



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103681809 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201210330959. 2

(22) 申请日 2012. 09. 09

(71) 申请人 苏州英能电子科技有限公司

地址 215163 江苏省苏州市苏州高新区科技城科灵路 78 号苏高新软件园 8 号楼 3F

(72) 发明人 崔京京 张作钦

(74) 专利代理机构 北京三聚阳光知识产权代理有限公司 11250

代理人 张建纲

(51) Int. Cl.

H01L 29/735(2006. 01)

H01L 29/06(2006. 01)

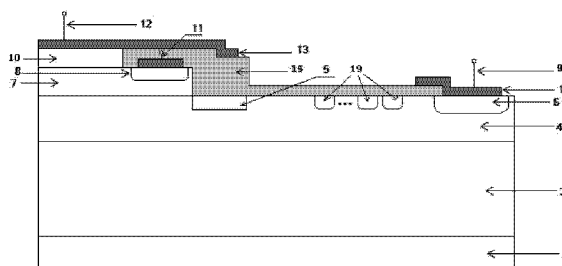
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

具有复合结构的横向双极型晶体管

(57) 摘要

本发明涉及一种具有复合结构的横向双极型晶体管,其具体包括衬底;设置于衬底上的第一 RESURF 区;依次设置的集电区、基区以及发射区;所述发射区上设置有发射极,用于平缓漂移区电场变化的第二 RESURF 区以及在所述集电区的欧姆接触区周围成形的多个浮置环,所述浮置环位于所述集电区表面,并靠近所述欧姆接触区;通过设置第二 RESURF 区,可以使得横向双极型晶体管漂移区的电场变得平缓,同时降低整个器件的比导通电阻;所述浮置环自身存在的空间电荷与所述集电区漂移区内空间电荷去连成一片,增加了漂移区空间电荷的面积,大大减缓了空间电场在所述集电区的欧姆接触区边缘的聚集,使得相同漂移区长度可以承担更高的阻断电压。



1. 一种具有复合结构的横向双极型三极管,包括:衬底;  
设置于衬底上的第一 RESURF 区;  
依次设置的集电区、基区以及发射区;其中,所述基区内形成有基区欧姆接触区,所述基区欧姆接触区上设置有基极;所述集电区内形成有集电区欧姆接触区,所述集电区欧姆接触区上设置有集电极;所述发射区上设置有发射极,其特征在于,还包括:  
用于平缓漂移区电场变化的第二 RESURF 区;  
以及在所述集电区的欧姆接触区周围成形的多个浮置环,所述浮置环位于所述集电区表面,并靠近所述欧姆接触区。
2. 根据权利要求 1 所述的具有复合结构的横向双极型三极管,其特征在于:还包括设置在所述集电区、所述基区、所述发射区外部的氧化层,以及在所述基区、所述集电区或者所述发射区中的一个或多个上设置的场板。
3. 根据权利要求 1 或 2 所述的具有复合结构的横向双极型三极管,其特征在于:所述第二 RESURF 区通过离子注入形成在所述集电区内。
4. 根据权利要求 1-3 任一所述的具有复合结构的横向双极型晶体管,其特征在于:所述第二 RESURF 区长度为所述横向双极型晶体管漂移区长度的三分之二。
5. 根据权利要求 1-4 任一所述的具有复合结构的横向双极型晶体管,其特征在于:所述第二 RESURF 区为 P 型 RESURF 区。
6. 根据权利要求 1-5 任一所述的具有复合结构的横向双极型晶体管,其特征在于:  
所述衬底为碳化硅衬底;  
所述第一 RESURF 区为设置在所述碳化硅衬底上表面的碳化硅外延层;  
所述集电区为设置于所述第一 RESURF 区上表面的 N 型集电区;  
所述基区为设置于所述 N 型集电区上表面的 P 型基区;  
所述发射区为设置在所述 P 型基区上表面的 N 型发射区。
7. 根据权利要求 1-6 任一所述的具有复合结构的横向双极型晶体管,其特征在于:  
所述衬底为氮化镓衬底;  
所述第一 RESURF 区为设置在所述氮化镓衬底上表面的氮化镓外延层;  
所述集电区为设置于所述第一 RESURF 区上表面的 N 型集电区;  
所述基区为设置于所述 N 型集电区上表面的 P 型基区;  
所述发射区为设置在所述 P 型基区上表面的 N 型发射区。
8. 根据权利要求 1-7 任一所述的具有复合结构的横向双极型晶体管,其特征在于:所述第一 RESURF 区为 P 型 RESURF 区。
9. 根据权利要求 1-8 任一所述的具有复合结构的横向双极型晶体管,其特征在于:所述浮置环设置 40 个。
10. 根据权利要求 1-9 任一所述的具有复合结构的横向双极型晶体管,其特征在于:所述浮置环在所述集电区的欧姆接触区周围均匀设置。

## 具有复合结构的横向双极型晶体管

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种功率器件,具体地说是一种具有复合结构的横向双极型晶体管。

### 背景技术

[0002] 功率半导体器件又被称为电子电力器件,随着功率集成电路尤其是单片片上功率集成系统的发展,功率半导体器件蓬勃发展。横向功率器件的电极位于芯片的表面,易于通过内部连接实现与低压信号电路及其他器件的相互集成,因此横向功率器件在功率集成电路中被大量运用。在功率集成电路中,横向功率器件往往占整个芯片面积的一半以上,是整个功率集成电路的核心和关键。而且,随着现代功率集成电路的发展,对横向功率器件的性能提出了更高的要求,要求横向功率器件具有较高的击穿电压能力、低的导通电阻、高的工作频率等等。

[0003] 作为主流的横向功率器件之一,横向双极型晶体管 LBJT 是以两个反向连结的 PN 结组成的 NPN 或者 PNP 为基本结构,通过基集电流驱动来获得其开关特效的电力电子器件,其具有小信号跨导大、截止频率高、噪声特性好等优点,在功率集成电路中被广泛使用,横向双极型晶体管也被成为平面双极型晶体管。

[0004] 中国专利文献 CN102610638A 中公开了一种用于功率集成电路的 Si-BJT 器件及其制作方法,自下而上包括 SiC 衬底、p 型缓冲层、n 型集电区、p 型基区、n 型发射区、钝化层、p 型欧姆接触位于 p 型基区的两侧、n 型欧姆接触位于 n 型发射区两侧、发射极位于 n 型发射区上、基极位于 p 型欧姆接触上、集电极位于 n 型欧姆接触区上,在集电区与基区界面处设有长度为 0.2-0.6 $\mu\text{m}$  的保护环,在基集电极处设置有场板。在该技术方案中,在基区和集电区之间增加了保护环结构,提高了基极和集电极之间的阻断电压,因此可以明显的提高器件的击穿电压。虽然通过所述保护环减缓了空间电场在基极和集电极的边界聚集,但是,容易导致集电极欧姆接触区的边缘具有过高的电场强度,这样就制约了双极性三极管的阻断电压的提高。其次,漂移区的掺杂剂量对反向阻断电压和比导通电阻起相反的作用,即掺杂剂量增加,反向阻断电压得到提高、比导通电阻也随之变大;这种性质使得其在器件设计中,要想获得高的耐压,必须以牺牲比导通电阻、增加功耗来作为代价。

### 发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是现有技术中 SINGLE RESURF 结构的横向双极型晶体管漂移区的掺杂剂量对反向阻断电压和比导通电阻起相反的作用带来的不能兼顾提高反向导通电压并同时降低比导通电阻的技术问题,提供一种具有复合结构的横向双极型晶体管。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明是通过以下技术方案实现的:

[0007] 一种具有复合结构的横向双极型三极管,包括:

[0008] 衬底;

[0009] 设置于衬底上的第一 RESURF 区;

[0010] 依次设置的集电区、基区以及发射区；其中，所述基区内形成有基区欧姆接触区，所述基区欧姆接触区上设置有基极；所述集电区内形成有集电区欧姆接触区，所述集电区欧姆接触区上设置有集电极；所述发射区上设置有发射极；

[0011] 用于平缓漂移区电场变化的第二 RESURF 区；

[0012] 以及在所述集电区的欧姆接触区周围成形的多个浮置环，所述浮置环位于所述集电区表面，并靠近所述欧姆接触区。

[0013] 还包括设置在所述集电区、所述基区、所述发射区外部的氧化层，以及在所述基区、所述集电区或者所述发射区中的一个或多个上设置的场板。

[0014] 所述第二 RESURF 区通过离子注入形成在所述集电区内。

[0015] 所述第二 RESURF 区长度为所述横向双极型晶体管漂移区长度的三分之二。

[0016] 所述第二 RESURF 区为 P 型 RESURF 区。

[0017] 所述衬底为碳化硅衬底；

[0018] 所述第一 RESURF 区为设置在所述碳化硅衬底上表面的碳化硅外延层；

[0019] 所述集电区为设置于所述第一 RESURF 区上表面的 N 型集电区；

[0020] 所述基区为设置于所述 N 型集电区上表面的 P 型基区；

[0021] 所述发射区为设置在所述 P 型基区上表面的 N 型发射区。

[0022] 所述衬底为氮化镓衬底；

[0023] 所述第一 RESURF 区为设置在所述氮化镓衬底上表面的氮化镓外延层；

[0024] 所述集电区为设置于所述第一 RESURF 区上表面的 N 型集电区；

[0025] 所述基区为设置于所述 N 型集电区上表面的 P 型基区；

[0026] 所述发射区为设置在所述 P 型基区上表面的 N 型发射区。

[0027] 所述第一 RESURF 区为 P 型 RESURF 区。

[0028] 所述浮置环设置 40 个。

[0029] 所述浮置环在所述集电区的欧姆接触区周围均匀设置。

[0030] 本发明的上述技术方案相比现有技术具有以下优点：

[0031] (1) 本发明所述的具有复合结构的双极型三极管，包括衬底；设置于衬底上的第一 RESURF 区；依次设置的集电区、基区以及发射区；其中，所述基区内形成有基区欧姆接触区，所述基区欧姆接触区上设置有基极；所述集电区内形成有集电区欧姆接触区，所述集电区欧姆接触区上设置有集电极；所述发射区上设置有发射极，用于平缓漂移区电场变化的第二 RESURF 区以及在所述集电区的欧姆接触区周围成形的多个浮置环，所述浮置环位于所述集电区表面，并靠近所述欧姆接触区；通过设置第二 RESURF 区，可以使得横向双极型晶体管漂移区的电场变得平缓，从而在相同的漂移区长度下，可以达到更高的反向阻断电压；同时，降低了整个器件的比导通电阻，实现在提高器件相同的耐压等级的同时，器件的比导通电阻相对于单 resurf 情况下提高至少两倍，功耗大大降低；同时，所述浮置环自身存在的空间电荷与所述集电区漂移区内空间电荷去连成一片，增加了漂移区空间电荷的面积，由于所述浮置环位于集电区的表面且在所述欧姆接触区的周围，这样大大减缓了空间电场在所述集电区的欧姆接触区边缘的聚集，使双极型晶体管的漂移区内急剧上升的电场变得平缓，从而使得相同漂移区长度可以承担更高的阻断电压，击穿电压最高可以提升 40% 以上。上述方案有效避免了现有技术中 LBJT 在集电极欧姆接触区的边缘产生过高的电场

强度,抑制阻断电压提高的技术问题,是一种可以承担更高的阻断电压的具有浮置环的双极型晶体管。

[0032] (2)通过场板结构,增强漂移区的耗尽,来减小漂移区内的峰值电场,使得在相同的漂移区长度下可以承担更高的阻断电压,明显提高器件的阻断电压等级。

[0033] (3)通过离子注入方式将第二 RESURF 区设置在所述集电区内,不占用横向双极型晶体管的外部空间,结构更紧凑。

[0034] (4)所述第二 RESURF 区长度为所述横向双极型晶体管漂移区长度的三分之二,能获得更高的反向阻断电压和更低的导通电阻。

## 附图说明

[0035] 为了使本发明的内容更容易被清楚的理解,下面结合附图,对本发明作进一步详细的说明,其中,

[0036] 图 1 是本发明一个实施例的同时具有 Double Resurf 结构、浮置环结构

[0037] 和场板结构的横向双极型晶体管的结构示意图。

[0038] 图中附图标记表示为:2-衬底,3-第一 RESURF 区,4-集电区,5-注入式第二 RESURF 区,6-集电区欧姆接触区,7-基区,8-基区欧姆接触区,9-集电极,10-发射区,11-基极,12-发射极,13-发射极场板,14-集电极场板,15-氧化层,19-浮置环。

## 具体实施方式

[0039] 参见图 1 所示,作为本本发明实施例一的具有复合结构的横向双极型晶体管,包括:

[0040] 由下到上依次包括:

[0041]  $P^+$  碳化硅衬底 2;

[0042]  $P^-$  碳化硅外延层,所述  $P^-$  碳化硅外延层构成  $P$  型第一 RESURF 区 3;

[0043] 在所述  $P^-$  碳化硅上通过外延形成  $N$  型集电区 4,所述  $N$  型集电区 4 内靠近上表面处通过离子注入形成有  $N^+$  集电区欧姆接触区 6、浮置环 Floating Rings 19 和注入式第二 RESURF 区 5,其中,所述  $N^+$  集电区欧姆接触区 6 上设置有集电极 9;所述注入式第二 RESURF 区 5 用于平缓漂移区电场变化,作为本发明的一个具体实施例,所述第二 RESURF 区 5 为  $P$  型 RESURF 区,且所述第二 RESURF 区 5 长度为所述横向双极型晶体管漂移区长度的三分之二,厚度为所述横向双极型晶体管漂移区长度的三分之一;本实施例中所述浮置环 19 在所述集电区欧姆接触区 6 周围均匀设置 20 个,此处中所述浮置环 19 的设置位置和设置个数根据需要来选择,所述浮置环 19 位于所述集电区 4 的表面,并靠近集电区欧姆接触区 6。这样,当所述集电区欧姆接触区 6 边缘的电场强度升高时,浮置环 19 的结构自身存在的空间电荷与漂移区内空间电荷区连成一片,增加了漂移区的空间电荷区的面积,同时由于浮置环 19 位于所述集电区的表面且在所述欧姆接触区的周围,大大减缓了空间当场在表面尤其是在欧姆接触区边缘的聚集,使得漂移区在欧姆接触区边缘的电场变得平缓,从而使得所述欧姆接触区可以承担更高的阻断电压,即提高了所述 LBJT 的抗击穿性能,击穿电压最高可以提高 40% 以上;

[0044]  $N$  型集电区 4 上表面上设置有集电极场板 14;

[0045] P型基区7,在所述P型基区7内靠近上表面处通过离子注入形成有基区欧姆接触区8,所述基区欧姆接触区8上设置有基极11;

[0046] N型发射区10,所述N型发射区10上设置有发射极场板13,所述发射极场板13上设置发射极12;所述发射极场板13和所述发射极12电连接;

[0047] 同时在所述基区7和所述集电区4的上外表面上还设置有氧化层15,所述集电极场板14和所述发射极场板13分别延伸到所述氧化层15上表面上预定距离;通过场板结构,增强漂移区的耗尽,来减小漂移区内的峰值电场,使得在相同的漂移区长度下可以承担更高的阻断电压,明显提高器件的阻断电压等级。

[0048] 本实施例中,每次外延后都需要配套以相应的离子注入和高温退火,已保证对所述横向双极型晶体管的性能负面影响最小。

[0049] 作为本发明实施例二的具有符合结构的横向双极型晶体管,其与实施例一唯一的区别就是第二RESURF通过外延方式形成在所述集电区4的上表面上,其长度为漂移区长度的三分之二,同样能实现本发明的目的,属于本发明的保护范围。

[0050] 作为上述两个实施例的变形,上述实施例中的P型第二RESURF区可为N型RESURF区取代,同样能实现发明的目的,属于本发明的保护范围。

[0051] 作为其他的实施例,上述第二RESURF区的长度不限于漂移区长度的三分之二,其他同上述实施例,同样能实现本发明的目的,属于本发明创造的保护范围。

[0052] 作为本发明的其他实施例,所述第二RESURF同样可以设置在PNP型横向双极型晶体管中,起到同样的作用,同样能实现本发明的目的,属于本发明的保护范围。

[0053] 本发明的横向双极型晶体管,通过设置第二RESURF,可以使得漂移区的电势线更加均匀的分布,在漂移区的掺杂也更高,从而实现在相同的漂移区长度下,可以达到更高的反向阻断电压和更低的导通电阻。

[0054] 作为本发明其他实施例的浮置环结构,所述浮置环的个数可以为1个或10个或40个或50个或100个,一般在1-100之间根据需要进行选择。其个数根据所述双极型三极管的材料以及尺寸设置。为了保证所述浮置环对所述集电区的欧姆接触区的电场的平缓效果,所述浮置环与所述集电区的欧姆接触区的设置距离为0.5 $\mu\text{m}$ ,所述浮置环是通过在所述集电区的漂移区通过离子注入并退火形成的环形浮空区域,此处的离子可以选择硼离子、铝离子,本实施例中选择的是硼离子。为了提高所述集电区整个表面的抗击穿能力,还可以在所述集电区表面设置多个浮置环,在所述基区与所述集电区的边界处也设置浮置环。作为其他可以变换的实施方式,所述浮置环与所述集电区的欧姆接触区的距离可以选择0.1 $\mu\text{m}$ 或1 $\mu\text{m}$ 或4 $\mu\text{m}$ 或10 $\mu\text{m}$ ,对于正常大小的双极型三极管,所述距离一般在0.1-10 $\mu\text{m}$ 之间选择,此处的浮置环离所述集电区欧姆接触区的距离根据集电区宽度及掺杂浓度决定,对于大尺寸的双极型三极管,其距离也会超过1 $\mu\text{m}$ 。此外,本发明所述的具有浮置环结构的双极型三极管,除碳化硅外,还可以选择硅Si、氮化镓GaN等半导体材料,并且该结构同样适用于PNP结构的双极型三极管。

[0055] 作为本发明其他实施例的场板结构,只要在所述基区、所述集电区或者所述发射区中的一个或多个上设置场板,并且还包括设置在所述集电区、所述基区、所述发射区外部的氧化层,就均能实现本发明的目的,属于本发明创造的保护范围。

[0056] 作为上述实施例的变形,本发明的具有复合结构的横向双极型晶体管可不包括场

板结构,同样能实现本发明的目的,属于本发明创造的保护范围。

[0057] 显然,上述实施例仅仅是为清楚地说明所作的举例,而并非对实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。而由此所引伸出的显而易见的变化或变动仍处于本发明创造的保护范围之内。

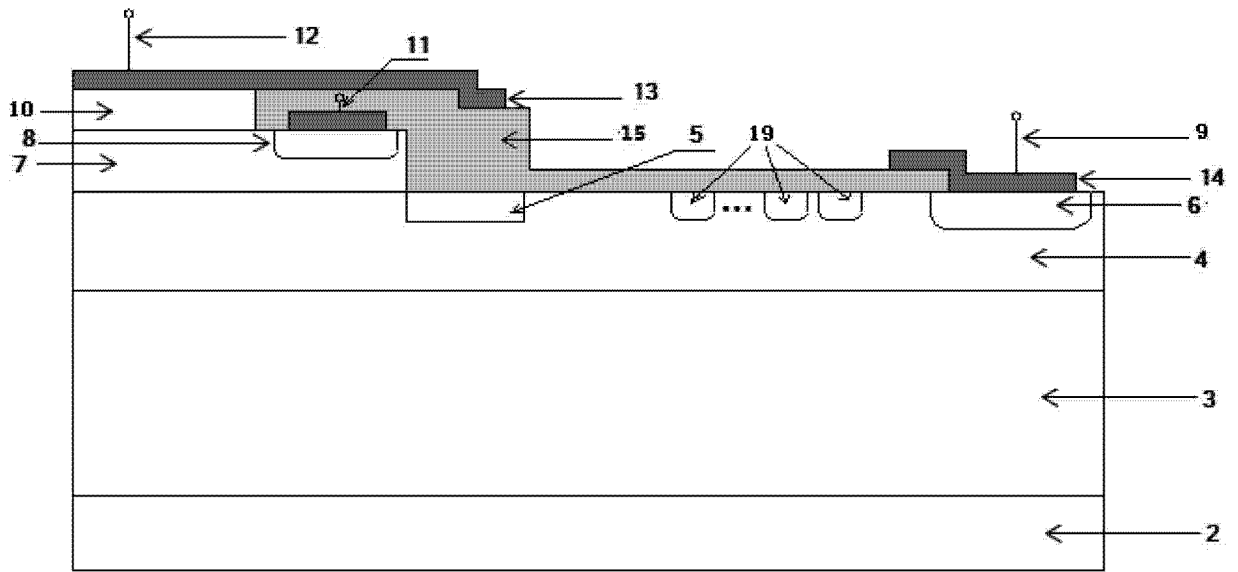


图 1