

Si(100) 基板上の複合面方位 CeO₂ 層の形成Hybrid Orientation CeO₂ Layers on Si(100) Substrates

いわき明星大 科学技術 ○井上 知泰, 信田 重成

Iwaki Meisei Univ., ○Tomoyasu Inoue and Shigenari Shida

E-mail: tomo@iwakimu.ac.jp

はじめに Si(100) 基板上の CeO₂ 膜の方位選択エピタキシャル成長 (OSE) の研究を行っている。これは (100) 或は (110) のいずれかの方位を選択して成長できる方法であるが,¹ 研究当初の基板バイアス印加法以外に低速電子ビーム照射による方法も有効であることが分かった。² 現在これを発展させて, OSE の 2 次元パターンニングの実現を目指す研究を進めている。³ 吸収電流像観察を利用して, 電子ビーム照射領域の位置やサイズを制御して OSE の実験を進め, 複合面方位 CeO₂ 層を形成することができた。試料面内の結晶方位分布の解析から, (100) と (110) 領域の間に遷移領域があることが分かり, その幅と基板比抵抗の関係性を調べている。

実験結果と議論 2 段階成長法を用いた反応性マグネトロンスパッタ法により, 膜厚約 20 nm の CeO₂ 層を形成した。Si(100) 基板は 52 mm 角の大きさである。Fig. 1 の左図に示す様に, 約 6 mm 角の領域にビーム径約 3 mm で加速エネルギー 90 eV の電子ビームを照射しながら CeO₂ 層をエピタキシャル成長させた。Fig. 1 中の (a), (b) 点はそれぞれ試料の電子ビーム照射領域内とその外側の RHEED 測定位置を示す。Fig. 1 右図の RHEED パターンから, 電子ビーム照射部は CeO₂(100), 外側では CeO₂(110) が成長していることが分かる。この結果は電子ビーム誘起 OSE 法により, 複合面方位エピタキシャル領域を 2 次元制御できることを実証している。Fig. 1 の x 軸に沿った結晶方位分布を Fig. 2 に示す。Fig. 2 (a), (b) はそれぞれ Si 基板の比抵抗が 0.4, 11 Ω·cm の試料の測定結果である。Fig. 3 に示す様に, 遷移領域幅が基板比抵抗の対数に比例して減少することが分かった。この結果は Fig. 4 のポテンシャルモデルで示す様に, 遷移領域幅が基板の比抵抗の低下と共に電子ビーム照射領域からの電位分布の広がりが狭まることに起因していると考えられる。

本研究は学術研究助成基金 (23560028) の助成を受けたものである。本研究の一部は, 文部科学省のナノテクノロジー総合支援プロジェクトの支援を受けて, (独) 産業技術総合研究所 ナノプロセッシング施設において実施された。

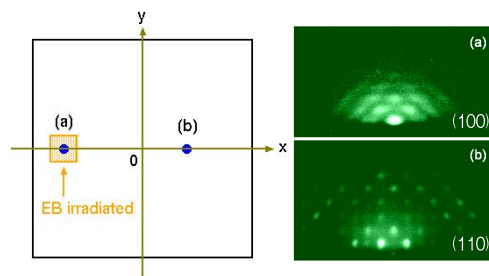


Fig. 1. Illustration of sample geometry indicating the electron beam irradiated area and RHEED patterns taken at the positions, (a) and (b) in the illustration.

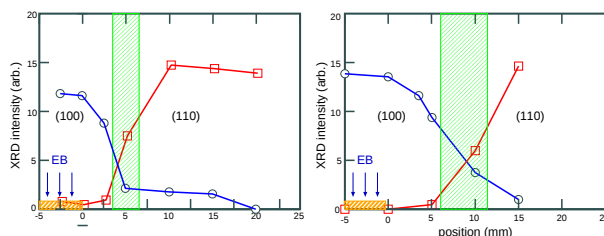


Fig. 2. XRD peak intensity profiles of (200) and (220). Si substrate resistivity; (a) 0.4 and (b) 11 Ω·cm. Green hatches indicate transition regions.

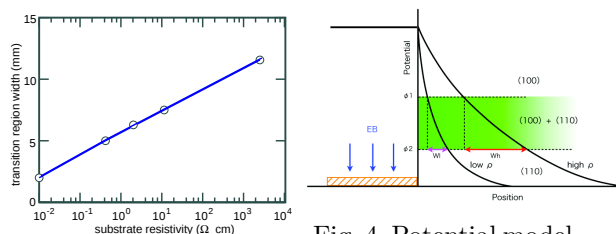


Fig. 3. Transition region width vs. Si substrate resistivity.

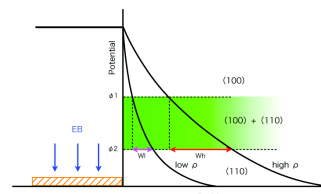


Fig. 4. Potential model for the explanation of the resistivity dependence of the transition region width.

¹T. Inoue, *et al.*, J. Vac. Sci. Technol., **A22**, 46-48 (2004). ²T. Inoue, *et al.*, J. Cryst. Growth, **304**, 1-3 (2007). ³T. Inoue *et al.*, Thin Solid Films, **519**, 5775-5779 (2011).