

R006-47

Zoom meeting B : 11/4 AM2 (10:45-12:30)

11:00~11:15

将来の惑星探査に向けた ASIC 技術による 10-100 keV 電子観測器の小型化

#菅生 真¹⁾, 笠原 慧²⁾, 池田 博一³⁾, 小嶋 浩嗣⁴⁾, 頭師 孝拓⁵⁾, 菊川 素如⁴⁾

(¹⁾ 東大・理・地惑, (²⁾ 東京大学, (³⁾ JAXA・宇宙研, (⁴⁾ 京大・生存圏, (⁵⁾ 奈良高専

Miniaturization of 10-100 keV electron sensor for future planetary explorations using ASIC

#Shin Sugo¹⁾, Satoshi Kasahara²⁾, Hirokazu Ikeda³⁾, Hirotsugu Kojima⁴⁾, Takahiro Zushi⁵⁾, Motoyuki Kikukawa⁴⁾

(¹⁾ Earth and Planetary Science, Univ. Tokyo, (²⁾ The University of Tokyo, (³⁾ ISAS, JAXA, (⁴⁾ RISH, Kyoto Univ., (⁵⁾ National Institute of Technology, Nara Col

We developed a front-end ASIC (Application Specific Integrated Circuit) for an APD (Avalanche PhotoDiodes) detector to miniaturize a high energy electron sensor for future planetary explorations. Our sensor's objects are electrons with 10-100 keV energy, which is key energy range for the acceleration of electrons because that is transitional energy range from thermal to non-thermal distributions of energy spectrum. Recently, APDs, which are detectors with high detection efficiency for 10-100 keV electrons, have been applied to an energetic electron sensor onboard the Earth-orbiting satellite and have shown their effectiveness. On the other hand, the energy range of APD is narrow, and combined use with other detectors is indispensable to cover the wide energy range of electrons near the planet and leads to increasing weight. It is not suitable for planetary explorations, which place stringent limitation on payload mass. Therefore, we aim to miniaturize the sensor by applying the ASIC technology to signal processing circuits of the sensor. Our circuit is composed of preamplifiers, shaping amplifiers, peak holders, comparators, and Analog-to-digital converters. We designed an ASIC circuit so that its dynamic range to be $10^6 e^-$ in consideration of the APD's high gain and confirmed its performance in simulations. Then, we designed the layout of the ASIC and produced a 15 mm-by-15 mm-by-2 mm ASIC chip, which is about 50 times smaller than the previous circuit. In addition, we tested circuit performance, and clarified the linearity of preamplifiers' output voltage up to signal charges equivalent to 100 keV electron irradiation.

本研究では高エネルギー電子検出器 APD (Avalanche PhotoDiodes) 用フロントエンド回路の ASIC (Application Specific Integrated Circuit) 化開発を行い、将来の惑星探査機搭載に向けて電子観測器の小型化を目指している。我々の電子観測器の観測エネルギーレンジは 10-100 keV であり、熱的な分布から非熱的な分布に遷移する、惑星周辺の電子加速機構の研究に重要なエネルギー領域である。近年この 10-100 keV 電子に感度の良い検出器 APD が地球周回衛星に搭載され、その有効性が示されている。しかし検出器 APD はエネルギーレンジが狭く、惑星近傍の電子の広いエネルギーレンジをカバーするためには他の検出器との併用が必要不可欠であるが、重量が増加しペイロード重量制限の厳しい惑星探査機搭載には向かない。そこで本研究では検出器 APD の信号処理部を ASIC 技術によって小型化する。我々の電子観測器の信号処理回路は前置増幅回路、波形整形回路、ピークホールド回路、比較回路、AD 変換回路で構成されている。我々は APD が増幅率を内蔵する特性を考慮して、エネルギーに関するダイナミックレンジ $10^6 e^-$ となるように最適化した ASIC 回路の設計を行い、シミュレーション上での動作を確認した。次にこの ASIC 回路の素子配置設計を行い、15 mm × 15 mm × 2 mm サイズのチップを製作した。これは ASIC 化前の回路の約 50 分の 1 のサイズである。さらに製作した ASIC チップの性能試験を行い、100 keV 以下の電子入射に相当する信号電荷の入力に対する前置増幅出力の線形性を確認した。