〔19〕中华人民共和国专利局

[11]公开号 CN 1037237A

〔12〕发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 89100751.2

[51] Int.Cl⁴
H01L 29/08

〔43〕公开日 1989年11月15日

[22]申请日 89.2.11

[30]优先权

[32]88.2.12 [33]CH [31]520/88-0

[71]申请人 亚瑞亚·勃朗·勃威力有限公司

地址 瑞士巴登

[72]发明人 彼得·罗格威勒

[74]专利代理机构 中国专利代理有限公司

代理人 马铁良 肖掬昌

H01L 29/74 H01L 29/36

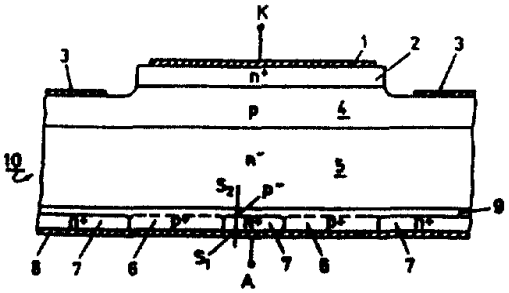
H01L 21/265

说明书页数: 6 附图页数: 2

[54]发明名称 大功率闸门电路断开的可控硅及其制造方法

[57]摘要

一个具有阳极短路(7)的大功率GTO可控硅，在阳极侧的P发射层(6)中，点火灵敏度是通过在阳极短路区(7)和n基区层(5)之间的薄弱附加掺杂P-阻挡层(9)而得到改善的，而对截断方法不会有消极的影响。



权　利　要　求　书

1. 带有一个阴极（K）和一个阳极（A）的大功率GTO型可控硅包括：

a）在阴极（K）和阳极（A）之间，在一个半导体衬底（10）上有一个由一个n发射层（2），一个P基区层（4），一个n基区层（5）和一个P发射层（6）组成的层序列；其中

b）P发射层（6）被阳极短接区（7）隔断，阳极短接区（7）短接带有阳极（A）的n基区层（5）；

其特征是：

c）至少在导引正向电流区内，在阳极短接区（7）和n基区层（5）之间有一个P^-阻挡层（9）。

2. 根据权利要求1的GTO型可控硅，其特征在于：P^-阻挡层（9）有一个略小于$10^{15} cm^{-3}$的掺杂浓度。

3. 根据权利要求2的GTO型可控硅，其特征在于：P^-阻挡层（9）其厚度只有几微米。

4. 根据权利要求3的GTO型可控硅，其特征在于：P^-阻挡层经过可控硅的整个面而侧向扩展。

5. 根据权利要求3的GTO型可控硅，其特征在于：P^-阻挡层（9）在正向电流穿过的区域上，在侧向受到限制。

6. 根据权利要求1的GTO可控硅的制造方法，其特征在于：为了形成P^-阻挡层（9），所需的掺杂物覆盖可用在半导体衬底中进行离子注入的方法生成。

说　　明　　书

大功率闸门电路断开的可控硅及其制造方法

本发明属于大功率半导体元件这一范畴，特别是涉及到一种带有一个阳极和一个阴极的大功率GTO可控硅元件，它包含：

在阴极和阳极间半导体衬底上有一个由一个n发射层，一个P基区层，一个n基区层和一个P发射层构成的层序列；其中

P发射层被阳极短路区隔断、该阳极短路区短接带有阳极的n基区层。

本发明还涉及到一种制造大功率GTO可控硅的方法。

依据专利EP－A2－0160525，公开了开头提到的这种类型的大功率GTO可控硅。

目前这种结构型式的大功率GTO可控硅利用负栅流可以截断几千安培的负荷电流并且可以闭锁高达5KV的电压。

为了使在截断过程中产生的损失少一些同时保持尽可能高的截断放大作用（截断负荷电流与最大栅流之比），在设计和制造这样一种元件时必须采取一些特殊的措施。

这种措施的目的是，一方面在导电状态使自由载流子的注入要尽可能少些，而另一方面在截断时要提高其清除的速度。

为此目的可以采取二种不同的方法－通常这两种方法也可结合使用（见专利EP－A2－0160525）：

a） 利用 n^+ 掺杂的 P^+ 带的方法使阳极侧 P^+ 发射局部短路（阳极短路）。这样一方面降低阳极的作用程度，另一方面在截断时通过 n^+ 短路可以流走大多数载流子。

b） 利用具有能量的粒子或光子或重金属原子的本征跃迁态的辐射作用构成复合中心来缩短少数载流子的寿命。同样可以达到截断时减少过剩载流子注入总数的目的。

这两种措施除了能产生所期望的效果以外，对 GTO 可控硅的电气性能也会产生不良影响。在这两种情况下，均降低了可控硅中 pnp－局部晶体管的放大作用，尤其导致可控硅点火灵敏度的恶化。

由于在接通过程开始时，小电流发射效率大大降低，在阳极发射大大变差的结构中这种效应特别明显。

另一方面，原则上说，放弃阳极短路只有在低闭锁电压（小于 2 KV）的元件结构方面对于缩短载流子的寿命是有利的，因为在相应较厚的元件中（较高的闭锁电压）正向电压过大。

本发明的任务是制造一种具有阳极短路的大功率 GTO 可控硅，其点火灵敏度得到改善而对截断性能不会削弱阳极短路的积极作用。

在开始提到的这种类型的大功率 GTO 可控硅中这一问题是这样得到解决的，至少在正向电流穿过的区域内，在阳极短路区和 n－基区层之间设置一个 P^- 阻挡层。

本发明的核心是，在可控硅中采取措施尽可能提高小电流密度的短路作用（点火），而在大电流时（截断）这种效应仍然存在。

在阳极短路前（n^+ 掺杂）低浓度 P 掺杂的 P^- 阻挡层就是这样一种方法。在接通过程之初，也就是在注入到 n 基区层，其注入稍小于掺杂浓度时，这一阻挡层防止电子直接流向阳极。另一方面表明，

P⁻阻挡层可以提高P发射的效率而与没有阳极短路时一样。

在GTO可控硅的导通状态以及在截断过程中P⁻阻挡层完全被载流子淹没，实际上不起作用。

这样在截断时，短路作用可保持到一个尽可能深的注入水平，P⁻阻挡层最佳状态为稍小于10^{15} cm^{-3}的掺杂浓度。

另外，只要有几个微米厚的阻挡层就可以保证在电流密度很小时有一高效率的P⁺发射。

本发明提供的方法表明，产生P⁻阻挡层所必须的掺杂物质可借助于在半导体衬底上进行离子注入而得到。

这种方法的优点是所需的低掺杂物质浓度很容易均匀准确地调整。

本发明的其他实施例由后面的权利要求给出。

下面根据实施例用图对本发明做一详尽的说明，其中

图1：具有阳极短路的传统GTO可控硅之单元的结构横截面；

图2，在与图1相应的图示中，根据本发明穿过GTO可控硅单元的横截面；

图3A，沿着图2中S_1－S_2截面的掺杂浓度计算曲线；

图3b，与图3A相应的在经过实际考验的元件上测得的浓度曲线。

在大功率GTO可控硅中一般在一个大面积半导体衬底上（或者晶片上）并联几个单个可控硅元件或单元。

对于传统的具有阳极短路的GTO可控硅来说穿过这种单个可控硅单元的截面图可见图1。

在阳极A和一个阴极K之间半导体衬底10中设置有一系列不同

的掺杂层，包括一个n发射层2（通常是n^+掺杂），一个P基区层4（通常是P掺杂），一个n基区层5（通常是n^-掺杂）以及一个P发射层6（通常是P^+掺杂）。

P发射层6被分布的阳极短接区7（通常是n^+掺杂）断开，它使带有阳极A（即半导体衬底10阳极侧的喷镀金属层8）的n-基区层5短接。

在阴极侧，n发射层2和P基区层4通过相应的喷镀金属层，即阴极喷镀金属层1和栅极喷镀金属层3而保持接触。

从这种传统的结构出发，利用本发明提供的，在图2中表示的附加阻挡层9来达到目的。

在图2的实施例中，只有几微米厚的P^-掺杂的P^-阻挡层9其侧面不仅经过阳极短路区7而且经过P发射层区6得到延伸。因而P^-阻挡层在部发射层的范围内没有影响，实现是可能的。

利用这种方法，P^-阻挡层可以很简单地装在半导体衬底上。

带有附加P^-阻挡层9的GTO可控硅与在图1中表示的传统结构比较起来，在阳极短路区7前具有一个升高了的反向阻挡电压，如果不希望有这种效果，那么P^-层的局部，即除正向电流穿过的区域之外，可被略掉。

在一种GTO型可控硅中，根据图2通过其中标示的切点S_1和S_2的掺杂浓度曲线在图3A中（计算值）和3B中（测量值）给出。

浓度曲线（图3A中的曲线c）是由半导体衬底的n^-基本掺杂（图中右部大约为$10^{14}\ cm^{-3}$）和由阳极侧引入的附加P^-掺杂（曲线a）及n^+掺杂（曲线b）组成。

很清楚，在计算曲线中（图3 A）P⁻阻挡层其最大掺杂浓度为$10^{14} c m^{-3}$，其厚度为大约7微米。

实际上在现实的元件中，如图3 B中“扩展电阻”测量所给出的那样，有类似的情况。其中在P⁻阻挡区浓度约为$4 \cdot 10^{-18} c m^{3}$，其厚度为4微米。

在这种情况下，P⁻阻挡层，掺杂物质是通过离子注入来实现的，这就要求必须是均匀的、低浓度的而且易于调整。

在600-A-GTO型可控硅上的实验表明采用本发明提供的结构，最小点火电流至少降低5倍且不会影响截断性能。

采用本发明有可能避免大功率GTO型可控硅的阳极短路对其接通性能产生不良影响。

标示符号说明

1. 阳极金属喷镀
2. n－发射层
3. 栅极金属喷镀
4. P基区层
5. n基区层
6. P发射层
7. 阳极短路
8. 阳极金属喷镀
9. P⁻－阻挡层
10. 半导体衬底

A 阳极

K 阴极

$S_{1,2}$ 截点

a，b，c 曲线

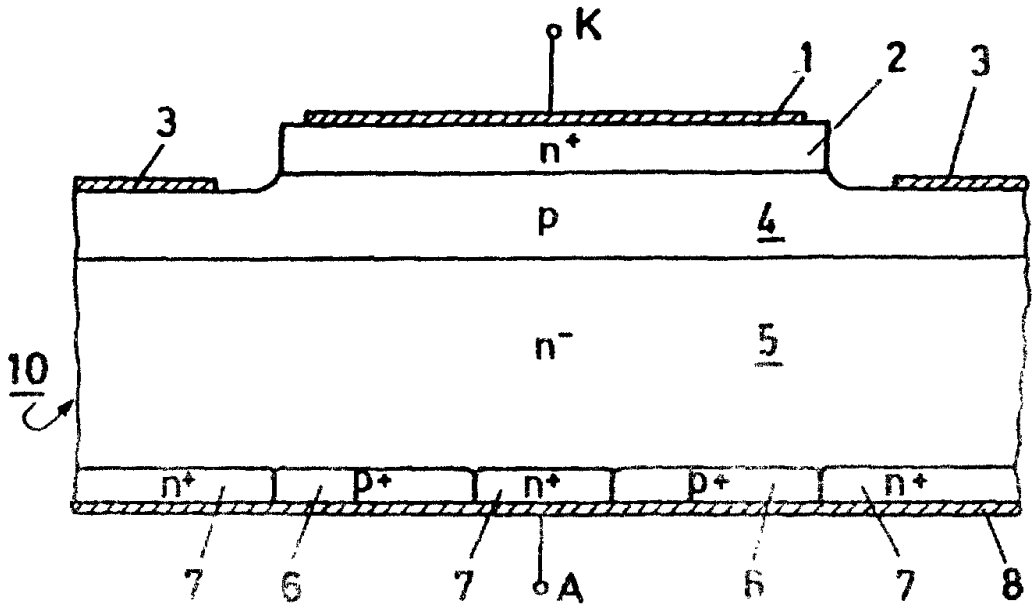

K
1
2
3
3
n+
p
4
n-
5
10
n+
p+
n+
p+
n+
7
6
7
A
6
7
8

图　1

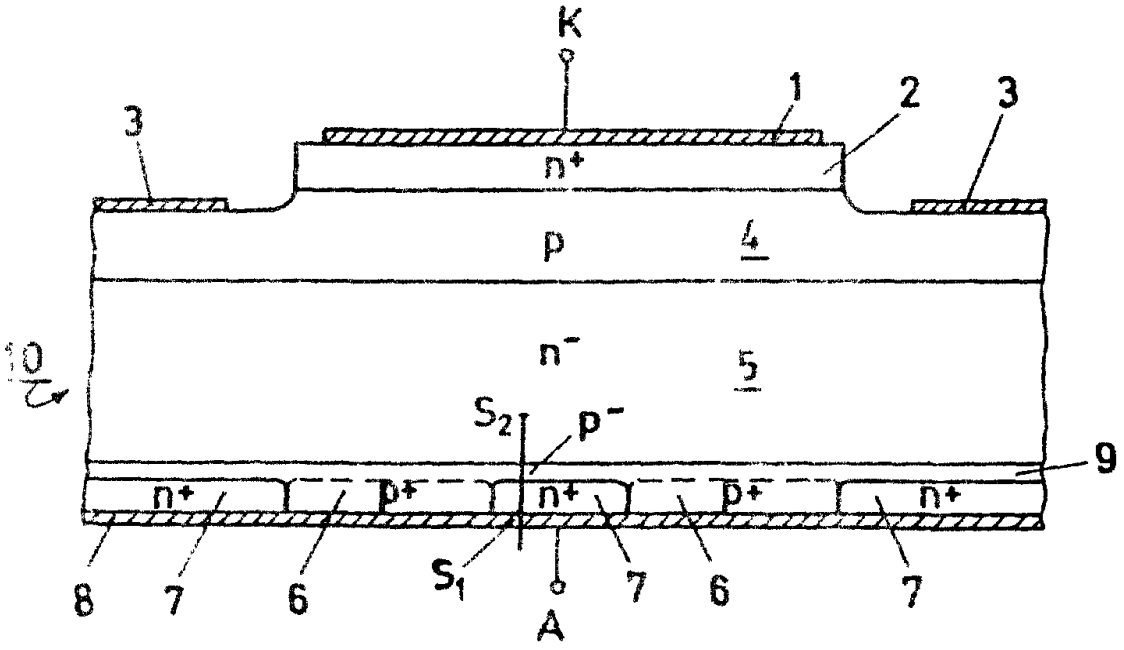

K
1
2
3
3
n+
p
4
n-
5
10
S2
p-
9
n+
p+
n+
p+
n+
8
7
6
S1
A
7
6
7

图　2

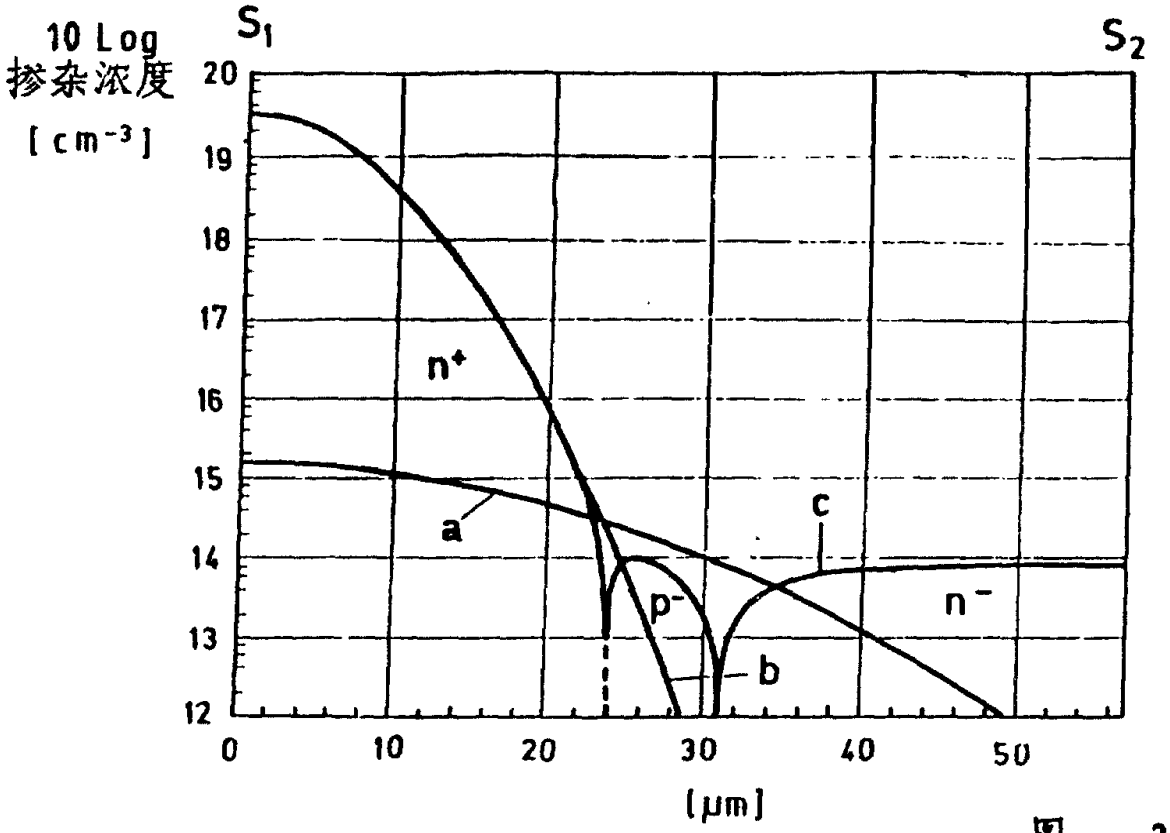

10 Log
掺杂浓度
[cm⁻³]
S1
S2
20
19
18
17
16
15
14
13
12
n+
a
c
p-
n-
b
0
10
20
30
40
50
[μm]

图 3A

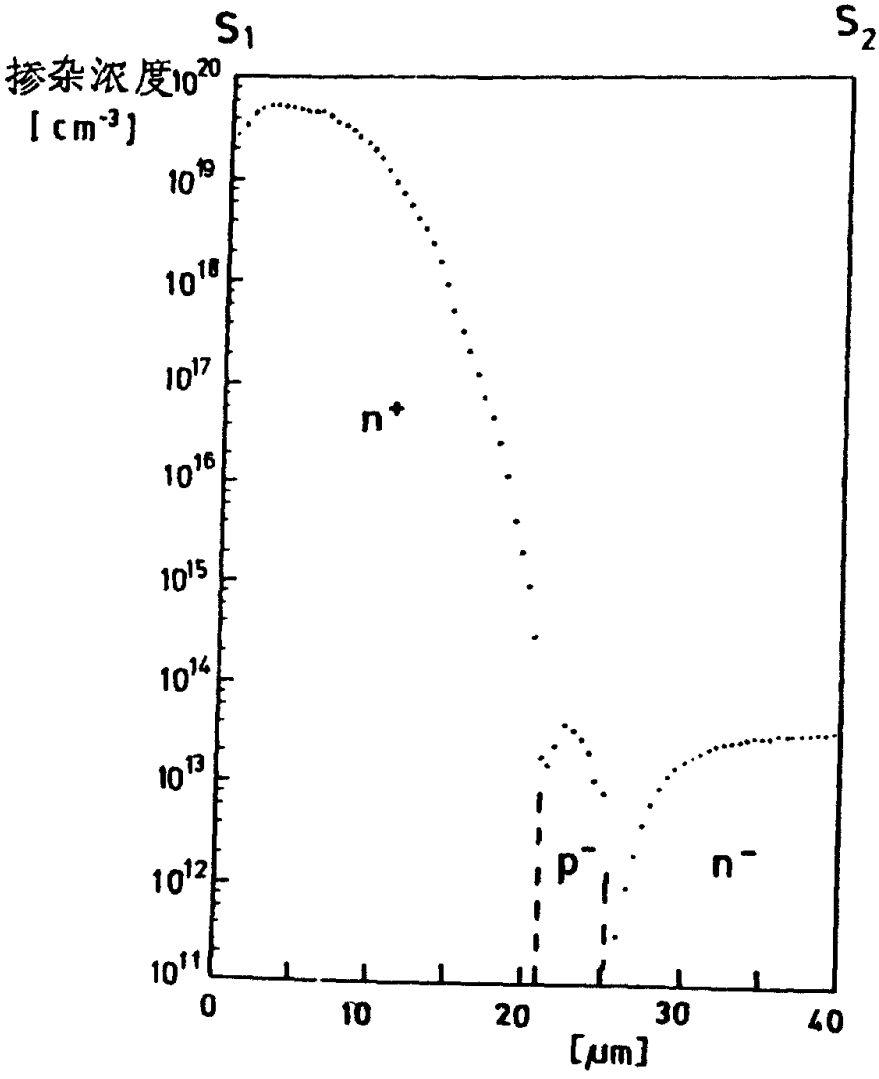

S1
S2
掺杂浓度10²⁰
[cm⁻³]
10¹⁹
10¹⁸
10¹⁷
10¹⁶
10¹⁵
10¹⁴
10¹³
10¹²
10¹¹
n+
p-
n-
0
10
20
30
40
[μm]

图 3B