



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115101441 A

(43) 申请公布日 2022. 09. 23

(21) 申请号 202210640627.8

(22) 申请日 2022.06.07

(71) 申请人 江苏天芯微半导体设备有限公司

地址 江苏省无锡市新吴区新梅路58号

(72) 发明人 秦志坚

(74) 专利代理机构 上海元好知识产权代理有限

公司 31323

专利代理师 朱成之 张静洁

(51) Int. Cl.

H01L 21/67 (2006.01)

G01K 13/00 (2021.01)

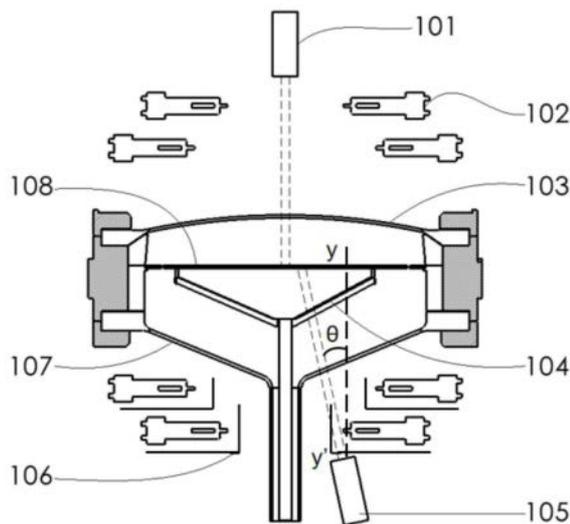
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

衬底处理设备及其提高下测温计信噪比的方法

(57) 摘要

本发明提供一种衬底处理设备,包括:反应腔、基座、基座支撑装置、下加热装置、下反射板和下测温计,所述基座支撑装置包括轴和多个臂,所述臂的一端与轴连接,所述臂的另一端和基座连接;下加热装置置于反应腔下方;下测温计,置于下反射板下方,所述下测温计发射的检测信号到达基座的背面的检测点,用于测量基座下方的温度;下测温计发射的检测信号在基座径向所在平面上与竖轴形成一夹角,所述夹角为 $[-15^{\circ}, 30^{\circ}]$ 。本发明的衬底处理设备减小了臂的旋转对高温计的影响,提高了信噪比。



1. 一种衬底处理设备,其特征在于,包括:
反应腔,用于对衬底进行工艺处理;
基座,置于反应腔内,用于承载所述衬底;
基座支撑装置,用于支撑所述基座,所述基座支撑装置包括轴和多个臂,所述臂的一端与轴连接,所述臂的另一端和基座连接;
下加热装置,置于反应腔下方,用于在工艺处理期间向反应腔提供热辐射;
下反射板,用于将下加热装置的热辐射反射至反应腔内;
下测温计,置于下反射板下方,所述下测温计发射的检测信号到达基座的背面的检测点,用于测量基座下方的温度;下测温计发射的检测信号在基座径向所在平面上与竖轴形成一夹角,所述夹角为 $[-15^{\circ}, 30^{\circ}]$ 。
2. 如权利要求1所述的衬底处理设备,其特征在于,所述下反射板包括环形板,所述环形板具有开口,所述检测信号穿过所述开口到达基座的背面。
3. 如权利要求2所述的衬底处理设备,其特征在于,所述下反射板还包括环形侧壁,所述环形侧壁的一端与环形板的一端连接,所述环形侧壁为完整的环形。
4. 如权利要求1所述的衬底处理设备,其特征在于,所述夹角为 $[-10^{\circ}, 20^{\circ}]$ 。
5. 如权利要求1所述的衬底处理设备,其特征在于,所述夹角为 0° 。
6. 如权利要求1所述的衬底处理设备,其特征在于,所述检测点到基座中心的距离为 $[50\text{mm}, 150\text{mm}]$ 。
7. 如权利要求6所述的衬底处理设备,其特征在于,所述距离为 $[70\text{mm}, 135\text{mm}]$ 。
8. 如权利要求6所述的衬底处理设备,其特征在于,所述距离为 $[80\text{mm}, 125\text{mm}]$ 。
9. 如权利要求1所述的衬底处理设备,其特征在于,所述下加热装置包括若干个加热灯。
10. 如权利要求9所述的衬底处理设备,其特征在于,所述下加热装置包括下外圈加热灯组和下内圈加热灯组,所述下外圈加热灯组和下内圈加热灯组均呈环形排列,所述下外圈加热灯组用于加热基座外圈,所述下内圈加热灯组用于加热基座内圈。
11. 如权利要求10所述的衬底处理设备,其特征在于,所述下反射板包括下内圈反射板和下外圈反射板,所述下内圈反射板用于反射下内圈加热灯组的热辐射,所述下外圈反射板用于反射下外圈加热灯组的热辐射。
12. 如权利要求11所述的衬底处理设备,其特征在于,所述下测温计置于下内圈反射板下方。
13. 如权利要求12所述的衬底处理设备,其特征在于,所述下内圈反射板包括环形板和环形侧壁,所述环形板具有开口,所述环形侧壁的一端与环形板的一端连接,所述环形侧壁为完整的环形。
14. 如权利要求2或13所述的衬底处理设备,其特征在于,所述开口为圆形。
15. 如权利要求1-13任一项所述的衬底处理设备,其特征在于,所述下测温计为高温计。
16. 一种提高下测温计信噪比的方法,其特征在于,所述方法包括:
步骤一,提供如权利要求1-15任一项所述的衬底处理设备;
步骤二,使下测温计发射的检测信号在基座径向所在平面上与竖轴形成一夹角,所述

夹角为 $[-15^{\circ}, 30^{\circ}]$ 。

17. 如权利要求16所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:步骤三,使检测信号到达基座的背面的检测点到基座中心的距离为 $[50\text{mm}, 150\text{mm}]$;所述步骤三在步骤二之前执行,或与步骤二同时执行,或在步骤二之后执行。

18. 如权利要求16所述的方法,其特征在于,所述夹角为 $[-10^{\circ}, 20^{\circ}]$ 。

19. 如权利要求16所述的方法,其特征在于,所述夹角为 0° 。

20. 如权利要求17所述的方法,其特征在于,所述距离为 $[80\text{mm}, 125\text{mm}]$ 。

衬底处理设备及提高下测温计信噪比的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体设备技术领域,特别涉及一种衬底处理设备及提高下测温计信噪比的方法。

背景技术

[0002] 现有的半导体薄膜设备,例如外延设备、CVD设备等,需要高温实现工艺处理,工艺处理时需要测温计(例如高温计)实时监测被加热衬底(或称晶圆)的温度,并反馈给温控系统,温控系统输出相应温度,将衬底和基座加热到所需要的工艺处理温度。测温计需具有极高的测量精度和重复精度,并且在测量过程中,测温计需要较高的信噪比,以保证高温计测量的有效性和实时性。

[0003] 另外,现有的薄膜沉积的均匀性与温度和工艺气体流场分布有很大关系,为了保证薄膜沉积的均匀性,现有技术往往采用旋转基座的方式来实现。

[0004] 但是,如图1所示,基座108的旋转是由基座支撑装置104驱动的,基座支撑装置104具有多个臂,所述多个臂的旋转会遮挡测温计105,降低了测温计105的信噪比。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种衬底处理设备及提高下测温计信噪比的方法,用于解决下测温计信噪比低的问题。

[0006] 为了实现以上目的,本发明通过以下技术方案实现:

[0007] 一种衬底处理设备,包括:

[0008] 反应腔,用于对衬底进行工艺处理;

[0009] 基座,置于反应腔内,用于承载所述衬底;

[0010] 基座支撑装置,用于支撑所述基座,所述基座支撑装置包括轴和多个臂,所述臂的一端与轴连接,所述臂的另一端和基座连接;

[0011] 下加热装置,置于反应腔下方,用于在工艺处理期间向反应腔提供热辐射;

[0012] 下反射板,用于将下加热装置的热辐射反射至反应腔内;

[0013] 下测温计,置于下反射板下方,所述下测温计发射的检测信号到达基座的背面的检测点,用于测量基座下方的温度;下测温计发射的检测信号在基座径向所在平面上与竖轴形成一夹角,所述夹角为 $[-15^{\circ}, 30^{\circ}]$ 。

[0014] 可选的,所述下反射板包括环形板,所述环形板具有开口,所述检测信号穿过所述开口到达基座的背面。

[0015] 可选的,所述下反射板还包括环形侧壁,所述环形侧壁的一端与环形板的一端连接,所述环形侧壁为完整的环形。

[0016] 可选的,所述夹角为 $[-10^{\circ}, 20^{\circ}]$ 。

[0017] 可选的,所述夹角为 0° 。

[0018] 可选的,所述检测点到基座中心的距离为 $[50\text{mm}, 150\text{mm}]$ 。

- [0019] 可选的,所述距离为[70mm,135mm]。
- [0020] 可选的,所述距离为[80mm,125mm]。
- [0021] 可选的,所述下加热装置包括若干个加热灯。
- [0022] 可选的,所述下加热装置包括下外圈加热灯组和下内圈加热灯组,所述下外圈加热灯组和下内圈加热灯组均呈环形排列,所述下外圈加热灯组用于加热基座外圈,所述下内圈加热灯组用于加热基座内圈。
- [0023] 可选的,所述下反射板包括下内圈反射板和下外圈反射板,所述下内圈反射板用于反射下内圈加热灯组的热辐射,所述下外圈反射板用于反射下外圈加热灯组的热辐射。
- [0024] 可选的,所述下测温计置于下内圈反射板下方。
- [0025] 可选的,所述下内圈反射板包括环形板和环形侧壁,所述环形板具有开口,所述环形侧壁的一端与环形板的一端连接,所述环形侧壁为完整的环形。
- [0026] 可选的,所述开口为圆形。
- [0027] 可选的,所述下测温计为高温计。
- [0028] 本发明还公开了一种提高下测温计信噪比的方法,所述方法包括:
- [0029] 步骤一,提供如上所述的衬底处理设备;
- [0030] 步骤二,使下测温计发射的检测信号在基座径向所在平面上与竖轴形成一夹角,所述夹角为 $[-15^{\circ}, 30^{\circ}]$ 。
- [0031] 可选的,所述方法还包括:步骤三,使检测信号到达基座的背面的检测点到基座中心的距离为[50mm,150mm];所述步骤三在步骤二之前执行,或与步骤二同时执行,或在步骤二之后执行。
- [0032] 可选的,所述夹角为 $[-10^{\circ}, 20^{\circ}]$ 。
- [0033] 可选的,所述夹角为 0° 。
- [0034] 可选的,所述距离为[80mm,125mm]。
- [0035] 与现有技术相比,本发明具有如下优点:
- [0036] 通过特殊的夹角 θ 和距离S的设置,有别于现有技术中将检测点趋向于中心的设置,使检测点远离中心,减小了臂的旋转对高温计的影响,提高了信噪比,特别是无需在下反射板上设置缺口,避免了热辐射泄漏导致的加热不均匀,同时,夹角 θ 在 $[-5^{\circ}, 5^{\circ}]$ 时,测温的准确度大大增加,尤其是夹角 θ 在 0° 时,优势更加明显。

附图说明

- [0037] 为了更清楚地说明本发明的技术方案,下面将对描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一个实施例,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:
- [0038] 图1为现有技术中衬底处理设备的结构示意图;
- [0039] 图2为现有技术中检测信号路径示意图;
- [0040] 图3为现有技术中下测温计测试数据图;
- [0041] 图4为现有技术中下反射板的结构示意图;
- [0042] 图5为本发明的衬底处理设备的结构示意图;
- [0043] 图6为测温计与夹角 θ 关系示意图;

[0044] 图7为本发明的下反射板的结构示意图；

[0045] 图8为本发明的下测温计测试数据图。

具体实施方式

[0046] 以下结合附图和具体实施方式对本发明提出的方案作进一步详细说明。根据下面说明,本发明的优点和特征将更清楚。需要说明的是,附图采用非常简化的形式且均使用非精准的比例,仅用以方便、明晰地辅助说明本发明实施方式的目的。为了使本发明的目的、特征和优点能够更加明显易懂,请参阅附图。须知,本说明书所附图式所绘示的结构、比例、大小等,均仅用以配合说明书所揭示的内容,以供熟悉此技术的人士了解与阅读,并非用以限定本发明实施的限定条件,故不具技术上的实质意义,任何结构的修饰、比例关系的改变或大小的调整,在不影响本发明所能产生的功效及所能达成的目的下,均应仍落在本发明所揭示的技术内容能涵盖的范围内。

[0047] 图1为现有技术中衬底处理设备的结构示意图。如图1所示,衬底处理设备包括反应腔、基座108、基座支撑装置104、加热装置102、反射板106和测温计,所述反应腔包括上穹顶103、下穹顶107、以及将上下穹顶密封固定的法兰,所述反应腔用于对衬底进行工艺处理;所述基座108置于反应腔内,用于承载所述衬底;基座支撑装置104用于支撑所述基座108,所述基座支撑装置104包括轴和多个臂,所述臂的一端与轴连接,所述臂的另一端和基座连接,轴的旋转带动多个臂旋转从而驱动基座108旋转;所述加热装置102用于在工艺处理期间向反应腔提供热辐射,其包括上加热装置和下加热装置,所述上加热装置置于反应腔上方,所述下加热装置置于反应腔下方;反射板106用于将加热装置的热辐射反射至反应腔内,所述反射板106包括上反射板和下反射板,所述上反射板用于将上加热装置的热辐射反射至反应腔内,所述下反射板用于将下加热装置的热辐射反射至反应腔内;可选的,根据下加热装置的不同设置,所述下反射板可仅包括下反射板,或下反射板可包括下内圈反射板和下外圈反射板。所述反应腔的一侧具有进气口,另一侧具有排气口,工艺气体从进气口进入反应腔内部,在加热装置的热辐射下,工艺气体分解反应,在衬底上生长出薄膜。其中,设置在反应腔上方中心的上测温计101用于监测衬底上表面中心的温度,下测温计105用于监测基座108下表面距中心约20mm处的温度,上测温计101的应用主要在校温时应用,这是因为校温时衬底上表面为光片,衬底表面发射率恒定,此时上测温计101的读数是稳定的,不同工艺产品所对应的衬底上表面形状有所不同,从而衬底上表面的发射率会根据产品的不同而产生变化,影响上测温计101的读数,下测温计105所测的基座下表面为发射率恒定的碳化硅涂层,因此一般采用下测温计105的数据做为工艺的温度反馈。如图2,但是基座支撑装置104上部设有若干个臂,当基座支撑装置104旋转时,臂运转到高温计的检测信号P时,会周期性地对下测温计105的测量值产生较大的影响,具体影响参加附图3,图3示出了现有技术中下测温计105测试的数据,图中显示了旋转一周下测温计105的读数,图中水平的值为有效信号,三角形的值为干扰信号,有效信号占比约38%,信噪比过低。在工艺处理时获取的信号需要处理,即将干扰信号进行过滤,当基座108温度稳定时,将干扰信号过滤后,对控温不会产生较大影响,但是当基座108在升温或降温过程时,由于干扰信号占比较大,如果将干扰信号过滤掉,则温控系统所收到的温度反馈就会失真和滞后,导致温控系统不能及时准确的输出合适的功率,将基座108加热到所需温度。

[0048] 不仅如此,如图1所示,现有技术中下测温计105在基座径向所在平面上与竖轴 yy' 形成一夹角 θ ,所述夹角 θ 足够大以使检测信号P到达基座108背面的检测点距离基座中心附近,所述距离大概为10-20mm。由于检测点距离基座108中心附近,因此检测信号P距离基座支撑装置104的中心(即轴)也很近,因此检测信号P被臂遮挡的时间较长,信噪比低。且由于大夹角的存在,所述下反射板需要开设单独的缺口1065来避让检测信号P防止遮住了检测信号,如图4可以看出:下反射板包括环形板1061及环形侧壁1063,所述环形侧壁的一端与环形板的一端连接,环形板1061及环形侧壁1063上均设有缺口1065来避让检测信号P,这样的缺口导致下加热装置的热辐射会从所述缺口泄漏,造成热分布不均,最终导致薄膜沉积的不均匀。

[0049] 如图5所示,为本发明提供的一种衬底处理设备的结构示意图。下测温计105置于下反射板下方,所述下测温计发射的检测信号P到达基座108的背面的检测点02,用于测量基座108下方的温度,下测温计发射的检测信号在基座108径向所在平面上与竖轴 yy' 形成一夹角 θ ,当检测信号P与竖轴 yy' 平行时,所述夹角 θ 为 0° (如图5所示情形),当检测信号P从 0° 向靠近基座108中心01偏转时,所示夹角 θ 为负值(如图1所示情形),当检测信号P从 0° 向靠近基座108边缘偏转时,所示夹角 θ 为正值(图中未示出),本发明的所述夹角 θ 向中心01偏转的角度非常小,甚至不向中心01偏转(即 θ 为 0°),更甚至向基座108的边缘偏转,可选的,所述夹角 θ 为 $[-15^\circ, 30^\circ]$,这样的夹角 θ 可以使检测信号P到达基座108背面的检测点02远离基座中心01,那么检测信号P距离基座支撑装置104的中心(即轴)的距离也变远,因此相较于现有技术,在基座支撑装置104同等转速下,检测信号P被臂遮挡的时间变短,最终提升了信噪比;可选的,所述夹角为 $[-10^\circ, 20^\circ]$,这样可以让检测信号P进一步远离基座支撑装置104的中心(即轴),提高信噪比。

[0050] 按照上述的原理,检测信号P到达基座108背面的检测点02在基座108边缘时,检测信号P被臂遮挡的时间最短,信噪比最高。但是根据实验发现:如图6所示,当测温计竖直放置,测量一水平板的温度时,检测信号与竖轴 yy' 平行时(即所述夹角 θ 为 0° 时,如图6中S1位置),检测信号测量的温度准确性最高,当夹角小于等于 5° 时次之,当夹角 θ 大小为 $(5^\circ, 30^\circ]$ 时(如图6中S2位置),检测信号测量的温度准确性也较高,但是当夹角 θ 大小大于 30° (如图6中S3位置),检测信号测量的温度准确性无法保证,因此进一步优选所述夹角 θ 为 $[-5^\circ, 20^\circ]$,在进一步考虑温度准确性时,优选的,所述夹角 θ 为 $[-5^\circ, 5^\circ]$;进一步优选的,所述夹角 θ 为 $[0^\circ, 20^\circ]$,在进一步考虑温度准确性时,优选的,所述夹角 θ 为 $[0^\circ, 5^\circ]$;优选的,所述夹角 θ 为 0° ,温度准确性最高。

[0051] 如图5所示,夹角 θ 数值的设定,保证了检测点02远离基座中心01,所述检测点02到基座中心01的距离S为 $[50\text{mm}, 150\text{mm}]$,为了提高信噪比,需要使检测信号P进一步远离基座支撑装置104的中心01,可选的,所述距离S为 $[70\text{mm}, 135\text{mm}]$;但是,由于下外圈反射板的遮挡,所述检测信号P很难到达基座的边缘附近,因此优选的,所述距离S为 $[80\text{mm}, 125\text{mm}]$ 。

[0052] 本发明避免了在下反射板的环形侧壁上开设缺口,如图7所示,示出了本发明的下反射板,所述下反射板包括环形板1061和环形侧壁1063,所述环形板具有开口1067,所述检测信号穿过所述开口到达基座的背面,所述环形侧壁的一端与环形板的一端连接,所述环形侧壁为完整的环形。可见,本发明的下反射板仅在环形板上设置开口,对热辐射泄漏、温度非均匀性分布的影响降到了最低。

[0053] 具体的,上、下加热装置均包括若干个加热灯,可选的,加热灯为卤素灯。所述下加热装置包括下外圈加热灯组和下内圈加热灯组,所述下外圈加热灯组和下内圈加热灯组均呈环形排列,所述下外圈加热灯组用于加热基座外圈,所述下内圈加热灯组用于加热基座内圈,所述下内圈反射板用于反射下内圈加热灯组的热辐射,所述下外圈反射板用于反射下外圈加热灯组的热辐射;具体的,所述下内圈反射板和下外圈反射板均包括环形板和环形侧壁,所述环形侧壁的一端与环形板的一端连接。可选的,所述下测温计置于下内圈反射板下方,所述下内圈反射板的环形板具有开口,所述下内圈反射板的所述环形侧壁为完整的环形,可选的,所述开口为圆形。可选的,所述下测温计为高温计。

[0054] 对于提高下测温计信噪比的方法,包括:

[0055] 步骤一,提供上文所述的衬底处理设备;

[0056] 步骤二,使下测温计发射的检测信号在基座径向所在平面上与竖轴形成一夹角,所述夹角为 $[-15^{\circ}, 30^{\circ}]$ 。

[0057] 所述方法还包括:步骤三,使检测信号到达基座的背面的检测点到基座中心的距离为 $[50\text{mm}, 150\text{mm}]$;可选的,所述步骤三在步骤二之前执行,或与步骤二同时执行,或在步骤二之后执行。具体的,所述步骤三中,距离 S 可以通过调节夹角 θ 时同时获得距离 S 的调节;或夹角 θ 固定,通过将下测温计沿基座径向移动而调节距离 S ;可选的,所述方法中的夹角和距离均可采用上文介绍的范围。

[0058] 图8为本发明的下测温计测试数据图,该实验是在夹角 θ 为 0° ,距离 S 为 98mm 时测量的,可见,有效信号占比由原来的 38% 提高至 71% 。当基座在升温或降温过程时,下测温计105所反馈的有效信号大大提高,同时提高了温控系统的输出功率的及时性和准确性,可以准确并高效地将基座108加热到所需的温度,提高了相关外延工艺产品的稳定性。

[0059] 综上所述,本发明所提供的一种衬底处理设备及提高下测温计信噪比的方法,通过特殊的夹角 θ 和距离 S 的设置,有别于现有技术中将检测点趋向于中心的设置,使检测点远离中心,减小了臂的旋转对高温计的影响,提高了信噪比,特别是无需在下反射板上设置缺口,避免了热辐射泄漏导致的加热不均匀,同时,夹角 θ 在 $[-5^{\circ}, 5^{\circ}]$ 时,测温的准确度大大增加,尤其是夹角 θ 在 0° 时,优势更加明显。

[0060] 需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0061] 尽管本发明的内容已经通过上述优选实施例作了详细介绍,但应当认识到上述的描述不应被认为是对本发明的限制。在本领域技术人员阅读了上述内容后,对于本发明的多种修改和替代都将是显而易见的。因此,本发明的保护范围应由所附的权利要求来限定。

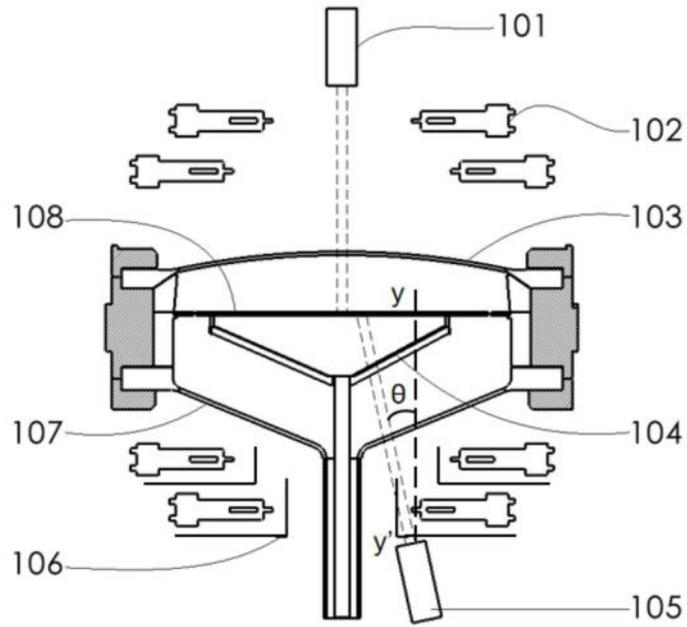


图1

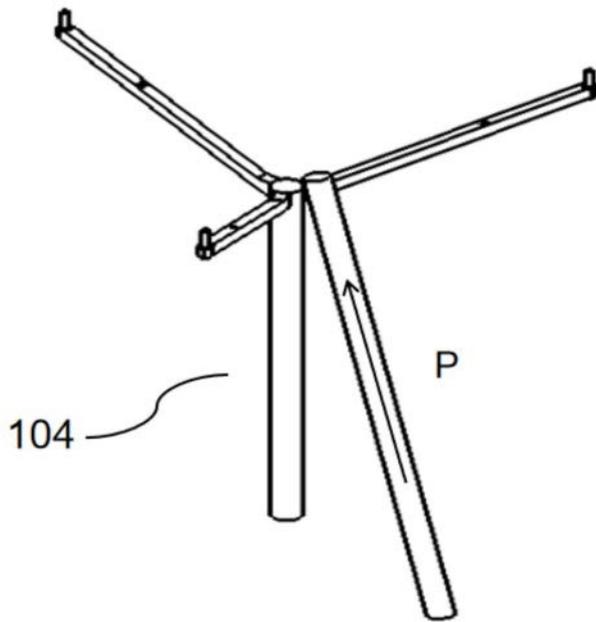


图2

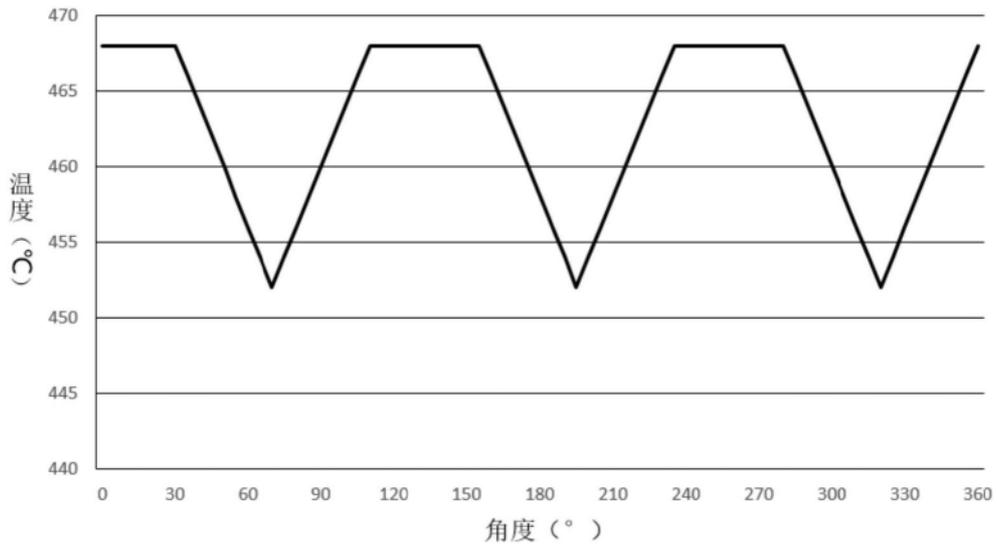


图3

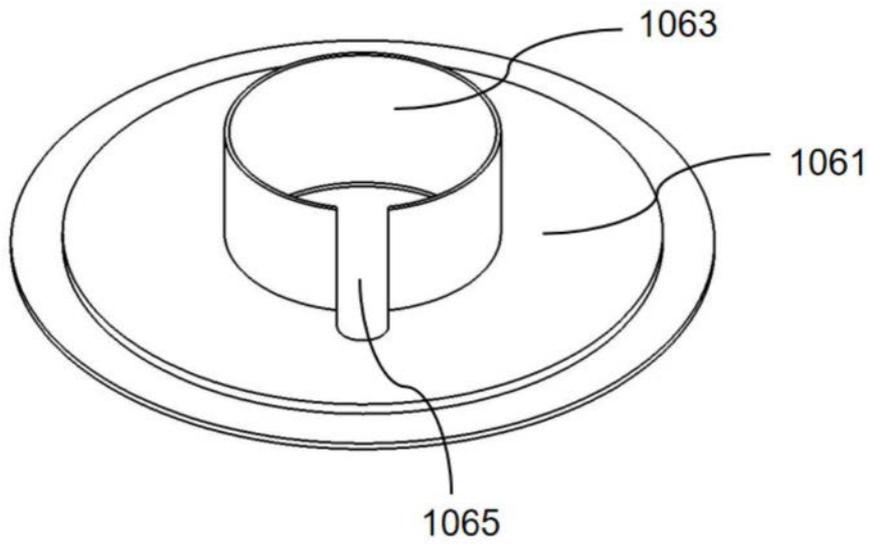


图4

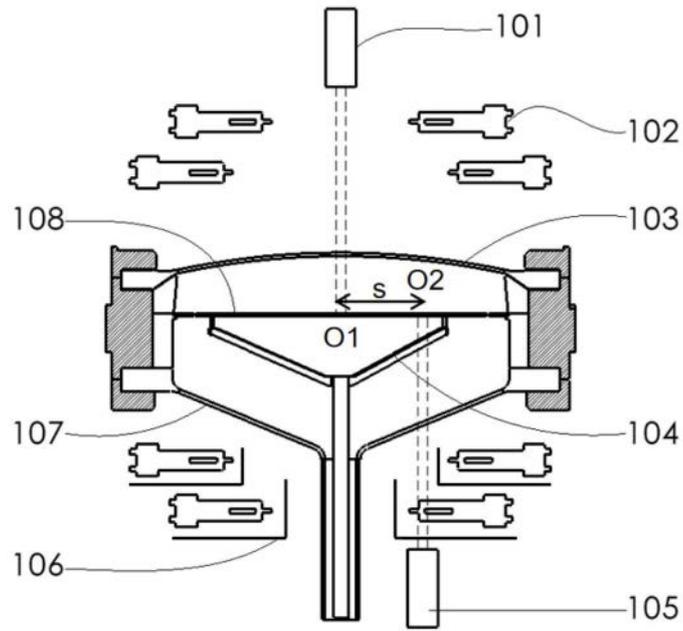


图5

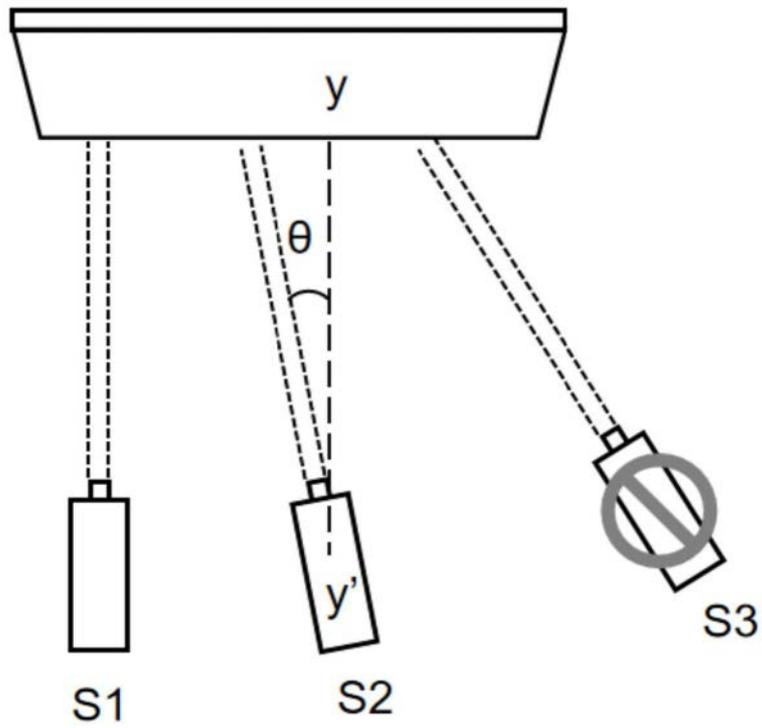


图6

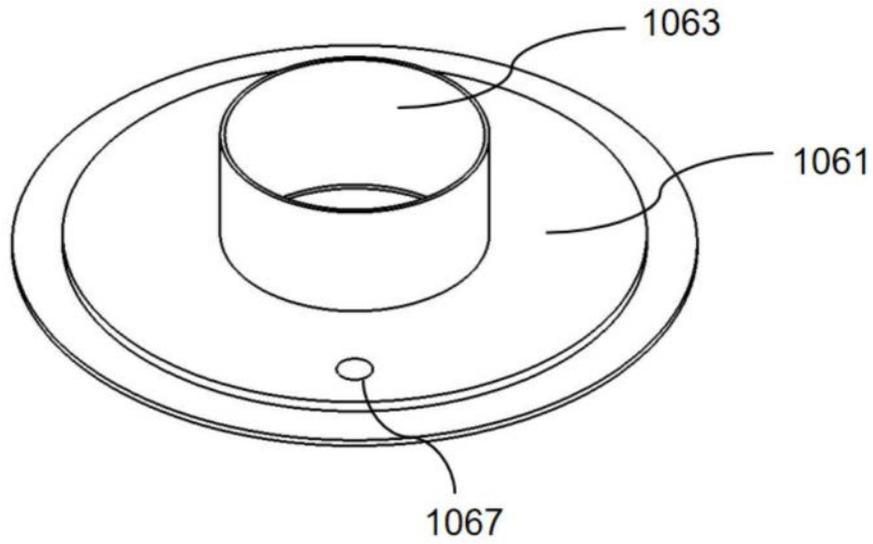


图7

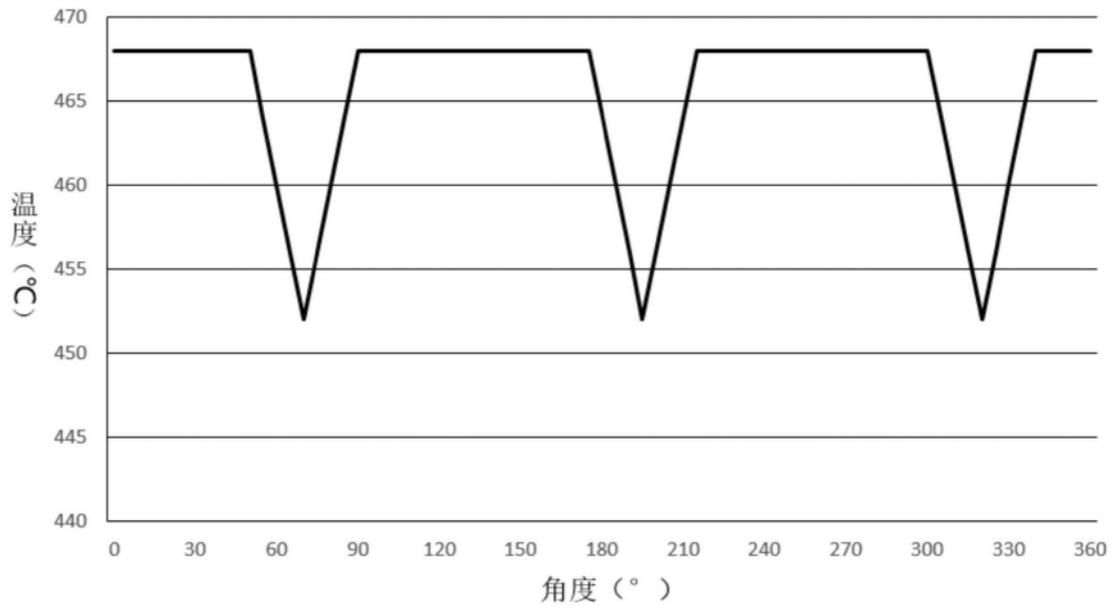


图8