



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103966574 B

(45)授权公告日 2017.04.12

(21)申请号 201410041218.1

(22)申请日 2014.01.28

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103966574 A

(43)申请公布日 2014.08.06

(30)优先权数据

2013-016015 2013.01.30 JP

(73)专利权人 纽富来科技股份有限公司

地址 日本神奈川县

(72)发明人 山田拓未 佐藤裕辅

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 庞乃媛 黄剑锋

(51)Int.Cl.

C23C 16/455(2006.01)

G30B 25/14(2006.01)

H01L 21/205(2006.01)

(56)对比文件

CN 1611637 A, 2005.05.04, 说明书第7-8页
实施例1.

US 20120012049 A1, 2012.01.19, 全文.

审查员 原霞

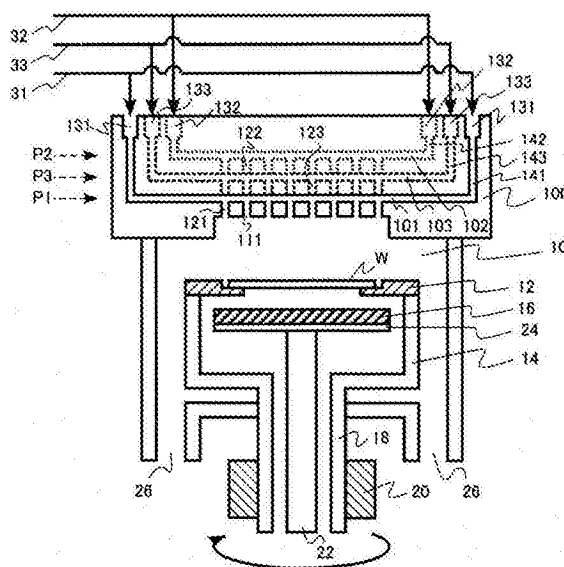
权利要求书2页 说明书11页 附图6页

(54)发明名称

气相生长装置及气相生长方法

(57)摘要

本发明的实施形态的气相生长装置,具备:反应室;配置在反应室的上部,具有配置在第1水平面内、互相平行地延伸的多个第1横向气体流路,与第1横向气体流路连接、沿纵向延伸、在反应室一侧具有第1气体喷出孔的多个第1纵向气体流路,配置在比第1水平面靠上方的第2水平面内、沿与第1横向气体流路相同的方向互相平行延伸的多个第2横向气体流路,以及与第2横向气体流路连接、经过第1横向气体流路之间沿纵向延伸、在反应室一侧具有第2气体喷出孔的多个第2纵向流路,给反应室内提供气体的淋浴板;以及设置在反应室内的上述淋浴板下方,能够载置基板的支承部。



1. 一种气相生长装置,其特征在于,具备:

反应室;

淋浴板,被配置在上述反应室的上部,具有:提供第1工作气体的第1气体供给通道;与上述第1气体供给通道连接的一对第1歧管;配置在比上述一对第1歧管靠下方的第1水平面内、互相平行地延伸的多个第1横向气体流路;在上述第1横向气体流路的两端部连接上述一对第1歧管和上述第1横向气体流路、沿纵向延伸的第1连接流路;与上述第1横向气体流路连接、沿纵向延伸、在上述反应室一侧具有第1气体喷出孔的多个第1纵向气体流路;提供与上述第1工作气体不同的第2工作气体的第2气体供给通道;与上述第2气体供给通道连接的一对第2歧管;配置在比上述一对第2歧管靠下方并且比上述第1水平面靠上方的第2水平面内、沿与上述第1横向气体流路相同的方向而互相平行延伸的多个第2横向气体流路;在上述第2横向气体流路的两端部连接上述一对第2歧管和上述第2横向气体流路、沿纵向延伸的第2连接流路;以及与上述第2横向气体流路连接、经过上述第1横向气体流路之间沿纵向延伸、在上述反应室一侧具有第2气体喷出孔的多个第2纵向气体流路;该淋浴板给上述反应室内提供气体;以及,

支承部,被设置在上述反应室内的上述淋浴板下方,能够载置基板。

2. 如权利要求1所述的气相生长装置,其特征在于,上述第2纵向气体流路的内径比上述第1纵向气体流路的内径大。

3. 如权利要求1所述的气相生长装置,其特征在于,相邻的上述第2纵向气体流路的间隔比相邻的上述第1纵向气体流路的间隔小。

4. 如权利要求1所述的气相生长装置,其特征在于,上述第2横向气体流路的内径比上述第1横向气体流路的内径大。

5. 如权利要求1所述的气相生长装置,其特征在于,存在被连接的上述第1纵向气体流路的数量为 k 个的第1a横向气体流路(k)和为 n 个的第1b横向气体流路(n),其中: k 为1以上的整数, $k < n$, n 为2以上的整数,与上述第1a横向气体流路(k)连接的上述第1连接流路的流体阻力比与上述第1b横向气体流路(n)连接的上述第1连接流路的流体阻力大;或者,

存在被连接的上述第2纵向气体流路的数量为 k 个的第2a横向气体流路(k)和为 n 个的第2b横向气体流路(n),其中: k 为1以上的整数, $k < n$, n 为2以上的整数,与上述第2a横向气体流路(k)连接的上述第2连接流路的流体阻力比与上述第2b横向气体流路(n)连接的上述第2连接流路的流体阻力大。

6. 如权利要求5所述的气相生长装置,其特征在于,与上述第1a横向气体流路(k)连接的上述第1连接流路的内径,比与上述第1b横向气体流路(n)连接的上述第1连接流路的内径小,或者,

与上述第2a横向气体流路(k)连接的上述第2连接流路的内径,比与上述第2b横向气体流路(n)连接的上述第2连接流路的内径小。

7. 一种使用了气相生长装置的气相生长方法,气相生长装置具备:反应室;淋浴板,被配置在上述反应室的上部,具有:提供第1工作气体的第1气体供给通道;与上述第1气体供给通道连接的一对第1歧管;配置在比上述一对第1歧管靠下方的第1水平面内、互相平行地延伸的多个第1横向气体流路;在上述第1横向气体流路的两端部连接上述一对第1歧管和上述第1横向气体流路、沿纵向延伸的第1连接流路;与上述第1横向气体流路连接、沿纵向

延伸、在上述反应室一侧具有第1气体喷出孔的多个第1纵向气体流路；提供与上述第1工作气体不同的第2工作气体的第2气体供给通道；与上述第2气体供给通道连接的一对第2歧管；配置在比上述一对第2歧管靠下方并且比上述第1水平面靠上方的第2水平面内、沿与上述第1横向气体流路相同的方向而互相平行延伸的多个第2横向气体流路；在上述第2横向气体流路的两端部连接上述一对第2歧管和上述第2横向气体流路、沿纵向延伸的第2连接流路；以及与上述第2横向气体流路连接、经过上述第1横向气体流路之间沿纵向延伸、在上述反应室一侧具有第2气体喷出孔的多个第2纵向气体流路；该淋浴板给上述反应室内提供气体；以及支承部，被设置在上述反应室内的上述淋浴板下方，能够载置基板；该气相生长方法的特征在于，

将基板载置到上述支承部上；

加热上述基板；

从上述第1和第2气体喷出孔分别喷出第1工作气体和第2工作气体；

在上述基板表面形成半导体膜。

8. 如权利要求7所述的气相生长方法，其特征在于，上述第2纵向气体流路的内径比上述第1纵向气体流路的内径大；

上述第2横向气体流路的内径比上述第1横向气体流路的内径大；

给上述第2横向气体流路提供动粘度比提供给上述第1横向气体流路的第1工作气体小的第2工作气体，从上述第2气体喷出孔喷出动粘度比从上述第1气体喷出孔喷出的第1工作气体小的上述第2工作气体。

气相生长装置及气相生长方法

技术领域

[0001] 本发明涉及提供气体进行成膜的气相生长装置及气相生长方法。

背景技术

[0002] 作为成膜品质高并且厚的半导体膜的方法,有通过气相生长在晶片等基板上生长单晶膜的外延生长技术。使用外延生长技术的气相生长装置中将晶片载置在保持在常压或减压的反应室内的支承部上。并且,边加热该晶片边从反应室上部的例如淋浴板给晶片表面提供成为成膜原料的源气体(ソースガス)等生产气体。在晶片表面产生源气体的热反应等,在晶片表面形成外延单晶膜。

[0003] 近年,作为发光装置或动力装置的材料,GaN(氮化镓)类半导体装置被注目。作为将GaN类半导体成膜的外延生长技术,有金属有机化学气相沉积法(MOCVD法)。金属有机化学气相沉积法使用例如三甲基镓(TMG)、三甲基铟(TMI)、三甲基铝(TMA)等有机金属或氨(NH₃)等作为源气体。并且,为了抑制源气体之间的反应,有时使用氢(H₂)等作为隔离气体。

[0004] 外延生长技术——尤其是MOCVD法,为了在晶体表面进行均匀的成膜,使源气体和隔离气体等适当地混合,以均匀的整流状态提供给晶片表面变得重要。日本JP-A2001-81569中记载了为了使不同的气体适当地混合,在将源气体导入反应室之前将其分离到不同的气体扩散室中的结构。

发明内容

[0005] 本发明提供使生产气体流均匀并且稳定、能够在基板上形成均匀的膜的气相生长装置及气相生长方法。

[0006] 本发明一个形态的气相生长装置的特征在于,具备:反应室;淋浴板,被配置在上述反应室的上部,具有:配置在第1水平面内、互相平行地延伸的多个第1横向气体流路;与上述第1横向气体流路连接、沿纵向延伸、在上述反应室一侧具有第1气体喷出孔的多个第1纵向气体流路;配置在比上述第1水平面靠上方的第2水平面内、沿与上述第1横向气体流路相同的方向而互相平行延伸的多个第2横向气体流路;以及与上述第2横向气体流路连接、经过上述第1横向气体流路之间沿纵向延伸、在上述反应室一侧具有第2气体喷出孔的多个第2纵向气体流路;该淋浴板给上述反应室内提供气体;以及,支承部,被设置在上述反应室内的上述淋浴板下方,能够载置基板。

[0007] 本发明的一个形态的气相生长方法为使用了气相生长装置的气相生长方法,气相生长装置具备:反应室;淋浴板,被配置在上述反应室的上部,具有:配置在第1水平面内而互相平行地延伸的多个第1横向气体流路;与上述第1横向气体流路连接、沿纵向延伸、在上述反应室一侧具有第1气体喷出孔的多个第1纵向气体流路;配置在比上述第1水平面靠上方的第2水平面内、沿与上述第1横向气体流路相同的方向而互相平行延伸的多个第2横向气体流路;以及与上述第2横向气体流路连接、经过上述第1横向气体流路之间沿纵向延伸、在上述反应室一侧具有第2气体喷出孔的多个第2纵向气体流路,该淋浴板给上述反应室内

提供气体；以及支承部，被设置在上述反应室内的上述淋浴板下方，能够载置基板；该气相生长方法的特征在于，将基板载置到上述支承部上；加热上述基板；从上述第1和第2气体喷出孔喷出工作气体；在上述基板表面形成半导体膜。

附图说明

- [0008] 图1为第1实施形态的气相生长装置的示意剖视图；
- [0009] 图2为第1实施形态的淋浴板的示意仰视图；
- [0010] 图3为图2的淋浴板的A-A剖视图；
- [0011] 图4A、4B、4C为图2的淋浴板的B-B、C-C、D-D剖视图；
- [0012] 图5为第2实施形态的淋浴板的示意仰视图；
- [0013] 图6为图5的淋浴板的E-E剖视图；
- [0014] 图7为第3实施形态的淋浴板的示意仰视图；
- [0015] 图8为图7的淋浴板的F-F剖视图；
- [0016] 图9为说明第3实施形态的淋浴板的效果的图。

具体实施方式

- [0017] 下面参照附图说明本发明的实施形态。
- [0018] 另外，在本说明书中，将气相生长装置设置成能够成膜的状态下的重力方向定义为“下”，将其反方向定义为“上”。因此，“下部”意指相对于基准的重力方向的位置，“下方”意指相对于基准的重力方向。并且，“上部”意指相对于基准的与重力方向相反方向的位置，“上方”意指相对于基准的与重力方向相反的方向。并且，“纵向”为重力方向。
- [0019] 并且，本说明书中，“水平面”意指与重力方向垂直的面。
- [0020] 并且，本说明书中，“生产气体”为用来向基板上成膜的气体的总称，采用例如包含源气体、载体气体、隔离气体等的概念。
- [0021] （第1实施形态）
- [0022] 本实施形态的气相生长装置为具备反应室，配置在反应室的上部、给反应室内提供气体的淋浴板，以及设置在反应室内的淋浴板下方、能够载置基板的支承部的气相生长装置。并且，淋浴板具备：配置在第1水平面内、互相平行地延伸的多个第1横向气体流路，与第1横向气体流路连接、沿纵向延伸、在反应室一侧具有第1气体喷出孔的多个第1纵向气体流路。并且具备：配置在比第1水平面靠上方的第2水平面内、沿与第1横向气体流路相同的方向互相平行延伸的多个第2横向气体流路，以及与第2横向气体流路连接、经过第1横向气体流路之间沿纵向延伸、在反应室一侧具有第2气体喷出孔的多个第2纵向流路。
- [0023] 本实施形态的气相生长装置通过具备上述结构，能够缩小将生产气体喷出到反应室内的气体喷出孔之间的间隔，能够增大气体喷出孔的配置密度。同时，通过减小生产气体到达气体喷出孔的气体流路的流体阻力，能够使从气体喷出孔喷出的气体的流量分布均匀化。因此，根据本实施形态的气相生长装置，能够在基板上生长膜厚、膜质等的均匀性优良的膜。
- [0024] 以下，以使用MOCVD法（金属有机化学气相沉积法）外延生长Ga₂N（氮化镓）的情况为例进行说明。

[0025] 图1为本实施形态的气相生长装置的示意剖视图。本实施形态的气相生长装置为单片(枚葉)型外延生长装置。

[0026] 如图1所示,本实施形态的外延生长装置具备例如不锈钢制的圆筒状中空体反应室10。并且,具备配置在该反应室10上部、将生产气体提供给反应室10内的淋浴板(或喷射头)100。

[0027] 并且,具备设置在反应室10内的淋浴板100的下方、能够载置半导体晶片(基板)W的支承部12。支承部12为例如在中心部设置开口部的环形支架或者与半导体晶片W背面的几乎整个面接触的结构。基座。

[0028] 并且,在支承部12的下方具备将支承部12配置在其上面并旋转的旋转体单元14和用辐射热加热载置在支承部12上的晶片W的作为加热部16的加热器。其中,旋转体单元14的旋转轴18与位于下方的旋转驱动机构20连接。并且,利用旋转驱动机构20能够使半导体晶片W以其中心作为旋转中心进行例如300rpm~1000rpm的高速旋转。

[0029] 圆筒状旋转体单元14的直径希望与支承部12的外周径大致相同。并且,圆筒状的旋转轴18与用来将中空的旋转体单元14内排气的真空泵(未图示)连接。也可以是利用真空泵的吸引将半导体晶片W真空吸附在支承部12上的结构。另外,旋转轴18通过真空密封部件旋转自由地设置在反应室10的底部。

[0030] 并且,加热部16固定设置在固定于贯穿旋转轴18内部的支承轴22上的支承台24上。在该支承台24上设置有用来将半导体晶片W从支承部12上装卸的例如上顶销(未图示)。

[0031] 而且,在反应室10的底部具备将源气体在半导体晶片W表面等反应后的反应生成物及反应室10的残留气体排出到反应室10外部的的气体排出部26。另外,气体排出部26与真空泵(未图示)连接。

[0032] 并且,本实施形态的外延生长装置具备提供第1生产气体的第1气体供给通道31、提供第2生产气体的第2气体供给通道32以及提供第3生产气体的第3气体供给通道33。

[0033] 在例如用MOCVD法在半导体晶片W上成膜GaN的单晶膜的情况下,例如作为第1生产气体,将氢气(H₂)作为隔离气体提供。并且,例如作为第2生产气体提供成为氮(N)的源气体的氨(NH₃)。并且例如作为第3生产气体提供用载体气体氢(H₂)稀释了作为Ga(镓)的源气体的有机金属三甲基镓(TMG)的气体。

[0034] 其中,作为第1工作气体的隔离气体为通过从第1气体喷出孔111喷出分离从第2气体喷出孔112喷出的第2工作气体(这里为氨)和从第3气体喷出孔113喷出的第3工作气体(这里为TMG)的气体。例如,希望使用缺乏与第2工作气体和第3工作气体的反应性的气体。

[0035] 另外,图1所示的单片型外延生长装置在反应室10的侧壁地方设置用来供半导体晶片出入的未图示的晶片出入口及闸门阀。并且,也可以在用该闸门阀连接的例如加载互锁真空室(未图示)与反应室10之间,能够用装卸臂搬送半导体晶片W地构成。其中,例如用合成石英形成的装卸臂能够插入淋浴板100与支承部12之间的空间内。

[0036] 以下详细说明本实施形态的淋浴板100。图2为本实施形态的淋浴板的示意仰视图。图3为图2的A-A剖视图,图4A、4B、4C分别为图2的B-B剖视图,C-C剖视图及D-D剖视图。

[0037] 淋浴板100为例如规定厚度的板状形状。淋浴板100例如用不锈钢或铝合金等金属材料形成。

[0038] 在淋浴板100的内部形成有多个第1横向气体流路101、多个第2横向气体流路102、

多个第3横向气体流路103。多个第1横向气体流路101配置在第1水平面(P1)内、互相平行延伸。多个第2横向气体流路102配置在比第1水平面靠上方的第2水平面(P2)内、互相平行延伸。多个第3横向气体流路103配置在比第1水平面靠上方、比第2水平面靠下方的第3水平面(P3)内、互相平行延伸。

[0039] 并且,具备与第1横向气体流路101连接、沿纵向延伸、在反应室10一侧具有第1气体喷出孔111的多个第1纵向气体流路121。并且具备与第2横向气体流路102连接、沿纵向延伸、在反应室10一侧具有第2气体喷出孔112的多个第2纵向气体流路122。第2纵向气体流路122通过2条第1横向气体流路101之间。而且具备与第3横向气体流路103连接、沿纵向延伸、在反应室10一侧具有第3气体喷出孔113的多个第3纵向气体流路123。第3纵向气体流路123通过2条第1横向气体流路101之间。

[0040] 第1横向气体流路101、第2横向气体流路102、第3横向气体流路103为在板状淋浴板100内沿水平方向形成的横孔。并且,第1纵向气体流路121、第2纵向气体流路122、第3纵向气体流路123为在板状淋浴板100内沿重力方向(纵向或垂直方向)形成的纵孔。

[0041] 第1、第2和第3横向气体流路101、102、103的内径比各自对应的第1、第2和第3纵向气体流路121、122、123的内径大。图3、4A、4B、4C中第1、第2和第3横向气体流路101、102、103、第1、第2和第3纵向气体流路121、122、123的截面形状为圆形,但并不局限于圆形,也可以是椭圆形、矩形、多边形等其他形状。

[0042] 淋浴板100具备:与第1气体供给通道31连接、设置在比第1水平面(P1)靠上方的第1歧管131,以及,在第1横向气体流路101的端部连接第1歧管131和第1横向气体流路101、沿纵向延伸的第1连接流路141。

[0043] 第1歧管131具备将从第1气体供给通道31供给的第1工作气体通过第1连接流路141分配给多个第1横向气体流路101的功能。被分配的第1工作气体从多个第1纵向气体流路121的第1气体喷出孔111导入反应室10。

[0044] 第1歧管131具备沿与第1横向气体流路101正交的方向延伸的例如中空长方体形状。本实施形态中第1歧管131设置在第1横向气体流路101的两端部,但也可以设置在任意一端部上。

[0045] 并且,淋浴板100具备:与第2气体供给通道32连接、设置在比第1水平面(P1)靠上方的第2歧管132,以及,在第2横向气体流路102的端部连接第2歧管132和第2横向气体流路102、沿纵向延伸的第2连接流路142。

[0046] 第2歧管132具备将从第2气体供给通道32提供的第2工作气体通过第2连接流路142分配给多个第2横向气体流路102的功能。被分配的第2工作气体从多个第2纵向气体流路122的第2气体喷出孔112导入反应室10。

[0047] 第2歧管132具备沿与第2横向气体流路102正交的方向延伸的例如中空长方体形状。本实施形态中第2歧管132设置在第2横向气体流路102的两端部,但也可以设置在任意一个端部。

[0048] 而且,淋浴板100具备:与第3气体供给通道33连接、设置在比第1水平面(P1)靠上方的第3歧管133,以及,在第3横向气体流路103的端部连接第3歧管133和第3横向气体流路103、沿垂直方向延伸的第3连接流路143。

[0049] 第3歧管133具备将从第3气体供给通道33提供的第3工作气体通过第3连接流路143

分配给多个第3横向气体流路103的功能。被分配的第3工作气体从多个第3纵向气体流路123的第3气体喷出孔113导入反应室10。

[0050] 从确保成膜的均匀性观点出发,一般希望从作为工作气体供给口设置在淋浴板上的气体喷出孔喷出到反应室10内的工作气体的流量在各气体喷出孔之间是均匀的。根据本实施形态的淋浴板100,将工作气体分配给多个横向气体流路,再分配给纵向流路,从气体喷出孔喷出。利用该结构,能够用简单的结构提高从各气体喷出孔之间喷出的工作气体流量的均匀性。

[0051] 并且,从进行均匀的成膜的观点触发,希望配置的气体喷出孔的配置密度尽可能地大。可是,本实施形态这样设置互相平行的多个横向气体流路的结构如果要增大气体喷出孔的密度,则在气体喷出孔的配置密度与横向气体流路的直径之间产生折中。

[0052] 因此,由于缩小横向气体流路的内径,横向气体流路的流体阻力上升,在横向气体流路的伸长方向,从气体喷出孔喷出的工作气体流量的流量分布变大,存在从各气体喷出孔之间喷出的工作气体流量的均匀性恶化的担忧。

[0053] 根据本实施形态,采用将第1横向气体流路101、第2横向气体流路102及第3横向气体流路103设置在不同的水平面上的阶层结构。利用该结构,横向气体流路内径扩大的余量提高。因此,提高气体喷出孔的密度并且抑制横向气体流路的内径引起的流量分布扩大。结果,能够使喷出到反应室10内的工作气体的流量分布均匀化,能够提高成膜的均匀性。

[0054] 接着,以外延生长GaN的情况为例说明本实施形态的气相生长方法。

[0055] 本实施形态的气相生长方法使用图1所示的单片型外延生长装置。

[0056] 首先,将半导体晶片W载置到反应室10内的支承部12上。其中,例如打开反应室10的晶片出入口的闸门阀(未图示)、利用装卸臂将加载互锁真空室内的半导体晶片W搬运到反应室10内。并且,半导体晶片W通过例如往上顶销(未图示)而载置到支承部12上,装卸臂回到加载互锁真空室,闸门阀被关闭。

[0057] 然后,使未图示的真空泵动作,从气体排出部26排出反应室10内的气体,变成规定的真空度。其中,载置到支承部12上的半导体晶片W用加热部16预加热到规定温度。再提高加热部16的加热功率使半导体晶片W升温到外延生长温度。

[0058] 然后,用上述真空泵继续进行排气,同时边使旋转体单元14以规定的速度旋转,边从第1至第3气体喷出孔111、112、113喷出规定的第1至第3工作气体。第1工作气体从第1气体供给通道31经由第1歧管131、第1连接流路141、第1横向气体流路101、第1纵向气体流路121从第1气体喷出孔111喷出到反应室10内。并且,第2工作气体从第2气体供给通道32经由第2歧管132、第2连接流路142、第2横向气体流路102、第2纵向气体流路122从第2气体喷出孔112喷出到反应室10内。并且,第3工作气体从第3气体供给通道33经由第3歧管133、第3连接流路143、第3横向气体流路103、第3纵向气体流路123从第3气体喷出孔113喷出到反应室10内。

[0059] 在于半导体晶片W上生长GaN的情况下,例如第1工作气体为隔离气体氢,第2工作气体为氮的源气体氨,第3工作气体为用载体气体氢稀释过的镓的源气体TMG。

[0060] 从第1至第3气体喷出孔111、112、113喷出的第1至第3工作气体适当混合,以整流状态提供到半导体晶片W上。由此,在半导体晶片W表面通过外延生长形成例如GaN(氮化镓)的单晶膜。

[0061] 然后,在外延生长结束时,停止从第1至第3气体喷出孔111、112、113的第1至第3工作气体的喷出,阻断工作气体向半导体晶片W上提供,结束单晶膜的生长。

[0062] 成膜后,开始半导体晶片W的降温。这里例如这样地进行调整:使旋转体单元14的旋转停止,变成将形成了单晶膜的半导体晶片W载置在支承部12上的状态,使加热部16的加热功率回到初始,下降到预加热温度。

[0063] 接着,在半导体晶片W稳定到规定的温度后,例如用上顶销将半导体晶片W从支承部12装卸。并且,再次打开闸门阀将装卸臂插入淋浴板100与支承部12之间,将半导体晶片W载置到其上。然后,使载置着半导体晶片W的装卸臂回到加载互锁真空室。

[0064] 像上述那样,一次对半导体晶片W的成膜结束,例如继续对其他的半导体晶片W的成膜能够依照与上述相同的工艺步骤进行。

[0065] 本实施形态的气相生长方法中,通过使用图1所示的外延生长装置,能够使生产气体流均匀并且稳定,能够在基板上形成膜厚和膜质等均匀性良好的膜。

[0066] (第2实施形态)

[0067] 本实施形态的气相生长装置在以下几点与第1实施形态不同:淋浴板的第2纵向气体流路的内径比第1纵向气体流路的内径大,并且相邻的第2纵向气体流路之间的间隔比相邻的第1纵向气体流路的间隔小这一点,以及第2横向气体流路的内径比第1横向气体流路的内径大这一点。并且,具备提供第1生产气体的第1气体供给通道以及提供动粘度比第1生产气体小的第2生产气体的第2气体供给通道。并且,第1气体供给通道与第1横向气体流路相连,第2气体供给通道与第2横向气体流路相连。以下,对于与第1实施形态重复的内容,省略部分叙述。

[0068] 根据本实施形态,通过抑制动粘度小的生产气体喷出时的流速,能够抑制从相邻的气体喷出孔喷出的动粘度高的生产气体卷入。因此,能够提高生产气体的整流性,能够实现膜厚和膜质等的均匀性高的成膜。

[0069] 图5为本实施形态的淋浴板的示意仰视图。图6为图5的E-E剖视图。

[0070] 与第1实施形态同样,在淋浴板200的内部形成有多个第1横向气体流路101、多个第2横向气体流路102、多个第3横向气体流路103。多个第1横向气体流路101配置在第1水平面(P1)内、互相平行延伸。多个第2横向气体流路102配置在比第1水平面靠上方的第2水平面(P2)内、互相平行延伸。多个第3横向气体流路103配置在比第1水平面靠上方、比第2水平面靠下方的第3水平面(P3)内,互相平行延伸。

[0071] 并且,具备与第1横向气体流路101连接、沿纵向延伸、在反应室10一侧具有第1气体喷出孔111的多个第1纵向气体流路121。并且具备与第2横向气体流路102连接、沿纵向延伸、在反应室10一侧具有第2气体喷出孔112的多个第2纵向气体流路122。第2纵向气体流路122通过第1横向气体流路101之间。而且具备与第3横向气体流路103连接、沿纵向延伸、在反应室10一侧具有第3气体喷出孔113的多个第3纵向气体流路123。第3纵向气体流路123通过第1横向气体流路101之间。

[0072] 其中,第2纵向气体流路122的内径比第1纵向气体流路121的内径大。另外,第3纵向气体流路123的内径例如与第1纵向气体流路121的内径相同。并且,使第1纵向气体流路121的内径与第1气体喷出孔111的直径、第2纵向气体流路122的内径与第2气体喷出孔112的直径、第3纵向气体流路123的内径与第3气体喷出孔113的直径分别相等地形成。

[0073] 并且,相邻的第2纵向气体流路122的中心之间的间隔比相邻的第1纵向气体流路121的中心之间的间隔小。换言之,第2气体喷出孔112的中心之间的间隔比第1气体喷出孔111的中心之间的间隔窄。其中,相邻的第3纵向气体流路123的中心之间的间隔例如与相邻的第1纵向气体流路121的中心之间的间隔相等。即,第3气体喷出孔113的中心之间的间隔与第1气体喷出孔的中心之间的间隔相等。

[0074] 而且,第2横向气体流路102的内径比第1横向气体流路101的内径大。

[0075] 并且,本实施形态的外延生长装置与图1所示的第1实施形态的外延生长装置同样,具备提供第1生产气体的第1气体供给通道31、提供第2生产气体的第2气体供给通道32以及提供第3生产气体的第3气体供给通道33。

[0076] 第2生产气体的动粘度比第1生产气体的小。并且,第3生产气体的动粘度例如与第1生产气体的动粘度相等。即,第3生产气体的动粘度比第2生产气体的动粘度大。

[0077] 其中,动粘度(ν)为将流体的绝对粘度(μ)除以密度(ρ)的值。用 $\nu = \mu / \rho$ 表示。动粘度为定性表示流体本身的流动难度的指标,动粘度小的,流体流动变得容易。

[0078] 在用MOCVD法在半导体晶片W上形成GaN单晶膜的情况下,例如作为第1生产气体,将氢气(H_2)作为隔离气体提供。并且,例如作为第2生产气体提供成为氮(N)的源气体的氨(NH_3)。并且例如作为第3生产气体提供用载体气体氢(H_2)稀释了作为Ga(镓)的源气体的三甲基镓(TMG)的气体。

[0079] 这种情况下,第2生产气体氨(NH_3)与第1生产气体氢气(H_2)相比,动粘度小。

[0080] 成膜GaN时,第2生产气体氨(NH_3)从第2气体喷出孔112喷出,第1生产气体氢气(H_2)从相邻的第1气体喷出孔111喷出。此时,通过使动粘度比氢小的氨的喷出速度比动粘度大的氢的喷出速度快,氨的动压变大,存在由于氢被吸引产生紊流,生产气体的流动恶化的担忧。

[0081] 其中,在全压(P_0)、静压(P)、流体的速度(v)、流体的密度(ρ)之间,以下关系成立。

[0082] $P + 0.5\rho v^2 = P_0$

[0083] 其中, $0.5\rho v^2$ 为动压。流体的速度 v 越大,动压越大,静压(P)下降,产生所谓文丘里效应。例如,如果氨的流速比隔离气体氢的流速大,则喷出氨的气体喷出孔附近的静压下降,氢被吸引,容易产生紊流。

[0084] 本实施形态中增大动粘度小、流速容易变大的第2工作气体流动的第2纵向气体流路122的内径,并且使间隔变窄、增加数量。由此,使动粘度小的第2工作气体,这里为氨的喷出速度下降。因此,与动粘度大的第1工作气体——这里为氢的喷出速度之间的差变小,能够抑制紊流。

[0085] 但是,通过增大第2纵向气体流路122的内径,并且使间隔变窄、增加数量,第2纵向气体流路122的流体阻力下降。因此,第2横向气体流路102在伸长方向上的气体流量分布变大,存在成膜的均匀性下降的担忧。

[0086] 本实施形态中采用通过将第2横向气体流路102设置在比第1横向气体流路101靠上侧,使第2纵向气体流路122的长度比第1纵向气体流路121的长度长,流体阻力相对地变高的结构。通过提高第2纵向气体流路122的流体阻力,能够使第2横向气体流路102在伸长方向上的气体流量分布均匀化。

[0087] 而且,本实施形态中,第2横向气体流路102的内径比第1横向气体流路101的内径

大。通过增大第2横向气体流路102的内径,减小第2横向气体流路102的流体阻力,通过这样能够使第2横向气体流路102在伸长方向上的气体流量分布均匀化。

[0088] 在使横向气体流路为阶层结构的情况下,最上部的横向气体流路能够将内径扩大的余量增大到最大。这是因为其他层的纵向气体流路不通过其间的缘故。因此,在像本实施形态这样成为3层以上结构的情况下,从使气体流量均匀化的观点出发,希望将动粘度小的生产气体流动的横向气体流路设置在最上部。

[0089] 另外,为了抑制动粘度小的第2生产气体的喷出速度,可以采用增大动粘度小、流速容易变大的第2生产气体流动的第2纵向气体流路122的内径,或者缩小间隔、增加数量中的任意一个的结构。

[0090] 根据本实施形态的气相生长装置,通过抑制气体喷出孔附近紊流的产生,能够使生产气体流均匀并且稳定,能够在基板上形成膜厚和膜质等的均匀性良好的膜。

[0091] 接着说明本实施形态的气相生长方法。本实施形态的气相生长方法除第2纵向气体流路的内径比第1纵向气体流路的内径大,第2横向气体流路的内径比第1横向气体流路的内径大,给第2横向气体流路提供动粘度比第1横向气体流路小的生产气体,从第2气体喷出孔喷出动粘度比从第1气体喷出孔喷出的气体小的气体以外,与第1实施形态的气相生成方法相同。

[0092] 本实施形态的气相生长方法使用具备图5所示的淋浴板200的单片型外延生长装置来进行。

[0093] 给第2横向气体流路102提供动粘度比第1横向气体流路101小的工作气体,从第2气体喷出孔112喷出动粘度比从第1气体喷出孔喷出的气体小的气体。

[0094] 在成膜GaN的情况下,从第1气体喷出孔111喷出隔离气体氢(第1工作气体),从第2气体喷出孔112喷出动粘度比氢小的作为氮的源气体的氨(第2工作气体),从第3气体喷出孔113喷出用载体气体氢稀释过的作为镓的源气体的TMG(第3工作气体)。

[0095] 从第1至第3气体喷出孔111、112、113喷出的工作气体适当混合,以整流状态提供到半导体晶片W上。尤其要抑制动粘度不同的氢和氨的气流因文丘里效应成为紊流。由此,在半导体晶片W表面通过外延生长形成均匀性良好的GaN(氮化镓)的单晶膜。

[0096] 本实施形态的气相生长方法通过抑制气体喷出孔附近紊流的产生,能够使生产气体流均匀并且稳定,能够在基板上形成膜厚和膜质等的均匀性良好的膜。

[0097] 本实施形态的变形例的气相生长装置为具备反应室,设置在反应室的上部、给反应室内提供气体的淋浴板,设置在反应室内淋浴板的下方、能够载置基板的支承部的气相生成装置。并且,淋浴板具备:配置在水平面内、互相平行延伸的多个第1横向气体流路,以及与第1横向气体流路连接、沿纵向延伸、在反应室一侧具有第1气体喷出孔的多个第1纵向气体流路。并且具备:配置在上述水平面内、沿与第1横向气体流路相同的方向互相平行地延伸的多个第2横向气体流路,以及与第2横向气体流路连接、沿纵向延伸、在反应室一侧具有第2气体喷出孔的多个第2纵向流路。

[0098] 而且,还具备提供第1工作气体的第1气体供给通道,以及提供动粘度比第1工作气体小的第2工作气体的第2气体供给通道,第1气体供给通道与第1横向气体流路连接,第2气体供给通道与第2横向气体流路连接。并且,第2纵向气体流路的内径比第1纵向气体流路的内径大,或者相邻的第2纵向气体流路的间隔比相邻的第1纵向气体流路的间隔小。

[0099] 本变形例在第1及第2横向气体流路配置在同一水平面内,不具备阶层结构这一点上与上述实施形态不同。在本变形例中,通过抑制气体喷出孔附近紊流的产生,能够使生产气体流均匀并且稳定,能够在基板上形成膜厚或者膜质等的均匀性良好的膜。

[0100] 另外,从使流量分布均匀的观点出发,希望第2横向气体流路的内径比第1横向气体流路的内径大。

[0101] 并且,从使流量分布均匀的观点出发,希望第2纵向气体流路的内径比第1纵向气体流路的内径大、并且相邻的第2纵向气体流路的间隔比相邻的第1纵向气体流路的间隔小。

[0102] (第3实施形态)

[0103] 本实施形态的气相生长装置存在连接的第1纵向气体流路的数量为 k (k 为1以上的整数)个的第1横向气体流路(k)和为 n ($k < n$ 、 n 为2以上的整数)个的第1横向气体流路(n),与第1横向气体流路(k)连接的第1连接流路的流体阻力比与第1横向气体流路(n)连接的第1连接流路的流体阻力大。或者,存在连接的第2纵向气体流路的数量为 k (k 为1以上的整数)个的第2横向气体流路(k)和为 n ($k < n$ 、 n 为2以上的整数)个的第2横向气体流路(n),与第2横向气体流路(k)连接的第2连接流路的流体阻力比与第2横向气体流路(n)连接的第2连接流路的流体阻力大。对于上述以外的点,与第1实施形态相同。因此,对于与第1实施形态重复的内容省略部分叙述。

[0104] 根据本实施形态,通过调整将工作气体导入第1或第2横向气体流路的第1或第2连接流路的流体阻力,抑制在多个第1或第2横向气体流路之间喷出的气体的流量产生偏差。因此,生产气体的流量分布均匀化,能够实现膜厚或膜质等的均匀性高的成膜。

[0105] 图7为本实施形态的淋浴板的示意仰视图。图8为图7的F-F剖视图。

[0106] 与第1实施形态同样,在淋浴板300的内部形成有多个第1横向气体流路101a和101b、多个第2横向气体流路102、多个第3横向气体流路103。多个第1横向气体流路101a和101b配置在第1水平面(P_1)内、互相平行延伸。多个第2横向气体流路102配置在比第1水平面靠上方的第2水平面(P_2)内、互相平行延伸。多个第3横向气体流路103配置在比第1水平面靠上方、比第2水平面靠下方的第3水平面(P_3)内,互相平行延伸。

[0107] 并且,具备与第1横向气体流路101a和101b连接、沿纵向延伸、在反应室10一侧具有第1气体喷出孔111的多个第1纵向气体流路121。并且具备与第2横向气体流路102连接、沿纵向延伸、在反应室10一侧具有第2气体喷出孔112的多个第2纵向气体流路122。第2纵向气体流路122通过第1横向气体流路101a和101b之间。而且具备与第3横向气体流路103连接、沿纵向延伸、在反应室10一侧具有第3气体喷出孔113的多个第3纵向气体流路123。第3纵向气体流路123通过第1横向气体流路101a和101b之间。

[0108] 在淋浴板300上存在连接的第1纵向气体流路的数量为3个的第1横向气体流路(3)101a和为7个的第1横向气体流路(7)101b。并且,与第1横向气体流路(3)101a连接的第1连接流路141a的流体阻力比与第1横向气体流路(7)101b连接的第1连接流路141b的流体阻力大。具体为,通过使第1连接流路(3)141a的内径比第1连接流路(7)141b的内径小,能够增大第1连接流路(3)141a的流体阻力。

[0109] 纵向气体流路的数量少——即气体喷出孔少的横向气体流路与纵向气体流路的数量多——即气体喷出孔多的横向气体流路相比,存在从气体喷出孔喷出的工作气体的流

量变大的担忧。通过像本实施形态这样用纵向气体流路的数量调整连接流路的流体阻力，能够抑制依赖于纵向气体流路的数量的工作气体流量的不匀。因此，能够使喷出的工作气体的流量均匀化。

[0110] 另外，虽然这里对第1纵向气体流路、第1横向气体流路、第1连接流路进行了说明，但对于第2纵向气体流路、第2横向气体流路、第2连接流路或者第3纵向气体流路、第3横向气体流路、第3连接流路也能够采用同样的形态。

[0111] 并且，虽然这里对 $k=3$ 、 $n=7$ 的情况进行了说明，但只要是 k 为1以上的整数， $k < n$ 、 n 为2以上的整数，也可以采用其他的值。并且，与横向气体流路连接的纵向气体流路的个数的变形并不局限于2种，也可以是3种以上。

[0112] 并且，虽然这里以通过改变连接流路的内径调整连接流路的流体阻力的情况为例进行了说明，但例如也可以通过使连接流路为复数、改变其数量，或者通过设置节流孔调整流体阻力。

[0113] 图9为表示用连接流路的内径调整流体阻力的效果的模拟结果。横轴为气体喷出孔的位置，纵轴为从气体喷出孔喷出的气体流量。为了方便，气体喷出孔的位置将二维上的位置表示在一维上。

[0114] 图中 $\times$ 标记为不管与一条横向气体流路连接的纵向气体流路的数量多少，使连接流路的内径相等的情况。用虚线圈起来的标记为连接的纵向气体流路的数量少的横向气体流路的数据。与其他的位置相比，喷出的气体的流量多。

[0115] 与此不同， $\circ$ 标记为对于连接的纵向气体流路的数量少的横向气体流路缩小连接流路的内径的情况。纵向气体流路的数量少的横向气体流路中，喷出的气体的流量减少，其他的横向气体流路中喷出的气体的流量增加。结果，喷出的气体的流量在横向气体流路之间被均匀化。

[0116] 本实施形态的变形例的气相生成装置为具备反应室，配置在反应室的上部、将气体提供给反应室内的淋浴板，设置在反应室内淋浴板的下方、能够载置基板的支承部的气相生长装置。并且，淋浴板具备配置在水平面内、互相平行延伸的多个横向气体流路，以及与横向气体流路连接、沿纵向延伸、在反应室一侧具有气体喷出孔的纵向气体流路。

[0117] 并且，存在连接的纵向气体流路的数量为 k (k 为1以上的整数)个的第1横向气体流路(k)和为 n ($k < n$ 、 n 为2以上的整数)个的第1横向气体流路(n)，与第1横向气体流路(k)连接的第1连接流路的流体阻力比与第1横向气体流路(n)连接的第1连接流路的流体阻力大。

[0118] 本变形例在不以设置在不同的水平面内的阶层结构的第1和第2横向气体流路为前提这一点上与上述实施形态不同。本变形例中也能够通过用纵向气体流路的数量调整连接流路的流体阻力，来抑制依赖于纵向气体流路的数量的工作气体流量的不匀。因此，能够使喷出的工作气体的流量均匀化。

[0119] 以上参照具体例说明了本发明的实施形态。上述实施形态说到底只是作为例子列举，并限定本发明。并且，也可以将各实施形态的结构要素进行适当组合。

[0120] 例如，虽然实施形态中以设置3系统横向气体流路等流路为例进行了说明，但既可以设置4系统以上横向气体流路等流路，也可以设置2系统。

[0121] 并且，虽然例如实施形态中以形成Ga₂N(氮化镓)的单晶膜的情况为例进行了说明，但例如Si(硅)或SiC(碳化硅)的单晶膜等的成膜也能够使用本发明。

[0122] 并且,虽然对于动粘度比较大的工作气体以氢(H_2)为例进行了说明,但其他的例如氦(He)也能够作为动粘度大的工作气体举例。并且,虽然作为动粘度比较小的工作气体以氨(NH_3)为例进行了说明,但其他的例如氮(N_2)或氩(Ar)也能够作为动粘度小的工作气体举例。

[0123] 并且,虽然实施形态中以在每一片晶片上成膜的单片型外延生长装置为例进行了说明,但气相生长装置并不局限于单片型外延生长装置。例如,在于自公转的多片晶片上同时成膜的行星式CVD装置等中也能够应用本发明。

[0124] 虽然实施形态中对于装置结构或制造方法等与本发明的说明没有直接必要的部分省略了记载,但能够适当地选择必要的装置结构或制造方法等。除此以外,具备本发明的要素,从业者能够适当改变设计的所有的气相生长装置及气相生长方法都包含在本发明的范围内。本发明的范围是由权利要求的范围及其均等物的范围定义的。

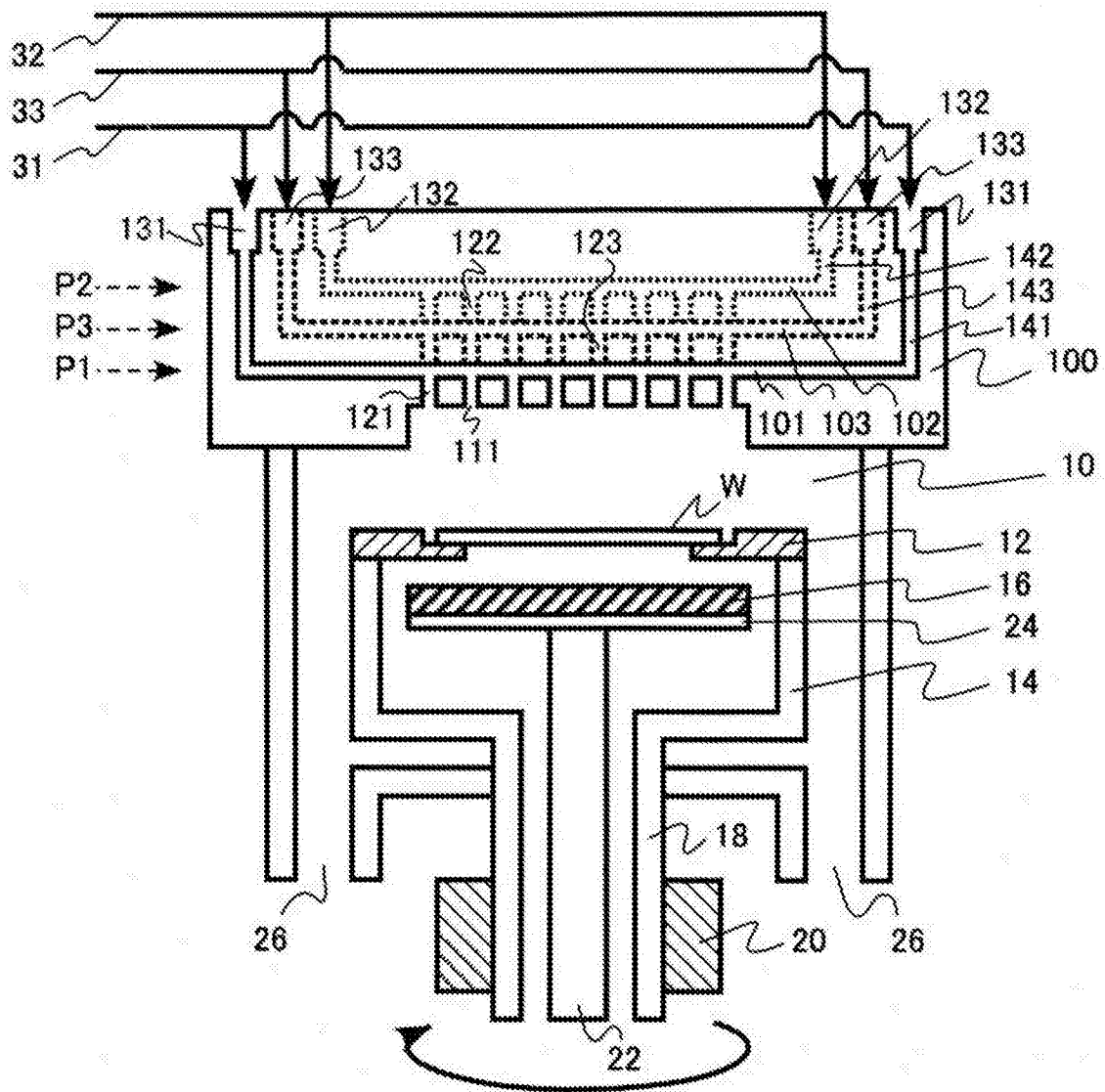


图1

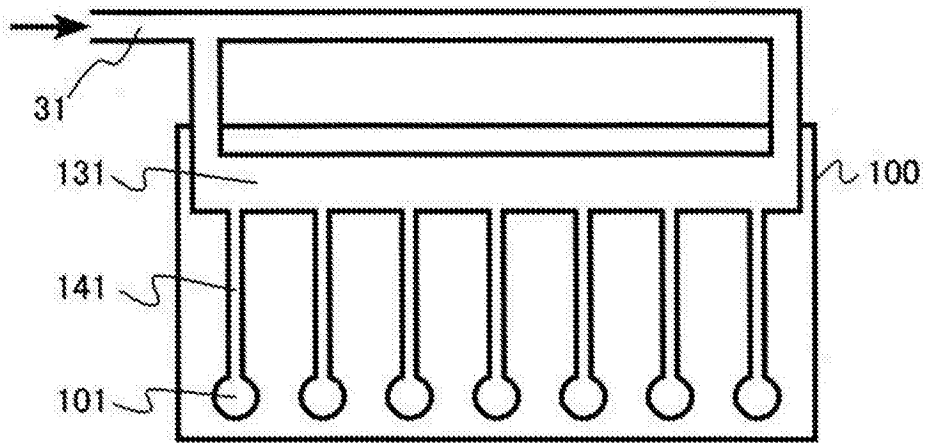


图4A

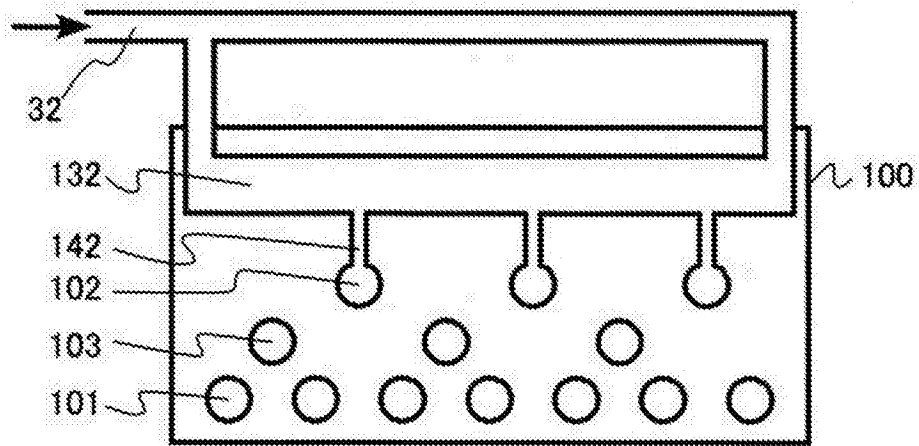


图4B

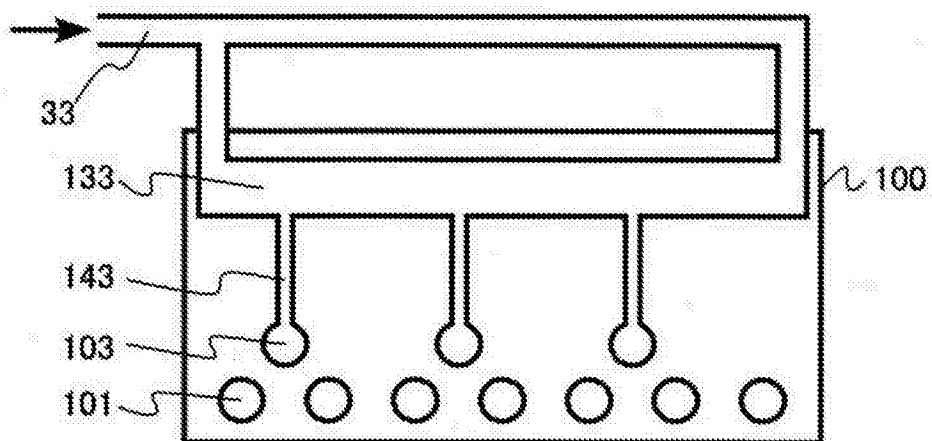


图4C

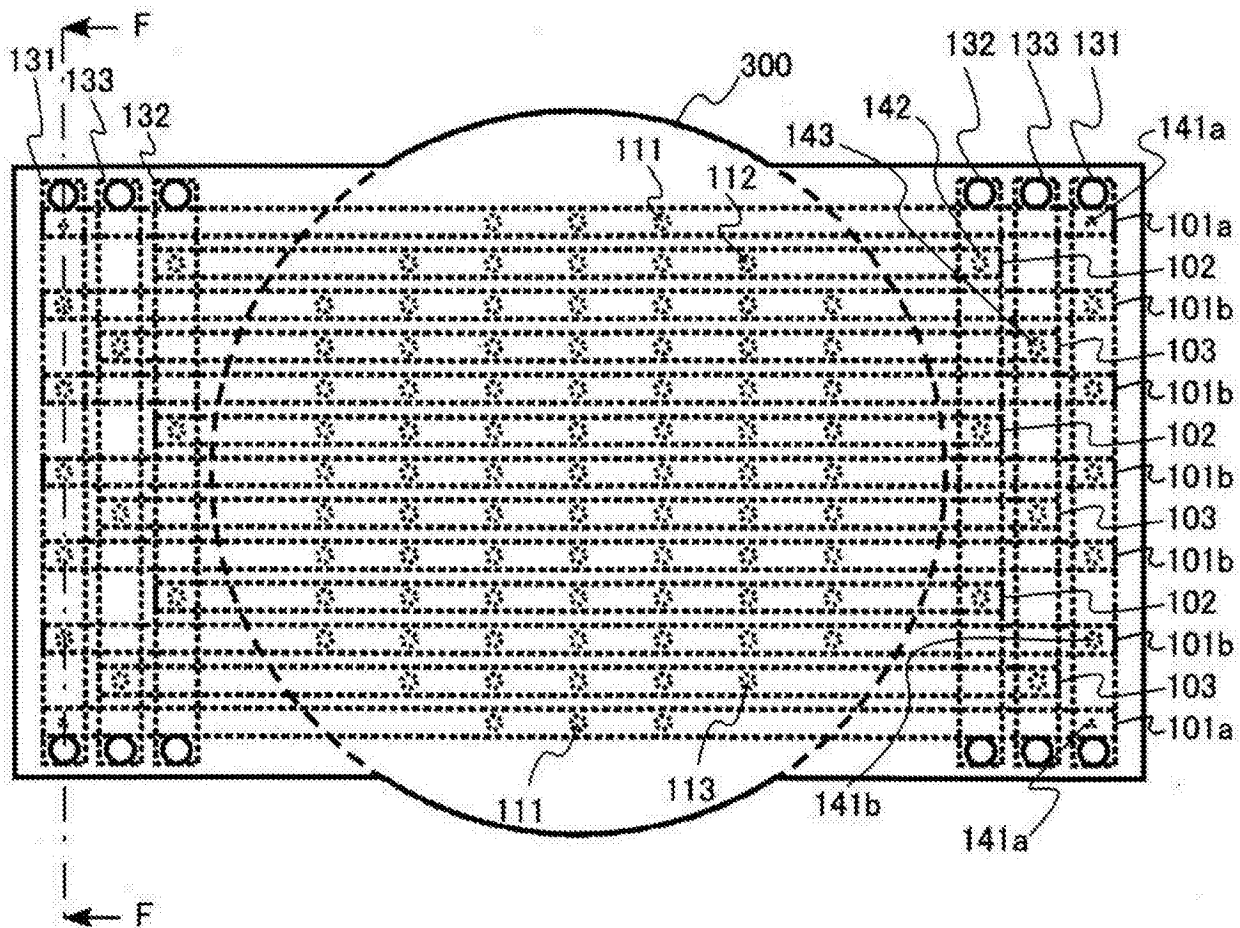


图7

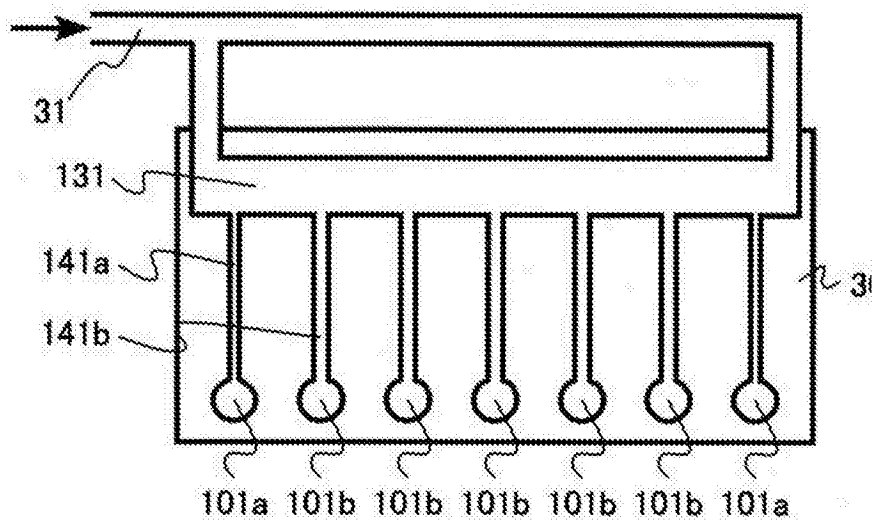


图8

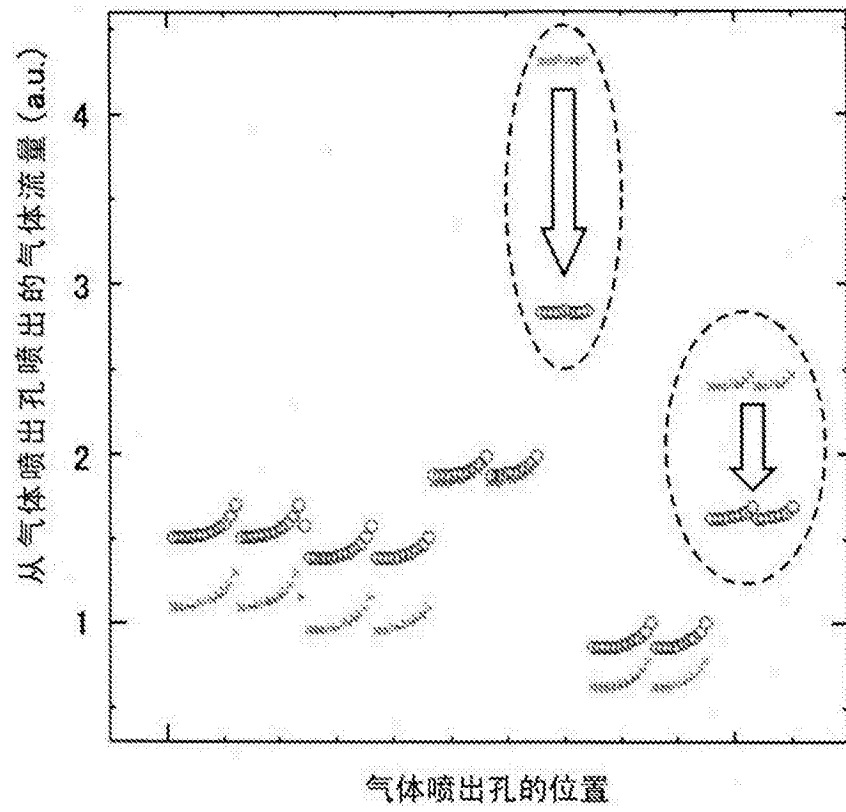


图9