

微細化 SOI 素子の宇宙実用化に向けた放射線耐性強化技術の評価

Evaluation of radiation-hardness by design methodology in deep sub-micron SOI device for space use

久保山 智司¹⁾ 新藤 浩之¹⁾ 平尾 敏雄²⁾
 Satoshi Kuboyama Hiroyuki shindou Toshio Hirao

¹⁾宇宙航空研究開発機構 ²⁾原子力機構

次世代の宇宙用半導体デバイスとして期待されている SOI (Silicon On Insulator) 構造素子の耐放射線性評価を実施した。耐放射線性を強化した各種基本論理回路を搭載した試作サンプルに対する重粒子イオン照射試験を実施し、実用化に向けた回路最適化に必要なデータを取得した。

キーワード：宇宙，半導体，SOI 構造素子，耐放射線性，シングルイベント現象

1. 目的

現在、原子力機構との共同研究にて(1)超微細化された最先端半導体素子の耐放射線性評価 (2)放射線耐性を強化するための回路対策方式に関する研究をすすめているところである。これらの成果を活用して実際に次世代宇宙用半導体素子の開発に反映できるような実用レベルのサンプル試作を進めている。

本実験では、現在進行中の次世代宇宙用 SOI 素子の開発の一環として、試作サンプルに対する重イオン照射試験を実施し、耐放射線性回路の最適化に関する必要なデータの取得と解析を実施した。

2. 方法

SOI 構造素子試作サンプルに対する重粒子イオン照射試験を実施した。試作サンプルには、耐放射線性強化を目的として回路に若干の変更を加えた Latch 回路 4 種が搭載されている。サンプルに対してカクテルイオンビーム (M/Q=5) を照射 (TIARA HD2 コースを使用) し、各回路でのエラー発生頻度を計測し、反転断面積 vs LET の特性を取得した。イオンの照射角度はチップ面に対して垂直とし、照射中のフルエンスはビームプロファイルチャンバ内に設置されている PMT を用いて計測した。

表-1 重イオン照射試験結果

3. 研究成果

実験結果を表-1 に示した。Xe 照射にて、データの反転が見られたが、これは設計段階で予想されたことであり、全般的に今回試作した評価サンプルは、十分な放射線耐性を確保できることがわかった。

したがって、次世代宇宙用 SOI 素子開発に必要な基礎データを取得することができた。

*** Normal Latches ***							
Ion	LET	Fluence	Data	errors		X-sect	
				D5A	D5B	D5A	D5B
Xe	64	5.41E+07	0	0	0	< 4.52E-12	< 4.52E-12
		1.35E+08	1	3	49	5.43E-12	8.87E-11
Kr	40	7.75E+07	0	0	0	< 3.15E-12	< 3.15E-12
		5.86E+07	1	0	0	< 4.17E-12	< 4.17E-12

*** Configuration RAMs ***							
Ion	LET	Fluence	Data	errors		X-sect	
				D5AS	D5BS	D5AS	D5BS
Xe	64	5.41E+07	0	0	0	< 4.52E-12	< 4.52E-12
		1.35E+08	1	0	0	< 1.81E-12	< 1.81E-12
Kr	40	7.75E+07	0	0	0	< 3.15E-12	< 3.15E-12
		5.86E+07	1	0	0	< 4.17E-12	< 4.17E-12

4. 結論・考察

今回得られた結果より、JAXA が現在研究評価中の耐放射線強化技術を適用することによって、宇宙環境で使用するのに十分な耐性を確保できるという見通しを得ることが出来た。本技術は放射線耐性を向上させる反面、動作速度の低下や回路面積の増大というペナルティもあるため、実用化に向けては回路の最適化を今後進めていく必要がある。

5. 引用(参照)文献等

・ A. Makihara et al, "Optimization for SEU/SET Immunity on 0.15 μm Fully Depleted CMOS/SOI Digital Logic Devices", IEEE Trans. Nucl. Sci., vol. 53, pp. 3422-3427, Dec. 2006.