

## ZnO 単結晶薄膜にドーピングされた W の表面偏析

## Surface Segregation of W doped in ZnO thin films

〇鈴木拓、安達裕、齋藤紀子、橋口未奈子、坂口勲、大橋直樹、菱田俊一

NIMS Taku Suzuki, Yutaka Adachi, Noriko Saito, Minako Hashiguchi, Isao Sakaguchi, Naoki Ohashi,

Shunichi Hishita

E-mail: suzuki.taku@nims.go.jp

【序論】ZnO への W ドーピングは、ZnO の光触媒や蛍光等の特性を改善する目的で、広く研究されてきた。これまでに、これらの特性の改善において W ドーピングが一定の役割を果たすことが明らかになっている。一方で、そのメカニズムについては未だ不明な点が多い。これは、W-ZnO の詳細な原子配列や電子状態について、未だに相反する報告がなされ議論が続いている状況にも原因がある。本研究では、W-ZnO の原子配列を明らかにする目的で、よく定義された W-ZnO 表面を表面偏析によって準備し、この最表面の構造解析を行った。

【実験】W-ZnO 薄膜は、PLD 法により  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(11 $\bar{2}$ 0)基板上にエピタキシャル成長させた。W のドーピング量は、0.05, 0.25, 1, 4 mol%とした。膜厚は 88 nm から 385 nm の範囲内とした。薄膜の結晶性は XRD により確認した。また SIMS により、試料中の W 濃度がドーピング量に比例していることを予め確認した。W-ZnO 薄膜を成長後、別の超高真空チャンバーに導入し、低速 He+イオン散乱分光法、RHEED、UPS(He I)により、表面の元素組成、原子配列、電子状態について調べた。

【結果】W-ZnO試料を段階的に加熱しながら、イオン散乱分光法で最表面組成を調べた結果、全ての試料で900 K以上のアニールによりWの表面偏析が観測された。最表面のW濃度は、この偏析により温度と共に増大したが、ある濃度以上では一定になった。この表面におけるRHEEDは、比較的シャープな1×1ストリークを示した。

この表面におけるイオン散乱分光法による表面構造解析の結果が図1である。W-ZnOでは、WとZnが同様の6回対称の周期的強度変化を示している。また、この強度変化の位相は、ZnOの0面のそれと一致している。これらの結果から、W-ZnO最表面は0面で終端しており、偏析したWはZnの置換サイトに位置していることが示される。さらに、UPSからは偏析したWが6価であることが示唆された。

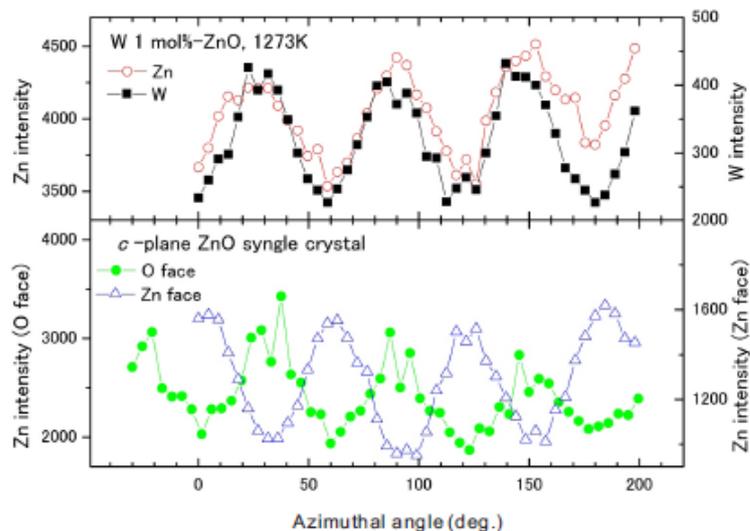


図1 W-ZnO と c 面 ZnO 単結晶におけるイオン散乱分光法の面内角 (azimuthal angle) 依存性。散乱角 150°、入射角 70° であり、面内角 0° は ZnO[10 $\bar{1}$ 0]に平行である。