

一、

TCAD 就是对器件做仿真，通过计算得出所构建器件的各种物理特性

为什么做 TCAD 仿真：

直接流片成本太高，而且实验周期长，用 TCAD 可在电脑上进行仿真成本极低，而且仿真周期短，TCAD 还能直观观测器件实验过程中各种物理量，tdr 二维图像看起来十分直观

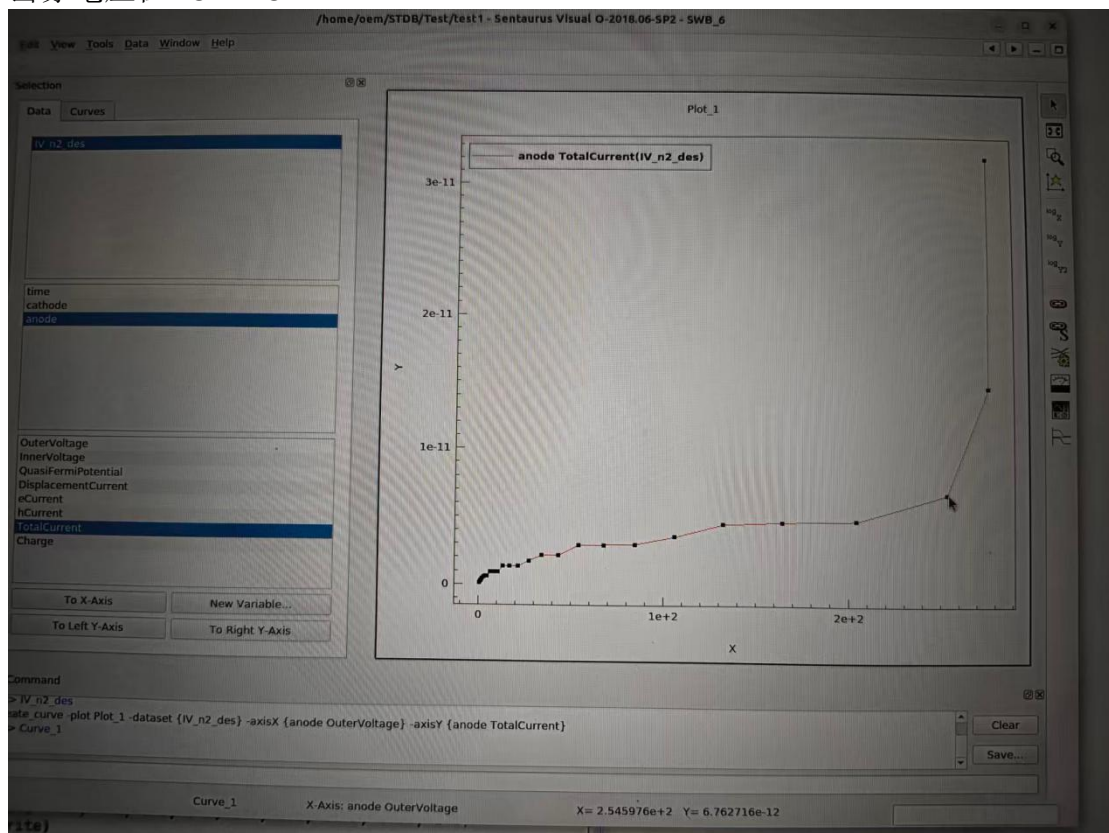
二、

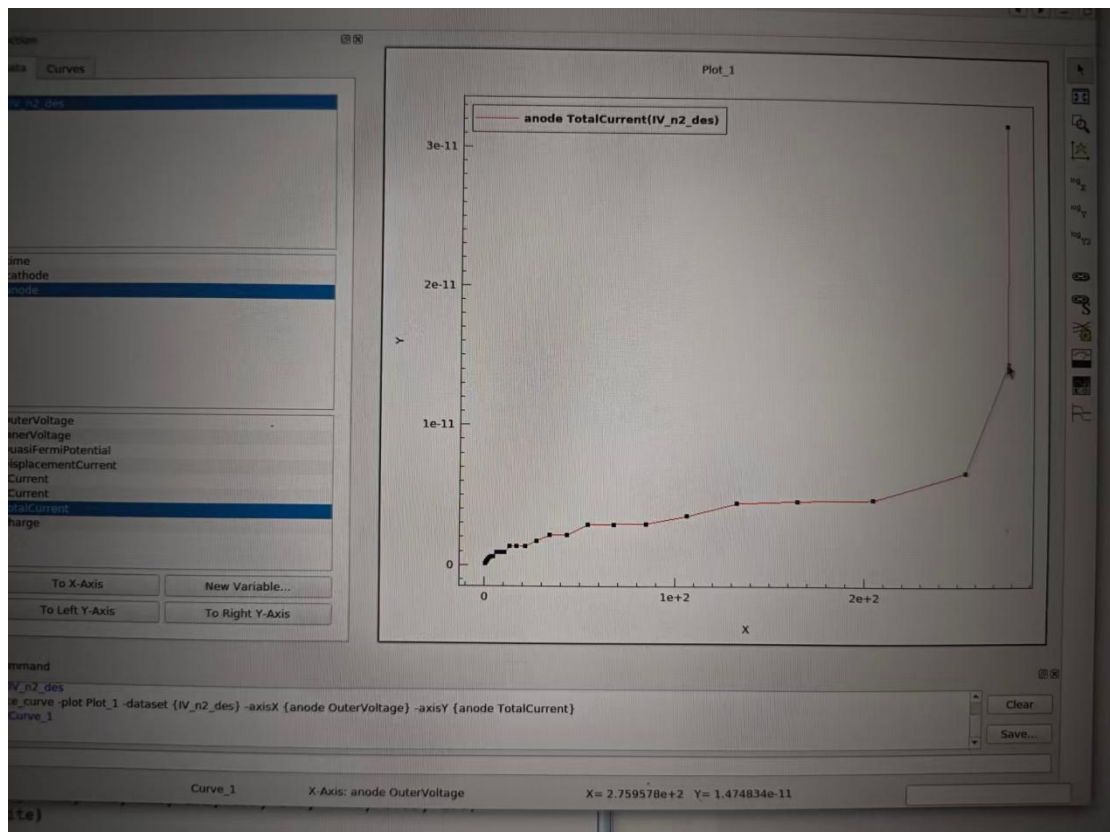
TCAD 网络不一定越精细越好，在我进行测量反向击穿电压时，在添加 JTE 结构之后，计算量本来就已经很大了，我设置的网格又不算小，导致进行计算一次的时间有点长，当把网格精细度降低后，计算速度明显加快。但是也不能盲目为了加快计算速度降低网格数量，网格数量降低的同时也意味着计算精度的降低，因此，在平缓的地方可以适当降低网格数量，在接触面附近或者需要重点观测的地方需要增加网格数量。

三、

(1) 普通 PIN 结构：

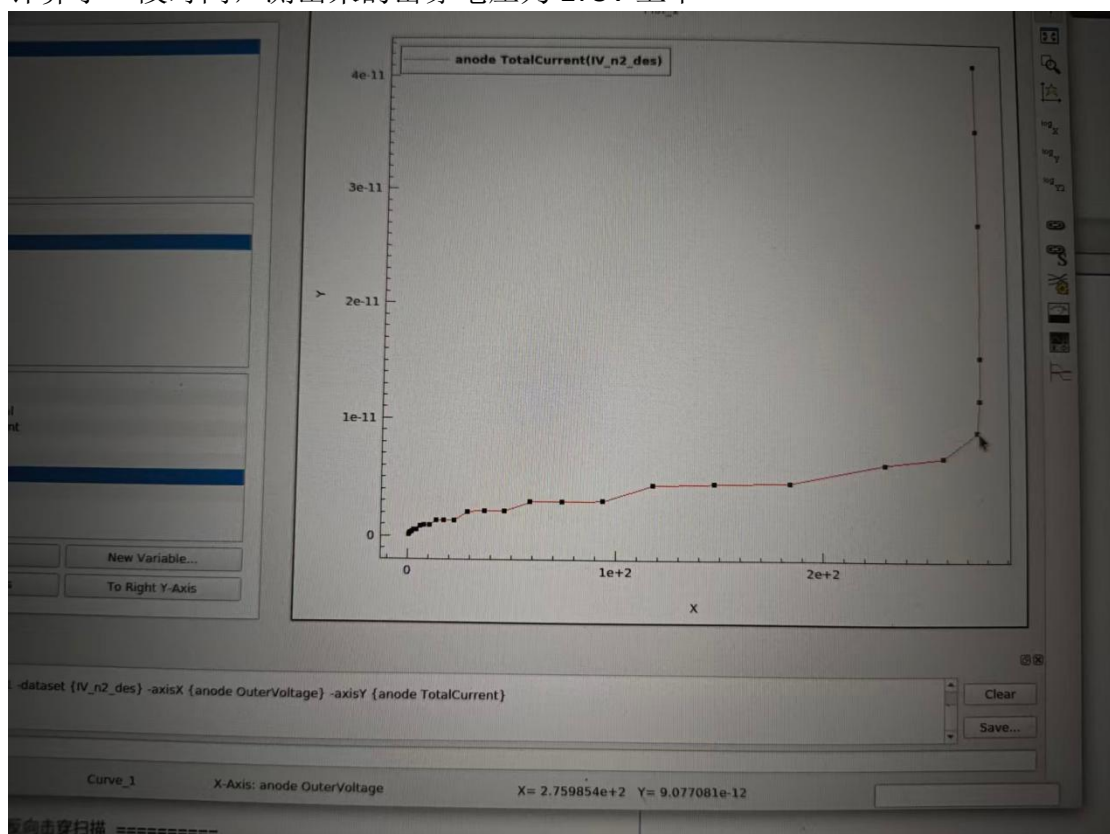
由于衬底掺杂浓度低，导致普通 PIN 结构的击穿电压就已经很高，为了减少计算时间，我适当提高了衬底浓度到 $1e14$ ，测量 IV 特性如下，第一次计算时，我看到卡住循环之后就直接停止了，导致取样点数不够，测出来的线条很粗糙，大概击穿电压在 254-275V

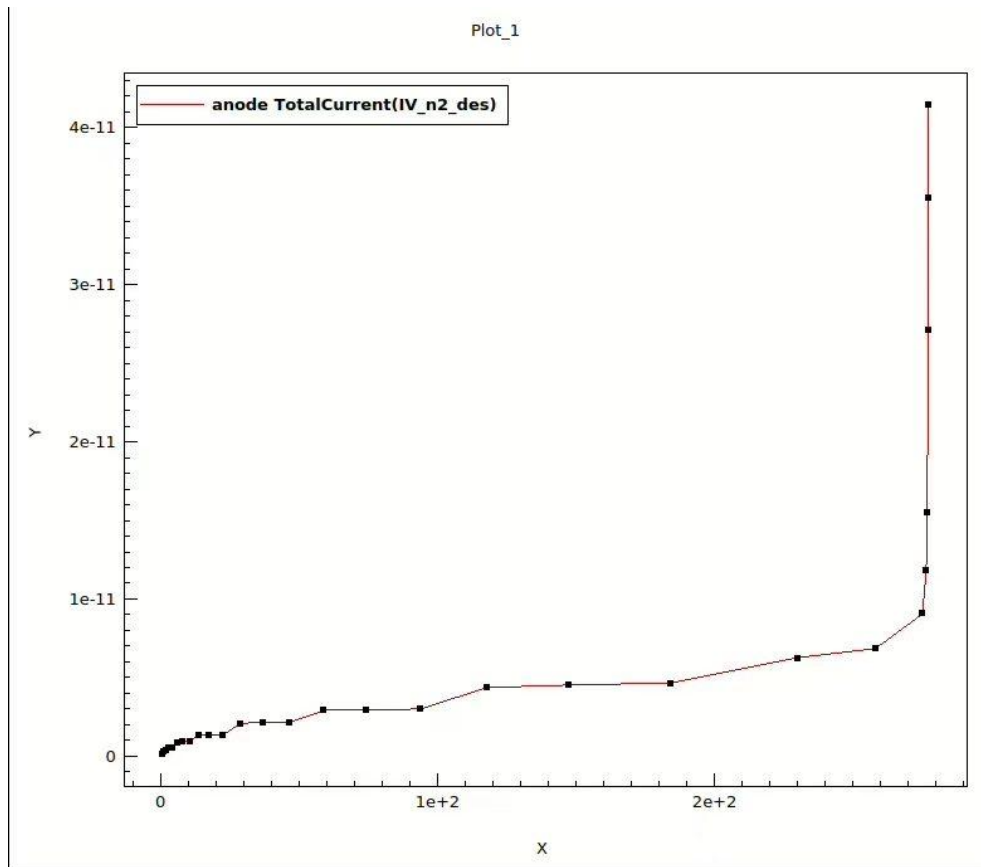




如下普通 PIN 的第二次测量

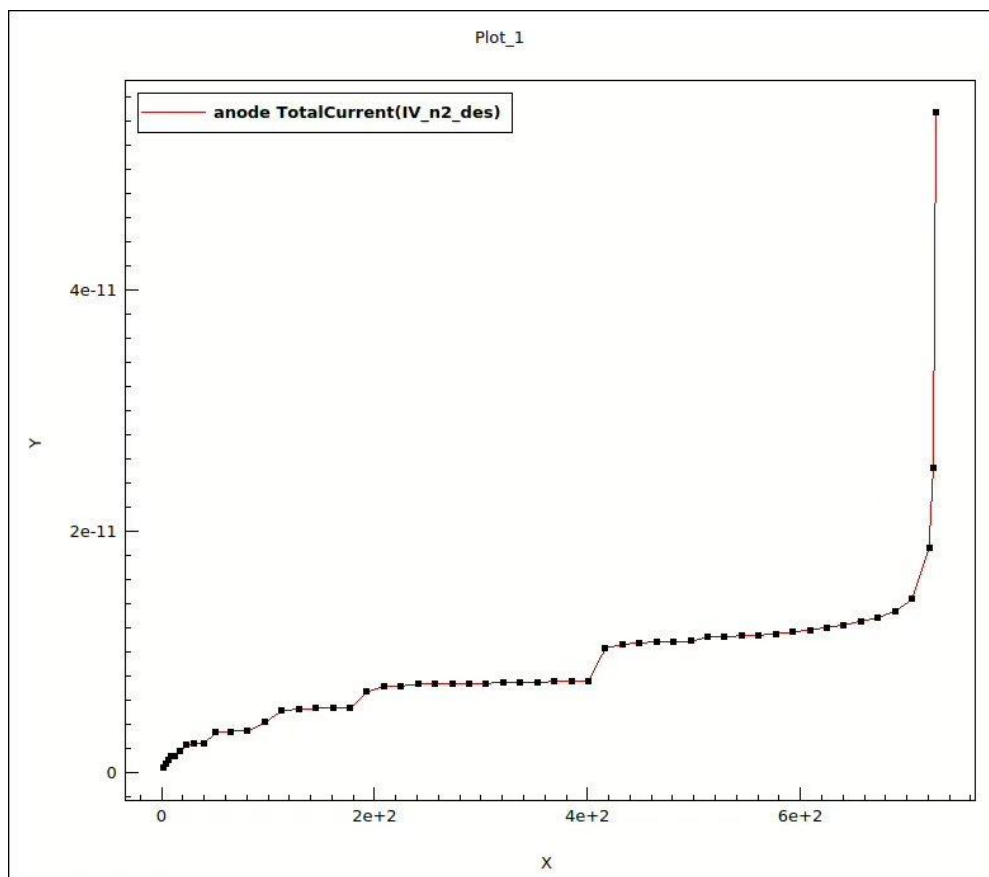
由于我已经知道了在击穿处计算会卡住循环所以说我在开始循环后仍然让软件计算了一段时间，测出来的击穿电压为 275V 上下





补充：我在第一次设置时设置的是 PPT 上给定的普通 PIN 的衬底掺杂浓度，反向电压设置的是 250V，测量出来的 IV 曲线类似一次函数上升，也就是 I 与 V 成正比例，我了解到如果衬底浓度过低，电压还没加到雪崩临界电压，耗尽区已经从顶部 N^+ 结一直扩展到底部 P^+ 阴极，耗尽区贯穿整个硅层也就是穿通击穿，表现形式就是电流随电压近似线性上升，因此我提高了衬底浓度，也提高了反向电压的最大值，才观测到雪崩击穿现象

(2) 如下是添加了 JTE 结构后再进行击穿电压测试的 IV 曲线图，可见击穿电压明显上升，大概在 750V 左右，由于衬底浓度提高，我没有使用老师 PPT 上提供的参考 JTE 浓度，而是根据 AI 计算设置在 6.8×10^{15} ，同时，因为一次计算需要的时间太长，我只进行了这一次计算，没有多次计算多大浓度是最佳 JTE 浓度



五、

选择 P 型高阻硅的核心原因是电子与空穴的碰撞电离率差异，电子的碰撞电离率远大于空穴的碰撞电离率，而雪崩增益主要由电离率更高的载流子贡献由于电子电离率高 所以增益高、倍增效率好

额外原因：

时间分辨率：电子漂移速度比空穴快，电子主导的倍增过程时间涨落更小，时间分辨率更优

辐射硬度：P 型硅在辐照下的缺陷演化和载流子去除效应相对更有利于探测器性能保持（高能物理实验中 LGAD 需承受强辐射环境）

第九次作业总结

这次作业我遇到了前所未有的困难，第一个困难就是安装 **sentaurus**，我使用的不是虚拟机，而是在电脑上安装的 **Ubuntu22.04** 真机，在 **CentOs** 虚拟机上安装 **sentaurus** 只需要根据视频教程一步步来就可以，虽然我也是看视频安装但是终究不一样，第一个坎就是 **license** 过期，我使用老师在群里发布的破解软件，成功生成 **license** 但是软件不认，因为设定时间已经过期，后来通过更改 **src** 文件中的时间到 2029 年，才算解决这个问题，然后就是 **scl** 和 **synopsys** 取用 **license** 的地址不同，通过在 **bashrc** 里声明解决

第二个困难，当我把软件安装好，环境变量配置好之后，以为可以正常开始了，就碰到编辑器打不开的问题，把 **gedit** 变成 **Jedit** 又花了我一点时间，然后终于把 **sde.cmd** 文件编写好了，发现不能 **run**，又是各种 **sentaurus** 的运行程序和 **Ubuntu** 的运行程序不符、**sentaurus** 需要 **CentOS 7** 库，需要自己下载和放置、**ZLIB_1.2.9** 找不到，需要声明本机自带的 **libz.so.1**、**LibGL** 显卡驱动报错等问题，最后把这些问题解决之后，才终于可以正常使用 **sentaurus** 软件。

解决了这么多的问题，我发现 **AI** 还是不够聪明，有时需要自己去读报错的内容，理解到底是为什么出错，才能理清思路，不然只看 **AI** 的话，思路不清晰只会一错再错。

更重要的是：确实不要用 **Ubuntu** 安装 **sentaurus**，还是用虚拟机比较来的快