

注 F⁺加固 CMOS/SOI 材料的抗辐射研究

武光明¹, 朱江¹, 高剑侠²

(1. 北京石油化工学院, 北京 102600; 2. 中国科学院上海原子核研究所, 上海 201800)

摘要:向 SIMOX 材料的 SiO₂埋层或 Si/SiO₂界面注入 170 keV F⁺,进而制成 CMOS/SOI 材料,采用 ⁶⁰Co γ 辐射器辐照并测量材料的 I-V 特性。结果表明:向 CMOS/SOI 材料埋层注入 F⁺离子,能提高 CMOS/SOI 材料的抗电离辐照性能。而且,注入 F⁺的剂量为 1×10¹⁵cm⁻²时,材料的抗辐照能力较强。这对制作应用于电离辐射环境的 CMOS/SOI 器件极其有益。

关键词: CMOS/SOI 材料; 抗辐射; 加固

中图分类号: TN305.3

文献标识码: A

文章编号: 1001-2028 (2002) 02-0028-02

Study on Anti-ionization Radiation in Injecting F⁺ into COMS/SOI Materials

WU Guang-ming¹, ZHU Jiang¹, GAO Jian-xia²

(1. Beijing Institute of Petro-chemical Technology, Beijing 102600;

2. Shanghai Atomic Energy Institute of Chinese Academy of Science, Shanghai 201800)

Abstract: CMOS/SOI materials are prepared by injecting 170 keV F⁺ into SiO₂ burying layers or Si/SiO₂ interface of SIMOX material. The CMOS/SOI materials are radiated with ⁶⁰Coγ radiating device and their I-V characters are measured. The result shows that the anti-ionization radiation performances increase when F⁺ injected into the burying layers of CMOS/SOI materials. Furthermore, the performances of the material become much stronger when the dose of F⁺ is 1×10¹⁵cm⁻². This is greatly beneficial to CMOS/SOI devices used in ionization radiation environment.

Key words: CMOS/SOI materials; anti-ionization radiation; reinforce

对于γ射线辐照来说, CMOS/SOI 器件材料(简称 CMOS/SOI 材料)存在三个敏感区: 栅介质、场氧化区和 SiO₂ 绝缘埋层。对于前两个敏感区的辐照加固方法与体硅 CMOS 器件材料相同^[1]。众所周知, 体硅 CMOS 器件材料的加固方法已相当成熟, 可以将该方法很容易地用于 CMOS/SOI 材料的辐照加固上。但是, CMOS/SOI 材料的 SiO₂ 埋层的加固则困难得多^[2,3]。本文对 CMOS/SOI 材料的 SiO₂ 埋层进行了注 F⁺辐照加固尝试, 取得了较好的结果。CMOS/SOI 材料制作的各种 CMOS 器件, 是理想的低功耗电子器件, 可应用于军事、航天、自动控制、民用电子产品。因此, 对其辐照加固的研究很有意义。

1 实验

向单晶硅片中注氧, 注氧剂量为 1.35×10¹⁸cm⁻², 能量为 170 keV, 经过 1300 退火 5 h, 得到 SIMOX 材料, 其 SiO₂埋层厚约 300 nm, 表面硅膜厚约 280 nm。

然后, 向 SIMOX 材料中注入 F⁺离子。根据 SIMS 分析表明, 在 SiO₂埋层的深处, 未见到 F⁺。对能量为 170 keV 的 F⁺离子, 射程在 SiO₂埋层中部, 注入后, 在 900 退火 30 min。最后, 在普通的 CMOS 工艺线上, 用 SIMOX 材料制作环形栅结构 CMOS 器件。

用 ⁶⁰Co-γ 源, 对 CMOS/SOI 材料制作的环形栅结构 CMOS 器件进行电离辐照试验, 累积辐照剂量范围 0~1×10⁴Gy(Si), 剂量率范围 0.8~7.0 Gy(Si)/s。辐照前, NMOSFET 顶栅和背栅偏压均为 5 V, 漏、源偏压为 0 V。PMOSFET 顶栅偏压为 0 V, 背栅偏压为 5 V, 漏源偏压均为 0 V。辐照后, 用 HP4140B 等组成的测试系统, 对材料作 I-V 测试分析。

2 结果与分析

2.1 NMOSFET/SOI 器件阈值电压

实验测得 NMOSFET/SOI 材料制成的器件之漏极电流为 1 μA 时, 阈值电压随γ射线累积剂量的变化,

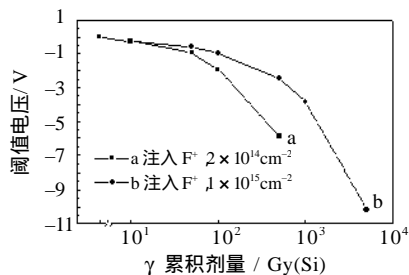


图 1 NMOSFET/SOI 器件的阈值电压与 γ 累积剂量的关系

Fig.1 Relationship between V and γ of NM/SOI devices

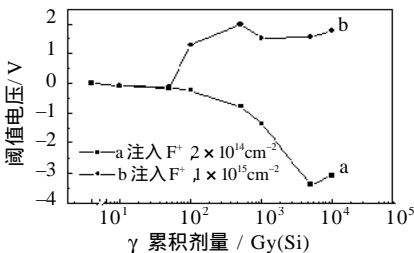


图 2 PMOSFET/SOI 器件的阈值电压与 γ 累积剂量的关系

Fig.2 Relationship between V and γ of PM/SOI devices

如图 1 所示。图中，两种注 F⁺ 材料的阈值电压都随着 γ 辐照剂量的增加而降低，同时，注入 F⁺ 剂量较低 ($2 \times 10^{14} \text{cm}^{-2}$) 的材料阈值电压漂移量较多；而注入 F⁺ 量较高 ($1 \times 10^{15} \text{cm}^{-2}$) 的材料阈值电压漂移量较少。由此可见，在 NMOSFET/SOI 埋层中，较高的 F⁺ 浓度能提高材料的抗 γ 射线辐照能力。

埋层注入 F⁺ 离子能减少埋层中的中性陷阱，从而减少辐照感生陷阱电荷的产生。因此，F⁺ 离子的注入能有效地抑制 CMOS/SOI 材料的阈值电压漂移。

综上所述，向 SOI 材料的 SiO₂ 绝缘埋层中注入 F⁺ 离子，再制作 CMOS/SOI 器件，经过 γ 射线辐照实验表明，该工艺能有效地提高材料的抗辐照能力，而且，注入 F⁺ 的剂量较高 ($1 \times 10^{15} \text{cm}^{-2}$) 时，材料的抗辐照能力较强。

参考文献：

- [1] Herve D, Paillet P, Leray J L. Space charge effects in SIMOX buried oxides [J]. IEEE Nucl Sci, 1994, 41(3): 466-472.
- [2] Brady F T, Kiull W A, Li S S. Total dose radiation effects for implanted buried oxides [J]. IEEE Trans Nucl Sci. 1989, 36(6): 2187-2191.
- [3] Masataka Kata, Kikuo Watanabe, Takeaki Okabe. Radiation effects on ion-implanted silicon-dioxide films [J]. IEEE Trans Nucl Sci. 1989, 36(6): 2199-2204.
- [4] 曾健, 高剑侠. SIMOX 材料注 F⁺ 后的 SIMS 分析 [J]. 半导体技术, 1999, 24(5): 34-35.

(编辑：朱盈权)

力。

2.2 PMOSFET/SOI 材料阈值电压

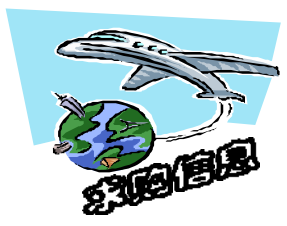
实验测出 PMOSFET/SOI 材料阈值电压漂移与 γ 射线辐照剂量的关系，见图 2。埋层中注入 F⁺ 剂量较低时，材料的阈值电压随着 γ 射线辐照剂量的增加而产生负向漂移；而注入 F⁺ 剂量较高时，随着 γ 射线辐照剂量的增加，阈值电压反而产生正向漂移，因此，在 PMOSFET/SOI 材料的埋层中，较高的 F⁺ 浓度也能提高材料的抗 γ 射线辐照能力。

结合以前的研究^[4]分析得知：向 SOI 材料的 SiO₂



- Nb 取代对 Ba₃Nd₃Ti_{10-x}Nb_xO_{27.5+x/2} 瓷介电性能和结构的影响
- 改性 PZT95/5 材料的介电性能研究
- 氧化钨/活性炭超电容器电极材料化学特性的研究
- 厚膜电路式电热元件的金属基片技术

* * * * *



微型系列电感器、开关变压器以及精密塑料模具。各种电脑接插件的先进工艺。
 求购者：沈阳维电电子有限公司
 联系人：罗崇民副总经理
 电话：(024) 23707730 传真：(024) 23700572

热敏电阻 (NTC、PTC) 和压敏电阻电阻浆料，适合于丝网印刷。
 求购者：北海银河电子有限公司
 联系人：康红兵
 电话：(0779) 3907169 传真：(0779) 3906999

(1) 汽车专用万用电表，型号不限
 (2) 汽车用整流二极管 (盘)，20 A，正向管和负向管均需
 (3) 可控硅触发模块，用在充电机上，作恒流充电控制
 求购者：中国人民解放军 65426 部队基地
 联系人：于城伟先生
 地址：黑龙江鹤岗市 65426 部队 (原 81639 部队) 基地电修中心 邮编：154107