

ソフト溶液プロセスで作製したZnOおよびCu₂O半導体薄膜のオプトエレクトロニクスへの応用

片山 順一

酸化亜鉛はn型半導体であり、その光学的、電気的特性から工業的に重要なオプトエレクトロニクス材料である。現在、ZnO膜は主に化学蒸着 (CVD)、分子線エピタキシー (MBE) などの乾式法により成膜されている。水溶液を用いたソフト溶液プロセスは低温で大気圧下において安価に半導体薄膜を形成できる手法として最近、注目されている。

この論文では硝酸亜鉛水溶液からカソード電解で得られるZnO膜の結晶構造、表面形態、配向性に影響する因子を熱力学的ならびに速度論的立場から検討し、ZnO膜の析出機構を明らかにした。この方法で作製したZnO膜は禁制帯幅 (3.3 eV) より大きなエネルギーを有する紫外線を照射することにより光伝導効果を示し、Au薄膜を積層することによってショットキー型の太陽電池が形成できることを明らかにした。

また、非導電性基板上にダイレクトに透明性の高いZnOを析出させるために還元剤としてジメチルアミンボラン (DMAB) を添加した硝酸亜鉛水溶液を使用するプロセスを開発した。この溶液から化学的に析出したZnO膜中には0.02 wt%までのBが共析し、B含量の増加にともなって格子定数および電気伝導性が増加することを見出した。さらに、電気伝導性を向上させるために化学的成膜と電解析出を組み合わせた2段階成膜法により樹脂上に析出させたZnO膜では皮膜中のB含量が0.60 wt%まで増加するため、キャリア濃度が増加し、膜の比抵抗値が $10^{-2} \Omega \text{ cm}$ まで減少することを明らかにした。

さらに、ヘテロ接合太陽電池を形成するために、リンゴ酸を錯化剤とするアルカリ性硫酸銅水溶液からZnO膜上に毒性の低いp型半導体であるCu₂Oを定電流カソード電解により積層した。ソフト溶液プロセスによる2段階電析法で作製したp-Cu₂O/n-ZnO/NESA太陽電池の特性をソーラーシミュレーターで評価した結果、ショットキー型太陽電池より優れた特性値が得られた。