

惑星探査に向けた 10-100 keV 電子観測用アナログ-デジタル混載 ASIC 開発

#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, (⁴⁾ 京大・生存圏, (⁵⁾ 奈良高専

Development of mixed analog-digital ASIC for 10-100 keV electron sensor for planetary exploration

#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⁾ JAXA, (⁴⁾ RISH, Kyoto Univ., (⁵⁾ National Institute of Technology, Nara Col

We developed an ASIC (Application Specific Integrated Circuit) for signal processing circuits of APD (Avalanche PhotoDiodes) detectors 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, which occupies a significant volume of the sensor. So far, we have designed an ASIC considering the characteristics of APDs with a built-in amplification and large detector capacitance, verified its operation through simulation, produced ASIC chips, about 100 times smaller than the previous circuit, and evaluated performance of the analog circuit of our ASIC chips. In this presentation, we will show the normality of operation of the digital circuit in addition to the analog circuit in our chip and that sufficient input/output linearity is obtained for the signal from the APD.

本研究では将来の惑星探査機搭載に向けて高エネルギー電子観測器の小型化を目指し、電子検出器 APD (Avalanche PhotoDiodes) 用信号処理回路の ASIC (Application Specific Integrated Circuit) 化開発を行っている。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として 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。一方で検出器 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。そのため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や小型探査には向かない。そこで本研究では従来の電子観測器では信号処理回路が大きな体積を占めていることに着目し、検出器 APD の信号処理回路を ASIC 技術によって 100 分の 1 サイズに小型化した。これまでに我々は APD が増幅機構を内蔵し、大きな検出器容量を持つという特性を考慮した設計を行い、シミュレーションでその動作を確認した後、製作した ASIC チップのアナログ部の性能を評価してきた。本発表ではアナログ部に加えてデジタル部の動作の正常性と APD からの信号に対して十分な入出力の線形性が得られたことを示す。