



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103337274 A

(43) 申请公布日 2013. 10. 02

(21) 申请号 201310190387. 7

(22) 申请日 2009. 10. 20

(30) 优先权数据

12/255, 609 2008. 10. 21 US

(62) 分案原申请数据

200980142397. 5 2009. 10. 20

(71) 申请人 应用材料公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 Y-H·杨 T·A·恩古耶 S·巴录佳

A·卡祖巴 J·C·罗查 T·诺瓦克

D·W·何

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 陆嘉

(51) Int. Cl.

G21K 1/06(2006. 01)

B82Y 10/00(2011. 01)

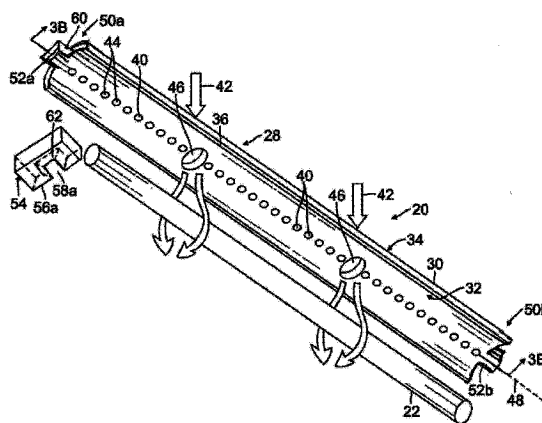
权利要求书1页 说明书8页 附图7页

(54) 发明名称

具有冷却剂气体孔洞的紫外线反射器及方法

(57) 摘要

一种用于紫外线灯的反射器,该紫外线灯可在基材处理设备中使用。该反射器包含在该紫外线灯长度上延伸的纵向带。该纵向带具有一弯曲反射表面并且包含多个通孔以将冷却剂气体导向该紫外线灯。在此亦描述使用具有反射器的紫外线灯模块的腔室以及紫外线处理的方法。



1. 一种紫外线灯反射器组件,包括:
 - (a) 中央反射器,所述中央反射器包括纵向带,所述纵向带具有弯曲反射表面以及多个通孔;
 - (b) 第一及第二侧反射器,位于所述中央反射器的各侧上;以及
 - (c) 次要反射器,位于所述中央反射器下方,所述次要反射器包括上层及下层区段,每一区段包括 (i) 具有端部的相对纵向表面,以及 (ii) 在所述纵向表面的所述端部之间延伸的相对横切表面。
2. 如权利要求 1 所述的反射器组件,其中所述中央反射器、所述第一和第二侧反射器以及所述次要反射器中的至少一者包含石英。
3. 如权利要求 1 所述的反射器组件,其中所述中央反射器以及所述第一和第二侧反射器形成抛物线型表面,所述抛物线型表面横切所述纵向带的长度相会于顶点。
4. 如权利要求 1 所述的反射器组件,其中所述中央反射器、所述第一和第二侧反射器以及所述次要反射器中的至少一者包含 2 厘米至 5 厘米的曲率半径。
5. 如权利要求 1 所述的反射器组件,其中所述纵向带的所述弯曲反射表面包括以下中的至少一个:
 - (1) 至少 2cm 的曲率半径;以及
 - (2) 少于 5cm 的曲率半径。
6. 如权利要求 1 所述的反射器组件,其中所述多个通孔包括具有第一直径的第一孔洞以及具有第二直径的第二孔洞,所述第一直径大于所述第二直径。
7. 如权利要求 6 所述的反射器组件,其中所述第一和第二孔洞沿所述纵向带的中央轴线对齐。
8. 如权利要求 1 所述的反射器组件,其中所述纵向带包括在每个端部的端部凸耳。
9. 如权利要求 8 所述的反射器组件,其中所述端部凸耳为楔形。
10. 如权利要求 1 所述的反射器组件,包括石英。
11. 如权利要求 1 所述的反射器组件,其中所述纵向带的所述弯曲反射表面包括二向色性涂层。
12. 一种紫外线灯模块,包括如权利要求 1 所述的反射器组件,并且还包括狭长的紫外线灯。
13. 一种基材处理腔室,包括:
 - (1) 基材支撑件;以及
 - (2) 如权利要求 12 所述的紫外线灯模块。
14. 如权利要求 13 所述的基材处理腔室,还包括将所述紫外线灯与所述基材支撑件分离的窗。
15. 如权利要求 1 所述的反射器组件,其中所述中央反射器的纵向带中的所述通孔包括呈角度或倾斜的边缘。
16. 如权利要求 15 所述的反射器组件,其中所述通孔呈 10 度至 45 度的角度。

具有冷却剂气体孔洞的紫外线反射器及方法

[0001] 本申请是在 2011 年 4 月 20 日提交的申请号为 2009801423975 且名称为“具有冷却剂气体孔洞的紫外线反射器及方法”的专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明的设备与方法的实施例一般涉及基材的紫外线处理。

背景技术

[0003] 在制造集成电路、显示器以及太阳能电池板时，多层介电、半导体、与导体材料形成于诸如半导体晶片、玻璃板、金属板的基材上。这些层随后被处理以形成诸如电互连、介电层、栅极与电极等特征结构。在其它工艺中，可使用紫外线辐射处理形成于基材上的多个层或特征结构。举例而言，可在快速热处理 (RTP) 中利用紫外线辐射来快速加热形成于基材上的一层。也可使用紫外线辐射来促进聚合层的凝聚与聚合。也可使用紫外线辐射以产生受压的薄膜层。亦可使用紫外线辐射活化气体以清洁腔室。

[0004] 在一应用中，使用紫外线 (UV) 辐射来处理氧化硅、碳化硅或碳掺杂的氧化硅的薄膜。举例而言，共同受让的美国专利 No. 6, 566, 278 以及 6, 614, 181 (两案皆全部并入作为参考) 描述使用紫外光来处理碳氧化硅薄膜。诸如氧化硅 (SiO_x)、碳化硅 (SiC)、以及碳氧化硅 (SiOC_x) 薄膜之类的材料在制造半导体组件时被用作介电层。化学气相沉积 (CVD) 方法经常用来沉积这些薄膜，并且涉及促进 CVD 腔室中硅供给源以及氧供给源之间的基于热或等离子的反应。在一部分这些工艺中会形成水，作为 CVD 或其它反应的副产物。举例而言，水会在包括至少一个硅-碳键结的有机硅烷源的 CVD 工艺中，在碳氧化硅或碳化硅膜沉积时形成。工艺产生的水会实体上被吸收进薄膜成为湿气，或并入沉积薄膜中成为硅-羟基键结，这二者皆为不合需要的。

[0005] 可使用紫外线辐射处理这些薄膜以固化及致密化沉积的 CVD 薄膜。有利地，紫外线处理减少单一晶片的总热预算并且加速制造工艺。已开发了许多紫外线固化腔室，这些紫外线固化腔室可用来有效地固化沉积于基材 38 上的薄膜，诸如于 2005 年 5 月 9 日提出申请的美国专利申请案 11/124, 908 号及公开为专利申请案 US2006/0251827 号 (发明名称为「用于固化介电材料串接式 UV 腔室」) 所述文件转让给美国加州圣克拉拉应用材料公司并且全文并入作为参考。在此类紫外线工艺中，期望能增加紫外线辐射的强度以提供更快的固化时间以及更短的工艺周期。但是，通过使用高功率源或其它手段增加紫外线辐射，也会增加腔室内所产生的热。此过量的热会对基材上所处理的特征结构有负面影响，并且也会缩短紫外线源本身的寿命。

[0006] 由于这些及其它缺点之故，尽管已开发了多种 UV 固化腔室及技术，但仍然在持续寻求紫外线处理技术上更进一步的改善。

发明内容

[0007] 在基材处理设备中可使用紫外线灯的反射器。该反射器包含在紫外线灯长度上延

伸的纵向带。该纵向带具有弯曲反射表面,并且包含多个通孔以将冷却剂气体导向紫外线灯。

[0008] 基材处理腔室包含基材支撑件以及紫外线灯模块,该模块包含:(i)与基材支撑件分隔开的狭长的紫外线灯,该紫外线灯被配置成向基材支撑件发射紫外光;以及(ii)

[0009] 主要反射器,包含:(1)中央反射器,该中央反射器包含在紫外线灯长度上延伸的纵向带,该纵向带具有弯曲反射表面并且包含多个通孔以将冷却剂气体导向紫外线灯;以及(2)放置在中央反射器的两侧的第一及第二侧反射器。

[0010] 一种用紫外线辐射处理基材的方法,包含将基材设置在处理区域内。激励紫外线灯以产生紫外线辐射。设置弯曲反射表面以向基材反射所产生的紫外线辐射。导引多个冷却剂气流穿过弯曲反射表面中的多个孔洞以冷却紫外线灯。

[0011] 一种紫外线灯反射器组件,包含:中央反射器,该中央反射器包含纵向带,该纵向带具有弯曲反射表面以及多个通孔;以及第一及第二侧反射器,位在该中央反射器的各侧上。次要反射器位在该中央反射器下方,该次要反射器包含上层及下层区段,每一区段包括(i)相对的纵向表面,以及(ii)在所述纵向表面的端部之间延伸的相对横切表面。

[0012] 一种紫外线灯反射器,包含沿紫外线灯的长度延伸的纵向带,该纵向带具有弯曲反射表面以及多个通孔,以将冷却气体朝紫外线灯导引,通孔包含呈角度或倾斜的边缘。

[0013] 一种用紫外线辐射处理基材的方法,包含:在处理区域内提供基材;激励紫外线灯以产生紫外线辐射;定位具有弯曲反射表面以及多个孔洞二者的纵向带以朝基材反射所产生的紫外线辐射,所述孔洞具有呈角度或倾斜的边缘;以及导引多个冷却剂气流进入具有呈角度或倾斜的边缘的所述孔洞,以使该冷却剂气体朝该紫外线灯注入。

附图说明

[0014] 参考随后的描述、附加的权利要求以及绘示本发明实施例的附图,可更容易地了解本发明的这些特征结构、方面以及优点。但是,亦应了解到,每一特征结构通常均可在本发明中使用,不仅只用于特定附图的上下文,而本发明包括任何这些特征结构的结合,在附图中:

[0015] 图1是紫外线(UV)灯模块的实施例的示意性透视图,该模块包含UV灯以及放置在石英窗以及基材之上的主要反射器;

[0016] 图2是UV灯模块以及包含主要及次要反射器的反射器组件的顶透视图;

[0017] 图3A是在反射器的弯曲表面上仰观的中央反射器的透视图,示出一部分的反射器支架,以及穿过中央反射器的孔洞越过UV灯上面的冷却剂气流;

[0018] 图3B是沿图3A中的视线3B所取得的中央反射器的侧视图,示出穿过孔洞以及环绕UV灯周围的气流;

[0019] 图4A以及图4B是冷却剂气体分别在常规系统(图4A)中以及穿过中央反射器的孔洞并环绕UV灯周围(图4B)的计算机建模示意图;

[0020] 图5是根据本发明的实施例的串接腔室的示意性横截面图;

[0021] 图6是根据本发明的实施例的基材处理设备的示意性顶平面图。

具体实施方式

[0022] 图 1 显示紫外线 (UV) 灯模块 20 的实施例,该模块能产生紫外线辐射以处理诸如半导体晶片、显示器以及太阳能面板的基材 38。UV 灯模块 20 包含发射紫外线辐射的 UV 灯 22。UV 灯 22 可包括任何诸如汞微波弧灯、脉冲氙气闪光灯或高效 UV 灯发射二极管阵列等 UV 源。在一个方案中,UV 灯 22 是用诸如氙气 (Xe) 或汞 (Hg) 的气体填充的密封等离子灯泡,且该灯泡由外部功率源 23(诸如微波发生器)激发,该外部功率源包括磁电管以及激励磁电管灯丝的变压器。在另一实施例中,UV 灯 22 可包括由功率源 23(示意性图示)供电的灯丝,该功率源可将直流电供给给灯丝。UV 灯 22 也可由包含射频 (RF) 能量源的功率源 23 供电,该射频能量源能在 UV 灯 22 内激发气体。为说明起见,UV 灯 22 显示为狭长的圆柱状灯泡;但是,亦可使用具有其它形状的 UV 灯 22,诸如球状灯或灯阵列,如本领域一般技术人员显而易见的。举例而言,合适的 UV 灯 22 可从美国俄亥俄州韦斯特莱克的 Nordson Corporation 或美国麦迪逊州史蒂文森的 Miltec UV 公司购得。在一方案中,UV 灯 22 包括购自 Miltec UV 公司的单个狭长的 UV H+ 灯泡。UV 灯 22 可包括两个或更多个单独的长灯泡。

[0023] 灯模块 20 包括反射器组件 24,该反射器组件 24 包括部分地环绕紫外线灯模块 20 的 UV 灯 22 的主要反射器 26。主要反射器 26 包含中央反射器 28,中央反射器 28 在 UV 灯 22 后方放置于中央,并且与 UV 灯 22 呈分隔开的关系。中央反射器 28 包含纵向带 30,该纵向带 30 如图 3A 以及 3B 所示,在紫外线灯的长度上延伸。该纵向带 30 具有弯曲反射表面 32,该弯曲反射表面 32 是一内表面并且面向 UV 灯 22 的背面以朝基材 38 反射 UV 灯 22 发射的方向向后的紫外线辐射的光线。纵向带 30 的弯曲反射表面 32 可为圆形、椭圆形或抛物线型的弧形表面。在一方案中,弯曲反射表面 32 包含圆形表面,圆形表面的曲率半径至少为约 2 公分并少于约 5 公分,或甚至为从约 3 至约 4 公分。纵向带 30 也具有背表面 34,该背表面 34 是平坦的,或者可弯曲以与弯曲反射表面 32 的曲率匹配。

[0024] 纵向带 30 由容许红外线辐射及微波传输并反射紫外线辐射的材料制成。在一方案中,纵向带 30 包含石英。举例而言,石英长预制件可被机械加工以形成纵向带 30。可使用诸如 CNC 的常规机械加工技术以机械加工一铸型石英预制件来获得包括该带 30 的前方上的弯曲反射表面 32 的纵向带的期望形状。之后,通过使用常规抛光方法抛光该面向内部的表面而形成弯曲反射表面 32,以使该弯曲反射表面 32 的至少 95% 无皱纹、亦无裂隙。

[0025] 可任选地,亦可将二向色性涂层 36 施加至纵向带 30 的弯曲反射表面 32 以向基材 38 反射更高百分比的方向向后的紫外光线。该二向色性涂层 36 是薄膜式滤层,该薄膜式滤层使具有小范围波长的光选择性地通过、同时反射其它波长。在一实施例中,二向色性涂层 36 包含由不同介电材料组成的多层薄膜。举例而言,不同介电材料可包括具有交替高低折射率的多个层,并且多个层被排列与选择成使二向色性涂层 36 不会反射 UV 灯 22 所发射的全部伤害性发热红外辐射,而是会容许该辐射的某部分传递到纵向带中。该带 30 的石英材料传输红外线光而二向色性涂层 36 反射 UV 灯 22 所发射的紫外线光。因为二向色性涂层是非金属,所以从功率源(未图示)施加至 UV 灯 22、并向下入射至石英背侧的微波辐射不会显著地与经调制层反应或被经调制层吸收,并且易于传输以在 UV 灯 22 中离子化气体。

[0026] 一般而言,不向纵向带 30 的背表面 34 施加涂层。但是次要反射涂层(未图示)也可被施加至背表面 34 以反射回任何通过在纵向带 30 前方的弯曲反射表面 32 传递的紫外线辐射,或者更快速地驱散因暴露于紫外线辐射而累积在纵向带 30 中的热量。

[0027] 在纵向带 30 中设置多个通孔 40。通孔 40 从背表面 34 延伸至弯曲反射表面 32 以容许冷却剂气体 42 从外部冷却剂气体源向 UV 灯 22 注入。通孔 40 包括具有第一直径的第一孔洞 44, 该第一直径大于第二孔洞 46 的第二直径。第一孔洞 44 及第二孔洞 46 沿着纵向带 30 的中央轴线 48 对齐。举例而言, 第一孔洞 44 具有从约 0.2 毫米至约 4 毫米的直径, 而第二孔洞 46 可具有从约 6 毫米至约 12 毫米的直径。作为另一示例, 第一孔洞 44 的总数量的范围为从约 10 个至约 50 个; 而第二孔洞 46 的总数量的范围为从约 2 个至约 6 个。此外, 孔洞 44、46 的边缘可呈一角度或倾斜, 以引发该冷却剂气体 42 朝紫外线灯 22 注入。适合的角度范围可为从约 10 度至约 45 度, 诸如 25 度。

[0028] 在一实施例中, 中央反射器 28 的纵向带 30 的每一端部 50a 及 50b 包含端部凸耳 52a 及 52b。反射器支架 54 包含端部支架 56a 及 56b, 端部支架 56a 及 56b 各自具有截去部位 (cutout) 58a 及 58b, 这些截去部位被定形为使中央反射器 28 的每一端部凸耳 52a 及 52b 能装入端部支架 56a 及 56b 的截去部位 58a 及 58b, 以支承位于 UV 灯 22 后方的中央反射器 28, 如图 3A 及图 3B 所示。反射器支架 54 可由诸如 **Teflon®** 之类的聚合物制成, **Teflon®** 可购自美国德拉瓦州的 DuPont de Nemours 公司。在一方案中, 端部凸耳 52a 和 52b 是楔形凸耳, 能装入对应的端部支架 56a 及 56b 的楔形截去部位 58a、58b。楔形凸耳 52a、52b 也可具有倾斜表面 60, 该倾斜表面与端部支架 56a 及 56b 的楔形截去部位 58a、58b 的对应倾斜表面 62 的倾斜度相匹配。这容许中央反射器 28 从反射器组件 24 后方装入端部支架 56a、56b 的楔形截去部位 58a、58b 以支撑中央反射器 28。

[0029] 计算机建模图表被用于基于常规 UV 源组件 (图 4A) 上的气体流动分布、以及包含带第一孔洞 44 的中央反射器 28 的 UV 灯模块 20 实施例 (图 3B) 上的气体流动分布, 来确定灯泡表面温度。作为对照, 常规系统包含不具孔洞的矩形中央反射器板。在常规系统中, 冷却气流均匀地扫过两侧的灯泡表面。但是, 因为灯泡温度不均匀, 所以某些热点区域获得较少冷却功率而其它冷区域获得过量冷却气流。如从这些图中观察到的, 相较于常规系统, 实质上增强的气流使用位于 UV 灯 22 后方的带孔洞 40 的中央反射器 28 来获得。如图 4A 所示, 使用常规系统的 UV 灯 22 上的气流提供较不集中于 UV 灯 22 表面的冷却气流。相反, 当气体穿过如图 4B 所示的中央反射器 28 的第一孔洞 44 及第二孔洞 46 时, UV 灯 22 上的冷却气体 42 的气流表明冷却气流被有效地导向 UV 灯 22 的关键性顶端定点。这在 UV 灯 22 上提供低了 45°C 的表面温度 (从 648°C 至 603°C)。这些图表使用从法国 ESI 购得的 Monte Carlo Flow 仿真程序 (**CADalyzer®**) 来建模。此仿真模型使用在给定的气流条件下模拟热能分布的迭代过程。在提供示例性建模仿真的同时, 应了解到本发明涵盖在此所述之外的建模方案。

[0030] 在图 1 及图 2 示出的方案中, 除了中央反射器 28 之外, 反射器组件 24 也可包括第一侧反射器 70 以及第二侧反射器 72, 这些反射器放置于中央反射器 28 的两侧。第一侧反射器 70 以及第二侧反射器 72 也可由铸型石英制成, 并具有作为弧形反射表面 74、76 的内表面。弧形反射表面 74、76 上也可具有二向色性涂层 36, 该涂层使用与中央反射器 28 相同的涂层材料。包含中央反射器 28、第一侧反射器 70 及第二侧反射器 72 的反射器组件 24 形成狭长的共鸣空腔, 该空腔具有在 UV 灯 22 之上的一顶点相交的抛物线型表面 80 并如图 1 所示横跨中央反射器 28 的纵向带 30 的长边。第一侧反射器 70 及第二侧反射器 72 各自

超过 UV 灯 22 的长边在纵向上延伸。

[0031] 中央及侧反射器 28、70、72 的任一个分别可为椭圆形或抛物线型反射器,或者包括椭圆形及抛物线型反射部分的结合。椭圆形反射器与抛物线型反射器相比能装入更小的共鸣空腔以用于相同宽度的光束,且相较于抛物线型反射器,也可实现更卓越的光均匀性。但是,兼具椭圆形及抛物线型区段的反射器 28、70、72 在创建依应用而修改的反射图案时,容许更多灵活度。再者,椭圆形反射器不需具有真正的或完美的椭圆形。相反地,不具清楚定义的焦点而具有部分或半椭圆形形状的反射器亦可称为椭圆形反射器。类似地,抛物线型反射器不需具有真正的或完美的抛物线型。相反地,反射不精确的平行光线而具有部分或半抛物线型形状的反射器亦可称为抛物线型反射器。应注意到,如所绘示的实施例,反射器 28、70、72 被示为单独的不相连接的平板,但是本发明并不限于此,且反射器 28、70、72 可作为单独的 U 形部件连接,可包括或可不包括纵向孔隙。

[0032] 反射器组件 24 控制来自 UV 灯 22 的照射分布曲线并且可补偿直接的光的非均匀性(沿 UV 灯的照射是离光源中心的距离的函数)。在使用单独的 UV 灯 22 来照射基材 38 的所示实施例中,第一侧反射器 70 及第二侧反射器 72 具有弧形反射表面 74、76,这些表面是相反的对称反射表面。但是,在其它实施例中,例如当使用两个或更多个 UV 灯 22 来照射基材 38 时,也可如所述地使用非对称的一对侧反射器(未图示)。

[0033] 如图 1 与图 2 所示,除主要反射器 26 之外,反射器组件 24 也可包括次要反射器 90。次要反射器 90 进一步引导及再引导另外将落于主要反射器的满溢图案(flood pattern)边界外的 UV 辐射,以使此反射的辐射入射到待处理的基材 38 以增加辐照基材 38 的能量强度。次要反射器 90 表现为针对特殊 UV 灯 22 和 / 或主要反射器 26 定制的复杂形状。亦可取决于应用的需求,将次要反射器 90(使用时与主要反射器 26 结合)定制成适于特殊的入射分布曲线以及均匀性水平。举例而言,在某些实施例中,次要反射器 90 可被设计成产生边缘高的入射分布曲线以补偿中央高的加热器热能分布曲线。同样,取决于次要反射器 90 是否与如下讨论的静态灯或旋转灯一起使用,次要反射器 90 通常可被设计成产生不同的入射模式。

[0034] 如图 2 所示,次要反射器 90 将 UV 灯 22 的满溢图案从大体上矩形区域修改成大体上圆形 92,以对应所暴露的大体上圆形的半导体基材 38。次要反射器 90 包括上层部分 94 以及下层部分 96,这两个部分在环绕反射器 90 的内部周边延伸的顶点 98 相交。上层部分 94 包括半圆形的截去部份 100 以容许冷却空气无阻塞地流动至 UV 灯 22。上层部分 94 也包括两个相对的、通常向内倾斜(从顶端)的纵向表面 102a 及 102b,以及两个相对的横切表面 102c 及 102d。横切表面 102c、102d 通常是垂直的且沿横切方向具有凸起的表面。纵向表面 102a、102b 通常沿着纵向凹陷。

[0035] 放置在上层部分 94 正下方的下层部分 96 包括两个相对的、通常向外倾斜(从顶端)的表面 104a 以及两个相对的、通常向外倾斜的横切表面 104b。在所示的实施例中,表面 104a、104b 较表面 102a、102b 更具减少的角度(相对于垂直)。纵向表面 102a、102b 通常沿纵向凹陷,而相对的横切表面 102c、102d 通常沿横切方向凸起(值得注意的例外是,在转角 108 处,表面 102a、102b 的下层部分与表面 102c、102d 的下层部分相交)。

[0036] 图 1 显示从 UV 灯 22 发射以及由主要及次要反射器 26、90 分别反射的 UV 辐射的简化反射路径。如图所示,主要反射器 26 以及次要反射器 90 的结合容许大体上所有由灯

22 发射的 UV 辐射被导向及入射基材 38。来自灯 22 的辐射可通过不同示例性路径入射基材 38, 这些路径包括直接撞击基材 38 而不由主要反射器 26 或次要反射器 90 反射的路径 110a、在被中央反射器 28 反射后撞击基材 38 的路径 110b、在被第一侧反射器 70 反射后撞击基材 38 的路径 110c、在被次要反射器 90 的上层部分 94 反射后撞击基材 38 的路径 110d 以及在被次要反射器 90 的下层部分 96 反射后撞击基材 38 的路径 110e。应了解, 路径 110a-e 仅为示例性路径且许多其它反射路径可直接从灯 22 产生, 或从主要反射器 26 或次要反射器 90 反射。

[0037] 如本文中所述的紫外线灯模块 20 可用于许多不同类型的基材处理设备, 所述设备例如包括半导体处理设备、太阳能面板处理设备以及显示器处理设备。显示于图 5 及图 6 的示例性基材处理设备 200 可用于处理半导体晶片, 诸如硅或复合半导体晶片。设备 200 例示 Producer™ 处理系统的实施例, 该系统可购自美国加州圣克拉拉的应用材料公司。如图 5 所示, 设备 200 为一独立系统, 具有支撑在主机结构 202 上的必要处理设施。设备 200 通常包括卡式负载腔室 204, 其中基材卡盒 206a、b 被支撑以容许将基材 38 加载到负载锁定腔室 208 以及从负载锁定腔室 208 卸载基材, 该设备 200 还包括容纳基材搬运器 214 的移送腔室 210; 以及安装于移送腔室 210 上的一系列串接处理腔室 216a-c。设施端部 220 容纳操作设备 200 所需的支撑设施, 诸如充气板 222 以及配电板 224。

[0038] 每一串接处理腔室 216a-c 包括处理区域 218a、b (如显示于腔室 216b), 这些处理区域能够分别处理基材 38a、b。这两个处理区域 218a、b 共享一共同的气体供给、共同的压力控制以及共同的处理气体排气 / 抽气系统, 从而容许在不同配置间快速转换。腔室 216a-c 的排列与结合可被修改以执行特定工艺步骤。串接处理腔室 216a-c 的任一个可包括如下所述的盖体, 该盖体包括一个或多个 UV 灯 22 以用于在基材 38 上处理材料和 / 或用于腔室清洁工艺。在所示的实施例中, 所有三个串接处理腔室 216a-c 具有 UV 灯 22 并且配置成 UV 固化腔室以并行运作以求最大产量。但是, 在可替换的实施例中, 所有串接处理腔室 216a-c 可不被装置成 UV 处理腔室, 且设备 200 可适于具有执行诸如化学气相沉积 (CVD)、物理气相沉积 (PVD)、蚀刻或这些工艺的结合的其它工艺的腔室并在同一腔室中执行 UV 处理。举例而言, 设备 200 可配置有串接处理腔室 216a-c 之一作为 CVD 腔室, 用于在基材 38 上沉积材料 (诸如低介电常数 (K) 薄膜)。

[0039] 图 6 显示设备 200 的串接处理腔室 216 的一实施例, 该串接处理腔室 216 被配置用于对诸如半导体晶片的基材 38 进行 UV 处理。处理腔室 216 包括主体 230 以及铰合至主体 230 的盖体 234。耦接至盖体 234 的是两个壳体 238a、b, 壳体 238a、b 各自耦接至入口 240a、b 以及出口 232a、b, 用于传递冷却剂气体通过壳体 238a、b 的内部。可从冷却剂气源 244 通过管线 246a、b 以及气流控制器 248a、b 获得冷却剂气体, 而该冷却剂气体可存在于室温或更低的温度, 例如约 22°C。冷却剂气源 244 将维持于充分压力与流速的冷却剂气体提供至入口 240a、b 以确保适当操作 UV 灯 22 和 / 或用于与串接处理腔室 216a-c 相关联的灯的功率源。可与串接处理腔室 216 一并使用的冷却模块的详细内容可在 2006 年 11 月 3 日提交、题为“用于 UV 固化系统的氮气浓化冷却空气模块”的共同受让的美国专利申请 No. 11/556, 642 中找到, 该申请全部并入本文作为参考。可通过用无氧的冷却剂气体 (例如氮气、氩气或氦气) 冷却灯来避免形成臭氧。在一方案中, 冷却剂气源 244 提供流速为从约 200 至 2000sccm、包含氮气的冷却剂气体。出口 242a、b 从壳体 238a、b 接收排出的冷却剂

气体,排出的冷却剂气体通过共同排气系统(未图标)收集,该系统包括洗涤器,用以移除取决于灯泡选择可能由 UV 灯泡产生的臭氧。

[0040] 每一壳体 238a、238b 覆盖两个 UV 灯 22 中的一个灯,这些 UV 灯被分别置于主体 230 内所界定的两个处理区域 218a、b 之上。尽管如前所示,单一的 UV 灯 22 在两个处理区域 218a、b 之上,但是应注意到,多个 UV 灯 22 可用于增加总照射量,如 2007 年 3 月 15 日提交、题为“使用主要及次要照射器来用 UV 辐射处理基材的设备与方法”的美国专利公开 No. US2007/0257205A1 中所描述的,其全部内容并入本文作为参考。每一壳体 238a、b 包含放置 UV 灯 22 的上层壳体 252a、b 以及放置次要反射器 90 的下层壳体 256a、b。在所示的方案中,圆盘 255a、b 分别具有多个齿 257a、b,这些齿夹住对应的带(未图示),这些带将圆盘耦接至心轴(未图示),该心轴进而在操作时耦接至马达(未图示)。圆盘 255a、b、带、心轴以及马达容许上层壳体 252a、b(以及安装在壳体内部的 UV 灯 22)相对于安置在基材支撑件 254a、b 上的基材 38a、38b 而旋转。每一次要反射器 90 通过托架附接至各个圆盘 255a、b 的底部,该托架容许次要反射器 90 在下层壳体 256a、b 内与上层壳体 252a、b 与 UV 灯 22 一起旋转。相对于暴露的基材 38a、b 旋转 UV 灯 22 可改善横跨基材表面的暴露度的均匀性。在一实施例中,UV 灯 22 可相对暴露的基材 38a、b 至少旋转 180 度,而在其它实施例中,UV 灯 22 可旋转 270 度或甚至恰好 360 度。

[0041] 每一处理区域 218a、b 包括在处理区域 218a、b 内用于支撑基材 38a、b 的基材支撑件 254a、b。支撑件 254a、b 可被加热并且可由陶瓷或诸如铝的金属制成。较佳地,支撑件 254a、b 耦接至心柱 258a、b,该心柱穿过主体 230 的底部延伸并且通过驱动系统 260a、b 操作以将处理区域 218a、b 中的支撑件 254a、b 朝向及远离 UV 灯 22 移动。驱动系统 260a、b 也可在固化期间旋转和/或平移支撑件 254a、b 以进一步增强基材照度的均匀性。取决于光线传递系统设计考虑因素的性质(诸如焦距),除了对基材 38 上入射的 UV 照射能级进行可能的微调之外,支撑件 254a、b 的可调整放置实现对易挥发的固化副产物、净化物、清洁气体的流动模式以及滞留时间的控制。

[0042] 在所示的方案中,UV 灯 22 是狭长的圆柱密封等离子灯泡,该 UV 灯 22 用汞填充以被功率源(未图示)激发。在一方案中,功率源是微波发生器,包括磁电管以及激励磁电管灯丝的变压器。在一方案中,产生微波的千瓦微波功率源邻近壳体 238a、b 的孔隙(未图示)并穿过孔隙传输施加至 UV 灯 22 的微波。提供高达 6000 瓦微波功率的功率源能从每一 UV 灯 22 产生高达约 100 瓦的 UV 光。在一方案中,UV 灯 22 发射横跨波长为从 170nm 至 400nm 的宽广波段的 UV 光。UV 灯 22 中的气体决定所发射的波长,且因更短的波长在氧气存在时趋于产生臭氧,故 UV 灯 22 发射的 UV 光可调至主要产生超过 200nm 频率的 UV 光以避免在 UV 处理工艺期间产生臭氧。

[0043] 从每一 UV 灯 22 发射的 UV 光通过穿过置于盖体 234 内孔隙中的窗 264a、b 进入处理区域 218a、b 之一。在一方案中,窗 264a、b 由合成的石英玻璃制成,且具有足够厚度来维持真空而不破裂。举例而言,窗 264a、b 可由无 OH 的融合二氧化硅制成,而可传输最低为约 150nm 的 UV 光。盖体 234 密封至主体 230,以使窗 264a、b 密封至盖体 234 以提供处理区域 218a、218b,处理区域 218a、218b 具有能够维持从约 1 托尔至约 650 托尔的压力的体积。处理气体经由两个入口通道 262a、b 之一进入处理区域 218a、b,而经由共同的排气端口 266 排出处理区域 218a、b。同样,供给至壳体 238a、b 内部的冷却剂气体循环通过 UV 灯 22,但

通过窗 264a、b 与处理区域 218a、b 隔离开。

[0044] 现将描述示例性紫外线处理工艺,在该工艺中包含碳氧化硅的低 k 介电材料被固化。对于此类固化工艺,在 350℃至 500℃间加热支撑件 254a、b,而处理区域 218a、b 维持在从约 1 至约 10 托尔的气体压力以增强从支撑件 254a、b 至基材 38 的热传递。在该固化工艺中,在每一串接腔室 216a-c (成对腔室每侧 7slm) 中通过每一入口通道 262a、b 在 8 托尔的压力下以 14slm 的流速导入氦气 (He)。对于某些实施例,固化工艺亦可使用氮气 (N₂) 或氩气 (Ar) 代替氦气或与之混合。净化气体移除固化副产物,促进横跨基材 38a、b 的均匀热传递,并且将处理区域 218a、b 内表面上聚集的残余物减至最少。也可添加氢气以从基材上的薄膜移除一些甲基并且清除固化期间释放的氧气。

[0045] 在另一实施例中,固化工艺使用可包含脉冲氙气闪灯的脉冲 UV 灯 22。处理区域 218a、b 维持在压力为约 10 毫托尔至约 700 托尔的真空下,而基材 38a、b 暴露于来自 UV 灯 22 的 UV 光脉冲。脉冲 UV 灯 22 可提供用于各种应用的经调谐 UV 光输出频率。

[0046] 清洁工艺也可在处理区域 218a、b 中执行。在此工艺中,支撑件 254a、b 的温度可升至约 100℃至约 600℃之间。在此清洁工艺中,元素氧与存在于处理区域 218a、b 表面的碳氢化合物及碳物料反应以形成一氧化碳以及二氧化碳,一氧化碳以及二氧化碳可通过排气端口 266 抽出或排出。诸如氧气的清洁气体可暴露于选定波长的 UV 辐射以原位产生臭氧。当清洁气体为氧气时,可开启功率源以从 UV 灯 22 提供期望波长的 UV 光发射,较佳地波长约为 184.9nm 及约 253.7nm。这些 UV 辐射波长增强有氧的清洁,因为氧气吸收 184.9nm 的波长并且产生臭氧及元素氧,而 253.7nm 的波长由臭氧吸收,转移成氧气以及元素氧。在清洁工艺的一方案中,包含 5slm 臭氧及氧气 (氧气中臭氧占 13% 的重量) 的处理气流进串接处理腔室 216a、b,均等地在各处理区域 218a、b 内分流以产生足够氧自由基以在处理处理区域 218a、b 内从表面清洁沉积物。O₃ 分子也会攻击多种有机残余物。残留的 O₂ 分子不会去除处理区域 250a、b 内表面上的碳氢化合物沉积物。可在固化六对基材 38a、b 后,在 8 托尔下用 20 分钟的清洁工艺执行足够的清洁工艺。

[0047] 虽然显示且描述了本发明的示例性实施例,本领域一般技术人员可设计并入本发明及也在本发明范畴中的其它实施例。再者,关于附图中示例性实施例示出的词汇”之下 (below)”、“之上 (above)”、“底部 (bottom)”、“顶部 (top)”、“上 (up)”、“下 (down)”、“第一”及”第二”及其它相对性或位置性的词汇是可互换的。因此,权利要求不应限于本文所述的用于说明本发明的较佳方案、材料或空间排列的描述。

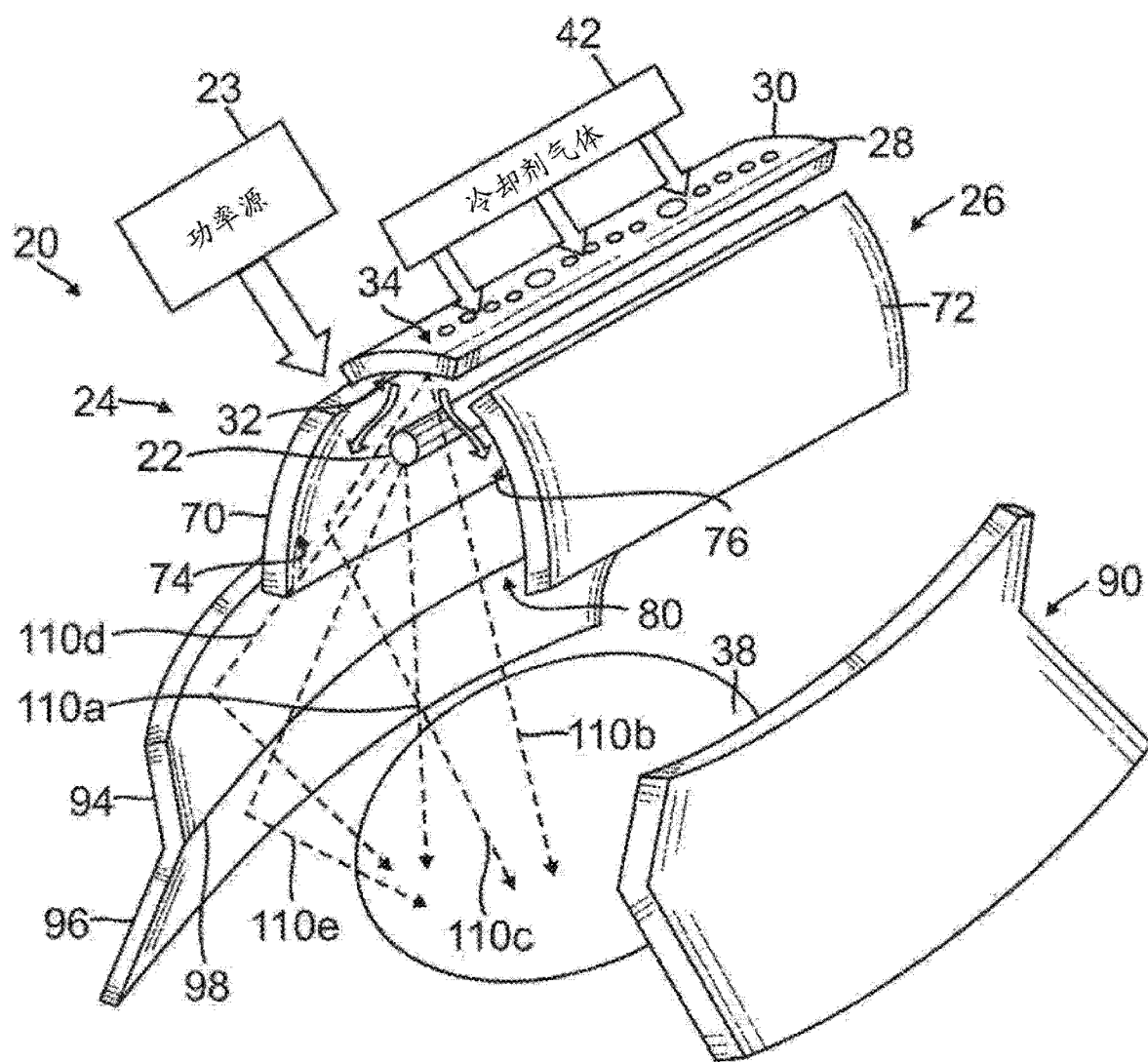


图 1

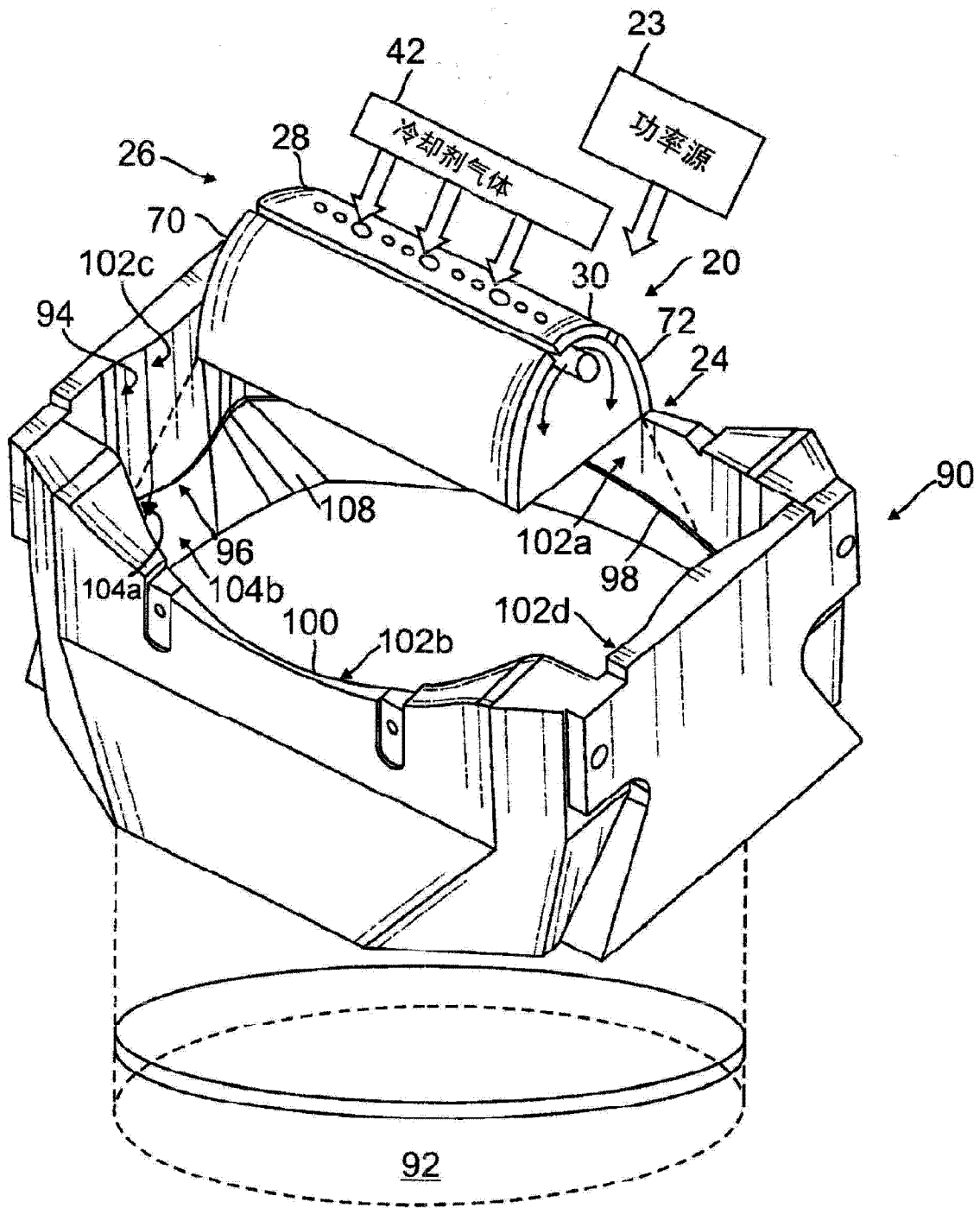


图 2

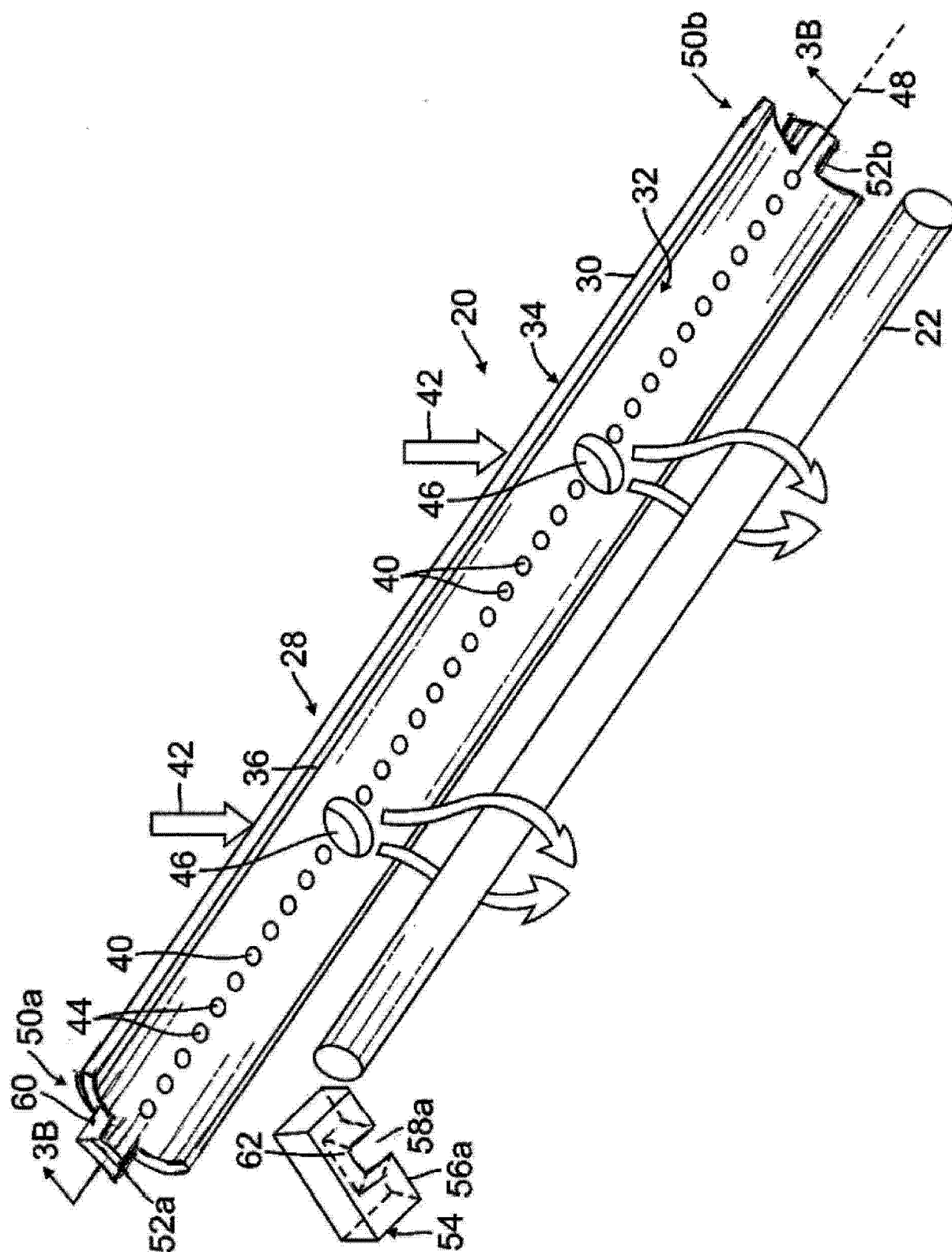


图 3A

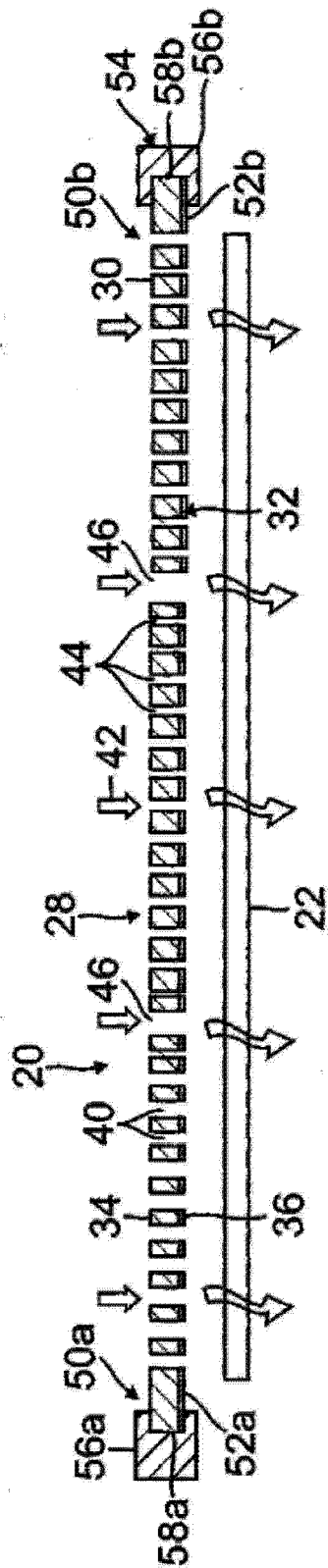


图 3B

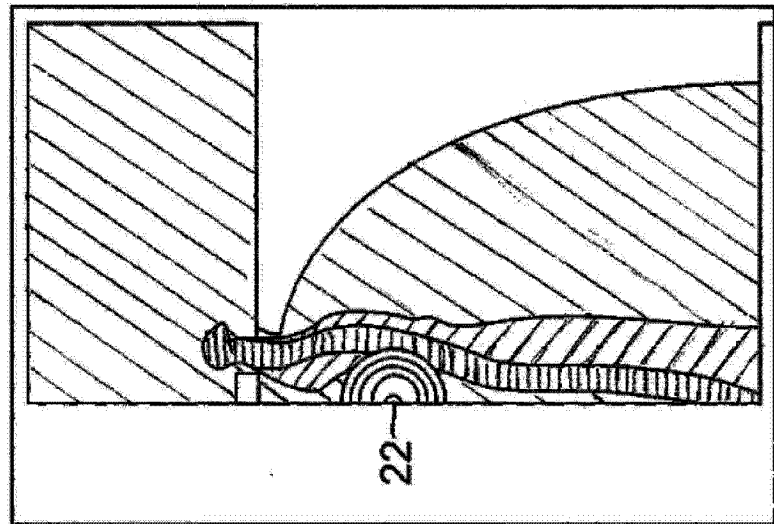


图 4A

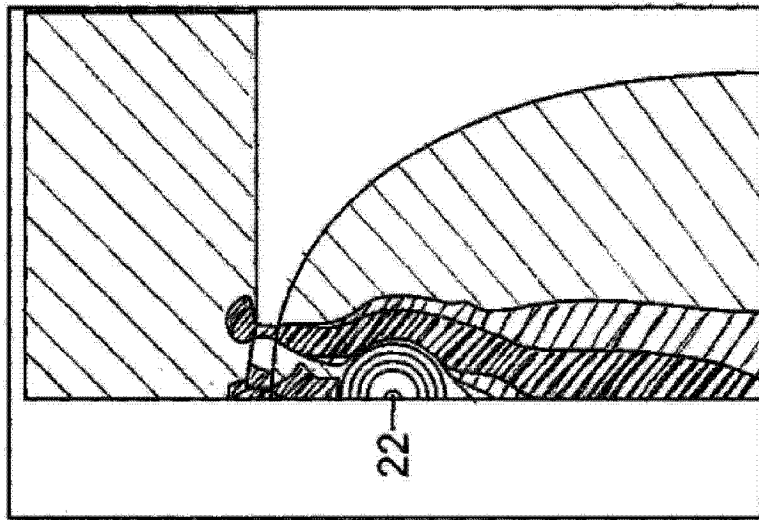


图 4B

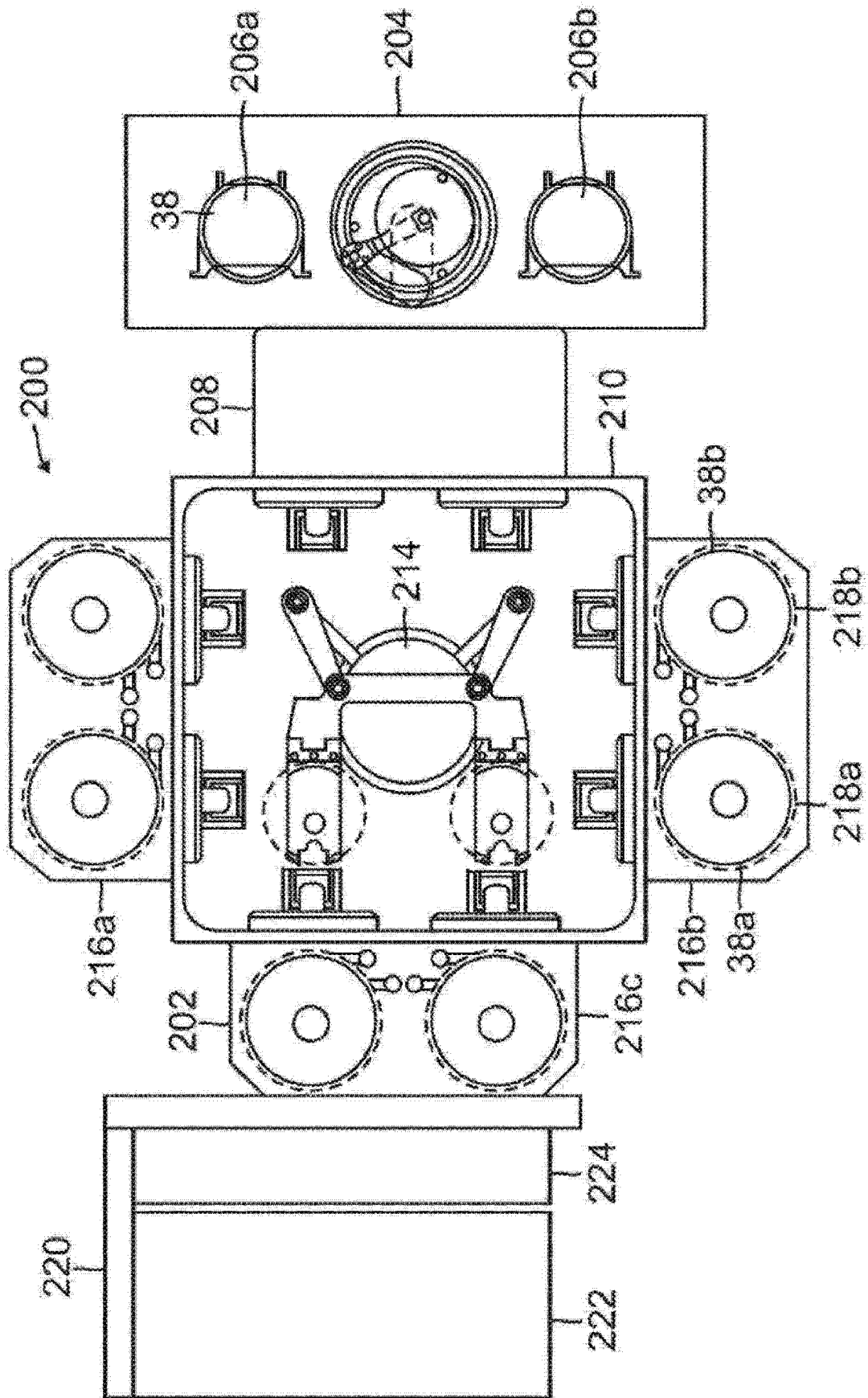


图 5

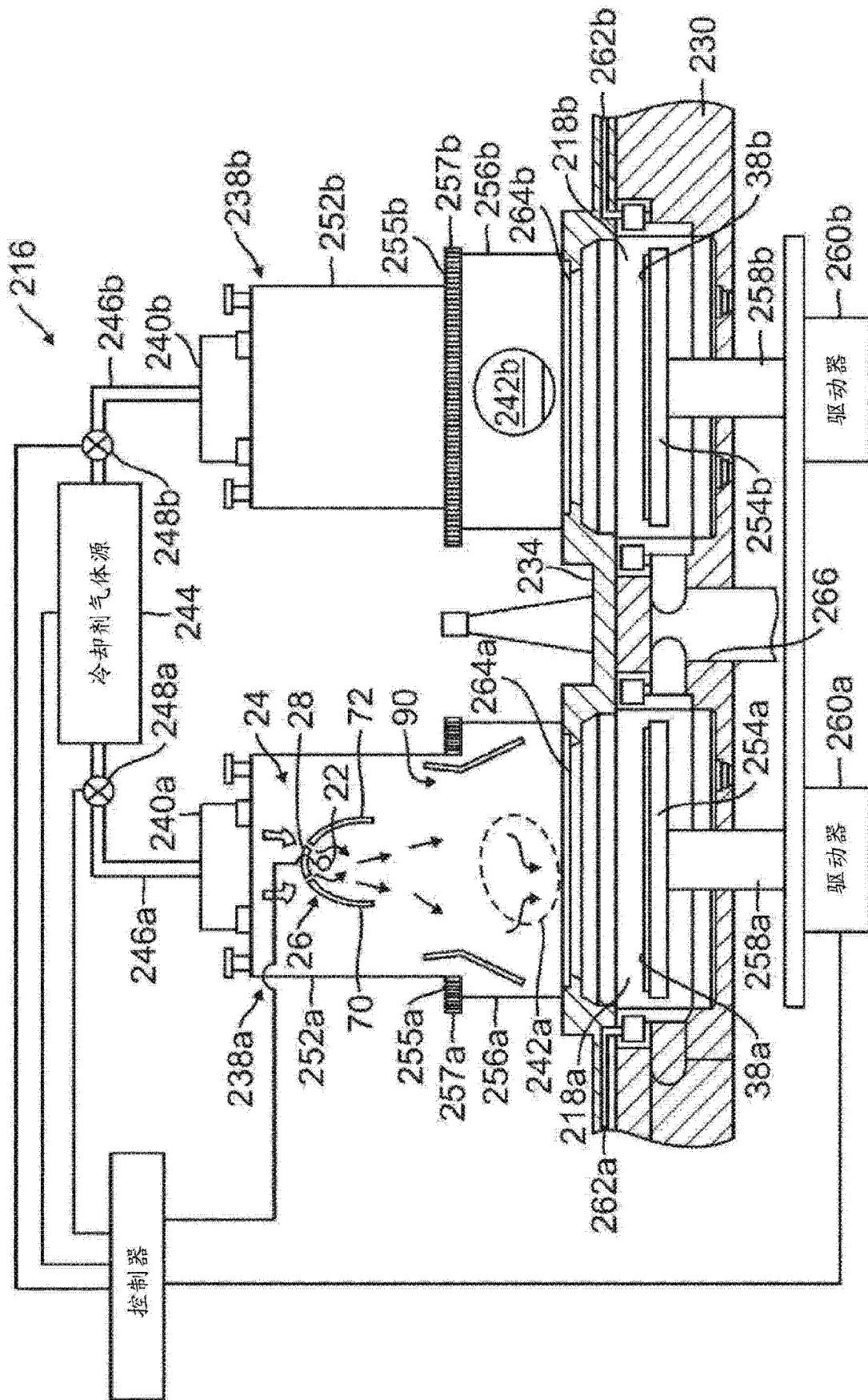


图 6