

r 面サファイア基板を用いた WO_3 薄膜の MBE 成長

MBE Growth of WO_3 Films on r -plane Sapphire Substrates

大阪工業大学 ナノ材料マイクロデバイス研究センター¹, 株式会社リガク X線研究所²

○松尾昌幸¹, 村山喬之¹, 原田義之¹, 小池一步¹, 佐々誠彦¹, 矢野満明¹, 稲葉克彦², 小林信太郎²

Osaka Inst. of Tech., NMRC¹, Rigaku Corp., X-Ray Res. Lab.²

°Masayuki Matsuo¹, Takayuki Murayama¹, Yoshiyuki Harada¹, Kazuto Koike¹,

Shigehiko Sasa¹, Mitsuaki Yano¹, Katsuhiko Inaba², Shintaro Kobayashi²

E-mail: m1m14324@st.oit.ac.jp

はじめに

三酸化タングステン (WO_3) は、ガスセンサー、スマートウィンドウ、抵抗変化型メモリー等の候補材料として注目されている。しかしながら、化学量論比や結晶構造を制御した単結晶薄膜の製造技術が確立されておらず、半導体としての物性に不明な点が残されている。前回我々は r 面サファイア基板上に 700°C で約 200nm の WO_3 薄膜を MBE 成長したところ、 c 軸に配向したエピタキシャル薄膜が形成されたこと、その光学バンドギャップが約 3.4eV であったことを報告した[1]。しかしながら、表面にサーマルエッチピットが多く発生したため、成長条件の最適化が課題として残されていた。今回我々は、高温成長させた極薄の c 軸配向 WO_3 薄膜を下地層として、その上に低温で WO_3 薄膜を成長させる 2 段階法で、平坦な c 軸配向膜を得ることに成功したので、報告する。

実験と結果

エピックエスト社製の MBE 装置を用いて、 r 面サファイア基板上に基板温度 $300\sim 700^\circ\text{C}$ の範囲で 200nm の WO_3 薄膜を成長した。図 1 に $2\theta/\omega$ スキャンで得た X 線回折パターンと原子間力顕微鏡で観察した表面像を示す。基板温度 300°C ではアモルファスに近い膜であったが、基板温度 700°C に達すると c 軸のみに配向した薄膜が形成された。ただし、この膜の表面には多数のサーマルエッチピットが現れており、平坦な膜を得るのは困難であった。

そこで我々は、基板温度 700°C で 15nm の WO_3 極薄膜を成長した後、 500°C で 185nm の WO_3 薄膜を再成長する 2 段階成長を試みた。図 2 の(a)と(b)に 700°C で成長した 15nm の WO_3 極薄膜と、その上に 500°C で再成長した 185nm の薄膜の XRD パターンを示す。図(a)より、 15nm の WO_3 極薄膜が c 軸にのみ配向している

ことが判る。また、明瞭な反射 X 線のフリッジが観測されたことから、緻密で平坦な膜であることが伺える。同図(b)より、2 段階成長した薄膜もまた c 軸に配向していることが判る。サーマルエッチピットの発生も抑えられており、表面の平均二乗粗さは 0.7nm と平坦であった。当日は X 線回折装置を用いた ϕ スキャンや正極点測定の結果についても報告する予定である。

[1] 八木 他, 2014 年秋季応物予稿, 19p-E12-4.

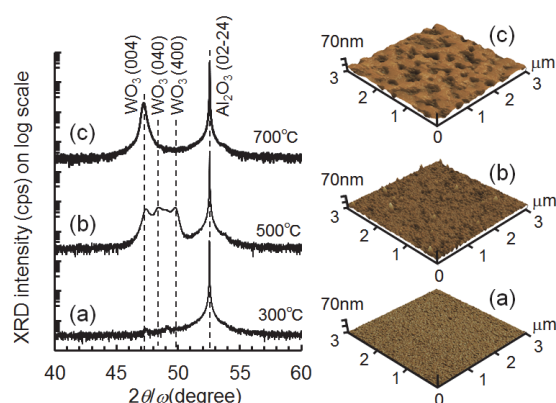


図 1. r 面サファイア基板に MBE 成長させた 200nm 厚 WO_3 薄膜の XRD パターン (左) と AFM 像 (右). (a) 300°C 成長, (b) 500°C 成長, (c) 700°C 成長

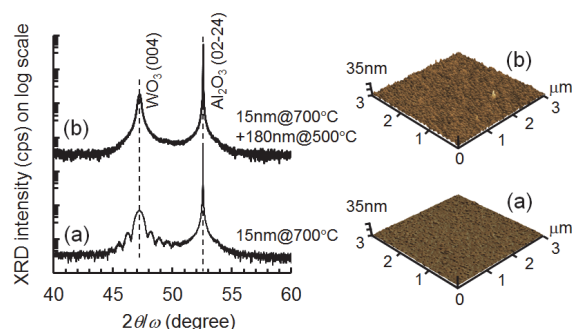


図 2. 700°C 成長の 15nm 厚 WO_3 極薄膜(a)と、その上に 500°C で 2 段階成長させた 200nm 厚 WO_3 薄膜(b) の XRD パターン (左) と AFM 像 (右)