

CsI(Tl) 耦合大面积 APD 的能谱读出系统研制

Tuesday, 16 July 2024 17:00 (15 minutes)

由于 APD 与 CsI(Tl) 的发光光谱更加匹配, 具备获取更佳能谱测量效果的能力, 因此可取代 PMT 和 SiPM 成为高能量分辨率 CsI(Tl) 测量系统中较优异的光电转换器。当前, 国内外对大面积 APD 与 CsI(Tl) 晶体耦合的研究主要从光学耦合、读出电路和整形放大器等方面分析了对能谱测量系统性能的影响。但是, 大面积 APD 具有远小于 PMT 和 SiPM 的内部增益、较大的结电容、较高的过量噪声等缺点, 使得有效信号读出困难; 与此同时, CsI(Tl) 晶体的发光衰减时间较长, 易产生脉冲堆积和基线漂移, 降低了通过率和分辨率。而现有对 CsI(Tl) 耦合大面积 APD 的能谱测量系统的研究, 未能针对上述问题提出解决方法。

因此, 本文从前置读出电路、数字处理算法两方面开展改进方法的研究, 并完成了高性能 CsI(Tl) 耦合大面积 APD 的能谱测量系统的研制。该系统具有以下显著特点: 设计了 Multi-JFET 结构的前置读出电路, 可匹配大面积 APD 探测器, 实现高信噪比读出; 同时, 设计了数字脉冲处理器, 实现了对称零面积数字梯形成形算法, 提升脉冲通过率和能量分辨率。

通过对 ^{137}Cs , ^{241}Am 等放射源进行能谱分辨率测量, 分别测得为 $4.35\% @ 662\text{keV}$, $24.7\% @ 59.5\text{keV}$, 实现对不同放射源的能谱响应测试; 对 ^{241}Am 放射源在计数率 $1\sim 50\text{kcps}$ 的范围内进行能谱测量, 测得 59.5keV 的全能峰分辨率由 $21.8\% @ 1\text{kcps}$ 变化为 $26.8\% @ 50\text{kcps}$, 道址由 $461 @ 1\text{kcps}$ 变化为 $428 @ 50\text{kcps}$; 相比于传统梯形成形的分辨率由 $18.8 @ 1\text{kcps}$ 变化为 $50.3 @ 50\text{kcps}$, 道址由 $486 @ 1\text{kcps}$ 变化为 $396 @ 50\text{kcps}$ 均具有明显提升。

通讯作者: 曾国强, 成都理工大学, 13881936804, zgq@cdut.edu.cn

Primary authors: 胡, 传皓 (成都理工大学); 任, 席 (成都理工大学); 杨, 博文 (成都理工大学); 曾, 国强 (成都理工大学)

Presenter: 任, 席 (成都理工大学)

Session Classification: 第二分会场 (RBS4)

Track Classification: 电子学