Contribution ID: **26** Type: **分会报告**

基于 ASIC 的电荷灵敏前置放大器设计

Tuesday, 4 July 2017 14:00 (20 minutes)

电荷灵敏前置放大器具有在尽可能低地产生附加噪声的前提下放大探测器信号的功能，在核物理和粒子物理实验研究中的信号处理与分析方面有着不可替代的作用。随着实验技术的不断发展, 核物理研究的实验规模越来越大, 在一个实验测量系统中, 需要的探测单元和前置放大器也越来越多。在这种大实验测量系统中, 目前常用的通用型前置放大器在体积和造价上都不再适应实际要求。因而开发研制小型化、高集成度的电荷灵敏前置放大器就显得十分必要了。
本文采用 ASIC 技术设计了一款高集成度、快上升时间、低噪声和高稳定度的电荷灵敏前置放大器用于放射源能谱测量，要求其上升时间小于 120ns, 信噪比高于 40dB，且具有稳定的变换增益。
本文采用全定制模拟流程手工布线，所设计电荷灵敏前置放大器的核心部分——集成运算放大器选用二级密勒补偿方案，二级密勒补偿运算跨导放大器结构主要包括输入级放大电路部分、第二级放大电路、偏置电路和相位补偿电路四个部分，四个部分的电路可以分别等效为跨导级、负载级、跨导级、负载级，完成了两次由电压到电流再到电压的转换。另外在外部电路设计上，由于运放的差分输入级很难做到完全对称，导致输出信号的偏置电压会高于零点或低于零点，本文为保证输出信号偏置正常，与传统电荷灵敏前置放大器直接将正相输入端接地不同的是将正相输入端通过一个可调电阻接地，这样通过调节该电阻的阻值可以将输出的偏置调至零点。
在实际测试中，用信号源产生方波信号，经微分电路转换为电荷信号作为电荷灵敏前置放大器输入信号。通过改变信号源输入信号的电压幅值和微分电路的电容值设置输入电荷灵敏前置放大器的电荷值，用示波器测量其输出的电压幅值，可以计算出电荷灵敏前置放大器的增益系数。设置反馈电容的容值为 1pF，则其理性增益系数为 1，改变不同输入电压幅值和微分电路电容值进行多组测试，测得其增益系数为 0.87，与理论计算值的偏差在可接受范围之内。以等效输入电荷量为横坐标，以输出信号的电压幅值为纵坐标，根据记录的实验数据在坐标图中汇出各点，进行线性拟合并计算出各组测试数据的线性相关系数以评价电荷灵敏前置放大器变换增益的稳定性。
结论：本文采用 0.13us 工艺，设计芯片面积大小为 670um*350um，面积小，便于高密度集成；其输出信号上升时间为 118ns，实现了预期设计目标；信噪比达到了 48dB，满足设计要求；在变换增益稳定性测试中，各组实验输入输出值线性拟合所得线性相关系数均高于 0.99，说明输入信号与输出信号线性度好，电荷灵敏前置放大器增益稳定。

Primary authors: Mr LIANG, Futian (University of Science and Technology of China); Mr 葛, 达 (中国科技大学)

Co-authors: Dr LI, Feng (USTC); Mr FENG, bo (University of Science and Technology of China); Ms ZHU, chenxi (University of Science and Technology of China); Prof. JIN, ge (University of Science and Technology of China); Dr CHEN, lian (University of Science and Technology of China); Mr ZHU, yulong (University of Science and Technology of China)

Presenter: Mr 葛, 达 (中国科技大学)

Session Classification: 核电子学与探测技术 I

Track Classification: 核电子学与探测技术