

ゾル・ゲル法による酸化物半導体混晶および積層構造の作製

Synthesis of Oxide Semiconductor Alloys and Multilayer Structures by Sol-Gel Method

石巻専修大学 ○ 安田 隆

Ishinomaki Senshu Univ. ○ T. Yasuda E-mail: yasuda@isenshu-u.ac.jp

ゾル・ゲル法は、金属の有機・無機化合物溶液原料をゲルとして固化した後、加熱することにより金属酸化物を合成する手法である。塗布・乾燥・焼成プロセスからなる簡便で使いやすい合成技術であるが、酸化物が中心ということで、その応用は限られていた。ところが、近年、新しい機能性酸化物が数多く発見されて、状況は大きく変化した。ゾル・ゲル法は、経済的で量産性に優れた薄膜合成技術として、酸化物エレクトロニクスへの寄与が期待される。本研究は、ZnO 系材料の合成を中心に、大面積化や自動化に適したディップ法装置を自作して、混晶および多層膜構造の作製を試みる。

本研究では、ゾル・ゲル原料として、Zn, Mg, Cd の酢酸化合物をメトキシエタノールとアミノエタノールの混合液に攪拌溶解したものを用いた [1]。図 1 に示す自作装置は、吸収測定が可能であり [2]，原料をサファイア基板に塗布した後、大気中で焼成し、必要に応じて吸収スペクトルを確認しつつ、積層を繰り返して薄膜を作製する。原料溶液の選択および積層パターンは、すべてコンピュータにより制御される。作製した試料は、X 線回折、電子顕微鏡、透過・吸収およびフォトルミネッセンスを用いて評価した。

作製した ZnO は、通常は多結晶であるが、薄い単結晶 ZnO 緩衝層を挟むことにより、単結晶化も可能である [3]。Mg, Cd 添加により、バンドギャップは 2.5~3.8eV の範囲で変調される。特に、Cd 添加が難しいことは知られており、ゾル・ゲル法により、高濃度 Cd (~30%) の添加が可能なことは特筆すべきであろう (図 2)。膜厚制御性を確認するために、ZnCdO/ZnO 多層膜構造の作製を試みた。図 3 に種々の多層膜の XRD 超格子構造を示す。積層構造の周期に起因する明瞭なサテライトピークが観測されている (図 3)。この周期および平均 Cd 組成から求めた 1 層あたりの膜厚は、約 3nm となり、ディップ法により、数 nm の膜厚が制御できることが明らかとなった。

[1] M. Ohyama *et al.*, J. Ceram. Soc. Jpn. 104, 296 (1996).

[2] T. Yasuda *et al.*, Phys. Status Solidi C 11, 1365 (2014).

[3] T. Yasuda *et al.*, J. Korean Phys. Soc. 53, 2921 (2008).

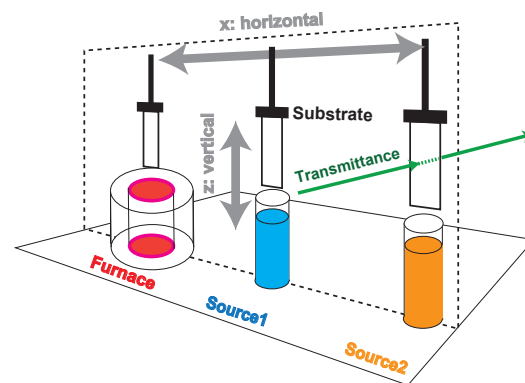


図 1: ゾル・ゲルディップ装置の概略図

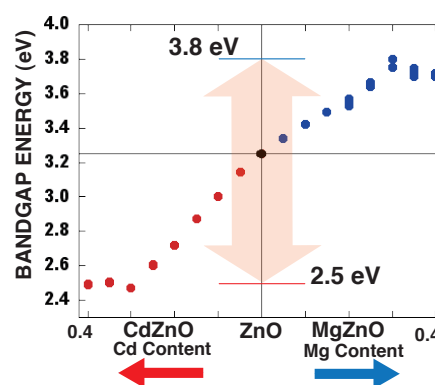


図 2: Mg, Cd 添加 ZnO のバンドギャップ変調

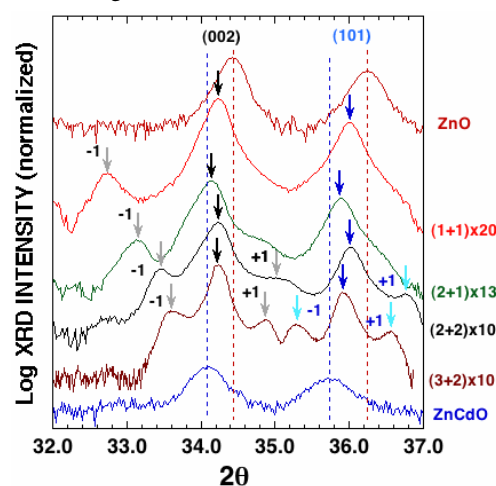


図 3: ZnCdO/ZnO 多層膜 XRD 超格子構造

ZnCdO: 3 層と ZnO: 2 層を 10 周期積層したものを (3+2)×10 と表記してある。