

# 短沟道 SOI MOSFET 总剂量辐照效应模型\*

万新恒 甘学温 张 兴 黄 如 王阳元

(北京大学微电子学研究所, 北京 100871)

**摘要:** 报道了一个含总剂量辐照效应的 SOI MOSFET 统一模型。该模型能自动计入体耗尽条件, 不需要分类考虑不同膜厚时的情况。模型计算结果与实验吻合较好。该模型物理意义明确, 参数提取方便, 适合于抗辐照 SOI 器件与电路的模拟。

**关键词:** SOI MOSFET; 总剂量辐照效应; 模型

**EEACC:** 2560R; 7420; 0170N

**中图分类号:** TN 386

**文献标识码:** A

**文章编号:** 0253-4177(2001)09-1154-06

## 1 引言

由于用 SOI 材料制备的器件敏感区小和全介质隔离, 使得 SOI/CMOS 器件和电路在抗单粒子特性、抗瞬态辐照和抗中子辐照的能力方面远优于体硅电路, 同时 SOI 电路还完全消除了体硅 CMOS 电路的闩锁效应, 具有速度高、集成密度高、功耗低等特点。因此 SOI 器件和电路在航天、航空、军事、核能利用等领域有着广泛的应用前景。

但由于埋氧(BOX)的存在导致 SOI 器件抗总剂量效应反而比体硅差, 因此 SOI 技术应用于抗辐照领域, 首先要考虑总剂量加固水平, 其关键是抑制两个寄生管的导通(背沟和侧沟 MOS 管), 旨在减少栅介质和埋氧中的氧化层陷阱电荷以及栅介质/Si 和 Si/BOX 处的界面态电荷。

国际上对于体硅材料及 MOSFET 的辐照效应已进行了大量的研究<sup>[1]</sup>, 而对 SOI 材料与器件辐照效应的研究, 近些年来才开始, 且大多集中于加固工艺和辐照试验方面, 在辐照机理和模型方面研究还不多。尤其在辐照效应模型方面研究很少<sup>[2~4]</sup>。已有的模型有的采用数值模拟, 计算速度慢; 有的采用很

多经验参数, 物理意义不明确, 不易提取。随着 SOI 工艺的发展, 迫切需要一个在辐照条件下适用于电路模拟的 SOI 器件模型, 以指导抗辐照器件与电路的设计。

基于上述考虑, 本文首次报道了一种适用于 SOI 抗辐照电路模拟的总剂量效应辐照模型。该模型能自动计入体耗尽条件, 不需要分类考虑不同膜厚时的情况。模型计算结果与实验吻合较好。该模型物理意义明确, 参数提取方便, 适合于 SOI 器件辐照效应的电路模拟。利用该模型对 SIMOX 结构的 SOI 器件辐照试验结果进行了模拟, 并对模拟结果进行了分析和讨论。

## 2 模型建立

我们所分析的器件是四端(源 S, 漏 D, 前栅 Gf 和背栅 Gb)SOI N 沟 MOSFET。对 P 沟 MOSFET, 除了无 Kink 效应外, 其它特性与 N 沟 MOSFET 类似。

以前的模型, 一般是先假定体电荷的状态, 再分别讨论。有的采用耗尽层近似方法。但若硅膜较薄, 当整个硅膜达到体反型时, 耗尽层近似已不再成

\* 高等学校博士学科点专项科研基金和“973”国家重点基础研究发展计划资助项目(No. G2000036503)。

万新恒 男, 1972 年出生, 博士研究生, 主要从事 SOI 器件新栅介质和辐照效应及加固技术的研究。

甘学温 女, 1944 年出生, 教授, 主要从事 MOSIC 设计及 CAD 模拟等方面的教学和科研工作。

张 兴 男, 1965 年出生, 博士, 教授, 主要从事 SOI 工艺、设计及模拟等方面的研究。

2000-10-01 收到, 2001-01-03 定稿

©2001 中国电子学会

立<sup>[5]</sup>. 本文直接从一维 Poisson 方程出发, 则硅膜中源端电位分布可表述为:

$$\frac{d^2\phi}{dx^2} = \frac{q}{\epsilon_{Si}} \left[ \frac{n_i^2}{N_a} e^{\phi/V_t} - N_a e^{-\phi/V_t} + N_a \right] \quad (1)$$

其中  $\phi$  是静电势;  $q$  是电子电量;  $\epsilon_{Si}$  是硅的介电常数;  $n_i$  是本征载流子浓度;  $V_t$  是热电压;  $N_a$  是沟道掺杂浓度.

如图 1 所示, 对正、背界面应用高斯定理, 可得到边界条件:

$$\frac{d\phi}{dx} = \frac{\epsilon_{ox}}{\epsilon_{Si}t_{ox}} \left[ V_g - \phi_{MS1} - \phi_s + \frac{Q_{ot}}{C_{ox}} + \frac{Q_{it}(\phi_s, \phi_b)}{C_{ox}} \right] \quad (2)$$

$$\frac{d\phi_b}{dx} = \frac{\epsilon_{ox}}{\epsilon_{Si}t_{box}} \left[ \phi_b - V_{sub} + \phi_{MS2} - \frac{Q_{otb}}{C_{box}} - \frac{Q_{itb}}{C_{box}} \right] \quad (3)$$

其中  $\phi_s, \phi_b$  是正、背面 Si-SiO<sub>2</sub> 界面处的表面势;  $\phi$  是空穴和电子准费米能级之差;  $V_g, V_{sub}$  是正、背面栅电压;  $t_{ox}, t_{box}$  是栅氧和埋氧厚度;  $\phi_{MS1}, \phi_{MS2}$  是正、背面栅与硅的接触电势差;  $Q_{ot}, Q_{otb}$  是总的氧化层电荷和埋氧层电荷;  $C_{ox}, C_{box}$  是氧化层电容和埋氧层电容;  $Q_{it}, Q_{itb}$  是正、背面界面陷阱电荷.

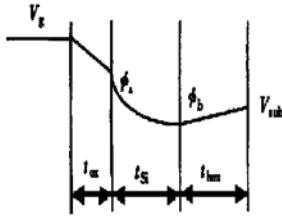


图 1 SOI NMOS 器件静电势示意图

FIG. 1 Illustration of Electrostatic Potential Versus Depth of SOI NMOS Device

在方程(2) 和(3) 中,  $Q_{ot}, Q_{it}, Q_{otb}$  和  $Q_{itb}$  均是辐照剂量的函数. 其中,  $Q_{ot}$  和  $Q_{it}$  可近似表示为<sup>[6,7]</sup>:

$$Q_{ot} = Q_{ot}(\text{pre}) + qZ \left[ \frac{d_{ox}D}{E_{e-h}} \right] \left[ \frac{1}{1 + CE^{-1}} \right] \left[ \frac{A}{E^{1/2}} \right] \quad (4)$$

$$Q_{it} = Q_{it}(\text{pre}) + qBD^{2/3} \exp(\alpha E^{1/2}) \quad (5)$$

$$E = \frac{V_g - \phi_{MS} - \bar{\phi}_s}{t_{ox}} \quad (6)$$

其中 费米势  $\bar{\phi}_s = V_t \ln(N_a/n_i)$ ;  $Q_{ot}(\text{pre})$  和  $Q_{it}(\text{pre})$  是辐照前的氧化层电荷和界面陷阱电荷;  $D$  是辐照剂量;  $E$  是氧化层电场. 其它常数见文献[8] 中的表一. 在高剂量条件下, 由于存在非均匀性的局域陷阱电荷<sup>[9]</sup>, 电场  $E$  在整个氧化层中是变化的. 本文中

辐照剂量不大于  $10^4 \text{ Gy(Si)}$ , 可不考虑该效应. 此外, 尽管表面势在 0 到  $2\phi$  之间变化, 为简明起见, 可近似取为  $\phi$ .

将方程(1) 积分一次, 并代入边界条件(2) 和(3), 则可得到正、背面表面势  $\phi_s$  和  $\phi_b$  之间的关系如下:

$$\begin{aligned} & \left[ V_g - \phi_{MS1} - \phi_s + \frac{Q_{ot} + Q_{it}}{C_{ox}} \right]^2 \\ & - \frac{t_{ox}^2}{t_{box}^2} \left[ V_{sub} - \phi_b - \phi_{MS2} + \frac{Q_{otb} + Q_{itb}}{C_{box}} \right]^2 \\ & = \gamma^2 V_t e^{-2\phi/V_t} (e^{\phi_s/V_t} - e^{\phi_b/V_t}) \\ & + \gamma^2 V_t (e^{-\phi_s/V_t} - e^{-\phi_b/V_t}) + \gamma^2 (\phi_s - \phi_b) \end{aligned} \quad (7)$$

其中

$$\gamma = \frac{t_{ox}}{\epsilon_{ox}} \sqrt{2\epsilon_{Si}qN_a} \quad (8)$$

由方程(7) 可见,  $\phi_s$  和  $\phi_b$  是对称的, 这与 SOI 器件可在正栅或背栅电压下工作这一事实相符. 通常情况下, 埋氧层较厚(即方程(7) 中  $t_{ox}^2/t_{box}^2 \ll 1$ ), 相应地其阈值电压也较大, 背沟漏电较小, 则方程(7) 中左边第二项可忽略不计; 若考虑该项, 则可模拟背栅效应.

为求解  $\phi_s$  和  $\phi_b$ , 还需要一个方程. 这可从体电荷  $Q_b$  的全耗尽条件得到. 考虑短沟道效应, 体电荷  $Q_b$  可近似表述为:

$$\begin{aligned} Q_b &= C_{ox} \gamma \sqrt{\phi_s - \phi_b} \\ &\leq qN_{atSi} \left[ 1 - \frac{x_j}{L} \left[ \sqrt{1 + \frac{2x_{dmax}}{x_j}} - 1 \right] \right] \end{aligned} \quad (9)$$

其中  $x_j$  为源漏结深;  $x_{dmax}$  为最大耗尽层宽度;  $L$  为有效沟道长度.

由(9)式, 可得:

$$\begin{aligned} \phi_b &= \max \left[ 0, \phi_s - \frac{qN_{atSi}^2}{2\epsilon_{Si}} \right. \\ &\quad \times \left. \left[ 1 - \frac{x_j}{L} \left[ \sqrt{1 + \frac{2x_{dmax}}{x_j}} - 1 \right] \right]^2 \right] \end{aligned} \quad (10)$$

在本文的近似模型中, 当  $\phi_b = 0$  时, 表示器件处于部分耗尽(PD) 状态, 正、背界面的耗尽层之间不互相影响, 在它们中间存在一块浮体中性区; 当  $\phi_b > 0$  时, 表示器件处于全耗尽(FD) 状态, 正、背栅之间存在电荷耦合作用.

为便于计算机模拟, (10) 式可采用如下拟合函数表示:

$$e^{\phi_b/V_t} = 1 + e^{(\phi_s - V_{xd})/V_t} \quad (11)$$

其中

$$V_{xd} = \frac{qN_{at}^2}{2\epsilon_{Si}} \left[ 1 - \frac{x_i}{L} \left( \sqrt{1 + \frac{2x_{dmax}}{x_j}} - 1 \right) \right]^2 \quad (12)$$

由(11)式可见,  $V_{xd}$  可看作器件刚开始进入全耗尽(FD)状态时的有效电势。当  $\phi$  较  $V_{xd}$  大数倍的  $V_t$  值时, 器件基本上处于 FD 状态,  $\phi = \phi_s - V_{xd}$ 。当  $\phi$  较  $V_{xd}$  小数倍的  $V_t$  值时, (11) 式中第二项可忽略不计, 器件处于部分耗尽(PD) 状态,  $\phi \approx 0$ 。

将(4)至(6)式及(11)式代入(7)式, 最终可得:

$$\phi = f(V_g, V_{sub}, D, t_{ox}, N_a) \quad (13)$$

为防止迭代发散, 上式采用牛顿下山法求解<sup>[10]</sup>。由上式可见, 对一给定栅氧化层厚度和掺杂浓度的 SOI MOSFET,  $\phi$  是辐照剂量和器件偏置电压的函数。无论器件处于积累、耗尽、弱反型还是强反型状态,  $\phi$  均可通过(13)式求解得到。

此外, 还必须考虑辐照产生的界面态电荷和氧化层电荷对反型层迁移率的影响。通常主要是由界面态对沟道载流子的库仑散射作用, 引起迁移率的退化, 但近些年的研究表明氧化层电荷也对迁移率有一定影响, 尤其在低温条件下, 应该综合考虑二者的影响, 则  $\mu_0$  可修正为  $\mu_0^*$ <sup>[11]</sup>:

$$\mu_0^* = \frac{\mu_0}{1 + \alpha_{it}N_{it} + \alpha_{ot}N_{ot}} \quad (14)$$

其中  $\alpha_{it}$  和  $\alpha_{ot}$  分别为与工艺相关的参数。在室温下, 采用 MathCAD 进行数据拟合, 可得  $\alpha_{it} = 3.9 \times 10^{-12} \text{ cm}^2$ ,  $\alpha_{ot} = 0.7 \times 10^{-12} \text{ cm}^2$ 。可见  $\alpha_{it}$  较  $\alpha_{ot}$  大。

一旦求得了  $\phi$ , 则可采用与 PCIM 模型<sup>[12]</sup>类似的方法, 推导出短沟道 DC MOSFET 模型。还考虑了寄生双极晶体管效应<sup>[13]</sup>。该模型用单一漏电流方程描述, 对器件弱反型区和强反型区均适用。该模型能自动计入体耗尽条件, 也不需要分类考虑不同膜厚时的情况。

### 3 工艺制备及辐照试验

利用我们开发的薄膜 CMOS/SOI 抗辐照加固工艺制备了大量的沟道长度  $L$  为  $0.5\mu\text{m}$  和  $1.0\mu\text{m}$  的 MOSFET 器件<sup>[3]</sup>。实验衬底基片是方块电阻为  $20\text{--}30\Omega/\square$  的 N 型(100)  $100\text{mm}$  SIMOX 片, 原始材料是方块电阻为  $10\text{--}20\Omega/\square$  的 P 型(100) Si 材料。离子注

入的能量为  $1.8 \times 10^{18}/\text{cm}^2$ , 经  $1310^\circ\text{C}$ 、5h 的高温退火处理, 最后得到表面硅层为 N 型的 SIMOX 材料。为了改善 SIMOX 基片的表面质量, 首先进行一次表面氧化和腐蚀, 然后开始常规 CMOS/SOI 工艺。栅氧化层采用  $\text{H}_2\text{-O}_2$  合成氧化技术制备, 氧化时的温度为  $850^\circ\text{C}$ , 之后在  $900^\circ\text{C}$ 、 $\text{N}_2$  气氛中退火 30min。在该条件下得到的栅氧化层界面态密度较低, 抗辐照性能较好。器件之间的隔离采用硅岛刻蚀技术, 离子注入以调节阈值电压, 并确保 NMOS 和 PMOS 器件都是增强型器件。接着进行 NMOSFET 和 PMOSFET 的源漏掺杂注入, 单层铝接触和金属互连。SOI 材料的表面硅层和埋氧化层厚度分别为  $100\text{nm}$  和  $380\text{nm}$ , 栅氧化层厚度为  $20\text{nm}$ 。

在截止偏置(N 管:  $V_g = V_s = 0\text{V}$ ,  $V_d = 3.0\text{V}$ ; P 管:  $V_g = 3.0\text{V}$ ,  $V_d = V_s = 3.0\text{V}$ ) 及导通偏置(N 管:  $V_g = V_d = 3.0\text{V}$ ,  $V_s = 0\text{V}$ ; P 管:  $V_g = 0\text{V}$ ,  $V_d = V_s = 3.0\text{V}$ ) 下, 用中国科学院新疆物理研究所的<sup>60</sup>Co 源进行  $\gamma$  射线辐照试验。辐照剂量率为  $0.52\text{Gy(Si)}/\text{s}$ , 忽略剂量率的影响, 辐照总剂量最高达  $10^4\text{Gy(Si)}$ 。每次辐照后立即在由计算机控制的 HP4145B 测试仪上完成测试, 整个过程约在一天内完成。

### 4 结果及讨论

图 2 为在无辐照条件下 NMOS/SIMOX 器件的输出特性的模拟结果和实验数据的比较。器件设计尺寸为  $W/L = 10/1(\mu\text{m}/\mu\text{m})$ , 器件硅膜有效厚度为  $200\text{nm}$ , 实际制备的器件是部分耗尽器件, NMOS 器件由于存在明显的热载流子碰撞离化效应, 在饱和区表现出较明显的异常翘曲“Kink”现象。由图可看出, 无论在线性区还是在饱和区, 模型的模拟结果和实测值都符合得很好。

下面分别讨论辐照条件下, 不同硅膜厚度时的情况。为了减少辐照泄漏电流, 选用环形结构的 CoSi<sub>2</sub>/多晶硅复合栅器件。对于环形结构的 SOI MOSFET, 其静态漏电流主要包括顶沟和背沟漏电流两部分。顶沟漏电流取决于栅介质辐照感生氧化物正电荷  $\Delta N_{it}$  以及栅 SiO<sub>2</sub>/Si 界面态  $\Delta N_{it}$ , 背沟漏电流取决于埋氧层辐照感生氧化物正电荷  $\Delta N_{ot}$  以及埋氧层 SiO<sub>2</sub>/Si 界面态  $\Delta N_{it}$ 。对于 NMOS, 栅介质和埋氧 SiO<sub>2</sub> 的  $\Delta N_{ot}$  分别使顶沟和背沟逐渐变化反型, 这将使  $I_{ds}$  增加, 而栅 SiO<sub>2</sub>/Si 和埋层 SiO<sub>2</sub>/Si 的

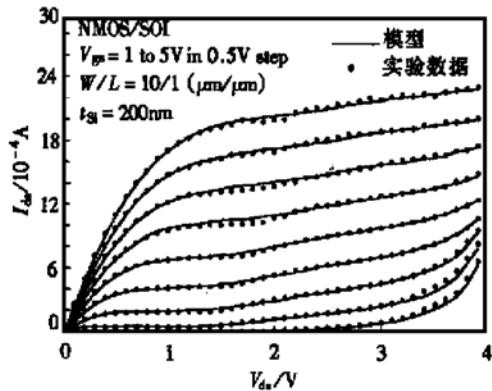


图 2 NMOS/SIMOX 器件输出特性的模拟结果和实验数据的比较

FIG. 2 Comparison Between Output Characteristics Obtained from Experimental Data and the Model for NMOS/SIMOX Device

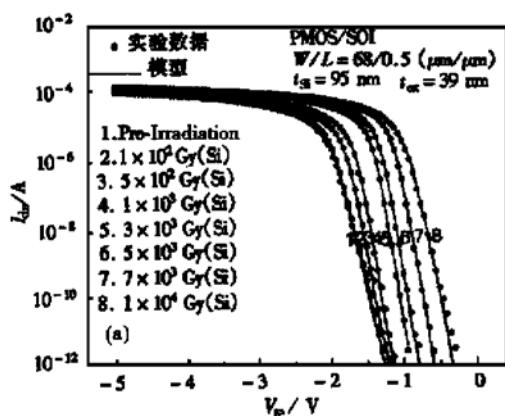


图 3 在导通偏置下, 辐照后的  $I_d$ - $V_g$  转移特性曲线随辐照剂量变化的实验数据和模拟结果的比较 (a) PMOS/SIMOX;

(b) NMOS/SIMOX

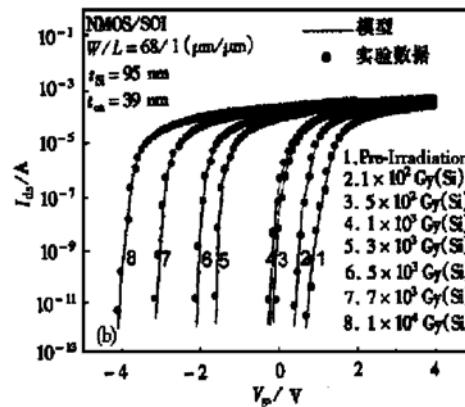
FIG. 3 Comparison Between Transfer Characteristics Obtained from Experimental Data and the Model Under on-Gate Irradiation Bias (a) PMOS/SIMOX; (b) NMOS/SIMOX

图 4 为硅膜较厚( $t_{Si} = 200nm$ ), 器件处于部分耗尽状态时的情况. 图 4 (a)、(b) 分别表示 PMOS/SIMOX 和 NMOS/SIMOX 器件在导通偏置下, 辐照后的  $I_d$ - $V_g$  转移特性曲线随辐照剂量变化的实验数据和模拟结果的比较. 在不同辐照剂量下, 模型的模拟结果和实测值都符合得很好. 可见, 该模型由于自动计入了体耗尽条件, 适于模拟不同膜厚时的情况.

值得一提的是, 辐照时器件的偏置条件对 SOI

$\Delta N_{it}$  分别使顶沟和背沟积累, 这将使  $I_{ds}$  减少. 所以, 其  $I_{ds}$  的变化取决于  $\Delta N_{ot}$ 、 $\Delta N_{it}$  贡献的大小. 通常, 随着总剂量的增加, NMOS 的  $I_{ds}$  迅速增加, 表明栅介质和埋层  $\text{SiO}_2$  的  $\Delta N_{ot}$  积累速率超过  $\Delta N_{it}$  积累速率, 使得顶沟和背沟逐渐变为反型. 对于 PMOS, 栅介质以及栅  $\text{SiO}_2/\text{Si}$  均使顶沟强积累, 这将使  $I_{ds}$  减少, 埋层  $\text{SiO}_2$  的  $\Delta N_{ot}$  及埋层  $\text{SiO}_2/\text{Si}$  的  $\Delta N_{it}$  均使背沟强积累, 这也将使  $I_{ds}$  减少. 所以, 对于 PMOS, 总剂量辐照使  $I_{ds}$  减少.

图 3 为硅膜较薄( $t_{Si} = 95nm$ ), 器件处于 FD 状态时的情况. 图 3(a)、(b) 分别表示 PMOS/SIMOX 和 NMOS/SIMOX 器件在导通偏置下, 辐照后的  $I_d$ - $V_g$  转移特性曲线随辐照剂量变化的实验数据和模拟结果的比较. 由图可看出, 辐照使亚阈特性曲线负向漂移, 斜率变小. 在不同辐照剂量下, 模型的模拟结果和实测值都符合得很好.



MOSFET 性能的影响很大. 通常情况下, 在导通偏置下辐照, 器件的性能失效更快. (例如, 根据我们的测试结果, 大多数 NMOS/SIMOX 器件, 在截止偏置下 3kGy(Si) 辐照后, 器件完全失效; 而在导通偏置下 700Gy(Si) 辐照后, 器件已经失效.) 对于本文统一模型, 偏置状态可以通过栅、源、漏的电压来体现. 截止状态下的测试结果与模型计算结果相比较, 吻合也很好.

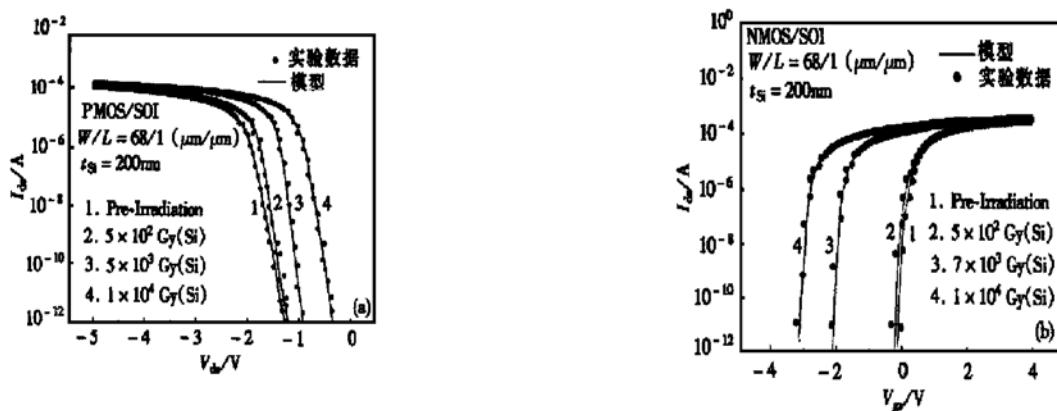


图 4 在导通偏置下, 辐照后的  $I_d$ - $V_g$  转移特性曲线随辐照剂量变化的实验数据和模拟结果的比较 (a) PM OS/SIM OX; (b) NM OS/SIM OX

FIG. 4 Comparison Between Transfer Characteristics Obtained from Experimental Data and the Model Under on-Gate Irradiation Bias (a) PM OS/SIM OX; (b) NM OS/SIM OX

## 5 结论

本文报道了一个含总剂量辐照效应的 SOI MOSFET 统一模型。导出了表面势和沟道电流随辐照剂量的函数关系。该模型能自动计入体耗尽条件, 不需要分类考虑不同膜厚时的情况。该模型主要适用于辐照总剂量较低(例如, 小于  $10^4$  Gy(Si)), 实验样品埋氧层较厚时的情况。模型计算结果与实验吻合较好。该模型物理意义明确, 参数提取方便, 适合于抗辐照 SOI 器件与电路的模拟。

## 参考文献

- [1] T. P. Ma and P. V. Dressendorfer, Ionizing Radiation Effects in MOS Devices and Circuits, A Wiley-Interscience Publication, 1989.
- [2] R. Rios, R. K. Smeltzer, R. Amantea *et al.*, Solid-State Electronics, 1991, **34**(6): 853.
- [3] ZHANG Xing, HUANG Ru and WANG Yangyuan, Chinese Journal of Semiconductors, 2000, **21**(5): 460(in Chinese) [ 张兴, 黄如, 王阳元, 半导体学报, 2000, **21**(5): 460].
- [4] R. J. Milanowski, M. P. Pagey, L. W. Massengill *et al.*, IEEE Trans. Nucl. Sci., 1998, **45**(6): 2593.
- [5] CHEN Zhanping, WEI Liqiong, XU Mingzhen, TAN Changhua and WANG Yangyuan, Chinese Journal of Semiconductors, 1996, **17**(10): 88(in Chinese) [ 陈占平, 魏丽琼, 许铭真, 谭长华, 王阳元, 半导体学报, 1996, **17**(10): 88].
- [6] M. C. Peckerar, IEEE Trans. Electron Devices, 1983, **ED-30**(9): 1159.
- [7] F. B. McLean, IEEE Trans. Nucl. Sci., 1980, **27**(6): 1651.
- [8] M. D. Jacunski and M. C. Peckerar, IEEE Trans. Nucl. Sci., 1992, **39**(6): 1947.
- [9] H. E. Boesch, IEEE Trans. Nucl. Sci., 1986, **33**(6): 1191.
- [10] LI Qingyang, WANG Nengchao and YI Dayi, Numerical Analysis, Huazhong University of Science & Technology Press, 1995, Chapter 6(in Chinese) [ 李庆扬, 王能超, 易大义, 数值分析, 华中理工大学出版社, 1995, 第六章].
- [11] D. Zupac and K. F. Galloway, R. D. Schrimpf *et al.*, Appl. Phys. Lett., 1992, **60**(25): 3156.
- [12] N. D. Arora, R. Rios and C. L. Huang, IEEE Trans. Electron Devices, 1994, **41**(6): 988.
- [13] XI Xuemei and WANG Yangyuan, Chinese Journal of Semiconductors, 1996, **17**(5): 80(in Chinese) [ 奚雪梅, 王阳元, 半导体学报, 1996, **17**(5): 80].

## A Short-Channel SOI MOSFET Model Considering Total Dose Effects<sup>\*</sup>

WAN Xin-heng, GAN Xue-wen, ZHANG Xing, HUANG Ru and WANG Yang-yuan

(Institute of Microelectronics, Peking University, Beijing 100871, China)

**Abstract:** A new approach is proposed to model the total dose effects on silicon-on-insulator (SOI) devices for the purpose of circuit simulation. The fully continuous compact SOI MOSFET model can automatically account for the correct body depletion condition, without assuming a priori charge partitioning or constant surface potential. It can also account for the transition between FD and PD behavior that occurs in the practical devices. The model is validated by the comparative result between the simulated and measured post-radiation device characteristics of thin-film SOI MOSFETs fabricated on SIMOX wafers.

**Key words:** SOI MOSFET; total dose effects; model

**EEACC:** 2560R; 7420; 0170N

**Article ID:** 0253-4177(2001)09-1154-06

\* Project Supported by the Doctoral Program Foundation of Institutions of Higher Education of China and by the State Key Development Program for Basic Research of China(Grant No. G2000036503).

WAN Xin-heng male, was born in 1972, PhD candidate. He is engaging in the research on new gate dielectric and irradiation effect and hardness technology for SOI devices.

GAN Xue-wen female, was born in 1944, professor. She is engaging in research and teach work on MOS IC design and CAD simulation.

ZHANG Xing male, was born in 1965, professor. He is engaging in SOI technology design and modeling.

Received 1 October 2000, revised manuscript received 3 January 2001

©2001 The Chinese Institute of Electronics