

重イオン照射による FRAM マイコンの耐放射線性評価

Evaluation of Radiation Tolerance of FRAM
Microprocessor by Heavy Ion Irradiation

千葉 裕介¹⁾ 浅井 英介²⁾ 富岡 宏隆¹⁾ 嶋津 龍弥¹⁾ 亀田 敏弘³⁾
Yusuke CHIBA Eisuke ASAI Hirotaka TOMIOKA Ryuya SHIMAZU Toshihiro KAMEDA

大島 武⁴⁾ 小野田 忍⁴⁾ 牧野 高紘⁴⁾
Takeshi OHIMA Shinobu ONODA Takahiro MAKINO

¹⁾ 筑波大学 ²⁾ 筑波大学大学院 ³⁾ 筑波大学システム情報系 ⁴⁾ 原子力機構

(概要)

平成 25 年度に打上げ予定の筑波大学が開発中の小型衛星 ITF-1「結」に搭載予定のマイコンの耐放射線性評価を行った。大学衛星で使用実績の多い PIC16F877A ならびに FRAM を内蔵した新型マイクロプロセッサ MSP430FR5739 を供試体とした。MSP430FR5739 は LET 閾値は低いが反転断面積も低く、高度 400 km、軌道傾斜角 65 度の予定軌道において、十分に使用可能であると判断された。

キーワード : マイクロプロセッサ, 耐放射線性, 宇宙利用, 人工衛星

1. 目的

筑波大学システム情報系構造エネルギー工学域宇宙開発工学グループで開発を進めている小型衛星に搭載予定のマイクロプロセッサの耐放射線性評価を行う。打上げ実績に基づき使用頻度の高いマイクロプロセッサと新型のマイクロプロセッサの両者について、悪影響が生じる放射線の強度の指標となる閾値 LET, ならびに、放射線の強度と悪影響の発生頻度の関係を示す LET—反転断面積関係を把握する。

2. 方法

耐放射線性が高いとされている近年市場に投入された FRAM を利用したマイクロプロセッサの耐放射線性を評価するために、重イオン線を照射し、照射時に発生するシングルイベントの頻度をカウントすることにより、閾値 LET, ならびに、LET—反転断面積の関係を把握する。対照評価のために従来型のマイクロプロセッサについても同様の評価を行う。また、消費電流によるシングルイベント発生を検出方法の妥当性とリセットによる復帰についても検討を行う。

3. 結果及び考察

実験結果を図 1, 2 に示す。曲線と横軸の交点から、閾値 LET は PIC では 13 (MeV/(mg/cm²)) 程度、MSP では 6 (MeV/(mg/cm²)) 程度という結果が得られた。また、これらの結果をもとに、人工衛星軌道における不具合発生頻度を予測するソフトウェアである CREME 96 を用いたシミュレーションにより、Single Event Upset (SEU) 頻度は、ITF-1「結」の投入軌道において、PIC では 10⁻⁷ (SEUs/bit/day) のオーダー、MSP では 10⁻⁹ (SEUs/bit/day) のオーダーと算出された。以上の結果から、投入軌道上では、シングルイベント発生時にリセットをかけることによって重大な問題は回避できることが確認された。

4. 引用(参照)文献等

CREME96: A Revision of the Cosmic Ray Effects on Micro-Electronics Code, A. J. Tylka et al., IEEE Trans. Nucl. Sci. 44 (1997)

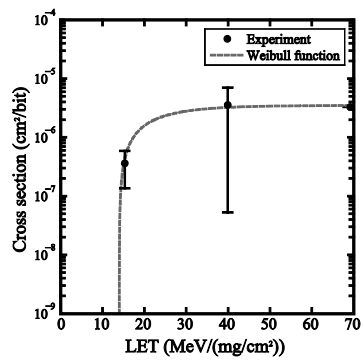


図1: PICのLET-反転断面積関係

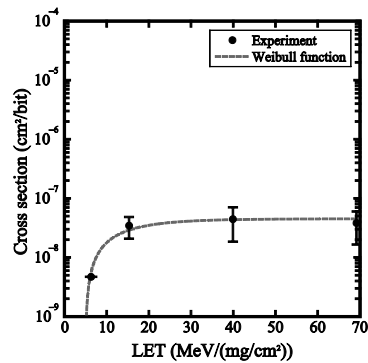


図2: MSPのLET-反転断面積関係