

ペロブスカイト太陽電池用透明導電膜材料 $\text{In}_2\text{O}_3:\text{Ti}$ の 熱耐性向獲得に関する研究

Study on heat resistance performance of $\text{In}_2\text{O}_3:\text{Ti}$ TCO materials in perovskite solar cells

岐阜大工¹ ○(M2)永草 悠雅¹, 小島 康平¹, 石田 裕大¹, 田中 巧¹, 傍島 靖¹, 吉田 憲充¹

Gifu Univ¹. °Yuga Nagakusa, Kouhei Kojima, Yudai Ishida, Takumi Tanaka, Yasushi Sobajima,

Norimitsu Yoshida

E-mail: z4526047@edu.gifu-u.ac.jp

＜初めに＞ 近年、次世代太陽電池であるペロブスカイト太陽電池(PSC)は低コスト、非真空プロセスでの作製が可能であり、初期変換効率は結晶 Si 太陽電池の値に近づきつつある。高効率化を目指した多接合デバイスにおいて、長波長光透過透明電極(TCO)材料の開発は重要である。我々は薄膜シリコン太陽電池への適用実績がある、 $\text{In}_2\text{O}_3:\text{Ti}$ (InTiO)に着目した。マグネトロンスパッタリング法で低温製膜($\sim 100^\circ\text{C}$)した InTiO は屈折率や移動度が高いという特徴があるが、PSC の製膜プロセスで用いられる高温プロセスでの熱耐性性能は獲得出来ていなかった。本研究では RTA (Rapid Thermal Annealing)を用いた急速熱アニール処理手法による熱耐性獲得を図り、PSC で用いられる 500°C 程度の大気加熱による電氣的・光学的特性への影響を評価した。

＜実験方法＞ InTiO は RF-マグネトロンスパッタリング法を用いてガラス基板(Eagle-XG)上に製膜した。製膜後、試料に対し RTA 処理を行った。処理温度は $100\sim 800^\circ\text{C}$ 、1 回あたりの加熱時間は 1 分とした。装置内を窒素雰囲気もしくは真空中で処理することで同膜の熱耐性向上を図った。処理後 MAPbI_3 を用いた PSC での製膜を想定した、大気中加熱($300\sim 500^\circ\text{C}$ 、2h)を行い、大気加熱前後での各種特性評価(抵抗率測定、光透過率測定、ホール効果測定、X 線回折測定)を実施した。

＜実験結果＞ RTA処理時の加熱温度やプロセス雰囲気条件を探索し、真空、 800°C の RTA 処理が代表的な RTA の条件とした。図 1 に RTA 処理前後における光透過率スペクトルを示す。図より、処理による可視光領域での光透過率への影響は見られない。図 2 に RTA 処理前後および 500°C での大気熱処理時間に対する、InTiO の抵抗率変化を示す。図より、RTA 処理後の InTiO の抵抗率は処理前より増加し $5.48 \times 10^{-4} \Omega\text{cm}$ 程度である。また、RTA 未処理膜は 120 分の大気加熱により抵抗率は 2.5 桁ほど増加した($3.63 \times 10^{-4} \Omega\text{cm} \rightarrow 2.69 \times 10^{-1} \Omega\text{cm}$)が、RTA 処理を施した膜では大気加熱後の抵抗率は $2.24 \times 10^{-3} \Omega\text{cm}$ であった。InTiO に対し RTA 処理を施すことにより PSC 用 TCO 材料として利用可能な電気および光学特性を得ることが可能であると考えられる。

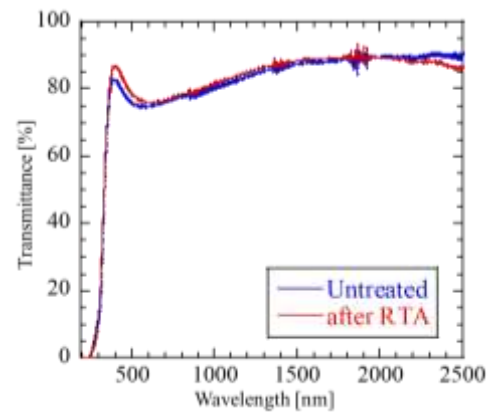


Fig.1 Light transmittance spectrum of InTiO Films before and after RTA process.

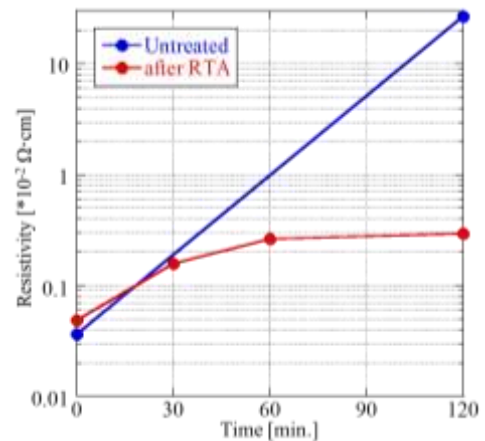


Fig.2 Electron resistivity of InTiO films as a function of thermal annealing time at 500°C in Air.