

Topmetal-M2 一种新型的像素传感器

以粒子对撞机等大型科学装置为代表的高能物理实验是当今物理学的一个重要研究课题。硅像素芯片是目前位置灵敏型探测器的研究热点，其优势在于极低的噪声和超高的位置分辨率。Topmetal-M2 是 2021 年采用 GSMC 130nm CMOS 工艺制造的大面积像素传感器芯片。Topmetal-M2 的像素阵列包含 400(行)× 512(列) 像素，像素尺寸为 $45\mu\text{m}\times 45\mu\text{m}$ ，分为 16 个子阵列，每个子阵列 400×32 像素。芯片采用顶层金属传感器和单片有源像素传感器 (MAPS) 两种方式收集心理信息，粒子在传感器内和顶层金属上沉积的电离电荷都可以被收集。每个像素单元电路主要由一个低噪声电荷灵敏放大器 (CSA) 和一个通过电容充电来计算时间的测量电路组成 (TAC)。CSA 用来建立用于能量重构的信号，记录粒子的能量信息；TAC 用于测量粒子到达传感器时间。两路信号最终分别由两级源跟随读出，利用这种机制，可以测量粒子的轨迹、击中位置、能量和到达时间。整个阵列的读出采用经典的 Rolling Shutter 结构，由行列扫描电路控制，其功能为对整个像素阵列进行行列扫描，依次将每个像素记录的能量和时间信息送至模拟驱动电路，每组像素配置了两个模拟驱动电路，它们将像素中 CSA_OUT 和 TAC_OUT 的模拟电压值读出至片外。

经测试验证，Topmetal-M2 的帧读出率为 1.25KHz，最低功耗为 $\sim 0.73\text{W}$ 。像素电荷输入范围为 $\sim 0\sim 4\text{ke}^-$ ，电压输出范围为 $\sim 0\sim 378\text{mV}$ ，电荷-电压转换增益为 $\sim 94.4\mu\text{V}/\text{e}^-$ ，ENC 大小为 $\sim 20.75\text{e}^-$ (包括读出电子系统噪声)。

Primary authors: 周, 世强 (华中师范大学); 王, 东; 方, 倪 (华中师范大学); 隗, 彦伟 (N); 董, 春来; 陈, 燃 (Central China Normal University); 李, 牧宪

Presenter: 周, 世强 (华中师范大学)

Session Classification: 第二分会场 (RBS2)

Track Classification: 核电子学及其应用的研究成果