



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101317247 B

(45) 授权公告日 2011.05.25

(21) 申请号 200780000365.2

C23C 16/30(2006.01)

(22) 申请日 2007.04.11

C30B 25/02(2006.01)

(30) 优先权数据

C23C 16/54(2006.01)

11/404,516 2006.04.14 US

C30B 29/40(2006.01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007.10.22

(56) 对比文件

US 2006/0040475 A1, 2006.02.23, 说明书第0024段-0042段、图2-4.

(86) PCT申请的申请数据

US 2003/0045063 A1, 2003.03.06, 全文.

PCT/US2007/066468 2007.04.11

US 2002/0015866 A1, 2002.02.07, 全文.

(87) PCT申请的公布数据

US 2005/0191179 A1, 2005.09.01, 全文.

W02007/121270 EN 2007.10.25

US 5940684 A, 1999.08.17, 说明书第4栏第9行-第8栏第5行、图1-2.

(73) 专利权人 应用材料股份有限公司

审查员 赵慧

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 S·尼杰哈瓦 D·布尔 L·华盛顿

J·史密斯 R·斯蒂文斯

D·埃格莱希姆

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 陆嘉

(51) Int. Cl.

H01L 21/00(2006.01)

C30B 35/00(2006.01)

H01L 33/00(2006.01)

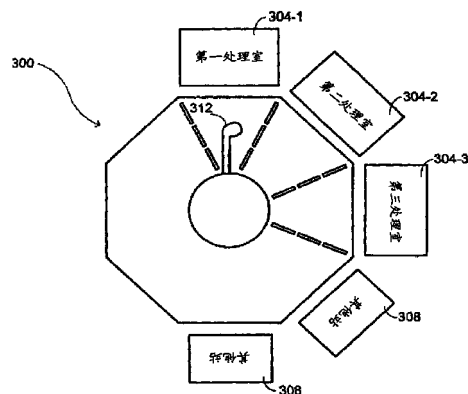
权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图 7 页

(54) 发明名称

复合氮化物半导体结构的外延成长

(57) 摘要

在此提出制造复合氮化物半导体结构的设备及方法。III族前驱物和氮前驱物流入第一处理室,以利用热化学气相沉积制程沉积第一层于基材上。基材从第一处理室传送到第二处理室。III族前驱物和氮前驱物流入第二处理室,以利用热化学气相沉积制程沉积第二层于第一层上。第一与第二III族前驱物具有不同的III族元素。



1. 一种制造一复合氮化物半导体结构的方法,该方法包含:

流入一第一 III 族前驱物和一第一氮前驱物至一第一处理室,该第一 III 族前驱物包含一第一 III 族元素;

通过在该第一处理室中利用该第一 III 族前驱物与该第一氮前驱物的一热化学气相沉积制程沉积一第一层至一第一基材上,该第一层包含氮和该第一 III 族元素;

在高于用于沉积该第一层的温度的温度下流入该包含该第一 III 族元素的第一 III 族前驱物 and 该第一氮前驱物至该第一处理室;

在高于用于沉积该第一层的温度的温度下,在该第一处理室中利用该第一 III 族前驱物与该第一氮前驱物沉积一第二层至该第一层上,该第二层包含氮和该第一 III 族元素;

沉积该第二层后,将该第一基材从该第一处理室传送到不同于该第一处理室的一第二处理室;

流入一第二 III 族前驱物和一第二氮前驱物至该第二处理室,该第二 III 族前驱物包含该第一 III 族前驱物不含的一第二 III 族元素;以及

通过在该第二处理室中利用该第二 III 族前驱物与该第二氮前驱物的一热化学气相沉积制程沉积一第三层于该第二层上。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其中将该第一基材从该第一处理室传送到该第二处理室包含在一含有 90% 以上氮气 ( $N_2$ ) 的氛围下传送该基材。

3. 如权利要求 1 所述的方法,其中将该第一基材从该第一处理室传送到该第二处理室包含在一含有 90% 以上氨气 ( $NH_3$ ) 的氛围下传送该基材。

4. 如权利要求 1 所述的方法,其中将该第一基材从该第一处理室传送到该第二处理室包含在一含有 90% 以上氢气 ( $H_2$ ) 的氛围下传送该基材。

5. 如权利要求 1 所述的方法,其中将该第一基材从该第一处理室传送到该第二处理室包含在一温度大于 200°C 的氛围下传送该基材。

6. 如权利要求 1 所述的方法,更包含伴随该第一 III 族前驱物与该第一氮前驱物流入一第一载气,该第一载气选自由  $N_2$  和  $H_2$  构成的群组。

7. 如权利要求 6 所述的方法,更包含伴随该第二 III 族前驱物与该第二氮前驱物流入一第二载气,该第二载气选自由  $N_2$  和  $H_2$  构成的群组。

8. 如权利要求 1 所述的方法,更包含流入一第三 III 族前驱物至具有该第二 III 族前驱物 and 该第二氮前驱物的该第二处理室,其中该第三 III 族前驱物包含该第一 III 族元素。

9. 如权利要求 8 所述的方法,其中:

该第一 III 族元素为镓;

该第二 III 族元素为铝;

该第一层包含一氮化镓 (GaN) 层;

该第二层包含一 n-GaN 层;以及

该第三层包含一氮化镓铝 (AlGaN) 层。

10. 如权利要求 8 所述的方法,其中:

该第一 III 族元素为镓;

该第二 III 族元素为铟;

该第一层包含一氮化镓 (GaN) 层;

该第二层包含一 n-GaN 层,以及  
该第三层包含一氮化镓铟 (InGaN) 层。

11. 如权利要求 8 所述的方法,其中:

该第一 III 族元素为镓;  
该第二 III 族元素包括铝和铟;  
该第一层包含一氮化镓 (GaN) 层;  
该第二层包含一 n-GaN 层;以及  
该第三层包含一氮化镓铟铝 (AlInGaN) 层。

12. 如权利要求 1 所述的方法,其中该第一 III 族前驱物包含一镓前驱物,该第一层包含一氮化镓 (GaN) 层。

13. 如权利要求 1 所述的方法,更包含在沉积该第三层前,于该第二处理室内沉积一过渡层至该第二层上,其中该过渡层的一化学组成同于该第一层,且该过渡层的一厚度小于 10000 埃。

14. 如权利要求 1 所述的方法,其中该第一处理室适用于包含氮与一 III 族元素的一材料快速成长。

15. 如权利要求 1 所述的方法,其中该第二处理室适用于增进含有氮与一 III 族元素的一沉积材料的均匀度。

16. 如权利要求 1 所述的方法,更包含:

流入一第三 III 族前驱物和一第三氮前驱物至不同于该第一处理室与该第二处理室的一第三处理室,该第三 III 族前驱物包含一第三 III 族元素;以及

通过在该第三处理室中利用该第三 III 族前驱物与该第三氮前驱物的一热化学气相沉积制程沉积第四层至该第三层上,该第三层包含氮和该第三 III 族元素。

17. 如权利要求 16 所述的方法,其特征在于,

该第一、第二和第三氮前驱物包含  $\text{NH}_3$ 。

18. 如权利要求 1 所述的方法,更包含:

在将基材传送到该第一处理室中之前,将形成在该第一处理室中的一气体反应区暴露在一含氯气的清洁气体中。

19. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,

该第一和第二氮前驱物包含  $\text{NH}_3$ 。

20. 一种制造一复合氮化物半导体结构的方法,该方法包含:

流入一第一含镓前驱物、一第一含氮前驱物、和一第一载气至一第一处理室,该第一处理室适用于快速成长氮化镓 (GaN);

通过在该第一处理室中利用该第一含镓前驱物与该第一含氮前驱物的一热化学气相沉积制程沉积一 GaN 层至一基材上,其中沉积该 GaN 层包含:

在该基材上沉积一缓冲 GaN 层;以及

在高于用于沉积该缓冲 GaN 层的温度的温度下在该缓冲 GaN 层上沉积一 n-GaN 层;

在一含有 90% 以上氮气 ( $\text{N}_2$ )、氢气 ( $\text{H}_2$ ) 或者氨气 ( $\text{NH}_3$ ) 的氛围中,将该基材从该第一处理室传送到一第二处理室,该第二处理室适用于增进一沉积材料的均匀度;

于该第二处理室中沉积一 GaN 过渡层至该 GaN 层上,该 GaN 过渡层的一厚度为小于

10000 埃；

流入一第二含镓前驱物、一 III 族前驱物、一第二含氮前驱物、和一第二载气至该第二处理室，该 III 族前驱物包含一不为镓的 III 族元素；以及

通过在该第二处理室中利用该第二含镓前驱物、该 III 族前驱物与该第二含氮前驱物的一热化学气相沉积制程沉积一 III 族 -Ga-N 层至该 GaN 过渡层上。

21. 如权利要求 20 所述的方法，其中该 III 族前驱物为一含铝前驱物，该 III 族 -Ga-N 层为一氮化镓铝 (AlGa<sub>N</sub>) 层。

22. 如权利要求 20 所述的方法，其中该 III 族前驱物为一含铟前驱物，该 III 族 -Ga-N 层为一氮化镓铟 (InGa<sub>N</sub>) 层。

23. 如权利要求 20 所述的方法，其中该 III 族前驱物包括一含铝前驱物和一含铟前驱物，该 III 族 -Ga-N 层为一氮化镓铟铝 (AlInGa<sub>N</sub>) 层。

24. 如权利要求 20 所述的方法，更包含：

在将基材传送到该第一处理室中之前，将形成在该第一处理室中的一气体反应区暴露在一含氯气的清洁气体中。

## 复合氮化物半导体结构的外延成长

### 技术领域

[0001] 本发明是有关于复合氮化物半导体结构的外延成长。

### 背景技术

[0002] 发光二极管(LED)的沿革有时描绘成“爬升光谱(crawl up the spectrum)”。此是因首度商业化的LED产生光谱中红外线部分的光线,接着发展出使用磷化砷镓(GaAsP)于砷化镓(GaAs)基材上的红光LED。其次为效率较高的磷化镓(GaP)LED,其可同时制造较亮的红光LED和橘光LED。改进GaP LED后则发展出绿光LED,其采用双GaP芯片(一为红光,另一为绿光)来产生黄光。利用磷化砷铝镓(GaAlAsP)材料和磷化铝镓铟(InGaAlP)材料可进一步增进此光谱部分的效率。

[0003] 因发射光波长较短的LED可提供宽的光谱范围,又因制造发射光波长较短的二极管可增加诸如光盘只读存储器(CD-ROM)等光学装置的信息储存量,故其发展一般倾向制造可提供较短波长光线的LED。借着开发氮化物为基础(nitride-based)的LED,尤其是使用氮化镓(GaN),可大量制造光谱中蓝光、紫光、和紫外光部分的LED。尽管先前已使用碳化硅(SiC)材料成功制造出蓝光LED,然此类装置的结构具有间接能隙,因而发光性不佳。

[0004] 虽然数十年已知使用GaN可发出光谱中的蓝光,但实际制造上仍有许多障碍。障碍包括缺少合适的基材来生成GaN结构于其上、GaN生长通常需要高热条件,导致各种热传问题产生、及难以有效p型掺杂此类材料。由于蓝宝石约有15%的晶格与GaN不相配,因此采用蓝宝石做为基材并不完全符合要求。许多研发依然相继致力克服这些障碍。例如,采用金属有机气相法形成的氮化铝(AlN)或GaN缓冲层已发现可有效解决晶格不相配的问题。进一步改进GaN基础结构的方法包括使用AlGaN材料形成具有GaN的异质界面,且特别是使用氮化镓铟(InGaN)材料,如此可产生当作量子井的缺陷,用以有效发射短波长的光线。富含铟的区域具有比周围材料小的能隙,且可分布于整个材料而可提供高效率的发射中心。

[0005] 尽管复合氮化物半导体装置的制作已有若干改善,然目前制程仍有许多不足。再者,因产生短波长光线的装置的利用率高,故亦热切需要制造此类装置。有鉴于此,此技艺普遍需要制造复合氮化物半导体装置的改善方法及系统。

### 发明内容

[0006] 本发明的实施例提出制造复合氮化物半导体结构的设备及方法。第一III族前驱物和第一氮前驱物流入第一处理室。第一III族前驱物包含第一III族元素。第一层通过在第一处理室中利用第一III族前驱物与第一氮前驱物的热化学气相沉积制程沉积在基材上,如此第一层包含氮和第一III族元素。沉积第一层后,基材从第一处理室传送到不同于第一处理室的第二处理室。第二III族前驱物和第二氮前驱物流入第二处理室。第二III族前驱物包含第一III族前驱物不含的第二III族元素。第二层通过在第二处理室中

利用第二 III 族前驱物与第二氮前驱物的热化学气相沉积制程沉积在第一层上。

[0007] 可在不同的条件下将基材从第一处理室传送到第二处理室。例如在一实施例中,是在含有 90% 以上氮气 ( $N_2$ ) 的氛围下进行传送;在另一实施例中,是在含有 90% 以上氨气 ( $NH_3$ ) 的氛围下进行传送;在又一实施例中,是在含有 90% 以上氢气 ( $H_2$ ) 的氛围下进行传送。基材亦可在温度大于 200°C 的氛围下进行传送。

[0008] 前驱物的流入可伴随引进载气,例如包括氮气 ( $N_2$ ) 和氢气 ( $H_2$ )。在一实施例中,第三 III 族前驱物流入具有第二 III 族前驱物和第二氮前驱物的第二处理室。第三 III 族前驱物包含第一 III 族元素。III 族元素的使用例子包括第一 III 族元素采用镓且第二 III 族元素采用铝,如此形成的第一层包含 GaN 层,第二层包含 AlGaIn 层。在另一特定实施例中,第一 III 族元素为镓且第二 III 族元素为铟,如此形成的第一层包含 GaN 层,第二层包含 InGaIn 层。在又一特定实施例中,第一 III 族元素为镓且第二 III 族元素包括铝与铟,如此形成的第一层包含 GaN 层,第二层包含 AlInGaIn 层。

[0009] 在沉积第二层前,过渡层有时可于第二处理室内沉积至第一层上。过渡层的化学组成实质上同于第一层,且厚度小于 100000 埃。第一处理室有助于包含氮与 III 族元素的材料快速成长。第二处理室有助于增进含有氮与 III 族元素的沉积材料的均匀度。

[0010] 本发明的方法可施行于群集工具,其具有定义第一处理室的第一壳盖、和定义第二处理室的第二壳盖。第一处理室包括第一基材支架,第二处理室包括第二基材支架。机械传输系统用来在控制环境下传送基材于第一与第二基材支架之间。气体输送系统用来引进气体至第一与第二处理室。压力控制系统维持第一与第二处理室内的选定压力,温度控制系统维持第一与第二处理室内的选定温度。控制器控制机械传输系统、气体输送系统、压力控制系统、和温度控制系统。内存耦接控制器,并包含具计算机可读取程序的计算机可读取媒体。计算机可读取程序包括操作群集工具的指令,以制造复合氮化物半导体结构。

## 附图说明

[0011] 本发明的本质和优点在参阅说明书其余部分与所附图式后将更明显易懂,其中,各图式中相同的组件符号表示类似的组件。在某些例子中,与组件符号相关的下标与连字号代表多个类似组件的其中一个。若文中指称组件符号,而非特定指出现有的下标,则表示其是指所有此类的类似组件。

[0012] 图 1 为 GaN 为基础的 LED 结构的示意图;

[0013] 图 2A 为根据本发明实施例,构成部分多室群集工具的示范 CVD 设备的简示图;

[0014] 图 2B 为用于图 2A 中示范 CVD 设备的一使用者接口实施例的简示图;

[0015] 图 2C 为用于图 2A 中示范 CVD 设备的一系统控制软件的阶层 (hierarchical) 控制结构实施例的方块图;

[0016] 图 3 为用于本发明实施例的多室群集工具的示意图;

[0017] 图 4 为利用图 3 的多室群集工具制造复合氮化物半导体结构的方法流程图;以及

[0018] 图 5 为利用图 3 的多室群集工具制造图 1 的 LED 的特定方法流程图。

[0019] 主要组件符号说明

[0020] 100 结构                      104 基材

[0021] 108 程序                      112 缓冲层

|        |                                                                                                    |            |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| [0022] | 116n-GaN 层                                                                                         | 120 多重量子井层 |
| [0023] | 124p-AlGaIn 层                                                                                      | 128 接触层    |
| [0024] | 210 系统                                                                                             | 213 虚线     |
| [0025] | 215 真空室 / 处理室                                                                                      | 216 气体反应区  |
| [0026] | 220 气体输送系统                                                                                         | 221 气体分配盘  |
| [0027] | 223、224 箭头                                                                                         | 225 真空系统   |
| [0028] | 226 加热器                                                                                            | 230 等离子体系统 |
| [0029] | 235 系统控制器                                                                                          | 237 封闭构件   |
| [0030] | 240 抽吸通道                                                                                           | 243、260 管线 |
| [0031] | 244 气体混合箱                                                                                          | 246 阀      |
| [0032] | 247 导管                                                                                             | 250 处理器    |
| [0033] | 255、270 内存                                                                                         | 257 入口     |
| [0034] | 258 程序                                                                                             | 263 节流阀系统  |
| [0035] | 265 控制线路                                                                                           | 271、272 壁面 |
| [0036] | 273a 屏幕                                                                                            | 273b 光笔    |
| [0037] | 275 主机单元                                                                                           |            |
| [0038] | 280、282、285、286、287、290、291、292、293、294 子程序                                                        |            |
| [0039] | 300 群集工具                                                                                           |            |
| [0040] | 304、304-1、304-2、304-3 处理室                                                                          |            |
| [0041] | 308 处理站                                                                                            | 312 机械装置   |
| [0042] | 404、408、412、416、420、424、428、432、436、440、444、448、452、456、460、504、508、512、516、520、524、528、532、536 方块 |            |

## 具体实施方式

### [0043] 1. 综述

[0044] 传统制造复合氮化物半导体结构的方法是在单一制程反应器中进行多道外延沉积步骤,且基材在完成所有步骤前不会离开反应器。图 1 显示可形成的结构及制造此结构所需的步骤顺序。在此例子中,结构为氮化镓为基础 (GaN-based) 的 LED 结构 100。其制作于蓝宝石 (0001) 基材 104 上,并经晶片清洗程序 108 处理。适当的清洗时间在 1050℃ 时为 10 分钟,其另费时 10 分钟进行加热及降温。

[0045] GaN 缓冲层 112 利用金属有机化学气相沉积 (MOCVD) 制程沉积在已清洗的基材 104 上。达成方法包括流入 Ga 先驱物与 N 先驱物至反应器中、及利用热制程进行沉积。图中缓冲层 112 的厚度一般为约 300 埃 (Å),其可在约 550℃ 下沉积 5 分钟而得。接着沉积的 n-GaN 层 116 通常是在更高温度下得到,例如在图中的 1050℃ 下进行沉积。n-GaN 层 116 非常厚,其约沉积 140 分钟达到 4 微米 (μm) 的厚度。然后沉积氮化镓铟 (InGaIn) 多重量子井 (MQW) 层 120,其可在 750℃ 下沉积约 40 分钟达到约 750 埃的厚度。p-氮化镓铝 (p-AlGaIn) 层 124 沉积在多重量子井层 120 上,其可在 950℃ 下沉积约 5 分钟达到约 200 埃的厚度。沉积 p-GaN 接触层 128 后可完成结构,其是在约 1050℃ 下沉积约 25 分钟而得。

[0046] 包含多道外延沉积步骤的传统制造方法是于单一反应器中进行,因此需要很长的

处理时间,通常需要 4-6 小时。如此长的处理时间造成反应器产能低落,此亦为批次制程技术常面临的问题。例如,用于量产的商业化反应器可同时操作处理 20-50 片两吋晶片,以致产率相当低。

[0047] 为增进复合氮化物半导体结构制造技术的产率和产能,发明人致力于传统制程的全面性研究,以确认可能改善之处。尽管许多可能性已确认出,执行上仍有一些困难。许多情况下,改进制程的一部分实际上将不当影响制程的其它部分。彻底认清这些难处本质后,发明人更加了解到单一反应器方式会阻碍各制程步骤使用的反应器硬件的最佳化。此限制了形成不同化合物结构的制程操作范围 (process window),诸如温度、压力、前驱物的相对流速等参数。例如, GaN 的最佳沉积条件不一定是 InGaN 或 AlGaN 的最佳沉积条件。

[0048] 发明人判定采用多个处理室(如同多室群集工具的一部分)可扩大不同化合物结构的制程操作范围。达成方法包括在不同处理室中,外延生成具有增强特定程序的结构的不同化合物。其实际执行的另一困难点在于,在群集工具的各处理室间进行传输将中断生成过程,以致接口产生缺陷。

[0049] 发明人至少提出二种减缓此作用的方法。首先,基材可在已控制的周遭环境下传输于各处理室间。例如在一些实施例中,已控制的周遭环境具有高纯度的氮气 ( $N_2$ ) 氛围。在此,“高纯度”的 X 氛围具有 90% 以上的 X,且在不同的实施例中,可具有 95% 以上、98% 以上、或 99% 以上的 X。在其它例子中,周遭环境可具有高纯度的氢气 ( $H_2$ ) 或氨气 ( $NH_3$ ) 氛围,其另有利于吸收可能形成于结构中的氧杂质。在又些其它例子中,周遭环境可升温至大于 200°C,其亦有助于吸收或避免表面氧化。

[0050] 其次,借着在传输至新的处理室后沉积薄过渡层,可减少接口缺陷产生。过渡层的化学结构一般与前一处理室沉积的膜层结构相同或类似。过渡层的厚度通常小于 10000 埃,且在不同的实施例中,可小于 7500 埃、小于 5000 埃、小于 4000 埃、小于 3000 埃、小于 2500 埃、小于 2000 埃、小于 1500 埃、或小于 1000 埃。过渡层的特定实施例将配合以下实施例说明于后。一般而言,过渡层最好具有足够的厚度,使得化学污染物或结构缺陷实质上可自主动区域和 pn 接面移除。

[0051] 2. 群集工具

[0052] 图 2A 为示范化学气相沉积 (CVD) 系统 210 的简示图,其绘示各处理室的基本结构,用以个别进行沉积步骤。系统适用于次大气压 CVD (SACVD) 热制程及其它制程,例如回流、驱入、清洗、蚀刻、沉积、和吸收制程。从下述实施例可知,在一些例子中,将基材移到另一处理室前,仍可在一处理室内进行多道制程。系统的主要组件包括接收气体输送系统 220 供应的制程气体与其它气体的真空室 215、真空系统 225、远程等离子体系统 230、和系统控制器 235。这些组件与其它组件将进一步详述于下。虽然为便于说明,图标仅显示单一处理室结构,但可理解的是,多个具类似结构的处理室亦可当作群集工具的一部分,其分别用来进行整体制程的不同态样。图中用来支持处理室的其它组件可与多个处理室共享,然在一些例子中,各处理室各自具有支持组件。

[0053] CVD 系统 210 包括封闭构件 237,用以构成具气体反应区 216 的真空室 215。气体分配盘 221 通过穿孔分散反应气体与其它气体(例如净化气体)至放置在可垂直移动的加热器 226(亦称为晶片支撑基座)上的晶片(未绘示)。气体反应区 216 位于气体分配盘 221 与晶片之间。加热器 226 可控制移到较低位置(在此例如可装载或卸载晶片)、和邻近

气体分配盘 221 的处理位置（以虚线 216 表示）、或供其它目的使用的位置（例如进行蚀刻或清洗制程）。中央板（未绘示）包括传感器，用以提供晶片位置的信息。

[0054] 不同的实施例可采用不同的加热器 226 结构。例如在一实施例中，加热器 226 包括内封于陶瓷的电阻加热组件（未绘示）。陶瓷保护加热组件遭处理室环境腐蚀，并使加热器达到约 1200℃ 的高温。在一示范实施例中，加热器 226 露出真空室 215 的所有表面皆由陶瓷材料组成，例如氧化铝（ $\text{Al}_2\text{O}_3$  或矾土）、或氮化铝。在另一实施例中，加热器 226 包含照灯加热器。或者，由诸如钨、铈、钕、钍、或其合金等耐火金属构成的裸金属丝加热组件可用来加热晶片。照灯加热器可排列达到 1200℃ 以上的高温而可做为特殊应用。

[0055] 反应气体和载气经由供应管线 243 从气体输送系统 220 输送到气体混合箱（亦称为气体混合区块）244，在此气体相互混合且输送到气体分配盘 221。如熟谙此技艺者所能理解，气体输送系统 220 包括各种气体源和合适的供应管线，以输送预定的气体至真空室 215。各气体供应管线一般包括关闭阀，用以自动或手动停止气体流入其相关管线、和流量控制器或其它测量流经供应管线的气体或液体流量的控制器。视系统 210 执行的制程而定，部分来源实际上可为液体源，而非气体源。使用液体源时，气体输送系统包括液体注入系统或其它合适的机制（如喷水器），用以蒸发液体。如熟谙此技艺者所能理解，液体蒸气接着通常与载气混合。

[0056] 气体混合箱 244 为连接制程气体供应管线 243 与清洗 / 蚀刻气体导管 247 的双输入混合区块。阀 246 容许气体导管 247 的气体或等离子体进入或封入气体混合箱 244。气体导管 247 接收来自整合式远程微波等离子体系统 230 的气体，且等离子体系统 230 具有用以接收输入气体的入口 257。沉积时，供应至分配盘 221 的气体朝晶片表面排放（如箭头 223 所示），在此气体可以层流方式放射状均匀分散于整个晶片表面。

[0057] 净化气体可经由封闭构件 237 底层从气体分配盘 221 及 / 或入口或进入管（未绘示）输送到真空室 215。来自真空室 215 底部的净化气体从入口向上流过加热器 226，并流至环形抽吸通道 240。包括真空帮浦（未绘示）的真空系统 225 通过排放管线 260 排放气体（如箭头 224 所示）。排放气体和乘载粒子自环形抽吸通道 240 引至排放管线 260 的速率受控于节流阀系统 263。

[0058] 远程微波等离子体系统 230 可产生等离子体以供应用，例如清洗处理室、或蚀刻处理晶片的残留物。远程等离子体系统 230 利用入口 257 供应的前驱物产生的等离子体物种经由导管 247 输送，以通过气体分配盘 221 分散到真空室 215。远程微波等离子体系统 230 整体设在真空室 215 下方，且导管 247 沿着处理室向上延伸至闸阀 246 和位于真空室 215 上方的气体混合箱 244。清洗用的前驱气体可包括氟、氯、及 / 或其它反应元素。借着在膜层沉积制程期间流入适当沉积前驱气体至远程微波等离子体系统 230，还可利用远程微波等离子体系统 230 沉积 CVD 层。

[0059] 沉积室 215 壁面与周围结构（如排放通道）的温度更可通过在室壁的通道（未绘示）中循环热交换液体而控制。热交换液体可依需求来加热或冷却室壁。例如，热液体有助于维持热沉积过程的热梯度；冷液体可于原位（insitu）等离子体制程期间移除系统的热量、或可限制沉积物形成于室壁上。气体分配盘 221 亦具有热交换通道（未绘示）。典型的热交换流体包括以水为底液（water-based）的乙烯乙二醇混合物、以油为底液的热传流体、或类似流体。此加热方式（指通过“热交换”加热）可大幅减少或消除不当的反应产物

凝结,并有助于减少制程气体与其它污染物的挥发性产物,若其凝结在冷却真空通道壁上且在未流入气体时流回处理室,可能会污染制程。

[0060] 系统控制器 235 控制沉积系统的行动与操作参数。系统控制器 235 包括计算机处理器 250、和耦接处理器 250 的计算机可读取内存 255。处理器 250 执行系统控制软件,例如储存于内存 270 的计算机程序。内存 270 较佳为硬盘,但也可为其它类型的内存,例如只读存储器或闪存。系统控制器 235 还包括软盘驱动器、CD 或 DVD 驱动器(未绘示)。

[0061] 处理器 250 根据系统控制软件(程序 258)运作,其包括命令特定制程的时间、混合气体、处理室压力、处理室温度、微波功率大小、基座位置、和其它参数的计算机指令。这些参数和其它参数是通过控制线路 265 控制,图 2A 仅显示部分控制线路 265,其并联是系统控制器 235 与加热器、节流阀、远程等离子体系统、各种阀门、和气体输送系统 220 相关的流量控制器。

[0062] 处理器 250 具有卡架(未绘示),其包含单板计算机、模拟与数字输入/输出板、接口板、和步进马达控制板。许多 CVD 系统 210 零件皆符合规范板、卡笼、和连接器尺寸与种类的 Versa Modular European (VME) 标准。VME 标准尚订定具 16 位数据总线与 24 位地址总线的总线结构。

[0063] 图 2B 为用来监控 CVD 系统 210 运作的使用者接口的简示图。图 2B 清楚绘出群集工具的多室性质,且 CVD 系统 210 为多室系统中的其中一个处理室。在此多室系统中,晶片可由计算机控制的机械装置从一处理室传送到另一处理室,以另行处理。在一些状况下,晶片是在真空状态或预定气体氛围下传输。使用者与系统控制器 235 间的接口为 CRT 屏幕 273a 和光笔 273b。主机单元 275 提供 CVD 系统 210 电气、锤测、和其它支持功能。适合所述 CVD 系统实施例的多室系统主机单元例如为目前可从美国加州圣克拉拉市的应用材料公司 (APPLIED MATERIALS, INC.) 取得的 Precision 5000™ 和 Centura 5200™ 系统。

[0064] 在一实施例中为采用两个屏幕 273a,其一放置于无尘室壁面 271 供操作员使用,另一放置于壁面 272 后方供维修技师使用。二屏幕 273a 同时显示相同的信息,但只有一个光笔 273b 有用。光笔 273b 利用笔尖的感光器侦测 CRT 显示器发射的光线。为选择特定画面或功能,操作员触碰显示画面的指定区域,并按压光笔 273b 上的按钮。触碰区域改变其强光颜色、或显示新的选单或画面,以确定光笔与显示画面的沟通无碍。如一般技艺人士所能理解,其它诸如键盘、鼠标、或其它点触或通信装置等输入装置亦可附加使用或代替光笔 273b,以联是使用者与处理器。

[0065] 图 2C 为用于图 2A 中示范 CVD 设备的系统控制软件(计算机程序 258)的阶层(hierarchical)控制结构实施例的方块图。诸如沉积膜层、干式清洗处理室、回流、或驱入等制程可在处理器 250 执行的计算机程序 258 的控制下进行。计算机程序码可以任一传统计算机可读取程序语言编写,例如 68000 汇编语言、C、C++、Pascal、Fortran、或其它语言。适当的程序代码是利用传统文字编辑器输入单一档案或多个档案,并储存或收录在计算机可用的媒体中,如系统内存。

[0066] 若输入码文字为高级语言,则进行编码,产生的编译程序码接着连接预先编译的 Windows™ 书库例行程序的计算机语言。为执行连接的编译程序码,系统使用者诉诸计算机语言,使计算机系统加载内存中的编码,自此 CPU 读取并执行编码,以装配设备进行程序识别的任务。

[0067] 使用者利用光笔点选 CRT 屏幕上的选单或画面而输入制程设定值与处理室编号至处理选择器子程序 280。制程设定值为进行特定制程所需的制程参数默认值,其是由预设编号确认。处理选择器子程序 280 确认 (i) 预定处理室、和 (ii) 操作处理室来进行预定制程所需的预设制程参数。进行特定制程所需的制程参数与制程条件有关,例如制程气体组成与流速、基座温度、室壁温度、压力、和等离子体条件(如磁电管功率大小)。处理选择器子程序 280 控制处理室在特定时间将进行的制程类型(例如沉积、清洗晶片、清洗处理室、吸收处理室、回流)。在一些实施例中,可能不只一个处理选择器子程序。制程参数列成制法(recipe)提供给使用者,且通过光笔/CRT 屏幕接口输入。

[0068] 处理序列发生器子程序 282 具有程序代码,用以接收处理选择器子程序 280 确认的处理室与制程参数、及控制各处理室的运作。多位使用者可输入制程设定值与处理室编号,或者单一使用者可输入多个制程设定值与处理室编号,处理序列发生器子程序 282 则以预定顺序安排制程进行。较佳地,处理序列发生器子程序 282 包括程序代码,用以 (i) 监控处理室的运作,以判断处理室是否使用、(ii) 判断使用中的处理室进行何种制程、和 (iii) 依据处理室的可利用性与欲进行的制程类型来执行预定制程。

[0069] 可采用传统监控处理室的方法,例如投票法(polling method)。当安排待执行的制程时,处理序列发生器子程序 282 可考量使用中的处理室现况,并比较选定制程的预定制程条件、或各使用者输入需求的时间长短、或系统程序设计师决定先后顺序相关的其它因素。

[0070] 当处理序列发生器子程序 282 决定了接续执行的处理室与制程设定后,处理序列发生器子程序 282 将特定制程设定参数传送到处理室管理子程序 285 而开始执行制程设定,处理室管理子程序 285 根据处理序列发生器子程序 282 决定的制程设定控制一特定处理室中的多个处理任务。例如,处理室管理子程序 285 具有程序代码,用以控制处理室 215 内的 CVD 制程与清洗制程。处理室管理子程序 285 亦控制各处理室组件子程序的执行,其控制进行选定制程设定所需的处理室组件运作。处理室组件子程序的例子包括基材定位子程序 290、制程气体控制子程序 291、压力控制子程序 292、加热器控制子程序 293、和远程等离子体控制子程序 294。视 CVD 室的特殊结构配置而定,一些实施例包括所有上述子程序,而其它实施例可包括部分上述子程序或其它未提及的子程序。一般技艺人士当可理解,其它处理室控制子程序亦可依处理室待进行的制程需求使用。在多室系统中,附加的处理室管理子程序 286、287 控制其它处理室的运作。

[0071] 操作时,处理室管理子程序 285 根据执行的特定制程设定而选择性安排或呼叫处理室组件子程序。处理室管理子程序 285 安排处理室组件子程序,如同处理序列发生器子程序 282 安排接续执行的处理室与制程设定。处理室管理子程序 285 一般包括监控各处理室组件、依据待执行的制程设定的制程参数来决定需要操作的组件、和开始执行处理室组件子程序,以响应上述监控与决定步骤。

[0072] 特定处理室组件子程序的运作将参照第 2A 及 2C 图说明于下。基材定位子程序 290 包含程序代码,用以控制处理室组件,其将基材放置到加热器 226 上,且视情况抬高处理室内的基材达预定高度而控制基材与气体分配盘 221 的间距。当基材放入处理室 215 时,降低加热器 226 以接收基材,接着加热器 226 升高到预定高度。操作时,基材定位子程序 290 控制加热器 226 的移动,以响应处理室管理子程序 285 传输的支撑高度相关的制程设定参

数。

[0073] 制程气体控制子程序 291 具有程序代码,用以控制制程气体组成和流速。制程气体控制子程序 291 控制安全阀的状态,并加速或减缓流量控制器以得预定的气体流速。制程气体控制子程序 291 的操作一般包括打开气体供应管线及重复地 (i) 读取所需的流量控制器、(ii) 比较读取值与处理室管理子程序 285 提供的预定流速、和 (iii) 依需求调整气体供应管线的流速。另外,制程气体控制子程序 291 包括监控不安全的气体流速,且当侦测到危险状况时激活安全阀。其它实施例可具有一个以上的制程气体控制子程序,每一子程序控制一特殊类型的制程或特别设定的气体管线。

[0074] 在一些制程中,于引用反应制程气体前,先流入钝气(如氮气或氩气)至处理室中以稳定处理室内的压力。对这些制程而言,制程气体控制子程序 291 是程序化来流入钝气至处理室一段时间以稳定处理室压力、接着进行上述步骤。此外,若制程气体是由液态前驱物蒸发而得,则写入制程气体控制子程序 291,而于喷水器中汨流(bubble)输送气体(如氦气)穿过液态前驱物、或者控制液体注射系统,以喷洒或喷射液体至载气流(如氦气)中。当喷水器用于此类制程时,制程气体控制子程序 291 调节输送气体的流量、喷水器的压力、和喷水器温度,用以达到预定的制程气体流速。如上述,预定的制程气体流速可传递给制程气体控制子程序 291 当作制程参数。

[0075] 再者,制程气体控制子程序 291 包括通过存取含有特定制程气体流速的必要值的储存表而获得达成预定制程气体流速所需的输送气体流量、喷水器压力、和喷水器温度。一旦得到必要值,监控输送气体流量、喷水器压力、和喷水器温度,并比较必要值且依此进行调整。

[0076] 压力控制子程序 292 包括程序代码,用以调节处理室中排放系统的节流阀的开孔大小而控制处理室压力。节流阀的开孔大小为设定控制处理室压力达预定值,其与制程气体总量、处理室尺寸、和排放系统的收吸设定压力有关。若采用压力控制子程序 292,则预定压力值亦将接收做为处理室管理子程序 285 的参数。压力控制子程序 292 通过读取一或多个连接处理室的传统压力计而测量处理室压力、比较测量值与预定值、获得对应储存压力表的预定压力的比例、积分与微分(PID)值、和根据 PID 值调整节流阀。或者,可写入压力控制子程序 292,以打开或关闭节流阀至特定开孔大小(即固定位置),进而调节处理室内的压力。利用此法控制排放量并无涉及压力控制子程序 292 的回馈控制特征。

[0077] 加热器控制子程序 293 包括程序代码,用以控制加热基材用的加热单元的电流。处理室管理子程序 285 亦包括加热器控制子程序 293,并接收目标或设定温度参数。加热器控制子程序 293 测量温度的方式就不同实施例而言可各不相同。例如,校正温度的判定可包括测量加热器中的热耦器输出电压、比较测量温度与设定温度、和增加或减少施予加热单元的电流,以达设定温度。通过查询储存的转换表中的对应温度、或使用四阶多项式计算温度,可从测量的电压得到温度值。在另一实施例中,可以高温计代替热耦器进行类似的制程来决定校正温度。加热器控制子程序 293 包括使加热器温度逐渐升高或降低的能力。当加热器包含内封于陶瓷的电阻加热组件时,此特征有助于减少陶瓷的热爆裂,然就使用照灯加热器的实施例而言则无此顾虑。另外,可内建故障安全防护模式来侦测制程安全性,并且当处理室未适当建立时,可停止加热单元运作。

[0078] 远程等离子体控制子程序 294 包括程序代码,用以控制远程等离子体系统 230 的

运作。远程等离子体控制子程序 294 以类似上述其它子程序的方式内含于处理室管理子程序 285。

[0079] 虽然本发明在此是以软件方式施行且以通用计算机执行,但熟谙此技艺者将可理解,本发明也可利用硬件实现,例如应用特殊集成电路(ASIC)或其它硬件电路。如此应可理解,本发明可整体或部分为软件、硬件、或二者兼具。熟谙此技艺者亦将理解,选择适合的计算机系统来控制 CVD 系统 210 是很平常的技艺。

### [0080] 3. 多室处理

[0081] 群集工具的物理结构绘示于图 3。图中,群集工具 300 包括三个处理室 304 和二一个附加处理站 308,且机械装置 312 用来传送基材于处理室 304 与处理站 308 之间。基材的传送可在特定的周遭环境中进行,包括真空、存有选定气体、预定温度等条件。

[0082] 使用群集工具制造复合氮化物半导体结构的方法概述于图 4 的流程图。方法开始于方块 404,其利用机械装置 312 传送基材到第一处理室 304-1。方块 408 为在第一处理室中清洗基材。初始外延层的沉积开始于方块 412,其在第一处理室中建立预定的制程参数,例如温度、压力等。方块 416 为流入前驱物,以进行方块 420 沉积  $\text{III}_1\text{-N}$  结构。前驱物包括氮源和第一 III 族元素源(例如 Ga)。例如,适合的氮前驱物包括  $\text{NH}_3$ ,适合的 Ga 前驱物包括三甲基镓(trimethyl gallium, TMG)。第一 III 族元素有时可包含复数个截然不同的 III 族元素,例如 Al 与 Ga,此时适合的 Al 前驱物可为三甲基铝(trimethyl aluminum, TMA);在另一实施例中,复数个截然不同的 III 族元素包括 In 与 Ga,此时适合的 In 前驱物可为三甲基铟(trimethylindium, TMI)。诸如  $\text{N}_2$  及 / 或  $\text{H}_2$  的载气也可流入。

[0083] 在方块 420 中沉积  $\text{III}_1\text{-N}$  结构之后,进行方块 424 以停止流入前驱物。在一些例子中,方块 428 可另进行处理制程处理结构,包括进一步进行沉积或蚀刻步骤、或沉积与蚀刻的组合步骤。

[0084] 无论是否另行步骤处理  $\text{III}_1\text{-N}$  结构,皆于方块 432 中将基材从第一处理室传送到第二处理室。在不同的实施例中,此传送可在高纯度的  $\text{N}_2$  环境、高纯度的  $\text{H}_2$  环境、或高纯度的  $\text{NH}_3$  环境下进行;在一些例子中,传送环境可为上述升温环境。如方块 436 所示,  $\text{III}_1\text{-N}$  过渡薄层沉积于  $\text{III}_1\text{-N}$  结构上。沉积过渡层的方法类似沉积  $\text{III}_1\text{-N}$  结构的方法,其一般采用与第一处理室先前使用的前驱物相同的前驱物,然部分例子也可采用不同的前驱物。

[0085] 在方块 440 中,建立适当的制程参数(如温度、压力等)来沉积  $\text{III}_2\text{-N}$  层。方块 444 为流入前驱气体,以进行方块 448 沉积  $\text{III}_2\text{-N}$  结构。此结构包括  $\text{III}_1\text{-N}$  层不含的 III 族元素,但  $\text{III}_1\text{-N}$  层和  $\text{III}_2\text{-N}$  层可另包含共同的 III 族元素。例如,当  $\text{III}_1\text{-N}$  层为 GaN 层时,  $\text{III}_2\text{-N}$  层可为 AlGaN 层或 InGaN 层。若  $\text{III}_1\text{-N}$  层具三元组成时(此非本发明所必须),则  $\text{III}_2\text{-N}$  层通常可包括其它组成,例如四元 AlInGaN 层。同样地,当  $\text{III}_1\text{-N}$  层为 AlGaN 层时,  $\text{III}_2\text{-N}$  层可为 AlInGaN 层上的 InGaN 层。适合沉积  $\text{III}_2\text{-N}$  层的前驱物可类似沉积  $\text{III}_1\text{-N}$  层的前驱物,即  $\text{NH}_3$  为适合的氮前驱物、TMG 为适合的镓前驱物、TMA 为适合的铝前驱物、且 TMI 为适合的铟前驱物。诸如  $\text{N}_2$  及 / 或  $\text{H}_2$  的载气也可流入。沉积  $\text{III}_2\text{-N}$  结构之后,进行方块 452 以停止流入前驱物。

[0086] 类似沉积  $\text{III}_1\text{-N}$  结构,可如方块 456 所示,额外进行一些沉积及 / 或蚀刻步骤处理  $\text{III}_2\text{-N}$  结构。于第二处理室完成处理后,进行方块 460 将基材传出处理室。在一些例子中,可在二处理室完成处理,以于方块 460 中完成结构。在其它例子中,于方块 460 中将基

材传出第二处理室后,接着可将基材传到另一处理室,如传入第一处理室进行  $\text{III}_1\text{-N}$  处理,或传入第三处理室进行  $\text{III}_3\text{-N}$  处理。各处理室间的传输顺序可视特定装置的制作而定,用以利用各处理室具备的特定制程操作范围。本发明不局限用于特定制程的处理室数量、或群集工具中各处理室进行的处理次数。

[0087] 仅为举例说明而已,处理室之一可用来增加 GaN 的沉积速率,而第二处理室可用来增进沉积的均匀度。在许多结构中,因 GaN 层为完成结构中最厚的膜层,故总处理时间与 GaN 的沉积速率息息相关。因此最佳化第一处理室来加快 GaN 的生长可有效提高工具的总生产率。同时,加快 GaN 生长的硬件特征相当不利于生成常做为活性发射中心的 InGaN 量子井。此类结构的生长一般需要更均匀的特性,其可以制造的发光结构的波长均匀度表示。牺牲生长速率可最佳化前驱物的分配情形,进而改善晶片的均匀度。最佳化第二处理室来均匀沉积 InGaN 多重量子井结构,可不需大幅消耗整体结构的总处理时间即达到预定的均匀度。

[0088] 方块 412 与 440 建立的制程条件和方块 416 与 444 流入的前驱物可视特殊应用而定。下表提供一般适用于利用上述装置生成氮化物半导体结构的示范制程条件和前驱物流速:

[0089]

| 参数                        | 数值       |
|---------------------------|----------|
| 温度 ( $^{\circ}\text{C}$ ) | 500-1500 |
| 压力 (托耳)                   | 50-1000  |
| TMG 流量 (sccm)             | 0-50     |
| TMA 流量 (sccm)             | 0-50     |
| TMI 流量 (sccm)             | 0-50     |
| $\text{PH}_3$ 流量 (sccm)   | 0-1000   |
| $\text{AsH}_3$ 流量 (sccm)  | 0-1000   |

[0090]

|                         |             |
|-------------------------|-------------|
| $\text{NH}_3$ 流量 (sccm) | 100-100,000 |
| $\text{N}_2$ 流量 (sccm)  | 0-100,000   |
| $\text{H}_2$ 流量 (sccm)  | 0-100,000   |

[0091] 如前所述,一特定制程可能不会引用全部的前驱物。例如在一实施例中,GaN 生成可能引进 TMG、 $\text{NH}_3$ 、和  $\text{N}_2$ ;在另一实施例中,AlGaN 生成可能引进 TMG、TMA、 $\text{NH}_3$ 、和  $\text{H}_2$ ,且 TMG

与 TMA 的相对流速为选择达到沉积层中 Al :Ga 的预定化学计量比 ;在又一实施例中,InGa<sub>N</sub> 生成可能引进 TMG、TMI、NH<sub>3</sub>、和 H<sub>2</sub>,且 TMI 与 TMG 的相对流速为选择达到沉积层中 In :Ga 的预定化学计量比。

[0092] 上表亦指出氮以外的 V 族前驱物也可使用。例如,可流入氢化砷 (AsH<sub>3</sub>) 来制造 III-N-P 结构。此结构中氮与其它 V 族元素的化学计量比可通过适当选择各前驱物的相对流速决定。在另些其它例子中,可引进掺质前驱物来形成掺杂的复合氮化物结构,例如使用稀土掺质。

[0093] 使用复数个处理室做为部分群集工具来制造氮化物结构还可增进处理室清洗效力。一般预期,每回氮化物结构生长是从干净的基底 (susceptor) 开始,以尽可能提供良好的成核层。采用复数个处理室可在每回进行生长前清洗第一处理室,但较不常清洗第二处理室,以免影响制造结构的品质。此是因第二处理室中形成的结构已具有氮化层。如此可提高生产率,并至少延长第二处理室等硬件的使用寿命。

[0094] 采用多个处理室尚具有其它功效。例如,如先前图 1 的结构所述,因 n-GaN 层为最厚的膜层,故其沉积最为耗时。多个处理室可同时用来沉积 n-GaN 层,但错开时间开始。单一附加处理室可用来沉积其余结构,且插入快速沉积 GaN 层用的处理室之间。如此可避免在沉积 n-GaN 层时,附加处理室闲置,因而可增进整体产能 ;当其结合减少清洗附加处理室次数时尤其显著。在一些例子中,此可用于制作某些以其它制造技术制作不具经济效益的氮化物结构 ;例如 GaN 层厚度约为 10 微米的装置。

#### [0095] 4. 实施例

[0096] 以下实施例说明图 4 概述的方法如何用于制造特定的结构。本实施例再次参照图 1 的 LED 结构,其是利用具至少二处理室的群集工具制造。方法概述于图 5 的流程图。简言的,第一处理室进行清洗和初始 GaN 层沉积,第二处理室进行其余 InGa<sub>N</sub> 层、AlGa<sub>N</sub> 层、和 GaN 接触层生成。

[0097] 方法开始于图 5 的方块 504,其将蓝宝石基材传送到第一处理室。第一处理室是用来快速沉积 GaN 层,或许沉积的均匀度较差。第一处理室在送入基材前通常会先清洗,接着在方块 508 中清洗处理室内的基材。方块 512 为在第一处理室中生成 GaN 缓冲层 112 于基材上,此实施例包括在 550℃、150 托耳的状态下流入 TMG、NH<sub>3</sub>、和 N<sub>2</sub>。其次进行方块 516 以生成 n-GaN 层 116,此实施例包括在 1100℃、150 托耳的状态下流入 TMG、NH<sub>3</sub>、和 N<sub>2</sub>。

[0098] 沉积 n-GaN 层后,将基材传出第一处理室并传入第二处理室,且在高纯度的 N<sub>2</sub> 氛围下进行传输。第二处理室是用来非常均匀地进行沉积,或许整体的沉积速率较慢。在方块 520 中沉积过渡 GaN 层后,进行方块 524 以于第二处理室内生成 InGa<sub>N</sub> 多重量子井活性层。在此实施例中,InGa<sub>N</sub> 层的形成包括在 800℃、200 托耳的状态下使用 TMG、TMI、和 NH<sub>3</sub>,并伴随流入 H<sub>2</sub> 载气。接着进行方块 528 以沉积 p-AlGa<sub>N</sub> 层,包括在 1000℃、200 托耳的状态下使用 TMG、TMA、和 NH<sub>3</sub>,并伴随流入 H<sub>2</sub> 载气。方块 532 为沉积 p-GaN 接触层,包括在 1000℃、200 托耳的状态下使用 TMG、NH<sub>3</sub>、和 N<sub>2</sub>。

[0099] 随后进行方块 536 以将完成的结构传出第二处理室,如此第二处理室已准备好接收其它来自第一处理室或另一第三处理室经部分处理的基材。

[0100] 虽然本发明已以较佳实施例揭露如上,然其并非用以限定本发明,任何熟习此技艺者,在不脱离本发明的精神和范围内,当可作各种的更动与润饰,因此本发明的保护范围

当视所附的权利要求所界定者为准。

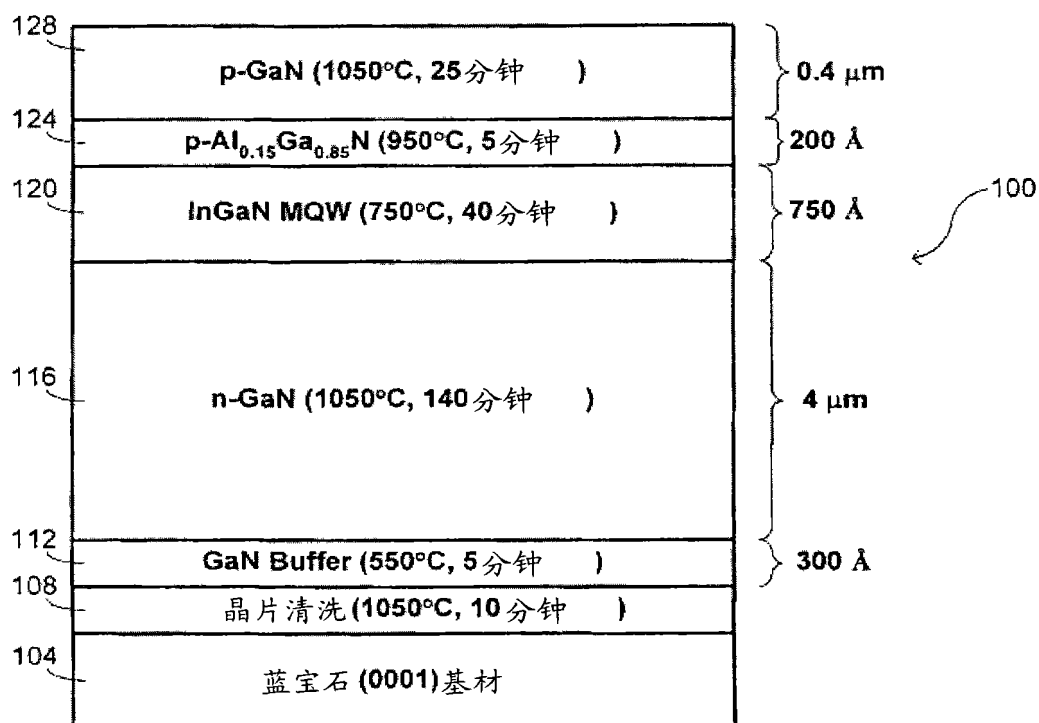


图 1

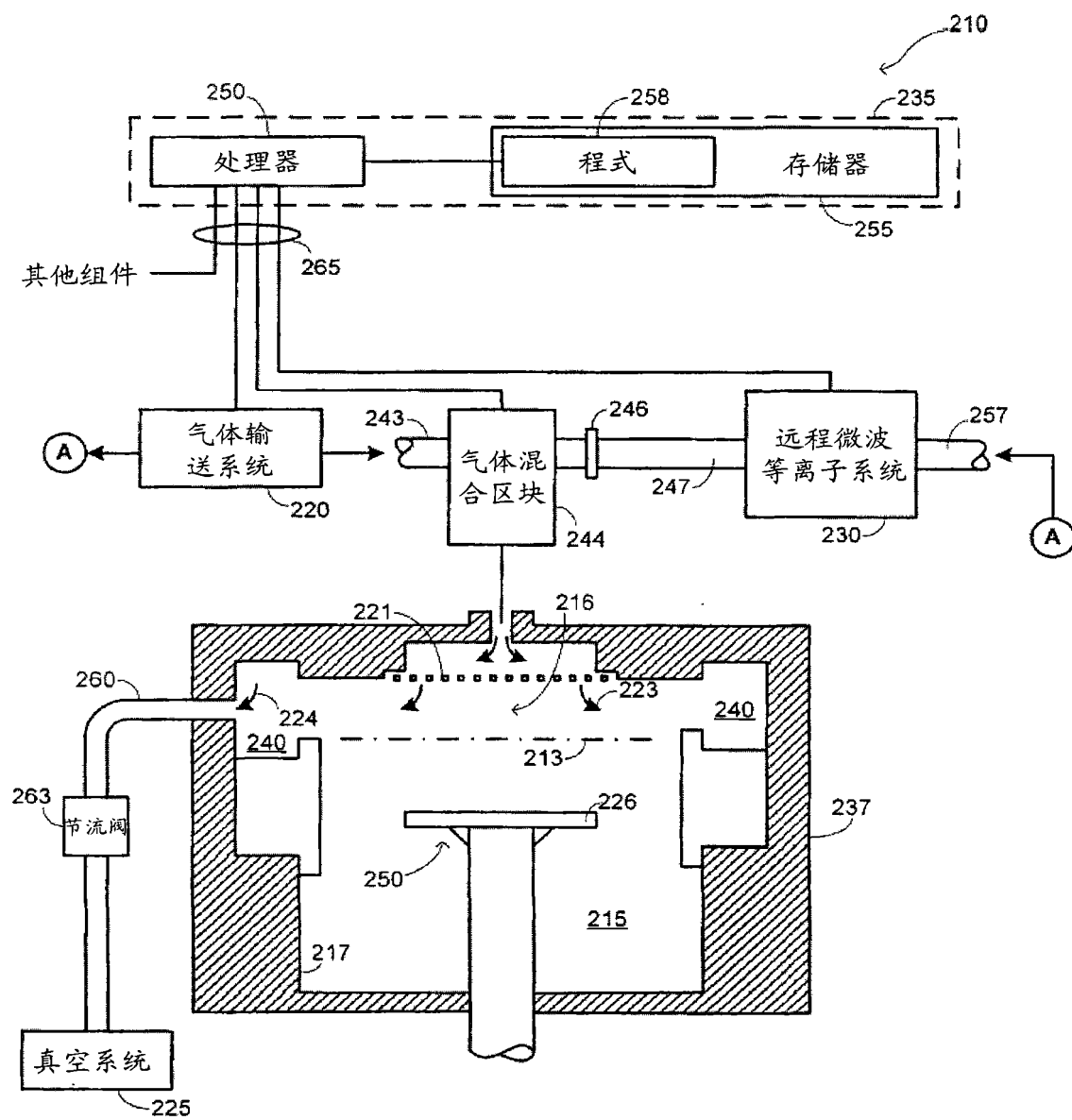


图 2A

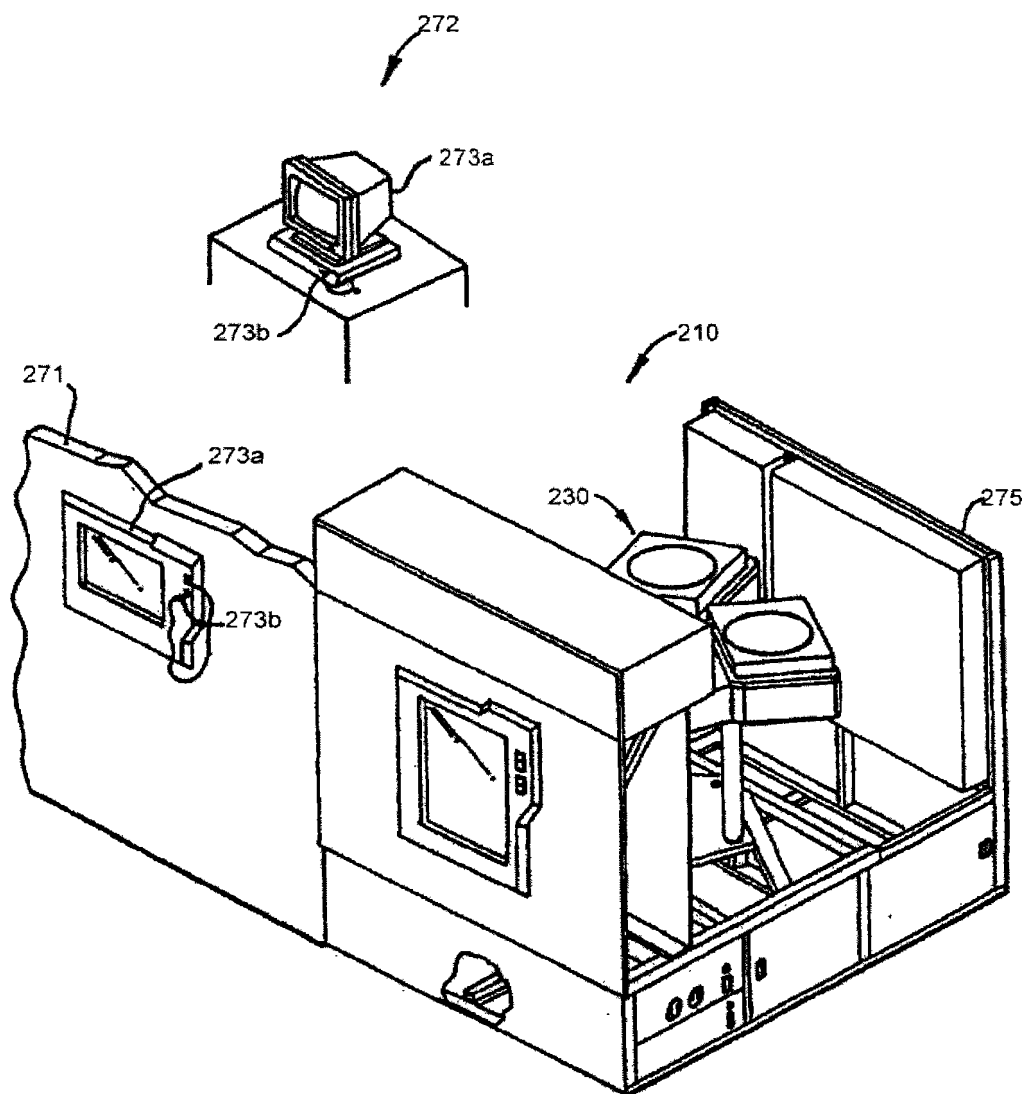


图 2B

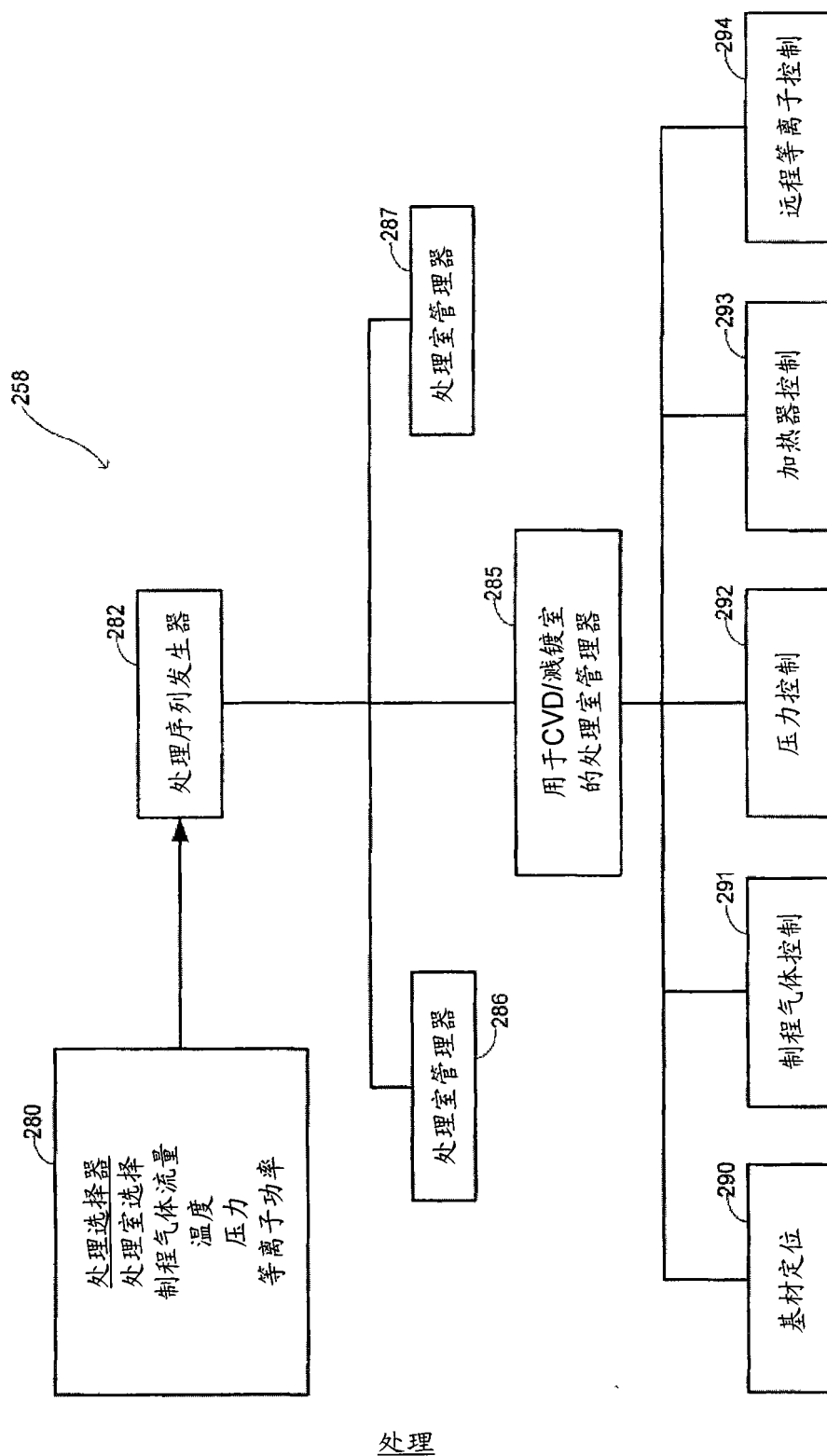


图 2C

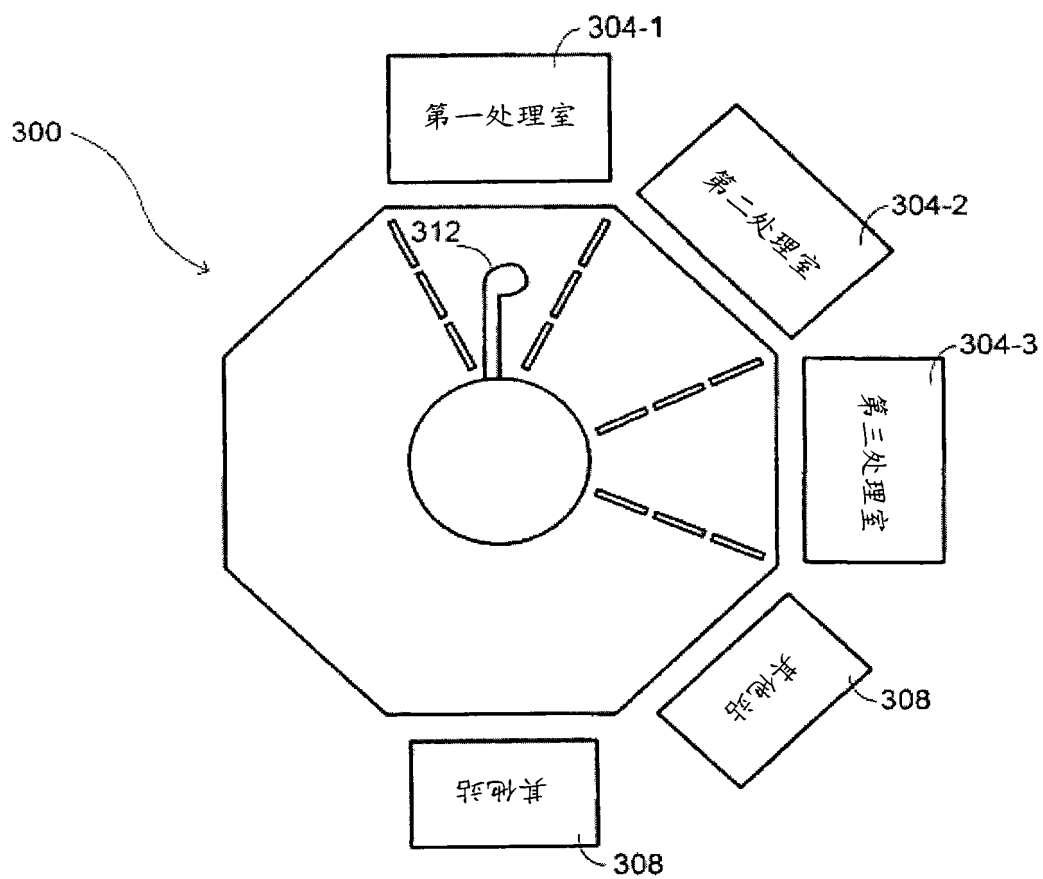


图 3

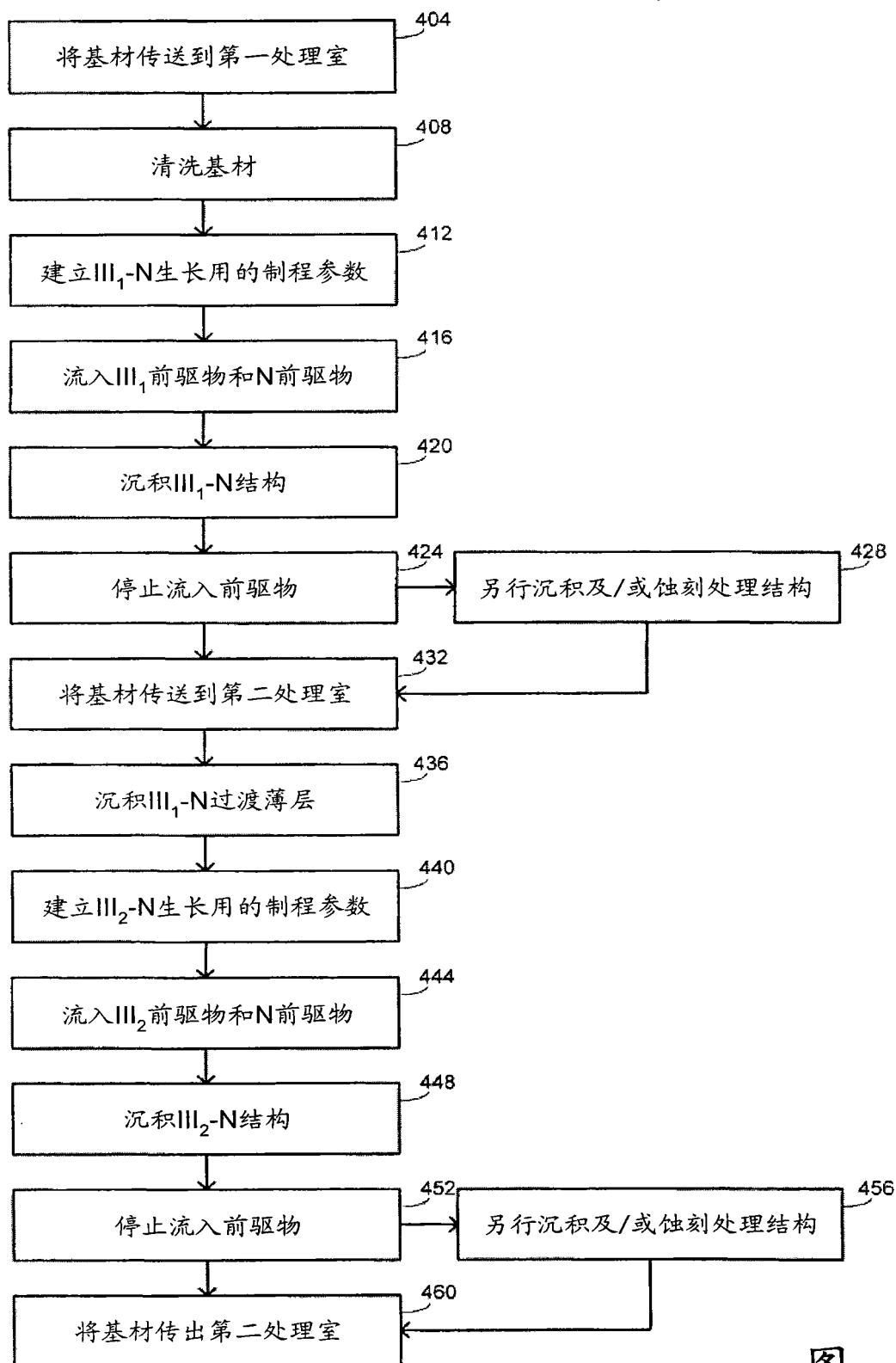


图 4

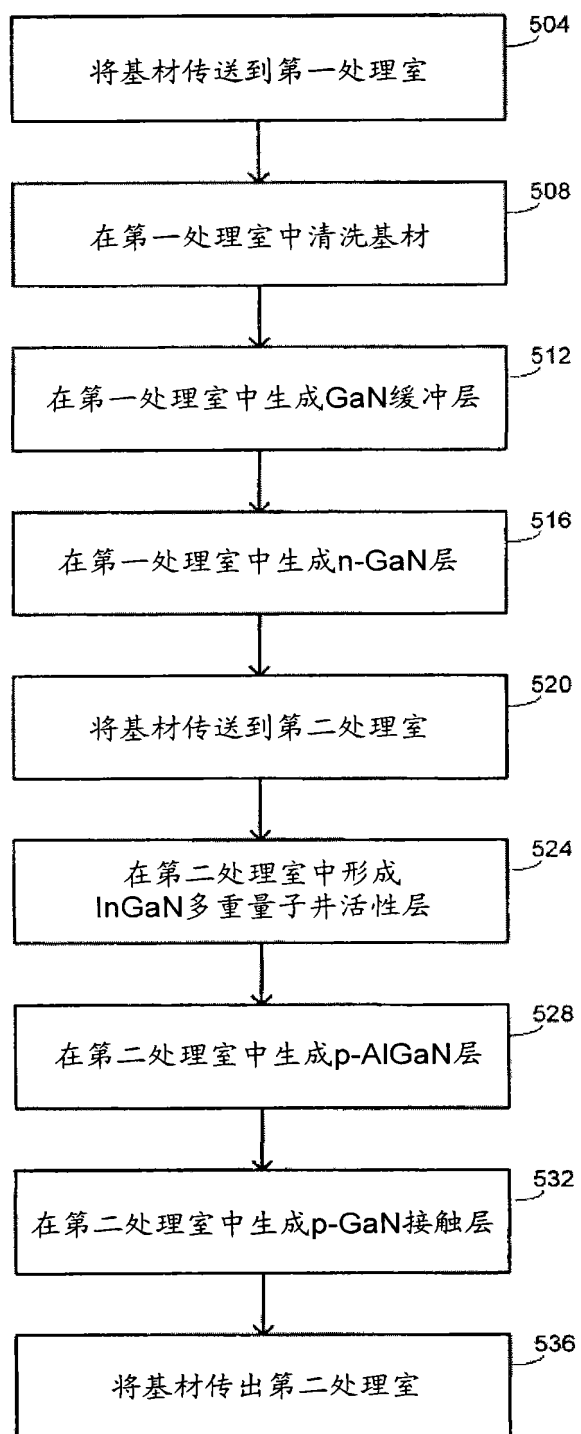


图 5