

TiO₂ 多結晶シード層導入によるアナターゼ型 TaON 薄膜のガラス基板上成長

Growth of anatase TaON thin film on glass substrate

using anatase TiO₂ polycrystalline seed layer

東大院理¹, KAST², JST-CREST³, °鈴木温^{1,2,3}, 廣瀬靖^{1,2,3}, 中尾祥一郎^{2,3}, 長谷川哲也^{1,2,3}

Univ. of Tokyo¹, KAST², JST-CREST³, °A.Suzuki^{1,2,3}, Y.Hirose^{1,2,3}, S.Nakao^{2,3}, and T.Hasegawa^{1,2,3}

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

【序】 酸窒化タンタル(TaON)はバデライト構造が熱力学的に最安定な n 型の半導体で、可視光応答光触媒として注目されている。我々は最近、準安定相であるアナターゼ型TaONのエピタキシャル薄膜を格子整合したペロブスカイト酸化物単結晶基板上に合成することに成功し、可視光吸収($E_g \sim 2.37$ eV)、高屈折率($n > 2.7$)及び高Hall移動度($\mu_H \sim 17$ cm²V⁻¹s⁻¹)などの性質を明らかにした[1][2]。これらの特性は、光触媒だけでなくエレクトロニクスデバイスなどへの応用も期待させるが、高価な単結晶基板上での合成は実用化に向けて大きな制約となる。本研究では、アナターゼ型TaONの安定化に有効なアナターゼ型TiO₂[2]の多結晶薄膜をシード層として導入し、アナターゼ型TaON薄膜をガラス基板上に成長させることを試みた。

【合成手法】 基板には熔融石英を用い、シード層として厚さ5 nmのアナターゼ型 TiO₂ 多結晶膜を導入した。TiO₂ シード層はアモルファス前駆体からの固相成長法により形成した。TaON 薄膜は窒素プラズマ支援パルスレーザー堆積法で作製した。ターゲットには Ta₂O₅ 焼結体を用い、アナターゼ型 TaON のエピタキシャル成長[1]と同様に基板温度 750°C、窒素分圧 1.0×10^{-5} Torr の条件で成膜した。

【実験結果】 作製した TaON 薄膜(厚さ 40 nm 程度)の θ -2 θ X 線回折パターンを Fig.1 に示す。シード層なしの熔融石英基板ではバデライト構造の TaON に由来するピークのみが観測された。一方、シード層を導入した基板ではバデライト構造由来のピークは消失し、 $2\theta = 36.8^\circ$ に新たなピークが現れた。回折パターンの2次元ディテクタ像(Fig.2)には、 χ 方向に有限な広がりを持つ弧状のピークがこのピークを含めて複数見られ、優先配向膜であることがわかった。シミュレーションソフトウェアを使い可能性のある結晶構造(アナターゼ型、ルチル型、蛍石型)と配向を詳細に検討した結果、(112)配向したアナターゼ型 TaON 薄膜($a=0.391$ nm, $c=1.007$ nm)が、面直方向から約 8° 傾いて成長したことがわかった。

これらの結果は、多結晶においてもアナターゼ型 TiO₂ がアナターゼ型 TaON のシード層として有効なことを示しており、ガラス基板上への薄膜成長だけでなく、アナターゼ型 TiO₂ を結晶核としたコアシェル型光触媒への展開なども期待できる。

[1] A. Suzuki *et al.*, Chem. Mater. **26**, (2014) 976

[2] A. Suzuki *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. accepted.

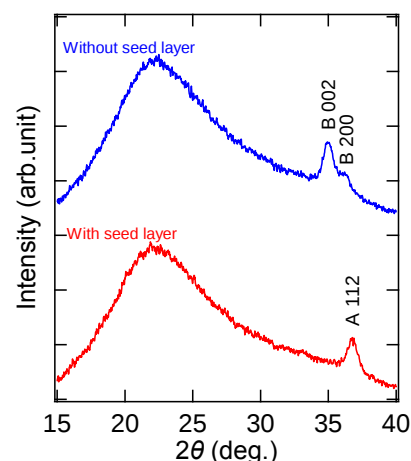


Fig.1. θ -2 θ XRD patterns of the TaON films grown on fused silica substrate with and without anatase TiO₂ seed layer. Labels “A” and “B” represent anatase and baddeleyite, respectively.

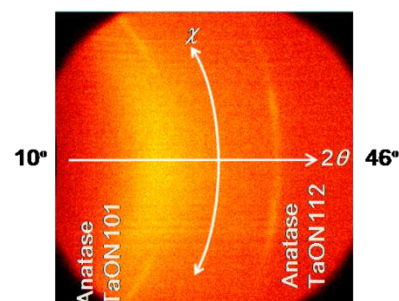


Fig.2. 2D area detector image of XRD pattern of the TaON film grown on fused silica substrate with anatase TiO₂ seed layer. The center of the detector was set at $2\theta=28^\circ$ and $\chi=90^\circ$.