



## [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200710005658.1

[45] 授权公告日 2010 年 2 月 17 日

[11] 授权公告号 CN 100590223C

[22] 申请日 2007.3.8

[21] 申请号 200710005658.1

[30] 优先权

[32] 2006.3.21 [33] KR [31] 10-2006-0025775

[32] 2006.4.14 [33] KR [31] 10-2006-0034183

[73] 专利权人 韩商奥拓股份有限公司

地址 韩国京畿道

[72] 发明人 裴根鹤 金京洙 金昊植

[56] 参考文献

US6025013 A 2000.2.15

US2002/0192369 A1 2002.12.19

US5888907 A 1999.3.30

审查员 倪永乐

[74] 专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理有限公司

代理人 余朦方挺

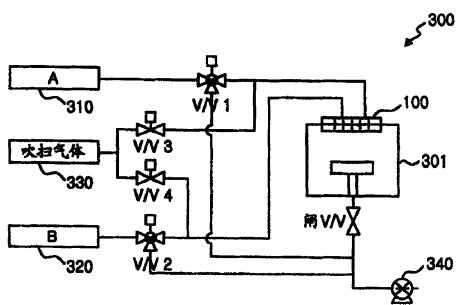
权利要求书 4 页 说明书 8 页 附图 5 页

[54] 发明名称

采用气体分离型喷头的原子层沉积装置

[57] 摘要

本发明提供一种采用气体分离型喷头的原子层沉积(ALD)装置。因此，原子层沉积装置采用气体分离型喷头，所述气体分离型喷头包括气体供应模块、气体分离模块和气体注入模块。所述 ALD 装置包括：第一前体源，储存第一前体并连接到外供应管；第二前体源，储存第二前体并连接到内供应管；吹扫气体源，储存吹扫气体并连接到外供应管和内供应管；电源，将电离用的能量应用于气体分离模块；以及排气装置，排出反应室中的剩余材料。



1. 一种采用气体分离型喷头的原子层沉积装置，所述气体分离型喷头包括：具有外供应管和内供应管的气体供应模块，通过所述外供应管提供第一前体，通过所述内供应管提供第二前体；具有第一分散区域和第二分散区域的气体分离模块，所述第一分散区域连接到所述外供应管，所述第二分散区域连接到所述内供应管；以及具有多个公共孔的气体注入模块，所述第一前体和所述第二前体通过所述多个公共孔交替地注入到反应室中，所述原子层沉积装置包括：

第一前体源，其储存所述第一前体并连接到所述外供应管；

第二前体源，其储存所述第二前体并连接到所述内供应管；

吹扫气体源，其储存吹扫气体并连接到所述外供应管和所述内供应管；以及

排气装置，其排出所述反应室中的剩余材料，

其中所述气体分离模块包括：

第一分散区域，其连接到所述外供应管，所述第一前体在所述第一分散区域中被分散；

第二分散区域，其位于所述第一分散区域下方，连接到所述内供应管且被分成多个区域，所述第二前体在所述多个区域中被分散；以及

多个出口，其位于所述第二分散区域的所述多个区域的下侧，所述第二前体通过所述多个出口被排放，

其中所述第一前体从所述第一分散区域通过所述第二分散区域的所述多个区域的外部空间排放到围绕所述多个出口的空间。

2. 如权利要求 1 所述的原子层沉积装置，其中，在所述第一前体或所述第二前体被注入之后，所述吹扫气体被提供给所述外供应管和所述内供应管至少之一，并通过所述多个公共孔注入所述反应室中。

3. 如权利要求 1 所述的原子层沉积装置，

其中当所述第一前体被提供给所述外供应管时，所述吹扫气体被提

供给所述内供应管，以及

其中当所述第二前体被提供给所述内供应管时，所述吹扫气体被提供给所述外供应管。

4. 如权利要求 1 所述的原子层沉积装置，

其中所述排气装置分别直接连接到所述第一前体源和所述第二前体源，

其中当注入所述第一前体时，所述第二前体被转向通过所述排气装置而不穿过所述气体分离型喷头，以及

其中当注入所述第二前体时，所述第一前体被转向通过所述排气装置而不穿过所述气体分离型喷头。

5. 如权利要求 1 所述的原子层沉积装置，其中所述第二分散区域的所述多个区域包括气体分配板，用于均匀分散所述第二前体。

6. 一种采用气体分离型喷头的原子层沉积装置，所述气体分离型喷头包括：具有外供应管和内供应管的气体供应模块，通过所述外供应管提供第一前体，通过所述内供应管提供第二前体；具有第一分散区域和第二分散区域的气体分离模块，所述第一分散区域连接到所述外供应管，所述第二分散区域连接到所述内供应管；以及具有多个公共孔的气体注入模块，所述第一前体和所述第二前体通过所述多个公共孔交替地注入到反应室中，所述原子层沉积装置包括：

第一前体源，其储存所述第一前体并连接到所述外供应管；

第二前体源，其储存所述第二前体并连接到所述内供应管；

吹扫气体源，其储存吹扫气体并连接到所述外供应管和所述内供应管；

电源，其将电离用的能量提供给所述气体分离模块；以及

排气装置，其排出所述反应室中的剩余材料，

其中所述气体分离模块包括：

第一分散区域，其连接到所述外供应管，所述第一前体在所述第一

分散区域中被分散；

第二分散区域，其位于所述第一分散区域下方，连接到所述内供应管且被分成多个区域，所述第二前体在所述多个区域中被分散；以及

多个出口，其位于所述第二分散区域的所述多个区域的下侧，所述第二前体通过所述多个出口被排放，

其中所述第一前体从所述第一分散区域通过所述第二分散区域的所述多个区域的外部空间排放到围绕所述多个出口的空间。

7. 如权利要求 6 所述的原子层沉积装置，其中所述气体分离型喷头进一步包括绝缘体环，以使所述气体注入模块与所述气体分离模块电绝缘。

8. 如权利要求 7 所述的原子层沉积装置，其中所述气体注入模块由绝缘体制成。

9. 如权利要求 6 所述的原子层沉积装置，  
其中所述气体注入模块通过使上板和下板组合而被构建，以及  
其中所述上板由绝缘体制成，而所述下板由导体制成以用于接地。

10. 如权利要求 6 所述的原子层沉积装置，其中，在所述第一前体和所述第二前体被注入之后，所述吹扫气体被提供给所述外供应管和所述内供应管至少之一并通过所述多个公共孔而注入所述反应室中。

11. 如权利要求 6 所述的原子层沉积装置，  
其中当所述第一前体被提供给所述外供应管时，所述吹扫气体被提供给所述内供应管，以及  
其中当所述第二前体被提供给所述内供应管时，所述吹扫气体被提供给所述外供应管。

12. 如权利要求 6 所述的原子层沉积装置，

---

其中所述排气装置分别直接连接到所述第一前体源和所述第二前体源，

其中当注入所述第一前体时，所述第二前体被转向通过所述排气装置而不穿过所述气体分离型喷头，以及

其中当注入所述第二前体时，所述第一前体被转向通过所述排气装置而不穿过所述气体分离型喷头。

13. 如权利要求 6 所述的原子层沉积装置，其中所述第二分散区域的所述多个区域包括气体分配板，用于均匀分散所述第二前体。

## 采用气体分离型喷头的原子层沉积装置

### 本发明的背景

#### 技术领域

本发明涉及一种原子层沉积（ALD）工艺，更特别涉及一种采用气体分离型喷头的原子层沉积装置。

#### 背景技术

ALD 工艺是一种用于沉积厚度小于 90nm 的半导体薄膜以形成厚度均匀的薄膜、同时最大程度地抑制杂质的工艺。在一般的 ALD 工艺中，重复执行这样一种循环：其中一种前体（precursor）被吸附和清除，而另一种前体也被吸附和清除。

然而，在常规的 ALD 装置中，由于前体通过不同的注入孔被最终注入，因此气流的改变导致工艺条件中的一致性被打乱。反应时间增加。

另一方面，由于在用于 ALD 工艺的相对较低的处理温度时，反应气体和沉积气体之间的反应性必须较大，因此可用的前体种类少于在 CVD 工艺中可用的前体种类。为了解决上述问题，采用了这样一种沉积半导体薄膜的方法：通过等离子增强 ALD（PE-ALD）来改善反应气体的反应性，其中等离子体被应用于反应室中。

在 PE-ALD 工艺中，当等离子体被应用于反应室中时，等离子体的直接影响可能会使半导体元件或衬底受损。为了使等离子体引起的损害最小，通常采用预先形成于反应室之外的远程等离子体。然而，在这种情况下，在将电离的前体通过供应管而提供给反应室时，离子的再结合使得等离子体效率降低。

#### 发明内容

本发明提供一种采用气体分离型喷头的 ALD 装置，通过采用该喷头

能够抑制喷头中副产品的生成，而且能够保持反应室中气流的均匀性。在该喷头中，前体可被单独提供并最终通过相同的注入孔而注入。

本发明还提供一种采用气体分离型喷头的 ALD 装置，其能够通过直接将电离用的能量提供给气体分离型喷头的气体分离模块来改善等离子体的效率，并能够使等离子体对半导体衬底的影响最小。

根据本发明的一个方面，提供了一种采用气体分离型喷头的原子层沉积（ALD）装置，所述气体分离型喷头包括：具有外供应管和内供应管的气体供应模块，通过外供应管提供第一前体，通过内供应管提供第二前体；具有第一分散区域和第二分散区域的气体分离模块，第一分散区域连接到外供应管，第二分散区域连接到内供应管；以及具有多个公共孔的气体注入模块，所述第一前体和所述第二前体通过所述多个公共孔交替地注入到反应室中，所述 ALD 装置包括第一前体源、第二前体源、吹扫气体源以及排气装置。

储存第一前体的第一前体源可以连接到外供应管。储存第二前体的第二前体源可以连接到内供应管。储存吹扫气体的吹扫气体源可以连接到外供应管和内供应管。排气装置可以排出反应室的剩余材料。

所述气体分离模块包括：连接到外供应管的第一分散区域，第一前体在第一分散区域中被分散；位于第一分散区域下方的第二分散区域，第二分散区域连接到内供应管且被分成多个区域，所述第二前体在所述多个区域中被分散；以及位于第二分散区域的多个区域的下侧的多个出口，第二前体通过所述多个出口被排放。第一前体从第一分散区域通过第二分散区域的多个区域的外部空间排放到围绕所述多个出口的空间。

根据本发明的另一个方面，提供了一种采用气体分离型喷头的原子层沉积（ALD）装置，所述气体分离型喷头包括：具有外供应管和内供应管的气体供应模块，通过外供应管提供第一前体，通过内供应管提供第二前体；具有第一分散区域和第二分散区域的气体分离模块，第一分散区域连接到外供应管，第二分散区域连接到内供应管；以及具有多个公共孔的气体注入模块，所述第一前体和所述第二前体通过所述多个公共孔交替地注入到反应室中，所述 ALD 装置包括第一前体源、第二前体源、吹扫气体源、电源以及排气装置。

储存第一前体的第一前体源可以连接到外供应管。储存所述第二前体的第二前体源可以连接到内供应管。储存吹扫气体的吹扫气体源可以连接到外供应管和内供应管。电源可以将电离用的能量应用于气体分离模块。排气装置可以排出反应室中的剩余材料。

所述气体分离模块包括：连接到外供应管的第一分散区域，第一前体在第一分散区域中被分散；位于第一分散区域下方的第二分散区域，第二分散区域连接到内供应管且被分成多个区域，所述第二前体在所述多个区域中被分散；以及位于第二分散区域的多个区域的下侧的多个出口，第二前体通过所述多个出口被排放。第一前体从第一分散区域通过第二分散区域的多个区域的外部空间排放到围绕所述多个出口的空间。

#### 附图说明

通过参照附图详细描述本发明的示例性的实施方案，本发明的上述特征和其它的特征以及优点将会更加清楚，其中：

图 1 示出了本发明所使用的气体分离型喷头的一个实施例；

图 2 详细示出了图 1 所示的气体分离型喷头的气体分离模块的一部分和气体注入模块的一部分；

图 3 示出了根据本发明的实施方案的 ALD 装置；

图 4 示出了根据本发明的另一个实施方案的 ALD 装置；以及

图 5 至图 9 示出了本发明所使用的气体分离型喷头的实施例。

#### 具体实施方式

现在参考附图详细描述本发明的优选实施方案。

图 1 示出了本发明所使用的气体分离型喷头。图 1 所示的气体分离型喷头 100 包括气体供应模块 110、气体分离模块 120 和气体注入模块 130。

气体供应模块 110 包括彼此分开的外供应管 110a 和内供应管 110b。第一前体 A 提供给外供应管 110a，而第二前体 B 提供给内供应管 110b。

气体分离模块 120 包括连接到外供应管 110a 的第一分散区域 120a 和连接到内供应管 110b 的第二分散区域 120b。参考图 1，第一前体 A 提

供给外供应管 110a 并在第一分散区域 120a 中被分散，第二前体 B 提供给内供应管 110b 并在第二分散区域 120b 中被分散。

第一分散区域 120a 被构建成一个区域。第二分散区域 120b 位于第一分散区域 120a 下方，且被分成多个区域。在第二分散区域 120b 的分开区域中可以设置气体分配板 210 (图 2)，以均匀地分散第二前体 B。

第二分散区域 120b 的邻近的分开区域彼此隔开，也就是说，邻近的分开区域的外表面之间存在恒定的空间。此外，在第二分散区域 120b 的每个区域的下部设有出口 125b。

图 2 详细示出了图 1 所示的气体分离型喷头的气体分离模块的一部分和气体注入模块的一部分。

参考图 2，第二前体 B 通过多个出口 125b 排放到气体注入模块 130。第一前体 A 通过第二分散区域 120b 的外部空间和围绕出口 125b 的空间 125a，从第一分散区域 120a 排放到气体注入模块 130。

第一前体 A 和第二前体 B 被注入的反应室中的位置 150 由出口 125b 端部的高度决定。根据处理的对象，出口 125b 可以位于高于气体注入模块 130 顶部的位置。可选地，出口 125b 可以位于气体注入模块 130 的顶部和底部之间。

气体注入模块 130 包括多个公共的孔 135，第一前体 A 和第二前体 B 通过多个公共的孔 135 注入反应室中。

为了将气体分离型喷头 100 用于原子层沉积 (ALD) 工艺，第一前体 A 和第二前体 B 被交替地注入。即，当第一前体 A 注入反应室中时，只有第一前体 A 提供给外供应管 110a，而第二前体 B 不提供给内供应管 110b。可选地，当第二前体 B 注入反应室中时，只有第二前体 B 提供给内供应管 110b，而第一前体 A 不提供给外供应管 110a。

图 3 示出了根据本发明的一个实施方案的 ALD 装置。

图 3 所示的 ALD 装置 300 采用图 1 所示的气体分离型喷头 100。ALD 装置 300 包括第一前体源 310、第二前体源 320、吹扫气体 (purge gas) 源 330 和排气装置 340。

第一前体源 310 储存第一前体 A。第一前体源 310 连接到气体分离型喷头 100 的气体供应模块 110 的外供应管 110a。

第二前体源 320 储存第二前体 B。第二前体源 320 连接到气体分离型喷头 100 的气体供应模块 110 的内供应管 110b。

吹扫气体源 330 储存吹扫气体。吹扫气体源 330 连接到气体分离型喷头 100 的气体供应模块 110 的外供应管 110a 和内供应管 110b。吹扫气体可以是氮气 (N<sub>2</sub>)。

第一前体源 310、第二前体源 320 和吹扫气体源 330 连接到多个阀 v/v 1 到 v/v 4，这些阀能够控制气流通过的孔的打开和关闭。如图 4 所示，设有能够控制每一气体的流速的多个质量流量控制器 (MFC)。

在第一前体 A 或第二前体 B 通过气体分离型喷头 100 的气体注入模块 130 被注入之后，吹扫气体被提供给气体分离型喷头 100 的气体供应模块 110 的外供应管 110a 和内供应管 110b 至少之一，并且通过气体注入模块 130 中包括的多个孔 135 而注入反应室 301 中。

在第一前体 A 注入之后，为了净化第一前体 A 的例如外供应管 110a 和第一分散区域 120a 等的通道，吹扫气体可以提供给外供应管 110a 或者提供给外供应管 110a 和内供应管 110b。类似地，在第二前体 B 注入之后，吹扫气体可以提供给气体分离型喷头 100 的气体供应模块 110 的内供应管 110b 或者提供给外供应管 110a 和内供应管 110b。

由于第一前体 A 和第二前体 B 被交替地提供给气体分离型喷头 100 的气体供应模块 110，因此当第一前体 A 提供给内供应管 110b 并注入反应室 301 中时，第一前体可能回流到多个出口 125。因此，当第一前体 A 提供给外供应管 110a 时，通过将吹扫气体提供给内供应管 110b 可以防止第一前体 A 回流。类似地，当第二前体 B 提供给内供应管 110b 时，通过将吹扫气体提供给外供应管 110a 可以防止第二前体 B 回流。此时，由于提供的吹扫气体用来防止回流，因此吹扫气体可以具有比第一前体 A 或第二前体 B 低的流速。

在反应室 301 被吹扫气体净化之后，排气装置 340 排出反应室 301 中的剩余材料。为此，排气装置 340 设有泵。

排气装置 340 可以直接连接到第一前体源 310 和第二前体源 320。在这种情况下，当注入第一前体时，第二前体被转向通过排气装置 340 而不穿过气体分离型喷头 100。当注入第二前体时，第一前体被转向通过排

气装置 340 而不穿过气体分离型喷头 100。

图 4 示出了根据本发明另一个实施方案的 ALD 装置。

在图 4 所示的 ALD 装置 400 中，第一前体 A 可以与载气源 410 所提供的载气一起形成气泡并提供给气体分离型喷头 100。第二前体 B 可以与惰性气体源 420 所提供的惰性气体一起提供给气体分离型喷头 100。

此外，图 4 所示的 ALD 装置 400 还设有为电离供应能量的电源 430。

在一般的 ALD 工艺中，为了保持第一前体 A 和第二前体 B 的原始形状，非电离的第一前体 A 和第二前体 B 注入反应室中。然而，在某些情况下，第一前体 A 和第二前体 B 中的一种气体需要被电离和注入，或者第一前体 A 和第二前体 B 均需要被电离和注入。

因此，当电源 430 直接将电离用的能量提供给气体分离型喷头 100 的气体分离模块 120 时，第一前体 A 和第二前体 B 中需要被电离的一种前体可以在气体分离型喷头 100 中被电离并提供到反应室 301 的内侧。

电离用的能量可以采用直流 (DC) 能量、射频 (RF) 能量和微波能量中的一种。

特别地，当电离用的能量为射频能量时，该能量可以具有单一的频率、两个频率或者更多的频率。例如，当电源 430 将电离用的能量提供给气体分离模块 120 时，该能量可以是具有 13.56MHz 的单一频率的能量或者可以是具有 13.56MHz 和 370KHz 频率的能量。

电源 430 可以将电离用的能量提供给单一位置。然而，随着喷头尺寸的增大，电源 430 可以将电离用的能量提供给气体分离模块 120 的多个位置。

图 5 示出了本发明所使用的气体分离型喷头的另一个实施例。

在图 5 所示的气体分离型喷头 500 中，电源 430 将电离用的能量提供给气体分离模块 120。

当气体分离模块 120 与气体注入模块 130 之间具有绝缘体环 510 时，气体注入模块 130 便与气体分离模块 120 电绝缘。因此，在气体分离模块 120 和气体注入模块 130 之间，能量的影响受到阻止。因此，由电源 430 提供给气体分离模块 120 的能量不会影响气体注入模块 130。

图 6 和图 7 示出了本发明所使用的气体分离型喷头的实施例。

图 6 所示的气体分离型喷头 600 的气体注入模块 130 由绝缘体 610 制成。

当气体注入模块 130 由绝缘体 610 制成时，由于等离子体的影响受到绝缘体的阻止，因此，可以使等离子体对半导体衬底和反应室 301 中的其他装置的影响最小。

绝缘体 610 可以是例如氧化铝 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 和氮化铝 (AlN) 的陶瓷、例如 Teflon 的聚合物、或者陶瓷化合物和聚合物。

图 7 所示的气体分离型喷头 700 的气体注入模块 130 通过使上板 710 与下板 720 组合来构建。

上板 710 由绝缘体制成以阻止等离子体。下板 720 由例如铝 (Al) 的导体制成，以相对于电离用的能量起到接地的作用。

在图 6 和图 7 所示的气体分离型喷头 600 和 700 中，由于气体注入模块 130 包括绝缘体，因此当电源 430 将电离用的能量提供给气体分离模块 120 时，该绝缘体能够有效地阻止电离用的能量的影响而无需插入分离的绝缘体环 510 (图 5)。在图 6 和图 7 所示的气体分离型喷头 600 和 700 中，由于绝缘体 610 和 710 设置在喷头的下侧，因此等离子体对喷头的注入表面的影响大大降低。因此，能够避免靠近喷头的半导体的损害。

在图 8 所示的气体分离型喷头 800 中，图 6 所示的绝缘体延伸到喷头的侧面。在图 9 所示的气体分离型喷头 900 中，上板 710 和下板 720 延伸到喷头的侧面。在气体分离型喷头 800 和 900 的结构中，绝缘体 610 和 710 的面积被扩大。反应室 301 中的等离子体的影响可以进一步降低。

下面将描述 ALD 工艺的实施例，其中在通过采用 ALD 装置来提供第二前体时应用等离子体，其中所述 ALD 装置采用根据本发明的实施方案的气体分离型喷头。

首先，第一前体源 310 通过气体分离型喷头 100 将第一前体 A 注入反应室 301 中，以便在半导体衬底表面吸附第一前体。然后，吹扫气体源 330 通过气体分离型喷头 100 将吹扫气体注入反应室 301 中，以净化反应室 301 的内部。

然后，电源 430 将电离用的 RF 能量应用于气体分离型喷头 100 的气

体分离模块 120。第二前体源 320 通过气体分离型喷头 100 将电离的第二前体 B 注入反应室 301 中，以使第二前体 B 与第一前体 A 反应。

然后，停止能量的应用，并且吹扫气体源 330 通过气体分离型喷头 100 将吹扫气体注入反应室中，以净化反应室 301 的内部。

期望的 ALD 膜可以通过反复执行上述工艺而形成。

此时，在提供第一前体 A 时，通过允许少量的吹扫气体流过内供应管 110b 可以防止第一前体 A 回流。在提供第二前体 B 时，通过允许少量的吹扫气体流过外供应管 110a 可以防止第二前体 B 回流。

如上所述，在根据本发明的实施方案的 ALD 装置中，前体不会相互反应。通过采用其中前体最终通过相同的注入孔而被注入的喷头，可以抑制喷头中副产品的生成，并且可以保持反应室中气流的均匀，

此外，在根据本发明的实施方案的 ALD 装置中，通过直接将电离用的能量应用于气体分离型喷头的气体分离模块而产生等离子体。通过在气体分离型喷头的下侧设置绝缘体并通过最少的通道来提供前体，可以使等离子体的损耗以及等离子体对半导体衬底或反应室中的装置的影响最小。

虽然已经参考本发明的示例性实施方案特别示出并描述了本发明，但是本领域的普通技术人员应该理解的是，在不脱离如所附权利要求所限定的本发明的范围和精神的情况下，形式上和细节上还可以进行各种改变。

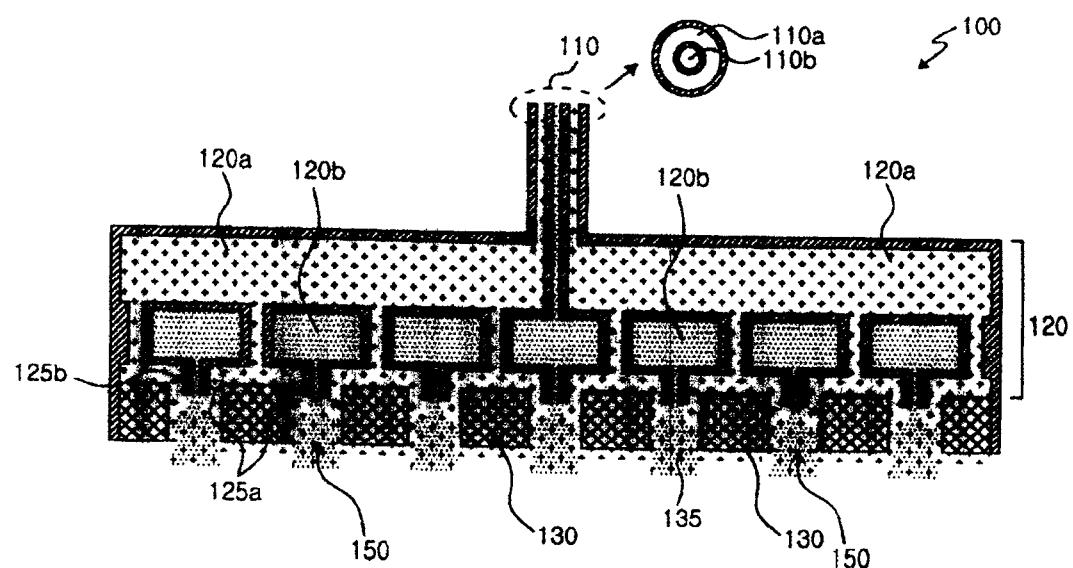


图 1

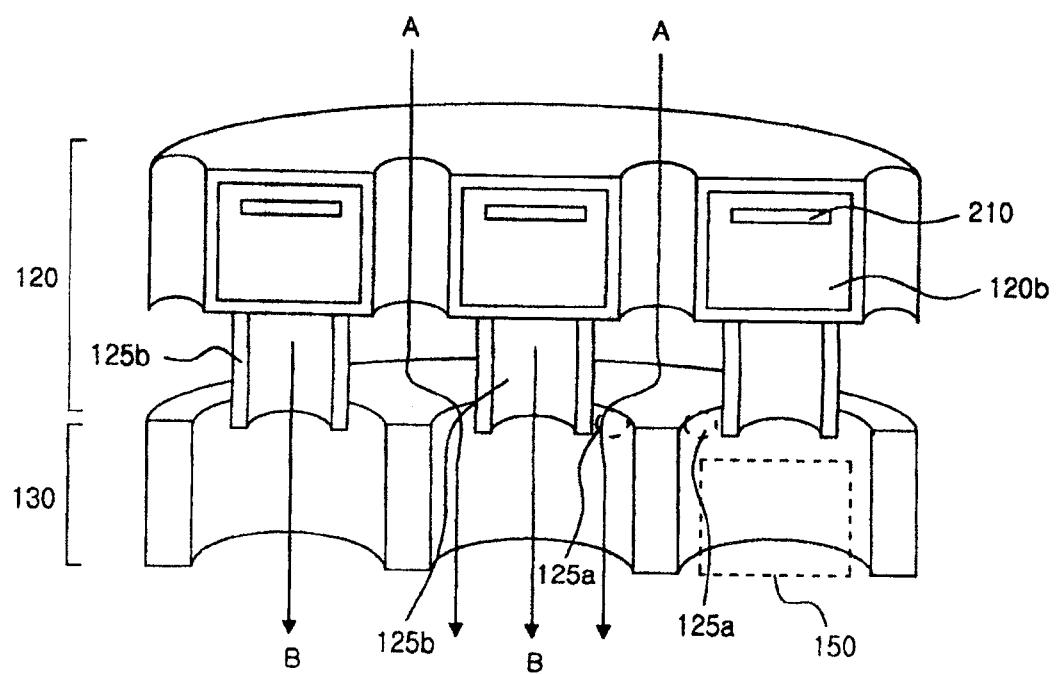


图 2

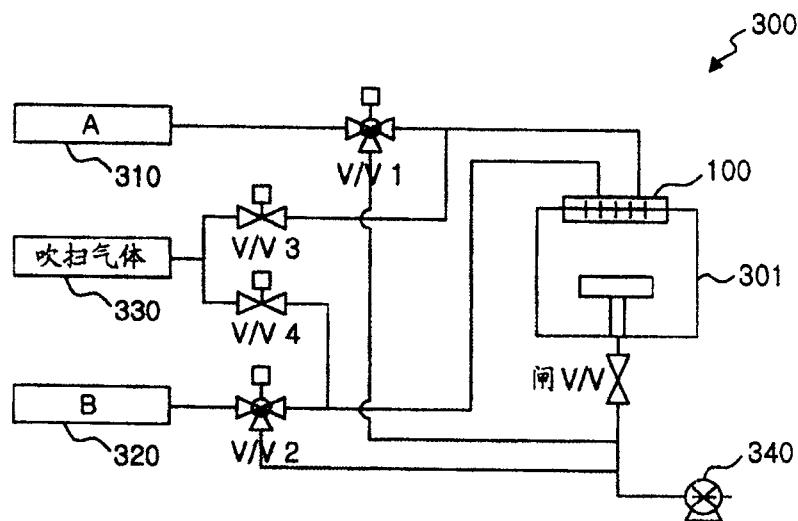


图 3

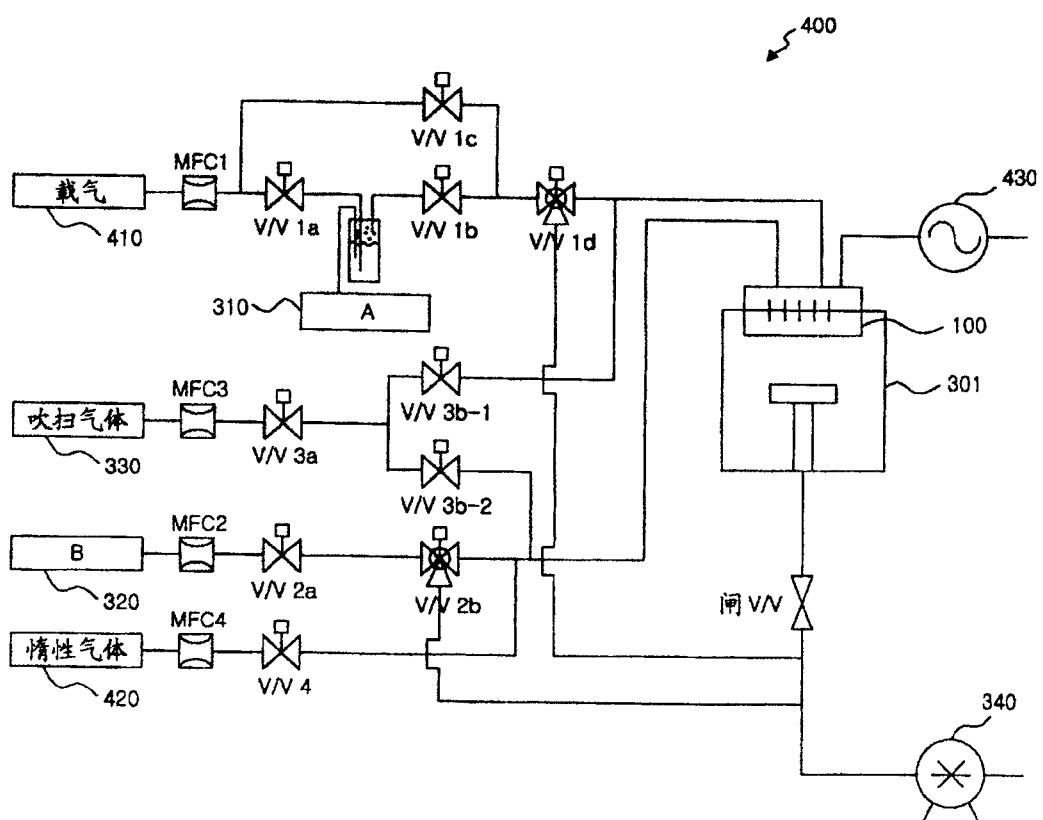


图 4

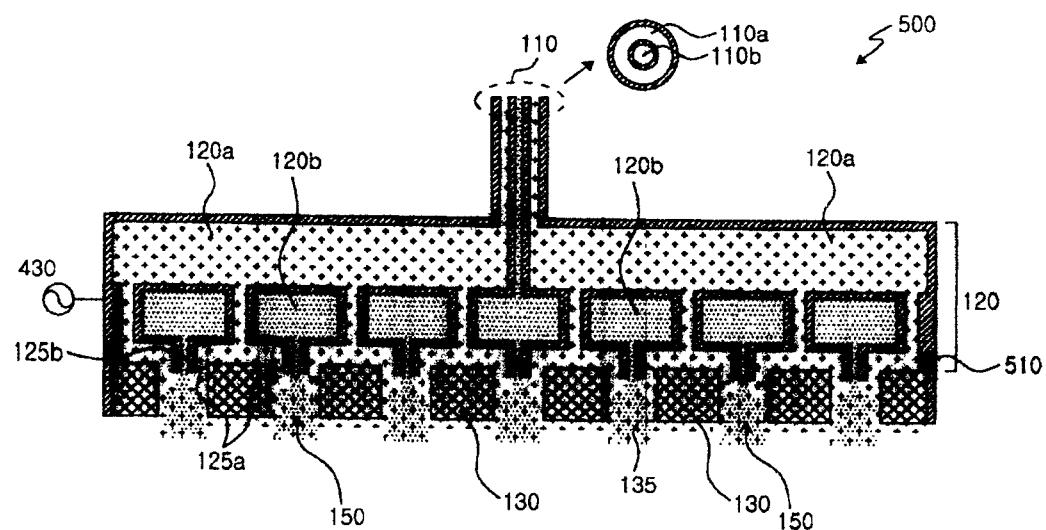


图 5

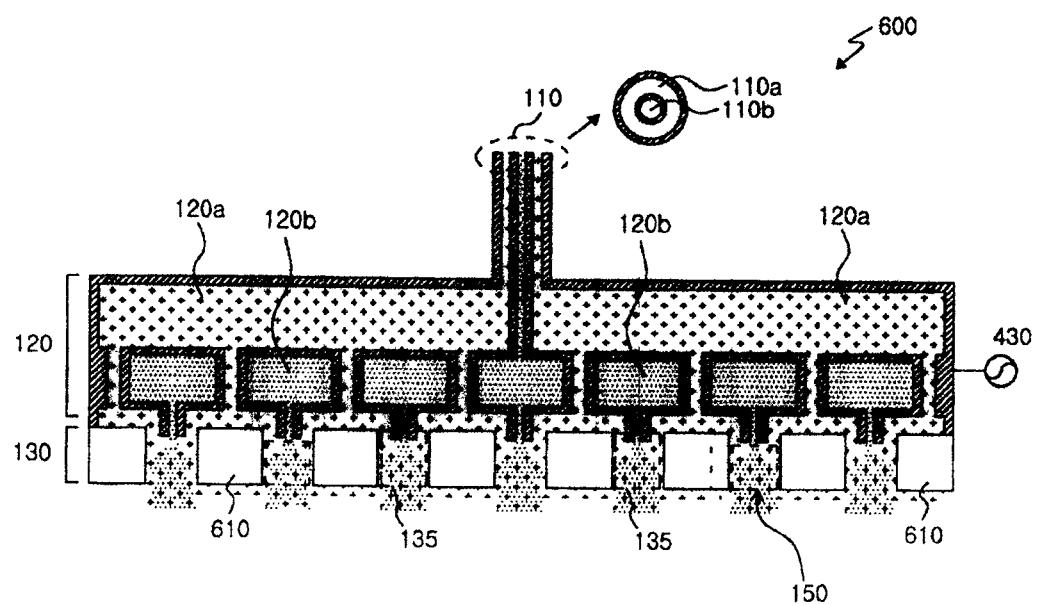


图 6

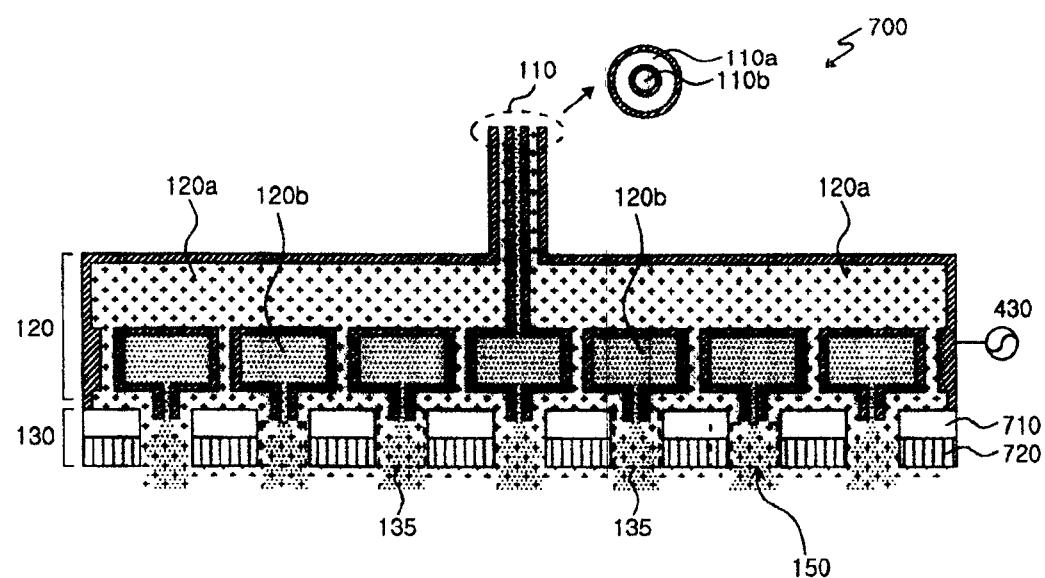


图 7

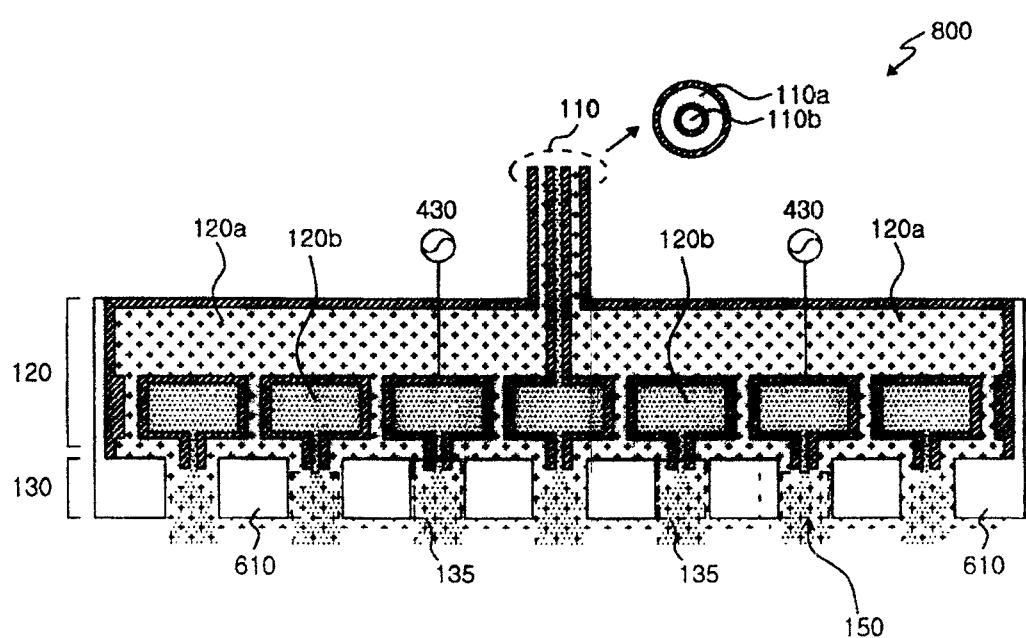


图 8

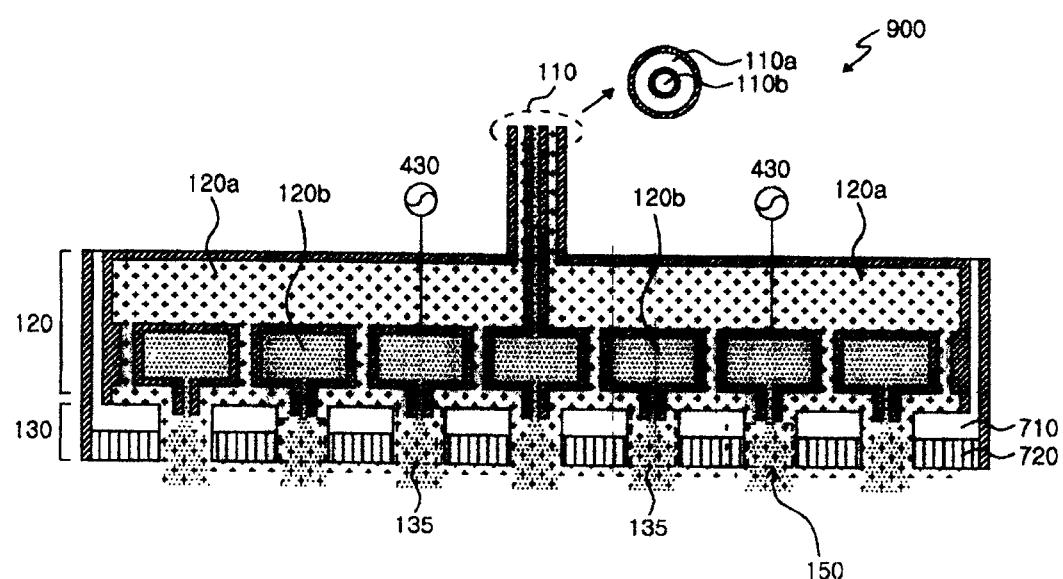


图 9