

ゾル・ゲルディップ法による NiCdO 薄膜の作成

Fabrications of NiCdO thin films by sol-gel dip method

石巻専修大学 ○安田 隆, 山田恭明, 梅津瑠偉

Ishinomaki Senshu Univ. ○Takashi Yasuda, Yasuaki Yamada, Rui Umetsu

E-mail: yasuda@isenshu-u.ac.jp

はじめに : NiO は, バンドギャップ (E_g): 3.7 eV の岩塩構造型 (格子定数: 4.152 Å) 酸化物である。p 型伝導を示す数少ないワイドギャップ材料として知られており, 近年は ZnO との接合による発光デバイスや β -Ga₂O₃ との接合によるパワーデバイスへの応用が注目されている。CdO は, 同じ岩塩構造 (格子定数: 4.495 Å) の n 型伝導酸化物であり, 高い移動度とキャリア濃度 ($> 200 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, $> 10^{20} \text{ cm}^{-3}$) が実現可能なために, 太陽電池の窓材料として期待されている ($E_{g(\text{direct})} \sim 2.2 \text{ eV}$, $E_{g(\text{indirect})} \sim 1.2 \text{ eV}$)。NiO と CdO のバンドラインナップは, 図 1 に示すように, 極端な type III 構造であり, 混晶化によりバンド構造を大きく変調することができる。また, 混晶の制御性を上げることにより, 岩塩構造材料系によるヘテロ接合デバイスの実現が期待される。Cd 組成を制御すれば (Cd ~ 0.12), NiCdO は, 市販の MgO 基板 (岩塩構造, 格子定数: 4.217 Å) に格子整合する。本研究では, 大面積薄膜の作成に適したゾル・ゲル法を用いて, NiCdO 混晶の作成を試みる。

薄膜作成 : ゾル・ゲル原料は, 2-メトキシエタノールとアミノエタノールの混合液に, 酢酸ニッケル四水和物と酢酸カドミウム二水和物を混合して調合した。基板には, 入手が容易なサファイア (001) を用い, ディップコート法を用いて塗布した。塗布-乾燥 (大気中 500 °C, 2 分間) のプロセスを 10~15 回繰り返して, 膜厚を制御した。Cd 組成は, X 線回折より求めた格子定数より Vegard 則を仮定して決定した。

結果 : 今回は, Cd 組成が, NiO に近い 0 ~ 0.3 と CdO に近い 0.8 ~ 1 の原料溶液を用いて結晶を作成した。XRD ($2\theta - \omega$) スキャンより, 試料は 111 配向した多結晶となることが分かった。回折線のピーク位置より求めた格子定数を, Cd 組成に変換した結果を図 2 にまとめる。NiO への Cd 添加では, 早い段階で飽和する傾向を示し, 実質添加量は ~ 0.1 程度までとなっている。同様に CdO への Ni 添加も困難であり, Ni 組成はやはり ~ 0.1 程度までとなっている。

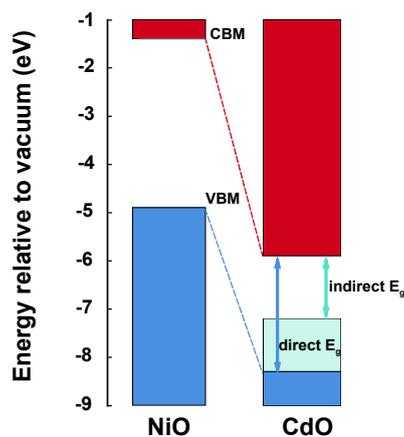


図 1: NiO と CdO のバンドラインナップ (Appl. Phys. Lett. 106, 022110(2015) 参照)

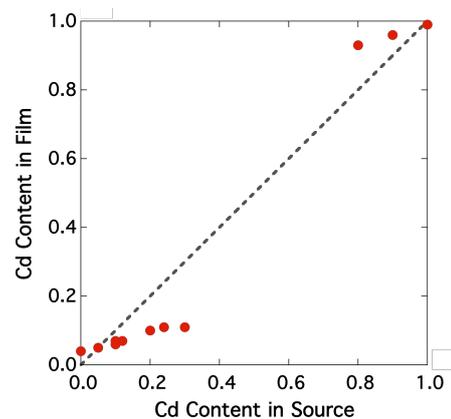


図 2: 原料中の Cd 組成に対する薄膜中の Cd 組成.