

セラミックス透明導電膜の新たな展開

澤 田 豊

(東京工芸大学工学部)

2005年4月7日および8日に、東京で4th International Symposium on Transparent Oxide Thin Films for Electronics and Optics (TOEO-4) が開催された。このシンポジウムは隔年開催で、当初は透明導電膜が主体であったが、今回はそれに加えて半導体セラミックス、発光材料、光触媒など多岐にわたる材料、さらに各種のフラットパネルディスプレイや太陽電池などオプトエレクトロニクスデバイスの報告が目立った。初日の夜の8時半から酸化物透明導電材料の現状と将来に関する討論が開催され、第1部ではインジウム価格の高騰などを配慮してITO (スズ添加酸化インジウム) の代替材料としての酸化亜鉛系が議論され、第2部では透明導電膜を用いたデバイス、例えば乾式および湿式太陽電池、Smart window (エレクトロクロミック素子による窓ガラスの可変遮光) などが議論された。透明導電膜に対する要求は、かつては低抵抗であることと可視光透過率が高いことが主であったが、発光素子 (有機エレクトロルミネセンスなど) の台頭によって、第三の要求として仕事関数が高いことおよび低いことも重要となり、使用目的に応じて種々の物性に注目した材料設計指針が必要となってきた。

東工大の細野らのグループは全く新しい種類の透明導電膜の導電機構を報告した。これはカルシウムとアルミニウムの酸化物、つまりセメントの一種で、オプトエレクトロニクスにもっとも縁遠い存在と考えられていたものである。この化合物は強烈な陰イオン発生源でもある。

基本的だが未解明の問題も残っている。たとえば透明導電膜のうちでなぜか (原料が高価な) 酸化インジウム系は、酸化亜鉛系や酸化スズ系に比べて低抵抗膜を比較的容易に作製することができる。その理由は薄膜状態の酸化インジウムはスズに対する固溶限界が大きいためと筆者は推測しているが、基本的には格子欠陥の確認に基づいた理解が必要で、過激な言い方をすれば導電機構が厳密にわかっていないのである。

透明導電性酸化物は、地味ながらも長続きする物質であって、近いうちにもうひとつかふたつ大きな発見と発展が生まれそうな予感がするのである。