

前 言

专辑：半导体器件及其辐照损伤效应数值模拟方法与软件

芯片产业是目前我国核心技术“卡脖子”的重灾区。半导体器件仿真又是该行业核心技术中不可或缺的一环。国内在半导体器件仿真的核心算法和自主软件研发方面的积累相比硬件环节更加薄弱。另外，器件的辐照损伤效应也密切关乎航天、核能等国家重要工业，这方面的仿真算法和自主软件研制也受到相应限制。可喜的是近年来国家已十分重视工业仿真技术，大力投入研发力量力图改善现状，并已取得一些初步成果。本专辑就是在这样的背景下旨在集中辑录部分成果，抛砖引玉，让更多的人来推动本领域的进展。

该专辑由电子科技大学张健教授等人（编委名单见后）负责组织。经过同行专家审稿，专辑录用了6篇文章，分别是：

1. 三维半导体器件漂移扩散模型的并行有限元方法研究（王芹，马召灿，白石阳，张林波，卢本卓，李鸿亮）：对通用半导体器件模拟，设计了一种自适应迎风稳定化有限元方法（SUPG-IP），并对比研究了几种器件模拟的并行有限元方法。
2. 半导体器件电离辐照损伤效应模拟的数值算法及应用（马召灿，许竞劫，卢本卓，李鸿亮）：本文研究了半导体器件伽马辐照电离损伤效应定量物理模型系列算法，其中包括有限元空间离散、隐式时间积分以及非线性系统解耦迭代算法。算法有效地处理了电离损伤模型多组分、电-输运-反应多物理耦合以及强刚性等难点。
3. 3Ddevice: 半导体器件及其辐照损伤效应仿真软件系统（黄成梓，白石阳，王芹，马召灿，张倩茹，刘田田，桂升，卢本卓，陈旻昕，李鸿亮）：介绍了我们开发的一款适用于半导体器件及其辐照损伤效应定量模拟的三维并行仿真应用软件平台3Ddevice，包含前处理（网格）、解法器和后处理（可视化及分析等）三个主要部分。该软件能直接解算半导体器件的电学响应性质及其氧化物层在电离辐照下带电缺陷与界面态缺陷累积动力学过程，计算器件损伤后的电学响应偏移。

4. 电离总剂量效应对 4T CMOS 图像传感器暗电流影响的数值仿真 (魏莹, 文林, 李豫东, 郭旗): 本文利用 TCAD 仿真工具构建了 4T CMOS 图像传感器像素单元的二维仿真结构, 利用总剂量效应模型计算了器件氧化层中辐射诱导氧化物陷阱电荷和界面态在不同累积剂量下的分布, 并计算了器件暗电流随累积剂量的变化, 以及传输栅对辐照暗电流的影响.
5. 空穴、 H^+ 在 SiO_2 体内输运的数值模拟研究 (李培, 贺朝会, 郭红霞, 李永宏, 张晋新): 本文建立 Si/SiO_2 界面的物理模型, 借助 TCAD 数值模拟方法, 分析不同剂量率辐照条件下空穴和 H^+ 在 SiO_2 体内的输运机制和浓度分布.
6. 硅基三极管脉冲中子辐射效应 TCAD 仿真 (段丙皇, 熊潞, 陈泉佑, 赵洪超): 本文建立了基于连续性假设的硅基器件脉冲中子辐射效应 TCAD 仿真方法.

在此, 我们首先要感谢本期作者的大力支持. 其次要感谢编委和审稿人的辛勤工作, 每篇文章都经过了审稿人的详细审阅, 他们对文章提出了详细的修改建议, 使得文章质量得到了较大改善. 最后要感谢主编张林波研究员, 正是他的提议和大力支持, 才使得本期专辑能够与读者见面.

客座主编:

张健 电子科技大学教授

客座编委:

李若 北京大学

郭红霞 西北核技术研究所

郑伟英 中国科学院数学与系统科学研究院

卢本卓

2020 年 5 月 22 日