

耐放射線性を考慮した遠隔型微小振動計の初期的検討

Development of the radiation resistant remote vibration sensing device for the reactor decommissioning

*實川 資朗¹, 古谷 一幸²

¹所属なし(前 福島工業高等専門学校), ²八戸工業高等専門学校

昨年報告した、損傷構造物の健全性評価のための遠隔型微小振動計(耐放射線性確保のためアナログ回路を使用)の電子部品への積算照射試験及び微小振動計本体の照射下試験を行い、電解コンデンサーなどへの影響が少ないこと及び放射線影響による微小振動計のノイズ発生も少ないとの結果を取得した。併せて、能動素子の耐放射線性向上及び集積化を目指した微小な電子管について、3極管特性を評価した。

キーワード：廃止措置、損傷評価、振動計測、耐放射線性、耐放射線素子

1. 緒言

前回の報告(昨年)では、過酷事故時の加熱で損傷を受けた、福島第一原発のコンクリート構造物などの材質変化や健全性を、音速などの測定で推定できること、さらに PCV 内の機器などへの適用には、振動計本体に、高い耐放射線性が要求されるため、比較的、耐放射線性が高いディスクリート素子(J-FET)によるアナログ式の振動計システムの開発などを示した。今回、振動計の耐放射線性評価として、電子部品への積算照射効果(J-FET の耐放射線レベルの 100kGy 程度まで)、遠隔型微小振動計の動作への放射線影響(ノイズ発生等)を検討する照射下試験を行なった(線量率 >10Gy/h)。加えて、電子機器の耐放射線性の向上につながる能動素子の耐放射線性改善方法として、耐放射線性が高い電子管の集積化に向けて、微小3極管の試作も進めた。

2. 試作及び測定結果

2-1. 遠隔微小振動計への放射線影響

電子部品の耐放射線性の報告は、能動素子を中心に多いが、電解コンデンサー、水晶振動子等の報告は限られるため、200kGy までのγ線照射(⁶⁰Co 線源)を室温大気中で行なった(ATOX の施設を使用)。同時に、異なった抵抗体を用いた抵抗器、フィルムコンデンサーなども照射した。照射前後の電気的特性(電気容量、共振周波数など)を比較したが、明瞭な変化は認められなかった。

照射下(線量率 10-200Gy/h)での遠隔型微小振動計の動作については、高周波出力の減少、低周波系のノイズ増加が懸念事項で、これを図1に示す照射下試験により評価した。受信機の低周波出力への照射の影響は、図2のようでありノイズの増加は認められず、高周波出力も大きく低下しなかった。

以上から、振動計への放射線照射の影響は、能動素子である J-FET の耐放射線性(100kGy レベル)以下の範囲では、大きな問題は無いと判断される。

2-2. 微小電子管

前年の報告のように、フィラメントを別に設けた傍熱型のカソードによる、大きさ 10 μm 角程度のパターンで構成される微小電子管(図3参照)の3極管挙動を測定した。グリッド電圧をパラメータにした、プレート電圧-電流関係も図3に示す。なお、電子管は、アルミナ基板の上に、FIB でカーボン进行を付着させて形成した後、カーボン上にタングステン进行を付着させて電導度を確保した。なお、昨年報告の2極管特性よりも動作範囲が狭くなったが、これは電極間距離が減少し、絶縁破壊が生じやすくなったことによる。

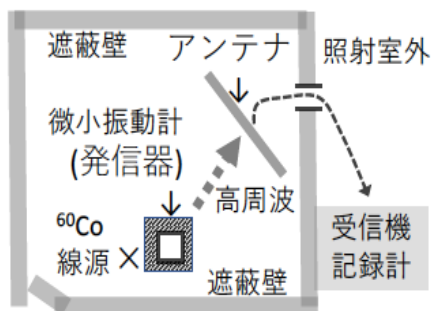


図1 照射下測定のための機器配置

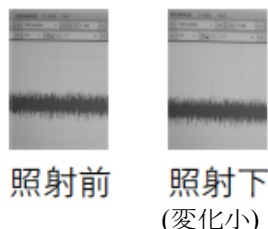


図2 照射下ノイズ変化

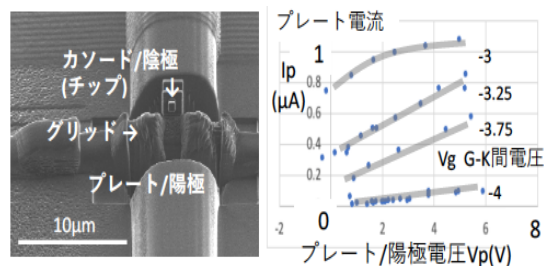


図3 微小電子管(左)と3極管特性(右)

3. 結果

遠隔型微小振動計への放射線の影響評価から、能動素子の耐放射線性の範囲内では動作可能な見通しを取得し、また、微小電子管の3極管動作を確認した。

謝辞 研究の一部は、福島イノベーション構想機構 FTC 及び京大 ZE エネルギー研究拠点共研の助成により実施。

*Shiro Jitsukawa¹ and Kazuyuki Furuya²

¹former NIT Fukushima College, ²NIT Hachinohe College