 MLF Experimental Report	提出日 Date of Report
課題番号 Project No. 2009A0078 実験課題名 Title of experiment 半導体素子のシングルイベント耐性試験に係る白色中性子場の フィージビリティ評価 実験責任者名 Name of principal investigator 浅井弘彰 所属 Affiliation HIREC 株式会社 技術部	装置責任者 Name of responsible person 前川藤夫 装置名 Name of Instrument/(BL No.) 中性子源特性試験装置(BL-10) 実施日 Date of Experiment 2009/6/10～11/24

試料、実験方法、利用の結果得られた主なデータ、考察、結論等を、記述して下さい。(適宜、図表添付のこと)
 Please report your samples, experimental method and results, discussion and conclusions. Please add figures and tables for better explanation.

1. 試料 Name of sample(s) and chemical formula, or compositions including physical form.
(1) ポリエチレン (2) 半導体デバイス

2. 実験方法及び結果 (実験がうまくいかなかった場合、その理由を記述してください。)
Experimental method and results. If you failed to conduct experiment as planned, please describe reasons.
<p>半導体の中性子評価試験におけるフィージビリティ評価を行うため、(1)反跳陽子法による中性子測定実験および(2)半導体デバイスのシングルイベント耐性評価実験を実施した。</p> <p>(1)反跳陽子法による中性子測定実験</p> <p>宇宙線起因中性子が引き起こす半導体デバイスのエラー評価試験では、一般的に1MeVから数百MeVまでの高エネルギー連続スペクトルを有する中性子(白色中性子)を、$1E+6[n/cm^2/sec]$程度の高フラックスで半導体デバイスに照射する。我々は、このような高エネルギーかつ高フラックス中性子を半導体デバイスの照射と同時に測定可能な、可搬型反跳陽子検出器を開発した。この検出器を使ってBL-10に入射する中性子を測定し、その結果とLANSCE/WNR・RCNPとの絶対値比較評価を行うことを目的としている。</p> <p>実験コンフィグレーションを図1に示す。ビームライン上にポリエチレンラジエータ(PE)を設置し、ビームラインからオフセットした場所に半導体検出器(SSD)を設置した。PE厚を1～5mm、SSD設置角度(θ)を$30^\circ \sim 45^\circ$、SSD設置距離(L)を30～50cmに変化させ、反跳陽子法による中性子測定を行った。その結果の一部を図2,3に示す。図2はPE厚3mm、図3はPE厚5mmの測定データで、バックグラウンドを差し引いたものである。</p>

2. 実験方法及び結果(つづき) Experimental method and results (continued)

横軸の SSD 出力エネルギーは、SSD(材質:シリコン)に入射する(反跳)プロトンエネルギーに対応するが、SSD 中にフルストップする最大プロトンエネルギーは SRIM 計算結果より、約 8MeV である。図 2,3 から、SSD 出力の最大エネルギーは約 15MeV になっており、計算結果と違うことがわかった。この原因の一つとして、計測システムが照射場の放射線や電磁波ノイズの影響を受けたことによるものと考えられるが、次回実験で詳細に調査する予定である。

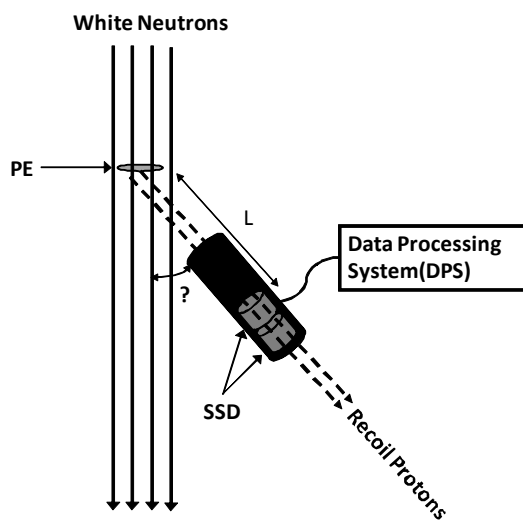


図 1:反跳実験コンフィグレーション

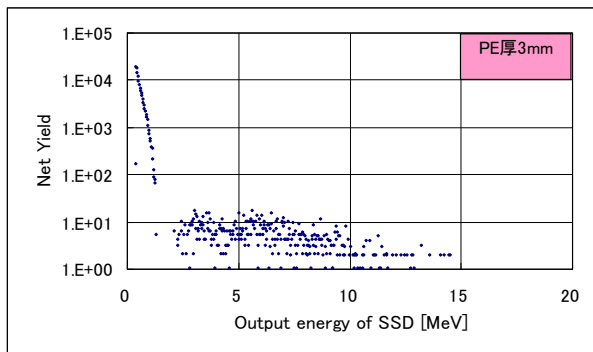


図 2:中性子測定実験結果(PE 厚:3mm)

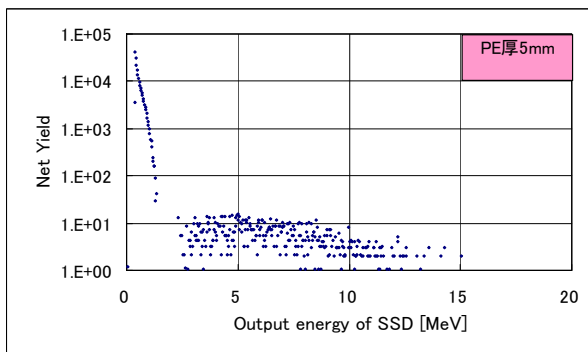


図 3:中性子測定実験結果(PE 厚:5mm)

2. 実験方法及び結果(つづき) Experimental method and results (continued)

(2)半導体デバイスのシングルイベント耐性評価実験

被照射サンプルとして、いくつかの市販品 IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)、PowerMOSFET を選定した。サンプルをビームライン上に設置し、図 4 に示す回路にてパワー素子に見られるシングルイベント現象の 1 つであるシングルイベントバーンアウト(SEB: Single Event Burnout)について評価実験を行った。その結果、IGBT1 品種について、最大定格電圧にて SEB が発生した。その他のサンプルで SEB が発生しなかった原因として、SEB を引き起こす高エネルギー中性子のフラックス不足、照射時間不足が考えられるが、サンプル自体に SEB 耐性がある可能性もあるため、引き続き実験を行う予定である。

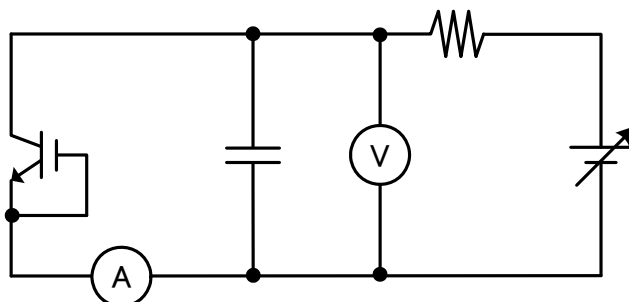


図 4:SEB 評価実験回路図(IGBT)

以上の実験結果より、放射線や電磁波ノイズなどによる計測システムへの影響、中性子ビーム強度の不足、照射時間不足などといった多くの問題はあるが、パワー素子の SEB が確認されたことから、BL-10 は半導体デバイスのシングルイベント耐性評価に利用できる見通しが立った。今後、これらの問題点について対策を検討し、引き続き実験を行う予定である。

— 以上 —