

半導体素子の放射線損傷試験

Radiation Damage Test of Semiconductor Devices

大森 千広¹⁾

Chihiro OHMORI

¹⁾ 高エネルギー加速器研究機構

(概要)

高エネルギー加速器研究機構はスイス・ジュネーブ郊外にある欧州原子核研究機構-CERN の大型加速器 LHC の高輝度化(HiLumi LHC)のため、LHC 入射器の性能向上(LHC Injector Upgrade, LIU)に協力している[1, 2]。LIU の主要な柱の一つが高周波加速システムの更新であり、長期にわたって加速器トンネル内の高放射線環境下で安定して稼働する高周波増幅器が必要となった。通常高周波システムに用いられるような高出力半導体増幅器は 100Gy 程度で故障することが知られている。我々は CERN と協力して補償回路を用いた高出力増幅器を開発した。量研機構において照射試験を昨年6月に行い2.4kGyの照射によるゲイン特性の変化がわずか0.8dBの性能を得ることができた。更に、CERNにあるCHARM施設においても中性子やハドロン粒子も含めた照射を行い、同様の結果を与えることができた[3]。本研究の成果は9月にスウェーデンで行われるRADECS2018において発表する予定である。また同時に行ったアクセスポイント等の実験の結果は国内の会議で発表済みである[4, 5]。

キーワード : LHC、LIU、半導体アンプ、高周波加速、放射線損傷

1. 目的

申請者らが開発した補償回路を組み込んだ半導体増幅器の放射線による特性(ゲイン)変化を測定する。

2. 実施方法

申請者らが開発した100W半導体増幅器3式を線量率の異なる3か所に設置し、1週間の照射試験を行った。目標線量2kGyに対し、最大2.4kGyの照射を行うことができた。線量は申請者らの所有するアミノグレー検出器を量研機構の装置を用いて測定してもらった。半導体増幅器は常時100Wを出力するように制御され、増幅器のゲイン変化を0.5MHzから5MHzの範囲で測定した。

3. 結果及び考察、今後の展開等

量研機構とCERNのCHARM施設での照射試験により次の点が明らかになった。

- 1) 放射線の影響を補償することで2.4kGyの線量に耐える半導体増幅器ユニットを開発した。更なる高線量での照射を2018年度に予定している。
- 2) このクラスの半導体増幅器に対する影響はTID(トータルドーズ効果)が主であり、Displacement DamageやSingle Event Effectsの効果は小さい。

4. 引用(参照)文献等

- [1] CERN Courier: July/August 2017, p12, “LHC Luminosity upgrade accelerates”.
- [2] CERN Bulletin, Issue No. 29-30/2017 Tuesday 18 July 2017, “A new acceleration system for the PS Booster”.
- [3] “RF Amplifier using VRF151G and BLF 574 Power RF Mosfets”, C. Ohmori, M. Paoluzzi, CHARM Radiation Test Report (レポートの公開については不明).
- [4] “放射線環境下(J-PARC)における測位センサネットワークシステムの耐久性と防災用アプリの適用計画”, 川端 康夫他、日本加速器学会年会 2017年, WEP141.
- [5] “小型OSL線量計の大線量応答”, 橋本 義徳他、平成29年放射線安全取扱部会年次大会ポスター発表.