



酸素流量変化による IWO 膜のフェルミ準位変化の実験

西原 達平^{1,2}, 箕輪 卓哉¹, 小椋 厚志^{1,3}

1 明治大学, 2 JASP 学振特別研究員 DC2, 3 MREL

キーワード：透明導電膜, 太陽電池

1. 背景と研究目的

高まるエネルギー需要へ向け、クリーンなエネルギー源である太陽電池は高効率化が要求される。その中でも、ペロブスカイトと結晶 Si を組み合わせたタンデム太陽電池は期待されている。ペロブスカイトと結晶 Si 太陽電池には、3 箇所の透明導電膜(Transparent Conductive Oxide film: TCO)が用いられ、TCO の最適化に向け、材料探索を行っている。特に In_2O_3 を基本構造とし、価数の異なる金属であるタングステン(W)をドーブした IWO は、高透過率・低抵抗を兼ね備えた材料である。内部で生成したキャリアを外部へ取り出すためのキャリア輸送の観点から最適な成膜条件を検討すべく、BL7U を用いてバンド構造評価を行った。

2. 実験内容

測定試料として、 In_2O_3 に対し 1 wt% の W をドーブした IWO を 25, 60, 100 sccm の 3 種類の酸素流量でそれぞれ Si 基板上に反応性プラズマ蒸着(Reactive Plasma Deposition: RPD)を用いて成膜した。Hall 効果測定結果より、キャリア濃度が $1.0 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 以上あることを確認しており、本測定に用いた TCO は全て縮退状態である。BL7U を用いて、 $h\nu = 150 \text{ eV}$ でフェルミ準位近傍の情報ならびに -10 V を印加した状態での二次電子の立ち上がりを観測した。また、測定前には試料表面の汚染物の影響を除去するため、Ar イオン銃(3 kV, 5 分)の前処理を実施した。

3. 結果および考察

Fig. 1 に 25, 60, 100 sccm の酸素流量で成膜した IWO の Cuf-off の立ち上がり位置から算出した仕事関数と Valence 測定から取得したスペクトルの立ち上がり位置から算出したフェルミ準位(E_F)と価電子帯上端(E_V)のエネルギー差を示す。仕事関数については、酸素流量依存性は確認できなかった。一方、価電子帯上端のエネルギー差については、酸素流量増加に伴い増加することが明らかとなった。IWO は縮退状態にあり、フェルミ準位は主に IWO 中の酸素欠損量が決めることが知られている [1]。つまり、酸素流量を増加することで酸素欠損量を減少させるため、フェルミ準位と価電子帯上端のエネルギー差は小さくなるはずである。また、仕事関数も酸素流量増加により増加することが予想されていた。本実験での測定結果は異なる挙動であるため、さらなる検討が必要であると考えている。

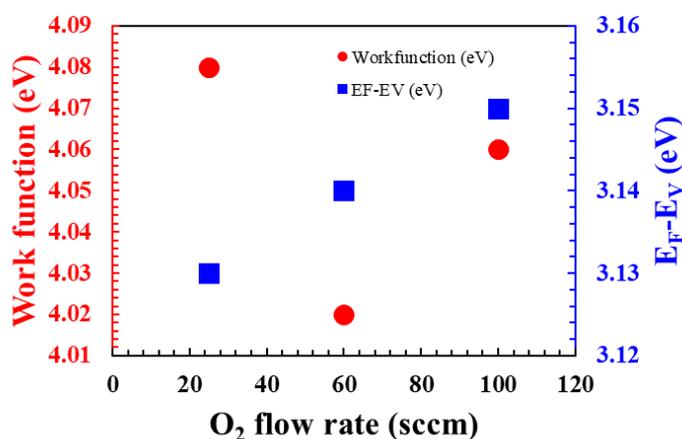


Fig. 1 仕事関数及びフェルミ準位と価電子帯上端のエネルギー差の酸素流量変化

4. 参考文献

1. 原納 他, 表面技術 **40**, 666 (1089).