



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 00801263.6

[45] 授权公告日 2004 年 5 月 19 日

[11] 授权公告号 CN 1150593C

[22] 申请日 2000.6.29 [21] 申请号 00801263.6

[30] 优先权

[32] 1999.6.30 [33] US [31] 09/346564

[86] 国际申请 PCT/US2000/018233 2000.6.29

[87] 国际公布 WO01/001444 英 2001.1.4

[85] 进入国家阶段日期 2001.2.28

[71] 专利权人 兰姆研究有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 T·尼 W·科利森

审查员 张中圣

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

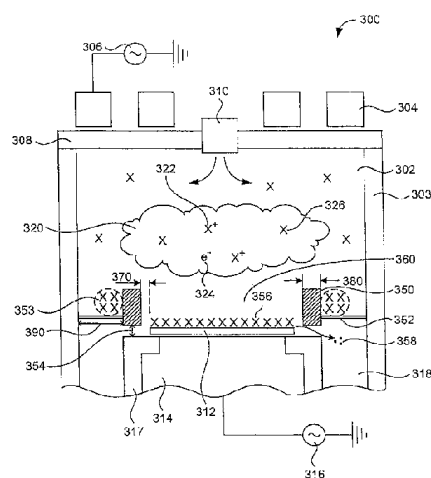
代理人 陈 霁 梁 永

权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 5 页

[54] 发明名称 改进的固定均匀环设计

[57] 摘要

公开了一种处理半导体衬底的等离子体处理反应器。装置包括室。此外，室包括支撑衬底的下电极。装置还包括设置以环绕衬底周边的固定均匀环。此外，固定均匀环连接到室的一部分，并以一段间距设置在下电极上，在下电极上形成垂直的空间。此外，设置垂直空间为进出衬底提供空间。此外固定均匀环的厚度基本上减少了第一组分从固定均匀环外朝衬底的边缘扩散。



1. 一种处理半导体衬底的等离子体处理反应器，包括：
室，所述室包括下电极，所述下电极用于支撑所述衬底；以及
5 固定均匀环，设置环绕所述衬底的周边，所述固定均匀环以一段
间距设置在所述下电极上以便在所述下电极上形成垂直的空间，设置
所述垂直空间为进出所述衬底提供空间，所述固定均匀环的厚度基本
上减少了第一组分从所述固定均匀环外朝所述衬底的边缘扩散，所述
固定均匀环具有外圆周表面，该外圆周表面和所述室壁侧向隔开，由
10 此在所述固定均匀环和所述室壁之间留下空间，所述空间允许气体从
所述固定均匀环上方进入排气口。
2. 根据权利要求1的等离子体处理反应器，其中进一步设置所述
垂直空间以除去所述处理期间产生的腐蚀副产品。
3. 根据权利要求1的等离子体处理反应器，其中所述均匀环连接
15 到所述室的侧壁。
4. 根据权利要求1的等离子体处理反应器，其中所述均匀环连接
到所述下电极的一部分。
5. 根据权利要求1的等离子体处理反应器，其中所述均匀环连接
到所述室的上壁。
- 20 6. 根据权利要求1的等离子体处理反应器，其中所述垂直空间约
1/2 英寸到约 3/8 英寸。
7. 根据权利要求1的等离子体处理反应器，其中所述固定均匀环
由基本上耐所述处理期间所述室内存在的等离子体腐蚀的材料形成。
8. 根据权利要求7的等离子体处理反应器，其中所述固定均匀环
25 由陶瓷材料形成。
9. 根据权利要求7的等离子体处理反应器，其中所述固定均匀环
由选自 SiC、氧化铝、石英或 Vespel® 的材料形成。
10. 根据权利要求1的等离子体处理反应器，其中所述固定均匀
环涂覆有基本上耐所述处理期间所述室内存在的等离子体腐蚀的材
30 料。
11. 根据权利要求1的等离子体处理反应器，其中所述固定均匀
环的内周具有与所述衬底形状一致的形状。

12. 根据权利要求 1 的等离子体处理反应器, 其中所述固定均匀环的内周为圆形。

13. 根据权利要求 1 的等离子体处理反应器, 其中所述固定均匀环的内圆周直径大于或等于约 12 英寸。

5 14. 根据权利要求 1 的等离子体处理反应器, 其中所述固定均匀环的内圆周垂直于所述下电极。

15. 根据权利要求 1 的等离子体处理反应器, 其中所述固定均匀环的下表面平行于所述下电极的顶表面。

10 16. 根据权利要求 1 的等离子体处理反应器, 其中所述固定均匀环的内圆周与所述衬底的周边以一段间距隔开。

17. 根据权利要求 1 的等离子体处理反应器, 其中所述固定均匀环的高度由所述固定均匀环的顶表面和底表面限定, 至少部分地用于控制在所述处理期间所述第一组分被分配到所述衬底的量。

15 18. 根据权利要求 17 的等离子体处理反应器, 其中所述固定均匀环的所述高度在约 1/2 英寸和约 1-1/2 英寸之间。

19. 根据权利要求 1 的等离子体处理反应器, 其中所述厚度大于或等于 1/2 英寸。

20. 根据权利要求 1 的等离子体处理反应器, 其中所述固定均匀环为环行圈。

20 21. 根据权利要求 1 的等离子体处理反应器, 其中所述均匀环的外圆周表面为锥形, 其中通过将部分所述第一组分引导到远离所述衬底边缘的方向中, 所述锥形提供了扩散阻挡减少了输送到所述衬底边缘的所述第一组分的量。

25 22. 根据权利要求 1 的等离子体处理反应器, 其中通过基本上设置在所述处理期间形成的副产品的排出路径外的支撑机构, 以所述间距设置所述均匀环。

23. 一种用于等离子体反应器中以便处理衬底的固定均匀环, 所述等离子体反应器包括在其中进行处理的处理室, 和在处理期间支撑所述衬底的下电极, 所述固定均匀环包括:

30 内圆周表面, 设置用于环绕所述衬底的圆周;

外圆周表面, 经设置和所述处理室的室壁侧向隔开, 由此在所述固定均匀环和所述室壁之间留下空间, 所述空间允许气体从所述固定

均匀环上方进入排气口；

底圆周表面，以一段间距设置在所述下电极上以便在所述下电极上形成垂直的空间，所述垂直的空间允许气体在固定均匀环和下电极之间通过。

- 5 24. 根据权利要求 23 的固定均匀环，其特征在于所述垂直的空间也为所述衬底的入口和出口提供了空间。

25. 根据权利要求 23 的固定均匀环，其特征在于所述内圆周表面和外圆周表面限定了一个逼近所述底圆周表面的厚度，该厚度基本上减少了在对衬底的处理期间，组分从所述固定均匀环外朝所述衬底的边缘扩散。
- 10

26. 根据权利要求 23 的固定均匀环，其特征在于所述均匀环连接到所述室的一部分。

27. 根据权利要求 23 的固定均匀环，其特征在于在所述衬底的处理期间所述内圆周表面基本垂直于所述基架的顶表面，以及在所述衬底的处理期间所述底圆周表面平行于所述基架的顶表面。
- 15

28. 根据权利要求 23 的固定均匀环，其特征在于所述内圆周表面是垂直的，而所述外圆周表面是倾斜的。

29. 一种用于等离子体反应器中以便处理衬底的均匀环，所述等离子体反应器包括一个室，和支撑所述衬底的下电极，所述均匀环包括：
- 20

垂直内圆周壁，设置用于环绕所述衬底的圆周；

倾斜的外圆周壁，和所述内圆周壁相对设置，所述倾斜外圆周壁和所述室的室壁在所述处理期间侧向隔开，以便允许气体在其间通过；和

- 25 底壁，连接所述垂直内圆周壁和所述倾斜外圆周壁，底壁以一段间距设置在所述下电极上以便在所述下电极上形成垂直的空间以便允许气体在其间通过。

改进的固定均匀环设计

本发明涉及半导体集成电路（IC）的制造。具体地，本发明涉及
5 处理衬底期间控制输送到衬底的中性反应物量的改进方法和装置。

在基于半导体的产品，例如平板显示器或集成电路的制造期间，
可以使用多种淀积和/或腐蚀步骤。例如，一种腐蚀方法是等离子体腐
蚀。在等离子体腐蚀中，由工艺气体的电离和离解作用形成等离子体。
荷正电的离子朝衬底加速，在衬底处与中性反应物结合引发（drive）
10 腐蚀反应。以此方式，如通孔、接触或沟槽等的腐蚀结构形成在衬底
的各层中。

一种特别的等离子体腐蚀方法使用感应源产生等离子体。图 1 示
出了等离子体腐蚀使用的现有技术的感应等离子体处理反应器 100。典
型的等离子体处理反应器包括具有设置在介质窗口 106 上的天线或感
15 应线圈 104 的室 102。通常，天线 104 有效地连接到第一 RF 电源 108。
此外，气体口 110 提供在将如腐蚀剂源气体等的气态源材料释放到介
质窗口 106 和衬底 112 之间的 RF 感应等离子体区的室 102 内。衬底
112 引入到室 102 内并放置在吸盘 114 上，吸盘通常作为下电极并有
效地连接到第二 RF 电源 116。

20 为了产生等离子体，工艺气体通过气体口 110 输入到室 102 内。
然后使用第一 RF 电源 108 将电源提供到感应线圈 104，并在室 102 内
产生大电场。电场加速了室内存在的少量电子，使它们与工艺气体的
气体分子碰撞。这些碰撞导致电离和激发放电或等离子体 118。如本领
域中公知的，当受到这些强电场时，工艺气体的中性气体分子失去电
25 子并留下荷正电的离子。由此，荷正电的离子 120 和荷负电的离子 122
含在等离子体 118 内。此外，中性气体分子 124（和/或原子）含在等
离子体 118 内并遍布室 102。

一旦形成等离子体，等离子体内的中性气体分子 124 通过扩散，
即室内分子的随机运动集中到衬底的表面。以此方式，中性反应物层
30 126（例如，中性气体分子）通常沿衬底 112 的表面形成。相应地，当
下电极 114 通电时，离子 120 会朝衬底加速，与中性反应物 126 结合
激发腐蚀反应。如本领域中的技术人员应理解的，有许多不同类型的

工艺使用不同量的离子和中性反应物完成腐蚀。例如，在中性反应物引发的工艺中，等离子体需要含有较大浓度的中性反应物以加速反应。另一方面，在离子引发的工艺中，等离子体需要含有较大浓度的离子以加速反应。

- 5 中性反应物引发工艺和离子引发工艺遇到的一个问题是不均匀的腐蚀速率。例如，衬底的一个区域以比其它区域快的速率腐蚀。在中性反应物引发的工艺中，虽然不希望受理论的约束，但确信在衬底的边缘有较大浓度的中性反应物，因此边缘以较快的速率腐蚀。现在参考图 1，中性反应物 126 的密度在区域 130 中较大，是由于它们设置在下电极的一部分上，因此不象位于一部分衬底上的中性反应物那么容易消耗。

- 15 此外，不均匀的腐蚀速率导致半导体电路中的器件失效。例如，不均匀的腐蚀会钻蚀（undercut）沟槽的侧壁。通常，钻蚀减小了导线的厚度，或者有时产生线断裂，导致器件失效。而且，不均匀的腐蚀通常增加了腐蚀工艺的时间，降低了衬底的生产量。

- 20 实现均匀腐蚀的一个措施是在等离子体反应器内提供均匀环。概括地说，设计均匀环来环绕衬底用壁阻止部分中性反应物，特别是位于高密度中性反应物区域中的中性反应物扩散到衬底内。以此方式，由于阻止了衬底边缘处的中性反应物与衬底反应，因此可以实现更均匀的腐蚀。此外，为了能进出衬底，均匀环设置成能上下移动。

- 25 参考图 2A 和 2B，结合图 1 的等离子体处理室 100 显示了可移动的统一环 202。图 2A 示出了下位的可移动均匀环 202，图 2B 示出了上位的可移动均匀环 202。一般当可移动均匀环 202 处于下位时，衬底 206 边缘附近的中性反应物 204 基本上被阻止扩散到衬底 206 的边缘内，当可移动均匀环 202 处于上位时，均匀环 202 和下电极 208 之间的空间 210 用于进出衬底 206。

- 30 然而，移动均匀环有它的不足之处。通常，处理期间设置在衬底上的移动结构会污染衬底。这是由于这种结构存在沉积腐蚀副产品（例如，聚合物）的表面，当移动均匀环时，沉积物会剥落到衬底上，导致微粒污染。衬底上的微粒会产生不希望和/或无法预测的结果。例如，衬底表面上的微粒会阻挡需要腐蚀的部分衬底。以此方式，不会正确地形成沟槽，这会导致器件失效，因此降低了生产率。此外，设

置下电极上和下移动具有相同的结果。

实现均匀腐蚀的另一措施是提供具有切口的固定均匀环。设置切口通常用于进出衬底。然而，切口也有它的不足之处。一般切口仅设置在均匀的一侧上，或仅在均匀环的一部分中，因此处理期间组分（species）不能均匀地分布在衬底周围。即，衬底的一个区域接触的活性反应组分量大于另一区域。这会产生不均匀的腐蚀速率。此外，开口产生更多的拐角和表面区域，为沉积材料提供了表面。这通常很难清除并增加了污染。此外，均匀环中的开口很难制造，特别是通常用于形成均匀环的材料。

10 鉴于以上问题，需要获得更均匀腐蚀速率的改进方法和装置，使用均匀环控制输送到衬底的反应物的量，同时能进出衬底，不必移动均匀环或在均匀环附近产生不对称的流动图形。

15 在一个实施例中，本发明涉及处理半导体衬底的等离子体处理反应器。装置包括一个室。此外，室包括支撑衬底的下电极。装置还包括设置以环绕衬底周边的固定均匀环。此外，连接到室的一部分上，并以相隔一段间距的关系设置在下电极上，在下电极上形成垂直的空间。此外，设置垂直的空间为进出衬底提供空间。此外，固定均匀环的具有的厚度基本上减少了固定均匀环外的第一组分朝衬底的边缘扩散。

20 在另一实施例中，设置垂直空间以除去处理期间产生的腐蚀的副产品。此外，固定均匀环的内圆周表面相距衬底的周边一段间距。而且，所述固定均匀环的外圆周表面为锥形，其中通过将部分第一组分引导到远离衬底边缘的方向中，锥形提供了扩散阻挡从而减少了输送到衬底边缘的第一组分的量。此外，通过设置在处理期间形成的副产品的排出路径外的支撑机构，固定均匀环以所述相隔一段间距的方式设置。

本发明通过例子说明，并不局限于此，在附图中，类似的参考数字表示类似的元件，其中：

图 1 为现有技术的感应等离子体处理反应器的示意图。

30 图 2A 为具有处于下位的移动均匀环的现有技术的感应等离子体处理反应器的示意图。

图 2B 为具有处于下位的移动均匀环的现有技术的感应等离子体处

理反应器的示意图。

图 3 为根据本发明的一个实施例，具有与下电极相隔一段间距的固定均匀环的感应等离子体处理反应器的示意图。

图 4 为根据本发明的一个实施例，具有锥形外圆周表面的固定均匀环的感应等离子体处理反应器的示意图。

图 5 为根据本发明的一个实施例，均匀环的优选结构的透视图。

下面参考显示在附图中的几个优选实施例详细地介绍本发明。在以下的说明中，为了充分地理解本发明陈述了大量的具体细节。然而，对于本领域的技术人员来说，可以不采用一些或所有这些具体细节也可以实施本发明。在此外，没有详细地介绍公知的工艺步骤以防止不希望地混淆本发明。

本发明提供一种处理期间控制分布到衬底的组分量的均匀环。均匀环相对于等离子体处理室固定，并以一段间距设置在下电极上。间距提供了输送衬底（例如，进和出）的空间和除去腐蚀期间形成的副产品的空隙。均匀环也包括设置将组分指向下电极的开口。此外，设置均匀环具有足够的壁厚度和/或锥度，以帮助控制处理期间分布到衬底的组分量。

根据本发明的一个方案，通过将均匀环引入等离子体处理反应器内可以实现腐蚀期间衬底上腐蚀结构的均匀腐蚀速率。术语“腐蚀结构”这里包含例如沟槽、接触、通孔等。进行腐蚀的同时衬底设置在等离子体处理室内的吸盘上。输入到等离子体处理室内的工艺气体用加在电极上的 RF 电源电极通电，其中 RF 能量离解气体由此产生等离子体。产生等离子体之后，室内的中性组分通过扩散（或对流）移动到衬底的表面。然后电源提供到下电极，离子朝衬底加速。加速的离子和衬底表面的中性反应物与设置在衬底表面上的材料反应，由此腐蚀了衬底。通常，当衬底边缘处的中性腐蚀剂的密度大时，衬底中心和边缘之间产生不均匀腐蚀。通过引入均匀环位于下电极之上并环绕衬底的周边，衬底边缘周围的中性反应物基本上阻止了与衬底边缘反应。衬底边缘附近中性反应物密度的降低会产生更均匀的腐蚀。

根据本发明的另一方案，设置均匀环相对于等离子体处理室固定不动。由于固定不动，均匀环减少了与移动均匀环有关的微粒污染。

根据本发明的再一方案，均匀环以一段间距均匀地设置在下电极

上。在一个实施例中，间距为衬底的进出提供了空间。在另一实施例中，进一步构形空间以除去处理期间产生的腐蚀副产品。此外，通过在下电极上均匀地放置均匀环，形成对称的空间，因此可以实现更均匀的腐蚀（例如，衬底的中心和边缘具有基本上相同的腐蚀速率）。

- 5 根据本发明的又一方案，设计均匀环的尺寸以基本上防止衬底边缘附近的中性反应物扩散。通过减少衬底边缘附近的组分量，可以实现更均匀的腐蚀。在一个实施例中，设置均匀环具有的厚度基本上防止了中性反应物朝衬底边缘扩散并穿过间距提供的空间。在另一实施例中，均匀环的外圆周表面为锥形。通过将部分组分引导到远离衬底边缘的方向中，设置锥形以提供扩散阻挡减少输送到衬底边缘的组分量。

- 10 在一个优选实施例中，在密度等离子体反应器中进行本发明，例如基于 TCP™9600 等离子体反应器的感应连接等离子体反应器，可以从 Lam Research Corporation of Fremont, CA 公司得到。图 3 示出了感应连接等离子体反应器的简化示意图。等离子体反应器 300 包括由室壁 303 限定的等离子体处理室 302。室壁 303 优选由基本上耐处理期间室内存在的等离子体腐蚀的材料形成。为了提供接地的电通路，室 302 的室壁 303 通常接地。在室 302 上，设置有天线 304（由线圈表示）。天线 304 由第一 RF 电源 306 通过匹配网络（图 3 中未示出以简化图示）供电。优选，介质窗口 308 设置在感应电极 304 下。

- 20 通常气体喷射器 310 提供在室 302 内。气体喷射器 310 优选设置在室 302 的内圆周周围，并设置将气态源材料例如，腐蚀剂源气体释放到介质窗口 308 和衬底 312 之间的 RF 感应等离子体区域内。此外，气态源材料也由制在室壁自身内的口或通过设置在介质窗口中的喷头释放出。衬底 312 引入室 302 内并设置在吸盘 314 上，吸盘 314 作为下电极并优选由第二 RF 电源 316 偏置（通常也借助匹配网络）。此外，吸盘 314 优选包括设置在下电极周围的聚焦环 317，优选由如氧化铝等的陶瓷材料制成。吸盘 314 可以为例如 ESC（静电）吸盘，通过静电力将衬底 312 固定到吸盘的表面。

- 30 仍参考图 3，排气口 318 通常设置在室 302 周围。排气口 318 连接到涡轮分子泵（未示出），通常位于室 302 的外面。通常涡轮分子泵保持室 302 内合适的气压。此外，使用高密度感应连接的反应器作

为形成导线的优选装置，已显示出非常良好的结果，也可以使用适合于形成等离子体的任何等离子体反应器，例如容性连接的或 ECR 反应器。

相应地，为了产生等离子体，工艺气体通过气体喷射口 310 输入到室 302 内。然后使用第一 RF 电源 306 向天线 304 供电，在室 302 内产生大电场。电场加速了室内存在的少量电子，使它们与工艺气体的气体分子碰撞。这些碰撞导致电离和激发放电或等离子体 320。如本领域中公知的，当受到这些强电场时，工艺气体的中性气体分子失去电子并留下荷正电的离子。由此，荷正电的离子 322 和荷负电的离子 324 含在等离子体 320 内。此外，中性气体分子 326（和/或原子）含在等离子体 320 内并遍布室 302。

为了进一步论述本发明的特点和优越于现有技术的优点，根据本发明的一个方案，图 3 示出了具有设置在下电极（或吸盘）314 上的均匀环 350 的等离子体处理反应器 300。优选，均匀环 350 相对于等离子体处理反应器固定不动，并连接到室的一部分（例如，室壁 303、介质窗口 308、和或下电极 314）。在图 3 中，显示的均匀环 350 用支撑部件 352 连接到室壁 303。此外，优选设置均匀环 350 以阻止位于衬底 312 边缘附近区域 353 中的大量的反应物接触衬底边缘。

优选设置支撑部件 352 将均匀环 350 放置在下电极 314 上并间隔一段间距。设置一段间距为进出衬底 312 提供垂直的空间 354。例如，通过输送装置（即，带叉的机械手）水平地移动衬底穿过垂直空间 354 输送衬底。一旦衬底处于下电极之上的位置，设置在下电极内并垂直移动的插头（pin）（未示出）从输送装置上获得衬底。然后输送装置缩回，插头下降，将衬底留在下电极上进行处理的位置中。通常启动吸盘将衬底固定在原位。有利的是，衬底几乎可以从任何方向穿过空间送入，因此本发明的均匀环可用于改进现有的等离子体处理系统。

此外，均匀环 350 的下表面均匀地与下电极 314 的上表面隔开（例如，平行）。以此方式，中性反应物 356 均匀地分布在衬底周围，因此可实现更均匀的腐蚀速率。然而，应该注意支撑部件干扰了衬底周围的气体流，因此支撑部件优选远离排气口设置，或者如果在排出路径中，尽可能远离衬底，以确保衬底表面气体的均匀分布。也就是，支撑部件不应在衬底的周边附近产生阻挡体。阻挡体阻止了会导致衬

底周边不均匀腐蚀速率和微粒污染的气体流。因此，优选支撑部件尽可能地小，同时仍具有支撑均匀环的力量。在优选的实施例中，支撑部件的宽度（即，直径）约 1/8 到约 1/4 英寸。此外，支撑部件优选设置得不影响衬底的进出。

- 5 在一个实施例中，使用了三个支撑部件以成一段间距地固定均匀环。然而，应该注意本发明不限于三个支撑部件，可以使用任何数量的支撑部件，只要它们能支撑均匀环就行。在优选的实施例中，支撑环连接到室的侧壁。在该实施例中，由间距形成的空间不会妨碍气体流。在另一实施例中，支撑部件连接到下电极。在又一实施例中，支撑部件连接到均匀环上的介质窗口。

- 10 此外，均匀环优选设置成可更换地连接到支撑部件。在一个实施例中，均匀环包括与支撑部件（未示出）匹配的孔或槽（或缝）。设置孔以保持均匀环处于一段间距。因此，均匀环容易从处理室更换。更换均匀环能使等离子体反应器具有较少的停机时间，是由于可以将干净的均匀环放置在室内同时清理脏的。

- 15 除了为进出衬底提供空间之外，空间 354 还可用于从衬底 312 的表面上除去腐蚀期间形成的腐蚀副产品 358。通常，如果不提供任何空间，部分腐蚀的副产品将沉积到衬底 312 周边附近的均匀环的侧壁上。如上所述，侧壁沉积会导致微粒污染。通过提供空间，很少的材料沉积到均匀环上，由此，将减少与微粒污染有关的成品率问题。此外，由于均匀环不必经常清理，因此可以增加衬底生产量。

- 20 虽然不希望受理论约束，但也相信组分带到衬底以及生成气体被取出的速度可以确定腐蚀速率。通过在衬底边缘附近提供空间，可以较快和有效地从衬底的表面附近除去副产品，由此，可以增加腐蚀速率。

- 25 在一个优选实施例中，设计间距的尺寸以提供进出衬底的垂直空间和排出副产品气体和颗粒的空间，同时基本上阻止了衬底的边缘受到位于均匀环外圆周的高密度中性反应物。优选，垂直空间提供了约 1/2 到 3/8 英寸的距离。

- 30 此外，设置均匀环 350 环绕衬底 312 的周边。因此，均匀环具有开口 360，为组分从衬底 312 的表面的等离子体区域 320 向下扩散提供了通路。通常，开口 360 限定了均匀环的内圆周表面。优选设置

开口 360 将组分均匀地引导到衬底的表面。当控制等离子体的密度并限制穿过开口 360 时，腐蚀会更均匀。通常直线垂直的壁会得到较好的腐蚀结果，是由于直壁会产生到衬底表面更均匀的等离子体流（例如离子）。因此，优选均匀环的内圆周表面垂直于下电极。然而，应该注意，如果需要的话，圆周表面包含以较大或较小的量将等离子体（例如离子）引导到衬底表面的锥形。例如，正斜率的锥形将较大的离子浓度引导到衬底的边缘，负斜率锥形将较小的离子浓度引导到衬底的边缘。

此外，均匀环的开口具有与衬底形状一致的形状。通常，衬底为圆形，因此优选具有圆形截面的开口。这会产生更均匀的腐蚀。在一个实施例中，对于约 12 英寸的衬底尺寸，开口的直径大于或等于约 12 英寸。然而，应该注意本发明不限于特定尺寸的衬底，可以使用任何尺寸的衬底。因此，开口的尺寸优选大于或等于衬底的尺寸。通常，均匀环相对于衬底的周边越对称，腐蚀就越均匀。因此，在一个实施例中，均匀环为环形圈。

此外，优选在均匀环 350 的内圆周表面和衬底 312 的外圆周表面之间提供间隙 370。在一个优选实施例中，间隙约 1/2 英寸。虽然不希望受理论约束，但相信具有间隙会减小离子到衬底的扩散（最好调节离子流）。此外，应该指出较大的间隙阻止衬底边缘的中性反应物不太有效，较小的间距阻止衬底边缘的中性反应物会更有效。因此，根据使用的工艺，根据需要增加或减小间隙。

均匀环内圆周表面的高度对输送到衬底的组分具有类似的影响。例如，随着均匀环高度的增加，衬底边缘处的中性反应物的密度减小。此外，随着均匀环高度的增加，到达衬底边缘的离子密度产生不利的影响。因此，使用平衡离子密度和中性反应物的高度。在一个优选实施例中，均匀环的高度约 1/2 到约 1-1/2 英寸。

此外，设置均匀环 350 的厚度 380 以基本上防止组分穿过空间 354 的扩散。通过增加厚度，流过空间 354 的中性反应物的量会减少，因此数量减少的中性反应物扩散到衬底的边缘内。优选设置的厚度尽可能地大。在一个实施例中，厚度大于或等于约 1/2 英寸。在一个优选实施例中，厚度约 1 英寸。

然而，需要限制均匀环的厚度是由于需要为抽气流出一些空出区

域。通常设置空出区域以使涡轮分子泵有效地除去排出的副产品气体并保持需要的室压。设计室壁和均匀环之间距离 390 的尺寸以提供所述空出区域。优选，设置距离 390 形成大于或等于安排抽气空出的区域的排气口区域（例如，均匀环内周边和室壁的内周边之间的区域）。

- 5 在一个优选实施例中，距离约 2.5 英寸。此外，如果提供开口用于排出副产品气体并保持需要的室压，那么应该注意设置均匀环延伸到室的侧壁。

- 在另一优选实施例中，均匀环包括沿外圆周表面的锥形。在该实施例中，锥形在远离均匀内部的方向中产生气流。该气流会使更多的组分输送到均匀环的外部，由此减少了处理期间输送到衬底边缘的反应物的量。为了便于讨论本发明的该方案，图 4 示出了在等离子体处理反应器 400 内带有锥形 403 的均匀环 402。等离子体处理反应器 400 包括室壁 404、下电极 406 和排气口 408，分别对应于图 3 中示出的室壁 303、下电极 314 以及排气口 318。优选锥形 403 设置在均匀环 402 的外圆周表面，并具有向外朝室壁 404 延伸的倾斜面。

- 当工艺气体输入到室内并形成等离子体 409 时，室内的组分（例如，离子、电子和中性反应物）以各种方式集中到衬底。例如，中性组分 411 会通过扩散或对流移动到衬底的表面，离子会通过吸引（例如，电位）移动到衬底的表面。通常，当这些组分遇到锥形的均匀环 402 时，这些组分的第一部分通过均匀环 402 中的开口 412 集中到衬底 410，第二部分沿锥体 403 集中到排气口 408。以此方式，部分组分推进到远离衬底的方向中，因此衬底边缘处，特别是区域 420 处的中性反应物的密度降低。此外，锥形轮廓有助于最大限度地抽取组分穿过排气口 408。

- 25 此外，锥形表面有利地减少了通常均匀环具有的拐角数量和表面区域。通常，拐角和表面区域形成了集中副产品沉积物的区域（例如，聚合物）。如本领域中公知的，沉积物增加导致微粒污染的风险增大并且由于要增加均匀的清理降低了衬底的生产量。

- 为了进一步详细阐述，图 5 示出了根据本发明的一个实施例锥形均匀环 500 的优选结构的透视图。锥形均匀环 500 为图 4 的均匀环 402。锥形均匀环 500 包括限定了均匀环 500 的内圆周表面 504 的开口 502。内圆周表面 504 优选为垂直的壁。此外，设置开口 502 环绕衬底

的周边。虽然未示出，均匀环的下表面设置成水平。此外，锥形均匀环 500 包括锥形 506。

在另一优选实施例中，均匀环优选由基本上耐室内存在的等离子体腐蚀的材料形成（例如，与反应组分不发生反应）。均匀环应由能够经受等离子体环境并且不会不适当地污染衬底的材料形成。在一个实施例中，优选使用陶瓷材料。在另一实施例中，可以使用例如 SiC、氧化铝或石英或 Dupont Chemical Corporation of Delaware 公司制造的 Vespel®等的材料。此外，均匀环可以由整个外部涂覆有以上提到材料的不同材料形成。此外，支撑部件可以类似的方式形成。

10 在本发明的一个具体应用中，在以上提到的等离子体处理反应器系统中腐蚀其上有铝层（例如，导电层）的 12 英寸衬底。掩模材料为光致抗蚀剂层，腐蚀剂包括含氯气体（例如，氯气 Cl_2 ）。然而，本发明不限于特定尺寸的衬底，特定的导电层、特定的混合气体、特定的工艺参数组、和/或特定的等离子体室。

15 腐蚀期间以上提到的等离子体处理反应器系统内的压力优选保持在约 7 毫托 (mT) 到约 20 mT，较优选约 10 mT。腐蚀期间上部的 RF 天线电源优选保持在约 500 瓦 (W) 到约 2000W，较优选约 1000W。腐蚀期间下电极电源优选保持在约 100 瓦 (W) 到约 300W，较优选约 250W。此外，天线和下电极之间的间隙约 6.5 英寸。此外， Cl_2 以每分钟约 120
20 标准立方厘米 (sccm) 流入处理室内， BCl_3 以约 80sccm 流动， N_2 以约 30sccm 流动。

然而，应该指出当采用较小或较大衬底时，可以根据需要按比例改变源气体各组成部分的流速。由此，虽然各组成气体之中的相对流速很重要，但可以根据需要改变每个组成气体的绝对流速以适应不同的衬底尺寸。此外，可以优化 RF 电源级以获得适当的整体腐蚀速率、光致抗蚀剂层选择性，并在给定的系统和/或给定的一叠衬底中保持需要的腐蚀轮廓。

在另一实施例中，加热均匀环在整个腐蚀工艺中提供均匀的温度，并减少聚集在均匀环表面上聚合物的量。通常该区域越冷，易于发生的沉积越多。通常均匀环优选热得足以防止聚合物沉积在均匀环的侧壁上。此外，一旦确定了一组工艺参数，优选腐蚀期间从头到尾这些参数保持不变。通常，工艺漂移不利地影响了腐蚀结果。因此，

优选处理期间保持均匀环的温度不变，以更好地控制。

5 为了进一步详细地阐述，可以通过传导或辐射加热均匀环。这可以通过在均匀环内部或外部加热线圈（例如，电力地）、加热灯、水浴等实现。在一个实施例中，设置支撑部件向均匀环提供热。在该实施例中，加热器通过支撑部件向均匀环传导热。此外，由于疲劳问题，均匀环包括弯曲部分以允许热膨胀。在另一实施例中，均匀环的温度自动地控制。例如，当充入等离子体时，室内的热量通常升高，因此，设计控制器以减小加热器的功率，以保持合适的温度。

10 从以上可以看出，与现有技术相比，本发明提供有许多优点。例如，本发明提供了可进出衬底的固定均匀环。因此，固定均匀环基本上防止了处理期间衬底周边中性反应物的扩散，因此可以实现均匀的腐蚀速率。此外，本发明在衬底附近提供了空间，用于除去腐蚀期间产生的不希望的产品。由此，减少了微粒污染，并获得了更有效的腐蚀反应。

15 此外，本发明提供了简单的设计，能容易地制造和清理。例如，均匀环为环形圈，侧壁上没有缝或开口（例如，更多的表面区域和更多的拐角）。此外，由于均匀环的侧壁中没有缝或开口，并且均匀地与衬底隔开，因此，在衬底的表面周围产生对称的气体流，从而产生更均匀的腐蚀速率。此外，本发明容易更换，因此可以进行清理同时
20 不影响衬底生产量。

虽然依据几个优选实施例介绍了本发明，但在本发明的范围内存在修改、变换及等效。还应该注意实现本发明的方法和装置还有许多其它方式。因此，下面附带的权利要求书意在包括落入本发明实质精神和范围内的所有这种修改、变换及等效。

25

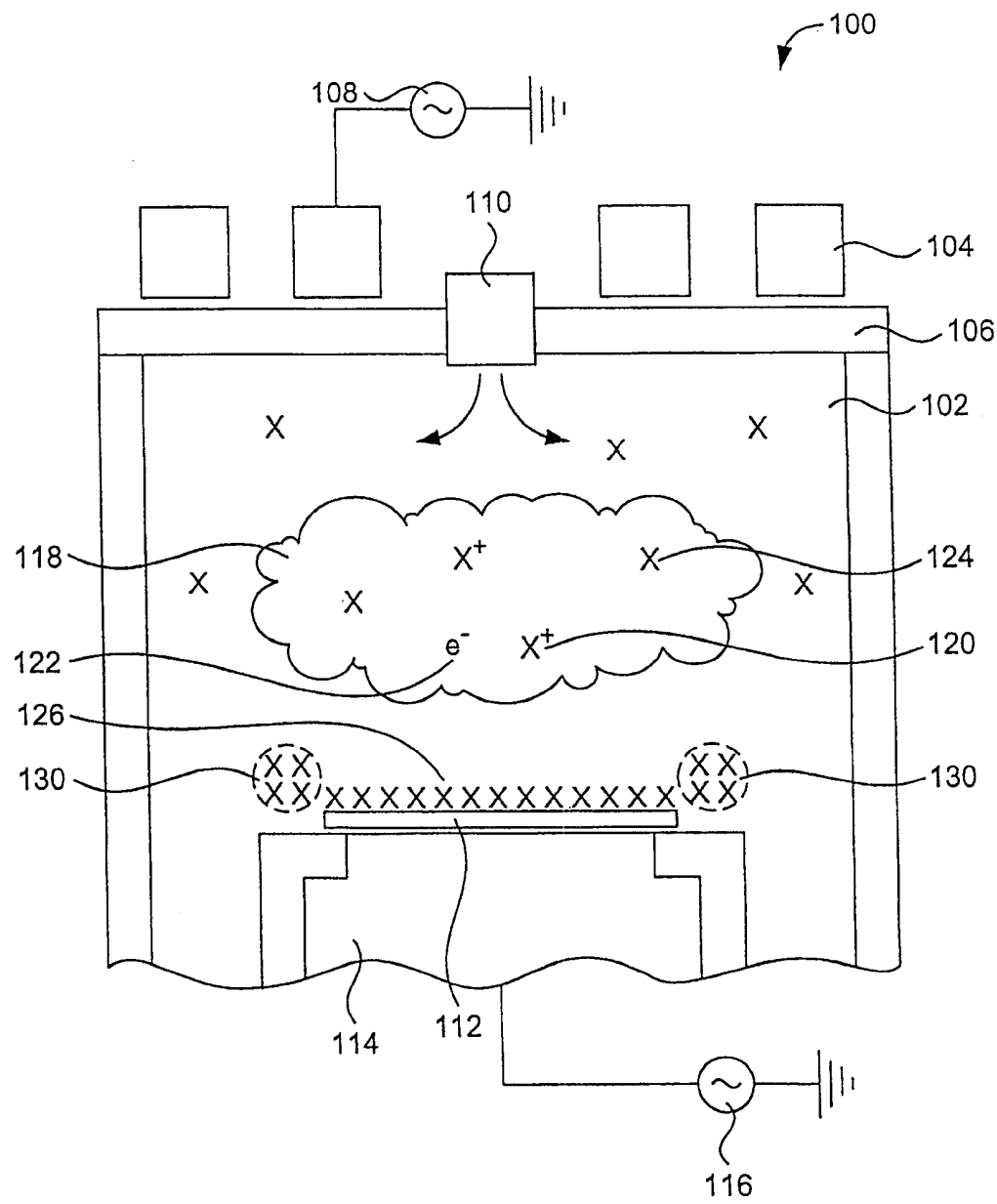


图 1
(现有技术)

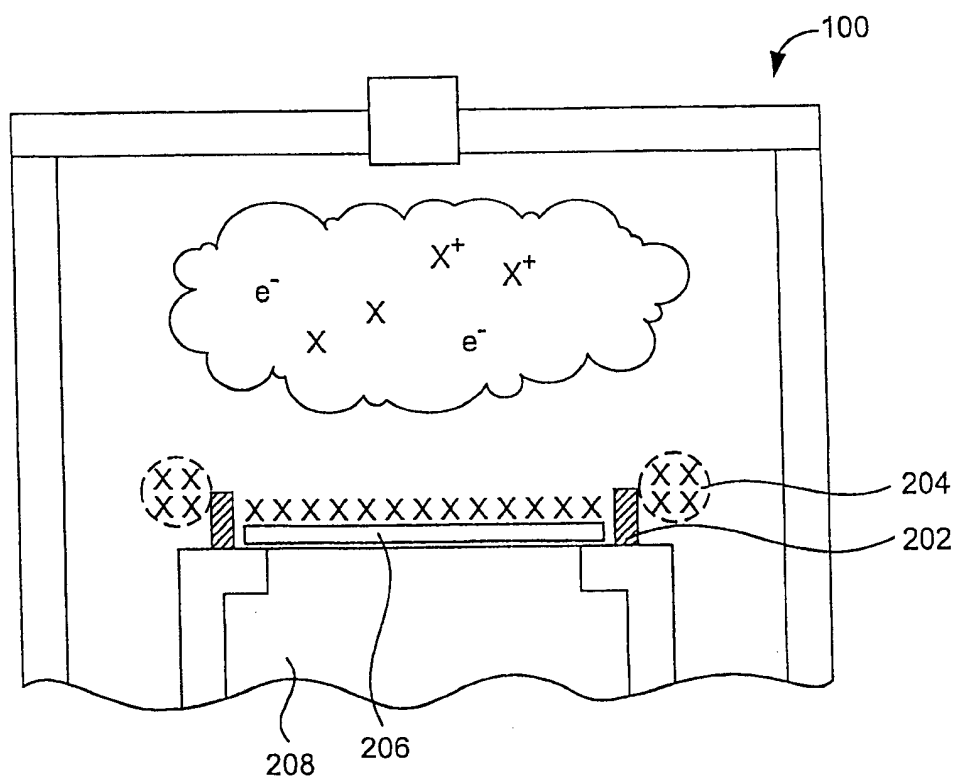


图 2A
(现有技术)

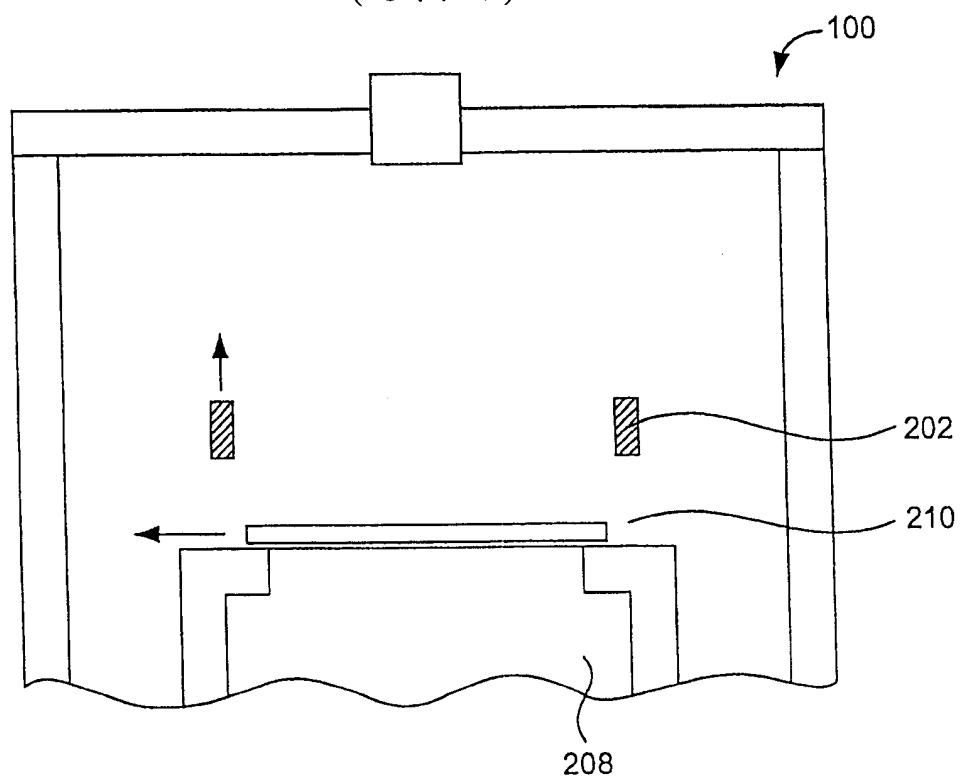


图 2B
(现有技术)

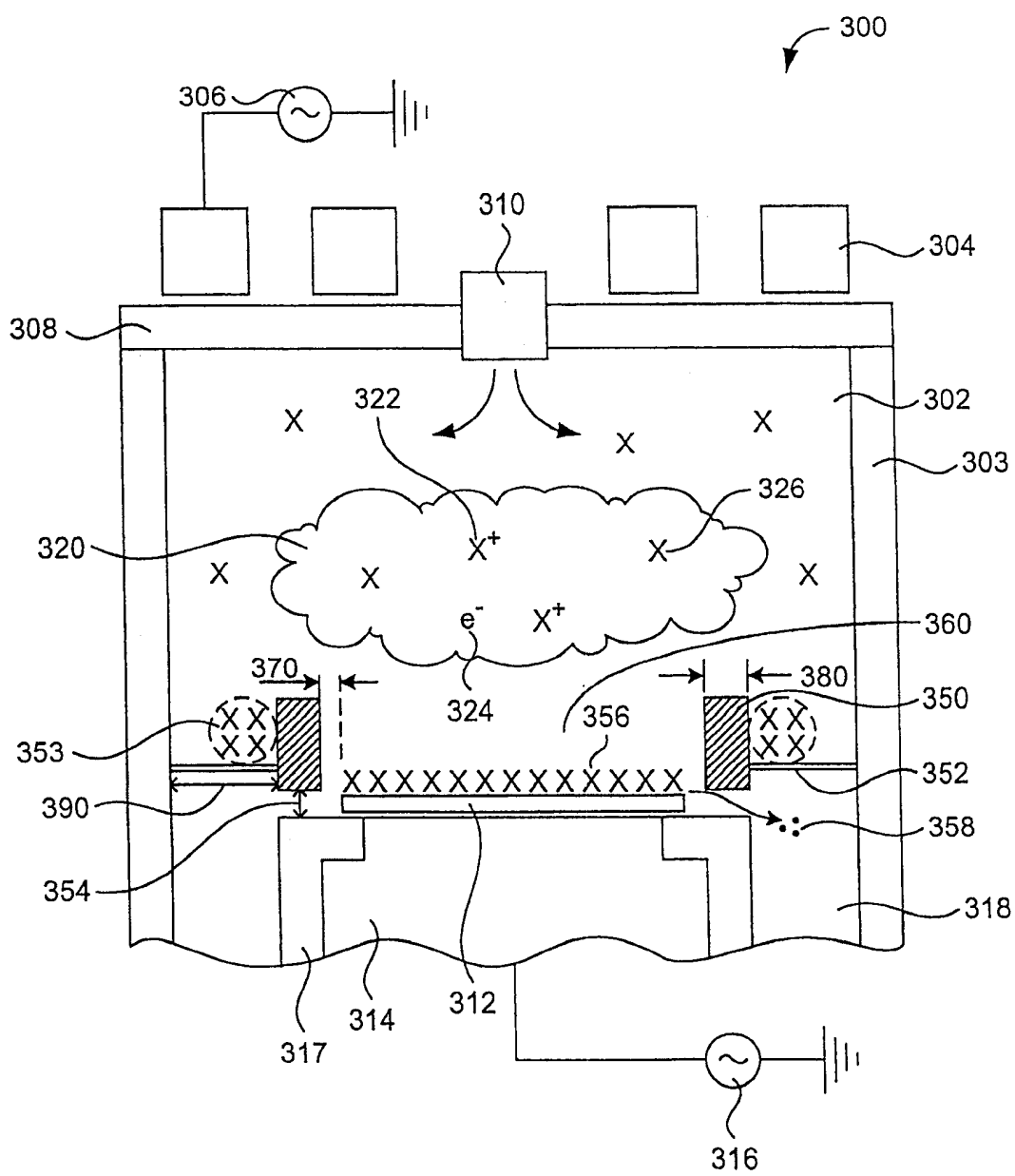


图 3

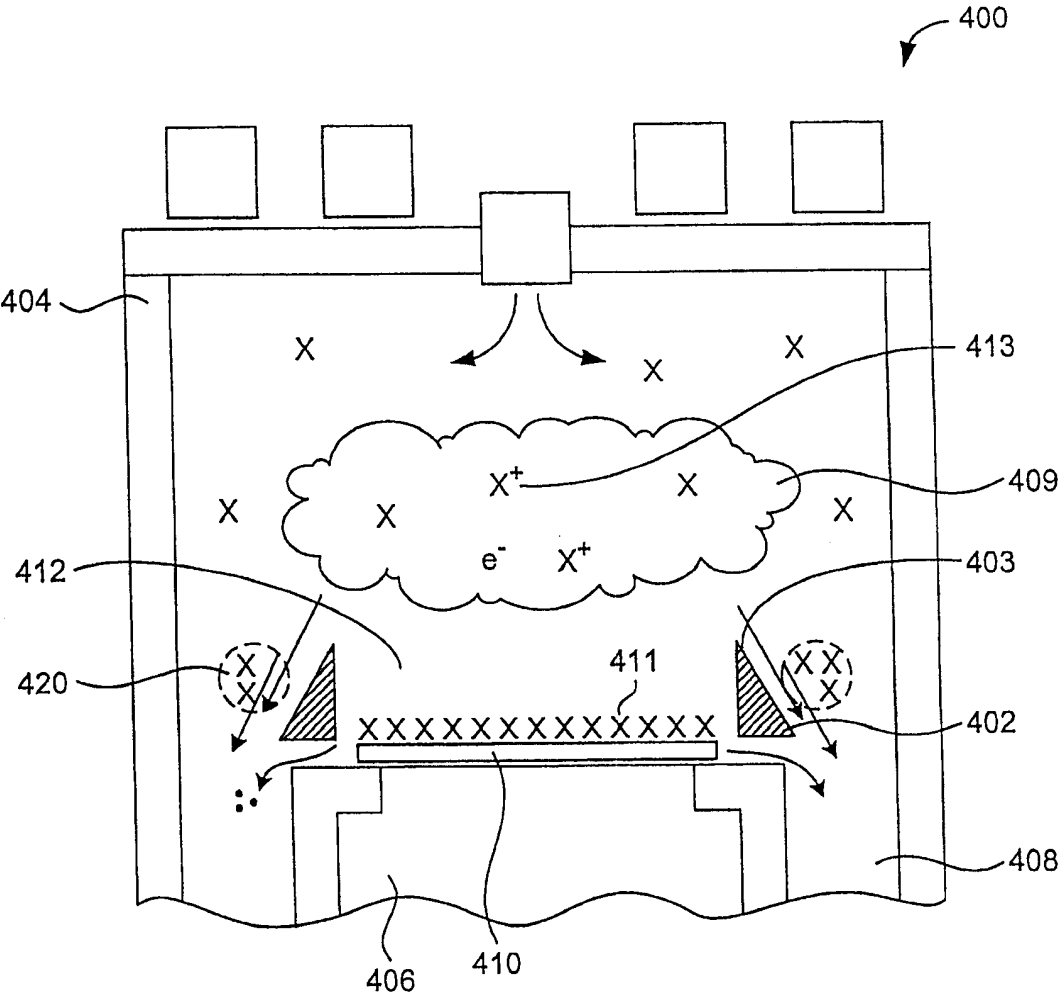


图 4

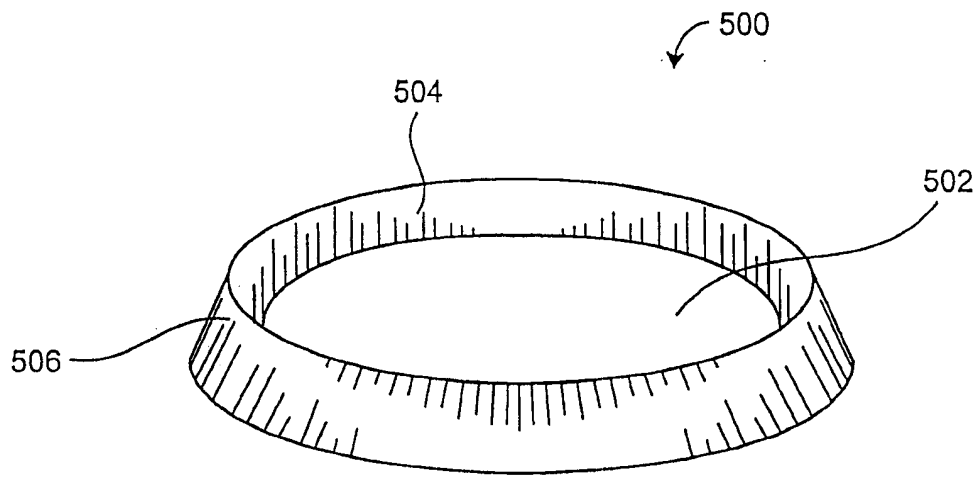


图 5