

デュアル PLD 法による面内組成傾斜薄膜作製と相境界の観察

Fabrication of lateral compositionally graded films with dual PLD and observation of phase boundaries

ICN2 [○]坂井 穰, A. フエンテス, P. バレス, J. M. C. ロケ,
J. パディーヤ, G. ソーチエ, J. サンティソ, G. カタラン

ICN2 [○]Joe Sakai, Alba Fuentes, Pablo Vales, Jose Manuel Caicedo Roque,
Jessica Padilla, Guillaume Sauthier, José Santiso, and Gustau Catalan
E-mail: sakai.joe@gmail.com

2 種類の物質 A, B の固溶体 A_xB_{1-x} の組成変化が相転移を伴う例が存在する。例えば $PbZr_xTi_{1-x}O_3$ (PZT) では、B サイトイオン中の Zr 比 x が 0 から 1 に増加するに従って結晶構造が正方晶 (T) $\rightarrow$ 菱面体晶 (R) $\rightarrow$ 直方晶 (O) と変化する。T - R 相境界 ($x = 0.52$) は誘電率および電気機械結合係数が極大を示す組成と一致するのに対し、R - O 相境界 ($x = 0.92$) においては強誘電性 (FE) と反強誘電性 (AFE) の間の転換が起こることが知られている。これら相境界近辺の微小空間領域において、結晶粒や粒界の結晶学的・電子的挙動がどのように異相の影響を受けるかは興味深い。

我々は相境界の観察を目的として、面内の一方向に沿って組成が A から B まで連続的に変化する薄膜試料を、デュアル・パルスレーザー堆積 (デュアル PLD) 法 (図 1) を用いて作成している。基板に向いた 2 個のターゲットに同時にエキシマレーザー光 (波長 248 nm) を照射するので、アブレートされた両種の粒子は基板に到達する以前に気相中で混合され始める。組成傾斜を制御するために両ターゲット間にマスクを設置し、マスクと基板表面の間には数百 μm ~ 数 mm の間隙を空ける。組成傾斜領域の幅は主にこの間隙と製膜時の雰囲気圧力の関数となる。

図 2 には間隙 5 mm、酸素圧 100 mTorr、基板温度 550°C で SrTiO_3 基板上に作成した PbZrO_3 - PbTiO_3 組成傾斜膜の表面 10 点における組成、表面形状、X 線回折プロファイルを示す。幅 9 mm の領域で Zr 比 x が 0.17 から 0.96 まで連続的に変化する、同時に面直方向格子面間隔も連続的に変化した。膜面が平坦な T 相・R 相組成領域ではバルクと同様に FE 特性を示したが、基板との格子ミスマッチが極めて大きい O 相組成においては膜が完全に緩和して粒状構造を呈し、AFE 特性の兆候は見られなかった。

講演では、 $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ の面内組成傾斜膜を作成し、絶縁体 - 金属相境界を観測した結果についても触れる。

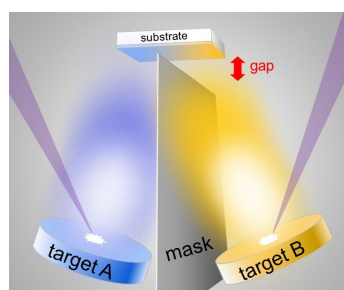


Fig. 1: Schematic of dual PLD for lateral graded composition.

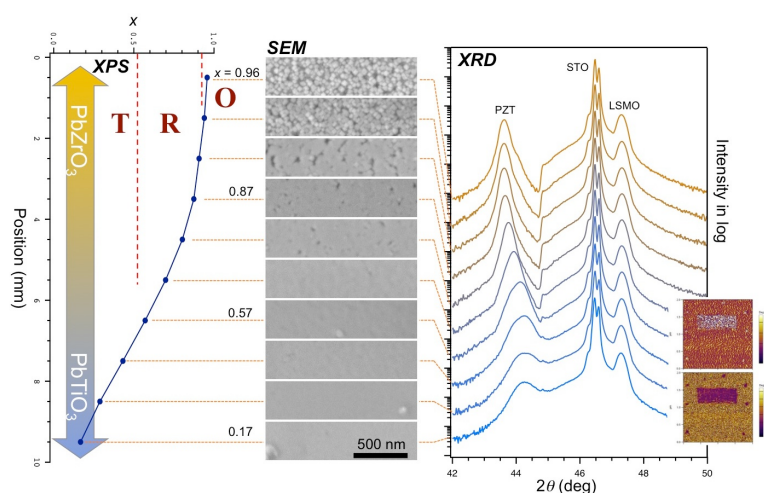


Fig. 2: [Zr]/([Zr]+[Ti]) (XPS), surface morphology (SEM), and 2θ - ω profiles (XRD) at 10 points on a PZO - PTO lateral compositionally graded film. An image of areal poling at a position of 9 mm is shown in inset of XRD panel. Labels T, R, and O indicate the structure predicted from the composition.