

SrTiO₃(100) 基板上に成長させた Pt 薄膜の配向性と表面構造Preferred orientation and surface structures of Pt films grown on SrTiO₃(100)

九州大・水素エネルギー研究センター ○葛西昌弘, 土肥英幸

Kyushu Univ., ○Masahiro Kasai, Hideyuki Dohi

E-mail: kasai.masahiro.987@m.kyushu-u.ac.jp

1. 本研究の背景と目的

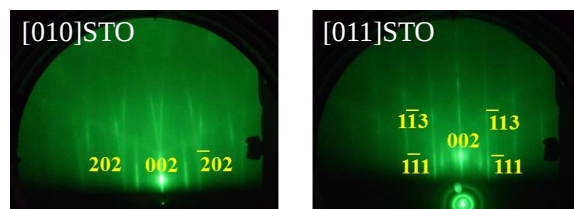
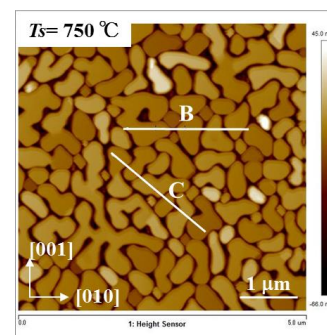
Pt や Cu などの持つ触媒活性が工業的に応用されてから久しいが、その反応メカニズムは完全に理解されているとは言えないのが現状である¹⁾。燃料電池や水素製造に重要な Pt を、エピタキシャル薄膜として作製しその反応メカニズムを調べようとする試みが Wadayama らによって報告されている²⁾。しかし、基板として Pt₇₅Co₂₅ 合金を用いているため、合金化と格子歪の触媒特性の変化に対する寄与を区別することは難しい。そこで、本研究では絶縁物であり、Pt(Fd3m)と格子定数が近いペロブスカイト型酸化物基板 SrTiO₃ (STO) (Pm3m)を用いてエピタキシャル薄膜を作製し、面方位や格子歪の影響を明らかにすることを目的として検討を始めた。前回の報告³⁾では、STO(100)基板上に作製した薄膜について報告したが、本報告では基板温度を変えた時の表面構造をより詳細に検討した結果を報告する。

2. 実験方法

LL 室を有する到達真空度 6×10^{-7} Pa の真空容器に、DC スパッタリングガン (600V-300W、PVR 社)を設置した製膜装置を用いた。スパッタリング圧力は 0.2 Pa (Ar)、入力は 20 W とした。基板加熱には赤外ランプ加熱を用い、最高 750 °C まで加熱した。SrTiO₃(100)単結晶基板(クリスタルベース社)は、成膜前に 950°C-6 h (空气中)で熱処理して表面の結晶性を回復させた。得られた膜の配向性を X 線回折法で調べ、AFM により形状を、RHEED により表面の解析を行った。

3. 結果と考察

異なる基板温度 T_s で STO(100)作製した Pt 膜は、 T_s が 400°C のとき安定面である Pt(111)のみが配向した膜となった。このとき、電子線の入射方向に依存性の無いストリーク様の RHEED パターンが見られ、表面が 2 次元多結晶となっていることが分かった⁴⁾。一方、基板温度を 600°C 以上に上げると、(100)面による回折ピークが見られるようになり、 $T_s=750^\circ\text{C}$ のときに(100)配向膜が得られた。Pt₂₀₀ に対する Pt₁₁₁ のピーク強度比は 1/200 であった。基板温度を上げることで面内配列の規則性も高くなり、Fig. 1 に示した RHEED パターンのように、主として [010]Pt(100)//[010]STO の関係でエピタキシャル成長している。この膜の表面は Fig.2 に AFM 像を示すように、B, C いずれの方向に対しても原子レベルで平坦である。しかし、それぞれのアイランド間には最大で 5 nm 程度の凹凸が有るため、表面の反射および透過の回折パターンが得られた。(図中の指数付けは透過によるものである。)

Fig. 1 RHEED patterns for Pt film fabricated on STO(100). [$T_s = 750^\circ\text{C}$]Fig. 2 AFM image of Pt film fabricated on STO(100). [$T_s = 750^\circ\text{C}$]

4. 参考文献

- 1) 田中、田丸：触媒の科学 (1988、産業図書)
- 2) Wadayama et al., *Electrochem. Commun.* **12**, 1112 (2010)
- 3) 葛西他、第 77 回応用物理学会秋季学術講演会公演予稿集
- 4) A. Ichimiya and P.I. Cohen, *Reflection High Energy Electron Diffraction*, Cambridge press, 2014.