

# (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2015年5月28日 (28.05.2015)



(10) 国际公布号  
WO 2015/074621 A1

- (51) 国际专利分类号:  
H01L 21/02 (2006.01) H01L 21/306 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2014/092156
- (22) 国际申请日: 2014年11月25日 (25.11.2014)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
201310606952.3 2013年11月25日 (25.11.2013) CN
- (71) 申请人: 北京北方微电子基地设备工艺研究中心  
有限责任公司 (BEIJING NMC CO., LTD.) [CN/CN];  
中国北京市北京经济技术开发区文昌大道8号,  
Beijing 100176 (CN)。
- (72) 发明人: 符雅丽 (FU, Yali); 中国北京市北京经济技术  
开发区文昌大道8号, Beijing 100176 (CN)。 李国  
荣 (LI, Guorong); 中国北京市北京经济技术开发区  
文昌大道8号, Beijing 100176 (CN)。 杨盟 (YANG,  
Meng); 中国北京市北京经济技术开发区文昌大道  
8号, Beijing 100176 (CN)。
- (74) 代理人: 北京天昊联合知识产权代理有限公司  
(TEE&HOWE INTELLECTUAL PROPERTY AT-

TORNEYS); 中国北京市东城区建国门内大街28号  
民生金融中心D座10层张天舒, Beijing 100005  
(CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保  
护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,  
BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,  
GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS,  
JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,  
LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,  
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA,  
RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST,  
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,  
VC, VN, ZA, ZM, ZW。

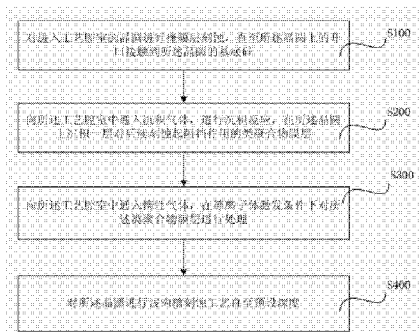
(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保  
护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA,  
RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ,  
BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH,  
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,  
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,  
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,  
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(54) Title: ETCHING METHOD FOR CONTROLLING MICRO-LOADING EFFECT OF DEPTH OF SHALLOW TRENCHES

(54) 发明名称: 控制浅沟槽深度微负载效应的刻蚀方法



S100 Etching the mask layers on the wafer entering a process chamber, until the openings on the wafer contact with the Si substrate of the wafer;  
 S200 Feeding deposition gases into the process chamber to carry out deposition reaction, in order to deposit a layer of polymer-like film preventing from thickness etching  
 S300 Feeding inert gases into the process chamber, processing the polymer-like film under the condition of plasma excitation  
 S400 Carrying out a shallow trenching etching process on the wafer till the predetermined depth

图2 /FIG. 2

(57) Abstract: An etching method for controlling the micro-loading effect of the depth of shallow trenches comprises the following steps: etching the mask layers on the wafer entering a process chamber, until the openings on the wafer contact with the Si substrate of the wafer; feeding deposition gases into the process chamber to carry out deposition reaction, in order to deposit a layer of polymer-like film preventing from thickness etching; feeding inert gases into the process chamber and processing the polymer-like film under the condition of plasma excitation; carrying out a shallow trenching etching process on the wafer till the predetermined depth. It can effectively reduce or eliminate the micro-loading effect of etching depth during the etching of the trenches, need no additional processes with simple operation and relatively short elapsed-time, and furthermore can adjust with great flexibility by controlling the process parameter, such as time, for special equipment process.

(57) 摘要: 一种控制浅沟槽深度微负载效应的刻蚀方法, 其包括以下步骤: 对进入工艺腔室的晶圆进行掩膜层刻蚀, 直至晶圆上的开口接触到晶圆的基底硅; 向工艺腔室中通入沉积气体, 进行沉积反应, 在晶圆上沉积一层对厚度刻蚀起阻挡作用的类聚合物膜层; 向工艺腔室中通入惰性气体, 在等离子体激发条件下对类聚合物膜层进行处理; 对晶圆进行浅沟槽刻蚀工艺直至预设深度。能有效减小或者消除沟槽刻蚀中刻蚀深度微负载效应; 且不用增加额外工序, 操作简单, 用时较短; 此外, 还可针对具体设备加工可通过时间等工艺参数进行调节控制, 灵活性大。

WO 2015/074621 A1

## 控制浅沟槽深度微负载效应的刻蚀方法

### 技术领域

5 本发明涉及半导体设备制造领域,尤其涉及一种控制浅沟槽深度微负载效应的刻蚀方法。

### 背景技术

一般的,对于晶圆上不同开口尺寸的沟槽刻蚀,刻蚀完成后的深度  
10 是存在一定差异的,这种微负载效应(Micro-loading effect)是和刻蚀过程的副产物挥发速度随着刻蚀深宽比的不同而导致的。近年来,随着半导体工艺节点的递进,对于沟槽刻蚀的深度负载效应的控制要求越来越高。特别对于浅沟槽隔离刻蚀(Shallow Trench Isolation-ETching, STI-ET),这种负载效应会影响到半导体器件的电性结果。由于反应物  
15 消耗和扩散的基本物理原理的存在,这种负载效应很难通过普通的刻蚀过程的工艺参数的简单调节来根除,特别当节点继续微缩时,该负载效应也持续增大,给刻蚀工艺带来很大的挑战。传统技术中对晶圆进行沟槽刻蚀之后,产生的微负载效应如图1所示,其中,在晶圆100中,自上到下依次为光阻101,掩膜层102,氧化硅层103,基底硅104,并且  
20 晶圆100还包括小开口区域110和大开口区域120。

针对传统工艺中的上述问题,有人提出了改进方案。在浅沟槽刻蚀进行到一定深度之后,通过选择性地在大开口区域120生长硅来实现负载效应的弥补,后续再进行浅沟槽刻蚀,达到目标深度。但此改进方案  
25 工序繁杂,不仅包括刻蚀工序,而且包括外延生长等一系列工序,特别是其需要选择性进行外延生长的方法过于繁冗。这样,大大延长了加工生产周期,增加了生产成本。

综上所述,如何提供一种简单有效的减小沟槽刻蚀微负载效应的刻

蚀方法是一个亟待解决的问题。

## 发明内容

基于此，有必要提供一种能够有效降低晶圆沟槽刻蚀深度微负载效应的刻蚀方法。

为实现本发明目的提供的一种控制浅沟槽深度微负载效应的刻蚀方法，包括以下步骤：对进入工艺腔室的晶圆进行掩膜层刻蚀，直至所述晶圆上的开口接触到所述晶圆的基底硅；向所述工艺腔室中通入沉积气体，进行沉积反应，在所述晶圆上沉积一层对后续刻蚀起阻挡作用的类聚合物膜层；向所述工艺腔室中通入惰性气体，在等离子体激发条件下对所述类聚合物膜层进行处理；对所述晶圆进行浅沟槽刻蚀工艺直至预设深度。

其中，所述对后续刻蚀起阻挡作用的类聚合物膜层为具有碳和氢成分的一类聚合物膜层。

其中，所述对后续刻蚀起阻挡作用的类聚合物膜层为  $\text{SiO}_2$  类膜层。

其中，在向所述工艺腔室中通入沉积气体，进行沉积反应，在所述晶圆上沉积一层对后续刻蚀起阻挡作用的类聚合物膜层的步骤中，所述类聚合物膜层的厚度为 10 埃~300 埃。

其中，在对所述晶圆进行浅沟槽刻蚀工艺直至预设深度的步骤之后还包括以下步骤：将残留在所述晶圆的光阻灰化去除。

其中，所述沉积气体为  $\text{CH}_4$  或者为  $\text{SiH}_4$  和  $\text{O}_2$  的组合。

其中，所述惰性气体为 Ar 和/或 He。

其中，所述类聚合物膜层的厚度通过沉积时间进行控制。

其中，向所述工艺腔室中通入惰性气体，在等离子体激发条件下对所述类聚合物膜层进行处理，包括以下步骤：向所述工艺腔室中通入惰性气体；在等离子体激发条件下对所述类聚合物膜层进行处理；利用终

点检测法抓取所述晶圆的小尺寸开口区域暴露基底硅的瞬间，结束当前步骤，完成对所述类聚合物膜层处理的步骤。

其中，所述对进入工艺腔室的晶圆进行掩膜层刻蚀的刻蚀工艺，直至所述晶圆上的开口接触到所述晶圆的基底硅的工艺步骤的工艺条件为：源功率为 400~700W，偏压功率为 100~300W，气压为 3mt~10mt，刻蚀时间每步为 10~40s，主气体为  $\text{CF}_4$  和  $\text{CH}_2\text{F}_2$ ，流量为 50~350sccm，辅气体为  $\text{O}_2$ 、Ar、He，除氧气外的辅气体流量为 50~150sccm，氧气流量为 5~30scc；

所述向所述工艺腔室中通入沉积气体，进行沉积反应，在所述晶圆上沉积一层对后续刻蚀起阻挡作用的类聚合物膜层的工艺步骤的工艺条件为：源功率为 100~1000W，偏压功率为 0W~50W，沉积气体流量为 10~500sccm，工艺气压为 1~100mT，工艺时间为 10~60s；

所述向所述工艺腔室中通入惰性气体，在等离子体激发条件下对所述类聚合物膜层进行处理的工艺步骤的工艺条件为：源功率为 100~1000W，偏压功率为 50W~300W，Ar 流量为 10~500sccm，He 流量为 10~500sccm，工艺气压为 1~100mT，工艺时间为 10-60s；

所述对所述晶圆进行浅沟槽刻蚀工艺直至预设深度的工艺步骤的工艺条件为：源功率为 700~1200W，偏压功率为 100~200W，气压为 10mt~25mt，刻蚀时间为 70~100s，主气体为 HBr，流量为 300-500sccm，辅气体为  $\text{Cl}_2$ 、 $\text{NF}_3$ 、 $\text{SF}_6$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{HeO}_2$  中的至少一种，流量为 5-50sccm。

其中，所述向所述工艺腔室中通入沉积气体，进行沉积反应，在所述晶圆上沉积一层对后续刻蚀起阻挡作用的类聚合物膜层的工艺步骤的工艺条件为：源功率为 300~700W，偏压功率为 0W，沉积气体流量为 100~200sccm，工艺气压为 10~30mT，工艺时间为 10~30s；

所述向所述工艺腔室中通入惰性气体，在等离子体激发条件下对所述类聚合物膜层进行处理的工艺步骤的工艺条件为：源功率为

300~700W，偏压功率为 100W~200W，Ar 流量为 100~200sccm，He 流量为 100~200sccm，工艺气压为 5~20mT，工艺时间为 10-20s。

其中，所述将残留在所述晶圆的灰化去除的工艺步骤的工艺条件为：源功率为 700~1200W，偏压功率为 0W，气压为 10mt~30mt，刻蚀时间为 80~120s，气体为 O<sub>2</sub>，流量为 200~500sccm。

本发明的有益效果包括：

本发明提供一种控制浅沟槽深度微负载效应的刻蚀方法，通过增加类聚合物膜层的沉积步骤、以及对所沉积的类聚合物膜层的修饰步骤，可以起到与沟槽刻蚀微负载效应相反的结果，从而有效减小或者消除沟槽刻蚀中刻蚀深度微负载效应。而且，本发明提供的控制浅沟槽深度微负载效应的刻蚀方法，不用增加额外工序，操作简单，用时较短；且能够针对具体设备加工可通过时间等工艺参数进行调节控制，灵活性大。同时，采用该方法可以在一定程度上帮助平衡减轻晶圆不同开口区域的关键尺寸的差异。

## 附图说明

图 1 为传统工艺沟槽刻蚀后的晶圆示意图；

图 2 为本发明一种控制浅沟槽深度微负载效应的刻蚀方法的一具体实施例的流程图；

图 3 为采用图 2 所示方法进行步骤 S100 时的晶圆结构示意图；

图 4 为采用图 2 所示方法进行步骤 S200 时的晶圆结构示意图；

图 5 为采用图 2 所示方法进行步骤 S300 时的晶圆结构示意图；

图 6 为采用图 2 所示方法进行步骤 S400 时的晶圆结构示意图；

图 7 为本发明一种控制浅沟槽深度微负载效应的刻蚀方法的另一具体实施例的流程图。

## 具体实施方式

为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图对本发明实施例提供的控制浅沟槽深度微负载效应的刻蚀方法进行说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

本发明实施例提供的控制浅沟槽深度微负载效应的刻蚀方法，如图2所述，包括以下步骤：

S100，对进入工艺腔室的晶圆进行掩膜层刻蚀，直至所述晶圆上的开口接触到所述晶圆的基底硅。如图3所示，对进入工艺腔室的晶圆100的掩膜层102进行刻蚀，晶圆100上的开口被刻蚀至接触到基底硅，则完成掩膜层102的刻蚀。如图所示，在晶圆100中，自上到下依次为光阻层101，掩膜层102，氧化硅层103，基底硅104，其中所述掩膜层102为SIN类硬掩膜层。所述晶圆100还包括小开口区域110和大开口区域120。

S200，向所述工艺腔室中通入沉积气体，进行沉积反应，在所述晶圆上沉积一层对后续刻蚀起阻挡作用的类聚合物膜层。如图4所示，在晶圆100表面的光阻层101上方、掩膜层102刻蚀后在开口区域（小开口区域110和大开口区域120）露出的基底硅上方、以及开口侧壁上都沉积上一层类聚合物膜层105，所述类聚合物膜层105是对后续刻蚀具有一定阻挡作用的类聚合物膜层。

此处需说明的是，所述类聚合物膜层105的沉积过程中，同样开口面积的小开口区域110和大开口区域120中，小开口区域110的接触总面积（即，所有小开口区域110的底部和侧壁的可供沉积类聚合物膜层105的面积之和）大于大开口区域120的接触总面积（即，所有大开口区域120的底部和侧壁的可供沉积类聚合物膜层105的面积之和）。因

此,在大开口区域 120 所沉积的所述类聚合物膜层 105 的厚度大于小开口区域 110 所沉积的所述类聚合物膜层 105 的厚度。从而在后续沟槽刻蚀中起到互补的作用。而且沉积不仅发生在开口底部,根据沉积过程的等离子反应条件的偏压值的不同,开口侧壁也会沉积上不同厚度的类聚合物膜层 105,一般地,开口区域越大,其侧壁所沉积的类聚合物膜层 105 会越厚。该差异也会一定程度上平衡沟槽刻蚀过程的开口尺寸的负载效应。

S300,向所述工艺腔室中通入惰性气体,在等离子体激发条件下对所述类聚合物膜层进行处理。如图 5 所示,利用惰性气体在等离子体激发条件下对所述类聚合物膜层 105 进行处理后,在晶圆 100 所有位置的所述类聚合物膜层 105 都变薄或者消失。此处需要说明的是,所述处理为对类聚合物膜层 105 进行修饰处理,使膜层变薄或者消失。其主要为物理性轰击,在不同开口处其对沉积的类聚合物膜层 105 的消耗速度几近相同。因此,进行本步骤的处理后,大开口区域 120 沉积的类聚合物膜层 105 厚度依然大于小开口区域 110 沉积的类聚合物膜层 105 的厚度。且经本步骤的处理后,所保留下来的沉积厚度与开口的大小成正比。同时,本步骤中也可以加入少量的其他辅助气体进行工艺加工,如  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $H_2$  等。

S400,对所述晶圆进行浅沟槽刻蚀工艺直至预设深度。对经过上述 S300 和 S400 两步工艺之后,继续对晶圆 100 进行浅沟槽刻蚀的工艺,直至到预设深度。所述预设深度,是根据半导体设备的实际需求设定的刻蚀深度。此处需要说明的是,由于有类聚合物膜层 105 的阻挡,大开口区域 120 的刻蚀速度相对原始状态会有所放慢,这样可以使小开口区域 110 与大开口区域 120 的刻蚀深度相同或者相差不多,如图 6 所示。

本发明实施例提供的控制浅沟槽深度微负载效应的刻蚀方法,通过增加类聚合物膜层的沉积步骤,以及对该沉积层修饰的步骤,可以起到

与沟槽刻蚀微负载效应相反的结果，从而有效减小或者消除沟槽刻蚀中刻蚀深度微负载效应。而且，本发明实施例提供的控制浅沟槽深度微负载效应的刻蚀方法，不用增加额外工序，操作简单，用时较短，且针对具体设备加工可通过时间等工艺参数进行调节控制，灵活性大。同时，  
5 利用该方法可以在一定程度上帮助平衡减轻晶圆不同开口区域的关键尺寸的差异。

在其中一个实施例中，所述对后续刻蚀起阻挡作用的类聚合物膜层为具有碳和氢成分的一类聚合物膜层。主要成分为碳和氢的类聚合物膜层105相当于光阻，对后续的刻蚀起到阻挡作用，从而相当于减慢了刻蚀  
10 速度，又由于大开口区域120沉积的类聚合物膜层的厚度较大，因此对大开口区域120刻蚀速度的减慢效果更加明显。

在本发明的一个实施例中，所述对后续刻蚀起一定阻挡作用的类聚合物膜层为  $\text{SiO}_2$  类膜层。与主要成分为碳和氢的类聚合物膜层作用相同， $\text{SiO}_2$  类膜层也能起到相对减缓大开口区域120刻蚀速度的作用。

15 在其中一个实施例中，所述类聚合物膜层105的厚度为10埃~300埃。在其中一个实施例的控制浅沟槽深度微负载效应的刻蚀方法，如图7所示，还包括以下步骤：S500，将残留在所述晶圆的光阻灰化去除。

在其中一个实施例中，所述沉积气体为  $\text{CH}_4$  或者为  $\text{SiH}_4$  和  $\text{O}_2$  的组合。使用气体  $\text{CH}_4$  进行沉积，则可生成主要成分为碳和氢的类聚合物膜  
20 层，使用  $\text{SiH}_4$  和  $\text{O}_2$  气体组合作为沉积气体，则可生成  $\text{SiO}_2$  类膜层，都可以起到相对减慢大开口区域刻蚀速度的效果。此处需要说明的是，其他可生成类似沉积膜层的气体组合在本发明其他实施例中适用，如其他含碳和氢的气体。

在其中一个实施例中，所述惰性气体为 Ar 和/或 He。

25 在其中一个实施例中，所述类聚合物膜层的厚度通过沉积时间进行控制。此处需要说明的是，所述类聚合物沉积时间可通过前期实验获得，

可通过先预设一个较短的沉积时间，在沟槽刻蚀完成后进行 TEM 切片分析，验证不同开口尺寸处的深度差异，如果差异仍较大，需增加沉积时间。如此反复进行，直至深度差异缩小至可接受的范围。此为本领域技术人员可直接根据描述进行的简单工艺试验，此处不再详细说明。

5 在本发明的其他实施例中，所述类聚合物膜层的厚度也可通过加工工艺的其他参数或者参数组合进行调节控制，如源功率、气压、以及气体流量等。

在本发明的其他实施例中，所述类聚合物的处理也可通过加工工艺的其他参数或者参数组合进行调节控制，如工艺加工时间、源功率、气  
10 压、以及气体流量等。

较佳地，在其中一个实施例中，步骤 S300，包括以下步骤：

S310，向所述工艺腔室中通入惰性气体；

S320，在等离子体激发条件下对所述类聚合物膜层进行处理；

S330，利用终点检测法抓取所述晶圆的小尺寸开口区域暴露基底硅  
15 的瞬间，结束当前步骤，完成对所述类聚合物膜层处理的步骤。

本发明实施例可准确掌握类聚合物处理的时间，使工艺加工更加准确，同时也可减小成本，提高生产效率。

在本发明的其中一个实施例中，所述对进入工艺腔室的晶圆进行掩膜层刻蚀的刻蚀工艺，直至所述晶圆上的开口接触到所述晶圆的基底硅  
20 的工艺步骤（即，步骤 S100）的工艺条件为：源功率为 400~700W，偏压功率为 100~300W，气压为 3mt~10mt，刻蚀时间每步为 10~40s，主气体为  $\text{CF}_4$  和  $\text{CH}_2\text{F}_2$ ，流量为 50~350sccm，辅气体为  $\text{O}_2$ 、Ar、He，除氧气外的辅气体流量为 50~150sccm，氧气流量为 5~30sccm。

所述向所述工艺腔室中通入沉积气体，进行沉积反应，在所述晶圆  
25 上沉积一层对后续刻蚀起阻挡作用的类聚合物膜层的工艺步骤（即，步骤 S200）的工艺条件为：源功率为 100~1000W，偏压功率为 0W~50W，

沉积气体流量为 10~500sccm，工艺气压为 1~100mT，工艺时间为 10~60s。

所述向所述工艺腔室中通入惰性气体，在等离子体激发条件下对所述类聚合物膜层进行处理的工艺步骤（即，步骤 S300）的工艺条件为：

5 源功率为 100~1000W，偏压功率为 50W~300W，Ar 流量为 10~500sccm，He 流量为 10~500sccm，工艺气压为 1~100mT，工艺时间为 10-60s。

所述对所述晶圆进行浅沟槽刻蚀工艺直至预设深度的工艺步骤（即，步骤 S400）的工艺条件为：源功率为 700~1200W，偏压功率为 100~200W，气压为 10mt~25mt，刻蚀时间为 70~100s，主气体为 HBr，  
10 流量为 300-500sccm，辅气体为 Cl<sub>2</sub>、NF<sub>3</sub>、SF<sub>6</sub>、N<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、HeO<sub>2</sub> 中的至少一种，流量为 5-50sccm。

在本发明的其中一个实施例中，所述向所述工艺腔室中通入沉积气体，进行沉积反应，在所述晶圆上沉积一层对后续刻蚀起阻挡作用的类聚合物膜层的工艺步骤（即，步骤 S200）的工艺条件为：源功率为  
15 300~700W，偏压功率为 0W，沉积气体流量为 100~200sccm，工艺气压为 10~30mT，工艺时间为 10~30s。

所述向所述工艺腔室中通入惰性气体，在等离子体激发条件下对所述类聚合物膜层进行处理的工艺步骤（即，步骤 S300）的工艺条件为：源功率为 300~700W，偏压功率为 100W~200W，Ar 流量为 100~200sccm，  
20 He 流量为 100~200sccm，工艺气压为 5~20mT，工艺时间为 10-20s。

在本发明的其中一个实施例中，所述将残留在所述晶圆的光阻灰化去除的工艺步骤（即，步骤 S500）的工艺条件为：源功率为 700~1200W，偏压功率为 0W，气压为 10mt~30mt，刻蚀时间为 80~120s，气体为氧气，流量为 200~500sccm。

25 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式，其描述较为具体和详细，但并不能因此而理解为对本发明专利范围的限制。应当指出的

是，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明构思的前提下，还可以做出若干变形和改进，这些都属于本发明的保护范围。因此，发明专利的保护范围应以所附权利要求为准。

## 权 利 要 求 书

1、一种控制浅沟槽深度微负载效应的刻蚀方法，其特征在于，包括以下步骤：

5 对进入工艺腔室的晶圆进行掩膜层刻蚀，直至所述晶圆上的开口接触到所述晶圆的基底硅；

向所述工艺腔室中通入沉积气体，进行沉积反应，在所述晶圆上沉积一层对后续刻蚀起阻挡作用的类聚合物膜层；

10 向所述工艺腔室中通入惰性气体，在等离子体激发条件下对所述类聚合物膜层进行处理；

对所述晶圆进行浅沟槽刻蚀工艺直至预设深度。

15 2、根据权利要求 1 所述的控制浅沟槽深度微负载效应的刻蚀方法，其特征在于，所述对后续刻蚀起阻挡作用的类聚合物膜层为具有碳和氢成分类聚合物膜层。

3、根据权利要求 1 所述的控制浅沟槽深度微负载效应的刻蚀方法，其特征在于，所述对后续刻蚀起阻挡作用的类聚合物膜层为  $\text{SiO}_2$  类膜层。

20 4、根据权利要求 2 或 3 所述的控制浅沟槽深度微负载效应的刻蚀方法，其特征在于，在向所述工艺腔室中通入沉积气体，进行沉积反应，在所述晶圆上沉积一层对后续刻蚀起阻挡作用的类聚合物膜层的步骤中，所述类聚合物膜层的厚度为 10 埃~300 埃。

25 5、根据权利要求 4 所述的控制浅沟槽深度微负载效应的刻蚀方法，其特征在于，在对所述晶圆进行浅沟槽刻蚀工艺直至预设深度的步骤之后还包括以下步骤：

将残留在所述晶圆的灰化去除。

6、根据权利要求4所述的控制浅沟槽深度微负载效应的刻蚀方法，其特征在于，所述沉积气体为  $\text{CH}_4$  或者为  $\text{SiH}_4$  和  $\text{O}_2$  的组合。

5

7、根据权利要求4所述的控制浅沟槽深度微负载效应的刻蚀方法，其特征在于，所述惰性气体为 Ar 和/或 He。

8、根据权利要求4所述的控制浅沟槽深度微负载效应的刻蚀方法，其特征在于，所述类聚合物膜层的厚度通过沉积时间进行控制。

9、根据权利要求4所述的控制浅沟槽深度微负载效应的刻蚀方法，其特征在于，向所述工艺腔室中通入惰性气体，在等离子体激发条件下对所述类聚合物膜层进行处理，包括以下步骤：

15 向所述工艺腔室中通入惰性气体；

在等离子体激发条件下对所述类聚合物膜层进行处理；

利用终点检测法抓取所述晶圆的小尺寸开口区域暴露基底硅的瞬间，结束当前步骤，完成对所述类聚合物膜层处理的步骤。

20 10、根据权利要求7所述的控制浅沟槽深度微负载效应的刻蚀方法，其特征在于，

所述对进入工艺腔室的晶圆进行掩膜层刻蚀的刻蚀工艺，直至所述晶圆上的开口接触到所述晶圆的基底硅的工艺步骤的工艺条件为：

25 源功率为 400~700W，偏压功率为 100~300W，气压为 3mt~10mt，刻蚀时间每步为 10~40s，主气体为  $\text{CF}_4$  和  $\text{CH}_2\text{F}_2$ ，流量为 50~350sccm，辅气体为  $\text{O}_2$ 、Ar、He，除氧气外的辅气体流量为 50~150sccm，氧气流量为 5~30scc；

所述向所述工艺腔室中通入沉积气体，进行沉积反应，在所述晶圆上沉

积一层对后续刻蚀起阻挡作用的类聚合物膜层的工艺步骤的工艺条件为：

源功率为 100~1000W，偏压功率为 0W~50W，沉积气体流量为 10~500sccm，工艺气压为 1~100mT，工艺时间为 10~60s；

5 所述向所述工艺腔室中通入惰性气体，在等离子体激发条件下对所述类聚合物膜层进行处理的工艺步骤的工艺条件为：

源功率为 100~1000W，偏压功率为 50W~300W，Ar 流量为 10~500sccm，He 流量为 10~500sccm，工艺气压为 1~100mT，工艺时间为 10-60s；

所述对所述晶圆进行浅沟槽刻蚀工艺直至预设深度的工艺步骤的工艺条件为：

10 源功率为 700~1200W，偏压功率为 100~200W，气压为 10mt~25mt，刻蚀时间为 70~100s，主气体为 HBr，流量为 300-500sccm，辅气体为 Cl<sub>2</sub>、NF<sub>3</sub>、SF<sub>6</sub>、N<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、HeO<sub>2</sub> 中的至少一种，流量为 5-50sccm。

11、根据权利要求 10 所述的控制浅沟槽深度微负载效应的刻蚀方法，  
15 其特征在于，

所述向所述工艺腔室中通入沉积气体，进行沉积反应，在所述晶圆上沉积一层对后续刻蚀起阻挡作用的类聚合物膜层的工艺步骤的工艺条件为：

源功率为 300~700W，偏压功率为 0W，沉积气体流量为 100~200sccm，工艺气压为 10~30mT，工艺时间为 10~30s；

20 所述向所述工艺腔室中通入惰性气体，在等离子体激发条件下对所述类聚合物膜层进行处理的工艺步骤的工艺条件为：

源功率为 300~700W，偏压功率为 100W~200W，Ar 流量为 100~200sccm，He 流量为 100~200sccm，工艺气压为 5~20mT，工艺时间为 10-20s。

25 12、根据权利要求 5 所述的控制浅沟槽深度微负载效应的刻蚀方法，其特征在于，所述将残留在所述晶圆的光阻灰化去除的工艺步骤的工艺条件

为:

源功率为 700~1200W, 偏压功率为 0W, 气压为 10mt~30mt, 刻蚀时间为 80~120s, 气体为 O<sub>2</sub>, 流量为 200~500sccm。

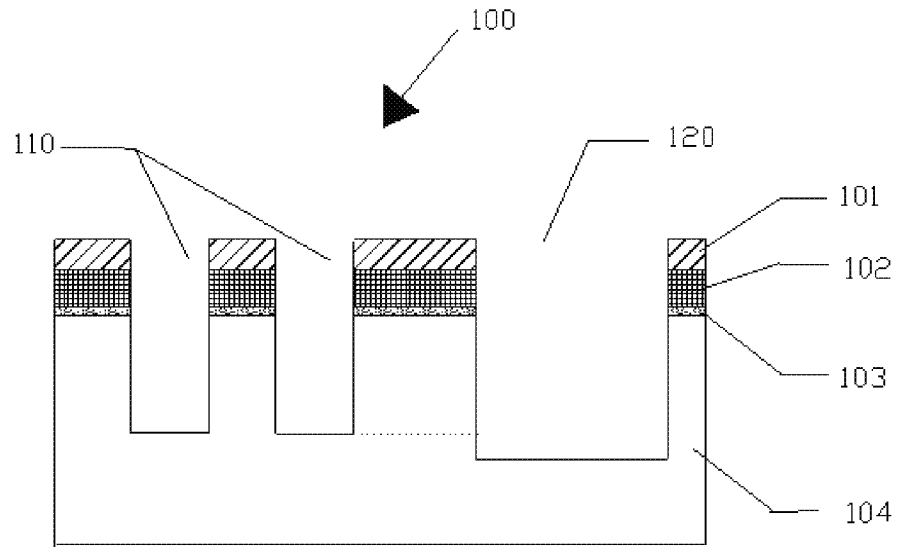


图 1

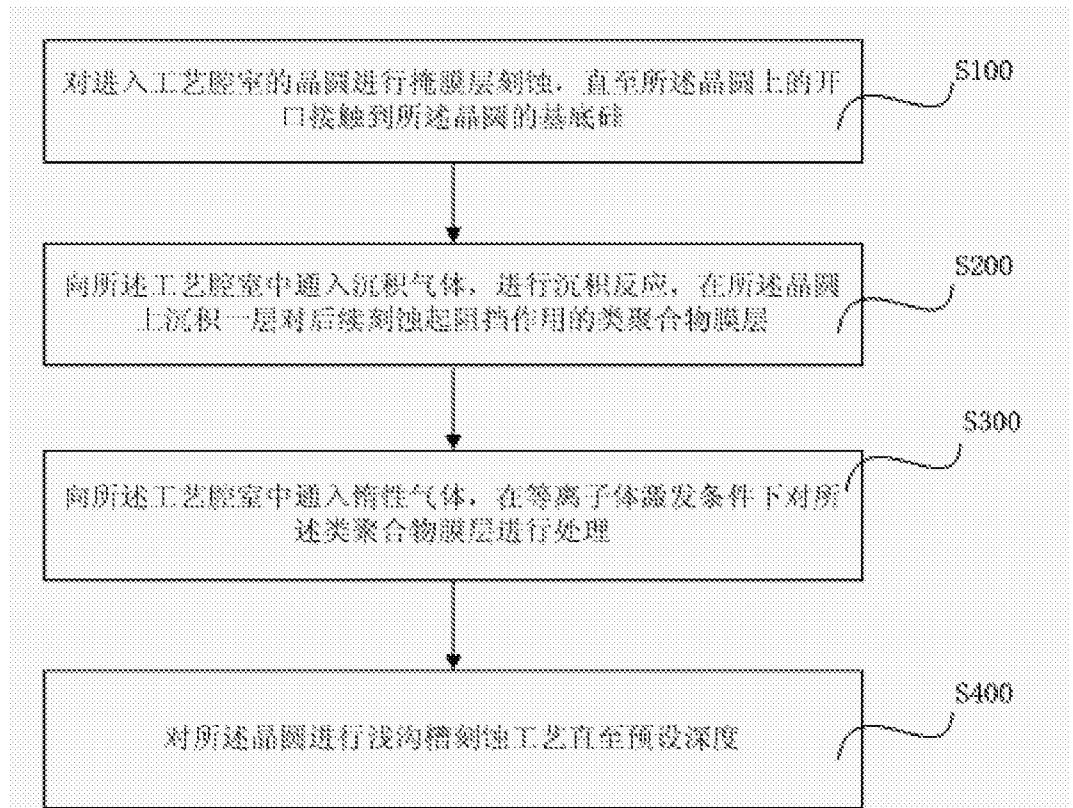


图 2

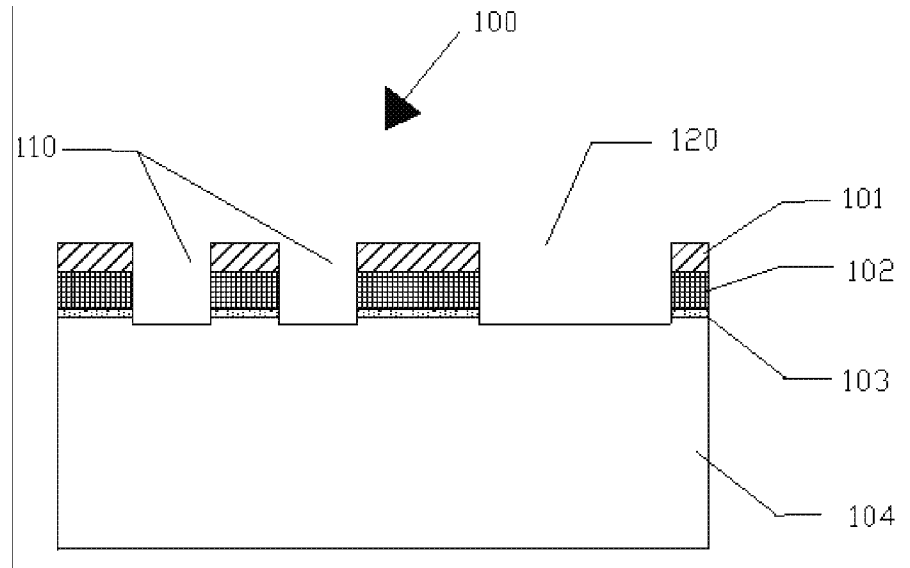


图 3

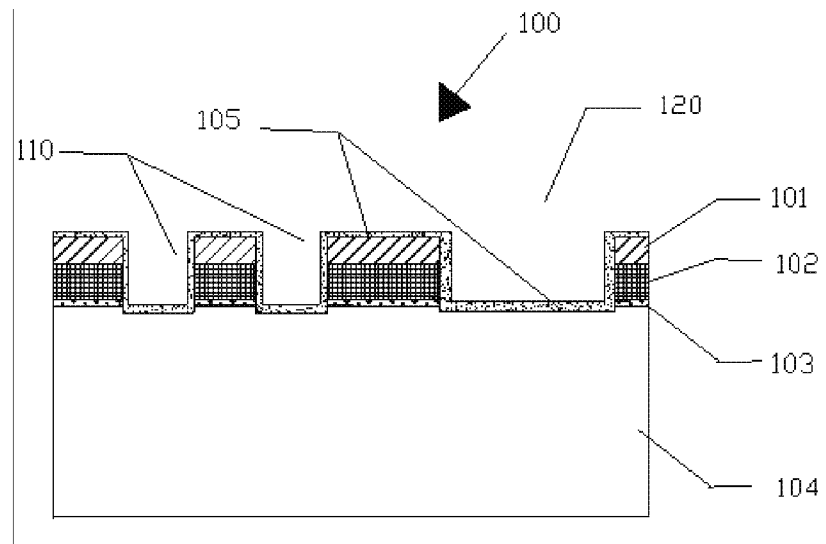


图 4

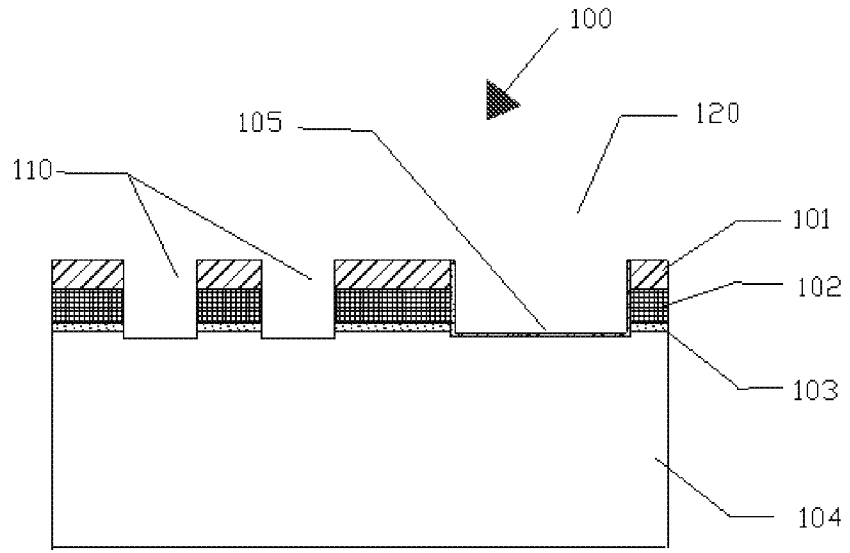


图 5

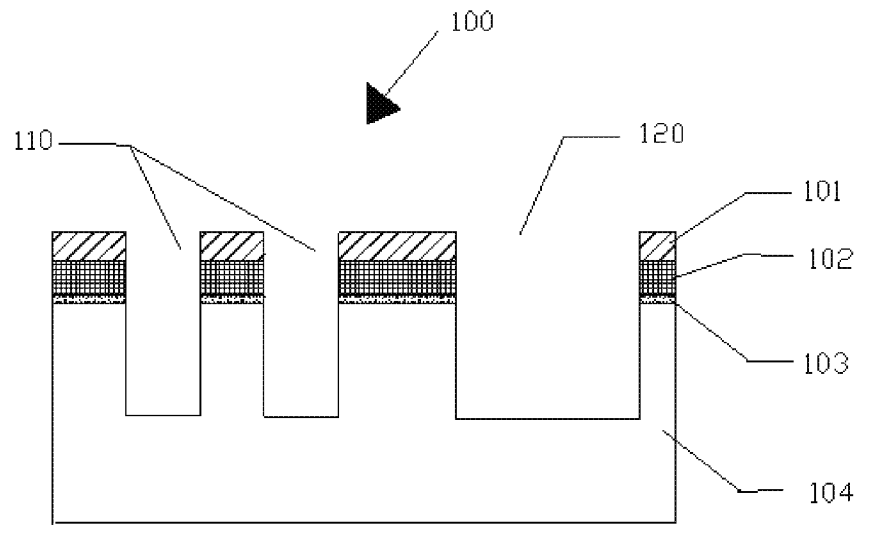


图 6

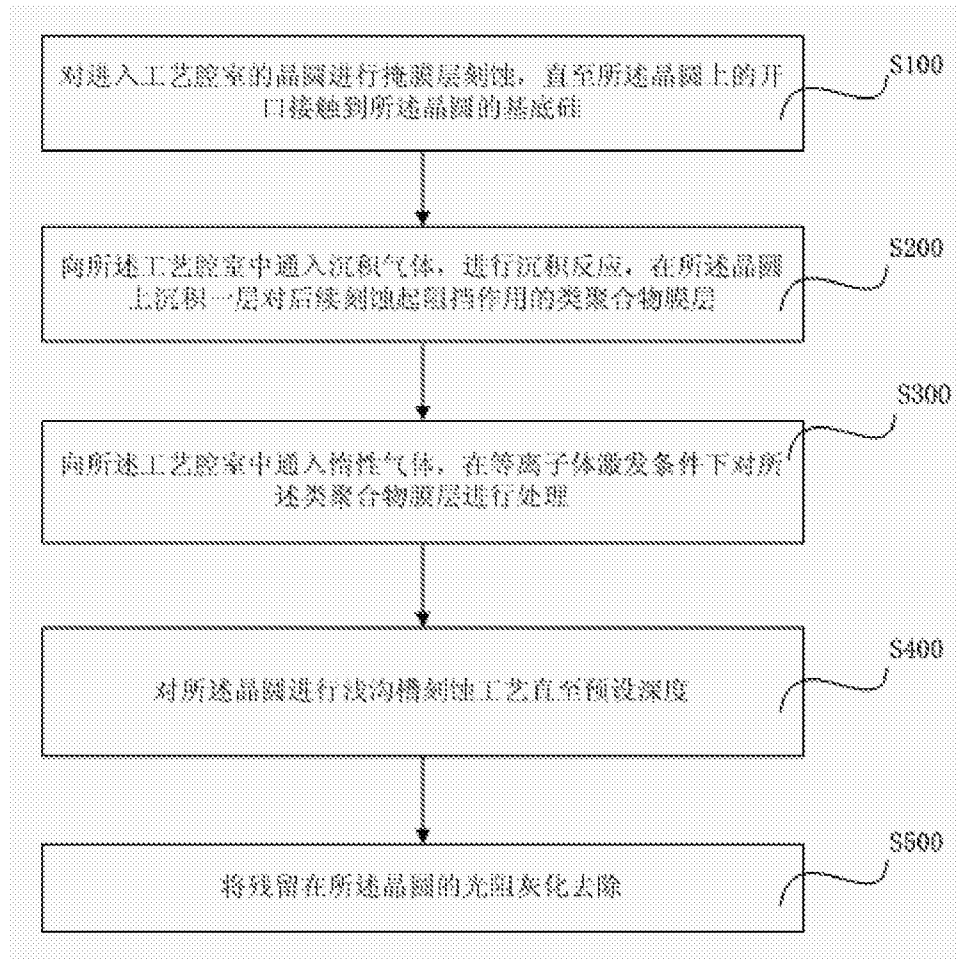


图 7

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/CN2014/092156**

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 21/02 (2006.01) i; H01L 21/306 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L 21/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; VEN: etch, shallow trench, micro, h011 21/762, H01L 21/76224, h011 21/764, STI, 5F004/EA01, H01L 21/30621, BARR+, 5F004/EA04, h011 21/306, 5F004/EB04, 5F004/AA01, h011 21/308, h011 21/02, 5F032/AA66, inhibit, PROTECT+, H01L 21/02K2E+, BLOCK+, h011 21/311, NORTH MICROELECTRONICS, h011 21/3065, 5F004/DB01, 5F032/DA41, 5F004/EA37, 5F004/DB02, 5F004/AA11, h011 21/76, microloading, H01L 21/02 K2T+, 5F032/DA22, 5F032/DA67, 5F032/DA23, 5F032/DA26, prevent, 5F032/AA79, 5F032/DA28, restrict, loading

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| Y         | CN 102810470 A (NANYA TECHNOLOGY CO., LTD.), 05 December 2012 (05.12.2012), description, paragraphs [0017]-[0020], and figures 1-6 | 1-12                  |
| Y         | CN 101730930 A (LAM RESEARCH CORP.), 09 June 2010 (09.06.2010), description, paragraphs [0017]-[0042], and figures 1-4F            | 1-12                  |
| A         | CN 1956163 A (SHANGHAI HUA HONG NEC ELECTRONICS CO., LTD.), 02 May 2007 (02.05.2007), the whole document                           | 1-12                  |
| A         | US 2004077176 A1 (NANYA TECHNOLOGY CORP.), 22 April 2004 (22.04.2004), the whole document  | 1-12                  |
| A         | JP 2009032872 A (SHARP KK), 12 February 2009 (12.02.2009), the whole document  | 1-12                  |

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

|   |   |
|---|---|
| <p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> | <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p> |
|---|---|

Date of the actual completion of the international search  
05 February 2015 (05.02.2015)

Date of mailing of the international search report  
**17 February 2015 (17.02.2015)**

Name and mailing address of the ISA/CN:  
State Intellectual Property Office of the P. R. China  
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao  
Haidian District, Beijing 100088, China  
Facsimile No.: (86-10) 62019451

Authorized officer  
**LIU, Le**  
Telephone No.: (86-10) **62411579**

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

**PCT/CN2014/092156**

| Patent Documents referred<br>in the Report | Publication Date | Patent Family    | Publication Date |
|--|------------------|------------------|------------------|
| CN 102810470 A                             | 05 December 2012 | US 8377632 B2    | 19 February 2013 |
|  |                  | TW 201248714 A   | 01 December 2012 |
|  |                  | US 2012301833 A1 | 29 November 2012 |
| CN 101730930 A                             | 09 June 2010     | KR 20100035140 A | 02 April 2010    |
|  |                  | US 7629255 B2    | 08 December 2009 |
|  |                  | US 2008296736 A1 | 04 December 2008 |
|  |                  | TW 200903634 A   | 16 January 2009  |
|  |                  | CN 101730930 B   | 10 April 2013    |
|  |                  | JP 5632280 B2    | 26 November 2014 |
|  |                  | WO 2008151120 A1 | 11 December 2008 |
|  |                  | JP 2010529679 A  | 26 August 2010   |
| CN 1956163 A                               | 02 May 2007      | None             |                  |
| US 2004077176 A1                           | 22 April 2004    | TW 564519 B      | 01 December 2003 |
|  |                  | US 6900112 B2    | 31 May 2005      |
| JP 2009032872 A                            | 12 February 2009 | None             |                  |

| <p>A. 主题的分类</p> <p>H01L 21/02(2006.01)i; H01L 21/306(2006.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>  |  |         |     |                   |         |   |  |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |                            |  |                            |   |   |   |                            |             |                              |  |
|--|--|---------|-----|-------------------|---------|---|--|------|---|--|------|---|--|------|---|--|------|---|--|------|----------------------------|--|----------------------------|---|---|---|----------------------------|-------------|------------------------------|--|
| <p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>H01L 21/--</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNABS;VEN:蚀, 浅沟槽, micro, h01121/762, H01L21/76224, h01121/764, STI, 5F004/EA01, H01L21/30621, BARR+, 5F004/EA04, h01121/306, 5F004/EB04, 5F004/AA01, h01121/308, h01121/02, 5F032/AA66, 抑, PROTECT+, H01L21/02K2E+, 保, BLOCK+, 挡, 止, 护, h01121/311, 北方微电子, h01121/3065, 5F004/DB01, 5F032/DA41, 5F004/EA37, 5F004/DB02, 5F004/AA11, h01121/76, 微负载, H01L21/02K2T+, 5F032/DA22, 5F032/DA67, 5F032/DA23, 5F032/DA26, 防, 5F032/AA79, 5F032/DA28, 制, 阻, 刻, loading</p>   |  |         |     |                   |         |   |  |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |                            |  |                            |   |   |   |                            |             |                              |  |
| <p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>CN 102810470 A (南亚科技股份有限公司) 2012年 12月 05日 (2012 - 12 - 05)<br/>说明书[0017]至[0020]段, 附图1-6</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 101730930 A (朗姆研究公司) 2010年 6月 09日 (2010 - 06 - 09)<br/>说明书[0017]至[0042]段, 附图1-4F</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 1956163 A (上海华虹NEC电子有限公司) 2007年 5月 02日 (2007 - 05 - 02)<br/>全文</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2004077176 A1 (NANYA TECHNOLOGY CORP) 2004年 4月 22日 (2004 - 04 - 22)<br/>全文</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2009032872 A (SHARP KK) 2009年 2月 12日 (2009 - 02 - 12)<br/>全文</td> <td>1-12</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <p>* 引用文件的具体类型:</p> <table border="0"> <tr> <td>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</td> <td>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</td> </tr> <tr> <td>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</td> <td>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</td> </tr> <tr> <td>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</td> <td>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</td> </tr> <tr> <td>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</td> <td>“&amp;” 同族专利的文件</td> </tr> <tr> <td>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</td> <td></td> </tr> </table> |  |         | 类型* | 引用文件, 必要时, 指明相关段落 | 相关的权利要求 | Y | CN 102810470 A (南亚科技股份有限公司) 2012年 12月 05日 (2012 - 12 - 05)<br>说明书[0017]至[0020]段, 附图1-6 | 1-12 | Y | CN 101730930 A (朗姆研究公司) 2010年 6月 09日 (2010 - 06 - 09)<br>说明书[0017]至[0042]段, 附图1-4F | 1-12 | A | CN 1956163 A (上海华虹NEC电子有限公司) 2007年 5月 02日 (2007 - 05 - 02)<br>全文 | 1-12 | A | US 2004077176 A1 (NANYA TECHNOLOGY CORP) 2004年 4月 22日 (2004 - 04 - 22)<br>全文 | 1-12 | A | JP 2009032872 A (SHARP KK) 2009年 2月 12日 (2009 - 02 - 12)<br>全文 | 1-12 | “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 | “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 | “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 | “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 | “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) | “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 | “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 | “&” 同族专利的文件 | “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 |  |
| 类型*  | 引用文件, 必要时, 指明相关段落  | 相关的权利要求 |     |                   |         |   |  |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |                            |  |                            |   |   |   |                            |             |                              |  |
| Y  | CN 102810470 A (南亚科技股份有限公司) 2012年 12月 05日 (2012 - 12 - 05)<br>说明书[0017]至[0020]段, 附图1-6 | 1-12    |     |                   |         |   |  |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |                            |  |                            |   |   |   |                            |             |                              |  |
| Y  | CN 101730930 A (朗姆研究公司) 2010年 6月 09日 (2010 - 06 - 09)<br>说明书[0017]至[0042]段, 附图1-4F     | 1-12    |     |                   |         |   |  |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |                            |  |                            |   |   |   |                            |             |                              |  |
| A  | CN 1956163 A (上海华虹NEC电子有限公司) 2007年 5月 02日 (2007 - 05 - 02)<br>全文                       | 1-12    |     |                   |         |   |  |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |                            |  |                            |   |   |   |                            |             |                              |  |
| A  | US 2004077176 A1 (NANYA TECHNOLOGY CORP) 2004年 4月 22日 (2004 - 04 - 22)<br>全文           | 1-12    |     |                   |         |   |  |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |                            |  |                            |   |   |   |                            |             |                              |  |
| A  | JP 2009032872 A (SHARP KK) 2009年 2月 12日 (2009 - 02 - 12)<br>全文                         | 1-12    |     |                   |         |   |  |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |                            |  |                            |   |   |   |                            |             |                              |  |
| “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件   | “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件   |         |     |                   |         |   |  |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |                            |  |                            |   |   |   |                            |             |                              |  |
| “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利   | “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性  |         |     |                   |         |   |  |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |                            |  |                            |   |   |   |                            |             |                              |  |
| “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)  | “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性                    |         |     |                   |         |   |  |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |                            |  |                            |   |   |   |                            |             |                              |  |
| “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件   | “&” 同族专利的文件  |         |     |                   |         |   |  |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |                            |  |                            |   |   |   |                            |             |                              |  |
| “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件   |  |         |     |                   |         |   |  |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |                            |  |                            |   |   |   |                            |             |                              |  |
| <p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2015年 2月 05日</p>   | <p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2015年 2月 17日</p>  |         |     |                   |         |   |  |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |                            |  |                            |   |   |   |                            |             |                              |  |
| <p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)<br/>北京市海淀区蓟门桥西土城路6号<br/>100088 中国</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>   | <p>授权官员</p> <p>刘乐</p> <p>电话号码 (86-10)62411579</p>                                      |         |     |                   |         |   |  |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |   |  |      |                            |  |                            |   |   |   |                            |             |                              |  |

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2014/092156

| 检索报告引用的专利文件 |            |    | 公布日<br>(年/月/日) | 同族专利 |             |    | 公布日<br>(年/月/日) |
|-------------|------------|----|----------------|------|-------------|----|----------------|
| CN          | 102810470  | A  | 2012年 12月 05日  | US   | 8377632     | B2 | 2013年 2月 19日   |
|             |            |    |                | TW   | 201248714   | A  | 2012年 12月 01日  |
|             |            |    |                | US   | 2012301833  | A1 | 2012年 11月 29日  |
| CN          | 101730930  | A  | 2010年 6月 09日   | KR   | 20100035140 | A  | 2010年 4月 02日   |
|             |            |    |                | US   | 7629255     | B2 | 2009年 12月 08日  |
|             |            |    |                | US   | 2008296736  | A1 | 2008年 12月 04日  |
|             |            |    |                | TW   | 200903634   | A  | 2009年 1月 16日   |
|             |            |    |                | CN   | 101730930   | B  | 2013年 4月 10日   |
|             |            |    |                | JP   | 5632280     | B2 | 2014年 11月 26日  |
|             |            |    |                | WO   | 2008151120  | A1 | 2008年 12月 11日  |
|             |            |    |                | JP   | 2010529679  | A  | 2010年 8月 26日   |
| CN          | 1956163    | A  | 2007年 5月 02日   | 无    |             |    |                |
| US          | 2004077176 | A1 | 2004年 4月 22日   | TW   | 564519      | B  | 2003年 12月 01日  |
|             |            |    |                | US   | 6900112     | B2 | 2005年 5月 31日   |
| JP          | 2009032872 | A  | 2009年 2月 12日   | 无    |             |    |                |

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)