

# 具有埋界面漏的 Trench 功率 MOSFET 研究

雷剑梅, 胡盛东, 金晶晶, 朱 志  
(重庆大学, 通信工程学院, 重庆 400044)

**摘要:**研究了两种具有埋界面漏的槽型技术(Trench)功率金属氧化层半导体场效应晶体管(MOSFET)。利用埋于整个界面的漏 $n^+$ 层缩短开态时载流子在高电阻率 $n^-$ 漂移区的运动路径,从而降低器件比导通电阻,缓解功率 MOSFET 器件比导通电阻与击穿电压之间的矛盾。详细研究了器件结构参数对比导通电阻和击穿电压的影响。器件 1 为 50~70 V 级器件;器件 2 利用 p 型硅条增强降低表面电场(RESURF)效应及优化体内电场分布,使得器件性能进一步提高,在 133 V 的击穿电压时获得  $0.85 \text{ m}\Omega \cdot \text{cm}^2$  的低比导通电阻。

**关键词:**金属氧化层半导体场效应晶体管; 击穿电压; 比导通电阻

**中图分类号:** TM43

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-100X(2013)12-0003-02

## Research on Trench Power MOSFET With Buried-interface-drain

LEI Jian-mei, HU Sheng-dong, JIN Jing-jing, ZHU Zhi

(Chongqing University, Chongqing 400044, China)

**Abstract:** Two trench power metal-oxide-semiconductor field-effect transistors (MOSFET) with buried-interface-drain are studied. The buried-interface-drain  $n^+$  region shortens the motion-path in the high-resistance  $n^-$  drift region for the carriers, and exhibits a lower specific on-resistance. Power MOSFET's tradeoff between the breakdown voltage and specific on-resistance is relieved. The influences of structure parameters on the device performances are investigated. Device 1 is 50~70 V class, p-type silicon of device 2 inserted between the  $n^-$  drift region and oxide-filled trench leads to an enhanced reduced surface field (RESURF) effect and optimizes the distribution of the bulk electric field. An ultralow specific on-resistance of  $0.85 \text{ m}\Omega \cdot \text{cm}^2$  is obtained with a breakdown voltage of 133 V for device 2.

**Keywords:** metal-oxide-semiconductor field-effect transistor; breakdown voltage; specific on-resistance

**Foundation Project:** Supported by Natural Science Foundation Project of CQ CSTC (No. cstcjjA40008); China Post-doctoral Science Special Foundation (No. 2013T60835)

## 1 引言

功率 MOSFET 广泛应用于功率集成电路,而其击穿电压与比导通电阻间的矛盾关系备受关注,并成为该领域的研究热点。Trench 功率 MOSFET 可大大缩短晶胞尺寸,因而可有效降低比导通电阻<sup>[1]</sup>。N Fujishima 等研究了一种槽氧底和漏相连的 Trench 功率 MOSFET,仿真获得了 80 V 击穿电压和  $0.8 \text{ m}\Omega \cdot \text{cm}^2$  的比导通电阻<sup>[2]</sup>。K R Varadarajan 等将槽栅引入到常规的 Trench MOSFET 中提出双槽功率 MOSFET 器件,该器件在 250 V 的击穿电压时具有  $7 \text{ m}\Omega \cdot \text{cm}^2$  的比导通电阻<sup>[3]</sup>;同时也研究了 80 V 级的双槽 MOSFET<sup>[4-5]</sup>。尽管目前国内外提出

诸多新结构,但功率半导体器件仍被期待具有更优良的器件性能和更高的优值。

在此研究了两种具有埋界面漏的 Trench 功率 MOSFET,通过缩短电子在低掺杂区运动路径的方式来降低比导通电阻(器件 1),并通过插入 p 型硅条来优化电场分布和增强 RESURF 效应,使得器件性能得到进一步的提升(器件 2)。分析各结构参数对器件性能的影响,并与目前已有的几个典型 Trench MOSFET 进行对比。

## 2 器件结构与原理

器件 1 的结构如图 1a 所示,其最大特点在于采用了埋于整个衬底层表面的 $n^+$ 漏区,同时采用了双氧化槽(槽型场氧及槽型栅)。器件开态时,载流子直接通过界面漏区 $n^+$ 和源区 $n^+$ 间的 $n^-$ 漂移区运动,较常规槽型场氧结构进一步降低了载流子在低掺杂区(即高阻区)的漂移距离,从而有效降低了器件在开态时的比导通电阻 $R_{\text{on,sp}}$ 。关态时,槽型场氧右侧极薄硅内将存在大量电离施主

**基金项目:**重庆市自然科学基金(cstcjjA40008);中国博士后科学基金特别资助(2013T60835)

**定稿日期:** 2013-10-29

**作者简介:**雷剑梅(1978-),女,重庆人,博士,讲师,研究方向为电力电子器件及汽车电磁兼容。