

ダイヤモンド検出器を用いたホウ素中性子捕捉反応の直接定量測定

A direct quantitative measurement of boron-neutron capture reaction by using diamond detector

*小林真^{1,2}、吉橋幸子³、小川国大^{1,2}、磯部光孝^{1,2}、西谷健夫¹、神尾修二¹、
藤原大¹、坪内知美^{2,4}、瓜谷章³、阪間稔⁵、長壁正樹^{1,2}
¹核融合研、²総研大、³名大、⁴基生研、⁵徳島大

単結晶 CVD ダイヤモンド検出器をホウ素材料と組み合わせ、中性子照射下においてホウ素中性子捕捉反応で発生するアルファ線をパルス波形弁別によりガンマ線起因のパルスと分離することで、ホウ素中性子捕捉反応発生率の定量評価を可能とした。

キーワード：中性子、BNCT、ダイヤモンド検出器

1. 緒言

ホウ素中性子捕捉療法に用いる中性子場の構築、人体内での中性子の減速過程の評価、治療効果のモニタリングのため、ホウ素中性子捕捉反応の実時間・定量測定が求められる。ダイヤモンド検出器は高エネルギー中性子計測だけでなく、表面に塗布したホウ素と中性子との $^{10}\text{B}(\text{n},\alpha)^7\text{Li}$ 反応により生成するアルファ線を直接測定することで、ホウ素中性子捕捉反応の反応率を定量評価することが可能である。一方、ダイヤモンド検出器はガンマ線にも感度を有するため、アルファ線とガンマ線の弁別測定が必須となる。本研究ではパルス波形弁別にに基づくコード開発によりホウ素中性子捕捉反応発生率の定量評価を可能とした。

2. パルス波形弁別

ダイヤモンド検出器内に照射した放射線はダイヤモンド内に電子正孔対を生成し、印加電圧により電荷出力が得られる。アルファ線等の高エネルギー荷電粒子はダイヤモンド表面近傍で全てのエネルギーを付与するため電子正孔対は表面近傍にのみ生成する。一方、ガンマ線により生成する電子正孔対は、ダイヤモンド内に広く分布する。この差異により、高エネルギー荷電粒子では矩形パルス波形が、ガンマ線では三角形状パルス波形が得られる。このようなパルス波形による弁別手法をコード化し、解析を行った。

3. 結果・考察

図に、ホウ素板を付したダイヤモンド検出器(ダイヤモンド厚さ: 500 μm)に中性子照射し、上記コードにより波形弁別して得られたアルファ線及びガンマ線によるパルスの全電荷ヒストグラムを示す。ホウ素中性子捕捉反応発生率の定量評価には、アルファ線のみを検出が必要であるが、その全電荷ヒストグラムとガンマ線による全電荷ヒストグラムは殆ど同じ電荷出力領域に出現するため、単純な電荷出力値による粒子弁別は不可能である。この問題を本コードによる波形弁別により解決することができた。一方、定量評価においては、ホウ素板内でのアルファ線の減速・遮蔽や波形弁別精度の評価が必要である。

本発表では、これらの評価と併せてホウ素中性子捕捉反応発生率の定量評価について議論する。

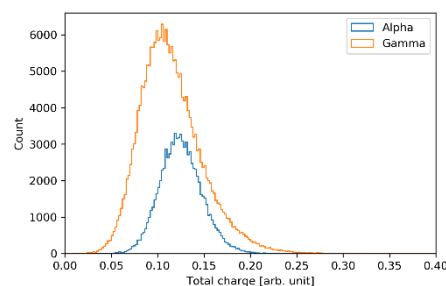


図 波形弁別により得られたアルファ線
及びガンマ線の全電荷ヒストグラム

*Makoto Kobayashi^{1,2}, Sachiko Yoshihashi³, Kunihiro Ogawa^{1,2}, Mitsutaka Isobe^{1,2}, Takeo Nishitani¹, Shuji Kamio¹, Yutaka Fujiwara¹,
Tomomi Tsubouchi^{2,4}, Akira Uritani³, Minoru Sakama⁵, Masaki Osakabe^{1,2}

¹NIFS, ²SOKENDAI, ³Nagoya Univ., ⁴NIBB, ⁵Tokushima Univ.