

# 汇报人:郝嘉俊 2021年11月26日

# 高纯锗探测器



Water

LEGNED-1000实验概念图

# 低本底物理实验

□ 暗物质直接探测:信号幅度小,噪声要求较高(~10 eV)

□ 无中微子双β衰变: <sup>76</sup>Ge衰变信号能量2.039 MeV, 大动态范围

CDEX未来将同时对暗物质与无中微子双β衰变能区进行观测



# 传统低噪声前放





# 传统大动态范围前放

#### **GERDA**

- □ 全低温(液氩直冷)、JFET输入管、阻容反馈
- **ENC ~230 e**<sup>-</sup>

#### Majorana

- □ 部分低温(冷指制冷)、JFET输入管、
- □ 阻容反馈(非晶锗溅射、~10GΩ @90 K)

#### **ENC ~33 e**<sup>-</sup>







# 提前复位脉冲反馈

#### □ 提前复位

- □ 增加提前复位阈值
- □ 死时间减小至复位时间~0.5 µs

□ 提前复位周期 ~0.5 s(探测器漏电流1 pA)



# 前放电路结构

#### □ 两级放大器, 双通道输出

- □ 高增益通道:~100 eV-150 keV, 250 mV/fC
- □低增益通道: 10 MeV, 2.5 mV/fC

#### **DR >100000 : 1**





- □ 输入端外部电容
  - □ 高纯锗探测器: 0.5 kg, 直径、高度为50 mm, 电极直径为3 mm
    □ C<sub>d</sub>≈1.1pF, C<sub>in</sub>≈2pF
- □ 输入MOS管优化
  - □ 沟道电流: 2 mA
  - □ 尺寸: 2.4 mm/0.3 μm



# 提前复位仿真

#### □ 信号处理时间~40 μs > τ<sub>opt</sub>(~10 μs)



版图

#### □ 面积:~3×3 mm<sup>2</sup>



#### □ 高增益通道输出波形

#### □ 高增益输出信号上升时间:~110 ns

#### □ 高增益档输出幅度/第一级放大器输出幅度放大: 96.5



#### □ 低增益通道输出波形

#### □低增益输出信号上升时间:~25 ns





#### □低增益通道增益: 2.1 mV/fC



□ 噪声测量





#### □ 提前复位验证

**□ 复位间隔时间**~36 μs

#### □ 主放输出幅度不受到复位影响



#### □ 提前复位验证

□ 注入漏电流 ~1.7 pA

□复位电平1.98 V;"提前复位"阈值0.48 V;下阈值0.25 V



# "提前复位"与传统脉冲复位对比 ඛ 输入信号电荷量~50 fC



# "提前复位"与传统脉冲复位对比 □输入信号电荷量~100 fC



总结

#### 日针对高纯锗探测器,设计了一款双增益通道的大动态范围前

放,用于同时观测暗物质直接探测和无中微子双β衰变实验的 关注能区;

# 提出了"提前复位"机制,既避免反馈电阻引入的噪声,同时死时间很小。通过计数率实验验证了有效性; 测试了大动态范围前放在液氮77K低温下的瞬态响应和噪声

性能。

