

半導体デバイスにおける宇宙線ミュオン起因ソフトエラー発生率評価に向けた ミュオン原子核捕獲反応測定計画

(1) 概要

Measurement plan of muon-nuclear capture reaction for the estimation of soft-error rate
in semiconductor devices induced by cosmic-ray muons

(1) Overview

*川瀬 頌一郎¹, 福田 宏哉¹, 渡辺 幸信¹, 新倉 潤², 橋本 昌宜³

¹九州大学, ²東京大学, ³京都大学

半導体デバイスにおける宇宙線ミュオン起因ソフトエラー率の精度の良い評価のため、ケイ素原子核における負ミュオン原子核捕獲反応から放出される荷電粒子のエネルギースペクトル測定を英国ラザフォード・アップルトン研究所において計画している。

キーワード：ミュオン原子核捕獲反応, ソフトエラー

1. 緒言

ソフトエラーとは、半導体デバイスに放射線が入射することによって発生する一過性の誤動作のことである。従来は宇宙線中性子がソフトエラーの主要因だと考えられてきた。しかし、半導体デバイスの微細化が進むことによって宇宙線ミュオンによるソフトエラー発生率が高まり[1]、宇宙線ミュオンがソフトエラーの主要因となる可能性が指摘されている。特に、負ミュオン原子核捕獲反応によって放出される荷電粒子がソフトエラーの発生に寄与することがわかっているが[2, 3]、ソフトエラー発生率の精度良い評価に必要なケイ素原子核における負ミュオン原子核捕獲反応から放出される荷電粒子エネルギースペクトルの実測データは不十分である。そこで、我々はケイ素原子核における負ミュオン原子核捕獲反応から放出される荷電粒子エネルギースペクトルの測定を計画している。

2. 実験計画

実験は英国ラザフォード・アップルトン研究所の陽子加速器 (RAL-ISIS) に設置されたミュオン施設を用いて行う予定である。低エネルギー負ミュオンをケイ素標的に照射し、標的内で停止させることにより負ミュオン原子核捕獲反応を起こす。捕獲反応によって励起した原子核から放出される陽子・重陽子・三重陽子およびアルファ粒子をシリコン検出器と CsI シンチレータを用いて検出し、粒子識別と同時に運動エネルギーの測定を行うことにより、放出荷電粒子の粒子毎のエネルギースペクトルを決定する。

本講演では、研究計画の概要および実験実施に向けた準備状況について報告する。

参考文献

- [1] W. Liao, M. Hashimoto, S. Manabe et al., "Negative and Positive Muon-Induced SEU Cross Sections in 28-nm and 65-nm Planar Bulk CMOS SRAMs," 2019 IEEE International Reliability Physics Symposium (IRPS), 2019, pp. 1-5
- [2] S. Manabe, Y. Watanabe, W. Liao et al., "Negative and Positive Muon- Induced Single Event Upsets in 65-nm UTBB SOI SRAMs," IEEE Trans. Nuclear Science, 65(8), 2018.
- [3] W. Liao, M. Hashimoto, S. Manabe et al., "Measurement and Mechanism Investigation of Negative and Positive Muon-Induced Upsets in 65nm Bulk SRAMs," IEEE Trans. Nuclear Science, 65(8), 2018.

*Shoichiro Kawase¹, Hiroya Fukuda¹, Yukinobu Watanabe¹, Megumi Niikura², and Masanori Hashimoto³

¹Kyushu Univ., ²UTokyo, ³Kyoto Univ.