

単結晶CVDダイヤモンド検出器を用いた熱・高速中性子 及びガンマ線の弁別測定法の開発の進展

Progress in a discriminative measurement method for gamma-rays, thermal and fast neutrons using a single-crystal CVD diamond detector

小林真^{1,2)}、吉橋幸子³⁾、小川国大^{1,2)}、磯部光孝^{1,2)}、長壁正樹^{1,2)}
Makoto I. Kobayashi^{1,2)}, Sachiko Yoshihashi³⁾, Kunihiro Ogawa^{1,2)}, Mitsutaka Isobe^{1,2)},
Masaki Osakabe^{1,2)}

¹⁾ NIFS、²⁾ 総研大、³⁾ 名古屋大

¹⁾ NIFS、²⁾ SOKENDAI、³⁾ Nagoya Univ.

1. 緒言

単結晶CVDダイヤモンド検出器は高速中性子計測性能を有するが、さらに、表面にリチウム化合物を塗布することで、熱中性子との核反応により生成する高エネルギー荷電粒子（トリトン及びアルファ粒子）を直接測定することで、熱中性子束を間接的に測定することが可能である。また、ダイヤモンドはガンマ線にも感度を有し、実効原子番号も人体に近いことから、放射線業務従事者の被ばく量モニターとしても有望視されている。

核融合炉ブランケット試験体の中性子工学実験において、広い高速中性子束・熱中性子束をその場計測することが求められるが、これらの放射線により単結晶CVDダイヤモンド検出器で計測されるパルスを適切に弁別しなければ、正確な線量評価は不可能である。そこで本研究では、単結晶CVDダイヤモンドへの高速中性子・熱中性子・ガンマ線照射を行った際のパルスデータについて、各放射線に起因するパルスの波形弁別処理手法の検討・実証試験を行った。

2. 実験方法

高速中性子がダイヤモンド内に入射すると、炭素原子との弾性散乱や核反応により電子正孔対が局所的に生成し、印加電圧により逆方向に各電荷が移動して表面電極に到達するまでの間に電流が発生する。特に、ダイヤモンドの厚みに対してほぼ中央付近の領域(Ballistic center region: BCR)で発生した電子正孔対は、各表面電極へ到達する時間が一致することで幅の狭い四角形状のパルスが発生する。この波形は高エネルギー荷電粒子やガンマ線では発生せず、中性子の特徴的なパルスである。そこで本研究では、BCRにて発生した電子正孔対に起因するパルスのみを抽出するアルゴリズムを構築した。また、東北大学高速中性子実験室(FNL)にてd-Li反応により発生する約14

MeVの中性子照射を行い、構築したアルゴリズムの妥当性評価を実施した。

3. 結果・考察

解析において、取得したパルスの1/4値幅(W)とピークトップ電流値(A)、全電荷(Q)を用いることで、波形の四角度($R=Q/AW$)を評価した。全てのパルス、及び $R > 0.8$ のパルスの1/4値幅のヒストグラムを図に示す。Rによる弁別無しの場合と比較して、Rを指標とすることで3つのピークが出現した。各ピークは、幅の狭い順に、①BCR(電子とホール移動に起因)、②ダイヤモンド裏側表面(ホール移動に起因)、③ダイヤモンド表側表面(電子移動に起因)におけるイベントに起因すると考察された。また、熱中性子に起因する高エネルギー荷電粒子は③に、ガンマ線はそれ以外の部分に混在している。さらに、リチウム箔の有無により①のカウント値は変化しないが③のカウント値に変化が生じるため、その差異から高速中性子束と熱中性子束の弁別評価が可能である。

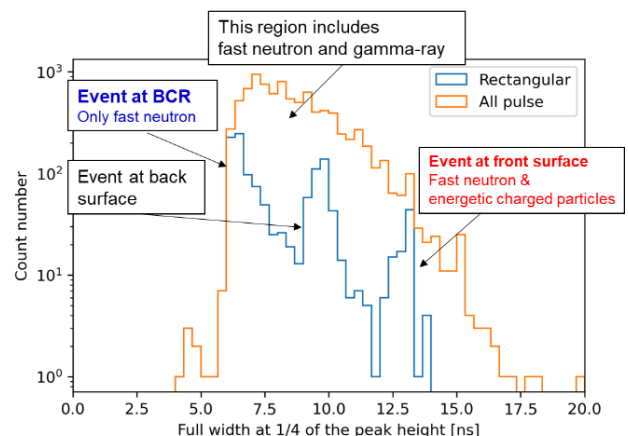


図 高速中性子照射時の 1/4 値幅ヒストグラムと四角度による解析