

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01L 29/872 (2006.01)

H01L 21/329 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610097597.1

[43] 公开日 2008年5月14日

[11] 公开号 CN 101179098A

[22] 申请日 2006.11.10

[21] 申请号 200610097597.1

[71] 申请人 中国科学院合肥物质科学研究院

地址 230031 安徽省合肥市 1110 信箱

[72] 发明人 陈家荣 王玉琦 陈文锦 邱凯
李新化

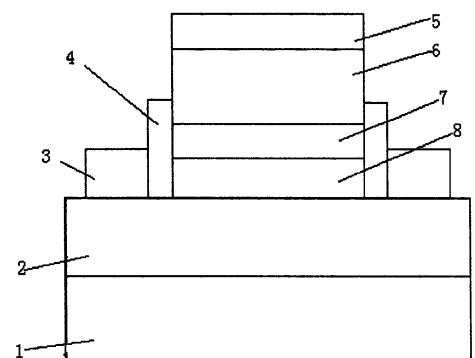
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 2 页

[54] 发明名称

具有低电流集边效应的金属/氮化镓铝/氮化镓横向肖特基二极管及其制备方法

[57] 摘要

本发明公开了一种具有低电流集边效应的金属/氮化镓铝/氮化镓横向肖特基二极管及其制备方法。二极管为衬底(1)上有氮化镓层(2)、正极、负极(3)和掩模(4)，正极含氮化镓铝层(8)、肖特基接触金属层(7)、多晶硅层(6)和金属电极层(5)；方法为(a)先使用外延法于衬底上生长氮化镓层，再分别使用现有方法于其上分别生长或淀积正极、负极和掩模；(b)使用低压化学气相淀积法或金属溅射法或电子回旋共振-等离子体增强化学气相淀积法于肖特基接触金属层上淀积多晶硅层，同时使用离子注入或扩散法或化学气相淀积中的掺杂法来调整多晶硅层的电阻率，制得本发明二极管。它的正极边缘处的电流分布均匀，极适用于高温大功率器



1、一种具有低电流集边效应的金属/氮化镓铝/氮化镓横向肖特基二极管，包括衬底(1)上的氮化镓层(2)，以及氮化镓层(2)上的正极、负极(3)和其相互间的掩模(4)，所说正极包含氮化镓铝层(8)、肖特基接触金属层(7)和金属电极层(5)，其特征在于：所说正极中还包含有多晶硅层(6)，所说多晶硅层(6)位于所说肖特基接触金属层(7)和金属电极层(5)之间。

2、根据权利要求1所述的具有低电流集边效应的金属/氮化镓铝/氮化镓横向肖特基二极管，其特征是多晶硅层(6)的厚度为100~500nm、电阻率为 $6 \times 10^{-2} \sim 2 \times 10^{-1} \Omega \text{cm}$ 。

3、根据权利要求1所述的具有低电流集边效应的金属/氮化镓铝/氮化镓横向肖特基二极管，其特征是肖特基接触金属层(7)为金属镍层或金属金层或金属铂层或金属钨层或金属铌层或钨镍合金层或铂铟层或镍硅层或铂硅层。

4、根据权利要求1所述的具有低电流集边效应的金属/氮化镓铝/氮化镓横向肖特基二极管，其特征是负极(3)为欧姆接触，其接触层为钛铝合金层或钛铝钼金层或钛铝钛金层。

5、根据权利要求1所述的具有低电流集边效应的金属/氮化镓铝/氮化镓横向肖特基二极管，其特征是掩模(4)为氮化硅掩模或氮化铝掩模或氧化硅掩模。

6、根据权利要求1所述的具有低电流集边效应的金属/氮化镓铝/氮化镓横向肖特基二极管的制备方法，包括使用分子束外延法和等离子体化学气相淀积法于衬底上生长或淀积氮化镓层及其上的正极、负极和其相互间的掩模，所说正极包含氮化镓铝层、肖特基接触金属层和金属电极层，其特征在于是按以下步骤完成的：

(a) 先使用外延法于衬底上生长氮化镓层，再分别使用现有方法于其上分别生长或淀积正极、负极和掩模；

(b) 使用低压化学气相淀积法或金属溅射法或电子回旋共振-等离子体增强化学气相淀积法于肖特基接触金属层上淀积多晶硅层，同时使用离子注入法或离子扩散法或化学气相淀积中的掺杂法来调整多晶硅层的电阻率，制

得具有低电流集边效应的金属/氮化镓铝/氮化镓横向肖特基二极管。

7、根据权利要求6所述的具有低电流集边效应的金属/氮化镓铝/氮化镓横向肖特基二极管的制备方法，其特征是淀积多晶硅层时的衬底温度为 $550\sim 700^{\circ}\text{C}$ ，多晶硅的离子注入浓度为 $10^{15}/\text{cm}^3\sim 10^{17}/\text{cm}^3$ 。

8、根据权利要求6所述的具有低电流集边效应的金属/氮化镓铝/氮化镓横向肖特基二极管的制备方法，其特征是肖特基接触金属为金属镍或金属金或金属铂或金属钯或金属铼或钽镍合金或铂铟合金或镍硅或铂硅，其退火温度为 $500\sim 700^{\circ}\text{C}$ 、退火时间为 $2\sim 4\text{min}$ 。

9、根据权利要求6所述的具有低电流集边效应的金属/氮化镓铝/氮化镓横向肖特基二极管的制备方法，其特征是于氮化镓层的表面淀积掩模为使用常压化学气相淀积法或低压化学气相淀积法或等离子体增强化学气相淀积法或高密度等离子体化学气相淀积法，淀积掩模时的压力为 $1\sim 3.5\text{Pa}$ 。

10、根据权利要求6所述的具有低电流集边效应的金属/氮化镓铝/氮化镓横向肖特基二极管的制备方法，其特征是于多晶硅层上淀积金属电极层为使用蒸发法或溅射法，金属电极层为金属金层，其厚度为 $20\sim 60\text{nm}$ 。

具有低电流集边效应的金属/氮化镓铝/氮化镓 横向肖特基二极管及其制备方法

技术领域 本发明涉及一种肖特基二极管及制法，尤其是具有低电流集边效应的金属/氮化镓铝/氮化镓横向肖特基二极管及其制备方法。

背景技术 氮化镓(GaN)是继第二代半导体材料砷化镓(GaAs)、磷化铟(InP)之后，应用最为广泛的半导体材料。由于GaN具有宽的禁带宽度和高的临界击穿场强，良好的电子输运特性和导热特性，所以特别适用于高温大功率器件。氮化镓铝(AlGaN)材料具有与GaN材料相同的晶格结构，与GaN的晶格失配不超过2.5%，使AlGaN/GaN的异质结器件的实现成为可能。目前，以AlGaN/GaN异质结为核心的器件日益发展，包括金属/AlGaN/GaN异质结肖特基二极管、高电子迁移率晶体管(HEMT)、异质结场效应晶体管(HFET)等，这些器件以其大功率和高温稳定性已逐渐在军事、航空、雷达通信、汽车工业等方面得到广泛的应用。人们为了获得以AlGaN/GaN异质结为核心的肖特基二极管，作了一些尝试和努力，如在2004年7月27日公开的美国发明专利说明书US 6768146B2中披露的一种“使用相同的材料和方法制备III-V簇氮化物半导体器件、保护元件和功率转换器”。它意欲提供一种横向肖特基二极管、纵向肖特基二极管和场效应晶体管的设计与制备方法。横向肖特基二极管的构成为蓝宝石衬底上依次覆有氮化镓层、重掺杂氮化镓层，以及重掺杂氮化镓层上的正极和负极；正极由掺杂氮化镓层和氮化镓铝层及其上的肖特基接触金属层构成，肖特基接触金属层为依次叠加淀积的肖特基接触金属钛和肖特基接触金属铂，负极为欧姆接触，由钽硅层构成；在实际使用时，肖特基接触金属层上还覆有用于电连接的金属电极层，以致其构成实为金属/AlGaN/GaN横向肖特基二极管。其制备方法为分别先后使用分子束外延法和等离子体化学气相淀积法于蓝宝石衬底上生长或淀积氮化镓层、重掺杂氮化镓层和其上的正极与负极。但是，这种横向肖特基二极管及其制备方法均存在着不足之处，首先，之所以选用GaN作为肖特基二极管的基底，是基于其具有可应用于高温大功率器件的优良电学性质，可是，这种横向肖特基

二极管却有着正极电流分布均匀性的问题。在实测或实际使用中，当这种横向肖特基二极管正向偏置时，电流在正极内的分布是不均匀的，正极边缘的电流密度比中间的电流密度大得多。其缘由为当金属/AlGa_N/Ga_N 横向肖特基二极管正向偏置时，电流从二极管的正极流入，经过 AlGa_N 薄层后再从二维电子气沟道流到接地的负极，在电流流经二维电子气沟道时，二维电子气沟道内存在的电压降，使得加在 AlGa_N 层上的电压在横向上存在着差异，而这种差异使正极边缘附近的电压降最大，因此正极边缘附近流经 AlGa_N 层的电流密度也就最大，这极易造成正极边缘附近的局域过热，损坏金属与 AlGa_N 的肖特基接触，加之电流与温度的正反馈效应也将使局域过热加剧，长时间必将烧毁这种横向肖特基二极管。有着被称之为电流集边效应的这种横向肖特基二极管随着其中的沟道设计长度的加大，这种电流的不均匀性将更加显著。为解决这一问题，人们在设计这种横向肖特基二极管正极时，将不得不减小横向肖特基二极管正极的宽度，然而这又将极大地增加制作的难度；其次，此制备方法既不能有效地缓解横向肖特基二极管的电流集边效应，又因工艺过程较单一而难以降低生产成本。

发明内容 本发明要解决的技术问题为克服现有技术中的不足之处，提供一种结构合理、电流集边效应低，使用方便的具有低电流集边效应的金属/氮化镓铝/氮化镓横向肖特基二极管及其制备方法。

具有低电流集边效应的金属/氮化镓铝/氮化镓横向肖特基二极管包括衬底上的氮化镓层，以及氮化镓层上的正极、负极和其相互间的掩模，所说正极包含氮化镓铝层、肖特基接触金属层和金属电极层，特别是所说正极中还包含有多晶硅层，所说多晶硅层位于所说肖特基接触金属层和金属电极层之间。

作为具有低电流集边效应的金属/氮化镓铝/氮化镓横向肖特基二极管的进一步改进，所述的多晶硅层的厚度为 100 ~ 500nm、电阻率为 $6 \times 10^{-2} \sim 2 \times 10^{-1} \Omega \text{cm}$ ；所述的肖特基接触金属层为金属镍层或金属金层或金属铂层或金属钯层或金属铱层或钽镍合金 (Ni/Ta) 层或铂铟 (PdIn) 层或镍硅 (NiSi) 层或铂硅 (PtSi) 层；所述的负极为欧姆接触，其接触层为钛铝合金层或钛铝钼金层或钛铝钛金层；所述的掩模为氮化硅掩模或氮化铝掩模或氧化硅掩

模。

具有低电流集边效应的金属/氮化镓铝/氮化镓横向肖特基二极管的制备方法包括使用分子束外延法和等离子体化学气相淀积法于衬底上生长或淀积氮化镓层及其上的正极、负极和其相互间的掩模，所说正极包含氮化镓铝层、肖特基接触金属层和金属电极层，特别是它是按以下步骤完成的：(a) 先使用外延法于衬底上生长氮化镓层，再分别使用现有方法于其上分别生长或淀积正极、负极和掩模；(b) 使用低压化学气相淀积(LPCVD)法或金属溅射(Sputter)法或电子回旋共振-等离子体增强化学气相淀积(ECR-PECVD)法于肖特基接触金属层上淀积多晶硅层，同时使用离子注入法或离子扩散法或化学气相淀积中的掺杂法来调整多晶硅层的电阻率，制得具有低电流集边效应的金属/氮化镓铝/氮化镓横向肖特基二极管。

作为具有低电流集边效应的金属/氮化镓铝/氮化镓横向肖特基二极管的制备方法的进一步改进，所述的淀积多晶硅层时的衬底温度为 $550\sim 700^{\circ}\text{C}$ ，多晶硅的离子注入浓度为 $10^{15}/\text{cm}^3\sim 10^{17}/\text{cm}^3$ ；所述的肖特基接触金属为金属镍或金属金或金属铂或金属钯或金属铼或钽镍合金(Ni/Ta)或铂铟合金(PdIn)或镍硅(NiSi)或铂硅(PtSi)，其退火温度为 $500\sim 700^{\circ}\text{C}$ 、退火时间为 $2\sim 4\text{min}$ ；所述的于氮化镓层的表面淀积掩模为使用常压化学气相淀积(APCVD)法或低压化学气相淀积(LPCVD)法或等离子体增强化学气相淀积(PECVD)法或高密度等离子体化学气相淀积(HDPCVD)法，淀积掩模时的压力为 $1\sim 3.5\text{Pa}$ ；所述的于多晶硅层上淀积金属电极层为使用蒸发法或溅射法，金属电极层为金属金层，其厚度为 $20\sim 60\text{nm}$ ；所述的负极为欧姆接触，其接触层为钛铝合金层或钛铝钼金层或钛铝钛金层；所述的掩模为氮化硅掩模或氮化铝掩模或氧化硅掩模；所述的衬底为蓝宝石或碳化硅或单晶硅。

相对于现有技术的有益效果是，其一，在肖特基接触金属层与金属电极层之间插有的多晶硅层，起着串联电阻的作用，它分掉了加在二极管正极上的一部分电压，并因横向肖特基二极管正极边缘的电流密度高于中间的电流密度，而引起正极边缘处的分压也高于正极中间处，使得正极边缘处加在肖特基结上的电压的减小超过了正极中间处加在肖特基结上的电压。因此，多晶硅层的串联电阻对正极电流沿横向边缘的增大起到了负反馈的作用，大大

地减小了正极中间与两侧边缘电流密度的差异。根据热电子激发模型，流过肖特基结的电流密度与结电压之间呈指数形式的变化，而多晶硅层的串联电阻的作用使电流与电阻的分压满足欧姆定律，电流的增大将引起电阻分压的线性增大，引起肖特基结电压的线性减小，从而引起肖特基结电流的指数减小，由此也可见增加多晶硅层的串联电阻的负反馈效应的高效性；其二，由于本发明二极管中的电流集边效应得到了大幅度的降低，从而也就保证了本发明二极管中沿电子气沟道方向上温度的均匀性，进而极大地减少了电流与温度的正反馈，杜绝了局部过热引起的本发明二极管失效或者损坏的可能性，有效地提高了本发明二极管的稳定性和可靠性；其三，采用多晶硅层作为串联电阻，可易于通过改变淀积时的反应气掺杂的含量来控制多晶硅的原位掺杂，从而控制多晶硅的电阻率，实现可根据横向肖特基二极管的尺寸需要来对多晶硅的掺杂浓度进行控制，以制备出正极宽度合适、正极电流密度均匀的横向肖特基二极管的目的。对按理论推导和计算给出的二极管正极宽度随多晶硅层的电阻率变化的规律曲线制作出的本发明二极管进行长期的满负荷运行测试，其正极处的温升完全满足高温大功率器件实际应用的要求；其四，经分别对未采用多晶硅层的现有的横向肖特基二极管和本发明二极管进行测试，由得到的测试结果，即金属/AlGa_N/Ga_N 横向肖特基二极管的电流密度随正极边缘的分布曲线图可知，对于相同正极宽度的金属/AlGa_N/Ga_N 横向肖特基二极管，增加了多晶硅层的串联电阻之后，横向肖特基二极管正极的电流分布更加均匀，相应地正极的温度分布也更加均匀。这一结果与用计算机进行模拟的结果也是极为一致的；其五，随着电流集边效应的大幅度降低，也就避免了现有的二极管正极要求过窄而带来的芯片面积利用率过低的难题。同时，由于本发明二极管的宽度变宽，且电流分布更加均匀，从而进入了良性循环，其正极温度的分布更加均匀、工作更加稳定；其六，制备过程中可选择的方法较多，且易实施，极宜于工业化生产。

作为有益效果的进一步体现，一是多晶硅层的厚度选为 100~500nm、电阻率选为 $6 \times 10^{-2} \sim 2 \times 10^{-1} \Omega \text{cm}$ ，即可完全满足用于高温大功率器件的实际需要；二是肖特基接触金属层采用金属镍层或金属金层或金属铂层或金属钯层或金属铱层或钽镍合金层或铂铟层或镍硅层或铂硅层，负极采用钛铝合金层

或钛铝钼金层或钛铝钛金层，掩模采用氮化硅掩模或氮化铝掩模或氧化硅掩模，既能实现其相应的功效，又使得原料的来源广，还易于制作；三是选用淀积多晶硅层时的衬底温度为 $550 \sim 700^{\circ}\text{C}$ ，多晶硅的离子注入浓度为 $10^{15}/\text{cm}^3 \sim 10^{17}/\text{cm}^3$ ，就可圆满地完成所需厚度和电阻率的多晶硅的淀积；四是肖特基接触金属采用金属镍或金属金或金属铂或金属钯或金属铌或钽镍合金或铂钨合金或镍硅或铂硅时的退火温度选为 $500 \sim 700^{\circ}\text{C}$ 、退火时间为 $2 \sim 4\text{min}$ ，即能使肖特基接触稳定牢固；五是于氮化镓表面淀积掩模采用常压化学气相淀积法或低压化学气相淀积法或等离子体增强化学气相淀积法或高密度等离子体化学气相淀积法时，其压力选为 $1 \sim 3.5\text{Pa}$ ，就完全能使淀积的掩模牢固可靠；六是于多晶硅层上淀积金属电极层时采用蒸发法或溅射法，金属电极层选用金属金层，其厚度为 $20 \sim 60\text{nm}$ ，既易于淀积，又有着极好的导电性；七是负极采用钛铝合金层或钛铝钼金层或钛铝钛金层，掩模采用氮化硅掩模或氮化铝掩模或氧化硅掩模，衬底采用蓝宝石或碳化硅或单晶硅，除能实现相应的功效之外，还易于淀积，其原料也易得。

附图说明 下面结合附图对本发明的优选方式作进一步详细的描述。

图 1 是本发明二极管的一种基本结构剖面示意图；

图 2 是本发明二极管的正极宽度随多晶硅层电阻率变化的规律曲线图，其中，横坐标为电阻率，纵坐标为正极宽度。由该图中的规律曲线，只要根据拟制备的金属/ $\text{AlGaIn}/\text{GaIn}$ 横向肖特基二极管的尺寸需要来对多晶硅的掺杂浓度进行控制，就可制备出正极宽度合适、正极电流密度均匀的二极管；

图 3 是分别对本发明的二极管和于正极中未含有多晶硅层的现有的金属/ $\text{AlGaIn}/\text{GaIn}$ 横向肖特基二极管的电流密度的均匀性进行测试后得到的比较图，其中，横坐标为正极中心距正极边缘的距离，纵坐标为电流强度。由该图可看出，对于相同正极宽度的金属/ $\text{AlGaIn}/\text{GaIn}$ 横向肖特基二极管，增加了多晶硅层的串联电阻之后，其正极的电流分布更加均匀，相应地正极的温度分布也更加均匀，其工作的稳定性得到了极大的提高。

具体实施方式 在实施本发明的过程中，所使用的外延法包含分子束外延法或氢化物气相外延法或金属有机化合物气相外延法，所使用的现有方法包含外延法或金属溅射法或金属蒸发法或化学气相淀积法。

实施例 1: 按以下步骤依次完成制备: a) 先使用外延法于衬底上生长氮化镓层, 其中, 衬底选用蓝宝石, 外延法选用分子束外延法, 生长时的条件同现有的。再分别使用现有方法于氮化镓层上分别生长或淀积正极、负极和掩模, 其中, 于氮化镓层的表面淀积掩模为选用等离子体增强化学气相淀积法, 淀积时的压力为 1Pa, 其它条件同现有的, 掩模为氮化硅掩模; 于氮化镓层的表面淀积负极使用的是现有方法, 负极为欧姆接触, 其接触层为钛铝合金层; 于氮化镓层的表面生长氮化镓铝层使用现有方法; 选用钽镍合金作为氮化镓铝层上的肖特基接触金属, 并使其经温度为 500℃、时间为 4min 的退火而制得肖特基接触金属层。b) 使用电子回旋共振-等离子体增强化学气相淀积法于钽镍合金层上淀积多晶硅层, 其中, 淀积多晶硅层时的蓝宝石衬底的温度为 550℃, 多晶硅的离子注入浓度为 $10^{15}/\text{cm}^3$ 。在淀积多晶硅层的过程中, 同时使用离子注入法来调整多晶硅层的电阻率, 多晶硅层电阻率调整参数的选择取自图 2 中的曲线。之后, 再于多晶硅层上使用蒸发法淀积厚度为 20nm 的金属金层。从而制得多晶硅层的厚度为 100nm、电阻率为 $2 \times 10^{-1} \Omega\text{cm}$ 的、如图 1 所示、图 3 中实线曲线所示的具有低电流集边效应的金属/氮化镓铝/氮化镓横向肖特基二极管。

实施例 2: 按以下步骤依次完成制备: a) 先使用外延法于衬底上生长氮化镓层, 其中, 衬底选用蓝宝石, 外延法选用分子束外延法, 生长时的条件同现有的。再分别使用现有方法于氮化镓层上分别生长或淀积正极、负极和掩模, 其中, 于氮化镓层的表面淀积掩模为选用等离子体增强化学气相淀积法, 淀积时的压力为 1.5Pa, 其它条件同现有的, 掩模为氮化硅掩模; 于氮化镓层的表面淀积负极使用的是现有方法, 负极为欧姆接触, 其接触层为钛铝合金层; 于氮化镓层的表面生长氮化镓铝层使用现有方法; 选用钽镍合金作为氮化镓铝层上的肖特基接触金属, 并使其经温度为 550℃、时间为 3.5min 的退火而制得肖特基接触金属层。b) 使用电子回旋共振-等离子体增强化学气相淀积法于钽镍合金层上淀积多晶硅层, 其中, 淀积多晶硅层时的蓝宝石衬底的温度为 580℃, 多晶硅的离子注入浓度为 $10^{15}/\text{cm}^3$ 。在淀积多晶硅层的过程中, 同时使用离子注入法来调整多晶硅层的电阻率, 多晶硅层电阻率调整参数的选择取自图 2 中的曲线。之后, 再于多晶硅层上使用蒸发

法淀积厚度为 30nm 的金属金层。从而制得多晶硅层的厚度为 200nm、电阻率为 $6 \times 10^{-1} \Omega \text{cm}$ 的、如图 1 所示、图 3 中实线曲线所示的具有低电流集边效应的金属/氮化镓铝/氮化镓横向肖特基二极管。

实施例 3: 按以下步骤依次完成制备: a) 先使用外延法于衬底上生长氮化镓层, 其中, 衬底选用蓝宝石, 外延法选用分子束外延法, 生长时的条件同现有的。再分别使用现有方法于氮化镓层上分别生长或淀积正极、负极和掩模, 其中, 于氮化镓层的表面淀积掩模为选用等离子体增强化学气相淀积法, 淀积时的压力为 2Pa, 其它条件同现有的, 掩模为氮化硅掩模; 于氮化镓层的表面淀积负极使用的是现有方法, 负极为欧姆接触, 其接触层为钛铝合金层; 于氮化镓层的表面生长氮化镓铝层使用现有方法; 选用钽镍合金作为氮化镓铝层上的肖特基接触金属, 并使其经温度为 600°C 、时间为 3min 的退火而制得肖特基接触金属层。b) 使用电子回旋共振-等离子体增强化学气相淀积法于钽镍合金层上淀积多晶硅层, 其中, 淀积多晶硅层时的蓝宝石衬底的温度为 620°C , 多晶硅的离子注入浓度为 $10^{16}/\text{cm}^3$ 。在淀积多晶硅层的过程中, 同时使用离子注入法来调整多晶硅层的电阻率, 多晶硅层电阻率调整参数的选择取自图 2 中的曲线。之后, 再于多晶硅层上使用蒸发法淀积厚度为 40nm 的金属金层。从而制得多晶硅层的厚度为 300nm、电阻率为 $9 \times 10^{-1} \Omega \text{cm}$ 的、如图 1 所示、图 3 中实线曲线所示的具有低电流集边效应的金属/氮化镓铝/氮化镓横向肖特基二极管。

实施例 4: 按以下步骤依次完成制备: a) 先使用外延法于衬底上生长氮化镓层, 其中, 衬底选用蓝宝石, 外延法选用分子束外延法, 生长时的条件同现有的。再分别使用现有方法于氮化镓层上分别生长或淀积正极、负极和掩模, 其中, 于氮化镓层的表面淀积掩模为选用等离子体增强化学气相淀积法, 淀积时的压力为 3Pa, 其它条件同现有的, 掩模为氮化硅掩模; 于氮化镓层的表面淀积负极使用的是现有方法, 负极为欧姆接触, 其接触层为钛铝合金层; 于氮化镓层的表面生长氮化镓铝层使用现有方法; 选用钽镍合金作为氮化镓铝层上的肖特基接触金属, 并使其经温度为 650°C 、时间为 2.5min 的退火而制得肖特基接触金属层。b) 使用电子回旋共振-等离子体增强化学气相淀积法于钽镍合金层上淀积多晶硅层, 其中, 淀积多晶硅层时的蓝宝石

衬底的温度为 660°C ，多晶硅的离子注入浓度为 $10^{16}/\text{cm}^3$ 。在淀积多晶硅层的过程中，同时使用离子注入法来调整多晶硅层的电阻率，多晶硅层电阻率调整参数的选择取自图 2 中的曲线。之后，再于多晶硅层上使用蒸发法淀积厚度为 50nm 的金属金层。从而制得多晶硅层的厚度为 400nm 、电阻率为 $2 \times 10^{-2} \Omega\text{cm}$ 的、如图 1 所示、图 3 中实线曲线所示的具有低电流集边效应的金属/氮化镓铝/氮化镓横向肖特基二极管。

实施例 5：按以下步骤依次完成制备：a) 先使用外延法于衬底上生长氮化镓层，其中，衬底选用蓝宝石，外延法选用分子束外延法，生长时的条件同现有的。再分别使用现有方法于氮化镓层上分别生长或淀积正极、负极和掩模，其中，于氮化镓层的表面淀积掩模为选用等离子体增强化学气相淀积法，淀积时的压力为 3.5Pa ，其它条件同现有的，掩模为氮化硅掩模；于氮化镓层的表面淀积负极使用的是现有方法，负极为欧姆接触，其接触层为钛铝合金层；于氮化镓层的表面生长氮化镓铝层使用现有方法；选用钽镍合金作为氮化镓铝层上的肖特基接触金属，并使其经温度为 700°C 、时间为 2min 的退火而制得肖特基接触金属层。b) 使用电子回旋共振-等离子体增强化学气相淀积法于钽镍合金层上淀积多晶硅层，其中，淀积多晶硅层时的蓝宝石衬底的温度为 700°C ，多晶硅的离子注入浓度为 $10^{17}/\text{cm}^3$ 。在淀积多晶硅层的过程中，同时使用离子注入法来调整多晶硅层的电阻率，多晶硅层电阻率调整参数的选择取自图 2 中的曲线。之后，再于多晶硅层上使用蒸发法淀积厚度为 60nm 的金属金层。从而制得多晶硅层的厚度为 500nm 、电阻率为 $6 \times 10^{-2} \Omega\text{cm}$ 的、如图 1 所示、图 3 中实线曲线所示的具有低电流集边效应的金属/氮化镓铝/氮化镓横向肖特基二极管。

再分别选用分子束外延法或氢化物气相外延法或金属有机化合物气相外延法于作为衬底的碳化硅或单晶硅上生长氮化镓层、等离子体增强化学气相淀积法或常压化学气相淀积法或低压化学气相淀积法或高密度等离子体化学气相淀积法于氮化镓层的表面淀积作为掩模的氮化铝掩模或氧化硅掩模、现有方法于氮化镓层的表面淀积作为负极的钛铝钼金层或钛铝钛金层、金属镍或金属金或金属铂或金属钨或金属铼或钽镍合金或铂钨合金或镍硅或铂硅作为氮化镓铝层上的肖特基接触金属、低压化学气相淀积法或金属溅射法于肖

特基接触金属层上淀积多晶硅层，并同时使用离子扩散法或化学气相淀积中的掺杂法来调整多晶硅层的电阻率、溅射法于多晶硅层上淀积金属金层，重复上述实施例 1~5，同样制得多晶硅层的厚度为 100~500nm、电阻率为 $6 \times 10^{-2} \sim 2 \times 10^{-1} \Omega \text{cm}$ 的、如图 1 所示、图 3 中实线曲线所示的具有低电流集边效应的金属/氮化镓铝/氮化镓横向肖特基二极管。

显然，本领域的技术人员可以对本发明的具有低电流集边效应的金属/氮化镓铝/氮化镓横向肖特基二极管及其制备方法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。

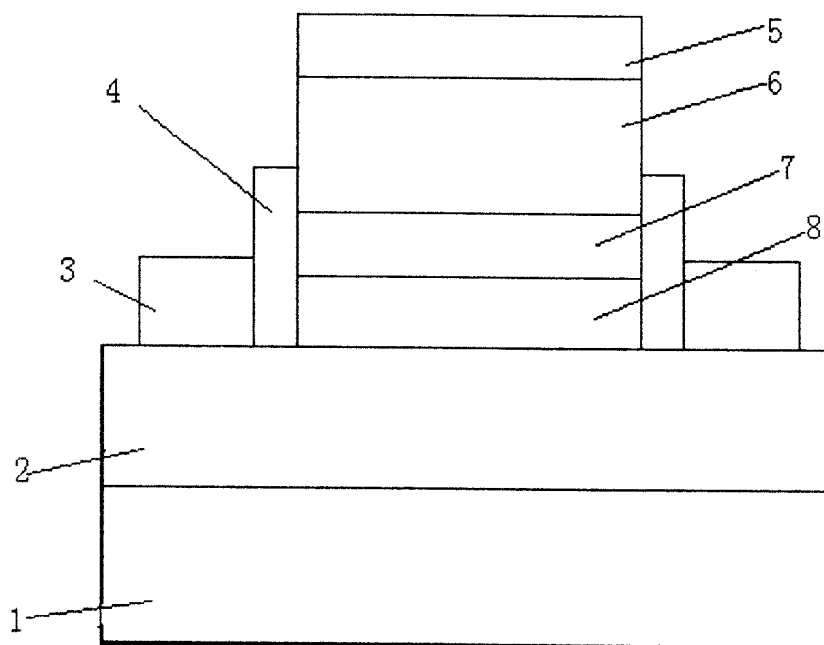


图 1

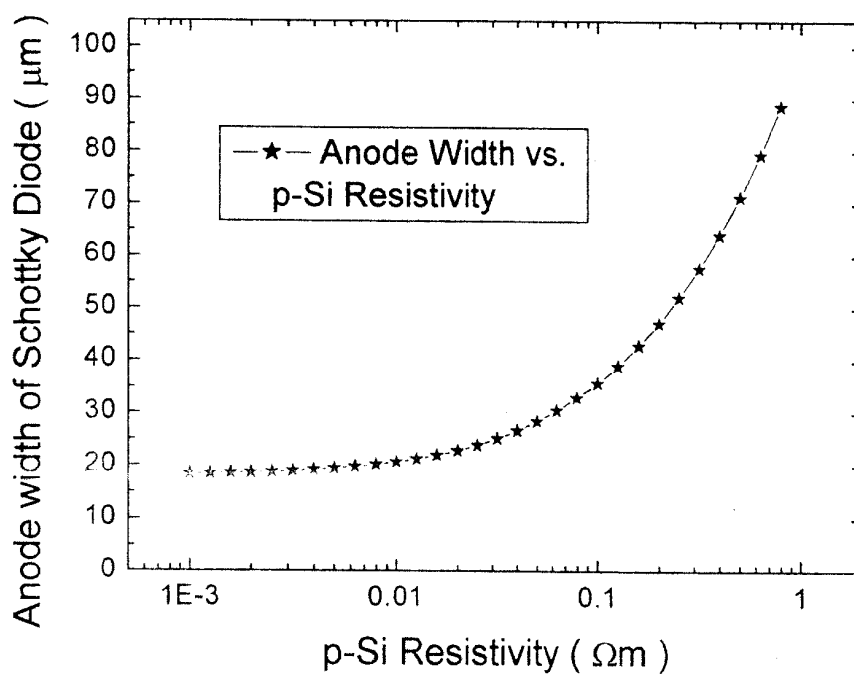


图 2

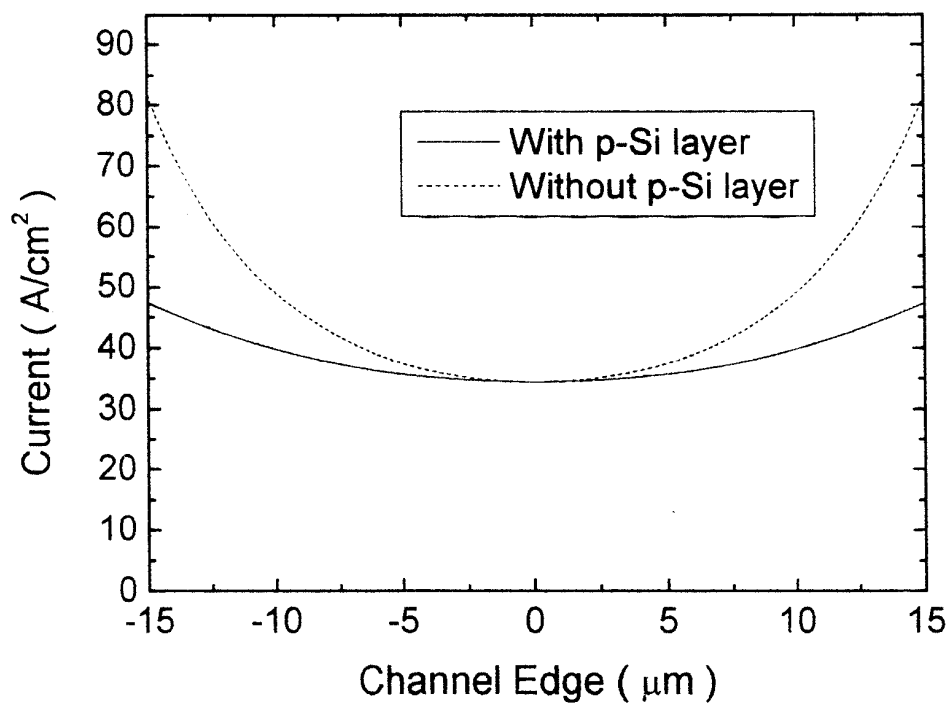


图 3