



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103493192 B

(45) 授权公告日 2016. 08. 17

(21) 申请号 201280019970. 5

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2012. 04. 27

H01L 21/66(2006. 01)

(30) 优先权数据

61/480, 839 2011. 04. 29 US

13/440, 564 2012. 04. 05 US

(56) 对比文件

US 6737666 B1, 2004. 05. 18,

US 2004/0011379 A1, 2004. 01. 22,

CN 101010446 A, 2007. 08. 01,

JP 特开平 11-140655 A, 1999. 05. 25,

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 10. 23

审查员 周忠饶

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2012/035469 2012. 04. 27

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/149331 EN 2012. 11. 01

(73) 专利权人 应用材料公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 巴拉苏布拉马尼恩·拉马钱德雷

石井雅人 阿伦·缪尔·亨特

(74) 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理

有限公司 11006

代理人 徐金国 赵静

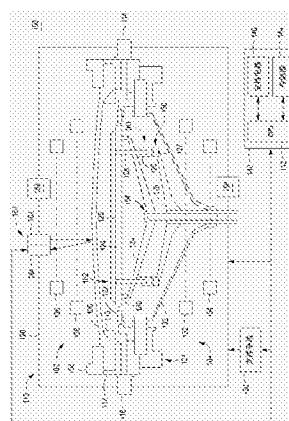
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

确定处理腔室清洁工艺的终点的设备及方法

(57) 摘要

本发明提供用于确定处理腔室清洁工艺的终点的方法及设备。在一些实施方式中,具有终点检测系统的处理系统可包括:处理腔室,所述处理腔室具有内表面,所述内表面由于在处理腔室中执行的工艺而需要定期清洁;及终点检测系统,所述终点检测系统包括光检测器,所述光检测器被定位以检测反射离开所述处理腔室的第一内表面的光;及控制器,所述控制器耦接至所述光检测器并且被设置以基于检测的反射光来确定清洁工艺的终点。



1. 一种确定处理腔室清洁工艺的终点的设备,所述设备包含:

处理腔室,所述处理腔室具有内表面,所述内表面由于在所述处理腔室中执行的工艺而需要定期清洁;以及

终点检测系统,所述终点检测系统包含:

光检测器,所述光检测器被定位以检测反射离开所述处理腔室的第一内表面的光;以及

控制器,所述控制器耦接至所述光检测器并被设置以基于所述检测的反射光的干涉图案来确定清洁工艺的终点。

2. 如权利要求1所述的设备,所述设备进一步包含:

光源,所述光源被定位以将光照射于所述第一内表面上。

3. 如权利要求2所述的设备,其中所述光源包含激光器、发光二极管(LED)或灯。

4. 如权利要求2所述的设备,其中所述光源包含环境光。

5. 如权利要求2所述的设备,其中所述光源发射单个波长的光。

6. 如权利要求2所述的设备,其中所述光源发射多个波长的光。

7. 如权利要求2所述的设备,其中所述处理腔室包含一石英盖体,其中所述光源安置在所述处理腔室外部且以穿过石英的波长将光照射在所述第一内表面上。

8. 如权利要求1所述的设备,其中所述光检测器包含光电二极管或照相机中的一个或多个。

9. 如权利要求1-8中的任一项所述的设备,其中所述光检测器被定位以检测反射离开所述处理腔室的盖体或所述处理腔室的内衬的光。

10. 如权利要求1-8中的任一项所述的设备,所述设备进一步包含:

多个光源和光检测器,所述多个光源和光检测器被设置以测量不同位置处的沉积材料涂层的厚度及所述内表面的清洁度。

11. 一种确定处理腔室清洁工艺的终点的方法,所述方法包含以下步骤:

在处理腔室中执行清洁工艺以移除沉积于所述处理腔室的一个或多个内表面上的材料,所述沉积的材料由在所述处理腔室中所执行的工艺产生;

将光照射在被清洁的第一内表面上;

检测反射离开所述第一内表面的光;以及

基于所述检测的光的干涉图案终止所述清洁工艺。

12. 如权利要求11所述的方法,其中所述光包含来自激光器、发光二极管(LED)、灯或照射在所述第一内表面上的环境光中的一个或多个的光,并且其中检测所述光的步骤包含以下步骤:

使用光检测器检测反射离开所述第一内表面的光,所述光检测器包含光电二极管或照相机中的一个或多个。

13. 如权利要求11-12中的任一项所述的方法,其中将所述光照射在所述被清洁的第一内表面上的步骤进一步包含以下步骤:

将所述光照射至所述第一内表面上的一区域中,在所述区域中沉积了相对高百分比的沉积材料。

14. 如权利要求11-12中的任一项所述的方法,其中检测所述光的步骤包含以下步骤:

检测由所述反射离开所述第一内表面的光产生的干涉图案。

15. 一种计算机可读介质,所述计算机可读介质上存储有指令,所述指令在运行时导致执行如权利要求11-14中的任一项所述确定处理腔室清洁工艺的终点的方法。

确定处理腔室清洁工艺的终点的设备及方法

技术领域

[0001] 本发明的实施方式大体而言涉及基板处理设备。

背景技术

[0002] 基板处理腔室中的典型处理导致各种沉积形成于处理腔室壁之上。这些沉积通常在无基板存在的情况下通过在该腔室中执行清洁工艺来移除。例如在外延沉积系统中使用的一个此类清洁工艺涉及氯化氢(HCl)及高温。

[0003] 清洁工艺必须执行达充足时间以确保内部处理腔室表面及元件是清洁的。在一些情况下,清洁工艺可能执行过长时间段,该过长时间段的清洁工艺不但移除了不需要的沉积,而且可能导致腔室表面及元件大量降解。另一方面,若清洁工艺执行过短时间段,大量沉积可残留在处理腔室表面上,导致工艺漂移和/或缺陷(例如,颗粒)的增加。因此,通常在容忍工艺漂移及增加缺陷与增加腔室元件使用寿命的需要之间建立平衡。

[0004] 一种用以发现平衡点的方法是在延长的时间段之后执行目测。然而,此方法通常是主观过程且易于出错。用以发现该平衡点之另一方法是依靠工艺或缺陷趋势(trends)(当基板正在处理时)。然而,此方法繁琐且导致对基板及资源的不必要使用。

[0005] 因此,发明人提供了用于确定腔室清洁工艺的终点(endpoint)的改进的方法及设备。

发明内容

[0006] 本发明提供用于确定处理腔室清洁工艺的终点的方法及设备。在一些实施方式中,一种具有终点检测系统的处理系统可包括:处理腔室,所述处理腔室具有内表面,所述内表面由于在所述处理腔室中执行的工艺而需要定期清洁;和终点检测系统,所述终点检测系统包括光检测器,所述光检测器被定位以检测反射离开所述处理腔室的第一内表面的光;和控制器,所述控制器耦接至所述光检测器并且被设置以基于被检测的反射光来确定清洁工艺的终点。

[0007] 在一些实施方式中,一种监视在处理腔室中执行的清洁工艺的方法可包括以下步骤:在所述处理腔室中执行清洁工艺以移除沉积在处理腔室的一个或多个内表面上的材料,所述材料由在所述处理腔室中执行的工艺产生;将光照射在被清洁的第一内表面上;检测反射离开第一内表面的光;和基于被检测的光终止清洁工艺。

[0008] 在一些实施方式中,可提供一种具有存储在计算机可读介质上的指令的计算机可读介质,所述指令在运行时导致处理系统执行监视正在处理腔室中执行的清洁工艺的方法。所述方法可包括本文公开的任何实施方式。

[0009] 在下文中描述本发明之其他及进一步的实施方式。

附图说明

[0010] 在上文中简短概述且在下文中更加详细论述的本发明的实施方式可通过参阅附

图中所描绘之本发明的说明性实施方式而了解。然而,应注意,附图仅说明本发明之典型实施方式,且因此不应将这些附图视为本发明的范畴之限制,因为本发明可承认其他同等有效的实施方式。

[0011] 图1描绘根据本发明一个实施方式的半导体基板处理腔室的示意剖面图。

[0012] 图2描绘根据本发明一些实施方式的监视在处理腔室中执行的工艺的方法。

[0013] 图3A至3B分别描绘反射离开具有安置在其上的沉积材料和具有极少或没有安置在其上的沉积材料的处理腔室表面的一部分的光。

[0014] 为了促进理解,在可能情况下使用相同参考标记以指定各图所共用的相同元件。附图并未按比例绘制且为清楚起见可予以简化。可以预期,一个实施方式的元件及特征可有利地结合到其他实施方式中而无需进一步叙述。

具体实施方式

[0015] 本发明之实施方式涉及用于确定处理腔室清洁工艺的终点的方法及设备。所述方法及设备的实施方式可有利地提供对清洁工艺的精确终点检测,以使得可最小化由清洁工艺导致的处理腔室元件的损耗,同时最小化由于处理腔室清洁不足而导致的工艺漂移及缺陷。

[0016] 各种处理腔室可受益于根据本文提供的教导的修改。图1为根据本发明一些实施方式且适合于执行本文揭示之发明方法的半导体基板处理腔室100的示意剖视图。在所描绘的实施方式中,处理腔室100经调适以执行外延硅沉积工艺。一个此类适当的反应器是RP Epi反应器,所述RP Epi反应器可从Santa Clara,California的Applied Materials,Inc.获得。本发明的方法亦可在用于执行其他工艺的其他处理腔室中使用。

[0017] 在替代实施方式中,处理腔室100可被调适以执行沉积工艺、蚀刻工艺、等离子体增强沉积和/或蚀刻工艺,以及热工艺(thermal processes),以及在集成半导体装置和电路的制造中执行的其他工艺中的至少一个工艺。具体地,此类工艺可包括但不限于:快速热工艺(RTP)、化学气相沉积(CVD)工艺、退火工艺,及类似工艺。

[0018] 处理腔室100说明性地包含:腔室主体110、支撑系统130和控制器140。腔室主体110通常包括上部102、下部104和外壳120。

[0019] 上部102安置于下部104之上,且上部102包括盖体106、夹环108、内衬116、底板112、一个或多个上部灯泡136和一个或多个下部灯泡138,以及上部高温计156。在一些实施方式中,盖体106具有圆顶状形状因子,然而亦预期盖体具有其他形状因子(例如,平面或反向曲线盖体)。下部104耦接至处理气体进气口114及排气口118,且下部104包含:底板组件121、下部圆顶132、基板支撑件124、预热环122、基板升降(lift)组件160、基板支撑组件164、一个或多个上部灯泡152和一个或多个下部灯泡154,以及下部高温计158。尽管术语“环”用于描述处理腔室的诸如预热环122的某些元件,应预期这些元件的形状不必为圆形且可包括任何形状,这些形状包括但不限于矩形、多边形、椭圆形及类似形状。

[0020] 基板支撑组件164通常包括支撑架134,所述支撑架134具有多个支撑销166,所述多个支撑销166耦接至基板支撑件124。基板升降组件160包含基板升降轴126及多个升降销模组161,该多个升降销模组161选择性地放置在基板升降轴126之各个衬垫127上。在一些实施方式中,升降销模组161包含可选基座129及耦接至基座129的升降销128。替代地,升降

销128的底部可直接放置在衬垫127上。此外,可使用用于升高及降低升降销128的其他机构。升降销128的上部通过基板支撑件124中的第一开口162可动地安置。在操作中,基板升降轴126被移动以与升降销128啮合。当啮合后,升降销128可将基板125升高至基板支撑件124上方或将基板125降低至基板支撑件124上。

[0021] 支撑系统130包括用以在处理腔室100中执行及监视预定工艺(例如,生长外延硅薄膜)的元件。这种元件通常包括处理腔室100的各种子系统(例如,气体面板、气体分配导管、真空及排气子系统,及类似子系统)及装置(例如,电源、工艺控制工具,及类似装置)。

[0022] 在处理期间,基板125被安置于基板支撑件124上。灯136、138、152及154是红外线(IR)辐射(亦即,热量)源,且在操作中,这些灯横跨基板125产生预定温度分布。在一些实施方式中,盖体106、夹环116及下部圆顶132由石英形成;然而,其他IR透明及工艺相容材料亦可用以形成这些元件。

[0023] 作为处理基板的结果,材料可非预期地沉积于处理腔室的内表面上(诸如内衬116、盖体106等)。未能移除沉积于处理腔室内表面上的材料可非预期地导致在所述基板上的工艺漂移和/或缺陷形成。因此,周期性地执行清洁工艺以从所述处理腔室的内表面移除至少一些沉积材料。举例而言,在一些实施方式中,处理腔室可通过将待清洁之表面暴露至从表面移除沉积材料的反应物来得以清洁。例如用于外延沉积系统中的一个这种清洁工艺包括当加热表面至高温时将表面暴露于盐酸(HCl)。

[0024] 提供对清洁工艺的精确终点检测,以使得可最小化由所述清洁工艺导致的处理腔室元件的损耗,同时最小化由于处理腔室清洁不足导致的工艺漂移及缺陷,处理腔室100进一步包含终点检测系统180。终点检测系统180协助确定清洁工艺的希望的终点。

[0025] 终点检测系统180通常包括光源182。光源182可为任何适当光源,该适当光源提供在希望的处理腔室表面上发生的可检测反射。举例而言,光源182可为激光器、发光二极管(LED)、灯或环境光。在一些实施方式中,光源182可提供单个波长的光。在一些实施方式中,光源182可提供多个波长的光。所述多个波长可在一个或多个连续带或在多个离散波长中提供。在一些实施方式中,所述光源可提供具有约405或450nm(例如,蓝光)、532nm(例如,绿光)、633、650或670nm(例如,红光)等波长的光。在一些实施方式中,所述光源可提供具有高达约为硅带间隙(silicon band gap)(例如,约1.2 μ m)的任何一种或多种波长的光。

[0026] 在图1中描绘的实施方式中,光源182被设置以将光照射至圆顶106上。在一些实施方式中,光源182被设置以将光照射至圆顶106上的沉积了相对高百分比的沉积材料的区域中,以使得当观察到被观察区域清洁时,则处理腔室表面的剩余部分也可能是清洁的。所述光源可被定位以将光照射至该处理腔室之任何希望的部分上,而不仅仅将光照射至圆顶106。举例而言,所述光源可被定位以将光照射至内衬116、下部圆顶132,或任何其他具有材料沉积在其上且待清洁的处理腔室表面,只要沉积材料及下面的处理腔室表面以不同方式反射光。

[0027] 在一些实施方式中,终点检测系统180可进一步包括光检测器184。该光检测器可为照相机、基于光电二极管的光检测器等等。可提供诸如光学元件、透镜、准直器、滤光器等的可选元件与所述光源及光检测器中的一个或两个相结合,以导引光至处理腔室表面和/或从处理腔室表面导引光。

[0028] 在一些实施方式中,光检测器及光源可安置在共同的外壳中。在一些实施方式中,

光检测器及光源可为分别定位的单独元件以提供和检测光。光源182及光检测器184通常可定位在使得光被提供给待监视的处理腔室表面的希望部分和使得反射光冲击光检测器的任何位置。举例而言,光源及光检测器可靠近彼此放置,如图1所示,或较远地间隔开,包括定位在所述腔室的相对侧从而以小角度(shal low angle)提供光至所述腔室表面的希望部分(诸如盖体106)。在一些实施方式中,多个光源及可选的光检测器可提供于该终点检测系统中,以测量在处理腔室不同位置处的沉积材料涂层的厚度及处理腔室表面的清洁度。

[0029] 举例而言,如上所述的外延沉积处理腔室包括石英盖体106,石英盖体106上沉积有不希望的材料。该沉积材料通常导致盖体106呈现褐色外观,否则盖体106是清澈且透明的。在一些实施方式中,具有特定波长(诸如绿色激光笔(laser pointer)——约532nm)的光可被照射至盖体106上。这就导致光从盖体106及从盖体106之下的褐色涂层反射离开。组合光束导致干涉图案,该干涉图案可被照相机、基于光电二极管的检测器或者被人类肉眼检测到。当盖体106区域清洁时,因为在盖体106上没有褐色涂层而没有干涉图案形成,并且观察到单一的镜面反射。

[0030] 控制器140可用于协助控制如上所述之腔室310。举例而言,控制器140可耦接至诸如处理腔室、支撑系统130及终点检测系统180的各种处理腔室元件。控制器140可为在工业配置中用于控制各种腔室及子处理器的任何形式的通用计算机处理器中之一。控制器140包含中央处理单元(CPU)142、存储器144,及用于CPU 142的支持电路146,且控制器140耦接至处理腔室100的各种元件以协助控制如本文所描述的清洁终点检测工艺。在一些实施方式中,控制器140可进一步包括显示器以在可视指示该工艺的状态或显示被检测的光,以便操作者可视地确定清洁工艺的状态。

[0031] 存储器144耦接至CPU 142。存储器144或计算机可读介质可为诸如随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、软盘、硬盘的随时可用存储器中的一个或多个,或任何其他形式的本地或远程数字存储器。支持电路146耦接至CPU 142以用于以常规方式支持该处理器。这些电路包括高速缓存(cache)、电源、时钟电路、输入/输出电路及子系统等等。在一些实施方式中,当软件程序由CPU 142运行时,导致反应器执行本发明的工艺。软件程序通常可存储在存储器144中。软件程序亦可由第二CPU(未图示)存储和/或执行,该第二CPU相对于由CPU 142控制的硬件在远端设置。

[0032] 在一些实施方式中,可在清洁工艺于处理腔室中执行时运行软件程序。当软件程序304由CPU 142执行时,软件程序304将通用计算机转换为控制腔室操作的特定目的计算机(控制器)140,以使得蚀刻工艺执行。尽管本发明的工艺被描述实施为软件程序,本发明中所揭示的一些方法步骤也可在硬件中执行以及通过软件控制器执行。因此,本发明的实施方式可实施为执行于电脑系统上的软件、作为特殊应用集成电路或其他类型硬件实施的硬件,或软件与硬件的组合。

[0033] 图2描绘根据本发明的一些实施方式的、监视在处理腔室中执行的工艺的方法200。方法200通常从202处开始,在202处,在处理腔室中执行导致材料沉积于该处理腔室内表面上的工艺。在足够的材料沉积于该内表面上以后,或每当希望进行清洁工艺时,该方法可继续至204,在204处可执行清洁工艺以从处理腔室内表面移除沉积材料。

[0034] 当正在执行清洁工艺时,可将光照射于正通过清洁工艺清洁的第一内表面上,如206所示。该光可通过任何上述之光源提供且可连续或周期性地提供该光。

[0035] 在208处,可检测从第一处理腔室表面反射的光。该反射光可基于图案、光强度等检测,且该反射光可通过肉眼检测,例如,通过处理腔室的操作者或经由如上所述之检测器检测。

[0036] 在210处,可基于检测到的光终止清洁工艺。举例而言,若被检测的光显示干涉图案,则可因沉积材料残留在第一处理腔室表面上而继续清洁工艺。然而,若被检测的光未显示干涉图案(例如,若观察到单一的镜面反射),则可因沉积材料从第一处理腔室表面显著移除而终止清洁工艺。

[0037] 在一些实施方式中,可提供多个不同的单波长光且可进一步分析干涉图案以确定涂层的厚度。举例而言,圆环(例如,干涉图案)的尺寸可用于确定厚度差异。多个波长可用于对特定厚度解决方案的三角测量(triangulate)。在一些实施方式中,可使用基于光电二极管的检测器以确定对特定沉积材料的特定反射。例如,可通过使用区分硅沉积(具有1.1eV的带间隙)与锆沉积(具有0.67eV的带间隙)的特定波长以区别硅沉积与锆沉积。具有不同带间隙的其他材料亦可同样被识别。

[0038] 举例而言,图3A至3B分别描绘从其上安置有沉积材料 and 其上安置有极少或没有沉积材料的处理腔室表面的一部分反射的光。图3A描绘其上安置有沉积材料的处理腔室表面的一部分310。如图可见,当光从处理腔室表面及沉积材料反射时形成反射图案312。图3B描绘其上安置有极少或没有沉积材料的处理腔室表面的一部分320。如图可见,在不存在沉积材料的情况下,当光从处理腔室表面反射离开时,形成单一的镜面反射322。

[0039] 尽管图3A至3B图示了当光经由处理腔室的透明石英盖体照射时的效应,但是对于由其他材料所形成的腔室元件也已观察到该相同效应且可利用该效应。此外,对被检测到反射离开该表面的光的分析不必限于干涉图案。举例而言,反射光的强度变化亦可用于确定沉积材料何时已从处理腔室表面充分移除。

[0040] 尽管如上相对于石英表面的反射进行描述,但是上述方法及设备亦可用以确定用于清洁由其他材料制造的内部处理腔室表面之清洁工艺的终点。举例而言,本方法可用于检测清洁铝或不锈钢腔室表面(或任何这种金属表面,在这些金属表面上的反射根据该表面的沉积材料覆盖范围而变化)、可获取发射率变化以作为涂层厚度函数的陶瓷表面(诸如SiC、Al₂O₃,等等)、发光金色表面的固有污秽产生非镜面反射图案(与发光时的镜面反射图案相比)的镀金表面等等表面的终点。

[0041] 尽管前述内容是针对本发明的实施方式,但在不脱离本发明之基本范畴的情况下,也可设计本发明的其他及进一步实施方式。

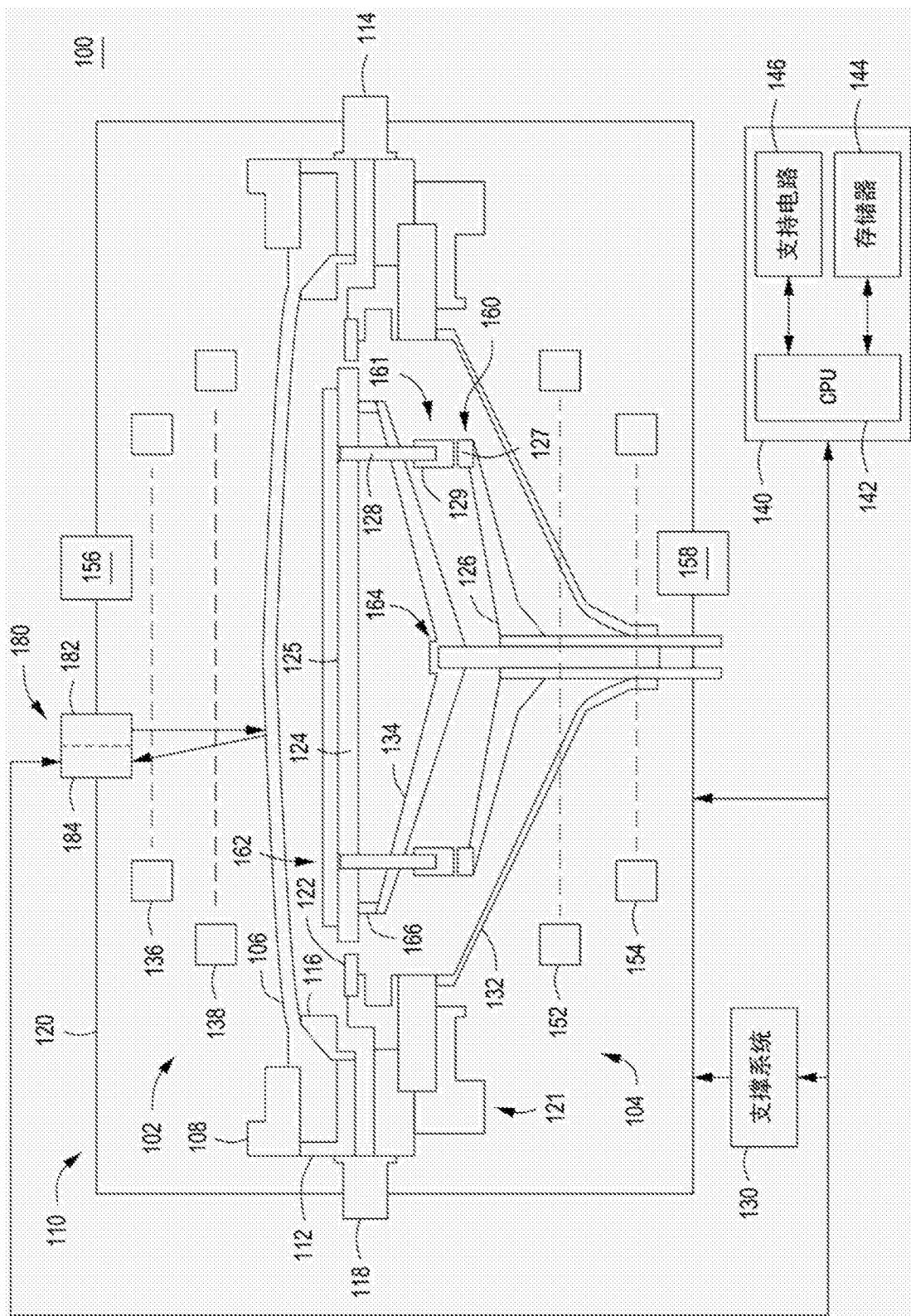


图1

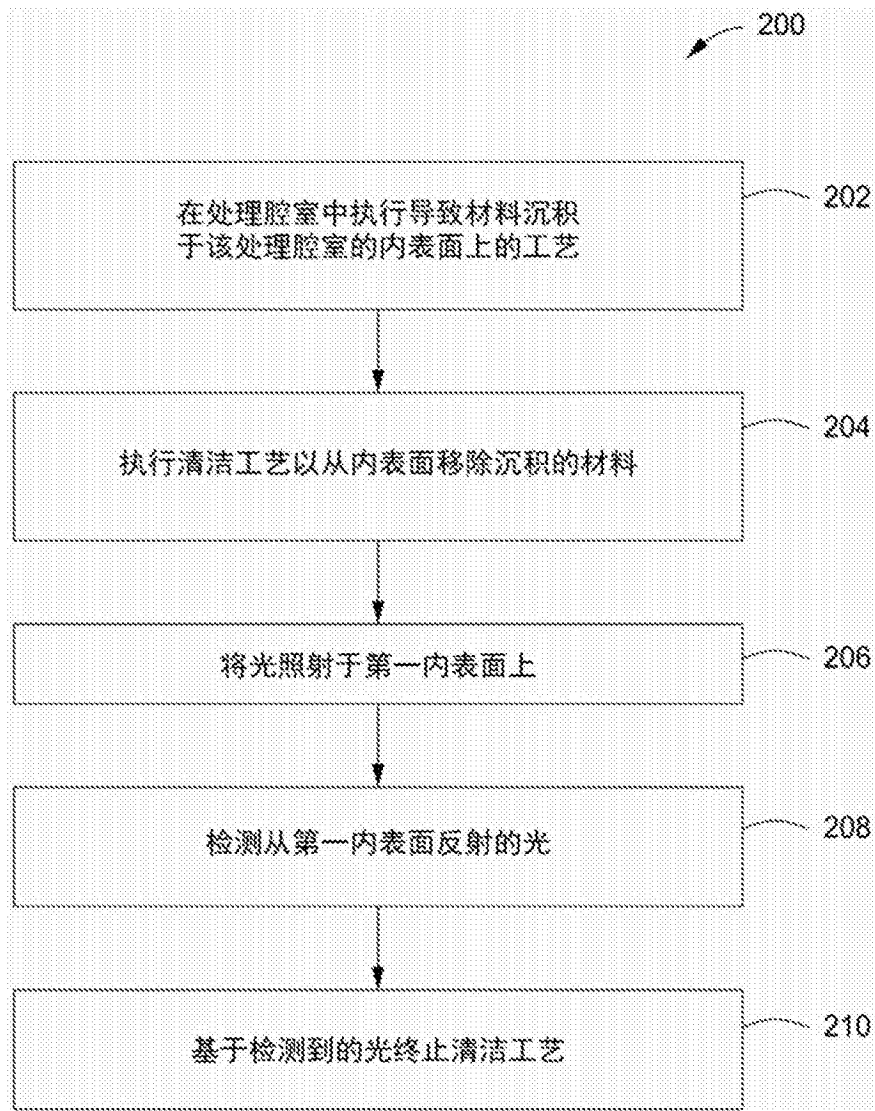


图2

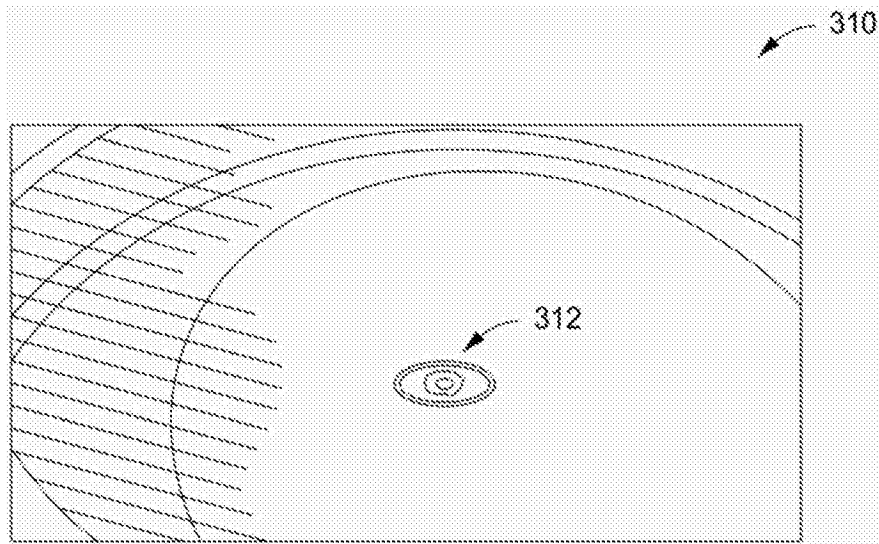


图3A

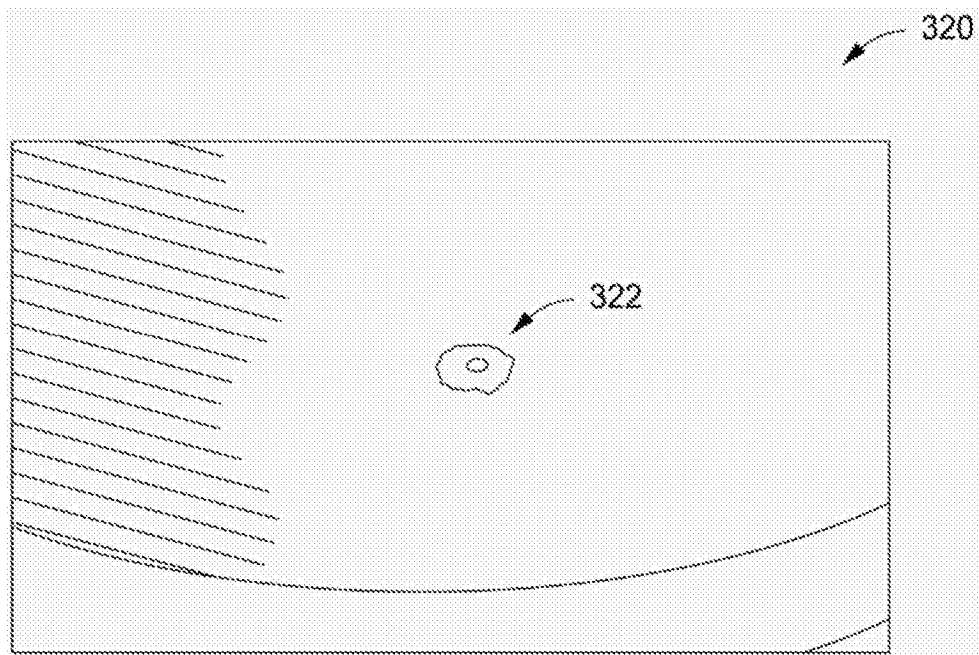


图3B