18a-A10-5

熱酸化 Cu_2O 薄板の電気的特性とヘテロ接合太陽電池特性との関係

Relationship between electrical properties of thermally oxidized Cu_2O sheets and obtained photovoltaic properties in heterojunction solar cells using the 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, Kanazawa 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，N 形酸化物半導体/P 形 Cu_2O ヘテロ接合太陽電池において，Cu_2O 薄板の結晶性及び N 形半導体薄膜材料とその成膜技術の適合化について検討した結果，5%以上の変換効率を実現している．今回は，Cu 薄板を熱酸化して作製する Cu_2O 薄板の更なる高品質化を目的として，熱酸化 Cu_2O 薄板を各種の条件下で熱処理した．熱処理後の Cu_2O 薄板について，電気的特性を始めとして諸特性を評価するとともに，N-Ga_2O_3 系半導体薄膜/P-Cu_2O ヘテロ接合太陽電池を作製して得られる光起電力特性との関係を調べたので報告する．

【実験方法】P-Cu_2O 薄板は，Cu 薄板を約 1025[℃]で熱酸化して作製した．熱処理は，熱酸化 Cu_2O 薄板を各種の雰囲気下で，100-1025[℃]で，1-10[h]実施された．Ga_2O_3 系半導体薄膜及び Al 添加 ZnO(AZO)透明導電極がパルスレーザー蒸着(PLD)法を用いて形成された．光起電力特性は，AM1.5G（100[mW/cm^2]）光照射下で測定した．

【結果と考察】図 1 は，NaCl 粉末中に埋めた状態で Ar 雰囲気中，100-800[℃]で 1[h]熱処理して得られた Cu_2O 薄板の正孔密度(p)とホール移動度(μ)との関係を示している．p は未処理薄板の 10^{13} 台から 10^{17} [cm^{-3}]まで増加した．μ は p が 10^{16} [cm^{-3}]台以上で急激に減少している．図 2 及び図 3 は，キャリア密度が異なる代表的な Cu_2O 薄板のそれぞれ p 及び μ の温度依存性を示している．(a)，(b)及び(c)の Cu_2O 薄板における p は，それぞれ 6.7×10^{13}(未処理)，6.3×10^{15} 及び 1×10^{17} [cm^{-3}]であった．図 2 からドナーによるアクセプタの補償を考慮して活性化エネルギーを求めると，それぞれ(a)186，(b)81 及び(c)60 [meV]程度であり，未処理 Cu_2O 薄板の 180 [meV]は良く知られた Cu 空孔に起因するアクセプタ準位と一致する．しかし，熱処理された(b)及び(c) Cu_2O 薄板は非常に低い活性化エネルギーであり，これまでに報告例がないので，熱処理による新しいアクセプタ準位の生成を示唆する．一方，μ はいずれの Cu_2O 薄板においてもフォノン散乱に支配されているが，低温域ではイオン化不純物散乱の影響を考慮する必要がある．また，これらの p の異なる Cu_2O 薄板を使用して AZO/Ga_2O_3 系/Cu_2O ヘテロ接合太陽電池を作製すると，熱処理した p が 10^{15} [cm^{-3}]台の Cu_2O 薄板において最も高い変換効率を実現できることが分かった．

【まとめ】適当な雰囲気中で約 700[℃]以上での熱処理によって比較的浅いアクセプタ準位を導入でき，正孔密度が 10^{15} [cm^{-3}]台の熱処理した Cu_2O 薄板を活性層として使用することにより，最も高い変換効率を実現できることが分かった．

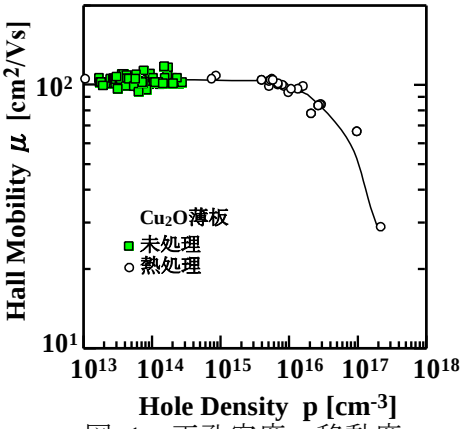


図 1　正孔密度－移動度の関係

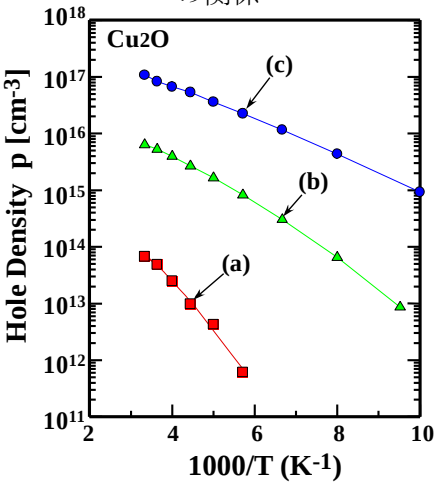


図 2 正孔密度の温度依存性

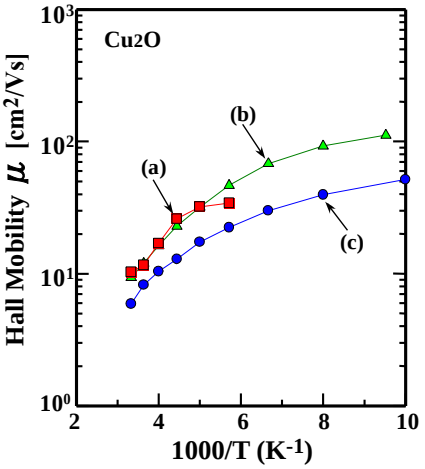


図 3 移動度の温度依存性

© 2014 年　応用物理学会