

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01L 21/302 (2006.01)

H01L 21/461 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480029164.1

[45] 授权公告日 2008 年 10 月 15 日

[11] 授权公告号 CN 100426469C

[22] 申请日 2004.10.5

[21] 申请号 200480029164.1

[30] 优先权

[32] 2003.10.8 [33] US [31] 10/680,895

[86] 国际申请 PCT/US2004/032793 2004.10.5

[87] 国际公布 WO2005/038892 英 2005.4.28

[85] 进入国家阶段日期 2006.4.6

[73] 专利权人 兰姆研究公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 拉奥·安纳普勒格德 朱海伦

[56] 参考文献

US20030044725A1 2003.3.6

CN1343001A 2002.4.3

US5126231A 1992.6.30

审查员 李晓明

[74] 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

代理人 李 勇

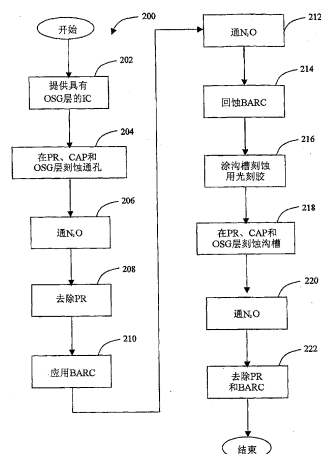
权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 12 页

[54] 发明名称

用于有机硅化物玻璃的一氧化二氮去除光刻胶的方法

[57] 摘要

本发明公开了一种从具有光刻胶材料和有机硅化物玻璃(OSG)材料的集成电路(IC)结构上去除光刻胶的方法,该方法包括将一氧化二氮(N_2O)气体通入反应器,在该反应器中产生等离子体并去除光刻胶,该去除过程在光刻胶和有机硅化物玻璃(OSG)材料之间提供高选择性。



1. 一种从集成电路结构上去除光刻胶的方法,所述集成电路结构具有光刻胶材料和有机硅化物玻璃材料以及刻蚀到所述集成电路结构的通孔,所述方法包括:

将一氧化二氮气体通入反应器;

在所述反应器中产生等离子体,去除所述光刻胶;

制作通孔中的有机插塞和用所述一氧化二氮气体去除所述有机插塞;

在所述光刻胶和所述有机硅化物玻璃材料之间提供高选择性。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述光刻胶是有机光刻胶。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述光刻胶的所述去除是双镶嵌工艺中进行的多个步骤中的一个。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述光刻胶的所述去除是在用于刻蚀有机硅化物玻璃材料的同一个反应器中进行。

5. 一种从包括第一光刻胶层,第二中间层和第三有机硅化物玻璃层的集成电路结构上去除光刻胶的方法,包括:

将一氧化二氮气体通入反应器;

在所述反应器中产生等离子体;

用所述等离子体去除光刻胶;

在所述第一光刻胶层和所述第二中间层之间提供高选择性;

用所述等离子体去除所述第二中间层;

在所述第一光刻胶层和所述第三有机硅化物玻璃层之间提供高选择性。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述光刻胶是有机光刻胶。

7. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述光刻胶的所述去除是在用于刻蚀所述第三有机硅化物玻璃层的同一个反应器中进行。

8. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述光刻胶的所述去除是双镶嵌工艺中进行的多个步骤中的一个。

9. 根据权利要求 5 所述的方法，其特征在于，所述第二中间层是保护层。

10. 根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于，所述保护层选自包括二氧化硅和氮化硅的一组材料。

11. 根据权利要求 5 所述的方法，其特征在于，所述第二中间层是硬掩模层。

12. 根据权利要求 11 所述的方法，其特征在于，所述硬掩模层材料选自包括：氮化硅、氮化钽、氮化钛和碳化硅的一组材料。

13. 一种具有第一光刻胶层、第二保护层和第三有机硅化物玻璃层的 IC 结构的先刻蚀通孔方法，包括：

在所述第二保护层和所述第三有机硅化物玻璃层中刻蚀通孔；

用一氧化二氮气体去除所述第一光刻胶层；

在所述通孔中制作有机插塞；

用所述一氧化二氮去除所述有机插塞。

14. 根据权利要求 13 所述的方法，其特征在于，在所述通孔中的有机插塞占据第三有机硅化物玻璃层的一部分。

15. 根据权利要求 14 所述的方法，进一步包括：在所述第二保护层和第三有机硅化物玻璃层刻蚀沟槽以及应用另一个第一光刻胶层。

16. 根据权利要求 14 所述的方法，进一步包括：用所述一氧化二氮气体去除所述另一第一光刻胶层和所述有机插塞。

17. 根据权利要求 16 所述的方法，其特征在于，所述光刻胶是有机光刻胶。

18. 根据权利要求 17 所述的方法，其特征在于，去除所述光刻胶是双镶嵌工艺中进行的多个步骤中的一个。

19. 一种具有第一光刻胶层、第二硬掩模层和第三有机硅化物玻璃层的集成电路结构的先刻蚀沟槽的方法，包括：

在所述第二硬掩模层中刻蚀沟槽；

用一氧化二氮气体去除所述第一光刻胶层；

应用另一个第一光刻胶层，用于进行通孔刻蚀；

在所述第二硬掩模层和所述第三有机硅化物玻璃层刻蚀通孔；

用所述一氧化二氮气体去除所述另一个第一光刻胶层；

在所述通孔中制作有机插塞；

用所述一氧化二氮气体去除所述有机插塞。

20. 根据权利要求 19 所述的方法，其特征在于，在所述通孔中的所述有机插塞占据第三有机硅化物玻璃层的一部分。

21. 根据权利要求 20 所述的方法，进一步包括：在所述第三有机硅化物玻璃层刻蚀第二沟槽。

22. 根据权利要求 20 所述的方法，进一步包括：用所述一氧化二氮气体去除所述有机插塞。

用于有机硅化物玻璃的一氧化二氮去除光刻胶的方法

技术领域

本发明涉及光刻胶的去除，特别涉及从具有有机硅化物玻璃（Organosilicate Glass, OSG）材料的集成电路（Integrated Circuit, IC）结构上去除光刻胶。

背景技术

在半导体集成电路制造中，如晶体管元件等器件是在通常由硅制成的半导体晶片衬底上形成。在制程中，各种材料淀积在不同的层上以制成所需的集成电路。通常导电层包括图案化的金属线、多晶硅晶体管栅极等，其间用电介质材料互相绝缘。该电介质材料由二氧化硅（ SiO_2 ）制成，使半导体结构的不同层上的导线绝缘。随着半导体电路变得越来越快和越来越紧凑，工作频率不断提高和半导体器件中的导线间的距离不断缩短。这使得电路的耦合电容水平不断升高，其具有减慢半导体器件的工作速度的缺点。所以很有必要使用电介质层有效隔离导线，防止耦合电容变大。

一般来讲，集成电路中的耦合电容与形成电介质层的材料的介电常数 k 成正比。如上所述，已有技术的集成电路中的电介质层由二氧化硅形成，其介电常数约为 4.0。由于半导体器件中不断提高的线密度和工作频率，由二氧化硅形成的电介质层不能如希望的那样有效绝缘导线以避免耦合电容变大。

一种作为低介电常数（ k ）电介质的特别材料是有机硅化物玻璃。有机硅化物玻璃是一种可以用旋涂法（Spi-on）或化学气相淀积（Chemical Vapor Deposition, CVD）方法淀积的低 k 材料。通常的有机硅化物玻璃的 k 值在 2.6 到 2.8 之间。多孔有机硅化物玻璃（Porous Organosilicate Glass, pOSG）也可被用作低介电常数（ k ）材料应用。通常用旋涂法来使用多孔有机硅化物玻璃类的多孔材料，通过对溶剂的挥发进行控制以达到所需多孔结构。

通常低介电常数材料应用于采用铜双镶嵌工艺的集成电路制造中。双镶嵌结构运用刻蚀工艺为线路制作沟槽和为通孔制作孔。然后对通孔和沟槽进行金属化以形成互相连接的线路。两个公知的双镶嵌方案分别称为先刻蚀通孔的工艺和先刻蚀沟槽的工艺。

在现有技术的方法中，使用已知的混合气体，比如氧气（ O_2 ）、氮氧混合气（ N_2/O_2 ）、氮氢混合气（ N_2/H_2 ）、或氨气（ NH_3 ）来去除或剥离有机光刻胶。这些气体或混合气体中的每一种都不与具有有机硅化物玻璃电介质的 IC 结构发生反应。比如，氧气（ O_2 ）提高有机硅化物玻璃电介质的 k 值。氮氧混合气（ N_2/O_2 ）的刻蚀率相对较低并具有在有机硅化物玻璃上刻面的相对较高的能量要求。而且氨气（ NH_3 ）可导致颗粒产生。因此，这些公知的气体或混合气体在将光刻胶从具有有机硅化物玻璃材料的集成电路（IC）结构上去除时，具有相应的限制。

发明内容

本发明公开了一种从具有光刻胶材料和有机硅化物玻璃材料的集成电路结构上去除光刻胶的方法。该方法包括将一氧化二氮（ N_2O ）气体混合物通入反应器，在反应器中产生等离子体去除光刻胶。该去除工艺在光刻胶和有机硅化物玻璃材料之间提供很高的选择性。在实施例中，光刻胶是一种有机光刻胶。本方法允许光刻胶的去除在用于刻蚀其它相似的有机材料和有机硅化物玻璃材料的同一反应器中进行。该光刻胶的去除过程是双镶嵌工艺中进行的多个步骤中的一个。

在该实施例中，应用去除光刻胶工艺的集成电路结构包括第一光刻胶层、第二中间层和第三有机硅化物玻璃层。在该实施例中，本方法将一氧化二氮（ N_2O ）气体通入反应器，然后产生等离子体使光刻胶从集成电路结构上去除。该方法在第一光刻胶层和第二中间层之间具有很高的选择性，另外，在第一光刻胶层和第三有机硅化物玻璃层之间也具有很高的选择性。

在先刻蚀通孔的程序中使用本方法时，在集成电路结构上刻蚀通孔，其中第二中间层是保护层。该实施例中的保护层被设置以在光刻胶层的再加工中起到保护有机硅化物玻璃层的作用。该实施例中的保护层只是示例

作用而非限制性的，该保护层是含有硅和氧的材料，比如二氧化硅（ SiO_2 ）或氮氧化硅（ SiON ）。该实施例中的先刻蚀通孔法包括在 IC 结构上刻蚀出通孔，然后用抗反射涂层（Antireflective Coating, ARC）或底层抗反射涂层（Bottom Antireflective Coating, BARC）填充集成电路结构的通孔。然后用一氧化二氮（ N_2O ）混合气体回蚀（Etch Back）抗反射涂层（ARC）或底层抗反射涂层（BARC），结果在通孔中产生具有需要的高度的有机插塞，于是在该实施例的集成电路结构中，有机插塞占据了第三有机硅化物玻璃层的一部分。本方法然后在第二保护层和第三有机硅化物玻璃层中刻蚀沟槽。然后向反应器通入一氧化二氮（ N_2O ）混合气体，产生等离子体去除光刻胶和有机插塞。

本发明也适用于先刻蚀沟槽的工艺，其中的第二中间层是硬掩模层。实施例中的硬掩模层只是示例作用而非限制性的，该硬掩模层可以由如氮化硅（ Si_3N_4 ）、氮化钽（TaN）、氮化钛（TiN）和碳化硅（SiC）材料构成。按照第一光刻胶层的沟槽图案，在第二硬掩模层中刻蚀沟槽。然后用一氧化二氮（ N_2O ）混合气体去除第一光刻胶层。应用另一用于通孔刻蚀的图案化的第一光刻胶层。再刻蚀通孔到第二硬掩模层和第三有机硅化物玻璃层中。然后用抗反射涂层（ARC）或底层抗反射涂层（BARC）填充集成电路结构的通孔。根据先刻蚀通孔的程序，用一氧化二氮（ N_2O ）混合气体回蚀抗反射涂层（ARC）或底层抗反射涂层（BARC），结果在通孔中产生具有需要的高度的有机插塞。在第二硬掩模层中应用前面刻蚀的沟槽图案来刻蚀出第三有机硅化物玻璃层中的沟槽。然后采用一氧化二氮（ N_2O ）混合气体去除有机插塞。

附图说明

本发明的实施例显示在附图中，其中：

图 1 是能够从具有光刻胶层和有机硅化物玻璃（OSG）层的集成电路（IC）结构上去除光刻胶的设备示意图。

图 2 是在先刻蚀通孔的双镶嵌工艺中去除光刻胶的流程图。

图 3A 到图 3H 是图 2 流程图中通孔刻蚀和光刻胶去除过程的等尺寸图。

图 4 是在先刻蚀沟槽的双镶嵌工艺中去除光刻胶的流程图。

图 5A 到图 5J 是图 4 流程图中通孔刻蚀和光刻胶去除过程的等尺寸图。

具体实施方式

以下参照附图和用实施例的方式来对本发明进行详细描述。这些实施例足够详细，以使本领域的技术人员可以依此实施本发明，而且必须了解实施例也可能有其它的形式，而且在不背离本发明权利要求的构思和范围下可以进行结构上、逻辑上和电气上的变化。因此，下面的具体实施方式并不是限制性的。请注意附图中的附图标记的第一位数字指附图的序号，除此在多个附图中相同的部件用相同的附图标记来表示。

图 1 是能够从具有有机硅化物玻璃层的集成电路结构上去除光刻胶的系统，该系统也能对硬掩模进行刻蚀以及对电介质进行刻蚀。该系统是平行板等离子系统 100，比如加州 Fremont 的 Lam Research Corporation(Lam) 出品的 200 mm EXELAN HPT 系统。另外，也可以使用 Lam 的 EXELAN 2300 系列。该系统 100 包括反应腔，该反应腔具有内室 102，通过一台连接到反应腔壁上出口的真空泵 104，保持内室 102 所需的真空压力。可以通过气体源 106 供应气体来向等离子反应器提供刻蚀气体。通过双频率设置可以在反应器内产生中等密度的等离子体，其中通过匹配网络 110 向电极 112 提供来自射频 (RF) 电源 108 的射频 (FR) 能量。射频 (RF) 电源 108 能以 27 MHz 和 2MHz 的频率提供射频 (FR) 能量。电极 114 是接地电极。通电的电极 112 支持衬底 116，将气体激发到等离子态，用等离子体对衬底 116 进行刻蚀和/或去除光刻胶。也可以使用其它的电容耦合的反应器，如其中向两个电极输送 RF 能量，比如美国专利 No. 6,090,304 所述的双频等离子刻蚀反应器，在此通过参考结合进本发明。

在其它类型的等离子反应器中，比如诱导耦合等离子反应器，电子回旋加速器谐振 (ECR) 等离子反应器，螺旋等离子反应器或其它类似的设备中，也可以产生等离子体。该等离子反应器一般具有用 RF 能、微波能、磁能等的能源来产生中密度到高密度的等离子体。比如，Lam Research Corporation 出产的 Transformer Coupled Plasma 刻蚀反应器，其可以产生高密度的等离子体，该反应器也称为诱导耦合反应器。

图 2 是在先刻蚀通孔的双镶嵌工艺中去除光刻胶的流程图。其中的集成电路 (IC) 结构包括第一有机光刻胶层, 第二中间层, 第三有机硅化物玻璃 (OSG) 层, 第四阻挡层。举例来讲, 光刻胶层是 Shipley Company 出品的 193nm 光刻胶或 248nm 光刻胶之类的有机光刻胶。第二中间层是保护层, 该保护层由保护材料构成, 可以是二氧化硅 (SiO_2), 氮氧化硅 (SiON), 以及其它含有硅和氧的材料。保护层可以在光刻胶层的再加工中起到保护有机硅化物玻璃 (OSG) 层的作用。第三层是有机硅化物玻璃 (OSG) 层, 其材料可以是加州 San Jose 的 Novellus Systems 出品的 CORALTM, 加州 Santa Clara 的 Applied Materials 出品的 BLACK DIAMOND, 或者任何其它有机硅化物玻璃 (OSG) 物质。另外, 本领域的技术人员优选多孔有机硅化物玻璃 (pOSG) 物质作为有机硅化物玻璃 (OSG) 材料。作为实施例而非限制, 这些多孔有机硅化物玻璃 (pOSG) 的中空的体积大于 30%。第四阻挡层由氮化硅 (Si_3N_4)、碳化硅 (SiC) 或任何其它类似的硅基材料构成。阻挡层可防止铜扩散。

图 2 中的流程图描述了先刻蚀通孔工艺的方法 200, 其中在集成电路 (IC) 结构上刻蚀通孔, 而第二中间层是保护层。该方法从步骤 202 开始, 在这一步骤中, IC 结构被置于反应器 100 内。该 IC 结构包括有通孔图案的光刻胶层, 本领域的技术人员了解通孔或沟槽的产生意味着在第一光刻胶层完成了光刻过程。正如现有技术中已知, 光刻中采用光敏感的光刻胶, 其被烘烤和在受控的光源下曝光。光通过掩模, 该掩模转移所要的图案。

在步骤 204 中, 刻蚀通孔到第二保护层中和第三 OSG 层中。该通孔被一直刻蚀到阻挡层上停止。在步骤 206 中, 向反应室中通入 N_2O 产生等离子体。在一个实施例中, 该工艺的参数为: 操作压力 10~1000mTorr, RF 功率范围在 0 到 1000W 之间, N_2O 的流动速率是 50~2000 sccm。在进一步的实施例中, RF 电源在 27 MHz 和 2 MHz 或更多的频率提供 RF 功率, 工艺的参数为: 操作压力 50~600mTorr, 27 MHz RF 功率为 100~600 W, 2 MHz RF 功率为 50~600W, N_2O 的流动速率是 200~1500 sccm。在更进一步的实施例中, 用于 200mm 晶片或衬底, 工艺的参数为: 操作压力 100~350mTorr, 27 MHz RF 功率为 100~200 W, 2 MHz RF 功率为 100~200 W, N_2O 的流动速率是 300~900sccm。另外, 在上述各实施例中可以使用惰

性气体作为稀释剂，惰性气体包括氩气、氦气、氟气、氮气、氙气之类的惰性气体。在去除光刻胶过程中用惰性气体控制均匀性。

表 1 显示了将 N_2O 加入系统 100 的多种不同的工艺参数。

表 1 用 N_2O 去除光刻胶的工艺参数

序号 #	压力 (mTorr)	27MHz RF 功率 (W)	2MHz RF 功率 (W)	N_2O 流动速 率 (sccm)	光刻胶去除速 度 ($\text{\AA}/\text{min}$)
1	350	100	100	900	2960
2	100	100	100	300	3451
3	100	100	200	900	4655
4	100	200	100	900	4857
5	225	150	150	600	5628
6	350	200	100	300	5779
7	350	100	200	300	6091
8	100	200	200	300	6735
9	350	200	200	900	7895

在表 1 中，不同序号中用到不同的工艺参数。所有的工艺是在 20°C ，200mm 晶片上进行的。每轮工艺中，压力、能量和 N_2O 流动速率都有变化。最终的光刻胶去除速度在表 1 最右边显示。

本领域的技术人员都明白，表 1 中混合气体的最佳流动速率和比例会随着等离子刻蚀反应腔的类型，衬底尺寸以及其它公知变量的变化而变化。另外，本领域的技术人员都明白，在实施本发明时，对温度、能量水平和气压的选择可以大范围变动，在此只是通过实施例的方式给出详细说明，而并不是作为对本发明的限制。

在步骤 208 中，等离子体从 IC 结构上去除光刻胶并产生挥发性的副产品，比如二氧化碳 (CO_2)。为了去除光刻胶，人们通常希望不损坏 OSG 层就能获得更高的光刻胶去除速度。该方法在第一光刻胶层和第二保护层之间有很高的选择性。另外，在第一光刻胶层和第三 OSG 层之间也有很高的选择性。

本发明的方法然后制作通孔的有机插塞。该有机插塞用于防止通孔刻

面，以及在刻蚀沟槽的过程中保护阻挡层。在步骤 210 中，采用有机旋涂技术用有机材料制成有机插塞。有机材料是抗反射涂层（ARC）或底层抗反射涂层（BARC）。有机的 ARC 和/或 BARC 材料设计为吸收光。

在步骤 212 中，按照上述的工艺参数，向反应器 100 中通入 N_2O 。在步骤 214 中，激发 N_2O 气体，并对 BARC 或有机材料进行回蚀以制作所需的“有机插塞”。有机插塞的高度和所需的沟槽等高，或者超过所需的沟槽高度。插塞必须足够高以防止栅栏（fence）形成和通孔刻面。和本发明一起提交的题为“用一氧化二氮的回蚀方法”的专利申请更详细描述了有机插塞的制作方法。

在步骤 216 中，采用了另一光刻胶层。为了沟槽刻蚀程序该光刻胶图案化。在该方法的步骤 218 中，在第二保护层和第三 OSG 层内刻蚀沟槽。在步骤 220 中，依照上述的工艺参数再通入 N_2O 。在步骤 222 中，激发 N_2O 气体，并去除有机插塞和光刻胶层。

本领域的技术人员在获悉本发明公开的内容后即可知，上述方法允许在用于刻蚀硬掩模层和 OSG 层的同一反应器内进行光刻胶的去除。由于无需将晶片转移到另一反应室内进行去除，这大大减少了整个流程的时间。另外，由于晶片或衬底不暴露于周围的湿气，因此在刻蚀中形成的聚合物能够在其后续的去/清洗过程中更容易去除，而这种聚合物接触周围的水汽时是难以去除的。而且在原位去除的工艺中，降低了进行无晶片条件下的自动清洗以去除由刻蚀过程沉积在室壁上的聚合物的需要。本领域的技术人员还能明白，在本说明书里公开的系统和方法能用于非原位应用。

表 2 中将 N_2O 去除工艺与其它常用的去除气体或混合气体进行了比较。以实施例的方式而非限制性的，这些气体或混合气体可包括氨气（ NH_3 ）、氧气（ O_2 ）和氮氢混合气（ N_2/H_2 ）。在比较气体时，使用了一种傅立叶变换红外（FTIR）分光光度计来检测 OSG 材料的变化。在该比较实验中使用了空白 CORALTM 晶片作为 OSG 材料。在实验中，该 CORALTM 晶片暴露在不同的气体中以测量 Si-C 峰与 SiO 峰的比例变化。该 Si-C 与 SiO 峰表示 OSG 材料的变化。

表 2 将光刻胶从 OSG 层上去除所用的各类气体的对比

混合 气体	流动速率 (sccm)	压力 (mTorr)	27MHz RF 功率 (W)	2MHz RF 功率 (W)	去除速度 (Å/min)	SiC/SiO 比 例的变化
N ₂ O	300	350	200	100	5779	1.8%
NH ₃	1500	350	600	0	5470	2.5%
O ₂	1000	330	200	100	10595	4.1%
N ₂ /H ₂	1900 (N ₂) 600(H ₂)	470	400	400	4150	5.0%

图 2 显示了 N₂O 导致 SiC/SiO 比例变化最小,这说明 OSG 材料受 N₂O 去除影响最小。请注意 N₂O 与 NH₃ 的去除速度接近,但是 N₂O 去除的能量需求比 NH₃ 去除的能量需求低很多。另外, N₂O 去除不会像 NH₃ 去除那样产生颗粒。进一步如图 2 所示, N₂O 是比 O₂ 温和得多的氧化剂,因此对 OSG 材料的氧化较少。因为氧化会提高 OSG 材料的 k 值,因此希望 OSG 材料较少氧化。

图 3A 到图 3H 是图 2 流程图中通孔刻蚀和去除过程的等尺寸图。图 3A 中的 IC 结构带有第一有机光刻胶层 302,第二中间保护层 304,第三 OSG 层 306 和第四阻挡层 308。如上文所述, IC 结构位于反应器 100 内。图 3B 显示了在步骤 204 中经过先刻蚀通孔的 IC 结构,在第二保护层 304 和第三 OSG 层 306 刻蚀通孔 310。

图 3C 显示了由步骤 206 通入 N₂O,以及由步骤 208 去除光刻胶层 302 后的 IC 结构。剩余的 IC 结构包括其他可见的保护层 304 和通孔 310。

图 3D 显示了如在步骤 210 中所述,添加有机材料,如 BARC312 后的 IC 结构。图 3E 显示通孔 310 内的有机插塞 314。如步骤 212 和 214 所述,通过通入 N₂O 和回蚀产生有机插塞 314。图 3F 显示了如步骤 216 所述,添加一层光刻胶层 316 后的 IC 结构。为了沟槽的刻蚀光刻胶层 316 图案化。

图 3G 显示了根据沟槽刻蚀步骤 218 刻蚀沟槽 318。在第二保护层和第三 OSG 层刻蚀该沟槽 318。有机插塞 314 防止通孔 310 的刻面。图 3H

显示了如步骤 220 和 222 所述, 用 N_2O 去除光刻胶和有机插塞后的 IC 结构。

本领域的技术人员在获悉本发明公开的内容后即可知, 上述方法 200 允许该光刻胶的去除过程在用于刻蚀光刻胶和 OSG 层的同一反应器内进行。这种在相同的反应室中进行去除和刻蚀的优点请见上文所述。另外, 本领域的技术人员还能明白, 在本说明书里公开的系统和方法能用于非原位操作。

图 4 是先刻蚀沟槽的双镶嵌工艺中去除光刻胶的流程图。光刻胶层涂于包含 OSG 层的 IC 结构。该 IC 结构包括第一有机光刻胶层, 第二中间层, 第三 OSG 层, 第四阻挡层。如上所述, 光刻胶层是有机光刻胶。第二中间层是硬掩模层, 该层由硬掩模材料构成, 可以是氮化硅 (Si_3N_4)、氮化钽 (TaN)、氮化钛 (TiN) 和碳化硅 (SiC) 构成。因为 IC 结构在刻蚀过程中直接暴露于等离子体而没有光刻胶层的保护, 所以用硬掩模材料来代替保护层。第三层是 OSG 层, 其材料是 CORAL™, BLACK DIAMOND, 或者任何其它 OSG 物质。另外, 如上所述, 可以将多孔有机硅化物玻璃 (pOSG) 物质作为 OSG 材料, 第四阻挡层由上述氮化硅 (Si_3N_4)、碳化硅 (SiC) 之类的阻挡材料构成。

图 4 中的流程图描述了在具有中间硬掩模层的结构中先刻蚀沟槽的方法 400。该方法从步骤 402 开始, 在这一步骤中, 具有沟槽图案化的光刻胶的 IC 结构置于反应器 100 内。在步骤 404 中, 中间硬掩模层刻蚀沟槽。

在步骤 406 中, 向反应室中通入 N_2O 产生等离子体。该去除光刻胶工艺的参数与上述的参数相似。等离子体将光刻胶从结构上去除, 并产生挥发性的副产品, 比如 CO_2 。该方法在第一光刻胶层和第二硬掩模层之间有很高的选择性。另外, 在第一光刻胶层和第三 OSG 层之间有很高的选择性。

在步骤 408 中, 另一层第一光刻胶层涂到 IC 结构上。该另一光刻胶层图案化用于刻蚀通孔。在步骤 410 中, 通孔刻蚀到该第二硬掩模层和第三 OSG 层。本领域的技术人员都明白, 通孔刻蚀的气体 and 工艺参数取决于硬掩模材料和 OSG 材料。

在步骤 412 中, 按照上述的工艺参数, 向反应器 100 中通入 N_2O 。激

发 N_2O 气体，形成等离子体，用 N_2O 等离子体去除通孔图案化的光刻胶层。

本方法然后产生该通孔的有机插塞。在步骤 414 中，通过首先应用 BARC 或 ARC 之类的有机材料来产生有机插塞。在步骤 416 中，用 N_2O 回蚀 BARC 或 ARC 来制作如上述的所需的有机插塞。

在步骤 418 中，使用前面刻蚀的硬掩模层上的沟槽图案在第三 OSG 层刻蚀沟槽。如上文所述，刻蚀沟槽中涉及的气体 and 工艺参数取决于 IC 结构参数，如硬掩模材料和 OSG 材料。最后，在步骤 420 中，用 N_2O 等离子体来去除有机插塞。

图 5A 到图 5J 是图 4 流程图中所述的沟槽刻蚀和去除光刻胶过程 500 的等尺寸图。图 5A 显示 IC 结构的等尺寸图，该 IC 结构具有第一有机光刻胶层 502，第二中间硬掩模层 504，第三 OSG 层 506 和第四阻挡层 508。第一有机光刻胶层中有图案化到光刻胶层的沟槽 510。如上文所述，该 IC 结构置于反应器 100 内。图 5B 显示了在经历步骤 404 的 IC 结构，其中在第二硬掩模层 504 刻蚀该沟槽 510。

图 5C 显示了由步骤 406 向反应室 100 通入 N_2O 后的 IC 结构。 N_2O 转化为等离子体去除光刻胶层 502，并在硬掩模层 504 中刻蚀沟槽。

图 5D 显示了如步骤 408 所述，添加另一层光刻胶层 512 后的 IC 结构。图 5E 显示如步骤 410 所述，通孔 514 刻蚀到 IC 结构中。图 5F 显示了如步骤 412 所述，经过另一次 N_2O 去除过程以去除光刻胶层 512 后的 IC 结构。

如步骤 414 所示，通过应用一有机材料如 ARC516，来制成有机插塞。图 5G 显示了该应用了 ARC516 的 IC 结构。图 5H 显示了如步骤 416 所述，用 N_2O 气体对 ARC516 进行回蚀以制造所需的有机插塞 518 后的 IC 结构。在图 5I 中，如步骤 418 所述，对 OSG 层进行所需深度的沟槽刻蚀。最后，图 5J 显示了具有所需沟槽 510 和通孔 514 的 IC 结构。如步骤 420 所示，应用 N_2O 等离子体去除有机插塞获得最终的 IC 结构。

尽管说明书中的描述中有诸多限制条件，但并不意味着这是对权利要求作出限制，而仅仅是本发明的一些优选实施例的示例说明。对于本领域的技术人员而言，在看过本说明书后，其它更多的实施方式也是先而易见

的。因此，本发明的范围由所附的权利要求以及与此要求保护的权利要求相当的全部范围所决定。

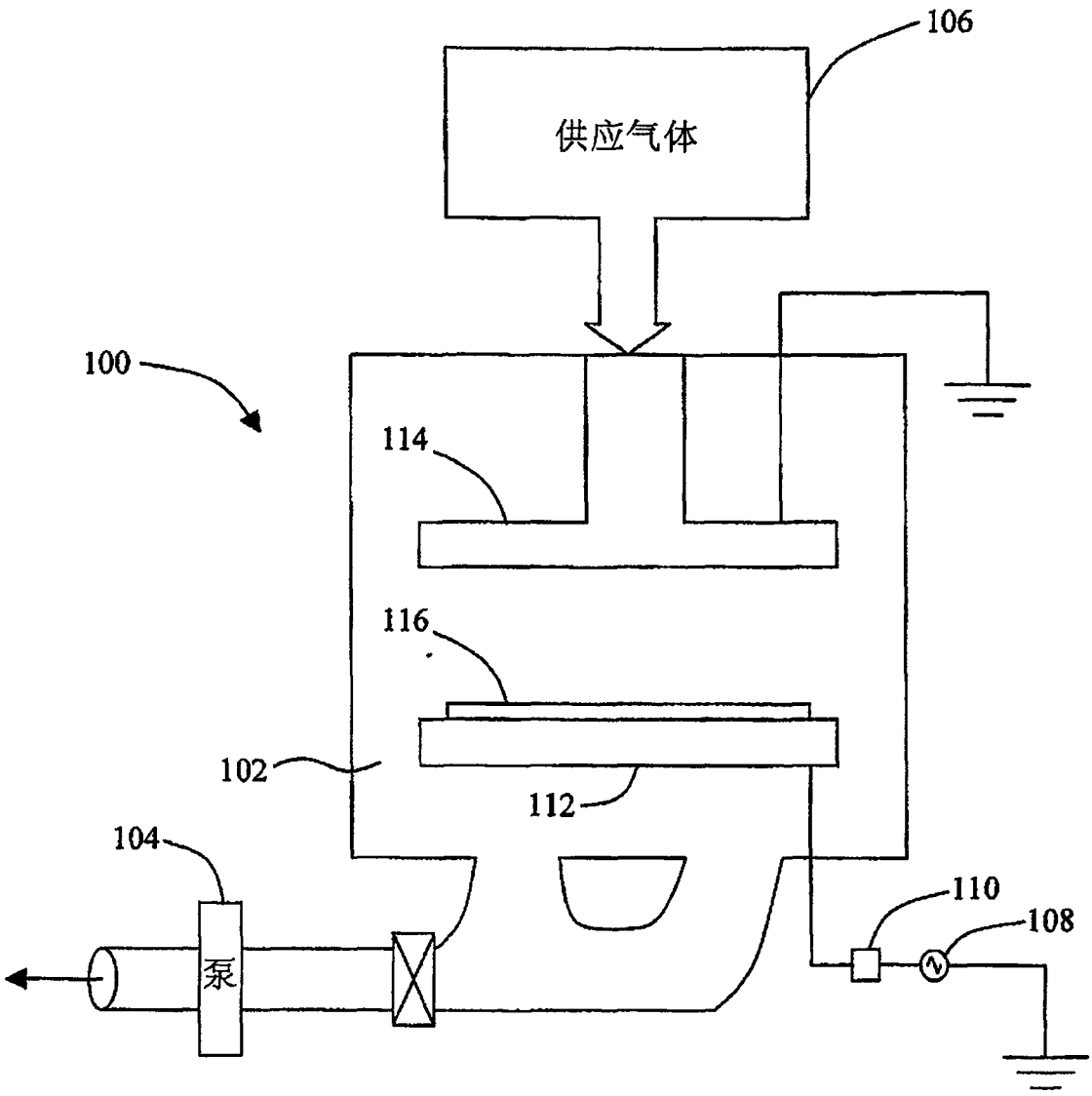


图 1

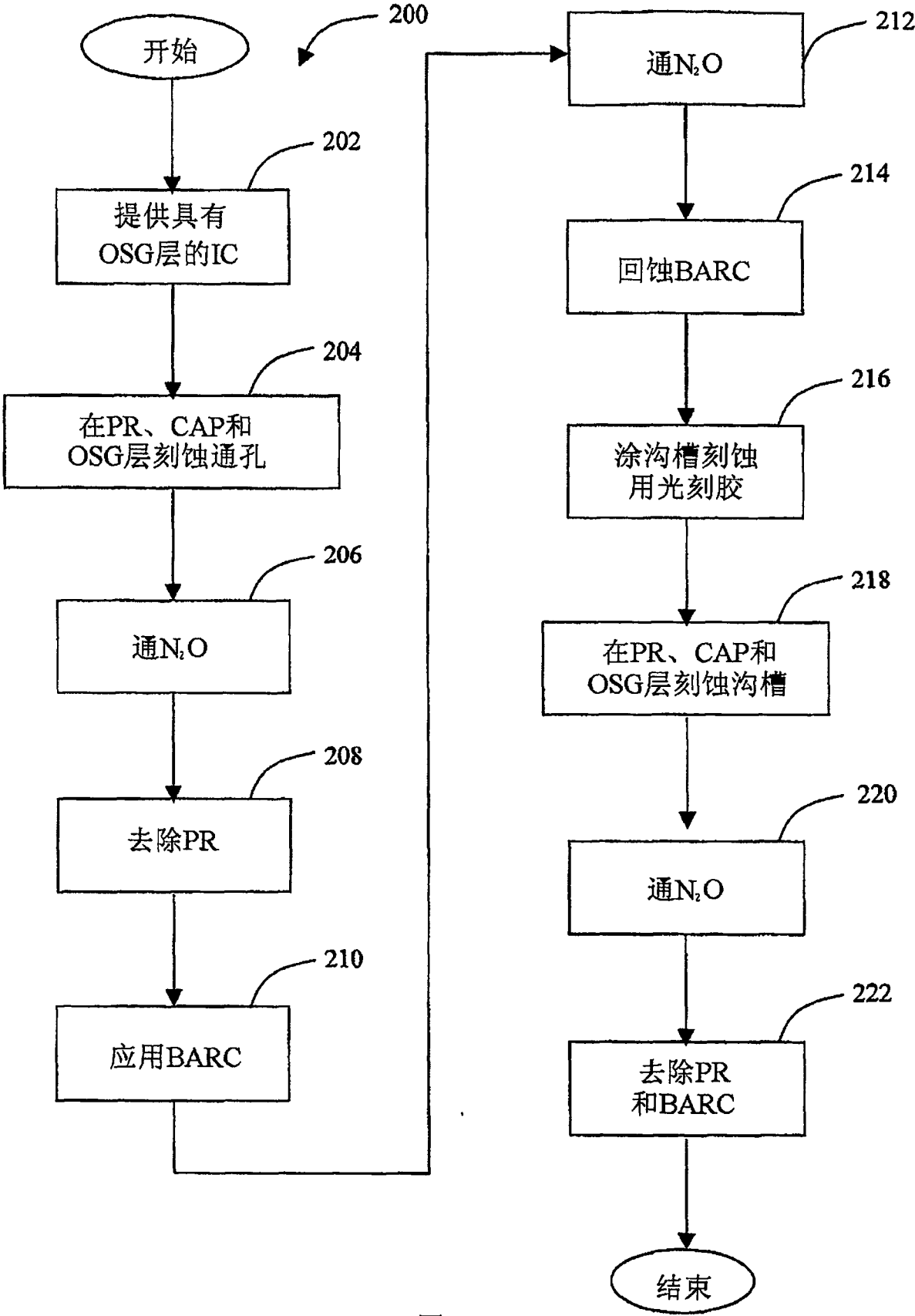


图 2

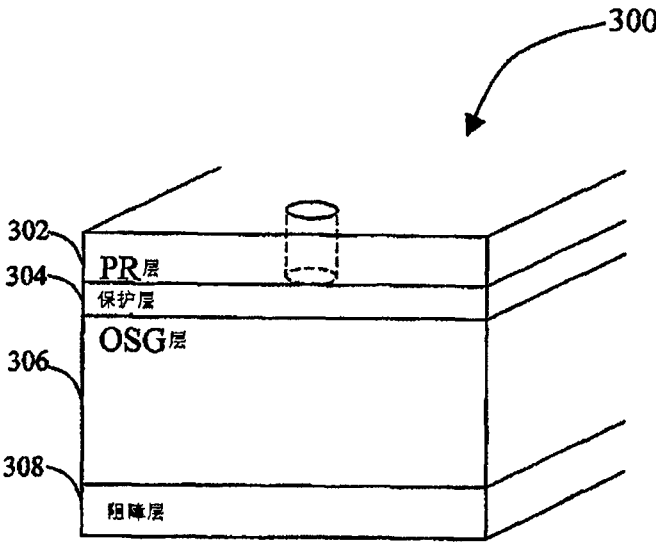


图 3A

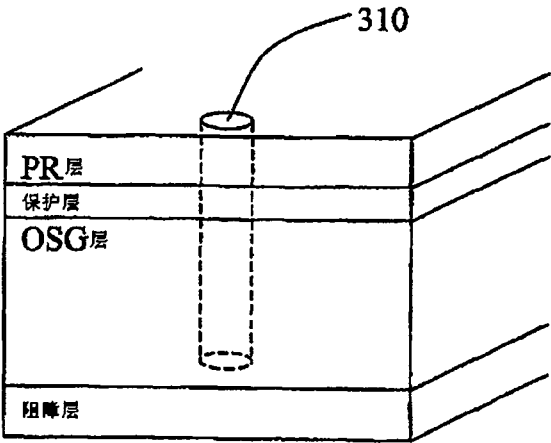


图 3B

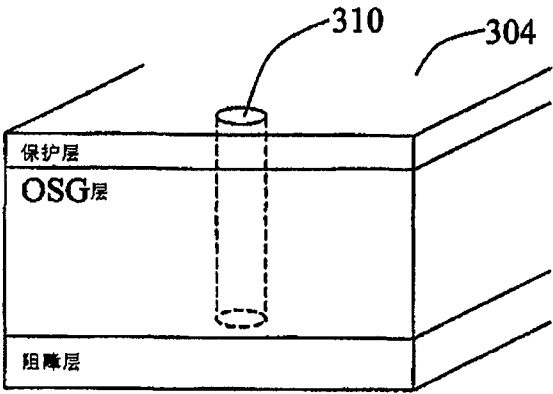


图 3C

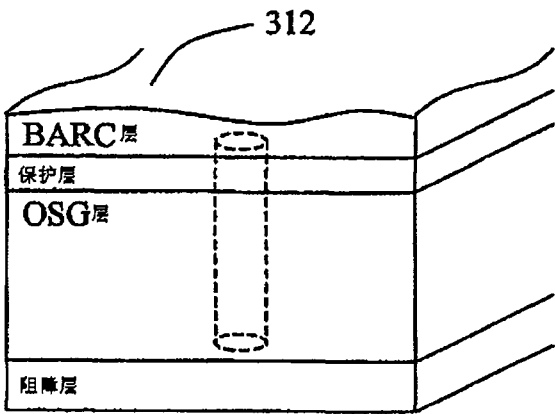


图 3D

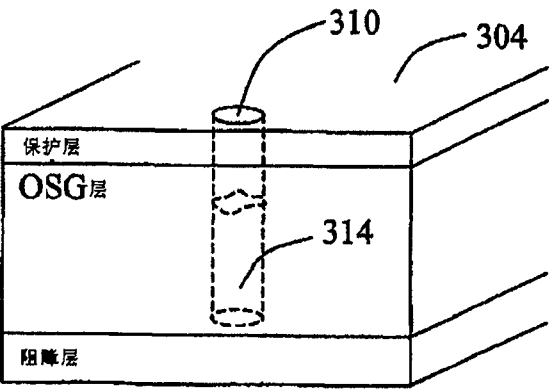


图 3E

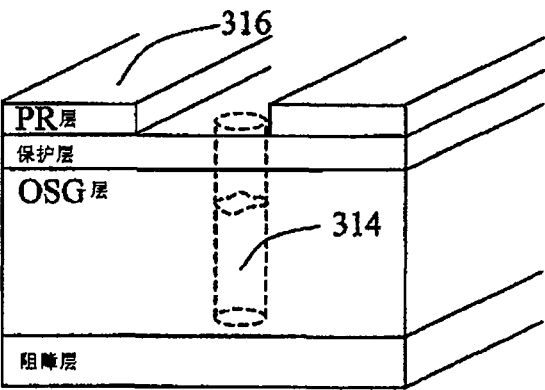


图 3F

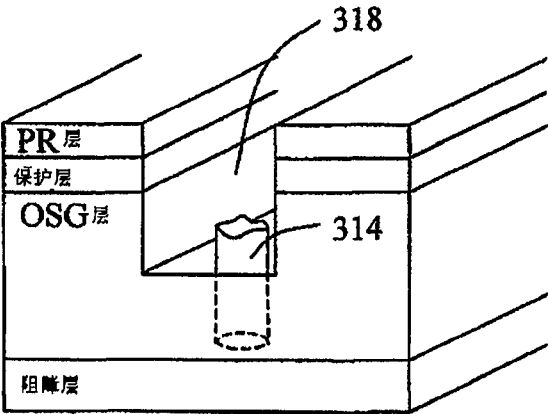


图 3G

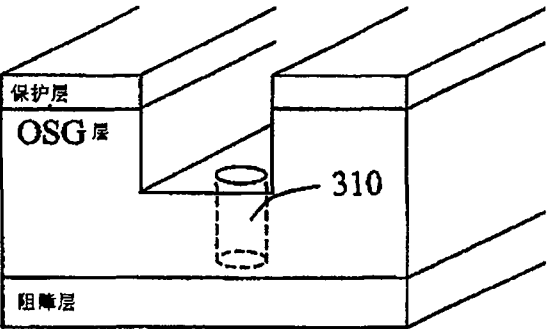


图 3H

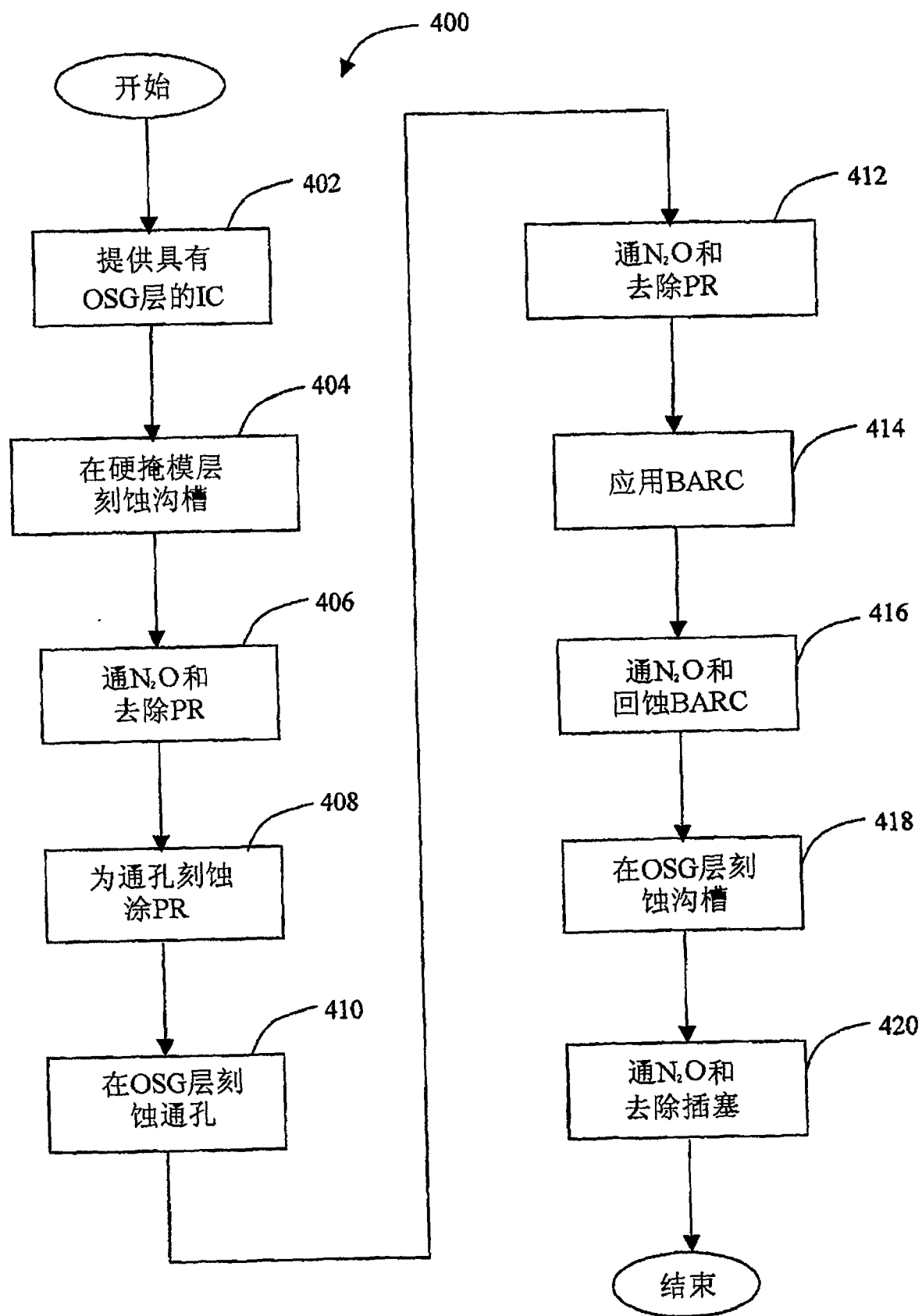


图 4

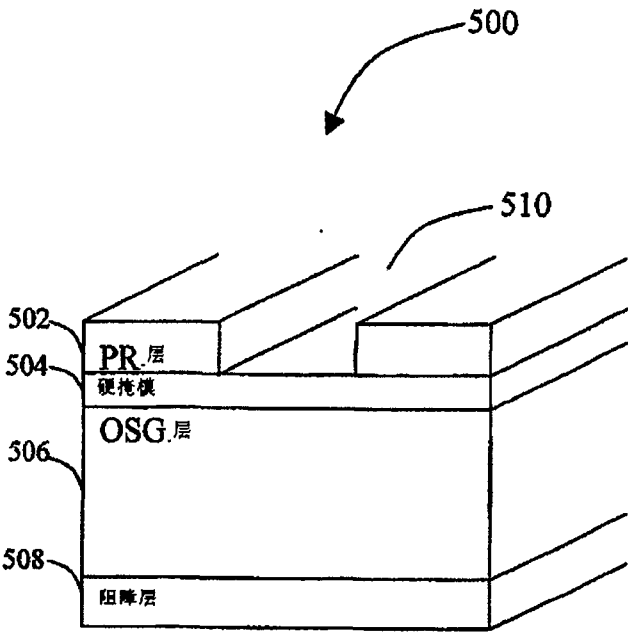


图 5A

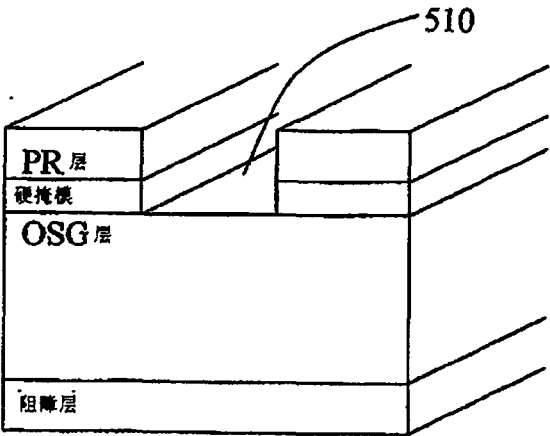


图 5B

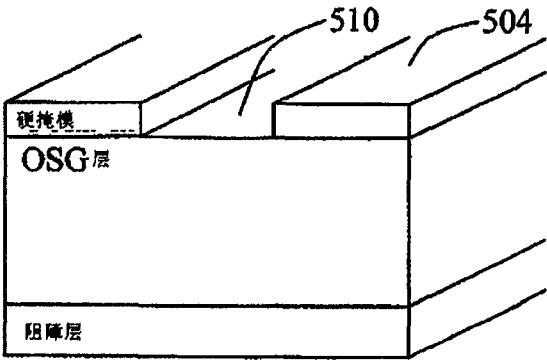


图 5C

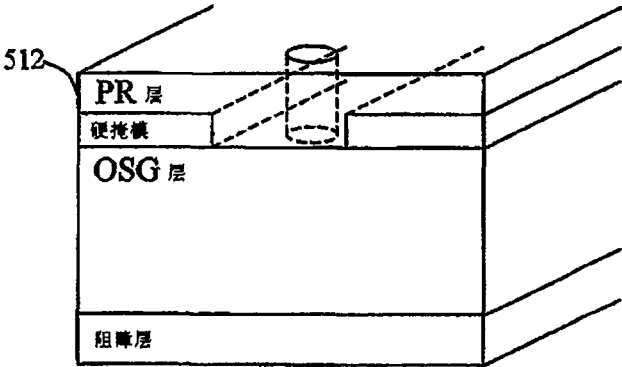


图 5D

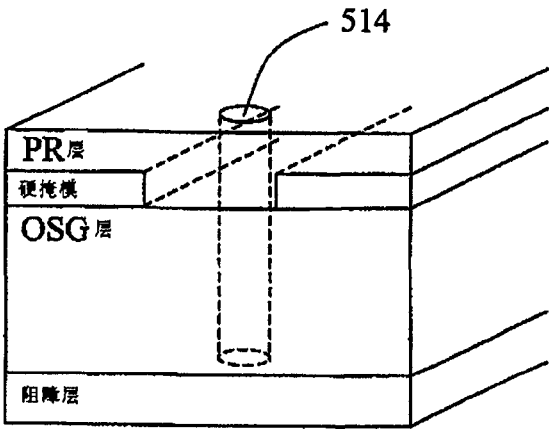


图 5E

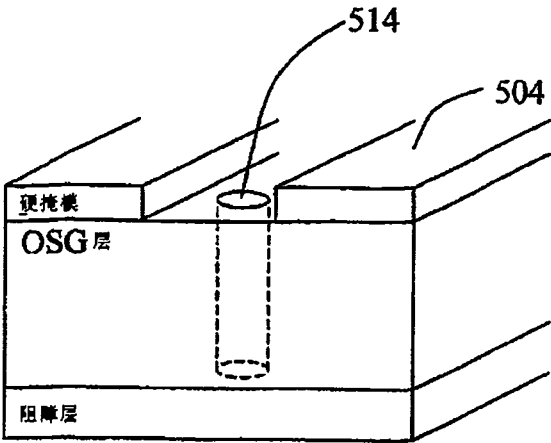


图 5F

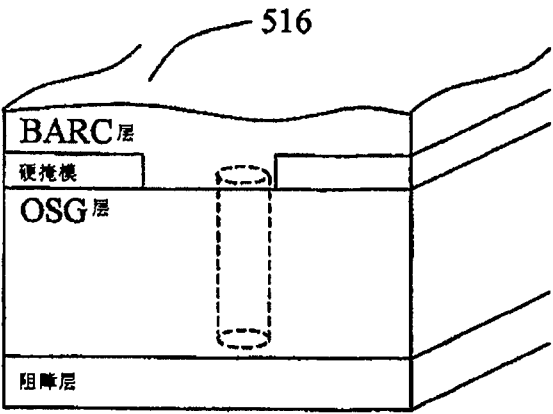


图 5G

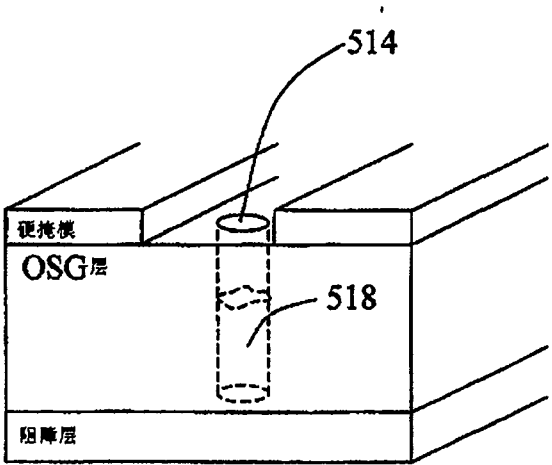


图 5H

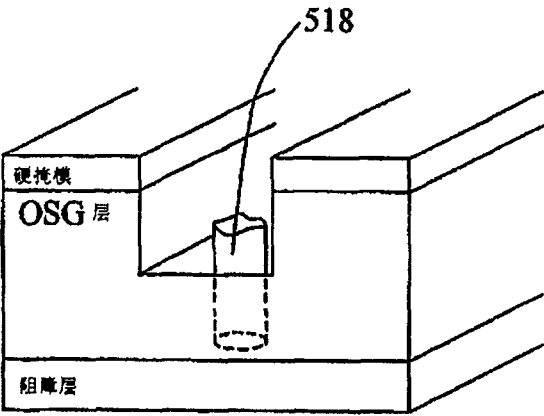


图 5I

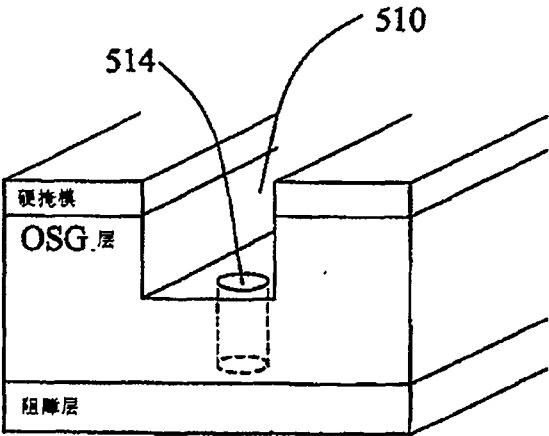


图 5J