

欠陥物性評価に向けた RF リアクティブマグネトロンスパッタ法を用いた NiO のエピタキシャル成長

Epitaxial growth of NiO thin films by RF reactive magnetron sputtering
for the investigation of defect properties

東京理科大学 理工¹/総研²,

西本 啓介¹, 金 青男^{1,2}, 杉山 睦^{1,2}

1. Faculty of Science and Technology / 2. RIST, Tokyo Univ. of Science

✉ K. Nishimoto¹, J. Kim^{1,2}, M. Sugiyama^{1,2} E-mail: optoelec@rs.tus.ac.jp

【はじめに】 酸化ニッケル(NiO)は禁制帯幅 4.0eV であり[1]、安定して p 型の伝導性を示すため、ワイドギャップ pn 接合デバイス等への利用が期待されている半導体である。また、Li 等のドーピングや Ni 空孔などの内因性欠陥の導入によってキャリア密度を容易に変化させることが可能なため、絶縁体・半導体どちらとしても利用することが出来る。しかし、物性評価に用いる事ができるような高品質結晶が得られにくく、NiO の欠陥物性には未解明な部分がまだ多い。そのため、NiO エピタキシャル薄膜はデバイス作製・欠陥物性評価両面への応用が期待されている。現在、NiO エピタキシャル薄膜は様々な方法によって成長されているが[2]、スパッタ法による NiO エピタキシャル薄膜の成長に関する報告例がほぼないために、その成長メカニズムは明らかになっていない。本研究では、高精度で制御された組成の薄膜を経済的に大面積に成長することが可能な、RF リアクティブマグネトロンスパッタ法によって成長させた NiO エピタキシャル薄膜の成膜メカニズムを検討した。

【実験方法】 RF リアクティブマグネトロンスパッタ法により NiO エピタキシャル薄膜を(0001)Al₂O₃ 基板及び(100)MgO 基板上に基板温度、RF 出力、酸素分圧比を変化させて成長させた。得られた薄膜に対して、XRD 及び TEM などによる結晶構造評価を行った。

【結果及び考察】 図 1 に 500℃で成長させた Al₂O₃ 基板上的 NiO の断面 TEM 像を示す。成長初期に NiO 及び Al₂O₃ 基板とは異なる結晶構造が確認できる。EDS の結果より、Al₂O₃ 基板と NiO の組成変化は界面付近の約 10nm の間で生じており、原子間隔より Ni-Al-O 化合物が成長初期層として形成していることを確認した。この初期層が形成される要因としてスパッタダメージ及び基板加熱の影響が考えられる。また、この層の上に NiO(111)がエピ成長していることで、格子不整合が 7.5%と大きい NiO/Al₂O₃ ヘテロエピタキシャル成長のバッファ層として機能していると考えられる。

【謝辞】 NiO 薄膜成長に関し御指導いただきました、東北大学多元研 秩父重英教授に感謝申し上げます。本研究の一部は、文科省「ナノテクノロジープラットフォーム」事業の支援を受け、(国研)産総研ナノプロセッシング施設において実施された。また、文科省私立大学研究ブランディング事業、東理大総合研究院 スペース・コロニー研究センターの支援によって行われた。

【参考文献】 [1] Our group, APL **110** (2017) 181102.

[2] T. Ikenoue, *et al.*, JCG **507** (2019) 379.

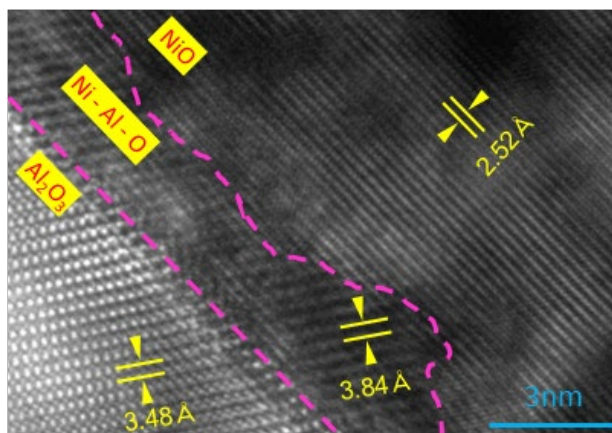


図 1. NiO/Al₂O₃ の HR-TEM 像