

(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 6 月 19 日 (19.06.2014)



(10) 国际公布号
WO 2014/089780 A1

(51) 国际专利分类号:

H01L 21/336 (2006.01) H01L 21/324 (2006.01)
H01L 21/203 (2006.01) H01L 29/78 (2006.01)

(21) 国际申请号:

PCT/CN2012/086449

(22) 国际申请日:

2012 年 12 月 12 日 (12.12.2012)

(25) 申请语言:

中文

(26) 公布语言:

中文

(71) 申请人: 复旦大学 (FUDAN UNIVERSITY) [CN/CN];
中国上海市杨浦区邯郸路 220 号, Shanghai 200433 (CN)。

(72) 发明人: 吴东平 (WU, Dongping); 中国上海市杨浦区邯郸路 220 号, Shanghai 200433 (CN)。周祥标 (ZHOU, Xiangbiao); 中国上海市杨浦区邯郸路 220 号, Shanghai 200433 (CN)。许鹏 (XU, Peng); 中国上海市杨浦区邯郸路 220 号, Shanghai 200433 (CN)。张卫 (ZHANG, Wei); 中国上海市杨浦区邯郸路 220 号, Shanghai 200433 (CN)。张世理 (ZHANG, Shili); 中国上海市杨浦区邯郸路 220 号, Shanghai 200433 (CN)。

(74) 代理人: 上海晨皓知识产权代理事务所 (普通合伙) (SHANGHAI CHENHAO INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM GENERAL PARTNER-

SHIP); 中国上海市黄浦区制造局路 787 号二幢 202B 室, Shanghai 200011 (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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则 4.17 的声明:

— 发明人资格(细则 4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(54) Title: ULTRA SHALLOW JUNCTION SEMICONDUCTOR FIELD EFFECT TRANSISTOR AND PREPARATION METHOD THEREOF

(54) 发明名称: 超浅结半导体场效应晶体管及其制备方法

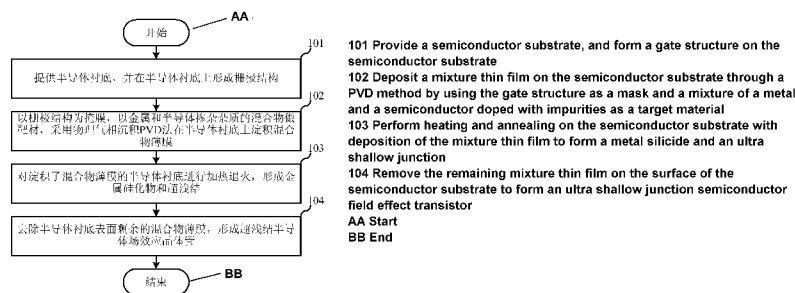


图 1 /FIG. 1

(57) Abstract: The present invention relates to the technical field of semiconductors. Disclosed are an ultra shallow junction semiconductor field effect transistor and a preparation method thereof. The method comprises: forming a gate structure on a semiconductor substrate (101); depositing a mixture thin film on the semiconductor substrate through a physical vapor deposition (PVD) method by using a mixture of a metal and a semiconductor doped with impurities as a target material (102); performing heating and annealing on the semiconductor substrate with deposition of the mixture thin film to form a metal silicide and an ultra shallow junction (103); and removing the remaining mixture thin film on the surface of the semiconductor substrate to form an ultra shallow junction semiconductor field effect transistor (104). Because the mixture thin film is deposited by using the mixture of a metal and a semiconductor doped with impurities as the target material, and heating and annealing are performed to form the ultra shallow junction and the ultra-thin metal silicide synchronously, the present invention can be applied in field effect transistors with technology nodes of 14 nanometers, 11 nanometers, and below.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2014/089780 A1



公开了一种超浅结半导体场效应晶体管及其制备方法，涉及半导体技术领域。通过在形成了栅极结构的半导体衬底上（101），以金属和半导体掺杂杂质的混合物做靶材，采用物理气相沉积 PVD 法在半导体衬底上淀积混合物薄膜（102），并对淀积了混合物薄膜的半导体衬底进行加热退火，形成金属硅化物和超浅结（103）；去除半导体衬底表面剩余的混合物薄膜，形成超浅结半导体场效应晶体管（104）。由于采用金属和半导体掺杂杂质的混合物做靶材淀积混合物薄膜，并进行加热退火，同步形成超浅结和超薄金属硅化物，可以应用在 14 纳米、11 纳米及以下技术节点场效应晶体管中。

说明书

超浅结半导体场效应晶体管及其制备方法

技术领域

5 本发明涉及半导体技术领域，特别涉及超浅结半导体场效应晶体管及其制备方法。

背景技术

随着半导体工业的进步，半导体器件的特征尺寸随着工艺技术的革新而越来越小。器件的横向尺寸不断缩小的同时，器件的纵向尺寸也在相应地缩小。特别是进入到 65 纳米及以下节点，要求源/漏区以及源/漏极延伸区相应地变浅，结深低于 100 纳米的掺杂结通常被称为超浅结（Ultra Shallow Junction，简称“USJ”），超浅结可以更好地改善器件的短沟道效应。随着超浅结越来越浅，超浅结技术面临的主要挑战之一是如何解决降低串联寄生电阻和降低超浅结的结深之间的矛盾。

15 现有技术中，通常采用离子注入技术来形成超浅结，比如形成金属氧化物半导体 MOS 晶体管的高掺杂源区与漏区。也就是说，以栅极结构为掩膜，用 N 型或者 P 型掺杂杂质注入到半导体衬底中、然后进行退火激活、形成浅的 PN 结，然后淀积金属薄膜，进行加热退火，形成金属硅化物，并进行湿法刻蚀除去剩余的金属。当晶体管尺寸缩小时，其栅极的长度也会随之变短。随着栅极长度的不断缩短，要求源/漏极以及源/漏极延伸区相应地变浅。目前通常利用超低能离子注入和毫秒级激光退火激活技术来形成超浅结。未来技术节点的半导体场效应晶体管的超浅结结深将小于 10 纳米。由于超低能离子注入技术本身的巨大挑战和挑战和退火激活时一般都会导致一定的杂质扩散，用常规的超低能离子注入和退火激活技术来形成适用于未来技术节点的场效应晶体管面临着巨大的挑战。

发明内容

本发明的目的在于提供一种超浅结半导体场效应晶体管的制备方法，使得在半导体场效应晶体管中能同步形成超浅结和超薄金属硅化物，可以应用在 14 纳米、11 纳米及以下技术节点场效应晶体管中。

为解决上述技术问题，本发明的实施方式提供了一种超浅结半导体场效应晶体管的制备方法，包含以下步骤：

A. 提供半导体衬底，所述半导体衬底上形成栅极结构；

B. 以栅极结构为掩膜，以金属和半导体掺杂杂质的混合物做靶材，采用物理气相沉积 PVD 法在所述半导体衬底上淀积混合物薄膜；

C. 对所述淀积了混合物薄膜的半导体衬底进行加热退火，形成金属硅化物和超浅结；所述超浅结为 PN 结，或者金属半导体结；

D. 去除所述半导体衬底表面剩余的混合物薄膜，形成所述超浅结半导体场效应晶体管。

本发明的实施方式还提供了一种超浅结半导体场效应晶体管，包含：半导体衬底、栅极结构、超浅结、金属硅化物；

其中，所述栅极结构位于所述半导体衬底上；

所述超浅结和所述金属硅化物在以栅极结构为掩膜，以金属和半导体掺杂杂质的混合物做靶材，采用物理气相沉积 PVD 法在所述半导体衬底上淀积混合物薄膜之后退火形成；

所述超浅结为 PN 结，或者金属半导体结。

本发明实施方式相对于现有技术而言，通过在形成了栅极结构的半导体衬底上，以金属和半导体掺杂杂质的混合物做靶材，采用物理气相沉积 PVD 法在半导体衬底上淀积混合物薄膜，并对淀积了混合物薄膜的半导体衬底进

行加热退火，形成金属硅化物和超浅结；去除半导体衬底表面剩余的混合物薄膜，形成超浅结半导体场效应晶体管。由于采用金属和半导体掺杂杂质的混合物做靶材淀积混合物薄膜，并进行加热退火，同步形成超浅结和超薄金属硅化物，可以应用在 14 纳米、11 纳米及以下技术节点场效应晶体管中。

- 5 另外，在所述步骤 C 中，可以采用微波加热进行退火。在采用微波加热进行退火的步骤中，所述进行微波加热退火所采用的微波加热设备的腔体在加热时采用多模态和多频率的电磁波。

通过采用微波加热退火技术，可以在相对较低的温度下形成金属硅化物和超浅结，使金属硅化物能稳定存在。

- 10 另外，在所述步骤 B 中，将靶材离化成离子状态，使其产生金属离子和半导体掺杂杂质离子，并在所述半导体衬底上加衬底偏压。所述将靶材离化成离子状态是通过在所述靶材上加第一偏压实现的。

- 15 通过将靶材离子化，并通过在半导体衬底上加衬底偏压进行混合物薄膜的淀积，一方面可以使金属离子和半导体掺杂杂质离子以一定的加速度淀积在半导体衬底表面，并扩散一定的深度；另一方面能提高在三维结构上薄膜淀积的均匀性和稳定性。

附图说明

- 20 图 1 是根据本发明第一实施方式的超浅结半导体场效应晶体管的制备方法的流程图；

图 2A 至图 2E 是本发明第一实施方式的超浅结半导体场效应晶体管的制备方法的各步骤对应的结构剖面示意图；

图 3 是本发明第一实施方式的超浅结半导体场效应晶体管的制备方法中将金属和半导体掺杂杂质的混合物淀积在半导体衬底上的结构示意图。

具体实施方式

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发明的各实施方式进行详细的阐述。然而，本领域的普通技术人员可以理解，
5 在本发明各实施方式中，为了使读者更好地理解本申请而提出了许多技术细节。但是，即使没有这些技术细节和基于以下各实施方式的种种变化和修改，也可以实现本申请各权利要求所要求保护的技术方案。

本发明的第一实施方式涉及一种超浅结半导体场效应晶体管的制备方法，具体流程如图 1 所示，包含以下步骤：

10 步骤 101，提供半导体衬底，并在半导体衬底上形成栅极结构，如图 2A 所示，201 为半导体衬底，202 为栅极结构。该半导体衬底可以为硅（Si）、锗（Ge）、锗化硅（SiGe）、III-V 半导体。栅极结构包含栅极电介质、栅极电极和沿着栅极电极和栅极电介质侧壁的隔离物，形成栅极结构的方法与现有技术一致，在此不再赘述。

15 步骤 102，以栅极结构为掩膜，以金属和半导体掺杂杂质的混合物做靶材，采用物理气相沉积 PVD 法在半导体衬底上淀积混合物薄膜，如图 2B 所示，203 为混合物薄膜。

物理气相沉积（PVD）是集成电路制造中使用的公知技术。在进行 PVD 时，所需的涂层材料作为喷射靶材，被沉积到衬底上。如图 3 所示，是 PVD
20 腔体的示意图。将靶材 301 和形成了栅极结构 202 的半导体衬底 201 放置在真空腔体 300 中，该腔体被抽真空并保持在非常低的压力（例如，小于 10 毫托）。

在真空腔体 300 中充满惰性气体 303，如氩气，并通过泵送系统（图中未示出）保持腔体内所需的气体压力。使用常规方法，在低压气体中产生辉
25 光放电等离子体，至少部分气体离子化。如果靶材被施加适当的偏压，等离

子体中的正离子可以朝向目标加速，导致靶材 305 从靶电极喷出。部分被喷射的靶材沉积到半导体衬底 201 上，以形成混合物膜 203。

在本实施方式中，靶材是富含金属的混合物，以多晶固体材料的形式存在。该混合物可以由金属粉末和半导体掺杂杂质的粉末混合，并通过热处理
5 或其他处理得到。靶材中的半导体掺杂杂质均匀地分布在金属中。其中，金属和半导体掺杂杂质的混合物中半导体掺杂杂质的含量在 0.1% 至 5% 之间。金属可以为镍 Ni、铂 Pt、钯 Pd，钛 Ti，钴 Co，钼 Mo 中的任一种或者它们任意组合形成的合金。半导体掺杂杂质可以为 P 型掺杂硼（B）、氟化亚硼（BF₂）、铟（Indium）中的任一种或者任意组合的混合物；或者 N 型掺杂磷（P）、砷（As）中的任一种或者任意组合的混合物。
10

尽管靶材是金属和半导体掺杂杂质的混合物，但 PVD 法的工艺流程与现有技术一致，在此不再赘述。在淀积混合物薄膜之后，金属离子和半导体掺杂杂质离子会渗透到半导体衬底中，如图 2C 中的 204 所示。

步骤 103，对淀积了混合物薄膜的半导体衬底进行加热退火，形成金属
15 硅化物和超浅结。

在进行退火时，203 混合物薄膜中的金属会和半导体衬底反应形成金属硅化物，同时 203 混合物薄膜中的半导体掺杂杂质向金属硅化物、金属硅化物与半导体衬底之间的界面、离子扩散区与半导体衬底之间的界面以及半导体衬底中扩散，在形成金属硅化物的同时同步形成超浅结，如图 2D 所示，
20 205 和 207 为源极或漏极的金属硅化物接触区，206 和 208 为源极或漏极的杂质扩散区。通常情况下，206 和 208 的杂质扩散区和半导体衬底之间形成 PN 结，而金属硅化物 205/207 和杂质扩散区 206/208 之间形成欧姆接触。但是，当形成的 206 和 208 的杂质扩散区足够小时（比如说小于 1.5 纳米），金属硅化物和半导体衬底之间形成金属半导体接触。

25 在本步骤中，可以采用常规的快速热退火（RTP）进行退火，也可以采

用微波加热进行退火，其工艺流程与常规的退火流程类似，在相对较低的温度下形成金属硅化物和超浅结，使金属硅化物能稳定存在。此外，在半导体衬底上淀积混合物薄膜时的衬底温度可以在 0 至 300℃ 之间。根据不同金属硅化物的形成温度和稳定存在的最高温度的不同，退火的温度可以选择在 300 至 800℃ 之间。在步骤 103 中，金属和半导体掺杂杂质向半导体衬底扩散，形成金属硅化物；而金属硅化物中含有的半导体掺杂杂质，在退火时，会继续向半导体衬底扩散，形成超浅结。由于金属硅化物的形成温度和稳定存在的温度较低，比如硅化镍（NiSi）、硅化钴（CoSi₂）、硅化钛（TiSi₂）的稳定存在温度分别是小于 600、700、1000℃，因此，在相对较低的温度下形成金属硅化物和超浅结时，可能导致半导体掺杂杂质在半导体衬底中不能充分激活，但是，如果能充分激活，则会形成 PN 结；而如果不能充分激活，则也可以形成金属半导体结（即肖特基结）；也就是说，在形成超浅结和超薄金属硅化物的过程中，形成的超浅结可以为 PN 结，或者金属半导体结。

此外，值得一提的是，通过采用微波加热退火技术，可以在相对较低的温度下形成金属硅化物和超浅结，使金属硅化物能稳定存在。此外，衬底上不同物质材料吸收微波能量能力有不同，而且，微波加热和衬底内的缺陷（defect）紧密有关，杂质或其它因素导致的半导体晶格的损伤都可以看作是缺陷，缺陷越多，微波加热效果越大，也就是缺陷能增强微波吸收的能力，针对这一特点，采用微波加热进行退火可以提高加热效率。

此外，值得注意的是，由于混合物薄膜中含有金属和半导体掺杂杂质，所以，在进行微波加热退火时，微波加热设备的腔体在加热时需要提供多模态和多频率的电磁波，微波的中心频率介于 1.5GHz 至 15GHz 之间，使欲进行加热的材料得到充分加热。此外，值得说明的是，在进行微波加热时，微波加热设备采用的微波电磁波在 5.8GHz 附近呈高斯分布，可以以 30Hz-50 Hz 的间隔进行多频率加热，同时在腔体里面这些不同频率的微波同时具有多模态（multi-mode）的特征，这样可以保证微波能量在腔体内部分布的均匀性

和一致性，进一步导致对衬底加热时的均匀性和一致性。

步骤 104，去除半导体衬底表面剩余的混合物薄膜，形成超浅结半导体场效应晶体管，如图 2E 所示。在本步骤中，可以采用常规的湿法刻蚀技术去除半导体衬底表面剩余的混合物薄膜，在此不再赘述。

5 采用上述步骤的制备的超浅结半导体场效应晶体管中，金属硅化物的厚度约为 5 至 20 纳米，结深度约为 1 至 15 纳米之间，在超浅结的源极/漏极区中的峰值掺杂浓度约为每立方厘米 2×10^{19} 至 2×10^{20} 个离子，栅极结构的长度约为 7 至 25 纳米。

与现有技术相比，本实施方式通过在形成了栅极结构的半导体衬底上，
10 以金属和半导体掺杂杂质的混合物做靶材，采用物理气相沉积 PVD 法在半导体衬底上淀积混合物薄膜，并对淀积了混合物薄膜的半导体衬底进行加热退火，形成金属硅化物和超浅结；去除半导体衬底表面剩余的混合物薄膜，形成超浅结半导体场效应晶体管。由于采用金属和半导体掺杂杂质的混合物做靶材淀积混合物薄膜，并进行加热退火，同步形成超浅结和超薄金属硅化物，
15 可以应用在 14 纳米、11 纳米及以下技术节点场效应晶体管中。

本发明的第二实施方式涉及一种超浅结半导体场效应晶体管的制备方法。第二实施方式在第一实施方式基础上做了进一步改进，主要改进之处在于：在本发明第二实施方式中，采用改进的高功率脉冲磁控溅射技术（HiPIMS）进行 PVD 淀积，通过将靶材离子化，并通过在半导体衬底上加
20 衬底偏压进行混合物薄膜的淀积，一方面可以使金属离子和半导体掺杂杂质离子以一定的加速度淀积在半导体衬底表面，并扩散一定的深度；另一方面能提高在三维结构上薄膜淀积的均匀性和稳定性。

具体地说，在步骤 102 中，将靶材离化成离子状态，使其产生金属离子和半导体掺杂杂质离子，并在半导体衬底上加衬底偏压。其中，将靶材离化成离子状态是通过在靶材上加第一偏压实现的。
25

此外，第一偏压可以为直流偏压、交流偏压或脉冲偏压中的任一种。第一偏压的大小取决于使用的 PVD 系统，即 PVD 系统不同，该第一偏压的大小也相应地有所变化；一般来说，第一偏压的大小为 200V~1000V，其中对于交流偏压和脉冲偏压来说，上述大小指的是其有效值。另外，衬底偏压为直流偏压、交流偏压或脉冲偏压中的任一种。衬底偏压的大小是可调的，通过调整衬底偏压的大小，可以调整扩散至半导体衬底表面的金属离子的数量，从而使得最终形成的金属半导体化合物薄膜的厚度可调。一般来说，衬底偏压的大小为 200V~1000V，其中对于交流偏压和脉冲偏压来说，上述大小指的是其有效值。

本发明第三实施方式涉及一种超浅结半导体场效应晶体管，如图 2E 所示，包含：半导体衬底、栅极结构、超浅结、超薄金属硅化物；其中，栅极结构位于半导体衬底上；超浅结和超薄金属硅化物在以栅极结构为掩膜，以金属和半导体掺杂杂质的混合物做靶材，采用物理气相沉积 PVD 法在半导体衬底上淀积混合物薄膜之后进行退火形成，其中，超浅结为 PN 结，或者金属半导体结。

由于采用金属和半导体掺杂杂质的混合物做靶材淀积混合物薄膜，并进行加热退火，同步形成超浅结和超薄金属硅化物，可以应用在 14 纳米、11 纳米及以下技术节点场效应晶体管中。比如说，金属硅化物的厚度约为 5 至 20 纳米，结深度约为 1 至 15 纳米之间，在超浅结的源极/漏极区中的峰值掺杂浓度约为每立方厘米 2×10^{19} 至 2×10^{20} 个离子，栅极结构的长度约为 7 至 25 纳米。

需要说明的是，金属和半导体掺杂杂质的混合物中半导体掺杂杂质的含量在 0.1% 至 5% 之间。金属可以为镍 (Ni)、铂 (Pt)、钯 (Pd)，钛 (Ti)，钴 (Co)，钼 (Mo) 中的任一种或者它们任意组合形成的合金。半导体掺杂杂质可以为 P 型掺杂硼 (B)、氟化亚硼 (BF_2)、铟 (Indium) 中的任一

种或者任意组合的混合物；或者 N 型掺杂磷（P）、砷（As）中的任一种或者任意组合的混合物。

5 不难发现，本实施方式为与第一实施方式相对应的系统实施例，本实施方式可与第一实施方式互相配合实施。第一实施方式中提到的相关技术细节在本实施方式中依然有效，为了减少重复，这里不再赘述。相应地，本实施方式中提到的相关技术细节也可应用在第一实施方式中。

本领域的普通技术人员可以理解，上述各实施方式是实现本发明的具体实施例，而在实际应用中，可以在形式上和细节上对其作各种改变，而不偏离本发明的精神和范围。

权 利 要 求 书

1. 一种超浅结半导体场效应晶体管的制备方法，其特征在于，包含以下步骤：

5 A. 提供半导体衬底，所述半导体衬底上形成栅极结构；

B. 以栅极结构为掩膜，以金属和半导体掺杂杂质的混合物做靶材，采用物理气相沉积 PVD 法在所述半导体衬底上淀积混合物薄膜；

C. 对所述淀积了混合物薄膜的半导体衬底进行加热退火，形成金属硅化物和超浅结；所述超浅结为 PN 结，或者金属半导体结；

10 D. 去除所述半导体衬底表面剩余的混合物薄膜，形成所述超浅结半导体场效应晶体管。

2. 根据权利要求 1 所述的超浅结半导体场效应晶体管的制备方法，其特征在于，在所述步骤 C 中，采用快速热退火 RTP 进行退火；

或者采用微波加热进行退火。

15 3. 根据权利要求 2 所述的超浅结半导体场效应晶体管的制备方法，其特征在于，在采用微波加热进行退火的步骤中，所述进行微波加热退火所采用的微波加热设备的腔体在加热时采用多模态和多频率的电磁波。

4. 根据权利要求 3 所述的超浅结半导体场效应晶体管的制备方法，其特征在于，在采用微波加热进行退火的步骤中，所述微波的中心频率在
20 1.5GHZ 至 15GHZ 之间；加热时长为 1 至 30 分钟。

5. 根据权利要求 1 所述的超浅结半导体场效应晶体管的制备方法，其特征在于，在所述步骤 B 中，将靶材离化成离子状态，使其产生金属离子和半导体掺杂杂质离子，并在所述半导体衬底上加衬底偏压。

6. 根据权利要求 5 所述的超浅结半导体场效应晶体管的制备方法，其

特征在于，所述将靶材离化成离子状态是通过在所述靶材上加第一偏压实现的。

7. 根据权利要求 6 所述的超浅结半导体场效应晶体管的制备方法，其特征在于，所述第一偏压为直流偏压、交流偏压或脉冲偏压中的任一种。

5 8. 根据权利要求 5 所述的超浅结半导体场效应晶体管的制备方法，其特征在于，所述衬底偏压为直流偏压、交流偏压或脉冲偏压中的任一种。

9. 根据权利要求 1 至 8 任一项所述的超浅结半导体场效应晶体管的制备方法，其特征在于，所述金属为镍 Ni、铂 Pt、钛 Ti、钴 Co，钨 W，钼 Mo 中的任一种或者它们任意组合形成的合金。

10 10. 根据权利要求 1 至 8 任一项所述的超浅结半导体场效应晶体管的制备方法，其特征在于，所述半导体掺杂杂质为硼 B、氟化亚硼 BF₂、铟 Indium 中的任一种或者任意组合的混合物；

或者磷 P、砷 As 中的任一种或者任意组合的混合物。

11. 根据权利要求 1 至 8 任一项所述的超浅结半导体场效应晶体管的制
15 备方法，其特征在于，所述金属和半导体掺杂杂质的混合物中半导体掺杂杂质的含量在 0.1% 至 5% 之间。

12. 根据权利要求 1 至 8 任一项所述的超浅结半导体场效应晶体管的制备方法，其特征在于，所述半导体衬底为硅 Si、锗 Ge、锗化硅 SiGe、III-V 半导体。

20 13. 根据权利要求 1 至 8 任一项所述的超浅结半导体场效应晶体管的制备方法，其特征在于，在所述步骤 B 中，在所述半导体衬底上淀积混合物薄膜时的衬底温度低于 300℃。

14. 根据权利要求 1 至 8 任一项所述的超浅结半导体场效应晶体管的制备方法，其特征在于，在所述步骤 C 中，所述退火的温度为 300 至 800℃。

15. 一种超浅结半导体场效应晶体管，其特征在于，包含：半导体衬底、栅极结构、超浅结、金属硅化物；

其中，所述栅极结构位于所述半导体衬底上；

所述超浅结和所述金属硅化物在以栅极结构为掩膜，以金属和半导体掺杂杂质的混合物做靶材，采用物理气相沉积 PVD 法在所述半导体衬底上沉积混合物薄膜之后退火形成；

所述超浅结为 PN 结，或者金属半导体结。

16. 根据权利要求 15 所述的超浅结半导体场效应晶体管，其特征在于，所述金属为镍 Ni、铂 Pt、钛 Ti、钴 Co、钨 W、钼 Mo 中的任一种或者它们任意组合形成的合金。

17. 根据权利要求 15 所述的超浅结半导体场效应晶体管，其特征在于，所述半导体掺杂杂质为硼 B、氟化亚硼 BF_2 、铟 Indium 中的任一种或者任意组合的混合物；

或者磷 P、砷 As 中的任一种或者任意组合的混合物。

18. 根据权利要求 15 所述的超浅结半导体场效应晶体管，其特征在于，所述金属和半导体掺杂杂质的混合物中半导体掺杂杂质的含量在 0.1% 至 5% 之间。

19. 根据权利要求 15 所述的超浅结半导体场效应晶体管，其特征在于，所述半导体衬底为硅 Si、锗 Ge、锗化硅 SiGe、III-V 半导体。

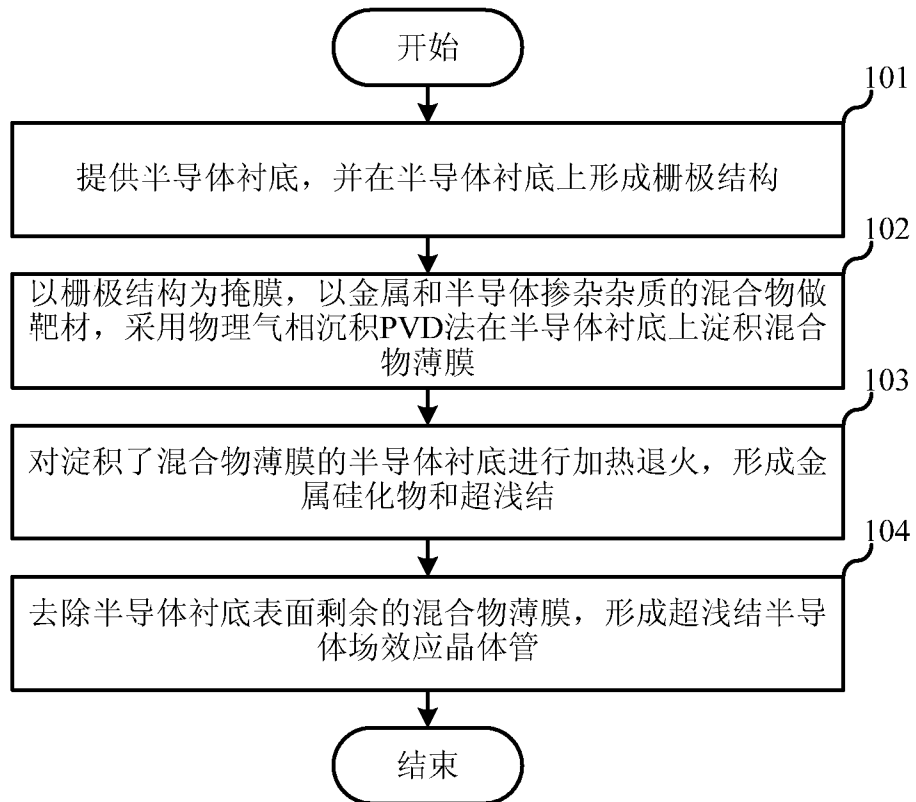


图 1

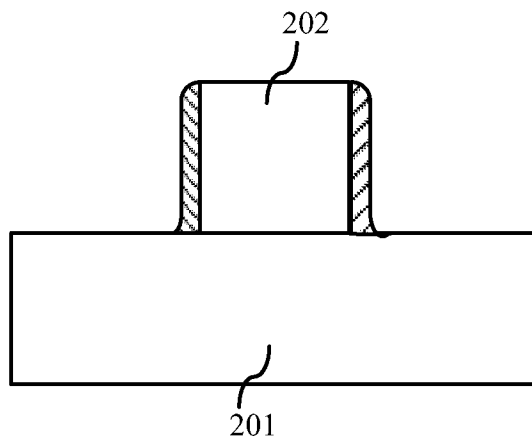


图 2A

2/3

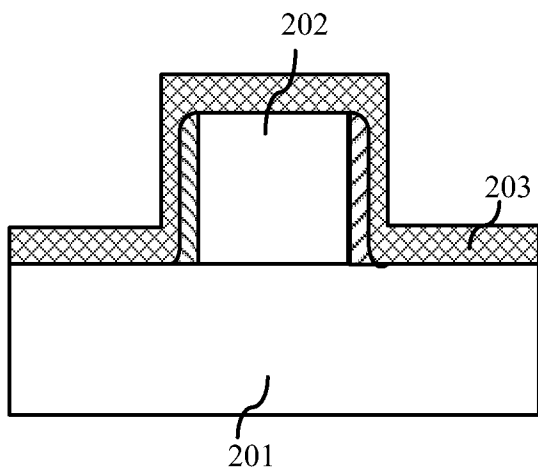


图 2B

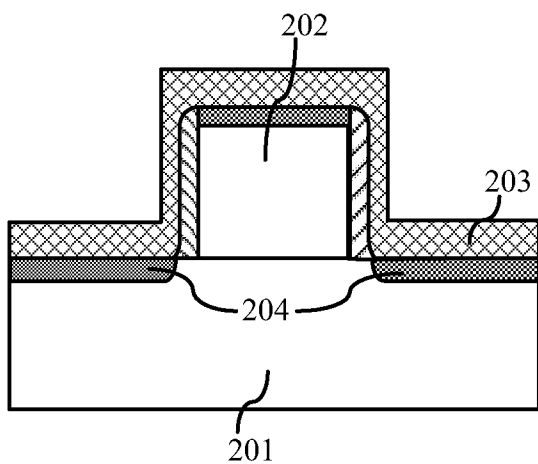


图 2C

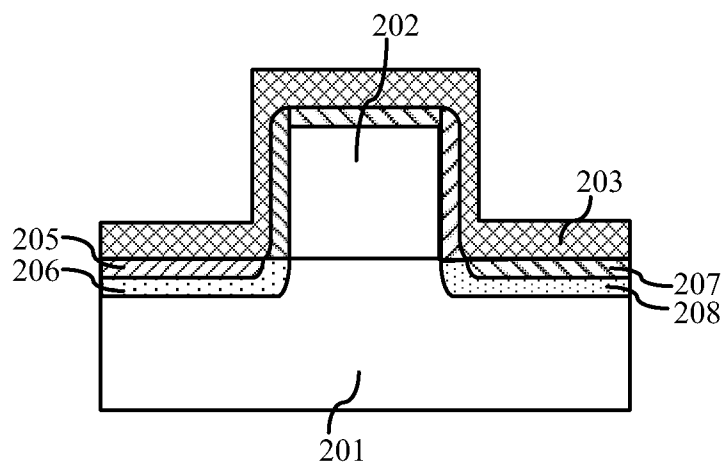


图 2D

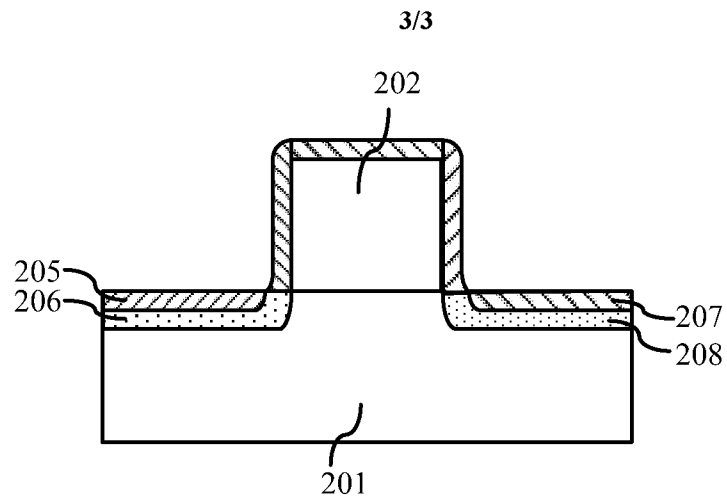


图 2E

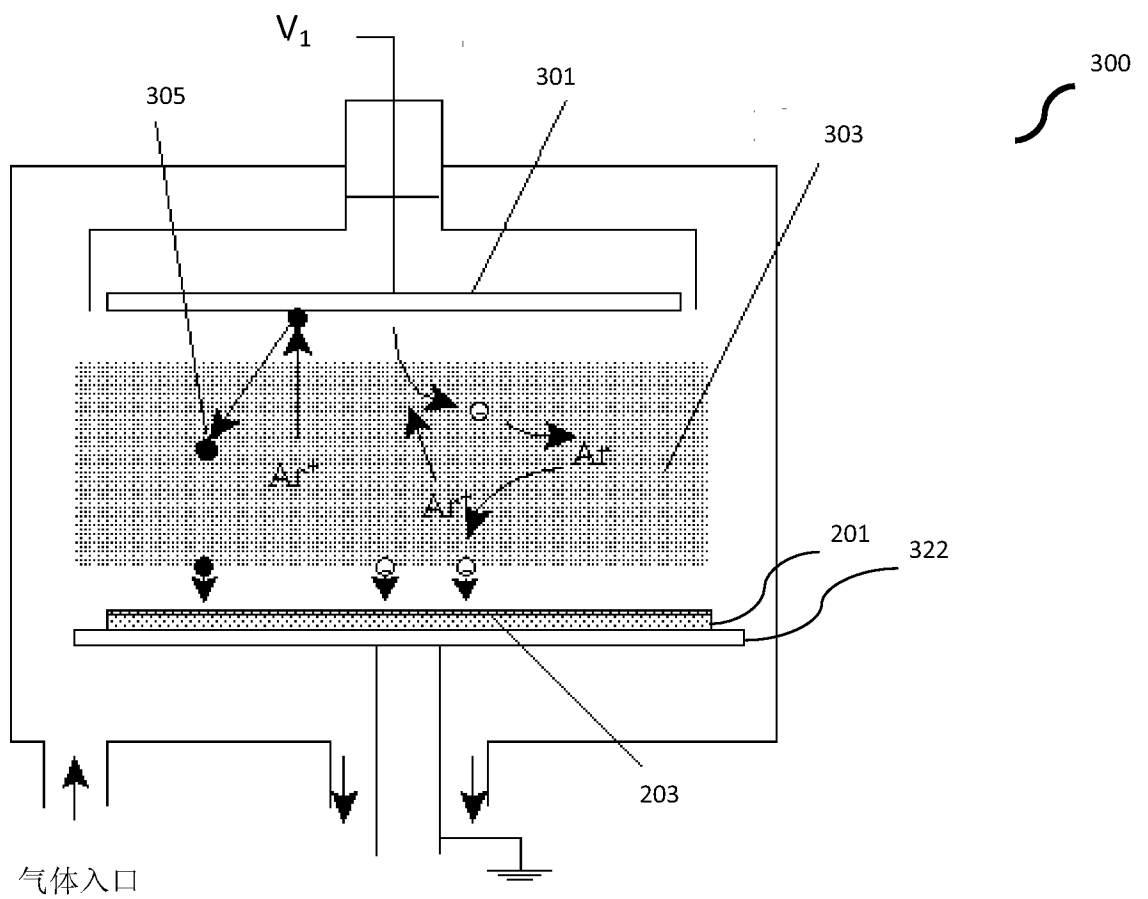


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2012/086449

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 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)

VEN: metal, silicide, shallow junction, USJ, PVD, source, drain, dopant, simultaneous

CNABS, CNKI: metal, impurity, silicide, shallow junction, ultra-shallow, simultaneous

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	CN 103035533 A (FUDAN UNIVERSITY), 10 April 2013 (10.04.2013), the whole document	1-19
A	KR 10-0310556 B1 (ANAM SEMICONDUCTOR CO., LTD.), 17 October 2001 (17.10.2001), page 3, lines 17-45, and figures 2a-2d	1-19
A	KR 10-0510472 B1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.), 25 October 2005 (25.10.2005), the whole document	1-19

☐ 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 17 April 2013 (17.04.2013)	Date of mailing of the international search report 25 April 2013 (25.04.2013)
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 WANG, Xin Telephone No.: (86-10) 62411567

International application No.
PCT/CN2012/086449

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2012/086449

CONTINUATION: A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 21/336 (2006.01) i

H01L 21/203 (2006.01) i

H01L 21/324 (2006.01) i

H01L 29/78 (2006.01) i

A. 主题的分类

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 21/-

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))

VEN: metal, silicide, shallow junction, USJ, PVD, source, drain, dopant, simultaneous

CNABS, CNKI: 金属, 杂质, 硅化物, 浅结, 超浅, 同步

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
E	CN103035533 A (复旦大学) 10.4 月 2013 (10.04.2013) 全文	1-19
A	KR10-0310556 B1 (ANAM SEMICONDUCTOR CO LTD) 17.10 月 2001 (17.10.2001) 第 3 页第 17-45 行; 附图 2a-2d	1-19
A	KR10-0510472B1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD) 25.10 月 2005 (25.10.2005) 全文	1-19

☐ 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

17.4 月 2013 (17.04.2013)

国际检索报告邮寄日期

25.4 月 2013 (25.04.2013)

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

授权官员

王欣

电话号码: (86-10) 62411567

关于同族专利的信息

PCT/CN2012/086449

PCT/ISA/210 表(同族专利附件) (2009 年 7 月)

续: A. 主题的分类

H01L 21/336 (2006.01) i

H01L 21/203 (2006.01) i

H01L 21/324 (2006.01) i

H01L 29/78 (2006.01) i