

立方晶系 La(Sr)MnO₃/六方晶系 ZnO のヘテロ構造の作成と p-n 接合特性 Fabrication of Cubic-La(Sr)MnO₃/ Hexagonal-ZnO Heterostructures and p-n Junction

三重大¹, アドウェル研究所², リガク³, 日本大学⁴, Raman Res. Inst. (インド)⁵,

U. California-Davis (USA)⁶, U. Central Florida⁷, NIMS⁸, 岡田 聡¹, 奥倉三好^{1,2}, 稲葉克彦³,

小林信太郎³, 岩田 展幸⁴, Reji Philip⁵, Kai Liu⁶, Jayan Thomas⁷, 有沢俊一⁸, 遠藤民生¹

Mie U.¹, Adwel R&D Co.², Rigaku³, Nihon U.⁴, Raman Res. Inst. (India)⁵, U. California-Davis (USA)⁶,

U. Central Florida⁷, NIMS⁸, Akira Okada¹, MiyoshiYokura^{1,2}, Katsuhiko Inaba³,

Shintaro Kobayashi³, Nobuyuki Iwata⁴, Reji Philip⁵, Kai Liu⁶, Jayan Thomas⁷, Shunichi Arisawa⁸ and Tamio Endo¹

E-mail: akiraokada@em.elec.mie-u.ac.jp

初めに

n 型半導体の ZnO 上に p 型半導体の La(Sr)MnO₃ を積層することによって、磁場や温度で大きく変調できる p-n 接合の実現を目指している。接合特性は薄膜の配向性に依存するため、今回は、LSMO/ZnO 積層膜のサファイア基板上での相互配置を含めて面内配向性と物性評価について報告する。

実験方法

イオンビームスパッタによって各種基板 (MgO、LAO、STO、サファイア (SP)) 上に ZnO 下層膜を堆積した。そして、ZnO 下層膜上に LSMO 上層膜を堆積した。堆積中は、酸素分子 (ML) または酸素プラズマ (PL) を酸素分圧 (Po) 1.0–3.0 mTorr で供給し、基板温度 Ts は 400–750°C の範囲で変化した。薄膜評価は XRD の θ -2 θ 測定によって、まず面直配向性を調べた。次に In-plane XRD および極点測定を行って面内配向を明らかにした。また、単層膜と積層膜の光学的性質、電気的性質、磁氣的性質を調べた。

結果と考察

LSMO/ZnO/SP の in-plane 逆格子空間マップを図 1 と図 2 に示す。2 つの試料の結果から、サンプル A では、LSMO(111) 配向粒子の対角 γ 軸と ZnO(001) の a 軸が平行である [1-10](111)LSMO//[11-20](001)ZnO<D-mode>配向、サンプル B では、LSMO(111)- γ 軸と ZnO(001)-a 軸が 30° ずれている [1-10](111)LSMO//[10-10](001)ZnO<C-mode>配向していることがわかり、それらの相互配置関係を図 3 に示す。そのように配向する理由として、表面エネルギーや界面エネルギーだけでなく、粒界エネルギーも原因していると考えている。サンプル A は粒界エネルギーより界面エネルギーが低く、サンプル B は、粒界格子マッチによって、界面エネルギーよりも粒界エネルギーが低くなっていると思われる。さらにサンプル B は LSMO(111) 相の割合が A よりも高い。現在、格子マッチング計算で確認中である。

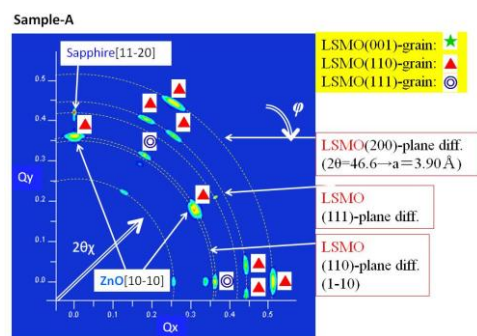


Fig. 2. LSMO/ZnO/SP (sample-A) の逆格子空間マッピング

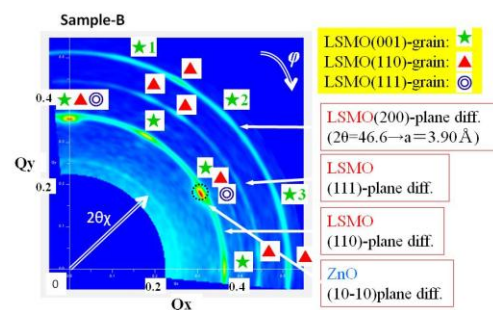


Fig. 2. LSMO/ZnO/SP (sample-B) の逆格子空間マッピング

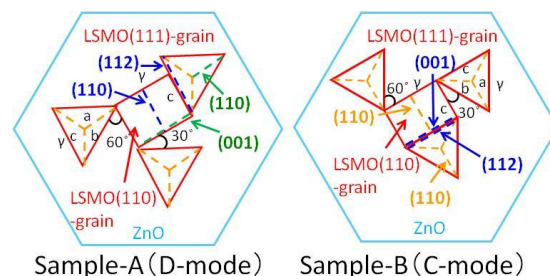


Fig. 3. LSMO/ZnO/SP (sample-A, -B) の LSMO(110) と LSMO(111) 粒子の相互配置