

放射線暴露によって動作不能になった集積回路のその場回復技術に関する研究

Study on On-site Recovery of Integrated Circuit Failed by Gamma Ray Irradiation

鈴木 裕輝夫¹⁾

Yukio SUZUKI

¹⁾ 東北大学

(概要)

γ 線による集積回路のダメージは、主にゲート酸化膜、素子間絶縁膜のチャージアップによって起こる。本研究では、集積回路にマイクロヒータを形成し、加熱によってディスチャージを促進し、 γ 線ダメージからの回復を試みる。集積回路の代表的構成要素のリングオシレータを用いて実験を行った。12Gyの積算線量にて試験を行ったが発振周波数の変化はわずかであり、外部ヒータを用いた実験で明確な回復は証拠付けられなかった。積算照射量を大幅に増やす必要があることがわかった。

キーワード：

TID, マイクロヒータ, その場回復技術

1. 目的

福島第一原発の廃炉には、数 Sv/h とも言われる強力な放射線のもとで継続的に使えるセンサが必須である。そのシールドには重金属の厚い遮蔽壁で覆われたケースが必要になり、搭載可能な遠隔ロボットシステムは限定される。シールドを必要としない、ガンマ線で動作不能になった集積回路のその場回復技術を提案する。ガンマ線が入射すると電子-ホールペアができ、移動度の小さいホールがゲート酸化膜にトラップされてチャージアップが積算され（以下、TID）限界点を超えると集積回路が動作不能になる。ここで重要なことは、TIDによる電子回路の動作不良は、材料的または構造的破壊によるものではなく、チャージを逃がすことによって回復が期待できることである。そこで、集積回路に MEMS 技術によってダイヤフラム構造を形成し、その上にマイクロヒータを配して、小電力、短時間で集積回路を数百度まで加熱し、ディスチャージを桁違いに加速するという発想を得て、それを実験的に検証することを目的とする。

2. 方法

ガンマ線入射で生じる TID によるホールチャージの熱拡散によるディスチャージのメカニズムの詳細な解明には、集積回路の加熱温度・速度に加え、集積回路にどの程度ガンマ線が入射したかを定量的に評価する必要がある。

そこで、原子力機構放射線標準施設棟 γ 線照射設備において、作製した TID ダメージ評価 LSI へのガンマ線照射を行い、回復に必要な加熱温度、加熱時間のデータを取得し、集積回路の動作可能時間、回復時間を算定する

照射エネルギー	照射角度	距離	ファントム条件	照射回数	吸収線量
⁶⁰ Co 1.25 MeV	0°	75cm	なし	1	約 12 Gy

3. 結果及び考察

12Gy 照射試験後、リングオシレータの出力に 0.3%の遅延が確認された。期待していた大きな出力特性の変化や動作不良は確認できず、回復加熱条件を算定は出来なかった。この結果から 0.18 μ m CMOS テクノロジーではより大きな線量を使用した実験が必要であることがわかった。

ご紹介いただいた量子科学技術研究開発機構にて数 100Gy、数 kGy の線量による試験を行うことにした。