

全国辐射探测微电子学术交流 会 NME'2021

Friday, November 26, 2021 - Saturday, November 27, 2021

Book of Abstracts

Contents

一种像素内数字化的积分型像素探测器读出芯片	1
ATLAS 实验高颗粒度高时间分辨探测器	1
一种用于解决电荷共享效应的像素探测器读出芯片设计	1
用于硅探测器的前端读出 ASIC 噪声优化与低噪声设计技术	1
Carbon doped low gain avalanche devices with improved radiation hardness for ATLAS HGTD project	2
NICA-MPD 电磁量能器高时间分辨读出电子学的研究	2
用于 CEPC 顶点探测 CMOS 像素读出的片上高速数据串行发送 ASIC 设计	2
用于 CEPC 内层顶点探测器的高计数率 CMOS 像素探测器芯片研制	3
Topmetal-M: 一种用于紧凑型径迹探测应用的新型像素传感器	3
多能谱 CT 成像光子计数型像素芯片设计与测试	4
Double SOI-A Promising Technology for Radiation Hardened ICs	4
基于 65nm 工艺的时间投影室低功耗模数混合读出芯片研制进展	4
Design of a low-noise, DC-coupled, multi-channel readout ASIC for semiconductor detec- tors	5
用于 LGAD 读出的前端模拟原型 ASIC 设计	5
高纯锗探测器大动态范围 CMOS 前放设计	5
EMPIX: 一款用于超快电镜成像的大动态范围像素阵列探测器读出芯片	6
一种用于硅像素探测器的光子计数像素型可重构读出 ASIC	6
用于暗物质粒子检测的多通道 10^{14} 位、1 MSamples/s、事件驱动的单斜坡 ADC 的设 计	7
基于延迟锁相环结构的 TDC 原型 ASIC 设计	7
SOI 像素探测器的研究进展	8
特邀报告: Topmetal 芯片及其应用	8

一种用于高能同步辐射光源中的积分型像素阵列探测器系统	8
A 2-D clustering algorithm for data reconstruction in vertex detector of ILC	9
基于金属/半导体/金属结构的 CdMnTe α 粒子探测器的研究	9
eXTP 中 GPD 焦平面相机探测平面平行度性能研究	9
ASIC 在空间天文项目中的应用及需求	9
面向高能物理实验的高速高精度 SAR ADC	10
晶格材料的构建及在辐射剂量探测中的应用	10
深亚微米工艺低温特性解析模型研究	10
一种基于像素型气体探测器的软 X 射线测量装置读出电子学系统	11
用于 NICA MPD ITS 读出的前端数据汇总与传输原型 ASIC 设计	11
HFRS 束线中位置灵敏探测器读出芯片研制	12
CEE-MWDC 探测器的前端读出芯片研制	12
特邀报告: CEE-TPC 高计数率前端读出电子学研究	12
4H-SiC 快中子探测器的中子转换层 Geant4 模拟与分析	13
单粒子效应分析软件 Rad-Ray 的改进研究	13
特邀报告: 光电成像探测器辐照损伤效应研究进展	13
基于 4H-SiC 快中子探测器的电流型模拟前端读出电路初步设计	13
硅阵列探测器前端变增益宽动态读出 ASIC 初步设计	14
集成电路抗单粒子效应辐射评估技术研究	14
中国核学会秘书长致辞	15
特邀报告: 中科大粒子物理实验 ASIC 研究	15
特邀报告: 超低噪声前端读出 ASIC 研制及应用	15
特邀报告: 高能所像素探测器设计、应用和研发进展	15
特邀报告: 辐射探测微电子在其他领域中的应用	15
碲锌镉辐射探测器的研究与应用进展	15
X 射线衍射成像用 64 通路前端读出 ASIC 设计	15
Topmetal-M: 一种用于紧凑型径迹探测应用的新型像素传感器	16
NICA-MPD 电磁量能器高时间分辨读出电子学的研究	16
一种基于像素型气体探测器的软 X 射线测量装置读出电子学系统	16
国产化个人剂量管理系统研制进展	16

ASIC 芯片及模块应用案例 16

0

一种像素内数字化的积分型像素探测器读出芯片

Author: 李木槿¹

Co-authors: Wei WEI¹; Xiaoshan Jiang ·²; 珊珊崔¹

¹ 高能所

² IHEP C.A.S.

Corresponding Author: limujin@ihep.ac.cn

1

ATLAS 实验高颗粒度高时间分辨探测器

Author: LIANG Zhijun¹

Corresponding Author: liangzj@ihep.ac.cn

2

一种用于解决电荷共享效应的像素探测器读出芯片设计

Author: Shanshan Cui¹

Co-authors: Wei WEI²; Zheng Wang³; 李木槿²

¹ IHEP, CAS

² 高能所

³ IHEP

Corresponding Author: sscui@ihep.ac.cn

3

用于硅探测器的前端读出 ASIC 噪声优化与低噪声设计技术

Authors: 建文王¹; 武高²

¹ N

² 西北工业大学

Corresponding Author: wangjianwen@mail.nwpu.edu.cn

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。

4

Carbon doped low gain avalanche devices with improved radiation hardness for ATLAS HGTD project

Author: Mei Zhao¹

Co-authors: Joao Guimaraes Costa ; Kewei Wu ; Mengzhao LI²; Xuewei Jia³; Zhijun Liang³; 樊云云; 王蔚

¹ 高能所, IHEP

² 高能所

³ IHEP

Corresponding Author: zhaomei@ihep.ac.cn

5

NICA-MPD 电磁量能器高时间分辨读出电子学的研究

Authors: 智邓¹; 鹏程艾¹

Co-authors: Chendi Shen²; 义王¹; 鑫驰冉¹

¹ 清华大学

² Tsinghua University

Corresponding Author: pengcheng.ai@mails.cnu.edu.cn

6

用于 CEPC 顶点探测 CMOS 像素读出的片上高速数据串行发送 ASIC 设计

Author: Xiaoting Li¹

Co-authors: Jia Wang ²; Jianing Dong ³; Joao Guimaraes Costa ; Liang ZHANG ⁴; Long LI ⁵; Raimon Casanova ⁶; Ran Zheng ²; Sebastian Grinstein ⁶; Tianya Wu ⁷; Wei WEI ⁸; Xiaomin Wei ²; Ying ZHANG ¹; Zhijun Liang ¹

¹ IHEP

² Northwestern Polytechnical University

³ 山东大学

⁴ Shandong University, CHINA

⁵ Shandong University

⁶ IFAE

⁷ Institute of High Energy Physics

⁸ 高能所

Corresponding Author: lixt@ihep.ac.cn

7

用于 CEPC 内层顶点探测器的高计数率 CMOS 像素探测器芯片研制

Author: Ying ZHANG¹

Co-authors: Jia Wang ²; Jianing Dong ³; Joao Guimaraes Costa ; Liang ZHANG ⁴; Raimon Casanovad ⁵; Sebastian Grinstein ⁵; Tianya Wu ⁶; Wei WEI ⁷; Xiaomin Wei ⁸; Xiaoting Li ¹; Zhijun Liang ¹

¹ IHEP

² NWPU

³ 山东大学

⁴ Shandong University, CHINA

⁵ IFAE

⁶ Institute of High Energy Physics

⁷ 高能所

⁸ Northwestern Polytechnical University

Corresponding Author: zhangying83@ihep.ac.cn

8

Topmetal-M: 一种用于紧凑型径迹探测应用的新型像素传感器

Author: 伟平任 ¹

Co-authors: 向明孙 ²; 威周 ³; 必辉游 ¹; 承心赵 ⁴; 超嵩高 ⁵

¹ PLAC, CCNU

² 华中师范大学

³ IMP, CAS

⁴ IMP, CAS

⁵ N

Corresponding Author: wpren@mails.cnu.edu.cn

Summary:

Topmetal-M 传感器是一种新型的像素传感器,它结合了单片有源像素传感器 (MAPS) 和 Topmetal 传感器两种电荷收集方式,可收集 MAPS 中沉积的电荷信息以及在传感器上方沿着粒子运动轨迹的电离电荷。因此,它可以重建入射粒子的轨迹并测量粒子击中点的位置信息。通过像素内电路,Topmetal-M 可以记录粒子的能量和到达时间。Topmetal-M 采用 130 nm 高阻 CMOS 工艺制造,旨在验证该工艺在像素传感器方面应用的可行性。根据实验室的测试结果,随机选取的 15 个像素,其 ENC 在 20 e⁻ 和 50 e⁻ 之间,与仿真结果基本符合。当 TAC 偏置电压设置为 2.648 V、2.748V 和 2.798 V,时序测量的动态范围分别为 9.565 μs、46.224 μs 和 75.286 μs,这分别对应于 0.89 ns、4.29 ns 和 6.99 ns 的时间分辨率。

9

多能谱 CT 成像光子计数型像素芯片设计与测试

Author: 学知王¹

Co-authors: 智邓¹; 桐魏¹

¹ 清华大学工程物理系

Corresponding Author: wang-xz18@mails.tsinghua.edu.cn

Summary:

本文报告了一款光子计数型像素化读出芯片 PIX 以及基于该芯片的光子计数探测器模块的设计与测试结果。

PIX 单颗芯片内集成了 64x128 个 150umx150um 的像素。每个像素通道内集成了前放,成型放大器,甄别器和计数器等电路,对输入的探测器电流信号进行积分,成型和多能窗计数。像素计数器数据在每个计数周期结束时进行串行化,可以实现无死时间的连续读出。芯片有两组慢控制总线接口,完成全局能窗阈值的配置以及像素间不一致性微调等功能。芯片实测成型脉宽为 200ns,单通道功耗平均为 65uW,噪声平均值为 61e⁻,所有能窗的基线不一致性通过微调可降低到 1.3keV 光子能量。

我们将 PIX 芯片与欧姆电极/肖特基电极 Arcorad 碲化镉探测器进行倒装连接得到两种探测器模块,利用荧光材料的特征 X 射线对探测器模块的能量阈值进行了逐像素标定,并对两种探测器在不同偏压/计数率条件下的极化效应进行了研究。我们得到了透射图像,初步验证了探测器模块的成像功能。

10

Double SOI-A Promising Technology for Radiation Hardened ICs

Author: You Li¹

Co-authors: Bo Li¹; Fanyu Liu¹; Jiajun Luo¹

¹ IMECAS

11

基于 65nm 工艺的时间投影室低功耗模数混合读出芯片研制进展

Author: 伟刘¹

¹ 清华大学

Corresponding Author: lwphysics@163.com

Summary:

摘要: 本文介绍了一种用于 CEPC TPC 的低功耗模数混合读出芯片。为了能够达到高动量分辨率和空间分辨率, 时间投影室每个端盖具有百万个读出 pad。百万个读出 pad 需要百万通道的高密度低功耗读出电子学。国际上已有的芯片无法满足 CEPC TPC 高计数率以及低功耗的读出需求。因此我们通过采用更先进的 65 纳米工艺, 将模拟的高阶 CRRC 成型转成一阶 CRRC 成型并在数字域实现梯形滤波来达到更好的能效。整个芯片的版图已经设计完成, 准备流片。芯片由 16 个通道组成, 单个通道包括了模拟前端 (前放 + CRRC 成型 + 基线保持电路), SARADC 以及数字模块。其中数字模块由两级基线恢复器, 梯形滤波器, 环形缓存 (ring buffer), 触发判选, 数据打包以及多事件缓存模块 (event buffer) 组成。仿真结果如下: 模拟前端的单通道功耗 1.4 mW, ADC 的单通道功耗 1 mW, 数字滤波的单通道功耗: 4.1 mW, 增益: 10 mV/fC, 动态范围: 120 fC。更多的设计细节将在会上介绍。

12

Design of a low-noise, DC-coupled, multi-channel readout ASIC for semiconductor detectors

Author: Jia Wang¹

¹ Northwestern Polytechnical University

Corresponding Author: jwang@nwpu.edu.cn

13

用于 LGAD 读出的前端模拟原型 ASIC 设计

Author: 晗陈¹

Co-author: 雷赵¹

¹ 中国科学技术大学

Corresponding Author: han2013@mail.ustc.edu.cn

14

高纯锗探测器大动态范围 CMOS 前放设计

Authors: 嘉俊郝¹; 智邓¹

¹ 清华大学

Corresponding Author: haojj12@163.com

Summary:

现有的大动态范围前放均为阻容反馈结构，但反馈电阻不仅引入并联噪声，同时不利于降低前端电子学本底。本文设计的二阶放大、双通道输出的大动态范围前放芯片，通过“提前复位”的特殊设计，在不引入反馈电阻的情况下，将死时间占比控制在 0.1% 水平。大动态范围前放实现了从 ~100 eV 到 ~5 MeV 的动态范围。大动态范围前放芯片在 77 K 低温下进行了测试，其中高增益挡的最小 ENC 为 43 e⁻。通过不同幅度输入信号时的计数率实验，验证了“提前复位”可以有效避免计数损失。对于提高高纯锗探测器在低本底物理实验中的利用效率、降低实验成本具有重要意义。

15

EMPIX：一款用于超快电镜成像的大动态范围像素阵列探测器读出芯片

Authors: 学知王¹; 智邓²; 桐魏³

¹ Tsinghua University

² 清华大学

³ 清华大学工程物理系

Corresponding Author: weit20@mails.tsinghua.edu.cn

Summary:

超快电子衍射和超快电镜成像因为其超高的时空分辨率而被广泛应用于材料、生物等领域，进一步推动了原子尺度动力学的发展。强度超过 $10^{15} \times 3$ MeV 电子，时空尺度为飞秒和皮米量级的超快电子束流对于探测器和读出电路的设计提出了新的挑战。像素阵列探测器因为其大动态范围、低噪声、高读出速率等优点有望代替传统光学耦合的 CCD，进一步提高时空分辨率。然而目前现有的电镜成像探测器只能用于能量为百 keV 的连续式电子束流，其响应速度无法满足超快电子脉冲的探测需求。为此，我们开发了用于脉冲光源的探测器信号仿真模型，基于瞬态电流仿真结果设计了一款用于超快电子衍射和超快电镜成像的混合式像素阵列探测器读出芯片 (ASIC) 并进行了相关的测试验证。该芯片在单像素内集成了电荷灵敏前放，相关双采样电路 (CDS) 和线性放电 ADC，各像素 ADC 值最后通过串行化方式读出。像素前端在一帧内积分探测器的电流信号，采用自适应增益调节技术，在保证单电子灵敏度的同时将动态范围扩展到 12.5 pC，并可以持续工作在高达 7.7 kHz 的帧频下。电路仿真和 32×8 阵列原型芯片的电子学测试结果均验证了电路在超大输入范围内的线性响应，符合超快脉冲光源对探测器和读出电子学的要求，并可以在很大范围内兼容超快 X 射线成像与超快电子成像。

16

一种用于硅像素探测器的光子计数像素型可重构读出 ASIC

Author: 博王¹

Co-authors: 世林陈¹; 嘉辉耿²; 庆山毛¹; 建文王³; 武高²; 静思程¹

¹ 西北工业大学计算机学院

² 西北工业大学

³ Northwestern Polytechnical University

Corresponding Author: wangbocctv123@mail.nwpu.edu.cn

Summary:

随着辐射探测器的不断发展, 半导体像素探测器逐渐应用于高能物理实验、医学成像等领域并在空间分辨率等方面展现出优异的性能。本文针对硅像素探测器设计了一款光子计数像素型前端读出 ASIC, 单个像素由电荷灵敏前放、两个比较器以及两个 6 位计数器组成, 能够对特定能量范围内的粒子进行计数。电荷灵敏前放采用了两种不同的拓扑结构, 其均能够实现低功耗 (单个像素静态功耗 40uW) 以及低噪声 ($<200\text{e}^-@0\text{pF}$) 的性能要求。此外, 为了减小数据量, 降低对读出接口的要求, 本文设计了一种可重构数据读出方案, 其可以工作在全帧数据读出、隔行隔列读出以及感兴趣区域读出模式下。在各种模式中, 通过地址生成模块生成需要读出的像素地址, 再通过行列译码来控制相应的开关, 从而将像素数据读至数据总线上。目前, 已经完成了一款 32×32 像素阵列的原理样片设计, 单个像素尺寸为 $80\mu\text{m}\times 80\mu\text{m}$, 仿真结果显示芯片功能及性能均达到预期水平, 下一步将进行原理样片的流片及测试工作。

17

用于暗物质粒子检测的多通道 10~14 位、1 MSamples/s、事件驱动的单斜坡 ADC 的设计

Author: 嘉辉耿¹

Co-authors: 博王²; 婉婷焦¹; 子航徐¹; 建文王³; 春杨喻¹; 武高¹

¹ 西北工业大学

² *Northwestern Polytechnical University*

³ *N*

Corresponding Author: 2019262316@mail.nwpu.edu.cn

Summary:

为了成功证明出暗物质的存在, 我们需要高性能的前端电子系统。我们的 ADC 芯片就是设计用于这种前端电子读出系统, 它具有高采样率、高分辨率、事件驱动、分辨率可编程的特点。ASIC 原型采用 $0.18\mu\text{m}$ CMOS 混合信号 3.3 / 1.8 V 工艺设计。采用基于延时锁相环 (DLL) 的 TDC 结构, 使得 ADC 最高可以实现 14bit 分辨率; ADC 各通道为事件驱动触发, 快速响应, 节省功耗; ADC 具有可编程的分辨率, 可以进行 10~14 bit 的改变, 相应的采样率为 $1\text{ MSamples/s} \sim 100\text{ kSamples/s}$ 。芯片尺寸为 $2.3\text{mm} \times 2.3\text{mm}$, 已在 2021 年三月份送出流片。经过数模混合仿真, 在 10 bit 分辨率的工作条件下: ADC 的微分非线性 (DNL) 可以达到 $-1\text{ LSB} \sim +0.8\text{ LSB}$, 积分非线性 (INL) 可以达到 $-3\text{ LSB} \sim +1.5\text{ LSB}$, 有效位可以达到 9.6 bit。目前已经进行了功能测试, ADC 工作正常, 现在正在进行 ADC 数据分析及性能测试。本款芯片为整个项目的第一版原理样片主要是为了验证设计架构的合理性, 更高的性能表现, 更多的功能将在后续的版本中实现。

18

基于延迟锁相环结构的 TDC 原型 ASIC 设计

Author: 东磊郭¹

Co-authors: 家军秦²; 松富蓝³; 雷赵¹

¹ 中国科学技术大学

² *USTC*

³ *University of Science and Technology of China*

Corresponding Author: gdl@mail.ustc.edu.cn

Summary:

本实验室在 180nm CMOS 工艺下研发了一款基于延迟锁相环结构的 16 通道 TDC，测试结果显示在 156ps bin size 基础上的时间精度好于 60ps，动态范围为 20us，DNL 和 INL 分别好于 0.13LSB 和 0.15LSB。

Our lab developed a 16-channel TDC based on delay-locked loop structure under 180nm CMOS process. The test results show that the time precision is better than 60ps with 156ps bin size, the dynamic range is 20us, DNL and INL are better than 0.13LSB and 0.15LSB respectively.

19

SOI 像素探测器的研究进展

Author: Yunpeng LU¹

¹ *Institute of High Energy Physics, CAS*

Corresponding Author: yplu@ihep.ac.cn

Summary:

通过 SOI 像素探测器的研究，不仅掌握了目前国际先进工艺的设计技术，同时也为开发国内像素探测器工艺拓宽了视野并提高了技术能力。期望本次会议交流，可以增加国内研究单位的相互了解，发现共同的研究兴趣，为今后开展工作共享资源，分担风险打好基础。

20

特邀报告：Topmetal 芯片及其应用

Author: 向明孙¹

¹ 华中师范大学

Corresponding Author: sph2007@126.com

21

一种用于高能同步辐射光源中的积分型像素阵列探测器系统

Author: Ye Ding¹

Co-authors: Hangxu Li²; Jie Zhang¹; Qiuju Li²; Yangfan Zhou²; Zhengjie Li²

¹ *IHEP,UCAS*

² *IHEP*

Corresponding Author: dingye@ihep.ac.cn

Summary:

该探测器系统由前端探测器模组和后端读出电子学组成。前端探测器模组中，探测器像素尺寸为 150um x 150um，阵列大小有 64x64 pixels 和 128x128 pixels 两种；读出 ASIC 采用积分型读出模式，且每个像素单元内针对不同信号大小实现三档增益的自动放大，读出帧频为 10kHz，等效计数率在 12keV 下可以达到 108。后端读出电子学中，硬件设计采用“背板 + 读出控制

板”两段式结构,背板扇出前端探测器模组的信号,读出控制板可为探测器模组提供电源和高压,同时采用 ZYNQ + FPGA 的硬件架构,通过软硬件协同设计,完成探测器的读出配置,便于数据压缩算法等硬件算法的开发,可构建独立的探测器系统。同时数据也可通过万兆传输到上位机,上位机软件基于 PyQt5 开发,可实现数据存储及参数配置,并采用多线程实现二维图像的动态抽帧显示。该探测器系统可以实现 12keV 下 10k 高帧频和 108 高等效计数率的探测。

22

A 2-D clustering algorithm for data reconstruction in vertex detector of ILC

Author: 瑞光赵¹

Co-authors: Auguste BESSON²; Christine HU-GUO²; Yann HU²

¹ CIGIT

² IPHC

23

基于金属/半导体/金属结构的 CdMnTe α 粒子探测器的研究

Author: Yuanyuan DU¹

Co-authors: Liang Sun¹; Tao Luo¹; Weichun Jiang¹; Xiao Chen²

¹ IHEP, CAS

² Tibet university physics department

Corresponding Author: duyuan@ihep.ac.cn

24

eXTP 中 GPD 焦平面相机探测平面平行度性能研究

Author: Jiechen Jiang¹

¹ IHEP

Corresponding Author: jiangjc@ihep.ac.cn

25

ASIC 在空间天文项目中的应用及需求

Author: WeiChun Jiang¹

¹ Institute of High Energy Physics, CAS

Corresponding Author: jiangwc@ihep.ac.cn

Summary:

本报告主要以中国科学院高能物理研究所承担的空间天文项目为例，介绍 ASIC 在各个空间天文项目中的应用现状。详细介绍空间天文项目对 ASIC 的需求特点。并结合正在研制和未来规划的空间天文项目，提出空间天文项目对 ASIC 发展方向的需求。

26

面向高能物理实验的高速高精度 SAR ADC

Author: Liang ZHANG¹

Co-authors: Chenxu Wang²; Min Luo²; Shuxin Cao³; Wei Yan⁴; Yuehong Gong⁵

¹ Shandong University, CHINA

² Harbin Institute of Technology

³ International Green Chip Co., Ltd.

⁴ Shandong Normal University

⁵ Shandong Jiaotong University

Corresponding Author: zhang.l@sdu.edu.cn

27

晶格材料的构建及在辐射剂量探测中的应用

Author: 健林¹

Co-author: 黄杰陆²

¹ 西安交通大学

² 中国科学院上海应用物理研究所

Corresponding Author: jianlin@xjtu.edu.cn

Summary:

Radiation dosimeters displaying conspicuous response of irradiance are highly desirable over the recent decade, owing to the growing demand of monitoring high-energy radiation and environmental exposure. Herein, we present a case of dosimetry based on a discrete nanocluster, Th-SINAP-100, by judiciously incorporating heavy Th6 polynuclear centers as radiation attenuator and organic linkers as photo-responsive sensor. Interestingly, dual-module photochromic and fluorochromic transitions upon multiple external stimuli including UV, β -ray, and γ -ray are integrated into this single material. The striking color change, and more significantly, the visible color transition of luminescence in response to accumulating radiation dose allow an on-site quantitative platform for naked-eye detection of ionization radiations over a broad range (1–80 kGy). Single crystal X-ray diffraction and density functional theory calculations reveal that the photochromic and fluorochromic can be attributed to the $\pi(\text{TPC}) \rightarrow \pi^*(\text{TPC})$ intermolecular charge transfer driven by enhanced π - π stacking interaction between the adjacent TPC moieties upon irradiations.

28

深亚微米工艺低温特性解析模型研究

Authors: 海峰刘¹; 高魁何¹

¹ 中国原子能科学研究院

Corresponding Author: aliveliuhf09@163.com

Summary:

In order to integrate CMOS readout circuit at the proximal end of the high-purity germanium detector at low temperature to realize high-resolution nuclear detection technology, the existing simulation model can not meet the low-temperature design requirements because the temperature application range of the existing simulation model is 223k ~ 423K, and the model is not analyzed in the currently publicly reported research results of physical modeling of low-temperature CMOS process. Based on the physical mechanism of threshold voltage and carrier mobility temperature effect, an analytical model of 4K ~ 423K deep submicron process threshold voltage is established by piecewise linearization, principal term approximate integration method and boundary conditions at room temperature. In the process of obtaining the boundary conditions at room temperature, based on the threshold voltage expression of uniformly doped long channel devices, the effects of transverse and longitudinal non-uniform doping and leakage induced barrier drop effect are considered respectively. The general formula of constant temperature boundary conditions is obtained by solving the simplified quasi Poisson equation in the depletion region. In actual use, the four factors contained in the general formula can be obtained through testing for different processes. At SMIC 0.18 μ Compared with the simulation results of MEDICI software under m process, it is found that the model is very consistent, which verifies the feasibility of low temperature modeling method.

29

一种基于像素型气体探测器的软 X 射线测量装置读出电子学系统

Author: 小桦刘¹

¹ 中国科学院高能物理研究所

Corresponding Author: liuxiaohua@ihep.ac.cn

Summary:

本报告描述一种基于像素型气体探测器 (GPD) 的软 X 射线偏振测量读出电子学系统, 该系统通过重建出射光电子径迹实现对入射光子的偏振测量。该系统前端采用了高密度像素 ASIC 收集 GPD 的电荷信号后进行放大成形和峰保, 后端读出电子学包括了高压电源、二次电源、数据采集和热控电路等模块, 实现对 GPD ASIC 的电源管理、时序控制、温度控制和信号采集及科学数据处理。该系统的实验室测试结果显示其具有高灵敏度的偏振测量能力, 能够满足新一代空间 X 射线天文台 eXTP 的 X 射线偏振测量需求。

30

用于 NICA MPD ITS 读出的前端数据汇总与传输原型 ASIC 设计

Author: Jiajun Qin¹

Co-authors: Chunxiao Song¹; Jiacheng Guo¹; Lei Zhao¹; Li Li¹; Qi An¹; Zeguang Chang¹

¹ USTC**Corresponding Author:** jjqin@ustc.edu.cn**Summary:**

在核与粒子物理实验中，前端数据汇总与传输是读出电子学系统的核心任务之一。特别是随着以像素、MPGD、HGTD 探测器为代表的新型高颗粒度探测器的发展，电子学通道规模迅速增大，前端模块输出数据量急剧增加，使得前端数据的高速、实时汇总和传输成为限制实验发展的核心瓶颈之一。本报告针对 NICA 实验中 MPD ITS 探测器前端 pixel 芯片的读出需求，设计了一款数据汇总与传输 ASIC，配合后续的 NICA_GBT ASIC 以及光纤驱动芯片以实现前端数据的全链路传输。其主要功能是接收多片前端 pixel 芯片的高速串行数据，完成串行解码、缓存、数据流切换以及打包组帧等一系列预处理，进而串行编码后传输至光纤传输模块。同时该 ASIC 接收来自后端的配置指令、时钟和触发等信号并分发至前端 pixel 芯片。芯片内包含串行数据收发的接口电路、数据解析和缓存模块、数据流选通切换模块、汇总打包模块、控制模块等。单芯片可实现 8 路 400 Mbps 数据的接收和汇总，输入输出通道之间的对应关系可根据实际应用需求进行灵活配置。目前，该芯片基于 130 nm CMOS 工艺已经完成了设计、仿真和流片，下一步将进行具体的功能和性能评估。

31

HFRS 束线中位置灵敏探测器读出芯片研制**Author:** 鸣宇杨¹**Co-authors:** tianlei pu²; yaran jing²; 奕千³¹ 中科院近代物理研究所² IMP³ 中科院近物所**Corresponding Author:** yangmingyu@impcas.ac.cn

32

CEE-MWDC 探测器的前端读出芯片研制**Author:** 天磊蒲¹**Co-authors:** weijian lu²; yaran jing²; zhikun sun²; 奕千¹; 鸣宇杨³¹ 中科院近物所² IMP³ 中科院近代物理研究所**Corresponding Author:** ptliddn@impcas.ac.cn

33

特邀报告：CEE-TPC 高计数率前端读出电子学研究**Author:** 奕千¹**Co-authors:** 乾顺余¹; 江月袁¹; 红☐赵¹; 长鑫王¹

¹ IMPCAS

Corresponding Author: qianyi@impcas.ac.cn

34

4H-SiC 快中子探测器的中子转换层 Geant4 模拟与分析

Author: 艳丽熊¹

Co-authors: Ning Han¹; 书焕刘¹; 勇马¹; 双瑛刘¹; 君张¹; 辞宋¹

¹ 西安交通大学

Corresponding Author: xyl2016@stu.xjtu.edu.cn

35

单粒子效应分析软件 Rad-Ray 的改进研究

Author: 杨卫涛¹

¹ 西安交通大学

Corresponding Author: wtyang11@qq.com

36

特邀报告：光电成像探测器辐照损伤效应研究进展

Author: 祖军王¹

¹ 西北核技术研究所

Corresponding Author: wzj029@qq.com

37

基于 4H-SiC 快中子探测器的电流型模拟前端读出电路初步设计

Author: 勇马¹

Co-authors: Ning Han¹; Yanli Xiong²; 书焕刘¹; 双瑛刘¹; 君张¹

¹ 西安交通大学

² Xi an Jiaotong University

Corresponding Author: my1191@stu.xjtu.edu.cn

Summary:

摘要：基于宽禁带 4H-SiC 材料的辐射探测器在反应堆辐射场中子注量率监测、能谱测量中具有重要应用。本文基于探测器快中子探测效率及探测器输出信号特征，设计了一种高带宽电流灵敏前置放大器的探测器前端电路模型，分析了影响前端电路特性参数主要因素及提高脉冲计数率线性范围主要方法；研究结果为 4H-SiC 探测器电子学系统的建立提供了相关技术参考。

Abstract: The radiation detector based on wide band-gap 4H-SiC material has important applications in neutron fluence rate monitoring and energy spectrum measurement of reactor radiation field. Based on the detector fast neutron detection efficiency and detector output signal characteristics, this paper designs a detector front-end circuit model of high bandwidth current sensitive preamplifier, and analyzes the main factors affecting the front-end circuit characteristic parameters and the main methods to improve the linear range of pulse count rate. The results provide relevant technical reference for the establishment of electronics system of 4H-SiC detector.

38

硅阵列探测器前端变增益宽动态读出 ASIC 初步设计

Author: 宁韩¹

Co-authors: Yanli Xiong²; 书焕刘¹; 勇马¹; 双瑛刘¹; 君张¹

¹ 西安交通大学

² Xi'an Jiaotong University

Corresponding Author: 3120303243@stu.xjtu.edu.cn

Summary:

Si 探测器输出脉冲电流信号响应动态范围较宽，其动态范围在 fC~pC，可能跨越 3~5 个量级，因此，开展宽动态、高集成度前端读出电路研究是必要的。在这篇文章中，采用 0.18μm 工艺，单通道芯片面积 0.23mm×0.15mm，通过设计三级增益调节电路以满足探测器输出信号的宽动态范围。为对整个电路提供稳定的直流电流偏置，设计了基准电流源电路。仿真结果表明读出电路性能基本符合预期。基于模拟结果，分析了影响电路信噪比主要因素，探讨了减小前端 ASIC 噪声主要技术途径。

The output pulse current signal of Si detector has a wide response dynamic range, and its dynamic range is fC~pC, which may span 3~5 orders of magnitude. Therefore, it is necessary to carry out wide dynamic and high integration front-end readout circuit research. In this paper, a 0.18μm process is used, and a single channel chip area is 0.23mm×0.15mm. A three-stage gain adjustment circuit is designed to meet the wide dynamic range of the detector output signal. In order to provide a stable DC current bias for the circuit, a reference current source circuit is designed. The simulation results show that the performance of the readout circuit basically meets expectations. Based on the simulation results, the main factors affecting the signal-to-noise ratio of the circuit are analyzed, and the main technical ways to reduce the front-end ASIC noise are discussed.

39

集成电路抗单粒子效应辐射评估技术研究

Author: 贺吕¹

Co-author: 武高²

¹ 中国空间技术研究院

² 西北工业大学

Corresponding Author: wxcd2927@126.com

40

中国核学会秘书长致辞

41

特邀报告：中科大粒子物理实验 ASIC 研究

Author: 雷赵¹

¹ 中国科学技术大学

Corresponding Author: zlei@ustc.edu.cn

42

特邀报告：超低噪声前端读出 ASIC 研制及应用

Corresponding Author: gaowu@nwpu.edu.cn

43

特邀报告：高能所像素探测器设计、应用和研发进展

Corresponding Author: weiw@ihep.ac.cn

44

特邀报告：辐射探测微电子在其他领域中的应用

Corresponding Author: dengz@mail.tsinghua.edu.cn

45

碲锌镉辐射探测器的研究与应用进展

Corresponding Author: shouzhi.xi@imdetek.com

46

X 射线衍射成像用 64 通路前端读出 ASIC 设计

Corresponding Author: wangjianwen@mail.nwpu.edu.cn

47

Topmetal-M: 一种用于紧凑型径迹探测应用的新型像素传感器

Corresponding Author: wpren@mails.cnu.edu.cn

48

NICA-MPD 电磁量能器高时间分辨读出电子学的研究

Corresponding Author: pengcheng.ai@mails.cnu.edu.cn

49

一种基于像素型气体探测器的软 X 射线测量装置读出电子学系统

50

国产化个人剂量管理系统研制进展

51

ASIC 芯片及模块应用案例

Corresponding Author: zhangyb@ihep.ac.cn