

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780044112.5

[51] Int. Cl.

H01L 21/31 (2006.01)

B05D 3/00 (2006.01)

[43] 公开日 2009 年 9 月 23 日

[11] 公开号 CN 101542693A

[22] 申请日 2007. 12. 10

[21] 申请号 200780044112.5

[30] 优先权

[32] 2006. 12. 11 [33] US [31] 60/869,554

[86] 国际申请 PCT/US2007/087008 2007. 12. 10

[87] 国际公布 WO2008/073906 英 2008. 6. 19

[85] 进入国家阶段日期 2009. 5. 27

[71] 申请人 应用材料股份有限公司

地址 美国加利福尼亚

[72] 发明人 塞奥 - 米 • 乔 马耶德 • A • 福阿德

[74] 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理有限公司

代理人 徐金国 王金宝

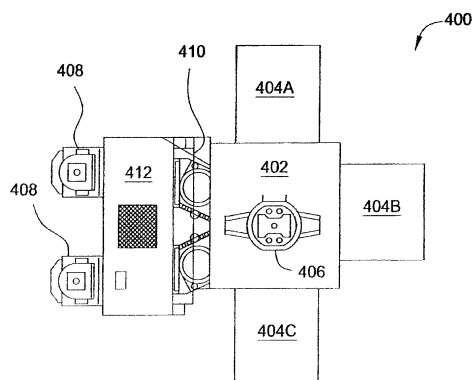
权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 5 页

[54] 发明名称

干式光阻剥除方法及设备

[57] 摘要

本发明提出一种从一基材剥除光阻的处理方法。本发明也提出一种将一掺杂物注入一膜堆栈的一层中、剥除该经注入的膜堆栈以及退火处理该经剥除的膜堆栈的处理系统。当将高浓度的掺杂物注入一光阻层时，会在该光阻层表面上形成一不易移除的外壳层。本发明所述的方法可有效地移除表面具有上述的外壳层的光阻层。



1、一种光阻剥除方法，其至少包含：

将一其上具有一光阻层的基材置于一剥除室中；

在一远程等离子体源中由氟气与氧气的至少一个以及氢气形成一等离子体；

将来自该远程等离子体源的等离子体与水蒸气导入该室中；以及
从该基材剥除该光阻。

2、如权利要求 1 所述的方法，其中该光阻层在剥除前是暴露于一注入处理。

3、如权利要求 1 所述的方法，还包括：

退火处理该经剥除的基材。

4、如权利要求 1 所述的方法，还包括：

将该具有该光阻的基材置于一注入室中，将离子注入位于该基材与该光阻层之间的一层中，并在该光阻上形成一外壳层；

从该注入室传送该基材；

将该基材从该剥除室传送至一退火室；以及
退火处理该基材。

5、如权利要求 4 所述的方法，其中该离子是选自下列所构成的群组：硼、磷、砷及其组合物。

6、如权利要求 4 所述的方法，其中该外壳层包括由两个碳-碳单键结合在一起的两个芳香环。

7、如权利要求 1 项所述的方法，其中该剥除步骤包括将该光阻转换成氧双原子、二氧化碳、水与氢双原子。

8、如权利要求 1 所述的方法，其中该剥除步骤还包括以一射频电流对该基材施加偏压。

9、一种光阻剥除方法，其至少包括：

将一基材置于一处理室中，其中该基材其上具有一光阻层；

将一或更多离子注入位于该光阻层与该基材之间的一层中，该注入步骤可在该光阻层的至少一部分上形成一外壳层；

在一远程等离子体源点燃(ignite)一等离子体并将该外壳层暴露于该等离子体中；

将该外壳层暴露于水蒸气中；以及

移除该外壳层与该光阻层。

10、如权利要求 9 所述的方法，其中该外壳层包括由两个碳-碳单键结合在一起的两个芳香环。

11、如权利要求 9 所述的方法，其中该被注入的离子包括硼且该等离子体是藉由使氢气流过该远程等离子体源而点燃。

12、如权利要求 11 所述的方法，其中该水蒸气的流速是介于约 80 sccm 至约 100 sccm 之间。

13、如权利要求 11 所述的方法，其中该水蒸气的流速是介于约 2800 sccm 至约 3000 sccm 之间。

14、如权利要求 9 所述的方法，其中该被注入的离子包括硼且该等离子体是藉由使四氟化碳与氧流过该远程等离子体源而点燃。

15、如权利要求 14 所述的方法，其中该四氟化碳的流速是介于约 225 sccm 至约 275 sccm 之间、该氧的流速是介于约 4900 sccm 至约 5100 sccm 之间且该

水蒸气的流速是介于约 325 sccm 至约 375 sccm 之间。

16、如权利要求 9 所述的方法，其中该离子是选自下列所构成的群组：硼、磷、砷及其组合物。

17、如权利要求 9 所述的方法，其中该剥除步骤包括将该光阻转换成氧双原子、二氧化碳、水与氢双原子。

18、如权利要求 9 所述的方法，还包括退火处理该基材。

19、一种处理系统，其至少包括：

一传送室；

一注入室，耦接至该传送室；

一剥除室，耦接至该传送室；

一退火室，耦接至该传送室；

一工厂接合部，耦接至该传送室；以及

或更多个前开式整合盒，耦接至工厂接合部。

20、如权利要求 19 所述的系统，其中该剥除室包括一远程等离子体源与其耦接。

干式光阻剥除方法及设备

技术领域

本发明的实施例大致是涉及从基材（substrate）剥除光阻的方法与实施该方法的设备。本发明的实施例也涉及注入离子与剥除光阻的系统。

背景技术

集成电路可包括超过一百万个微电子场效晶体管(例如，互补式金氧半导体(complementary metal-oxide-semiconductor, CMOS)场效晶体管)形成在一基材(例如，半导体晶片)上并合作在电路中执行不同功能。电路制造中，光阻胶(photoresist)可经沉积、曝光与显影以产生一掩膜(mask)来蚀刻下层。

为了产生集成电路，须将离子注入集成电路的不同部分。离子注入过程中，晶片受到一束带电离子(称为掺杂物)的轰击。注入可改变注入掺杂物的材料的特性，主要是用来达成特定的电子性能。这些掺杂物是经加速至可允许它们穿透(即，注入)该膜至所需的深度的能量。注入过程中，离子可注入光阻层中并导致坚硬、外壳状(crust-like)层形成于光阻胶的表面。利用传统的去胶工艺(stripping process)难以移除该外壳层。再者，若未移除外壳层或下层光阻胶的话，残余的阻胶在接下来的工艺步骤会成为污染物。

因此，需要剥除(strip)光阻的改良方法。

发明内容

本发明大致上包括一从基材剥除光阻的处理方法。本发明也包括将掺杂物注入集成电路并接着在注入步骤中剥除存在的光阻的处理系统。可藉由将光阻暴露在水蒸气、以及氟气与氧气中至少一个和氢气的等离子体形式而有效地剥除光阻与外壳(若有的话)。接着可执行退火。藉由在相同的处理系统中进行注入、剥除与退火，可减少氧化作用并提高基材产量。因为注入室内可能残留一部分的掺杂物且该掺杂物可用于接下来的光阻注入而提高基材产量。残留在注入室内的那部分掺杂物可减少执行下一基材注入所需的时间。

一实施例中，光阻剥除方法包括将其上具有光阻层的一基材置于腔室内；在远程等离子体源中从氟气与氧气中至少一个以及氢气而形成一等离子体；将来自远程等离子体源的等离子体与水蒸气导入腔室内；并从基材上剥除光阻。

另一实施例中，光阻剥除方法包括将一基材置于处理室中，该基材其上具有一光阻层；将一或更多离子注入位于该光阻与该基材之间的一层；该注入在该光阻层的至少一部分中形成一外壳层；在一远程等离子体源中点燃(igniting)一等离子体并将该外壳层暴露于等离子体中；暴露该外壳层于水蒸气中；并移除该外壳层与光阻层。

另一实施例中，提供在相同的处理系统中注入、剥除与退火的处理系统。处理系统的一处理室是适以执行剥除处理，该剥除处理包括将光阻暴露于水蒸气与一等离子体(由氟气与氧气中至少一个以及氢气所形成)。比起传统工艺较有利的是，可减少基材的氧化并提高基材的产量。

另一实施例中，提出一种注入的处理系统，该系统包括一传送室；一注入室，耦接至该传送室；一剥除室，耦接至该传送室；一退火室，耦接至该传送室；一工厂接合部(factory interface)，耦接至该传送室；以及一或多个前开式整合盒(Front Opening Unified Pod, FOUP)，耦接至工厂接合部。

附图说明

为了详细地了解本发明上述的特征，本发明更明确的描述(简短地总结于上)可参照许多实施例(某些描述于附图中)。然而，由于本发明容许其它等效的实施例，可以理解附图仅描述本发明的典型实施例且因此不应视为本发明范围的限制。

图1是根据本发明的一实施例的剥除室的剖面图。

图2是具有外壳层形成于其上的一结构的剖面图。

图3是根据本发明的一实施例的剥除处理流程图。

图4是根据本发明的处理系统的概略平面图。

图5是可执行在图4中根据本发明的系统的不同处理的流程图。

为了加速理解，可使用相同的附图标记代表图式共有的相同组件。可以理解可有利地将一实施例的组件与特征并入其它实施例中而不需进一步列举。

然而，需要注意附图仅描述本发明的示范性实施例，由于本发明容许其它

等效的实施例，因此不视为对本发明的范围的限制。

【主要附图标记说明】

100 反应室	102 处理室
104 基材底座	106 远程等离子体源
108 控制器	110 第一部分
112 第二部分	114 真空泵
116 侧壁	118 盖件
120 喷头	122 混合容积
124 反应容积	126 基材
128 气体充填式灯泡	130 嵌入式电阻加热器
132 导管	134 来源
136 排出口	138 节流阀
140 支持系统	142 远程等离子体室
144 气体面板	146 电源
148 射频产生器	150 调谐组件
152 应用器	160 接地参考点
162 等离子体	166 导管
168 入口	170 开口
196 偏压功率源 (bias power source)	198 电极
200 工件	202 基材
204 光阻层	206 外壳部分
208 膜堆栈	300、500 过程；
步骤：	
400 处理系统	402 传送室
404A、404B、404C 处理室	
406 机器装置	408 前开式整合盒
410 负载锁定室	412 工厂接合部

具体实施方式

本发明大致上包括从位于基材上的膜堆栈剥除光阻的处理方法。本发明也

包括将一掺杂物注入膜堆栈的一层中并随后剥除位于膜堆栈上的光阻层的处理系统。当将高浓度的掺杂物注入光阻内时,可在光阻层上形成一外壳层。因为光阻在注入过程中丧失氢而形成外壳层。光阻层表面丧失氢可促进碳的键结而产生坚硬、石墨状外壳。可利用水蒸气与一等离子体(由氟气与氧气的至少一个以及氢气所形成)从基材上有效地剥除光阻(包括外壳)。接着可退火处理经剥除的膜堆栈。藉由在单一处理系统进行注入、剥除与退火处理,可避免膜堆栈的氧化并同时提供高的基材产量。注入室内可能残留一部分的掺杂物且该掺杂物可用于接下来的光阻注入因而提高基材产量。残留在注入室内的那部分掺杂物可减少执行下一基材注入所需的时间。

图1是根据本发明一实施例的剥除室100的概略图。适当剥除室或灰化反应室的实例是详细描述于2002年10月4日申请号10/264,664的美国专利申请案以及2005年7月29日申请号11/192,989的美国专利申请案,在此以参考数据的方式并入本文中。反应室100的显著特征简短地描述于下。

反应室100包括一处理室102、一远程等离子体源106与一控制器108。处理室102通常为一真空容器,其包括一第一部分110与一第二部分112。一实施例中,第一部分110包括一基材底座104、一侧壁116与一真空泵114。第二部分112包括一盖件118与一气体分配板(喷头)120,该分配板界定一气体混合容积122与一反应容积124。盖件118与侧壁116通常是由一金属(例如,铝(Al)、不锈钢等等)所形成并电性耦接于一接地参考点(ground reference)160。

基材底座104支撑反应容积124内的一基材(晶片)。一实施例中,基材底座104可包括一辐射热能来源(诸如,气体充填式灯泡128以及嵌入式电阻加热器130)与导管132。导管132经由底座104的晶片支撑面中的沟槽(未显示)从来源134提供气体(例如,氩)给基材126的背侧。气体可促进支撑底座104与晶片126之间的热交换。底座104可包括一耦接于偏压功率源196的电极198以在处理期间对基材126进行偏压。

真空泵114是耦接至形成于处理室102的侧壁116中的排出口136。真空泵114是用来在处理室102中维持所需的气压以及从处理室102排出处理后气体与其它挥发性化合物。一实施例中,真空泵114包括一节流阀138以控制处理室102中的气压。

处理室102也包括用以固定与释放基材126、侦测处理终点、内部检测等

等的传统系统。上述的系统共同称为支持系统 140。

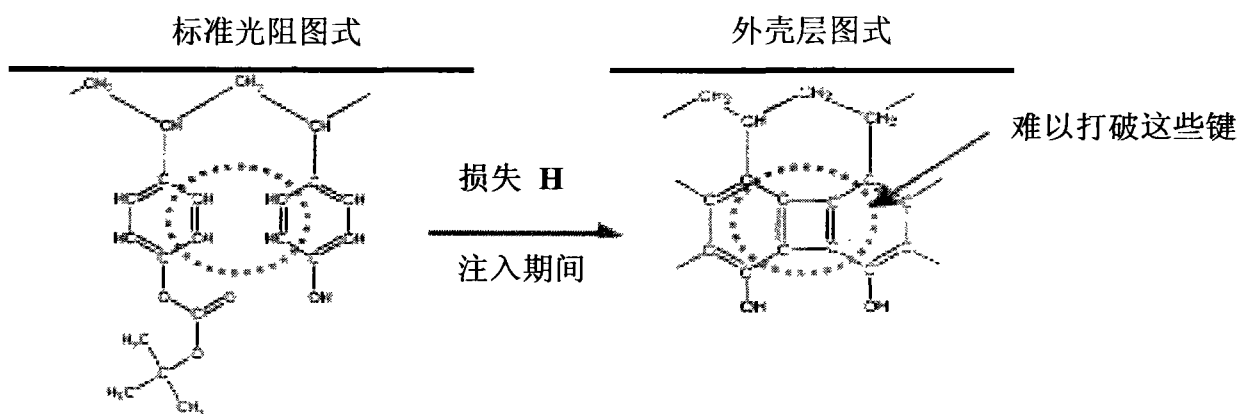
远程等离子体源 106 包括一电源 146、一气体面板 144 与一远程等离子体室 142。一实施例中，电源 146 包括一射频(radio-frequency, RF)产生器 148、一调谐组件(tuning assembly)150 与一应用器(applicator)152。射频产生器 148 能够在频率约 200 kHz 至 700 kHz 下产生约 200 W 至 5000 W。应用器 152 是感应地耦接至远程等离子体室 142 并可能量化气体面板 144 所提供的处理气体(或气体混合物)以形成等离子体 162，该等离子体是通过处理室内的喷头 120 传送至反应容积 124。一实施例中，远程等离子体室 142 具有一环形(toroidal)几何形状，可局限等离子体并促进自由基形式的有效产生以及降低等离子体的电子温度。其它实施例中，远程等离子体源 106 可为一微波等离子体源。又其它实施例中，反应容积 124 内形成的等离子体可通过感应式或电容耦合加以形成。

气体面板 144 利用一导管 166 来传送处理气体至远程等离子体室 142。气体面板 144(或导管 166)包括诸如质量流量控制器与关闭阀等构件(未显示)以控制供应给等离子体室 142 的各个气体的气压与流速。远程等离子体室 142 中，处理气体是经离子化与解离以形成反应种(reactive species)。

反应种是通过形成于盖件 118 中的入口 168 导入混合容积 122。为了使充电等离子体对晶片 126 上的组件的伤害达到最小，在气体通过喷头 120 中复数个开口 170 到达反应容积 124 前，处理气体的离子种大致上在混合容积 122 内受到中和。

图 2 是一工件 200 的剖面图，该工件包括其上具有膜堆栈 208 与光阻层 204 的基材 202。一般显示的膜堆栈 208 是指位于基材 202 与光阻层 204 之间的一或多层。光阻层 204 可具有一外壳部分 206。光阻层 204 在注入过程中暴露于诸如磷、砷或硼的掺杂物因而在光阻层 204 上形成外壳部分。

注入处理会导致光阻表面损失氢。因为氢的损失，形成碳-碳键结并造成厚的碳化外壳层。对于非常高剂量的掺杂物(即，约 1×10^{15})与相对低能量的注入来说，外壳层可能含有高浓度的掺杂物。一实施例中，掺杂物包括硼。另一实施例中，掺杂物包括砷。又另一实施例中，掺杂物包括磷。标准光阻的图式(representation)与外壳层的图式显示如下。

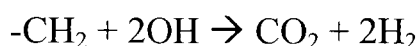
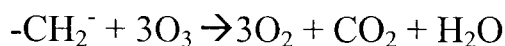


因为外壳层包括诸如硼、磷或砷的掺杂物，包含氧的传统剥除方法的移除不足以有效地移除外壳层 206 与光阻层 204。

剥除过程

图 3 是根据本发明的一实施例的剥除过程 300 的流程图。过程 300 藉由将工件 200 导入腔室 100 而开始于步骤 302。步骤 304 中，将剥除气体导入远程等离子体源 142。步骤 306 中，将等离子体由远程等离子体源 142 导入腔室 100。步骤 308 中，藉由剥除方式从工件 200 上移除光阻层 204，包括任何假若存在的外壳层 206。

剥除过程中，发生下列化学反应：



适当的剥除气体包括氢、臭氧、氧、氟与水蒸气。一实施例中，可提供氢、氧、水蒸气与氟。提供的氧的数量可能由于安全考虑而受到限制，且在一实施例中，可通过使用足够的氟而加以排除。

氢、氟与氧气是由气体面板提供给远程等离子体源。另一方面，可藉由远程蒸发水分而产生水蒸气并接着直接或藉由气体面板搭配其它气体而提供给处理室。维持水蒸气高于水的沸点。

一实施例中，可提供每分钟约 500 sccm 至约 10 升的氢给腔室。另一实施例中，所提供的氢的数量约每分钟 7 升。对于水蒸气来说，可提供每分钟约 50 sccm 至约 5 升的量给腔室。另一实施例中，可提供约 90 sccm 的水蒸气给腔室。又另一实施例中，可提供 350 sccm 的水蒸气给腔室。对于氟来说，可

提供约 500 sccm 的量给腔室。一实施例中, 可提供约 250 sccm 的氟给腔室。对于氧来说, 可提供约 0 sccm 至约 500 sccm 的量给腔室。一实施例中, 可提供 200 sccm 的氧给腔室。

可提供射频功率给远程等离子体源以引发等离子体。射频功率约 5 kW。为了开始剥除而将等离子体提供给处理室。一实施例中, 压力高达 8 Torr。另一实施例中, 压力是约 2 Torr 至约 5 Torr。基材温度是约室温至约 350°C。另一实施例中, 温度是约 80°C 至约 200°C。又另一实施例中, 基材温度可能为 120°C。又另一实施例中, 基材温度可能为 220°C。若基材温度高于约 350°C, 则开始燃烧光阻。

一实施例中, 可提供射频偏压给剥除室。射频偏压有助于打破经注入的光阻与外壳层。射频偏压可额外地提供一微蚀(soft etching)并有助于从基材移除任何残余物。射频偏压的强度越高, 光阻与外壳移除将会越具侵略性。再者, 射频偏压越高, 基材受损的几率越高。

可使从基材剥除光阻与外壳层的处理条件达到最佳化以改善移除速率。举例来说, 较高剂量比例的注入(即, 高于约 1×10^{16})的外壳层相当厚。藉由调整氢、氟与水蒸气的数量, 可使光阻与外壳层的移除速率达到最佳。当下面讨论有关硼注入光阻时, 可预期砷注入光阻与磷注入光阻具有相似的结果。

实施例 1

通过远程等离子体提供每分钟 7 升的氢搭配 90 sccm 的水蒸气给一处理室以移除硼注入光阻。以每分钟 3000 埃的速率移除硼注入光阻与外壳层。

实施例 2

通过远程等离子体源提供每分钟 7 升的氢搭配 2900 sccm 的水蒸气给一处理室以移除硼注入光阻。将基材维持在 120°C, 且将腔室压力维持在 2 Torr。以每分钟 300 埃的速率移除硼注入光阻与外壳层。

实施例 3

通过远程等离子体源提供 250 sccm 的 CF_4 与 5000 sccm 的 O_2 搭配 350 sccm 的水蒸气给一处理室以移除硼注入光阻。将基材维持在 220°C。在 60 秒内完全移除硼注入光阻与外壳层。

比较实施例

将传统的氧剥除方法用在具有含硼外壳层的光阻上。由于移除速率约每分

钟 0 埃的关系，该处理无法疑除光阻与外壳层。

图 4 是根据本发明的一处理系统 400 的概略平面图。图 4 所示的实施例中，处理系统 400 包括一中心传送室 402，由三个处理室 404A-C 所包围。工厂接合部 412 藉由一负载锁定室 410 耦接至传送室 402。在工厂接合部 412 中配置一或多个前开式整合盒 408 以储存基材。将一机器装置 406 配置于中心传送室 402 中以助于在处理室 404A-C 与负载锁定室 410 之间传送基材。可从前开式整合盒 408 通过负载锁定室 410 将基材提供给系统 400 的处理室 404A-C 且通过负载锁定室 410 从系统 400 移除至前开式整合盒 408。

各个处理室 404A-B 是适以执行基材处理中的不同步骤。举例来说，处理室 404A 是将掺杂物注入工件的注入室。示范性的注入室为 P3i[®] 室，可从 Applied Materials, Inc(Santa Clara, California)取得，详述于 2006 年 12 月 8 日申请号 11/608,357 的美国专利案中，在此将其全文以参考数据并入本文中。可以理解也可使用其它适当的注入室，包括其它制造商生产的那些腔室。

腔室 404B 是适以作为一剥除室并是用来从工件上剥除光阻与外壳层。示范性的剥除室 404B 是如图 1 中所描述的反应室 100。也可从 Applied Materials, Inc 取得适当的湿式剥除室。可以理解也可使用其它适当的注入室，包括其它制造商生产的那些腔室。

处理室 404C 是一退火室，是用以对剥除之后的工件进行退火处理。可以应用的示范性退火室是 Radiance[®] 快速热处理室，可从 Applied Materials, Inc 取得，其是详述于美国专利编号 7,018,941 中，在此将其全文以参考数据并入本文中。可以理解也可使用其它适当的注入室，包括其它制造商生产的那些腔室。

藉由在单一处理工具中提供注入、剥除与退火室，可提高基材产量。首先将掺杂物注入基材以处理基材。接着，从经注入的基材上剥除光阻。最后，退火处理经剥除的基材。

将所有三个处理室 404 配置于相同的群组工具设备 400 也可提高产量与节省金钱。藉由不打破处理步骤之间的真空，可维持真空并因此减少腔室运转之间的停工期。再者，对于注入室来说，当下一基材进行处理时，注入步骤所需的高达约 30% 的必须掺杂物已经存在于注入室中。未使用的掺杂物可残留于注入室中并至少使注入室部分饱和。由于处理开始的时间点上注入室中已经具

有掺杂物，可较快地处理光阻并提供较少的掺杂物气体。

图 5 是利用图 4 的处理系统或其它适当系统而执行的过程 500 的流程图。过程 500 开始于步骤 502，其中是利用例如 2006 年 12 月 8 日申请号 11/608,357 的美国专利申请案所述的方法而在腔室 404A 中注入膜堆栈的一层。步骤 504 中，利用方法 300 或其它适当方法在腔室 404B 中剥除注入期间内位于膜堆栈上的光阻层。步骤 506 中，如美国专利号 7,018,941 所述的退火处理经剥除的膜堆栈。

藉由利用氢、水蒸气、氟与氧，可有效地且效率高地从基材剥除形成于其上的光阻与外壳层。将一注入室与一或多个退火室与剥除室并入单一群组工具中可提高基材产量并减少花费。

虽然上述是有关于本发明的实施例，但可在不悖离本发明基本范围的情况下设计本发明其它与进一步的实施例，其中本发明的范围是由下述的权利要求书所界定。

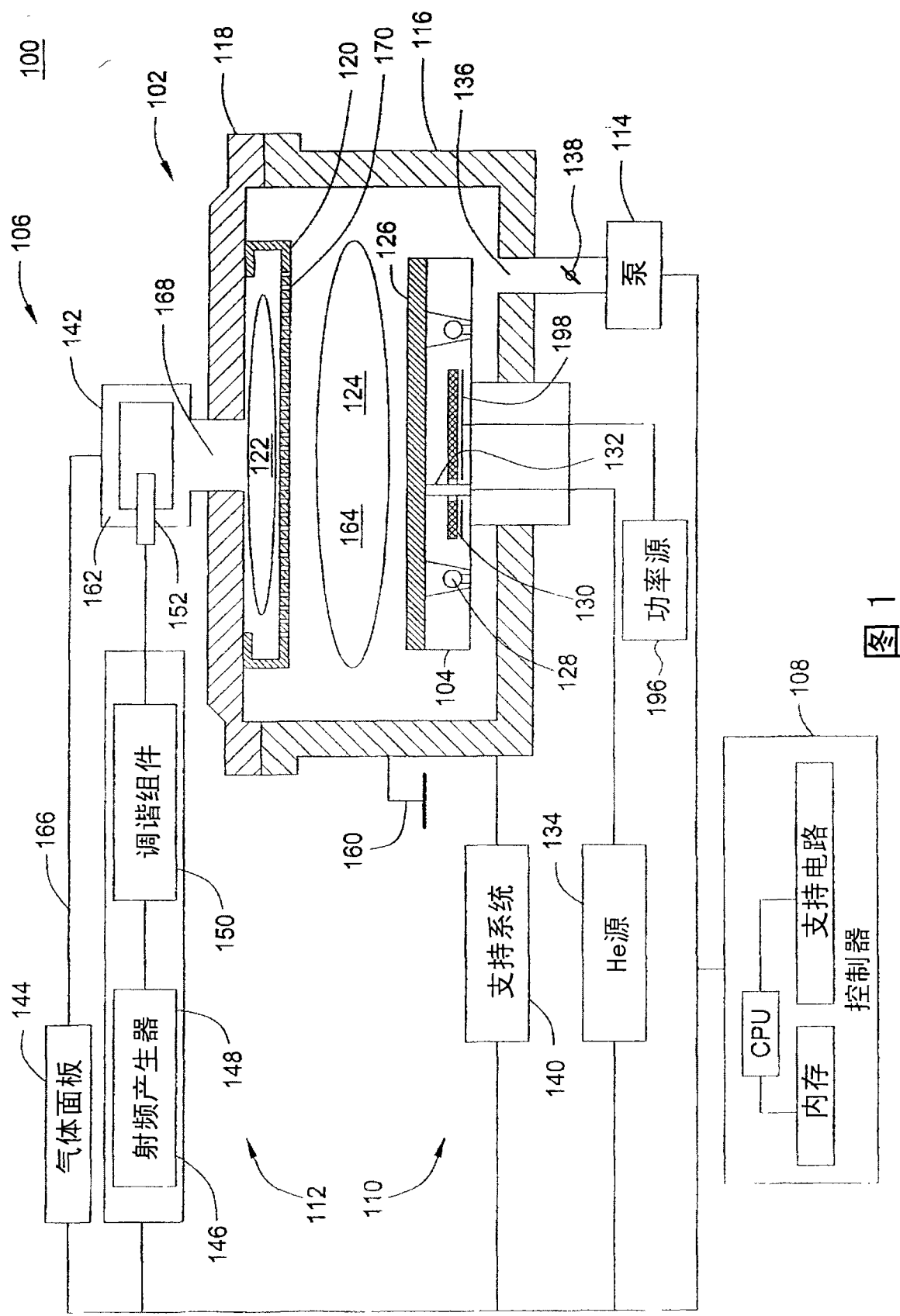


图 1

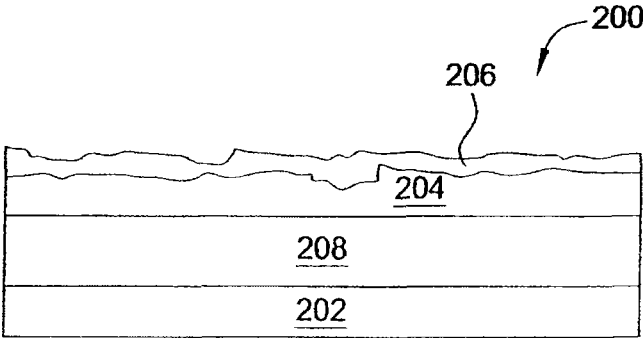


图 2

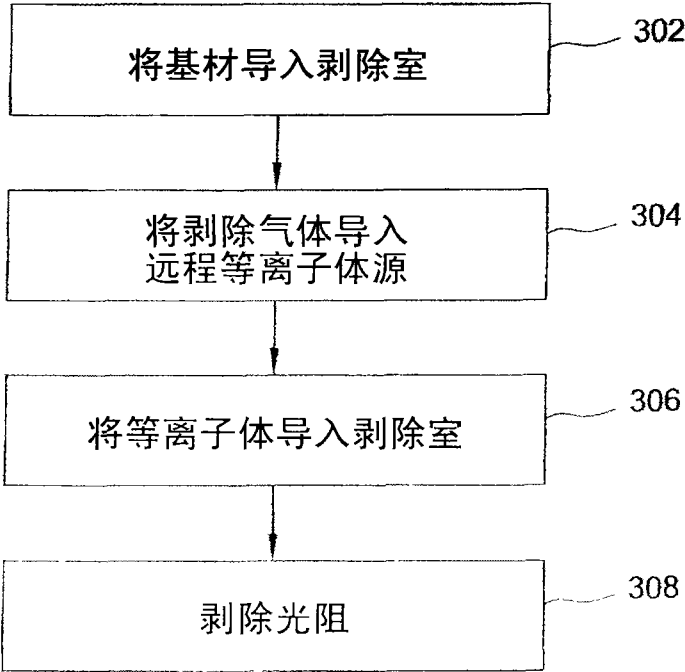


图 3

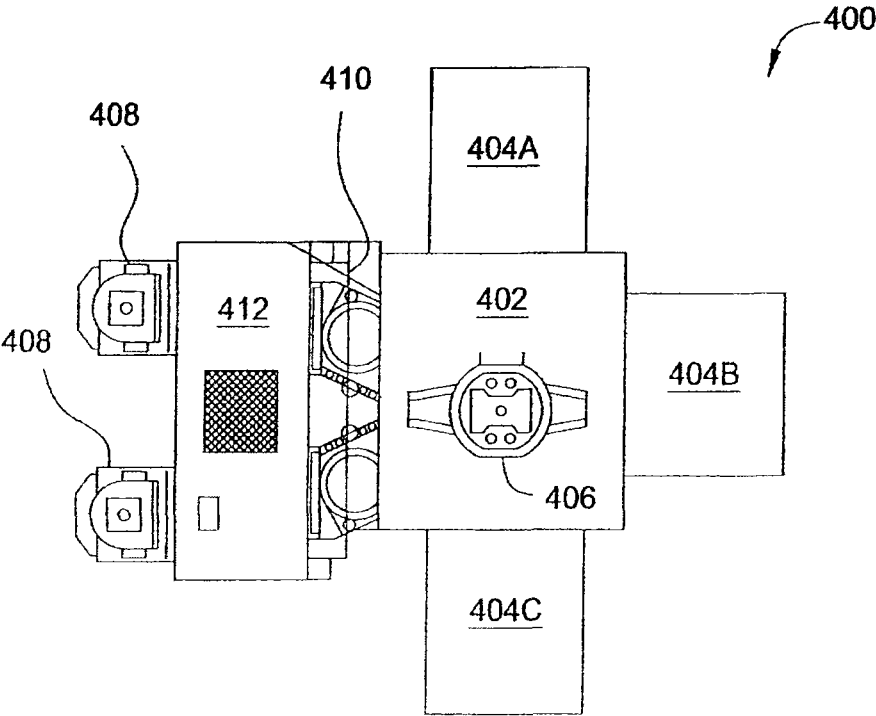


图 4

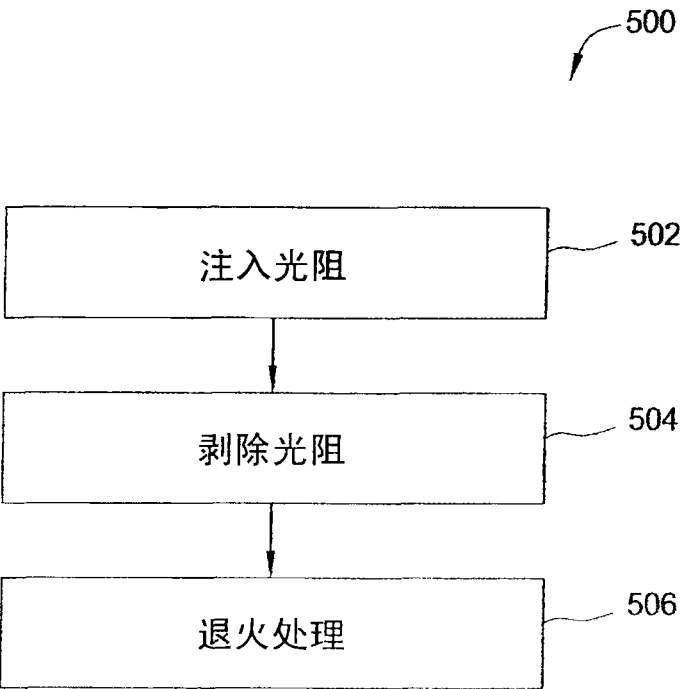


图 5