

(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
2021 年 2 月 18 日 (18.02.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/027012 A1

(51) 国际专利分类号:

H01L 29/423 (2006.01) **H01L 29/778** (2006.01)
H01L 21/335 (2006.01)

[CN/CN]; 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/106549

(22) 国际申请日: 2019 年 9 月 19 日 (19.09.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:

201910745884.6 2019 年 8 月 13 日 (13.08.2019) CN

(71) 申请人: 中山市华南理工大学现代产业技术研究院(ZHONGSHAN INSTITUTE OF MODERN INDUSTRIAL) [CN/CN]; 中国广东省中山市火炬开发区中心城区祥兴路 6 号 212 房, Guangdong 528400 (CN)。 华南理工大学 (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY)

(72) 发明人: 王洪(WANG, Hong); 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。 周泉斌(ZHOU, Quanbin); 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。 高升(GAO, Sheng); 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。 廖碧艳(LIAO, Biyan); 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。

(74) 代理人: 广州粤高专利商标代理有限公司 (YOGO PATENT & TRADEMARK AGENCY LIMITED COMPANY); 中国广东省广州市天河区体育西路中石化大厦 B 塔 4416, Guangdong 510620 (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,

(54) Title: MIS-HEMT DEVICE HAVING NIO_x PROTECTION LAYER AND FABRICATING METHOD

(54) 发明名称: 具有 NiO_x 保护层的 MIS-HEMT 器件及制备方法

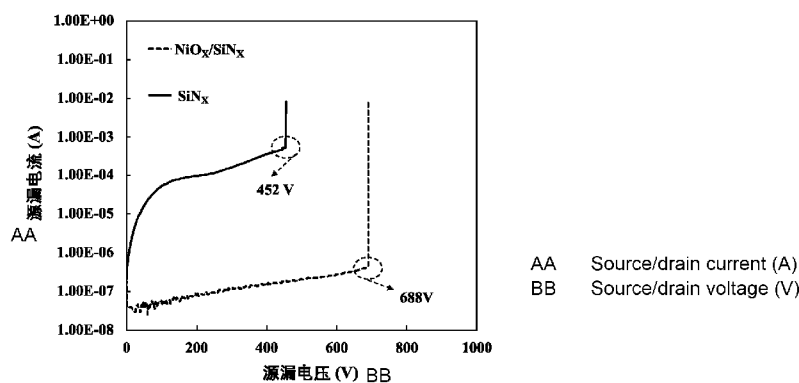


图 6

(57) Abstract: An MIS-HEMT device having a NiO_x protection layer and a fabricating method therefor. The device comprises an AlGaIn/GaN epitaxy (1); the two ends of the upper surface of the AlGaIn/GaN epitaxy (1) are respectively connected to a source/drain (2); a first dielectric layer (3) and a second dielectric layer (4) are sequentially deposited on the upper surface of the source/drain (2) and an area of the upper surface of the AlGaIn/GaN epitaxy (1) other than the area connected to the source/drain (2) from bottom to top; the upper surface of the second dielectric layer (4) is connected to a gate (5); the gate (5) is located between the source/drain (2); the first dielectric layer (3) is NiO_x, and the first dielectric layer (3) and the second dielectric layer (4) jointly serve as a passivation layer and a gate dielectric layer. An NiO_x/SiN_x laminated structure is used as the gate dielectric layer and the passivation layer of the device simultaneously, and an electron beam evaporation apparatus is used to grow a thin film, so that compared with a PECVD apparatus, the deposition damage problem is solved, the surface state of the device is improved, and the electric leakage, current collapse and breakdown voltage performance of the device are optimized.

CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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)。

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))。

(57) 摘要: 一种具有 NiO_x 保护层的MIS-HEMT器件及其制备方法, 所述器件包括AlGaIn/GaN外延(1), AlGaIn/GaN外延(1)上表面的两端分别连接源漏电极(2), 源漏电极(2)的上表面和AlGaIn/GaN外延(1)上表面连接源漏电极(2)以外的区域从下到上依次沉积第一介质层(3)和第二介质层(4), 第二介质层(4)的上表面连接栅电极(5), 栅电极(5)位于源漏电极(2)之间, 第一介质层(3)为 NiO_x , 第一介质层(3)和第二介质层(4)共同作为钝化层和栅介质层。采用 $\text{NiO}_x/\text{SiN}_x$ 叠层结构同时作为器件的栅介质层与钝化层, 利用电子束蒸发设备生长薄膜较PECVD设备减小了沉积损伤问题, 改善了器件的表面态, 器件的漏电、电流崩塌以及击穿电压性能都得到了优化。

具有NiO_x保护层的MIS-HEMT器件及制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体领域AlGa_N/Ga_NHEMT器件，特别涉及一种具有NiO_x保护层的MIS-HEMT器件及制备方法。

背景技术

[0002] Ga_N材料因具有高电子迁移率、低导通电阻、优异的散热能力以及高击穿等特性，广泛应用于高频功率放大器与高压功率开关等场合。然而由于势垒层AlGa_N上存在较多的表面态缺陷，使得电流崩塌现象普遍存在于Ga_N MIS-HEMT器件中，致使器件的性能退化，可靠性降低。目前大众比较认可的解释是表面态的累积形成了“虚栅效应”，使得器件的性能得到恶化。传统的解决方法是在AlGa_N上沉积一层SiN_x来抑制表面态，虽然起到一定作用，但总体上效果不显著。由于采用PECVD沉积SiN_x薄膜的沉积过程会对AlGa_N表面造成一定的损伤，在一定程度上会引入新的表面态陷阱，因此许多学者倾向于使用低损伤沉积薄膜的设备，例如（cat-）CVD、ICP-CVD 和LPCVD；但是普遍存在的问题是需要更高的温度以及更长的时间来制备所得的薄膜，对于工业量产而言是不利的。

[0003] PECVD沉积薄膜过程中引入的表面态陷阱会增强栅极边缘漏极侧的电场，并在HEMT器件中带来更高的栅极漏电流；

[0004] 电子束蒸发设备沉积金属薄膜在常温下进行，对AlGa_N表面造成的损伤相对于PECVD而言是非常小的。

发明概述

技术问题

问题的解决方案

技术解决方案

[0005] 为了解决现有技术中存在的问题，本发明的目的在于提供一种具有NiO_x保护层的MIS-HEMT器件及制备方法，采用NiO_x/SiN_x等叠层结构同时作为栅介质层与钝化层，减小了表面态陷阱，达到了减小器件漏电、极大程度抑制电流崩塌

以及提高击穿电压的目的。

[0006] NiO_x 层的形成包括采用电子束蒸发设备沉积一层薄的金属Ni层以及后续的高温氧化过程；第二介质层采用PECVD 沉积获得。

[0007] 本发明的目的至少通过如下技术方案之一实现的。

[0008] 本发明提供了一种具有 NiO_x 保护层的MIS-HEMT器件，所述器件包括AlGaIn/GaN外延，AlGaIn/GaN外延上表面的两端分别连接源漏电极，源漏电极上和AlGaIn/GaN外延上表面连接源漏电极以外的区域从下到上依次沉积第一介质层和第二介质层，第二介质层的上表面连接栅电极，栅电极位于源漏电极之间，第一介质层为 NiO_x ，第一介质层和第二介质层共同作为MIS-HEMT器件的钝化层和栅介质层。

[0009] 优选地，第二介质层为 SiN_x 、 SiO_2 或者SiON。

[0010] 优选地，第一介质层的厚度为6-18 nm。

[0011] 优选地，第二介质层的厚度为5-10 nm。

[0012] 本发明还提供了一种制备所述具有 NiO_x 保护层的MIS-HEMT器件的方法，包括以下步骤：

[0013] （1）进行台面隔离以及欧姆接触在AlGaIn/GaN外延的上表面制备源漏电极，在源漏电极上和AlGaIn/GaN外延上表面连接源漏电极以外的区域沉积一层Ni金属，高温氧化处理，形成第一介质层 NiO_x ；

[0014] （2）在第一介质层 NiO_x 上沉积第二介质层，最后进行栅电极的沉积。

[0015] 优选地，步骤（1）中第一介质层由电子束蒸发Ni金属，然后在快速退火炉中高温氧化处理形成。

[0016] 优选地，步骤（1）中Ni金属的沉积速率为0.02 - 0.05 nm/s，沉积的厚度为3 - 10 nm。

[0017] 优选地，步骤（1）中高温氧化处理在快速退火炉或炉管中进行。

[0018] 优选地，步骤（1）中高温氧化处理时快速退火炉或炉管的腔体温度为300-400 °C，氧气流量为50-100 sccm，高温氧化处理的时间为10-30 min，退火的升温速率为7-15 °C/s。

[0019] 优选地，步骤（2）中第二介质层沉积的方法为等离子体增强化学的气相沉积

法即PECVD。

[0020] 本发明采用 $\text{NiO}_x/\text{SiN}_x$ 叠层结构同时作为器件的栅介质层与钝化层，其中 NiO_x 由电子束蒸发设备沉积金属Ni层，然后在退火炉或者炉管等设备中进行高温退火处理获得。区别于传统的栅介质层与钝化层，本发明中与AlGaIn势垒层直接接触的薄膜由电子束蒸发设备获得，相对于PECVD，极大程度减小了沉积损伤，在器件漏电、电流崩塌以及击穿电压方面都得到了优化。

发明的有益效果

有益效果

[0021] 和现有技术相比，本发明具有以下有益效果和优点：

[0022] 本发明采用 $\text{NiO}_x/\text{SiN}_x$ 等叠层结构同时作为器件的栅介质层与钝化层，利用电子束蒸发设备生长薄膜较PECVD设备减小了沉积损伤问题，改善了器件的表面态，器件的漏电、电流崩塌以及击穿电压性能都得到了优化。

对附图的简要说明

附图说明

[0023] 图1为实施例的在完成欧姆接触后的器件结构示意图；

[0024] 图2为实施例的形成第一介质层后的器件结构示意图；

[0025] 图3为实施例的形成第二介质层后的器件结构示意图；

[0026] 图4为实施例的在完成栅电极后的器件结构示意图；

[0027] 图5为实施例提供的具有 NiO_x 保护层的MIS-HEMT器件与传统的 SiN_x 介质层制备的器件在漏极偏压为200 V应力下的电流崩塌示意图；

[0028] 图6为实施例提供的具有 NiO_x 保护层的MIS-HEMT器件与传统的 SiN_x 介质层制备的器件的击穿电压对比图；

[0029] 图中，1是AlGaIn/GaN外延，2是源漏电极，3是第一介质层，4是第二介质层，5是栅电极。

发明实施例

本发明的实施方式

[0030] 下面结合实施例，对本发明作进一步地详细说明，但本发明的实施方式不限于

此。

[0031] 实施例1

[0032] 本实施例提供了一种具有 NiO_x 保护层的MIS-HEMT器件，如图4所示，所述器件包括AlGaIn/GaN外延1，AlGaIn/GaN外延上表面的两端分别连接源漏电极2，源漏电极2上和AlGaIn/GaN外延上表面连接源漏电极以外的区域从下到上依次沉积第一介质层3和第二介质层4，第二介质层4的上表面连接栅电极5，栅电极5位于源漏电极2之间，第一介质层3为 NiO_x ，第一介质层3和第二介质层4共同作为MIS-HEMT器件的钝化层和栅介质层。第二介质层4为 SiN_x 。第一介质层3的厚度为18 nm。第二介质层4的厚度为10 nm。

[0033] 本实施例还提供了一种制备所述具有 NiO_x 保护层的MIS-HEMT器件的方法，包括以下步骤：

[0034] (1) 进行台面隔离以及欧姆接触在AlGaIn/GaN外延1的上表面制备源漏电极2，如图1所示；利用电子束蒸发设备在源漏电极2的上表面和AlGaIn/GaN外延1上表面连接源漏电极以外的区域沉积一层Ni金属，厚度为10nm，沉积速率为0.02nm/s，然后在快速退火炉中进行高温氧化处理，腔体温度为400°C，通入的氧气流量为50sccm，高温氧化处理的时间为20min，退火的升温速率为15°C/s，形成第一介质层 NiO_x ，相应的结构示意图如图2所示；

[0035] (2) 采用PECVD设备在第一介质层3上沉积第二介质层4，沉积温度为300 °C，沉积厚度为10 nm，如图3所示；最后进行栅电极5的沉积，如图4所示。

[0036] 图5为本实施例提供的具有 NiO_x 保护层的MIS-HEMT器件与传统的 SiN_x 介质层制备的器件，在漏极偏压为200 V下的电流崩塌示意图，其中图5中（a）为本实施例提供的具有 NiO_x 保护层的MIS-HEMT器件在漏极偏压为200 V和无漏极偏压（Ref）两种情况下的电流崩塌示意图，图5中（b）为传统的 SiN_x 介质层制备的器件在漏极偏压为200 V和无漏极偏压两种情况下的电流崩塌示意图，其中虚线为两种器件在漏极偏压为200 V应力下持续时间为10s对应的输出曲线，实线为两种器件在无漏极偏压的情况下对应的输出曲线，作为参考对照组；在漏极偏压为200 V，持续施加偏压应力时间为10s的条件下，从图5可知本实例的具有 NiO_x 保护层的MIS-HEMT器件较传统器件，其电流崩塌量减小了90%，从32.7%减小

到了5.4%;

[0037] 图6为本实施例采用的具有 NiO_x 保护层的MIS-HEMT器件与传统的 SiN_x 介质层制备的器件的击穿电压对比图。其中虚线为本实施例的具有 NiO_x 保护层的MIS-HEMT器件的击穿曲线，实线为传统的 SiN_x 介质层制备的器件的击穿曲线；从图6可知本实例提供的具有 NiO_x 保护层的MIS-HEMT器件较传统器件，其击穿电压提高了52.2%，从452 V提高到了688 V。

[0038] 实施例2

[0039] 本实施例提供了一种具有 NiO_x 保护层的MIS-HEMT器件，如图4所示，所述器件包括AlGaIn/GaN外延1，AlGaIn/GaN外延上表面的两端分别连接源漏电极2，源漏电极2上和AlGaIn/GaN外延上表面连接源漏电极以外的区域从下到上依次沉积第一介质层3和第二介质层4，第二介质层4的上表面连接栅电极5，栅电极5位于源漏电极2之间，第一介质层3为 NiO_x ，第一介质层3和第二介质层4共同作为MIS-HEMT器件的钝化层和栅介质层。第二介质层4为 SiO_2 。第一介质层3的厚度为15 nm。第二介质层4的厚度为7 nm。

[0040] 本实施例还提供了一种制备所述具有 NiO_x 保护层的MIS-HEMT器件的方法，包括以下步骤：

[0041] (1) 进行台面隔离以及欧姆接触在AlGaIn/GaN外延1的上表面制备源漏电极2，如图1所示；利用电子束蒸发设备在源漏电极2上和AlGaIn/GaN外延1上表面连接源漏电极以外的区域沉积一层Ni金属，厚度为8 nm，沉积速率为0.02nm/s，然后在快速退火炉中进行高温氧化处理，腔体温度为400°C，通入的氧气流量为50sccm，高温氧化处理的时间为25min，退火的升温速率为15°C/s，形成第一介质层 NiO_x ，相应的结构示意图如图2所示；

[0042] (2) 采用PECVD设备在第一介质层3上沉积第二介质层4，沉积温度为300 °C，沉积厚度为7 nm，如图3所示；最后进行栅电极5的沉积，如图4所示。

[0043] 本实施例提供的具有 NiO_x 保护层的MIS-HEMT器件的电流崩塌特性与击穿特性和实施例1类似，具体性能可参照实施例1中的附图5和附图6。

[0044] 实施例3

[0045] 本实施例提供了一种具有 NiO_x 保护层的MIS-HEMT器件，如图4所示，所述器

件包括AlGaIn/GaN外延1，AlGaIn/GaN外延上表面的两端分别连接源漏电极2，源漏电极2上和AlGaIn/GaN外延上表面连接源漏电极以外的区域从下到上依次沉积第一介质层3和第二介质层4，第二介质层4的上表面连接栅电极5，栅电极5位于源漏电极2之间，第一介质层3为 NiO_x ，第一介质层3和第二介质层4共同作为MIS-HEMT器件的钝化层和栅介质层。第二介质层4为 SiON 。第一介质层3的厚度为12 nm。第二介质层4的厚度为10 nm。

[0046] 本实施例还提供了一种制备所述具有 NiO_x 保护层的MIS-HEMT器件的方法，包括以下步骤：

[0047] (1) 进行台面隔离以及欧姆接触在AlGaIn/GaN外延1的上表面制备源漏电极2，如图1所示；利用电子束蒸发设备在源漏电极2上和AlGaIn/GaN外延1上表面连接源漏电极以外的区域沉积一层Ni金属，厚度为6 nm，沉积速率为0.02nm/s，然后在快速退火炉中进行高温氧化处理，腔体温度为400°C，通入的氧气流量为50sccm，高温氧化处理的时间为30min，退火的升温速率为10°C/s，形成第一介质层 NiO_x ，相应的结构示意图如图2所示；

[0048] (2) 采用PECVD设备在第一介质层3上沉积第二介质层4，沉积温度为300 °C，沉积厚度为10 nm，如图3所示；最后进行栅电极5的沉积，如图4所示。

[0049] 本实施例提供的具有 NiO_x 保护层的MIS-HEMT器件的电流崩塌特性与击穿特性和实施例1类似，具体性能可参照实施例1中的附图5和附图6。

[0050] 上述实施例为本发明较佳的实施方式，但本发明的实施方式并不受所述实施例的限制，其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化，均应为等效的置换方式，都包含在本发明的保护范围之内。

权利要求书

- [权利要求 1] 具有 NiO_x 保护层的MIS-HEMT器件，其特征在于，所述器件包括AlGaIn/GaN外延，AlGaIn/GaN外延上表面的两端分别连接源漏电极，源漏电极上和AlGaIn/GaN外延上表面连接源漏电极以外的区域从下到上依次沉积第一介质层和第二介质层，第二介质层的上表面连接栅电极，栅电极位于源漏电极之间，第一介质层为 NiO_x ，第一介质层和第二介质层共同作为MIS-HEMT器件的钝化层和栅介质层。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的具有 NiO_x 保护层的MIS-HEMT器件，其特征在于，第二介质层为 SiN_x 、 SiO_2 或者 SiON 。
- [权利要求 3] 根据权利要求1所述的具有 NiO_x 保护层的MIS-HEMT器件，其特征在于，第一介质层的厚度为6-18 nm。
- [权利要求 4] 根据权利要求1所述的具有 NiO_x 保护层的MIS-HEMT器件，其特征在于，第二介质层的厚度为5-10 nm。
- [权利要求 5] 制备如权利要求1至4任一项所述具有 NiO_x 保护层的MIS-HEMT器件的方法，其特征在于，包括以下步骤：
- (1) 进行台面隔离以及欧姆接触在AlGaIn/GaN外延的上表面制备源漏电极，在源漏电极上和AlGaIn/GaN外延上表面连接源漏电极以外的区域沉积一层Ni金属，高温氧化处理，形成第一介质层 NiO_x ；
 - (2) 在第一介质层 NiO_x 上沉积第二介质层，最后进行栅电极的沉积。
- [权利要求 6] 根据权利要求5所述的制备具有 NiO_x 保护层的MIS-HEMT器件的方法，其特征在于，步骤（1）中第一介质层由电子束蒸发Ni金属，然后在快速退火炉中高温氧化处理形成。
- [权利要求 7] 根据权利要求5所述的制备具有 NiO_x 保护层的MIS-HEMT器件的方法，其特征在于，步骤（1）中Ni金属的沉积速率为0.02 - 0.05 nm/s，沉积的厚度为3 - 10 nm。
- [权利要求 8] 根据权利要求5所述的制备具有 NiO_x 保护层的MIS-HEMT器件的方法

，其特征在于，步骤（1）中高温氧化处理在快速退火炉或炉管中进行。

[权利要求 9] 根据权利要求8所述的制备具有NiO_x保护层的MIS-HEMT器件的方法，其特征在于，步骤（1）中高温氧化处理时快速退火炉或炉管的腔体温度为300-400 °C，氧气流量为50-100 sccm，高温氧化处理的时间为10-30 min，退火的升温速率为7-15 °C/s。

[权利要求 10] 根据权利要求5所述的制备具有NiO_x保护层的MIS-HEMT器件的方法，其特征在于，步骤（2）中第二介质层沉积的方法为等离子体增强化学的气相沉积法即PECVD。

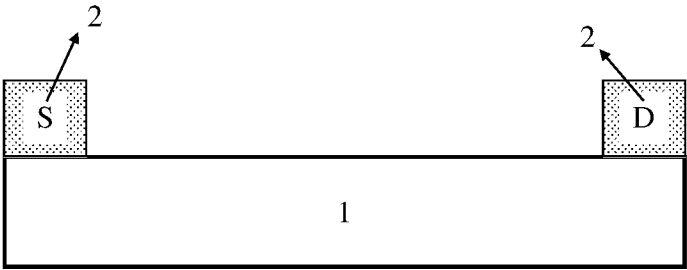


图 1

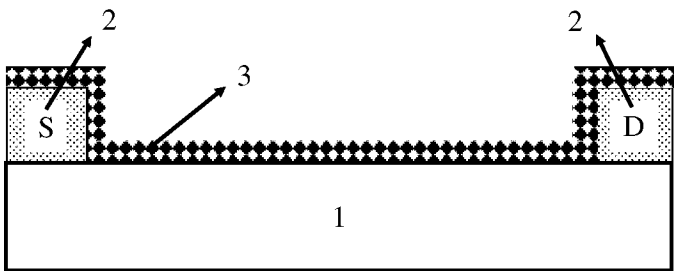


图 2

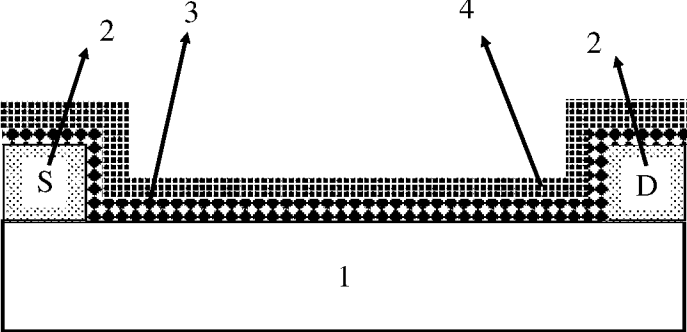


图 3

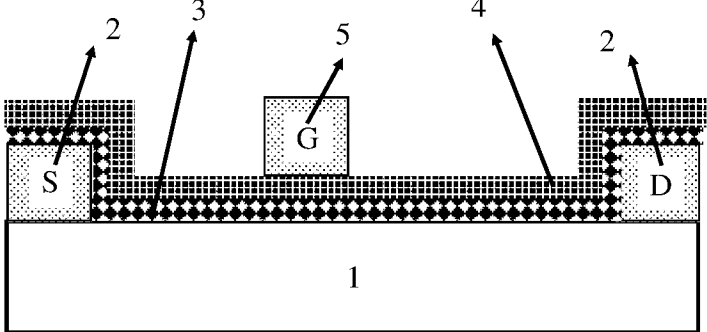


图 4

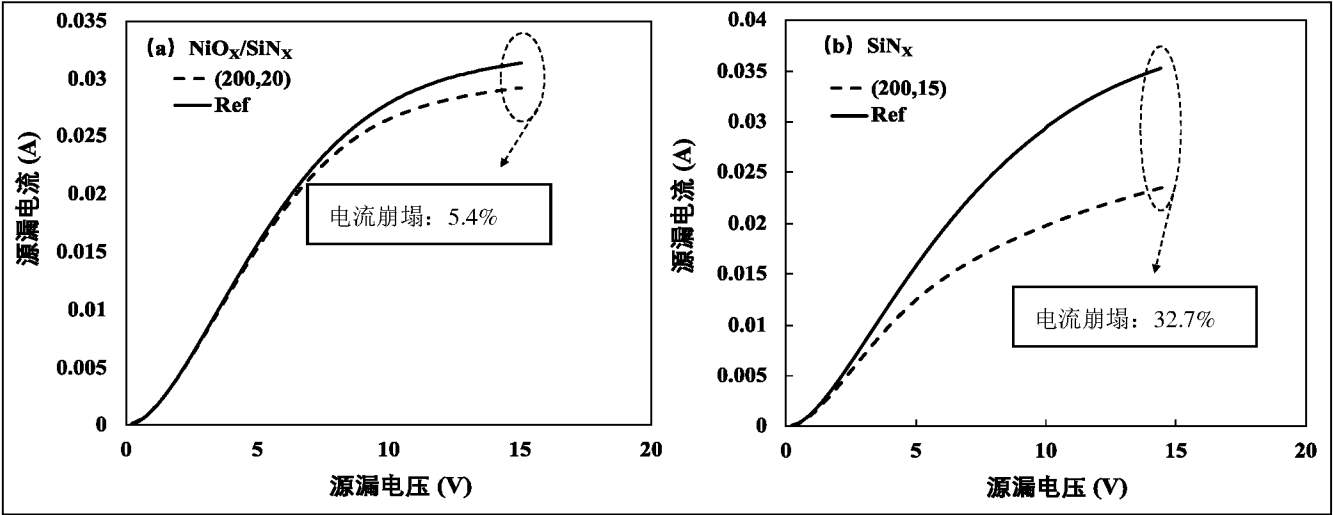


图 5

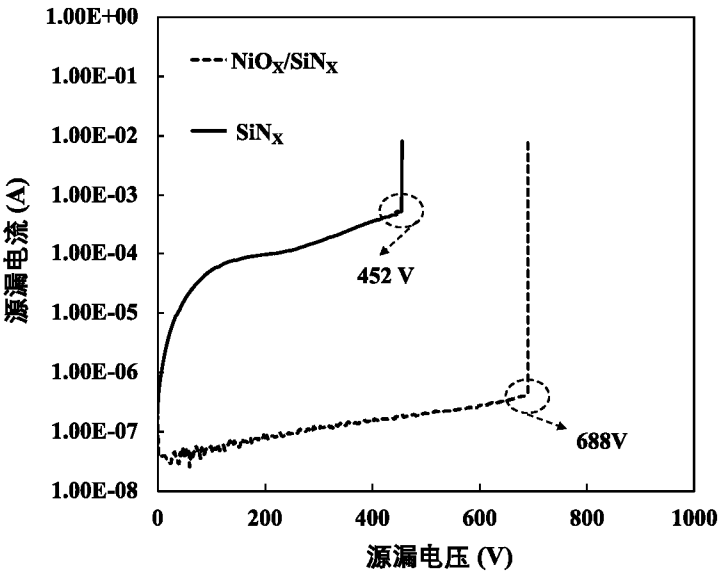


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/106549

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 29/423(2006.01)i; H01L 21/335(2006.01)i; H01L 29/778(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

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)

CNPAT, CNKI, EPODOC, WPI, IEEE: HEMT, 高电子迁移率晶体管, NiO, 氧化镍, high, electron, mobility, transistor, nickel, oxide

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 102945860 A (XIDIAN UNIVERSITY) 27 February 2013 (2013-02-27) description, paragraphs [0003]-[0066], and figures 1-2	1-10
Y	CN 109004029 A (ZHONGSHAN SOUTH CHINA UNIV OF TECHNOLOGY MODERN INDUSTRY TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE) 14 December 2018 (2018-12-14) description, paragraphs [0045]-[0057], and figures 1-8	1-10
Y	CN 102709322 A (UNIVERSITY OF ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA) 03 October 2012 (2012-10-03) description, paragraphs [0016]-[0022], and figure 1	2, 4
A	CN 102938413 A (XIDIAN UNIVERSITY) 20 February 2013 (2013-02-20) entire document	1-10
A	CN 107180759 A (CHENGDU HIWAFER SEMICONDUCTOR CO., LTD.) 19 September 2017 (2017-09-19) entire document	1-10
A	US 2011233538 A1 (SANKEN ELECTRIC CO., LTD.) 29 September 2011 (2011-09-29) entire document	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“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

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 April 2020

Date of mailing of the international search report

09 May 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

**China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)**
**No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
 100088**
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/106549

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	102945860	A	27 February 2013	CN	102945860	B	18 February 2015
CN	109004029	A	14 December 2018	CN	208368513	U	11 January 2019
CN	102709322	A	03 October 2012	CN	102709322	B	01 July 2015
CN	102938413	A	20 February 2013	CN	102938413	B	27 May 2015
CN	107180759	A	19 September 2017	None			
US	2011233538	A1	29 September 2011	JP	2011204717	A	13 October 2011

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/106549

A. 主题的分类

H01L 29/423(2006.01)i; H01L 21/335(2006.01)i; H01L 29/778(2006.01)i

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)

H01L

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))

CNPAT, CNKI, EPDOC, WPI, IEEE: HEMT, 高电子迁移率晶体管, NiO, 氧化镍, high, electron, mobility, transistor, nickel, oxide

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
Y	CN 102945860 A (西安电子科技大学) 2013年 2月 27日 (2013 - 02 - 27) 说明书第[0003]-[0066]段, 图1-2	1-10
Y	CN 109004029 A (中山市华南理工大学现代产业技术研究院 等) 2018年 12月 14日 (2018 - 12 - 14) 说明书第[0045]-[0057]段, 图1-8	1-10
Y	CN 102709322 A (电子科技大学) 2012年 10月 3日 (2012 - 10 - 03) 说明书第[0016]-[0022]段, 图1	2, 4
A	CN 102938413 A (西安电子科技大学) 2013年 2月 20日 (2013 - 02 - 20) 全文	1-10
A	CN 107180759 A (成都海威华芯科技有限公司) 2017年 9月 19日 (2017 - 09 - 19) 全文	1-10
A	US 2011233538 A1 (SANKEN ELECTRIC CO., LTD.) 2011年 9月 29日 (2011 - 09 - 29) 全文	1-10

☐ 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

2020年 4月 30日

国际检索报告邮寄日期

2020年 5月 9日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(ISA/CN)

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

刘天飞

电话号码 86-(10)-53961216

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/106549

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	102945860	A	2013年 2月 27日	CN	102945860	B	2015年 2月 18日
CN	109004029	A	2018年 12月 14日	CN	208368513	U	2019年 1月 11日
CN	102709322	A	2012年 10月 3日	CN	102709322	B	2015年 7月 1日
CN	102938413	A	2013年 2月 20日	CN	102938413	B	2015年 5月 27日
CN	107180759	A	2017年 9月 19日	无			
US	2011233538	A1	2011年 9月 29日	JP	2011204717	A	2011年 10月 13日