

(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
2012 年 9 月 20 日 (20.09.2012)



(10) 国际公布号
WO 2012/122789 A1

- (51) 国际专利分类号:
H01L 29/06 (2006.01) *H01L 21/463* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2011/080273
- (22) 国际申请日: 2011 年 9 月 28 日 (28.09.2011)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201110064599.1 2011 年 3 月 17 日 (17.03.2011) CN
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): **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: 及
- (75) 发明人/申请人 (仅对美国): **吴东平 (WU, Dongping)** [CN/CN]; 中国上海市杨浦区邯郸路 200 号, Shanghai 200043 (CN)。 **张世理 (ZHANG, Shili)** [CN/CN]; 中国上海市杨浦区邯郸路 200 号, Shanghai 200043 (CN)。 **朱志伟 (ZHU, Zhiwei)** [CN/CN]; 中国上海市杨浦区邯郸路 200 号, Shanghai 200043 (CN)。 **张卫 (ZHANG, Wei)** [CN/CN]; 中国上海市杨浦区邯郸路 200 号, Shanghai 200043 (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, 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, 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, MD, 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-LONG SEMICONDUCTOR NANOWIRE STRUCTURE AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 超长半导体纳米线结构及其制备方法

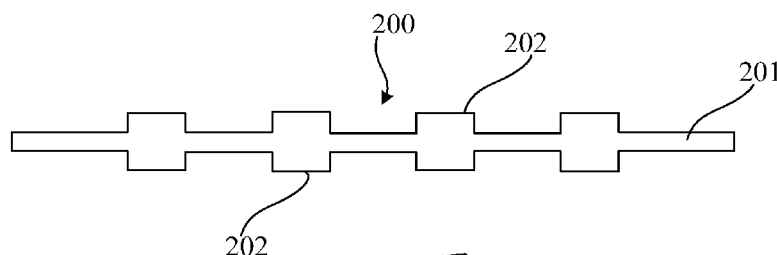


图 3 / Fig. 3

(57) Abstract: Disclosed is an ultra-long semiconductor nanowire structure. The width of the ultra-long semiconductor nanowire is widened at intervals, thus preventing the ultra-long semiconductor nanowire structure from rupturing. Also disclosed is a method for manufacturing the ultra-long semiconductor nanowire structure. In the method, the ultra-long semiconductor nanowire structure having width thereof widened at intervals is formed via lithography and etching. The width of the ultra-long semiconductor nanowire structure is widened at intervals, thus preventing the ultra-long semiconductor nanowire structure from rupturing during the etching process, and facilitating the formation of the ultra-long, ultrafine semiconductor nanowire structure.

[见续页]



WO 2012/122789 A1



(57) 摘要:

本发明公开了一种超长半导体纳米线结构，所述超长半导体纳米线结构的宽度间隔地加宽，从而可防止所述超长半导体纳米线结构断裂；同时，本发明还公开了一种超长半导体纳米线结构的制备方法，该方法通过光刻及刻蚀，形成宽度间隔加宽的超长半导体纳米线结构，由于所述超长半导体纳米线结构的宽度间隔地加宽，从而可防止在刻蚀过程中造成所述超长半导体纳米线结构断裂，有利于形成超长超细的半导体纳米线结构。

超长半导体纳米线结构及其制备方法

5 技术领域

本发明涉及半导体工艺技术领域，尤其涉及一种超长半导体纳米线结构及其制备方法。

背景技术

10 现阶段先进的半导体集成电路工艺已进入纳米领域，并且晶体管的特征尺寸还将持续按比例缩小，在提高器件性能并降低单个晶体管成本的同时，对半导体工艺条件也提出了更高的要求，并且受量子效应的影响，器件的特征尺寸不可能无限地持续缩小，传统的半导体材料、工艺将遭遇瓶颈，摩尔定律将失去对半导体工业的指导意义。研发新的材料、新的工艺来替代现有的集成电路
15 中材料和工艺已有迫切的需要。纳米线、纳米管等一维材料作为纳米器件中必不可少的功能组件，在纳米研究领域中的地位显得越发重要。

此外，近十几年来，凝聚态物理领域中，人们对低维、小尺度材料的研究表现出浓厚的兴趣。纳米结构是当今科学技术发展前沿中，极具挑战性的研究领域。尤其是近年来，纳米尺度的硅线越来越受到人们的重视。一方面，因为
20 它潜在的应用前景，比如：器件小型化，提高集成度，以及用于制作一些特殊器件等；另一方面，由于硅材料在微小尺度下表现出来的特殊的物理性质比如表面效应，力学效应，发光特性以及量子尺度效应等，越来越受到科学界的重视。

目前，硅纳米线的制备主要采用纳米材料的常规的两种制备方法：“自上而下 (Top-down)” 和 “自下而上 (Bottom-up)”。其中，“自上而下”法是采用从
25 大块晶体通过刻蚀、腐蚀或研磨的方式获得纳米材料；而“自下而上”法是从原子或分子出发来控制、组装、反应生成各种纳米材料或纳米结构，一般采用化学气相沉积 (CVD, Chemical Vapor Deposition) 法。

“自下而上”法除了本身的限制(如高温、高压等)之外，采用该方法制备

的硅纳米线在后续的纳米电子器件的制备过程中存在一定的缺点，如难以定位移动、难以形成好的欧姆接触。相反，“自上而下”法利用了当前的微电子加工工艺，可以实现批量生产，使将来制备高密度和高质量的纳米集成传感器称为可能。因此，“自上而下”法称为目前制备硅纳米线的主流技术。

5 并且，当前“自上而下”法主要是利用化学刻蚀技术来形成硅纳米线。请参考图 1，以及图 2A 至图 2E，其中，图 1 为现有的“自上而下”法制备硅纳米线的步骤流程图，图 2A 至图 2E 为现有的“自上而下”法制备硅纳米线的各步骤对应的半导体衬底的结构示意图，如图 1，以及图 2A 至图 2E 所示，现有的“自上而下”法制备硅纳米线包括如下步骤：

10 S101、准备半导体衬底 110，其中所述半导体衬底 110 为绝缘层上硅（SOI, Silicon On Insulator），即包括绝缘层 111、位于所述绝缘层 111 上的氧化层 112、以及位于所述氧化层 112 上的单晶硅 113，所述半导体衬底 110 的剖面图如图 2A 所示；

15 S102、上光阻 120，并将所述光阻 120 图形化，带图形化光阻的半导体衬底的俯视图如图 2B 所示；其中，将所述光阻图形化的方法可为普通光刻、纳米压印光刻、电子束（e-beam）光刻或 X 射线（X-Ray）光刻中的任一种；

S103、以所述图形化的光阻 120 为掩模，对所述单晶硅 113 进行干法刻蚀，形成初级硅纳米线 114；形成初级纳米线后的半导体衬底的剖面图如图 2C 所示；其中，所述干法刻蚀采用的刻蚀气体为 HCl；

20 S104、对所述初级硅纳米线 114 进行湿法刻蚀，使所述初级硅纳米线 111 的尺寸进一步缩小，形成最终的硅纳米线 115；形成最终的硅纳米线后的半导体衬底的剖面图如图 2D 所示；其中，湿法刻蚀所用的腐蚀剂为 KOH 或氢氧化四甲基胺（TMAH）；

25 S105、去除剩余的光阻 120；去除剩余的光阻后的半导体衬底的俯视图如图 2E 所示。

当然，所述硅衬底 110 还可以为单晶硅。

锗纳米线的制备方法与上述硅纳米线的制备方法类似，只需将硅衬底替换为锗衬底（单晶锗或绝缘层上锗（GOI, Germanium On Insulator））即可。

然而，由于上述方法中，硅的干法刻蚀及湿法刻蚀均存在各向异性，而硅

纳米线的宽度非常小（通常为几纳米至几十纳米），因此极易在刻蚀的过程中造成硅纳米线断裂，从而很难形成超长硅纳米线。而为了提高工艺集成度，希望硅纳米线的长度越长越好，从而可将大量器件集成于同一根硅纳米线上。

因而，如何有效地制备超长硅纳米线或锗纳米线，已成为目前业界亟需解决的技术问题。

发明内容

本发明的目的在于提供一种超长半导体纳米线结构及其制备方法，以解决现有技术中在制备超长半导体纳米线的过程中容易造成超长半导体纳米线断裂的问题。

为解决上述问题，本发明提出一种超长半导体纳米线结构，包括超长半导体纳米线以及凸块，所述凸块对称地设置在所述超长半导体纳米线两侧，增加所述超长半导体纳米线的宽度，且所述超长半导体纳米线同一侧的凸块间隔设置。

15 可选的，所述凸块的宽度为 2~100nm。

可选的，所述超长半导体纳米线的长度为 0.5~500um。

可选的，所述超长半导体纳米线的宽度为 2~200nm。

可选的，所述凸块与所述超长半导体纳米线为一体成型结构。

20 可选的，所述超长半导体纳米线为超长硅纳米线或超长锗纳米线，所述凸块相应的为硅凸块或锗凸块。

同时，为解决上述问题，本发明还提出一种上述超长半导体纳米线结构的制备方法，该方法包括如下步骤：

提供半导体衬底；

25 上光阻，所述光阻覆盖所述半导体衬底，并将所述光阻图形化；所述图形化的光阻为宽度间隔加宽的长条状；

以所述图形化的光阻为掩模，对所述半导体衬底进行刻蚀，形成上述的超长半导体纳米线结构；

去除剩余的光阻。

可选的，所述将光阻图形化的方法为光刻、纳米压印光刻、电子束光刻或 X

射线光刻中的任一种。

可选的，所述刻蚀为湿法刻蚀，或者先干法刻蚀再湿法刻蚀。

可选的，所述湿法刻蚀的腐蚀剂为 KOH 或氢氧化四甲基胺。

5 可选的，所述干法刻蚀的刻蚀气体至少包含 CF_4 、 SiF_6 、 Cl_2 、HBr、HCl 中的一种。

可选的，在所述湿法刻蚀前，还包括将所述半导体衬底氧化的步骤。

可选的，所述凸块的宽度为 2~100nm。

可选的，所述超长半导体纳米线的长度为 0.5~500 μm 。

可选的，所述超长半导体纳米线的宽度为 2~200nm。

10 可选的，所述凸块与所述超长半导体纳米线为一体成型结构。

可选的，所述半导体衬底为单晶硅或绝缘层上硅，所述超长半导体纳米线为超长硅纳米线，所述凸块为硅凸块。

可选的，所述半导体衬底为单晶锗或绝缘层上锗，所述超长半导体纳米线为超长锗纳米线，所述凸块为锗凸块。

15 与现有技术相比，本发明提供的超长半导体纳米线结构通过在常规的超长半导体纳米线两侧对称地设置凸块，增加所述超长半导体纳米线的宽度，且所述超长半导体纳米线同一侧的凸块间隔设置，从而可防止所述超长半导体纳米线结构断裂。

与现有技术相比，本发明提供的超长半导体纳米线结构的制备方法，通过
20 光刻及刻蚀形成宽度间隔加宽的超长半导体纳米线结构，由于所述超长半导体纳米线结构的宽度间隔地加宽，从而可防止在刻蚀过程中造成所述超长半导体纳米线结构断裂，有利于形成超长超细的半导体纳米线结构。

附图说明

25 图 1 为现有的“自上而下”法制备硅纳米线的步骤流程图；

图 2A 至图 2E 为现有的“自上而下”法制备硅纳米线的各步骤对应的半导体衬底的结构示意图；

图 3 为本发明实施例提供的超长半导体纳米线结构的示意图；

图 4 为本发明第一个实施例提供的超长半导体纳米线结构的制备方法的步

骤流程图；

图 5A 至图 5C 为本发明第一个实施例提供的超长半导体纳米线结构的制备方法的各步骤对应的半导体衬底的结构示意图；

5 图 6 为本发明第二个实施例提供的超长半导体纳米线结构的制备方法的步骤流程图；

图 7 为本发明第三个实施例提供的超长半导体纳米线结构的制备方法的步骤流程图。

具体实施方式

10 以下结合附图和具体实施例对本发明提出的超长半导体纳米线结构及其制备方法作进一步详细说明。根据下面说明和权利要求书，本发明的优点和特征将更清楚。需说明的是，附图均采用非常简化的形式且均使用非精准的比率，仅用于方便、明晰地辅助说明本发明实施例的目的。

15 本发明的核心思想在于，提供一种超长半导体纳米线结构，所述超长半导体纳米线结构的宽度间隔地加宽，从而可防止所述超长半导体纳米线结构断裂；同时，本发明还提供一种超长半导体纳米线结构的制备方法，该方法通过光刻及刻蚀，形成宽度间隔加宽的超长半导体纳米线结构，由于所述超长半导体纳米线结构的宽度间隔地加宽，从而可防止在刻蚀过程中造成所述超长半导体纳米线结构断裂，有利于形成超长超细的半导体纳米线结构。

20 请参考图 3，图 3 为本发明实施例提供的超长半导体纳米线结构的示意图，如图 3 所示，本发明实施例提供的超长半导体纳米线结构 200，包括超长半导体纳米线 201 以及凸块 202，所述凸块 202 对称地设置在所述超长半导体纳米线 201 两侧，增加所述超长半导体纳米线 201 的宽度，且所述超长半导体纳米线 201 同一侧的凸块 202 间隔设置；由于所述超长半导体纳米线结构 200 的宽度间隔地加宽，从而可防止所述超长半导体纳米线结构 200 断裂。

25

进一步地，所述凸块 202 的宽度为 2~100nm。

进一步地，所述超长半导体纳米线 201 的长度为 0.5~500um。

进一步地，所述超长半导体纳米线 201 的宽度为 2~200nm。

进一步地，所述凸块 202 与所述超长半导体纳米线 201 为一体成型结构。

进一步地，所述超长半导体纳米线 201 为超长硅纳米线或超长锗纳米线，所述凸块 202 相应的为硅凸块或锗凸块。

关于超长半导体纳米线结构的制备方法通过以下实施例进行具体说明。

实施例 1

5 请参考图 4，以及图 5A 至图 5C，其中，图 4 为本发明第一个实施例提供的超长半导体纳米线结构的制备方法的步骤流程图，图 5A 至图 5C 为本发明第一个实施例提供的超长半导体纳米线结构的制备方法的各步骤对应的半导体衬底的结构示意图，如图 4，以及图 5A 至图 5C 所示，本发明第一个实施例提供的超长半导体纳米线结构的制备方法包括如下步骤：

10 S201、提供半导体衬底 210，如图 5A 所示；

S202、上光阻 220，所述光阻 220 覆盖所述半导体衬底 210，并将所述光阻 220 图形化；所述图形化的光阻 220 为宽度间隔加宽的长条状；所述图形化的光阻 220 的俯视图如图 5B 所示；

15 S203、以所述图形化的光阻 220 为掩模，对所述半导体衬底 210 进行湿法刻蚀，形成超长半导体纳米线结构 230；

20 S204、去除剩余的光阻 220；去除剩余的光阻后的半导体衬底的俯视图如图 5C 所示，所述超长半导体纳米线结构 230 包括超长半导体纳米线 231 以及凸块 232，所述凸块 232 对称地设置在所述超长半导体纳米线 231 两侧，增加所述超长半导体纳米线 231 的宽度，且所述超长半导体纳米线 231 同一侧的凸块 232 间隔设置；

进一步地，所述将光阻图形化的方法为光刻、纳米压印光刻、电子束光刻或 X 射线光刻中的任一种。

进一步地，所述湿法刻蚀的腐蚀剂为 KOH 或氢氧化四甲基胺；从而可对所述半导体衬底 210 进行各向异性腐蚀。

25 进一步地，所述凸块 232 的宽度为 2~100nm。

进一步地，所述超长半导体纳米线 231 的长度为 0.5~500um。

进一步地，所述超长半导体纳米线 231 的宽度为 2~200nm。

进一步地，所述凸块 232 与所述超长半导体纳米线 231 为一体成型结构。

进一步地，所述半导体衬底 210 为单晶硅或绝缘层上硅，所述超长半导体

纳米线 231 为超长硅纳米线，所述凸块 232 为硅凸块。

进一步地，所述半导体衬底 210 为单晶锗或绝缘层上锗，所述超长半导体纳米线 231 为超长锗纳米线，所述凸块 232 为锗凸块。

实施例 2

5 请参考图 6，图 6 为本发明第二个实施例提供的超长半导体纳米线结构的制备方法的步骤流程图，如图 6 所示，本发明第二个实施例提供的超长半导体纳米线结构的制备方法包括如下步骤：

S301、提供半导体衬；

10 S302、上光阻，所述光阻覆盖所述半导体衬底，并将所述光阻图形化；所述图形化的光阻为宽度间隔加宽的长条状；

S303、以所述图形化的光阻为掩模，对所述半导体衬底进行干法刻蚀；

S304、以所述图形化的光阻为掩模，对所述半导体衬底进行湿法刻蚀，形成超长半导体纳米线结构；

S305、去除剩余的光阻。

15 需说明的是，实施例 2 与实施例 1 除了对半导体衬底进行刻蚀的步骤不同之外，其它的均类似，因此，不做重复说明。实施例 2 在对所述半导体衬底进行湿法刻蚀前，增加了干法刻蚀的步骤，这是因为干法刻蚀的方向性好，形成图形的垂直度好；然而由于干法刻蚀形成的图形的尺寸仍然太大，因此在干法刻蚀后进行湿法刻蚀，进一步缩小图形的尺寸，有利于形成超细超长的半导体
20 纳米线结构。

进一步地，所述干法刻蚀的刻蚀气体至少包含 CF_4 、 SiF_6 、 Cl_2 、 HBr 、 HCl 中的一种。

实施例 3

25 请参考图 7，图 7 为本发明第三个实施例提供的超长半导体纳米线结构的制备方法的步骤流程图，如图 7 所示，本发明第三个实施例提供的超长半导体纳米线结构的制备方法包括如下步骤：

S401、提供半导体衬；

S402、上光阻，所述光阻覆盖所述半导体衬底，并将所述光阻图形化；所述图形化的光阻为宽度间隔加宽的长条状；

S403、以所述图形化的光阻为掩模，对所述半导体衬底进行干法刻蚀；

S404、对所述干法刻蚀后的半导体衬底进行氧化，形成氧化层，并将所述氧化层去除；具体地，所述氧化层可通过 HF 去除；

5 S405、以所述图形化的光阻为掩模，对所述半导体衬底进行湿法刻蚀，形成超长半导体纳米线结构；

S406、去除剩余的光阻。

需说明的是，实施例 3 与实施例 2 除了对半导体衬底进行刻蚀的步骤不同之外，其它的均类似，因此，不做重复说明。实施例 3 在对所述半导体衬底进行干法刻蚀后，湿法刻蚀前，增加了将所述半导体衬底进行氧化的步骤，通过
10 将所述半导体衬底进行氧化，在干法刻蚀后形成的图形的两侧形成氧化层，将所述氧化层去除后，干法刻蚀后形成的图形的宽度减小，从而有利于形成超细超长的半导体纳米线结构。

综上所述，本发明提供了一种超长半导体纳米线结构，所述超长半导体纳米线结构的宽度间隔地加宽，从而可防止所述超长半导体纳米线结构断裂；同
15 时，本发明还提供了一种超长半导体纳米线结构的制备方法，该方法通过光刻及刻蚀，形成宽度间隔加宽的超长半导体纳米线结构，由于所述超长半导体纳米线结构的宽度间隔地加宽，从而可防止在刻蚀过程中造成所述超长半导体纳米线结构断裂，有利于形成超长超细的半导体纳米线结构。

显然，本领域的技术人员可以对发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样，倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其
20 等同技术的范围之内，则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

1、一种超长半导体纳米线结构，其特征在于，包括超长半导体纳米线以及凸块，所述凸块对称地设置在所述超长半导体纳米线两侧，增加所述超长半导体纳米线的宽度，且所述超长半导体纳米线同一侧的凸块间隔设置。

5 2、如权利要求 1 所述的超长半导体纳米线结构，其特征在于，所述凸块的宽度为 2~100nm。

3、如权利要求 2 所述的超长半导体纳米线结构，其特征在于，所述超长半导体纳米线的长度为 0.5~500um。

10 4、如权利要求 3 所述的超长半导体纳米线结构，其特征在于，所述超长半导体纳米线的宽度为 2~200nm。

5、如权利要求 1 至 4 任一项所述的超长半导体纳米线结构，其特征在于，所述凸块与所述超长半导体纳米线为一体成型结构。

15 6、如权利要求 5 所述的超长半导体纳米线结构，其特征在于，所述超长半导体纳米线为超长硅纳米线或超长锗纳米线，所述凸块相应的为硅凸块或锗凸块。

7、一种超长半导体纳米线结构的制备方法，其特征在于，包括如下步骤：
提供半导体衬底；

上光阻，所述光阻覆盖所述半导体衬底，并将所述光阻图形化；所述图形化的光阻为宽度间隔加宽的长条状；

20 以所述图形化的光阻为掩模，对所述半导体衬底进行刻蚀，形成如权利要求 1 所述的超长半导体纳米线结构；

去除剩余的光阻。

25 8、如权利要求 7 所述的超长半导体纳米线结构的制备方法，其特征在于，所述将光阻图形化的方法为光刻、纳米压印光刻、电子束光刻或 X 射线光刻中的任一种。

9、如权利要求 7 所述的超长半导体纳米线结构的制备方法，其特征在于，所述刻蚀为湿法刻蚀，或者先干法刻蚀再湿法刻蚀。

10、如权利要求 9 所述的超长半导体纳米线结构的制备方法，其特征在于，所述湿法刻蚀的腐蚀剂为 KOH 或氢氧化四甲基胺。

11、如权利要求 9 所述的超长半导体纳米线结构的制备方法，其特征在于，所述干法刻蚀的刻蚀气体至少包含 CF_4 、 SiF_6 、 Cl_2 、 HBr 、 HCl 中的一种。

12、如权利要求 9 所述的超长半导体纳米线结构的制备方法，其特征在于，在所述湿法刻蚀前，还包括将所述半导体衬底氧化的步骤。

5 13、如权利要求 7 所述的超长半导体纳米线结构的制备方法，其特征在于，所述凸块的宽度为 2~100nm。

14、如权利要求 13 所述的超长半导体纳米线结构的制备方法，其特征在于，所述超长半导体纳米线的长度为 0.5~500um。

10 15、如权利要求 14 所述的超长半导体纳米线结构的制备方法，其特征在于，所述超长半导体纳米线的宽度为 2~200nm。

16、如权利要求 7 至 15 任一项所述的超长半导体纳米线结构的制备方法，其特征在于，所述凸块与所述超长半导体纳米线为一体成型结构。

15 17、如权利要求 16 所述的超长半导体纳米线结构的制备方法，其特征在于，所述半导体衬底为单晶硅或绝缘层上硅，所述超长半导体纳米线为超长硅纳米线，所述凸块为硅凸块。

18、如权利要求 16 所述的超长半导体纳米线结构的制备方法，其特征在于，所述半导体衬底为单晶锗或绝缘层上锗，所述超长半导体纳米线为超长锗纳米线，所述凸块为锗凸块。

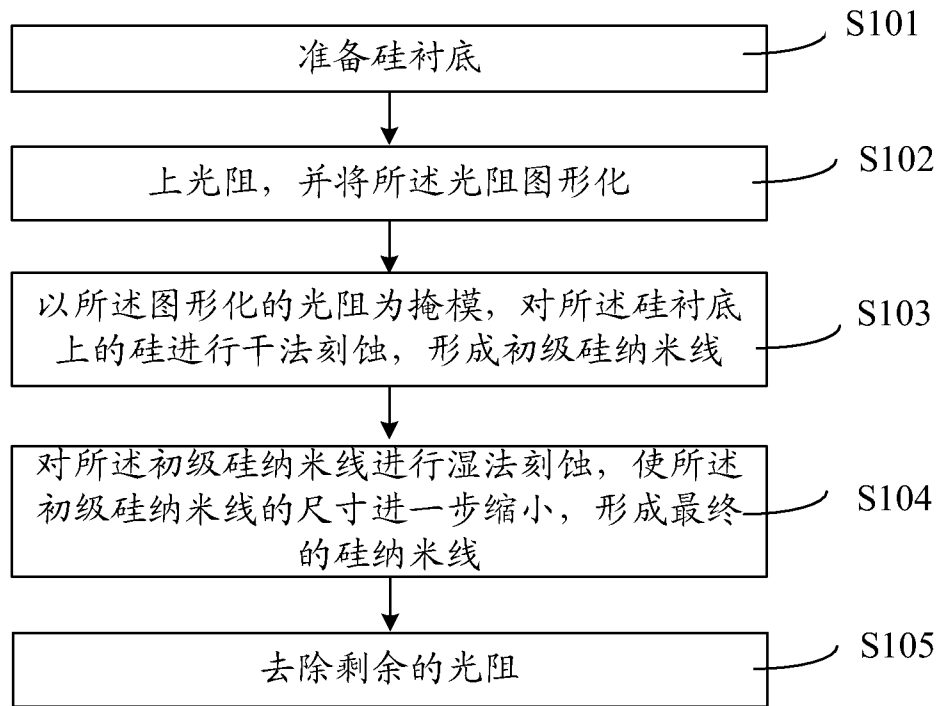


图 1

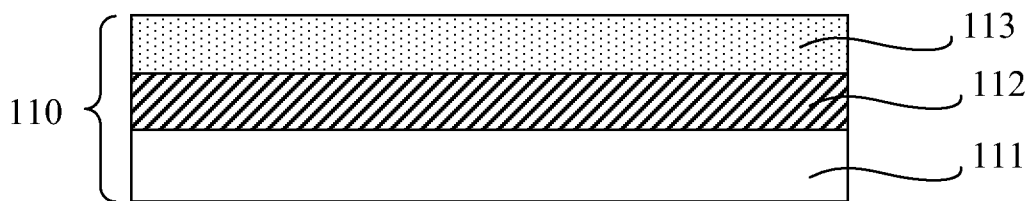


图 2A

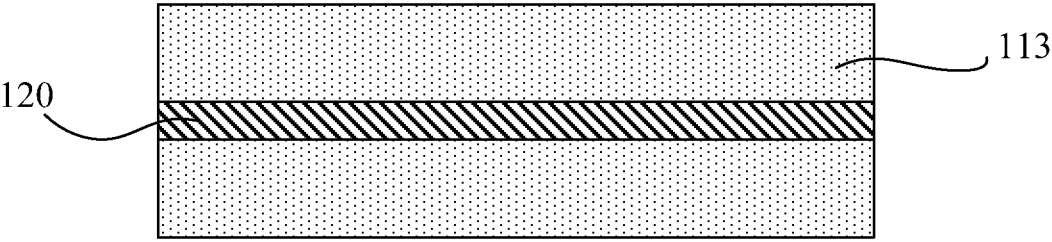


图 2B

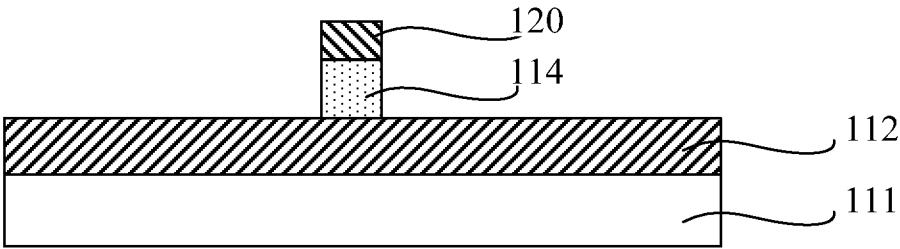


图 2C

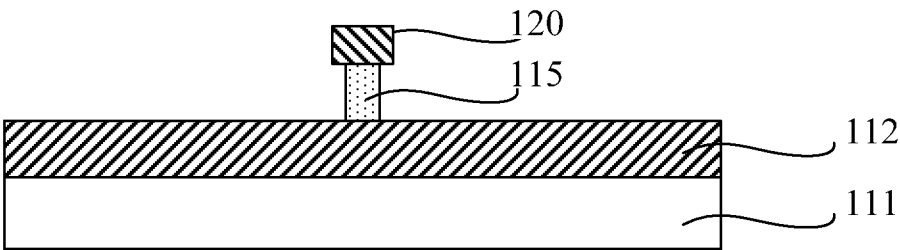


图 2D

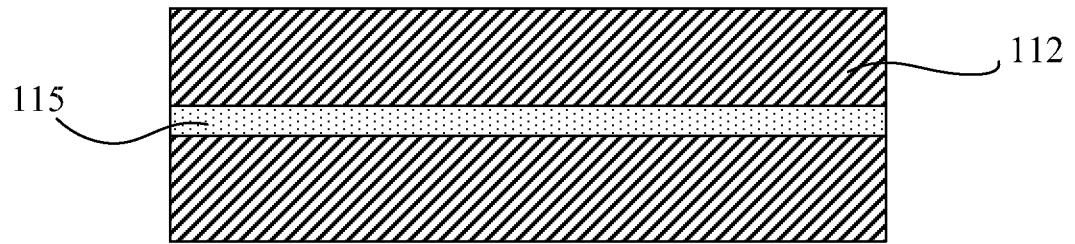


图 2E

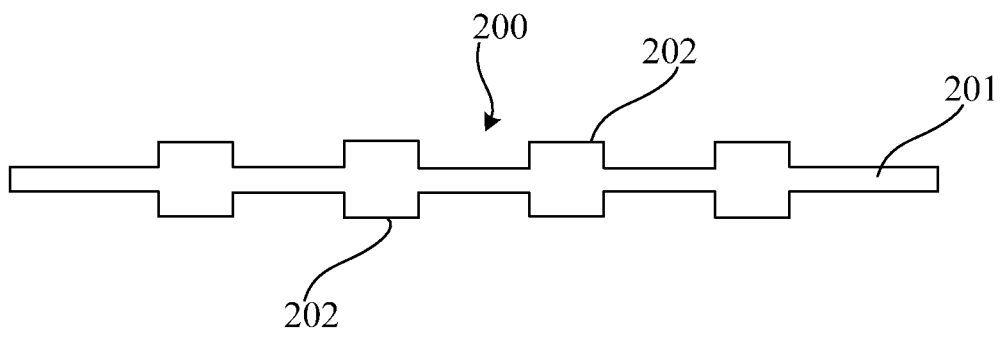


图 3

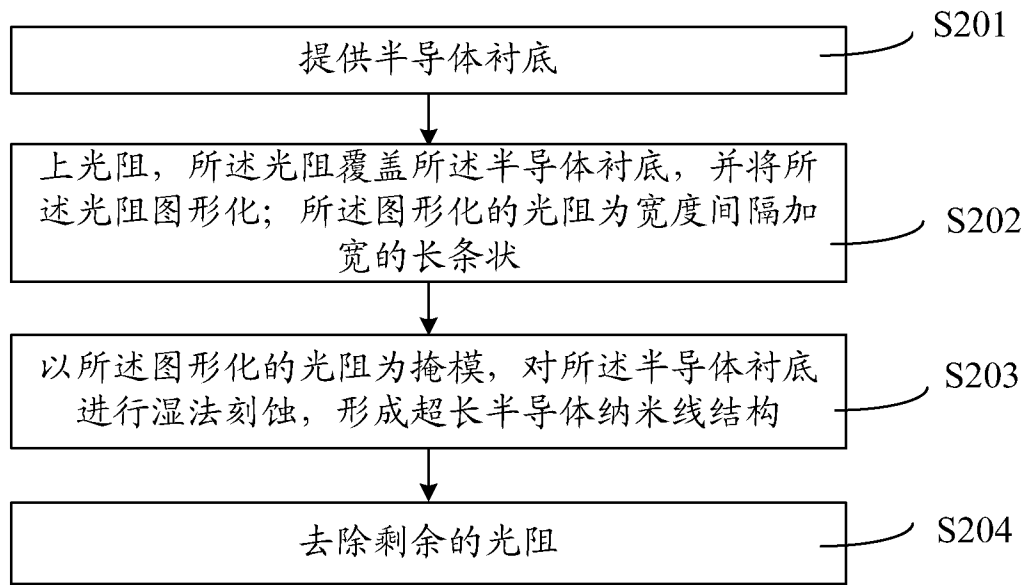


图 4

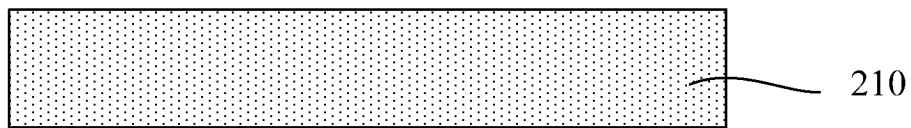


图 5A

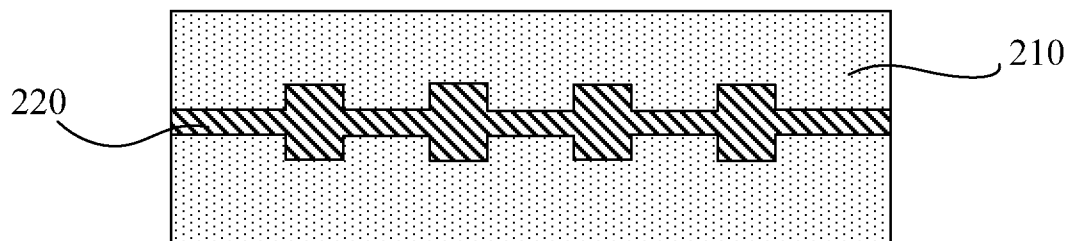


图 5B

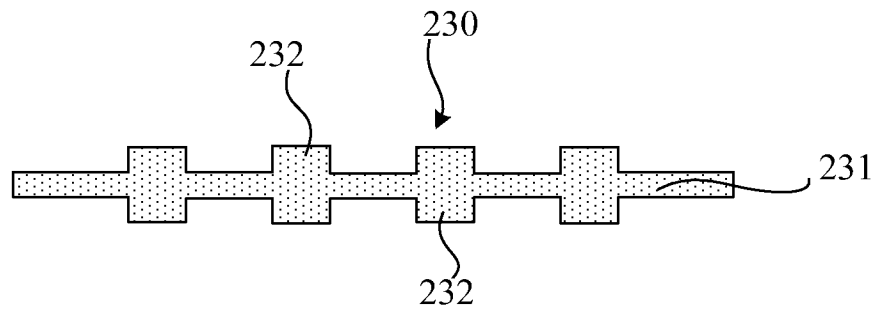


图 5C

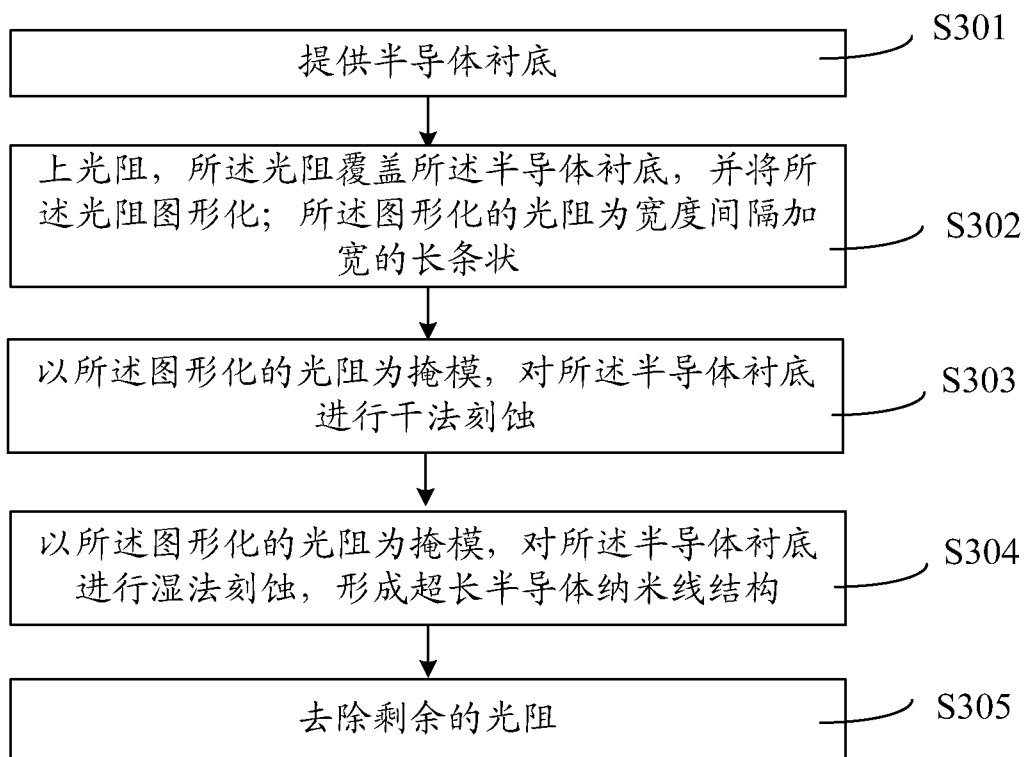


图 6

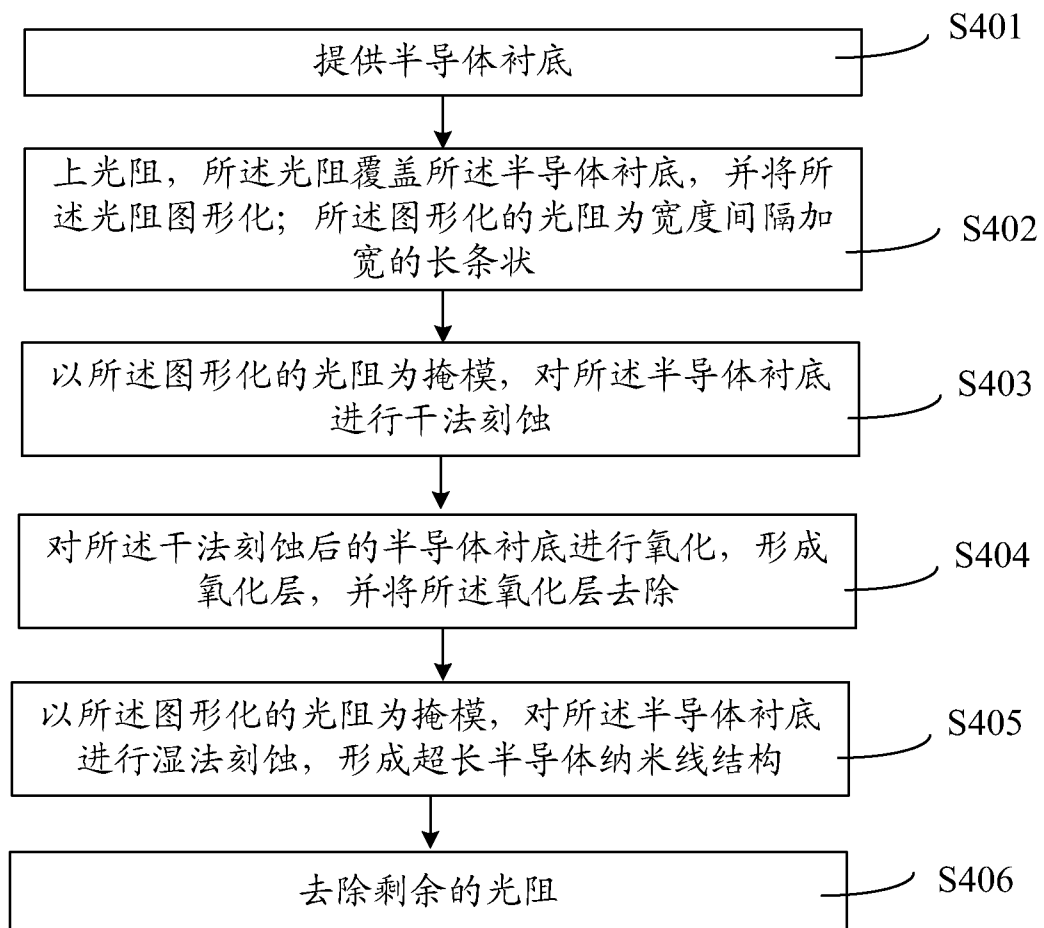


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/080273**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/-, H01L 29/-, B82B 3/-

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)

EPODOC, WPI, CPRSABS, CNKI: nano, nanowire, etch, pattern, protrude, broken, wider, saw, sawtooth, nanorod, nanotube, patterning, width, lug

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 102169889 A (FUDAN UNIVERSITY), 31 August 2011 (31.08.2011), claims 1-18	1-18
A	KR 20110014845 A ((USEO) SNU R & DB FOUND), 14 February 2011 (14.02.2011), the whole document	1-18
A	CN 101117208 A (SUN YAT-SEN UNIVERSITY), 06 February 2008 (06.02.2008), the whole document	1-18

☐ 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 16 December 2011 (16.12.2011)	Date of mailing of the international search report 05 January 2012 (05.01.2012)
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 HUANG, Daoxu Telephone No.: (86-10) 62411845

International application No.
PCT/CN2011/080273

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/080273

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 29/06 (2006.01) i

H01L 21/463 (2006.01) i

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2011/080273

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: H01L21/-; H01L29/-; B82B3/-

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))

EPODOC,WPI,CPRSABS,CNKI: nano, nanowire, etch, pattern, protrude, broken, wider, saw, sawtooth, 纳米, 纳米线, 纳米棒, 纳米管, 蚀刻, 刻蚀, 图案化, 图形化, 折断, 宽度, 凸块, 锯齿

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
PX	CN102169889 A (复旦大学) 31. 8 月 2011 (31.08.2011) 权利要求 1-18	1-18
A	KR20110014845 A ((USEO) SNU R&DB FOUND)14. 2 月 2011 (14.02.2011) 全文	1-18
A	CN101117208 A (中山大学) 06. 2 月 2008 (06.02.2008) 全文	1-18

☐ 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
16.12 月 2011 (16.12.2011)

国际检索报告邮寄日期
05.1 月 2012 (05.01.2012)

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

黄道许
电话号码: (86-10) 62411845

关于同族专利的信息

PCT/CN2011/080273

PCT/ISA/210 表(同族专利附件) (2009 年 7 月)

A. 主题的分类

H01L 29/06(2006.01)i

H01L21/463(2006.01)i