

MOCVD 堆積 CuO 薄膜のポストアニール処理による電気抵抗低減

Reduction in resistivity of MOCVD-grown CuO thin films by post-annealing

芝浦工大¹, グリーンエレクトロニクス国際研究センター²

○(M2) 成島 光宣¹, 伊勢真矢¹, 川合晃平¹, 石川 博康^{1,2}

Shibaura Inst of Tech.¹, Int. Res. Center for Green Electronics²

○M. Narushima¹, S. Ise¹, K. Kawai¹ and H. Ishikawa^{1,2}

E-mail: ma20073@shibaura-it.ac.jp

1. はじめに

CuO は p 型半導体[1]であり、単接合太陽電池の理論限界変換効率曲線のピーク値 1.4 eV[2]に近い、1.3~2.1eV の間接遷移型バンドギャップを持つ[3]。そのため、太陽電池への応用が期待できる。我々は有機金属気相成長(MOCVD)法により CuO 薄膜の作製を行ってきたが[4]、高抵抗で明確な p 型伝導を示さないという問題がある。CuO は Li や Na をドーピングすることで p 型電気伝導が行われる可能性が高いと報告されている[1]。本研究では、MOCVD 法を用いて作製した CuO 薄膜に対し、塩化ナトリウムおよび酢酸ナトリウム粉末中でのポストアニール処理により Na ドーピングを試みた。さらに、これらに O₂ 雰囲気中でアニール処理を行った結果について報告する。

2. 実験方法

CuO 薄膜試料は常圧 MOCVD 法によりガラス基板上に堆積したものを使用した[4]。この CuO 薄膜を、塩化ナトリウムおよび酢酸ナトリウム粉末に埋め、空気雰囲気下、150~330℃で 120 分間アニール処理を行った。さらに、これらの試料に対し、O₂ 雰囲気中、500~600℃で 10 分間アニール処理を行った。評価として、光学顕微鏡および AFM による表面評価、分光光度計による光学評価、XRD による結晶評価を行った。電気的評価として、熱起電力測定による pn 判定、また In 電極を形成して~150℃までの I-V 特性を測定し、抵抗値のアレニウスプロットから活性化エネルギーを求めた。

3. 結果・考察

塩化ナトリウム粉末中では 200℃以上、酢酸ナトリウム粉末中では 340℃以上で CuO 薄膜のエッチングが発生した。酢酸ナトリウム粉末中エッチングが起きなかった 325 および 330℃でアニールした試料において、室温付近の抵抗値が低減し、その活性化エネルギーも低減(それぞれ 369→268 meV, 403→81 meV)したが、熱起電力は観察されなかった。

330℃の試料に、O₂ 雰囲気中 500℃で熱処理を行ったところ、抵抗値の低減が観察された。アレニウスプロットを Fig. 1 に示す。活性化エネルギーは微増したが、抵抗値は 2 桁低減した。熱起電力測定では高温側が負となり、p 型を示した。大幅な抵抗低減の理由を探るため、as-depo. の CuO 薄膜に対し O₂ 雰囲気中 500℃で熱処理を行ったところ、同様の抵抗低減が観察された。Na の活性化ではなく、熱処理による結晶品質の向上が原因と考えている。

[1] 田部浩三, 清山哲郎, 笛木和雄: 金属酸化物と複合酸化物 (講談社, 1984) pp.1-12.

[2] 濱川 圭弘: 太陽電池 (コロナ社, 2004) pp.35-38.

[3] 和田 隆博: 化合物薄膜太陽電池の最新技術 (シーエムシー出版, 2007) pp.198-205.

[4] 藤原一樹 他: 第 63 回応用物理学会春季学術講演会予稿集, 20p-S222-14 (2016).

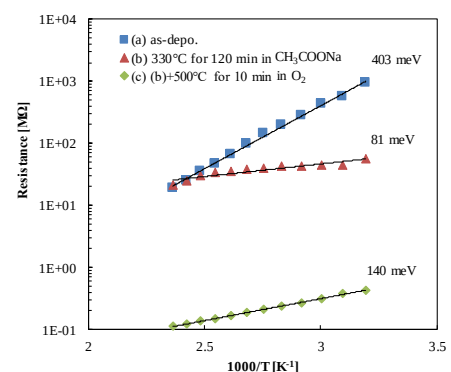


Fig 1. Arrhenius plot of resistance of as-depo. and annealed CuO thin films