



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102615068 B

(45) 授权公告日 2015. 05. 20

(21) 申请号 201210082876. 6

CN 101292059 A, 2008. 10. 22,

(22) 申请日 2012. 03. 26

CN 101205607 A, 2008. 06. 25,

(73) 专利权人 中微半导体设备(上海)有限公司
地址 201201 上海市浦东新区金桥出口加工
区(南区)泰华路 188 号

审查员 朱营琢

(72) 发明人 尹志尧 杜志游 孟双 朱班

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限
公司 11227

代理人 骆苏华

(51) Int. Cl.

B08B 7/00(2006. 01)

B08B 13/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101063197 A, 2007. 10. 31,

CN 101278072 A, 2008. 10. 01,

CN 101238238 A, 2008. 08. 06,

CN 101535525 A, 2009. 09. 16,

CN 101437981 A, 2009. 05. 20,

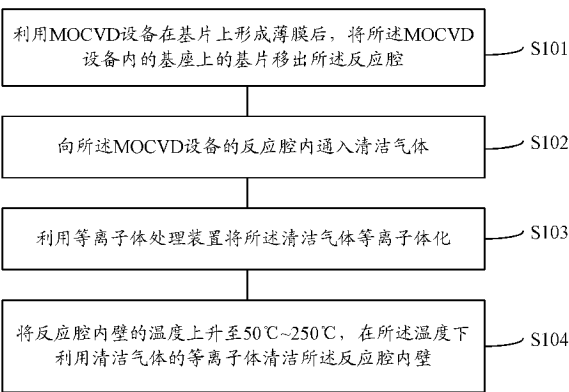
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

MOCVD 设备的清洁方法

(57) 摘要

一种 MOCVD 设备的清洁方法, 包括 : 向所述 MOCVD 设备的反应腔内通入清洁气体 ; 利用等离子体处理装置将所述清洁气体等离子体化 ; 将反应腔内壁的温度上升至 50℃ ~ 250℃, 在所述温度下利用清洁气体的等离子体清洁所述反应腔内壁。利用所述清洁方法既能自动地清除 MOCVD 反应腔内壁的残余沉积物, 所述清洁气体的等离子体不会对所述 MOCVD 反应腔内壁造成损伤, 且所述清洁所耗费的时间短。



1. 一种 MOCVD 设备的清洁方法,其特征在于,包括:

向所述 MOCVD 设备的反应腔内通入清洁气体,所述 MOCVD 设备的反应腔顶部具有气体喷淋头,所述气体喷淋头内具有喷淋头冷却装置;

利用等离子体处理装置将所述清洁气体等离子体化,所述等离子体处理装置的功率大于或等于 1000W,利用等离子产生的热能加热反应腔内壁;

将反应腔内壁的温度上升至 $50^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$,在所述温度下利用清洁气体的等离子体清洁所述反应腔内壁;

在利用所述清洁气体的等离子体清洁所述反应腔内壁的同时,所述喷淋头冷却装置内通入高温液体,使得所述喷淋头表面的温度上升至 $50^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$ 。

2. 如权利要求 1 所述的 MOCVD 设备的清洁方法,其特征在于,将反应腔内壁的温度上升至 $200^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$,在所述温度下利用清洁气体的等离子体清洁所述反应腔内壁。

3. 如权利要求 1 所述的 MOCVD 设备的清洁方法,其特征在于,在利用所述清洁气体的等离子体清洁所述反应腔内壁的同时,所述喷淋头冷却装置内未通入液体。

4. 如权利要求 1 所述的 MOCVD 设备的清洁方法,其特征在于,所述高温液体的材料为硅油、导热油、熔盐或水。

5. 如权利要求 1 所述的 MOCVD 设备的清洁方法,其特征在于,所述等离子体处理装置包括电感耦合等离子体处理装置和电容耦合等离子体处理装置。

6. 如权利要求 1 所述的 MOCVD 设备的清洁方法,其特征在于,所述清洁气体至少包括用于化学清洁的第一清洁气体,所述第一清洁气体至少包括 Cl 元素。

7. 如权利要求 6 所述的 MOCVD 设备的清洁方法,其特征在于,所述第一清洁气体为 Cl_2 、HCl 其中的一种或两种的组合。

8. 如权利要求 6 所述的 MOCVD 设备的清洁方法,其特征在于,所述清洁气体还包括用于物理清洁的第二清洁气体,所述第二清洁气体为 Ar、 N_2 其中的一种或两种的组合。

MOCVD 设备的清洁方法

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体制造领域,特别涉及一种 MOCVD 设备的清洁方法。

背景技术

[0002] 目前,金属有机化合物化学气相沉积 (MOCVD) 工艺是一种常见的用于形成第 III 族元素和第 V 族元素化合物的工艺。MOCVD 工艺通常是在一个具有较高温度的 MOCVD 反应腔内进行,所述 MOCVD 反应腔内通入有包含第 III 族元素的第一反应气体和包含有第 V 族元素的第二反应气体,且所述 MOCVD 反应腔内的基座上具有基片,所述第一反应气体和第二反应气体在较高温度的基片表面进行反应,在所述基片表面形成第 III 族元素和第 V 族元素化合物薄膜。

[0003] 但是,利用 MOCVD 工艺在所述基片表面形成薄膜的同时,还会在反应腔的内壁、气体喷淋头表面、基座表面形成残余沉积物。这些残余沉积物会在反应腔内产生杂质,并可能从附着处剥落下来,最终可能落在待处理的基片上,使得所述基片表面生成的薄膜产生缺陷,影响最终形成的半导体器件的电学性能。因而,在经过一段时间的 MOCVD 薄膜沉积工艺后,必须停止沉积工艺,利用一个反应腔清洁工艺将所述反应腔内的残余沉积物清除掉。

[0004] 目前,业内常用的反应腔清洁工艺通常为“手工清洁”,具体包括:停止 MOCVD 工艺,将反应腔内部温度降低到一定的温度;打开反应腔,移除基片;利用刷子将附着在反应腔的内壁、气体喷淋头表面的残余沉积物从其附着表面刷下来,并移除反应腔;将附着有残余沉积物的基座从反应腔内取出,并置换上新的、干净的基座。但是利用所述清洁方法必须要停止原薄膜沉积工艺,等到反应腔内的温度下降到适合于手工清理的温度时才能打开反应腔进行清洁,且在清洁工艺完成后所述反应腔还需要升温至特定的反应温度用于进行 MOCVD 工艺。由于 MOCVD 设备在手工清洁时不能沉积薄膜,而所述降温、升温过程又需要耗费大量的时间,使得 MOCVD 设备的生产效率和产能不能最大化的利用。且由于所述清洁方法为手工清洁,不仅需要操作人员亲自动手清除残余沉积物,增加了操作人员的工作强度,而且每次清洁的程度都会不一致,可能因为操作人员的失误使得残余沉积物未清理干净,残余沉积物最终可能会落在后续待处理的基片上,使得对应基片表面生成的薄膜产生缺陷,影响最终形成的半导体器件的电学性能。

发明内容

[0005] 本发明解决的问题是一种 MOCVD 设备的清洁方法,能自动、快速地清洁 MOCVD 反应腔内壁的残余沉积物。

[0006] 为解决上述问题,本发明技术方案提供了一种 MOCVD 设备的清洁方法,包括:

[0007] 向所述 MOCVD 设备的反应腔内通入清洁气体;

[0008] 利用等离子体处理装置将所述清洁气体等离子体化;

[0009] 将反应腔内壁的温度上升至 $50^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$,在所述温度下利用清洁气体的等离子体清洁所述反应腔内壁。

[0010] 可选的,将反应腔内壁的温度上升至 $200^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$,在所述温度下利用清洁气体的等离子体清洁所述反应腔内壁。

[0011] 可选的,所述 MOCVD 设备的反应腔顶部具有气体喷淋头,所述气体喷淋头内具有喷淋头冷却装置。

[0012] 可选的,在利用所述清洁气体的等离子体清洁所述反应腔内壁的同时,所述喷淋头冷却装置内未通入液体。

[0013] 可选的,在利用所述清洁气体的等离子体清洁所述反应腔内壁的同时,所述喷淋头冷却装置内通入高温液体,使得所述喷淋头表面的温度上升至 $50^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$ 。

[0014] 可选的,所述高温液体的材料为导热油、熔盐或水。

[0015] 可选的,所述等离子体处理装置包括电感耦合等离子体处理装置和电容耦合等离子体处理装置。

[0016] 可选的,所述等离子体处理装置的功率大于或等于 1000W ,利用等离子产生的热能加热反应腔内壁。

[0017] 可选的,所述清洁气体至少包括用于化学清洁的第一清洁气体,所述第一清洁气体至少包括 Cl 元素。

[0018] 可选的,所述第一清洁气体为 Cl_2 、 HCl 其中的一种或两种的组合。

[0019] 可选的,所述清洁气体还包括用于物理清洁的第二清洁气体,所述第二清洁气体为 Ar、 N_2 其中的一种或两种的组合。

[0020] 与现有技术相比,本发明技术方案具有以下优点:

[0021] 本发明实施例的 MOCVD 设备的清洁方法,利用等离子体化清洁气体产生的热量使得反应腔内壁的温度上升至 $50^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$,在所述温度下利用清洁气体的等离子体清洁所述反应腔内壁。由于随着温度的升高,清洁气体的等离子体对反应腔内壁的残余沉积物的清除速率也逐渐变快,在 $50^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$ 温度下利用清洁气体的等离子体清洁所述反应腔内壁,既能自动地清除 MOCVD 反应腔内壁的残余沉积物,所述清洁气体的等离子体不会对所述 MOCVD 反应腔内壁造成损伤,且所述清洁所耗费的时间短。

[0022] 进一步的,在 MOCVD 设备反应腔的清洁过程中,在所述喷淋头冷却装置内通入不断循环的高温液体,使得所述气体喷淋头表面的温度上升至 $50^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$ 。所述高温液体产生的热量与清洁气体等离子体化产生的热量共同作用于所述气体喷淋头,所述射频供应源产生的射频信号的功率可以较小,从而节省 MOCVD 设备反应腔的清洁过程中消耗的电能。

附图说明

[0023] 图 1 是本发明实施例的 MOCVD 设备的清洁方法的流程示意图;

[0024] 图 2 至图 4 是本发明实施例的 MOCVD 设备的结构示意图;

[0025] 图 5 是不同温度下利用清洁气体的等离子体清洁所述残余沉积物的速率的结果对比图。

具体实施方式

[0026] 正如背景技术中提到,由于手工清洁 MOCVD 反应腔内壁的残余沉积物不仅需要耗

费大量的时间,使得 MOCVD 设备的生产效率和产能不能最大化的利用,且手工清洁每次清洁的程度都不一致,可能因为操作人员的失误使得残余沉积物未清理干净。

[0027] 为此,发明人提出了一种 MOCVD 设备的清洁方法,包括:向所述 MOCVD 设备的反应腔内通入清洁气体;利用等离子体处理装置将所述清洁气体等离子体化;将反应腔内壁的温度上升至 $50^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$,在所述温度下利用清洁气体的等离子体清洁所述反应腔内壁。发明人经过研究发现,随着温度的升高,清洁气体的等离子体对反应腔内壁的残余沉积物的清除速率也逐渐变快,在 $50^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$ 温度下利用清洁气体的等离子体清洁所述反应腔内壁,既能自动地清除 MOCVD 反应腔内壁的残余沉积物,所述清洁气体的等离子体不会对所述 MOCVD 反应腔内壁造成损伤,且所述清洁所耗费的时间短。

[0028] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更为明显易懂,下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。

[0029] 在以下描述中阐述了具体细节以便于充分理解本发明。但是本发明能够以多种不同于在此描述的其它方式来实施,本领域技术人员可以在不违背本发明内涵的情况下做类似推广。因此本发明不受下面公开的具体实施的限制。

[0030] 请参考图 1,为本发明实施例的 MOCVD 设备的清洁方法的流程示意图,具体包括:

[0031] 步骤 S101,利用 MOCVD 设备在基片上形成薄膜后,将所述 MOCVD 设备内的基座上的基片移出所述反应腔;

[0032] 步骤 S102,向所述 MOCVD 设备的反应腔内通入清洁气体;

[0033] 步骤 S103,利用等离子体处理装置将所述清洁气体等离子体化;

[0034] 步骤 S104,将反应腔内壁的温度上升至 $50^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$,在所述温度下利用清洁气体的等离子体清洁所述反应腔内壁。

[0035] 具体的,请参考图 2,为本发明实施例的 MOCVD 设备的结构示意图。所述 MOCVD 设备具体包括:反应腔 110,所述反应腔 110 包括侧壁 111、底部 112 和顶部 113;位于所述反应腔 110 内部的一个或多个基座 115,所述基座 115 用于承载待处理的基片(未图示);位于反应腔 110 侧壁或底部且与抽气泵 140 相连接的排气口 141,利用所述排气口 141 将多余的气体和剥落的残余沉积物排出反应腔 110;位于所述反应腔顶部 113 的气体喷淋头 120,所述气体喷淋头 120 用于向反应腔 110 输送反应气体或清洁气体,所述气体喷淋头 120 内还具有喷淋头冷却装置 125,在利用所述 MOCVD 设备沉积薄膜的过程中,循环地向所述喷淋头冷却装置 125 通入冷水,用于降低所述气体喷淋头 120 的温度,避免过高的温度对气体喷淋头 120 造成损伤,且较低的温度也不利于残余沉积物形成于气体喷淋头 120 表面,可以减少清除气体喷淋头 120 表面的残余沉积物的清除时间;等离子处理装置,用于将反应气体形成等离子体。在本实施例中,所述等离子处理装置包括射频供应源 131 和射频匹配器 132,所述射频供应源 131 通过所述射频匹配器 132 与基座 115 相连。

[0036] 执行步骤 S101,利用 MOCVD 设备在基片上形成薄膜后,将所述 MOCVD 设备内的基座上的基片移出所述反应腔。

[0037] 为了防止在清洁过程中从反应腔顶部轰击下来的残余沉积物落在基片上,当利用所述 MOCVD 设备在基片上形成薄膜后,在通入清洁气体之前,将所述 MOCVD 设备内的基座上的基片移出所述反应腔。

[0038] 执行步骤 S102,向所述 MOCVD 设备的反应腔内通入清洁气体。

[0039] 由于 MOCVD 设备主要用来沉积形成第 III 族元素和第 V 族元素的化合物,在基片上沉积形成第 III 族元素和第 V 族元素的化合物薄膜的同时,也会在 MOCVD 设备的反应腔的侧壁 111、底部 112、及顶部的气体喷淋头 120 表面形成第 III 族元素和第 V 族元素化合物的残余沉积物。由于位于反应腔的侧壁 111、顶部的气体喷淋头 120 表面的残余沉积物可能会在沉积薄膜的过程中剥落,剥落的残余沉积物落在待处理的基片上会导致沉积的薄膜存在缺陷,因此需要对应的清洁气体的等离子体能与所述第 III 族元素和第 V 族元素化合物发生反应,从而清除所述残余沉积物。

[0040] 所述清洁气体至少包括用于化学清洁的第一清洁气体,还可以包括用于物理清洁的第二清洁气体。所述第一清洁气体至少包括 Cl 元素,为 Cl_2 、HCl 其中的一种或两种的组合,由于 Cl 元素的等离子体比较容易与第 III 族元素和第 V 族元素的化合物(例如氮化镓等)发生反应,具有 Cl 元素的清洁气体的等离子体可以较快地将所述第 III 族元素和第 V 族元素化合物除去。所述第二清洁气体为 Ar、 N_2 其中的一种或两种的组合,等离子态的 Ar、N 具有很强的动能,通过轰击所述反应腔的内壁,使得位于所述反应腔的内壁表面的残余沉积物剥落,并通过排气口排出反应腔。

[0041] 在本实施例中,所述清洁气体为 Cl_2 和 Ar 的混合气体,所述混合气体的流量范围为 $0.5 \sim 2.0 \text{slm}$,反应腔内的压强为 0.5Torr 。所述混合气体在后续工艺中形成等离子体包括等离子态的 Cl 和等离子态的 Ar,由于等离子态的 Cl 具有很强的化学能,能与所述第 III 族元素和第 V 族元素化合物发生反应,且等离子态的 Ar 具有很强的动能,通过轰击所述反应腔的内壁,使得位于所述反应腔的内壁表面的残余沉积物剥落,并通过排气口排出反应腔。

[0042] 执行步骤 S103,利用等离子体处理装置将所述清洁气体等离子体化。

[0043] 所述等离子体处理装置包括电感耦合等离子体处理装置或电容耦合等离子体处理装置。

[0044] 在本实施例中,所述等离子体处理装置为电容耦合等离子体处理装置。请参考图 2,所述电容耦合等离子体处理装置包括射频供应源 131 和射频匹配器 132,所述射频供应源 131 通过所述射频匹配器 132 与基座 115 相连。当射频供应源 131 产生的射频信号施加在所述基座 115 上,在所述反应腔 110 内形成高频电场,所述高频电场使所述反应腔 110 内的清洁气体形成等离子体,利用所述等离子体清洁所述反应腔内壁的残余沉积物。

[0045] 在另一实施例中,请参考图 3,所述电容耦合等离子体处理装置包括射频供应源 231 和射频匹配器 232,所述射频供应源 231 通过所述射频匹配器 232 与气体喷淋头 120 相连。当射频供应源 231 产生的射频信号施加在所述气体喷淋头 120 上,在所述反应腔 110 内形成高频电场,所述高频电场使所述反应腔 110 内的清洁气体形成等离子体,利用所述等离子体清洁所述反应腔内壁的残余沉积物。

[0046] 在另一实施例中,所述等离子体处理装置为电感耦合等离子体处理装置。请参考图 4,所述电感耦合等离子体处理装置包括位于所述反应腔侧壁 111 外侧的电感线圈 350、射频供应源 331 和射频匹配器 332,所述射频供应源 331 通过所述射频匹配器 332 与电感线圈 350 相连。当射频供应源 331 产生的射频信号施加在所述电感线圈 350 上,在所述反应腔 110 内形成高频电场,所述高频电场使所述反应腔 110 内的清洁气体形成等离子体,利用所述等离子体清洁所述反应腔内壁的残余沉积物。

[0047] 执行步骤 S104, 将反应腔内壁的温度上升至 $50^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$, 在所述温度下利用清洁气体的等离子体清洁所述反应腔内壁。

[0048] 发明人经过研究发现, 请参考图 5, 为不同温度下利用所述清洁气体的等离子体清洁所述残余沉积物的速率的结果对比图。利用所述清洁气体的等离子体对反应腔内壁的残余沉积物进行清除, 随着反应腔内壁温度的升高, 所述等离子体清洁所述反应腔内壁的残余沉积物的速率也会加快。但由于所述 MOCVD 设备的反应腔内壁和气体喷淋头的材料为铝合金或不锈钢, 所述铝合金或不锈钢材料在较低温度下不会与等离子态的 Cl 发生反应, 但当所述反应腔内壁的温度高于 250°C 时, 所述等离子态的 Cl 容易与反应腔内壁和气体喷淋头表面的金属材料发生反应, 使得 MOCVD 设备的反应腔内壁和气体喷淋头产生损伤。因此, 在本发明实施中, 在 $50^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$ 的温度下, 利用清洁气体的等离子体清洁所述反应腔内壁, 既能自动的清洁所述反应腔内壁的残余沉积物, 又不会对所述反应腔内壁造成损伤。其中, 当在 $200^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$ 的温度下, 既能较快地清洁所述反应腔内壁的残余沉积物, 又不会对所述反应腔内壁造成损伤。

[0049] 当所述反应腔 110 内形成高频电场时, 所述高频电场将清洁气体等离子体化的过程中会产生热量, 利用所述热量对反应腔 110 内壁进行加热, 使得反应腔 110 内壁表面的温度上升至 $50^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$ 。为了能使得所述清洁气体等离子体化过程产生的热量大于或等于所述 MOCVD 设备散热的热量, 所述等离子体处理装置的射频供应源的功率大于或等于 1000W, 在本实施例中, 所述射频供应源的功率为 2000W。

[0050] 在现有技术中, 所述 MOCVD 设备中的气体喷淋头都具有喷淋头冷却装置, 所述喷淋头冷却装置内通有不断循环的冷水。由于利用 MOCVD 工艺形成薄膜需要近 1000°C 的高温, 利用所述不断循环的冷水可以有效地降低气体喷淋头的温度, 避免过高的温度对气体喷淋头造成损伤, 且较低的温度也不利于残余沉积物形成于气体喷淋头表面, 最终形成气体喷淋头表面的残余沉积物呈粉末状, 所述粉末状的残余沉积物容易清洗, 可以减少清除气体喷淋头表面的残余沉积物的清除时间。

[0051] 本实施例中, 在所述 MOCVD 设备反应腔的清洁过程中, 所述喷淋头冷却装置 125 内不通入冷却水等液体, 使得所述喷淋头冷却装置 125 内空置, 所述清洁气体等离子体化产生的热量对反应腔 110 内壁、气体喷淋头 120 同时进行加热, 使得反应腔 110 内壁表面、气体喷淋头 120 表面的温度同步上升至 $50^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$, 所述反应腔 110 内壁表面、气体喷淋头 120 表面的残余沉积物能以相同的速率清除。

[0052] 在另一实施例中, 与反应腔侧壁 111 和底部 112 表面的残余沉积物相比, 位于基片上方的气体喷淋头 120 表面的残余沉积物最容易落在待处理的基片上, 容易使得基片表面生成的薄膜产生缺陷, 因此在所述 MOCVD 反应腔的清洗过程中, 位于气体喷淋头 120 表面的残余沉积物需要尽可能地清除干净。

[0053] 在 MOCVD 设备反应腔的清洁过程中, 在所述喷淋头冷却装置 125 内通入不断循环的高温液体, 使得所述气体喷淋头 120 表面的温度上升至 $50^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$ 。所述高温液体的材料为硅油、导热油、熔盐或水。

[0054] 由于所述高温液体产生的热量与清洁气体等离子体化产生的热量共同作用于所述气体喷淋头 120, 用于提高所述气体喷淋头的温度, 使得所述气体喷淋头 120 的温度高于所述反应腔侧壁 111 和底部 112 的温度, 利用所述清洁气体的等离子体清洁所述气体喷淋

头 120 表面的残余沉积物的速率更快,有利于将气体喷淋头 120 表面的残余沉积物尽可能地清除干净。此外,所述高温液体产生的热量与清洁气体等离子体化产生的热量共同作用于所述气体喷淋头,所述射频供应源产生的射频信号的功率可以较小,从而节省 MOCVD 设备反应腔的清洁过程中消耗的电能。

[0055] 综上,本发明实施例的 MOCVD 设备的清洁方法,利用等离子体化清洁气体产生的热量使得反应腔内壁的温度上升至 $50^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$,在所述温度下利用清洁气体的等离子体清洁所述反应腔内壁。由于随着温度的升高,清洁气体的等离子体对反应腔内壁的残余沉积物的清除速率也逐渐变快,在 $50^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$ 温度下利用清洁气体的等离子体清洁所述反应腔内壁,既能自动地清除 MOCVD 反应腔内壁的残余沉积物,所述清洁气体的等离子体不会对所述 MOCVD 反应腔内壁造成损伤,且所述清洁所耗费的时间短。

[0056] 进一步的,在 MOCVD 设备反应腔的清洁过程中,在所述喷淋头冷却装置内通入不断循环的高温液体,使得所述气体喷淋头表面的温度上升至 $50^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$ 。所述高温液体产生的热量与清洁气体等离子体化产生的热量共同作用于所述气体喷淋头,所述射频供应源产生的射频信号的功率可以较小,从而节省 MOCVD 设备反应腔的清洁过程中消耗的电能。

[0057] 本发明虽然已以较佳实施例公开如上,但其并不是用来限定本发明,任何本领域技术人员在不脱离本发明的精神和范围内,都可以利用上述揭示的方法和技术内容对本发明技术方案做出可能的变动和修改,因此,凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化及修饰,均属于本发明技术方案的保护范围。

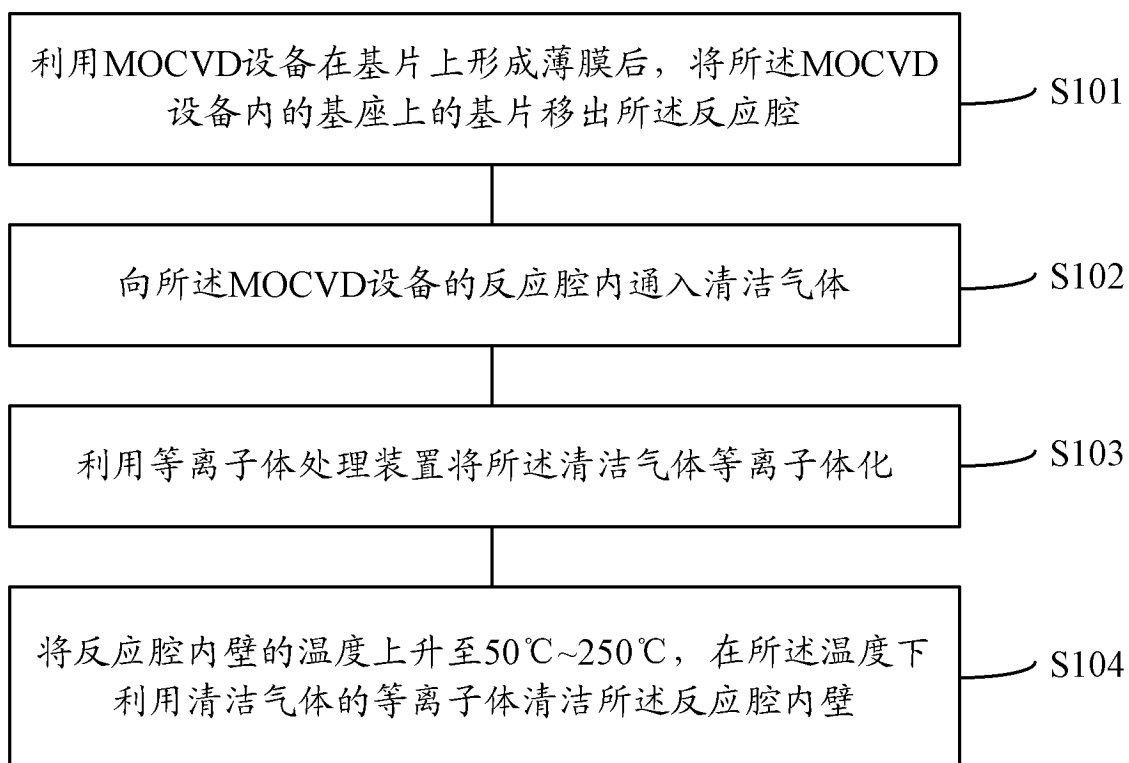


图 1

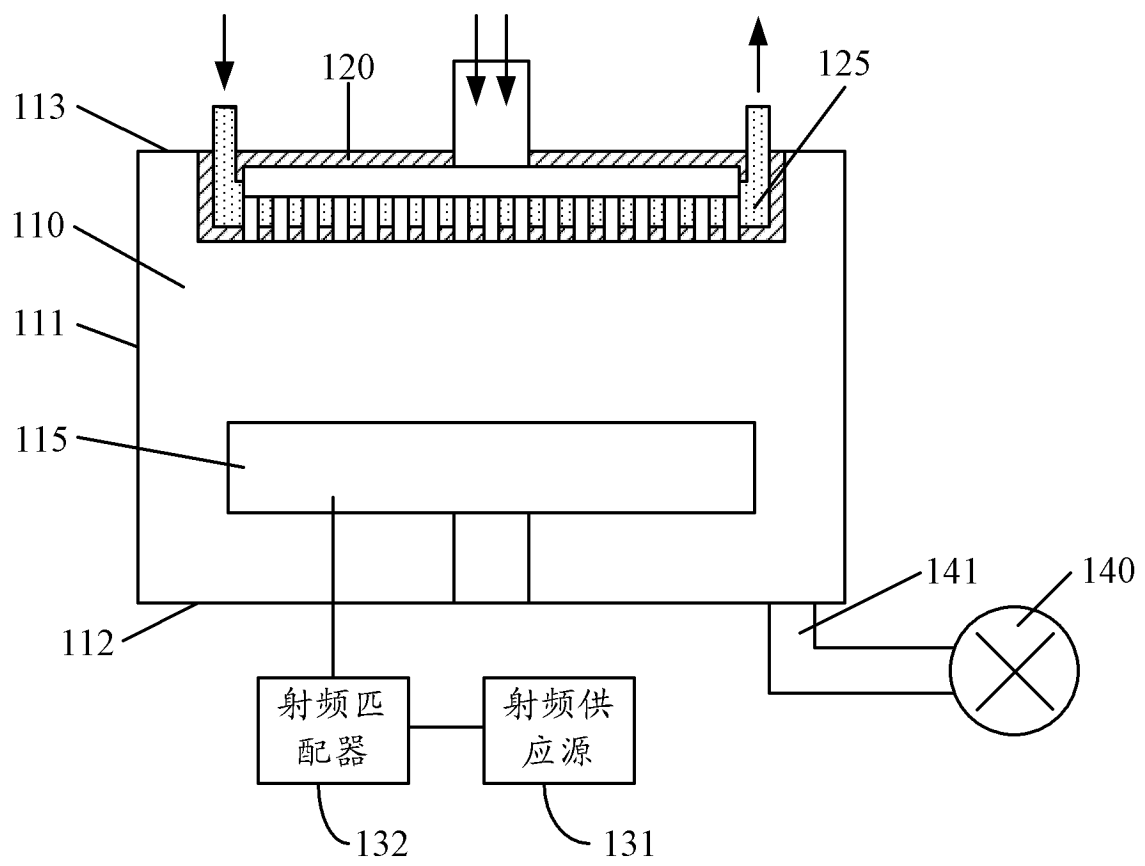


图 2

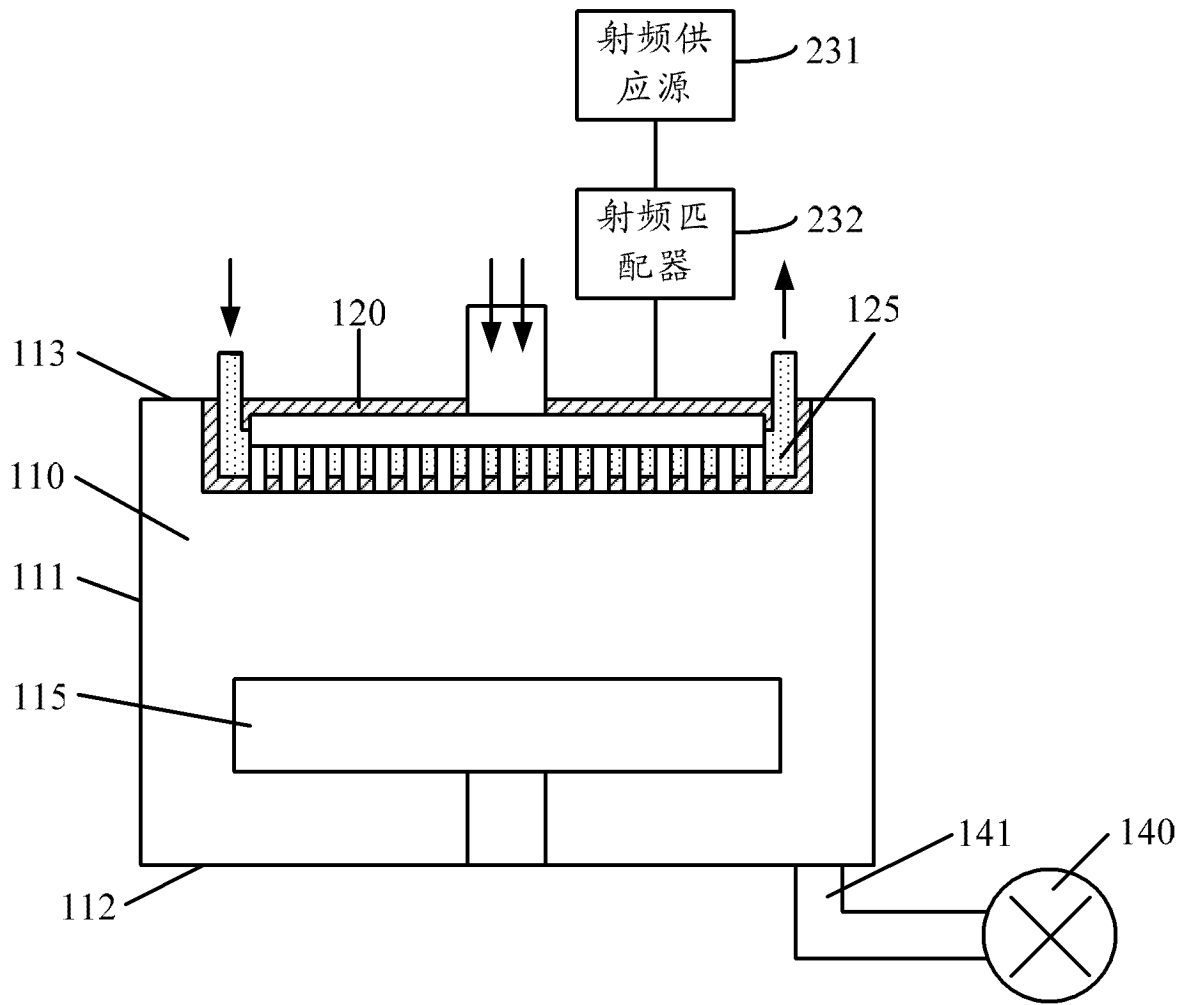


图 3

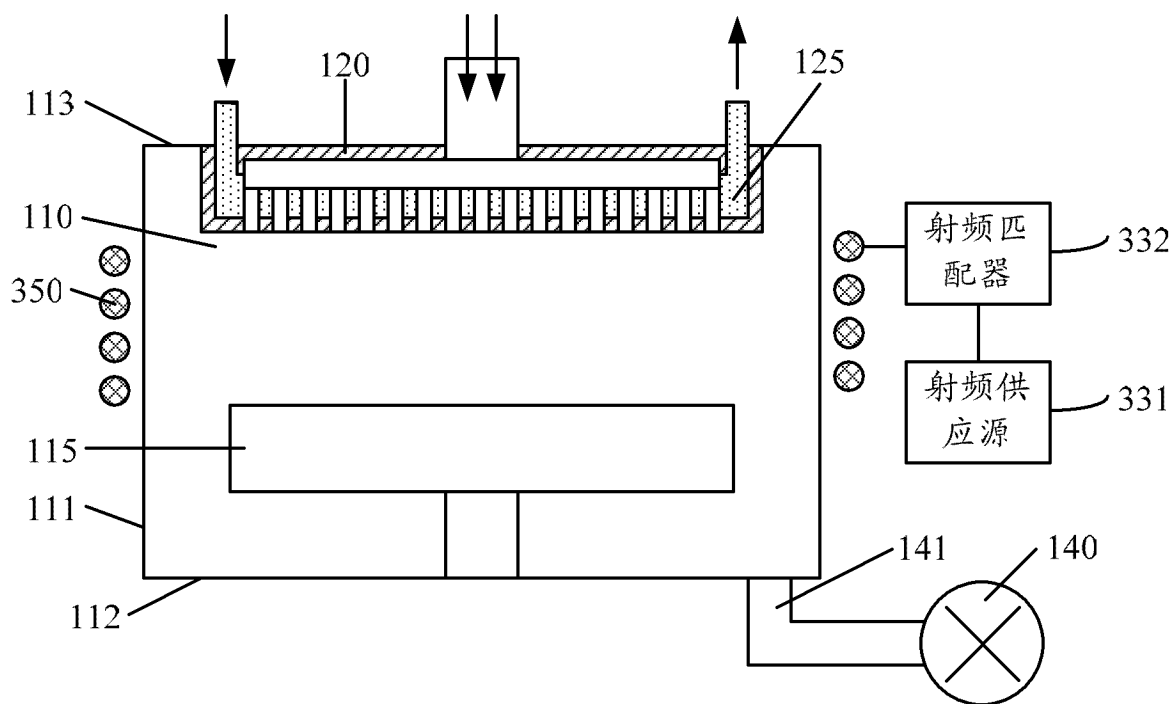


图 4

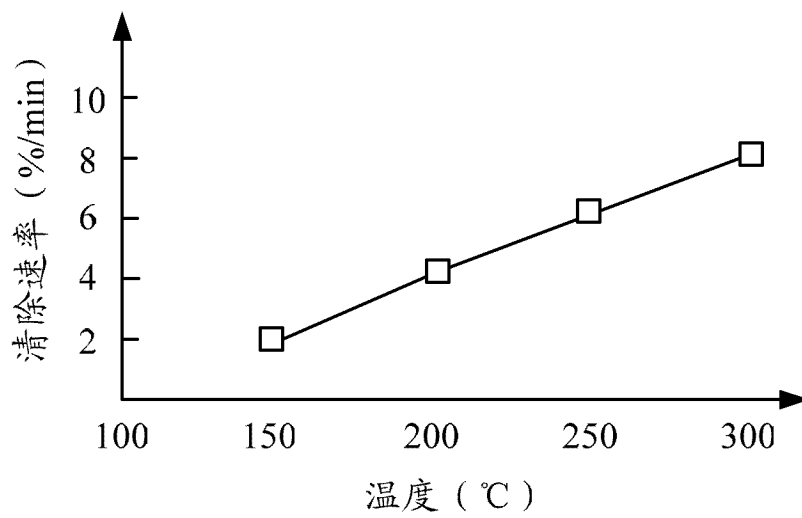


图 5