


(※本報告書は英語で記述してください。ただし、産業利用課題として採択されている方は日本語で記述していただいても結構です。)

 MLF Experimental Report	提出日 Date of Report
課題番号 Project No. 2016B0209 実験課題名 Title of experiment 電力用半導体の宇宙線耐量 実験責任者名 Name of principal investigator 新井大夏 所属 Affiliation (株)日立パワーデバイス	装置責任者 Name of responsible person 及川健一 装置名 Name of Instrument/(BL No.) BL-10 実施日 Date of Experiment 2017/2/21-22, 3/7-8

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.

<p>1. 試料 Name of sample(s) and chemical formula, or compositions including physical form.</p> <p>・基板実装された電力用半導体シリコンチップ</p> <p>3.3kV 定格の Si - IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor) チップ、Si - Diode チップを半田および Al ワイヤにより AlN 絶縁基板に実装。チップの高電圧露出部には絶縁ゲルまたは絶縁樹脂により絶縁保護し、IGBT のゲートはあらかじめエミッタにワイヤショートしオフ状態に固定。また高電圧のかかる絶縁基板のパターン間も絶縁樹脂保護。</p>  <p style="text-align: right;">図 1. サンプル実装例の写真</p>
--

<p>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。)</p> <p>Experimental method and results. If you failed to conduct experiment as planned, please describe reasons.</p> <p>1. 実験の目的</p> <p>J-PARC 利用の中性子照射による加速実験から、宇宙線耐量のデバイス構造・試験仕様依存性を見積もり、破壊メカニズムを解析する。また本実験結果を元に高信頼デバイスの研究開発に展開していく。今回(16 下期)は実験環境を立上げ、最初の取得データを解析し実験方法の妥当性を検証する。</p> <p>2. 実験方法</p> <p>J-PARC の BL-10 にて高圧 DC バイアスを保持した状態でサンプルに中性子を照射し、シングルイベントによる破壊発生までの換算照射量を計測する。本結果から自然宇宙放射による故障確立を見積もる。</p> <p>2. 1 試験サンプル</p> <p>各種定格耐圧のチップを試作し、厚さ、抵抗率、裏面拡散層、印加電圧をパラメータにしたデータを取得する。今回は 3.3kV 定格の IGBT と Diode チップを用いる。図1に Si-IGBT サンプル実装例の写真を示す。</p> <p>2. 2 試験環境</p> <p>図 2 に試験回路概要を示す。高圧電源、ヒューズボックスとサンプルを直列接続し電圧印加する。サンプル</p>

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

はヒューズボックスを介して複数並列接続可能で、データロガーにより各サンプル独立にショート破壊する時間をモニタリングする。図3に中性子線照射するサンプルのセッティング写真を示す。中性子は透過性が高いので、複数サンプルを10cm 径程度の照射エリアに縦に並べて照射する。

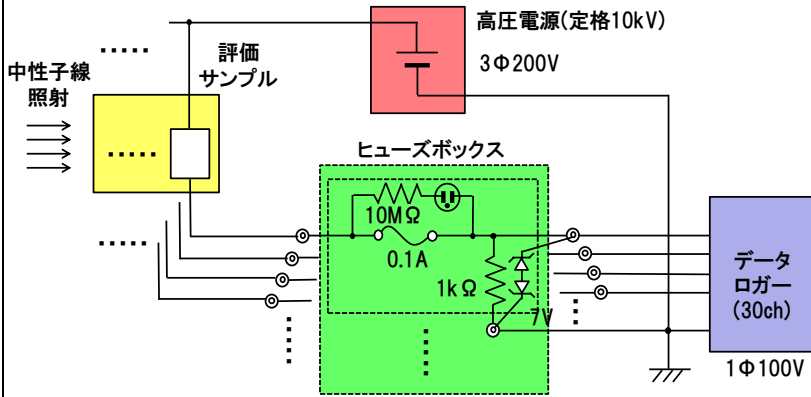
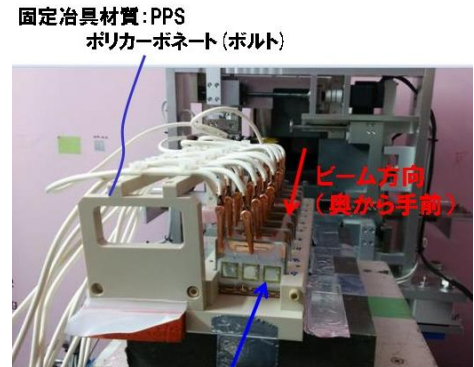


図2. 試験回路概要



9基板をビーム方向に並べて設置

図3. 中性子照射するサンプルのセッティング写真

3. 実験結果

図4に各サンプルの破壊までの高電圧印加時・中性子照射時間のワイブルプロットを示す。(a)は3.3kV 定格の Si-IGBT、(b)は3.3kV 定格の Si-Diode の結果である。ともにほぼ $m=1$ の傾きとなり、宇宙線耐量の特徴と同じ中性子照射による偶発故障が起こっていることがわかる。よって本設備・試験方法で宇宙線耐量の加速評価が可能であることが確認された。

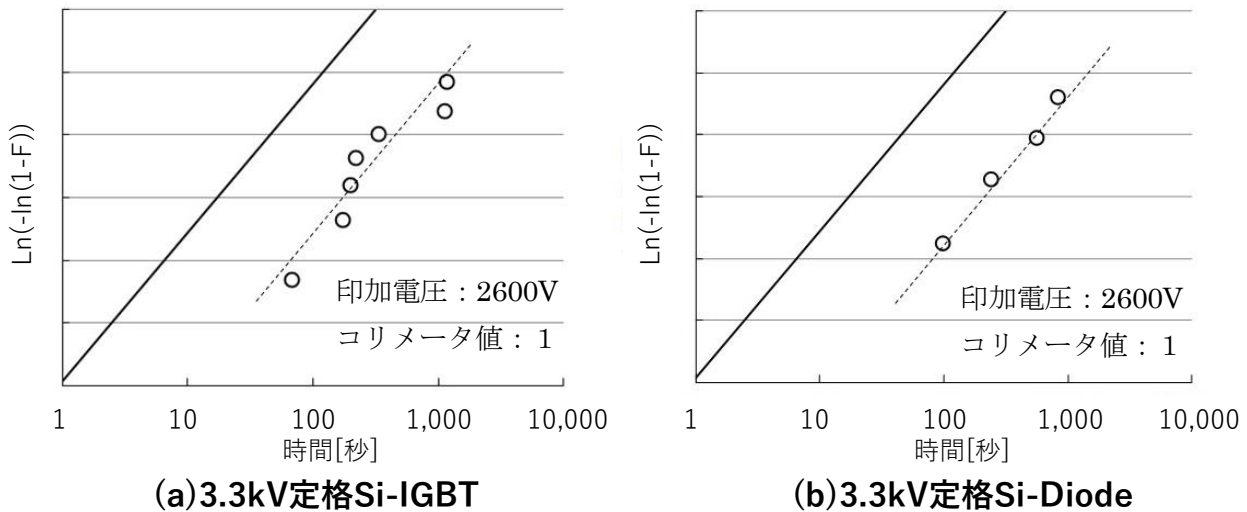


図4. サンプルの破壊までの高電圧印加時・中性子照射時間のワイブルプロット

4. 今後の計画

今回妥当性が確認された実験方法により宇宙線耐量のサンプル仕様・試験条件依存を試験するために、さらにコリメータによる加速率調整を検討する。精度の高い故障確立取得には、破壊プロットの積み上げと十分な破壊時間精度を得ることが必要である。サンプル仕様により故障時間は桁で変われることを考慮し、今回のサンプルのように数十分で5点程度のプロットが得られるレベルにコリメータ調整可能な実験方法を確立していく。