

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
(2)荷電粒子計測システムの開発

Measurement plan of muon-nuclear capture reaction for the estimation of soft-error rate in
semiconductor devices induced by cosmic-ray muons
(2)Development of charged-particle measurement system

*福田 宏哉¹, 川瀬 頌一郎¹, 渡辺 幸信¹, 大石 将也¹, 川田 哲平¹, 郷 慎太郎¹, 西畑 洸希¹
新倉 潤², 鈴木 大介³, 真鍋 征也⁴
¹九州大学, ²東京大学, ³理研, ⁴産総研

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エネルギースペクトルの取得に向け、荷電粒子計測システムの開発を行なっている。本計測システムでは荷電粒子の粒子識別手法として、nTD-Si 検出器を用いた波形解析法、Si 検出器と CsI シンチレータを用いた ΔE -E 法を使用する。

キーワード：ミュオン原子核捕獲反応, ソフトエラー

近年、半導体デバイスの省電力化・微細化に伴い、ミュオン誘起ソフトエラーが注目されている。正負ミュオンの内、負ミュオンは半導体デバイスの構成原子核と原子核捕獲反応を起こし、軽荷電粒子及び反跳核を生成する。これらの荷電粒子が副次的にソフトエラーを引き起こすため、負ミュオンは正ミュオンよりもソフトエラー発生率が大きくなることが報告されている^[1]。ミュオンソフトエラー発生率の高精度評価のためにはこれら荷電粒子のエネルギースペクトルの取得を行う必要がある。本測定遂行のため、我々は荷電粒子計測システムの開発を行なっている。荷電粒子識別手法として、低エネルギー荷電粒子には nTD-Si 検出器を使用した波形解析法^[2]、高エネルギー荷電粒子には Si 検出器と CsI シンチレータを使用した ΔE -E 法を用いる。

nTD-Si 検出器を使用した波形解析法による粒子識別精度検証を目的とする実験を九州大学加速器・ビーム応用科学センターにて実施した。タンデム加速器で加速された 24 MeV の ⁷Li ビームをアルミニウム箔に照射し、核反応によって生成された水素イオンとアルファ粒子の電荷信号を取得した。電荷信号のうち、nTD-Si 検出器内での荷電粒子のエネルギー損失と電荷信号の微分から計算した最大電流量を特徴量として抽出し、波形解析法による粒子識別を行った。その結果、2 MeV 以上のエネルギー帯で波形解析法による軽荷電粒子の識別が可能であることを確認した。しかし、nTD-Si 検出器への荷電粒子の入射角度・入射位置の違いによって電荷信号波形が変化し、粒子識別精度が悪化しうることがわかった。入射位置・入射角度を変えた測定を行ったデータから粒子識別精度に与える影響を評価し、負ミュオン原子核捕獲反応測定実験の検出器セットアップを決定する。本発表では、これまで実施した検出器テスト実験の結果を報告する。

参考文献

- [1]S. Manabe et al., *IEEE Trans. Nucl. Sci.*, **vo.65**, pp.1742-1749(2018).
[2]M. Assie et al., *Eur. Phys. Journal A*, **vo.51**, Article No.11(2015).

*Hiroya Fukuda¹, Shoichiro Kawase¹, Yukinobu Watanabe¹, Masaya Oishi¹, Teppei Kawata¹, Shintaro Go¹, Kouki Nishibata¹

Megumi Niikura², Daisuke Suzuki³, Seiya Manabe⁴

¹Kyushu Univ., ²UTokyo, ³RIKEN, ⁴AIST