

課題番号 : F-17-TU-0113
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 2次元シートデバイス開発
Program Title (English) : Fabrication of two dimensional sheet device
利用者名(日本語) : 加藤俊顕, 金子俊郎
Username (English) : T. Kato, T. Kaneko
所属名(日本語) : 東北大学大学院工学研究科電子工学専攻
Affiliation (English) : Department of Electronic Engineering, Graduate School of Engineering,
Tohoku University
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、遷移金属ダイカルコゲナイド、太陽電池

1. 概要(Summary)

原子オーダーの厚みを持つ二次元シート状物質は、アトミックオーダーの構造的長に加え、優れたキャリア移動度及び光透過性を持つことから、次世代のフレキシブルエレクトロニクスを中心材料として大きな注目を集めている。炭素から構成された二次元シート物質のグラフェンは最も有名であるが、バンドギャップがゼロであるため半導体応用が困難とされている。これに対し類似の 2 次元シート状構造を持ちかつバンドギャップを持つ材料として近年注目を集めているのが遷移金属ダイカルコゲナイド(TMD)である。原子オーダーの薄さにより可視光を 90% 以上透過し、かつ機械的柔軟性にも優れている TMD は、フレキシブル透明太陽電池の発電層材料として大きな可能性を秘めている。そこで本研究では、TMD 太陽電池に向けた最適デバイス検討を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

EB 描画装置 エリオニクス ELS-G125S

【実験方法】

EB 描画装置を用いて、レジストを塗布した SiO_2/Si 上にナノメートルオーダーの微細パターンを作製し、金属薄膜製膜後、リフトオフ法によって金属の微細構造を作製した。その後、結晶剥離法あるいは化学気相堆積法により合成した TMD を電極上に転写し、太陽光発電特性を測定した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

TMD 太陽電池の実用化に向け、大面積プロセスへの展開を視野に入れたプロセスの開発が重要である。そこで本研究では、デバイス形状が極めてシンプルで拡張性

の高いショットキー型太陽電池を採用してデバイス構造の最適化を行った。ショットキー構造で発電を行うには、TMD と電極界面で高いショットキー電位が形成されることと、生成されたキャリアを効率よく捕集する電極を別に TMD 上に形成することが重要と考えた。そこで、TMD 上に異なる種類の電極を配置して、発電効率と電極対の相関解明を目指した。その結果、電極対の仕事関数差が増大するにつれ、太陽光発電効率が著しく向上することが判明した。さらにこの原因を明らかにするために光電流の空間マッピングを行ったところ、同種の電極つまり仕事関数差の小さい電極対の場合、どちらの電極界面でも光電流が生成されそれらが逆向きに電流として流れるため、デバイス全体の発電効率が低下していることが明らかになった。一方仕事関数差の大きな電極対の場合、TMD と電極の仕事関数差の大きな電極でのみ明確な光電流が観測され、対向電極ではキャリア生成が行われていないことが明らかになった。これにより、生成キャリアのキャンセルアウト効果が抑制され発電効率の向上につながったことが実証された。

4. その他・特記事項(Others)

なし

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

[1] T. Akama, W. Okita, R. Nagai, C. Li, T. Kaneko, T. Kato, Scientific Reports, Vol. 7 (2017) 11967-1-10.

6. 関連特許(Patent)

なし