

ゾル-ゲル法により成長した NiO エピタキシャル膜の格子歪

Lattice Strain in NiO Epitaxial Films Grown by Sol-Gel Method

○國分 義弘、目黒 康裕、中込 真二 (石巻専修大理工)

○Yoshihiro Kokubun, Yasuhiro Meguro, Shinji Nakagomi (Ishinomaki Senshu Univ.)

E-mail: kokubun@isenshu-u.ac.jp

【はじめに】NiO は 3.7 eV と広いバンドギャップをもつ p 型半導体であり、n 型酸化物半導体とのヘテロ接合など、様々な応用が期待されている。前回報告したように、ゾル-ゲル法により MgO 基板上に NiO 薄膜を作製するとエピタキシャル成長する。¹⁾ 今回は、膜厚を変化させて成長した NiO エピタキシャル膜の格子歪について検討した。

【実験】ゾル溶液には、2-メトキシエタノールとモノエタノールアミンの混合液に酢酸ニッケル四水和物を溶解させたものを用いた。この溶液をスピンドコーティング法で(100)面MgO基板上に塗布し、400℃で仮焼成した。この工程を複数回繰り返した後、空气中800℃で1時間焼成してNiO薄膜を作製した。膜厚はコーティング回数により調整した。薄膜の評価はX線回折法(2 θ - ω スキャン、逆格子マッピング)で行った。

【結果および考察】Fig. 1 に種々の膜厚の NiO 薄膜の X 線回折パターン (2 θ - ω スキャン) を示す。NiO(200)面からの回折ピークは、膜厚が厚くなるにつれて低角側にシフトしている。このピーク角度から基板表面に対して垂直方向(成長方向)の格子定数を求め、膜厚との関係を示したのが Fig. 2 である。どの膜厚でも成長方向の格子定数は NiO バルクの値よりも小さく、膜厚が 100 nm 以下になると急激に減少している。この原因を調べるため、(311)非対称面付近で逆格子マップの測定を行った。その一例として、膜厚が 80 nm の場合の結果を Fig. 3 に示す。MgO 基板上に成長した NiO 薄膜は成長方向には縮んでいるが、面内方向には伸びていることが分かる。そして、完全に歪んだ状態と無歪み状態の中間に位置している。また、膜厚を厚くするにつれて NiO のスポットはバルクの位置に近づき、歪は緩和されていくことが確かめられた。NiO と MgO の結晶構造は同じ岩塩型であるが、0.86%の格子不整合があり格子定数は NiO の方が小さい。したがって、NiO がエピタキシャル成長するとき MgO 基板に拘束されて基板面内方向に引っ張られるので、成長方向には縮むように歪むものと考えられる。

1) 國分他：第 75 回応用物理学会秋季学術講演会 19a-A12-10 (2014).

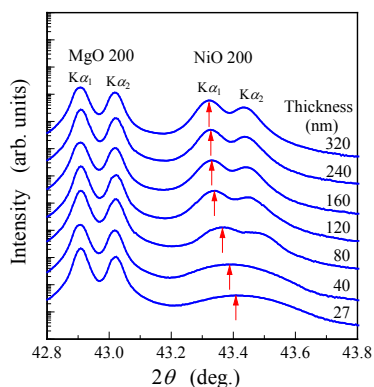


Fig. 1 X-ray diffraction patterns of NiO epitaxial films with various thicknesses on MgO substrates.

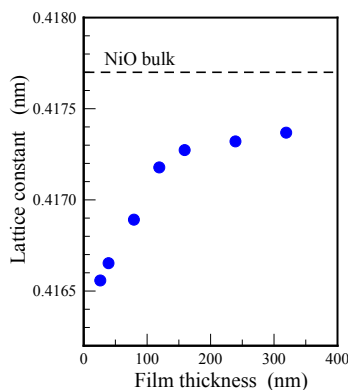


Fig. 2 Film thickness dependence of the lattice constant in the direction normal to substrate surface.

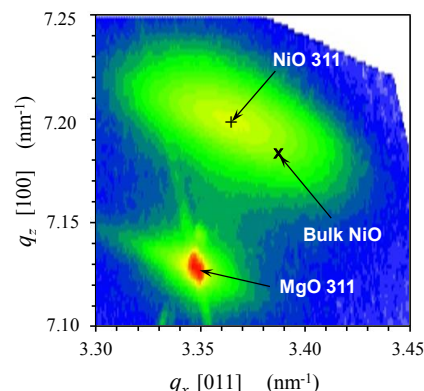


Fig. 3 Reciprocal space map around the 311 diffraction point of 80 nm thick NiO epitaxial film.