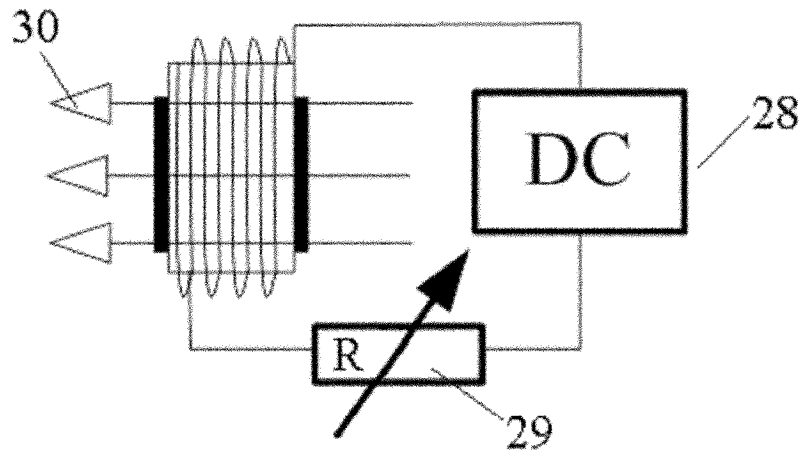


图 9

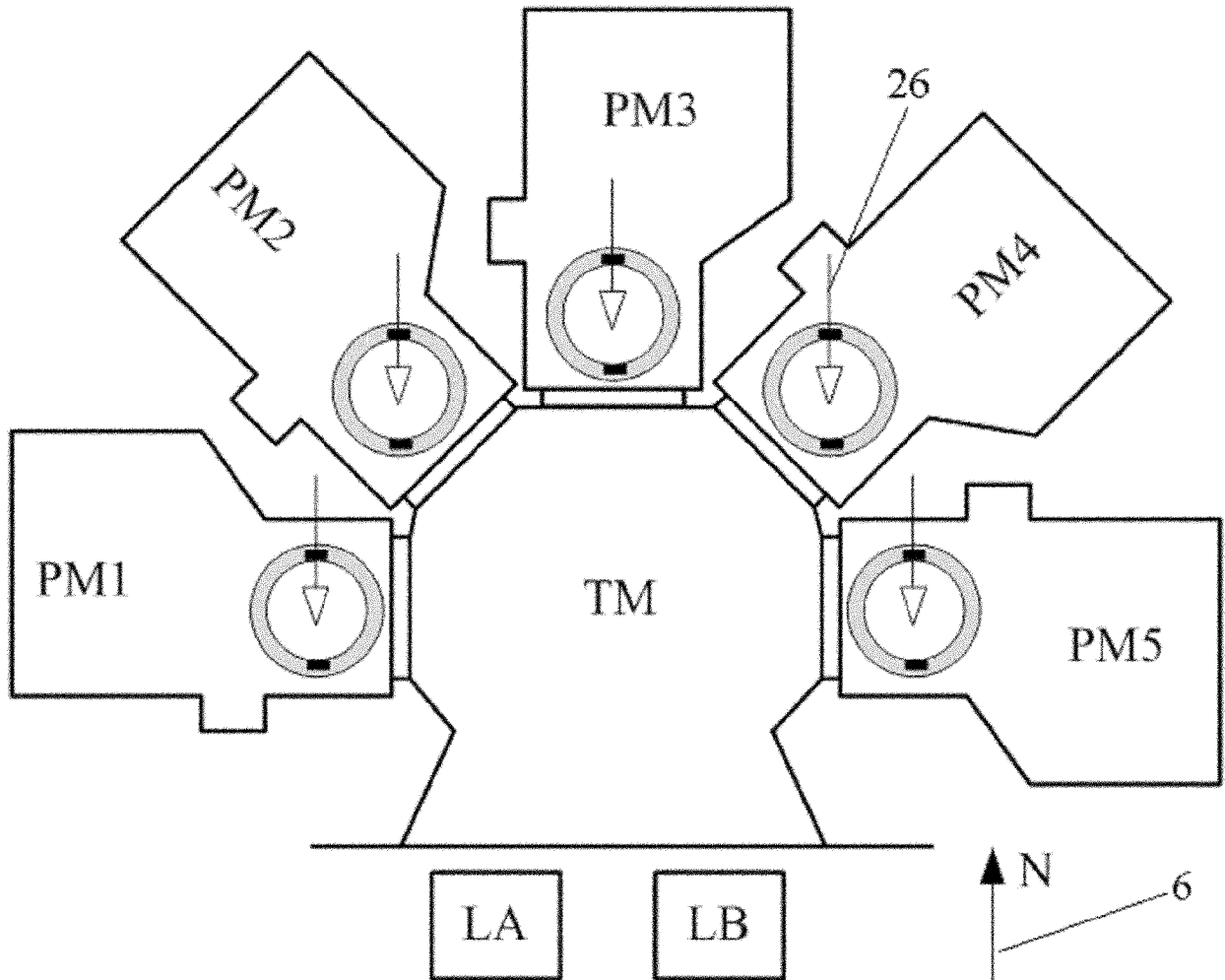


图 10