

陽子線照射により COTS マイクロプロセッサに誘起される シングルイベント効果の検証と宇宙環境での発生確率の比較

Verification of SEE Induced by Proton Radiation on COTS Microprocessor
and Comparison of SEE Probability between Ground Test and On-orbit

増井博一¹⁾, 趙孟佑¹⁾, Mohamed Yahia¹⁾, 谷脇康洋¹⁾, 佐藤真一郎²⁾, 兼谷聡²⁾,
Ayman Mahmoud³⁾

Hirokazu MASUI¹⁾, Mengu CHO¹⁾ Mohamed YAHIA¹⁾, Koyo TANIWAKI¹⁾, Shinichiro SATO²⁾,
Satoshi KANEYA²⁾, Ayman MAHMOUD³⁾

¹⁾九州工業大学 ²⁾原子力機構 ³⁾NARSS

(概要)

民生部品で構成される FPGA ボードに 65MeV の陽子線を異なるフラックス条件で照射し、シングルイベントの平均発生時間を算出した。13 時間の照射で合計 55 回のシングルイベントを観測した。

キーワード: シングルイベント効果, マイクロプロセッサ, COTS, 超小型衛星

1. 目的

近年、超小型衛星の開発が盛んに大学、企業によって行われている。超小型衛星を構成する電子パーツのほとんどは地上民生部品(Commercial Off The Shelf : COTS)であり、高放射線環境である宇宙空間での使用が想定されていない。問題となる箇所の一つは衛星内の情報処理を司るオンボードコンピューター(OBC)であり、宇宙での使用実績がないものの使用に関しては放射線試験が必須である。本研究課題では近年採用が増えている Field Programmable Gate Array (FPGA) について、軌道上での SEU 発生率の予測と他施設での放射線試験との比較を行う目的で、プロトン照射を行い、Single Event Upset (SEU) の平均発生時間について計算を行った

2. 方法

TIARA に設置してある AVF サイクロトロンを使用してプロトン照射を行った。ビームの照射条件としてはエネルギーが 65 MeV、フラックスは 7.0×10^7 - 6.2×10^9 particle/cm²/s である。試験サンプルである FPGA ボードは照射チャンバーに設置された回転試料台に固定されている(図 1)。ビーム測定用に厚さ 1cm の銅板も設置されており、フラックス変更ごとに回転試料台を動かしビーム電流測定を行った。試験ではプロトンを FPGA ボードに照射し、プロセッサ内のメモリを常時モニターし、必要に応じて PC からのリセットコマンドの送信を行った。

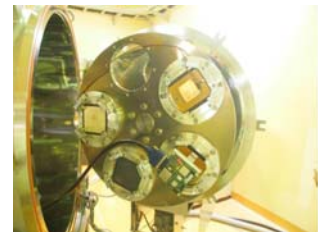


図1 FPGA (右下) と銅板 (右上) の試料台への設置

3. 結果及び考察

照射時間の合計は 13 時間である。表 1 に結果を示す、フラックスを 10^9 台から 10^8 台に減少させた場合に SEU が増加する傾向が確認された。しかし、フラックスを 10^7 台に上げると、平均発生時間は増加した。いずれの条件についても標準偏差が大きく、より長時間の実験が必要と考えられる。今後は得られた結果を基に軌道上での発生確率を予測する予定である。

表 1 SEU の平均発生時間

Flux (particle/cm ² /s)	Events (-)	Mean time for SEU (s)	Standard Deviation (s)
6.2×10^9	17	95.1	64.2
6.2×10^8	27	40.1	34.2
7.0×10^7	11	554.9	856.0

4. 引用 (参照) 文献等

なし