

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200480026159.5

[51] Int. Cl.

H01L 21/00 (2006.01)

C23C 16/00 (2006.01)

[43] 公开日 2007 年 9 月 12 日

[11] 公开号 CN 101036215A

[22] 申请日 2004.6.29

[21] 申请号 200480026159.5

[30] 优先权

[32] 2003.7.15 [33] US [31] 10/621,049

[86] 国际申请 PCT/US2004/021001 2004.6.29

[87] 国际公布 WO2005/010227 英 2005.2.3

[85] 进入国家阶段日期 2006.3.10

[71] 申请人 布里奇勒科思股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 刘 恒

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 李晓舒 魏晓刚

权利要求书 18 页 说明书 14 页 附图 11 页

[54] 发明名称

化学气相沉积反应器

[57] 摘要

本发明涉及一种化学气相沉积反应器，其具有可旋转的晶片承载器，该晶片承载器与所述反应器的腔配合从而促进所述腔内反应气体的层流。该化学气相沉积反应器可用于 LED 等的制造。

1. 一种化学气相沉积反应器，其包括可旋转的晶片承载器，该晶片承载器与所述反应器的腔配合从而促进所述腔内反应气体的层流。
2. 一种化学气相沉积反应器，其包括可旋转的晶片承载器，该晶片承载器在其周边密封至所述反应器的腔，使得所述腔内的层流被促进。
3. 一种化学气相沉积反应器，其包括腔和设置在所述腔内的可旋转的晶片承载器，配置该晶片承载器从而增强所述腔内反应气体的向外流动。
4. 一种化学气相沉积反应器，其包括可旋转的晶片承载器和反应腔，所述反应腔的底部基本由所述晶片承载器定义。
5. 一种化学气相沉积反应器，其包括腔、设置在所述腔内的晶片承载器、以及设置在所述腔外的加热器，该加热器被配置来加热该晶片承载器。
6. 一种化学气相沉积反应器，其包括多个腔、以及公共反应物气体供应系统和公共气体排放系统中的至少一种。
7. 一种化学气相沉积反应器，其包括晶片承载器，该晶片承载器被配置为使得反应物气体基本不在该晶片承载器下面流动。
8. 一种化学气相沉积反应器，其包括腔、晶片承载器、在该腔内基本在中心地定位的气体入口、以及形成在该腔内完全在该晶片承载器的上表面之上从而增强通过该腔的层气流的至少一个气体出口。
9. 一种用于化学气相沉积的方法，其包括导通反应物气体通过反应器腔，使得该反应气体中的反应物的大部分在离开该腔之前接触晶片的表面。
10. 一种用于化学气相沉积的方法，其包括导通反应气体经形成在腔与轴驱动的晶片承载器之间的通道通过该反应器腔，其中该腔与该晶片承载器之间的距离足够小从而减少该腔与该晶片承载器之间的热对流。
11. 一种用于化学气相沉积的方法，其包括在反应器的腔内实现基本径向的层流。
12. 一种用于化学气相沉积的方法，其包括在反应器的腔内实现基本径向的层流，该径向层流至少部分通过旋转的晶片承载器实现。
13. 一种用于化学气相沉积的方法，其包括通过离心力至少部分地实现反应器内反应气体的基本径向流动。
14. 一种用于化学气相沉积的方法，其包括在反应器的腔内实现基本径

向的层流，该径向层流部分通过在该腔内基本在中心地设置的气体入口和在该腔内基本在周边地设置的至少一个气体出口来实现且部分通过晶片承载器的旋转来实现。

15. 一种用于化学气相沉积的方法，其包括通过经中心定位的反应气体入口向反应器的腔提供反应气体且通过经完全设置在晶片承载器的上表面之上的至少一个位于周边的反应气体出口从所述腔排出反应气体，在所述反应器内实现基本径向的层流。

16. 一种用于化学气相沉积的方法，其包括向多个腔提供来自公共气体供应源的反应物气体。

17. 一种用于化学气相沉积的方法，其包括经公共气体排放系统从腔移除气体。

18. 一种用于化学气相沉积反应器的方法，其包括在晶片承载器之上流动反应物气体而基本不在该晶片承载器之下流动反应物气体。

19. 一种用于化学气相沉积反应器的方法，其包括流动反应气体经过腔且离开形成在该腔内完全在晶片承载器的上表面之上的气体出口，使得层气流被增强。

20. 一种化学气相沉积反应器，包括：

腔；

晶片承载器，其设置在该腔内且与该腔的一部分配合从而定义流动通道；

轴，其用于旋转该晶片承载器，且

其中该晶片承载器与该腔的所述部分之间的距离足够小从而基本实现经过该流动通道的气体的层流。

21. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器，其中该晶片承载器与该腔的所述部分之间的距离对于该晶片承载器的旋转引起的离心力而言足够小从而实现该通道内气体的向外移动。

22. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器，其中反应气体包括反应物且该晶片承载器与该腔的所述部分之间的距离足够小从而该反应气体中所述反应物的实质部分在离开该腔之前接触晶片的表面。

23. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器，其中反应气体包括反应物且该晶片承载器与该腔的所述部分之间的距离足够小从而该反应气体

中所述反应物的大部分在离开该腔之前接触晶片的表面。

24. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器，其中该晶片承载器与该腔的所述部分之间的距离足够小从而减少该腔与该晶片承载器之间的热对流。

25. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器，其中该晶片承载器与该腔的所述部分之间的距离小于约 2 英寸。

26. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器，其中该晶片承载器与该腔的所述部分之间的距离在约 0.5 英寸与约 1.5 英寸之间。

27. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器，其中该晶片承载器与该腔的所述部分之间的距离为约 0.75 英寸。

28. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器，还包括气体入口，其形成在该晶片承载器之上且相对于该晶片承载器基本在中心。

29. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器，其中该腔由圆筒定义。

30. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器，其中该腔由圆筒定义，该圆筒具有定义该腔的顶部的其一个基本平坦的壁，且反应气体入口基本位于该腔的所述顶部的中心。

31. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器，其中：

该晶体承载器配置为绕其轴旋转；且

反应气体入口相对于该晶片承载器的所述轴基本共轴地设置。

32. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器，其中反应气体入口具有比该腔的直径的 $1/5$ 小的直径。

33. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器，其中反应气体入口具有小于约 2 英寸的直径。

34. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器，其中反应气体入口具有约 0.25 英寸与约 1.5 英寸之间的直径。

35. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器，其中反应气体被限制为在该腔内基本水平地流动。

36. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器，其中反应气体被限制为通过所述通道基本水平地流动。

37. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器，其中至少部分地通过旋转的晶片承载器使反应气体向外流动。

38. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器, 还包括形成在该腔中在晶片承载器之上的至少一个反应气体出口。

39. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器, 还包括形成在该腔中在晶片承载器之上且在该腔的顶部之下的至少一个反应气体出口。

40. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器, 还包括:

反应气体入口, 其在该腔内基本在中心地形成;

至少一个反应气体出口, 其形成在该腔中, 且

其中该晶片承载器设置在该腔内在该气体出口之下从而定义该腔的顶部与该晶片承载器之间的流动通道, 使得反应气体通过该反应气体入口流入该腔, 经该流动通道流过该腔, 且经该反应气体出口流出该腔。

41. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器, 还包括:

反应气体入口, 其在该腔内基本在中心地形成;

至少一个反应气体出口, 其形成在该腔中;

环形扩散器, 其接近该晶片承载器的周边设置且被配置从而增强从该反应气体入口到该反应气体出口的层流, 且

其中该晶片承载器设置在该腔内在该气体出口之下从而定义该腔的顶部与该晶片承载器之间的流动通道, 使得反应气体通过该反应气体入口流入该腔, 经该流动通道流过该腔, 且经该反应气体出口流出该腔。

42. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器, 还包括:

反应气体入口, 其在该腔内基本在中心地形成;

多个反应气体出口, 其形成在该腔中;

环形扩散器, 其接近该晶片承载器的周边设置且被配置从而增强从该反应气体入口到该反应气体出口的层流, 该环形扩散器包括:

基本中空的环状物, 其具有内表面和外表面;

形成在该内表面中的多个开口;

形成在该外表面中的多个开口, 且

其中该内表面中的开口提高该晶片承载器之上的反应气流的均匀性; 且

其中该晶片承载器设置在该腔内在该气体出口之下从而定义该腔的顶部与该晶片承载器之间的流动通道, 使得反应气体通过该反应气体入口流入该腔, 经该流动通道流过该腔, 且经该反应气体出口流出该腔。

43. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器, 还包括:

反应气体入口, 其在该腔内基本在中心地形成;

多个反应气体出口, 其形成在该腔中在晶片承载器之上;

环形扩散器, 其接近该晶片承载器的周边设置且被配置从而增强从该反应气体入口到该反应气体出口的层流, 该环形扩散器包括:

基本中空的环状物, 其具有内表面和外表面;

形成在该内表面中的多个开口;

形成在该外表面中的多个开口,

其中该内表面中的开口被配置来对通过它的反应气流产生足够的限制从而提高该晶片承载器之上的反应气流的均匀性; 且

其中该晶片承载器设置在该腔内在该气体出口之下从而定义该腔的顶部与该晶片承载器之间的流动通道, 使得反应气体通过该反应气体入口流入该腔, 经该流动通道流过该腔, 且经该反应气体出口流出该腔。

44. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器, 还包括:

反应气体入口, 其在该腔内基本在中心地形成;

多个反应气体出口, 其形成在该腔中在晶片承载器之上;

环形扩散器, 其接近该晶片承载器的周边设置且被配置从而增强从该反应气体入口到该反应气体出口的层流, 该环形扩散器包括对加热的氮导致的退化有抵抗力的材料; 且

其中该晶片承载器设置在该腔内在该气体出口之下从而定义该腔的顶部与该晶片承载器之间的流动通道, 使得反应气体通过该反应气体入口流入该腔, 经该流动通道流过该腔, 且经该反应气体出口流出该腔。

45. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器, 还包括:

反应气体入口, 其在该腔内基本在中心地形成;

多个反应气体出口, 其形成在该腔中在晶片承载器之上;

环形扩散器, 其接近该晶片承载器的周边设置且被配置从而增强从该反应气体入口到该反应气体出口的层流, 该环形扩散器包括石墨、SiC 涂覆的石墨、SiC、石英、或钼中的至少一种; 且

其中该晶片承载器设置在该腔内在该气体出口之下从而定义该腔的顶部与该晶片承载器之间的流动通道, 使得反应气体通过该反应气体入口流入该腔, 经该流动通道流过该腔, 且经该反应气体出口流出该腔。

46. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器, 还包括设置在该晶片承载器与该腔中间的密封器, 该密封器被配置来减少从该反应气体出口之外离开该腔的反应气流。

47. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器, 还包括设置在该晶片承载器与该腔中间的环形密封器, 该环形密封器被配置来减少从该反应气体出口之外离开该腔的反应气流。

48. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器, 还包括设置在该晶片承载器与该腔中间的环形密封器, 该环形密封器被配置来减少从该反应气体出口之外离开该腔的反应气流, 该环形密封器包括石墨、石英和 SiC 中的至少一种。

49. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器, 还包括设置在该腔的外部且接近该晶片承载器的加热器组件。

50. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器, 还包括设置在该腔的外部且接近该晶片承载器的感应加热器组件。

51. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器, 还包括设置在该腔的外部且接近该晶片承载器的辐射加热器组件。

52. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器, 还包括:

加热器组件, 其设置在该腔的外部且接近该晶片承载器; 以及
加热器净化系统, 其被配置来减少反应气体与该加热器的接触。

53. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器, 还包括气流控制器, 其被配置来控制经该气体入口引入该腔中的反应物气体的量。

54. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器, 还包括:

载运气体入口, 其与反应气体入口流体连通;
烷基入口, 其与该载运气体入口流体连通; 以及
氨入口, 其与该载运气体入口流体连通。

55. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器, 还包括:

载运气体入口, 其与反应气体入口流体连通;
烷基入口, 其与该载运气体入口流体连通;
氨入口, 其与该载运气体入口流体连通; 且

其中该烷基入口与该氨入口接近该腔设置从而增强烷基和氨在它们被引入该腔中之前的分离。

56. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器，还包括：

烷基入口，其与反应气体入口流体连通；

氨导管，其穿过该反应气体入口；且

其中氨导管被配置来保持烷基与氨在它们被引入该腔中之前的分离。

57. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器，还包括：

烷基入口，其与反应气体入口流体连通；

氨导管，其穿过该反应气体入口从而定义内部氨流体导管和外部烷基流体导管；且

其中该内部氨导管和该外部烷基导管被配置来保持烷基和氨在它们被引入该腔中之前的分离。

58. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器，还包括：

氨入口，其与反应气体入口流体连通；

烷基导管，其穿过该反应气体入口从而定义内部烷基流体导管和外部氨流体导管；且

其中该内部烷基导管和外部氨导管被配置来保持烷基与氨在它们被引入该腔中之前的分离。

59. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器，还包括：

外部管，其与反应气体入口流体连通；

内部管，其至少部分地设置在该外部管内且与该反应气体入口流体连通；且

其中该外部管与该内部管被配置来增强烷基与氨在它们被引入该腔中之前的分离。

60. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器，还包括：

外部管，其与反应气体入口流体连通；

内部管，其至少部分地设置在该外部管内且与该反应气体入口流体连通；且

其中该外部管和该内部管相对于彼此基本同心地配置，从而增强烷基与氨在它们被引入该腔中之前的分离且从而增强烷基与氨在它们被引入该腔中之后的混合。

61. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器，其中：

该晶片承载器被配置来支承至少三个 2 英寸圆晶片；且

还包括多个气体入口，每个气体入口被配置从而通常向该晶片承载器的不同部分提供反应气体。

62. 如权利要求 20 所述的化学气相沉积反应器，其中：

该晶片承载器被配置来支承至少三个 2 英寸圆晶片；

还包括多个气体入口，每个气体入口被配置从而一般向该晶片承载器的不同部分提供反应气体；以及

气流控制器，其被配置来控制经每个气体入口引入到该腔中的反应物气体的量。

63. 一种用于化学气相沉积的方法，该方法包括：

提供容纳晶片承载器的腔；

用心轴旋转该晶片承载器；

基本实现在该腔的一部分与该晶片承载器之间的气体的层流。

64. 如权利要求 63 所述的方法，其中该晶片承载器与该腔的所述部分之间的距离对于该晶片承载器的旋转引起的离心力而言足够小从而实现该通道内气体的向外移动。

65. 如权利要求 63 所述的方法，其中反应气体包括反应物且该晶片承载器与该腔的所述部分之间的距离足够小使得该反应气体中该反应物的实质部分在离开该腔之前接触晶片的表面。

66. 如权利要求 63 所述的方法，其中反应气体包括反应物且该晶片承载器与该腔的所述部分之间的距离足够小使得该反应气体中该反应物的大部分在离开该腔之前接触晶片的表面。

67. 如权利要求 63 所述的方法，其中该晶片承载器与该腔的所述部分之间的距离足够小从而减少该腔与该晶片承载器之间的热对流。

68. 如权利要求 63 所述的方法，其中该晶片承载器与该腔的所述部分之间的距离小于约 2 英寸。

69. 如权利要求 63 所述的方法，其中该晶片承载器与该腔的所述部分之间的距离在约 0.5 英寸与约 1.5 英寸之间。

70. 如权利要求 63 所述的方法，其中该晶片承载器与该腔的所述部分之间的距离为约 0.75 英寸。

71. 如权利要求 63 所述的方法，还包括气体入口，其在该晶片承载器之上且相对于该晶片承载器基本在中心地形成。

72. 如权利要求 63 所述的方法, 其中该腔由圆筒定义。

73. 如权利要求 63 所述的方法, 其中该腔由圆筒定义, 该圆筒具有定义该腔的顶部的其一个基本平坦的壁, 且反应气体入口形成在该腔的该顶部的基本中心处。

74. 如权利要求 63 所述的方法, 还包括经反应气体入口将气体引入该腔中, 该反应气体入口相对于该晶片承载器的轴基本共轴地设置。

75. 如权利要求 63 所述的方法, 其中反应气体经气体入口被引入该腔中, 该气体入口具有比该腔的直径的 $1/5$ 小的直径。

76. 如权利要求 63 所述的方法, 其中反应气体经气体入口被引入该腔中, 该气体入口具有小于约 2 英寸的直径。

77. 如权利要求 63 所述的方法, 其中反应气体经气体入口被引入该腔中, 该气体入口具有约 0.25 英寸与约 1.5 英寸之间的直径。

78. 如权利要求 63 所述的方法, 其中反应气体被限制为基本水平地流动。

79. 如权利要求 63 所述的方法, 其中反应气体被限制为通过通道基本水平地流动, 该通道通过该腔与晶片承载器的配合来定义。

80. 如权利要求 63 所述的方法, 其中至少部分地通过旋转的晶片承载器使反应气体向外流动。

81. 如权利要求 63 所述的方法, 其中至少一反应气体经形成在该腔中在晶片承载器之上的出口流出该腔。

82. 如权利要求 63 所述的方法, 其中至少一个反应气体出口形成在该腔中在晶片承载器之上且在该腔的顶部之下。

83. 如权利要求 63 所述的方法, 其中:

反应气体入口在该腔内基本在中心地形成;

至少一个反应气体出口形成在该腔中; 且

该晶片承载器设置在该腔内在该气体出口之下从而定义该腔的顶部与该晶片承载器之间的流动通道, 使得反应气体通过该反应气体入口流入该腔, 经该流动通道流过该腔, 且经该反应气体出口流出该腔。

84. 如权利要求 63 所述的方法, 其中:

反应气体入口在该腔内基本在中心地形成;

多个反应气体出口形成在该腔中;

该晶片承载器设置在该腔内在该气体出口之下从而定义该腔的顶部与该晶片承载器之间的流动通道,使得该反应气体通过该反应气体入口流入该腔,经该流动通道流过该腔,且经该反应气体出口流出该腔;且

接近该晶片承载器的周边设置的环形扩散器增强从该反应气体入口到该反应气体出口的层流。

85. 如权利要求 63 所述的方法, 其中:

反应气体入口在该腔内基本在中心地形成;

多个反应气体出口形成在该腔中;

该晶片承载器设置在该腔内在该气体出口之下从而定义该腔的顶部与该晶片承载器之间的流动通道,使得该反应气体通过该反应气体入口流入该腔,经该流动通道流过该腔,且经该反应气体出口流出该腔;

接近该晶片承载器的周边设置的环形扩散器增强从该反应气体入口到该反应气体出口的层流,该环形扩散器包括:

基本中空的环状物,其具有内表面和外表面;

形成在该内表面中的多个开口;

形成在该内表面中的多个开口;且

其中该内表面中的开口提高该晶片承载器之上的反应气流的均匀性。

86. 如权利要求 63 所述的方法, 其中:

反应气体入口在该腔内基本在中心地形成;

多个反应气体出口形成在该腔中在晶片承载器之上;

该晶片承载器设置在该腔中从而定义该腔的顶部与该晶片承载器之间的流动通道,使得反应气体通过该反应气体入口流入该腔,经该流动通道流过该腔,且经该反应气体出口流出该腔;

接近该晶片承载器的周边设置的环形扩散器增强从该反应气体入口到该反应气体出口的层流,该环形扩散器包括:

基本中空的环状物,其具有内表面和外表面;

形成在该内表面中的多个开口;

形成在该内表面中的多个开口;且

其中该内表面中的开口被配置来对通过它的反应气流产生足够的限制从而提高该晶片承载器之上反应气流的均匀性。

87. 如权利要求 63 所述的方法, 其中:

反应气体入口在该腔内基本在中心地形成;

多个反应气体出口形成在该腔中在晶片承载器之上;

该晶片承载器设置在该腔内从而定义该腔的顶部与该晶片承载器之间的流动通道, 使得反应气体通过该反应气体入口流入该腔, 经该流动通道流过该腔, 且经该反应气体出口流出该腔; 且

接近该晶片承载器的周边设置的环形扩散器增强从该反应气体入口到该反应气体出口的层流, 该环形扩散器包括对加热了的氨引起的退化具有抵抗力的材料。

88. 如权利要求 63 所述的方法, 其中:

反应气体入口在该腔内基本在中心地形成;

多个反应气体出口形成在该腔中在晶片承载器之上;

该晶片承载器设置在该腔内从而定义该腔的顶部与该晶片承载器之间的流动通道, 使得反应气体通过该反应气体入口流入该腔, 经该流动通道流过该腔, 且经该反应气体出口流出该腔; 且

接近该晶片承载器的周边设置的环形扩散器增强从该反应气体入口到该反应气体出口的层流, 该环形扩散器包括石墨、SiC 涂覆的石墨、SiC、石英、或钼中的至少一种。

89. 如权利要求 63 所述的方法, 还包括:

通过该晶片承载器支承多个晶片; 以及

通过设置在该晶片承载器与该腔之间的密封器, 减少从该反应气体出口之外离开该腔的反应气流。

90. 如权利要求 63 所述的方法, 还包括:

通过该晶片承载器支承多个晶片; 以及

通过设置在该晶片承载器与该腔之间的环形密封器, 减少从该反应气体出口之外离开该腔的反应气流。

91. 如权利要求 63 所述的方法, 还包括:

通过该晶片承载器支承多个晶片; 以及

通过设置在该晶片承载器与该腔之间的环形密封器, 减少从该反应气体出口之外离开该腔的反应气流, 该环形密封器被配置, 该环形密封器包括石墨、石英和 SiC 中的至少一种。

92. 如权利要求 63 所述的方法, 还包括通过设置在该腔的外部且接近该晶片承载器的加热器组件加热设置在该腔内的至少一个晶片。

93. 如权利要求 63 所述的方法, 还包括通过设置在该腔的外部且接近该晶片承载器的感应加热器组件加热设置在该腔内的至少一个晶片。

94. 如权利要求 63 所述的方法, 还包括通过设置在该腔的外部且接近该晶片承载器的辐射加热器组件加热设置在该腔内的至少一个晶片。

95. 如权利要求 63 所述的方法, 还包括:

通过设置在该腔的外部且接近该晶片承载器的加热器组件加热设置在该腔内的至少一个晶片; 以及

通过加热器净化系统减少反应气体与该加热器的接触。

96. 如权利要求 63 所述的方法, 还包括通过气流控制器控制引入该腔中的反应物气体的量。

97. 如权利要求 63 所述的方法, 还包括:

通过与反应气体入口流体连通的载运气体入口向该腔提供载运气体;

通过与该载运气体入口流体连通的烷基入口向该腔提供烷基; 以及

通过与该载运气体入口流体连通的氨入口向该腔提供氨。

98. 如权利要求 63 所述的方法, 还包括:

通过与反应气体入口流体连通的载运气体入口向该腔提供载运气体;

通过与该载运气体入口流体连通的烷基入口向该腔提供烷基;

通过与该载运气体入口流体连通的氨入口向该腔提供氨; 且

其中该烷基入口和该氨入口接近该腔设置从而增强烷基和氨在它们被引入该腔中之前的分离。

99. 如权利要求 63 所述的方法, 还包括:

通过与反应气体入口流体连通的烷基导管向该腔提供烷基;

通过穿过该反应气体入口的氨导管向该腔提供氨; 且

其中该氨导管被配置来保持烷基与氨在它们被引入该腔中之前的分离。

100. 如权利要求 63 所述的方法, 还包括:

通过与反应气体入口流体连通的烷基导管向该腔提供烷基;

通过穿过该反应气体入口的氨导管向该腔提供氨; 且

其中该内部氨导管和该外部烷基导管被配置来保持烷基与氨在它们被引入该腔中之前的分离。

101. 如权利要求 63 所述的方法, 还包括:

通过与反应气体入口流体连通的烷基导管向该腔提供烷基;

通过穿过该反应气体入口的氨导管向该腔提供氨; 且

其中该内部烷基导管和该外部氨导管被配置来保持烷基与氨在它们被引入该腔中之前的分离。

102. 如权利要求 63 所述的方法, 还包括:

通过外部管向该腔提供第一气体;

通过至少部分地设置在该外部管内的内部管向该腔提供第二气体; 且

其中该外部管和该内部管被配置来增强第一和第二气体在它们被引入该腔中之前的分离。

103. 如权利要求 63 所述的方法, 还包括:

通过外部管向该腔提供第一气体;

通过至少部分地设置在该外部管内的内部管向该腔提供第二气体; 且

其中该外部管和该内部管相对于彼此基本同心地配置, 从而增强烷基与氨在它们被引入该腔中之前的分离且从而增强烷基与氨在它们被引入该腔中之后的混合。

104. 一种化学气相沉积反应器, 包括:

腔; 以及

晶片承载器, 其设置在该腔内, 该晶片承载器被配置来促进反应气体由于离心力的向外流动。

105. 如权利要求 104 所述的化学气相沉积反应器, 其中该晶片承载器包括旋转的晶片承载器。

106. 如权利要求 104 所述的化学气相沉积反应器, 其中该晶片承载器被配置来优选地以大于约 500 rpm 旋转。

107. 如权利要求 104 所述的化学气相沉积反应器, 其中该晶片承载器被配置来在约 100 rpm 与约 1500 rpm 之间旋转。

108. 如权利要求 104 所述的化学气相沉积反应器, 其中该晶片承载器被配置来以约 800 rpm 旋转。

109. 如权利要求 104 所述的化学气相沉积反应器, 其中配置气体供应从而维持该反应气体彼此分离直到该气体处于该腔的内部。

110. 如权利要求 104 所述的化学气相沉积反应器, 还包括:

外部流体导管，其被配置来向该腔提供至少一种反应气体；

至少一个内部流体导管，其设置在该外部流体导管内且被配置来向该腔提供至少另一种反应气体；且

其中该内部和外部流体导管促进该反应气体的分离。

111. 如权利要求 104 所述的化学气相沉积反应器，还包括：

外部流体导管，其被配置来向该腔提供至少一种反应气体；

至少一个内部流体导管，其同心地设置在该外部流体导管内且被配置来向该腔提供至少另一种反应气体；且

其中该内部和外部流体导管促进该反应气体的分离。

112. 一种用于化学气相沉积的方法，该方法包括：

提供反应腔；

提供设置在该腔内的晶片承载器；

旋转该晶片承载器从而促进反应气体由于离心力的向外流动。

113. 如权利要求 112 所述的方法，其中旋转该晶片承载器包括以大于约 500 rpm 旋转该晶片承载器。

114. 如权利要求 112 所述的方法，其中旋转该晶片承载器包括在约 100 rpm 与约 1500 rpm 之间旋转该晶片承载器。

115. 如权利要求 112 所述的方法，其中旋转该晶片承载器包括以约 800 rpm 旋转该晶片承载器。

116. 如权利要求 112 所述的方法，其中维持反应气体彼此分离直到该气体处于所述腔的内部。

117. 如权利要求 112 所述的方法，还包括：

通过外部流体导管向该腔输送第一反应气体；

通过设置在该外部流体导管内的至少一个内部流体导管向该腔输送第二反应气体；且

其中该内部和外部流体导管促进该反应气体的分离。

118. 如权利要求 112 所述的方法，还包括：

通过外部流体导管向该腔输送第一反应气体；

通过设置在该外部流体导管内的至少一个内部流体导管向该腔输送第二反应气体；且

其中该内部和外部流体导管相对于彼此基本同心且促进该反应气体的

分离。

119. 一种化学气相沉积反应器，包括：

反应器腔，其被配置来容纳至少一个晶片；以及

加热器，其设置在该腔的外部且被配置来加热所述晶片。

120. 如权利要求 119 所述的化学气相沉积反应器，还包括被配置来支承至少一个晶片的晶片承载器。

121. 如权利要求 119 所述的化学气相沉积反应器，还包括被配置来在该腔内旋转且支承多个晶片的晶片承载器。

122. 如权利要求 119 所述的化学气相沉积反应器，还包括定义该腔的底部且被配置来在该腔内旋转并支承多个晶片的晶片承载器。

123. 如权利要求 119 所述的化学气相沉积反应器，还包括：晶片承载器，其定义该腔的底部且其被配置来在该腔内旋转并支承多个晶片；以及
环形密封器，其被配置来减少该晶片承载器与该腔的侧部分之间的气体流动。

124. 一种用于化学气相沉积的方法，该方法包括：

提供反应器腔，其容纳至少一个晶片；以及

通过设置在该腔的外部的加热器加热该晶片。

125. 如权利要求 124 所述的方法，还包括用晶片承载器支承所述晶片。

126. 如权利要求 124 所述的方法，还包括在该腔内旋转晶片承载器。

127. 如权利要求 124 所述的方法，还包括用晶片承载器定义该腔的底部，该晶片承载器被配置来在该腔内旋转且支承多个晶片。

128. 如权利要求 124 所述的方法，还包括：

用晶片承载器定义该腔的底部，该晶片承载器被配置来在该腔内旋转且支承多个晶片；以及

用环形密封器减少该晶片承载器与该腔的侧部分之间的气体的流动。

129. 一种化学气相沉积系统，包括：

多个反应器腔；

公共气体供应系统，其被配置来向所述腔提供反应气体；以及

公共气体排放系统，其被配置来从所述腔去除气体。

130. 如权利要求 129 所述的化学气相沉积系统，还包括设置在每个腔内的晶片承载器，所述晶片承载器被配置来每个支承少于十二个晶片。

131. 一种用于化学气相沉积的方法，该方法包括：

提供多个反应器腔；

通过公共气体供应系统向所述腔提供反应气体；以及

通过公共气体排放系统从所述腔去除气体。

132. 如权利要求 131 所述的方法，还包括在设置于每个腔内的晶片承载器上支承少于十二个晶片。

133. 一种晶片，其通过用于化学气相沉积的方法制造，该方法包括输送反应气体通过反应器腔使得该反应气体中的反应物的大部分在离开该腔之前接触晶片的表面。

134. 一种晶片，其通过用于化学气相沉积的方法制造，该方法包括通过形成在反应器腔与晶片承载器之间的通道输送反应气体经过该腔，其中该腔与该晶片承载器之间的距离足够小从而减少该腔与该晶片承载器之间的热对流。

135. 一种晶片，其通过用于化学气相沉积的方法制造，该方法包括在反应器的腔内实现基本径向的层流。

136. 一种晶片，其通过用于化学气相沉积的方法制造，该方法包括在反应器的腔内实现基本径向的层流，该径向的层流至少部分地通过在该腔内基本在中心地设置的气体入口且通过在该腔内基本在周边地设置的至少一个气体出口来实现。

137. 一种晶片，其通过用于化学气相沉积的方法制造，该方法包括在反应器的腔内实现基本径向的层流，该径向的层流至少部分地通过旋转的晶片承载器实现。

138. 一种晶片，其通过用于化学气相沉积的方法制造，该方法包括在反应器内通过离心力至少部分地实现反应气体的基本径向的流动。

139. 一种晶片，其通过用于化学气相沉积的方法制造，该方法包括通过经在中心定位的反应气体入口向反应器的腔提供反应气体且通过经至少一个在周边定位的反应气体出口从该腔排放反应气体，在该反应器内实现基本径向的层流。

140. 一种晶片，其通过用于化学气相沉积的方法制造，该方法包括维持至少两种反应物气体相对于彼此基本分离以及以基本混合所述气体且提供其基本径向的流动的方式将所述气体引入到腔中。

141. 一种晶片，其通过用于化学气相沉积的方法制造，该方法包括用设置在反应器腔外部的至少一个加热器来加热设置在该反应器腔内的至少一个晶片。

142. 一种芯片，其通过用于化学气相沉积的方法制造，该方法包括输送反应气体通过反应器腔使得该反应气体中的反应物的大部分在离开该腔之前接触晶片的表面。

143. 一种芯片，其通过用于化学气相沉积的方法制造，该方法包括通过形成在反应器腔与晶片承载器之间的通道输送反应气体经过该腔，其中该腔与该晶片承载器之间的距离足够小从而减少该腔与该晶片承载器之间的热对流。

144. 一种芯片，其通过用于化学气相沉积的方法制造，该方法包括在反应器的腔内实现基本径向的层流。

145. 一种芯片，其通过用于化学气相沉积的方法制造，该方法包括在反应器的腔内实现基本径向的层流，该径向的层流至少部分地通过在该腔内基本在中心地设置的气体入口且通过在该腔内基本在周边地设置的至少一个气体出口来实现。

146. 一种芯片，其通过用于化学气相沉积的方法制造，该方法包括在反应器的腔内实现基本径向的层流，该径向的层流至少部分地通过旋转的晶片承载器实现。

147. 一种芯片，其通过用于化学气相沉积的方法制造，该方法包括在反应器内通过离心力至少部分地实现反应气体的基本径向的流动。

148. 一种芯片，其通过用于化学气相沉积的方法制造，该方法包括通过经在中心定位的反应气体入口向反应器的腔提供反应气体且通过经至少一个在周边定位的反应气体出口从该腔排放反应气体，在该反应器内实现基本径向的层流。

149. 一种芯片，其通过用于化学气相沉积的方法制造，该方法包括维持至少两种反应物气体相对于彼此基本分离以及以基本混合所述气体且提供其基本径向的流动的方式将所述气体引入到腔中。

150. 一种芯片，其通过用于化学气相沉积的方法制造，该方法包括用设置在反应器腔外部的至少一个加热器来加热设置在该反应器腔内的至少一个晶片。

151. 一种 LED, 其通过用于化学气相沉积的方法制造, 该方法包括输送反应气体通过反应器腔使得该反应气体中的反应物的大部分在离开该腔之前接触晶片的表面。

152. 一种 LED, 其通过用于化学气相沉积的方法制造, 该方法包括通过形成在反应器腔与晶片承载器之间的通道输送反应气体经过该腔, 其中该腔与该晶片承载器之间的距离足够小从而减少该腔与该晶片承载器之间的热对流。

153. 一种 LED, 其通过用于化学气相沉积的方法制造, 该方法包括在反应器的腔内实现基本径向的层流。

154. 一种 LED, 其通过用于化学气相沉积的方法制造, 该方法包括在反应器的腔内实现基本径向的层流, 该径向的层流至少部分地通过在该腔内基本在中心地设置的气体入口且通过在该腔内基本在周边地设置的至少一个气体出口来实现。

155. 一种 LED, 其通过用于化学气相沉积的方法制造, 该方法包括在反应器的腔内实现基本径向的层流, 该径向的层流至少部分地通过旋转的晶片承载器实现。

156. 一种 LED, 其通过用于化学气相沉积的方法制造, 该方法包括在反应器内通过离心力至少部分地实现反应气体的基本径向的流动。

157. 一种 LED, 其通过用于化学气相沉积的方法制造, 该方法包括通过经在中心定位的反应气体入口向反应器的腔提供反应气体且通过经至少一个在周边定位的反应气体出口从该腔排放反应气体, 在该反应器内实现基本径向的层流。

158. 一种 LED, 其通过用于化学气相沉积的方法制造, 该方法包括维持至少两种反应物气体相对于彼此基本分离以及以基本混合所述气体且提供其基本径向的流动的方式将所述气体引入到腔中。

159. 一种 LED, 其通过用于化学气相沉积的方法制造, 该方法包括用设置在反应器腔外部的至少一个加热器来加热设置在该反应器腔内的至少一个晶片。

160. 一种用于化学气相沉积的方法, 包括用设置在反应器腔外部的至少一个加热器来加热设置在该反应器腔内的至少一个晶片。

化学气相沉积反应器

技术领域

本发明总地涉及化学气相沉积 (CVD) 反应器, 例如用于 III-V 族半导体外延的 CVD 反应器。更特别地, 本发明涉及被配置来提供低热对流生长条件和高产量的 CVD 反应器。

背景技术

III-V 族化合物的金属有机化学气相沉积 (MOCVD) 是利用周期表 III 族有机金属与周期表 V 族氢化物之间的化学反应的薄膜沉积工艺。III 族有机金属和 V 族氢化物的各种组合是可能的。

此工艺一般用于半导体器件例如发光二极管 (LED) 的制造。该工艺通常在化学气相沉积 (CVD) 反应器中进行。CVD 反应器设计在获得半导体制造所需的高质量膜方面是关键因素。

通常, 高质量膜沉积的气流动力学优选层流。与对流不同, 需要层流来实现高生长效率和均匀性。商业上可得到若干反应器设计以提供大规模即高产量的层生长条件。这些设计包括转盘反应器 (RDR)、行星式旋转反应器 (PRR)、以及紧耦合喷嘴 (close-coupled showerhead, CCS)。

然而, 这些现有反应器具有本质缺点, 使得它们的总体满意度降低, 尤其对于高压和/或高温 CVD 工艺。这些现有反应器通常在低压和较低温度(例如 30 托和 700°C) 运转良好。因此, 它们通常适于生长 GaAs、InP 基化合物。

然而, 当生长 III 族氮化物基化合物(例如 GaN、AlN、InN、AlGaN、以及 InGaN) 时, 有些因素在使用这些现有反应器时变得重要。与 GaAs 或 InP 基材料不同, III 族氮化物优选地在显著更高的压强和温度(通常大于 500 托且大于 1000°C) 生长。当在高压强和温度的条件下使用前述反应器设计时, 大量热对流自然地发生。这样的热对流不利地干扰生长工艺, 从而降低效率和产量。

当气体相 (gas phase) 为大多数氨时该情况变得更糟。在 III 族氮化物

MOCVD 工艺中氨通常用作氮源。氨比氢粘滞得多。当环境气体含有高百分比的氨时，与用于 GaAs 或 InP 基 MOCVD 生长的环境气体大多数是氢时的情况相比，更容易发生热对流。热对流对生长高质量的薄膜是有害的，因为反应气体在生长腔中延长的存在时间导致发生难以控制的复杂化学反应。这自然导致生长效率的降低以及差的膜均匀性。

根据当前的实践，为抑制不合需要的热对流，通常利用大的气体流速。在 III 族氮化物的生长中，这通过增加环境气体流速实现，其中气体通常为氨与氢或者氮的混合物。因此，导致氨的高消耗，尤其在高生长压强的条件下。氨的高消耗导致相应的高成本。

气体相的源化学药品之间的反应是用于生长 GaN 的现有 MOCVD 工艺中的另一重要问题。此反应还发生在其他 III 族氮化物例如 AlGaN 和 InGaN 的生长中。气体相反应通常是不期望的。然而，由于反应剧烈且迅速，所以它在 III 族氮化物 MOCVD 工艺中是不可避免的。

当 III 族烷基 (alkyl) (例如三甲基镓 (trimethylgallium)、三甲基铟 (trimethylindium)、三甲基铝 (trimethylaluminum)) 遇到氨时，反应几乎立即发生，导致不期望的加合物 (adduct) 的形成。

通常，当这些反应发生在所有源气体进入生长腔之后时，产生的加合物将参与实际的生长过程。然而，如果反应发生在之前或生长腔的气体入口附近时，产生的加合物将有机会粘附到固体表面。如果发生这种情况，则粘附到表面的加合物将充当聚集中心 (gathering center) 且越来越多的加合物将因此趋于累积。该过程最终将耗尽源，从而使生长工艺不期望地在周期之间变化，和/或将阻塞气体入口。

用于 III 族氮化物生长的有效反应器设计不避免气体相反应，而是控制反应使得它不产生这些不期望的情形。

因为近年来对 GaN 基蓝和绿 LED 的需求显著增加，所以生产反应器 (production reactor) 的产量需求变得重要。提高产量的现有方法通常是建造更大的反应器。在目前可得到的商业反应器中，每个周期期间制造的晶片的数目已经从 6 个晶片增加到超过 20 个晶片，同时保持每天相同数目的周期。

然而，当反应器这样扩大时，出现若干新的问题。因为热对流在较大反应器内与在较小反应器内一样严重 (或者甚至更严重)，所以膜均匀性、以

及晶片之间的一致性没有任何好转（并且可能差很多）。此外，在更高的生长压强下，需要非常高的气体流速来抑制热对流。所需的气流的量是如此之高，使得对气体输送系统需要改动和特别考虑。

另外，由于高温要求，这样的扩大的（更大的）反应器的更大机械部件自然处于更高的热应力下，因而趋于过早地破裂。在几乎全部反应器构造中，不锈钢、石墨和石英是最经常使用的材料。由于所使用的金属的氢化（使它们变得易碎）且由于在高温下石墨通过氨的蚀刻，较大的金属和石墨部件与较小的反应器的相应部件相比倾向于更快地破裂。较大的石英部件由于较高的热应力也变得更易于破裂。

与大尺寸反应器相关的另一问题是难于保持高温均匀性。厚度和成分均匀性能立即受到晶片承载器表面（wafer carrier surface）的温度均匀性的影响。在大尺寸反应器中，温度均匀性通过使用设计复杂的多区加热配置来实现。由于前面提到的高热应力和氨老化，加热组件的可靠性通常较差。这些工艺矛盾和大规模硬件维护的问题对产量进而产品成本有巨大的影响。

现在参照图 1，示意性示出用于 GaN 外延的现有 RDR 反应器的示例。反应腔具有：双壁水冷圆筒（cylinder）11；流法兰（flow flang）12，所有的反应或源气体在该处分配或传送到腔 13 中；旋转组件 14，其以每分钟数百转旋转晶片承载器 16；加热器 17 组件，其在旋转的晶片承载器 16 下面且被配置来加热晶片 10 至所需的工艺温度；通道 18，其便于晶片承载器转移进出腔 13；以及排气装置 19，其在腔 13 的底侧的中央。外部驱动的心轴（spindle）21 实现晶片承载器 16 的旋转。晶片承载器 16 包括多个凹处（pocket），其每个被配置来收纳晶片 10。

加热器 17 包括两组加热元件。内组加热元件 41 加热晶片承载器 17 的中央部分，外组加热元件 42 加热晶片承载器 16 的外围。因为加热器 17 在腔 13 内，所以它暴露于反应气体的有害影响下。

心轴在 500 和 1000 rpm 之间旋转晶片承载器。

如前所述，此设计在较低的压强和温度下运行良好，尤其当环境气体为低粘性时。然而，当在大量氨的环境气体中在高压和高温下生长 GaN 时，则发生热对流且气流倾向于不期望地为湍动的。

现在参照图 2，示出简化的气体流线（streamline）从而说明该湍流。清楚看出，随着腔的尺寸和/或晶片承载器与腔的顶部之间的距离增加，湍流增

加。当图1的设计为了更高产量而扩大时，腔13以及晶片承载器16被放大以支承和收纳更多晶片。

当环境气体中存在湍流时，倾向于形成气体再循环单元（recirculation cell）50。本领域技术人员将意识到，这样的再循环是不期望的，因为它导致反应物浓度和温度的不期望的变化。另外，这样的再循环通常由于反应气体的低效使用而导致降低的生长效率。

另外，在更大的反应器中需要更多的加热区。这当然使这样的更大的反应器的构建复杂化且增加了其成本。

现在参照图3A和3B，可以容易地进行7"六凹处晶片承载器16a（其如图3A所示地支承六个晶片）与12"二十四凹处晶片承载器16b（其如图3b所示地支承二十个晶片）之间的比较。每个凹处22支承单个2"圆晶片。从此比较可以清楚，反应器的这样扩大以容纳更多晶片大大增加了其尺寸特别是其体积。反应器尺寸上的增加导致不期望的热对流的影响以及上述额外的构建复杂度。

鉴于前述，期望提供一种反应器，其不受不期望的热对流效应的显著影响且能够容易和经济地扩大从而增加产量。还期望提供一种反应器，其具有提高的生长效率（例如通过提供非常接近晶片生长区域的反应气体混合以及通过确保反应气体与生长区域的密切接触）。还期望提供一种反应器，其中加热器在其腔的外部，因此不受反应气体的有害影响。

发明内容

尽管为了语法流畅所述设备和方法已经或将要通过功能性说明来描述，但是应清楚理解，除非根据35 USC 112明确表达，权利要求不应被理解为用“装置”或“步骤”限制以任何方式必然地限定，而是在等价物的司法原则下符合权利要求提供的定义的意义和等价物的全部范围，在权利要求根据35 USC 112明确表达的情况下，将符合35 USC 112规定的全部法定等价物。

本发明具体针对并减轻上述与现有技术有关的缺点。更特别地，根据一个方面，本发明包括化学气相沉积反应器，其包括可转动的晶片承载器，该晶片承载器与反应器的腔配合从而促进腔内反应气体的层流。

根据另一方面，本发明包括一种化学气相沉积反应器，其包括可旋转的晶片承载器，该晶片承载器在其周边被密封到所述反应器的腔从而促进所述

腔内的层流。

根据另一方面，本发明包括一种化学气相沉积反应器，其包括腔和设置在所述腔内的可旋转的晶片承载器，配置该晶片承载器从而增强所述腔内的反应气体的向外流动。

根据另一方面，本发明包括一种化学气相沉积反应器，其包括可旋转的晶片承载器和反应腔，所述反应腔的底部基本由所述晶片承载器定义。

根据另一方面，本发明包括一种化学气相沉积反应器，其包括腔、设置在所述腔内的晶片承载器、以及设置在所述腔外的加热器，该加热器被配置来加热该晶片承载器。

根据另一方面，本发明包括一种化学气相沉积反应器，其包括多个腔、以及公共反应物气体供应系统和公共气体排放系统中的至少一种。

根据另一方面，本发明包括一种化学气相沉积反应器，其包括晶片承载器，配置该晶片承载器使得反应物气体基本不在该晶片承载器下面流动。

根据另一方面，本发明包括一种化学气相沉积反应器，其包括腔、晶片承载器、基本位于该腔内中央的气体入口、以及形成在该腔内完全在该晶片承载器的上表面之上从而增强通过该腔的层气流的至少一个气体出口。

本发明的这些以及其它优点将从下面的说明和附图变得更加明显。应理解，在权利要求的范围内可做出所显示和描述的具体结构的变化而不偏离本发明的精神。

附图说明

通过参考下面作为权利要求中定义的本发明的示例给出的优选实施例的详细描述，现在能更好地理解本发明及其各种实施例。应清楚理解，权利要求定义的本发明可比下面描述的示例性实施例更宽泛。

图1是现有反应器的半示意性横截面侧视图，示出反应气体经流法兰以分散方式被引入到其中，且示出气体通过设置在晶片承载器下面的气体出口被从腔排出；

图2是现有反应器的半示意性横截面侧视图，示出腔内不期望的对流导致的反应气体再循环，其中腔的顶部与晶片承载器之间较大的距离促进了该再循环；

图3A是配置来在反应器内支承六个晶片的晶片承载器的半示意性俯视

图；

图 3B 是配置来在反应器内支承二十个晶片的晶片承载器的半示意性俯视图；

图 4 是根据本发明的反应器的半示意性横截面侧视图，该反应器在腔的顶部与晶片承载器之间具有较小的距离，且具有相对于晶片承载器基本设置在中央的单个较小的气体入口；

图 5 是根据本发明的图 4 的反应器的供选配置的半示意性横截面侧视图，其具有完全设置在晶片承载器的上表面之上且与环形扩散器流体连通从而增强层气流的多个反应气体出口，具有设置在晶片承载器与腔之间的密封器，且具有加热器，其与加热器气体净化器一起设置在腔的外部从而减轻反应气体对加热器的影响；

图 6A 是图 5 的反应器的半示意性横截面俯视图，示出三凹处晶片承载器、晶片承载器与腔之间的密封器、扩散器、以及反应气体出口；

图 6B 是图 5 和 6A 的扩散器的半示意性透视侧视图，示出形成在其内表面和外表面的多个孔；

图 7 是图 5 的反应器的供选配置的半示意性横截面侧视图，其具有向载运气体提供反应气体的单独的烷基入口和单独的氨入口；

图 8 是图 5 的反应器的供选配置的半示意性横截面侧视图，其具有在烷基/载运气体入口内基本设置在中央的氨入口；

图 9 是较大的、扩大了 RDR 反应器的半示意性透视侧视图，其具有二十一个晶片的容量且具有多个反应气体入口；以及

图 10 是反应器系统的半示意性透视侧视图，其具有三个较小的反应器（其每个具有七个晶片的容量使得总容量等于图 9 的较大反应器的容量），它们共享共同反应气体供应系统和共同反应气体排放系统。

具体实施方式

在不偏离本发明的精神和范围的情况下本领域技术人员可以进行很多变化和修改。因此，必须理解，所示实施例仅是为了示例目的而提出且不应理解为限制权利要求所定义的发明。例如，尽管权利要求的要素在下面以特定组合提出，但是必须清楚理解，本发明包括上面公开的要素的更少、更多或不同要素的其它组合，即使最初没有以这样的组合要求权利。

本说明书中用来描述本发明及其各种实施例的用语不仅要在它们一般定义的含义上理解，而且通过本说明书中的特殊定义包括超出一般定义的含义之外的结构、材料或行为。因此，如果一要素在本说明书的上下文中能被理解为包括多于一个含义，则其在权利要求中的使用必须理解为对于说明书和该用语本身所支持的所有可能含义而言是非特殊的。

因此，所附权利要求中的用语或要素的定义在本说明书中定义为不仅包括字面上表达的要素的组合，而且包括用于以基本相同的方式执行基本相同的功能从而获得基本相同的结果的所有等价结构、材料或行为。因此，在该意义上预期，对所附权利要求中的要素的任何一个可进行两个或更多要素的等价替换，或者单个要素可以替换权利要求中的两个或更多要素。尽管要素可以描述为以特定组合起作用且甚至最初如此要求权利，但应清楚理解，来自所要求权利的组合的一个或更多要素在某些情况下可以从该组合中去除，且所要求权利的组合可以涉及子组合或者子组合的变化。

现在已知的或者以后做出的本领域技术人员认为的从要求权利的主题的非实质性改变清楚地预期为在权利要求范围内是等价的。因此，本领域技术人员现在或以后公知的显然的替代定义为在所定义要素的范围内。

因此，权利要求将被理解为包括上面所明确示出和描述的、概念上等价的、可以显然替代的以及本质上包括了本发明的实质思想的。

因此，下面参照附图进行的详细描述意图作为本发明的当前优选实施例的说明而不是意图代表可以构建或利用本发明的仅有形式。该说明结合所示实施例阐述了用于构建和操作本发明的步骤的功能和顺序。然而，将理解，相同或等价的功能可以通过仍包括在本发明的精神内的不同实施例来完成。

根据一个方面，本发明包括一种化学气相沉积反应器，其包括可旋转的晶片承载器，该晶片承载器与反应器的腔配合从而促进腔内反应气体的层流。

根据一个方面，本发明包括一种化学气相沉积反应器，其包括可旋转的晶片承载器，该晶片承载器在其周边密封到反应器的腔从而促进腔内的层流。

根据一个方面，本发明包括一种化学气相沉积反应器，其包括腔和设置在腔内的可旋转的晶片承载器，配置该晶片承载器从而增强腔内反应气体的向外流动。

根据一个方面，本发明包括一种化学气相沉积反应器，其包括可旋转的晶片承载器和反应腔，反应腔的底部基本由晶片承载器定义。

根据一个方面，本发明包括一种化学气相沉积反应器，其包括腔、设置在腔内的晶片承载器、以及设置在腔外的加热器，该加热器被配置来加热该晶片承载器。

根据一个方面，本发明包括一种化学气相沉积反应器，其包括多个腔、以及公共反应物气体供应系统和公共气体排放系统中的至少一种。

根据一个方面，本发明包括一种化学气相沉积反应器，其包括晶片承载器，配置该晶片承载器使得反应物气体基本不在该晶片承载器下面流动。

根据一个方面，本发明包括一种化学气相沉积反应器，其包括腔、晶片承载器、基本位于腔内中央的气体入口、以及形成在腔内完全在晶片承载器的上表面之上从而增强通过腔的层气流的至少一个气体出口。

根据一个方面，本发明包括一种化学气相沉积反应器，其包括腔、设置在腔内且与腔的一部分（例如顶部）配合从而定义流动通道（flow channel）的晶片承载器、以及用于旋转晶片承载器的轴（shaft）。晶片承载器与腔的该部分之间的距离足够小从而实现通过该流动通道的气体的基本层流。

优选地，晶片承载器与腔的该部分之间的距离对于晶片承载器的旋转导致的离心力而言足够小从而实现腔内气体的向外移动。优选地，晶片承载器与腔的该部分之间的距离足够小使得反应气体中反应物的实质部分（substantial portion）在离开腔之前接触晶片的表面。优选地，晶片承载器与腔的该部分之间的距离足够小使得反应气体中反应物的大多数在离开腔之前接触晶片的表面。优选地，晶片承载器与腔的该部分之间的距离足够小从而减轻腔与晶片承载器之间的热对流。

优选地，晶片承载器与腔的该部分之间的距离小于约2英寸。优选地，晶片承载器与腔的该部分之间的距离在约0.5英寸与约1.5英寸之间。优选地，晶片承载器与腔的该部分之间的距离为约0.75英寸。

优选地，气体入口形成在晶片承载器之上且相对于晶片承载器基本在中央。

优选地，腔由圆筒定义。优选地，腔由圆筒定义，该圆筒具有定义该腔的顶部的一个基本平坦的壁且反应气体入口基本位于该腔的该顶部的中央。然而，本领域技术人员将意识到，该腔可以供选地由任何其它所需要的几何

形状定义。例如，该腔可以供选地由立方、盒、球、或者椭球来定义。

优选地，该化学气相该晶片承载器被配置为绕其轴旋转且反应气体入口相对于晶片承载器的该轴基本共轴地设置。

优选地，反应气体入口具有比腔的直径的 $1/5$ 小的直径。优选地，反应气体入口具有小于约 2 英寸的直径。优选地，反应气体入口具有在约 0.25 英寸和约 1.5 英寸之间的直径。

因此，调节反应气体入口的尺寸从而使反应气体基本从晶片承载器的中心向其周边以基本上导致反应气体层流的方式流动。以这种方式，对流气流被减少且反应效率被提高。

优选地，限制反应气体在腔内基本水平地流动。优选地，限制反应气体穿过通道基本水平地流动。优选地，至少部分通过旋转的晶片承载器使反应气体向外流动。

优选地，至少一个反应气体出口形成在腔中晶片承载器之上。优选地，多个反应气体出口形成在腔中完全在晶片承载器的上表面之上。增加反应气体出口的数目通过促进反应气体的径向流动（通过提供用于从晶片承载器的中心到其周边的气体流动的更多直线路径）而提高了反应气体的层流，特别是在晶片承载器的周边。完全在晶片承载器的上表面之上形成反应气体出口减少了越过晶片承载器的边缘流动的反应气体导致的反应气流中不期望的湍流。

因此，至少一个反应气体出口优选形成在腔中晶片承载器之上且在腔的顶部之下。

化学气相沉积反应器优选包括基本形成在腔内中心的反应气体入口以及形成在腔内的至少一个反应气体出口。晶片承载器设置在腔内气体出口之下从而定义腔顶部与晶片承载器之间的流动通道，使得反应气体经反应气体入口流入腔，经流动通道流过腔，且经反应气体出口流出腔。

环形扩散器优选接近晶片承载器的周边设置且被配置从而增强从反应气体入口至反应气体出口的层流。晶片承载器设置在腔内气体出口之下从而定义腔顶部与晶片承载器之间的流动通道，使得反应气体经反应气体入口流入腔中，经流动通道流过腔，且经反应气体出口流出腔。

环形扩散器优选包括基本中空的环状物（annulus），其具有内表面和外表面，多个开口形成在内表面中，且多个开口形成在外表面中。内表面中的

开口提高晶片承载器之上反应气流的均匀性。

内表面中的开口优选配置为对穿过它的反应气流产生足够的限制从而提高晶片承载器之上的反应气流的均匀性。

环形扩散器优选包括对加热的氨引起的损坏有抵抗力的材料。例如，环形扩散器可以由 SiC 涂覆的石墨、SiC、石英、或钼形成。

根据本发明的一个方面，环形密封器（seal）设置在晶片承载器与腔之间。配置环形密封器从而减少从反应气体出口之外离开腔的反应气流。环形密封器优选包括石墨、石英或 SiC。

根据本发明的一个方面，加热器组件设置在腔的外部且接近晶片承载器。加热器可以是感应加热器、辐射加热器或任何其它所需类型的加热器。优选地，配置加热器净化系统从而减少反应气体与加热器的接触。

通常，配置气流控制器从而控制经气体入口引入到腔中的反应物气体的量。

优选地配置晶片承载器从而支承至少三个 2 英寸圆晶片。然而，晶片承载器可以供选地配置为支承任何所需数目的晶片、任何所需尺寸的晶片、以及任何所需形状的晶片。

根据本发明的一个方面，配置晶片承载器从而促进反应气体由于离心力的向外流动。因此，晶片承载器优选地包括旋转的晶片承载器。晶片承载器优选地配置为以大于约 500 rpm 旋转。晶片承载器配置为在约 100 rpm 与约 1500 rpm 之间旋转。晶片承载器优选地配置为以约 800 rpm 旋转。

本发明的设备和方法可以用于形成晶片，各种不同的半导体器件可以由所述晶片形成。例如，所述晶片可用于形成 LED 由其制造的芯片（die）。

本发明示于图 1-10，其描绘了本发明的当前优选实施例。本发明涉及化学气相沉积（CVD）反应器和适于增大的产量的集成多反应器系统。该反应器采用基本抑制热对流的几何构型、提供非常高的气体速度从而避免加合物附着到表面的气体注入方案、以及限制的生长区从而提高生长效率（通过减少源气体消耗）。

对于高产量配置，可以集成所述反应器的多个单元。多单元配置中的每个反应器可以在尺寸上相对较小，使得机械构造可以简单且可靠。所有反应器共享公共气体输送、排出和控制系统，从而成本类似于具有相同产量的较大传统反应器。

产量扩大 (scaling up) 的思想相对于反应器设计是独立的且还能应用于各种其它反应器设计。理论上, 多少反应器可集成在一个系统中没有限制。但作为实际情况, 所集成的反应器的最大数目实质上受到如何配置气体输送系统的限制。反应器设计和该扩大思想也可以应用于各种不同材料的生长, 因而包括但不限于 III 族氮化物、所有其它 III-V 族化合物、氧化物、氮化物、以及 V 族外延 (epitaxy)。

现在参照图 4, 反应器 100 具有位于反应器圆筒 111 的顶部且在中央的窄的气体入口 112。圆筒 111 为双壁水冷式, 类似于图 1 所示的反应器。水的温度可以变化从而控制腔 113 的温度。由晶片承载器 116 和反应器 100 的顶部 131 定义的窄的气体通道 130 将气体向外导出。

形成在晶片承载器 116 中的凹处被配置来接收且支承晶片 110, 例如适用于 LED 的制造的 2 英寸晶片。

旋转的晶片承载器 116 通过其离心力辅助气体向外流动。旋转的晶片承载器 116 优选在 10 与 1500 rpm 之间旋转。本领域技术人员将理解, 晶片承载器 116 的更高转速通常导致更大的离心力施加到反应气体。

通过从中心引入气体, 迫使气体基本水平地在窄通道 130 中流动, 使生长工艺在某种程度上模拟水平反应器。本领域技术人员将理解, 水平反应器的一个优点是其高的生长效率。这是因为在水平反应器中所有的反应物被限制到很窄的体积, 因此使反应物在其与生长表面的接触方面更有效。

优选地, 反应气体入口具有直径尺寸 A, 其小于腔的直径的 1/5。优选地, 反应气体入口具有小于约 2 英寸的直径。优选地, 反应气体入口具有约 0.25 英寸和约 1.5 英寸之间的直径。

与利用额外气流抑制垂直型反应器例如图 2 所示的 RDR 中的热对流不同, 热对流的抑制通过利用窄的流动通道 130 实现, 从而迫使气流沿所期望的方向。

晶片承载器 116 的上表面与腔 111 的顶部之间的距离指定为尺寸 B。尺寸 B 优选小于约 2 英寸。尺寸 B 优选在约 0.5 英寸与约 1.5 英寸之间。尺寸 B 优选为约 0.75 英寸。

然而, 公知地, 耗尽效应 (depletion effect) 是水平反应器中的一个主要缺点。随着载运气体中的反应物从中心向旋转盘的周边行进, 反应物的量沿途消耗, 使得所沉积的薄膜在晶片上沿径向变得越来越薄。

减小耗尽效应的一个现有方法是使用高的气体流速从而减小沿径向的浓度梯度。该方法的缺点是生长效率的固有降低。

根据本发明,通过利用较高的晶片承载器转速,使得晶片承载器的旋转产生的离心力提高晶片上方的气体速度而没有使用较高的气体流速,来提高生长效率。

现在参照图 5,通过形成反应气体出口使得它们完全在晶片承载器的上表面之上,可以减小气流阻力从而产生更高层次的层流。通过完全在晶片承载器 116 的上表面之上形成气体出口,提供用于反应气体从气体入口 112 至气体出口 119 的更直接的路径(因此更少扭曲)。本领域技术人员将理解,反应气体的路径越直接和越少扭曲,其流动将越少湍流(且更多层流)。

通过围绕旋转的晶片承载器 116 增加环形密封器 132 来桥接排放气流的流动通道 130,流动阻力被减小且层流显著增强。这是因为在晶片承载器边缘的气流方向的改变被消除。环形密封器 132 可以由石英、石墨、SiC 或适于反应器环境的其它耐用材料制成。

为了实现排放气体的均匀泵送(pumping)(且因此更多的层流),可以使用环形扩散器(diffuser)133(图 6A 和 6B 中更好地示出)。环形扩散器 133 有效地使接近晶片承载器的周边 132 的几乎反应器的全部周边成为一个基本连续的气体出口。

加热器 117 设置在腔(其为反应气体在其中容易地流动的反应器部分)外。加热器设置在晶片承载器 116 的下面。因为环形密封器 132 减少了晶片承载器 116 下面的反应气流,所以加热器基本上不暴露于反应气体且因此基本上不因此而损坏。

优选地,设置加热器净化器 146 从而清除通过环形密封器 132 泄漏到晶片承载器下面的区域中的任何反应气体。

现在参考图 6A,四个泵送口(pumping port)或气体出口 119 与扩散器 133 流体连通。所有的气体出口 119 优选连接到共同泵。

如上所述,环形密封器 132 桥跨晶片承载器 116 与腔 111 之间的间隙,从而促进反应气体的层流。

现在参照图 6B,扩散器 133 包括多个内孔 136 和多个外孔 137。本领域技术人员将理解,内孔 136 的数目越大,则内孔越近似单个连续的开口。当然,内孔越近似单个连续的开口,则通过腔的气流越是层流。

扩散器 133 优选包括至少与气体出口（例如，图 5A 示出有四个气体出口 119）一样多的外孔。

扩散器 133 优选由石墨、SiC 涂覆的石墨、固体 SiC、石英、钼、或耐热氮的其它材料制成。本领域技术人员将理解多种材料是合适的。

扩散器 133 中的孔的尺寸可以制得足够小从而对气流产生稍微的限制，使得能够实现至排气口的更均匀的分布。然而，孔尺寸不应制得如此小以致可能发生堵塞，因为反应产物包括可能粘附到或凝结在扩散器孔上的气体和固体颗粒。

现在参照图 7 和 8，可以修改反应物气体注入配置从而改善气体相反应。根据这些修改的配置，如图 7 所示烷基（alkyl）和氮在被引入到反应腔中之前大部分分开，如图 8 所示在进入反应腔之前完全分开。在这两种情况中，反应物恰在到达晶片所处的生长区之前混合。气体相反应仅发生在气体参与生长过程之前很短的时间内。

特别参照图 7，烷基入口 141 与氮入口 142 分开。烷基入口 141 和氮入口 142 恰在这些气体进入腔 111 之前向载运气体入口 112 提供反应气体。

特别参照图 8，烷基入口 141 与图 7 中几乎相同地向载运入口 112 提供反应气体。氮入口 151 包括设置在载运入口 112 内的管。氮入口优选在载运入口 112 内基本同心地设置。然而，本领域技术人员将理解，烷基入口 141、氮入口 151、以及载运入口 112 的各种其它配置同样适合。

管嘴（nozzle）161 倾向于均匀地分散氮越过晶片承载器 116 从而提供增强的反应效率。

图 7 和图 8 的反应气体入口配置减少了反应气体接触晶片之前不期望的气体相反应。

如上所述，图 5、7 和 8 所示的反应器配置的优点在于加热器 117 上的不利沉积的显著减少。加热器组件可以是辐射加热器或射频（RF）感应加热器。通过在反应器 111 的下部提供加热器净化器 146，可以有效地防止反应气体进入加热器区域。因此，通过环形密封器 132 泄漏的任何反应气体从加热器区域被快速清除，使得由其引起的加热器 117 的损坏被减轻。

根据一个方面，本发明包括扩大金属有机化学气相沉积（MOCVD）系统等的产量的方法。与通过增加反应腔的尺寸来扩大 MOCVD 反应器的现有尝试不同，本发明集成数个较小的反应器模块从而实现相同的晶片产量。

现在参照图 9，示出二十一个晶片的反应器 900。由于反应器 900 的大尺寸，气体通常通过多个口 901 - 903 引入从而提供其均匀分布。气流控制器 902 便于控制向腔提供的反应气体的量和反应气体的成分的量。

气体供应系统 940 向口 901 - 903 提供反应气体。气体排放系统 950 从反应器 111 移除用过的反应气体。

现在参照图 10，示出本发明的集成三腔反应器。每个腔 951 - 953 是较小的腔，每个定义例如七晶片反应器。所有反应器共享相同的气体入口系统 960 和气体排放系统 970。

图 9 的配置和图 10 的配置都产生相同的二十一晶片产量。然而，如图 10 所示，与图 9 所示反应器相比，本发明具有显著优点。较小的反应器具有更好的硬件可靠性，特别是对于 III 族氮化物生长，因为较小的机械部件在高温下具有较低的热应力。

另外，用较小的反应器更好地实现生长一致性，因为与在较大的反应器中相比，维持温度和流体动力学要容易得多。另外，由于较小反应器的构建与较大反应器相比简单得多，所以较小反应器的维护简单得多且耗费更少时间。因此，较小反应器通常具有更多正常运行时间以及更少频率和更便宜的部件维修。

所有这些因素导致小反应器的低得多的拥有成本，因为实际晶片产量较高且维护成本较低。由于建造反应器的成本仅是整个 MOCVD 系统的大约 2 - 5%，所以在系统中增加多个反应器不会显著增加总成本。本发明的效益比附加反应器的成本大得多。

应理解，这里描述且图中示出的用于化学气相沉积的示例性方法和设备仅代表本发明的当前优选实施例。实际上，可以对这些实施例进行各种修改和增加而不偏离本发明的精神和范围。例如，应理解，本发明的设备和方法可以用于与金属有机化学气相沉积不同的应用。事实上，本发明可适于与半导体器件的制造完全无关的应用。

因此，这些和其它修改和增加对本领域技术人员而言是显而易见的且可以被实施从而使本发明适用于各种不同的应用。

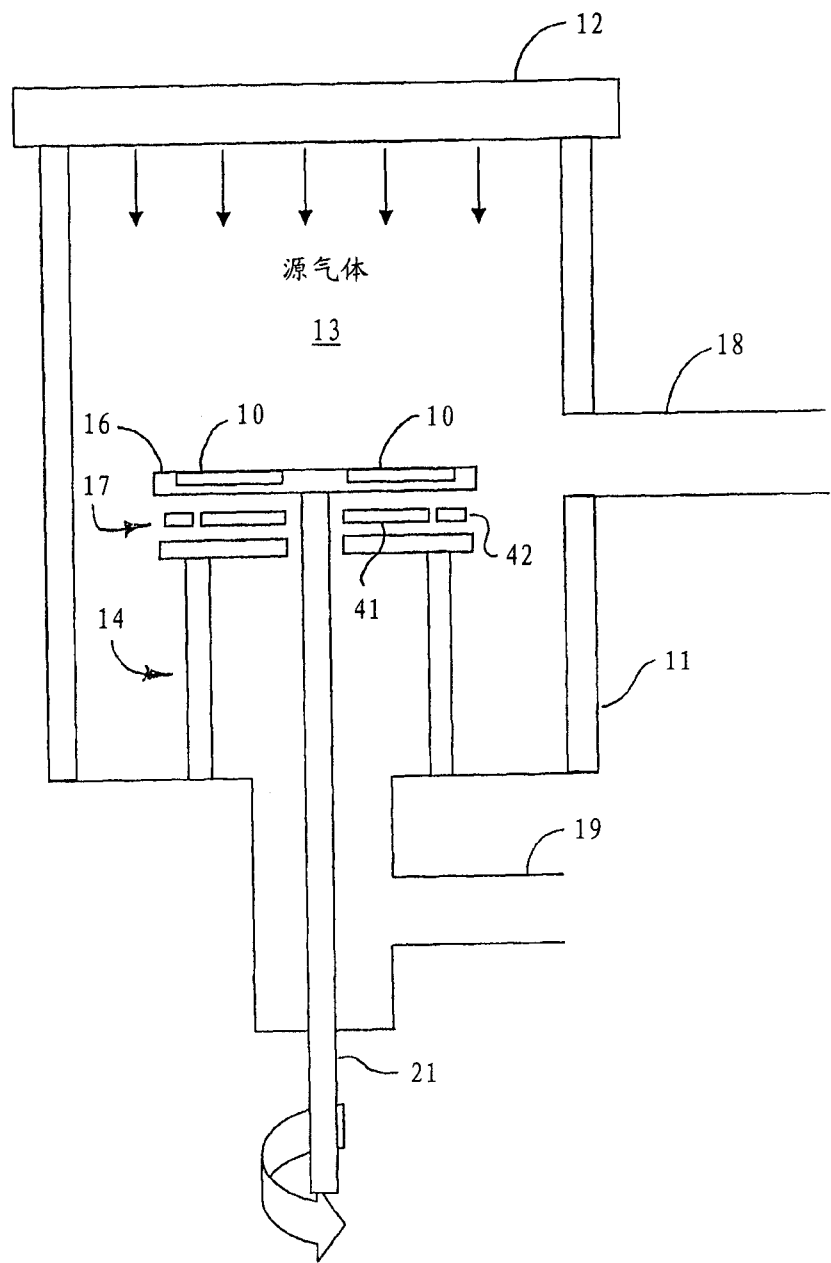


图 1
(现有技术)

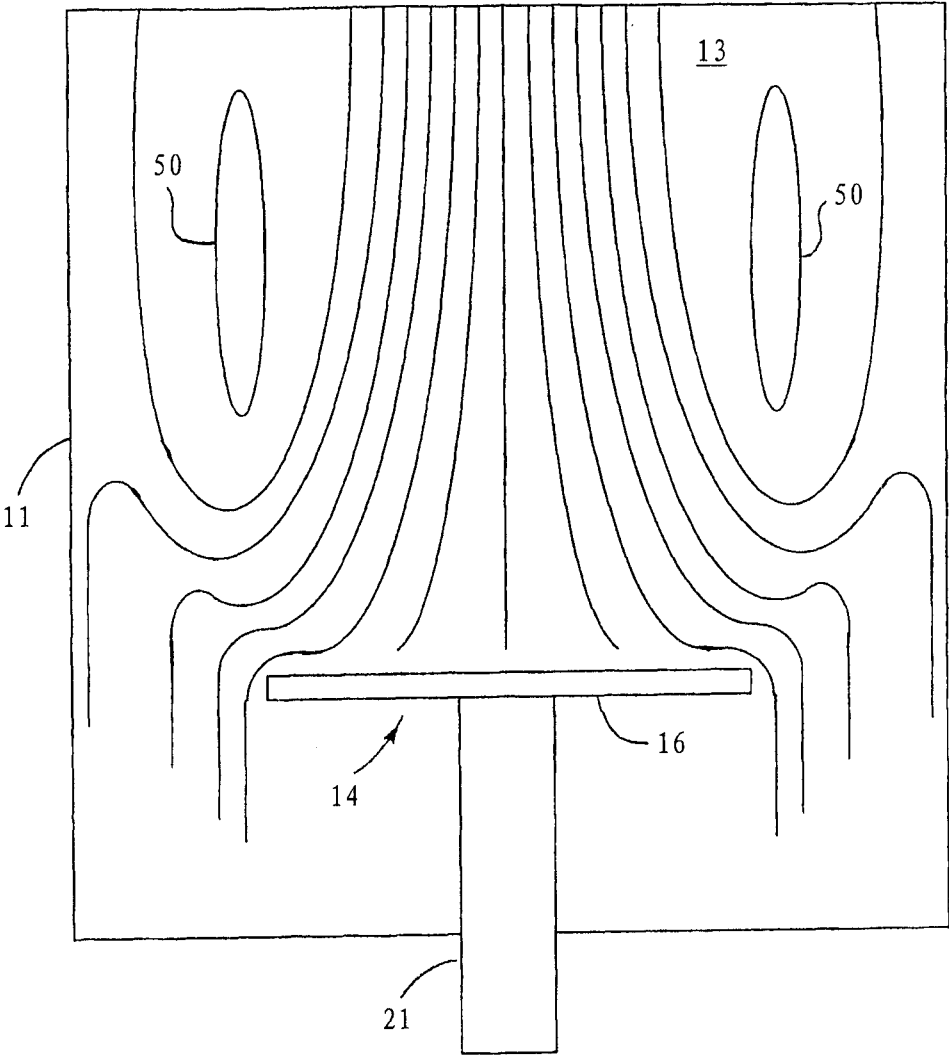


图 2
(现有技术)

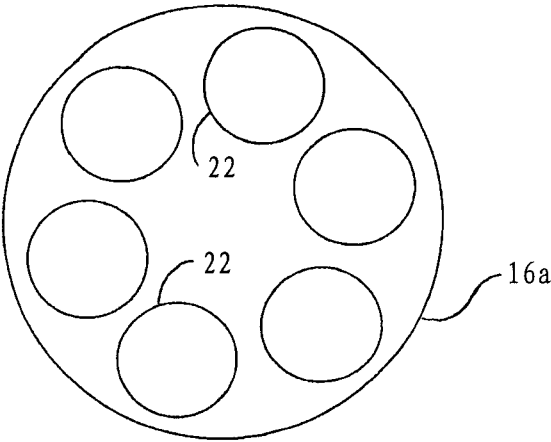


图 3A

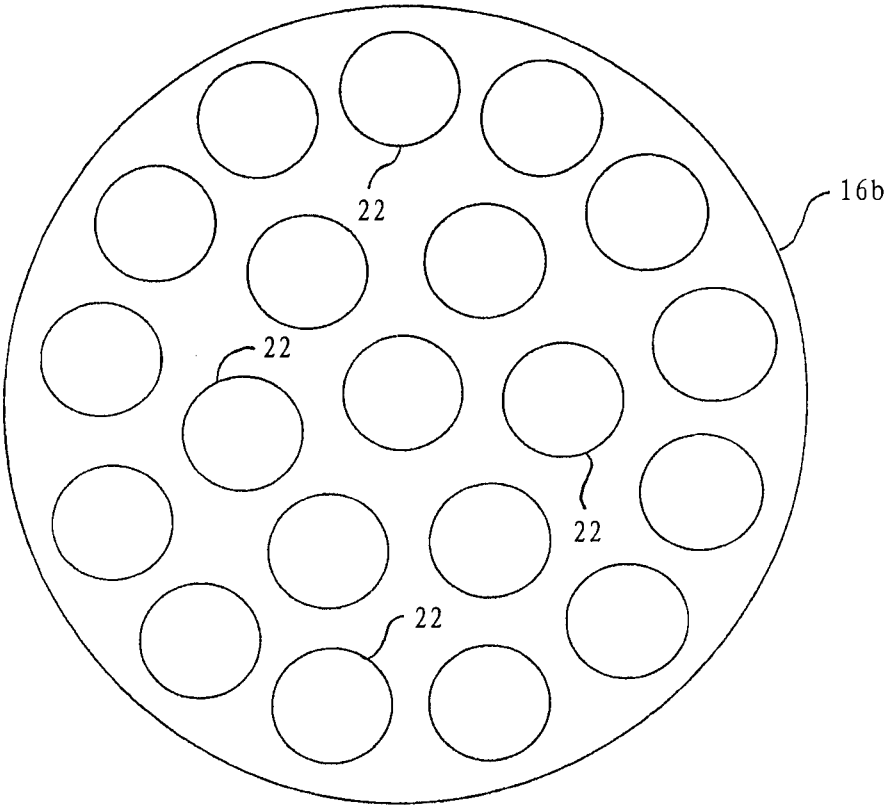


图 3B

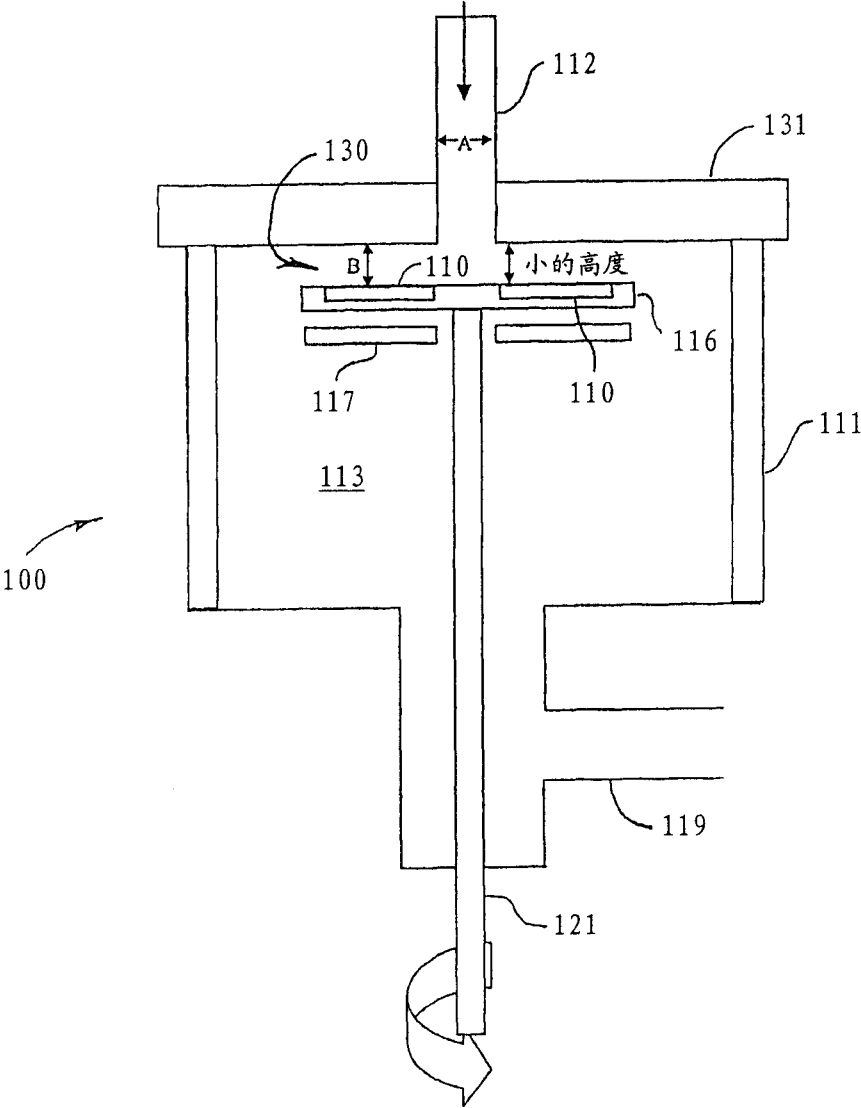


图 4

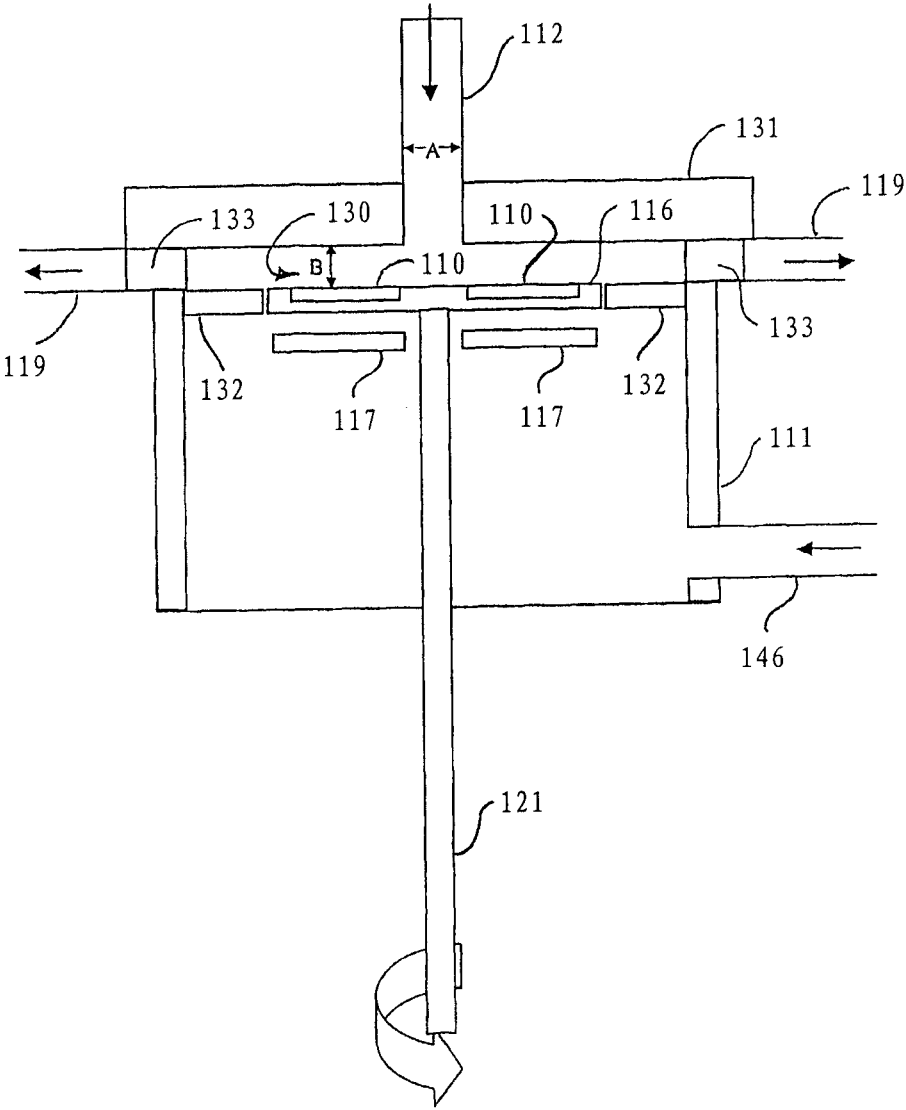


图 5

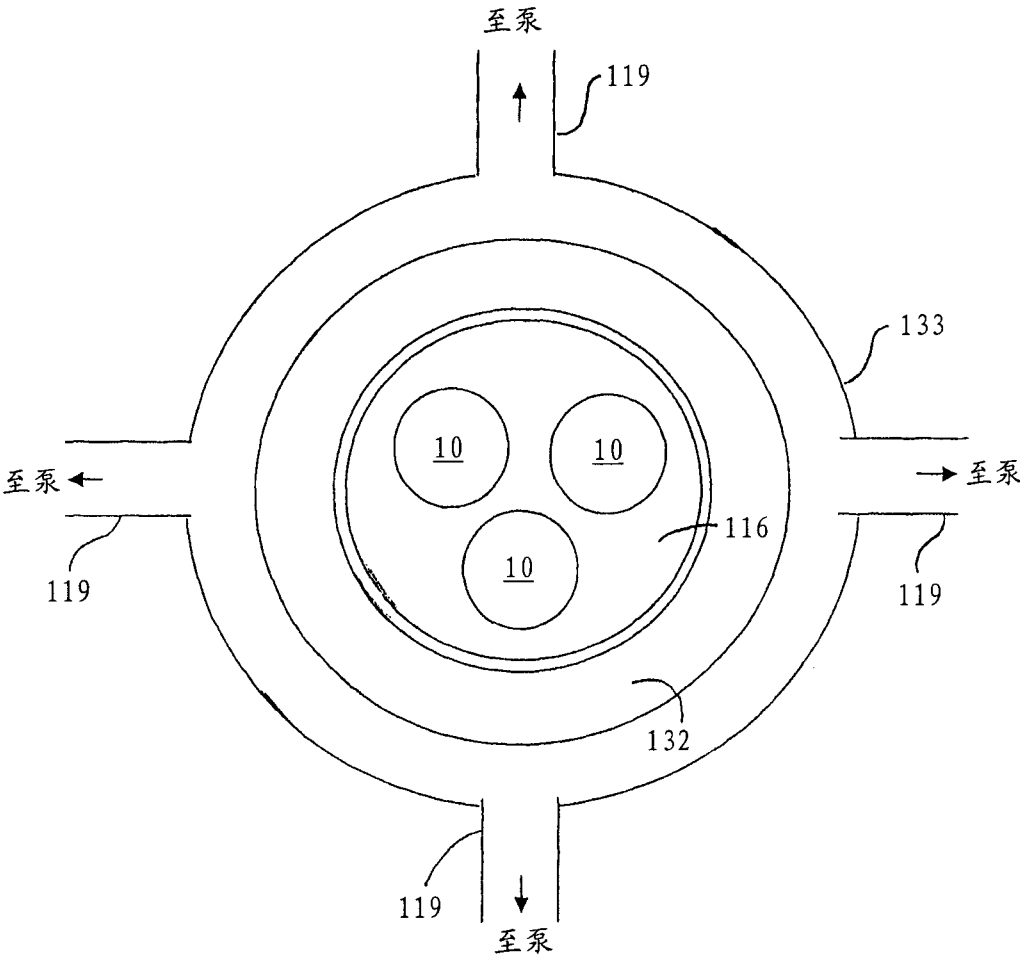


图 6A

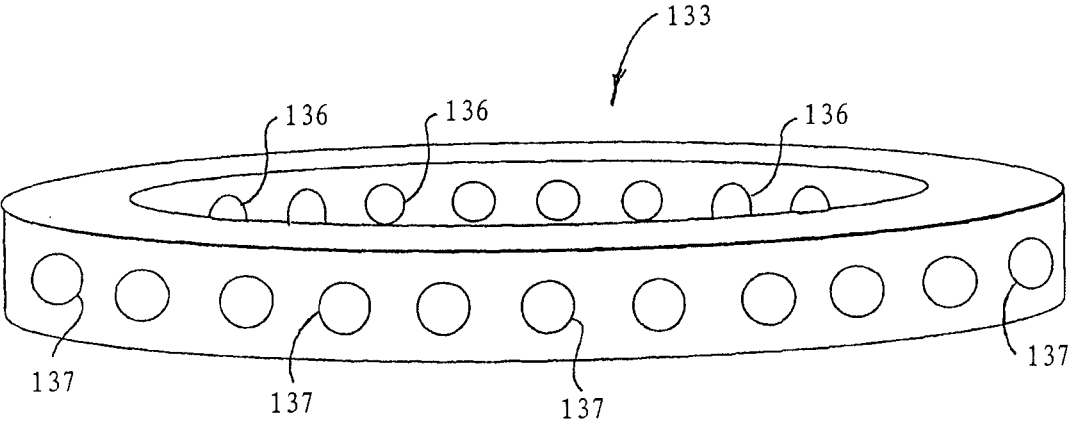


图 6B

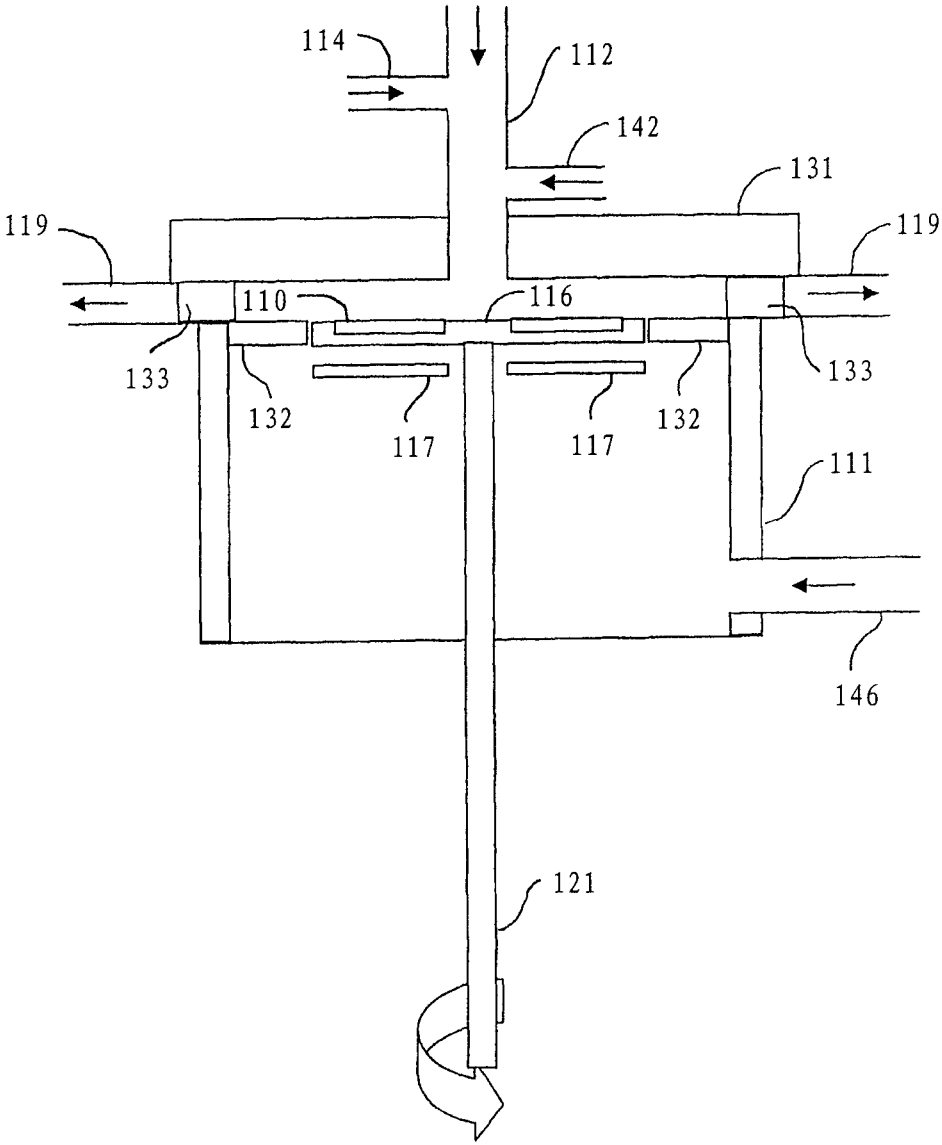


图 7

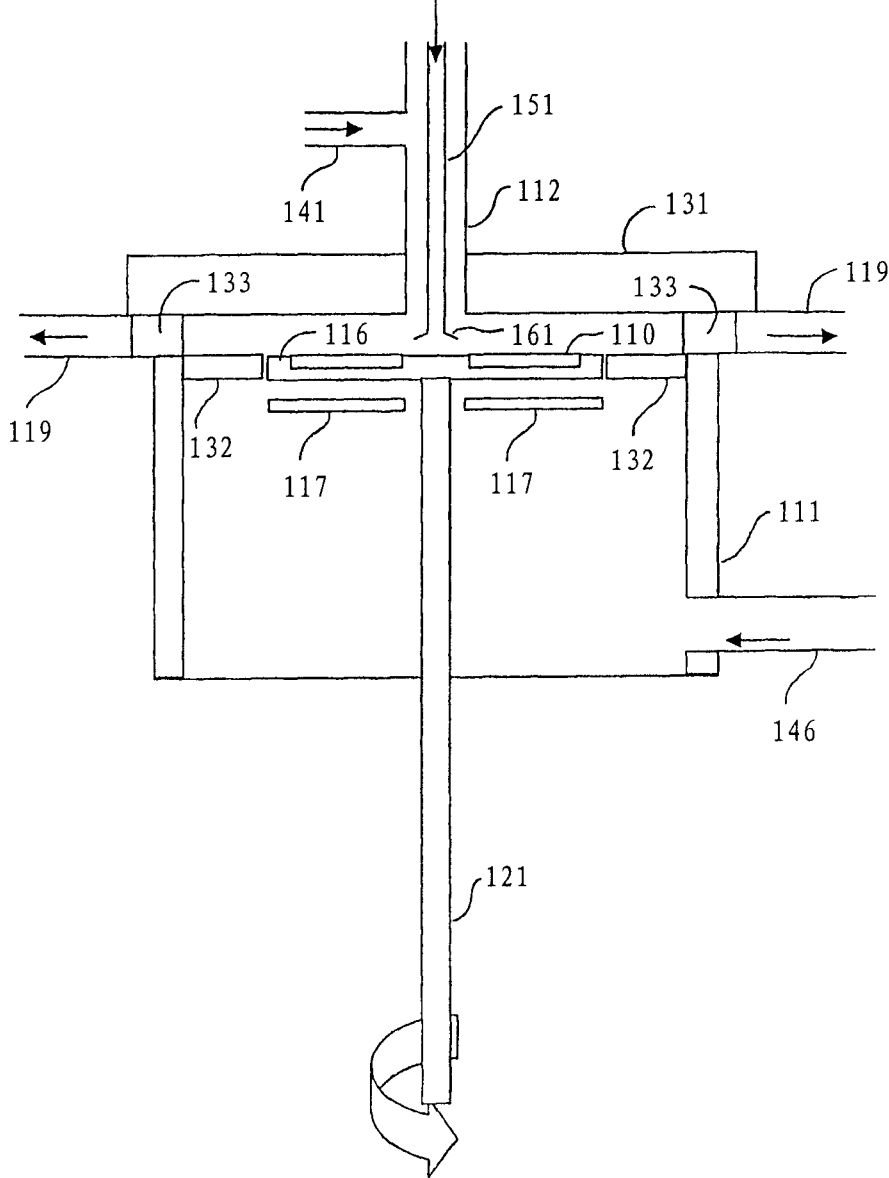


图 8

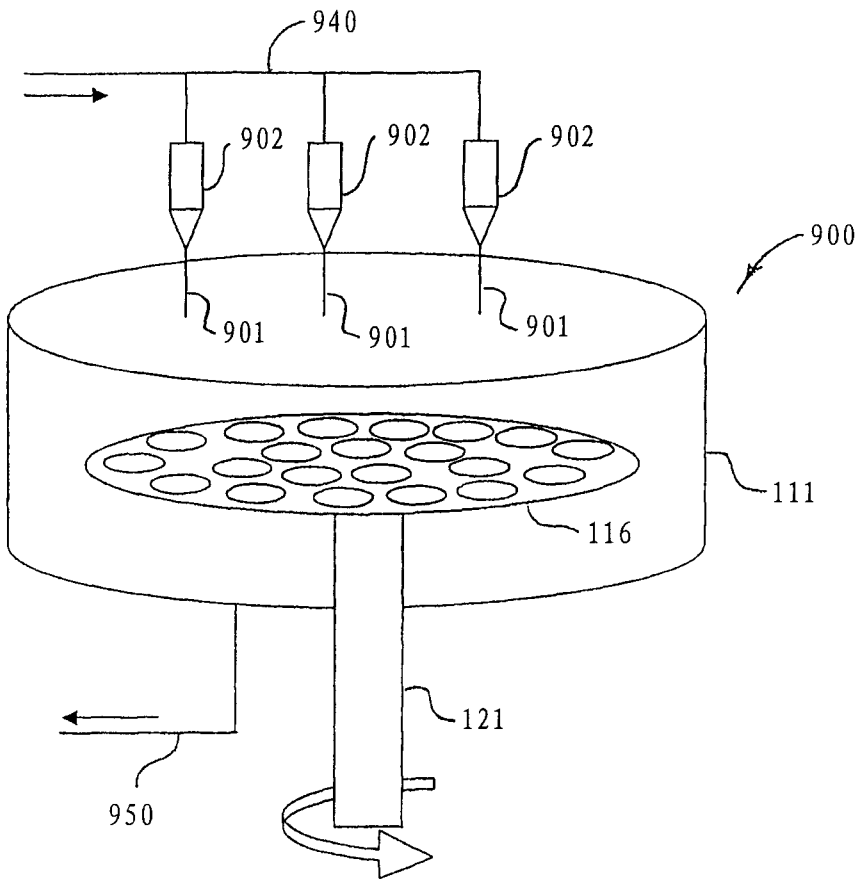


图 9

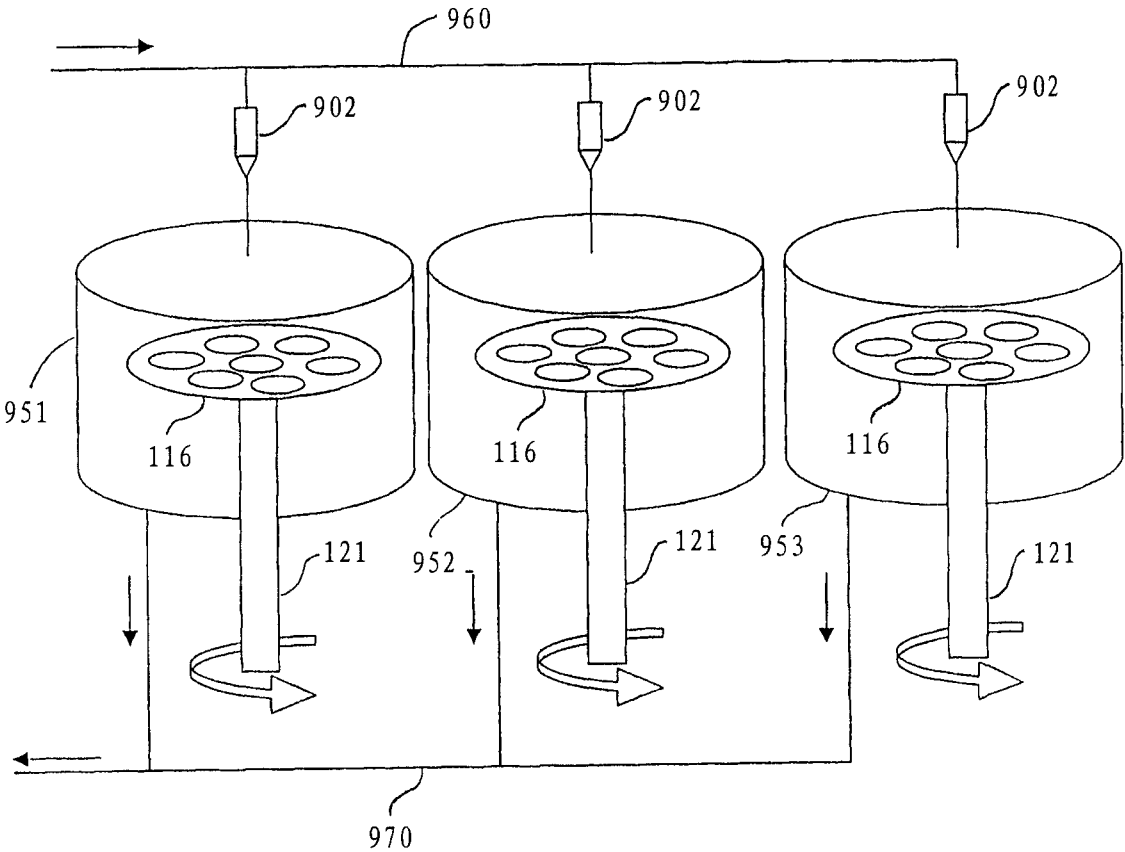


图 10