

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H05B 6/80 (2006.01)

H05B 7/02 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680048356.6

[43] 公开日 2009年3月25日

[11] 公开号 CN 101395963A

[22] 申请日 2006.12.20

[21] 申请号 200680048356.6

[30] 优先权

[32] 2005.12.23 [33] US [31] 11/318,360

[86] 国际申请 PCT/US2006/062445 2006.12.20

[87] 国际公布 WO2007/102923 英 2007.9.13

[85] 进入国家阶段日期 2008.6.20

[71] 申请人 朗姆研究公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 穆罕默德·卡马尔哈

胜炎·艾伯特·王

[74] 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限责
任公司

代理人 余刚 尚志峰

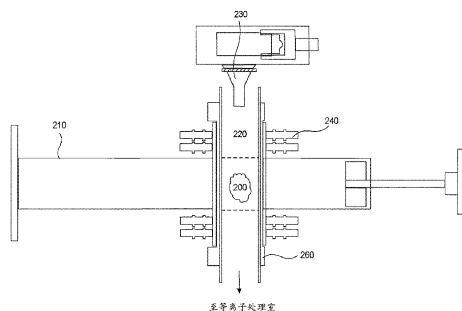
权利要求书 10 页 说明书 12 页 附图 9 页

[54] 发明名称

实现高效等离子阱的方法和装置

[57] 摘要

一种装置，配置为将等离子保持在下游微波等离子系统的等离子管总成内。下游微波等离子系统配置为在等离子管总成的等离子保持区域内生成等离子，并且将至少一部分等离子向下游引导至下游微波等离子系统的等离子处理室。装置包括第一中空的导电圆盘，其围绕限定等离子管总成的等离子通道的圆柱形结构。装置还包括第二中空的导电圆盘，其也围绕该圆柱形结构。第二中空的导电圆盘配置为以相对于第一中空的导电圆盘间隔分开的关系设置，以便在第一中空的导电圆盘和第二中空的导电圆盘之间形成第一中空的圆盘形间隙区。



1. 一种装置,配置为将等离子包含在下游微波等离子系统的等离子管总成内,所述下游微波等离子系统配置为在所述等离子管总成的等离子保持区域内生成等离子并且将至少一部分所述等离子向下游引导至所述下游微波等离子系统的等离子处理室,包括:

第一中空的导电圆盘,其围绕限定所述等离子管总成的等离子通道的圆柱形结构;

第二中空的导电圆盘,其也围绕所述圆柱形结构,所述第二中空的导电圆盘配置为以相对所述第一中空的导电圆盘间隔分开的关系设置,以便在所述第一中空的导电圆盘和所述第二中空的导电圆盘之间形成第一中空的圆盘形间隙区;和

第三中空的导电圆盘,其也围绕所述圆柱形结构,所述第三中空的导电圆盘配置为以相对所述第二中空的导电圆盘间隔分开的关系设置,以便在所述第三中空的导电圆盘和所述第二中空的导电圆盘之间形成第二中空的圆盘形间隙区,借此所述第一中空的导电圆盘、所述第二中空的导电圆盘、所述第三中空的导电圆盘、所述第一中空的圆盘形间隙区和所述第二中空的圆盘形间隙区形成相对所述等离子管总成的等离子保持区域的上游等离子阱和下游等离子阱之一。

2. 根据权利要求1所述的装置,其中所述第一中空的导电圆盘、所述第二中空的导电圆盘和所述第三中空的导电圆盘由铝制成。
3. 根据权利要求1所述的装置,其中所述第一中空的导电圆盘至少具有面向上游方向和下游方向之一的第一波状表面。

4. 根据权利要求1所述的装置,其中所述第二中空的导电圆盘至少具有面向所述第一波状表面的第二波状表面。
5. 根据权利要求1所述的装置,其中将所述第一波状表面中的波峰相对所述第二波状表面中的波峰偏移。
6. 根据权利要求5所述的装置,其中所述第一中空的圆盘形间隙区和所述第二中空的圆盘形间隙区形成空气间隙。
7. 根据权利要求5所述的装置,其中所述第一中空的圆盘形间隙区和所述第二中空的圆盘形间隙区由固体材料而非空气形成。
8. 根据权利要求1所述的装置,其中所述圆柱形结构包括内部圆柱形壁和外部圆柱形壁,所述内部圆柱形壁和所述外部圆柱形壁之间的间距用来循环热交换流体以促进从所述圆柱形结构到所述热交换流体的热传递。
9. 根据权利要求1所述的装置,其中所述第一中空的导电圆盘,所述第二中空的导电圆盘和所述第一中空的圆盘形间隙区形成设在微波波导管上游的所述上游等离子阱,所述装置进一步包括:

第四中空的导电圆盘,其围绕所述圆柱形结构;

第五中空的导电圆盘,其也围绕所述圆柱形结构,所述第五中空的导电圆盘配置为以相对所述第四中空的导电圆盘间隔分开的关系设置,以便在所述第四中空的导电圆盘和所述第五中空的导电圆盘之间形成第三中空的圆盘形间隙区;和

第六中空的导电圆盘,其也围绕所述圆柱形结构,所述第六中空的导电圆盘配置为以相对所述第五中空的导电圆盘间隔分开的关系设置,以便在所述第六中空的导电圆盘和所述

第五中空的导电圆盘之间形成第四中空的圆盘形间隙区,借此所述第四中空的导电圆盘、所述第五中空的导电圆盘、所述第六中空的导电圆盘、所述第三中空的圆盘形间隙区和所述第四中空的圆盘形间隙区形成设置在相对所述微波波导管下游的所述下游等离子阱。

10. 根据权利要求9所述的装置,其中所述第三中空的圆盘形间隙区和所述第四中空的圆盘形间隙区形成空气间隙。
11. 根据权利要求9所述的装置,其中所述第三中空的圆盘形间隙区和所述第四中空的圆盘形间隙区由固体材料而非空气形成。
12. 一种用于将等离子包含在下游微波等离子系统的等离子管总成中的方法,所述下游微波等离子系统配置为在所述等离子管总成的等离子保持区域内生成等离子并且将至少一部分所述等离子向下游引导至所述下游微波等离子系统的等离子处理室,包括:

提供第一中空的导电圆盘,其围绕限定所述等离子管总成的等离子通道的圆柱形结构;

以相对所述第一中空的导电圆盘间隔分开的关系固定第二中空的导电圆盘,以便在所述第一中空的导电圆盘和所述第二中空的导电圆盘之间形成第一中空的圆盘形间隙区,所述第二中空的导电圆盘也围绕所述圆柱形结构; 以及

以相对所述第二中空的导电圆盘间隔分开的关系固定第三中空的导电圆盘,以便在所述第三中空的导电圆盘和所述第二中空的导电圆盘之间形成第二中空的圆盘形间隙区,所述第三中空的导电圆盘也围绕所述圆柱形结构,借此所述第一中空的导电圆盘、所述第二中空的导电圆盘、所述第三中空的导电圆盘、所述第一中空的圆盘形间隙区和所述第二中空的圆盘形

间隙区形成相对所述等离子管总成的所述等离子保持区域的上游等离子阱和下游等离子阱之一。

13. 根据权利要求 12 所述的方法,其中所述第一中空的导电圆盘、所述第二中空的导电圆盘和所述第三中空的导电圆盘由铝形成。
14. 根据权利要求 12 所述的方法,其中所述第一中空的导电圆盘至少具有面向上游方向和下游方向之一的第一波状表面。
15. 根据权利要求 12 所述的方法,其中所述第二中空的导电圆盘至少具有面向所述第一波状表面的第二波状表面。
16. 根据权利要求 12 所述的方法,其中将所述第一波状表面中的波峰相对所述第二波状表面中的波峰偏移。
17. 根据权利要求 16 所述的方法,其中所述第一中空的圆盘形间隙区和所述第一中空的圆盘形间隙区形成空气间隙。
18. 根据权利要求 16 所述的方法,其中所述第一中空的圆盘形间隙区和所述第二中空的圆盘形间隙区由固体材料而非空气形成。
19. 根据权利要求 12 所述的方法,其中所述圆柱形结构包括内部圆柱形壁和外部圆柱形壁,所述内部圆柱形壁和所述外部圆柱形壁之间的间距用来循环热交换流体以促进从所述圆柱形结构到所述热交换流体的热传递。
20. 根据权利要求 12 所述的方法,其中所述第一中空的导电圆盘,所述第二中空的导电圆盘和所述第一中空的圆盘形间隙区形

成设在微波波导管上游的所述上游等离子阱,所述装置进一步包括:

提供第四中空的导电圆盘,其围绕所述圆柱形结构;

以相对所述第四中空的导电圆盘间隔分开的关系固定,以便在所述第四中空的导电圆盘和所述第五中空的导电圆盘之间形成第三中空的圆盘形间隙区,所述第五中空的导电圆盘也围绕所述圆柱形结构; 以及

以相对所述第五中空的导电圆盘间隔分开的关系固定第六中空的导电圆盘,以便在所述第六中空的导电圆盘和所述第五中空的导电圆盘之间形成第四中空的圆盘形间隙区,所述第六中空的导电圆盘也围绕所述圆柱形结构,借此所述第四中空的导电圆盘、所述第五中空的导电圆盘、所述第六中空的导电圆盘、所述第三中空的圆盘形间隙区和所述第四中空的圆盘形间隙区形成设在相对所述微波波导管下游的所述下游等离子阱。

21. 根据权利要求 20 所述的方法,其中所述第三中空的圆盘形间隙区和所述第四中空的圆盘形间隙区形成空气间隙。
22. 根据权利要求 20 所述的方法,其中所述第三中空的圆盘形间隙区和所述第四中空的圆盘形间隙区由固体材料而非空气形成。
23. 一种装置,配置为将等离子包含在下游微波等离子系统的等离子管总成内,所述下游微波等离子系统配置为在所述等离子管总成的等离子保持区域内生成等离子并且将至少一部分所述等离子向下游引导至所述下游微波等离子系统的等离子处理室,使用由相对于所述等离子管横向安装的微波所提供的微波能量生成所述等离子, 包括:

上游等离子阱，其设置在相对所述微波波导管上游，所述上游等离子阱包括：

第一中空的导电圆盘，其围绕限定所述等离子管总成的等离子通道的圆柱形结构，

第二中空的导电圆盘，其也围绕所述圆柱形结构，所述第二中空的导电圆盘配置为以相对所述第一中空的导电圆盘间隔分开的关系设置，以便在所述第一中空的导电圆盘和所述第二中空的导电圆盘之间形成第一中空的圆盘形间隙区；以及

第三中空的导电圆盘，其也围绕所述圆柱形结构，所述第三中空的导电圆盘配置为以相对所述第二中空的导电圆盘间隔分开的关系设置，以便在所述第三中空的导电圆盘和所述第二中空的导电圆盘之间形成第二中空的圆盘形间隙区，借此所述第一中空的导电圆盘、所述第二中空的导电圆盘、所述第三中空的导电圆盘，所述第一中空的圆盘形间隙区和所述第二中空的圆盘形间隙区形成相对所述等离子管总成的等离子保持区域的上游等离子阱和下游等离子阱之一；和

下游等离子阱，其设在相对所述微波波导管的下游，所述下游等离子阱包括：

第四中空的导电圆盘，其围绕所述圆柱形结构，

第五中空的导电圆盘，其也围绕所述圆柱形结构，所述第五中空的导电圆盘配置为以相对所述第四中空的导电圆盘间隔分开的关系设置，以便在所述第四中空的导电圆盘和所述第五中空的导电圆盘之间形成第三中空的圆盘形间隙区，

第六中空的导电圆盘也围绕所述圆柱形结构，所述第六中空的导电圆盘配置为相对所述第五中空的导电圆盘间隔分

- 开的关系设置,以便在所述第六中空的导电圆盘和所述第五中空的导电圆盘之间形成第四中空的圆盘形间隙区。
24. 根据权利要求 23 所述的装置,其中所述第一中空的导电圆盘,所述第二中空的导电圆盘和所述第三中空的导电圆盘由铝制成。
 25. 根据权利要求 23 所述的装置,其中所述第一中空的导电圆盘至少具有面向上游方向和下游方向之一的第一波状表面。
 26. 根据权利要求 23 所述的装置,其中所述第二中空的导电圆盘至少具有面向所述第一波状表面的第二波状表面。
 27. 根据权利要求 23 所述的装置,其中将所述第一波状表面中的波峰相对所述第二波状表面中的波峰偏移
 28. 根据权利要求 27 所述的装置,其中所述第一中空的圆盘形间隙区和所述第二中空的圆盘形间隙区形成空气间隙。
 29. 根据权利要求 27 所述的装置,其中所述第一中空的圆盘形间隙区和所述第二中空的圆盘形间隙区由固体材料而非空气形成。
 30. 根据权利要求 23 所述的装置,其中所述圆柱形结构包括内部圆柱形壁和外部圆柱形壁,所述内部圆柱形壁和所述外部圆柱形壁之间的间距用来循环热交换流体以促进从所述圆柱形结构到所述热交换流体的热传递。
 31. 根据权利要求 23 所述的装置,其中所述第三中空的圆盘形间隙区和所述第四中空的圆盘形间隙区形成空气间隙。

32. 根据权利要求 23 所述的装置, 其中所述第三中空的圆盘形间隙区和所述第四中空的圆盘形间隙区由固体材料而非空气形成。
33. 一种装置, 配置为将等离子包含在下游微波等离子系统的等离子管总成内, 所述下游微波等离子系统配置为在所述等离子管总成的等离子保持区域内生成等离子并且将至少一部分所述等离子向下游引导至所述下游微波等离子系统的等离子处理室, 包括:
- 第一实心的导电圆盘, 其围绕限定所述等离子管总成的等离子通道的圆柱形结构;
- 第二实心的导电圆盘, 其也围绕所述圆柱形结构, 所述第二实心的导电圆盘配置为以相对所述第一实心的导电圆盘间隔分开的关系设置, 以便在所述第一实心的导电圆盘和所述第二实心的导电圆盘之间形成第一实心的圆盘形间隙区; 和
- 第三实心的导电圆盘, 其也围绕所述圆柱形结构, 所述第三实心的导电圆盘配置为以相对所述第二实心的导电圆盘间隔分开的关系设置, 以便在所述第三实心的导电圆盘和所述第二实心的导电圆盘之间形成第二实心的圆盘形间隙区, 借此所述第一实心的导电圆盘、所述第二实心的导电圆盘、所述第三中空的导电圆盘、所述第一中空的圆盘形间隙区和所述第二中空的圆盘形间隙区形成相对所述等离子管总成的所述等离子保持区域的上游等离子阱和下游等离子阱之一。
34. 根据权利要求 33 所述的装置, 其中所述第一中空的导电圆盘, 所述第二中空的导电圆盘和所述第三中空的导电圆盘由铝形成。

35. 根据权利要求 33 所述的装置,其中所述第一中空的导电圆盘至少具有面向上游方向和下游方向之一的第一波状表面。
36. 根据权利要求 33 所述的装置,其中所述第二中空的导电圆盘至少具有面向所述第一波状表面的第二波状表面。
37. 根据权利要求 33 所述的装置,其中将所述第一波状表面中的波峰相对所述第二波状表面中的波峰偏移。
38. 根据权利要求 37 所述的装置,其中所述第一中空的圆盘形间隙区和所述第二中空的圆盘形间隙区形成空气间隙。
39. 根据权利要求 37 所述的装置,其中所述第一中空的圆盘形间隙区和所述第二中空的圆盘形间隙区由固体材料而非空气形成。
40. 根据权利要求 33 所述的装置,其中所述圆柱形结构包括内部圆柱形壁和外部圆柱形壁,所述内部圆柱形壁和所述外部圆柱形壁之间的间距用来循环热交换流体以促进从所述圆柱形结构到所述热交换流体的热交换。
41. 根据权利要求 33 所述的装置,其中所述第一中空的导电圆盘,所述第二中空的导电圆盘和所述第一中空的圆盘形间隙区形成设在微波波导管上游的所述上游等离子阱,所述装置进一步包括:

第四中空的导电圆盘,其围绕所述圆柱形结构;

第五中空的导电圆盘,其也围绕所述圆柱形结构,所述第五中空的导电圆盘配置为以相对所述第四中空的导电圆盘间隔分开的关系设置,以便在所述第四中空的导电圆盘和所述第五中空的导电圆盘之间形成第三中空的圆盘形间隙区;和

第六中空的导电圆盘，其也围绕所述圆柱形结构，所述第六中空的导电圆盘配置为以相对所述第五中空的导电圆盘间隔分开的关系设置，以便在所述第六中空的导电圆盘和所述第五中空的导电圆盘之间形成第四中空的圆盘形间隙区，借此所述第四中空的导电圆盘、所述第五中空的导电圆盘、所述第六中空的导电圆盘、所述第三中空的圆盘形间隙区和所述第四中空的圆盘形间隙区形成设在相对所述微波波导管下游的所述下游等离子阱。

42. 根据权利要求 41 所述的装置，其中所述第三中空的圆盘形间隙区和所述第四中空的圆盘形间隙区形成空气间隙。
43. 根据权利要求 41 所述的装置，其中所述第三中空的圆盘形间隙区和所述第四中空的圆盘形间隙区由固体材料而非空气形成。

实现高效等离子阱的方法和装置

背景技术

等离子处理由于制造企业试图在半导体工业中保持竞争力而继续发展。为了获得竞争优势，实现各种方法和装置以增加在基片处理中使用的等离子体的量以生产没有缺陷的器件。

一种表现出持续希望的发展是在等离子处理机器中使用新的和不同的几何图形。在一种尝试中使用不同的几何图形，如长直等离子管和盘旋等离子管，以充分吸收微波功率或者将吸收的微波功率转换为有用的等离子物质。为了便于讨论，图1示出现有技术中的盘旋等离子管总成的简化图。可在等离子管**102**内经过一种或多种气体（例如， O_2 ， N_2 ， N_2H_2 ， HeH_2 ，水蒸汽和氟化化合物）与微波功率耦合而形成等离子**112**，该微波功率由微波功率发生器**106**经过波导管**108**传输。本领域的技术人员知道传统的直径一英寸或者更小的等离子管由于热载荷会损失所产生微波功率中的大部分。因为等离子**112**会包括有害的等离子物质和有用的等离子物质，可以控制等离子管的形状和直径以允许有害物质重组入有用物质。因此，不同的几何图形转化成更高效的设备。

考虑这种情况，其中，例如，等离子**112**穿过等离子管**102**并且撞上弯曲**116**。因为等离子**112**在弯曲**116**与等离子管**102**的壁相互作用，一些等离子物质会重组。然而，利用盘旋等离子管，中性物质重组的机会增加。结果，等离子管盘绕越多，等离子管将中性物质传输到等离子处理室的效率越低。

为了减少有用的等离子物质重组的数量，一些制造商使用直等离子管。在没有弯曲的情况下，等离子管内等离子物质重组率降低。然而，为了使有害的等离子物质进入等离子处理室的可能性最小，制造商不得不延伸等离子管。

另外，由于可能发生的微波辐射泄露，等离子物质会在等离子管的波导管围绕区域之外形成。在有的等离子管总成中使用阱来限制泄露量。阱通常是中空的铝的圆盘状装置，其大约为0.5英寸到2英寸厚。然而，在实践中，并不是所有的微波辐射都能被包含，仍可能会发生微波泄漏，导致功率损失以及有害的等离子物质的扩张。

尽管等离子管和阱的几何形状可提供用于将有用的等离子物质传输到等离子处理室的部分解决方案，但是需要的是用于产生高效下游微波等离子系统的方法和装置。

发明内容

在一个实施方式中，本发明涉及一种装置，配置为将等离子包含在下游微波等离子系统的等离子管总成内。该下游微波等离子系统配置为在等离子管总成的等离子保持区域内生成等离子，并且将至少一部分等离子向下游引导至下游微波等离子系统的等离子处理室。该装置包括第一中空的导电圆盘，其围绕限定等离子管总成的等离子通道的圆柱形结构。该装置还包括第二中空的导电圆盘，其也围绕该圆柱形结构。该第二中空的导电圆盘配置为以相对于该第一中空的导电圆盘间隔分开的关系设置，以便在该第一中空的导电圆盘和该第二中空的导电圆盘之间形成第一中空的圆盘形间隙区。该装置进一步包括第三中空的导电圆盘，其也围绕该圆柱形结构，该第三中空的导电圆盘配置为以相对于该第二中空的导电圆盘间隔分开的关系设置，以便在该第三中空的导电圆盘和该第二中空

的导电圆盘之间形成第二中空的圆盘形间隙区。借此，该第一中空的导电圆盘、该第二中空的导电圆盘、该第三中空的导电圆盘、该第一中空的圆盘形间隙区和该第二中空的圆盘形间隙区形成相对该等离子管总成的等离子保持区域的上游等离子阱和下游等离子阱之一。

在另一实施方式中，本发明涉及用于将等离子包含在下游微波等离子系统的等离子管总成中的方法。该下游微波等离子系统配置为在该等离子管总成的等离子保持区域内生成等离子并且将至少一部分等离子向下游引导至该下游微波等离子系统的等离子处理室。该方法包括提供第一中空的导电圆盘，其围绕限定该等离子管总成的等离子通道的圆柱形结构。该方法还包括将第二中空的导电圆盘以相对该第一中空的导电圆盘间隔分开的关系固定，以便在该第一中空的导电圆盘和该第二中空的导电圆盘之间形成第一中空的圆盘形间隙区，该第二中空的导电圆盘也围绕该圆柱形结构。该方法进一步包括将第三中空的导电圆盘以相对该第二中空的导电圆盘间隔分开的关系固定，以便在该第三中空的导电圆盘和该第二中空的导电圆盘之间形成第二中空的圆盘形间隙区，该第三中空的导电圆盘也围绕该圆柱形结构。借此，该第一中空的导电圆盘、该第二中空的导电圆盘、该第三中空的导电圆盘、该第一中空的圆盘形间隙区和该第二中空的圆盘形间隙区形成相对该等离子管总成的等离子保持区域的上游等离子阱和下游等离子阱之一。

在又一个实施方式中，本发明涉及一种装置，其配置为将等离子包含在该下游微波等离子系统的等离子管总成内。该下游微波等离子系统配置为在该等离子管总成的等离子保持区域生成等离子并且将至少一部分等离子向下游引导至该下游微波等离子系统的等离子处理室。使用由相对于该等离子管横向安装的微波所提供的微波能量生成该等离子。该装置包括上游等离子阱，其设置在相

对微波波导管的上游。该上游等离子阱包括第一中空的导电圆盘，其围绕限定该等离子管总成的等离子通道的圆柱形结构。该上游等离子阱还包括第二中空的导电圆盘，其也围绕该圆柱形结构。该第二中空的导电圆盘配置为以相对于该第一中空的导电圆盘间隔分开的关系设置，以便在该第一中空的导电圆盘和该第二中空的导电圆盘之间形成第一中空的圆盘形间隙区。该上游等离子阱还包括第三中空的导电圆盘，其也围绕该圆柱形结构。该第三中空的导电圆盘配置为以相对于该第二中空的导电圆盘间隔分开的关系设置，以便在该第三中空的导电圆盘和该第二中空的导电圆盘之间形成第二中空的圆盘形间隙区。借此，该第一中空的导电圆盘、该第二中空的导电圆盘、该第三中空的导电圆盘、该第一中空的圆盘形间隙区和该第二中空的圆盘形间隙区形成相对该等离子管总成的等离子保持区域的上游等离子阱和下游等离子阱之一。该装置还包括下游等离子阱，其设置在相对该微波波导管的下游。该下游等离子阱包括第四中空的导电圆盘，其围绕该圆柱形结构。该下游等离子阱还包括第五中空的导电圆盘，其也围绕该圆柱形结构。该第五中空的导电圆盘配置为以相对于该第四中空的导电圆盘间隔分开的关系设置，以便在该第四中空的导电圆盘和该第五中空的导电圆盘之间形成第三中空的圆盘形间隙区。下游等离子阱还包括第六中空的导电圆盘，其也围绕该圆柱形结构。该第六中空的导电圆盘配置为以相对于该第五中空的导电圆盘间隔分开的关系设置，以便在该第六中空的导电圆盘和该第五中空的导电圆盘之间形成第四中空的圆盘形间隙区。

在又一个实施方式中，本发明涉及一种装置，其配置为将等离子包含在该下游微波等离子系统的等离子管总成内。该下游微波等离子系统配置为在该等离子管总成的等离子保持区域内生成等离子并且将至少一部分等离子向下游引导至该下游微波等离子系统的等离子处理室。该装置包括第一实心的导电圆盘，其围绕限定该

等离子管总成的等离子通道的圆柱形结构。该装置还包括第二实心的导电圆盘，其也围绕该圆柱形结构。该第二实心的导电圆盘配置为以相对该第一实心的导电圆盘间隔分开的关系设置，以便在该第一实心的导电圆盘和该第二实心的导电圆盘之间形成第一实心的圆盘形间隙区。该装置进一步包括第三实心的导电圆盘，其也围绕该圆柱形结构。该第三实心的导电圆盘配置为以相对该第二实心的导电圆盘间隔分开的关系设置，以便在该第三实心的导电圆盘和该第二实心的导电圆盘之间形成第二实心的圆盘形间隙区。借此，该第一实心的导电圆盘，该第二实心的导电圆盘，该第三实心的导电圆盘，该第一实心的圆盘形间隙区以及该第二实心的圆盘形间隙区形成相对该等离子管总成的等离子保持区域的上游等离子阱和下游等离子阱之一。

本发明的这些和其他特征将在下面的具体描述中结合附图更详细地说明。

附图说明

在附图中，本发明作为示例而不是作为限制来说明，其中类似的参考标号指出相似的元件，其中：

图1示出现有技术的盘旋等离子管总成的简图。

图2示出，在一个实施方式中，等离子生成装置的截面。

图3示出，在一个实施方式中，微波波导管总成的简图。

图4示出，在一个实施方式中，气体分配总成的简图。

图5示出，在一个实施方式中，等离子管总成连同波导管的简图。

图6示出，在一个实施方式中，多个等离子阱的简图。

图7示出，在一个实施方式中，具有波状表面和顶点的等离子阱。

图8示出，在一个实施方式中，如何偏移等离子阱的波峰。

图9示出，在一个实施方式中，冷却总成的简图。

具体实施方式

现在将根据如在附图中说明的几个实施方式来具体描述本发明。在下面的描述中，阐述许多具体细节以提供对本发明的彻底理解。然而，对于本领域技术人员，显然，本发明可不利用这些具体细节的一些或者全部而实施。在有的情况下，公知的工艺步骤和/或结构没有说明，以避免不必要的混淆本发明。

按照本发明的实施方式，为了减少下游微波等离子系统内等离子保持区域的微波泄漏，提供一种等离子生成装置，其配置为生成等离子和将等离子向下游引导至等离子处理室。在一些实施方式中，等离子生成装置可包括多个阱以允许更高效地吸收微波功率。本发明的实施方式还提供多个具有小型面（low profile）构造的阱以能够更有效地将有用的等离子物质传递至等离子处理室。

图2示出，在一个实施方式中，等离子生成装置的横截面图。该等离子生成装置可包括微波波导管总成**210**，其能够将微波功率传输至等离子管总成**220**。等离子生成装置还可包括气体分配总成**230**，其可将一种或者多种气体喷入等离子管总成**220**。在等离子管总成**220**内，微波功率可与一种或多种气体耦合（如 O_2 ， N_2 ， N_2H_2 ， HeH_2 ，水蒸汽和氟化化合物）以生成等离子**200**。进一步，等离子

生成装置可包括多个等离子阱**240**以大大减少可能发生的微波辐射泄露。另外，等离子生成装置可包括冷却总成**260**以降低由于过多的功率而可能发生的热载荷。

图3示出，在一个实施方式中，微波波导管总成**210**的简图，其可包括微波功率发生器**212**，如Hitachi磁控管，以及波导管**214**。微波功率发生器**212**可将微波功率经过波导管**214**发送到等离子管总成**220**的等离子保持区域**216**。微波波导管总成**210**，其具有平行于第一轴的纵轴，可与等离子管总成**220**相互作用，该等离子管总成具有平行于第二轴的纵轴，第二轴大体上与第一轴正交。

如这里所讨论的，波导管是设计为引导微波功率的矩形或者圆柱形管。波导管**214**可延伸贯穿等离子管总成**220**的等离子保持区域**216**。波导管**214**的一端可包括滑动短柱（sliding short）**218**。通过操控滑动短柱**218**，操作者可以调节波导管**214**内的微波功率传输。

图4示出，在一个实施方式中，气体分配总成**230**的简图。气体分配总成**230**可包括气体分配喷头**232**，其可将一种或多种气体引入等离子管总成**220**的等离子保持区域**216**。如上面提到的，微波功率可与这些气体耦合以产生等离子**200**。气体分配喷头**232**可进一步包括紫外（UV）透明窗**234**与引发器（igniter）模块**236**。引发器模块**236**可用来引发等离子**200**。

如上面提到的，微波功率与一种或多种气体可在等离子保持区域**216**内耦合以产生基片处理所需的等离子**200**。图5示出，在一个实施方式中，等离子管总成**220**连同波导管**214**的简图。等离子管总成基本上平行于波导管**214**设置。等离子管**220**可配置为允许等离子向下至等离子处理室。等离子管总成**220**可以是圆柱形结构，其可分为三个主要区域：上部区域**222**、下部区域**224**和等离子保持区域**216**。如这里所讨论的，等离子保持区域指的是等离子管总成被波

导管围绕的区域。进一步，该等离子保持区域可以是微波功率与一种或多种气体耦合产生等离子体的区域。

为了提供更大的等离子保持区域，可以改变所使用的等离子管的几何形状。如上面提到的，现有技术的等离子管通常配置为直径大约1英寸。在一个实施方式中，等离子管总成**220**可具有比现有技术中常规的管更大的直径。

在现有技术中，由于可能在等离子管中发生的热载荷，有用等离子物质的产生会在大约2300瓦特收效递减（diminishing return）。对于通常在大直径构造中使用在2450MHZ频率的3000瓦特微波功率的基片处理，等离子管总成**220**可提供更大的可生成等离子**200**的容积。更大的容积允许更少的热载荷，其相应地导致微波功率更高的吸收率以与一种或多种气体耦合产生等离子物质。如这里所讨论的，等离子物质可包括有害和有用等离子物质。有害的等离子物质可包括，但不限于，UV光子和高能物质，如离子。有用的等离子物质通常是中性物质如原子团（radical）。尽管有害的等离子物质会损坏基片和/或处理室，但是需要有用等离子物质在基片执行剥除和/或非关键蚀刻。

在另一个实施方式中，等离子管总成**220**可配置具有小型面以降低壁面面积。在较小的壁面面积下，有用的等离子物质接触等离子管总成壁的机会更小。因此，本领域的技术人员明白重组率减小以及传输到等离子处理室、用于基片处理的有用等离子物质会增加。等离子管总成**220**的长度由多个因素确定，包括但不限于，波导管**214**的尺寸、多个等离子阱**240**的轮廓（见图2）和冷却总成**260**的轮廓（见图2）

该波导管**214**的尺寸/形状可根据采用的微波波长和该波导管所选择的模式而变化。在通常的基片处理中，使用的微波功率发生

器能够产生在2450MHz的3000瓦特的微波功率。为了支持这个数量的微波功率以及最小化热载荷，在一个实施方式中，波导管**214**可以是矩形波导管，具有横电场子模式10 (TE₁₀)。

另一个有助于缩短等离子管总成**220**长度的因素是如上面提到的多个等离子阱**240**的轮廓。如这里所讨论的，等离子阱可以是中空的和/或实心的导电圆盘，其可以围绕该等离子管总成。等离子阱通常用来引导微波功率并且防止微波泄漏。通过防止微波泄漏，等离子阱可防止等离子扩张超出波导管界限，使得在等离子处理室附近产生有害的等离子物质的机会更小。

图6示出，在一个实施方式中，多个等离子阱的简图。多个等离子阱**240**可包括一个或多个等离子阱。多个等离子阱**240**可基本上消除微波泄漏，尤其是在包括大量运行参数的工艺条件中。在一个实施方式中，多个等离子阱**240**可包括两组多个等离子阱，上游等离子阱组**244**和下游等离子阱组**246**。

在一个实施方式中，上游等离子阱组**244**可包括上游外部等离子阱**244a**和上游内部等离子阱**244b**，上游内部等离子阱**244b**可设置在波导管**214**上方。上游外部等离子阱**244a**可设置在上游内部等离子阱**244b**上方以形成中空或者实心的圆盘形间隙区 (interstitial region) **244c**。在一个实施方式，该间隙区可以是空气间隙或者可以填充空气以外的材料，如固体材料。

类似地，下游等离子阱组**246**可包括下游外部等离子阱**246a**和下游内部等离子阱**246b**。下游内部等离子阱**246b**可设置在波导管**214**下方，以及下游外部等离子阱**246a**可设置在下游内部等离子阱**246b**下方。在下游内部等离子阱**246b**和下游外部等离子阱**246a**之间可以是中空的或者实心的圆盘形间隙区**246c**，其可以是空气间隙或者填充空气以外的材料，如固体材料。

在一个实施方式中，每个等离子阱（**244a**，**244b**，**246a**和**246b**）的表面可以是带有波峰的波状表面，如图7所示。在一个示例中，下游内部等离子阱**246b**可具有上游波状表面**254a**和下游波状表面**254b**。在每个波状表面上有多个波峰（**250a**，**250b**，**250c**和**250d**）。类似地，下游外部等离子阱**246a**可具有上游波状表面**256a**和下游波状表面**256b**。在每个表面上有多个波峰（**252a**，**252b**，**252c**和**252d**）。

尽管对于每组多个等离子阱仅描述了两个等离子阱，但是每组可包括任何数量的等离子阱。另外，在每个组中，该多个等离子阱可以类似于上面描述的多个等离子阱来设置。并且，每组多个等离子阱可包括不同数量的等离子阱。在一个示例中，该上游等离子阱组可具有两个等离子阱，而该下游等离子阱组可具有三个等离子阱以降低微波辐射泄露的风险。

图8示出，在一个实施方式中，如何偏移波峰。在一个示例中，可相对于波峰**252a**和**252b**偏移波峰**250c**和**250d**。通过偏移这些波峰，使得每个等离子阱之间的中空或实心的圆盘形间隙区最小化，由此减少等离子管总成的长度。

如上面所提到的，多个等离子阱的轮廓会影响等离子管总成的轮廓。尽管小型面阱较为理想，但该多个等离子阱必须足够大以防止微波泄漏并且包含有害的等离子物质。本领域的技术人员明白宽度大约为微波功率波长四分之一的阱能够使逸出点（the points of escape）的电压最大而电流最小，因此，防止或限制微波辐射泄露。在一个实施方式中，多个等离子阱可以是波状的，可有效地减少微波功率的电气长度，类似于现有技术的采用介电材料的单个阱。本发明的实施方式可进一步提供波状的多个等离子阱为小型面并仍保持有效。

回头参考图6，微波功率往往沿波导管的长度传播（路径**242a**和**242b**）。考虑这种情况，其中，例如已经将微波功率引入波导管**214**。微波功率可沿路径**242a**传播到达点**248a**，在该点，波导管**214**和下游内部等离子阱**246b**交会。在点**248a**，阻抗非常高以及电流非常低。在一个示例中，如果阻抗高到无穷大，那么电流为零。因此，微波功率可有效地包含在该多个等离子阱内，并且不会发生微波泄漏。

然而，如果微波泄漏确实发生了，那么微波功率会沿下游内部等离子阱**246b**的长度传播达到角**248b**，该角也具有非常高的阻抗和非常低的电流。所以，任何微波泄漏都可有效地包含在下游外部等离子阱**246a**内。类似地，上游多个等离子阱**244**可捕获沿路径**242b**传播的微波泄漏。

可影响等离子管总成轮廓的第三个因素是冷却总成的大小。图9示出，在一个实施方式中，冷却总成**260**的简图。冷却总成**260**可包括冷却歧管**262**和中空的冷却套管**264**。冷却剂（即，热交换流体）可流过冷却歧管**262**并且向上到冷却套管**264**以降低热载荷，其转而降低等离子物质的重组率。

为了缩短等离子管总成**220**的长度，可以减小冷却歧管**262**的高度。然而，冷却歧管**262**仍然必须具有足够的长度以有效降低热载荷。在一个实施方式中，冷却歧管**262**可接近下游外部等离子阱**246a**设置。在一个示例中，下游冷却歧管**262**的面向上游的表面**266**邻近下游外部等离子阱**246a**的面向下游的表面**256b**。与现有技术不同，在下游冷却歧管**262**和下游外部等离子阱**246a**之间有很小的或者没有空气间隙，由此，减小等离子管总成**220**的长度。类似地，对于上游冷却歧管存在相同的总成，其中上游冷却歧管的面向下游表面邻近上游外部等离子阱的面向上游表面（即，基本上没有空气间隙）。

一种冷却剂（例如，Fluorinert FC-32S3），其可以是微波透明流体，可流经冷却歧管262并且向上至冷却剂套管264。冷却套管264可以是围绕等离子管总成220的大体上圆柱形装置。流经冷却套管264的冷却剂可与等离子管总成220相互作用以促进热传递并且有效降低可能发生的热载荷，尤其是在等离子保持区域216。

经过一段时间，冷却剂会导致冷却总成恶化。在一个实施方式中，冷却总成260可由陶瓷制成，因为陶瓷比其他材料更难与冷却剂反应。进一步，由于陶瓷对于等离子200发射出的光谱是不透明的，所以陶瓷可以阻挡一些辐射并且可以防止对下游微波等离子系统的其他组件的损伤。。

正如可以从本发明的实施方式中可以了解的，该小型面等离子生成装置通过利用通常在一般基片处理中使用的微波功率生成更多的有用的等离子物质而有效地降低费用。因此，产生高效的下游微波等离子系统以提供成本效率更高的各向同性的基片处理。

尽管本发明依照多个实施方式描述，但是存在落入本发明范围内的改变、置换和等同物。还应当注意，有许多实现本发明方法和设备的可选方式。所以，其意图是下面所附的权利要求解释为包括所有这样的落入本发明主旨和范围内的改变、置换和等同物。

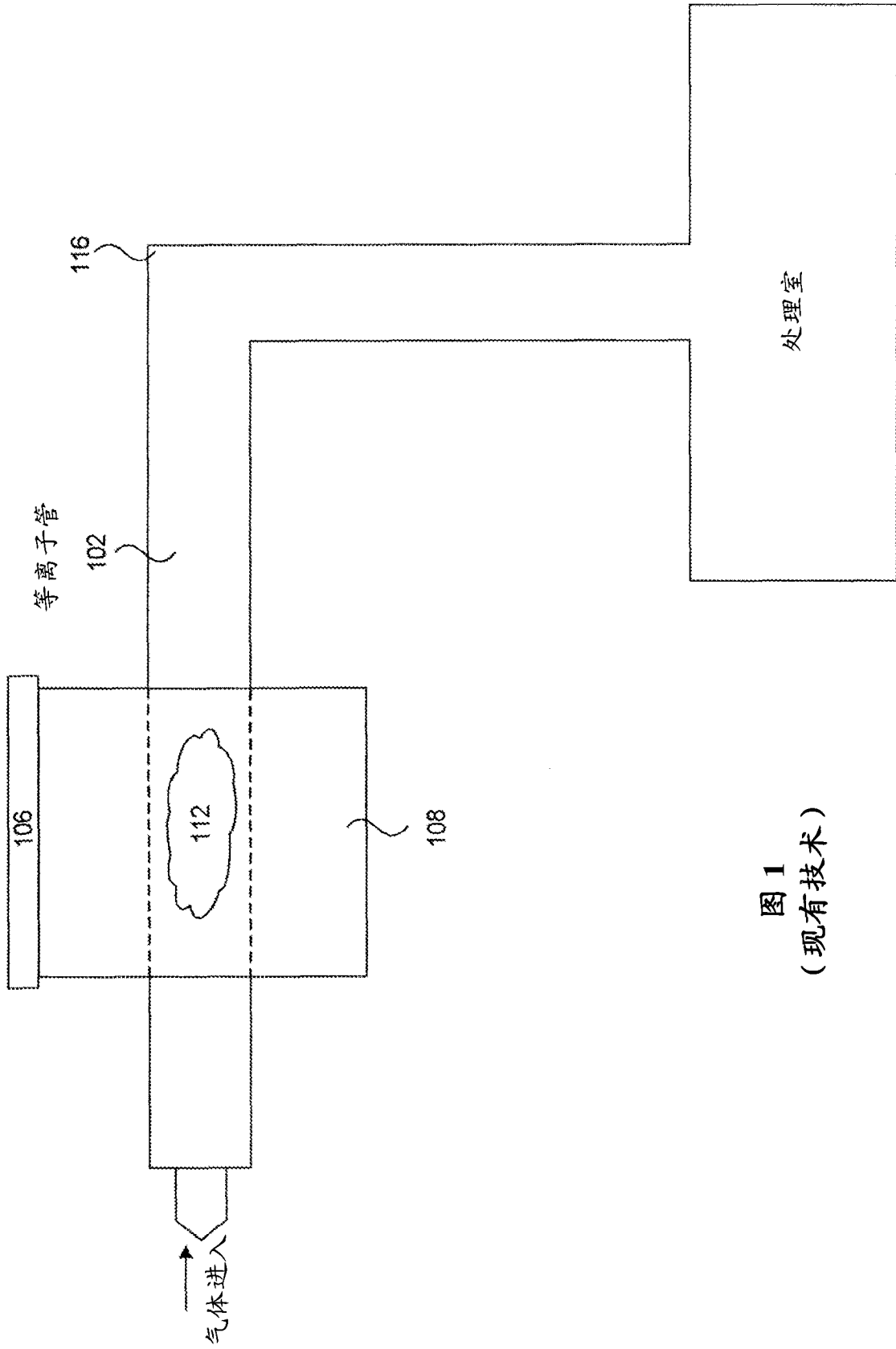


图1
(现有技术)

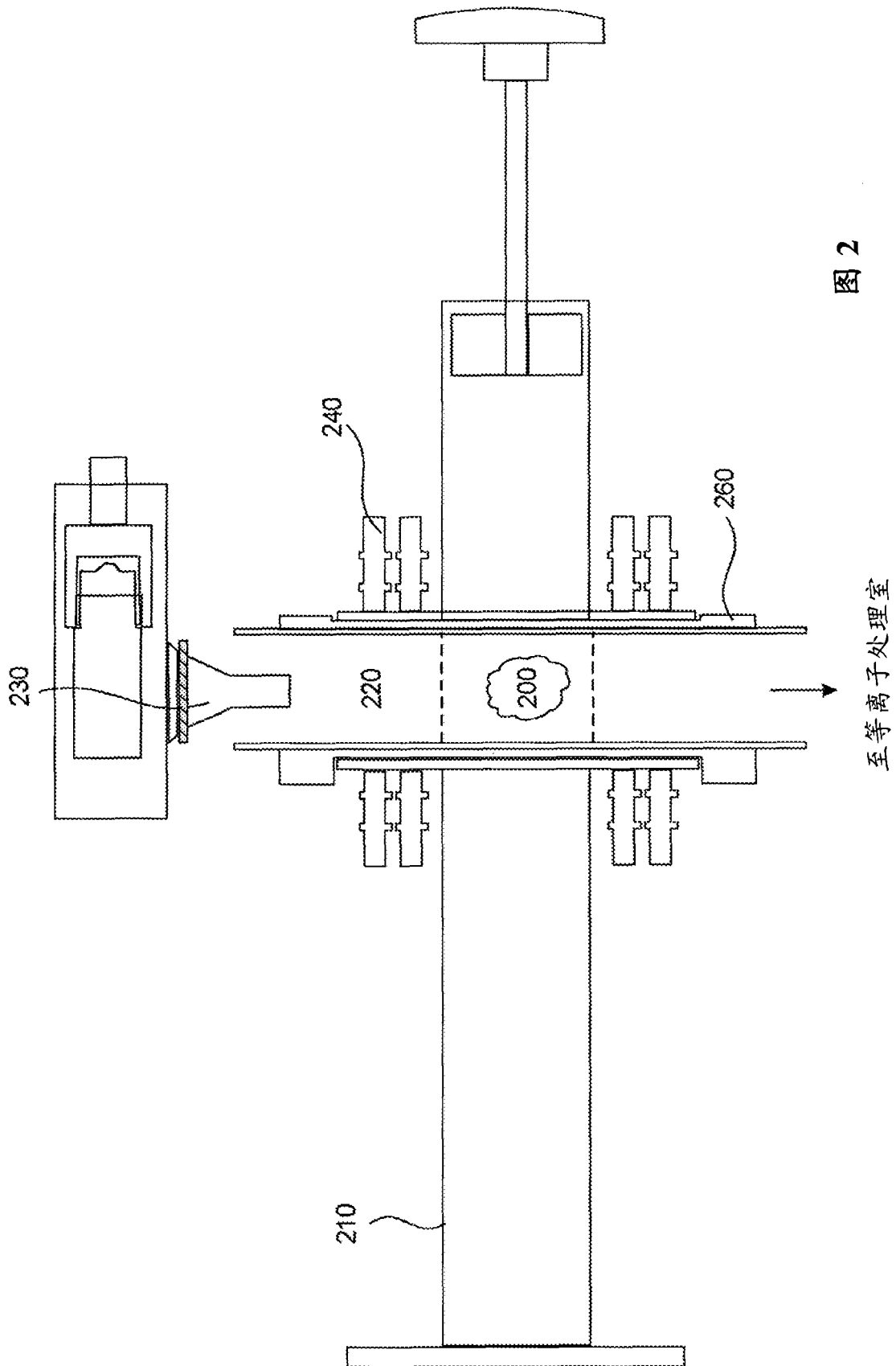


图 2

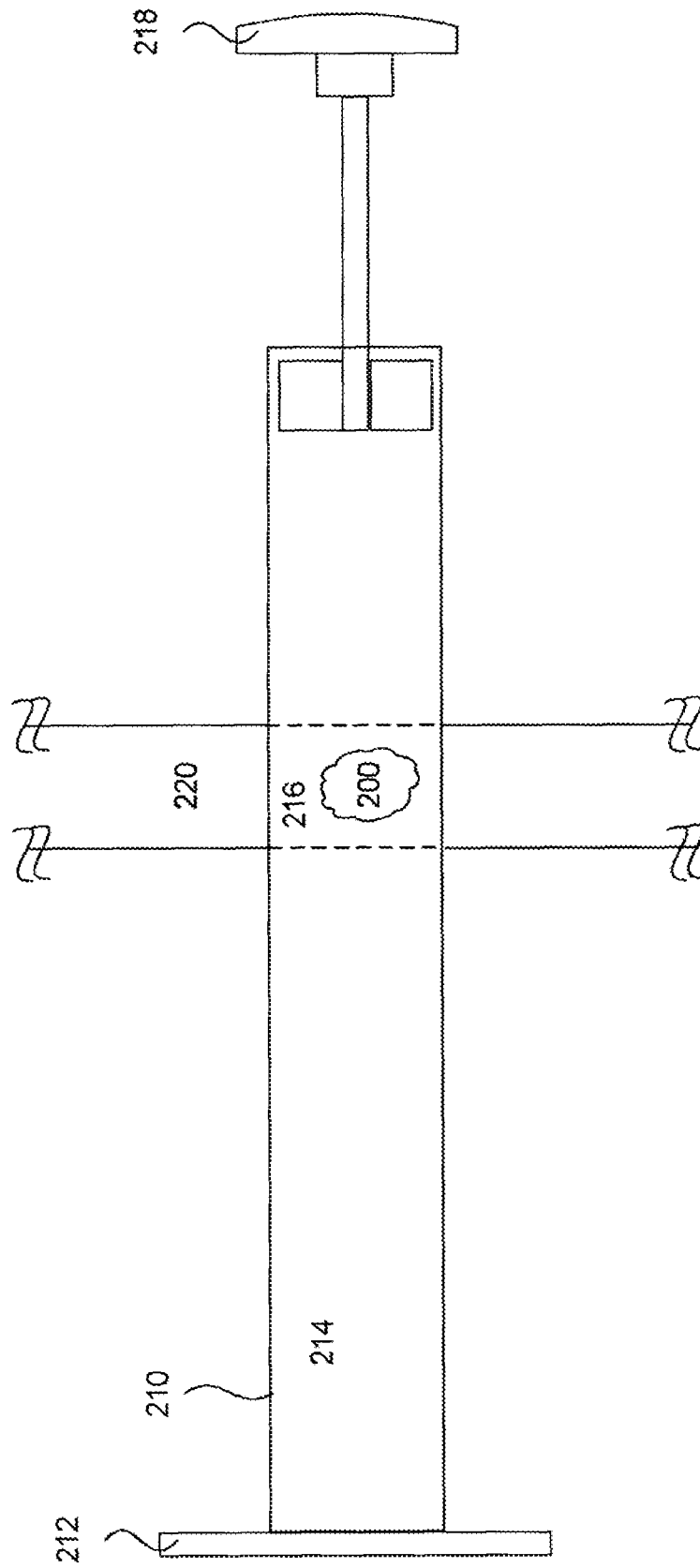


图 3

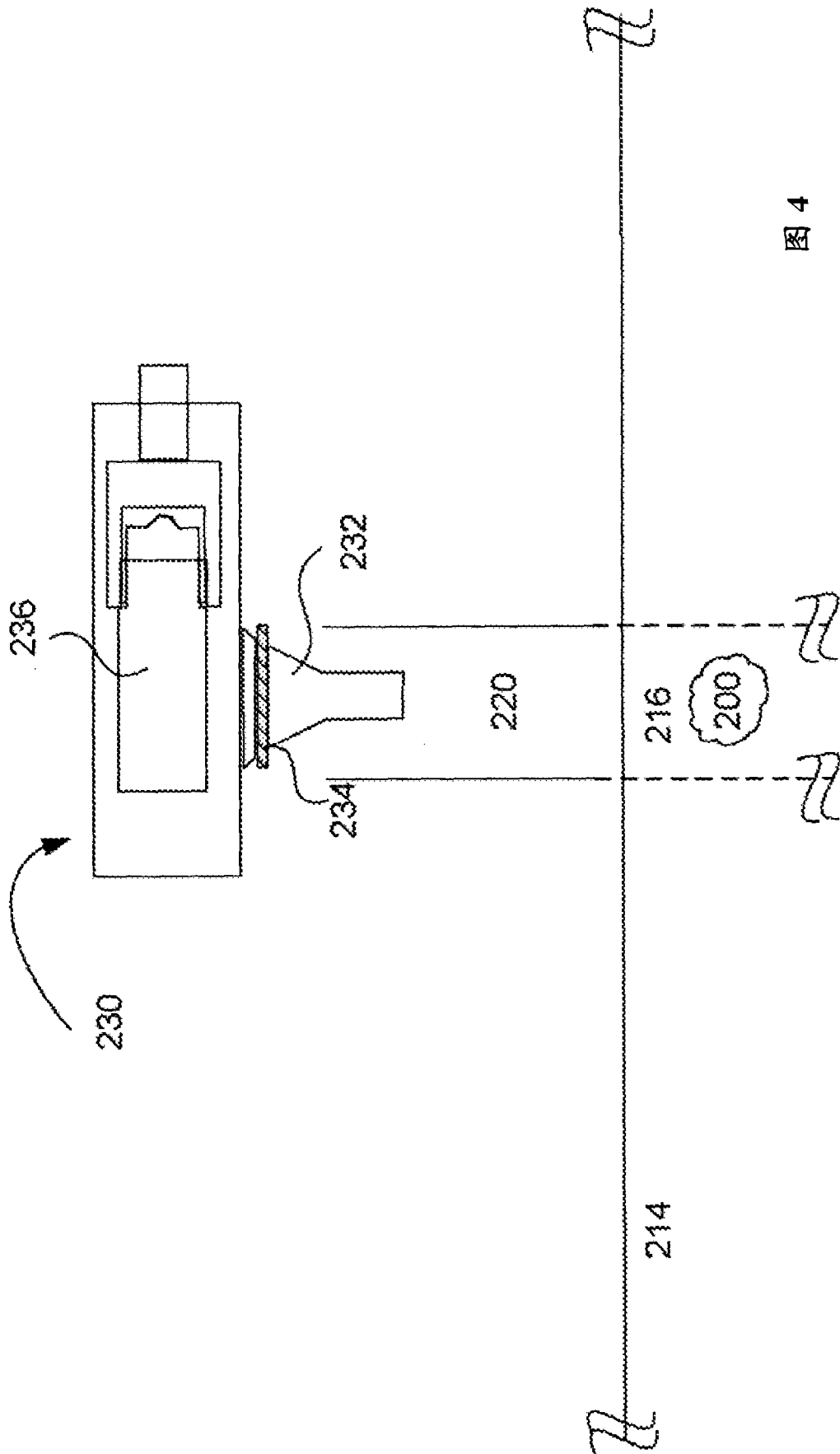


图 4

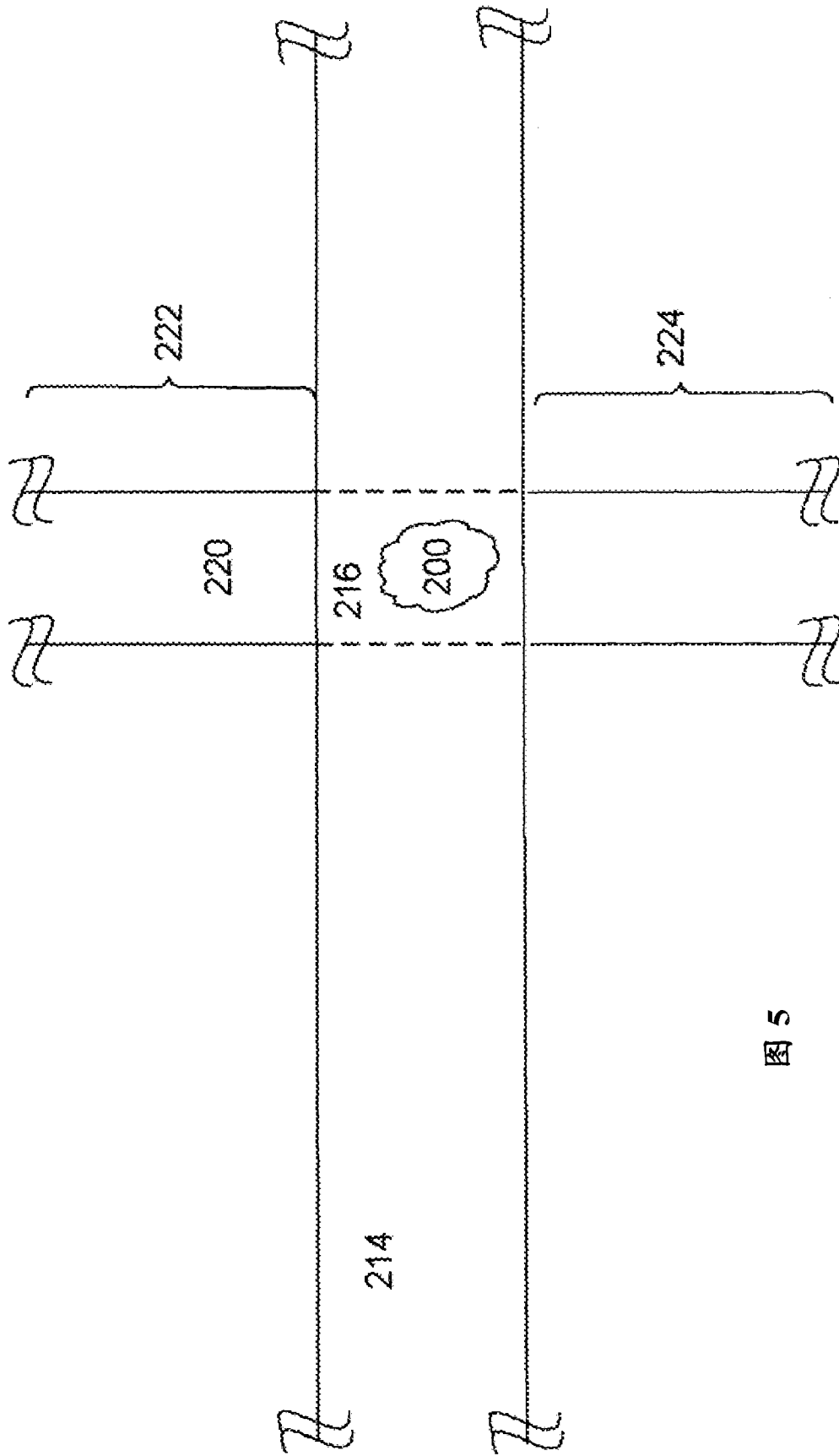


图 5

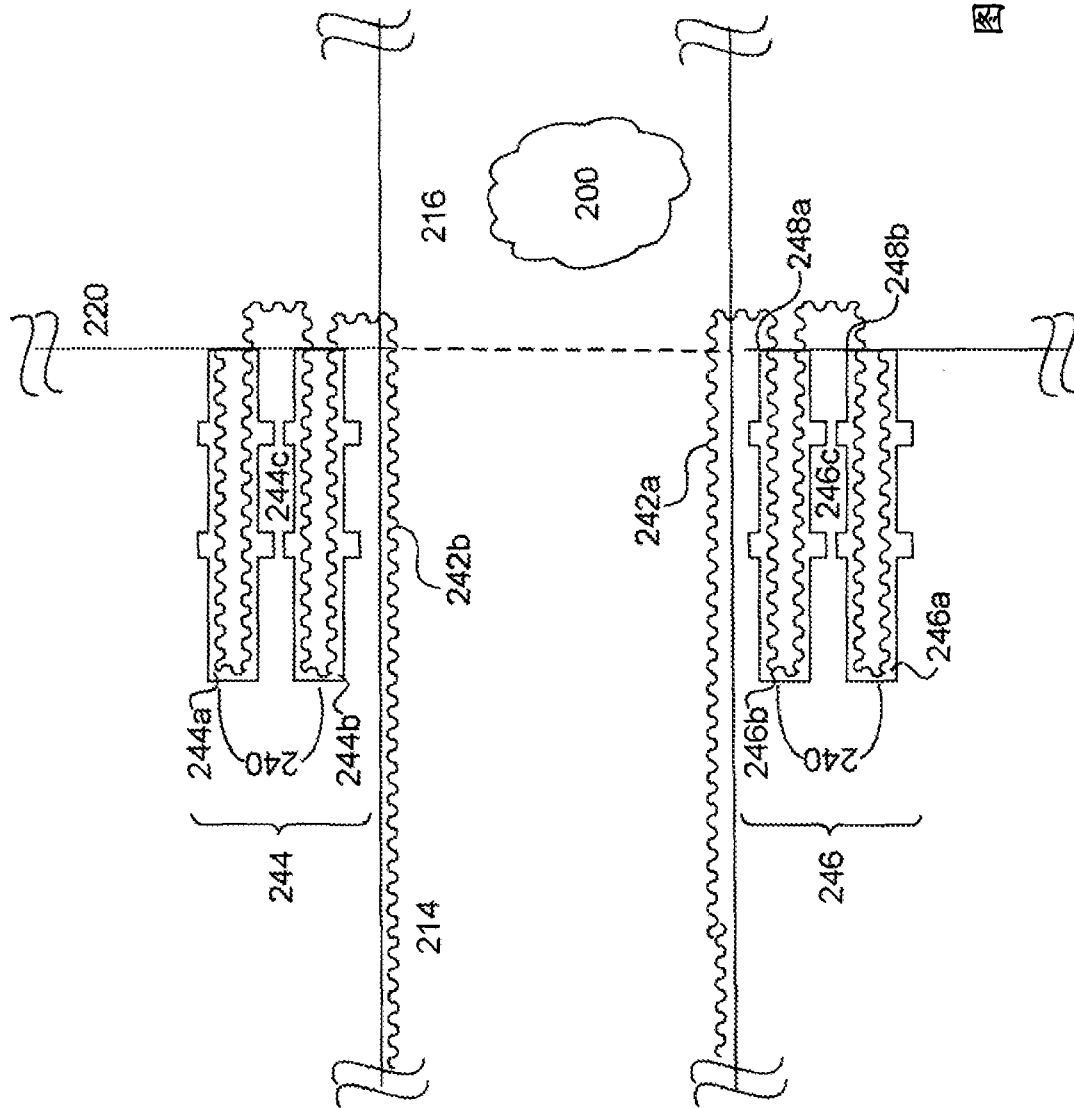


图 6

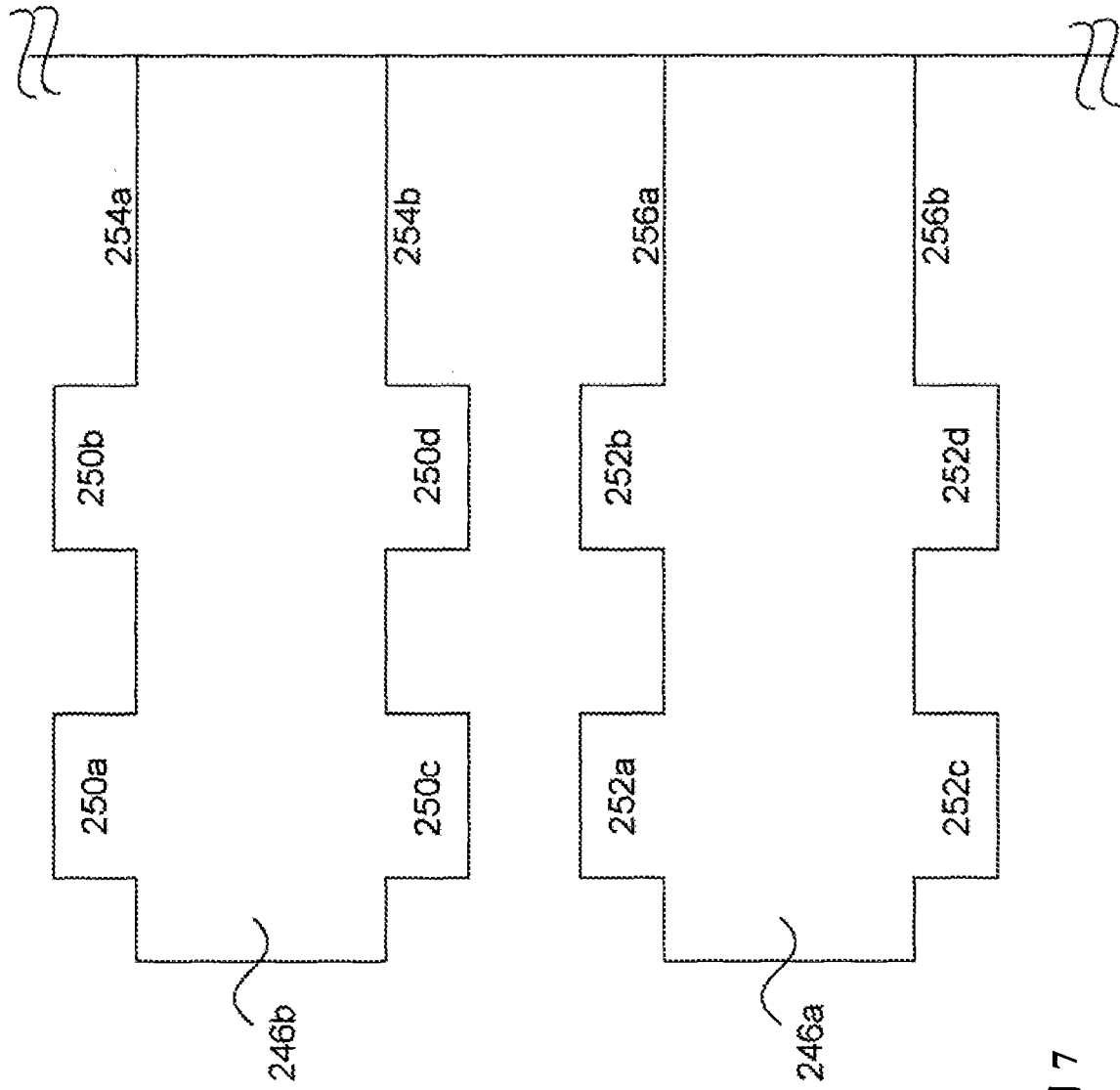


图 7

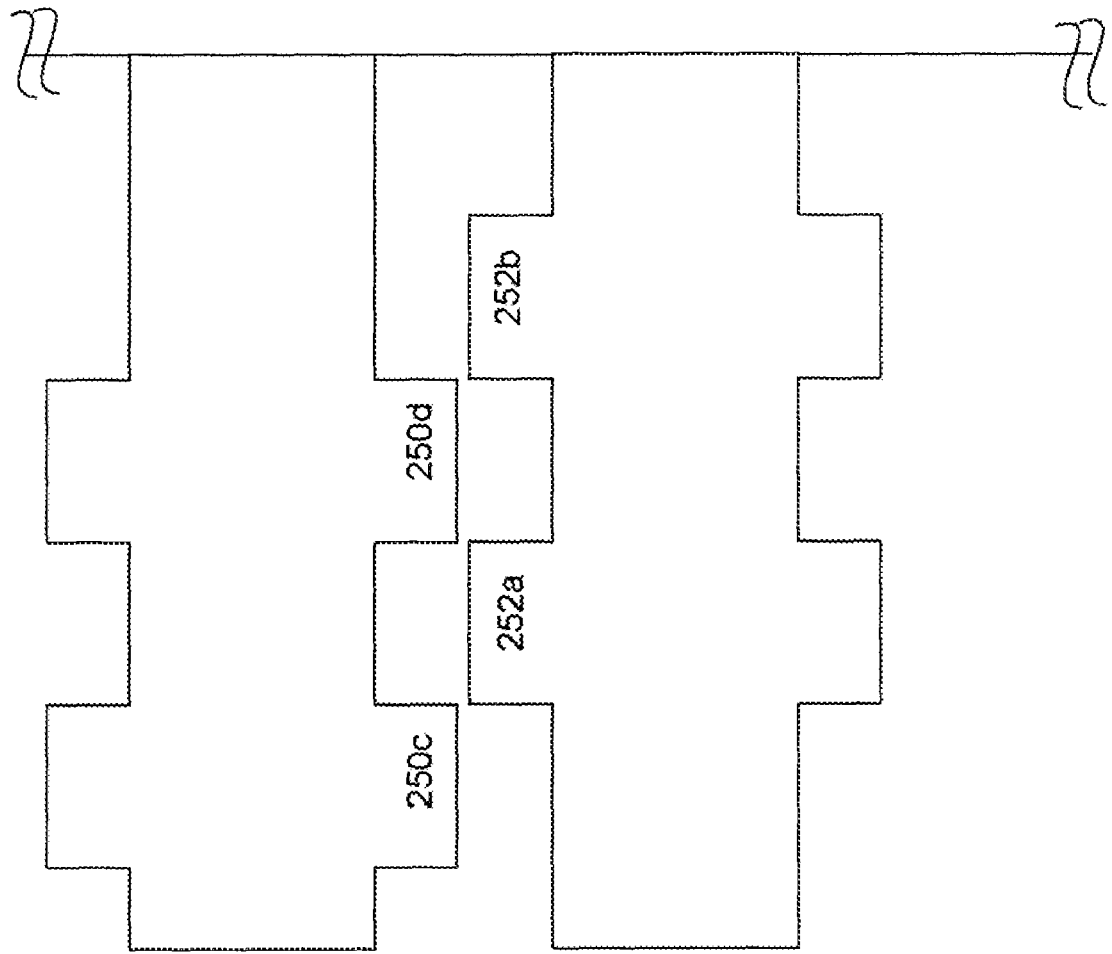


图 8

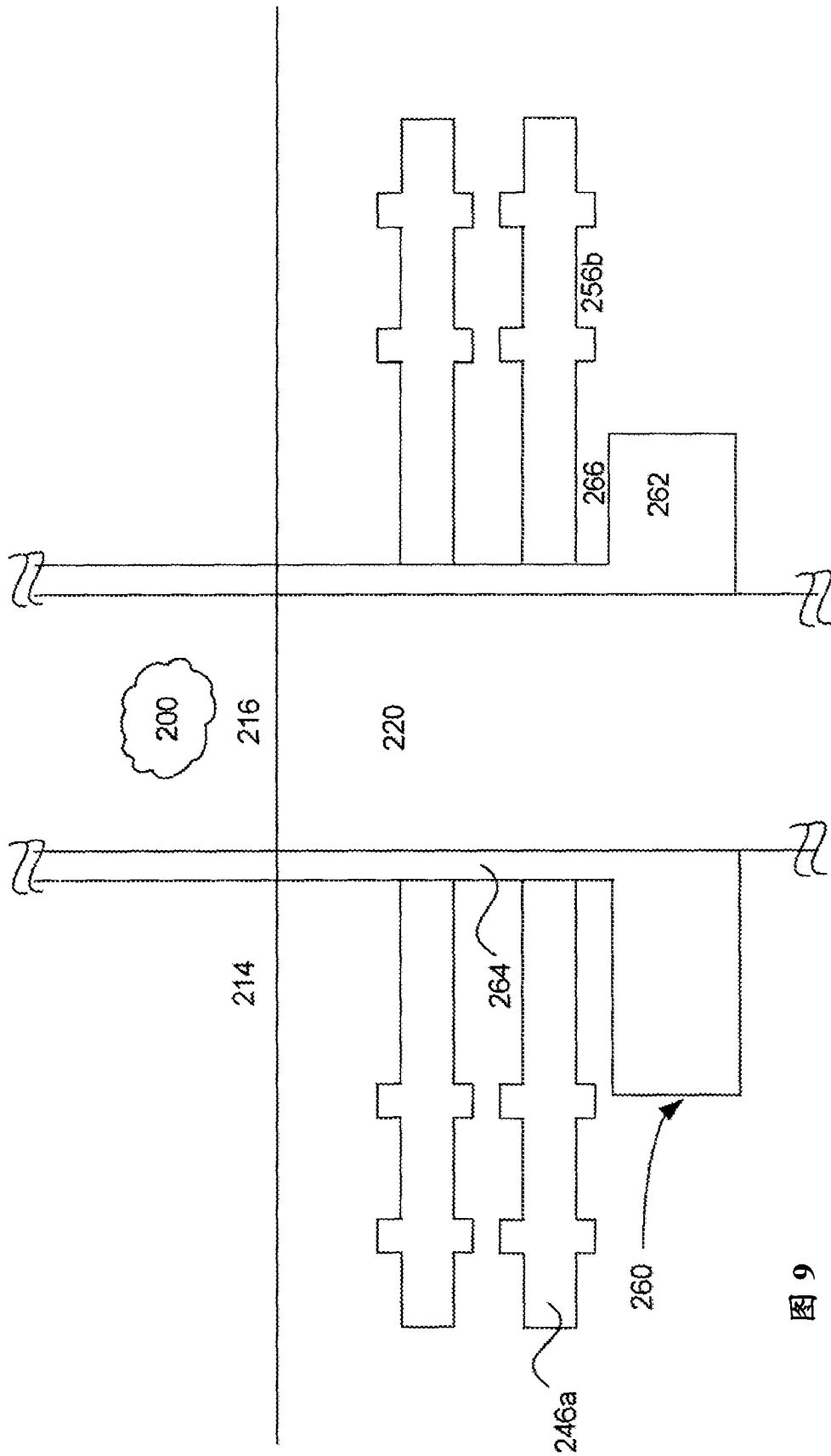


图 9