

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

C23C 16/46 (2006.01)

H01L 21/205 (2006.01)

H01L 21/365 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01141203.8

[45] 授权公告日 2006年6月14日

[11] 授权公告号 CN 1259450C

[22] 申请日 2001.9.28 [21] 申请号 01141203.8

[30] 优先权

[32] 2000.10.2 [33] JP [31] 301644/2000

[71] 专利权人 日本派欧尼股份株式会社

地址 日本东京

共同专利权人 德岛酸素工业株式会社

[72] 发明人 酒井士郎 高松勇吉 森勇次

直井弘之 H·X·王 石滨义康

纲岛丰

审查员 史敬久

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 王 杰

权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 5 页

[54] 发明名称

化学气相沉积装置和化学气相沉积方法

[57] 摘要

本发明公开了一种用于半导体膜及类似物的化学气相沉积装置和方法，其中在与所述基体基本上平行的方向上提供原料气体；以与所述基体垂直的方法来向其提供强制气体；且从强制气体引入部分向反应器提供的强制气体在强制气体引入部分的中部的单位面积的流速小于在其圆周部分的对应流速，或者，在原料气体通道中部的流速小于在所述通道两端部分的流速。通过所述装置和方法可保证，既使在进行大型基体的化学气相沉积或多个基体同时进行化学气相沉积、或在高温下进行化学气相沉积的情况下，都可得到高质量的晶体，而在与所述基体相对的管式反应器壁上不会产生分解产物或反应产物的沉积。

1. 一种用于半导体膜的化学气相沉积装置，所述装置包括水平管式反应器，所述反应器装有用于在其上安装基体的基座、用于加热所述基体的加热器、原料气体引入部分，其设置使得在管式反应器中提供的原料气体的方向与所述基体平行、反应气体排出部分、和在与基体相对的管式反应器壁上的强制气体引入部分，

其中使从强制气体引入部分向管式反应器提供的强制气体在强制气体引入部分的中部的单位面积的流速小于在强制气体引入部分的圆周部分的对应流速；或者其中使从强制气体引入部分向管式反应器提供的强制气体在原料气体通道中部的单位面积的流速小于在所述通道两端的对应流速。

2. 根据权利要求1的化学气相沉积装置，其中所述强制气体引入部分包括一多微孔部分，所述多微孔部分具有在其中部的稀疏微孔和在其圆周部分的密集微孔。

3. 根据权利要求1的化学气相沉积装置，其中所述强制气体引入部分包括一多微孔部分，所述多微孔部分在其中部具有小孔径且在其圆周部分具有大孔径。

4. 根据权利要求1的化学气相沉积装置，其中所述强制气体引入部分包括仅位于其圆周部分上的多微孔部分。

5. 根据权利要求1的化学气相沉积装置，其中所述强制气体引入部分包括一多微孔部分，所述多微孔部分具有在原料气体通道中部的稀疏微孔和在所述通道两端部分的密集微孔。

6. 根据权利要求1的化学气相沉积装置，其中所述强制气体引入部分包括一多微孔部分，所述多微孔部分在原料气体通道中部具有小孔径且在所述通道两端部分具有大孔径。

7. 根据权利要求1的化学气相沉积装置，其中所述强制气体引入部分包括仅位于原料气体通道两端部分的多微孔部分。

8. 根据权利要求1的化学气相沉积装置，其中所述基座的结构使得

在其上安装多个基体。

9. 根据权利要求1的化学气相沉积装置，其中所述基座的结构使得在其上安装尺寸为约101.6mm或更大的大型基体。

10. 一种化学气相沉积方法，所述方法包括将基体安装在水平管式反应器的基座上，用加热器对所述基体进行加热，在与所述基体平行的方向上提供含有原料气体的气体，由设置在与所述基体相对的管式反应器壁上的强制气体引入部分向所述基体提供强制气体，从而使半导体膜化学气相沉积在所述基体上，

所述方法还包括使从强制气体引入部分向管式反应器提供的强制气体在强制气体引入部分中部的单位面积的流速小于在强制气体引入部分圆周部分的对应流速；或者所述方法还包括使从强制气体引入部分向管式反应器提供的强制气体在原料气体通道中部的单位面积的流速小于在所述通道两端的对应流速。

11. 根据权利要求10的化学气相沉积方法，其中所述基体的最高加热温度为1000°C或更高。

12. 根据权利要求10的化学气相沉积方法，其中化学气相沉积用于沉积基于氮化镓化合物的半导体，其中使用三甲基镓、三乙基镓、三甲基铟、三乙基铟、三甲基铝或三乙基铝作为III族金属源、和以氨、单甲基肼、二甲基肼、叔丁基肼或三甲基胺作为氮源。

化学气相沉积装置和化学气相沉积方法

发明背景

1. 发明领域

本发明涉及化学气相沉积装置和化学气相沉积方法。更具体地说，涉及一种化学气相沉积装置，其中原料气体在水平管式反应器的气体引入部分引入，所述反应器的设置使得在所述水平管式反应器中要加入的原料气体的方向与基体基本平行，从而半导体膜均匀化学气相沉积在加热的基体上；且本发明还涉及使用上述装置进行的化学气相沉积方法。

2. 相关现有技术的叙述

近年来对氮化镓化合物半导体的需求快速增长，所述氮化镓化合物半导体用作发光二极管、激光二极管等光通信领域。例如，作为制备氮化镓化合物半导体的方法，已公知一种方法，其中，通过使用有机金属气体如三甲基镓、三甲基铟和三甲基铝来作为 III 族金属源和使用氨作为氮源，将氮化镓化合物半导体膜化学气相沉积在预先设置在管式反应器中的蓝宝石等基体上，从而形成目标膜。

另外，作为制备上述氮化镓化合物半导体的装置，目前已有一种化学气相沉积装置，所述装置包括水平管式反应器，所述反应器装有用于在其上安装基体的基座、用于加热所述基体的加热器、原料气体引入部分和反应气体排出部分，其中所述原料气体引入部分的设置使得加入到管式反应器中的所述原料气体的方向与所述基体平行。包括水平管式反应器的化学气相沉积装置的构造为，将基体置于所述管式反应器的基座上，对所述基体进行加热，之后在与所述基体平行的方向上提供含有原料气体的气体，从而实现化学气相沉积半导体膜来在所述基体上形成一层膜。

然而，在这种水平管式反应器中，由于与所述基体相对的管式反应

器壁被加热到高温，所引起的问题是，原料气体在其附近经历热分解反应，分解产物或反应产物沉积在所述管式反应器壁上，且沉积的固体掉落在所述基体上，从而明显破坏晶体的质量。因此，在进行每次化学气相沉积时必须清洁所述管式反应器内部。因而，包括水平管式反应器的化学气相沉积装置通常受产率不佳的困扰。

为解决这一问题，近来开发了一种改进的用于进行化学气相沉积的装置和方法，其中将强制气体引入部分设置在与所述基体相对的管式反应器壁上，在管式反应器内部与基体垂直的方向上提供不影响载气(carrier gas)等反应的强制气体，从而防止在与所述基体相对的管式反应器壁附近发生原料气体的热分解反应。据说，改进的装置和方法使得可防止分解产物或反应产物沉积在管式反应器壁上，作为非必需采取的措施，通过按原料气体的种类和流速、加热基体的温度等对强制气体的流速进行适当控制，而对在所述基体上的半导体膜的化学气相沉积无不良影响。

然而，关于上述的通过从与基体相对的管式反应器壁提供强制气体来防止分解产物或反应产物沉积的方法和装置，以正交的气流，即含有原料气体的气体与强制气体在基体上互相混合，因而更易于发生混乱，所以常常难于对所述物流进行控制。例如，在进行大尺寸基体的化学气相沉积或多个基体同时进行化学气相沉积的情况下，难于以均一的浓度在宽范围的基体上提供原料气体。再者，在通过使用前述的三甲基镓、三甲基铟或三甲基铝作为原料气体来进行化学气相沉积的情况下，必须采用的1000°C或更高的基体加热温度导致在基体上形成复杂的气流，因而难以对这种气流进行控制。

一般，以含有原料气体的气体计为较少量的强制气体使得可防止分解产物或反应产物沉积，而按以上计为大量的强制气体对在基体上半导体膜的化学气相沉积有极坏的影响。

发明简述

在这种状况下，本发明的目的之一是提供一种用于进行化学气相沉积的方法和装置，其能够保证使用水平管式反应器产生高质量的晶

体，甚至在进行大型基体的化学气相沉积或多个基体同时进行化学气相沉积、或在高温下进行化学气相沉积的情况下，在与基体相对的管式反应器壁上也不产生分解产物或反应产物的沉积。

从本说明书此后叙述的内容中可明显看出本发明的其它目的。在这种状况下，本发明人进行了广泛的研究和开发以解决在现有技术中存在的上述问题。结果，现已发现，关于使用水平管式反应器进行的化学气相沉积，其中以与基体平行的方向提供原料气体并在与基体垂直的方向上提供强制气体，通过采用如下的方法促进了对气体流动的控制，从而甚至在大型基体进行化学气相沉积或多个基体同时进行化学气相沉积、或在高温下进行化学气相沉积的情况下，可防止分解产物或反应产物在管式反应器壁上沉积，而对在所述基体上的半导体膜的化学气相沉积无极坏的影响，所采用的方法是，其中使在强制气体引入部分的中部的强制气体的流速低于强制气体引入部分圆周部分中的相应流速，或者采用另一替代方法，其中使在原料气体通道中部的强制气体的流速低于上述通道两端部分的对应流速。

也就是说，本发明涉及用于半导体膜的化学气相沉积装置，所述装置包括水平管式反应器，所述反应器装有用于在其上安装基体的基座、用于加热所述基体的加热器、其设置使得在管式反应器中提供的原料气体的方向与所述基体基本上平行的原料气体引入部分、反应气体排出部分、和在与基体相对的管式反应器壁上的强制气体引入部分，其中使从强制气体引入部分向管式反应器提供的强制气体在强制气体引入部分的中部的单位面积的流速小于在强制气体引入部分的圆周部分的对应流速。

另外，本发明涉及半导体膜的化学气相沉积装置，所述装置包括水平管式反应器，所述反应器装有用于在其上安装基体的基座、用于加热所述基体的加热器、其设置使得在管式反应器中提供的原料气体的方向与所述基体基本上平行的原料气体引入部分、反应气体排出部分、和在与基体相对的管式反应器壁上的强制气体引入部分，其中使从强制气体引入部分向管式反应器提供的强制气体在原料气体通道中

部的单位面积的流速小于在所述通道两端的对应流速。

再有，本发明涉及一种化学气相沉积方法，所述方法包括将基体安装在水平管式反应器的基座上，用加热器对所述基体进行加热，在与所述基体基本上平行的方向上提供含有原料气体的气体，由设置在与所述基体相对的管式反应器壁上的强制气体引入部分向所述基体提供强制气体，从而使半导体膜化学气相沉积在所述基体上，所述方法还包括使从强制气体引入部分向管式反应器提供的强制气体在强制气体引入部分的中部的单位面积的流速小于在强制气体引入部分的圆周部分的对应流速。

再有，本发明还涉及一种化学气相沉积方法，所述方法包括将基体安装在水平管式反应器的基座上，用加热器对所述基体进行加热，在与所述基体基本上平行的方向上提供含有原料气体的气体，由设置在与所述基体相对的管式反应器壁上的强制气体引入部分提供强制气体，从而使半导体膜化学气相沉积在所述基体上，所述方法还包括使从强制气体引入部分向管式反应器提供的强制气体在原料气体通道中部的单位面积的流速小于在所述通道两端的对应流速。

附图简要说明

图1为表示本发明由水平管式反应器构成的化学气相沉积装置一种实施例的垂直剖面图；

图2为表示本发明由水平管式反应器构成的化学气相沉积装置一种实施例的水平剖面图；

图3为表示本发明化学气相沉积装置的强制气体引入部分（这种结构使得强制气体在强制气体引入部分的中部的流速小于在强制气体引入部分的圆周部分的流速）的一种实施例的俯视图；

图4为表示本发明化学气相沉积装置的强制气体引入部分（这种结构使得强制气体在原料气体通道中部的流速小于在所述通道两端的流速）的一种实施例的俯视图；

图5为表示强制气体引入部分一种实施例（除图3和4的情况以外）的俯视图。

在图 1 至图 5 中，所述符号具有如下名称：

- 1: 水平管式反应器，
- 2: 基体，
- 3: 基座
- 4: 加热器，
- 5: 原料气体引入部分，
- 6: 反应气体排出部分，
- 7: 强制气体引入部分，
- 8: 多-微孔，
- 9a: 密集多-微孔部分，
- 9b: 稀疏多-微孔部分，
- 9c: 具有较大孔径的多-微孔部分，
- 9d: 具有较小孔径的多-微孔部分，
- 9e: 多-微孔部分，
- 10: 强制气体引入部分的中部，
- 11: 强制气体引入部分的圆周部分，
- 12: 原料气体通道的中部，
- 13: 原料气体通道的端部，
- 14: 原料气体通道，
- 15: 隔板，
- 16: 强制气体通道。

优选实施方案的说明

本发明的化学气相沉积装置和方法均应用于使用水平管式反应器的化学气相沉积，其中以与基体平行的方向来提供含有原料气体的气体，并以与所述基体垂直的方向来提供强制气体。

本发明的化学气相沉积装置是这样的化学气相沉积装置，其中从强制气体引入部分向管式反应器提供的强制气体在强制气体引入部分的中部的单位面积的流速小于在所述部分的圆周部分的对应流速；或者，从强制气体引入部分向管式反应器提供的强制气体在原料气体通道中部的单位面积的流速小于在所述通道两端的对应流速。

本发明化学气相沉积方法是这样的用于进行化学气相沉积的化学气相沉积方法，其中从强制气体引入部分向管式反应器提供的强制气体在强制气体引入部分的中部的单位面积的流速小于在所述部分的圆周部分的对应流速；或者，从强制气体引入部分向管式反应器提供的

强制气体在原料气体通道中部的单位面积的流速小于在所述通道两端的对应流速。

关于本发明的化学气相沉积装置和方法，对基体的任何种类、尺寸和数目、以及原料气体的种类和流速没有任何限制。

但本发明的化学气相沉积装置和方法的特征在于它们充分表现出其工作效力的能力，即可在宽范围的基体上以均匀的浓度来提供原料气体，特别是直径至少为4英寸（101.6mm，近似值）的大型基体进行化学气相沉积或6件基体同时进行化学气相沉积的情况下。所述基体种类的实例为蓝宝石、SiC、氮化镓块等。

另外，本发明的化学气相沉积装置和方法的特征在于它们的充分表现出其工作效力的能力，即在根据原料气体的种类需要将基体加热至1000°C或更高温度来进行化学气相沉积的情况下，可容易地对所述基体上的复杂气流进行控制。使用这类原料气体进行的化学气相沉积的实例是化学气相沉积基于氮化镓化合物的半导体，其中使用三甲基镓、三乙基镓、三甲基铟、三乙基铟、三甲基铝或三乙基铝作为 III 族金属源、和以氨、单甲基胂、二甲基胂、叔丁基胂或三甲基胺作为氮源。这里所提到的“含有原料气体的气体”意义是指通过用如氢、氮、氩、氦或类似物的气体进行稀释来提供的气体。

以下参照图1至图5对本发明的化学气相沉积装置进行详细说明，但其不是对本发明进行限制。

图1是表明本发明由水平管式反应器构成的化学气相沉积装置一种实施例的垂直剖面图；图2是其水平剖面图。在图1和图2中，水平管式反应器1装有基体2、用于保持和旋转所述基体的基座3、用于加热所述基体的加热器4、其设置使得向管式反应器提供的原料气体的方向与所述基体基本平行的原料气体引入部分5、反应气体排出部分6和在与所述基体相对的水平管式反应器壁上的强制气体引入部分7。

关于图1和图2中的化学气相沉积装置，在进行半导体膜化学气相沉积时，由在强制气体引入部分中的多-微孔8向管式反应器提供由惰性气体等对化学气相沉积反应无不良影响物质组成的强制气体。

在前述方式中，所述装置的结构为，使得所述强制气体在与基体相对的反应器壁上形成薄的气体层，并在同时，防止分解产物或反应产物沉积在与基体相对的反应器壁附近。在与所述基体相对的反应器壁和所述基体之间的间距通常为 20mm 或更小，优选 10mm 或更小，更优选为 5mm 或更小。

本发明的化学气相沉积装置是这样的装置，即由水平管式反应器构成，其中从强制气体引入部分 7 向管式反应器提供的强制气体在强制气体引入部分的中部 10 的单位面积的流速小于在所述部分的圆周部分 11 的对应流速，如图 2(A) 所指出的那样；或者，在原料气体通道 14 中部 12 的前述流速小于在所述通道两端 13 的对应流速，如在图 2(B) 所指出的那样。在本发明装置中，从强制气体引入部分向管式反应器提供的强制气体的流速通常由在所述强制气体引入部分提供的多-微孔 8 的稀疏度/密度、尺寸、排布或其组合来进行控制，或者可由多个管线来进行控制。

本发明，其中强制气体在强制气体引入部分的中部的单位面积流速小于在所述部分的圆周部分的对应流速，包括由所述中部向圆周部分阶梯式增加流速的情况以及连续增加流速的情况。

图 3 是表示强制气体引入部分一种实施例的俯视图，其中强制气体在强制气体引入部分的中部的流速小于所述部分圆周部分的对应流速，所述流速由在图 1 中的多-微孔 8 的稀疏度/密度、尺寸、排布等来进行控制。图 4 是表示强制气体引入部分一种实施例的俯视图，其中强制气体在原料气体通道中部流速小于所述通道两端部分的流速，所述流速由在图 1 中的多-微孔 8 的稀疏度/密度、尺寸、排布等来进行控制。图 5 是表示强制气体引入部分一种实施例的俯视图，其中强制气体的流速同时满足图 3 和图 4 中的要求。在图 4 和图 5 中，原料气体的流向为从左向右，反之亦然。

关于图 3 至 5 中的强制气体引入部分，强制气体在强制气体引入部分的中部的流速小于所述部分圆周部分的流速，或在原料气体通道中部的流速小于所述通道两端的流速，所述流速通过调节在图(A)-(D)

中的多-微孔的稀疏度/密度;调节在(B)中的多微孔的尺寸;和调节在(C)中的多微孔排布来进行控制。如在图3至5中所示,本发明中的通常为圆形的强制气体引入部分,但并不仅限于此。通常为圆形、椭圆形或条带形的多-微孔的构型分布,但并不仅限于此。在强制气体引入部分上的多-微孔可由大量直管组来构成,但考虑到其形成薄气体层的能力而优选如石英玻璃的烧坯(sintered compact)。在所述石英玻璃烧坯中制得的孔尺寸没有具体限制,但通常范围为约0.1至3mm,优选为约0.3至2mm,因为粗孔带来的危险是不能使气体均匀地通常所述多-微孔,而过细的孔导致大的压降,从而不能保证预期的气体的流速。

在本发明化学气相沉积装置中在与所述基体相对的管式反应器壁上设置的多-微孔的位置通常位于与所述基体相对的面上,并处于原料气体通道的略上游侧或其附近。通过将多-微孔部分延伸至所述基体的下游侧,可防止管式反应器在其下游侧被污染。几乎总是对应于基体尺寸的多-微孔部分的尺寸根据管式反应器形状、含有原料气体的气体的流速等而变化,因而不能明确指明。其尺寸通常为所述基体面的约0.5至5倍、优选1.0至3.5倍,这意味着在化学气相沉积操作过程中由基体的端面所划过的最外位置所包围的面积。对应的,基体面几乎与由基座外径位置包围的面积相同。

在以下部分中,对本发明化学气相沉积方法进行详细说明。

本发明的化学气相沉积方法是通过使用上述的化学气相沉积装置使化学气相沉积于基体上形成半导体膜的方法,其中从强制气体引入部分向管式反应器提供的强制气体在强制气体引入部分的中部的单位面积的流速小于在所述部分的圆周部分的对应流速;或者,从强制气体引入部分向管式反应器提供的强制气体在原料气体通道中部的单位面积的流速小于在所述通道两端的对应流速。

从强制气体引入部分提供的仅需形成薄气体层的强制气体的流速通常约为含有原料气体的气体流速的 $1/30$ 至 $1/3$,优选 $1/10$ 至 $1/4$,所述含有原料气体的气体流速是以具有与基体表面(face)相同尺寸的

每个多-微孔部分的流速计。当强制气体的流速小于含有原料气体的气体的流速的 $1/30$ 时，导致不能形成薄的气体层，从而不能防止分解产物或反应产物沉积，而当所述流速超过其 $1/3$ 时，会存在对所述基体上的气流形成干扰的危险。

关于本发明的化学气相沉积方法，其中在从强制气体引入部分向管式反应器提供的强制气体在强制气体引入部分的中部的单位面积的流速小于在所述部分的圆周部分的对应流速的情况下，强制气体在其中部的单位面积流速通常为其在所述部分的圆周部分的对应流速的 90% 或更少，优选 50% 或更少；并且，在强制气体在原料气体通道中部的单位面积的流速小于其在所述通道两端的对应流速的情况下，强制气体在原料气体通道中部的单位面积流速通常为其在所述通道两端的对应流速的 90% 或更少，优选 50% 或更少。

只要其不对化学气相沉积反应产生影响，在本发明中对所使用的强制气体没有特别的限制，但可使用选自氢和氮以及惰性气体如氦和氩中的物质。

对进行本发明化学气相沉积方法的温度和压力没有特别的限制。但其可在 600 至 1400°C 范围内的温度和大气压、减压或如 $0.1\text{MPa}/\text{cm}^2\text{G}$ 的高压下来进行操作。

总结本发明的工作效力和优点，以上所述的化学气相沉积装置和方法能够保证得到高质量的晶体，而甚至在进行大型基体的化学气相沉积或多个基体同时进行化学气相沉积、或在高温下进行化学气相沉积的情况下，不会在与基体相对的管式反应器壁上产生任何分解产物或反应产物的沉积。

以下参照对比实施例和实施例对本发明进行更详细的说明，但其无论如何不是要将本发明限制于其中。

实施例 1

《制备化学气相沉积装置》

制备一种化学气相沉积装置，其具有与图 1 所示垂直剖面图和图 2 所示水平剖面图相同的结构，且所述装置由石英制的水平管式反应器

构成, 所述反应器在强制气体引入部分的内宽度为 280mm, 内高度为 20mm, 内长度为 1500mm。均呈圆形的基座和加热器的外径为 260mm。将直径为 2 英寸(约 50.8mm)的一件基体置于所述基座的中部, 将构成总数为 6 件的另外 5 件基体以相同的间隔置于所述基座的圆周部分使得能够同时对所述基体进行加工。

另外, 制备如图 3 所示的强制气体引入部分, 其由石英玻璃烧坏来制得, 且其具有多-微孔部分, 所述多-微孔部分在其中部具有外径为 100mm 的稀疏微孔, 在其圆周部分具有外径为 26mm 的密集微孔, 其中稀疏多-微孔部分与密集多-微孔部分的微孔密度比值为 1: 3, 在强制气体引入部分的多-微孔部分的面积为基体表面的 2.5 倍。

《化学气相沉积实验》

通过使用如此制备的化学气相沉积装置, 以如下方式在各具有 2 英寸(约 50.8mm)直径的蓝宝石基体上实现了 GaN 晶体生长。

将各蓝宝石基体固定在所述基座上, 用氢气来置换在所述反应器中的气氛, 然后经原料气体引入部分的第一通道(在图 1 中位于隔板 15 之下的通道)以 65 l/分钟的流速来提供氢气, 并经在强制气体引入部分中的多-微孔部分以 20 l/分钟的流速来提供氢气, 同时将所述基体加热至 1150°C 来对所述基体进行 10 分钟的热处理。

随后, 将基体温度降至 500°C, 并将所述基体放置至其稳定。然后, 经原料气体引入部分的第一通道来提供氮与氢的混合气体(40 l/分钟氮和 10 l/分钟氢), 经原料气体引入部分的第二通道(图 1 中在隔板 15 之上的通道)来提供含有三甲基镓的氢气(240 μ mol/分钟三甲基镓和 50 l/分钟氢), 并在同时, 经多-微孔部分来提供 50 l/分钟的氮来在低温下进行 5 分钟的 GaN 化学气相沉积。

在于低温下形成生长层后, 终止提供三甲基镓, 将温度升至 1100°C, 并将所述层放置直到其稳定。接着, 经原料气体引入部分的第二通道再次提供含有三甲基镓的氢气(240 μ mol/分钟三甲基镓和 50 l/分钟氢), 并在同时, 经多-微孔部分提供 50 l/分钟的氮来进行 60 分钟的 GaN 化学气相沉积, 其该过程中, 所述基座和所述基体分

别以 12 r. p. m. 和 36 r. p. m. 的转速进行旋转。以这种方式，重复进行 5 次化学气相沉积。

《GaN 膜等的评价》

在化学气相沉积结束后，检测与所述基体相对的管式反应器是否存在固体粘附。结果，未观察到有固体粘附。随后，取出所述基体，测量各基体从中心至其圆周的膜厚度，考虑到在化学气相沉积过程中基体的旋转来评价膜厚度的均匀性。在表 1 中给出了针对放置于所述基座中心部分的一件基体以及放置于其圆周部分的五件基体的膜厚度和其变化范围{(最大 - 最小)/平均}的测量结果。另外，为评价沉积膜的晶体质量和电性能，对 6 件基体进行 X 射线衍射{(002) 面的半值宽度}和孔(迁移率)测量。结果也示于表 1 中，其中在圆周部分的基体的数值代表五个数值的平均值，以下各实施例同样适用。

实施例 2

以与实施例 1 相同的方式来制备化学气相沉积装置，不同之处在于，制备如图 3(B)所示的强制气体引入部分，所述强制气体引入部分由石英玻璃烧坯制成，且其具有多-微孔部分，所述多-微孔部分具有在其中部的外径为 100mm 的小直径微孔、和在其圆周部分的外径为 260mm 的大直径微孔，其中所述小直径与大直径的比值为 1: 2。随后，以与实施例 1 相同的方式进行化学气相沉积实验和 GaN 膜评价等，不同之处是使用刚叙述的化学气相沉积装置。结果也示于表 1 中。

实施例 3

以与实施例 1 相同的方式来制备化学气相沉积装置，不同之处在于，制备如图 3(C)所示的强制气体引入部分，所述强制气体引入部分由石英玻璃烧坯制成，且其在中心部分具有外径为 100mm 的无多-微孔的部分、和在圆周部分的外径为 260mm 的多-微孔部分。随后，以与实施例 1 相同的方式进行化学气相沉积实验和 GaN 膜评价等，不同之处是使用刚叙述的化学气相沉积装置。结果也示于表 1 中。

实施例 4

以与实施例 1 相同的方式来制备化学气相沉积装置，不同之处在

于, 制备如图 4(A)所示的强制气体引入部分, 所述强制气体引入部分由石英玻璃烧坯制成, 且其具有多-微孔部分, 所述多-微孔部分具有在原料气体通道中部部分的宽度为 60mm 的稀疏多-微孔, 并具有在所述通道两端的外径为 260mm 的密集多-微孔。随后, 以与实施例 1 相同的方式来进行化学气相沉积实验和 GaN 膜评价等, 不同之处是使用刚叙述的化学气相沉积装置。结果也示于表 1 中。

实施例 5

以与实施例 1 相同的方式来制备化学气相沉积装置, 不同之处在于, 制备如图 4(B)所示的强制气体引入部分, 所述强制气体引入部分由石英玻璃烧坯制成, 且其具有多-微孔部分, 所述多-微孔部分具有在原料气体通道中部部分的宽度为 60mm 的小直径微孔, 并具有在所述通道两端的外径为 260mm 的大直径微孔。随后, 以与实施例 1 相同的方式来进行化学气相沉积实验和 GaN 膜评价等, 不同之处是使用刚叙述的化学气相沉积装置。结果也示于表 1 中。

实施例 6

以与实施例 1 相同的方式来制备化学气相沉积装置, 不同之处在于, 制备如图 4(C)所示的强制气体引入部分, 所述强制气体引入部分由石英玻璃烧坯制成, 且其具有在原料气体通道中部部分的宽度为 60mm 的无多-微孔的部分, 并具有在所述通道两端的外径为 260mm 的多-微孔部分。随后, 以与实施例 1 相同的方式来进行化学气相沉积实验和 GaN 膜评价等, 不同之处是使用刚叙述的化学气相沉积装置。结果也示于表 1 中。

对比实施例 1

以与实施例 1 相同的方式来制备化学气相沉积装置, 不同之处在于, 制备一种强制气体引入部分, 所述强制气体引入部分由石英玻璃烧坯制成, 且其具有在完全均匀的外径为 260mm 的多-微孔部分。随后, 以与实施例 1 相同的方式来进行化学气相沉积实验和 GaN 膜评价等, 不同之处是使用刚叙述的化学气相沉积装置。结果也示于表 1 中。

表 1

	强制气体 引入部分	基体位置	膜厚度 (μm)	变化范围 (%)	半值宽度 (arcsec)	迁移率 (cm^2/vs)	固体粘附
实施例 1	图 3(A)	中心	2.48	2	232	193.5	无
		圆周	2.43	2	240	178.3	
实施例 2	图 3(B)	中心	1.74	3	242	166.8	无
		圆周	1.78	3	273	136.1	
实施例 3	图 3(C)	中心	1.72	3	267	141.3	无
		圆周	1.78	3	312	134.1	
实施例 4	图 4(A)	中心	2.76	2	368	231.6	无
		圆周	2.72	2	320	230.4	
实施例 5	图 4(B)	中心	2.61	3	220	218.0	无
		圆周	2.56	2	241	220.6	
实施例 6	图 4(C)	中心	1.62	3	284	144.2	无
		圆周	1.58	3	362	140.1	
对比实施 例 1	均匀多- 微孔	中心	1.54	4	378	128.1	无
		圆周	1.47	5	446	122.2	

[注] 中心: 中心部分, 圆周: 圆周部分

从前述的结果可确认, 本发明的化学气相沉积装置和方法能够保证用于沉积 GaN 膜且需要 1000°C 或更高温度的化学气相沉积的 GaN 膜有极好的电性能和均一性, 而无论位置是在中部还是在圆周部分都不受影响。

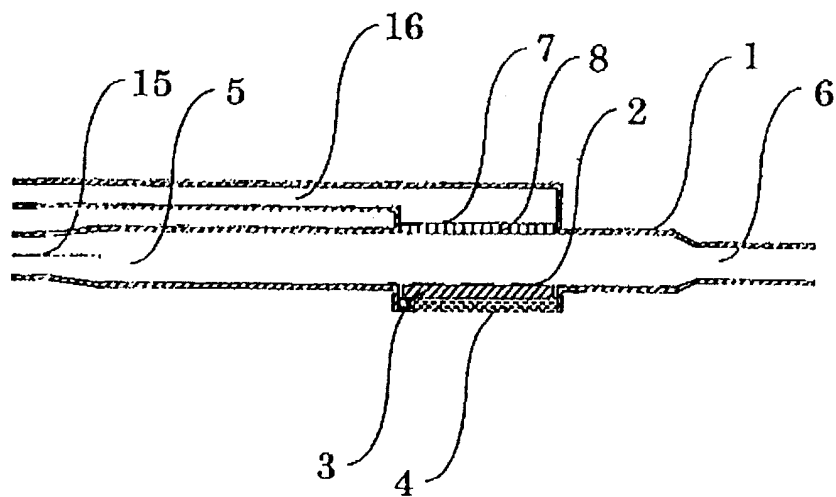


图 1

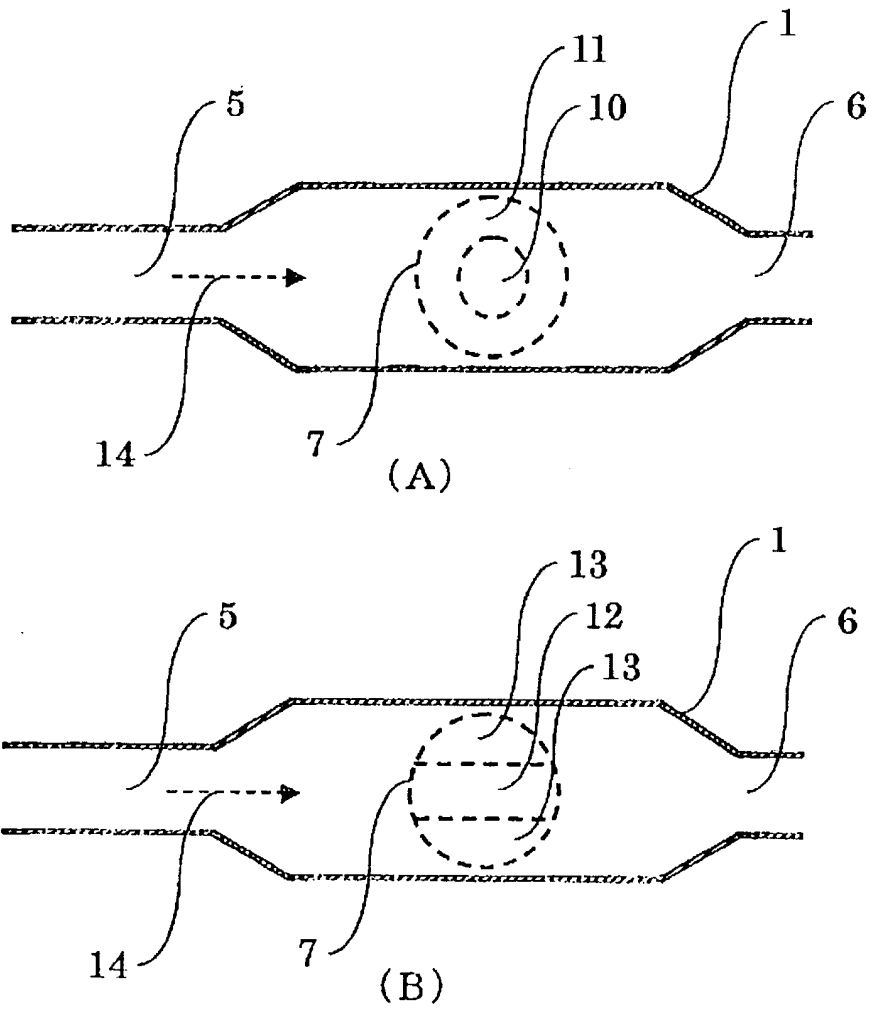


图 2

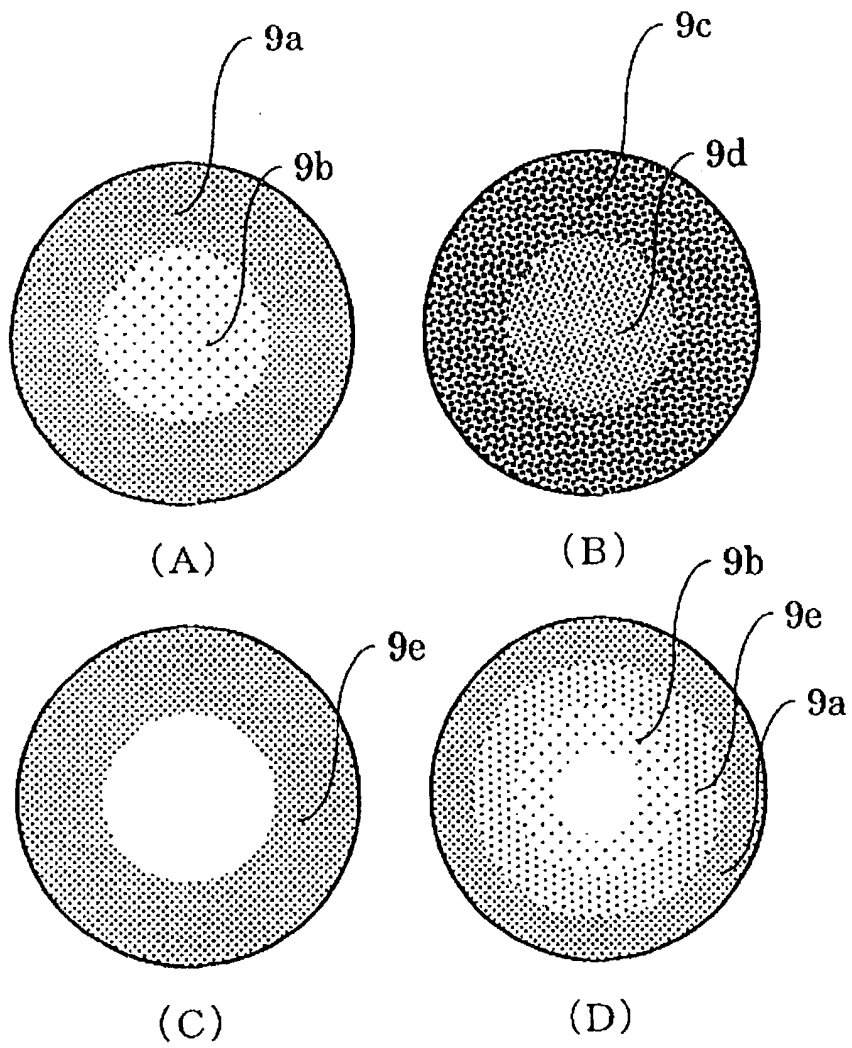


图 3

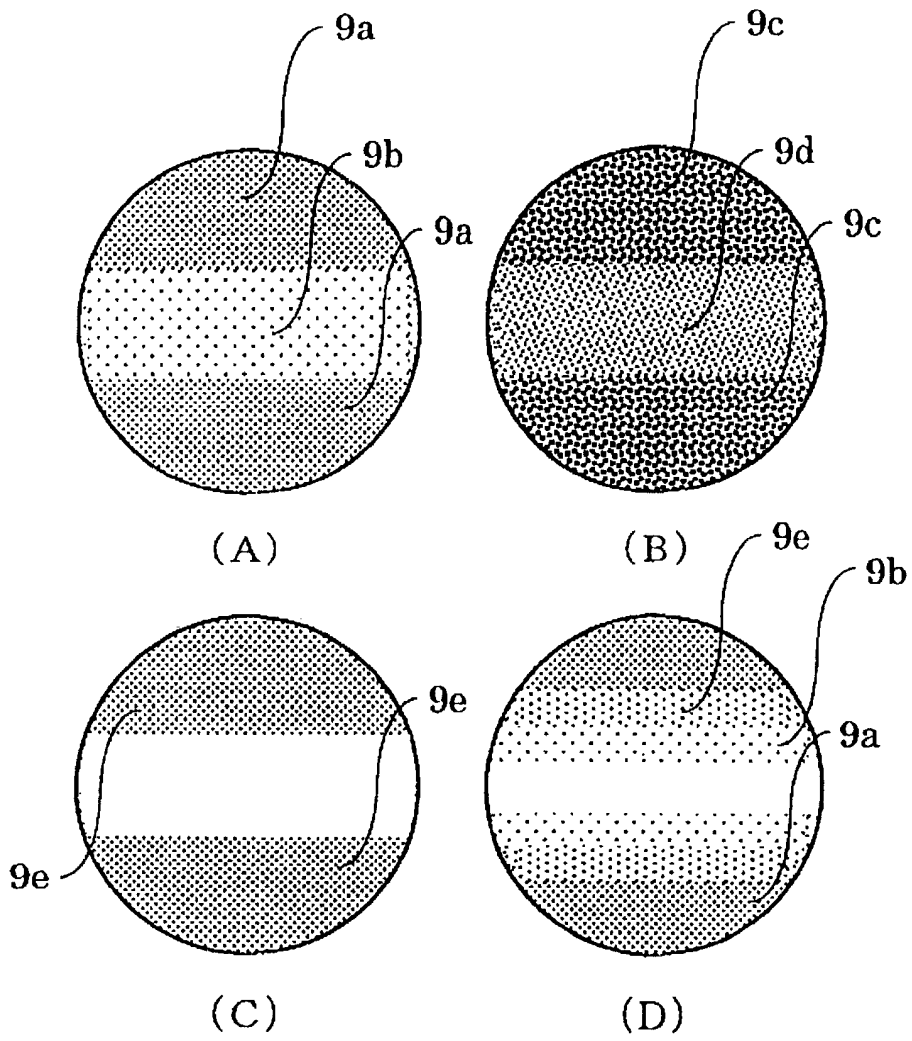


图 4

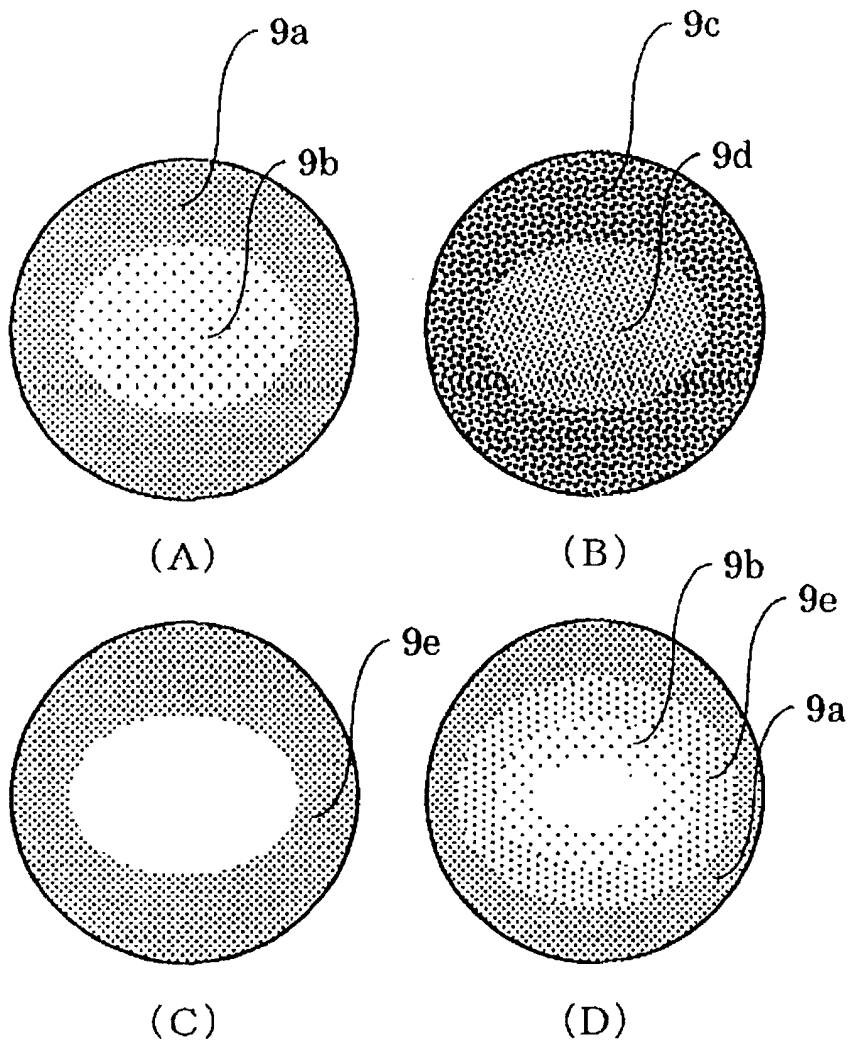


图 5