

利用課題番号 : F-14-KT-0047
利用形態 : 技術補助
利用課題名 (日本語) : 光電子デバイス応用へ向けた原子層材料の光学特性の解明
Program Title (English) : Optical properties of layered materials for opto-electronic devices application
利用者名 (日本語) : 青田 駿¹⁾、中村 隆¹⁾、小澤 大知¹⁾、毛利 真一郎²⁾、松田 一成²⁾
Username (English) : S. Aota¹⁾, Nakamura¹⁾, D. Kozawa¹⁾, S. Mouri²⁾, K. Matsuda²⁾
所属名 (日本語) : 1) 京都大学エネルギー科学研究科エネルギー応用科学専攻,
2) 京都大学エネルギー理工学研究所
Affiliation (English) : 1) Graduate School of Energy Science, Kyoto University
2) Institute of Advanced Energy, Kyoto University

1. 概要 (Summary)

近年、従来の半導体を凌駕する性質を持つ材料として、グラフェンや遷移金属ダイカルコゲナイド(TMD)などの原子層材料が注目を浴びている。特に、TMDは、原子数層の厚みにもかかわらず強い光吸収を示すことから、次世代光電変換デバイスへの応用が期待されている。本課題では、原子層材料の光電変換デバイスへの応用を見据え、その基礎光学特性・伝導特性の解明へ向けた研究を行った。

2. 実験 (Experimental)

・利用した装置

マスクレス露光装置、真空蒸着装置

・実験方法

ナノテクノロジーハブ拠点では、マスクレス露光装置 (No. A4) と真空蒸着装置 (No. B4) を使用し単層原子層試料 (~10 μm^2) への微小電極作製を行った。その後、研究室において、作製した微小電極を利用し FET (電界効果トランジスタ) デバイス特性・光学特性の評価を行った。

電極は以下の手順で作製した。①レジスト (OFPR 800LB-23cp) をスピコートした Si/SiO₂ 基板 (厚さ 0.5 mm) に対しマスクレス露光 (200 mJ/cm²、3 倍露光)。②現像液(NMD-3)により現像。③真空蒸着装置を用い Ti(5 nm)/Au(50 nm)微小電極を作製。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig. 1 に、代表的な TMD として知られる単層 MoS₂ の FET デバイスの光学イメージを示す。このデバイスを利用して、電流-電圧特性の評価を行った。現在、このデバイスを用いて伝導・光学特性の同時評価を目指す研究を進めている。

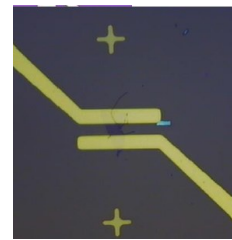


Fig. 1 Microscope image of FET device on MoS₂ monolayer.

FET デバイスの作製・評価と並行して、原子層材料の基礎光学特性の研究を進めた。単層 WSe₂ において長い励起子 (電子-ホール対) 拡散とそれに伴う励起子-励起子消滅が起こること [1] や TMD では寿命の長いホットキャリアが生成されること [2] などを明らかにした。これらの結果は、TMD が次世代高効率光電変換デバイスに適した材料であることを示唆する結果となっている。さらに、光電変換デバイス応用へ向けた研究も進めており、Si/グラフェン/MoS₂ のヘテロ構造を利用して 10% を超える変換効率を持つ太陽電池の作製も成功している [3]。

4. その他・特記事項 (Others)

なし。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- “Nonlinear photoluminescence in atomically thin layered WSe₂ arising from diffusion-assisted exciton–exciton annihilation”, S. Mouri, Y. Miyauchi, K. Matsuda *et.al.*, Phys. Rev. B **90** (2014) 155449.
- “Photocarrier relaxation pathway in two-dimensional semiconducting transition metal dichalcogenides”, D. Kozawa, K. Matsuda *et.al.*, Nat. Commun. **5** (2014) 4543.

3. 「CVD 成長による MoS₂ 薄膜の合成と光電変換デバイスへ応用」壺井佑香, 王飛久, 小澤大知, 宮内雄平, 毛利真一郎, 松田一成、2014 年秋季応用物理学会

6. 関連特許 (Patent)

なし。