

ペロブスカイト太陽電池のホール輸送層への応用に向けた 低温加熱による P 型ヨウ化銅薄膜の特性変化

Characteristic change of p-type CuI thin films by low temperature heating for the application of hole transport layer in perovskite solar cells

○安藤 宏汰¹, 葛城 潮音², 前田 怜音², 金子 哲也^{1,2}, 進藤 春雄³, 磯村 雅夫^{1,2}

東海大学大学院 工学研究科 電気電子工学専攻¹, 工学部 電気電子工学科² プラズマ理工学研究所³

E-mail: 8beim005@mail.tokai-u.jp

【緒言】 太陽電池には再生可能エネルギー利用技術として大きな期待が寄せられている。普及を加速させるには、さらなる変換効率の向上などが必要である。そんな中でも現在注目されている太陽電池としてペロブスカイト太陽電池がある。塗るだけで作成可能な利点を持つペロブスカイト太陽電池は近年、目まぐるしい変換効率の向上が見受けられる。しかしこのペロブスカイト太陽電池の正孔輸送層に一般的に使用されている Spiro-OMeTAD という有機系化合物にはコスト面、耐久性において問題がある。そこで p 型伝導を示し、比較的低温で形成できるヨウ化銅 (CuI) をペロブスカイト太陽電池の正孔輸送層に適用することで、コスト面、耐久性の改善を目的としている。今回は、スパッタ法で作製した窒化銅 (Cu₃N) 薄膜をヨウ素化することで CuI 薄膜を作製し、それを低温加熱する事で特性の変化を検討した。

【実験】 CuI の作製にあたりまず、RF マグネトロンスパッタリング法により窒化銅(Cu₃N)の製膜を行った。スパッタガスには Ar ガス及び N₂ ガス、ターゲットには Cu(99.99%)を用いた。この際 N₂ ガスと Ar ガスの流量比[N₂/(Ar+N₂)]を 5 から 20%に変化させ、ターゲットに印加する RF 電力を 100 W、基板温度を 100 °C、チャンバー内のガス圧力を 1 Pa とし、次に作製した Cu₃N をガラス容器に膜面が上になるように入れ、固体ヨウ素を入れて封入した後、常温で 60 分間反応させヨウ素化を行った。ヨウ素化後の試料は室温で一昼夜放置した。その後一昼夜放置した試料を大気中において 100 °C のホットプレートの上で 1 時間低温加熱し、キャリア特性に及ぼす低温加熱の効果を評価した。

【結果及び考察】 Fig. 1 及び 2 に低温加熱前後の CuI 薄膜のホール効果測定結果を示す。ホール係数が正の値を示したことにより、すべての試料が p 型半導体であることが確認出来た。Fig. 1 に示すように、低温加熱前のキャリア密度は 10²¹~10²² 付近に推移し、半導体として使用するには値が大きすぎる。一方、低温加熱後はすべての N₂ ガス流量比において、キャリア密度は減少傾向を示した。100 °C という低温の熱処理によりキャリア密度が減少したことから、低熱処理が CuI 薄膜の特性向上において効果があると考えられる。また、低温加熱前後の CuI 薄膜のキャリア移動度の変化を Fig. 2 に示す。低温加熱により N₂ ガス流量比 5% ではキャリア移動度は少し減少しているが、10%~20%において上昇が見られた。僅かな改善ではあるが、熱処理によりキャリア移動度の向上が可能であることが示唆される。発表では熱処理温度を変化させた時の影響や太陽電池への応用について合わせて報告する。

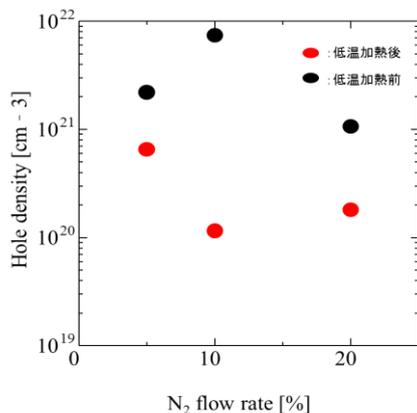


Fig. 1. Hole density of CuI films before and after low-temperature annealing by Hall effect measurements.

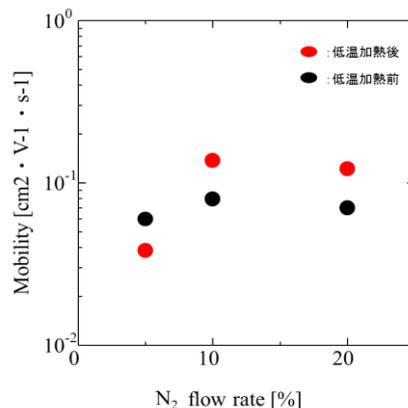


Fig. 2. Hall mobility of CuI films before and after low-temperature annealing by Hall effect measurements.

【謝辞】

本研究は、東海大学総合研究機構「プロジェクト研究」の援助を受けて行ったものである。