

アルゴン／水素混合ガススパッタにより形成した酸化チタン薄膜の評価と結晶シリコン太陽電池 n 型エミッターへの応用 (II)

Titanium Oxide Thin Film Formed by Sputtering with Argon/Hydrogen Gas mixtures for n-type emitters of Crystalline Silicon Solar Cells (II)

東海大院工研, ○篠崎 貴紀, 金子哲也, 磯村 雅夫

Tokai Univ., ○ Takanori Shinozaki, Tetsuya Kaneko, Masao Isomura

E-mail: 0CEIM017@mail.u-tokai.ac.jp

はじめに

現在、最も普及している太陽電池は結晶シリコン系太陽電池であるが、高温プロセスが必要等作製プロセスに様々な課題がある。本研究では広いバンドギャップを有し、n 型電導を持つ酸化チタン(TiO_2)をアルゴン水素混合ガススパッタにより作製することで導電性の向上を図り、比較的低温での形成が可能な結晶シリコン太陽電池の n 型エミッターとして応用することを目的としている。本発表ではスパッタガスへの水素混合による TiO_2 薄膜への影響及び太陽電池への応用を検討した。

実験方法

RF マグネトロンスパッタ装置を用い、ガラス基板上に TiO_2 薄膜を成膜した。ターゲットには TiO_2 を用い、基板温度 100°C 、RF 電力 200W 、成膜圧力 1Pa の条件を基準として、水素流量比 ($\text{H}_2/\text{Ar}+\text{H}_2$)% を変化させた。二端子法により導電率を、分光光度計により光吸収係数を評価した。太陽電池作製では、p 型結晶シリコン基板の自然酸化膜を HF 溶液 3% で除去し、同条件で膜厚 10nm の TiO_2 薄膜を形成し、連続してスパッタにより ITO を製膜した。その後真空蒸着により裏面一面に Al を蒸着し、表面には楕形の Al を形成した。

実験結果および考察

Fig.1 はガラス基板上に形成した TiO_2 薄膜の導電率を示している。水素流量比の増加に伴い導電性の向上が確認でき、水素流量比 4% ではアルゴンのみで製膜したものに比べ導電性が 4 桁程度向上している。

光吸収係数についてはアルゴンのみでの成膜では 390nm 付近から長波長側は光吸収係数が 10^3cm^{-1} 以下と低く、水素流量比の増加に伴い可視光から赤外光にわたって大きく増加し、水素流量比 4% では紫外線領域とは別に 800nm 付近で $5 \times 10^4\text{cm}^{-1}$ 程度のなだらかなピークを持

つような結果となった。この結果から水素を混合することで酸素欠損が生じ、キャリア密度の増加によって導電性が向上及び光吸収係数が増加したと考えられる。

Fig.2 にアルゴン及び水素混合ガスによる TiO_2 を用いた太陽電池の照射時の特性を示す。アルゴンのみで作製したものは -1.5V 以上の電圧で光電流が消滅し発電が確認できなかった。一方で、水素混合ガスによるものは、正電圧でも光電流が現れ、水素流量比の増加に伴い特性が向上している。水素を混合させることによって、シリコンと TiO_2 界面近傍の欠陥が抑制されたことが考えられる。

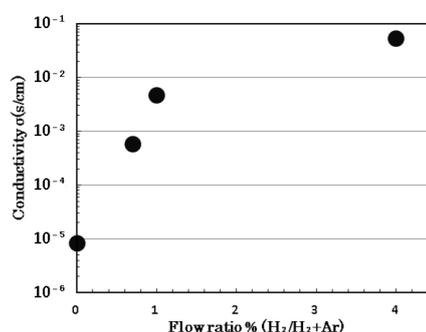


Fig.1 Conductivities of TiO_2 films on glass substrates sputtered by Ar and Ar/H_2 as a function of flow rate ratio ($\text{H}_2/\text{Ar}+\text{H}_2$).

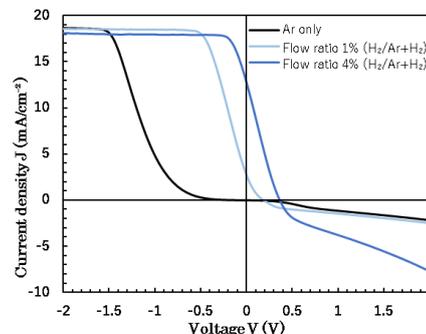


Fig.2 J-V characteristics of the solar cells with the TiO_2 emitters sputtered by Ar and Ar/H_2 with two H_2 flow rate ratios.