



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101090998 B

(45) 授权公告日 2013. 10. 16

(21) 申请号 200580030594. X

(22) 申请日 2005. 07. 29

(30) 优先权数据

60/598, 172 2004. 08. 02 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007. 03. 12

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2005/026891 2005. 07. 29

(87) PCT申请的公布数据

W02006/020424 EN 2006. 02. 23

(73) 专利权人 维高仪器股份有限公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 E·A·阿穆尔 A·谷拉瑞

L·卡丁斯基 R·多普哈莫

G·S·唐帕 M·凯兹

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 张兰英

(51) Int. Cl.

C23C 16/00 (2006. 01)

C23F 1/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 昭 62-199019 A, 1987. 09. 02, 说明第 4 页
发明效果、图 1-6.

US 6086677 A, 2000. 07. 11, 全文.

US 2003/0207032 A1, 2003. 11. 06, 全文.

US 6499425 B1, 2002. 12. 31, 全文.

US 6428850 B1, 2002. 08. 06, 全文.

EP 0687749 A1, 1995. 12. 20, 说明书摘要、说
明书第 4 栏第 40 行 - 说明书第 6 栏第 51 行、图
2-5, 7-10.

JP 昭 60-81093 A, 1985. 05. 09, 全文.

US 2003/0098372 A1, 2003. 05. 29, 全文.

审查员 杨珂

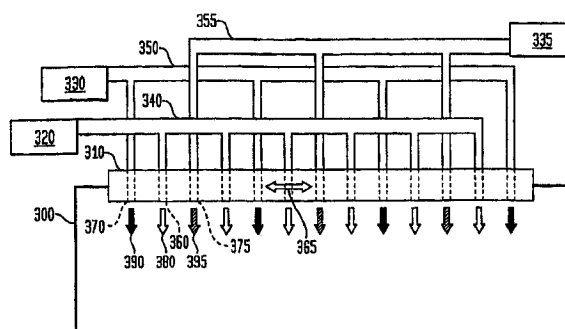
权利要求书4页 说明书18页 附图19页

(54) 发明名称

用于化学气相沉积反应器的多气体分配喷射
器

(57) 摘要

一种用于化学气相沉积反应器 (100) 的气体分配喷射器 (150) 具有面向下游朝向基底 (135) 设置在一内表面 (155) 上的间隔开的部位处的前驱气体入口 (160、165), 并具有设置在前驱气体入口 (160、165) 之间的载体开口 (167)。一个或多个前驱气体 (180、185) 通过前驱气体入口 (160、165) 引入, 而一基本上与前驱气体不反应的载体气体 (187) 通过载体气体开口 (167) 引入。载体气体将形成在喷射器 (150) 上的沉积物减到最少。载体气体开口可由形成表面的多孔板 (230) 或通过散布在前驱入口之间的载体入口 (167) 提供。气体入口可以是可移去的 (1780) 或同轴的 (1360)。



1. 一种化学气相沉积的方法,包括:

(a) 将作为多个气流的至少一个前驱气体通过气体分配喷射器内多个间隔开的前驱入口排放到反应腔室内,以使所述气流具有沿远离所述喷射器朝向设置在所述腔室内的一个或多个基底的下游方向的速度分量,所述至少一个前驱气体反应而形成沉积在所述一个或多个基底上的反应沉积物,所述反应沉积物为 II-VI 族化合物、III-V 族半导体和 IV-IV 族化合物中之一;而且,同时地

(b) 将至少一个与所述至少一个前驱气体基本上不反应的载体气体从所述喷射器排放到所述腔室内,所述载体气体相对所有前驱气体独立地从屏中排放出,所述屏由与所述前驱入口不同的开孔形成,所述开孔大致比所述前驱入口小并且大致比所述前驱入口更靠近地分隔,所述屏在相邻的所述前驱入口之间延伸,这样,载体气体在每一个所述前驱入口和所有相邻的一个所述前驱入口之间排放。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,还包括:围绕沿所述下游方向延伸的轴线,来转动所述腔室内的所述一个或多个基底。

3. 如权利要求 2 所述的方法,其特征在于,还包括:随着离所述轴线的径向距离而变化至少一个所述气体的每单位面积的质量流量。

4. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,排放至少一个前驱气体的所述步骤包括:排放第一前驱气体和排放与所述第一前驱气体反应的第二前驱气体。

5. 如权利要求 4 所述的方法,其特征在于,排放所述第一和第二前驱气体的所述步骤包括:通过多个彼此间隔开的第一前驱入口排放所述第一前驱气体,以及通过散布于所述第一前驱入口的多个第二前驱入口排放所述第二前驱气体,且,排放所述载体气体的所述步骤包括:排放所述第一和第二前驱入口之间的所述载体气体。

6. 如权利要求 4 所述的方法,其特征在于,排放所述第一和第二前驱气体的所述步骤包括:通过至少一些所述前驱入口排放所述第一前驱气体和第二前驱气体,而成为多股同心的气流,每一股同心的气流通过独立的一个所述前驱入口排放,各个如此同心的气流包括至少部分地包围第一前驱气体流的第二前驱气体流。

7. 如权利要求 4 所述的方法,其特征在于,排放第一前驱气体和排放第二前驱气体的所述步骤至少部分地彼此不同时发生。

8. 如权利要求 4 所述的方法,其特征在于,还包括围绕沿所述下游方向延伸的一轴线转动所述腔室内的所述一个或多个基底的步骤,其中,执行排放第一前驱和排放第二前驱气体的所述步骤,以使所述第一和第二前驱气体中的至少一个具有随离所述轴线的径向距离而变化的每单位面积的质量流量。

9. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,还包括借助于与至少一些所述入口中的各入口相连的单独的限流装置、单独地控制至少一些所述气流的流量的步骤。

10. 一种用于化学气相沉积反应器的气体分配喷射器,所述喷射器包括:形成面向下游方向的内部表面并具有水平范围的结构,在水平间隔开的前驱入口部位处通向所述内部表面的多个前驱入口,一个或多个前驱气体连接件,以及将所述一个或多个前驱气体连接件与所述前驱入口连接在一起的一个或多个前驱歧管,所述结构包括屏,所述屏由与所述前驱入口不同的开孔形成,所述开孔大致比所述前驱入口小并且大致比所述前驱入口更靠近地分隔,所述屏具有第一和第二表面,所述屏的所述第二表面形成介于每一个所述前驱

入口和所有相邻的一个所述前驱入口之间的所述内表面的至少一部分,所述结构还形成至少部分地由所述屏的所述第一表面界定的载体气体歧管、以及与所述载体气体歧管连通的至少一个载体气体连接件。

11. 如权利要求 10 所述的喷射器,其特征在于,所述多个前驱入口包括:在第一前驱入口部位处向所述内表面敞开的所述第一前驱入口、和在第二前驱入口部位处向所述内表面敞开的所述第二前驱入口,所述一个或多个前驱气体连接件包括:一个或多个第一前驱连接件和一个或多个第二前驱连接件,所述一个或多个前驱歧管包括:将所述一个或多个第一前驱气体连接件与所述第一前驱入口连接在一起的一个或多个第一前驱歧管,以及将所述第二前驱气体连接件与所述第二前驱入口连接在一起的一个或多个第二前驱歧管,至少一些所述第一和第二前驱入口部位在所述内表面的至少部分的水平范围上彼此散布,所述屏在至少一些所述第一和第二前驱入口部位之间延伸。

12. 如权利要求 10 所述的喷射器,其特征在于,所述结构还形成一个或多个冷却剂通道,由冷却剂通道壁界定的所述冷却剂通道形成供冷却剂通过的蜿蜒的路径,所述冷却剂通道不与所述前驱入口或所述载体气体歧管流体地连通,所述前驱入口延伸通过所述冷却剂通道壁,而所述冷却剂通道连接到冷却剂入口端口和冷却剂排出端口以便连通通过其中的冷却剂。

13. 如权利要求 12 所述的喷射器,其特征在于,所述载体气体歧管设置在所述屏和所述一个或多个冷却剂通道之间。

14. 如权利要求 12 所述的喷射器,其特征在于,所述一个或多个冷却剂通道设置在所述载体气体歧管和所述至少一个前驱气体歧管之间。

15. 如权利要求 11 所述的喷射器,其特征在于,所述第一前驱入口设置在所述内表面上的多个同心区域内,所述一个或多个第一前驱气体连接件包括多个第一前驱连接件,所述一个或多个第一前驱歧管包括多个第一前驱歧管,各个所述第一前驱歧管连接到所述区域之一内的第一前驱入口。

16. 如权利要求 15 所述的喷射器,其特征在于,所述第一前驱歧管彼此同心。

17. 如权利要求 15 所述的喷射器,其特征在于,所述第二前驱入口设置在所述多个区域内,所述一个或多个第二前驱气体连接件包括多个第二前驱连接件,所述一个或多个第二前驱歧管包括多个第二前驱歧管,各个所述第二前驱歧管连接到所述区域之一内的第二前驱入口。

18. 如权利要求 10 所述的喷射器,其特征在于,所述前驱气体连接件形成将各个所述前驱入口连接到所述一个或多个前驱歧管的单独导管,并包括与至少一些所述导管相连的单独的限流元件。

19. 如权利要求 11 所述的喷射器,其特征在于,所述前驱气体连接件形成将各个所述前驱入口连接到所述一个或多个前驱歧管的单独导管,并包括与至少一些所述导管相连的单独的限流元件。

20. 如权利要求 18 所述的喷射器,其特征在于,所述单独的限流元件选自:孔板和多孔体。

21. 一种用于化学气相沉积反应器的喷射器,其包括形成面向下游方向的内部表面、并沿横向于所述下游方向的水平方向延伸的结构,所述结构还形成在水平间隔开的气流部位

处通过所述内部表面的多个同心的气流入口开口,各个所述同心的气流入口包括在第一端口处通向所述内表面的第一气体通道、和在基本上包围第一端口的第二端口处通向所述内表面的第二气体通道,所述结构还包括在所述多个同心的气流入口之间的所述区域内在所述内表面上的多孔屏,所述多孔屏由与所述同心的气流入口不同的开孔形成,所述开孔大致比所述同心的气流入口小并且大致比所述同心的气流入口更靠近地分隔,所述结构还包括至少一个连接到所述第一气体通道的第一气体歧管、至少一个连接到所述第二气体通道的第二气体歧管,并且至少一个载体气体歧管至少部分地由所述内表面界定,所述载体气体歧管连接到所述多孔屏。

22. 如权利要求 21 所述的喷射器,其特征在于,还包括第三气体歧管,各个所述同心流入口包括在基本上包围第一端口的第三端口处通向所述内表面的第三气体通道,所述结构还包括连接到所述第三气体通道的第三气体歧管,其中,所述第一、第二和第三气体入口中的至少一个是载体气体入口,而所述第一、第二和第三气体歧管中的至少一个是载体气体歧管。

23. 如权利要求 21 所述的喷射器,其特征在于,所述结构包括形成所述内表面的下游板和在所述下游板上游的冷却剂腔室,各个所述同心流入口包括第一管和包围一根所述第一管的第二管,并与所述冷却剂腔室热力上连通但与所述冷却剂腔室不流体连通。

24. 如权利要求 23 所述的喷射器,其特征在于,所述至少一个第一气体歧管包括水平地延伸的第一气体腔室,所述至少一个第二气体歧管包括设置在所述第一气体腔室下游的水平延伸的第二气体腔室,所述第一管与所述第一气体腔室连通,并向下游延伸通过所述第二气体歧管,但不与其流体地连通,所述第二管与所述第二气体歧管连通。

25. 如权利要求 24 所述的喷射器,其特征在于,所述气流部位布置在多个基本上同心的区域内,所述同心区域具有沿所述下游方向延伸的轴线,所述结构包括多个壁,这些壁将所述腔室中的至少一个划分为多个与所述轴线同心的分腔室,所述结构还包括与各个所述分腔室连通以便对其供应气体的独立的气体连接件。

26. 如权利要求 21 所述的喷射器,其特征在于,所述喷射器包括彼此固定以形成一本体的第一、第二和第三板,且所述第三板位于所述第二板下游、而所述第二板位于所述第一板下游,其中,所述第一气体歧管位于所述第一板的上游,所述第二气体歧管位于所述第一板和所述第二板之间,所述载体气体歧管位于所述第二板和所述第三板之间,以及所述载体气体屏位于所述第三板内。

27. 如权利要求 26 所述的喷射器,其特征在于,所述结构包括位于所述第二板中的冷却剂腔室,各个所述第一入口包括第一管,各个所述第二入口包括包围一根所述第一管的第二管,并与所述冷却剂腔室热力连通,但与所述冷却剂通道不流体地连通。

28. 一种 CVD 反应器,包括:如权利要求 21 所述的喷射器、反应腔室、以及安装在所述喷射器下游的所述反应腔室内的基底载体,所述载体围绕沿所述下游方向延伸的轴线可转动。

29. 一种用于 CVD 反应器的气体分配系统,包括:

气体分配喷射器结构,其形成面向下游方向的内表面,并沿横向于下游方向的水平方向延伸,所述喷射器结构形成在水平间隔开的前驱入口部位处通向所述内表面的多个前驱入口,所述喷射器结构包括形成所述内表面的至少一部分的屏,所述屏由与所述前驱入口

不同的开孔形成,所述开孔大致比所述前驱入口小并且大致比所述前驱入口更靠近地分隔开,其中,所述屏基本上包围各个所述前驱入口部位,而所述屏在各对互相邻近的前驱入口部位之间延伸;

至少一个前驱气体源,连接到所述前驱入口,以供应至少一个前驱气体;以及

至少一个载体气体源,连接到所述载体气体开口,以供应至少一个基本上与通向所述载体开口的所述至少一个前驱气体不反应的载体气体,这样,所述载体气体阻止由所述至少一个前驱形成的沉积物沉积在所述内表面上。

30. 一种反应器,包括:形成一内表面的反应器腔室,如权利要求 29 所述的喷射器,该喷射器连接到所述反应器腔室,使所述内表面面向内部空间,且使所述入口的所述开口与所述内部空间连通。

31. 如权利要求 29 所述的系统,其特征在于,所述前驱入口设置在所述内表面上的多个区域内,其中,所述至少一个前驱气体源包括多个前驱气体源,处于所述区域中的不同区域内的前驱入口连接到所述前驱气体源中的不同气体源。

32. 如权利要求 29 所述的系统,其特征在于,所述多个前驱入口包括:在第一前驱入口部位处通向所述内表面的第一前驱入口、和在第二前驱入口部位处通向所述内表面的第二前驱入口,所述一个或多个前驱气体源包括:一个或多个连接到所述第一前驱入口的第一前驱气体源、和一个或多个连接到所述第二前驱入口的第二前驱气体源,至少一些所述第一和第二前驱入口部位在所述内表面的至少部分水平范围上彼此散布,所述屏在所述第一和第二前驱入口的每一个与所述第一和第二前驱入口中的所有相邻的一个之间延伸。

33. 如权利要求 32 所述的系统,其特征在于,所述第一和第二前驱入口设置在所述内表面上的多个区域内,其中,所述至少一个第一前驱气体源包括多个前驱气体源,所述区域中的不同区域内的第一前驱入口连接到所述前驱气体源中的不同气体源上。

34. 如权利要求 29 所述的系统,其特征在于,至少一些所述前驱入口是双端口入口,各个如此的双端口入口包括并排延伸的第一喷射通道和第二喷射通道和将所述通道彼此分离的公共壁,其中,所述至少一个前驱源包括连接到所述第一通道的第一前驱源和连接到所述第二通道的第二前驱源。

35. 如权利要求 29 所述的系统,其特征在于,至少一些所述前驱入口是同心入口,各个如此的同心入口包括第一喷射通道和包围所述第一喷射通道的第二喷射通道,其中,所述至少一个前驱源包括连接到所述第一通道的第一前驱源和连接到所述第二通道的第二前驱源。

36. 如权利要求 18 所述的喷射器,其特征在于,所述结构包括形成所述一个或多个前驱歧管的一个或多个板和至少一部分的各个所述单独的导管,其中,所述限流元件单独地可从所述一个或多个板中拆卸。

37. 如权利要求 36 所述的喷射器,其特征在于,所述单独的限流元件包括设置在至少一些所述导管内的多孔体。

38. 如权利要求 36 所述的喷射器,其特征在于,所述限流元件包括设置在所述内表面处的孔元件,所述孔元件在所述内表面上形成所述入口的开口。

用于化学气相沉积反应器的多气体分配喷射器

[0001] 相关申请

[0002] 本申请要求对 2004 年 8 月 2 日提交的美国临时专利申请第 60/598,172 号的优先权,本文援引该专利申请以供参考。

技术领域

[0003] 本发明涉及用于诸如化学气相沉积的反应性气体的气相过程的系统,尤其涉及用于这种反应器的多气体分配喷射器。

背景技术

[0004] 化学气相沉积 (“CVD”) 反应器允许处理安装在一放置在反应腔室内的晶片载体上的晶片。一称之为气体分配喷射器的部件,诸如本申请受让人以商标名 FLOWFLANGE 销售的喷射器,该喷射器部件面向晶片载体进行安装。喷射器通常包括多个气体入口,它们对腔室提供一种或多种前驱气体的某种组合以用于化学气相沉积。某些气体分配喷射器提供一屏蔽气体或载体气体,在化学气相沉积过程中,它们帮助提供一气体层流,其中,载体气体通常不参与化学气相沉积。许多气体分配喷射器具有莲蓬头设计,这种设计包括在莲蓬头上的成图形间隔开的气体入口。

[0005] 一气体分配喷射器通常允许引导前驱气体从喷射器表面上的气体入口朝向反应腔室的一定的目标区域,那里,晶片可在诸如材料层的外沿生长过程中进行处理。理想地是,前驱气体可引导到晶片载体上,以使前驱气体尽可能靠近晶片进行反应,因此,使反应过程和晶片表面上的外沿生长达到最大化。

[0006] 在许多金属有机的化学气相沉积 (MOCVD) 过程中,例如,将前驱气体和由诸如金属有机物或金属氢化物或氯化物之类的薄膜前驱组成的蒸气的组合,通过喷射器引入到反应腔室内。诸如氢气、氮气或诸如氩气或氦气的惰性气体之类的促进反应过程的载体气体也可通过喷射器引入到反应器内。各种前驱气体在反应腔室内混和并进行反应而在固定在腔室内的晶片上形成沉积物,载体气体通常有助于在晶片载体上保持层流。

[0007] 这样,可实现诸如 GaAs、GaN、GaAlAs、InGaAsSb、InP、ZnSe、ZnTe、HgCdTe、InAsSbP、InGaN、AlGaN、SiGe、SiC、ZnO 和 InGaAlP 等的半导体化合物的外沿生长。

[0008] 然而,许多现有的气体喷射器系统具有会干扰有效操作或甚至沉积的诸多问题。例如,现有气体分配喷射器系统内的前驱喷射型式可包含导致喷射器附近再循环型式的显著“死区”(在喷射器表面上没有从气体入口喷出的有效流动的空间)。

[0009] 这些再循环的型式可导致前驱化学品先行反应,致使不希望的反应物沉积在喷射器入口上(这里称之为“逆喷射”)。这也可导致低的效率和低的记忆效果。

[0010] 目前系统中通常使用约 $100/\text{in}^2$ ($15.5/\text{cm}^2$) 或以上的入口密度(对于典型的大规模生产的 MOCVD 系统,导致大约 10,000 个入口)。以前欲增加入口之间距离的各种努力有时反导致形成更大的死区和增加逆喷射。然而,需要大量入口的系统有时引起制造和一致性方面的困难。在某些构造中这种较大的入口密度可导致前驱气体从一个入口贯穿到另一

个入口,由于前驱气体的互相作用,寄生反应产物会阻塞入口。再者,具有小的入口之间距离的喷射器设计,从优化的观点看,在某种构造中不允许有现代 MOCVD 设备中通常所需要的许多类型的原位特征装置所需的足够空间。

[0011] 此外,反应腔室内不同前驱气体在载体和晶片上方分解速率的差异,不总是适应于其它诸如均匀入口分布的方案。类似地,单是均匀分布不总是能解决有时存在于晶片载体上的小的温度非均匀性。这些附加的问题在某些系统中可导致不均匀的厚度和外沿生长层的掺杂水平。诸如导致不均匀分布的表面迁移、蒸发和气体缺失之类的问题还会阻碍有效的沉积。

[0012] 除了气体分配喷射器及其入口的结构之外,包括温度、贮留时间等的其它因素,以及包括催化剂作用和表面反应性等的过程化学的细微差别也会影响放置在 MOCVD 反应器内的晶片材料层的生长。

[0013] 此外,未反应的前驱可促使不均匀沉积。因此,副产物和 / 或未反应前驱的占据比例在晶片的不同区域或多晶片载体上的不同晶片上可以或大或小,以及在这些区域内的沉积效率可以或大或小——这是与均匀的材料沉积的目标相抵触的一个结果。

[0014] 由于反应物的积聚,目前可供的气体分配喷射器通常必须从转动的盘型反应器中移去以便进行清洁。频繁的喷射器清洁会干扰反应器有效的操作,并会需要在清洁过程中增加操作和处置废物。这可导致产量降低和增加成本。因此,尽管人们在此领域内作了各种努力,但尚需进一步改进。

发明内容

[0015] 根据本发明一个方面的化学气相沉积的方法包括:将多个气流中的至少一个前驱气体通过气体分配喷射器内多个间隔开的前驱入口排放到一反应腔室内,以使气流具有沿远离喷射器朝向设置在腔室内的一个或多个基底的下游方向的速度分量,至少一个前驱气体反应而形成一沉积在一个或多个基底上的反应沉积物;而且,同时地从前驱入口的多个相邻的入口之间的喷射器中将至少一个与至少一个前驱气体基本上不反应的载体气体排放到腔室内。较佳地,排放至少一个载体气体的步骤可包括通过在前驱入口的相邻入口之间延伸的喷射器内的多孔结构排放载体气体,或排放至少一个载体气体的步骤可包括通过设置在前驱入口相邻入口之间的喷射器内的多个间隔开的载体入口排放载体气体。

[0016] 在一个方面,提供一用于化学气相沉积反应器的气体分配喷射器,其包括一形成面向下游方向的内部表面并具有一水平范围的结构,在水平间隔开的前驱入口部位处通向内部表面的多个前驱入口,一个或多个前驱气体连接件,以及将一个或多个前驱气体连接件与前驱入口连接在一起的一个或多个前驱歧管,该结构包括具有第一和第二表面的一多孔元件,该多孔元件的第二表面形成介于至少一些前驱入口部位之间的内表面的至少一部分,该结构还形成一至少部分地由多孔元件的第一表面界定的载体气体歧管、以及与载体气体歧管连通的至少一个载体气体连接件。

[0017] 在一个方面,喷射器还包括通向第一前驱入口部位处的内表面的第一前驱入口、以及通向第二前驱入口部位处的内表面的第二前驱入口,一个或多个前驱气体连接件包括一个或多个第一前驱连接件、以及一个或多个第二前驱连接件,一个或多个前驱歧管包括:将一个或多个第一前驱气体连接件与第一前驱入口连接在一起的一个或多个第一前驱

歧管、以及将一个或多个第二前驱气体连接件与第二前驱入口连接在一起的一个或多个第二前驱歧管,至少一些第一和第二前驱入口部位在内表面的至少部分的水平范围上彼此散布,多孔元件在至少一些第一和第二前驱入口部位之间延伸。在一个方面,喷射器还包括一个或多个冷却剂通道,由冷却剂通道壁界定的冷却剂通道形成一使冷却剂通过其中的蜿蜒的路径,冷却剂通道不与前驱入口或载体气体歧管流体地连通,前驱入口延伸通过冷却剂通道壁,而冷却剂通道连接到一冷却剂入口端口和一冷却剂排出端口以便连通通过其中的冷却剂。

[0018] 在一个方面,喷射器还包括,第一前驱入口设置在内表面上的多个同心区域内,一个或多个第一前驱气体连接件包括多个第一前驱连接件,一个或多个第一前驱歧管包括多个第一前驱歧管,各个所述第一前驱歧管连接到所述区域之一内的第一前驱入口。

[0019] 在另一方面,用于化学气相沉积反应器的喷射器包括形成一内表面的结构,该表面面向下游方向并沿横向于下游方向的水平方向延伸,该结构还形成通过水平间隔开的气流部位处的内表面的多个同心的气流入口开口,各个同心的气流入口包括通向第一端口处的内表面的第一气体通道,以及通向基本上包围第一端口的第二端口处的内表面的第二气体通道,该结构还包至少一个连接到第一气体通道的第一气体歧管,至少一个连接到第二气体通道的第二气体歧管。

[0020] 在另一方面,喷射器还包括一载体气体歧管,其至少部分地被内表面界定,并包括多个同心的气流入口之间的内表面的区域内的内表面上的一多孔屏,载体气体歧管连接到多孔屏,或在一个方面,喷射器还包括第三气体歧管,各个同心的气流入口包括在基本上包围第一端口的第三端口处通向内表面的第三气体通道,该结构还包括一连接到第三气体通道的第三气体歧管,其中,第一、第二和第三气体入口中的至少一个入口是载体气体入口,第一、第二和第三气体歧管中的至少一个歧管是载体气体歧管。

[0021] 本发明具有适用于诸如转动盘型反应器之类的化学气相沉积反应器的工业应用,但也可适用于其它的工业化学沉积和清洁装置,例如,诸如蚀刻用的装置。

附图说明

[0022] 图 1 是一包括根据本发明一实施例的气体分配喷射器的反应器的简化截面图。

[0023] 图 2 是本发明气体分配喷射器的一实施例的截面图。

[0024] 图 3 是图 2 气体分配喷射器实施例的放大截面图。

[0025] 图 4 是包括一观看视口的根据本发明的图 2 和 3 的喷射器的另一截面图。

[0026] 图 5 是从反应器内下面观看的图 2-4 的气体分配喷射器的部分平面图。

[0027] 图 6 是一根据本发明的气体分配喷射器的简化截面图。

[0028] 图 7 是从显示为“马赛克”图形的前驱入口和载体入口的下面观看的本发明气体分配喷射器的另一实施例的示意图。

[0029] 图 8A 是从显示为第一和第二前驱入口和载体入口图形的下面观看的本发明气体分配喷射器的另一实施例的示意图。

[0030] 图 8B 是从显示为“西洋跳棋盘”图形的第一前驱入口、第二前驱入口和载体屏的下面观看的本发明气体分配喷射器的另一实施例的示意图。

[0031] 图 9 是从显示为“马赛克”图形的第一前驱入口、第二前驱入口和载体入口的下面

观看的且带有一中心观看视口的本发明气体分配喷射器的另一实施例的示意图。

[0032] 图 10 是从显示为前驱气体和载体气体的区域变化浓度的下面观看的本发明气体分配喷射器的一实施例的平面图。

[0033] 图 11 是从包括前驱气体和载体气体的区域变化浓度的下面观看的本发明气体分配喷射器的另一实施例的立体图。

[0034] 图 12 是图 11 气体分配喷射器的剖视立体图。

[0035] 图 13 是图 12 视图的放大部分。

[0036] 图 14 是用于图 11-13 的气体分配喷射器的划分区域的底板的剖视立体图。

[0037] 图 15 是用于图 11-14 的气体分配喷射器的划分区域的中间板的剖视立体图。

[0038] 图 16 是图 11-15 的气体分配喷射器的划分区域的顶板的一实施例的平面图。

[0039] 图 17 是用于图 16 的气体分配喷射器的同轴前驱入口的一实施例的放大图。

[0040] 图 18 是从显示为“西洋跳棋盘”图形的处于变化浓度的三个区域内的第一前驱入口、第二前驱入口和载体入口的下面观看的本发明气体分配喷射器的一实施例的示意图。

[0041] 图 19 是从显示为划分区域的双腔“西洋跳棋盘”图形的双腔或同轴的处于变化浓度的三个区域内的第一和第二前驱入口和载体入口的下面观看的本发明气体分配喷射器的一实施例的示意图。

[0042] 图 20 是用于图 19 的气体分配喷射器的双腔前驱入口的一实施例的放大图。

[0043] 图 21A-G 是用于本发明气体分配喷射器的入口的一些实施例的截面图。

[0044] 图 22 是包括用于气体与反应腔室连通的通气螺钉的本发明气体分配喷射器的另一实施例的简化的平面图。

[0045] 图 23 是使用多个气体分配板并包括用于气体与反应腔室连通的通气螺钉的本发明气体分配喷射器的另一实施例的分解立体图。

[0046] 图 24A 是图 22 中所示的气体分配喷射器实施例的上游板的立体图。

[0047] 图 24B 是图 22 中所示的气体分配喷射器实施例的上游板的仰视图。

[0048] 图 25 是图 22 中所示的气体分配喷射器实施例的中间板的立体图。

[0049] 图 26A 是将冷却腔室关闭件焊接到上游表面上之前,图 22 中所示的气体分配喷射器实施例的中间板的立体图。

[0050] 图 26B 是将冷却腔室关闭件焊接到上游表面上之后,图 22 中所示的气体分配喷射器实施例的中间板的立体图。

[0051] 图 27 是图 22 中所示的气体分配喷射器实施例的下游板的仰视图。

[0052] 图 28 是包括放置在反应剂气体入口通道内以形成压差的多孔材料的本发明气体分配喷射器实施例的截面图。

[0053] 图 29 是使用一同轴反应剂气体入口和通气螺钉的本发明气体分配喷射器的实施例的内气体分配表面的截面图。

[0054] 图 30 是使用一双腔反应剂气体入口和通气螺钉以及一补充的反应剂气体入口的本发明气体分配喷射器的实施例的内气体分配表面的截面图。

[0055] 图 31 是用于本发明气体分配喷射器的一实施例内的通气螺钉的立体图。

[0056] 图 32 是用于使用同轴反应剂气体分配的本发明气体分配喷射器的一实施例内的同轴通气螺钉的立体图。

具体实施方式

[0057] 现参照附图,其中,相同的标号表示相同的元件,图 1 示出包括根据本发明一实施例的多气体喷射器的转动盘反应器。

[0058] 如图 1 中示意地示出,该装置包括一用不锈钢壁 105、一底板 110、排气端口 115 以及一密封转动心轴 125 的转动的真空通孔馈通件制成的圆柱形反应腔室 100,心轴顶上安装一带有基底晶片 135 的晶片载体 130。晶片载体可围绕一与圆柱形腔室 100 同轴的轴线 137(α)以预定转速(β)转动。

[0059] 一加热基座 145 用一组加热元件 140 加热,加热元件通常由可折射的金属制成,例如但不限于钨、钨或铼等,或是诸如石墨那样的非金属,其可划分为多个加热区域。用于加热元件的金属可以根据所要实施的反应和特定反应器和化学气相沉积腔室所需要的加热特性进行选择。热屏蔽 190 有利地设置在加热元件 140 和加热基座 145 下方。或者,晶片载体 130 可通过辐射加热元件 140 直接地加热。

[0060] 加热元件 140 和反应器 100 通常通过一外部自动或手工的控制器 193 实施控制,而一可供选择的进入端口 195 有利地用来允许通向晶片 135 和晶片载体 130,以便放置到反应器 100 内,可供选择地从第二腔室(未示出)放置。反应器的上述部件例如可以是用于由 Veeco Instruments Inc. 以商标名 TURBODISC®出售的反应器类型的部件。尽管这里显示了进入端口 195,但其它的反应器可具有其它的进入系统,例如,通过反应器顶部或底部进行晶片顶部加载或底部加载。

[0061] 一气体分配喷射器头 150 位于腔室 100 的上游端(如图 1 所示的朝向图顶部的一端)。气体分配喷射器头 150 包括这样的结构,其形成面向下游方向(如图 1 所示朝向图中底部的沿轴线 137 的方向)的一内表面 155,并包括多个连接到第一前驱气体腔室或歧管 170 的第一气体入口 160。

[0062] 各第一气体入口 160 包括一通道,该通道终止在通向喷射器内表面 155 的通道的下游端的一端口处。即,各第一气体通道与内表面 155 和第一前驱入口位置处的腔室 100 的内部连通。喷射器结构还形成多个连接到第二前驱气体腔室或歧管 175 的第二气体入口 165。各第二气体入口也包括一通道,该通道终止在通向喷射器内表面 155 的通道的下游端的一端口处,以使第二气体入口 165 也与第二前驱入口位置处的腔室 100 的内部连通。第一前驱歧管 170 连接到第一前驱气体源 180,而第二前驱歧管 175 连接到与第一前驱气体反应的第三前驱气体源 185。

[0063] 第一和第二前驱入口位置(入口 160 和 165 的下游端)沿水平方向(横向于下游方向和横向于轴线 137,沿内表面 155 的方向)彼此间隔开,以便形成在喷射器内表面上延伸的一系列这样的部位。第一和第二前驱部位彼此散布。如以下将要描述的,入口部位可以设置成大致圆形的阵列,包括与轴线 137 同心的如此部位 160、165 的好几个环,随机地放置在内表面 155 上,或可以在其上放置成西洋跳棋棋盘、马赛克,或其它图形。

[0064] 喷射器结构还包括一多孔元件 167,其在第一和第二前驱入口部位之间形成内表面 155 部分。用另一种方式来说,多孔元件延伸在第一前驱入口部位 160 和最近的第二前驱入口部位 165 之间。该结构还包括一与多孔元件 167 连通的载体气体歧管 177。载体气体歧管连接到一载体气体源 187,在大部分位于腔室 100 内的情形下,该载体气体最好与由

源 180 和 185 供应的第一和第二前驱气体基本上不发生反应。正如在本发明中采用的,术语“基本上不反应”意味着载体气体不会与一个或两个前驱气体反应达到任何可感知的程度,而形成寄生加合物的固体沉积。此外,也可以形成寄生的气相加合物,它们可能不是反应性的且不会沉积,但仍然可能降低所需沉积过程的效率,并最好加以避免,但载体气体可以其它方式与前驱气体反应。离开喷射器的气体朝向反应腔室内的晶片载体在喷射器下游处释放。尽管本实施例显示为具有用来保持基底以便实施沉积过程的晶片载体,但也可构思不必使用晶片载体,而一基底可直接地放置在诸如卡盘那样的转动反应器表面上,无需一保持基底的晶片载体。这里所指的下流方向是朝向晶片载体的离喷射器的方向;它不必是相对于重力的任何特定定向。尽管这里所示的实施例显示出从腔室顶部朝向腔室底部下流方向,但喷射器也可放置在腔室侧上(以使下流方向是从腔室侧水平地朝向腔室中心的方向),或喷射器也可放置在腔室底部上(以使下流方向是从腔室底部向上地朝向腔室中心的方向)。再者,尽管排气端口 115 显示为在反应腔室的底部,但排气也可位于反应腔室的其它部分上。

[0065] 在操作中,一个或多个晶片 135 保持在晶片载体 130 内直接位于加热基座 145 上方。晶片载体 130 围绕轴线 137 以速率 β 在由电机 120 驱动的转动心轴 125 上转动。例如, β 通常是约为 500RPM 或以上,但速率 β 可以变化。在其它实施例中,晶片载体不转动,例如,喷射器可以转动。电能转化为加热元件 140 中的热量并传递到加热基座 145,其主要地通过辐射热量进行传递。加热基座 145 又加热晶片载体 130 和晶片 135。

[0066] 当晶片处于沉积反应所要求的温度时,第一前驱源 180 被致动而通过第一歧管 170 和第一前驱入口 160 馈送第一前驱气体,由此,从第一前驱入口排出腔室 100 内的大致下游处的第一载体气体流。同时,第二前驱源 185 被致动而通过歧管 175 和第二前驱入口 165 馈送第二前驱气体,由此,从第二前驱入口朝向基底或晶片 130 排出大致下游处的第二载体气体流。第一和第二前驱流不需精确地朝向下流和精确地平行于轴线 137。在供应前驱气体的同时,载体气体供应 187 通过歧管 177 传递载体气体,以使载体气体通过多孔元件 167 并因此大致地流向下流,远离内表面 155。

[0067] 载体气体和第一和第二前驱气体通过下游朝向基底或晶片 135。在如此通过过程中,诸气体彼此混和,以使前驱气体在基底上和基底附近处反应而形成一反应产物,该反应产物沉积在基底的暴露表面上。

[0068] 在上述实施例中,同时提供两个前驱气体。然而,在其它实施例中,前驱其它顺序地和/或以交迭脉冲地供应。例如,在原子层外沿附生中,前驱气体的脉冲以交替顺序施加,以使一个载体气体的脉冲在另一气体脉冲开始之前终止。在称之为迁移增强的外沿附生过程中,不同载体气体的脉冲可以交替顺序但及时地彼此重叠地供应。在使用顺序前驱气体流的过程中,载体气体流可以与一个或多个前驱气体同时地供应。

[0069] 载体气体阻止反应产物沉积在喷射器上。尽管本发明不受任何操作理论的限制,但可以认为载体气体就在内表面 155 附近阻止前驱气体的反向或向上游流动。此外,可以认为载体气体流降低第一和第二前驱气体在内表面附近的混和,并因此阻止反应产物形成在喷射器附近。

[0070] 前驱气体可以是适用于化学气相沉积过程的任何前驱气体。各种实施例中的前驱气体可包括任何气体、蒸气,或在反应器内参与基底处理的材料。具体来说,前驱气体可

以是适用于处理基底表面的任何气体。例如,在所需沉积是诸如外沿附生层生长的半导体层的生长的情形中,前驱气体可以是多个化学品种的混和,并可包括惰性、非前驱气体的成分。任一前驱气体或两个前驱气体可包括诸如反应性前驱成分的气体和反应性气体的一种组合。本发明转盘型反应器可适用的材料系的类型例如可包括 III-V 族的半导体,它们诸如但不限于 GaAs、GaP、GaAs_{1-x}P_x、Ga_{1-y}Al_yAs、Ga_{1-y}In_yAs、AlAs、AlN、InAs、InP、InGaP、InSb、GaN、InGaN 等。此外,这些反应器也可应用于包括 II-VI 族化合物的其它系统,例如但不限于 ZnSe、CdTe、HgCdTe、CdZnTe、CdSeTe 等;诸如 SiC、金刚石和 SiGe 之类的 IV-IV 族化合物;以及诸如 YBCO、BaTiO₃、MgO₂、ZrO₂、SiO₂、ZnO 和 ZnSiO₃ 之类的氧化物;以及诸如铝、铜和钨之类的金属。此外,生成材料将具有宽范围的电子和光电子的应用,其包括但不限于发光二极管(LED)、激光、太阳能电池、光电阴极、高电子迁移率晶体管(HEMT)和金属半导体场效应晶体管(MESFET)。

[0071] 载体气体可以是任何希望的载体气体,其不参与腔室内施加到基底上给予的前驱气体的沉积反应,诸如惰性气体或不参与反应的气体。

[0072] 尽管图 1 的反应器显示为一垂直转动盘型反应器,但该反应器只是作为举例提供,应该理解到,本发明可用于诸如非转动盘反应器、侧向流反应器、转动喷射器反应器等其它类型的反应器。此外,另外的前驱气体可通过一个或多个补充的气体源、气体腔室和气体入口供应到腔室。这里所述的图形和结构可因此连同—个或多个载体气体容易地延伸到三个、四个或更多个前驱。

[0073] 喷射器头 150 和相关元件的机械结构显示在图 2 和 3 中。如图 2-4 所示的喷射器头 150 显示为坐落在反应器内,以使有时称之为“底部”表面的喷射器的下游表面(气体从其中喷射到反应腔室内)面向下,而有时称之为“顶”表面的喷射器的上游表面(气体源从其中供应气体到喷射器)面向上。

[0074] 喷射器头 150 包括—密封板和—气体分配板 210,其中,气体分配板 210 插入到密封板 205 内的一底切内,并通过多个螺钉(未示出)连接到密封板 205。密封板有利地密封反应器 100,同时将喷射器头 150 保持在反应器 100 内。气体分配板 210 具有用于水冷却的冷却通道 215,其循着围绕气体分配板 210 的一路径(见图 5 中 21C),这将在下面作详细描述。

[0075] 冷却水较佳地通过焊接到密封板 205 并用—O 形环型的密封件 225 密封的入口 245 提供。类似的或其它的设计(例如,见图 12、16)也可用于冷却水的输出流。

[0076] 气体分配板 210 较佳地是借助于真空气密连接(例如,真空钎焊、扩散焊接、螺栓和密封结构等)而彼此连接的三个元件的组合。尤其是,气体分配板 210 通常包括—上游板 240、—中间板 235 和—下游板 230,它们的一个分区的实施例可见下面的图 14-17。

[0077] 中间板元件 235 形成第一气体腔室 245 和前驱入口 250。中间板元件 235 还较佳地具有用于冷却的水通道 215。第一气体腔室 245 借助于—真空气密连接被连接到中间板 235 的上游板 240 而封闭。

[0078] 前驱通过—焊接到上游板 240 的管 243 提供给第一气体腔室 245,并用—O 形环密封件 225 密封。这些前驱通过导管(入口)250 到达反应器内部空间。

[0079] —载体腔室 260 借助于真空气密连接方式连接到中间元件 235。载体腔室 260 通过—多孔的下游板 230 在下面封闭。载体气体通过类似于位置 255 所示的一密封的载体入

口管 265 供应到载体腔室 260。多孔的下游板 230 包括表面（即，一屏）上的释放载体气体的多个小孔（例如，见图 8B）。载体气体通过多孔的下游板 230 到达反应器内部空间。或者，一盖板（未示出）也可放置在下游板上方，如图 12-16 所示。

[0080] 第二组的前驱气体提供到三个独立区域内的气体分配喷射器。具体来说，分区域的前驱腔室 270a-c 由上游板 240、带有 O 形环密封件的圆形连接器 275a-b、以及密封板 205 形成。分区域的前驱腔室 270a-c 用来通过前驱导管 280 将前驱反应剂供应到反应器内，那里，各前驱腔室 270a-c 独立地对流量进行控制。圆形连接器 275a-b 和三个前驱入口管 285a-c 提供前驱入口的三个独立控制的区域，这将在下面图 12-16 的实施例中作进一步阐明。

[0081] 多孔下游板 230 的载体屏、前驱入口 250 和 / 或分成区域的前驱入口或导管 280 可以均匀地分布在喷射器内（下游）表面上，并可以非均匀的方式布置而沿径向变化密度，或如下面所述，可以均匀地分布但用浓度沿径向变化的前驱和载体供应。

[0082] 如图 4 清晰地所示，一原位光学装置 295 开口设置一孔 290，以代替一个前驱导管。

[0083] 如图 5 清晰地所示，划分区域的前驱入口 280 沿着气体分配板 210 的底部（下游）表面以交替的图形点缀着前驱入口 250。例如，诸如水、乙二醇等那样的冷却剂通过蜿蜒的（正弦）水通道 215 进入、通过和退出喷射器。还可提供用于光学视口（未示出）的孔 290。这样，可提供晶片载体 130（未示出）表面上均匀沉积所需要的恒定的前驱浓度。

[0084] I. 用载体入口图形散布多个前驱入口图形

[0085] 图 6 示出本发明一气体分配喷射器的实施例的截面图，其中，提供载体气体通过第三组的入口而不是一多孔板。应该理解到，尽管本气体分配喷射器的实施例被包括在一 CVD 转动盘反应器内，但本喷射器可用于任何多个其它环境中，包括不同的化学气相沉积、工业清洁环境等。

[0086] 转动盘反应器 300 的上游端包括一气体分配喷射器 310，其也以简化形式显示在径向横截面内。第一前驱气体源 330 以控制的流量通过管子、歧管和阀网络 350 对喷射器下游表面上的一组第一前驱入口 370 提供第一前驱气体。一前驱气体 390 分配到反应器 300 内，在此情形中用来 CVD 处理一晶片。

[0087] 第二前驱气体源 335 通过第二管、歧管和阀网络 355 将第二前驱气体 395 提供到一组第二前驱入口 375。第二前驱气体 395 也分配到喷射器下游表面上的反应器内。

[0088] 为了防止前驱回射到喷射器入口上或入口内，该实施例中的喷射器 310 的下游表面上的前驱入口之间的空间 365 包括一组离散的载体入口 360。一载体气体源 320 通过一管子、歧管和阀网络 340 提供一通过第二组入口 360 的载体气体 380。载体气体 380 以用阀（未示出）手工设定的流量，通过控制载体气体源 320，或通过控制管子、歧管和阀网络 340，分配到反应器 300 内。

[0089] 通过以均匀的或变化的径向密度、在喷射器 310 的全部内部下游表面上的前驱气体入口 370 和 375 之间的空间 365 内提供载体气体入口 360，由此，载体气体流 380 提供到离各第一入口的第一前驱气体流 390 和离相邻的第二入口的最近的第二前驱气体流 395 之间。这里，载体气体 380 又在喷射器内部（下游）表面附近阻止第一前驱气体流 390 和第二前驱气体流 395 的混和。这样，载体气体流 380 有助于将反向喷射减到最小，并减小前驱材料在喷射器表面和喷射器入口内的积聚。

[0090] 图 7 示出本发明一实施例的气体分配喷射器的平面示意图,其从下游表面(从反应器内)观看。喷射器 400 提供一“马赛克”入口图形。喷射器 400 包括一前驱入口 420 和载体入口 430 定位在其上的下游(底部)表面 410。在此实施例中,各个前驱入口被一非前驱入口围绕在所有侧面上,形成一“马赛克”瓷砖图形,其中,各个前驱入口完全地被载体入口或多孔载体屏包围。这样,前驱入口之间的空间设置有非前驱/载体入口,由此在喷射器处防止反向的喷射(和生成的残余前驱积聚)。尽管图 7 示出仅一个前驱,但应该理解到,在众多前驱入口的图形中可采用任何多个前驱。换句话说,一些前驱入口 420 可以是用于第一前驱气体的第一入口,而其它的前驱入口 420 可以是用于第二前驱气体的第二前驱入口。类似地,尽管图 7 示出前驱入口,但应该理解到,载体气体也可通过包括诸如图 2 所提供的一屏的多孔板喷射到反应腔室内。

[0091] 图 8A、8B 和 9 示出本发明各种实施例的气体分配喷射器的示例的示意图,其从一反应器内的下游侧观看,气体分配喷射器在喷射器上使用各种结构的前驱入口和载体开口的组合。

[0092] 在图 8A 中,一气体分配喷射器 500 包括一下游(底部)喷射器表面 510、呈第一图形的第一前驱入口 520、呈第二图形的第二前驱入口 530,以及载体入口 540。第一前驱和第二前驱入口以西洋跳棋棋盘图形散布载体入口,以便尽可能减小喷射器本身附近的第一和第二反应气体之间的互相作用,因此,减小反向喷射和在喷射器本身上积聚起前驱产物。

[0093] 图 8B 示出一喷射器 550,其具有位于喷射器本体 560 上的第一前驱入口 570 和第二前驱入口 580 的马赛克图形。散布在多个前驱入口之间空间内的是多孔板 590 内的多孔屏的开口,它们将载体气体喷射到前驱入口之间空间的反应腔室内,就如以上参照图 1-4 所讨论的。

[0094] 类似地,图 9 示出另一实施例,其中,一气体分配喷射器 600 包括一喷射器内部下游(底部)表面 610、呈第一图形的第一前驱入口 620、呈第二图形的第二前驱入口 630,以及载体入口 640。一中心孔 650 包括一用于光学视口装置 295 或用于其它气体或反应器使用的材料通过的孔。第一前驱和第二前驱入口以马赛克图形散布载体入口,以便尽可能减小喷射器本身附近的第一和第二反应气体之间的互相作用,因此,减小反向喷射和在喷射器本身上积聚起前驱产物。

[0095] 围绕中心孔 650 的喷射器中心区域可具有不同于其余突缘的入口布置,以便补偿转动盘反应器或中心载体气体入口的中心轴线。在此结构中,载体气体流不提供在就在孔 650 附近的那些第一和第二前驱气体入口之间。在其它实施例(未示出)中,载体气体流可在其它区域内省略,这样,载体气体流只提供在一些成对的而不是全部成对的邻近的第一和第二前驱入口之间。

[0096] 在上述实施例中,第一和第二前驱入口之间的空间用载体流气体净化。其结果,有利地减少前驱之间的预反应和前驱入口的阻塞。

[0097] 此外,前驱气体入口可以彼此分离开相当的距离。仅用来举例而已,前驱气体入口可以每平方英寸 10 入口量级($1.55 \text{ 入口}/\text{cm}^2$)的入口密度设置。不必为了将反向喷射减到最小而紧密地挤满前驱入口。因此,这些实施例提供一更加可靠和可适于制造的设计,且为原位光学视口或其它气体通过提供空间。然而,也可使用入口之间的其它的距离。

[0098] 气体入口可以同心地或相对于喷射器中心轴线径向地放置。前驱相对于载体气体

的浓度可以沿径向变化。替代地或添加地,喷射器表面上的前驱和载体入口的密度可沿径向变化。

[0099] II. 散布的载体 / 前驱入口的浓度分区

[0100] 在一实施例中,对前驱提供多区域的喷射,以补偿诸如非均匀的前驱分解和非均匀的晶片载体温度之类的效应。较佳地,提供三个径向区域,但其它结构也纳入本发明的范围之内。

[0101] 通过在不同的喷射点以变化的浓度水平将前驱气体喷射到反应腔室内,可促进均匀的材料部署。换句话说,前驱浓度可以作成前驱喷射坐标的函数。因此,另外可拥有一较高或较低前驱浓度的反应腔室的区域可以较低或较高的前驱浓度补偿予以“充实”。

[0102] 可实施上述方案的一种方式是将气体分配喷射器分成多个同心的区域。各个同心区域包含多个入口,它们将前驱气体喷射到一反应腔室内。各区域内的前驱气体浓度例如通过各自径向区域不同地控制前驱浓度而独立地进行控制。或者,可借助于各自区域不同地控制前驱浓度,可促进具有已知非均匀图形的功能性控制材料沉积。在一替代的实施例中,前驱入口相对于载体入口的浓度可以变化,或总体前驱入口的浓度可以变化以达到相同的效果。

[0103] 图 10 示出一根据本发明的实施例的空间分布的喷射系统 700。如图 10 所示,喷射器 700 的下游(底部)表面 710 形成多个入口 720。表面 710 组织成两个区域 725 和 730。在图 10 所示的特定实施例中,表面 710 呈圆形,且区域 725 和 730 是同心圆。原则上,表面 710 可以是任何形状,且不需是平面的(例如,可以是球体、半球、凹陷的或凸出的)。类似地,区域 725 和 730 可以是任何形状,且不需是圆形或同心的。

[0104] 各个区域 725 和 730 的入口 720 用起源于独立容器的两个前驱气体予以供应:用来自于容器 735 和 740 的前驱气体供应区域 725 内的入口;用来自于容器 745 和 750 的前驱气体供应区域 730 内的入口。容器 735 和 745 各包含第一前驱气体。然而,包含在容器 735 内的前驱气体处于一种浓度,而容器 745 内的该前驱气体处于不同的浓度水平。类似地,容器 740 和 750 各包含第二前驱气体。还是如此,包含在容器 740 内的前驱气体处于一种浓度,而容器 750 内的该前驱气体处于不同的浓度水平。因此,各区域 725 和 730 用第一和第二前驱气体供应,但各区域喷射不同浓度水平的这些前驱。各区域浓度的变化可用来补偿以另外方式发生的反应腔室区域内浓度的波动。

[0105] 总而言之,入口系统 700 包括一形成多个入口 720 的入口表面 710。入口 720 组织成多个区域 725 和 730。对于各区域 725 和 730,对于各个前驱气体存在着一个容器,以便将前驱气体喷射到附连的反应腔室内。该方案的结果是,各区域 725 和 730 可喷射不同浓度的前驱气体。当然,也可作出其它的变量来变化各自的区域(例如,可变化各自区域的前驱的压力、温度,或离子电荷)。尽管图 10 所示的喷射系统 700 包含两个区域 725 和 730,各区域用两个前驱气体供应,喷射系统 700 可包括任何数量的区域,各个区域可用任何数量的前驱气体供应。所有供应到一给定区域的前驱气体可处于一单一浓度水平,或可处于变化的浓度水平。各自区域的前驱可独立地具有其浓度变化,这对于补偿从一种前驱到另一前驱的分解速率的变化是重要的。喷射器 700 的下游表面 710 上的入口可包括载体入口,其呈离散载体入口的形式,或如上所述的多孔元件的形式,一组或多组前驱入口用于一个或多个前驱。

[0106] 图 11 是喷射器 800 的立体图,其可用于图 10 的空间分布的喷射系统 700 内。如图 11 所示,喷射器 800 的面向下游(底部)的内部表面 810 形成多个入口 820。喷射器 800 还拥有一冷却剂入口导管 830 和冷却剂出口导管 835,以便如下所述地通过一冷却腔室传递一冷却流体(诸如水)。图 11-16 示出一具有朝向结构顶部的下游方向的气体分配喷射器,即,与图 1-4 的喷射器的定向相反的方向。入口 820 分成三个同心的区域 840、850 和 860。

[0107] 图 12 示出图 11 所示喷射器 800 的剖视的立体图。各个入口 820 连接到由喷射器 800 的本体形成的两个圆柱形腔室 900 和 910 之一上。腔室 900 分成为环形的分腔室 920a、920b 和 920c,由此,腔室 910 分成为环形的分腔室 930a、930b 和 930c。各个区域 840、850 和 860 与腔室 900 的一个分腔室 920a-c 和腔室 910 的一个分腔室 930a-c 相连。例如,分腔室 920a 和 930a 对应于区域 860。因此,区域 860 内的入口连接到分腔室 920a 和 930a。类似地,区域 850 内的入口连接到分腔室 920c 和 930c。

[0108] 分腔室 920a-c 和 930a-c 被称之为分腔室,而不是称之为单独的“腔室”,因为它们通过多个壁将单一腔室 900 或 910 划分为许多个“分腔室”。喷射器 800 的该方面在下面予以详细地说明。如图 12 所示,各个分腔室 920a-c 和 930a-c 拥有一分别连接到一导管 940a-c 和 950a-c 的孔。该孔和导管的组合允许前驱气体喷射到分腔室 920a-c 和 930a-c 内。因此,各个分腔室 920a-c 和 930a-c 可以用其自己的前驱气体源供应。

[0109] 一圆柱形冷却腔室 960 位于反应腔室(未示出)和第一和第二腔室 900 和 910 之间。例如,诸如水那样的冷却剂循环通过冷却腔室 960。入口 820 在途中通过冷却腔室 960 到达反应腔室。因此,前驱气体通过冷却腔室 960(不与其连通),由此,被冷却到低于阈值点的温度以便于沉积反应。一诸如水那样的冷却剂进入和退出冷却腔室 960,以便通过水入口 970 和水出口 980 循环。

[0110] 图 13 示出图 12 所示横截面部分的放大视图。如图 13 清晰地所示,各入口 820 具有一同轴的喷射导管,其由围绕第二导管定位的第一导管形成。例如,喷射导管 1040 包括一内导管 1050。内导管 1050 提供一通道,分腔室 920a 内的前驱气体可通过该通道移动到反应腔室。围绕内导管 1050 的是一外导管 1060。外导管 1060 提供一通道,分腔室 930a 内的前驱气体可通过该通道移动到反应腔室。内和外导管 1050 和 1060 最好是同心的。因此,如图 17 所示,在下游表面 810 处的各个入口 820 包括同轴的导管,其包括由同轴壁 1390 分成的内导管开口 1370 和外导管开口 1380。同轴的导管 1030 将另一入口 820 连接到分腔室 930a 和 920a,同轴的导管 1020 和 1010 将入口连接到分腔室 930b 和 920b,同轴的导管 1000 将另一入口连接到分腔室 930c 和 920c。内和外导管的横截面面积可以相等或不相等。这些面积之比可以随区域而变,或甚至在一区域内变化。同轴导管的配置允许前驱气体从其对应的分腔室运输到反应腔室,而在前驱之间没有横向连通。此外,同心导管可将形成在表面 810 上的沉积减到最少。尽管从各个导管退出的两个前驱气体彼此混和,但可以认为,从外导管 1000 退出的前驱气体流的最外部分在离内下游喷射器表面 810 下游处的有限距离内保持未被混和。朝向表面 810 的任何反向喷射或回流将主要地由该最外部分的气体组成。

[0111] 图 11-13 所示的特定的喷射器不包括如上所述的提供给一分离的内载体气体供应。然而,如下所述,可提供这样一载体气体供应,其具有在出口 820 之间形成表面 810 部

分的一多孔元件或具有离散的载体气体出口,以便进一步将反向喷射减到最小。使用同轴的导管可简化喷射器的结构,其可减少所需密封量。此外,使用同轴配置允许前驱材料有更加均匀的分布。当然,图 10-13 的分区结构可用于如图 1-4 所示的分离的第一和第二前驱入口。尤其是如该替代方案中所示,第一前驱气体入口连接到分腔室 920a-920c,而第二前驱气体入口连接到分腔室 930a-930c。类似地,如上所述,同轴导管可用来以交替或其它图形分散一个或多个前驱气体通过内导管,同时分散一载体气体通过各同轴导管的外导管。

[0112] 图 14 至 16 是一组板的剖视立体图,图 10 的喷射器 700 用该板进行构造。

[0113] 在图 14 中,示出一上游板 1100。该上游板 1100 较佳地是圆形,并包含三个凹陷区域 1110、1120 和 1130。同心圆壁 1140 和 1150 分离凹陷区域 1110、1120 和 1130。凹陷区域 1110、1120 和 1130 联合起来组成如图 12 所示的第一腔室 900。凹陷区域 1110 组成分腔室 920c。类似地,凹陷区域 1120 和 1130 分别组成分腔室 920b 和 920a。根据图 14 的理解,可见腔室 900 形状大致呈圆柱形,并分成一组三个同心圆柱形的分腔室 1110、1120 和 1130。第一组的导管 940a-c 分别从凹陷区域 1130、1120 和 1110 向上游(朝向反应器外的气体源)延伸。导管 940a、940b 和 940c 用作通道,前驱气体可通过该通道喷射到由凹陷区域 1110、1120 和 1130 形成的各种分腔室内。第二组的导管 950a、950b 和 950c 延伸通过上游板 1100。第二组导管在近似等于同心圆壁 1140 和 1150 高度的高度上从上游板 1100 向下游(朝向反应器)突出。每一区域可有一个以上导管,导管数量可随区域不同而变化。

[0114] 图 15 示出堆叠在上游板 1100 顶上的中间板 1200。中间板 1200 搁置在由上游板 1100 形成的圆柱形壁 1140 和 1150 顶上。与上游板 1100 相同,中间板 1200 也包含凹陷区域 1210、1220 和 1230。凹陷区域 1210、1220 和 1230 被圆壁 1240 和 1250 分离。凹陷区域 1210、1220 和 1230 联合起来组成第二腔室 910,并分别单独地组成分腔室 930a、930b 和 930c。根据对图 15 的理解可以得知,可见第一和第二圆柱形腔室 900 和 910 彼此堆叠在顶上,并享有一公共面(中间板 1200)和一公共的纵向轴线。中间板 1200 连接各个第二组的导管 950a、950b 和 950c,它们从上游板 1100 朝向下流(朝向反应腔室)突出。因此,第二组导管 950a、950b 和 950c 用作通道,前驱气体可通过该通道喷射到由凹陷区域 1210、1220 和 1230 形成的各种分腔室内。

[0115] 此外,每一区域可有多个导管,且导管数量可随区域不同而变化。中间板 1200 也包含多个喷射导管 1260,它们从板 1200 朝向下流(朝向反应腔室)突出,延伸超过圆形壁 1240 和 1250 的高度。喷射导管 1260 的全高在图 16 中未示出;为了图示的清晰起见,已移去这些导管的部分。

[0116] 图 16 示出堆叠在中间板 1200 顶上的下游板 1300。下游板 1300 搁置在由中间板 1200 形成的圆形壁 1240 和 1250 顶上。下游板形成图 12 所示的冷却腔室 960 的下游部分。根据对图 16 的理解可以得知,可见圆柱形冷却腔室 960 和第二圆柱形腔室 910 彼此堆叠在顶上,并享有一公共面(下游板 1300)和一公共的纵向轴线。

[0117] 如图 12 和 13 清晰地所示,冷却腔室 960 位于下游板 1300 和盖板 805 之间,盖板 805 形成喷射器 1100 的内部或面向下游的表面 810。在此实施例,导管 1320 通过冷却腔室,但不与冷却腔室连通。如图 16 所示,下游板 1300 的侧部提供用于冷却腔室 960 的孔 1330 和 1340 的入口和出口。入口和出口孔 1330 和 1340 连接入口和出口的导管 830 和 835。因此,孔 1330 和 1340 和导管 830 和 835 合作到冷却腔室,冷却剂流体可通过冷却腔

室循环通过喷射器。用来循环冷却剂的腔室可以是一如图 16 所示的敞开腔室,或可以如图 5 所示地遵循其它二维或三维几何形。

[0118] 下游板 1300 包含多个喷射导管 1320,它们从板 1300 朝向反应腔室向下游突出,并延伸到与由中间板 1200 连接的喷射导管 1260 相同的高度。连接到下游板 1300 的导管 1320 围绕连接到中间板的导管 1260 形成,因此,形成参照图 13 和 17 所描述的同轴导管结构。如图 11、12 和 13 清晰地所示,一盖板 805 躺在下游板 1300 上并形成如图 11 所示的喷射表面 810,还形成也示于图 11 中的多个入口 820。此外,盖板 805 密封关闭的喷射器。在入口 820 处,盖板 805 密封到喷射导管 1320。图 17 详细地所示的一同轴入口的实施例示出了盖板 805 的喷射(下游)表面 810 上的同轴入口 820。一外同轴壁 1360 和一内同轴壁 1390 形成了外同轴入口 1380。外同轴入口 1380 部分地或完全地包围一由内同轴壁 1390 形成的内同轴入口 1370。外同轴入口 1380 和内同轴入口 1370 可分配第一和第二前驱气体,或者,内同轴入口 1370 可分配一前驱气体,而外同轴入口 1380 分配一包围前驱气体的载体气体罩。相反,由内同轴入口 1370 承载载体气体也是可能。

[0119] III. 具有分区域的入口和多前驱入口的气体分配喷射器(同轴或双腔)

[0120] 图 18 示出本发明的一实施例,其中,通过散布在载体入口均匀范围内的入口提供多个前驱。下游(内部)的喷射器表面 1400 分成为多个区域 1410、1420 和 1430。在各个区域内,提供第一前驱入口 1440、第二前驱入口 1450 和载体入口 1460 的西洋跳棋棋盘图形,以便将前驱均匀地分配到反应器内的晶片载体,不造成材料反向喷射到喷射器本身上。

[0121] 类似地,在图 19 中,提供图 18 结构的一变体,其中,第一前驱入口和第二前驱入口组合成双腔入口。具体来说,下游内喷射器表面 1500 分成为多个区域 1510、1520 和 1530。在各个区域内,提供双腔前驱入口 1540 和载体入口 1550 的西洋跳棋棋盘图形,以便将前驱均匀地分配到反应器内的晶片载体,不造成材料反向喷射到喷射器本身上。

[0122] 如图 20 所示,各双腔前驱入口 1540 分成较小的导管(入口)1560 和 1565,它们承载第一前驱 1570 和第二前驱 1575,且它们被一腔壁 1580 划分而分离第一前驱和第二前驱,直到它们进入反应器腔室。双腔前驱入口 1540 可以被如图 13-17 详细所示的同轴入口 1590 代替。在图 18-19 的实施例中,载体入口可以有利地用如图 2 所示的载体多孔板代替。

[0123] 图 21A-G 提供本发明入口的一些实施例的横截面图(为清晰起见,不包括载体多孔板)。如图所示,诸入口向下游地通向反应腔室内。图 21A 示出包括以简单西洋跳棋棋盘图形散布的载体入口 1603 和前驱入口 1606 的横截面 1600。在图 21B 中,横截面 1610 示出带有双腔前驱入口 1616(图 20 所示类型)以西洋跳棋棋盘图形散布的载体入口 1613 和冷却通道横截面 1618。在图 21C 中,横截面 1620 示出带有载体入口 1623 以西洋跳棋棋盘图形散布的同轴前驱入口 1626(图 17 所示类型)和冷却通道横截面 1628。在图 21B 中,横截面 1610 示出双腔前驱入口 1616,其包括一线性阻挡体 1615 以将第一前驱导管与第二前驱导管密封。类似地,在图 21C 中,同轴前驱入口 1626 部分地由一径向阻挡体 1625,其将第一前驱导管与周围的第二前驱导管密封。

[0124] 尽管图 21A-C 分别示出横截面 1600、1610 和 1620,各近似地示出入口边缘处的法向角,但也可通过提供入口和喷射器内部下游表面之间的倾斜边界进一步减小喷射。因此,在图 21D 中,横截面 1630 示出以简单西洋跳棋棋盘图形散布并倾斜而进一步减小喷射的前驱入口 1636 和载体入口 1633。在图 21E 中,横截面 1640 类似于横截面 1630,在此实例中,

例外地是,仅前驱入口 1646 倾斜,而载体入口 1643 保持法向。在图 21F 中,横截面 1650 示出带有线性阻挡体 1655 的双腔前驱入口 1656,它们与载体入口 1653 一起以西洋跳棋棋盘图形散布,其中,双腔入口 1656 和载体入口 1653 以大致 45 度角倾斜,以进一步将粘度减到最小。最后,在图 21G 中,横截面 1660 示出带有径向阻挡体 1665 的同轴前驱入口 1666,其与载体入口 1663 一起以西洋跳棋棋盘图形散布。冷却通道横截面 1668 不与同轴前驱入口 1666 或载体入口 1663 气体地连通,但与入口 1666 和 1663 热力上连通,以便在操作过程中,减缓喷射器的温度。

[0125] 在图 21F 和 21G 中,分别示出横截面 1650 和 1660,阻挡体 1655 和径向阻挡体 1665 较佳地倾斜于入口和反应器腔室前的稍许在边界前的端部,以进一步将粘度和喷射减到最小,但阻挡体 1655 或 1665 也可终止在边界或超过边界,视对于特定喷射器的个别结构而定。

[0126] IV. 具有允许定制端口和孔规格的可更换的入口元件的喷射器

[0127] 图 22 是本发明一气体分配喷射器的另一实施例的简化局部截面图。用来放置在沉积反应器内的喷射器 1700 由一上游板 1710、一中间板 1720 和一下游板 1730 形成,它们通过诸如真空钎焊、焊接或螺栓和密封件的结构之类的密封过程连接在一起。喷射器通常连接到反应器腔室的密封板 1701 上(见图 2)。图 23 是本发明一气体分配喷射器的实施例的分解立体图,其使用多个气体分配板并包括用来将气体连通到反应器腔室的通气螺钉。例如,气体分配喷射器位于反应器密封板(未示出)下方,其用该密封板形成第一反应剂气体歧管(见图 2),并较佳地位于一反应器腔室(未示出,见图 1)内,以使一晶片载体(未示出,见图 1)中心地位于气体分配喷射器下方。

[0128] 如图 22 所示,上游板 1710 包括一上游表面 1740 和一下游表面 1745。形成第一反应剂气体歧管 1702 的空间通常位于上游板 1710 的上游表面 1740 和密封板 1701 之间(例如,见图 2、270a-c)。较佳地,一个或多个气体入口元件与上游板 1710 的上游表面 1740 齐平,在此情形中,通气螺钉 1760 与一中心地位于各个通气螺钉 1760 内的气体入口 1770 齐平。通气螺钉 1760 通过上游板 1710 的上游表面 1740 内的一个或多个螺钉孔 1765,固定到上游板 1710 的上游表面 1740,其中,螺钉孔 1765 与第一反应剂气体通道对齐。

[0129] 在图 23 中,立体图地可见图 22 中描述的上游板 1710、中间板 1720 和下游板 1730。在图 23 所示的上游板 1710 中,多个通气螺钉 1760 固定在通气螺钉孔 1875 内,以对从第一气体歧管进入气体分配喷射器内的第一反应剂气体提供一入口。用于光学视口或气体源连通到气体分配喷射器内的喷射器密封端口 1870 位于顶表面 1740 上。冷却剂贯通开口 1895 允许冷却剂进入和退出管线通过上游板 1710 的结构。最后,螺栓孔 1890 允许上游板密封到其它气体喷射器板和反应器的密封板上。

[0130] 图 24A 是图 22 所示气体分配喷射器实施例的上游板的详细的立体图。上游板 1710 显示为其顶表面 1740 可见,且其中还可见多个通气螺钉孔 1875。此外,一组冷却剂贯通开口 1895 允许冷却剂导管进入和退出通过上游板到冷却通道所定位的中间板(未示出)。提供多个密封端口 1870,使气体和/或光学视口连通到气体分配喷射器内或通过气体分配喷射器。尤其是,提供第二反应气体密封端口 1872,使第二反应气体通过上游板 1710 连通到一区域,该区域介于上游板的下游表面 1745 和中间板(未示出)的上游表面之间,它们形成第二反应剂气体歧管 1790。

[0131] 图 24B 是图 22 所示气体分配喷射器实施例的上游板的仰视图,详细地示出上游板 1710 的下游表面 1745。如上所述,上游板 1710 包括多个冷却剂贯通开口 1895、用来通过第一反应气体的气体通气螺钉孔 1875、用来密封端口 1870 的通孔,以及用来将上游、中间和下游板连接在一起的螺栓孔 1890。

[0132] 第二反应气体密封端口包括第二反应气体密封端口出口 1873,其使第二反应气体连通到第二反应气体歧管 1790 的本体。可供选择地,在第二反应气体歧管 1790 内,一径向阻挡体 1878 形成第二反应气体歧管 1790 的两个区域:一外环 1878,第二反应气体最初通过第二反应气体密封端口出口 1873 连通到该外环 1878,以及一内歧管区域 1883,其中,第二反应气体如本文所描述地连通到中间板 1720 内。外环 1878 和内歧管区域 1883 通过多个孔 1882 连通,这多个孔 1882 用来平衡第二反应气体歧管 1790 的内歧管区域 1883 内的第二反应气体的气体压力。

[0133] 返回到图 22,中间板 1720 包括一上游表面 1750 和一下游表面 1755。上游板 1710 和中间板 1720 可连接在一起,例如,通过真空焊接或在上游板 1710 和中间板 1720 之间的接触点处的螺栓和密封结构实现连接。上游板 1710 的下游表面 1745 的一部分连同中间板 1720 的上游表面 1750 一起形成用来将第二反应气体引入到反应腔室内的第二反应气体歧管 1790。一气体入口 1810(可供选择地通过一个或多个固定在一个或多个通气螺钉孔 1805 内的通气螺钉 1800)形成在中间板 1720 的上游表面 1750 内。

[0134] 一冷却通道 1840 形成在中间板 1720 的上游表面 1750 内(例如,见图 5 和 25A-C)。冷却通道 1840 的上游端密封,并与气体分配喷射器 1700 的其它部件分离,尤其是,通过一冷却通道盖板 1850 与中间板 1720 的上游表面 1750 密封,冷却通道盖板 1850 较佳地通过真空焊接到中间板 1720 的上游表面 1750,以在中间板 1720 的上游表面 1750 上形成一毗邻的表面,并因此形成毗邻的水冷却通道 1840,如图 25A-C 中详细地所述。

[0135] 形成在中间板 1720 的下游表面 1755 内的是一个或多个载体气体歧管 1830,它们接受最好是非反应的载体气体以便分配到反应器内。还有形成在中间板 1720 下游表面 1755 内的是通气螺钉孔 1795,它们用来固定包括第一气体出口 1785 于其中的第一气体出口的通气螺钉 1780。第一气体出口的通气螺钉 1780 和第一气体出口 1785 用作为第一气体的通道 1775 的终点,因此,允许第一反应气体从第一气体歧管传送到反应腔室。还形成在中间板 1720 的下游表面 1755 内的是第二气体出口 1820,其用作为第二气体的通道 1815 的终点,因此,允许第二反应气体从第二气体歧管 1790 传送到反应腔室。或者,第二气体出口 1820 可由类似于用于第一气体出口 1785 的结构的通气螺钉结构形成。

[0136] 如图 23 中分解立体图中所示和根据不同立体图所描述的,中间板 1720 包括一焊接的上游表面板 1840 和一下游表面 1755,并连接到冷却剂入口和出口管 1880,它们将诸如水的冷却剂提供到位于如这里所述的中间板 1720 内的冷却通道。气体入口 1810 位于中间板 1720 的上游表面板 1840 内,一些气体入口 1810 连接到上游板 1720 内的第一气体入口,而一些气体入口 1810 直接从形成在上游板 1745 的下游表面和中间板 1720 的上游表面 1840 之间的第二气体歧管中接受第二气体。螺栓孔 1900 允许中间板密封到喷射器的其它板上。

[0137] 图 25 是图 22 所示气体分配喷射器实施例的中间板的详细的立体图。中间板 1720 的上游表面 1750 用来形成第二反应气体歧管 1790 的下游端,包括用于第二反应气体(和

用于第一气体通道,该通道通过但与第二气体分配歧管不连通)的气体入口 1800。中间板 1720 还包括用于气体分配喷射器的冷却通道 1840。中间板还包括:螺栓孔 1900,用来将上游、中间和下游板固定在一起;以及密封端口管线通孔 1910,用于光学视口或连通气体分配系统内的气体。

[0138] 图 26A 是图 22 所示气体分配喷射器实施例的中间板的立体图,其显示为在将冷却通道盖板 1850 焊接到上游表面上之前(见图 26B),以便更清晰地显示位于其中的冷却通道 1840。位于中间板 1720 的上游表面 1750 上的反应气体入口 1820 用实线示出,而位于下游表面 1755 上的反应气体入口 1820 的出口用虚线示出。图 26B 是图 22 所示气体分配喷射器实施例的中间板的立体图,其显示为在将冷却通道盖板 1850 焊接到上游表面上之后。冷却剂导管 1930 提供诸如水那样的冷却剂进和出,进入到如图 26A 中所示的冷却通道 1840 内。

[0139] 再返回到图 22,下游板 1730 可以是一薄板,其包括布置在其中的单一的或多个能透过或打孔的区域 1735。下游板 1730 通过诸如真空焊接或螺栓和密封结构那样的工艺连接到中间板 1720 的下游表面 1755。下游板 1730 的打孔区域 1735 至少与中间板 1720 的下游表面 1755 内的载体气体歧管 1830 相一致,以允许载体气体分配到位于下游板 1730 的下游的反应腔室内。

[0140] 在下游板 1730 处,第一反应气体通道 1775 终止在位于下游板 1730 上的气体出口 1785,其单独地或位于诸如一气体出口通气螺钉 1780 那样可移去的装置内。可供选择地是,气体出口通气螺钉 1780 可有利地固定到下游板 1730,以将下游板 1730 固定在气体出口通气螺钉 1780 和中间板 1720 的下游表面 1755 之间。第二气体通道 1815 通过第二气体出口 1820 终止,第二气体出口 1820 较佳地完全通过下游板 1730 连通,以便将第二反应气体分配到反应腔室。

[0141] 如从图 23 中的另一立体图中所示,下游板 1730 包括多个孔 1820,通过这些孔第一气体出口和第二气体出口从中间板 1720 的下游表面 1755 与反应腔室连通。最后,多个气体出口通气螺钉 1780 固定到中间板 1720 的底部 1755 内的出口通气螺钉孔(见图 22),以便进一步将下游板 1730 固定到气体出口通气螺钉 1780 和中间板 1720 之间。气体出口通气螺钉用于如图 22 所示的第一反应气体出口,但可供选择地也可用于第二反应气体出口。最后,下游板内的螺栓孔 1940 有利地与中间板的螺栓孔 1900 和上游板的螺栓孔 1890 对齐,以使用螺栓连接在一起和密封,或用其它方法连接上游、中间和下游板。在下游板上,如图 27 所示,较佳地是一载体气体屏,用来将载体气体散布在反应气体出口之间的区域内。

[0142] 图 27 是图 22 所示气体分配喷射器实施例的下游板的视图,该图从反应器内部观察(从下游方向)。下游板 1730 包括一载体气体屏 1735,该屏可以是多孔的或可渗透一载体气体,该载体气体可通过其间。载体气体屏 1735 显示为一单一连续的区域,但也可设置在位于垂直地邻近于载体气体歧管 1830 的一离散的多个区域内,显示为离散的气体入口,显示为用于各多个同轴的内反应剂入口的多个外同轴的入口,或其它的结构。对第一气体通气孔 1795 和通过下游板 1730 的第二气体出口 1820 设置多个孔。下游板 1730 的外区域 1945 最好是实心的不构成一屏。设置螺栓孔 1940 以将上游、中间和下游板彼此固定和固定到反应器。

[0143] 图 28 是本发明的一气体分配喷射器的实施例的截面图,其包括放置在反应剂气

体入口通道内以便形成一压差的多孔材料。另外类似于图 22 的实施例,图 28 还示出将渗透材料 1960 引入第一气体通道 1775 内,以控制气体压力,以及使用用于第二气体出口 1975 的第二气体出口通气螺钉 1970,就如上述的第一气体出口通气螺钉 1780。

[0144] 渗透材料 1960 例如可以是一碳过滤器或其它不与通过其间的第一反应气体反应的渗透材料,渗透材料 1960 用来在第一气体入口 1770 和第一气体出口 1785 之间形成压差。或者,渗透材料也可用于第二气体通道。

[0145] 此外,代替渗透材料或添加到渗透材料,可分别变化通气螺钉 1760 和 1785 或其它可移去的气体入口装置的内直径来形成一相似的压差,例如,通过增加或减小第一气体入口通气螺钉 1760 内的第一气体入口 1770 的孔大小,和 / 或增加或减小第一气体出口通气螺钉 1780 内的气体出口 1785 的孔大小。

[0146] 再者,图 28 中使用了气体出口通气螺钉来分配第一反应剂气体和第二反应剂气体。尤其是,对于第二气体出口 1975 设置第二气体出口通气螺钉 1970,就如对于第一气体出口 1785 设置上述的第一气体出口通气螺钉 1780。通过变化通气螺钉的结构,包括通气螺钉的深度、通气螺钉头超出下游板的表面多远,或中心地位于对应通气螺钉内的气体入口和气体出口的直径,通气螺钉内气体出口孔大小和维度因此可有利地根据反应器和气体喷射器结构进行定制,无需更换气体喷射器的其它结构部件。

[0147] 图 29 是使用同轴反应剂气体入口和通气螺钉的本发明气体分配喷射器实施例的内气体分配表面的截面图。一同轴的气体出口通气螺钉 2000 连接到下游板 1730 和中间板 1720 内的同轴反应气体通道 2005。同轴反应气体通道 2005 包括一用于第一气体的外通道 2010 和一用于第二气体的内通道 2020,其中,内和外通道被一内径向壁 2030 分离。如上所述,中间板 1720 包括一载体气体歧管 1830,其从一载体气体通道 1980 中接受载体气体,而且其通过下游板 1730 内的一多孔屏 1735 将气体分配出气体分配喷射器外。图中还示出中间板 1720 内的冷却通道 1990 的截面图。

[0148] 图 30 是使用一非同轴双腔反应剂气体入口和通气螺钉以及一补充反应剂气体入口的本发明气体分配喷射器实施例的内气体分配表面的截面图。一双腔气体出口通气螺钉 2040 连接到下游板 1730 和中间板 1720 内的双腔反应气体通道 2045。双腔反应气体通道 2045 包括一用于第一气体的左通道 2050 和一用于第二气体的右通道 2060,其中,右和左通道被一中心壁 2070 分离。如补充的反应气体出口 2090 所示,其显示为连接到一不使用同轴双腔或通气螺钉设计的补充的反应气体通道 2080,这里所述的各种入口和出口设计包括图 21A-G 所示的那些设计,以及不同测量计、入口直径和出口形状的通气螺钉可组合在同一个气体分配喷射器中,以允许各种的气体分配结构。代替载体屏 1735,例如,第一和第二同轴入口可提供来分配第一和第二前驱气体,其中,第一和第二前驱通过各个同轴入口的内同轴通道进行分配,而一载体气体通过各同轴入口的外同轴通道进行分配。

[0149] 图 31 是用于本发明气体分配喷射器实施例的一通气螺钉的立体图。一单一通道的通气螺钉 1780 包括用来将通气螺钉 1780 固定到气体分配喷射器多个板之一内的螺纹 1788。一中心气体出口 1785 延伸通过通气螺钉 1780 的本体,以在通气螺钉 1780 固定到气体分配系统的一板内的气体出口端时允许完全通过螺钉进行通气。图 32 是用于使用反应剂气体同轴分配的本发明气体分配喷射器实施例内的同轴通气螺钉的立体图。螺钉包括一中心径向壁 2030,其可部分地或全部地延伸通过通气螺钉的长度,其中,诸臂将内壁连接到

螺钉的其余本体上。中心径向壁 2030 将外气体出口 2010 与内气体出口 2020 分离,中心径向壁有利地连接到板内的一同轴气体通道,通气螺钉例如通过螺纹 2040 固定到该板上。

[0150] 显然,本发明很好地适于达到上述的以及固有的目的和优点。尽管为了揭示的目的已经描述了目前的优选实施例,但应该理解到,这些实施例只是为了说明本发明的原理和应用,可以作出很好地纳入本发明范围之内的各种变化和修改。例如,沉积系统可以是任何形状,并可以分成任何数量的区域,而它们本身又可以是任何形状的。此外,前驱浓度之外的各种变量可以根据区域不同实施控制。例如,前驱压力或局部的等离子增加可以根据区域不同实施控制。本技术领域内技术人员将容易地提出许多其它的变化,这些变化被包括在由附后权利要求书定义的本发明的精神和范围之内。

[0151] 工业应用性的陈述

[0152] 本发明具有适用于诸如转动盘型反应器之类的化学气相沉积反应器的工业应用,但也可适用于其它的工业化学沉积和清洁装置,例如,诸如蚀刻用的装置。

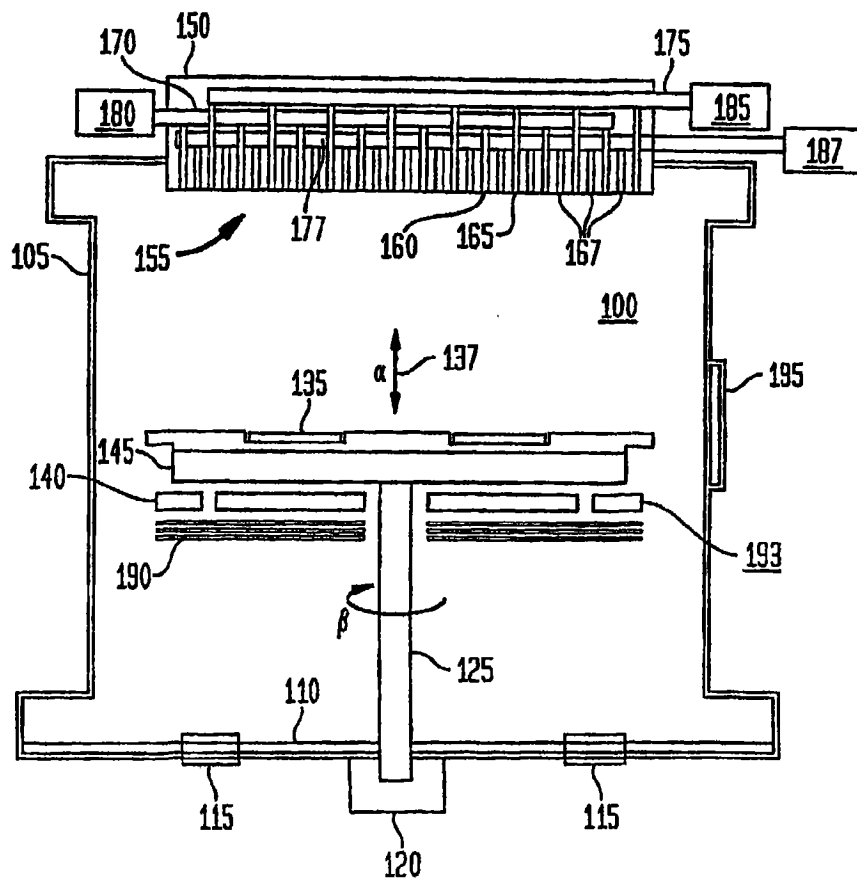


图 1

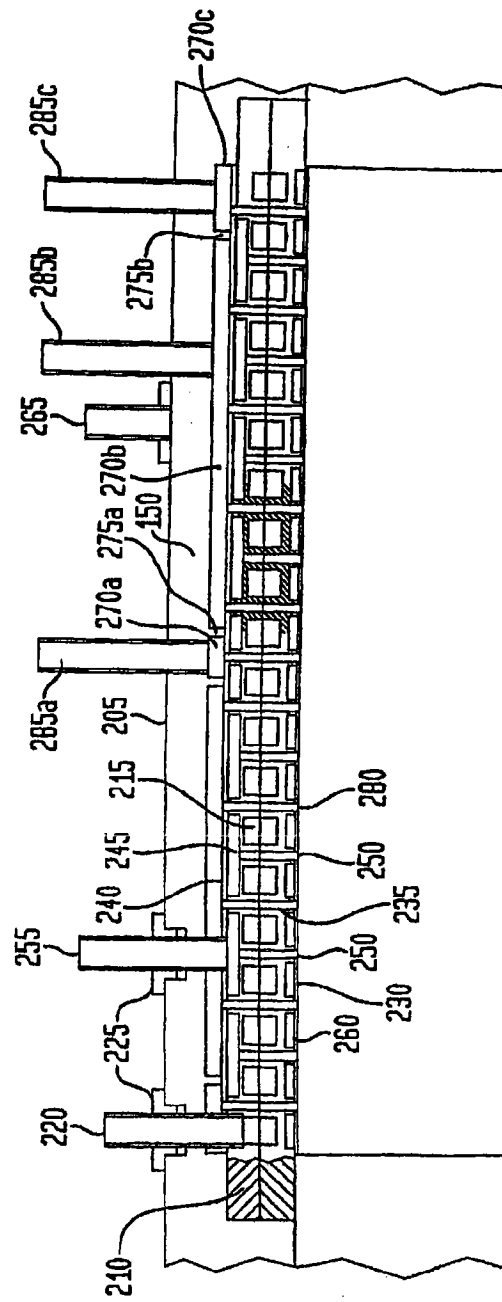
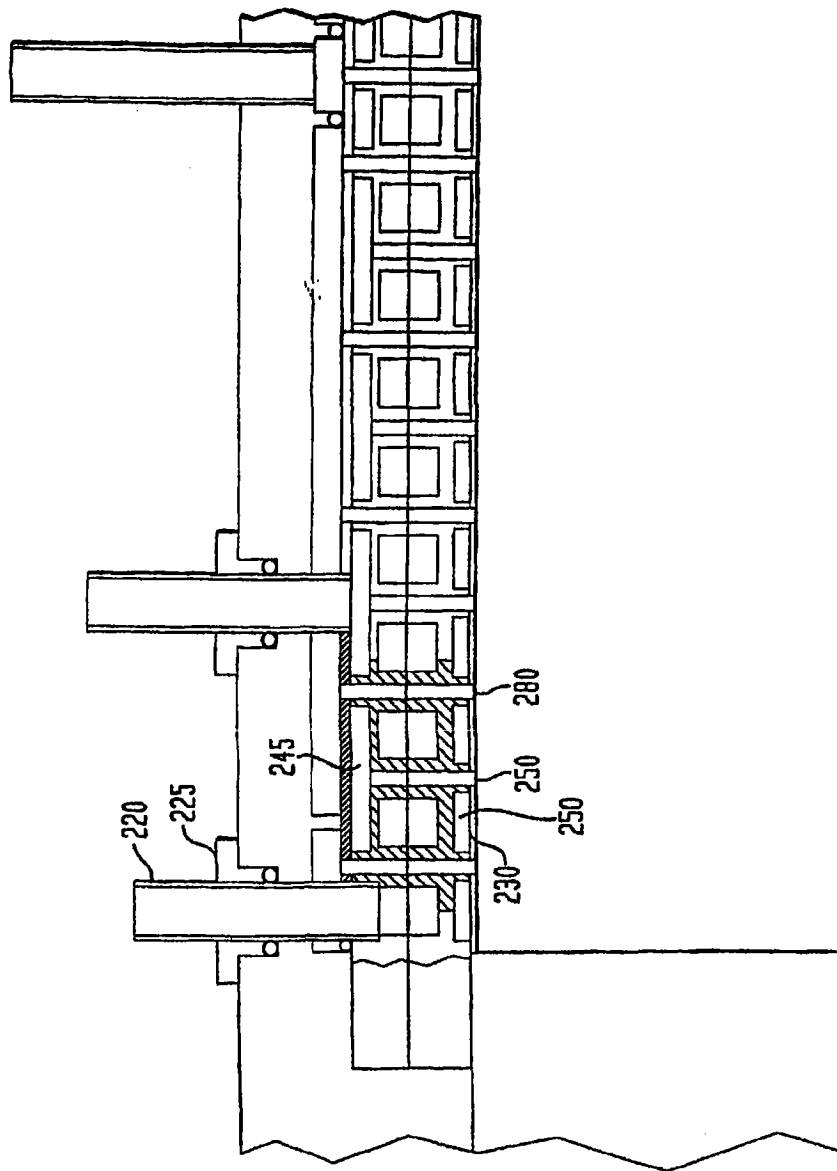


图 2



3



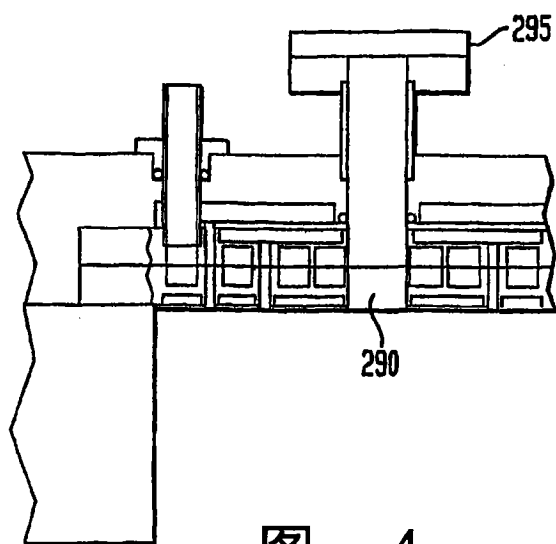


图 4

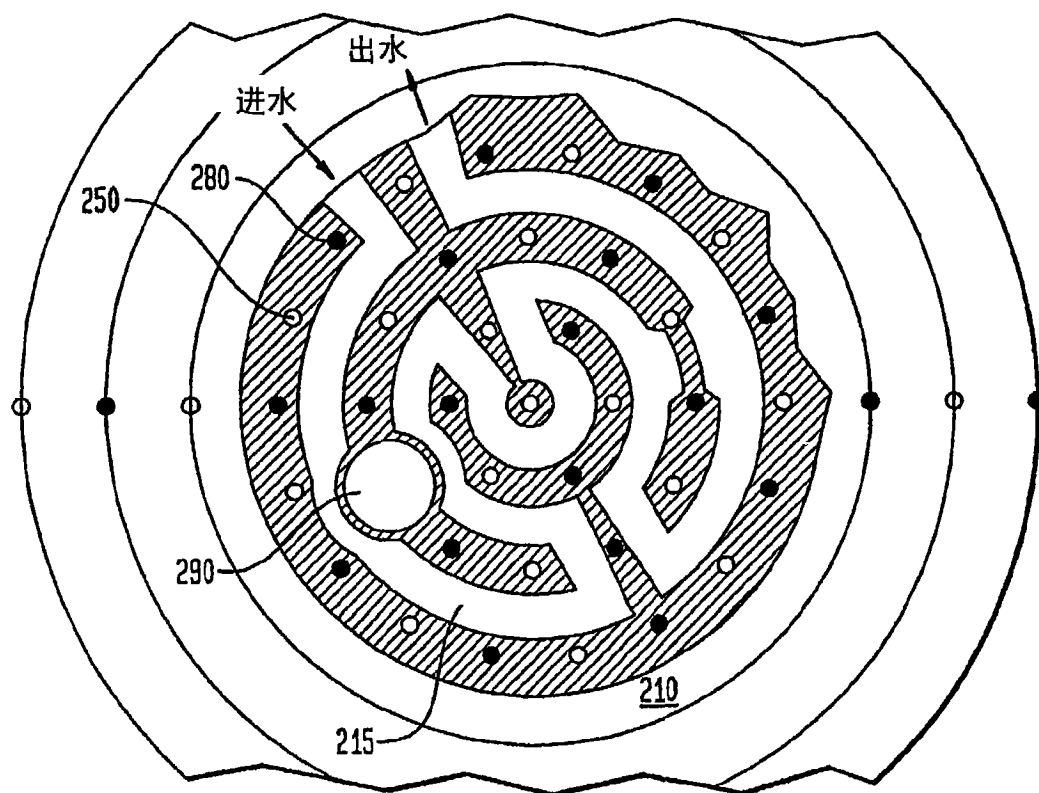


图 5

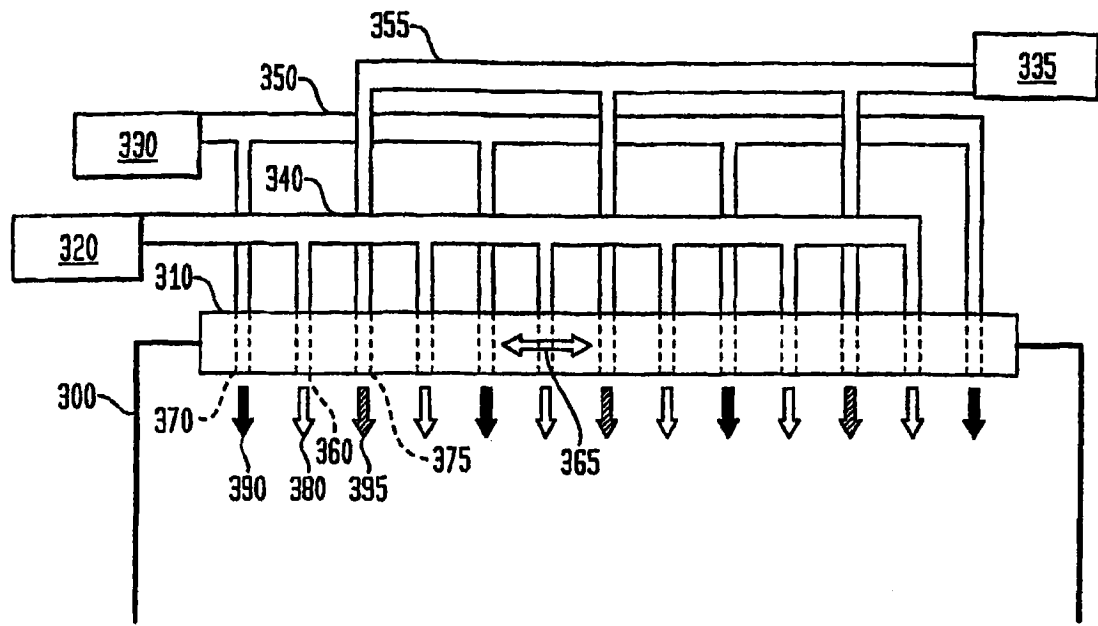


图 6

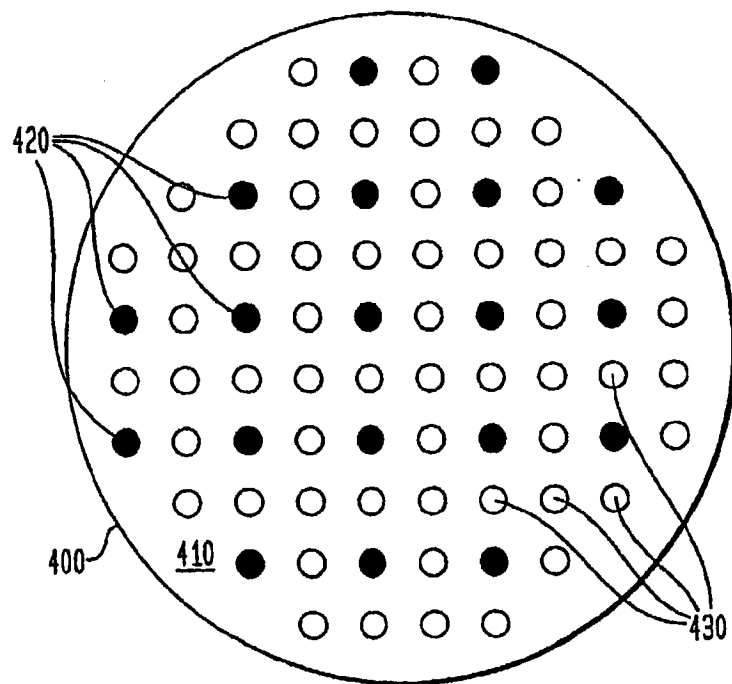


图 7

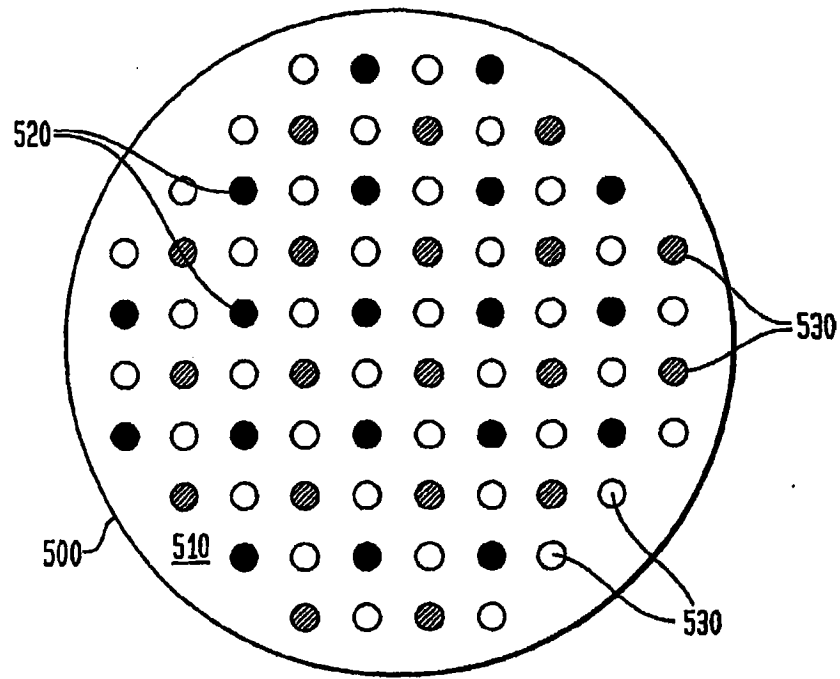


图 8A

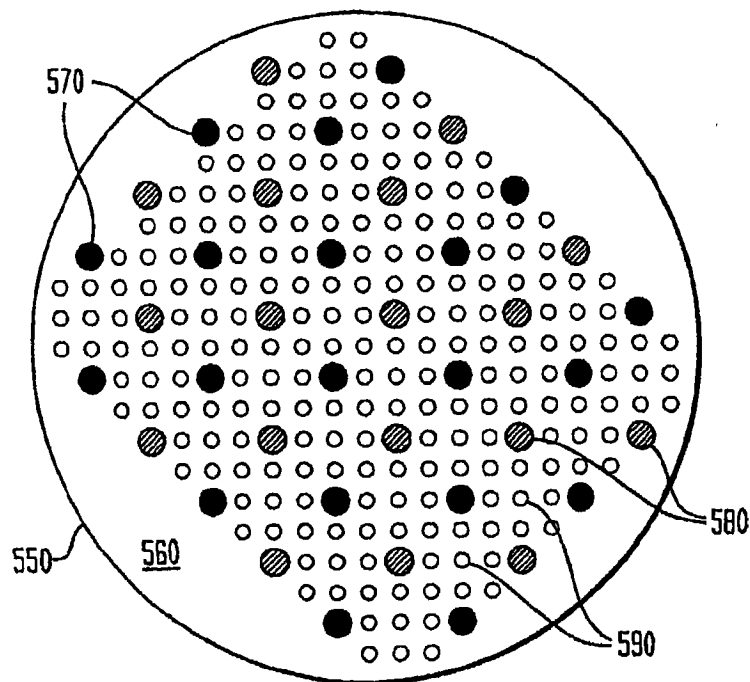


图 8B

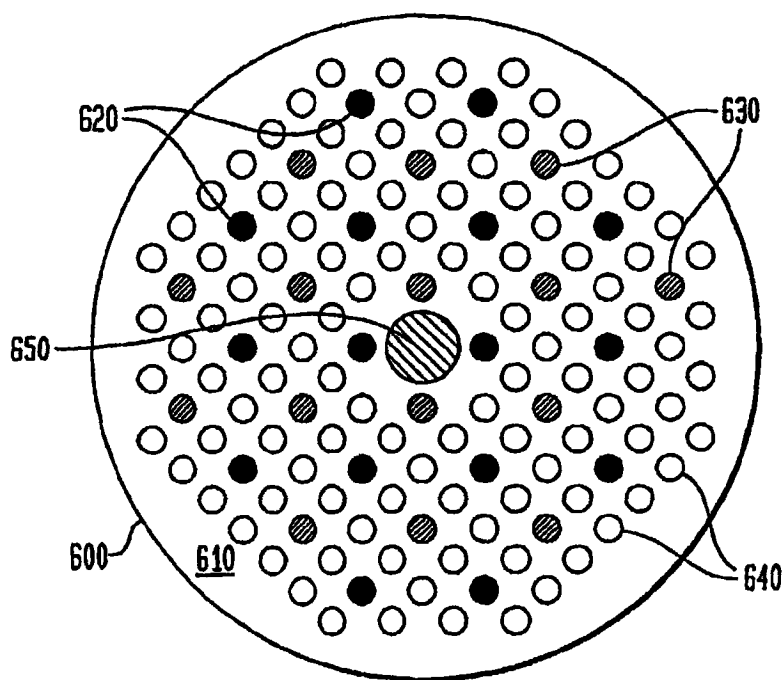


图 9

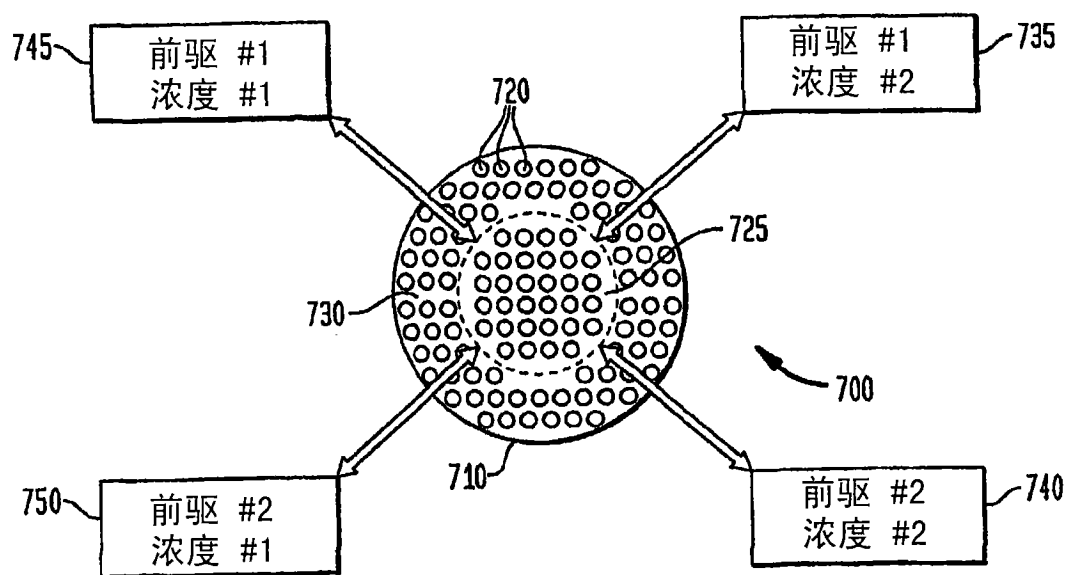


图 10

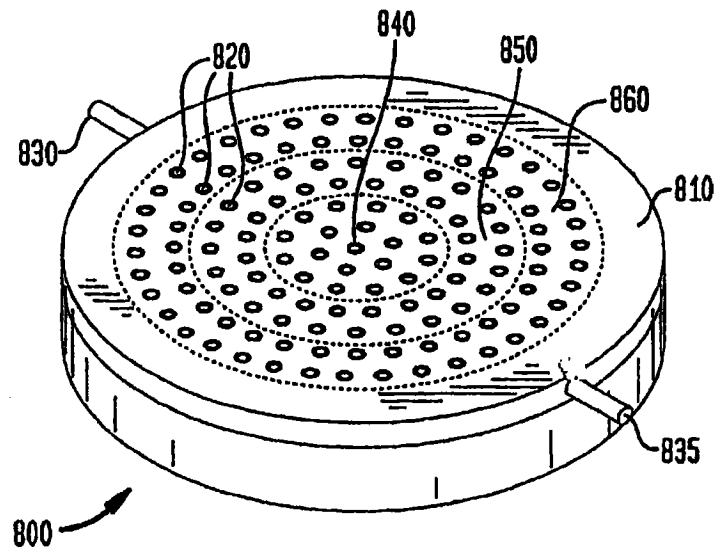


图 11

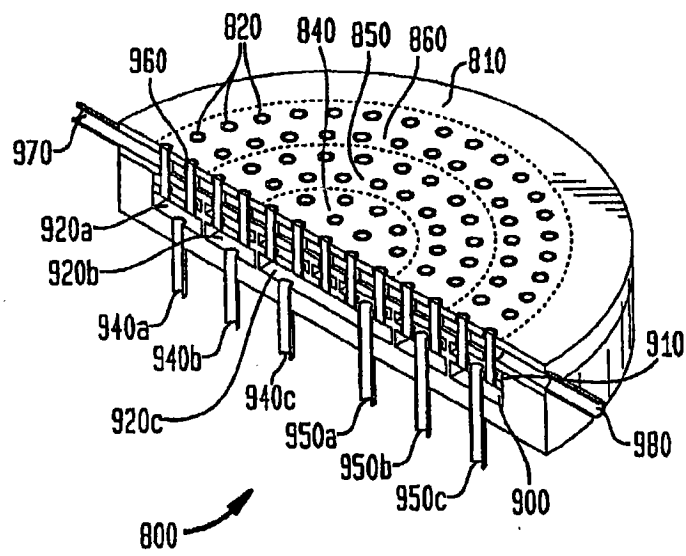


图 12

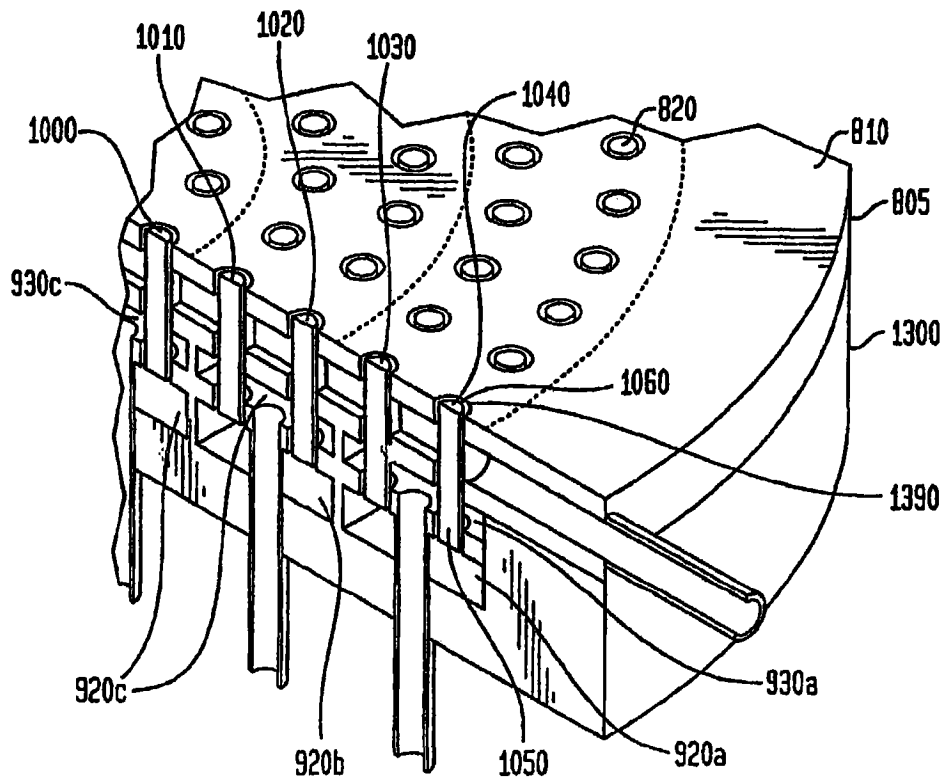


图 13

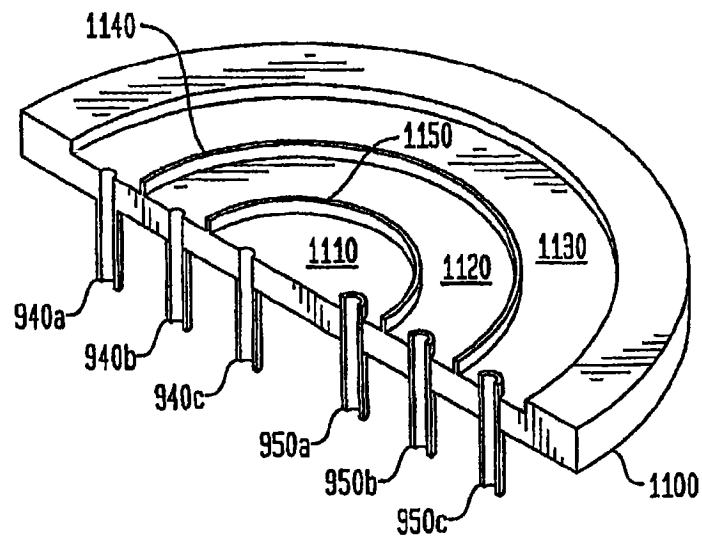


图 14

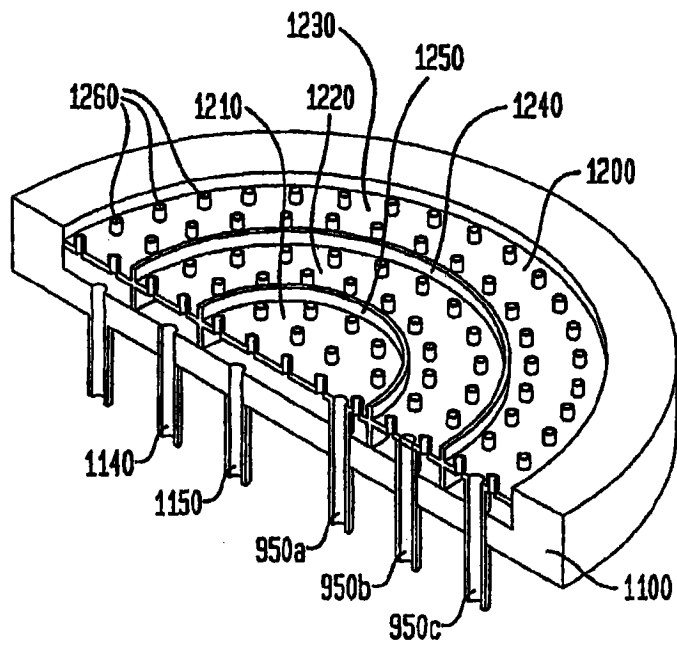


图 15

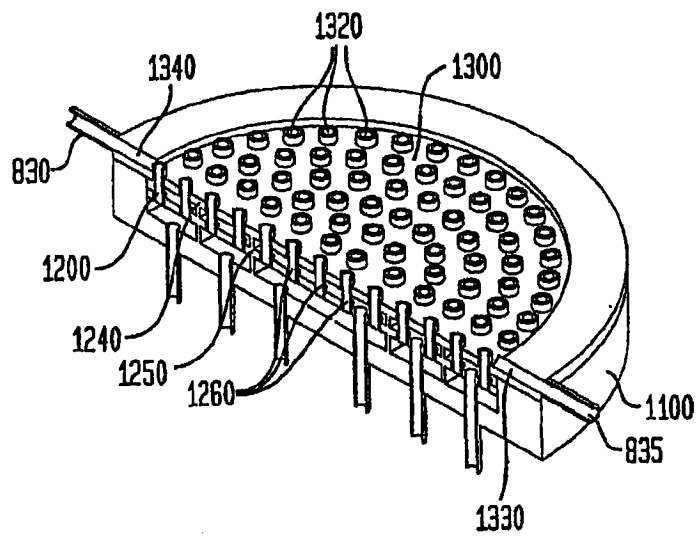


图 16

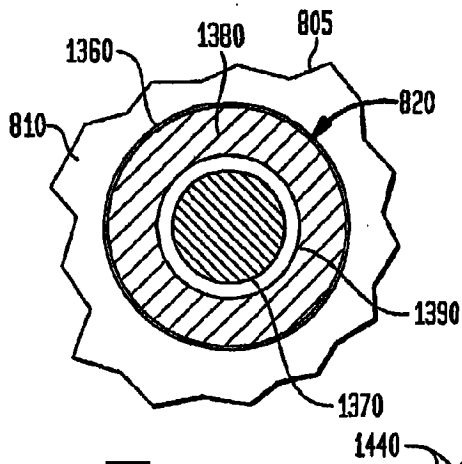


图 17

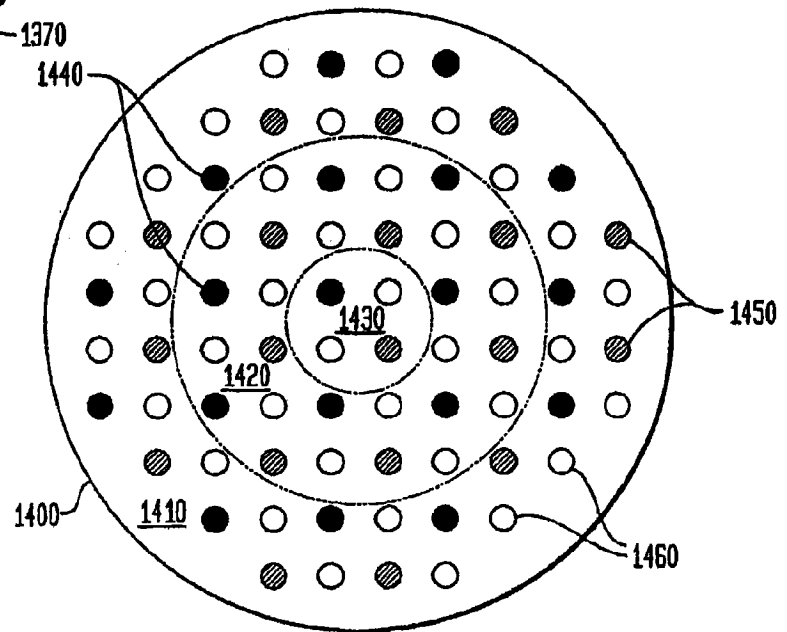


图 18

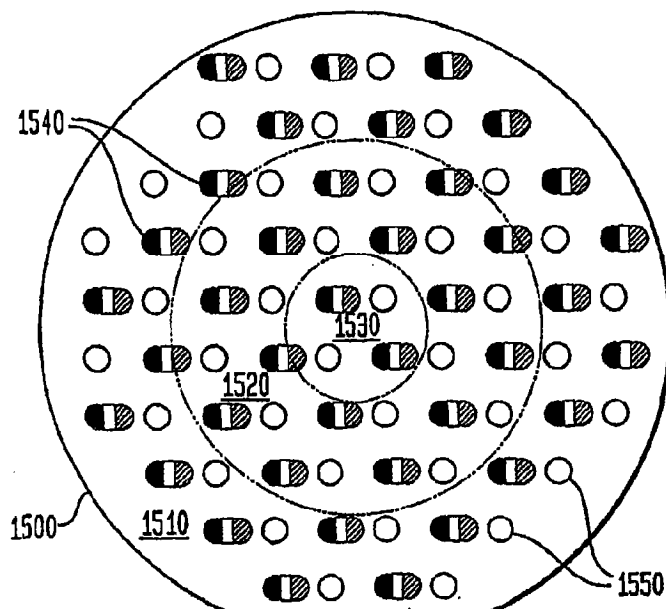


图 19

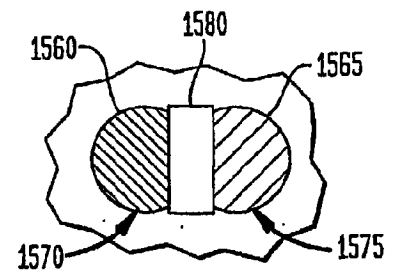


图 20

图 21A

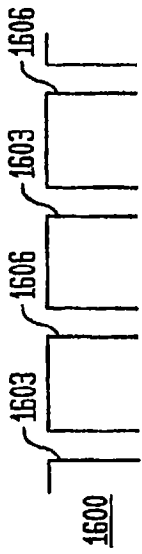


图 21D

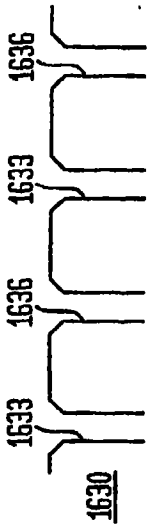


图 21B

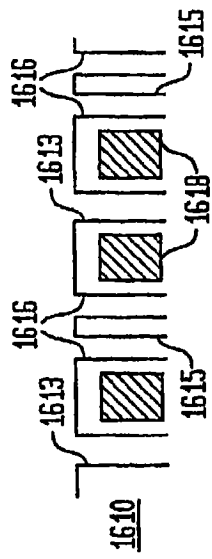


图 21E

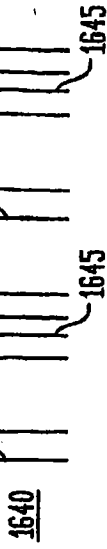


图 21C

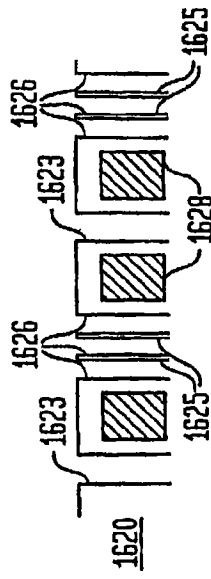


图 21F

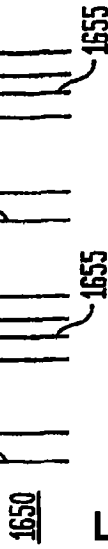
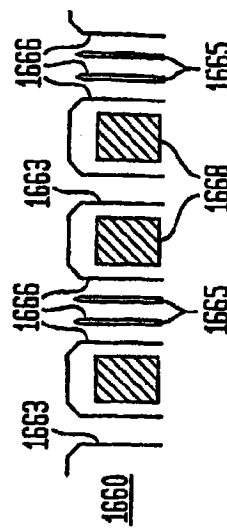


图 21G



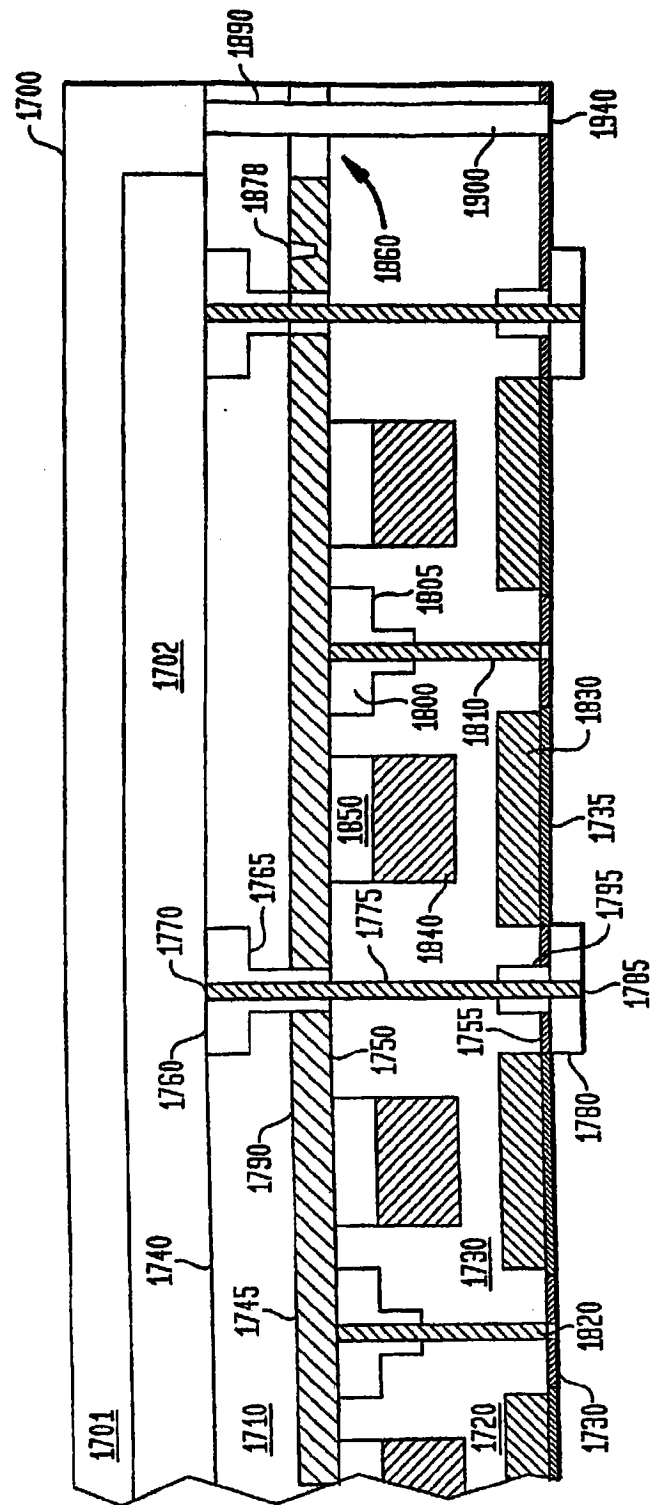


图 22

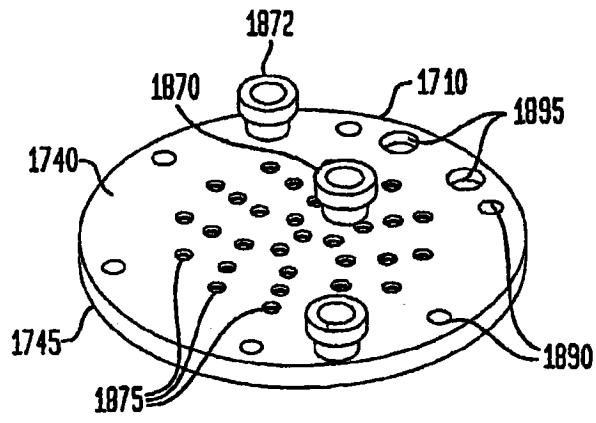


图 24A

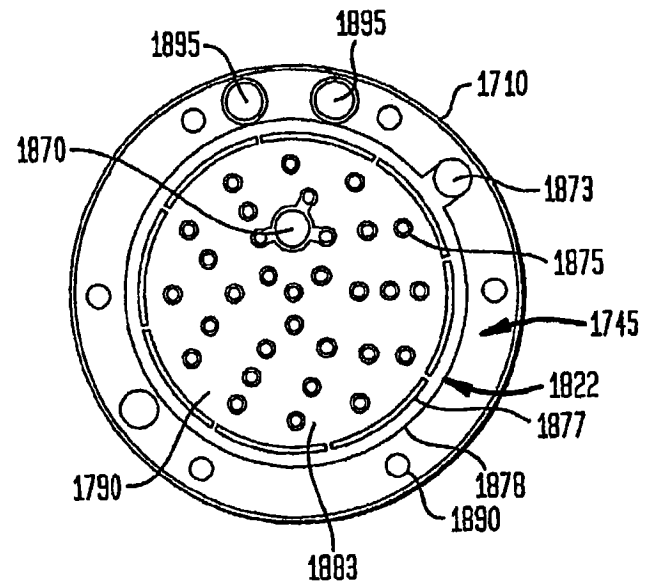


图 24B

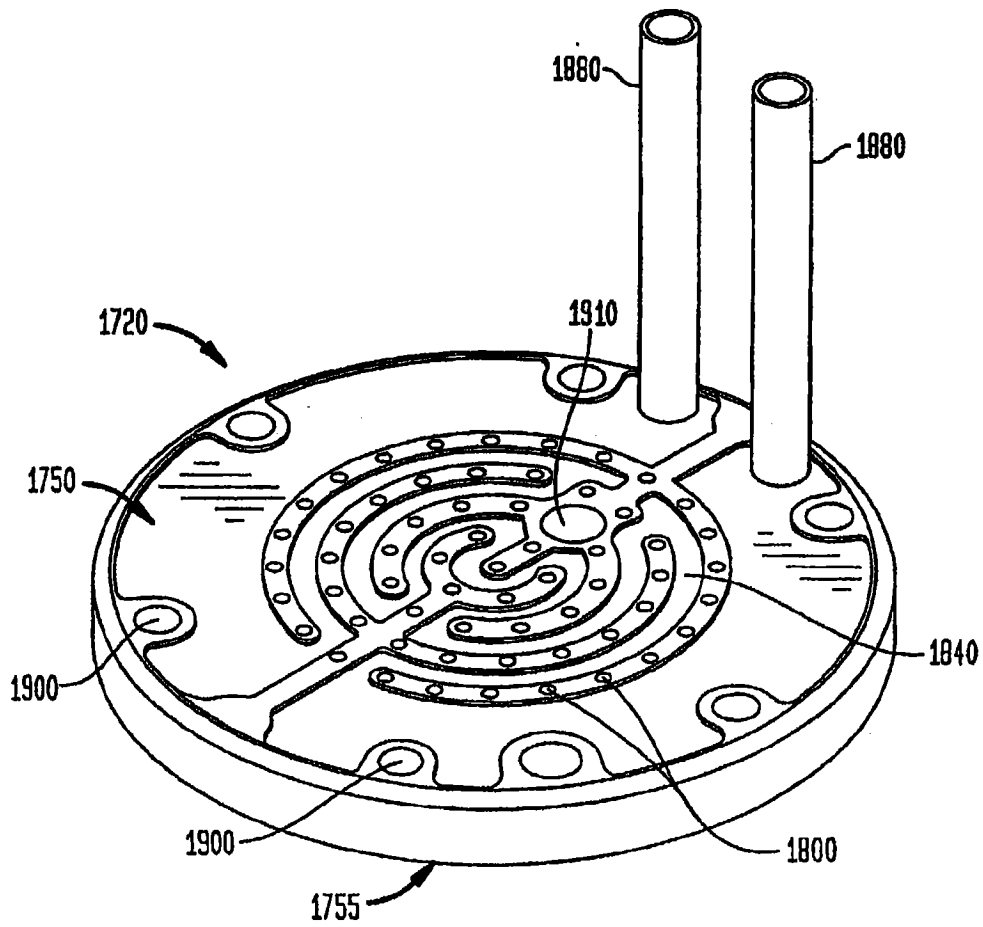


图 25

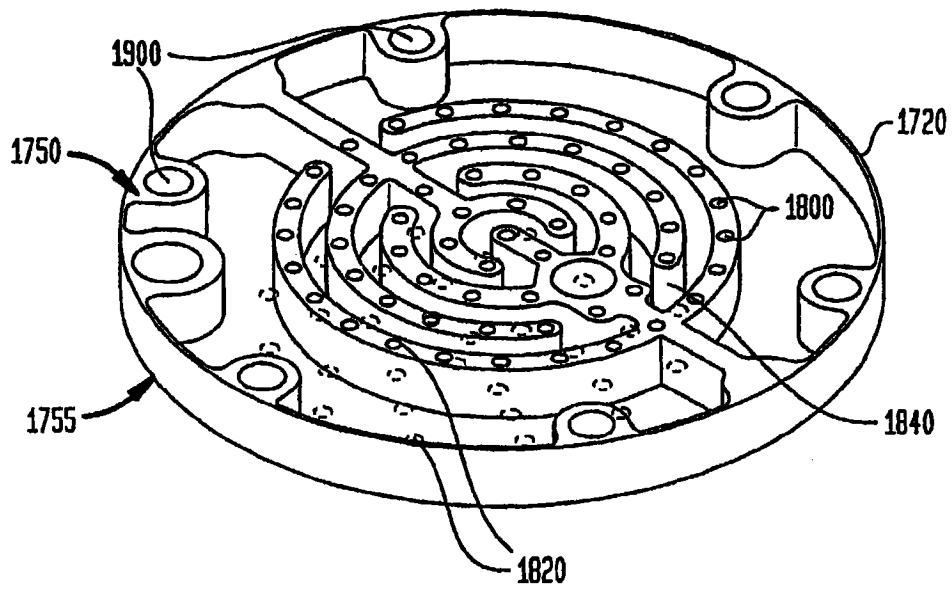


图 26A

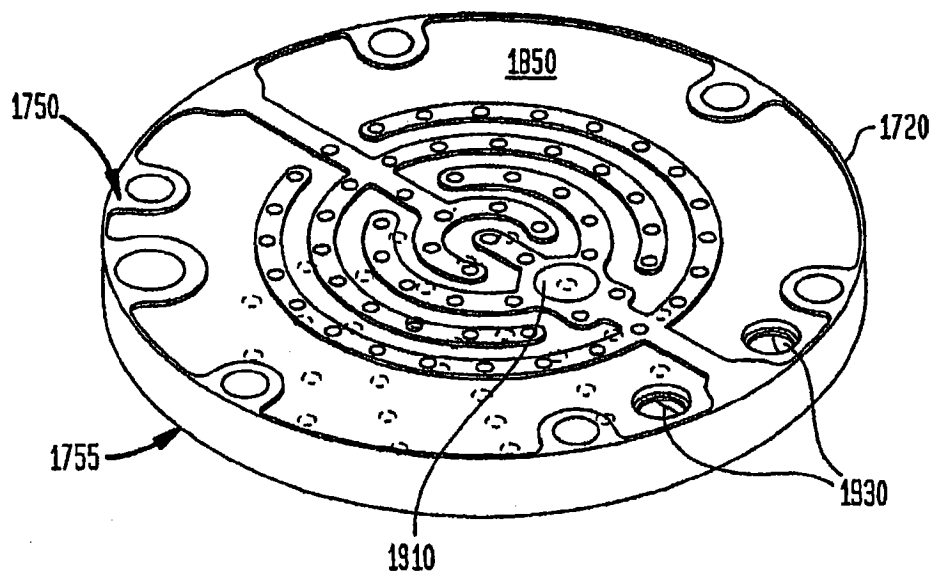


图 26B

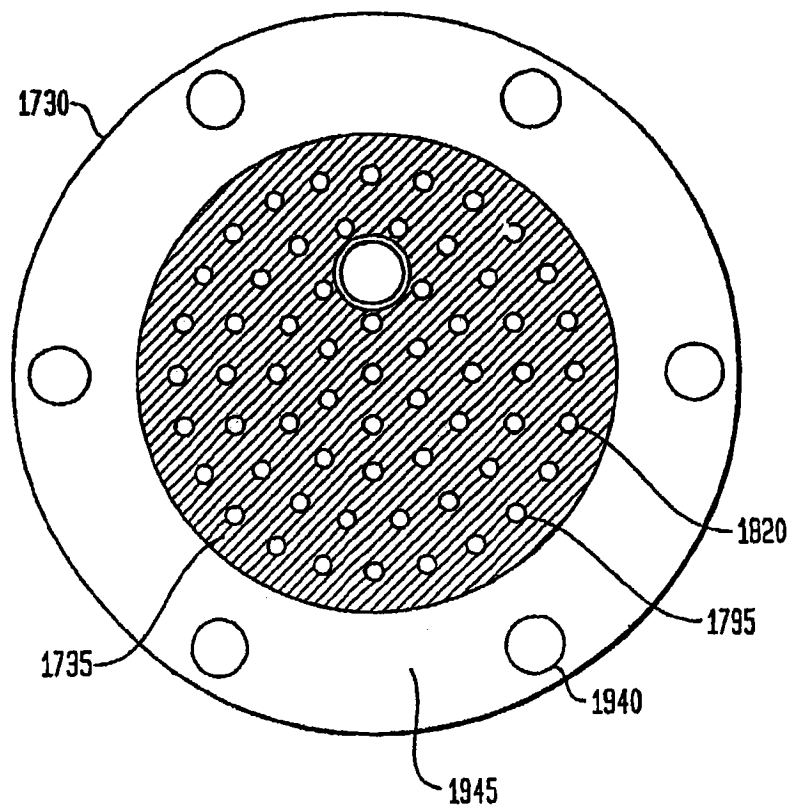


图 27

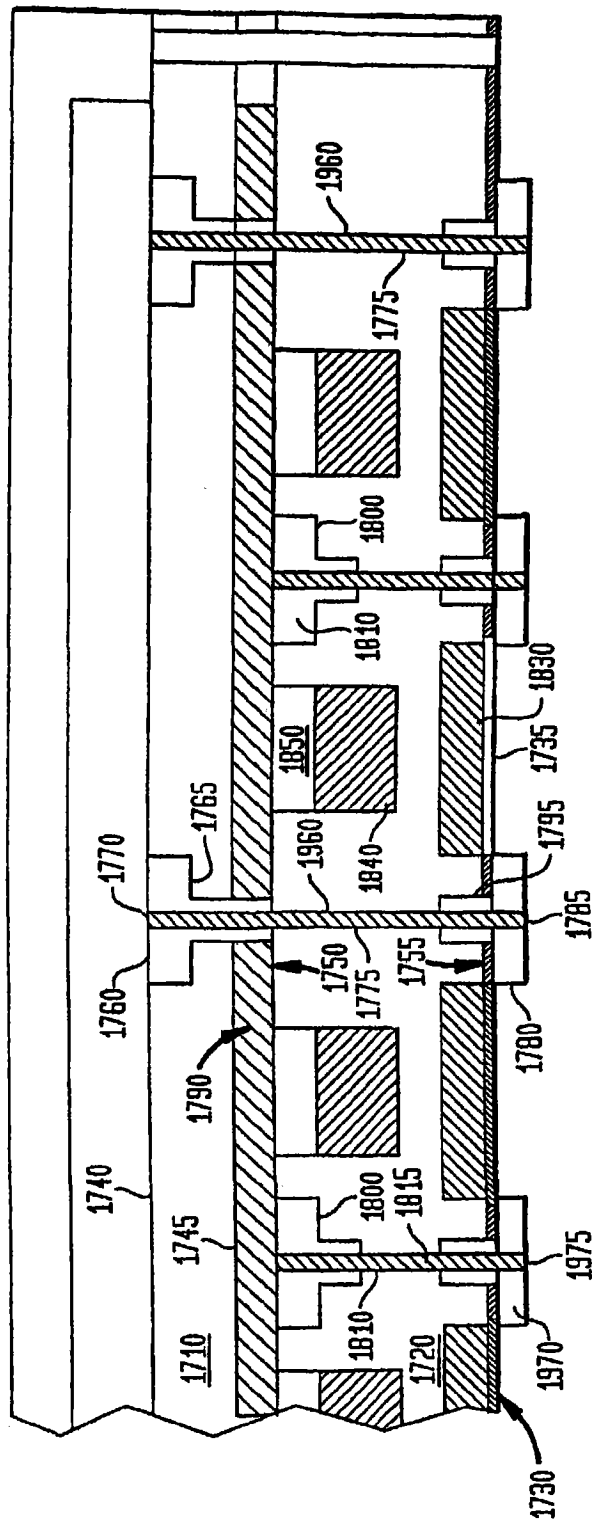


图 28

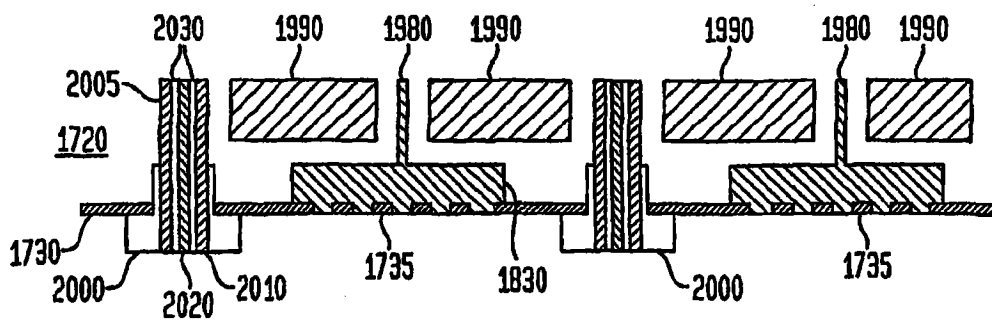


图 29

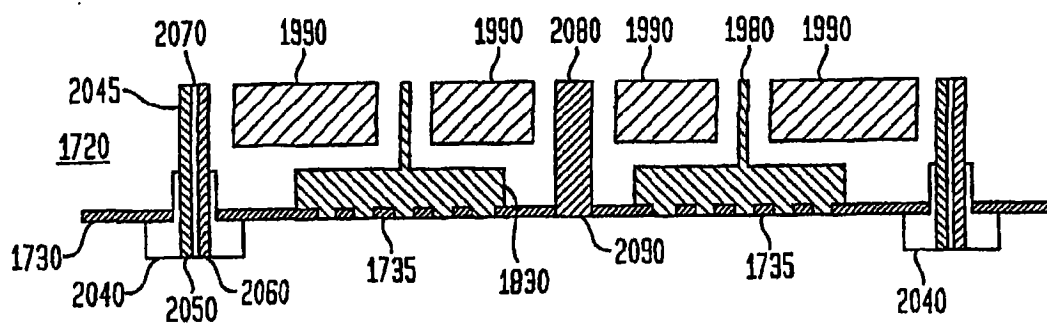


图 30

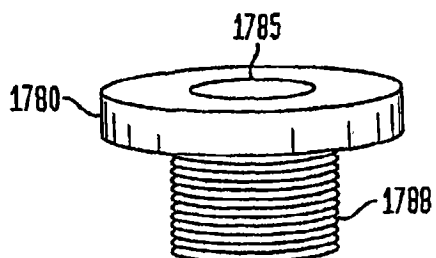


图 31

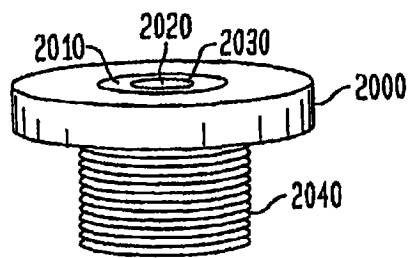


图 32