

(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
2014 年 2 月 27 日 (27.02.2014)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2014/029152 A1

- (51) 国际专利分类号:
H01L 23/52 (2006.01) C23C 16/26 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2012/081513
- (22) 国际申请日: 2012 年 9 月 17 日 (17.09.2012)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201210298158.2 2012 年 8 月 20 日 (20.08.2012) CN
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 中国科学院微电子研究所 (INSTITUTE OF MICROELECTRONICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) [CN/CN]; 中国北京市朝阳区北土城西路 3#, Beijing 100029 (CN)。
- (72) 发明人: 及
- (71) 申请人 (仅对美国): 梁擎擎 (LIANG, Qingqing) [CN/US]; 美国纽约州拉格朗日镇瑞吉路 28 号, New York 12540 (US)。王冠中 (WANG, Guanzhong) [CN/CN]; 中国安徽省合肥市金寨路 96 号中国科技大学物理系, Anhui 230026 (CN)。朱慧珑 (ZHU, Huilong) [US/US]; 美国纽约州波基普西市奥特姆路 93#, New York 12603 (US)。钟汇才 (ZHONG, Huicai) [CN/US]; 美国加利福尼亚州圣荷西市威尔明顿大道 1089 号, California 95129 (US)。陈大鹏

(CHEN, Dapeng) [CN/CN]; 中国北京市朝阳区北土城西路 3#, Beijing 100029 (CN)。叶甜春 (YE, Tianchun) [CN/CN]; 中国北京市朝阳区北土城西路 3#, Beijing 100029 (CN)。

(74) 代理人: 北京汉昊知识产权代理事务所 (普通合伙) (HANHOW INTELLECTUAL PROPERTY PARTNERS); 中国北京市东城区东长安街 1 号东方广场西 1 区 11 层 1111 室朱海波, Beijing 100738 (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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, 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,

[见续页]

(54) Title: SEMICONDUCTOR STRUCTURE AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

(54) 发明名称: 一种半导体结构及其制造方法

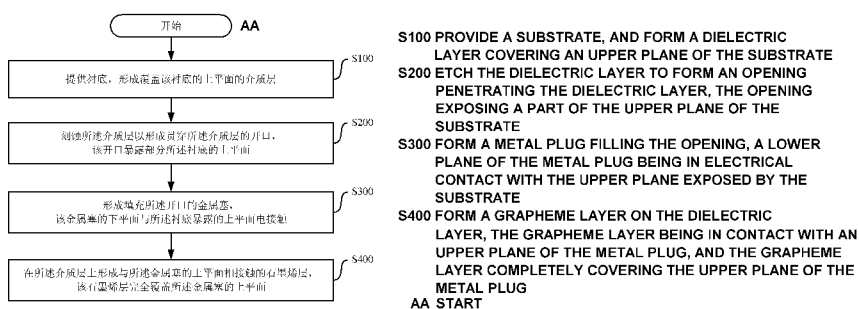


图1 / FIG. 1

(57) Abstract: The present invention provides a manufacturing method of a semiconductor structure. The method comprises: a) providing a substrate; b) etching the substrate to form an opening (201) having a bottom; c) forming a metal plug (202) filling the opening (201); and d) forming a graphene layer (300) on the substrate, the graphene layer (300) being in contact with an upper plane of the metal plug (202). Correspondingly, the present invention further provides a semiconductor structure formed according to the above manufacturing method. According to the method and the structure, graphene is crystallized in a predetermined area, the particle size of graphene crystals is increased, and by using a step of optimally depositing the graphene, the uniformity of a graphene material is improved, thereby improving working performance and stability of the graphene material in the semiconductor structure.

(57) 摘要: 本发明提供了一种半导体结构的制造方法, 该方法包括: a) 提供基层; b) 刻蚀所述基层形成有底的开口(201); c) 形成填充所述开口(201)的金属塞(202); d) 在所述基层上形成与所述金属塞(202)的上平面相接触的石墨烯层(300)。相应地, 本发明还提供根据上述制造方法形成的半导体结构。上述方法和结构通过将石墨烯结晶形成在预定区域中, 增加了石墨烯结晶的颗粒尺寸, 并结合最优化沉积石墨烯的步骤, 有助于提升石墨烯材质的均匀度, 因此提升了石墨烯材质在半导体结构中的工作性能以及稳定性。

WO 2014/029152 A1



RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, **本国际公布:**

CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种半导体结构及其制造方法

[0001] 本申请要求了2012年8月20日提交的、申请号为201210298158.2、发明名称为“一种半导体结构及其制造方法”的中国专利申请的优先权，其全部
5 部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

[0002] 本发明涉及半导体的制造领域，尤其涉及一种半导体结构及其制造方法。

10

背景技术

[0003] 石墨烯中各碳原子之间的连接非常柔韧，当施加外部机械力时，碳原子面就弯曲变形，从而使碳原子不必重新排列来适应外力，也就保持了结构稳定。这种稳定的晶格结构使碳原子具有优秀的导电性。石墨烯中的电子在
15 轨道中移动时，不会因晶格缺陷或引入外来原子而发生散射。由于原子间作用力十分强，在常温下，即使周围碳原子发生挤撞，石墨烯中电子受到的干扰也非常小。因为它的电阻率极低，电子跑的速度极快，因而石墨烯可用来发展出更薄、导电速度更快的新一代电子元件或晶体管。可理解地，在半导体器件中加入石墨烯部分有助于提高半导体器件的工作性能。

20 [0004] 研究者一直致力于在半导体器件中形成性能更佳、更稳定的石墨烯部件，从而获得半导体器件的工作性能的最大提升。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种半导体结构及其制造方法，以在半导体器
25 件中形成稳定优质的石墨烯部件。

[0006] 为达到上述目的，本发明提供了一种半导体结构的制造方法，该方法包括：

- (a) 提供基层；
- (b) 刻蚀所述基层形成有底的开口(201)；

(c) 形成填充所述开口(201)的金属塞(202)；

(d) 在所述基层上形成与所述金属塞(202)的上平面相接触的石墨烯层(300)。

[0007] 相应地，本发明还提供了一种半导体结构，该半导体结构包括基层、
5 金属塞(202)和石墨烯层(300)，其中：

[0008] 所述金属塞(202)嵌于所述基层中；

[0009] 所述石墨烯层(300)形成在所述基层和金属塞(202)之上，该石墨烯层(300)与所述金属塞(202)的上平面相接触。

[0010] 本发明提供的半导体结构及其制造方法通过将石墨烯结晶形成在预
10 定区域中，增加了石墨烯结晶的颗粒尺寸，并结合最优化沉积石墨烯的步骤，有助于提升石墨烯材质的均匀度，因此提升了石墨烯材质在半导体结构中的工作性能以及稳定性。

附图说明

15 [0011] 通过阅读参照以下附图所作的对非限制性实施例所作的详细描述，本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显：

[0012] 图1是根据本发明的半导体结构的制造方法的一个具体实施方式的流程图；

[0013] 图2至图5是根据本发明的一个具体实施方式按照图1示出的流程制
20 造半导体结构过程中该半导体结构各个制造阶段的剖视结构示意图；

[0014] 附图中相同或相似的附图标记代表相同或相似的部件。

具体实施方式

[0015] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本
25 发明的实施例作详细描述。

[0016] 下面详细描述本发明的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，仅用于解释本发明，而不能解释为对本发明的限制。

[0017] 下文的公开提供了许多不同的实施例或例子用来实现本发明的不同结构。为了简化本发明的公开，下文中对特定例子的部件和设置进行描述。当然，它们仅仅为示例，并且目的不在于限制本发明。此外，本发明可以在不同例子中重复参考数字和/或字母。这种重复是为了简化和清楚的目的，其本身不指示所讨论各种实施例和/或设置之间的关系。此外，本发明提供了各种特定的工艺和材料的例子，但是本领域普通技术人员可以意识到其他工艺的可应用于性和/或其他材料的使用。另外，以下描述的第一特征在第二特征之“上”的结构可以包括第一和第二特征形成为直接接触的实施例，也可以包括另外的特征形成在第一和第二特征之间的实施例，这样第一和第二特征可能不是直接接触。

[0018] 下面首先对本发明提供的半导体结构进行概述，请参考图5，图5是该半导体结构的剖视结构示意图，该半导体结构包括衬底100、介质层200、金属塞202和石墨烯层300，其中：

[0019] 介质层200覆盖衬底100的上平面；

[0020] 金属塞202嵌于介质层200中，该金属塞202的下平面与衬底100的上平面电接触；

[0021] 石墨烯层300形成在介质层200之上，该石墨烯层300与金属塞202的上平面相接触，并完全覆盖该金属塞202的上平面。

[0022] 具体地，衬底100包括硅衬底(例如晶片)。根据现有技术公知的设计要求(例如P型衬底或者N型衬底)，衬底100可以包括各种掺杂配置。其他实施例中衬底100还可以包括其他基本半导体，例如锗。或者，衬底100可以包括化合物半导体，例如碳化硅、砷化镓、砷化铟或者磷化铟。典型地，衬底100的厚度可以是但不限于约几百微米，例如可以在 $400\mu\text{m}$ - $800\mu\text{m}$ 的厚度范围内。介质层200的厚度在 50nm - 200nm 之间，其材料包括 SiO_2 、碳掺杂 SiO_2 、BPSG、PSG、USG、 Si_3N_4 、低k材料或其组合。金属塞202的材料包括W、Al、Cu、TiAl或其组合。

[0023] 在优选的实施例中，金属塞202的上平面与介质层200的上平面齐平(本文内，术语“齐平”意指两者之间的高度差在工艺误差允许的范围内)。典型地，金属塞202中与衬底的上平面平行的截面的面积为 $1\text{--}100\mu\text{m}^2$ 。

[0024] 可选地,金属塞 202 的下平面与衬底 100 的上平面之间形成接触层(图 5 中未示出),以衬底 100 是硅衬底为例,所述接触层可以是硅化镍、硅化钛、硅化钴或硅化铜或其他金属硅化物。

[0025] 石墨烯层 300 至少完全覆盖金属塞 202 的上平面,在一些实施例中,石墨烯层 300 还覆盖介质层 200 的部分上平面。由于金属塞 202 的上平面与石墨烯层 300,而且金属塞 202 为结晶结构,因此在其上形成的石墨烯层 300 具有较大结晶的颗粒尺寸,有助于提升石墨烯材质的均匀度,增加石墨烯层 300 的迁移率。通过控制金属塞 202 的横截面形状,可以控制所形成的石墨烯层 300 上结晶的范围和性能,以满足制作不同器件的要求。

[0026] 除了上文所述的实施例之外,在第二实施例中(未示出),本发明的半导体结构还可以只包括衬底 100、金属塞 202 和石墨烯层 300,而没有介质层 200。金属塞直接形成在衬底中,并且金属塞的上平面与衬底的上平面齐平,而石墨烯层直接形成的衬底与金属塞的上平面上。石墨烯层局部与金属塞上平面接触。

[0027] 下文中将结合本发明提供的半导体结构的制造方法对该半导体结构进行进一步阐述。

[0028] 请参考图 1,图 1 是根据本发明的半导体结构的制造方法的一个具体实施方式的流程图,该方法包括:

[0029] 步骤S100,提供衬底,并形成覆盖该衬底的上平面的介质层;

[0030] 步骤S200,刻蚀所述介质层以形成贯穿所述介质层的具有特定形状的开口,该开口暴露部分所述衬底的上平面;

[0031] 步骤S300,形成填充所述开口的金属塞,该金属塞的下平面与所述衬底暴露的上平面电接触;

[0032] 步骤S400,在所述介质层上形成与所述金属塞的上平面相接触的石墨烯层,该石墨烯层完全覆盖所述金属塞的上平面。

[0033] 下面结合图 2 至图 5 对步骤 S100 至步骤 S400 进行说明,图 2 至图 5 是根据本发明的一个具体实施方式按照图 1 示出的流程制造半导体结构过程中该半导体结构各个制造阶段的剖视结构示意图,需要说明的是,本发明各个实施例的附图仅是为了示意的目的,因此没有必要按比例绘制。

[0034] 首先, 执行步骤S100, 提供衬底100, 并形成覆盖该衬底100的上平面的介质层200。参考图2, 衬底100包括硅衬底(例如晶片)。根据现有技术公知的设计要求(例如P型衬底或者N型衬底), 衬底100可以包括各种掺杂配置。其他实施例中衬底100还可以包括其他基本半导体, 例如锗。或者, 衬底100
5 可以包括化合物半导体, 例如碳化硅、砷化镓、砷化铟或者磷化铟。典型地, 衬底100的厚度可以是但不限于约几百微米, 例如可以在 $400\mu\text{m}$ - $800\mu\text{m}$ 的厚度范围内。在本实施例中, 衬底100是硅衬底。在该衬底100上形成介质层200, 该介质层200通过化学气相沉积 (Chemical vapor deposition, CVD)、高密度等离子体CVD、ALD(原子层淀积)、等离子体增强原子层淀积(PEALD)、
10 脉冲激光沉积(PLD)或其他合适的方法形成在衬底100上。典型地, 该介质层200的厚度在 50nm - 200nm 之间, 其材料包括 SiO_2 、碳掺杂 SiO_2 、BPSG、PSG、USG、 Si_3N_4 、低k材料或其组合。

[0035] 参考图3, 执行步骤S200, 通过光刻工艺在介质层200上形成特定图案的光刻胶, 以所述光刻胶为掩膜刻蚀介质层200并停止于所述衬底100, 以形
15 成贯穿介质层200的开口201, 该开口201暴露部分衬底100的上平面。通常地, 形成开口201的方法包括光刻工艺、干式刻蚀或湿式刻蚀。由于该开口201贯穿介质层200, 衬底100的部分上平面暴露, 即衬底100的硅表面暴露。典型地, 对所述刻蚀过程进行控制, 使开口201中与衬底100的上平面平行的截面具有特定形状, 其截面面积优选为 $1\text{-}100\mu\text{m}^2$ 。形成该开口201的目的是为了
20 在下一步骤中为沉积金属做准备。

[0036] 参考图4, 执行步骤S300, 形成填充开口201的金属塞202, 该金属塞202的下平面与衬底100暴露的上平面电接触(本文中所述“电接触”的含义是两导体之间直接接触形成电连通, 或通过其他导体间接导通形成电连通)。具体地, 通过在开口201内沉积金属材料形成金属塞202, 所述金属材料包括
25 W、Al、Cu、TiAl或其组合。优选地, 形成金属塞202后对介质层200和金属塞202进行化学机械抛光 (Chemical-mechanical polish, CMP) 处理, 如图4所示, 使金属塞202的上平面与介质层200的上平面齐平。

[0037] 可选地, 在形成金属塞202之前, 首先在开口202内衬底100暴露的上平面上形成接触层(图4中未示出)。其具体步骤是, 首先采用离子注入、

沉积非晶化物或者原位掺杂生长的方式,对该暴露的上平面进行预非晶化处理,形成局部非晶区域,然后利用金属溅镀方式或化学气相沉积法,在该非晶区域上形成的金属层,所述金属可以是Ni、Ti、Co或Cu等,然后对衬底100进行退火处理,例如快速热退火、尖峰退火、瞬间退火等,沉积的所述金属层与所述非晶区域的非晶化物发生反应生成所述接触层。以本实施例中的硅衬底为例,所述接触层可以是硅化镍、硅化钛、硅化钴或硅化铜或其他金属硅化物。最后选用化学刻蚀的方式除去未反应的沉积金属。形成该接触层的优点在于减小了金属塞202与衬底100之间的接触电阻。

[0038] 请参考图5,执行步骤S400,在介质层200上形成与金属塞202的上平面相接触的石墨烯层300,该石墨烯层300完全覆盖金属塞202的上平面。优选地,该以金属塞202的材料是Cu为例,以该Cu材料的金属塞202为基体使用CVD工艺形成石墨烯层300,其具体步骤是:使用甲烷等含碳的气体化合物作为气态碳源,在高温下所述气态碳源裂解生长的碳原子吸附于金属塞202的上表面,并进一步形成连续的石墨烯薄膜,一层或多层所述石墨烯薄膜堆积形成石墨烯层300。该石墨烯层300不仅完全覆盖金属塞202的上平面,还覆盖介质层200的部分上平面。

[0039] 由于形成在金属塞上平面上的石墨烯层具有良好的结晶形态和性能,而金属塞的上平面可以通过刻蚀工艺精确控制其形状,因此以上方法形成具有特定形状的良好结晶形态的石墨烯层。形成所述石墨烯层后可以将其剥离并用于制作其他半导体器件。

[0040] 为制作上文所述的本发明的第二实施例的半导体结构,可以通过调整上述制造方法的步骤来实现。具体来说包括如下步骤:

[0041] 提供衬底;

[0042] 刻蚀所述衬底,停止于所述衬底内部,以形成具有特定形状的开口;

25 [0043] 形成填充所述开口的金属塞;

[0044] 在所述衬底上形成与所述金属塞的上平面相接触的石墨烯层,该石墨烯层完全覆盖所述金属塞的上平面。

[0045] 下面对上述步骤进行详细说明。

[0046] 首先,提供衬底,其具有平整的上表面。衬底可以包括化合物半导体,

例如碳化硅、砷化镓、砷化铟或者磷化铟，也可以包括各种绝缘材料。

[0047] 通过光刻工艺在衬底上形成特定图案的光刻胶，以所述光刻胶为掩膜刻蚀衬底并停止于所述衬底内部。通常地，形成开口的方法包括光刻工艺、干式刻蚀或湿式刻蚀。典型地，对所述刻蚀过程进行控制，使开口中与衬底的上平面平行的截面具有特定形状，其截面面积优选为 $1-100\mu\text{m}^2$ 。形成该开口的目的是为了在下一步骤中为沉积金属做准备。

[0048] 接着，形成填充开口的金属塞，该金属塞的上平面与衬底的上平面齐平。具体地，通过在开口内沉积金属材料形成金属塞，所述金属材料包括W、Al、Cu、TiAl或其组合。优选地，形成金属塞后对衬底和金属塞进行化学机械抛光（Chemical-mechanical polish, CMP）处理，使金属塞的上平面与衬底的上平面齐平。

[0049] 接着在衬底上和金属塞上形成石墨烯层，该石墨烯层完全覆盖金属塞的上平面。优选地，该以金属塞的材料是Cu为例，以该Cu材料的金属塞为基体使用CVD工艺形成石墨烯层，其具体步骤是：使用甲烷等含碳的气体化合物作为气态碳源，在高温下所述气态碳源裂解生长的碳原子吸附于金属塞的上表面，并进一步形成连续的石墨烯薄膜，一层或多层所述石墨烯薄膜堆积形成石墨烯层。该石墨烯层不仅完全覆盖金属塞的上平面，还覆盖衬底的部分上平面。

[0050] 在后续的工艺中，可以剥离所形成的石墨烯层。由于形成在金属塞上平面上的石墨烯层具有良好的结晶形态和性能，而金属塞的上平面可以通过刻蚀工艺精确控制其形状，因此以上方法形成具有特定形状的良好结晶形态的石墨烯层。形成所述石墨烯层后可以将其剥离并用于制作其他半导体器件。

[0051] 在上面的两个实施例中，第一实施例的介质层和衬底可以合称为基层；第二实施例中沒有介质层，而只有衬底，该衬底相当于第一实施例的基层，因此也称为基层。在本发明的说明书中以一层或多层基层为例进行说明，实际应用中也可以采用多层的基层结构。即，所述基层可以是单层或多层结构。

[0052] 本发明提供的半导体结构及其制造方法通过将石墨烯结晶形成在预

定区域中，特别是形成局部的金属表面上，增加了石墨烯结晶的颗粒尺寸，并结合最优化沉积石墨烯的步骤，有助于提升石墨烯材质的均匀度，因此提升了石墨烯材质在半导体结构中的工作性能以及稳定性。

[0053] 虽然关于示例实施例及其优点已经详细说明，应当理解在不脱离本发明的精神和所附权利要求限定的保护范围的情况下，可以对这些实施例进行各种变化、替换和修改。对于其他例子，本领域的普通技术人员应当容易理解在保持本发明保护范围内的同时，工艺步骤的次序可以变化。

[0054] 此外，本发明的应用范围不局限于说明书中描述的特定实施例的工艺、机构、制造、物质组成、手段、方法及步骤。从本发明的公开内容，作为本领域的普通技术人员将容易地理解，对于目前已存在或者以后即将开发出的工艺、机构、制造、物质组成、手段、方法或步骤，其中它们执行与本发明描述的对应实施例大体相同的功能或者获得大体相同的结果，依照本发明可以对它们进行应用。因此，本发明所附权利要求旨在将这些工艺、机构、制造、物质组成、手段、方法或步骤包含在其保护范围内。

权 利 要 求

1、一种半导体结构的制造方法，该方法包括：

(a) 提供基层；

5 (b) 刻蚀所述基层形成有底的开口(201)；

(c) 形成填充所述开口(201)的金属塞(202)；

(d) 在所述基层上形成与所述金属塞(202)的上平面相接触的石墨烯层(300)。

2、根据权利要求1所述的方法，其中，所述基层为介质层(200)和衬底(100)构成的多层结构或为一单层衬底。

3、根据权利要求2所述的方法，其中，当所述基层为介质层(200)和衬底(100)构成的多层结构时，

15 所述步骤b)中，刻蚀所述衬底(100)上方的介质层(200)形成停止于衬底(100)上平面的开口(201)，该开口(201)暴露部分所述衬底(100)的上平面；

在所述步骤c)中，该金属塞(202)的下平面与所述衬底(100)暴露的上平面电接触。

4、根据权利要求1或3所述的方法，其中步骤c)还包括：

20 进行CMP工艺处理，使所述金属塞(202)的上平面与所述基层或介质层(200)的上平面齐平。

5、根据权利要求1所述的方法，其中：

所述开口(201)中与所述基层的上平面平行的截面的面积为 $1-100\mu\text{m}^2$ 。

6、根据权利要求1或2所述的方法，其中，所述金属塞(202)的材料包括：

25 W、Al、Cu、TiAl或其组合。

7、根据权利要求1或2所述的方法，其中，所述介质层(200)的材料包括：

SiO_2 、碳掺杂 SiO_2 、BPSG、PSG、USG、 Si_3N_4 、低k材料或其组合。

8、根据权利要求1所述的方法，其中：

所述石墨烯层（300）使用CVD工艺形成。

9、根据权利要求1所述的方法，其中：

在所述步骤d）之后还包括剥离所述石墨烯层的步骤。

10、一种半导体结构，该半导体结构包括基层、金属塞（202）和石
5 烯层（300），其中：

所述金属塞（202）嵌于所述基层中；

所述石墨烯层（300）形成在所述基层和金属塞（202）之上，该石墨烯
层（300）与所述金属塞（202）的上平面相接触。

11、根据权利要求10所述的半导体结构，其中：

10 所述基层为介质层（200）和衬底（100）构成的多层结构或为一单层衬
底。

12、根据权利要求10所述的半导体结构，其中：

所述金属塞（202）的上平面与所述基层的上平面齐平。

13、根据权利要求10所述的半导体结构，其中：

15 所述金属塞（202）中与所述基层的上平面平行的截面的面积为 $1-100\mu\text{m}^2$ 。

14、根据权利要求10至13任一项所述的半导体结构，其中，所述金属塞
（202）的材料包括：

W、Al、Cu、TiAl或其组合。

20

25

附图

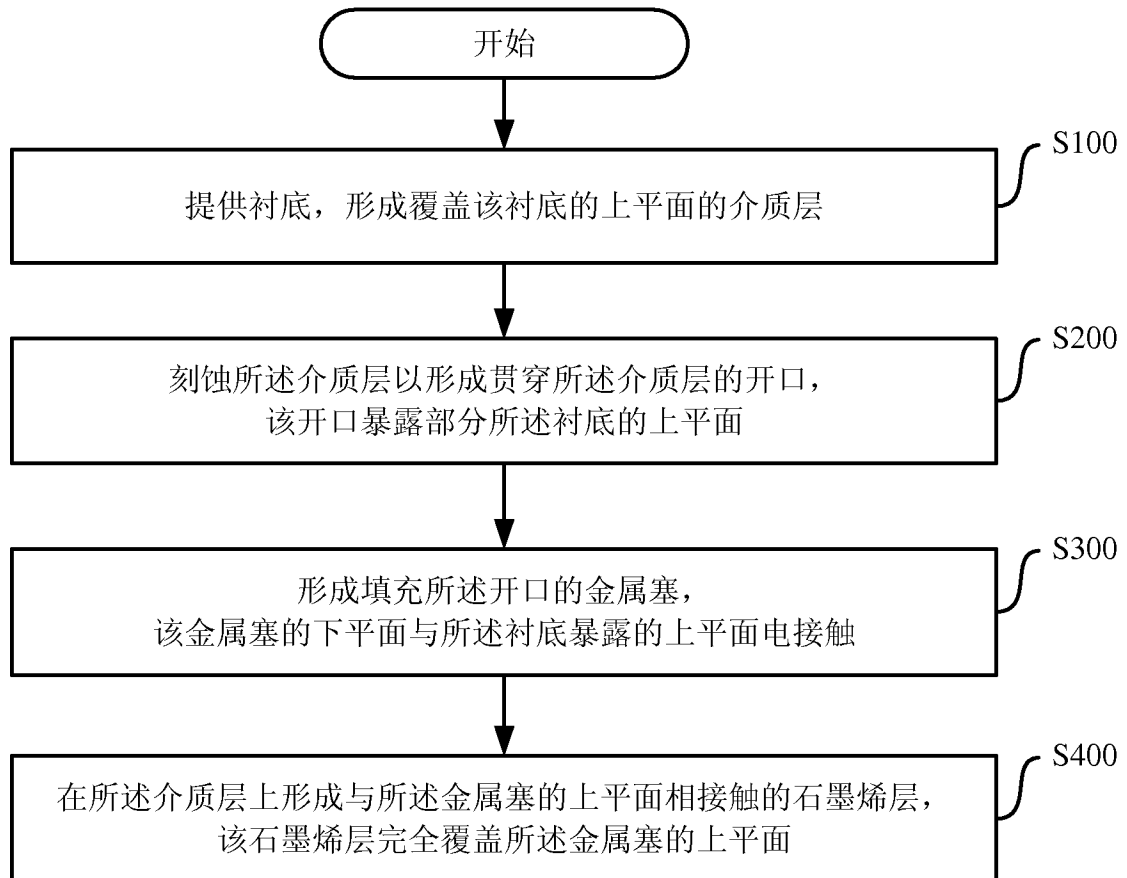


图1

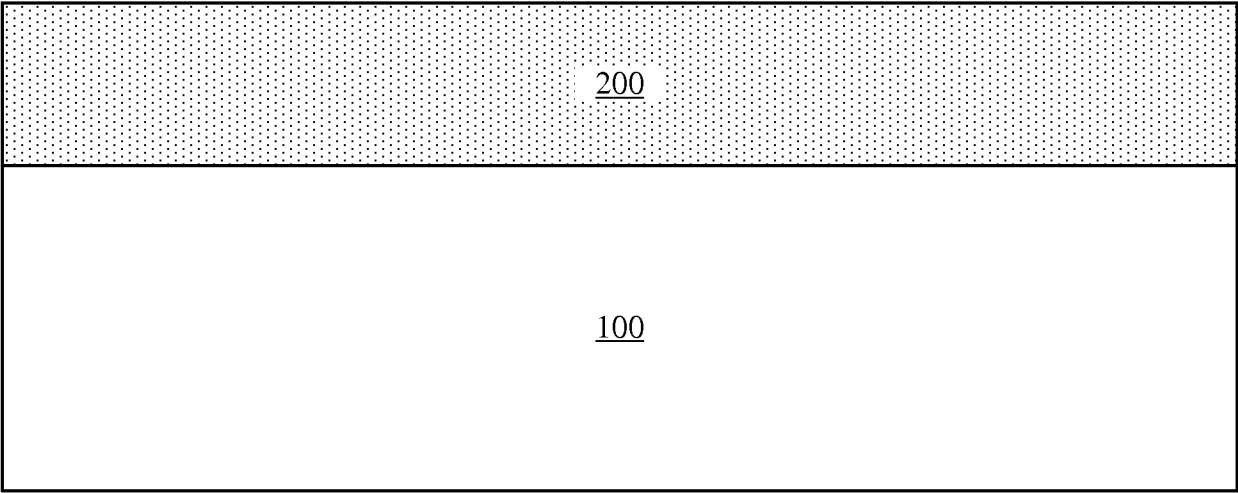


图 2

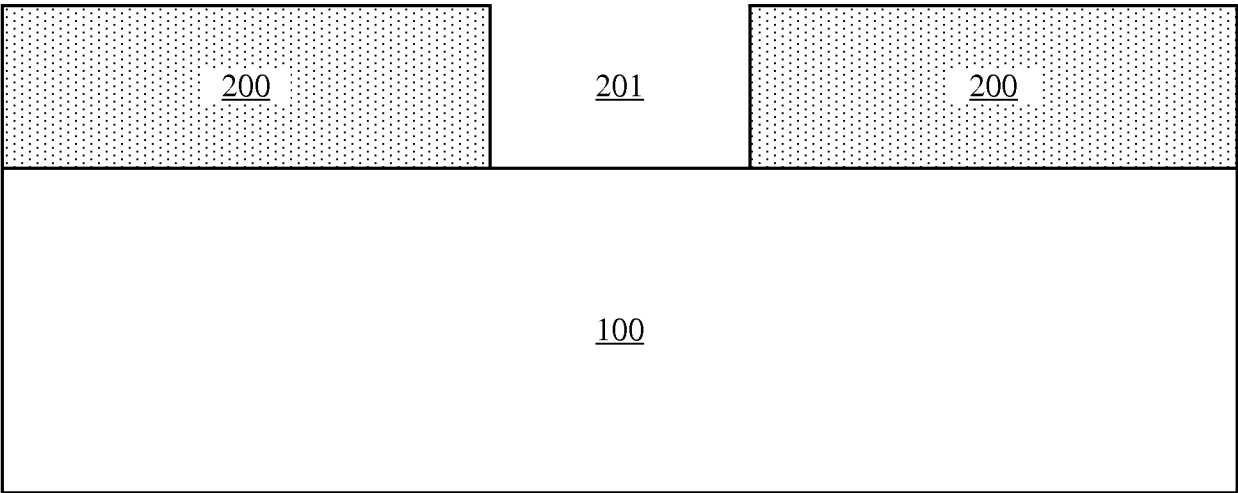


图 3

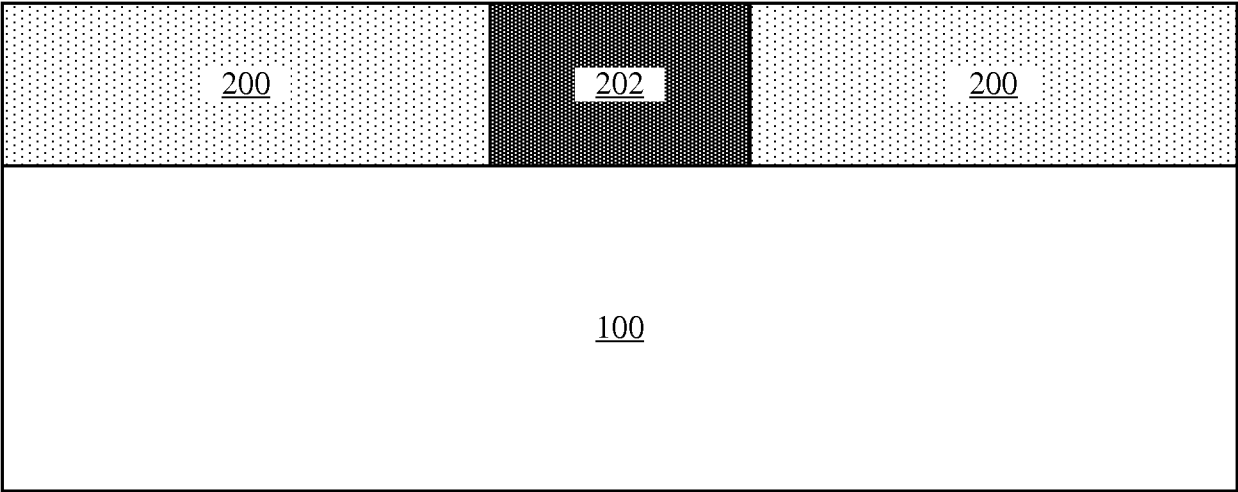


图 4

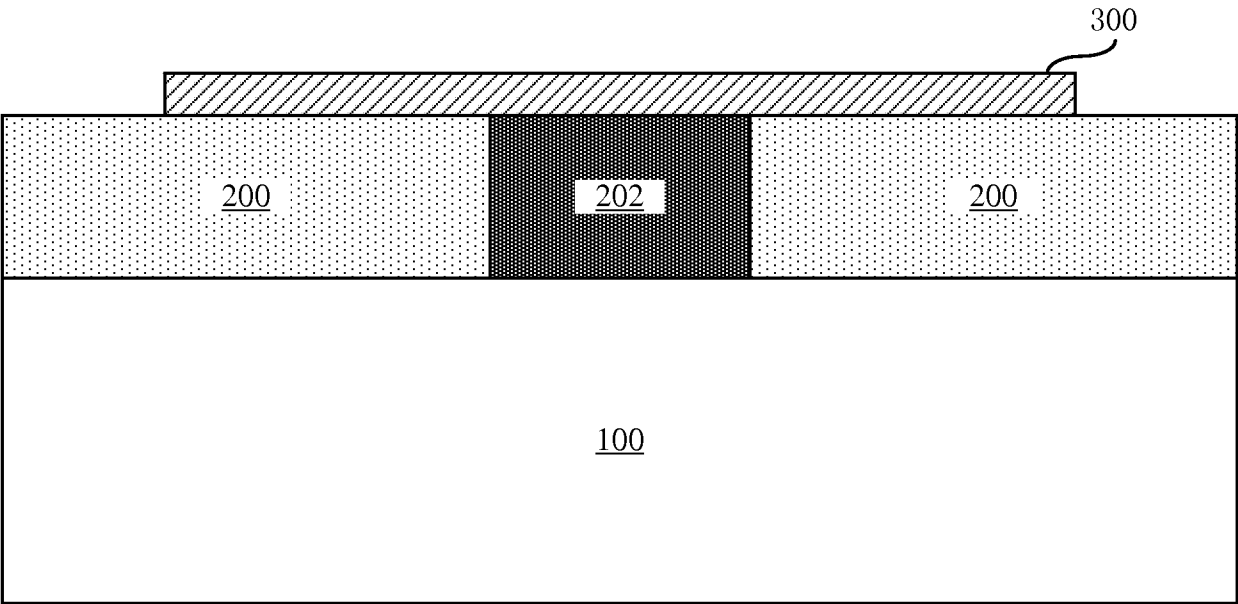


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2012/081513

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See the extra sheet

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)

IPC: H01L; C23C

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)

CNKI; CNPAT; graphene, plug, chemical vapour deposition

WPI; EPODOC: graphene?, plug?, CVD

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2012080796 A1 (WADA, M. et al.), 05 April 2012 (05.04.2012), description, paragraphs 0093-0135, and figures 17-26	1-14
A	US 2012080662 A1 (SAITO, T. et al.), 05 April 2012 (05.04.2012), the whole document	1-14
A	CN 102376624 A (INSTITUTE OF MICROELECTRONICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES), 14 March 2012 (14.03.2012), the whole document	1-14

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 23 April 2013 (23.04.2013)	Date of mailing of the international search report 23 May 2013 (23.05.2013)
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 ZHAO, Shixin Telephone No.: (86-10) 62413994

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2012/081513

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
US 2012080796 A1	05.04.2012	JP 2012080014 A	19.04.2012
		KR 20120035855 A	16.04.2012
US 2012080662 A1	05.04.2012	JP 2012080005 A	19.04.2012
		KR 20120035854 A	16.04.2012
CN 102376624 A	14.03.2012	None	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2012/081513

CONTINUATION OF CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 23/52 (2006.01) i

C23C 16/26 (2006.01) i

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2012/081513

A. 主题的分类

参见附加页

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

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: H01L;C23C

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

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))

CNKI;CNPAT: 石墨烯, 栓塞, 插塞, 化学气相淀积

WPI;EPODOC: graphene?, plug?, CVD

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	US 2012080796 A1 (WADA, Makoto 等) 5.4 月 2012(05.04.2012) 说明书 0093 段-0135 段, 图 17-26	1-14
A	US 2012080662 A1 (SAITO, Tatsuro 等) 5.4 月 2012(05.04.2012)全文	1-14
A	CN 102376624 A (中国科学院微电子研究所)14.3 月 2012(14.03.2012) 全文	1-14



其余文件在 C 栏的续页中列出。



见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“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)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“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

“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

“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

“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

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

23.4 月 2013(23.04.2013)

国际检索报告邮寄日期

23.5 月 2013 (23.05.2013)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:

中华人民共和国国家知识产权局

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

受权官员

赵世欣

电话号码: (86-10) **62413994**

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2012/081513

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
US 2012080796 A1	05.04.2012	JP 2012080014 A	19.04.2012
		KR 20120035855 A	16.04.2012
US 2012080662 A1	05.04.2012	JP 2012080005 A	19.04.2012
		KR 20120035854 A	16.04.2012
CN 102376624 A	14.03.2012	无	

续主题的分类

H01L23/52 (2006.01) i

C23C16/26 (2006.01) i