

プラズマ粒子観測器向け汎用高速アナログフロントエンド ASIC の開発

#高橋 士門¹⁾, 浅村 和史²⁾, 頭師 孝拓³⁾, 栗田 怜¹⁾, 横田 勝一郎⁴⁾, 小嶋 浩嗣¹⁾

(¹⁾ 京都大学, (²⁾ 宇宙航空研究開発機構, (³⁾ 奈良工業高等専門学校, (⁴⁾ 大阪大学大学院

Development of a General-Purpose High-Speed Analog Front-End ASIC for Plasma Particle Instruments on board Satellites

#Shimon TAKAHASHI¹⁾, Kazushi ASAMURA²⁾, Takahiro ZUSHI³⁾, Satoshi KURITA¹⁾, Shoichiro YOKOTA⁴⁾, Hirot-sugu KOJIMA¹⁾

(¹⁾Kyoto University, (²)Japan Aerospace Exploration Agency, (³)National Institute of Technology, Nara College, (⁴)Osaka University

Simultaneous, multi-point measurements by multiple satellites are indispensable for the detailed observation of spatially non-uniform space plasma. However, the substantial resources required for multi-satellite missions have limited their implementation. Therefore, instrument miniaturization is a critical challenge to expanding opportunities for such multi-point observations. An effective solution is to implement the instrument electronics using Application-Specific Integrated Circuits (ASICs). We have been developing a high-speed preamplifier ASIC for a Time-of-Flight (TOF) type ion energy-mass spectrometer. This ASIC amplifies weak current pulses from the sensor and provides a Low-Voltage Differential Signaling (LVDS) output. Ion beam irradiation experiments have confirmed that this preamplifier has sufficient time resolution for the TOF-type analyzers. This study aims to evolve this preamplifier into a general-purpose, high-speed analog front-end ASIC applicable not only to ion energy-mass spectrometers but also to a wide range of particle instruments, such as electron analyzers, by incorporating a signal-counting function. To achieve this, we have newly designed a counter circuit, an on-chip reference voltage/current source for internal bias generation, and a Digital-to-Analog Converter (DAC) for generating an adjustable threshold voltage to discriminate signals from noise and tune the preamplifier sensitivity. In this presentation, we will report on the performance evaluation of a prototype chip integrating these new circuits.

空間的に非一様性が強い宇宙プラズマの詳細な観測においては、複数衛星による同時多点観測が不可欠である。しかし、複数衛星ミッションは非常に多くのリソースを要求するため、その実施例は限られてきた。したがって、同時多点観測の機会を拡充する上で、観測器の小型化は極めて重要な課題となる。この課題を解決する有効な手段が、観測器の電子回路部を特定用途向け集積回路 (ASIC) によって実装することである。我々はこれまで、飛行時間 (TOF) 型イオンエネルギー質量分析器用として、センサからの微弱な電流パルスを増幅し、低電圧差動信号 (LVDS) として出力する高速プリアンプ ASIC の開発を進めてきた。この高速プリアンプはイオン質量分析器を用いたイオンビーム照射実験により、飛行時間分析を行う上で十分な時間分解能を持つことが確認されている。本研究の目的は、この高速プリアンプ ASIC に粒子計数機能を追加することによって、イオンエネルギー質量分析器のみならず、電子観測器など多様な粒子観測に適用可能な汎用高速アナログフロントエンド ASIC へと発展させることである。その実現に向けて、カウンタ回路に加え、バイアスを内部生成する参照電圧・電流源回路、および信号とノイズを識別しプリアンプ感度を調整する閾値電圧を生成する DAC 回路を新たに設計した。本発表では、これら新規回路を統合した試作チップの性能評価結果について報告する。