探测器仿真软件 RASER进展

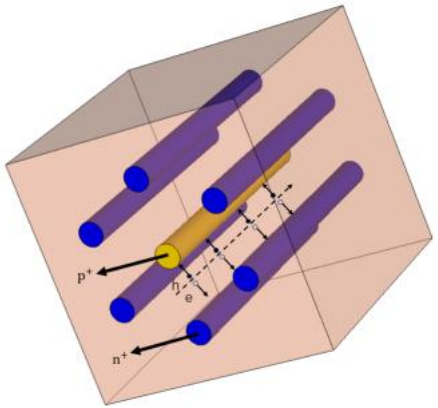
肖素玉

20221014

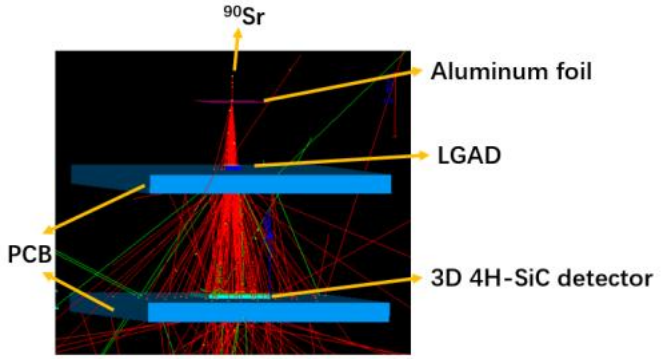
suyu.xiao@iat.cn

RASER功能回顾

- 理论基础 $i(t) = q\vec{v}(t)\vec{E}_w$
- 模拟3D结构SiC PIN探测器的时间分辨 34ps



3D结构SiC结构示意图
中间黄色为p型掺杂，四周蓝色为n型掺杂



90Sr电子源对3D SiC探测器时间分辨实验装置示意图
用Al板将90Sr源放出的低能电子过滤，电子源和SiC之间放置
一个已知时间分辨的LGAD作为参照

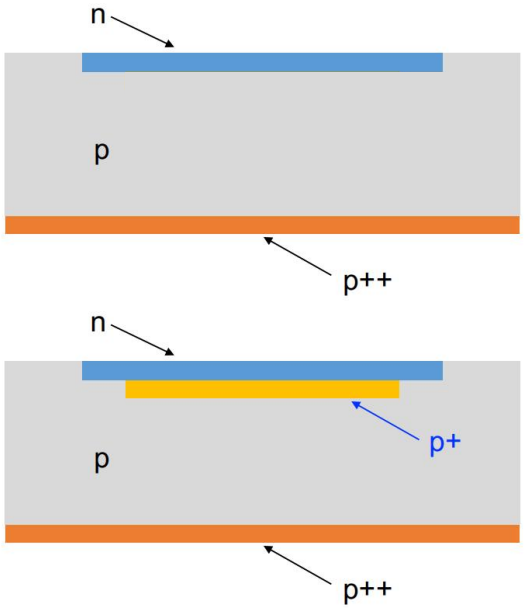
Outline

- 正在添加的RASER仿真功能
  - Si PIN&LGAD探测器 edge-TCT模拟
  - 质子束流监控模拟
  - 3D结构与探测效率之间的关系

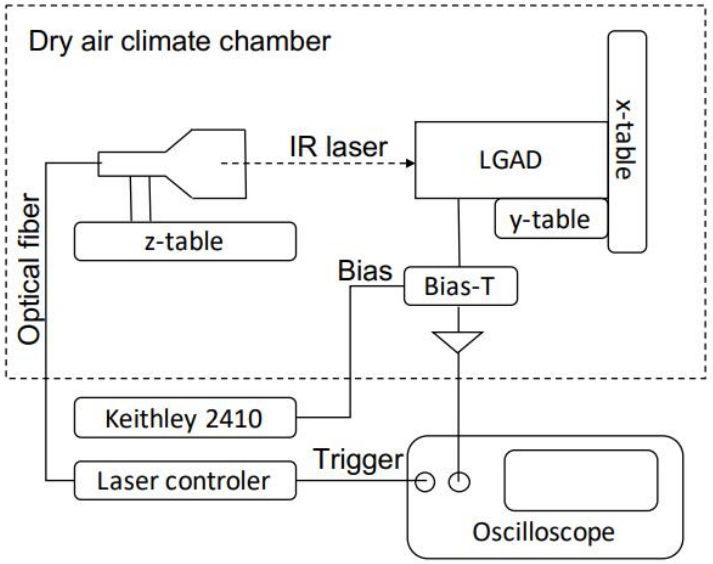
- 即将开展的RASER仿真功能
  - SiC PIN探测器 edge-TCT & top-TCT模拟
  - 辐照特性模拟

Si PIN&LGAD探测器 edge-TCT模拟

- 利用在CERN RD50实验组对HPK(滨松)PIN和LGAD的edge-TCT测试数据，完善RASER对于Si基PIN和LGAD的edge-TCT模拟。

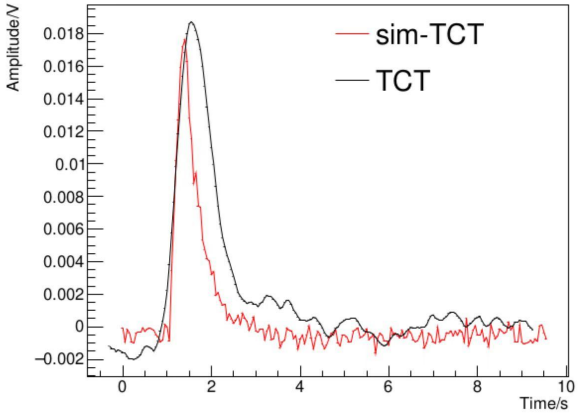


PIN与LGAD结构示意图



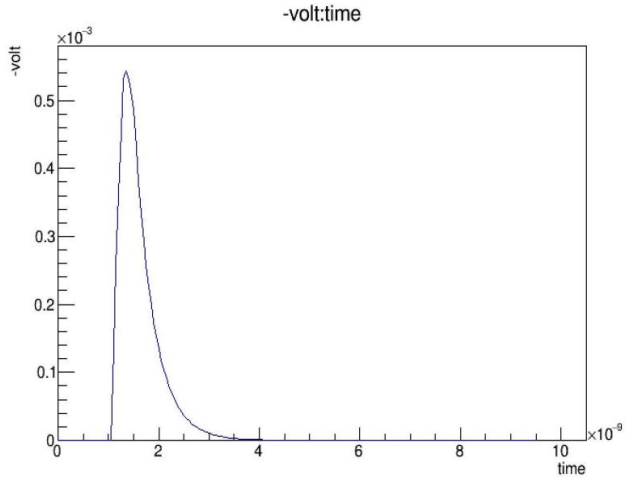
edge-TCT测试原理图

Si PIN&LGAD探测器 edge-TCT模拟



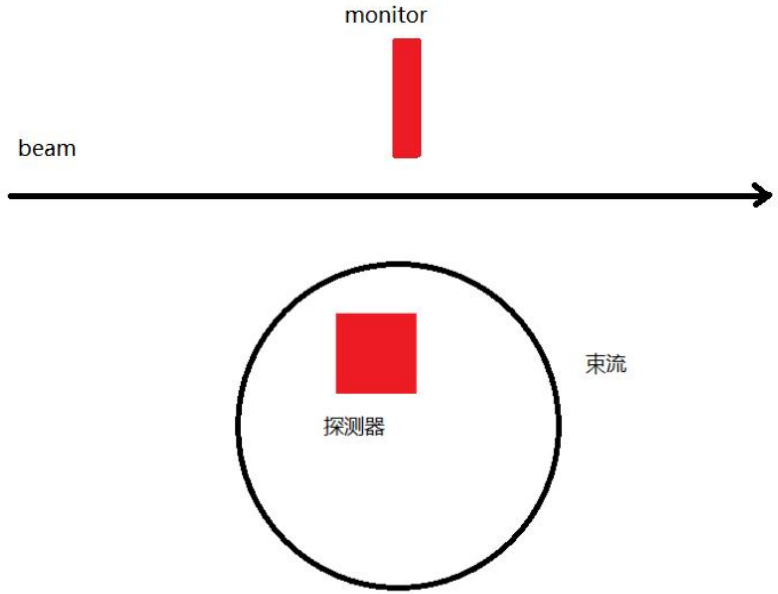
- PIN：完成了实验数据中对于探测器工作时电场、电荷的求解
- 对模拟的波形加入了简化的高斯噪声，此高斯分布提取自实验测试
- LGAD：实现了增益层的添加，增益层有效掺杂浓度取自CV测试

- 优化噪声：从PIN的实验测试中去除模拟波形剩余的部分作为电子学带来的噪声应用于LGAD中
- LGAD倍增优化
- 计算电场、电荷条件优化

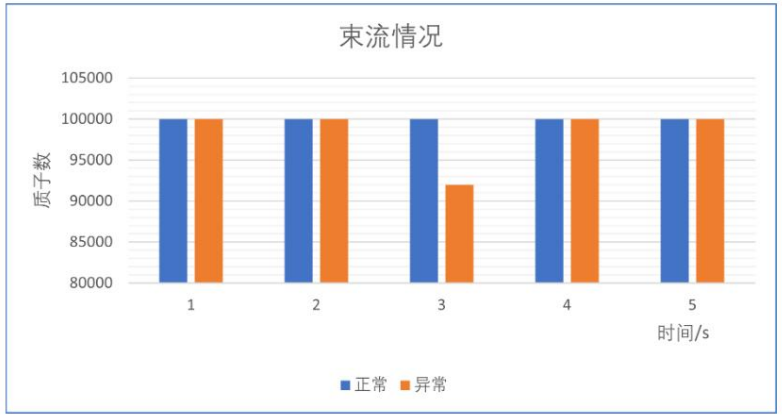


质子束流监控模拟

- 目标：在东莞散裂中子源束流放置探测器，用于长期对束流运行状况的监测



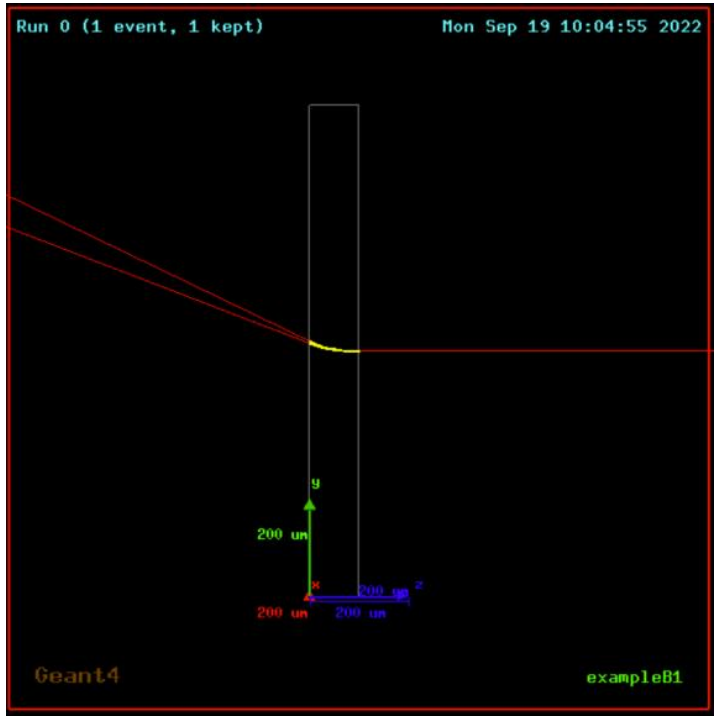
探测器与束流相对位置示意图
多个探测器同时放置在束流周围，可实现同时监测束流强度和束流偏移情况，要求探测器至少可连续正常工作一年，经计算累计辐照量~3×10^{14}neq/cm^3



监测形式
测器与束流相对位置示意图
多个探测器同时放置在束流

质子束流监控模拟

- 实现了单个1.6GeV质子入射SiC PIN探测器的响应模拟
- 统计粒子个数方式：探测器内沉积能量不为0时，粒子个数 + 1

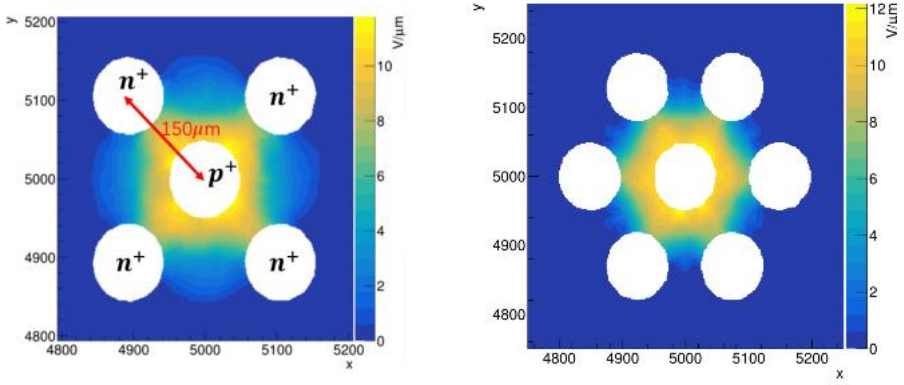


单个质子经过探测器的GEANT4可视化

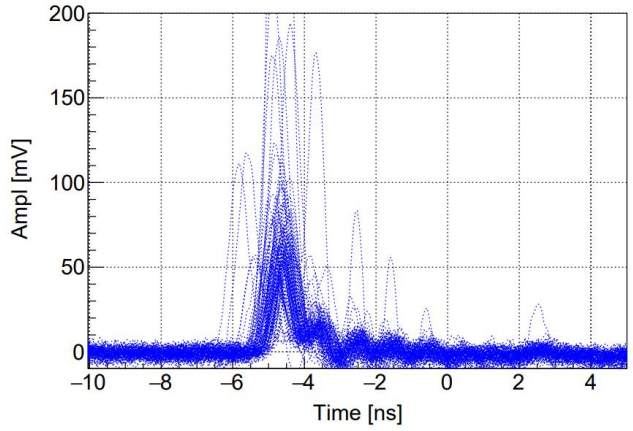
- 修改粒子发射区域，模拟真实束流空间分布
- 根据束流横截面与探测器表面大小重新计算粒子流强
- 记录粒子击中探测器时产生的能量沉积

3D结构与探测效率之间的关系

- 研究电极数目、电极位置、电极直径、束流入射角度对于3D PIN探测器探测效率的影响
- 记录粒子入射数目与沉积能量大小（方法参照束流监控模拟）



5电极与7电极PIN探测器示意图



平面PIN探测器在电子源条件下输出波形

即将开展的RASER仿真功能

- SiC PIN探测器 edge-TCT & top-TCT模拟
  - 在前面Si PIN和LGAD edge-TCT调试基础上，开展对于SiC PIN探测器的edge-TCT研究，获取电场、电荷参数，并开展实验测试优化仿真
  - 对SiC PIN探测器进行top-TCT模拟研究，结合束流入射角度对探测器探测效率的影响，研究单个探测器均匀性、各向同性

即将开展的RASER仿真功能

- 辐照特性模拟
  - 用于束流监控的探测器随着工作时长的增加，性能可能发生变化，有必要对SiC PIN探测器随着辐照剂量增加的性能变化开展研究
  - 1e13(85s)，5e13，1e14，2e14，**3e14**，5e14，1e15(2.36h) 共7个辐照点，每个辐照点3个样品，等待将探测器带到东莞进行辐照
  - 辐照后开展IV、TCT测试，对束流监控进行优化，用TCT方法研究电场随辐照剂量增加的变化

Thanks for your listening.