

用于硅探测器的前端读出 ASIC 噪声优化与低噪声设计技术

硅辐射探测器大量运用于半导体辐射探测系统,如高能物理,天文监测、生物医学和 X 射线衍射应用等领域,然而硅微条探测器由于其较大的探测器电容,其值能够达到几个 pF 到几十 pF,这对于低噪声,高计数率,低功耗的前端读出 ASIC 来说是一个挑战,在这篇文章中,我们提出了新的低噪声优化技术来对噪声进行优化,同时改进了一种新电路的拓扑结构来优化大探测器电容下的噪声斜率。同时设计了一款 4 通道的前端读出芯片,该芯片采用 CMOS 350nm 混合信号工艺,芯片面积为 2.5mm×2.5mm。测试结果表明该芯片输入电荷动态范围为 0.2fC~5fC。噪声水平为 ENC=87e- +5e-/pF,功耗为 3.9mW/channel,最大计数率大于 1Mcps。在 AM241 源下测得能量分辨率为 3.2%。测试结果表明芯片能够满足 X 射线衍射及个人剂量仪运用。在下一版电路改进中,我们设计了一款 64 通路的前端读出 ASIC,为了进一步降低噪声,我们提出了基于基于 Hooge 闪烁噪声模型进行噪声建模及优化。为了降低测试的困难,我们提出采用数字辅助测试的多通道测试方案,为了降低动态功耗,我们提出采用事件驱动的数字读出方案,最终整个芯片的噪声优化仿真结果为 ENC=30e- +5e-/pF,功耗为 4.5mW/channel。

Summary

在这篇文章中,我们对用于硅辐射探测器前端读出 ASIC 低噪声设计方法学进行了总结,同时改进了电路拓扑结构,根据所改进的电路拓扑结构进行了噪声建模及优化,同时设计了一款 4 通道的前端读出芯片,该芯片采用 CMOS 350nm 混合信号工艺,芯片面积为 2.5mm×2.5mm。测试结果表明该芯片输入电荷动态范围为 0.2fC~5fC。噪声水平为 ENC=87e- +5e-/pF,功耗为 3.9mW/channel,最大计数率大于 1Mcps。在 AM241 源下测得能量分辨率为 3.2%。在之后的工作中我们又设计了一款 62 通路前端读出 ASIC,我们提出了基于基于 Hooge 闪烁噪声模型进行噪声建模及优化,我们提出了基于基于 Hooge 闪烁噪声模型进行噪声建模及优化。为了降低测试的困难,我们提出采用数字辅助测试的多通道测试方案,为了降低动态功耗,我们提出采用事件驱动的数字读出方案,芯片的噪声优化仿真结果为 ENC=30e- +5e-/pF,功耗为 4.5mW/channel。在后续工作中我们将对 64 通路进行流片及测试以设计检验理论正确性。

Primary authors: 王,建文 (N); Prof. 高,武 (西北工业大学)

Presenter: 王,建文 (N)