

熱酸化 p 形 Cu₂O シートの電気的特性に対する Na 添加の影響 Influence of sodium doping on electrical properties of thermally oxidized Cu₂O sheets

金沢工大 OEDS R&D センター ○ 宮田俊弘, 西 祐希, 南 内嗣

OEDS R&D Center, K I T ○ T. Miyata, Y. Nishi and T. Minami

E-mail : tmiyata@neptune.kanazawa-it.ac.jp

【はじめに】 これまでに、熱酸化 Cu₂O シートに各種の Na 化合物を使用した熱処理を施すことで、ホール濃度の制御ができることを報告している¹⁾。今回は、Cu₂O シートに対する Na の添加条件を詳細に検討し、10¹⁹ [Ω cm] 台のホール密度を有する縮退した p 形 Cu₂O シートを作製したので報告する。

【実験方法】 p 形 Cu₂O シートは、Cu シートを約 1025 [°C] で熱酸化して作製した。Na の添加は、p 形 Cu₂O シートを NaCl, NaI, NaF もしくは Na₂CO₃ のいずれかの化合物を使用して Ar ガス雰囲気中で、100-1000 [°C], 1-50 [h] の熱処理により実施された。Cu₂O シートの電気的特性は Van der Paw 法を用いて評価した。

【結果と考察】 図 1 に、Na₂CO₃ 粉末に埋めた状態で、800 [°C], 1-50 [h] の熱処理を施した Na 添加 Cu₂O シートの抵抗率 (ρ), 正孔密度 (p) 及びホール移動度 (μ) の処理時間依存性を示す。

同図に示すように、処理時間の増大に伴って p は 10¹³ から 10¹⁷ [cm⁻³] まで大幅に増加し、μ 及び ρ は低下した。特に、p は処理時間が約 30 [h] 以上で 10¹⁹ [cm⁻³] 台まで増加した。図 2 は、図 1 に示した異なる時間でそれぞれ処理された Na 添加 Cu₂O シートを低温から室温まで温度を変化させて測定した p の温度依存性を示している。また、比較のために熱処理していない (without) Cu₂O シートの結果も示している。図 2 に示すように、処理時間 10 [h] 以上では p の温度依存性がほとんど認められず縮退した p 形 Cu₂O が作製できた。また、図 2 から明らかなように、活性化エネルギーは処理時間の増加に伴って減少し、約 10 [h] 以上では温度に依存しなくなった。図 3 は、10¹³ (▲) 及び 10¹⁹ [cm⁻³] (●) 台の p を有する Cu₂O シート上に金属 (Cu) 電極を形成した (裏面は Au オーミック電極) Cu/Cu₂O/Au 構造の J-V 特性を示す。同図から明らかなように、p が 10¹⁹ [cm⁻³] 台の縮退した Cu₂O は Cu とオーミック接触を実現できた。

【まとめ】 Cu₂O シートを Na₂CO₃ 粉末中に埋めた状態で Ar 雰囲気中、800 [°C] で 1-50 [h] の熱処理を施すことで、p を 10¹³ - 10¹⁹ [cm⁻³] の間で制御することができた。また、縮退した p 形伝導を実現できた Cu₂O では、Cu 電極を使用してオーミック接触が実現できた。

【参考文献】

1) T. Minami, Y. Nishi, and T. Miyata, Appl. Phys. Lett. 105, 212104 (2014).

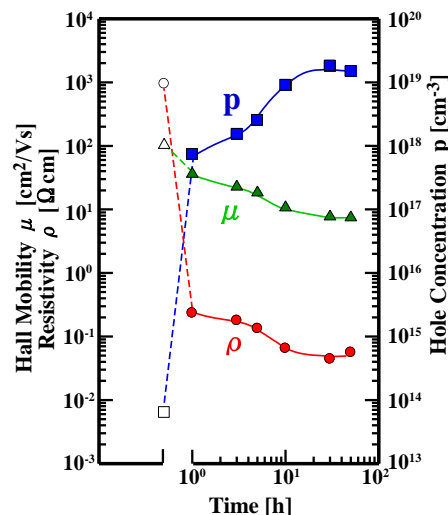


図 1 p, μ 及び ρ の熱処理時間依存性

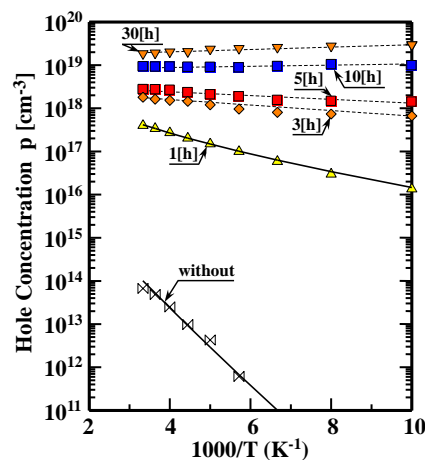


図 2 p の温度依存性

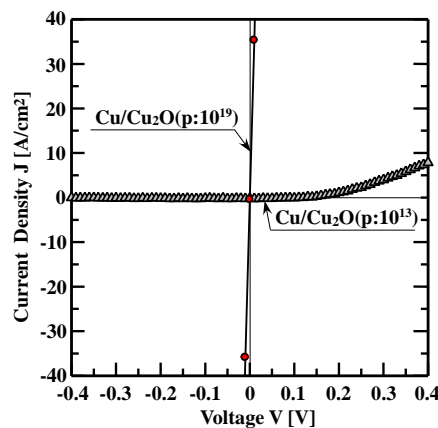


図 3 Cu/Cu₂O/Au 構造の J-V 特性