



耐放射線窓材としての酸化亜鉛の表面結晶性評価

南佑輝、山ノ井航平、Empizo Melvin John Fernandez、猿倉信彦
大阪大学 レーザーエネルギー学研究センター

キーワード：酸化亜鉛，窓材，放射線耐性，イオンビーム，核融合

1. 背景と研究目的

近年、特に福島第一原子力発電所の事故以降、エネルギー問題が深刻化する中で、新たなエネルギー源として核融合エネルギー開発が注目されている。磁場閉じ込め・慣性閉じ込めの種類を問わず、核融合炉にはプラズマや光計測用の窓が必要となり、核融合反応に伴い発生する中性子線・ガンマ線・水素イオン等による窓材へのダメージは重要な問題である。既に、耐放射線材料としてサファイア・ SiO_2 等の試験用原子炉を用いた各種照射実験が行われている一方、我々は新しい候補材料として酸化亜鉛（ ZnO ）結晶を提案し、耐放射線評価を行ってきた。これまでの研究で、イオンビーム照射前後の ZnO の透過率を計測した結果、照射直後は透過率が低下するものの、室温下で数時間保存すると、アニール効果により透過率が回復する事が分かっている[1]。だが、照射前の状態に完全に戻る事はなく、本実験では、イオンビーム照射前後の ZnO の表面状態を X 線回折実験により明らかにする事を目的とした。

2. 実験内容

実地研修として、BL8S1にて薄膜 X 線回折実験を行った。サンプルには、定常高粒子束混合イオンビーム照射装置（HiFIT）により 1 keV の水素イオンビームを照射した ZnO 、同じく 1 keV の重水素イオンビームを照射した ZnO 、未照射の ZnO 、の計 3 点を用いた（いずれもバルク結晶：10 mm x 10 mm x 0.5 mm）。それぞれのサンプルの (1,0,-1,0) 面について、測定波長 1.353 Å、入射角 0.5 度の In-Plane 測定により、ロックンクカーブ (φ スキャン) と $2\theta_X$ スキャンを行った。

3. 結果および考察

図 1 に、各サンプルの (1,0,-1,0) 面反射のロックンクカーブ測定結果を示す。各ピークの FWHM は、未照射 ZnO が 0.492 度、水素イオン照射 ZnO が 1.588 度、重水素イオン照射 ZnO が 1.396 度であった。イオンビーム照射により、面方位の揺らぎが増ししている事が分かった。また、 $2\theta_X$ スキャンでは、イオンビーム照射により、(1,0,-1,0) 面反射のピーク形状の対称性が崩れている事が分かった。これらの結果はいずれも、イオンビーム照射による、深さ数 10 nm 部分の結晶性の低下・欠陥の増加を意味している。

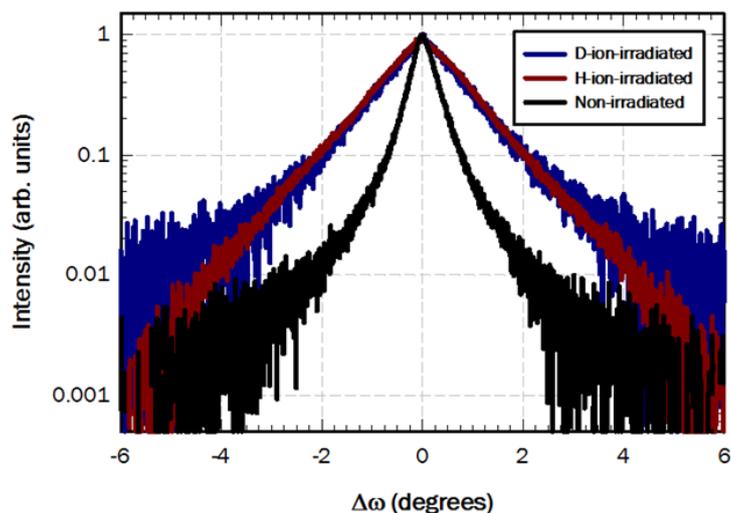


図 1 水素イオンビーム照射後、重水素イオンビーム照射後、イオンビーム未照射の ZnO 結晶の、(1,0,-1,0) 面反射におけるロックンクカーブ測定結果

4. 参考文献

[1] K. Yamanoi et. al., *Opt. Mater.* **62** (2016) 646-650.