

(Ni,Mg)O 固溶系エピタキシャル薄膜の室温合成と評価

Room-temperature PLD fabrication and characterization of magnesium and nickel oxide

solid solution epitaxial thin films

東工大物創¹, 豊島製作所², 並木精密宝石³, 東工大物創・弁理士⁴ ○荒井 秀樹¹, 加藤 侑志¹,白石 尚輝¹, 土嶺 信男², 小林 晋², 小山 浩司³, 吉本 護^{1, 4}Tokyo Inst. of Tech.¹, TOSHIMA Manufacturing Co., Ltd², NAMIKI Precision Jewel Co., Ltd³, Patent Attorney⁴○H.Arai¹, Y.Kato¹, N.Shiraishi¹, N.Tsuchimine², S.Kobayashi², K.Koyama³, M.Yoshimoto^{1,4}

E-mail: arai.h.ae@m.titech.ac.jp

【はじめに】我々はこれまでに、直線状原子ステップと平坦テラスを有するサファイア基板 [Al₂O₃(0001)] 上に NiO エピタキシャル薄膜を PLD(pulsed laser deposition)法により室温で作製し、その後アニール処理をすることで基板の持つ原子ステップパターンに起因する深さ約 10nm の配列溝パターン構造 (ナノチャンネル) の形成を報告してきた[1]。この自己組織的ナノチャンネルパターンを有する NiO 薄膜は、新しい電氣的磁氣的機能性材料の創製や表面ナノ加工のためのナノインプリント用モールドなどへの応用が期待される。本研究では、MgO が NiO と同じ岩塩型構造を有することに着目し、MgO(111)配向での Mg 層と O 層の積層構造における Mg 層サイトに Ni を固溶置換する際に、その結晶構造を維持した置換が可能であると考えられる。そのため、(Ni_xMg_{1-x})O 固溶体セラミックスを原料ターゲットに用いて、Al₂O₃(0001)上に室温で PLD エピタキシャル成長できることを報告した[2]。本研究ではさらに、(Ni,Mg)O 固溶系エピタキシャル薄膜を PLD 室温合成し、ポストアニール処理により従来とは異なるナノチャンネル形成の検討、及び水素還元処理により強磁性 Ni 金属ナノクラスターの析出の可能性などを検討した。

【実験・結果】本研究では PLD 法により成膜を行った。基板には熱処理により高さ 0.2nm の原子ステップと平坦テラスを発見させた超平坦サファイア基板[Al₂O₃(0001)]を用い、ターゲットには NiO を 50mol%含む(Ni,Mg)O 固溶体セラミックスを使用して、室温において成膜した。成膜時には RHEED による表面結晶成長過程のその場観察を行い、得られた薄膜の結晶構造を XRD、表面形態を AFM により測定した。RHEED と XRD の結果から、作製した(Ni_{0.5}Mg_{0.5})O 薄膜は(111)配向でエピタキシャル成長していることが確認された。Fig.1 にサファイア基板上に作製した(Ni_{0.5}Mg_{0.5})O 薄膜の AFM 像を示す。(a) は成膜直後の AFM 像を示しており、(Ni_{0.5}Mg_{0.5})O 薄膜がサファイア基板のステップ構造を反映しながら成長していることが分かる。さらに、(b)は上述した薄膜を、大気中において 800°C で 3 時間アニール処理を行った後の表面形態を示しており、アニール処理によってナノチャンネル (溝深さ: ~4nm) の形成が見出された。アニール条件の変化及び、水素還元処理による結果などは当日報告する。

[1] S.Akiba et al. Nanotechnology 17 p4053 (2006)

[2] 荒井秀樹 ほか、2009 年秋季 第 70 回応用物理学学会学術講演会

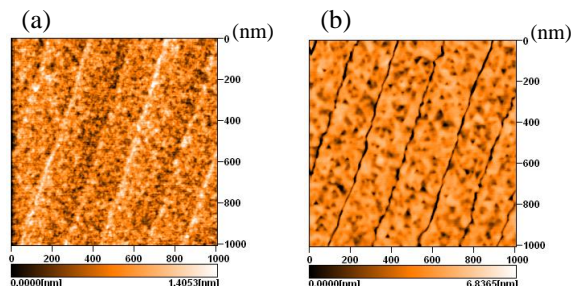


Fig.1 AFM images of (a) as deposited and (b) post-annealed (Ni_{0.5}Mg_{0.5})O epitaxial thin film fabricated at room temperature