

# 高効率薄膜太陽電池用多元酸化物透明導電膜の基礎研究

## Basic Research of Transparent Conducting Oxide Thin Films with Multicomponent for High Efficiency Thin Film Solar Cell

青木 孝憲 鈴木 晶雄  
Takanori AOKI Akio SUZUKI

現在、ソーラーセルのエネルギー変換効率は開発当初の10%前後から大きく向上し40%に迫る勢いである。このように理論効率の限界を超えるような大きな値が得られた要因は“多層に積層する技術”（太陽電池を薄膜にして何重にも積み重ねて太陽光線を有効に使う：タンデム型またはスタック型と呼ばれている）が構築されたことにある。しかしながら問題点も多く、その一つに適合材料の種類が少ないことが挙げられる。そこで、著者らは昨年より、この積層技術のキーテクノロジーとなる透明導電膜の新たな材料を開発することに着手した。本研究で取組む材料は多元系酸化物のZn-Ga-In系酸化物、Ga-In-Mg系酸化物などである。作製方法はPLD（レーザー成膜）法を採用した。ArFエキシマレーザーを用いたPLD法では超微粒子構造の薄膜となるため、電気的光学的特性に優れた透明導電膜が得られる。PLD法は種々優れた特徴を有する生産手段であるが、ターゲットに対する制約が厳しく、強固に固められた高密度焼結体が不可欠となるため、材料及び組成の選択自由度が少なく、新たな材料の発見を遅らせている。そこで、筆者らは、材料を自由に組み合わせることができ、さらに組成比を自由に制御できる薄膜作製方法としてスプリットターゲット（2分割したターゲットを組み合わせる）方式によるレーザーアブレーション法を提案し、種々優れた特性から得られた（電気学会論文誌に掲載済）・本研究ではZn、Ga、In及びMg酸化物をスプリットターゲットとして用い、新規な透明導電膜の作製を行なった。その結果、 $\text{Ga}_2\text{O}_3 + \text{In}_2\text{O}_3$ 薄膜で、抵抗率 $6.96 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ の低抵抗を有し、波長0.3~3  $\mu\text{m}$ で高透過率を有するワイドレンジ対応の透明導電膜が得られた（応用物理学会欧文誌J J A Pに投稿中）。さらに、著者らは高効率薄膜太陽電池用透明導電膜として波長532nmのNd:YAGレーザーを用いたレーザーアブレーション法で凹凸構造を有するGZO( $\text{ZnO}:\text{Ga}_2\text{O}_3$ (4wt%))薄膜を作製し良好な特性が得られた（真空協会論文誌“真空”に掲載済）。すなわち、波長532nm（第2次高調波）のNd:YAGレーザーを用いた場合、波長1064nm（基本波）のサーマルアブレーション過程と波長193nm（ArFエキシマの波長）のケミカルアブレーション過程の中間値であるため、適度なサイズのドロップレットが発生し、膜表面に凹凸構造が形成される。この凹凸構造はテクスチャー構造と呼ばれ、光閉込め効果を有し、高効率薄膜太陽電池用透明導電膜としては不可欠な技術となる。

以上が本研究で得られた成果である（詳細については、真空協会論文誌“真空”の平成10年3月号（第41巻3号）pp. 180-183参照）。

尚、本研究の一部は大阪産業大学 産業研究所 平成9年度分野別研究費で行なった。