



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109961999 B

(45) 授权公告日 2021.03.23

(21) 申请号 201711407606.7

(22) 申请日 2017.12.22

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109961999 A

(43) 申请公布日 2019.07.02

(73) 专利权人 中微半导体设备(上海)股份有限公司

地址 201201 上海市浦东新区金桥出口加工区(南区)泰华路188号

(72) 发明人 贺小明 张俊毅 杨金全 徐朝阳

(74) 专利代理机构 上海信好专利代理事务所
(普通合伙) 31249

代理人 潘朱慧

(51) Int. Cl.

H01J 37/32 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 101308779 A, 2008.11.19

CN 1812684 A, 2006.08.02

CN 104752144 A, 2015.07.01

US 2016042925 A1, 2016.02.11

CN 105448633 A, 2016.03.30

审查员 李荣荣

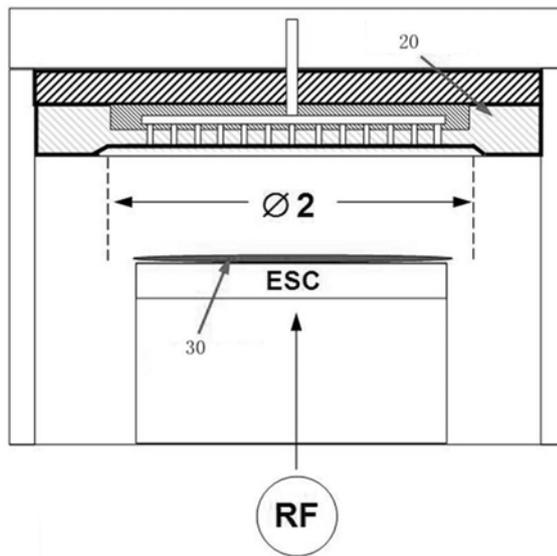
权利要求书2页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

一种气体喷淋头及防止聚合物积聚的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种气体喷淋头及防止聚合物积聚的方法,包含:气体喷淋头位于等离子体处理装置的反应腔内的顶部;气体喷淋头包括:气体喷淋头主体,气体容纳腔和顶部盖板;该气体容纳腔设置在气体喷淋头主体与顶部盖板之间;反应气体经气体喷淋头的多个第一气体喷射孔引入到反应腔内;气体喷淋头主体包括:平坦区域表面,分布有各个第一气体喷射孔的出气口;平坦区域外圆周设置有倾斜表面;气体喷淋头与放置晶圆的底部基座相对,气体喷淋头的平坦区域表面的直径大于晶圆的直径,使倾斜表面对应于晶圆的范围之外。本发明具有防止晶圆污染,提高气体喷淋头的使用寿命的优点。



1. 一种气体喷淋头,包含:所述气体喷淋头位于等离子体处理装置的反应腔内的顶部;所述气体喷淋头包括:气体喷淋头主体,气体容纳腔和顶部盖板;该气体容纳腔设置在气体喷淋头主体与顶部盖板之间;反应气体经所述气体喷淋头的多个第一气体喷射孔引入到所述反应腔内;所述气体喷淋头主体包括:平坦区域表面,分布有各个第一气体喷射孔的出气口;所述平坦区域外圆周设置有倾斜表面;所述气体喷淋头与放置晶圆的底部基座相对,其特征在于,所述气体喷淋头主体还设有多个第二气体喷射孔,分布在所述平坦区域表面边缘处,每个所述第二气体喷射孔的出气口对准所述倾斜表面,反应气体经所述第二气体喷射孔引入到所述反应腔内。

2. 如权利要求1所述的气体喷淋头,其特征在于,

所述气体喷淋头的平坦区域表面的直径大于晶圆的直径,使所述倾斜表面对应于晶圆的范围之外。

3. 如权利要求1或2所述的气体喷淋头,其特征在于,所述气体喷淋头主体暴露在等离子体中的表面设有采用PECVD方式形成的防等离子体腐蚀的 Y_2O_3 涂层。

4. 如权利要求1所述的气体喷淋头,其特征在于,所述等离子处理装置为电容耦合等离子体反应器时,所述气体喷淋头作为上电极。

5. 如权利要求1所述的气体喷淋头,其特征在于,所述第二气体喷射孔与第一气体喷射孔内互相隔离形成独立的供气管道,使得第二气体喷射孔的气流量大于第一气体喷射孔的气流量。

6. 一种等离子体处理装置,其特征在于,包含:腔体,置于所述腔体中的用来放置待处理晶圆的底部基座,所述底部基座内设有下电极与射频环,加热器,其设置在所述腔体的腔盖或者腔体内,设置在所述腔盖上的如权利要求1~5中任意一项所述的气体喷淋头,所述气体喷淋头包含:气体喷淋头主体,所述气体喷淋头主体包括:分布设置有多个第一气体喷射孔的平坦区域,设置在所述平坦区域外圆周的倾斜表面,所述倾斜表面对应待处理晶圆的范围之外;

或者,所述平坦区域表面边缘处设有用于清除积聚在所述倾斜表面上的聚合物的第二气体喷射孔。

7. 一种防止聚合物在气体喷淋头上沉积的方法,反应气体从设置在平坦区域表面上的多个第一气体喷射孔引入到反应腔内,其特征在于,在气体喷淋头主体上的平坦区域通过倾斜表面延伸到边缘台阶,通过对平坦区域表面与倾斜表面之间的夹角的角度和/或对倾斜表面的倒圆角尺寸进行合适选择,对所述倾斜表面处的离子轰击的强度进行调整,进而使聚合物在倾斜表面上积聚速率被限制;

通过在气体喷淋头主体上的平坦区域表面边缘处设置多个第二气体喷射孔,各个所述第二气体喷射孔的出气口对准所述倾斜表面,当对晶圆进行刻蚀时,反应气体从各个所述第二气体喷射孔引入到等离子体处理装置的反应腔内,所述第二气体喷射孔出射的反应气体变成的等离子体冲洗位于所述倾斜表面的聚合物,所述反应气体为刻蚀气体。

8. 如权利要求7所述的防止聚合物在气体喷淋头上沉积的方法,其特征在于,通过增大所述气体喷淋头的平坦区域表面的直径,使得所述平坦区域表面的直径大于晶圆的直径,所述倾斜表面对应于晶圆的范围之外。

9. 如权利要求7所述的防止聚合物在气体喷淋头上沉积的方法,其特征在于,所述等离

子处理装置为电容耦合等离子体反应器时,所述气体喷淋头作为上电极。

一种气体喷淋头及防止聚合物积聚的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体设备领域,具体涉及一种气体喷淋头及防止聚合物积聚的方法。

背景技术

[0002] 在一些半导体工艺期间,通过衬底处理设备来处理衬底或晶圆。例如,衬底处理设备用于通过包括蚀刻、物理气相沉积(PVD)、化学气相沉积(CVD)、等离子体增强化学气相沉积(PECVD)、原子层沉积(ALD)、等离子体增强原子层沉积(PEALD)、脉冲沉积层(PDL)、等离子体增强脉冲沉积层(PEPDL)、抗蚀剂去除的技术处理衬底,诸如半导体、玻璃或聚合物衬底。在电感耦合型等离子体(inductive coupled plasma, ICP)或者电容耦合型等离子体(Capacitive coupled plasma, CCP)的刻蚀腔室中对晶圆或衬底进行等离子体刻蚀处理时,处理气体被允许通过设置在上述腔室内的喷淋头进入上述腔室内,并且对腔室施加射频(RF)的振动电能以将气体激发成等离子体。该气体与暴露于等离子体的衬底或晶圆的表面反应以在晶圆上形成源自处理气体的组分的膜或清洁该衬底或晶圆。

[0003] 现有技术中,设有多种设置在CCP刻蚀腔室内的气体喷淋头,一种是气体喷淋头整体采用通过CVD工艺制成的SiC板制成,此气体喷淋头成本高,且该气体喷淋头在通入卤族元素(例如,CF₄,Cl₂和其他带有卤族元素的化学物质)的等离子体时,该气体喷淋头会被腐蚀,减少其使用寿命。

[0004] 第二种气体喷淋头为其本体采用Al材料制成,在暴露在等离子体的喷淋头主体表面上通过等离子喷涂(PS)工艺喷涂Y₂O₃涂层,没有暴露在等离子体的喷淋头主体表面上采用阳极氧化处理。但是由于采用PS工艺生成的Y₂O₃涂层表面具有多孔率以及大的粗糙度的特点,使得其在进行等离子体刻蚀处理过程中,该表面容易被离子体刻蚀处理过程中产生的颗粒和/或金属污染,该气体喷淋头的应用受到限制。

[0005] 第三种气体喷淋头包括:结合图1与图2所示,采用金属基材(例如Al合金材料)制成该气体喷淋头主体20,在该喷淋头主体20暴露于等离子体的表面采用PECVD工艺涂覆Y₂O₃涂层,此涂层具有高致密度,且表面无孔。其相对提高了等离子体刻蚀的稳定性,减少了颗粒污染和金属污染。该气体喷淋头主体20包括:平坦区域,和设置在上述平坦区域外圆周的边缘台阶。上述平坦区域表面的直径 $\phi 1$ 与位于其下方静电卡盘(ESC)上的晶圆30直径大小相等。然而,如图2所示,在此种气体喷淋头上,具体在从平坦区域表面延伸到边缘台阶形成的倾斜表面,该倾斜表面存在拐角,该拐角表面会积聚由富含多种化学物质的等离子体形成的聚合物10(例如腐蚀晶圆上的Al薄膜的钝化工艺,该过程引起的聚合物就会沉积在该角落表面区域),该相对于该角落表面区域聚合物积聚的速率高于其角落周围的表面区域即平坦区域表面上的聚合物积聚速率。由于各种聚合物相对于喷淋头主体基材具有不同的弹性模量和热膨胀系数,随着聚合物的厚度的增加,聚集在喷淋头主体的倾斜边缘处的聚合物层最终会破裂并剥落,该剥落的聚合物可能会直接掉落在晶圆表面上,或者掉落在该腔室的等离子体环境中,从而对晶圆产生颗粒以及金属污染,损害等离子体刻蚀晶圆的

质量,影响处理速率。

[0006] 现有技术中,频繁的采用湿法清洗(wet cleaning)该气体喷淋头 积聚的聚合物,导致上述 Y_2O_3 涂层损坏,减少上述气体喷淋头 的使用寿命。

发明内容

[0007] 本发明的目的是提供一种新的气体喷淋头及防止聚合物积聚的方法,实现使得气体喷淋头可以有效地消除在等离子体刻蚀过程中喷淋头主体的平坦表面处或角落表面区域上的聚合物的形成,减少在等离子体刻蚀过程中产生的颗粒和金属,防止污染晶圆,提高气体喷淋头 使用寿命的目的。

[0008] 为了实现以上目的,本发明通过以下技术方案实现:

[0009] 一种气体喷淋头,包含:所述气体喷淋头位于等离子体处理装置的反应腔内的顶部;所述气体喷淋头包括:气体喷淋头主体,气体容纳腔和顶部盖板;该气体容纳腔设置在气体喷淋头主体与顶部盖板之间;反应气体经所述气体喷淋头的多个第一气体喷射孔引入到所述反应腔内;所述气体喷淋头主体包括:平坦区域表面,分布有各个第一气体喷射孔的出气口;所述平坦区域外圆周设置有倾斜表面;所述气体喷淋头与放置晶圆的底部基座相对,所述气体喷淋头主体还设有多个第二气体喷射孔,分布在所述平坦区域表面边缘处,每个所述第二气体喷射孔的出气口对准所述倾斜表面,反应气体经所述第二气体喷射孔引入到所述反应腔内,所述反应气体为刻蚀气体。

[0010] 优选地,所述气体喷淋头的平坦区域表面的直径大于晶圆的直径,使所述倾斜表面对应于晶圆的范围之外。

[0011] 优选地,所述气体喷淋头主体暴露在等离子体中的表面设有采用PECVD方式形成的防等离子体腐蚀的 Y_2O_3 涂层。

[0012] 优选地,所述等离子处理装置为电容耦合等离子体反应器时,所述气体喷淋头作为上电极。

[0013] 优选地,所述第二气体喷射孔与第一气体喷射孔内互相隔离形成独立的供气管道,使得第二气体喷射孔的气流量大于第一气体喷射孔的气流量。

[0014] 本发明第二技术方案为:一种等离子体处理装置,包含:腔体,置于所述腔体中的用来放置待处理晶圆的底部基座,所述底部基座内设有下电极与射频环,加热器,其设置在所述腔体的腔盖或者腔体内,设置在所述腔盖上的如上文所述的气体喷淋头,所述气体喷淋头包含:气体喷淋头主体,所述气体喷淋头主体包括:分布设置有多个第一气体喷射孔的平坦区域,设置在所述平坦区域外圆周的倾斜表面,所述倾斜表面对应待处理晶圆的范围之外;

[0015] 或者,所述平坦区域表面边缘处设有用于清除积聚在所述倾斜表面上的聚合物的第二气体喷射孔。

[0016] 本发明的第三个技术方案为:一种防止聚合物在气体喷淋头上沉积的方法,反应气体从设置在所述平坦区域表面上的多个第一气体喷射孔引入到反应腔内,在气体喷淋头主体上的平坦区域通过倾斜表面延伸到边缘台阶,通过对平坦区域表面与倾斜表面之间的夹角的角度和/或对倾斜表面的倒圆角尺寸进行合适选择,对所述倾斜表面处的离子轰击的强度进行调整,进而使聚合物在倾斜表面上积聚速率被限制。

[0017] 优选地,通过在气体喷淋头主体上的所述平坦区域表面边缘处设置多个第二气体喷射孔,各个所述第二气体喷射孔的出气口对准所述倾斜表面,当对晶圆进行刻蚀时,反应气体从各个所述第二气体喷射孔引入到等离子体处理装置的反应腔内,所述第二气体喷射孔出射的反应气体变成的等离子体冲洗位于所述倾斜表面的聚合物,所述反应气体为刻蚀气体。

[0018] 优选地,通过增大所述气体喷淋头的平坦区域表面的直径,使得所述平坦区域表面的直径大于晶圆的直径,所述倾斜表面对应于晶圆的范围之外。

[0019] 优选地,所述等离子处理装置为电容耦合等离子体反应器时,所述气体喷淋头作为上电极。

[0020] 本发明与现有技术相比具有以下优点:

[0021] 本发明通过增加气体喷淋头平坦表面的直径,或者增加角落表面区域的曲面半径,或者增加角落处的角度,或者增加一个气孔圆环,通过设置在该气孔圆环的各个气孔喷出的等离子体或气体来清洗角落表面区域积聚的聚合物,该气体喷淋头可以有效地消除在等离子体处理过程中喷淋头主体的平坦表面处或角落表面区域上的聚合物的形成,减少在等离子体刻蚀过程中产生的颗粒和金属,防止污染晶圆,提高气体喷淋头使用寿命的目的,提高例如在钝化处理工艺等等离子体刻蚀工艺的性能稳定性,提高晶圆成品率。

附图说明

[0022] 图1为现有技术中等离子体处理装置的主要组成剖面结构示意图;

[0023] 图2为现有技术中等离子体处理装置的气体喷淋头的附着有聚合物的倾斜边缘部分剖面结构示意图;

[0024] 图3为本发明的第一实施例的等离子体处理装置主要组成剖面结构示意图;

[0025] 图4a、b和c为不同几何形状对形成聚合物的影响示意图;

[0026] 图5a为现有技术中等离子体处理装置的气体喷淋头倾斜边缘局部剖面意图;

[0027] 图5b为本发明增加拐角半径后的气体喷淋头局部剖面示意图;

[0028] 图5c为本发明在图5b示出的等离子体处理装置的增加喷淋头平面区域表面与倾斜表面之间的夹角后的气体喷淋头的局部剖面示意图;

[0029] 图6为本发明的气体喷淋头外周设有一定倾角的多个气体通孔后的气体喷淋头局部剖面示意图。

具体实施方式

[0030] 以下结合附图,通过详细说明一个较佳的具体实施例,对本发明做进一步阐述。

[0031] 实施例一、如图3所示,本发明一种气体喷淋头,其设置在等离子体刻蚀反应器的腔体内部;包含:气体喷淋头主体20,气体容纳腔和顶部盖板;该气体容纳腔设置在气体喷淋头主体与顶部盖板之间;所述气体喷淋头主体20与顶部盖板相匹配。所述顶部盖板的上表面与该等离子体刻蚀反应器的腔体的上盖接触。所述气体容纳腔通过气路依次透过气体容纳腔壁、顶部盖板和等离子体设备腔体上盖与外部气源连接。所述气体喷淋头主体20与静电卡盘相对的一面呈倒扣圆盘状,其中气体喷淋头主体20的平坦表面环状分布设置有多多个气体喷射孔40,各个气体喷射孔40贯穿气体喷淋头主体20与气体容纳腔连通,用于向反

应室内提供反应物气体或清洗气体。所述气体喷淋头主体20的平坦表面的直径为 $\phi 2$,且 $\phi 2 >$ 待处理晶圆直径。在从平坦区域表面延伸到边缘台阶形成的倾斜表面,该倾斜表面存在拐角,该拐角的倒圆角为R,所述平坦区域表面与所述倾斜表面之间的角度为 θ_1 。所述倾斜表面与边缘台阶表面之间的夹角为 θ ,其中 $\theta_1 + \theta = 180^\circ$ 。所述气体喷淋头主体20的由于增大了平坦区域表面的直径,其喷淋头主体的倾斜边缘拐角到晶圆边缘的水平距离变大,则由积聚在喷淋头主体的倾斜边缘处的聚合物破裂而产生的粒子掉落在反应室底部,在进行等离子体刻蚀处理的过程中会被抽离反应腔。

[0032] 实施例二、结合图5a、5b和5c所示,在本实施例中,一种气体喷淋头,包含:如实施例一所述的气体容纳腔和顶部盖板;其还包含:气体喷淋头主体20的拐角的倒圆角为R1,增加所述平坦区域表面与所述倾斜表面之间的夹角为 θ_1 ,其中 $R1 > R$ 。例如,如图5a所示,原始的拐角的倒圆角的尺寸为 $R=3\text{mm}$, $\theta=44^\circ$, $\theta_1=136^\circ$ 。图5b所示,拐角的曲面半径增大为 $R1 \geq 10\text{mm}$, $\theta_1=136^\circ$,图5c所示,拐角的曲面半径增大为 $R1 \geq 10\text{mm}$, $\theta=30^\circ$, $\theta_1=150^\circ$ 。

[0033] 通过对平坦区域表面与所述倾斜表面之间的夹角的角度进行合适选择,使得聚合物积聚速率可以被限制。增大上述倒圆角尺寸和/或增大平坦区域表面与所述倾斜表面之间的夹角使得上述拐角的凹面趋于平面或凸面,进而使得该拐角处离子轰击的强度增大,聚合物积聚速率受到限制。减少聚合物在上述拐角处的堆积。具体原理如下:结合图4a、4b和4c所示,由于等离子体处理过程其实是一个等离子体刻蚀和聚合物沉积之间保持平衡的过程;尽管化学刻蚀和物理溅射同时在材料上进行反应,但是材料的几何形状的改变也会影响物理溅射(或离子轰击)并会改变聚合物在材料表面上的形成。等离子体轰击的表面几何形状呈凸起结构,其凸面会受到强烈的离子轰击,有利于减少聚合物的沉积,相反,如图4c所示,等离子体轰击的表面几何形状呈凹形结构,其凹面限制了离子轰击的强度,促进了聚合物积聚,导致处于凹面的聚合物会快速聚集并剥落。

[0034] 因此,扩大凹面角度并减小凹陷深度,会增强在此位置的离子轰击强度,进而减小聚合物在此部位的沉积速率。即扩大气体喷淋头的平坦区域表面与所述倾斜表面之间的角度,增加拐角的曲面半径,使得倾斜表面更加平缓,有助于减少聚合物在此区域的沉积,延长等离子体刻蚀处理周期的平均时长。

[0035] 实施例三、如图6中(b)所示,在本实施例中,一种气体喷淋头,包含:如实施例一所述的气体喷淋头主体20、气体容纳腔和顶部盖板;在气体喷淋头主体20的平坦区域表面上分布设置有多个气体喷射孔40,其还包含:在靠近上述平坦区域表面边缘处设置一倾斜圆环。该倾斜圆环设有多个倾斜气体喷射孔41,每个倾斜气体喷射孔41的第一端透过气体喷淋头主体20与气体容纳腔连接;每个倾斜气体喷射孔41的第二端透过气体喷淋头主体20与反应腔连接;每个所述倾斜气体喷射孔41的第二端对准气体喷淋头主体20的倾斜表面。在反应腔内对晶圆进行等离子体刻蚀处理时,反应气体从倾斜圆环中的各个倾斜气体喷射孔41中喷出,反应气体瞬间电离,等离子体化,该等离子体首先冲洗上述气体喷淋头主体20的倾斜表面,并且在气流撞击或气流平行于该倾斜表面时,其也能实现对上述倾斜表面的冲洗。且增强了等离子体刻蚀,限制了聚合物在述倾斜表面以及拐角处的沉积。由于拐角处的倾斜气体喷射孔41为出气输出点,因此处于拐角处的等离子体密度较高。该高密度的等离子体将快速有效地冲洗位于拐角处以及整个倾斜表面的聚合物,达到减少等离子体过程中产生的颗粒以及金属污染。图6所示的实施例中气体喷口41与平坦区域边缘的气体喷口40

具有共用的气体管道,所以两者的气流量是成固定比例的,无法独立调节。第二气体喷口41的气体与气体喷淋头平坦区域的气体喷口40反应气体也可以是独立控制的两个管路,第二气体喷口41通过独立管道与气源相连接,使得第二气体喷口41的气流流量大于平坦区域的其它喷口40,进一步防止聚合物沉积。在接近真空的反应腔内环境中,成股的气流一进入反应腔就会向四周发生扩散,很难形成足够长度的持续气流冲刷倾斜面,所以要加大气流速度才能维持住足够气流,避免倾斜面发生沉积。由于第二气体喷口41的气流可以独立调节所以,只增加倾斜喷口的流量不会影响平台区域的大量反应气体的正常流量。

[0036] 实施例四,基于上述实施例,本发明还公开了一种等离子体处理装置,该装置具体为电容耦合型等离子体反应器,包含:腔体,置于等离子体反应器的腔体中的底部基座,所述底部基座内设有下电极与射频环,所述底部基座用来放置待处理的晶圆;所述腔盖或者腔体设置有加热器。设置在所述腔体顶部的如上文实施例一至三中任意一种气体喷淋头。所述气体喷淋头作为上电极。在对晶圆进行等离子体刻蚀处理时,所述气体喷淋头可以减少或消除积聚在气体喷淋头倾斜表面的聚合物。减少由于该聚合物剥落生成颗粒和金属对待处理晶圆的污染。

[0037] 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。

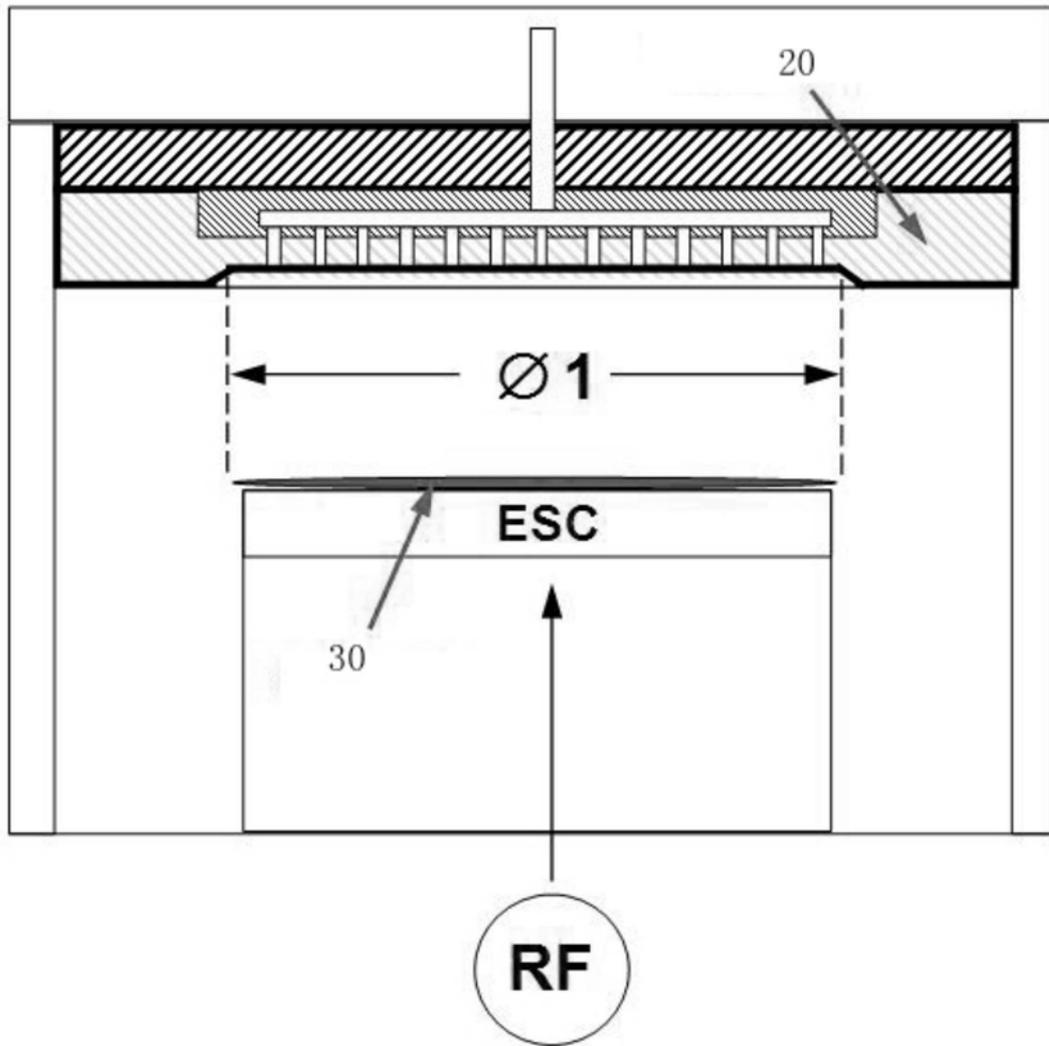


图1

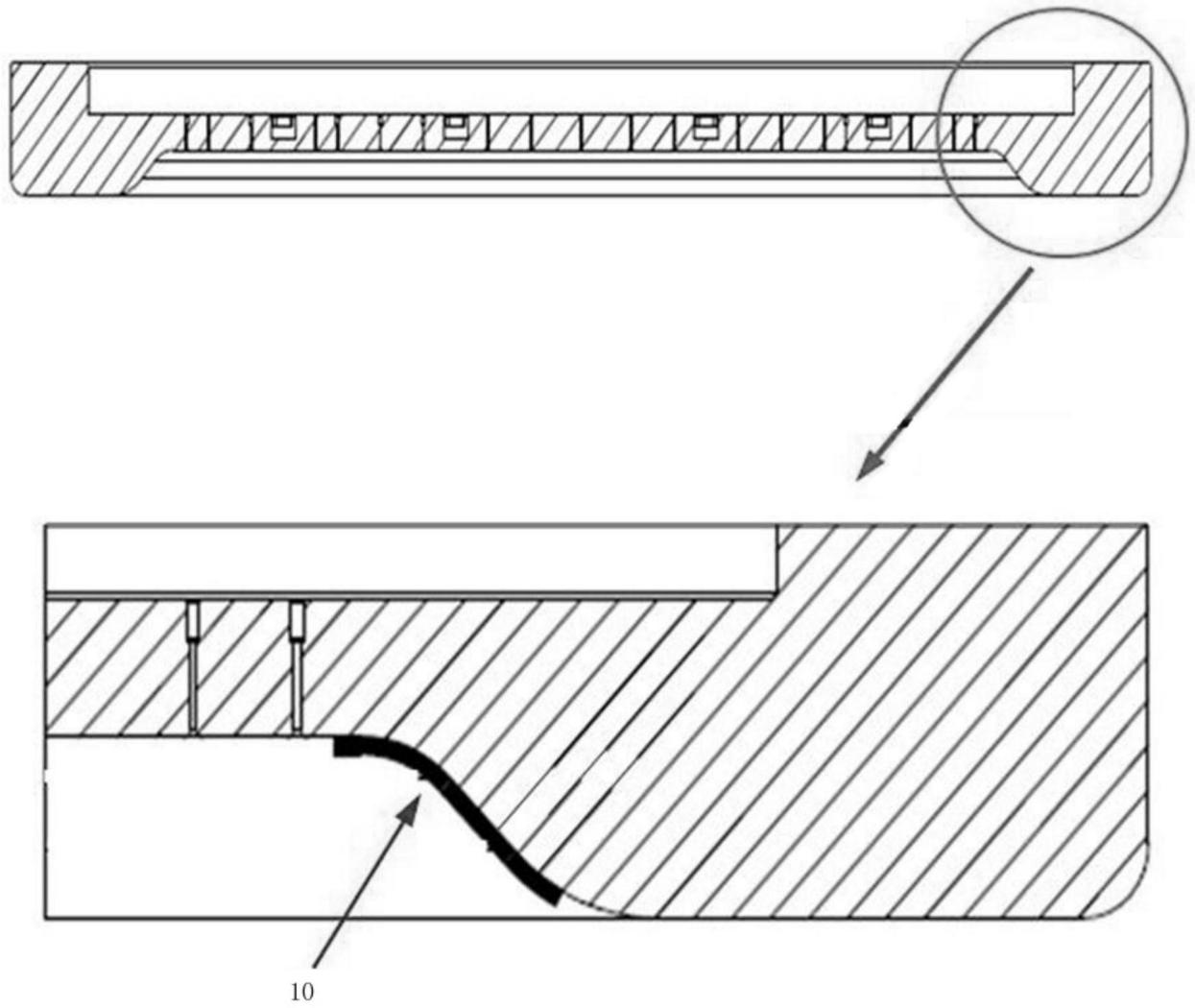


图2

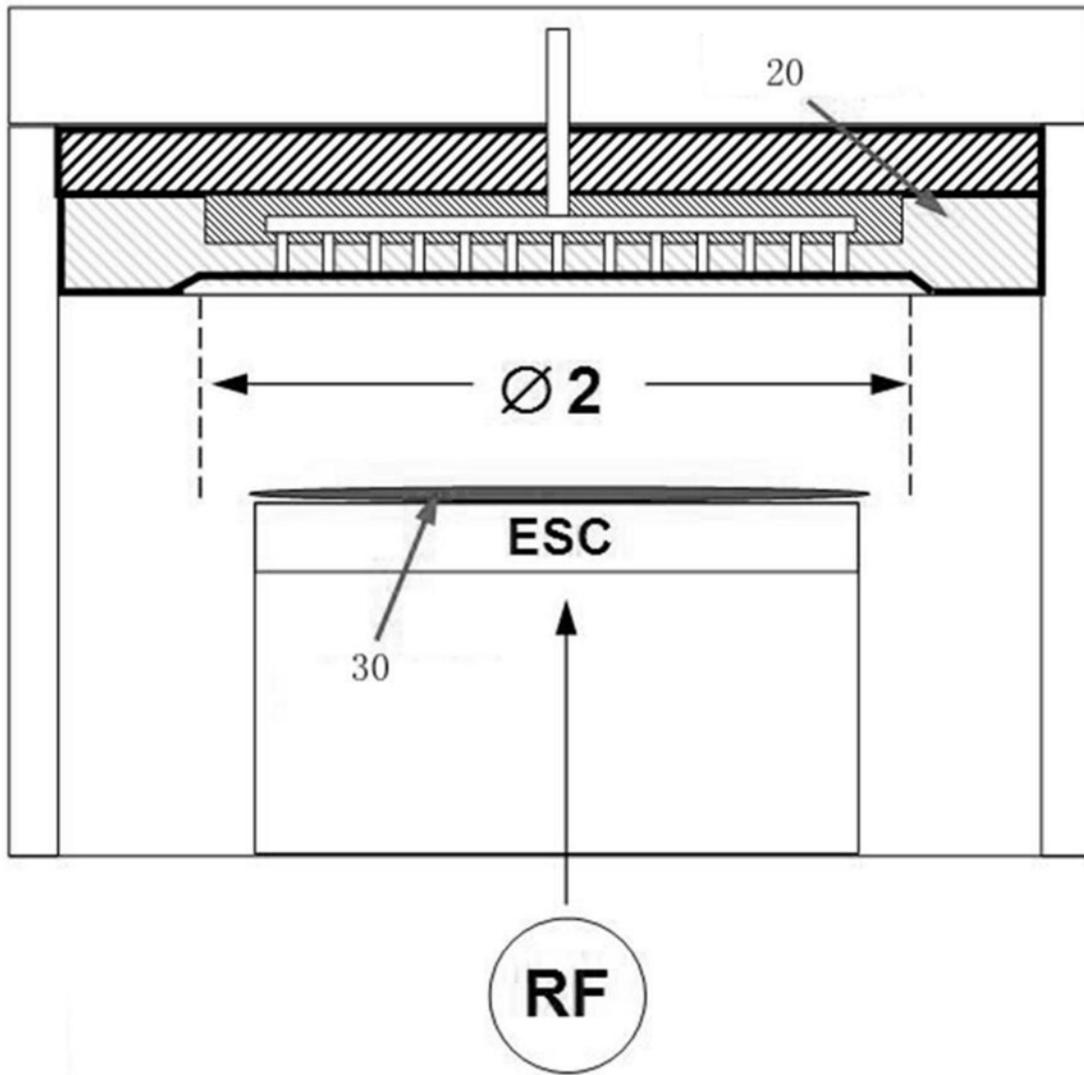


图3

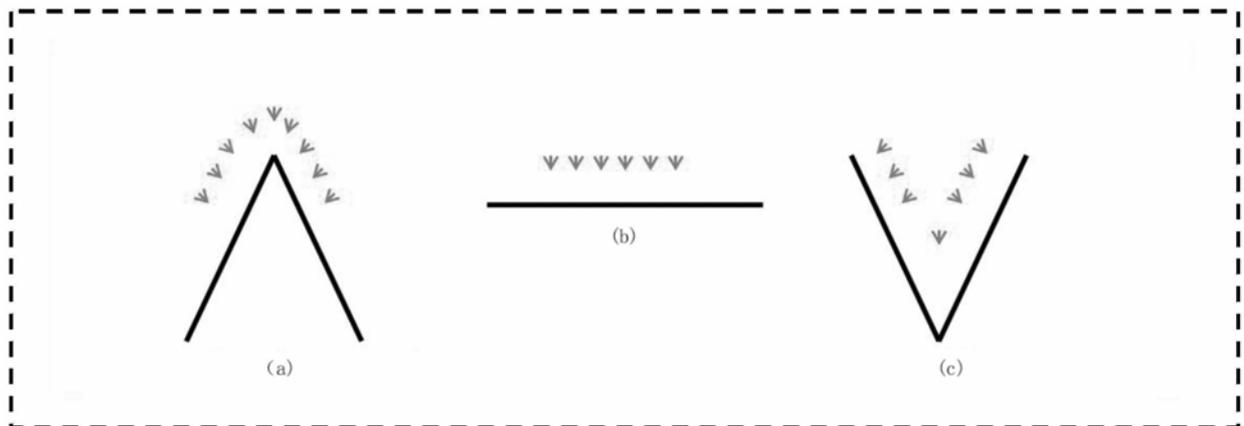


图4

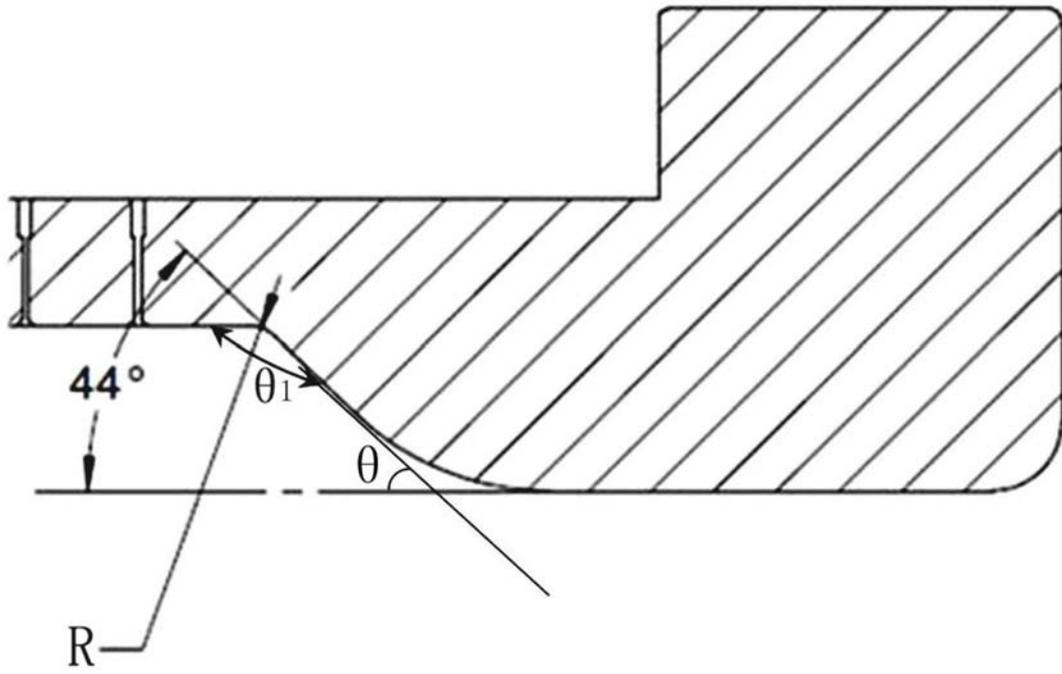


图5a

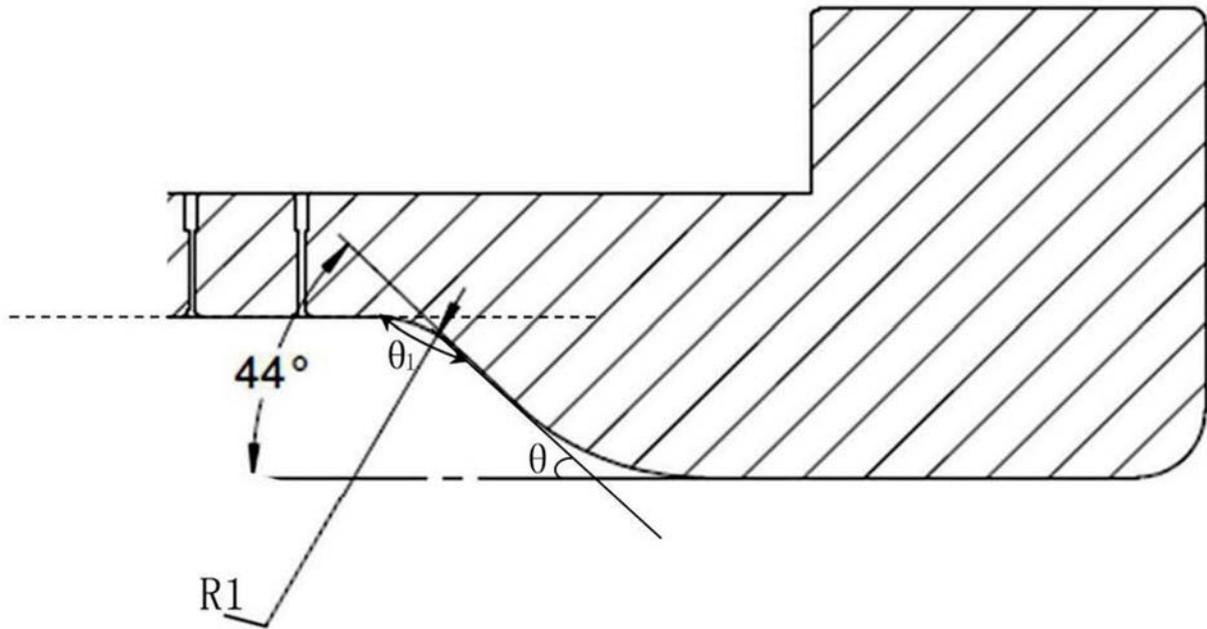


图5b

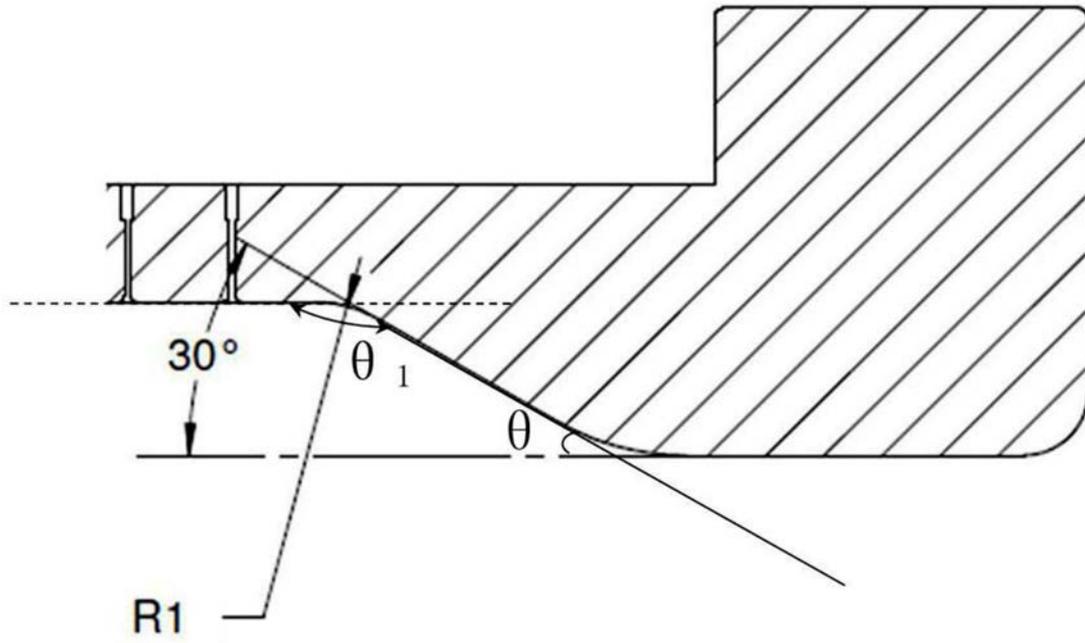


图5c

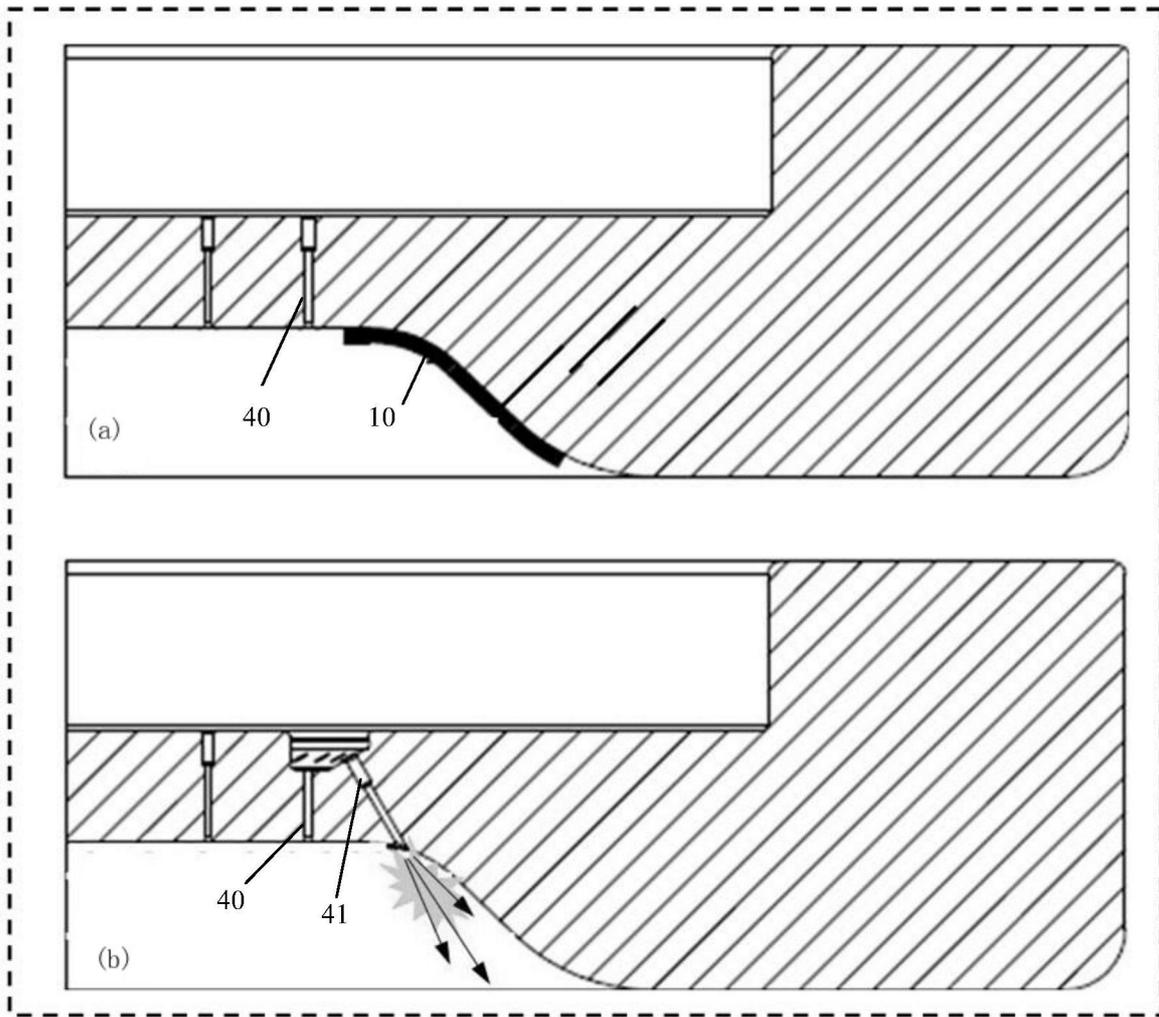


图6