

1:

TCAD 是 Technology Computer-Aided Design 的缩写，中文叫"技术计算机辅助设计"。在半导体领域，它特指用于模拟半导体器件制造工艺和电学特性的软件工具。SDE 用于画器件结构和定义掺杂分布，Sprocess 用于模拟工艺步骤如离子注入和扩散，Sdevice 用于求解器件的电学特性。

可视化。半导体器件内部发生的事情是肉眼看不见的。比如一个 PIN 探测器，加上反向偏压后，耗尽区在位置，电场，载流子浓度是多少？这些物理量 TCAD 都能算出来并以图形方式展示。

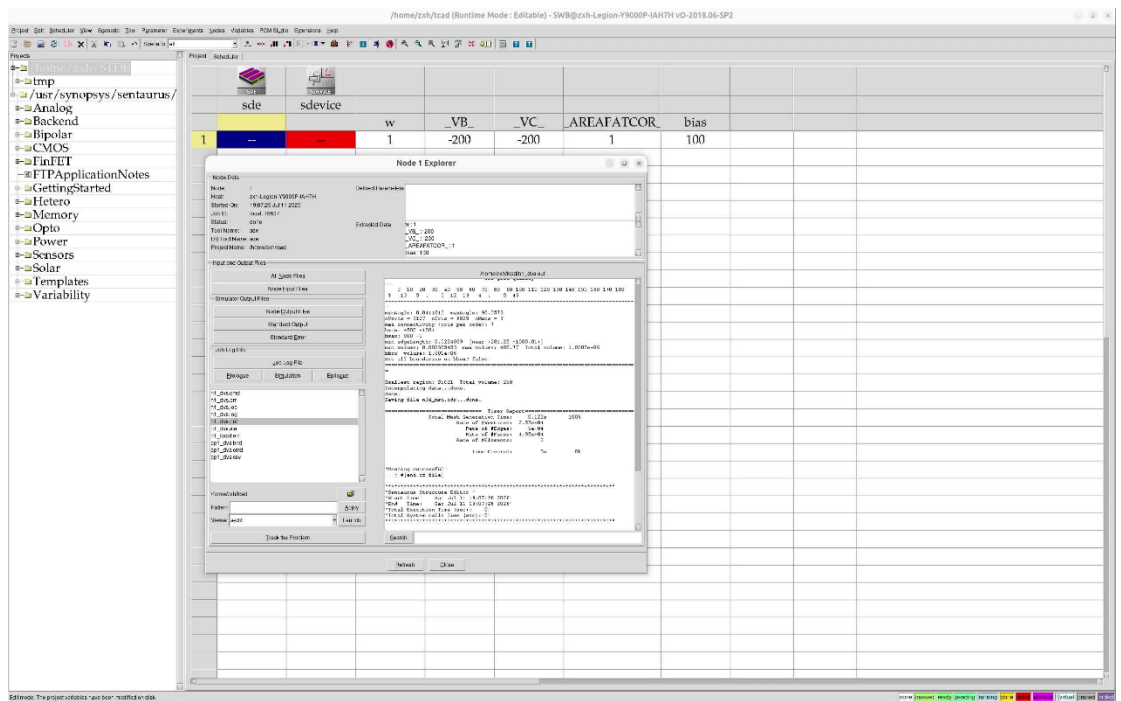
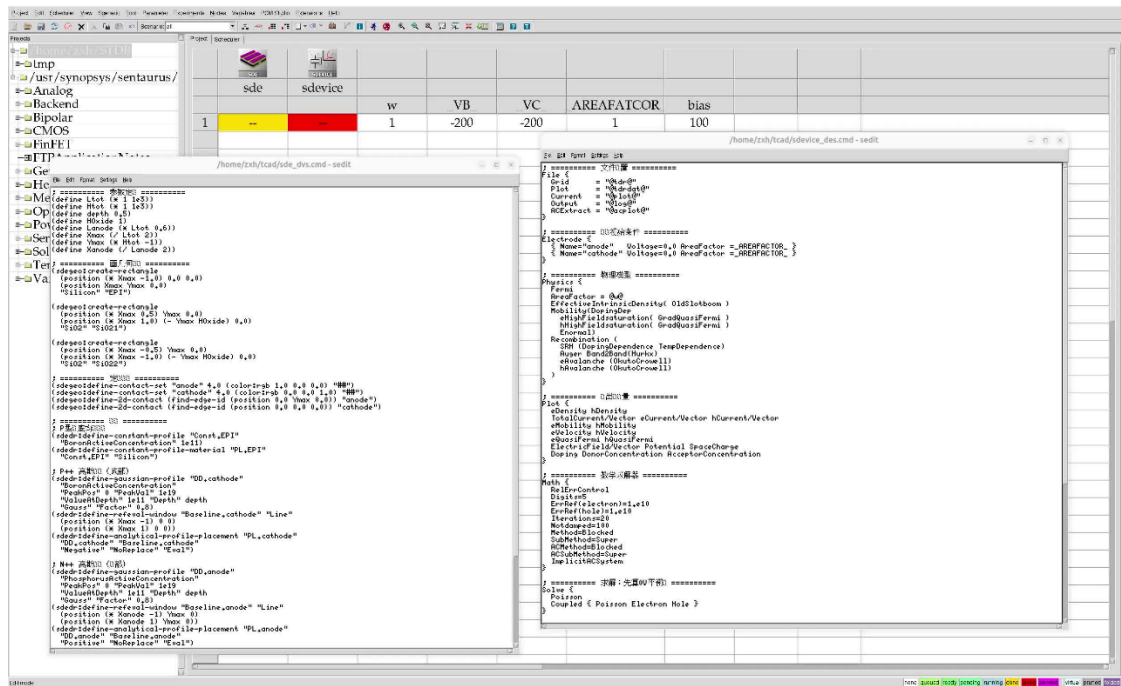
低成本设计优化。实际在工厂里流片制造一个器件，周期长、成本高，而且一旦做出来结构就固定了，想改参数得重新来。TCAD 可以在计算机里快速尝试几十种参数组合，比如掺杂浓度变一变、厚度调一调马上就能看到效果。而且省钱。

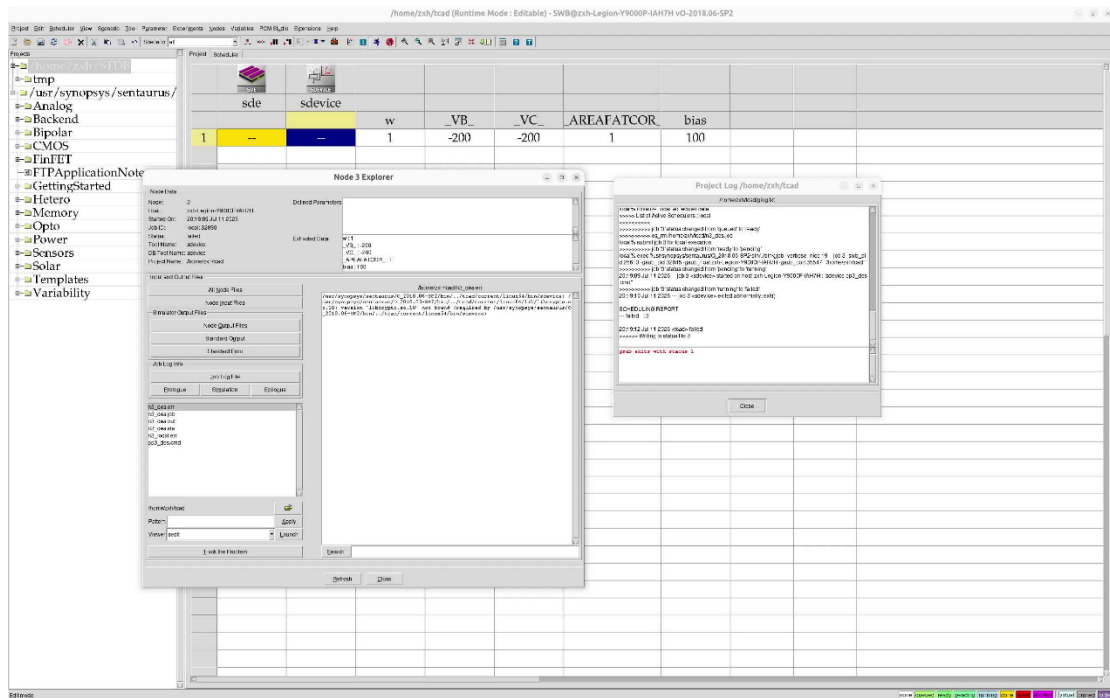
辐照效应研究。半导体探测器，很多时候要考虑器件在高能粒子辐照后的性能退化。TCAD 可以引入辐射损伤模型，比如模拟晶格缺陷的产生、陷阱能级的形成，以及这些缺陷如何影响载流子寿命和电场分布。这在实际实验中很难单独控制变量去研究，但在仿真里相对容易实现。

2

按照我做其他仿真的经验看，网格越细，越消耗算力，仿真时间越长，而且仿真文件占用存储空间越大，网格不是越细越好，而是在关键区域加密、在均匀区域粗化、整体满足精度要求即可

3，运行代码时出现报错，尝试很长时间也没有解决，我没有用 vmware 安装 CentOS-7 的虚拟机，AI 告诉我 Ubuntu 20.04 系统上，无法完整运行 Sentaurus TCAD 2018 的全部功能





5

LGAD 是在普通 PIN 结构中加入一个薄的 P+增益层，形成一个局部高电场区。当入射产生电子-空穴对后，这些载流子在电场作用下向两极漂移。当电子经过增益层附近的高电场区时，获得足够能量发生碰撞电离，产生次级电子-空穴对，从而实现信号放大。

现在考虑两种结构的电场方向。对于 N++在上、P++在下的结构，加反向偏压后，电场方向是从 N++指向 P++，也就是从上往下。电子带负电，在电场中向 N++漂移；空穴带正电，向 P++漂移。

对于 P++在上、N++在下的结构，电场方向反过来，从下往上。电子向 N++漂移，空穴向 P++漂移。

主流结构把 P+增益层放在 N++下方。电子从 P-区向 N++漂移时，会先经过 P+增益层附近的高电场区。电子的迁移率比空穴高得多。这意味着电子能更快地穿过高电场区，获得能量的效率更高，雪崩倍增更充分。而且电子是多数载流子，雪崩产生的电子直接被 N++收集，形成信号电流。

如果反过来，把 N+增益层放在 P++下方，此时向 P++漂移的是空穴，空穴迁移率低，在同样电场下获得能量更慢，雪崩效率不高。而且雪崩产生的空穴要向 P++漂移，电子要向 N++漂移，但增益层位置使得电场方向与最优载流子输运路径不匹配。更重要的是，在这种结构里，电子从 N-区向 N++漂移，但 N+增益层对电子的倍增效果不如 P+增益层对电子的效果好，因为能带结构和碰撞电离系数在 P 型区更有利于电子倍增。