

ルチル型二酸化ルテニウム薄膜における電気輸送特性の膜厚依存性

Thickness effect on electrical transport properties of RuO₂ epitaxial thin films

○沓澤 大^{1,2}、岡 大地²、福村 知昭²、長谷川 哲也^{1,3} (1.東大院理、2.東北大院理、3.KAST)

○Dai Kutsuzawa^{1,2}, Daichi Oka², Tomoteru Fukumura², Tetsuya Hasegawa^{1,3}

(1.Univ. of Tokyo, 2.Tohoku Univ., 3.KAST)

E-mail: kutsu@chem.s.u-tokyo.ac.jp

[序論] ルチル型 RuO₂ は、良電気伝導性、高熱安定性のため電極応用が盛んに研究されている。特に、固体電解質であるイットリウム安定化ジルコニア(YSZ)上に担持することで、揮発性有機物の燃焼触媒として高効率を示すことが知られている[1]。触媒の高効率化には電極の電気伝導の大部分を担う YSZ(111)最安定面上に成長した RuO₂ の電気輸送特性の評価が重要である。しかし、現状では YSZ 上への RuO₂ 薄膜合成の例は(100)面上のみに限られている[2]。本研究では、YSZ(111)基板上に様々な厚さのルチル型 RuO₂ エピタキシャル薄膜を作製し、その電気輸送特性を調べた。

[RuO₂ 薄膜の作製] パルスレーザー堆積法を用いて、YSZ(111)基板上に RuO₂ エピタキシャル薄膜を合成した。X 線回折測定により、(100)配向したルチル型 RuO₂ が基板の対称性を反映してトリプルドメイン構造を形成していることが確認された。また、*a* 軸方向に結晶歪みが観察され、膜厚の増加に伴い圧縮歪みから引っ張り歪みに変化した。歪みの大きさは膜厚 10 – 90 nm の範囲でおよそ -1% – +1%であった (Fig.1)。この歪みは三次元成長する薄膜において見られる表面エネルギーを安定化する効果により生じたと考えられる[3]。

[電気輸送特性の膜厚依存性] 様々な歪みの膜について 2 – 300 K の温度範囲で輸送特性を測定した (Fig.2)。ほぼ格子緩和した状態の膜 (37 nm, $\Delta a/a = +0.057\%$) は全温度範囲で金属的な挙動を示し、従来の電子-フォノン相互作用によるモデル[4]と一致する振る舞いであった (Fig. 2 実線)。一方で、*a* 軸長が縮んでいる膜 ($\Delta a/a = -0.47, -0.87\%$) は、低温において従来のモデルでは説明できない金属絶縁体転移を示した。転移点は歪みが大きいほど高温側へシフトし、最も歪んだ膜 ($\Delta a/a = -0.87\%$) に至っては、全温度範囲で絶縁体的な挙動を示した。原因として、キャリアが薄膜化に起因するアンダーソン局在によってトラップされ、絶縁体転移が引き起こされたと考えられる。以上の結果から触媒電極への応用において、RuO₂ 薄膜の膜厚は考慮すべき重要な要素であることが分かった。

[参考文献] [1] I. Constantinou *et al.*, *Catal. Lett.*, **100**, 125 (2005). [2] Q. X. Jia *et al.*, *J. Mater. Res.*, **10**, 2401 (1995). [3] W. D. Nix *et al.*, *J. Mater. Res.*, **14**, 3467 (1999). [4] K. Glassford *et al.*, *Phys. Rev. B.*, **49**, 7107 (1994).

[謝辞] 本研究は、JST-CREST の支援を受けたものである。

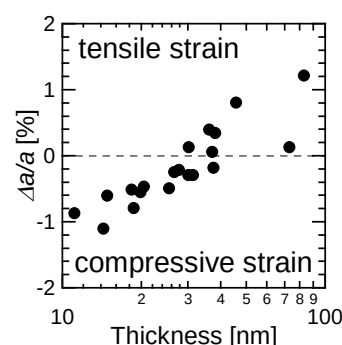


Figure 1. Thickness dependence of the strain along *a*-axis.

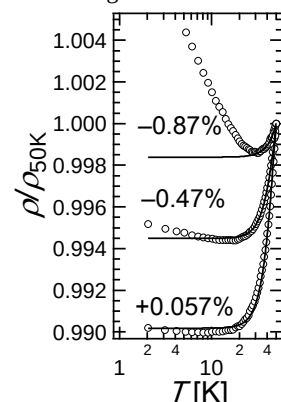


Figure 2. Temperature dependence of normalized resistivity of RuO₂ with different thickness. Solid lines are the results of curve fitting.