

単結晶 CVD ダイヤモンド検出器の高速中性子計測のための波形弁別手法の開発

Development of a pulse shape discrimination using single crystal CVD diamond detector
for fast neutron measurement

*小林真^{1,2}、吉橋幸子³、小川国大^{1,2}、磯部光孝^{1,2}、神尾修治¹、藤原大¹、Siriyaorn Sangaroon^{1,4}、
瓜谷章³、長壁正樹^{1,2}

¹核融合科学研究所、²総合研究大学院大学、³名古屋大学、⁴ Mahasarakham University

本研究では、単結晶 CVD ダイヤモンド検出器への高速中性子照射を行い、アルファ線やガンマ線に起因するパルスとの弁別手法の開発を行った。波形の四角度を指標とした弁別により高速中性子に起因するパルスのみの抽出が可能であることが示された。

キーワード：単結晶 CVD ダイヤモンド検出器、高速中性子、波形弁別

1. 緒言

単結晶ダイヤモンド検出器は核融合炉における高速中性子束の実時間測定のための有用なモニタとして期待されるが、高速中性子と共に入射する荷電粒子やガンマ線に起因するパルスにより正確な高速中性子計測が困難となる。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照射を行い、アルファ線やガンマ線に起因するパルスとの弁別手法の開発を行った。

2. 実験・解析方法

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。この波形はアルファ線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。

結果・結論

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、BCR(電子とホールの移動に起因)、ダイヤモンド裏側表面(ホールの移動に起因)、ダイヤモンド表側表面(電子の移動に起因)におけるイベントに起因すると考察された。この結果のとおり、本弁別手法にて高速中性子に起因するパルスのみを抽出して評価することが可能であると示された。

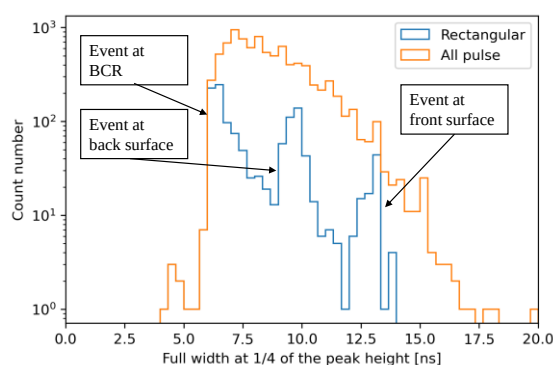


図 全てのパルス及び $R > 0.8$ のパルスの 1/4 値幅のヒストグラム

* Makoto I. Kobayashi^{1,2}, Sachiko Yoshihashi³, Kunihiro Ogawa^{1,2}, Mitsutaka Isobe^{1,2}, Shuji Kamio¹, Yutaka Fujiwara¹, Siriyaorn Sangaroon^{1,4}, Akira Uritani³, Masaki Osakabe^{1,2}

¹National Institute for Fusion Science, ²SOKENDAI, ³Nagoya University, ⁴Mahasarakham University