

ホログラムメモリの放射線耐性評価

伊藤 芳純[†] 渡邊 実[†] 荻原 昭文^{††}
[†] 静岡大学大学院 ^{††} 神戸市立工業高等学校

1. はじめに

宇宙空間では高エネルギーな放射線が存在している。この放射線が人工衛星や惑星探査機等に入射すると、それに利用されている組み込みシステムは故障が発生する。そこで故障が発生しても、回路の仕様を変更することで復旧が可能である FPGA (Field Programmable Gate Array) の宇宙空間での利用が期待されている。

SRAM (Static Random Access Memory) 型 FPGA は、電源起動直後に外部のコンフィギュレーション ROM (Read Only Memory) から回路情報を FPGA 内部の SRAM へ電氣的にシリアルで転送し、その情報によって論理回路を構成する。そのため、回路の仕様変更が可能となる。しかし、現在の宇宙向け FPGA は 1Mrad の放射線耐性を有しているが、[1] それ以上の放射線耐性の向上は難しい。

このため、我々は 1Mrad 以上の放射線耐性を持つ FPGA を実現するために光再構成型ゲートアレイを開発している。光再構成型ゲートアレイはレーザーアレイ、ホログラムメモリ、ゲートアレイ VLSI の 3 要素で構成される。本デバイスでは、FPGA のコンフィギュレーション ROM に相当する部分にホログラムメモリを用いている。

そこで、本論文では、光再構成型ゲートアレイに利用されているホログラムメモリの放射線耐性の試験結果について述べる。

2. 光再構成型ゲートアレイ

光再構成型ゲートアレイのブロック図を図 1 に示す。光再構成型ゲートアレイは、回路情報を光学的に完全並列に転送することができるという点で FPGA とは異なる。回路情報はホログラムメモリ内に記憶され、レーザーアレイによりアドレッシングが行われる。そして、ホログラムメモリから再生された回路情報をゲートアレイ VLSI が 2 次元的に読み取ることで回路を構成する。このため、故障箇所を避けつつゲートアレイ VLSI を使用し続けることができる。したがって、光再構成型ゲートアレイの放射線耐性を高めることができる。

3. 試験結果

本試験ではコバルト 60 を用いて、ガンマ線をホログラムメモリに照射した。そして、この照射後のホログラムメモリを用いて 2bit NAND 回路を光再構成型ゲートアレイに実装した。ガンマ線を 300Mrad 照射したホログラム

メモリとそのホログラムメモリから再生されたコンテキストパターンを図 2, 図 3 に示す。300Mrad の γ 線を照射したホログラムメモリを用いて正しく再構成が可能であることを確認した。本試験結果より、ホログラムメモリは 300Mrad の放射線耐性を有しているといえる。既存の耐放射線 FPGA の 300 倍の放射線耐性を持つことを確認した。

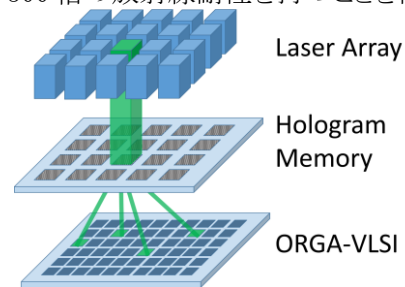


図 1. 光再構成型ゲートアレイのブロック図

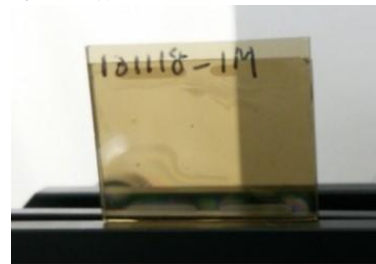


図 2. 300Mrad 照射したホログラフィックメモリ



図 3. 300Mrad 照射したコンテキストパターン

参考文献

- [1] Xilinx Inc., "Space-grade Virtex-5QV FPGA," <http://www.xilinx.com/products/silicondevices/fpga/virtex-5qv.html>.