



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102243989 B

(45) 授权公告日 2015. 05. 20

(21) 申请号 201110160247. 6

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2007. 10. 26

H01L 21/02(2006. 01)

H01L 21/00(2006. 01)

(30) 优先权数据

11/553, 132 2006. 10. 26 US

11/676, 161 2007. 02. 16 US

(56) 对比文件

EP 0416774 A1, 1991. 03. 13, 说明书第 4 栏第 31 行 - 第 5 栏第 31 行, 第 6 栏第 22 行 - 第 7 栏第 36 行、附图 1.

(62) 分案原申请数据

200710165339. 7 2007. 10. 26

审查员 李静

(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 马克·纳什·卡瓦吉奇 洛金庞

布雷特·克里斯琴·胡金森

桑迪·M·温 史蒂文·H·金

肯尼恩·J·巴恩基

马修·芬顿·戴维斯 索斯藤·莱尔

(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 钟强

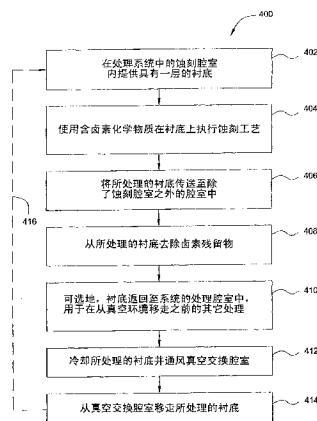
权利要求书1页 说明书8页 附图4页

(54) 发明名称

通过热处理从所蚀刻的衬底去除卤素残余物的集成方法

(57) 摘要

本发明提供了一种从衬底去除挥发性残余物的方法和装置。一个实施例中,于系统中在途中进行挥发性残余物去除工艺同时在衬底上进行卤素处理工艺。挥发性残余物去除工艺在除了卤素处置处理室和 FOUNDRY 之外的系统中进行。一个实施例中,提供一种从衬底去除挥发性残余物的方法,该方法包括提供具有真空密封平台的处理系统,在平台处理室中用包括卤素的化学物质处理衬底,和在平台中处置被处理的衬底以从被处置的衬底释放挥发性残余物。



1. 一种从衬底去除挥发性残余物的方法,包括:  
用包括卤素的化学物质在处理系统的处理室中处理衬底;  
将被处理的衬底从所述处理室通过传送室传送到处理系统的真空交换腔室,其中该真空交换腔室配置成将衬底从处理系统内部的真空环境传送到处理系统外部的大气环境;和  
在供给该真空交换腔室的气体混合物存在下,在所述真空交换腔室中从被处理的衬底去除挥发性残余物,所述气体混合物选自  $O_2$ 、 $O_3$ 、 $H_2O$ 、烷类、烯烃、 $N_2$ 和  $H_2$ 组成的组。
2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中从被处理的衬底去除该挥发性残余物还包括:加热所述被处理的衬底直到测定出热处理工艺终点。
3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中该气体混合物包括  $O_2$ 和  $N_2$ 。
4. 根据权利要求 1 所述的方法,其中从被处理的衬底去除该挥发性残余物还包括:将被处理的衬底加热到 20 摄氏度和 400 摄氏度之间的温度。
5. 根据权利要求 4 所述的方法,进一步包括:  
在真空交换腔室中加热该被处理的衬底后,在该真空交换腔室中冷却该被处理的衬底;和  
从该真空交换腔室中移走被冷却的衬底。
6. 根据权利要求 1 所述的方法,其中处理衬底进一步包括:使用  $HBr$ 、 $Cl_2$ 和  $CF_4$ 中至少一种来处理衬底。
7. 根据权利要求 1 所述的方法,其中从被处理的衬底去除挥发性残余物还包括:  
将真空交换腔室的压力降至与传送室的环境相匹配。
8. 根据权利要求 7 所述的方法,其中供给该真空交换腔室的气体混合物包括  $O_2$ 和  $O_3$ 至少其一。
9. 根据权利要求 1 所述的方法,其中该挥发性残余物是含卤素的残余物。
10. 一种从衬底去除挥发性残余物的方法,包括:  
用包括卤素的化学物质在处理系统的处理室中处理衬底;  
将被处理的衬底从所述处理室通过传送室传送到处理系统的真空交换腔室,其中该真空交换腔室配置成将衬底从处理系统内部的真空环境传送到处理系统外部的大气环境,以及在传送室或真空交换腔室中加热该被处理的衬底;和  
在传送室或真空交换腔室中,在气体混合物存在下,从被加热的衬底去除挥发性残余物,所述气体混合物具有选自  $O_2$ 、 $O_3$ 、烷类、烯烃、 $N_2$ 和  $H_2$ 组成组的一或多个成员。
11. 根据权利要求 10 的所述方法,其中加热进一步包括:通过加热设在传送室中的机械手臂叶片上的衬底,或者加热真空交换腔室中的衬底来加热该衬底。
12. 根据权利要求 10 的所述方法,其中该气体混合物包括  $O_2$ 和  $O_3$ 至少其一。
13. 根据权利要求 11 的所述方法,其中加热衬底进一步包括:在加热该衬底时传感经过该衬底的信号变化。
14. 根据权利要求 13 的所述方法,进一步包括:测定与该信号变化相关的衬底温度。
15. 根据权利要求 10 的所述方法,其中挥发性残余物是含卤素的残余物。
16. 根据权利要求 10 所述的方法,其中处理衬底进一步包括:使用  $HBr$ 、 $Cl_2$ 和  $CF_4$ 中至少一种来处理衬底。

## 通过热处理从所蚀刻的衬底去除卤素残余物的集成方法

[0001] 本申请为 2007 年 10 月 26 日递交的申请号为 200710165339.7 的发明专利申请的分案申请。

### 技术领域

[0002] 本发明大体涉及在半导体衬底上制造器件的方法和装置。更具体地,本发明涉及在等离子体蚀刻半导体衬底上的层之后,去除含卤素的残余物的方法和装置。

### 背景技术

[0003] 超大规模集成 (ULSI) 电路包括数百万个电子器件 (例如晶体管),它们形成于半导体衬底如硅 (Si) 衬底上,并在器件中共同实施多种功能。通常,在 ULSI 电路中所使用的晶体管都是互补型金属氧化物半导体 (CMOS) 场效应晶体管。CMOS 晶体管具有包括多晶硅栅极和栅极电介质并且设置在于衬底中形成的源极区和漏极区之间的栅极结构。

[0004] 等离子体蚀刻通常用于制造晶体管和其它电子器件。在用于形成晶体管结构的等离子体蚀刻工艺期间,通常将一层或多层膜堆叠结构 (例如硅、多晶硅、二氧化铪 ( $\text{HfO}_2$ )、二氧化硅 ( $\text{SiO}_2$ )、金属材料等的层) 暴露于蚀刻剂,该蚀刻剂包括至少一种含卤素气体如溴化氢 (HBr)、氯气 ( $\text{Cl}_2$ )、四氟化碳 ( $\text{CF}_4$ ) 等。这种工艺导致含卤素残余物在所蚀刻的特征、蚀刻掩模以及衬底上的其它结构的表面上积累。

[0005] 当暴露于非真空环境 (例如在工厂接口或者衬底存储盒中) 和 / 或在连续处理期间,会从蚀刻期间所沉积的含卤素残余物中释放气态卤素和卤素基反应物 (例如,溴 ( $\text{Br}_2$ )、氯气 ( $\text{Cl}_2$ )、氯化氢 (HCl) 等)。所释放的卤素和卤素基反应物产生颗粒污染物并导致处理系统和工厂界面内部的侵蚀,以及衬底上暴露出的金属层部分的侵蚀。处理系统和工厂界面的清洗以及被侵蚀部分的替换是耗时且昂贵的工序。

[0006] 已经开发了几种工艺用于去除在所蚀刻衬底上的含卤素残余物。例如,可将所蚀刻衬底传送到远程等离子体反应器中,以将所蚀刻的衬底暴露于气体混合物,该气体混合物将含卤素残留物转换成无腐蚀性的挥发性化合物,其可被脱气并被泵出反应器。然而,这种工艺需要专用的处理室以及附加步骤,造成装置费用增加,制造产率和产量下降,导致高制造成本。

[0007] 在另一实例中,可将含卤素残余物封装于所蚀刻的衬底上直到需要进行下一处理的时间,这时,去除封装。

[0008] 因此,需要从衬底去除含卤素残余物的改进方法和装置。

### 发明内容

[0009] 本发明提供一种从蚀刻衬底去除挥发性残余物的方法和系统。一个实施例中,从衬底去除挥发性残余物的方法包括:提供具有真空密封平台的处理系统,在平台的处理室中用包括卤素的化学物质处理衬底,和在平台中处置被处理的衬底以从被处理的衬底释放挥发性残余物。

[0010] 另一实施例中,一种从衬底去除挥发性残余物的方法包括:提供处理系统,其具有处理室和设置在处理室外部的衬底加热器;在处理室中用包括卤素的化学物质蚀刻衬底;在处理系统中用衬底加热器处理被蚀刻的衬底以从衬底释放挥发性残余物;并在加热衬底时检测衬底透光度的变化以确定处理终点。

[0011] 在再一实施例中,一种从衬底去除含卤素残余物的方法包括:提供具有至少一个处理室和包括加热元件的室的处理系统;在处理室中用包括卤素的化学物质蚀刻衬底;在包括加热元件的室中处理被蚀刻的衬底,以及在加热期间将衬底暴露于  $O_3$ 。

## 附图说明

[0012] 因此为了能详细地理解本发明上述特征,将参照实施方式对以上的概述进行对本发明更具体的描述。其中一些于附图中示出。然而,应注意,附图仅示出了本发明的典型实例且因此不应考虑为对本发明范围的限制,因为本发明承认其他等效实施例。

[0013] 图 1 描述了本发明处理系统的一个实施例的示意图;

[0014] 图 2 描述了图 1 处理系统真空交换腔室的截面图;

[0015] 图 3 描述了图 1 处理系统的传送腔室的局部截面图;以及

[0016] 图 4 描述了示出根据本发明一个实施例去除衬底上的含卤素残余物的方法的工艺图;

[0017] 为了便于理解,在此尽可能用相同的附图标记表示附图中共同的相同元件。预期一个实施例的元件和特征有利地结合到其他实施例中而不需进一步叙述。

[0018] 然而,应指出,附图仅示出本发明的示范性实施例且因此不能认为是对本发明范围的限制,因为本发明允许其他等效实施例。

## 具体实施方式

[0019] 本发明提供一种用于在衬底晶片经过、在途中、在主蚀刻室和衬底承载 FOUNDED 之间的任一位置处进行预处理和/或后处理(主蚀刻室外部)而不进入专用于预或后处理的分离室中的方法和系统。衬底经过的位置包括但不限于真空交换腔室和传送室。而且,本发明提供一种用于途中后处理的方法和系统,该途中后处理例如从使用包括卤素的蚀刻剂所蚀刻的衬底去除含卤素残余物。预期可在系统中真空平台下方任意位置处进行含卤素残余物去除工艺。在一个实施例中,在衬底蚀刻期间所沉积的含卤素残余物通过热处理去除,该热处理在处理室的真空密封平台中进行。用于热处理的真空密封平台部分包括在机械叶片上和在主蚀刻室和晶片承载 FOUNDED 之间处在理系统真空下的任何其他合适位置的真空交换腔室、传送室、处理室。热处理加热所蚀刻的衬底并将含卤素残余物转换为可被泵出的非挥发性化合物。将进行含卤素残余物去除工艺所选的位置选择为“在途中”,以便不会不利地影响整个工艺循环时间。本发明基本上防止了处理系统和衬底的环境受污染物和侵蚀的影响,同时保持高产率和工艺产量。

[0020] 图 1 是进行去除含卤素残余物的热工艺的处理系统 100 的一个实施例的示意性俯视图。在一个实施例中,处理系统 100 为适当装配的 CENTURA®集成处理系统,商业上可从位于 Santa Clara, California 的应用材料公司获得。预期其它处理系统(包括来自其他制造商的那些处理系统)适于受益于本发明。

[0021] 系统 100 包括真空密封处理平台 104、工厂界面 (factory interface) 102 和系统控制器 144。平台 104 包括多个处理室, 示出为处理室 110、112、132、128、120 和连接到真空衬底传送室 136 的至少一个真空交换腔室 122。于图 1 中示出了两个真空交换腔室 122。工厂界面 102 通过真空交换腔室 122 连接到传送室 136。

[0022] 一个实施例中, 工厂界面 102 包括至少一个机座 108 和至少一个便于传送衬底的工厂界面机械手 114。机座 108 配置成接收一个或多个前开式标准舱 (FOUP)。图 1 的实施例中示出两个 FOUP 106A-B。具有叶片 116 设置于机械手 114 一端上的工厂界面机械手 114 配置成将衬底从工厂界面 102 传送到处理平台 104 的真空交换腔室 122。任选地, 将一个或多个度量台 118 连接到工厂界面 102 的终端 126, 以便于在位于工厂界面 102 中时测量衬底。

[0023] 每个真空交换腔室 122 都具有连接到工厂界面 102 的第一端口和连接到传送室 136 的第二端口。真空交换腔室 122 连接到压力控制系统 (未示出), 其抽气并排空真空交换腔室 122 以便于在传送室 136 的真空环境和工厂界面 102 的基本上是大气 (例如, 空气) 环境之间传送衬底。

[0024] 传送室 136 中设置有真空机械手 130。真空机械手 130 具有能够在真空交换腔室 122 和处理室 110、112、132、128、120 之间传送衬底 124 的叶片 134。

[0025] 在一个实施例中, 至少一个处理室 110、112、132、128、120 是蚀刻室。例如, 蚀刻室可以是能从应用材料公司获得的去耦等离子体源 (DPS) 室。DPS 蚀刻室使用电感源以产生高密度等离子体并包括射频 (RF) 功率源以偏置衬底。替换地, 至少一个处理室 110、112、132、128、120 可以是可从应用材料公司获得的 HART™、E-MAX®、DPS®、DPS II、PRODUCER E 或 ENABLER® 蚀刻室中的其中之一, 或者是其它室, 包括从其他制造商获得的那些。蚀刻室、例如室 10 可使用含卤素气体来蚀刻设置于其中的衬底 124。含卤素气体的实例包括溴化氢 (HBr)、氯气 (Cl<sub>2</sub>)、四氟化碳 (CF<sub>4</sub>) 等。在蚀刻衬底 124 之后, 含卤素残余物留在衬底表面上。通过在此描述的热处理去除含卤素残余物。热处理可在平台 104 中原位进行, 如在装配用来加热衬底的处理室 110、112、132、128 和 120 之一中进行。在平台 104 进行热处理的区域还包括能量产生器和设置以在热处理期间监控衬底的传感器, 从而可监控衬底温度。在示范性实施例中, 热处理工艺在真空交换腔室 122 中进行, 然而, 热处理工艺可在系统 100 被适当装配的区域中进行。

[0026] 系统控制器 144 耦接到处理系统 100。系统控制器 144 通过使用对系统 100 的处理室 110、112、132、128、120 的直接控制来控制系统 100 的操作, 或者替换地通过控制与处理室 110、112、132、128、120 和系统 100 相关的计算机 (或控制器) 来控制系统 100 的操作。操作中, 系统控制器 144 能够从各自的腔室和系统控制器 144 收集数据和反馈以最优化系统 100 的性能。

[0027] 系统控制器 144 通常包括中央处理单元 (CPU) 138、存储器 140 和辅助电路 142。CPU 138 是在工业装置中可以使用的任一种形式的通用计算机处理器。辅助电路 142 通常耦接到 CPU 138 并且可包括缓存器、时钟电路、输入 / 输出子系统、电源等。当通过 CPU 138 执行时, 软件程序, 诸如参考图 4 在以下描述的去掉含卤素残余物的方法 400, 将 CPU 138 转换为专用计算机 (控制器) 144。软件程序还可通过远离系统 100 的第二控制器 (未示出) 存储和 / 或执行。

[0028] 图 2 描述了用于在衬底上进行热处理的真空交换腔室 122 的一个实施例。真空交换腔室 122 通常包括腔室主体 202、第一衬底夹持器 204、第二衬底夹持器 206、温度控制底座 240 和能源如加热器模块 270。传感器 298 设置在温度控制底座 240 中。腔室主体 202 可由单一的材料体制成,如铝。腔室主体 202 包括第一侧壁 208、第二侧壁 210、顶部 214 和底部 216,其限定了室体 218。通常由石英构成的窗 250 设置在腔室主体 202 的顶部 214 中,并且至少部分地被加热器模块 270 覆盖。在一个实施例中,将多个灯 294 设置在加热器模块 270 中以产生用于衬底热处理的热量。在一个实施例中,灯 294 是石英卤素灯,其提供波长在约 700nm 和约 14000nm 之间的红外线辐射。从灯 294 产生的红外线辐射可向衬底提供热量并使衬底温度增加至约 500 摄氏度。通常,传感器 298 的波长被选择为在穿过该材料和 / 或膜时的透光度高度变化,该材料和 / 或膜在谋求测量的温度范围内,例如热处理终点的温度范围内被加热。

[0029] 在一个实施例中,传感器 298 是适合于测量在 100 摄氏度和约 500 摄氏度之间的衬底温度范围的 InGaAs 二极管传感器。传感器 298 与光学准直器 292 和滤波器 278 光学对准。光学准直器 292 设置在光导管 276 (即光纤) 的端部 274 和衬底 296 之间的基座 240 中。光导管 276 检测穿过衬底 296 和准直器 292 至滤波器 278 所收集的能量。滤波器 278 适合于将自光学准直器 292 收集的信号滤波并仅将具有所需波长的 IR 光提供给传感器 298。

[0030] 在一个实施例中,光学准直器 292 具有被选择以允许能量进入光导管 276 的孔径,该能量以被选择用来最小化进入导管 276 中的离散能量和其它噪声的预定角度 290 入射到衬底上。例如,光学准直器 292 的所选角度 290 仅允许收集在由角度 290 所限定的锥形内通过衬底的光 288,并防止以所选角度 290 以外的角度入射到衬底的光进入到光导管 276 中。可防止自室壁 284 的不希望的反射光和 / 或自环境 282、280 产生的噪声干扰通过准直器 292 进入到光导管 276 并最终通过滤波器 278 到达传感器 298 的信号。之后进一步分析到达传感器 298 的光能以计算衬底 296 的温度。

[0031] 可控制室体 218 的压力以使真空交换腔室 122 被抽空为基本上与传送室 136 的环境相匹配,且对其排气以基本上与工厂界面 102 的环境相匹配。腔室主体 202 包括一个或多个排气通道 230 和泵气通道 232,以在排气和抽空期间在室体 218 内提供层流从而最小化颗粒污染。排气通道 230 可另外耦接到气源 252 以将气体混合物提供到室体 218 中。从气源 252 提供的气体实例包括氮气 ( $N_2$ )、氩气 (Ar)、氢气 ( $H_2$ )、烷类、烯烃、氦气 (He)、氧气 ( $O_2$ )、臭氧 ( $O_3$ )、水蒸气 ( $H_2O$ ) 等。泵气通道 232 耦接到泵 236 以抽空气体并将真空交换腔室 122 的压力控制在所需点。

[0032] 第一装载端口 238 设置在室主体 202 的第一壁 208 中,以允许在真空交换腔室 122 和工厂界面 102 之间传送衬底 214。第一狭口阀 (slit valve) 244 选择性地密封第一装载端口 238,以将真空交换腔室 122 与工厂界面 102 隔离。第二装置端口 239 设置在腔室主体 202 的第二壁 210 中,以允许在真空交换腔室 122 和传送室 136 之间传送衬底 124。基本与第一狭口阀 244 相似的第二狭口阀 246 选择性地密封第二装置端口 239,以将真空交换腔室 122 与传送室 136 的真空环境隔离开。

[0033] 第一衬底夹持器 204 同心地耦接到 (即叠到其顶部) 设置在腔室底部 216 上方的第二衬底夹持器 206。衬底夹持器 204、206 通常都安装在环箍 220 上,该环箍 220 耦接到穿过腔室主体 202 底部 216 延伸的轴 258。每个衬底夹持器 204、206 都配置以保持一个衬底。

轴 258 耦接到设置在真空交换腔室 122 外部的升降机构 260, 该升降机构 260 控制衬底夹持器 204 和 206 在腔室主体 202 内的升高。第一衬底夹持器 204 用于保持自工厂界面 102 的未被处理的衬底, 同时第二衬底夹持器 206 用于保持从传送室 136 返回的被处理的衬底 (例如蚀刻衬底)。在图 2 中描述的实施例中, 于任一个处理室 110、112、132、128 和 120 中处理之后, 将被处理衬底 296 放在第二衬底夹持器 206 上。

[0034] 图 3 描述了图 1 的处理系统 100 的传送室 136 的局部截面图。在图 3 描述的实施例中, 传送室 136 配置为热处理衬底, 以使挥发性残余物从衬底释放。设置在传送室 136 中的衬底可通过任何适当的加热器或者能源加热。在一个实施例中, 可通过嵌入到传送室机械手 130 的叶片 134 中的电阻加热元件 322 来加热衬底。在另一个实施例中, 可通过设置在传送室 136 顶部中、上或者在传送室 136 下方的加热器模块 302 加热衬底。加热器模块 302 包括适合于加热衬底的一个或多个灯 306。在再一实施例中, 可通过设置在传送室 136 中的加热基座 314 加热衬底。基座 314 包括电阻加热器 322 或其它合适的加热器件。预期在传送室 136 中或者在真空下系统 100 的其他部分中通过其它方法加热衬底。

[0035] 在加热衬底期间, 衬底可暴露于一种或多种气体中, 该气体便于从衬底释放挥发物, 并便于从该系统去除所释放的挥发物。在图 3 中描述的实施例中, 传送室 136 包括气体通道 318, 该通道适于将不同处理气体从气源 316 提供到传送室 136 的内部容积中。从气源 316 提供的气体实例包括氮气 ( $N_2$ )、氩气 (Ar)、氢气 ( $H_2$ )、烷类、烯烃、氦气 (He)、氧气 ( $O_2$ )、臭氧 ( $O_3$ )、水蒸气 ( $H_2O$ ) 等。

[0036] 任选地, 传送室 136 可被装配成在加热期间感应衬底温度。在一个实施例中, 将能量产生器 304 设置在传送室 136 的顶部上, 该能量产生器 304 提供通过衬底 296 传送给传感器 310 的能量信号。能量产生器 304 为激光、宽束光源或者其它合适的波产生器, 且在一个实施例中, 产生器 304 是一种灯 306。

[0037] 准直器 312 设置在衬底 296 的下方, 以聚集从产生器 304 穿过衬底 396 在预定入射角度内传输的能量 324。穿过衬底 296 传输并通过准直器聚集的能量随后通过纤维光导被传输到传感器 310, 用于确定衬底温度, 如上面参考图 2 所描述。

[0038] 图 4 描述了根据本发明从衬底去除含卤素残余物的方法 400 的流程图。方法 400 在图 1 的处理装置 100 中进行。预期方法 400 在其他合适的处理系统中进行, 包括从其他制造商获得的那些。

[0039] 方法 400 通过将其上设置有层的衬底提供给处理系统 100 中的蚀刻室的步骤 402 开始, 该蚀刻室例如是蚀刻室 110、112、132、128 和 120 之一, 以进行蚀刻。工厂界面机械手 114 将待处理的衬底从 FOUP 106A-B 中之一传送到真空交换腔室 122 中的第一衬底夹持器 204。该衬底可以是其上进行膜处理的任一种衬底或者是材料表面。在一个实施例中, 衬底上可形成有一层或多层用于形成一结构, 如栅极结构。衬底可选地利用掩膜层作为设置在衬底上的蚀刻掩模和 / 或蚀刻停止层, 以促进特征或结构向衬底的传送。在另一实施例中, 衬底可具有多层例如膜叠层, 用于形成不同图案和 / 或特征, 例如双嵌入式结构等。衬底可以是如结晶硅 (例如  $Si\langle 100 \rangle$  或  $Si\langle 111 \rangle$ )、氧化硅、应变硅、硅锗、掺杂或未掺杂多晶硅、掺杂或未掺杂硅晶片和构图或未构图的晶片绝缘体上硅 (SOI)、碳掺杂氧化硅、氮化硅、掺杂硅、锗、砷化镓、玻璃、蓝宝石、设置在硅上的金属层等。衬底可具有各种尺寸如 200nm 或 300nm 直径晶片, 以及矩形或方形面板。在本发明描述的实施例中, 衬底是硅半导体衬底。

[0040] 在一个实施例中,传送到真空交换腔室 122 中的衬底可通过加热器模块 270 或者通过真空交换腔室 122 中的温度可控基座 240 被预加热到预定温度。在另一实施例中,衬底在传送室机械手 130 的叶片上同时被预加热。在一个实施例中,衬底被预加热至在约 20 摄氏度和约 400 摄氏度之间的温度。在与真空交换腔室 122 和传送室 136 内的压力基本相等之后,真空机械手 130 将衬底传送到其中一个处理室如室 110,以进行蚀刻处理。

[0041] 在步骤 404 中,衬底在处理室 110 中被蚀刻以在衬底上形成所需特征和图案。在衬底具有设置在衬底表面上的掩膜层的实施例中,蚀刻工艺蚀刻掩膜层同时形成所需特征和图案。

[0042] 在一个实施例中,通过提供具有至少一种含卤素气体的气体混合物来蚀刻衬底。含卤素气体的合适实例包括但不限于溴化氢 (HBr)、氯气 (Cl<sub>2</sub>)、四氟化碳 (CF<sub>4</sub>) 等。在适合于蚀刻多晶硅的示范性实施例中,提供到处理室 110 中的气体混合物以在约 20sccm 和 300sccm 之间,如在 20sccm 和约 60sccm 之间,例如约 40sccm 的流速提供包括溴化氢 (HBr) 和氯气 (Cl<sub>2</sub>) 气体的气体混合物。以气体混合物提供惰性气体至处理室 110。合适的惰性气体实例包括氮气 (N<sub>2</sub>)、氩气 (Ar)、氦气 (He) 等。在一个实施例中,通过气体混合物以在约 0sccm 和约 200sccm 之间,诸如在约 0sccm 和约 40sccm 之间,例如约 20sccm 的流速提供惰性气体如 N<sub>2</sub>。通过气体混合物提供还原气体如一氧化碳 (CO)。蚀刻工艺的等离子体功率可保持在约 200 瓦特和约 3000 瓦特之间,诸如约 500 瓦特和约 1500 瓦特之间,例如约 1100 瓦特,且偏置功率可保持在约 0 瓦特和约 300 瓦特之间,如约 0 瓦特和约 80 瓦特之间,例如约 20 瓦特。处理压力能被控制在约 2mTorr 和约 100mTorr 之间,诸如在约 2mTorr 和约 20mTorr 之间,例如约 4mTorr,且衬底温度可保持在约 0 摄氏度和约 200 摄氏度之间,如在约 0 摄氏度和约 100 摄氏度之间,例如约 45 摄氏度。

[0043] 在蚀刻工艺期间,被蚀刻材料与蚀刻剂化学物质的成分相组合,以及与掩膜层的成分相组合,如果有的话,和蚀刻工艺的副产物相组合,从而形成含卤素残余物。在一个实施例中,在衬底上将被蚀刻的材料可包括光致抗蚀剂层、硬掩膜层、底部抗反射涂层 (BARC)、多晶硅、结晶硅、栅氧化物、金属栅如氮化钛 (TiN) 和高 k 材料如氧化铝 (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、含铅氧化物。合适的硬膜层实例包括氮化硅、TEOS、氧化硅、非晶硅和碳化硅。含卤素残余物沉积在衬底表面上。如果暴露于大气压和 / 或水蒸气中,则含卤素残余物释放 (例如排气) 气态反应物如溴 (Br<sub>2</sub>)、氯气 (Cl<sub>2</sub>)、氯化氢 (HCl)、溴化氢 (HBr) 等。释放这种反应物会导致处理装置及工厂界面在衬底传送期间受侵蚀和颗粒污染,如图 1 所述的真空气密处理平台 104 和工厂界面 102。在将金属层如 Cu、Al、W 暴露于衬底表面的实施例中,如果不通过以下所述的发明工艺去除所释放的气态反应物,则金属层会被所释放的气态反应物侵蚀,从而不利地恶化在衬底上形成的器件性能。

[0044] 卤素也存在于衬底表面上,该衬底以蚀刻之外的方式在真空环境中被处理。因此,预期使用下述方法中可应用部分从这些衬底去除卤素。

[0045] 在步骤 406 中,在完成处理之后将被处理 (蚀刻) 的衬底从蚀刻处理室 110 中移走。被处理 (蚀刻) 的衬底随后被传送到处理系统 100 中除了进行蚀刻处理的蚀刻室以外的任一室中,以进行热处理,如以下进一步描述。例如,被蚀刻衬底随后被传送到包括其它处理室 112、132、128、120、传送室 136、真空交换腔室 122 中任一个的加热室或平台 104 中的其它部件中,其中衬底可被加热以释放卤素。任选地,热处理可发生在工厂界面 102、度量

台 118 中。被处理（例如被蚀刻）衬底在步骤 408 中被热处理，以在于 FOUNDRY 106A-B 或其他位置中暴露于大气条件或水蒸气中之前从衬底去除在步骤 404 期间所产生的含卤素残余物。预期可省略步骤 406，且下述热处理步骤 408 可在蚀刻衬底或者衬底被暴露于卤素中的室中进行，或者步骤 408 可在真空交换腔室或者其它合适的位置进行。还预期如果上述的热处理步骤 406 有效地从被蚀刻衬底去除卤素则可省略步骤 408。

[0046] 步骤 408 中，衬底可被热处理以从衬底去除卤素和 / 或含卤素残余物。在一个实施例中，进行步骤 408 同时将衬底设置在机械手 114、130 之一上，该机械手具有加热元件或者被配置成将衬底设置在足够接近适合加热衬底至释放挥发物温度的加热器的位置处。例如，进行步骤 408 的热处理工艺同时在随后于各室之间传送衬底的程序期间，将衬底设置在传送机械手 130 上。替换地，在步骤 408 中可将衬底定位在衬底支撑装置中，同时进行热处理。在一个实施例中，步骤 408 的热处理在真空交换腔室 122 或传送室 136 或处理室 112、132、128、120 之一中其它相似结构区域中进行。以下示范性描述中，步骤 408 被描述为在真空交换腔室 122 中进行。预期加热步骤和气体暴露与传感步骤的至少其中之一在平台 104 其他适当装配的区域中或者工厂界面 102 中进行。

[0047] 在步骤 408 的示范性实施例中，在真空交换腔室 122 中进行热处理工艺，以从被蚀刻衬底表面去除含卤素残余物。由第二衬底夹持器 206 固定的被蚀刻衬底向着加热器模块 270 升高衬底 124，从而增加向衬底热传送的强度。来自加热器模块 270 的热量导致衬底表面温度上升，从而导致设置在被蚀刻衬底表面上的卤素基反应物被释放和 / 或被排出。随着衬底温度升高，硅衬底光能吸收性能也变化。例如，随着来自加热器模块 270 的光 286 加热硅衬底且衬底温度上升，由衬底吸收的光能由于在高衬底温度下硅材料高的光能吸收而增加。由此，当硅衬底被加热时较少光被传输穿过硅衬底。通过由传感器 298 测量衬底透光度的变化，可计算衬底温度且能保持热处理工艺期间控制衬底温度的工艺终点。

[0048] 一个实施例中，加热器模块 270 以在约 5 秒和约 120 秒之间诸如约 20 秒将衬底加热至在约 20 摄氏度和约 500 摄氏度之间，诸如在约 150 摄氏度和约 400 摄氏度之间，例如约 300 摄氏度的温度。通过加热器模块 270 进行的衬底快速加热允许将被蚀刻衬底上的含卤素残余物去除，而不会增加工艺循环时间。在一个实施例中，可在预定时间周期中通过加热器模块 270 加热衬底直到自其去除被蚀刻衬底上的含卤素残余物。替换地，终点可通过控制衬底温度来检测，例如通过控制穿过衬底的光透射来检测。

[0049] 一个实施例中，从气源 252 将气体混合物提供到真空交换腔室 122 同时加热被蚀刻衬底。被蚀刻衬底暴露于气体混合物中并与该气体混合物反应。气体混合物将被排出的卤素基反应物转换成非侵蚀性挥发化合物，其被泵出真空交换腔室 122。气体混合物可包括含氧气体如  $O_2$ 、 $O_3$ 、水蒸气 ( $H_2O$ )、含氢气体如  $H_2$ 、合成气体、水蒸气 ( $H_2O$ )、烷类、烯烃等或者惰性气体如氮气 ( $N_2$ )、氩气 (Ar)、氦气 (He) 等。例如，气体混合物可包括氧气、氮气，和含卤素气体。一个实施例中，含氢气体是氢气 ( $H_2$ ) 和水蒸气 ( $H_2O$ ) 中的至少一种。另一实施例中，气体混合物包括臭氧 ( $O_3$ )。在衬底上存在掩膜层的实施例中，掩膜层可与含卤素残余物一起去除，例如在真空交换腔室中剥离光致抗蚀剂的掩膜。

[0050] 一个实施例中，可以在约 100sccm 和约 10,000sccm 之间，例如约 7000sccm 的流速提供气体混合物。在由使用溴基蚀刻化学物质导致的含卤素残余物大部分是溴基残余物的实施例中，气体混合物包括臭氧 ( $O_3/O_2$ ) 和 / 或其它惰性气体如  $O_2$  和  $N_2$ 。臭氧气体 ( $O_3/$

O<sub>2</sub>) 以在约 100sccm 和约 10,000sccm 之间,例如约 7000sccm 的流速提供。替换地,惰性气体以在约 100sccm 和约 10,000sccm 之间如约 500sccm 的流速与臭氧气体 (O<sub>3</sub>/O<sub>2</sub>) 一起提供。残余气体分析器 (RGA) 可用于检测剩余在被蚀刻衬底表面上的含卤素残余物。

[0051] 任选地,进行步骤 410,其中经热处理的衬底返回到系统的处理室 110、112、132、128、120 之一,用于在从真空环境移走之前的另外处理。在步骤 408 的卤素去除工艺之后,衬底将不会在随后处理期间将卤素引入到处理室中,从而防止对处理室的损坏。

[0052] 在任选步骤 412 中,热处理的衬底在真空交换腔室 122 中冷却。步骤 412 中,在卤素残余物去除步骤 408 之后,升高温度受控基座 240 以接触在第二衬底夹持器 206 上支撑的被蚀刻衬底,以将衬底冷却至所需温度。被蚀刻的衬底经由基座 240 传输热量来冷却。一个实施例中,被蚀刻衬底可被冷却到在约 10 摄氏度和约 125 摄氏度之间范围内的温度,其允许被蚀刻衬底返回到 FOUP106A-B 而不会导致对 FOUP 106 A-B 的损伤。

[0053] 当在步骤 412 中冷却衬底时,真空交换腔室 122 同时被抽空,为之后步骤 414 中的衬底传送工艺做准备,以最小化工艺循环时间。一旦真空交换腔室 122 和工厂界面 102 的压力相匹配,就打开第一狭口阀 244 以允许工厂界面机械手 114 进入真空交换腔室 122,从而从真空交换腔室 122 移走被蚀刻的衬底并将其返回到 FOUP 106A-B 之一中。自 FOUP 106A-B 的新的未被处理的衬底可被传送到第一衬底夹持器 204 的真空交换腔室 122 中,同时从第二衬底夹持器 206 移走被蚀刻衬底,从而四次连续处理衬底,如由图 3 中描述的回线表示的。替换地,在除了真空交换腔室 122 之外的平台 104 区域中进行被蚀刻衬底的热处理工艺的实施例中,在完成步骤 408 之后,将被蚀刻衬底移动到真空交换腔室 122 中或处理室 132、128、120 之一中。

[0054] 由此,本发明提供用于从衬底去除卤素和 / 或含卤素残余物的方法和装置。该方法和装置有利地防止衬底被污染和沉积在衬底上的金属膜暴露部分被侵蚀,并防止由被释放的卤素导致的处理系统的污染和侵蚀,从而提高产率和生产量。

[0055] 虽然前述内容涉及到本发明的实施例,但是可得出本发明的其它和进一步实施例而不超出其基本范围,且其范围通过以下的权利要求确定。

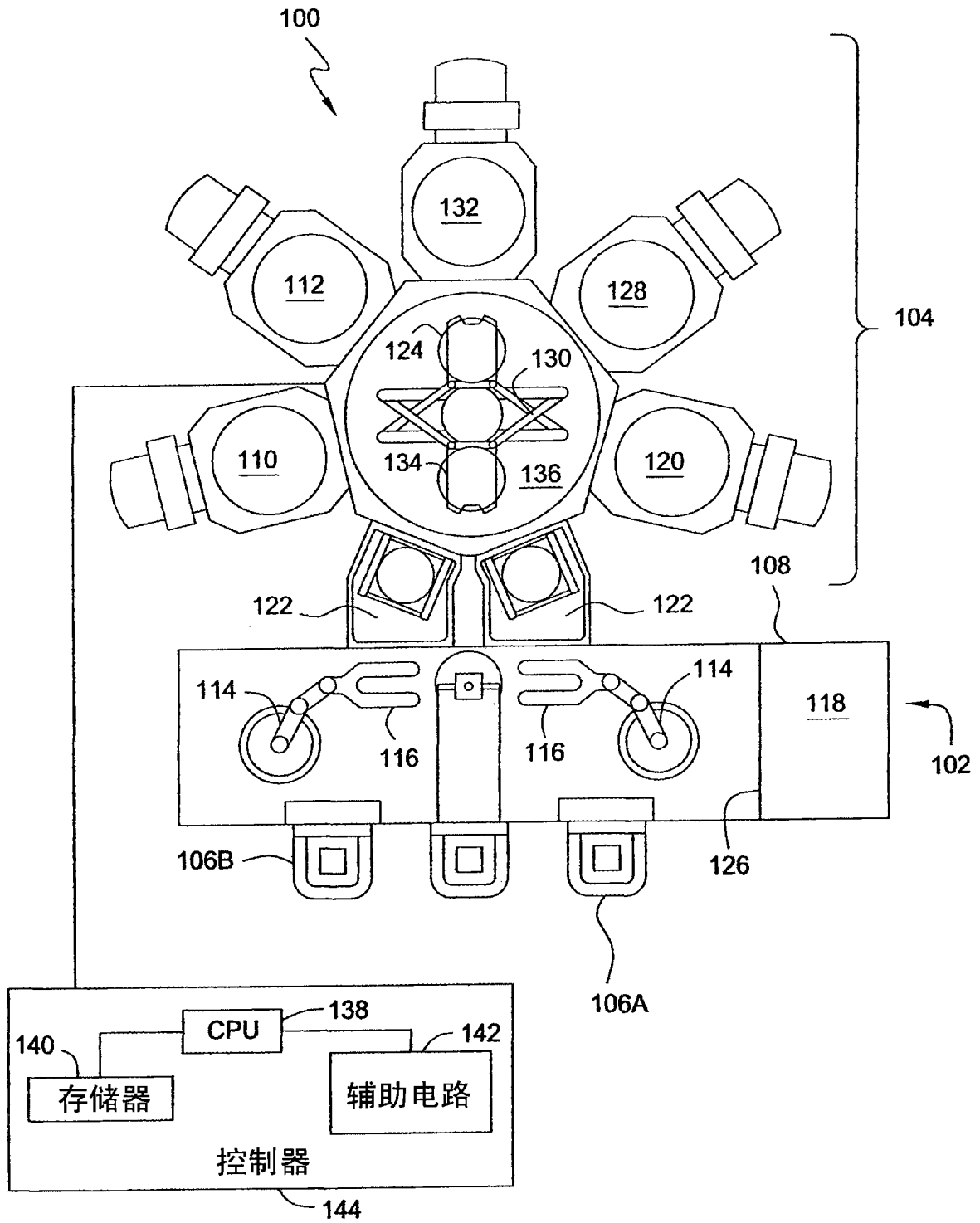


图 1

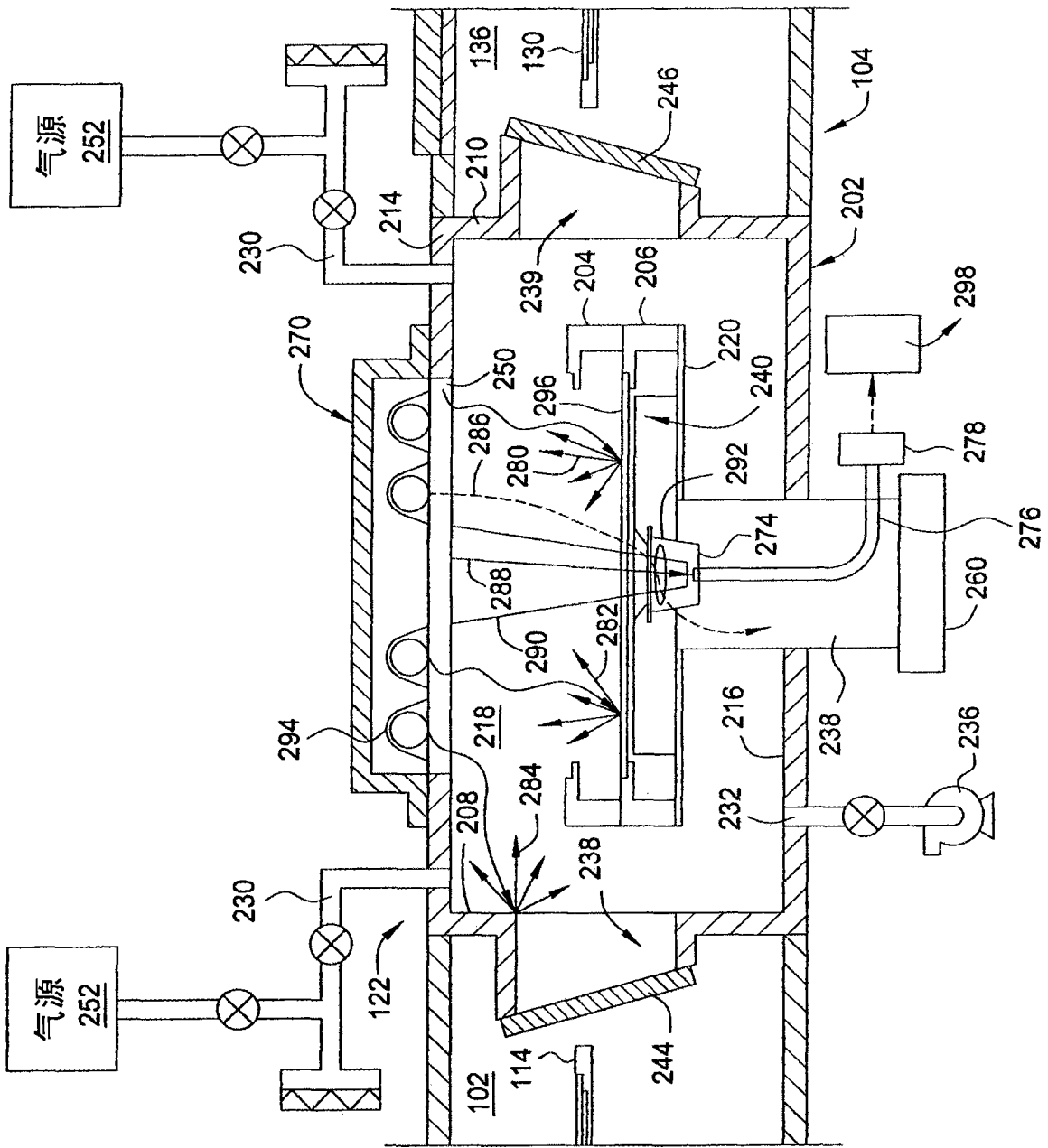


图 2

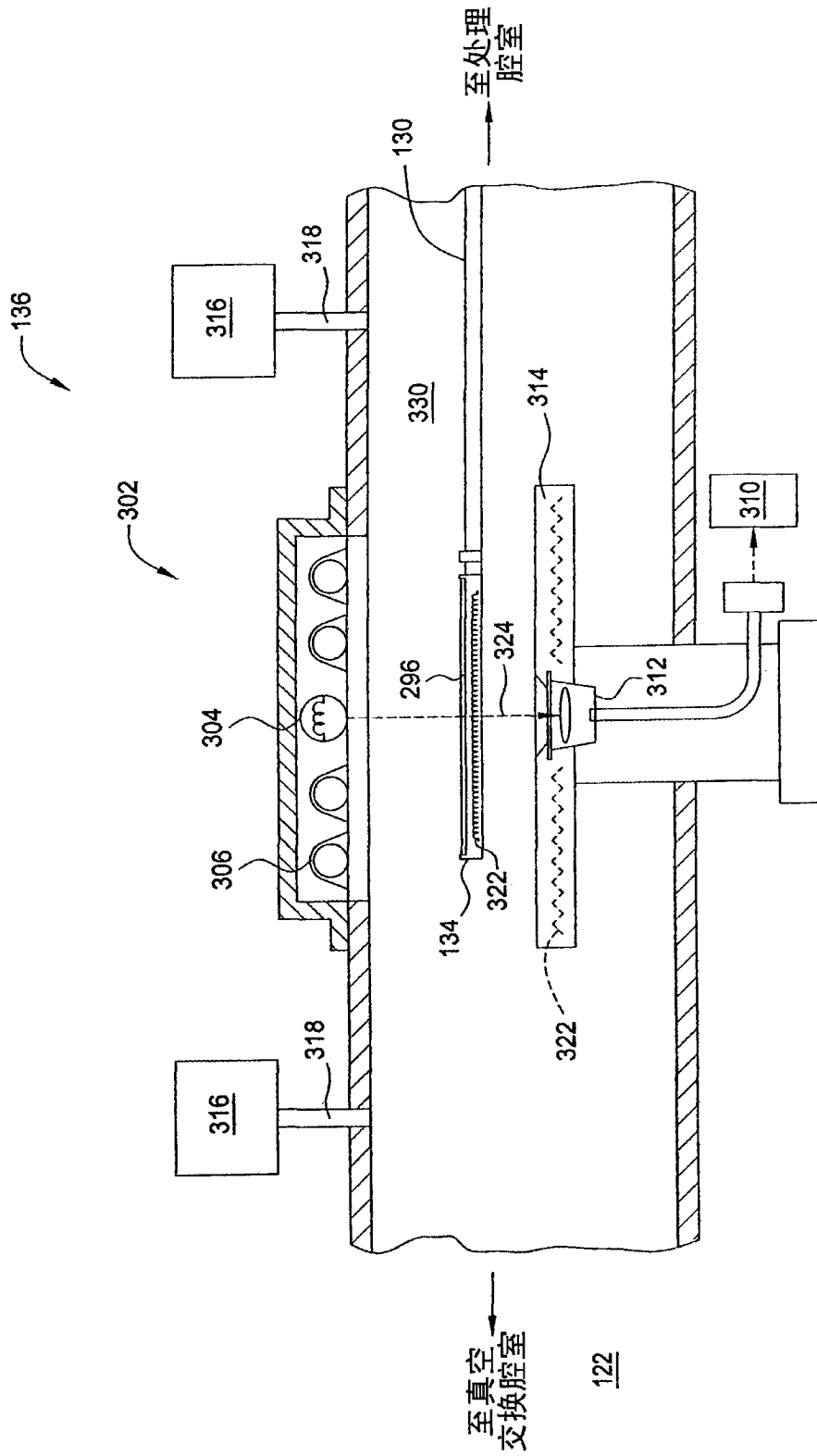


图 3

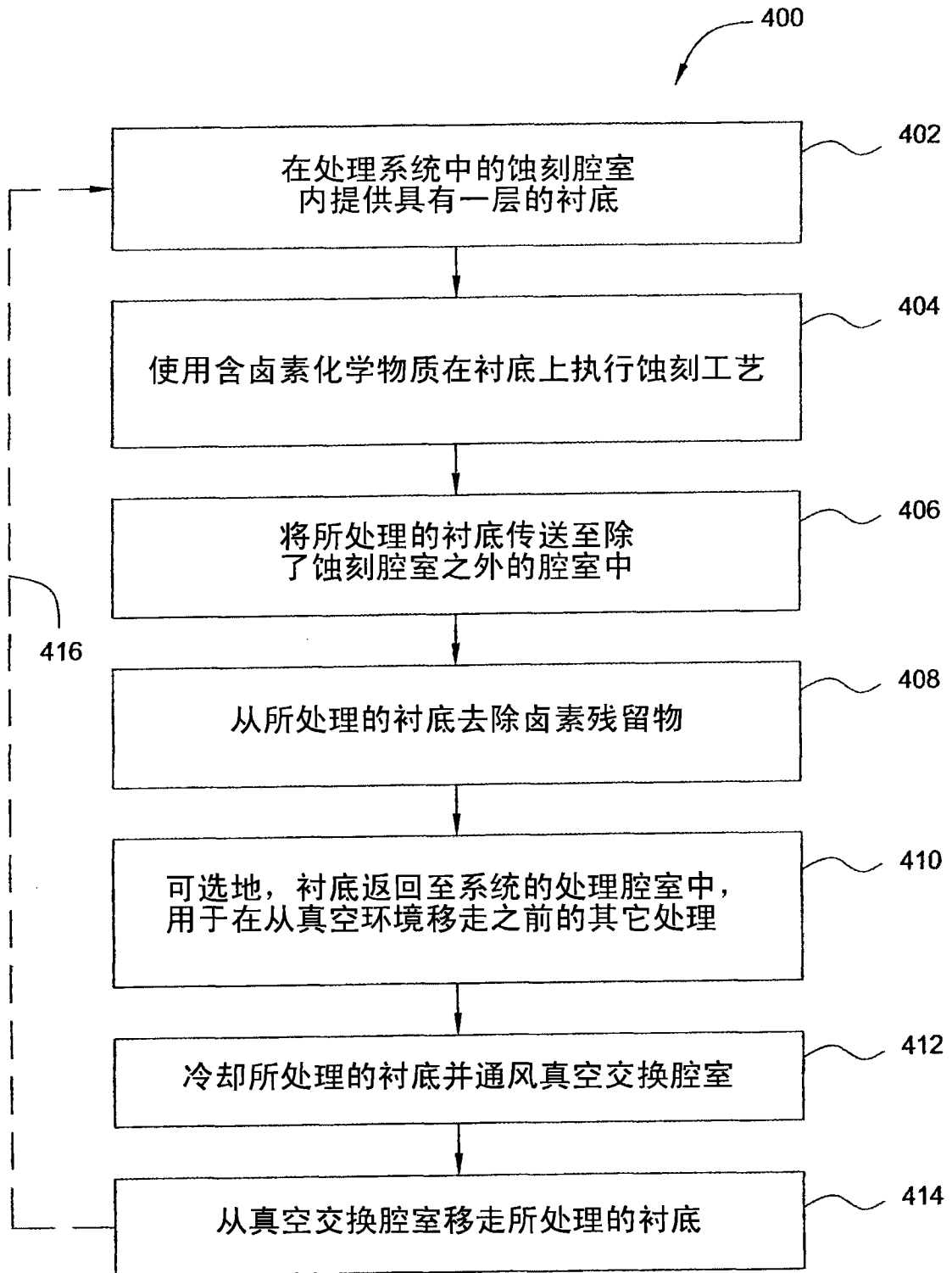


图 4