



μ RWELL探测器研究进展

周 意

核探测与核电子学国家重点实验室
中国科学技术大学

2018年核探测与核电子学国家重点实验室年会

2018年4月26日~27日

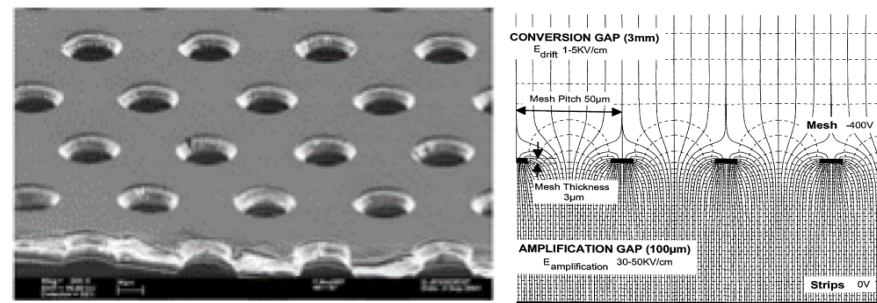


报告概要

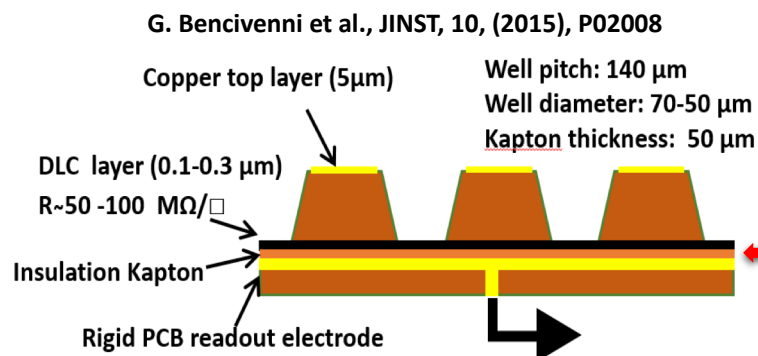
1. μ RWELL 探测器介绍
2. 探测器原型制作及改进
 - μ RWELL探测器制作
 - 探测器改进
3. 性能测试
 - 增益测试
 - 计数率能力测试
 - 束流测试
 - 探测器改进设计
4. 总结

微结构气体探测器发展

- 在当前的大型核与粒子物理实验中，随着对撞机的能量和亮度不断提高，对探测器的位置分辨以及计数率能力提出了很高的要求。
- 传统的微结构气体探测器制作需要张膜，张网，粘胶等复杂流程。
- 随着DLC工艺技术的成熟，将DLC阻性层应用到微结构气体探测器，提出了微结构阻性的井型气体探测器(μ RWELL)。

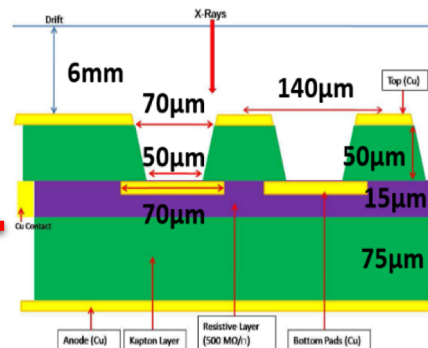


GEM&MicroMegas(~1997)



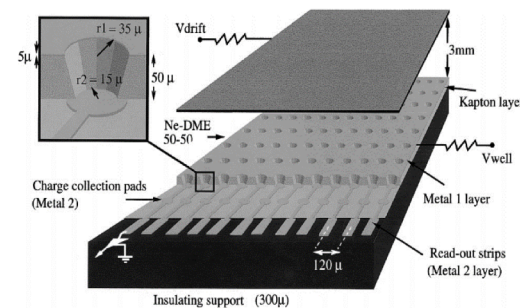
The μ RWELL detector (~2014)

G. Croci, Ph.D. Thesis, 2010



The "Blind" GEM detector (~2009)

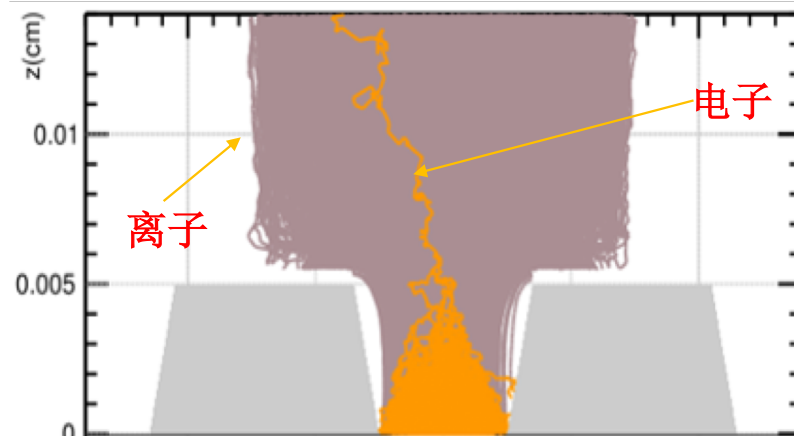
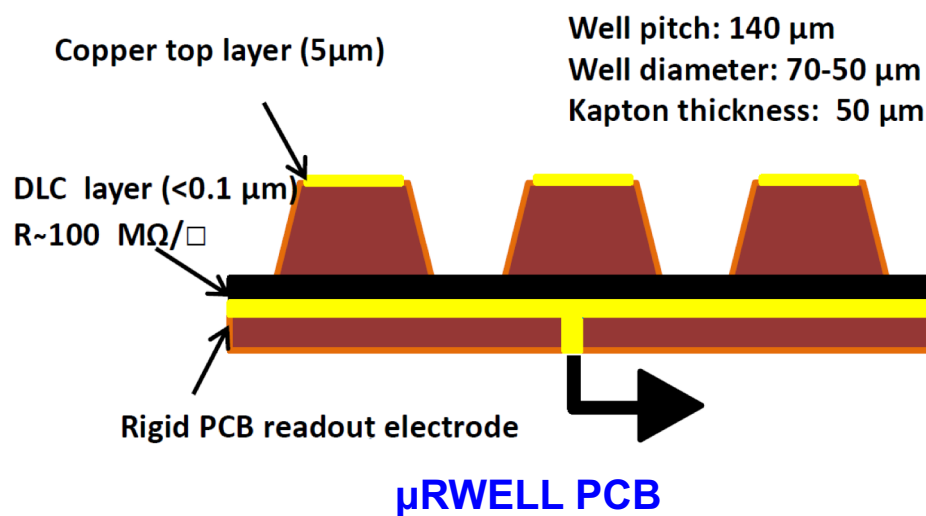
R. Bellazzini et al., NIM A 423 (1999) 125-134



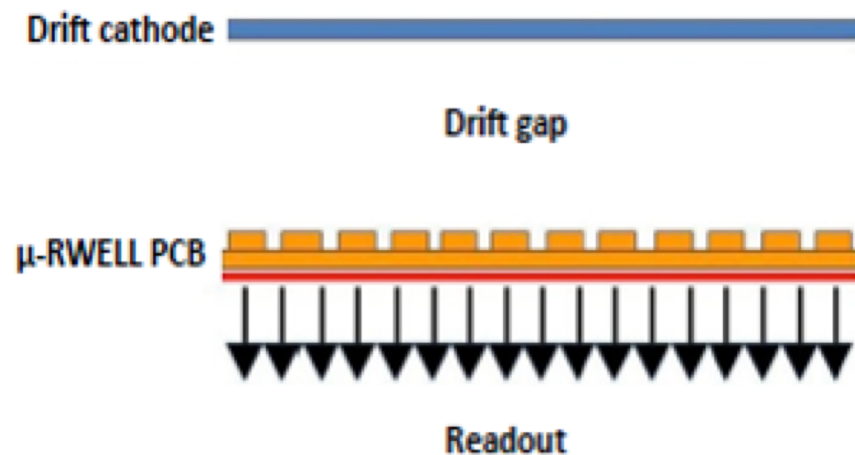
The WELL detector(~1997)

μ RWELL 探测器介绍

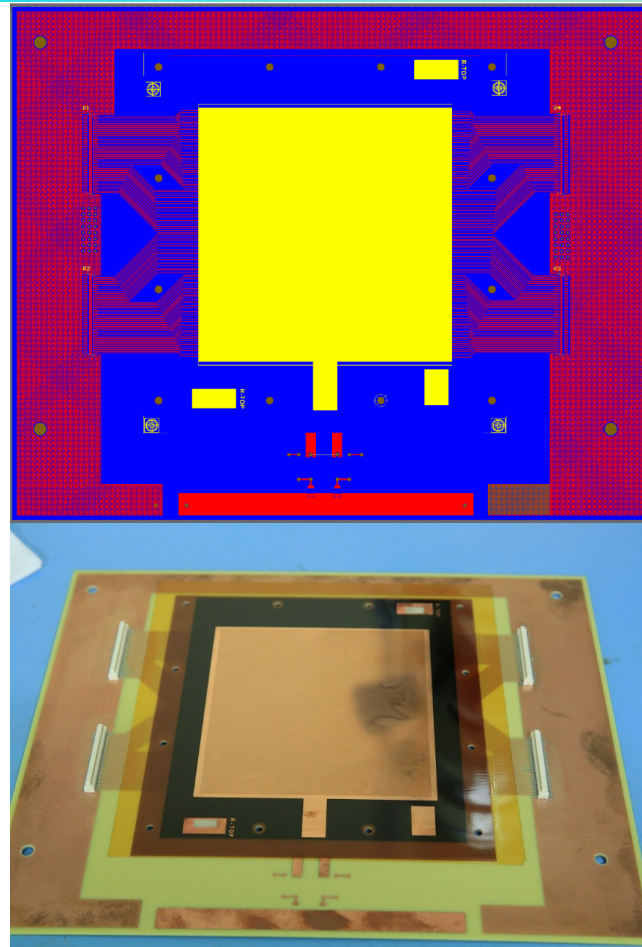
- 使用阻性电极材料，能够有效抑制放电。
- 井型单层放大结构，与读出板直接相连，没有传输区与感应区，增益均匀性更好。
- 探测器的安装过程简单迅速，无需使用张膜，粘胶等复杂的工艺。



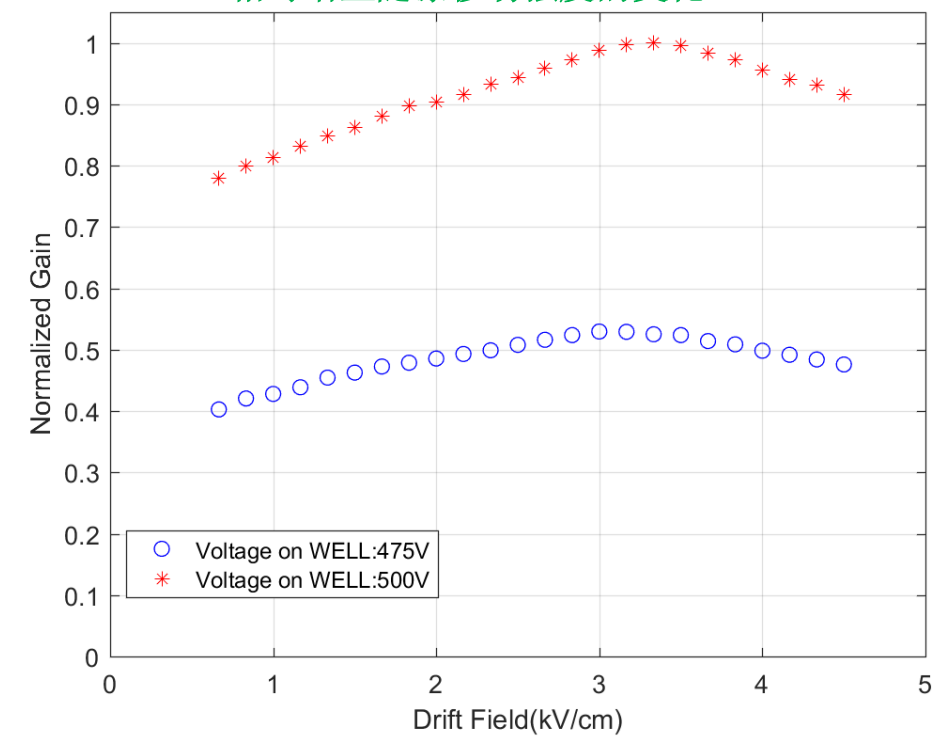
单电子雪崩放大



μRWELL探测器制作



相对增益随漂移场强度的变化

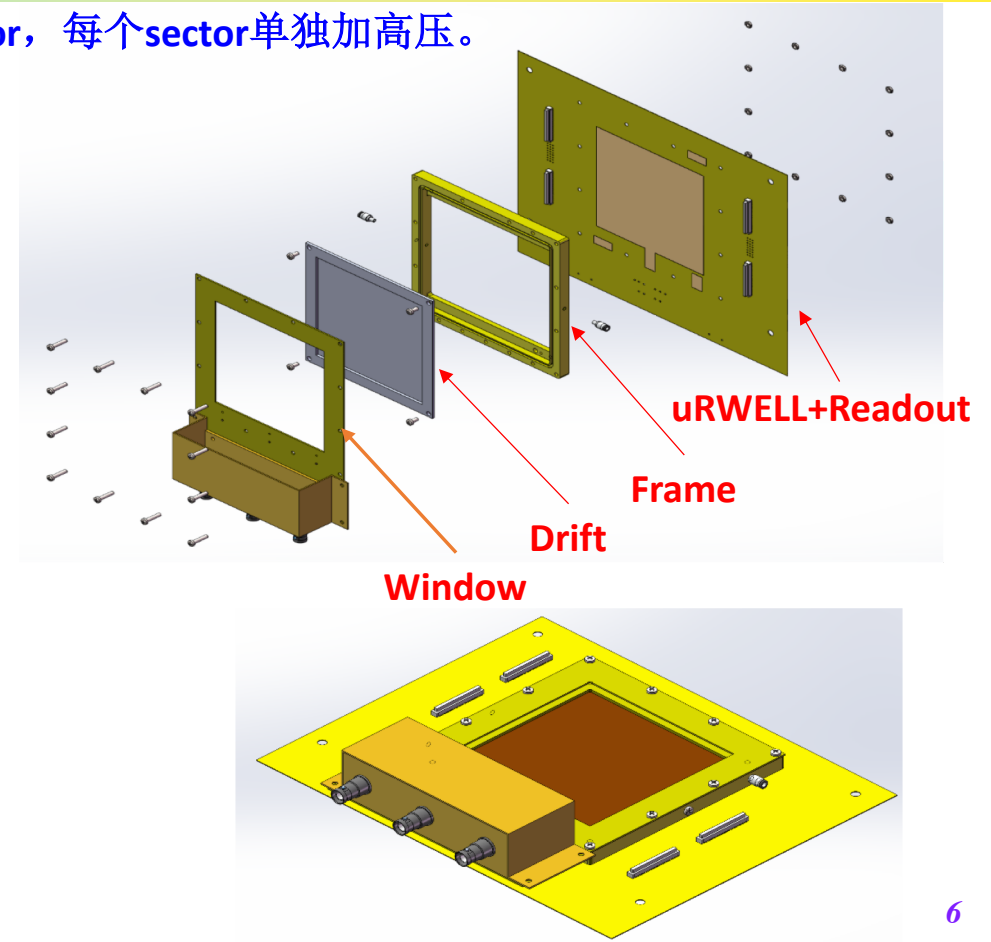
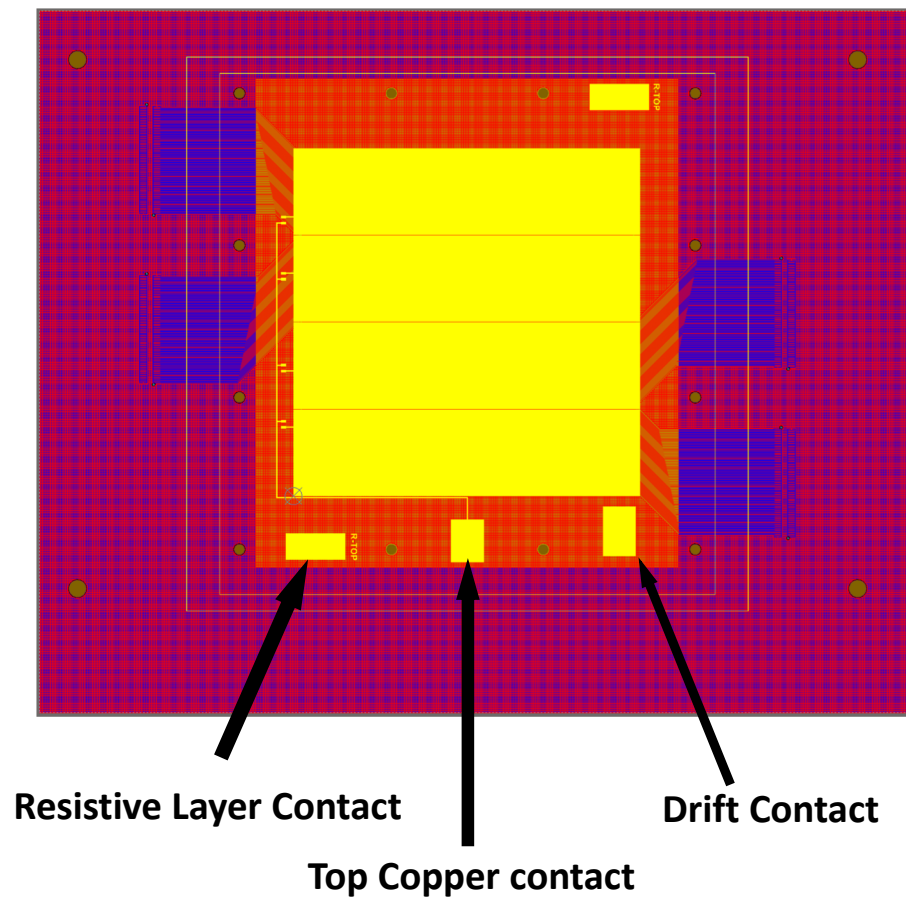


漂移场为3kV/cm时，电子收集效率达到峰值。

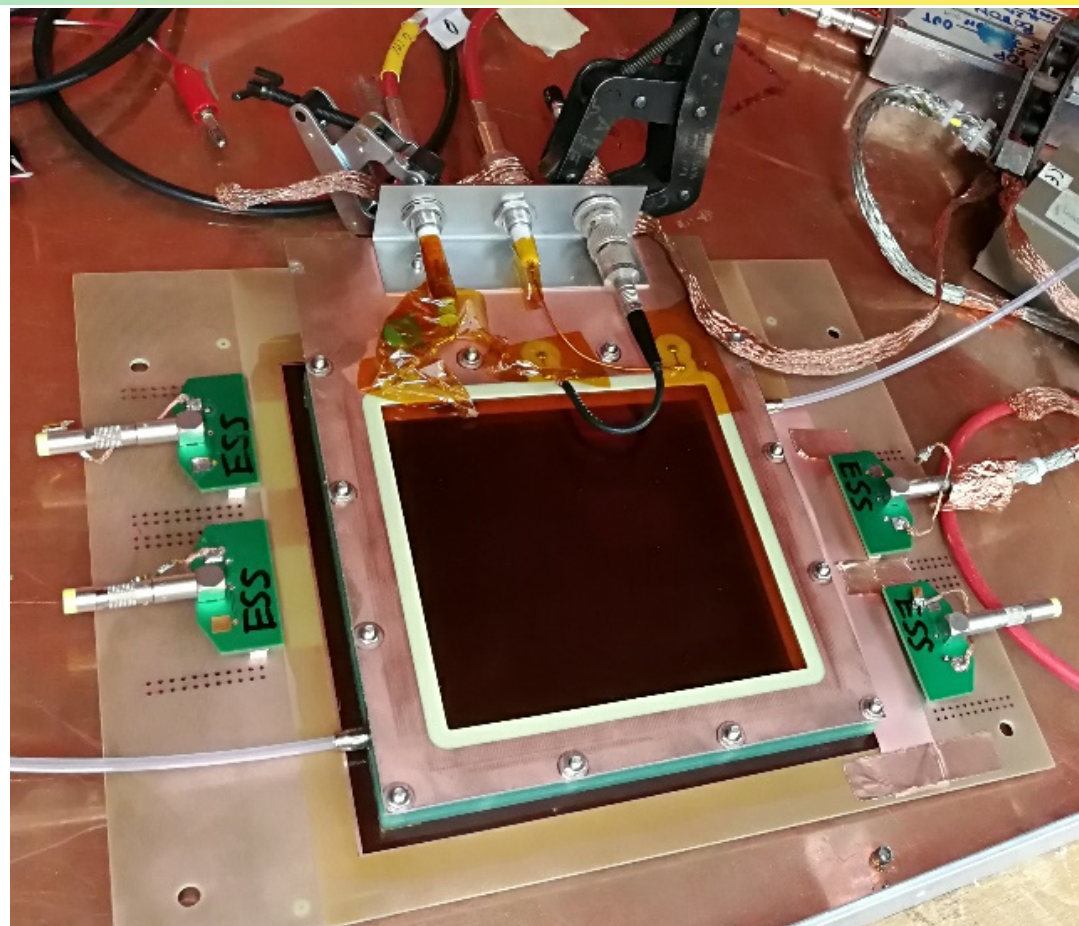
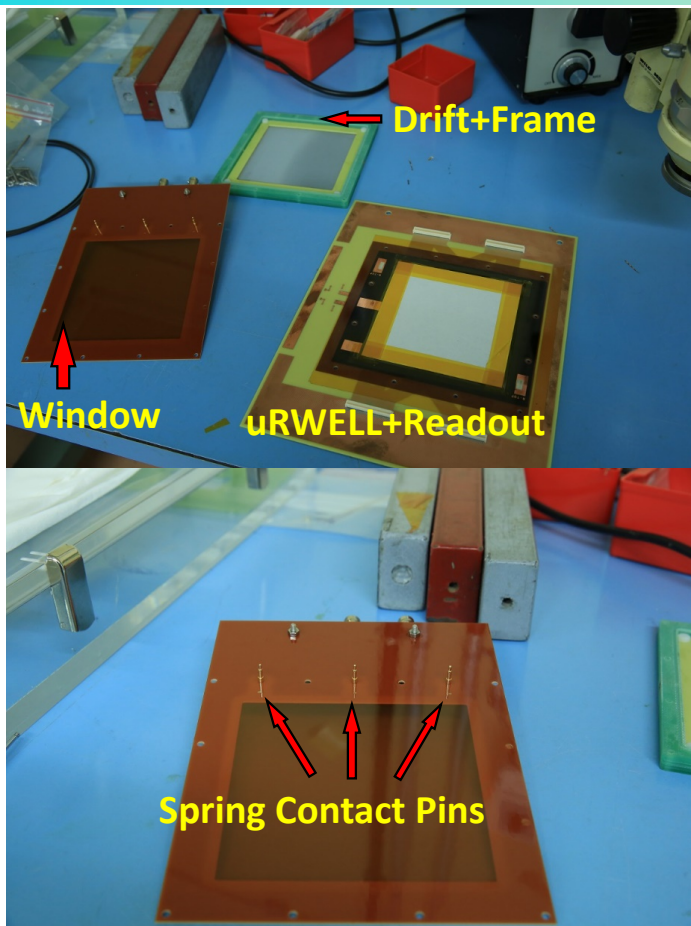
整个探测器灵敏区为1个pad，探测器某个区域短路时会使得整个探测器短路。

探测器改进

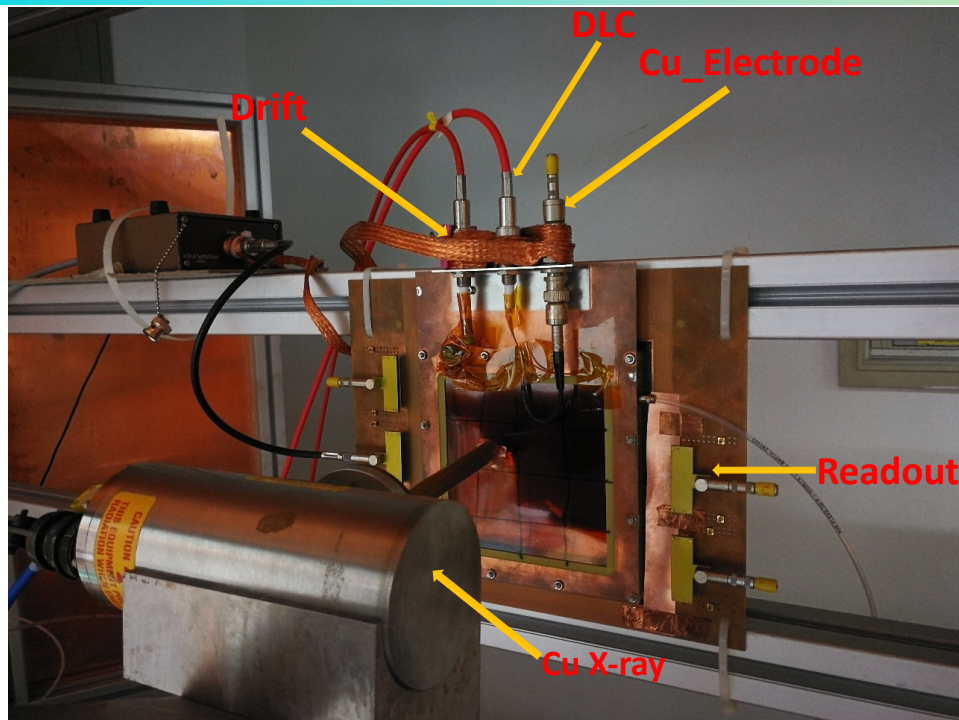
分区式 μ RWELL探测器设计。整个探测器灵敏区分为4个sector，每个sector单独加高压。



探测器组装

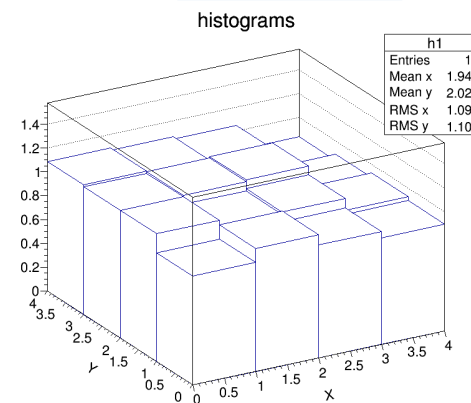
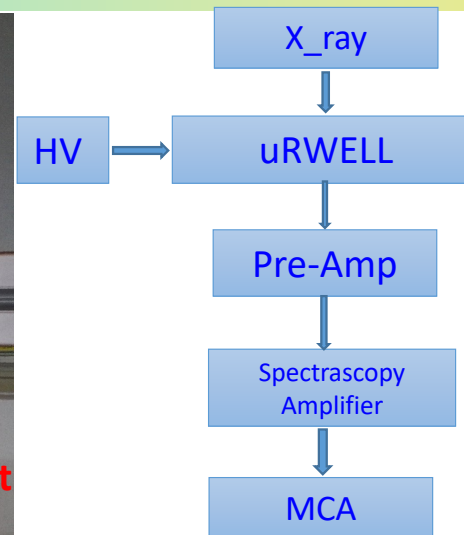


性能测试：增益测试

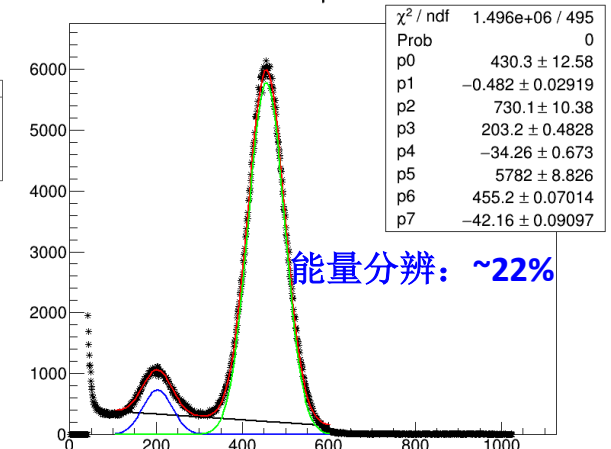
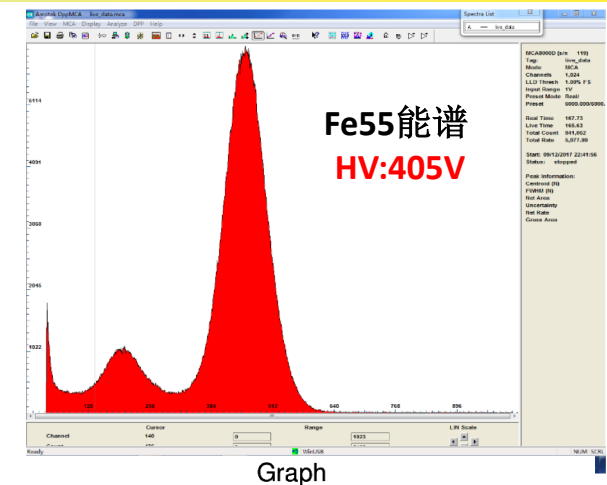


气体：
Ar:CO₂=93:7
漂移区：3mm

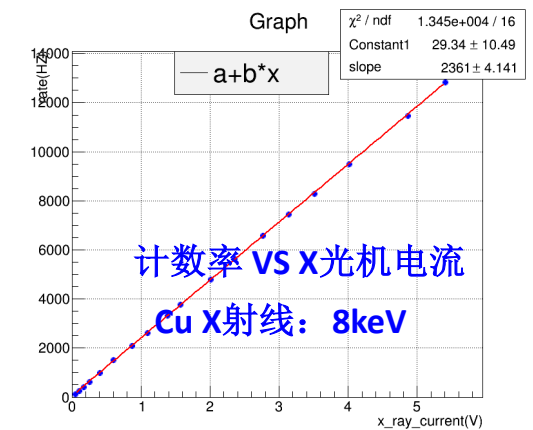
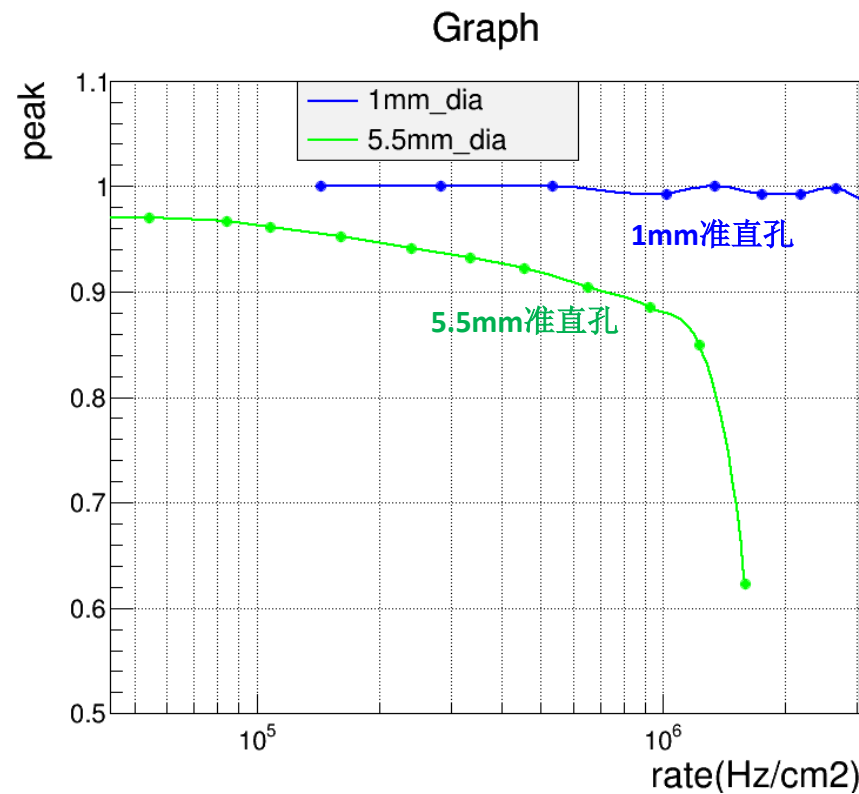
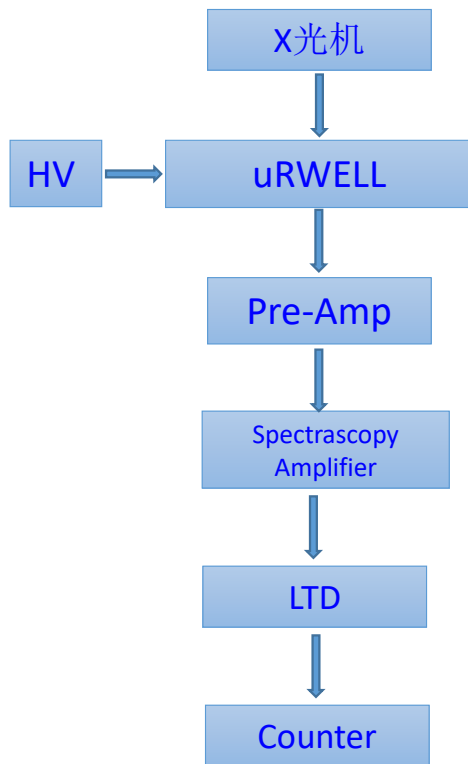
工作参数：
Drift: -300V
DLC: 405V
Cu_Electrode: 0V



增益：~1800±10%



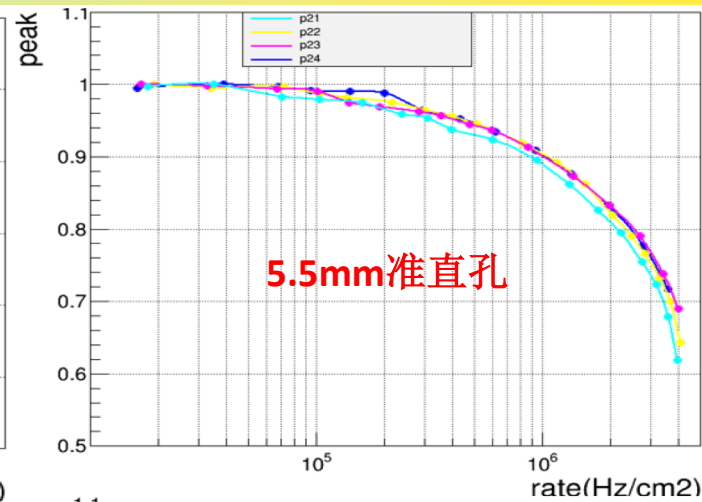
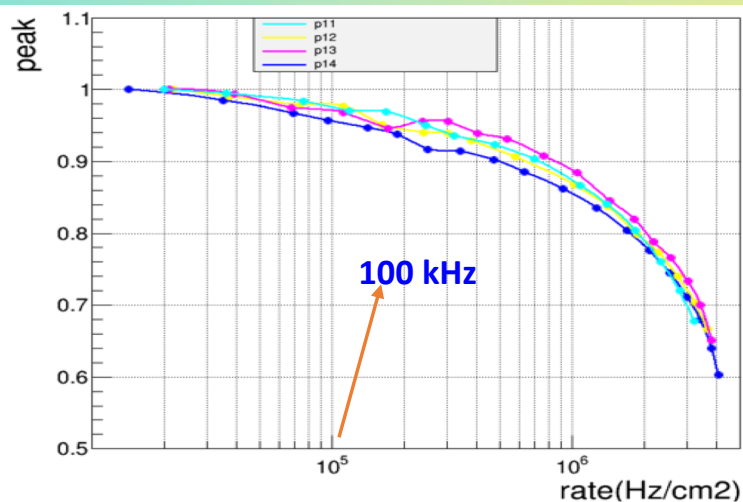
计数率能力测试系统



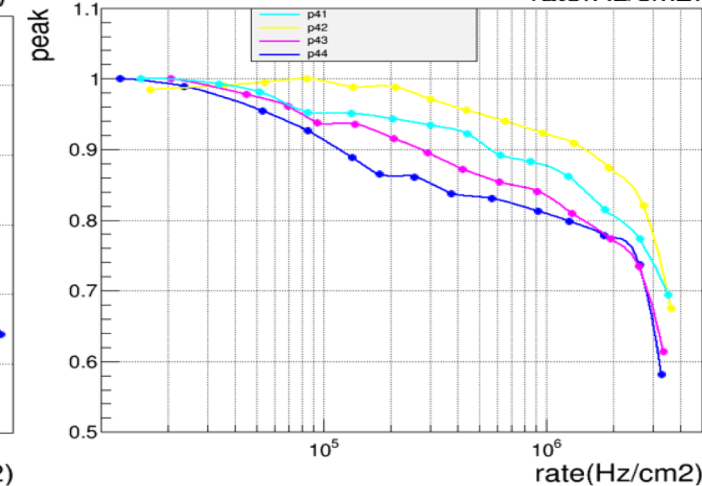
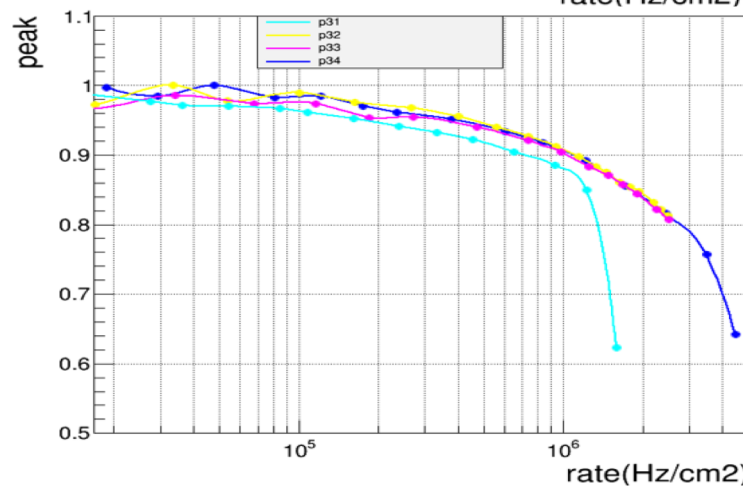
- X光机的计数率与X光机电流具有很好的线性关系。在高计数率情况下，通过测量X光机电流来计算计数率。
- 采用1mm准直孔时，单位时间内的计数低，不能很好表征计数率能力。之后测试采用5.5mm的准直孔。

计数率能力测试结果

计数率: 100 kHz 增益: ~98%



P41	P42	P43	P44
P31	P32	P33	P34
P21	P22	P23	P24
P11	P12	P13	P14



束流测试系统

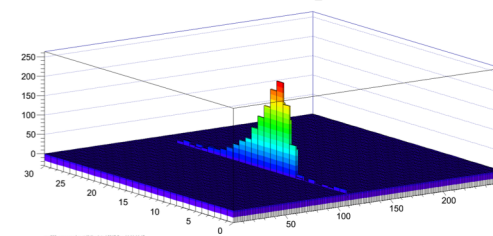
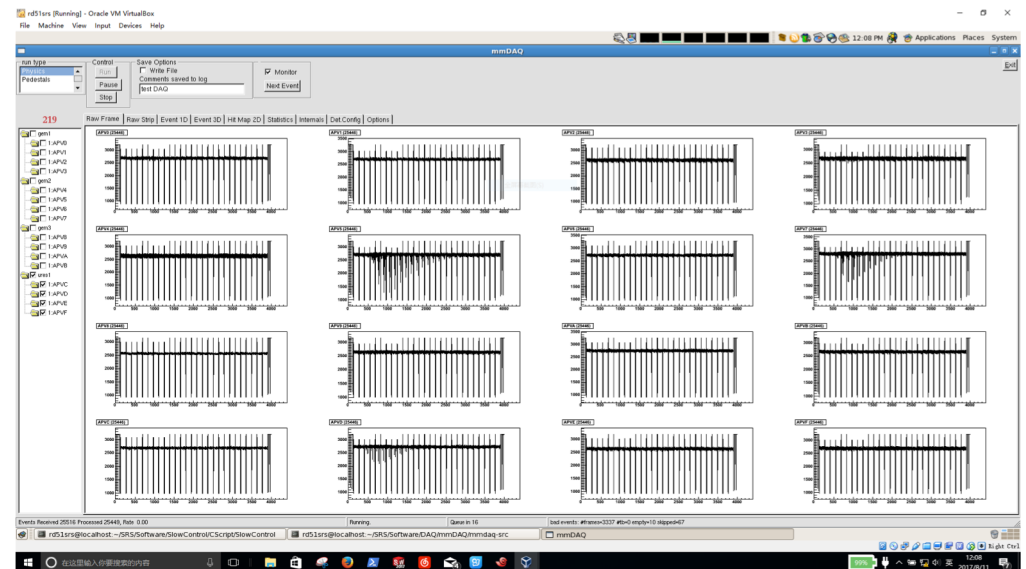


APV25 FEE + SRS System

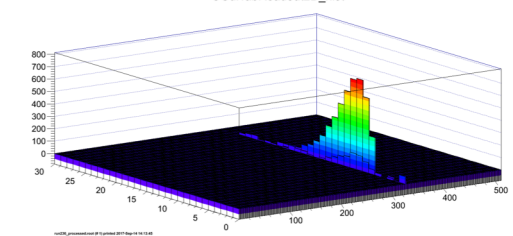
H4 North Area SPS Extraction Line July/Aug 2017

Trace: 3 GEM Gas: Ar/CO₂=93/7 HV: 450V

150GeV muon Beam

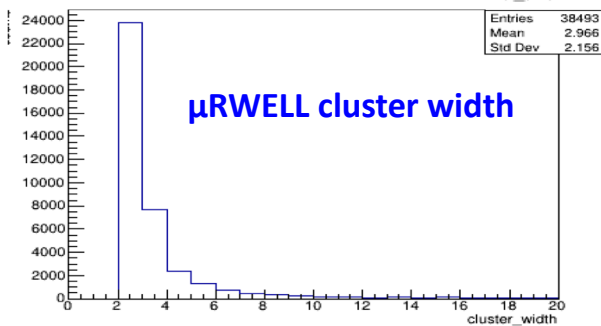
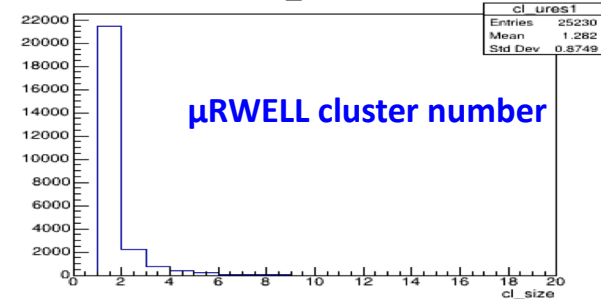
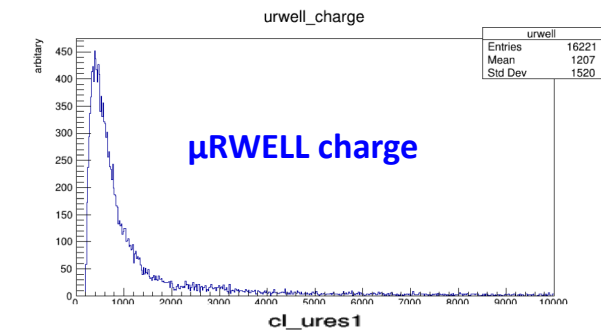


GEM

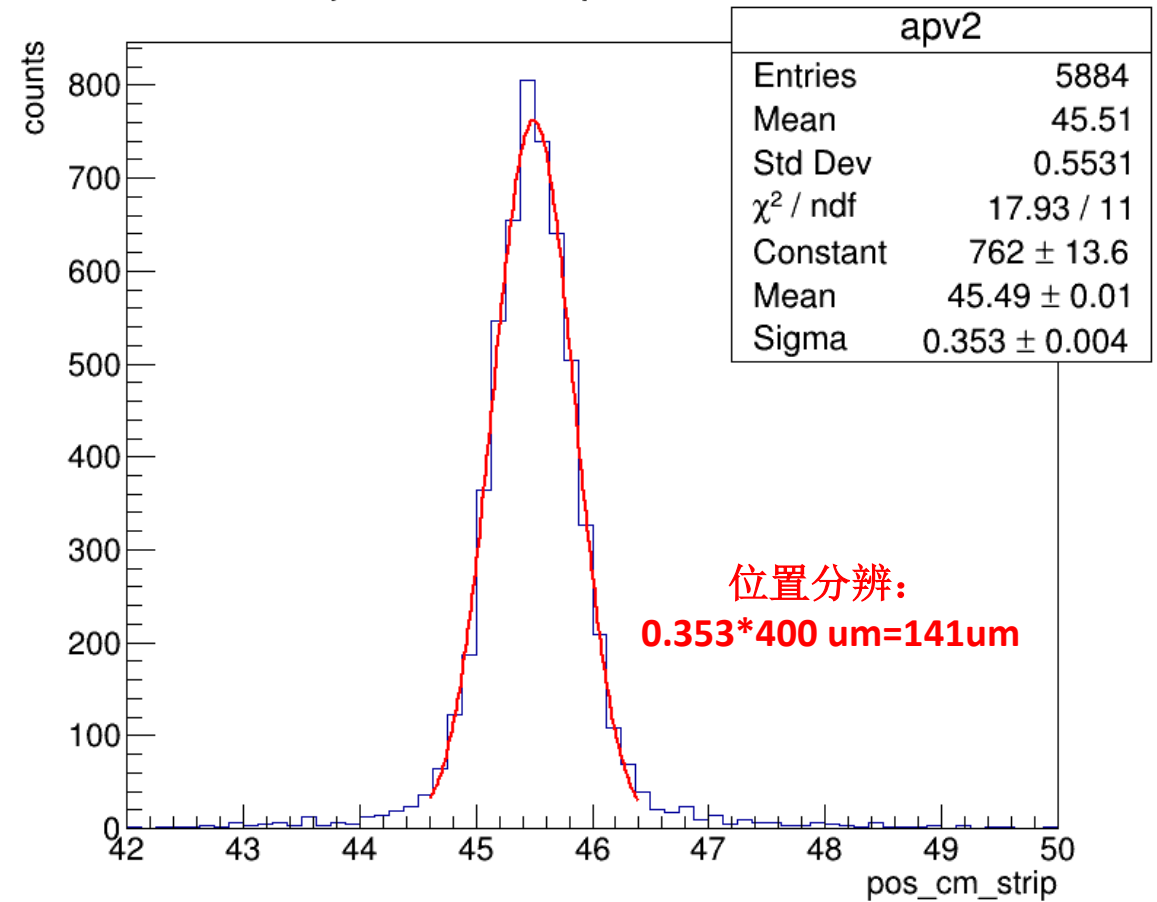


μRWELL

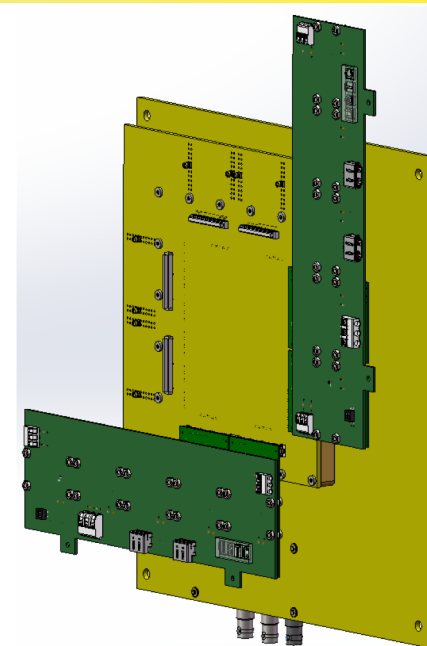
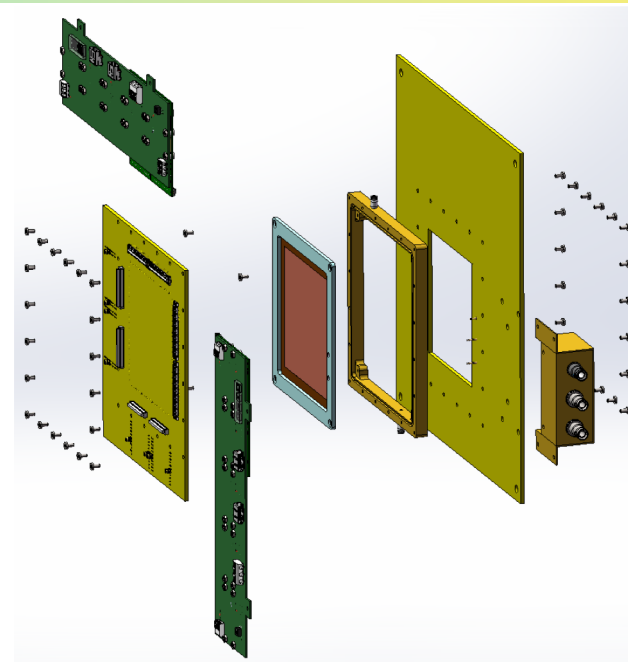
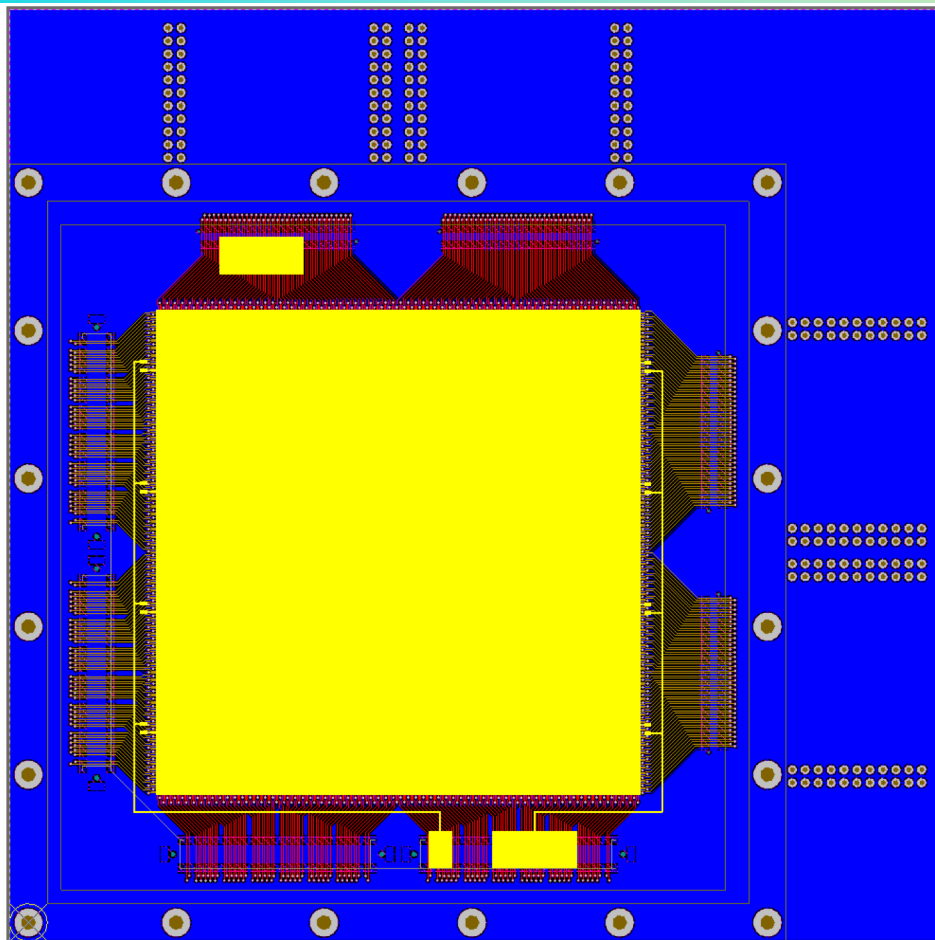
位置分辨测试结果



pos_cm_strip_distribution



探测器改进设计



探测器正在制作当中



总结

- 研究了 μ RWELL探测器的各项性能，制作出了探测器的原型机，并对探测器进行了改进，制作了分区式的探测器。
- 在实验室环境下对探测器的各性能进行了详细的测试。能谱结果给出，探测器的能量分辨为:~22%，工作电压为405V(Ar:CO₂=93:7)时，探测器增益能够达到1800。当入射X射线的计数率达到100kHz/cm²时，探测器的增益下降幅度低于2%。
- 在束流环境下对探测器的位置分辨进行了测试，初步结果给出，位置分辨能够达到141um。
- 在测试结果基础上改进 μ RWELL 探测器，目前探测器设计已完成，探测器正在制作当中。

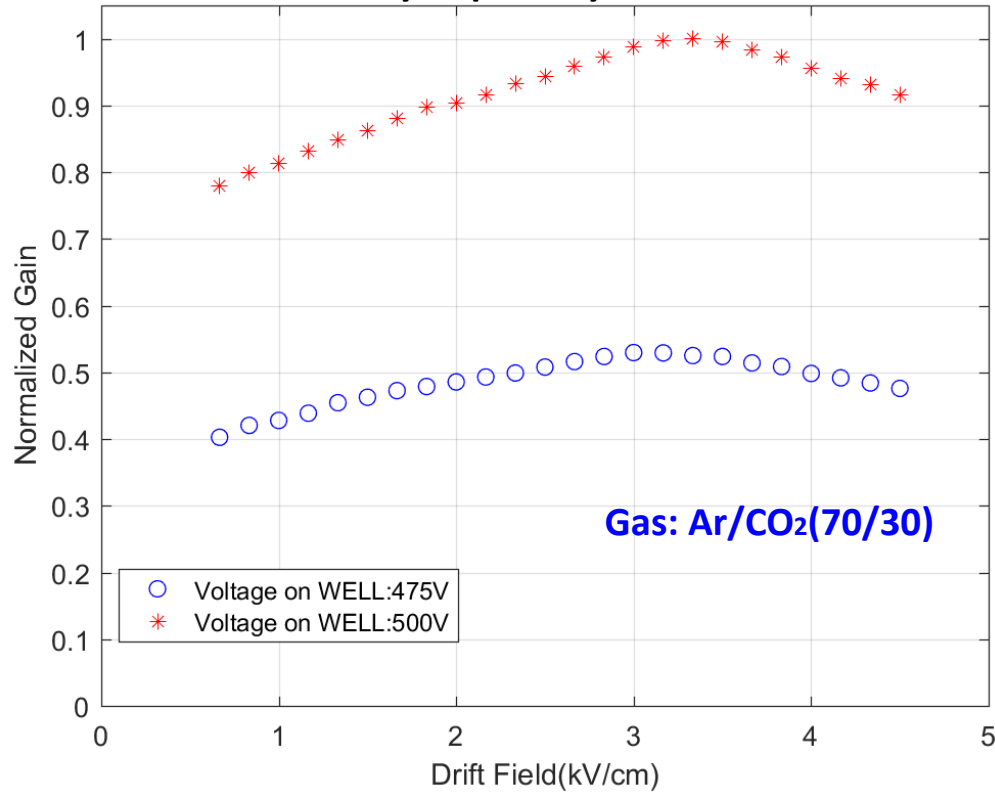
Thanks



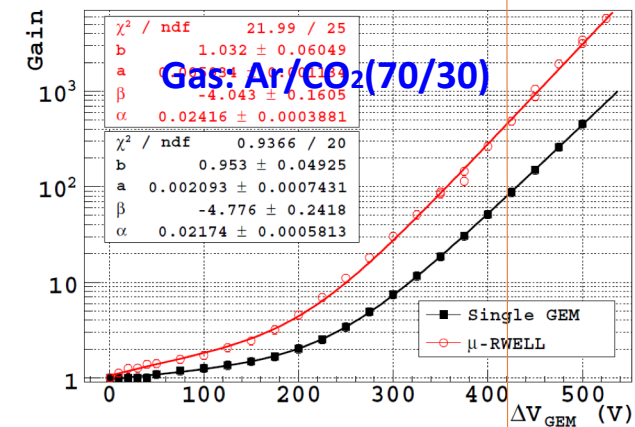
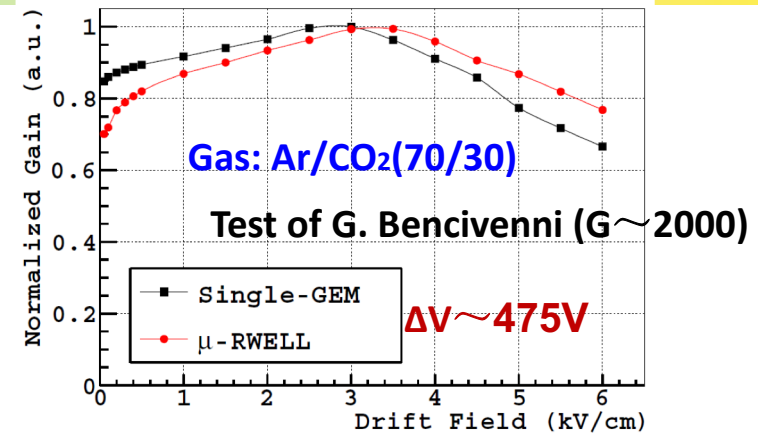
BackUp

原初电子收集效率随漂移场强度的变化

Collection efficiency of primary electrons .VS. Drift field



漂移场为3kV/cm时，电子收集效率达到峰值。



G. Bencivenni et al., JINST, 10, (2015), P02008