

10 MHz 以上の信号を伝送できる耐放射線 SiC アンプの開発

Development of rad-hard SiC amplifier for signal transmission over 10 MHz

*野本 真司¹, 増永 昌弘¹, 桑名 諒¹, 平野 克彦², 上野 克宜¹,

長井 隆浩², 石塚 一平², 清水 和也²,

¹日立製作所, ²日立 GE ニュークリア・エナジー

原子力発電所の計測器に向け, 10 MHz 以上の信号を伝送できる耐放射線性 SiC アンプを開発した。本稿では試作した SiC アンプの特徴と、これの耐放射線評価結果について述べる。

キーワード: 信号伝送、アンプ、耐放射線、 γ 線、SiC

1. 緒言

原子力発電所において, 高放射線にさらされる過酷環境のリアルタイム計測が望まれている。リアルタイム計測はセンサの種類により数 MHz 以上の信号伝送を伴うため, これに適用できる耐放射線アンプの開発が求められる。そこで報告者らはこれまでに培った SiC デバイス技術^[1,2]を用いて, 10 MHz 以上の信号を伝送できる耐放射線 SiC アンプを開発したので報告する。

2. SiC アンプの特徴および耐放射線評価

SiC アンプは 10 MHz 以上の帯域を確保するため, 移動度の高い n 形 MOS のみで構成した。また, 伝送ケーブルの特性インピーダンス (50 Ω) を考慮し, アンプの出力インピーダンスを調整した。試作した SiC アンプに対し, ⁶⁰Co 線源による γ 線照射試験を実施した。線量率は 2 kGy/h, 積算線量は過酷環境を想定した 1 MGy とし, 照射前後の入出力波形を 50 Ω 終端の測定系にて評価した。

3. 結果

図 1 は γ 線照射前後における, 20 MHz, 1.8 Vpp の矩形波入力に対する出力波形である。照射前の出力波形は設計通りの利得 (-20 dB) で入力波を追従した。1 MGy 照射後の出力波形は出力電圧が微増したものの, 照射前のそれと比較して誤差 5% 以内で重なった。出力波形の再現性を確認するため, 1 MGy 照射後の入出力波形に対して FFT 解析を実施した。図 2 は周波数に対する入出力波のスペクトル強度である。スペクトル強度が立ち上がる周波数は入出力波で一致した。また, 出力波のスペクトル強度は入力波のそれと比較して 2 次高調波まで -20 dB であり, 出力波形は入力波形を再現していることを確認した。これらの結果より, SiC アンプは 1 MGy の耐放射線性を備えつつ, 20 MHz までの信号を伝送できる見込みである。

今後, 実際のケーブルを用いた伝送試験により, ノイズや遅延の影響を確認する予定である。

参考文献

- [1] M. Masunaga, S. Sato, R. Kuwana, N. Sugii, and A. Shima, "4H-SiC CMOS Transimpedance Amplifier of Gamma-Irradiation Resistance Over 1 MGy," *IEEE Trans. Electron Devices*, vol. 67, no. 1, pp. 224-229, 2020.
- [2] 野本 真司, 増永 昌弘, 桑名 諒, 上野 克宜, 平野 克彦; 耐放射線性 3 MGy を備えたボルテージレギュレータの開発; 日本原子力学会 2022 年春の大会(2022/3)

*S. Nomoto¹, M. Masunaga¹, R. Kuwana¹, K. Hirano², K. Ueno¹, T. Nagai², I. Ishizuka², K. Shimizu²

¹Hitachi Ltd., ²Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd.

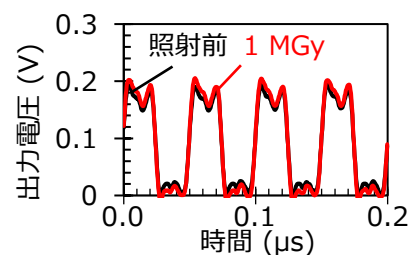


図 1 照射前後の出力波形

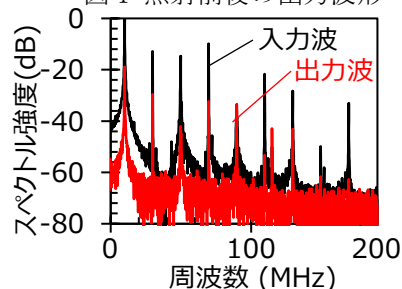


図 2 1 MGy 照射後における入出力波のスペクトル強度