



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102237247 A

(43) 申请公布日 2011. 11. 09

(21) 申请号 201110115254. 4

(22) 申请日 2011. 05. 05

(30) 优先权数据

61/331887 2010. 05. 06 US

(71) 申请人 欧瑞康太阳能股份公司(特吕巴赫)

地址 瑞士特吕巴赫

(72) 发明人 A·萨拉巴斯 A·A·H·塔哈

D·乔达里 M·克林德沃特

C·埃勒特

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 薛峰 谭祐祥

(51) Int. Cl.

H01J 37/32(2006. 01)

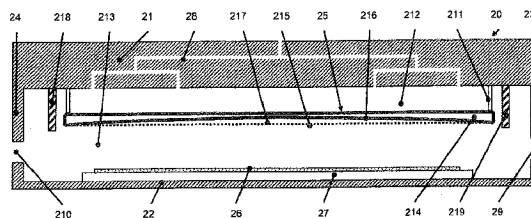
权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 4 页

(54) 发明名称

等离子体反应器

(57) 摘要

本发明涉及等离子体反应器,其包括真空容器,到所述真空容器的进气口装置,在所述真空容器中产生等离子体的等离子体装置,所述真空容器内的基底保持器以及排气装置,所述排气装置邻近所述真空容器的壁用于使气体从所述真空容器除去,并且所述排气装置与所述进气口装置并与所述基底保持器隔开一段距离,所述排气装置包括穿过所述壁的至少一个排出口以及至少一个气流转向器本体,其设计用于使将从所述真空容器除去的所述气体流的至少一部分在进入所述排出口之前转向。



1. 一种等离子体反应器,其包括真空容器,到所述真空容器的进气口装置,在所述真空中产生等离子体的等离子体装置,所述真空容器内的基底保持器以及排气装置,所述排气装置邻近所述真空容器的壁用于使气体从所述真空容器除去,并且所述排气装置与所述进气口装置并与所述基底保持器隔开一段距离,所述排气装置包括穿过所述壁的至少一个排出口以及至少一个气流转向器本体,其设计用于使将从所述真空容器除去的所述气体流的至少一部分在进入所述排出口之前转向。

2. 如权利要求 1 所述的反应器,其中,所述容器是箱形的,其包括顶壁,底壁和侧壁,所述至少一个排气装置设在所述侧壁附近,产生所述等离子体的所述等离子体装置包括具有电极表面的电极,所述电极表面沿所述顶壁和底壁之一延伸并且具有与所述侧壁隔开一段距离的电极表面周边,所述流体转向器本体设计成选择性地使已经经过最接近所述排气装置的所述电极表面周边区域的将除去的所述气体流转向。

3. 如权利要求 2 所述的反应器,其中,所述容器是方形箱形状并且所述电极表面是方形的。

4. 如权利要求 2 所述的反应器,其中,所述流体转向器本体是棒形,其在最接近所述排出口的所述电极表面周边和所述排出口之间的所述容器空间中,布置在最接近所述排出口的所述电极表面周边旁边并与之隔开一段距离并且与所述排出口隔开一段距离。

5. 如权利要求 4 所述的反应器,其中,所述容器是方形箱形状并且所述电极表面是方形的。

6. 如权利要求 1 所述的反应器,其中,所述容器是箱形的,其包括顶壁,底壁和侧壁,所述至少一个排气装置设在所述侧壁附近,所述基底保持器沿所述顶壁和所述底壁之一延伸并且具有与所述侧壁隔开一段距离的基底保持器周边,所述流体转向器本体设计成选择性地使已经经过最接近所述排气装置的所述基底保持器周边区域的将除去的所述气体流转向。

7. 如权利要求 6 所述的反应器,其中,所述容器是方形箱形状并且所述基底保持器是方形的。

8. 如权利要求 6 所述的反应器,其中,所述流体转向器本体是棒形,其在最接近所述排出口的所述基底保持器周边和所述排出口之间的所述容器空间中,布置在最接近所述排出口的所述基底保持器周边旁边并与之隔开一段距离并且与所述排出口隔开一段距离。

9. 如权利要求 8 所述的反应器,其中,所述容器是方形箱形状并且所述基底保持器是方形的。

10. 如权利要求 2 所述的反应器,其中,所述基底保持器沿所述顶壁和所述底壁的另一个延伸并且具有与所述侧壁隔开一段距离的基底保持器周边,所述排气装置包括所述流体转向器本体的第二个,其设计成选择性地使已经经过最接近所述排气装置的所述基底保持器周边区域的将除去的所述气体流转向。

11. 如权利要求 10 所述的反应器,其中,所述容器是方形箱形状并且所述基底保持器和所述电极表面是方形的。

12. 如权利要求 11 所述的反应器,其中,所述第二流体转向器本体是棒形,其在最接近所述排出口的所述基底保持器周边和所述排出口之间的所述容器空间中,布置在最接近所述排出口的所述基底保持器周边旁边并与之隔开一段距离并且与所述排出口隔开一段距

离。

13. 如权利要求 12 所述的反应器,其中,所述容器是方形箱形状并且所述基底保持器和所述电极表面是方形的。

14. 如权利要求 1 所述的反应器,其中,所述排气装置包括至少两个所述排出口,并且所述至少一个流体转向器本体设计成使将除去的所述气体流基本上仅仅朝向所述至少两个排出口之一或朝向所述至少两个排出口的另一个转向。

15. 如权利要求 14 所述的反应器,其中,所述容器是箱形的,其包括顶壁,底壁和侧壁,所述至少一个排气装置设在所述侧壁附近,产生所述等离子体的所述装置包括具有电极表面的电极,所述电极表面沿所述顶壁和底壁之一延伸并且具有与所述侧壁隔开一段距离的电极表面周边,所述流体转向器本体设计成选择性地使已经经过最接近所述排气装置的所述电极表面周边区域的将除去的所述气体流转向。

16. 如权利要求 15 所述的反应器,其中,所述容器是方形箱形状并且所述电极表面是方形的,并且其中所述排气装置设在方形箱的四个侧壁之一附近。

17. 如权利要求 15 所述的反应器,其中,所述流体转向器本体是棒形,其在最接近所述排出口的所述电极表面周边和所述排出口之间的所述容器空间中,布置在最接近所述排出口的所述电极表面周边旁边并与之隔开一段距离并且与的所述排出口隔开一段距离。

18. 如权利要求 17 所述的反应器,其中,所述容器是方形箱形状并且所述电极表面是方形的,并且其中所述排气装置设在方形箱的四个侧壁之一附近。

19. 如权利要求 14 所述的反应器,其中,所述容器是箱形的,其包括顶壁,底壁和侧壁,所述至少一个排气装置设在所述侧壁附近,所述基底保持器沿所述顶壁和所述底壁之一延伸并且具有与所述侧壁隔开一段距离的基底保持器周边,所述流体转向器本体设计成选择性地使已经经过最接近所述排气装置的所述周边区域的将除去的所述气体流转向。

20. 如权利要求 19 所述的反应器,其中,所述容器是方形箱形状并且所述基底保持器是方形的,并且其中所述排气装置设在方形箱的四个侧壁之一附近。

21. 如权利要求 19 所述的反应器,其中,所述流体转向器本体是棒形,其在最接近所述排出口的所述基底保持器周边和所述排出口之间的所述容器空间中,布置在最接近所述排出口的所述基底保持器周边旁边并与之隔开一段距离并且与所述排出口隔开一段距离。

22. 如权利要求 21 所述的反应器,其中,所述容器是方形箱形状并且所述基底保持器是方形的,并且其中所述排气装置设在方形箱的四个侧壁之一附近。

23. 如权利要求 15 所述的反应器,其中,所述基底保持器沿所述顶壁和所述底壁的另一个延伸并且具有与所述侧壁隔开一段距离的基底保持器周边,所述排气装置包括所述流体转向器本体的第二个,其设计成选择性地使已经经过最接近所述排气装置的所述基底保持器周边区域的将除去的所述气体流转向。

24. 如权利要求 23 所述的反应器,其中,所述容器是方形箱形状并且所述基底保持器是方形的,并且其中所述排气装置设在方形箱的四个侧壁之一附近。

25. 如权利要求 23 所述的反应器,其中,所述第二流体转向器本体是棒形,其在最接近所述排出口的所述基底保持器周边和所述排出口之间的所述容器空间中,布置在最接近所述排出口的所述基底保持器周边旁边并与之隔开一段距离并且与所述排出口隔开一段距离。

26. 如权利要求 25 所述的反应器,其中,所述容器是方形箱形状并且所述基底保持器是方形的,并且其中所述排气装置设在方形箱的四个侧壁之一附近。

27. 如权利要求 4,5,12,13,17,18,25,26 中任一项所述的反应器,其中,所述棒形转向器本体在所述电极表面上突出距离“a”,如下范围是有效的:

$$2\text{mm} \leq a \leq 4\text{mm}$$

并且其中所述流体转向器本体与所述表面隔开距离“b”,如下范围是有效的:

$$3\text{mm} \leq b \leq 6\text{mm}。$$

28. 如权利要求 27 所述的反应器,其中,在所述电极表面上突出的所述棒形转向器本体的端部是平面、凸面弯曲、凹面弯曲之一。

29. 如权利要求 8,9,12,13,21,22,25,26 中任一项所述的反应器,其中,所述棒形转向器本体在所述基底保持器周边上突出距离“a”,如下范围是有效的:

$$2\text{mm} \leq a \leq 4\text{mm}$$

并且其中所述流体转向器本体与所述基底保持器周边隔开距离“b”,如下范围是有效的:

$$3\text{mm} \leq b \leq 6\text{mm}。$$

30. 如权利要求 29 所述的反应器,其中,在所述电极表面上突出的所述棒形转向器本体的端部是平面、凸面弯曲、凹面弯曲之一。

31. 如权利要求 1 至 30 中任一项所述的反应器,其中,所述至少一个气体转向器本体是金属的并且电连接到所述反应器的金属部分或与所述反应器的任何其他金属部分电绝缘。

32. 一种用于制造真空处理的基底的方法,所述方法包括在排空的真空容器中提供基底,沿所述基底表面产生分布的等离子体放电,使分布的气体进入所述等离子体放电中并使气体从所述等离子体放电中通过所述真空容器中的至少一个排出口除去,所述方法还包括控制从所述等离子体放电向并且进入所述至少一个排出口的气流分布,这是通过利用邻近所述排出口并与之隔开一段距离的至少一个流体阻挡转向器本体选择性地调节所述排气口的排气效果的空间分布来实现的。

等离子体反应器

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及等离子体反应器。具体地,反应器适用于薄膜在大面积基底上的(电容耦合)等离子体增强化学汽相沉积(PECVD)。更具体地,系统允许大量不同的光电硅薄膜的沉积。

背景技术

[0002] PECVD 技术使用等离子体加工设备来进行薄膜沉积。通常,来自外部功率发生器的能量——一般射频(RF)为 13.56Hz 或更大——电容或感应地耦合到前驱体气体(或气体混合物),该气体通过进气口装置供给到反应腔室并被封闭在该反应腔室内(等离子体箱或等离子体反应器)。

[0003] 最简单的电容耦合平行板等离子体反应器装置在真空容器中(等离子体装置在真空容器中产生等离子体时)包含容纳在真空容器中的封闭反应腔室内的两个基本平坦的板形电极,以及进气口装置和排气口装置。典型地,平行板电极的第一个在 MHz 频率范围(13.56MHz——标准工业频率或更优选地为所述值的谐波)内被驱动,而另一个接地。为了确保反应器在纯电容模式下操作,其外部电路包括隔直流电容器,其具有在驱动频率下可忽略的阻抗。这是通常有效的构造,但是装置或反应器能够容易地改装来进行各种等离子体辅助处理,像通过离子注入的表面硬化、等离子体辅助蚀刻或薄膜沉积。这种设计广泛地在微电子学中用于液晶显示器(LCD)和光电学。

[0004] 多年以来,上述构造已经不断发展来满足在微电子学和 LCD 工业中广泛规划的需求,并且已经达到了能在高效且良好建立的方法中改造 PECVD 的复杂性。在硅基薄膜光电学中,其精确度被认可并被意识到,其中 PECVD 再次充当了重要角色。PECVD 技术的这种关键位置与重要的成本有关。任何设备性能的进步和前进显著地影响成本和益处。将使 PECVD 系统进行得比以前快 10%,每工件的 PECVD 成本因此减少 1 欧元,那么,经过单件产品生产时间,在微观尺度的总影响能够为 2-4 更高的因子。尤其在薄膜硅太阳能电池领域,PECVD 装置或反应器中的任何沉积速率增加降低了相应太阳能板的成本并且降低了从 PECVD 基光电板获得的电力的单元成本。为了在生产成本水平实现太阳能的益处并且为了变得相比传统矿物能源具有竞争性,清楚的是高沉积速率和质量层的结合是强制的。为此原因,世界范围的紧密探索和工程设计活动目的在于低成本和高性能光电 PECVD 设备。

[0005] 想要在市场上竞争的任何 PECVD 设备的先决条件是能够以快速方式在大面积基底上沉积均匀且高质量的膜。仅通过改变广延放电参数(像气体通量和 RF 功率)的实验室机器的扩展可能性是非常有限的。成功的扩展无疑与制造商利用有效机械设计并且机械设计内控制复杂物理方面的能力有关。不断的创新输入被需要来克服与 RF 激发频率、基底尺寸、RF 功率分布或反应腔室内的热消耗有关的物理现象。可靠的且有效的机械结构被需要来确保反应气体或基底的精确装载/卸载系统的适当分布。不想要的效果——像由反应器腔室中断或边缘引起的那些效果——必须被消除或大幅度减小。

[0006] 现有技术中已知的问题

设计和工程设计聚焦于简单且提高性能的等离子体反应器具有显著的挑战。一般工作能够通过转换反应器的构造以适合特殊应用或目的来简化。多功能平台(其超出消费者规格且满足多种要求)的开发必须面对若干工程设计问题并且必须解决一些矛盾的物理问题。

[0007] 大部分问题反映出四个主要点之间的复杂的相互作用:i) 设备性能, ii) 基底尺寸, iii) 必须被适应的工艺特征, 以及 iv) 系统的操作和维护。

[0008] US4, 798, 739 引入了等离子体箱(“箱中箱”)概念, 其允许到等温反应器和来自等温反应器的有效基底装载/卸载序列。进一步的经验在 EP1953794A1 中积累, 其中具有大尺寸的等离子体箱的特定问题已经被解决。为了确保最佳气体分布同时保留无故障的电气构造, 若干创新的元件已经在 US6, 502, 530 中指明。膜均匀性在较高 RF 激发频率和大基底尺寸时变得有问题。US6, 228, 438B1 提出了矫正层, 其补偿了电磁效果和/或工艺非均匀性。

[0009] 作为本发明的基础, 现有概念中的一系列话题已经被认可, 其要求进一步的改进。在下面, 现有技术设计及其缺陷将参照图 1 讨论, 图 1 示意性地示出了现有技术等离子体反应器的例子。平行板类型的等离子体反应器包括(作为外封闭件)反应器底壁 116, 反应器顶壁 110 以及侧壁 111 和 112。装载和卸载设施以及具有相应基底保持器的基底在图中没有示出。

[0010] 侧壁 111 和/或 112 分别具有排气口 17, 18。泵以及外部气体管道系统在图中没有示出。在容器内提供了顶部电极 113 和底部电极 114, 后者还可作为基底保持器或基架。顶部电极和底部电极二者可操作地连接到 RF 功率源(未示出)。在反应器操作期间, 分布的等离子体在间隙或顶部电极 113 和底部电极 114 之间的反应区域中点燃, 由此建立等离子体区 115。为了改善该反应器类型的等温性质并且为了改善等离子体限制, 提供了排气栅格 15 和 19。

[0011] 在顶部电极 113 “后面”, 避开等离子体区 115, 提供了气体分布空间 116。工作气体从外部源(未示出)供给到气体分布空间 116 中。布置在其中的栅格 11, 12, 13 用作分压器和气体分布装置。为了补偿此反应器设计中的边缘效应, 间隙 14 允许剩余工作气体分布到等离子体区 115 的周边区域。

[0012] 1. 在当今的 PECVD 生产系统布局中, 非结晶和微米/纳米晶体硅($\mu\text{c-Si}$) 沉积的专用反应器是普通的。然而, 这种工艺专用机器具有多种不希望的影响。在具有 10 个平行运行的 a-Si 反应器的已知装置中, 两个 a-Si 反应器的故障导致系统以 80% 的能力操作。如果采用更通用的等离子体反应器或等离子体箱, 换言之, 如果 a-Si 反应器能够容易地切换到 $\mu\text{c-Si}$ 模式并且反之亦然, 生产能力能够保持在 93% 以上。在这种情况下, 反应器增加了灵活性并减小了冗余和依赖性。维护和维修以及供给链和贮存被简化。对于这种系统的任何操作者的中心和主要优点无疑是生产时间。

[0013] 2. 消费者和产品的要求趋于不断地变得更加苛刻。为了某些原因, 膜厚度和/或结晶度的偏差应该被最小化。具体地, 最佳结晶度的主要偏差需要被克服, 特别是沿矩形基底的基底对角线。

[0014] 3. 气体和功率消耗必须被进一步优化。本领域技术人员已知的是, 硅基微晶层的 PECVD 与灰尘等离子体状态相关联。在灰尘状态, 大量 SiH_4 和 RF 功率在灰尘产生中受到损

失。因此更少 RF 功率能够确保需要的 Si- 结晶度并且由此非结晶区域可在沉积的层中出现。为了补偿这些损失,一般更多的 RF 功率从开头供给到反应器。

[0015] 4. 在现有技术反应器设计中,反应器抽吸栅格(一个或多个) 15,19 已经被用作额外方式来改善沉积速率和膜均匀性(通过等离子体限制)。然而,这些栅格还会有若干缺陷:静电效应,不宜的 RF 接地影响局部等离子体性质并且因此还影响膜均匀性。因为气体“沿”最大基底尺寸被抽出或排出,即,沿矩形基底的边缘,受膜非均匀性影响的基底面积会很大。如果局部扰动仅从基底边缘向中心延伸超过 5cm,受影响面积会已经为基底表面的约 9%。边缘效应(泄漏(telegraph)效应)、不良接地、抽吸叠加,等等)会是明显的并且能够影响高达基底表面的 20%。具有若干方式来矫正和补偿这些效应。

[0016] 5. 进一步的栅格——浮动和筛选栅格 11,12,13 已经被用于在顶部电极 113 和反应器顶部 110 之间的间隙(气体分布空间 116)上电容划分电位,并由此用于消除此空间中的伪等离子体。虽然很重要,但是这种要求看上去对于当前由机器执行的某些光电工艺不是那么必不可少。然而简化是可行的。

发明内容

[0017] 由需要改善性能和能力而引发的上述问题已经导致了根据本发明的新等离子体反应器或等离子体箱设计。

[0018] 本发明的目的是提供等离子体反应器和制造方法,通过其在待处理基底表面上的等离子体处理效果的均匀性得到改善,由此相对于已经借助图 1 示例的现有技术反应器来说,关于电功率和气体消耗维持了沉积效率。

[0019] 这根据本发明通过等离子体反应器实现,该等离子体反应器包括真空容器,到所述真空容器的进气口装置,在真空容器中产生等离子体的等离子体装置,真空容器内的基底保持器以及排气装置,所述排气装置邻近等离子体容器的壁用于气体从等离子体容器除去,并且与进气口的装置和基底保持器隔开一段距离。排气装置包括穿过壁的至少一个排出口以及至少一个气流转向器本体,其设计用于使将从真空容器除去的处理的气体流的至少一部分在进入排出口之前转向。

[0020] 所述目的被制造真空处理的基底的方法进一步解决,所述方法包括在排空的真空容器中提供基底,沿基底表面产生分布的等离子体放电,使分布的气体进入分布的等离子体放电中并使气体从分布的等离子体放电中通过真空容器中的至少一个排出口除去,所述方法还包括控制从等离子体放电向并且进入至少一个排出口的气流分布,这是通过利用邻近至少一个排出口并与之隔开一段距离的至少一个流体阻挡转向器本体选择性地调节排气口的排气效果的空间分布来实现的。

[0021] 现在将借助例子进一步描述本发明,从中根据本发明的等离子体反应器和制造方法的进一步实施例将变得明显。附图作为参考。这些图中显示了如下内容。

附图说明

[0022] 图 1:现有技术的等离子体反应器的示意性且简化的剖面图;

图 2:类似于图 1 所示的,根据本发明的一个实施例的 PECVD 反应器的剖面图;

图 3:根据本发明的等离子体反应器中提供的且根据本发明的方法所开发的气流转向

器本体的实施例的示意性图示；

图 4 是如图 2 或 3 所示的气流转向器本体的示意性的不同可能形状；

图 5：根据本发明的等离子体反应器的进一步的实施例的示意性且简化的顶视图，该反应器在剖面图中可像图 2 所示，并且其中可提供结合图 3 所述的气流转向器本体。

[0023] 图 6：根据本发明的反应器中的流体转向器本体的进一步的实施例的图 2 相类似的示意性图示。

具体实施方式

[0024] 根据本发明的以及进行根据本发明的方法(例如，用于在其中进行至少 PECVD 工艺)的等离子体反应器包括由反应器顶壁 21，反应器侧壁 23、24 和反应器底壁 22 建成的容器，电极 25 和用于基底 26 的基底保持器 27。反应器底壁 22 或基底保持器充当到电极 25 的对电极。至少一个排出口(优选地至少两个 210, 29)设在侧壁 24 和 23 中并且在电极 25 和 / 或基底保持器 27 的附近并与之隔开一段距离，基底保持器 27 在操作中具有基底 26，如图 6 所示。气流转向器本体 218 装置成紧邻电极 25 以此方式使得气体被抽出排出口 210 的不受控制的流动的负面作用至少被大量地减小。如所示，气流转向器本体 218 能够呈现棒形外形，尤其是根据如下所述的设计规则的形状和几何形成装置。气流转向器本体 218 优选地为金属的，但是还可为介质材料或金属和介质材料二者的组合。金属的气流转向器本体在基准电位上设置，尤其在接地电位上，或者能够相对于反应器内的所有金属部分电绝缘安装，反应器在限定的电位上操作并由此电浮动地操作。

[0025] 如图 2 所示的等离子体反应器特别适用于等于或大于 1.4m^2 的基底 26 上的硅薄膜的 PECVD。能够沉积具有与大量生产相关的性质和生长速率的掺杂 / 非掺杂、非结晶或微晶光电薄膜。根据本发明，获得的膜的物理化学性质在整个基底面积上得到了改善的均匀性。本发明考虑了在 10MHz 以上的 RF 频率电容耦合气体放电的很多物理现象特征。

[0026] 具有气流转向器本体 218 的本发明的等离子体反应器基于微晶硅沉积的图 1 的现有技术等离子体反应器上做出的一些关键观察。

[0027] 抽吸栅格 15, 19 相当恶化了膜均匀性。原因是多样的。

[0028] 然而移除抽吸栅格将建立新的气流分布和不同的反应器中的电性质。

[0029] 将周边气体引导至等离子体区 115 的边缘区域的现有技术间隙 14 增大了气体中的损失和 RF 功率。

[0030] 根据图 2 中示例的等离子体反应器，浮动和筛选栅格 11-13 能够减小或避免。这导致了反应器的显著构造简化。

[0031] 在图 1 的现有技术等离子体反应器中，由于等离子体反应器内的 RF 波反射引起的驻波效果是很强的，尤其是沿较大尺寸的基底时更是如此，因此在方形基底上沿着基底对角线。这对于矫正电容层的设计有影响。

[0032] 对于重要程度，并且为了值得考虑的基底表面，然而相关膜性质能够通过限定矫正层的电极形状的适合设计而转变。

[0033] 另外对于上述目的，根据本发明的等离子体反应器和制造方法允许增强性能的各种等离子体辅助工艺的执行，由此允许特别是 PECVD 工艺的执行。

[0034] 更详细地，转回图 2 的根据本发明的等离子体反应器的实施例，等离子体反应器

20 包括反应器顶壁 21 和反应器底壁 22 以及侧壁 23, 24, 全部优选地电接地。在 13.56MHz 或更高的 RF 频率信号(优选地这种频率的谐波)供给到容纳在等离子体反应器 20 中的 RF 电极 25。RF 电极 25 包括导电电极本体 214 和绝缘板 215。面对平面绝缘板 215 的电极本体 214 的表面 216 呈现弯曲凹面形状, 使得在其之间封闭空间 217。

[0035] 到 RF 功率源的连接以及 RF 电极 25 的安装在图 2 中未示出。基底 26 通过未示出装/ 卸载机构放置在基底保持器 27 上。电极 25 与基底 26 和 / 或基底保持器 27 之间的空间被称作等离子体区或反应空间 213。具有到等离子体反应器容器的进气口装置的气体分布装置 28 基于级联分支管道系统, 其确保了加工气体(一种或多种) 或气体混合物(一种或多种) 在反应器顶壁 21 的内表面的大部分区域以及进入气体分布空间 212 的均匀分布。电极 25 被穿孔以此来允许气体从气体分布空间 212 进入等离子体区 213。排气通过排出口 29 和 / 或 210 排空。绝缘隔离片 211 使 RF 电极 25 与顶壁 21 隔开。气体分布空间 212 的高度由与电极 25 的等离子体区 213 避开的表面和反应器顶壁 21 的内表面之间不应发生伪 / 寄生放电的条件限定。平面绝缘板 215 优选地由陶瓷制成并且还具有气体开口使得气体均匀地分布到等离子体区 213 中。如所述的, 空间 217 被电极本体 216 的凹表面和绝缘板 215 的相对表面限定。在图 2 中, 气流转向器本体 218 利用并通过排出口 210 控制将从等离子体反应器的容器除去的气流, 由此进一步地气流转向器本体 219 利用并通过进一步的排出口 29 控制将从等离子体反应器的容器除去的气流。在图 2 的实施例中, 气流转向器本体 218 和 219 二者安装到反应器顶壁 21 并向上突出且邻近最接近相应排出口 29 和 210 的电极 25 的周边区域。气流转向器本体的不同安装和定位将从下面的描述中变得明显。

[0036] 对于本领域技术人员将明显的是, 在描述中示例的流体转向器本体可以进行细节上和尺度上的很多变更, 只要不脱离本发明的精神和范围。例如, 电极 25 和基底 26 之间的间隙(对应于等离子体区 213 的厚度) 通常的值在 3mm 和 5cm 之间但是可以一般地选择以便实现基底 26 上沉积膜的最佳均匀性。

[0037] 图 3 示出了例如根据图 2 实施例提供的气流转向器本体 218, 219 的一个或两个的气流转向器本体以及还将在下面描述中讨论的气流转向器本体的可能变体。图 3 中以附图标记 31 所示的气流转向器本体的尺寸和定位能够由一些参数限定: 如图 3 所示, 电极装置 36 边缘(其相当于图 2 实施例中电极 25 的相应边缘) 和气流转向器本体 31 (其实际上是气流矫正器) 之间的距离“a”, 其大小为 2mm-4mm (都包括端点), 优选地大小为 3mm。距离“b”, 其大小为 3-6mm (都包括端点), 优选地为 5mm。由此距离“b”代表电极 36 边缘和气流转向器本体 31 边缘之间的有效距离, 换言之气流转向器本体在电极 36 边缘上的突出。

[0038] 角 α 可在 70-110° 之间选择(都包括端点), 优选值为 90°。如图 3 所示, 角在反应器壁 32 (电极 36 沿反应器壁 32 设置并在反应器壁 32 附近) 和气流转向器本体 31 之间限定。一般地, 如根据本发明的等离子体反应器中提供的气流转向器本体(作为排气装置的一部分) 额外地包括排出口, 其确保“气体保持”或气流转移效应从而矫正膜厚度并额外地局部矫正待耦合功率到等离子体, 以此来例如改善基底 26 上的沉积层的晶体含量。

[0039] 在图 4 中提出了气流转向器本体 31 的替代剖面形状: 该形状可以是矩形(a), 三角形(b), 弯牙形(c) 或者为: 呈现基本上矩形, 其在窄侧向下呈圆形(f), 凹槽(e) 或截头(d)。边缘因此可具有平面, 凸面或凹面形状。

[0040] 在图 5 的实施例中, 等离子体反应器的容器 33 是方形箱形状。排气装置在方形容

器的一个侧壁中包括两个并排的排出口 35 和 34。在剖面图中,该实施例除了排气装置以外可与图 2 的实施例一样,或者与图 6 实施例之一一样。

[0041] 图 5 中例如约 40cm 的尺寸“c”由容器 33 的一个侧壁处和附近的抽吸叠加限定,其设计用于处理例如 $1.1 \times 1.3 \text{ m}^2$ 的基底。气流转向器本体 37 由金属制成,例如由 Al 制成,并且能够接地(例如电连接到根据图 2 的反应器顶壁 21 或底壁 22)或者可与容器的和 / 或容器中的金属构件电绝缘,该容器在特殊电位上操作,例如接地电位。

[0042] “抽吸叠加”效应能够借助图 5 解释,图 5 以顶视图示出了具有电极 38 和气流转向器本体 37 的容器 33 内部。基底未示出;然而,因为电极 38 和基底与图 2 可见的基底 26 和电极 25 在形状上类似,尺寸上可比较和真空系统内的紧密关系上可比较,下面陈述相应地应用于电极以及基底载体和基底。

[0043] 对于真空下的大面积反应器 33,单个排出口经常是不够的,因为抽吸影响在容器中的整个处理相关空间上是不均匀的效果。基本上均匀的抽吸效果仅能够对于从排出口延伸的一定空间角度范围内的空间而实现。如果布置两个间隔开的排出口 34 和 35 但是在容器 33 且紧靠电极 38 的相同空间中基本上有效,例如基本上在该电极的平面中,两个开口的上述角度范围将沿反应器中的空间的一定空间区域重叠。在该重叠空间区域,等离子体区中存在的气体“见到”两个排出口 35 和 34 并且抽吸效应和由此的气流将在该重叠空间区域比附近空间区域更加明显。

[0044] 在这种情况下,气流转向器本体 37 通常必须关于电极 38 成形和布置以避免容器中(尤其是接近排出口)的排气效应明显的双重排气效应。气流转向器本体 37 的长度必须如此选择:取决于开口 34 和 35 的距离“e”以及开口 34 和 35 与最近电极边缘或周边区域 313 之间的距离“d”,其阻挡或遮住了该区域,其中通过两个排出口的有效抽吸作用被显著增加。

[0045] 该关系能够如图 5 所示在几何上确定:气流转向器本体 37 的纵长延伸是线 39 和 310 与平行于电极边缘 313 并与之距离“a”的线的两个交叉点之间的距离。

[0046] 如果两个排出口之间的距离“e”大小为 60cm 并且电极边缘 313 和容器 33 的壁之间的距离“d”接近 7cm,气流转向器本体 37 的长度“c”大小将是约 40cm。通过几何变化,由此保持 c, d, 和 e 之间的关系基本上不变将允许上下调节本发明的气流转向器本体 37。对于具有三个排出口的排气装置(例如两个气流转向器本体)可安装上述说明布置,计算成对的相应值。

[0047] 图 6 根据图 3 的气体转向器本体 31,图 2 的气体转向器本体 218 或图 5 的气体转向器本体 37,基于图 2 所示的等离子体反应器实施例,示出了气流转向器本体 41 安装的替代构造。通常,图 2,3,4,5 和 6 中适当实施例的选择基于由等离子体反应器执行的目的的特性。具体地,处理压力扮演主要角色。例如,3-12mbar 的中间压力状态会需要气流转向器本体长度延伸直到完全基底长度,并例如图 6 所示的适当实施例(e, f)。在图 6 (e) 中,电“浮动”气流转向器本体安装在反应器底部上并且接地和绝缘气流转向器本体的结合在图 6 (f)中示出。独立于构造位置,气流转向器本体的尺寸和形状必须满足如下要求:关于排气口(一个或多个)35, 34 位置的信息应全部沿基底边缘“消失”,即,抽吸叠加效应应该消失。气流转向器本体附近的进一步的和额外的欧姆等离子体加热应确保需要的气体分解速率和沉积膜的性质。

[0048] 利用根据本发明反应器获得的沉积硅薄膜已经通过椭圆测量术,拉曼光谱学,傅立叶红外和傅里叶变换光电流光谱学进行了分析。这些技术已经确认了高质量光电层能够在很高的沉积速率获得。表 1(如下)比较了利用根据本发明的系统获得的以及利用图 1 的较简单型号的等离子体反应器或等离子体箱获得的沉积速率,厚度均匀性和晶体含量。总之,上述措施显著地改善了 Si- 层结晶度的控制,减小了厚度不均匀性并且确保了在整个基底面积上的较高沉积速率。同时地,前面的缺陷已经被消除或基本上减小。

特征	本发明		现有技术	
	a-Si	μ c-Si	a-Si	μ c-Si
沉积速率 (Ås-1)	3-7	6-12	3-4	5.5
厚度均匀性 (%)	12-20	<12	20-30	<20
晶体含量 (%)	-	45-65	-	20-80

[0049] 从上面的描述明显的是,本发明是:

A) 等离子体反应器,其包括真空容器,到所述真空容器的进气口装置,在所述真空容器中产生等离子体的等离子体装置,所述真空容器内的基底保持器以及排气装置,所述排气装置邻近所述真空容器的壁用于使气体从所述真空容器除去,并且所述排气装置与所述进气口装置并与所述基底保持器隔开一段距离,所述排气装置包括穿过所述壁的至少一个排出口以及至少一个气流转向器本体,其设计用于使将从所述真空容器除去的所述气体流的至少一部分在进入所述排出口之前转向。

[0050] 在 A) 中所述的反应器的一个实施例 B) 中,所述容器是箱形的,其包括顶壁,底壁和侧壁,所述至少一个排气装置设在所述侧壁附近,产生所述等离子体的所述等离子体装置包括具有电极表面的电极,所述电极表面沿所述顶壁和底壁之一延伸并且具有与所述侧壁隔开一段距离的电极表面周边,所述流体转向器本体设计成选择性地使已经经过最接近所述排气装置的所述电极表面周边区域的将除去的所述气体流转向。

[0051] 在 B) 中所述的反应器的一个实施例 C) 中,所述容器是方形箱形状并且所述电极表面是方形的。

[0052] 在 B) 中所述的反应器的一个实施例 D) 中,所述流体转向器本体是棒形,其在最接近所述排出口的所述电极表面周边和所述排出口之间的所述容器空间中,布置在最接近所述排出口的所述电极表面周边旁边并与之隔开一段距离并且与所述排出口隔开一段距离。

[0053] 在 D) 中所述的反应器的一个实施例 E) 中,所述容器是方形箱形状并且所述电极表面是方形的。

[0054] 在 A) 中所述的反应器的一个实施例 F) 中,所述容器是箱形的,其包括顶壁,底壁和侧壁,所述至少一个排气装置设在所述侧壁附近,所述基底保持器沿所述顶壁和所述底壁之一延伸并且具有与所述侧壁隔开一段距离的基底保持器周边,所述流体转向器本体设计成选择性地使已经经过最接近所述排气装置的所述基底保持器周边区域的将除去的所

述气体流转向。

[0055] 在 F) 中所述的反应器的一个实施例 G) 中, 所述容器是方形箱形状并且所述基底保持器是方形的。

[0056] 在 F) 中所述的反应器的一个实施例 H) 中, 所述流体转向器本体是棒形, 其在最接近所述排出口的所述基底保持器周边和所述排出口之间的所述容器空间中, 布置在最接近所述排出口的所述基底保持器周边旁边并与之隔开一段距离并且与所述排出口隔开一段距离。

[0057] 在 H) 中所述的反应器的一个实施例 I) 中, 所述容器是方形箱形状并且所述基底保持器是方形的。

[0058] 在 B) 中所述的反应器的一个实施例 J) 中, 所述基底保持器沿所述顶壁和所述底壁的另一个延伸并且具有与所述侧壁隔开一段距离的基底保持器周边, 所述排气装置包括所述流体转向器本体的第二个, 其设计成选择性地使已经经过最接近所述排气装置的所述基底保持器周边区域的将除去的所述气体流转向。

[0059] 在 J) 中所述的反应器的一个实施例 K) 中, 所述容器是方形箱形状并且所述基底保持器和所述电极表面是方形的。

[0060] 在 J) 中所述的反应器的一个实施例 L) 中, 所述第二流体转向器本体是棒形, 其在最接近所述排出口的所述基底保持器周边和所述排出口之间的所述容器空间中, 布置在最接近所述排出口的所述基底保持器周边旁边并与之隔开一段距离并且与所述排出口隔开一段距离。

[0061] 在 L) 中所述的反应器的一个实施例 M) 中, 所述容器是方形箱形状并且所述基底保持器和所述电极表面是方形的。

[0062] 在 A) 中所述的反应器的一个实施例 N) 中, 所述排气装置包括至少两个所述排出口, 并且所述至少一个流体转向器本体设计成使将除去的所述气体流基本上仅仅朝向所述至少两个排出口之一或朝向所述至少两个排出口的另一个转向。

[0063] 在 N) 中所述的反应器的一个实施例 O) 中, 所述容器是箱形的, 其包括顶壁, 底壁和侧壁, 所述至少一个排气装置设在所述侧壁附近, 产生所述等离子体的所述装置包括具有电极表面的电极, 所述电极表面沿所述顶壁和底壁之一延伸并且具有与所述侧壁隔开一段距离的电极表面周边, 所述流体转向器本体设计成选择性地使已经经过最接近所述排气装置的所述电极表面周边区域的将除去的所述气体流转向。

[0064] 在 O) 中所述的反应器的一个实施例 P) 中, 所述容器是方形箱形状并且所述电极表面是方形的, 并且其中所述排气装置设在方形箱的四个侧壁之一附近。

[0065] 在 O) 中所述的反应器的一个实施例 Q) 中, 所述流体转向器本体是棒形, 其布置在最接近所述排出口的所述电极表面周边旁边并与之隔开一段距离并且与最接近所述排出口的所述电极表面周边和所述排出口之间的所述容器空间中的所述排出口隔开一段距离。

[0066] 在 Q) 中所述的反应器的一个实施例 R) 中, 所述容器是方形箱形状并且所述电极表面是方形的, 并且其中所述排气装置设在方形箱的四个侧壁之一附近。

[0067] 在 N) 中所述的反应器的一个实施例 S) 中, 所述容器是箱形的, 其包括顶壁, 底壁和侧壁, 所述至少一个排气装置设在所述侧壁附近, 所述基底保持器沿所述顶壁和所述底壁之一延伸并且具有与所述侧壁隔开一段距离的基底保持器周边, 所述流体转向器本体设

计成选择性地使已经经过最接近所述排气装置的所述周边区域的将除去的所述气体流转向。

[0068] 在 S) 中所述的反应器的一个实施例 T) 中, 所述容器是方形箱形状并且所述基底保持器是方形的, 并且其中所述排气装置设在方形箱的四个侧壁之一附近。

[0069] 在 S) 中所述的反应器的一个实施例 U) 中, 所述流体转向器本体是棒形, 其在最接近所述排出口的所述基底保持器周边和所述排出口之间的所述容器空间中, 布置在最接近所述排出口的所述基底保持器周边旁边并与之隔开一段距离并且与所述排出口隔开一段距离。

[0070] 在 U) 中所述的反应器的一个实施例 V) 中, 所述容器是方形箱形状并且所述基底保持器是方形的, 并且其中所述排气装置设在方形箱的四个侧壁之一附近。

[0071] 在 O) 中所述的反应器的一个实施例 W) 中, 所述基底保持器沿所述顶壁和所述底壁的另一个延伸并且具有与所述侧壁隔开一段距离的基底保持器周边, 所述排气装置包括所述流体转向器本体的第二个, 其设计成选择性地使已经经过最接近所述排气装置的所述基底保持器周边区域的将除去的所述气体流转向。

[0072] 在 W) 中所述的反应器的一个实施例 X) 中, 所述容器是方形箱形状并且所述基底保持器是方形的, 并且其中所述排气装置设在方形箱的四个侧壁之一附近。

[0073] 在 W) 中所述的反应器的一个实施例 Y) 中, 所述第二流体转向器本体是棒形, 其在最接近所述排出口的所述基底保持器周边和所述排出口之间的所述容器空间中, 布置在最接近所述排出口的所述基底保持器周边旁边并与之隔开一段距离并且与所述排出口隔开一段距离。

[0074] 在 Y) 中所述的反应器的一个实施例 Z) 中, 所述容器是方形箱形状并且所述基底保持器是方形的, 并且其中所述排气装置设在方形箱的四个侧壁之一附近。

[0075] 在 D), E), L), M), O), R), Y) 或 Z) 中的实施例之一所述的反应器的一个实施例 Z1) 中, 所述棒形转向器本体在所述电极表面上突出距离“a”, 如下范围是有效的:

$$2\text{mm} \leq a \leq 4\text{mm}$$

并且其中所述流体转向器本体与所述表面隔开距离“b”, 如下范围是有效的:

$$3\text{mm} \leq b \leq 6\text{mm}。$$

[0076] 在 Z1) 中所述的反应器的一个实施例 Z2) 中, 在所述电极表面上突出的所述棒形转向器本体的端部是平面、凸面弯曲、凹面弯曲之一。

[0077] 在 H), I), L), M), U), V), Y) 或 Z) 中的实施例之一所述的反应器的一个实施例 Z3) 中, 所述棒形转向器本体在所述基底保持器周边上突出距离“a”, 如下范围是有效的:

$$2\text{mm} \leq a \leq 4\text{mm}$$

并且其中所述流体转向器本体与所述基底保持器周边隔开距离“b”, 如下范围是有效的:

$$3\text{mm} \leq b \leq 6\text{mm}。$$

[0078] 在 Z3) 中所述的反应器的一个实施例 Z4) 中, 在所述电极表面上突出的所述棒形转向器本体的端部是平面、凸面弯曲、凹面弯曲之一。

[0079] 在 A) 至 Z4) 中的实施例中任一个所述的反应器的一个实施例 Z5) 中, 所述至少一个气体转向器本体是金属的并且电连接到所述反应器的金属部分或与所述反应器的任何

其他金属部分电绝缘。

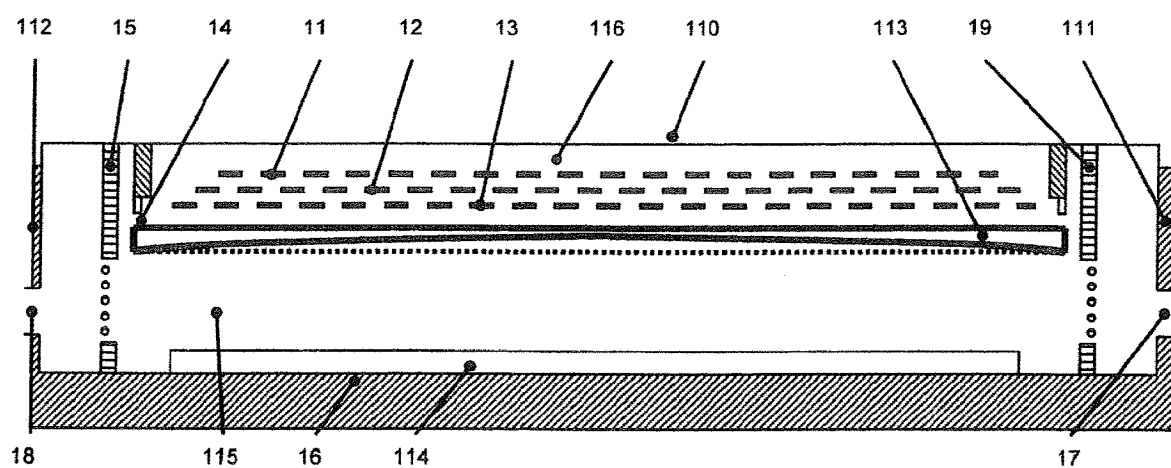
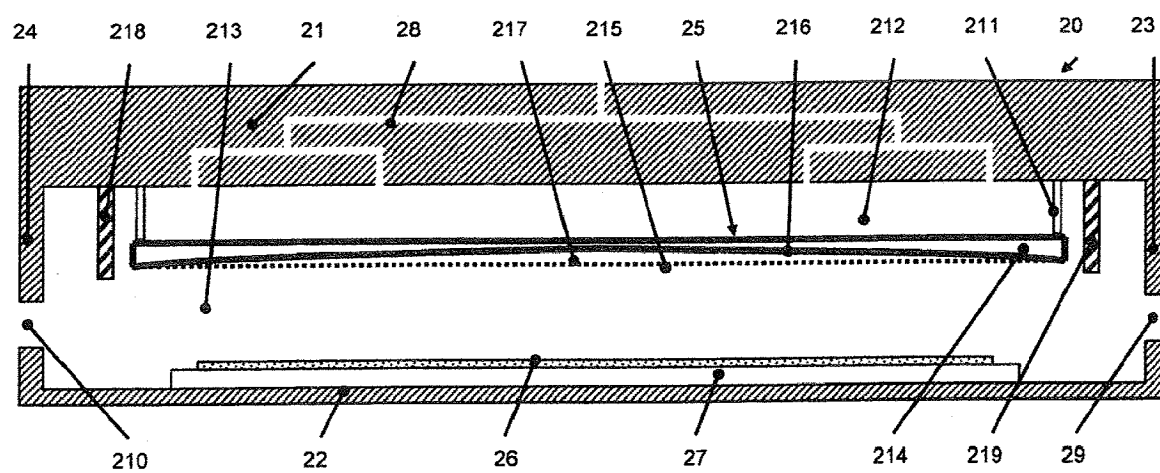


图 1



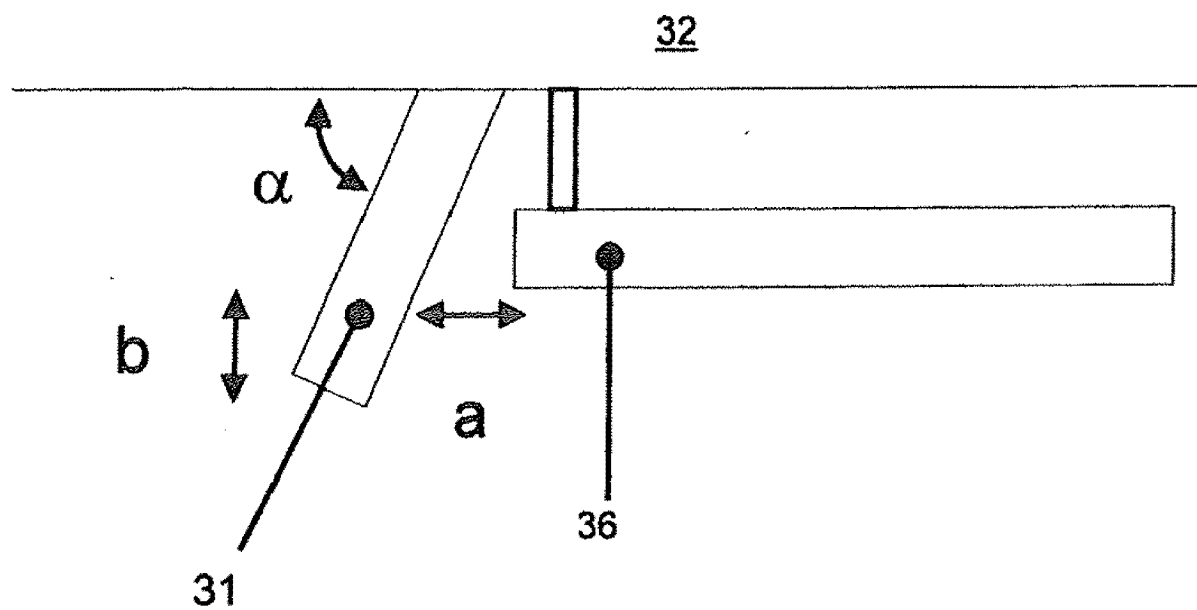


图 3

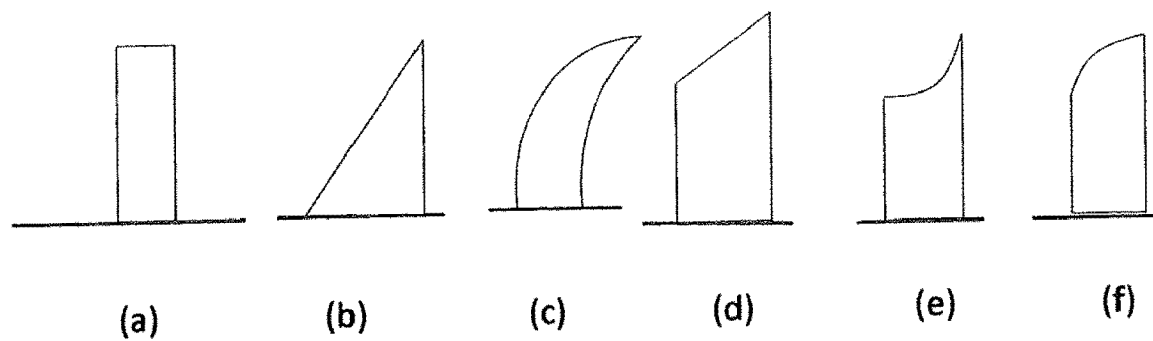


图 4

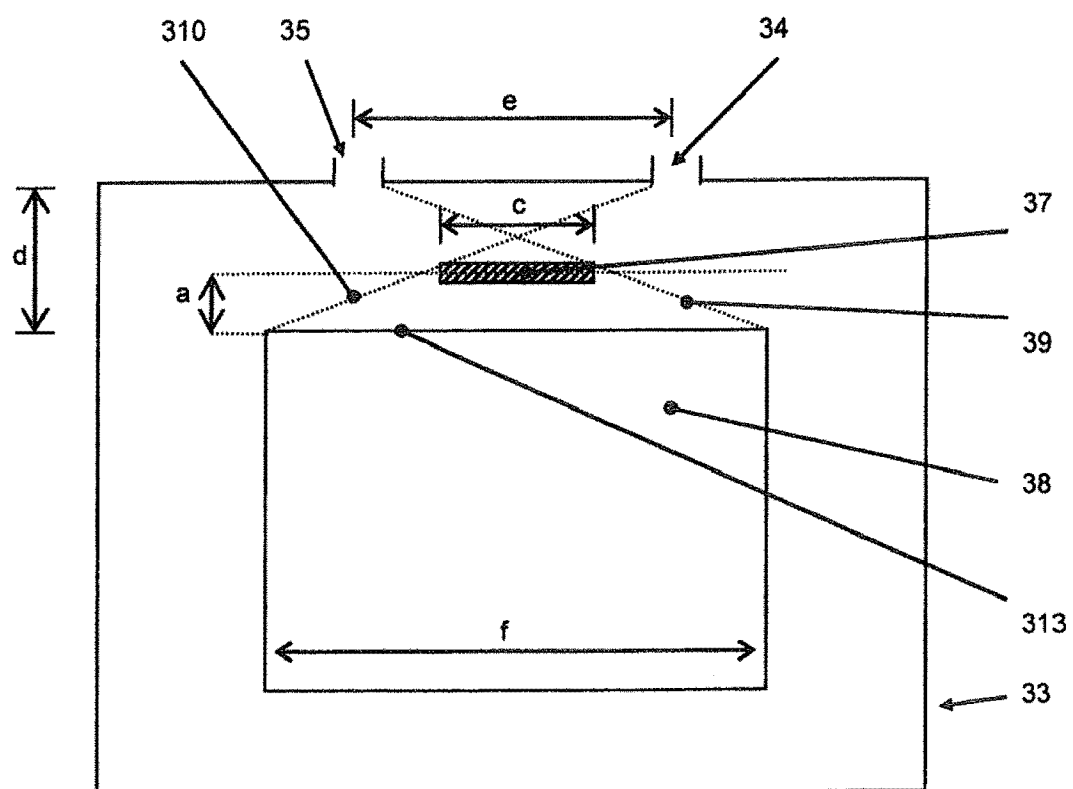


图 5

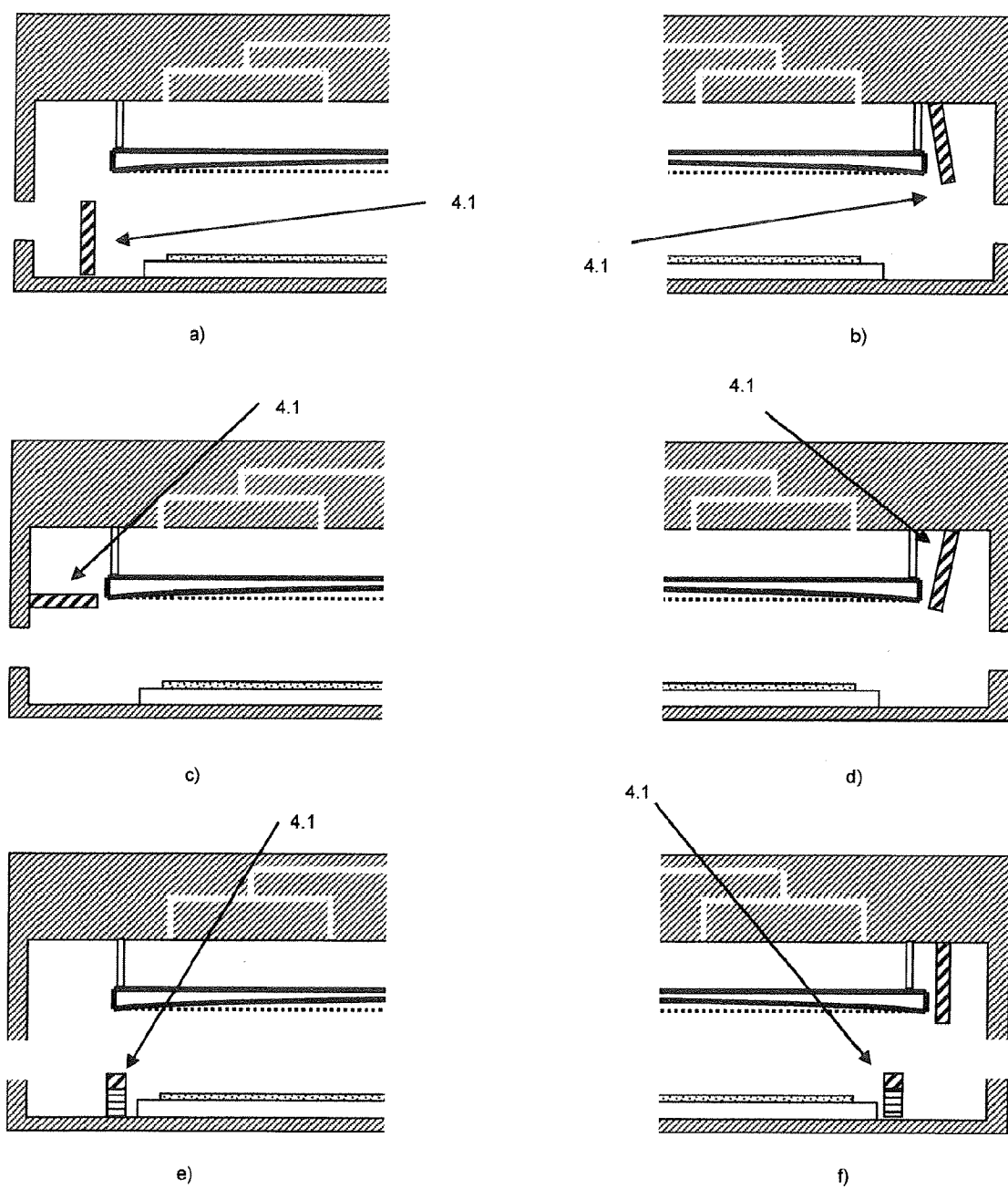


图 6