



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103628126 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 12

(21) 申请号 201210298512. 1

(22) 申请日 2012. 08. 21

(71) 申请人 浙江昱辉阳光能源有限公司

地址 314117 浙江省嘉兴市嘉善县姚庄镇工业园宝群路 8 号

(72) 发明人 郑志东 王朋 翟蕊 李娟

(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 王宝筠

(51) Int. Cl.

C30B 11/00 (2006. 01)

C30B 29/06 (2006. 01)

C30B 28/06 (2006. 01)

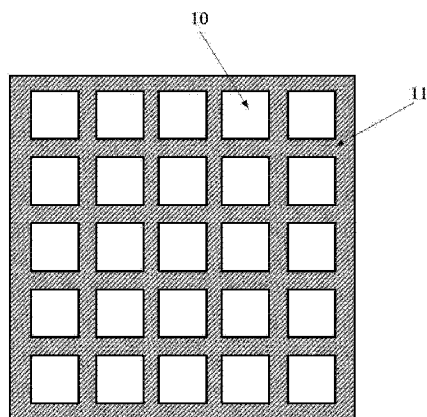
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种类单晶晶体硅锭的制作方法和多晶硅铸锭炉

(57) 摘要

本发明提供了一种类单晶晶体硅锭的制作方法,包括:对铺设在一容器底部的籽晶层和位于所述籽晶层上方的硅料进行加热,使所述硅料完全熔化,并使所述籽晶层部分熔化,形成液态硅层,且未熔化的部分籽晶层保持为固态,在类单晶生长时,控制所述容器内的热场,使所述籽晶层内的籽晶间拼缝处的温度高于籽晶区域的温度,籽晶区域的晶体优先向拼缝处生长,并且籽晶处的晶体生长速度大于拼缝处的晶体生长速度,则抑制了拼缝处多晶的生长,使得拼缝处的晶向可控,并且拼缝处的晶向与籽晶晶向保持一致,减少了位错的产生,进而提高了类单晶硅太阳能电池的转化效率。



1. 一种类单晶晶体硅锭的制作方法,其特征在于,包括:

对铺设在一容器底部的籽晶层和位于所述籽晶层上方的硅料进行加热,使所述硅料完全熔化,并使所述籽晶层部分熔化,形成液态硅层,且未熔化的部分籽晶层保持为固态;

在类单晶生长时,控制所述容器内的热场,使所述籽晶层内的籽晶间拼缝处温度高于籽晶区域的温度。

2. 一种多晶硅铸锭炉,用于类单晶晶体硅锭的制作,包括用于支撑籽晶和硅料的承载容器的底板,其特征在于,所述底板表面与籽晶间拼缝对应的位置处的热导率低于其他位置处的热导率。

3. 根据权利要求2所述多晶硅铸锭炉,其特征在于,所述底板包括:

底板主体和控温部件,所述控温部件与籽晶间拼缝位置相对应,且所述控温部件的热导率低于底板主体的热导率。

4. 根据权利要求3所述多晶硅铸锭炉,其特征在于,所述底板主体的热导率为 $10\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K}) \sim 1000\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。

5. 根据权利要求3所述多晶硅铸锭炉,其特征在于,所述控温部件的热导率为 $0.01\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K}) \sim 50\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。

6. 根据权利要求3所述多晶硅铸锭炉,其特征在于,所述温控部件围成多个尺寸相同的矩形,且所述矩形以阵列方式排布在所述底板主体上。

7. 根据权利要求3所述多晶硅铸锭炉,其特征在于,所述底板主体为一平板结构。

8. 根据权利要求7所述多晶硅铸锭炉,其特征在于,所述底板主体表面设置有凹槽。

9. 根据权利要求8所述多晶硅铸锭炉,其特征在于,所述凹槽的深度为 $1\text{mm} \sim 30\text{mm}$,所述凹槽的宽度为 $2\text{mm} \sim 80\text{mm}$ 。

10. 根据权利要求8所述多晶硅铸锭炉,其特征在于,所述控温部件设置在所述凹槽内,且所述温控部件填满所述凹槽。

11. 根据权利要求7所述多晶硅铸锭炉,其特征在于,所述温控部件直接贴合在所述底板主体表面上。

12. 根据权利要求11所述多晶硅铸锭炉,其特征在于,所述温控部件的厚度为 $1\text{mm} \sim 20\text{mm}$,所述温控部件的宽度为 $2\text{mm} \sim 80\text{mm}$ 。

13. 根据权利要求7所述多晶硅铸锭炉,其特征在于,所述底板主体内设置有通透槽,所述通透槽贯穿所述底板主体。

14. 根据权利要求13所述多晶硅铸锭炉,其特征在于,所述温控部件设置在所述通透槽内。

15. 根据权利要求2~14任意一项所述多晶硅铸锭炉,其特征在于,还包括:

保温板,所述保温板围成一保温腔;

冷却铜板,所述冷却铜板位于保温腔的底部;

底部加热器,所述底部加热器位于冷却铜板上方;

热交换台,所述热交换台位于所述底部加热器的上方,且所述热交换台上方设置有底板;

硅料盛载容器,所述硅料盛载容器用于盛放硅料和籽晶,所述硅料盛载容器外围设置有防护板,且所述硅料盛载容器和防护板位于底板上方;

顶部加热器,所述顶部加热器位于保温腔的顶部。

一种类单晶晶体硅锭的制作方法和多晶硅铸锭炉

技术领域：

[0001] 本发明涉及太阳电池制造技术领域，尤其涉及一种类单晶晶体硅锭的制作方法和多晶硅铸锭炉。

背景技术：

[0002] 太阳能电池可以将光能转换为电能，是现代节能社会发展的一个重点。根据基体材料的不同，现有的太阳能电池主要分为多晶硅太阳能电池和单晶硅太阳能电池。其中，单晶硅太阳能电池的转化效率高，但生产成本也高，多晶硅太阳能电池的生产成本也低，但其转化效率较低。

[0003] 为了综合上述多晶硅太阳能电池和单晶硅太阳能电池优点，出现了一种类单晶太阳能电池。类单晶硅是结合单晶硅和多晶硅双重优势的一种新产品，它采用类似多晶硅锭的低成本铸造方法制成，即首先在坩埚底部铺设一定厚度的籽晶层，并在籽晶层上方堆放硅料；对坩埚加热，使所述硅料完全熔化成液态，并使籽晶层部分熔化，其余部分的籽晶层仍保持固态，固态籽晶层用于引导后续生长成为具有与籽晶相同晶体学取向的硅晶体；通过控制炉内的温度变化，形成垂直于坩埚底部的纵向温度梯度，对硅料溶液进行自下而上的冷却，实现晶体的定向生长。

[0004] 但是，上述方法现生产得到的类单晶晶体硅锭存在高密度的位错，甚至在籽晶拼缝处会生长出多晶硅，降低了类单晶硅太阳能电池的转化效率。

发明内容

[0005] 为解决上述技术问题，本发明的目的在于提供一种类单晶晶体硅锭的制作方法和多晶硅铸锭炉，以减少类单晶晶体硅锭内的位错，并抑制籽晶拼缝处多晶的生长，进而提高类单晶硅太阳能电池的转换效率。

[0006] 为实现上述目的，本发明提供了如下技术方案：

[0007] 一种类单晶晶体硅锭的制作方法，包括：

[0008] 对铺设在一容器底部的籽晶层和位于所述籽晶层上方的硅料进行加热，使所述硅料完全熔化，并使所述籽晶层部分熔化，形成液态硅层，且未熔化的部分籽晶层保持为固态；

[0009] 在类单晶生长时，控制所述容器内的热场，使所述籽晶层内的籽晶间拼缝处温度高于籽晶区域的温度。

[0010] 一种多晶硅铸锭炉，用于类单晶晶体硅锭的制作，包括用于支撑籽晶和硅料的承载容器的底板，所述底板表面与籽晶间拼缝对应的位置处的热导率低于其他位置处的热导率。

[0011] 优选的，所述底板包括：

[0012] 底板主体和控温部件，所述控温部件与籽晶间拼缝位置相对应，且所述控温部件的热导率低于底板主体的热导率。

- [0013] 优选的,所述底板主体的热导率为 $10\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K}) \sim 1000\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。
- [0014] 优选的,所述控温部件的热导率为 $0.01\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K}) \sim 50\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。
- [0015] 优选的,所述温控部件围成多个尺寸相同的矩形,且所述矩形以阵列方式排布在所述底板主体上。
- [0016] 优选的,所述底板主体为一平板结构。
- [0017] 优选的,所述底板主体表面设置有凹槽。
- [0018] 优选的,所述凹槽的深度为 $1\text{mm} \sim 30\text{mm}$,所述凹槽的宽度为 $2\text{mm} \sim 80\text{mm}$ 。
- [0019] 优选的,所述控温部件设置在所述凹槽内,且所述温控部件填满所述凹槽。
- [0020] 优选的,所述温控部件直接贴合在所述底板主体表面上。
- [0021] 优选的,所述温控部件的厚度为 $1\text{mm} \sim 20\text{mm}$,所述温控部件的宽度为 $2\text{mm} \sim 80\text{mm}$ 。
- [0022] 优选的,所述底板主体内设置有通透槽,所述通透槽贯穿所述底板主体。
- [0023] 优选的,所述温控部件设置在所述通透槽内。
- [0024] 优选的,所述多晶硅铸锭炉优选的,还包括:
- [0025] 保温板,所述保温板围成一保温腔;
- [0026] 冷却铜板,所述冷却铜板位于保温腔的底部;
- [0027] 底部加热器,所述底部加热器位于冷却铜板上方;
- [0028] 热交换台,所述热交换台位于所述底部加热器的上方,且所述热交换台上方设置有底板;
- [0029] 硅料盛载容器,所述硅料盛载容器用于盛放硅料和籽晶,所述硅料盛载容器外围设置有防护板,且所述硅料盛载容器和防护板位于底板上方;
- [0030] 顶部加热器,所述顶部加热器位于保温腔的顶部。
- [0031] 本发明所提供的技术方案中,在类单晶晶体硅生长时,控制所述容器内的热场,使所述籽晶层内的籽晶间拼缝处温度高于籽晶区域的温度,籽晶区域的晶体优先向拼缝处生长,并且籽晶处的晶体生长速度大于拼缝处的晶体生长速度,则抑制了拼缝处多晶的生长,使得拼缝处的晶向可控,并且拼缝处的晶向与籽晶晶向保持一致,减少了位错的产生,进而提高了类单晶硅太阳能电池的转化效率。

附图说明

[0032] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

- [0033] 图1为本发明实施例提供的一种多晶硅铸锭炉底板结构示意图;
- [0034] 图2为本发明实施例提供的一种多晶硅铸锭炉底板剖面图;
- [0035] 图3为本发明实施例提供的另一种多晶硅铸锭炉底板剖面图;
- [0036] 图4为本发明实施例提供的又一种多晶硅铸锭炉底板剖面图;
- [0037] 图5为本发明实施例提供的一种多晶硅铸锭炉结构示意图。

具体实施方式

[0038] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0039] 正如背景技术部分所述，现有的类单晶晶体硅锭存在高密度的位错，甚至在籽晶拼缝处会生长出多晶硅，降低了类单晶硅太阳能电池的转化效率。

[0040] 发明人研究发现，生长类单晶时，在坩埚底部铺设籽晶，由于籽晶比坩埚底部面积小，需要多块籽晶拼接形成籽晶层，这样籽晶之间就不可避免的存在了缝隙。由于生长工艺中需要保持籽晶为固态，因此籽晶上下部存在较大的温度梯度。在现有的热场中，坩埚被放置在温度均匀的底板上，初始结晶时，由于籽晶拼缝的存在，硅液容易流到缝隙中，并在过冷的情况下优先成核。所以拼缝处容易产生高密度的位错，甚至长出多晶。在后续的生长过程中，位错将不断增殖，多晶区域也有横向生长的趋势，侵占单晶硅区域的生长空间，严重影响晶体的质量，最终降低类单晶硅太阳能电池的转化效率。

[0041] 本发明公开了一种类单晶晶体硅锭的制作方法，包括：

[0042] 对铺设在一容器底部的籽晶层和位于所述籽晶层上方的硅料进行加热，使所述硅料完全熔化，并使所述籽晶层部分熔化，形成液态硅层，且未熔化的部分籽晶层保持为固态；

[0043] 在类单晶生长时，控制所述容器内的热场，使所述籽晶层内的籽晶间的拼缝处温度高于籽晶区域的温度。

[0044] 由上述方案可以看出，在类单晶晶体硅生长时，控制所述容器内的热场，使所述籽晶层内的籽晶间拼缝处的温度高于籽晶区域的温度，籽晶区域的晶体优先向拼缝处生长，并且籽晶处的晶体生长速度大于拼缝处的晶体生长速度，则抑制了拼缝处多晶的生长，使得拼缝处的晶向可控，并且拼缝处的晶向与籽晶晶向保持一致，减少了位错的产生，进而提高了类单晶硅太阳能电池的转化效率。

[0045] 以上是本申请的核心思想，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0046] 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明，但是本发明还可以采用其他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例的限制。

[0047] 本发明实施例公开了一种类单晶晶体硅锭的制作方法，包括：

[0048] 在一容器底部铺设一定厚度的籽晶层，所述籽晶层是由多块籽晶构成，并在籽晶层上方堆放硅料；

[0049] 对铺设在一容器底部的籽晶层和位于所述籽晶层上方的硅料进行加热，使所述硅料完全熔化，并使所述籽晶层部分熔化，形成液态硅层，且未熔化的部分籽晶层保持为固态，其中，固态的籽晶与所述容器底部接触；

[0050] 在类单晶生长时，控制所述容器内的热场，使所述籽晶层内的籽晶间拼缝处的温度高于籽晶区域的温度，在籽晶向籽晶间拼缝的方向上形成有温度逐渐升高的横向温度梯

度。即在类单晶晶体硅生长时,籽晶间拼缝处的温度高于籽晶区域的温度,籽晶区域的晶体优先向拼缝处生长,并且籽晶处的晶体生长速度大于拼缝处的晶体生长速度,则抑制了拼缝处多晶的生长,使得拼缝处的晶向可控,并且拼缝处的晶向与籽晶晶向保持一致,减少了位错的产生,进而提高了类单晶硅太阳能电池的转化效率。

[0051] 本发明另一实施例公开了一种多晶硅铸锭炉,用于类单晶晶体硅锭的制作,包括用于支撑籽晶和硅料的承载容器的底板,所述底板表面与籽晶间拼缝对应的位置处的热导率低于其他位置处的热导率。

[0052] 由于底板表面与籽晶间拼缝对应的位置处的热导率低于其他位置处的热导率,则在初始结晶温度下降时,拼缝处的降温速率慢,籽晶处的降温速率快,在结晶初期,籽晶层内的籽晶向籽晶间的拼缝的方向上具有温度逐渐升高的横向温度梯度,即籽晶间拼缝处的温度高于籽晶区域的温度,籽晶区域的晶体优先向拼缝处生长,并且籽晶处的晶体生长速度大于拼缝处的晶体生长速度,则抑制了拼缝处多晶的生长,使得拼缝处的晶向可控,并且拼缝处的晶向与籽晶晶向保持一致,减少了位错的产生,进而提高了类单晶硅太阳能电池的转化效率。

[0053] 具体的,所述底板包括:

[0054] 底板主体和控温部件,所述控温部件与籽晶间拼缝相对应,且所述控温部件的热导率低于底板主体的热导率。其中,所述底板主体的热导率为 $10\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})\sim 1000\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$,优选为 $50\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})\sim 400\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$,更优选的,所述底板主体的热导率为 $100\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$;所述控温部件的热导率为 $0.01\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})\sim 50\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$,优选为 $0.1\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})\sim 10\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$,更优选的,所述控温部件的热导率为 $1\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。

[0055] 如图 1 所示,所述温控部件 11 围成多个尺寸相同的矩形,且所述矩形以阵列方式排布在所述底板主体 10 上。

[0056] 需要说明的是,所述温控部件 11 的形状是根据籽晶拼缝位置所设定的,即依据籽晶拼缝位置的不同,所述温控部件 11 的形状也可以相应的变化,只需满足所述温控部件 11 与籽晶拼缝处对应即可。

[0057] 如图 2 所示,所述底板主体 10 为一平板结构,且所述底板主体表面设置有凹槽,所述凹槽的深度为 $1\text{mm}\sim 30\text{mm}$,优选的,所述凹槽的深度为 $5\text{mm}\sim 20\text{mm}$,更优选的,所述凹槽的深度为 10mm ,所述凹槽的宽度为 $2\text{mm}\sim 80\text{mm}$,优选的,所述凹槽的宽度为 $20\text{mm}\sim 60\text{mm}$,更优选的,所述凹槽的宽度为 40mm 。所述控温部件 10 设置在所述凹槽内,且所述温控部件 11 填满所述凹槽。

[0058] 或者,如图 3 所示,所述底板主体 10 为一平板结构,所述温控部件 11 直接贴合在所述底板主体 11 表面上。所述温控部件 11 的厚度为 $1\text{mm}\sim 20\text{mm}$,优选的,所述温控部件 11 的厚度为 $5\text{mm}\sim 15\text{mm}$,更优选的,所述温控部件 11 的厚度为 10mm ,所述温控部件 11 的宽度为 $2\text{mm}\sim 80\text{mm}$,优选的,所述温控部件 11 的宽度为 $20\text{mm}\sim 60\text{mm}$,更优选的,所述温控部件 11 的宽度为 40mm 。

[0059] 或者,如图 4 所示,所述底板主体 10 为一平板结构,且所述底板主体 10 内设置有通透槽,所述通透槽贯穿所述底板主体 10,所述温控部件 11 设置在所述通透槽内。

[0060] 需要说明的是,所述温控部件 11 可以为空气或惰性气体如氩气、氮气等,即只需在所述底板主体 10 上作出凹槽或通透槽即可。

[0061] 由于底板表面与籽晶间拼缝对应的位置处设置有温控部件,所述温控部件的热导率低于其他位置处的热导率,则在初始结晶温度下降时,拼缝处的降温速率慢,籽晶处的降温速率快,在结晶初期,籽晶层内的籽晶向籽晶间的拼缝的方向上具有温度逐渐升高的横向温度梯度,即籽晶间拼缝处的温度高于籽晶区域的温度,籽晶区域的晶体优先向拼缝处生长,并且籽晶处的晶体生长速度大于拼缝处的晶体生长速度,则抑制了拼缝处多晶的生长,使得拼缝处的晶向可控,并且拼缝处的晶向与籽晶晶向保持一致,减少了位错的产生,进而提高了类单晶硅太阳能电池的转化效率。

[0062] 此外,如图 5 所示,所述多晶硅铸锭炉还包括:

[0063] 保温板 1,所述保温板 1 围成一保温腔,所述保温腔的腔内维持有稳定且可控的热场,且所述保温板 1 可以单层、双层或多层的保温板;

[0064] 冷却铜板 2,所述冷却铜板 2 位于保温腔的底部;

[0065] 底部加热器 3,所述底部加热器 3 位于冷却铜板 2 上方;

[0066] 热交换台 4,所述热交换台 4 位于所述底部加热器 3 上方,且所述热交换台 4 上方设置有底板 5,所述底部加热器 3 通过热交换台 4 和底板 5 为硅料盛载容器底部加热;

[0067] 硅料盛载容器 6,所述硅料盛载容器 6 具体为石英坩埚,用于盛放硅料和籽晶,所述硅料盛载容器 6 外围设置有防护板 7,且所述硅料盛载容器 7 和防护板 7 位于底板 5 上方;

[0068] 顶部加热器 8,所述顶部加热器 8 位于保温腔的顶部,即上部保温板下方。

[0069] 通过底板 5 上的温控部件起到的温控作用,所述多晶硅铸锭炉可以更好的去控制类单晶晶体硅锭的形成,减少其内部的位错,抑制多晶的产生,提高类单晶硅太阳能电池的转化效率。

[0070] 本发明说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

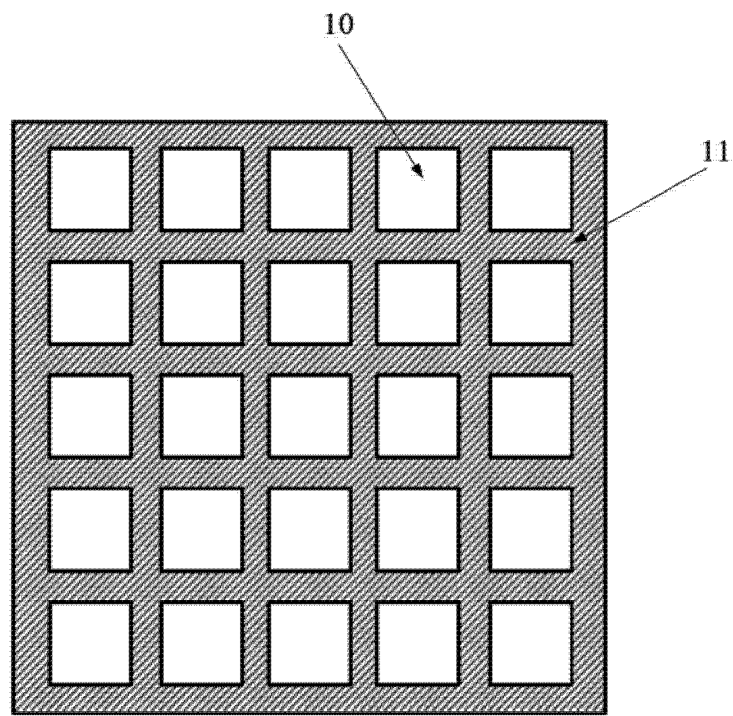


图 1

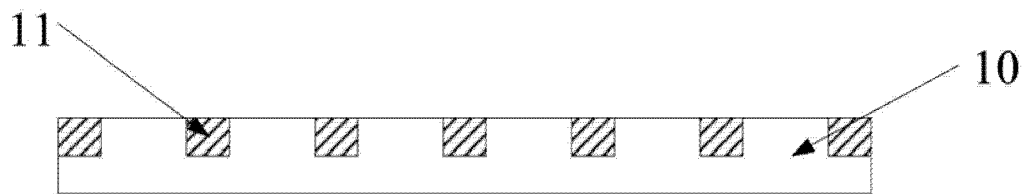


图 2

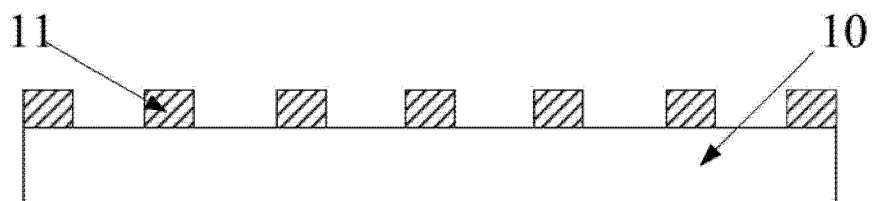


图 3

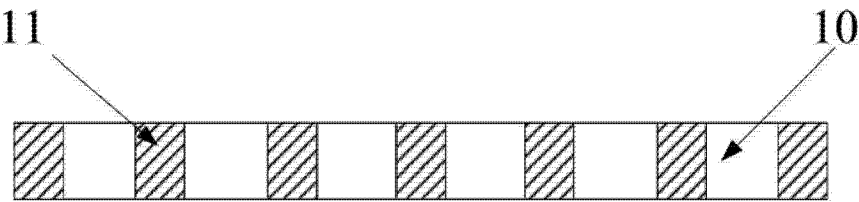


图 4

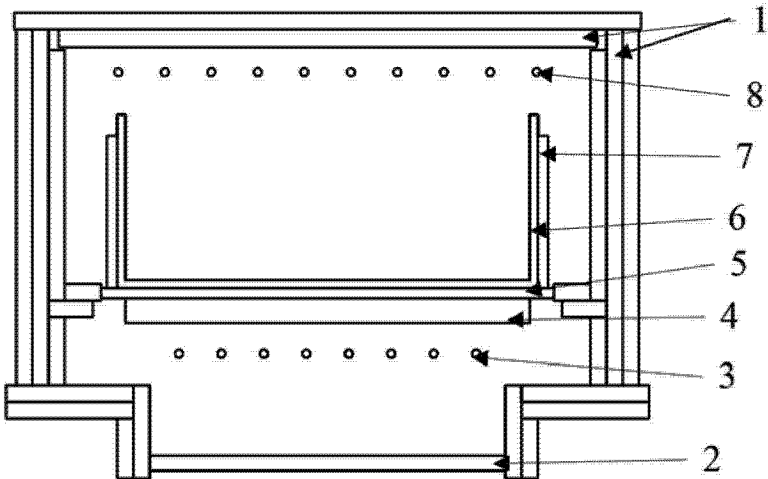


图 5