



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111663115 A

(43)申请公布日 2020.09.15

(21)申请号 202010452392.0

(22)申请日 2020.05.26

(71)申请人 东莞市天域半导体科技有限公司

地址 523000 广东省东莞市松山湖北部工
业城工业北一路5号二楼办公楼

(72)发明人 梁土钦 孔令沂 韩景瑞 杨旭腾
周泽成 李锡光 邹雄辉

(74)专利代理机构 广东莞信律师事务所 44332
代理人 谢树宏

(51)Int.Cl.

C23C 16/44(2006.01)

C23C 16/32(2006.01)

B08B 7/04(2006.01)

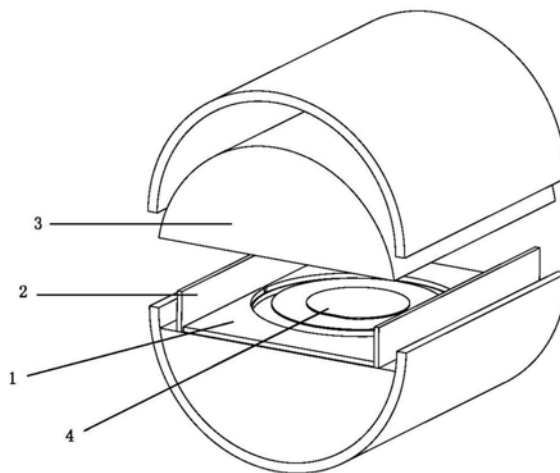
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

一种SiC化学气相沉积设备反应腔配件清洁
方法

(57)摘要

本发明涉及SiC化学气相沉积技术领域,具体涉及一种SiC化学气相沉积设备反应腔配件清洁方法,包括如下步骤:(1)机械摩擦;(2)除尘;(3)超声清洗;(4)高温纯化:将配件置于高温炉中并通入气体进行纯化,控制高温炉的气压为50-300mbar,温度为1300-1700℃,持续30-240min,通入的气体中,H₂流量为30-50slm,HCl流量为100-1000sccm。本发明首先通过机械摩擦、除尘和超声清洗的方式去除配件表面明显的沉积物,而后利用氯化氢气体以及高温条件对配件进行纯化,去除沉积物杂质,本发明清洗过程不损坏原有涂层,而清洗后的配件的表面也较为平整,满足配件继续使用的要求。



1. 一种SiC化学气相沉积设备反应腔配件清洁方法,其特征在于:包括如下步骤:

(1) 机械摩擦:采用机械摩擦的方式将配件表面沉积物去除;

(2) 除尘:清扫配件表面的颗粒物;

(3) 超声清洗:将配件浸泡于清洗液中进行超声清洗,然后烘干;

(4) 高温纯化:将配件置于高温炉中并通入气体进行纯化,控制高温炉的气压为50-300mbar,温度为1300-1700℃,持续30-240min,通入的气体中,H₂流量为30-50slm,HCl流量为100-1000sccm。

2. 根据权利要求1所述的一种SiC化学气相沉积设备反应腔配件清洁方法,其特征在于:所述步骤(1)机械摩擦中,采用磨具对配件的内表面进行摩擦,所述磨具采用的磨料为金刚石或/和碳化硅,所述磨具为锉刀或电磨头。

3. 根据权利要求1所述的一种SiC化学气相沉积设备反应腔配件清洁方法,其特征在于:所述步骤(1)机械摩擦中,记录配件在使用前的尺寸数据,在机械摩擦过程中测量配件的厚度,控制配件的厚度不低于记录的尺寸数据。

4. 根据权利要求1所述的一种SiC化学气相沉积设备反应腔配件清洁方法,其特征在于:所述步骤(2)除尘包括如下步骤:

(2.1) 吹尘:使用高压气体对配件进行喷吹除尘;

(2.2) 刷洗:使用纤维毛刷和去离子水对配件表面进行刷洗。

5. 根据权利要求4所述的一种SiC化学气相沉积设备反应腔配件清洁方法,其特征在于:所述步骤(2.1)吹尘中,高压气体输出设备的吹气口的气压为4-8bar,吹气口与配件的距离为1-2cm。

6. 根据权利要求4所述的一种SiC化学气相沉积设备反应腔配件清洁方法,其特征在于:所述步骤(2.2)刷洗中,所述去离子水的电阻率大于17MΩ·cm。

7. 根据权利要求1所述的一种SiC化学气相沉积设备反应腔配件清洁方法,其特征在于:所述步骤(3)超声清洗中,清洗液为异丙醇和/或无水乙醇,超声清洗的频率为20-40KHz,时间为10-30min。

8. 根据权利要求1所述的一种SiC化学气相沉积设备反应腔配件清洁方法,其特征在于:所述步骤(3)超声清洗中,烘干的温度为150-250℃,时间为60-120min。

一种SiC化学气相沉积设备反应腔配件清洁方法

技术领域

[0001] 本发明涉及SiC化学气相沉积技术领域,具体涉及一种SiC化学气相沉积设备反应腔配件清洁方法。

背景技术

[0002] 碳化硅(SiC)作为宽禁带半导体材料的代表之一,具有禁带宽度大,击穿电场高,热导率大,电子饱和漂移速度高,抗辐射能力强等优越性,是新一代电力电子器件和电路的关键材料。SiC从单晶材料到制作成器件过程中,SiC外延片制造是不可或缺的一环。目前,SiC外延片的获得主要是通过化学气相沉积方法获得。

[0003] SiC化学气相沉积设备(简称SiC-CVD),通过CVD进气装置将反应气体通入反应室中,并控制反应室的压强、温度等反应条件,使得反应气体发生反应,在SiC衬底表面形成沉积层,即外延层。利用化学气相沉积工艺在SiC衬底表面形成外延层的同时,还会在反应腔的侧壁、挡板、盖板气体喷淋头表面、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晶片上,使得所述晶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。

[0004] 因而,在经过一段时间沉积工艺后,必须停止沉积工艺,将所述反应腔内的残余沉积物清除掉。现有技术中SiC-CVD设备的工艺腔室内,有大量用于组合成反应室的挡板、盖板、顶板等配件,这些材料的材质主要是带有碳化硅涂层的石墨件,此类配件价格昂贵,供货周期较长。经过一定时间生产工艺后,这些配件的表面会沉积上厚度在1mm-2mm残余碳化硅杂晶层,影响了产品的质量。为了保证产品质量,降低碳化硅外延片的生产成本,反应腔配件附着有较厚的残余物后,需要残余进行清理并重复使用,保证配件仍有固有的功能性,保持配件的洁净度。配件表明沉积的碳化硅杂晶层具有硬度大、化学性质稳定,单一清理手段无法去除,移除过程容易损伤原有结构,且容易引入杂质污染等情况。传统的一些CVD设备反应腔配件的原位的清洁方法并不适用于SiC-CVD,如CN 102615068A、CN 106835063A专利中提及的清洁方法。

发明内容

[0005] 为了克服现有技术中存在的缺点和不足,本发明的目的在于提供一种SiC化学气相沉积设备反应腔配件清洁方法。

[0006] 本发明的目的通过下述技术方案实现:

[0007] 一种SiC化学气相沉积设备反应腔配件清洁方法,包括如下步骤:

[0008] (1) 机械摩擦:采用机械摩擦的方式将配件表面沉积物去除;

[0009] (2) 除尘:清扫配件表面的颗粒物;

[0010] (3) 超声清洗:将配件浸泡于清洗液中进行超声清洗,然后烘干;

[0011] (4) 高温纯化:将配件置于高温炉中并通入气体进行纯化,控制高温炉的气压为50-300mbar,温度为1300-1700℃,持续30-240min,通入的气体中,H₂流量为30-50slm,HCl

流量为100-1000sccm。

[0012] 本发明首先通过机械摩擦、除尘和超声清洗的方式去除配件表面明显的沉积物，而后利用氯气以及高温条件对配件进行纯化，去除在清理过程被工具带入或者受环境中的主要以金属原子或者氧化物形式存在的沉积物杂质，沉积物杂质在高温下气化或者与Cl反应转化成沸点低的氯化物气化溢出；如： $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{HCl} + \text{C} \rightarrow \text{FeCl}_3 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow$ ，而氢气作为载气气体不参与反应，可以将高温气化或者氯化物气化的杂质带走，从而移除表明疏松、或者坚硬的凸起的沉积物，同时保证不会引入杂质，清洗过程不损坏原有涂层，而清洗后的配件的表面也较为平整，满足配件继续使用的要求。

[0013] 其中，所述步骤(1)机械摩擦中，采用磨具对配件的内表面进行摩擦，所述磨具采用的磨料为金刚石或/和碳化硅，所述磨具为锉刀或电磨头。碳化硅沉积物硬度大，附着力强，去除比较困难，采用特定的磨具进行处理，可以高效地将大部分沉积物去除。

[0014] 其中，所述步骤(1)机械摩擦中，记录配件在使用前的尺寸数据，在机械摩擦过程中测量配件的厚度，控制配件的厚度不低于记录的尺寸数据。由于沉积物只会在配件的内部发生沉积，在机械摩擦去除沉积物的过程中，通过随时测量配件的尺寸，对比配件的原有尺寸数据，可以确保不会破坏原有涂层。

[0015] 其中，所述步骤(2)除尘包括如下步骤：

[0016] (2.1)吹尘：使用高压气体对配件进行喷吹除尘；

[0017] (2.2)刷洗：使用纤维毛刷和去离子水对配件表面进行刷洗。

[0018] 通过吹尘和刷洗可以有效去除步骤(1)机械摩擦之后产生的微小颗粒以及清理过程中沾染的灰尘，先吹尘可以去除一部分灰尘，相对直接刷洗，可以避免部分灰尘在水的浸润作用下反而更加依附在配件表面，避免大量灰尘在刷洗过程中摩擦破坏配件的表面。

[0019] 其中，所述步骤(2.1)吹尘中，高压气体输出设备的吹气口的气压为4-8bar，吹气口与配件的距离为1-2cm。气压低于4bar或者吹气距离高于2cm，清扫效果较差；低于高于8bar或者吹气口距离低于1cm，风力过大容易使灰尘损伤表面，且配件也容易被气流带动飞出摔坏。

[0020] 进一步地，所述步骤(2.2)刷洗中，所述去离子水的电阻率大于 $17\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$ 。去离子水的电阻率大于 $17\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$ 可以确保清洗用水的纯度，避免引入杂质。

[0021] 进一步地，所述步骤(3)超声清洗中，清洗液为异丙醇和/或无水乙醇，超声清洗的频率为20-40KHz，时间为10-30min。采用挥发性强的异丙醇和/或无水乙醇在清洗后可以挥发，并且带走刷洗带进的一部分水分，有助于降低烘干的难度；而通过对超声清洗的频率和时间进行控制，可以清洗效率。

[0022] 本发明的步骤(2.1)吹尘-步骤(2.2)刷洗-步骤(3)超声清洗为层层递进的关系，逐步对不同结合能力的细小颗粒物进行针对性去除，既可以由易至难地逐层去除颗粒物，去除效率高，降低精细去除的难度，还可以通过异丙醇和/或无水乙醇带走水分的能力降低烘干的难度。

[0023] 其中，所述步骤(3)超声清洗中，烘干的温度为150-250℃，时间为60-120min。对烘干的参数进行设置，可以有效去除水分，提高烘干的效率。

[0024] 本发明的有益效果在于：本发明首先通过机械摩擦、除尘和超声清洗的方式去除配件表面明显的沉积物，而后利用氯化氢气体以及高温条件对配件进行纯化，去除在清理

过程被工具带入或者受环境中的主要以金属原子或者氧化物形式存在的沉积物杂质,沉积物杂质在高温下气化或者与Cl反应转化成沸点低的氯化物气化溢出;如: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{HCl} + \text{C} \rightarrow \text{FeCl}_3 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow$,而氢气作为载气气体不参与反应,可以将高温气化或者氯化物气化的杂质带走,从而移除表明疏松、或者坚硬的凸起的沉积物,同时保证不会引入杂质,清洗过程不损坏原有涂层,而清洗后的配件的表面也较为平整,满足配件继续使用的要求。

附图说明

- [0025] 图1是现有技术的一种化学气相沉积反应腔的示意图;
[0026] 图2是现有技术的另一种化学气相沉积反应腔的示意图;
[0027] 图3是本发明配件使用前的效果图;
[0028] 图4是本发明配件使用后清洗前的效果图;
[0029] 图5是本发明配件清洗后的效果图。
[0030] 附图标记为:1-盖板、2-侧壁、3-顶板、4-晶片放置槽。

具体实施方式

[0031] 为了便于本领域技术人员的理解,下面结合实施例及附图1-5对本发明作进一步的说明,实施方式提及的内容并非对本发明的限定。

[0032] 实施例1

[0033] 如图1和图2所示的两种化学气相沉积反应腔,均包括盖板1、侧壁2和顶板3,盖板1放置于底部并设置有晶片放置槽4;侧壁2作为盖板1的侧围,既可以如图1所示的是作为盖板1一体成型的延伸部件,也可以如图2所示作为独立的部件;顶板3作为封盖盖板1的部件设置于盖板1的上方。本发明的清洗方法主要针对的就是盖板1、侧壁2和顶板3等部件的清洗,其特性是可以拆卸,可以不用原位清洗,具有更好的清洗技术扩展性。

[0034] 一种SiC化学气相沉积设备反应腔配件清洁方法,包括如下步骤:

[0035] (1) 机械摩擦:采用机械摩擦的方式将配件表面沉积物去除;

[0036] (2) 除尘:清扫配件表面的颗粒物;

[0037] (3) 超声清洗:将配件浸泡于清洗液中进行超声清洗,然后烘干;

[0038] (4) 高温纯化:将配件置于高温炉中并通入气体进行纯化,控制高温炉的气压为175mbar,温度为1500℃,持续135min,通入的气体中, H_2 流量为40slm, HCl 流量为550sccm。

[0039] 其中,所述步骤(1)机械摩擦中,采用磨具对配件的内表面进行摩擦,所述磨具为碳化硅电磨头。

[0040] 其中,所述步骤(1)机械摩擦中,记录配件在使用前的尺寸数据,在机械摩擦过程中测量配件的厚度,控制配件的厚度不低于记录的尺寸数据。

[0041] 其中,所述步骤(2)除尘包括如下步骤:

[0042] (2.1) 吹尘:使用高压气体对配件进行喷吹除尘;

[0043] (2.2) 刷洗:使用纤维毛刷和去离子水对配件表面进行刷洗。

[0044] 其中,所述步骤(2.1)吹尘中,高压气体输出设备的吹气口的气压为6bar,吹气口与配件的距离为1.5cm。

[0045] 进一步地,所述步骤(2.2)刷洗中,所述去离子水的电阻率大于 $17\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$ 。

[0046] 进一步地,所述步骤(3)超声清洗中,清洗液为无水乙醇,超声清洗的频率为30KHz,时间为20min。

[0047] 其中,所述步骤(3)超声清洗中,烘干的温度为200℃,时间为90min。

[0048] 如图3-5所示,分别为配件使用前、使用后清洗前以及清洗后的效果示意图,如图所示,可以明显看出使用后的配件表面依附了较厚的凹凸不平的沉积层,极大影响化学气相沉积的过程;通过本发明的清洗方法清洗后,局部呈现了与使用前一样的原色,其他部分虽然仍呈现沉积层的颜色,但是其表面较为平整,对化学气相沉积的反应控制影响较小,而且也说明本发明的清洗方法基本不会损伤配件表面,极大地提高了配件的使用寿命,不必要经常性的整件更换。

[0049] 实施例2

[0050] 一种SiC化学气相沉积设备反应腔配件清洁方法,包括如下步骤:

[0051] (1) 机械摩擦:采用机械摩擦的方式将配件表面沉积物去除;

[0052] (2) 除尘:清扫配件表面的颗粒物;

[0053] (3) 超声清洗:将配件浸泡于清洗液中进行超声清洗,然后烘干;

[0054] (4) 高温纯化:将配件置于高温炉中并通入气体进行纯化,控制高温炉的气压为300mbar,温度为1700℃,持续30min,通入的气体中,H₂流量为50slm,HCl流量为1000sccm。

[0055] 其中,所述步骤(1)机械摩擦中,采用磨具对配件的内表面进行摩擦,所述磨具为金刚石锉刀。

[0056] 其中,所述步骤(1)机械摩擦中,记录配件在使用前的尺寸数据,在机械摩擦过程中测量配件的厚度,控制配件的厚度不低于记录的尺寸数据。

[0057] 其中,所述步骤(2)除尘包括如下步骤:

[0058] (2.1) 吹尘:使用高压气体对配件进行喷吹除尘;

[0059] (2.2) 刷洗:使用纤维毛刷和去离子水对配件表面进行刷洗。

[0060] 其中,所述步骤(2.1)吹尘中,高压气体输出设备的吹气口的气压为8bar,吹气口与配件的距离为2cm。

[0061] 进一步地,所述步骤(2.2)刷洗中,所述去离子水的电阻率大于17MΩ·cm。

[0062] 进一步地,所述步骤(3)超声清洗中,清洗液为异丙醇,超声清洗的频率为40KHz,时间为10min。

[0063] 其中,所述步骤(3)超声清洗中,烘干的温度为150-250℃,时间为60-120min。

[0064] 实施例3

[0065] 一种SiC化学气相沉积设备反应腔配件清洁方法,包括如下步骤:

[0066] (1) 机械摩擦:采用机械摩擦的方式将配件表面沉积物去除;

[0067] (2) 除尘:清扫配件表面的颗粒物;

[0068] (3) 超声清洗:将配件浸泡于清洗液中进行超声清洗,然后烘干;

[0069] (4) 高温纯化:将配件置于高温炉中并通入气体进行纯化,控制高温炉的气压为50mbar,温度为1300℃,持续240min,通入的气体中,H₂流量为30slm,HCl流量为100sccm。

[0070] 其中,所述步骤(1)机械摩擦中,采用磨具对配件的内表面进行摩擦,所述磨具为金刚石电磨头。

[0071] 其中,所述步骤(1)机械摩擦中,记录配件在使用前的尺寸数据,在机械摩擦过程

中测量配件的厚度,控制配件的厚度不低于记录的尺寸数据。

[0072] 其中,所述步骤(2)除尘包括如下步骤:

[0073] (2.1)吹尘:使用高压气体对配件进行喷吹除尘;

[0074] (2.2)刷洗:使用纤维毛刷和去离子水对配件表面进行刷洗。

[0075] 其中,所述步骤(2.1)吹尘中,高压气体输出设备的吹气口的气压为4bar,吹气口与配件的距离为1cm。

[0076] 进一步地,所述步骤(2.2)刷洗中,所述去离子水的电阻率大于 $17\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$ 。

[0077] 进一步地,所述步骤(3)超声清洗中,清洗液为异丙醇和无水乙醇按重量比1:1组成的混合物,超声清洗的频率为20KHz,时间为30min。

[0078] 其中,所述步骤(3)超声清洗中,烘干的温度为 150°C ,时间为120min。

[0079] 实施例4

[0080] 一种SiC化学气相沉积设备反应腔配件清洁方法,包括如下步骤:

[0081] (1)机械摩擦:采用机械摩擦的方式将配件表面沉积物去除;

[0082] (2)除尘:清扫配件表面的颗粒物;

[0083] (3)超声清洗:将配件浸泡于清洗液中进行超声清洗,然后烘干;

[0084] (4)高温纯化:将配件置于高温炉中并通入气体进行纯化,控制高温炉的气压为250mbar,温度为 1600°C ,持续50min,通入的气体中, H_2 流量为45slm, HCl 流量为800sccm。

[0085] 其中,所述步骤(1)机械摩擦中,采用磨具对配件的内表面进行摩擦,所述磨具为碳化硅电磨头。

[0086] 其中,所述步骤(1)机械摩擦中,记录配件在使用前的尺寸数据,在机械摩擦过程中测量配件的厚度,控制配件的厚度不低于记录的尺寸数据。

[0087] 其中,所述步骤(2)除尘包括如下步骤:

[0088] (2.1)吹尘:使用高压气体对配件进行喷吹除尘;

[0089] (2.2)刷洗:使用纤维毛刷和去离子水对配件表面进行刷洗。

[0090] 其中,所述步骤(2.1)吹尘中,高压气体输出设备的吹气口的气压为7.5bar,吹气口与配件的距离为1.5cm。

[0091] 进一步地,所述步骤(2.2)刷洗中,所述去离子水的电阻率大于 $17\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$ 。

[0092] 进一步地,所述步骤(3)超声清洗中,清洗液为异丙醇,超声清洗的频率为35KHz,时间为15min。

[0093] 其中,所述步骤(3)超声清洗中,烘干的温度为 230°C ,时间为75min。

[0094] 实施例5

[0095] 一种SiC化学气相沉积设备反应腔配件清洁方法,包括如下步骤:

[0096] (1)机械摩擦:采用机械摩擦的方式将配件表面沉积物去除;

[0097] (2)除尘:清扫配件表面的颗粒物;

[0098] (3)超声清洗:将配件浸泡于清洗液中进行超声清洗,然后烘干;

[0099] (4)高温纯化:将配件置于高温炉中并通入气体进行纯化,控制高温炉的气压为100mbar,温度为 1400°C ,持续200min,通入的气体中, H_2 流量为35slm, HCl 流量为300sccm。

[0100] 其中,所述步骤(1)机械摩擦中,采用磨具对配件的内表面进行摩擦,所述磨具为碳化硅电磨头。

[0101] 其中,所述步骤(1)机械摩擦中,记录配件在使用前的尺寸数据,在机械摩擦过程中测量配件的厚度,控制配件的厚度不低于记录的尺寸数据。

[0102] 其中,所述步骤(2)除尘包括如下步骤:

[0103] (2.1)吹尘:使用高压气体对配件进行喷吹除尘;

[0104] (2.2)刷洗:使用纤维毛刷和去离子水对配件表面进行刷洗。

[0105] 其中,所述步骤(2.1)吹尘中,高压气体输出设备的吹气口的气压为5bar,吹气口与配件的距离为1.5cm。

[0106] 进一步地,所述步骤(2.2)刷洗中,所述去离子水的电阻率大于 $17\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$ 。

[0107] 进一步地,所述步骤(3)超声清洗中,清洗液为无水乙醇,超声清洗的频率为25KHz,时间为25min。

[0108] 其中,所述步骤(3)超声清洗中,烘干的温度为 170°C ,时间为100min。

[0109] 上述实施例为本发明较佳的实现方案,除此之外,本发明还可以其它方式实现,在不脱离本发明构思的前提下任何显而易见的替换均在本发明的保护范围之内。

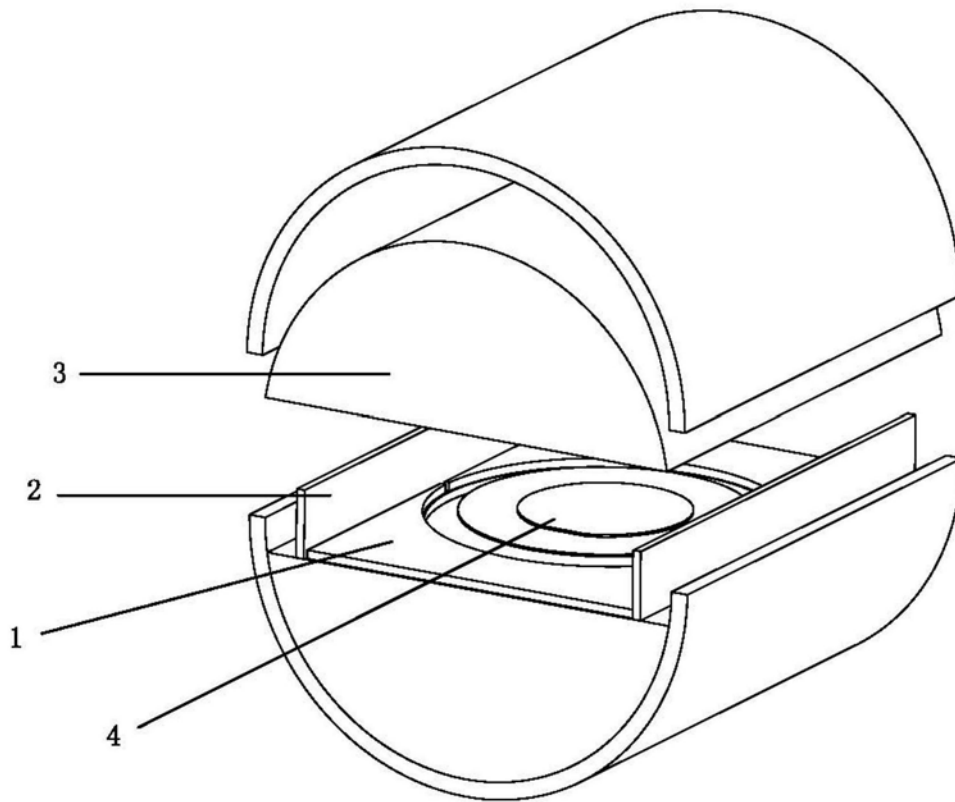


图1

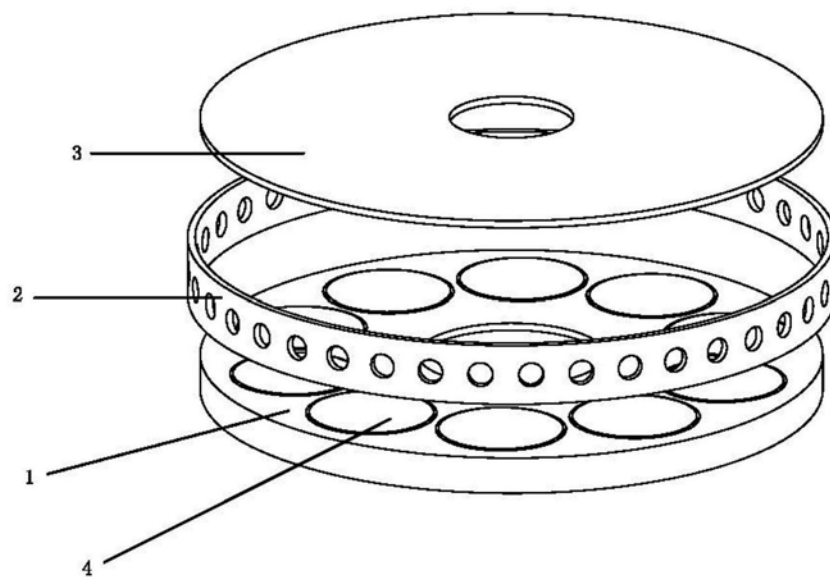


图2



图3



图4



图5