

課題番号 : F-20-TU-0085
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

1. 概要(Summary)

原子オーダーの厚みを持つ2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、デバイス形状の最適化を行った。

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 上に電極パターンを作製し、金属薄膜成膜後、リフトオフにより SiO_2 上に等間隔に配列したくし形電極を作製した。さらに、同様のEB描画を行い、くし形の対向電極を形成した。この時、電極に用いる金属種を変化させることで、金属種とデバイス特性の最適化を行った。なお、チャンネル部のTMDに関しては、予めCVD合成した単層TMDをポリマー転写方により電極間に架橋した構造となるように配置した。合成したTMDの構造は光学顕微鏡、走査型電子顕微鏡、及び原子間力顕微鏡で、光学特性は蛍光発光分光分析と空間マッピングによりそれぞれ評価した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

TMD太陽電池の実用化に向け、電極とTMDの接合状態を制御することが極めて重要である。そこで、様々な金属種の電極対を持つデバイスを作製し、太陽電池の発電効率と電極種との相関を測定した。その結果、電極対の仕事関数差が最大となるときに、発電効率も最大値を示した。これは、ショットキー型太陽電池の基本原理から説明することができ、ショットキー障壁をできるだけ高める発電側電極と、生成したキャリアを高効率で回収するためショットキー障壁をできるだけ小さくする必要があるキャリア捕集電極との関係を示しているものである。この様な単層TMDの透明フレキシブル太陽電池応用に向けたデバイス構造の最適化は、発電効率向上の観点で重要な成果である。

4. その他・特記事項(Others)

なし

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許(Patent)

なし