

斜入射中性子を照射した InP 基板から放出される ^{115}In ガンマ線の入射角度依存性

Gamma-ray intensity from ^{115}In induced by grazing-incidence neutrons on an InP substrate measured as a function of neutron glancing angle

原子力機構¹, 総合科学研究機構², 物材機構³ ◦山崎 大¹, 水沢 まり², 盛合 敦¹, 武田 全康¹, 松江秀明¹, 桜井 健次³

JAEA¹, CROSS², NIMS³ ◦Dai Yamazaki¹, Mari Mizusawa², Atsushi Moriai¹, Masayasu Takeda¹, Hideaki Matsue¹, Kenji Sakurai³

E-mail: dai.yamazaki@j-parc.jp

中性子反射法と同時に表面・界面を測定でき、しかも深く埋もれた界面にも適用可能な非破壊的元素分析法として、全反射中性子利用ガンマ線分光法 (TN- γ 法) を提案する。これは全反射臨界角近傍で中性子を試料に斜入射させる中性子反射法の実験体系で、同時に中性子捕捉ガンマ線分析をおこなうものであり、2010年代に ILL で試みられ[1, 2], この拡張を企図してわれわれが数年来 J-PARC/MLF の BL10 において開発してきた[3]。同様の表面元素分析手法が X 線では全反射蛍光 X 線分析として確立されているが、透過性にすぐれた中性子とガンマ線をもちいるこの手法は、固液界面をはじめとする深く埋もれた界面が観測できるという強い特長を持つ。

この TN- γ 法による測定を研究用原子炉 JRR-3 の中性子反射率計 SUIREN でおこなった。ここでは波長 3.99 Å のよくコリメートされた単色中性子が利用できる。ガンマ線検出器には Kromek 社製 CZT 検出器 GR1-A を採用し、バックグラウンドを下げるため試料方向以外の上下左右を 10mm, 後方を 115mm の鉛遮蔽体でおおった。この検出器で測定できるエネルギー範囲は 3MeV 以下である。試料にはガンマ線放出断面積の比較的大きい ^{115}In をもつ InP 基板 (ϕ 50mm \times t 0.5mm) を選んだ。これは 3.99 Å の中性子に対して全反射臨界角が約 0.175° である。この実験では InP 基板表面に反射率測定条件で中性子ビームを照射し、発生するガンマ線のスペクトルを 0.10° , 0.15° , 0.175° , 0.20° , 0.30° , 0.45° の中性子入射角において測定した。

^{115}In による中性子の捕獲で放出されるガンマ線のうち比較的大きなガンマ線放出断面積の大きいエネルギーのものとして 162.4keV, 186.2keV, 273.0keV, 416.9keV のガンマ線ピークに注目し、各エネルギーのガンマ線ピーク強度を中性子入射角に対してプロットした。その結果、どのエネルギーのガンマ線についても、中性子入射角による変動は顕著であり、全反射臨界角以上で強度が増加して 0.30° 前後から飽和にむかう傾向がみられた。これは入射角を大きくすることで InP 基板表面への中性子の侵入深さが変化し、ガンマ線発生に寄与する ^{115}In 原子核の総量が増えたことに対応する。講演ではこのデータについて定量的に検討した結果を報告する。

[1] E. Schneck et al., *Langmuir* 29, 4084 (2013).

[2] F. Piscitelli et al., *Proc. R. Soc. A* 472, 20150711 (2016).

[3] 水沢まり他, *表面と真空* 65, 34 (2022).