課題番号　：F-13-OS-0035
利用形態　：機器利用
利用課題名（日本語）　：キャリア注入による単原子層半導体の光電物性変調
Program Title (English)　：Modulation of opto-electrical properties of monolayer semiconductors by carrier injection
利用者名（日本語）　：毛利 真一郎[1]，壷井佑夏[1]，周利中[1]，小川泰徳[1]，宮内雄平[1),2)]，松田一成[1]
Username (English)　：S. Mouri[1],Y. Tsumoi[1], Z. Lizhon[1], Y. Ogawa[1], Y. Miyauchi[1),2)], K. Matsuda[1]
所属名（日本語）　：1）京都大学エネルギー理工学研究所, 2) JST さきがけ
Affiliation (English)　：1) Institute for advanced energy, Kyoto University 2) JST PRESTO

1. 概要（Summary ）

単原子層半導体薄膜における多体効果や内部自由度制御へ向けて、FET デバイスや EDLT デバイスの作製が必要である。特に、10^{14} 個 cm^{-2} 以上の高密度キャリアドーピングを実現できれば、これまでにない新しい光電変換効果の発現が期待できる。そこで、本課題では、電子線ビームリソグラフィーなどの微細加工技術を用いて1μm幅の微小電極を作成し、単原子層半導体の代表である単原子層 MoS_2 薄膜デバイスを作製した。

2. 実験（Experimental）

マーカー付シリコン基板上に、単原子層 MoS_2 を転写した試料を 4 枚用意した。その試料にレジストをスピンコートし、電子線ビーム描画装置を利用して微小電極パターンを描画し、レジストリフトオフ後に、真空蒸着装置を用いて金電極を作製した。また、光リソグラフィー法を用いて、引き出し電極を描画し、真空蒸着により金電極を作製した。

3. 結果と考察（Results and Discussion）

4 試料に対して電極作製を試み、当初のねらい通りの機能を持つデバイスの作製は 1 個にとどまった。1 つについては、電子線ビームリソグラフィーの過程でレジストのリフトオフを失敗し、単純ミスにより微小電極が作製できなかった。2 つの試料では、光リソグラフィーによる引き出し電極の作成過程において断線等が生じた。デバイス作製成功率が低くとどまった要因として、基板上に厚い MoS_2 が多数存在し、電極のレジスト定着やリフトオフに大きな影響を及ぼしていることが考えられる。この問題を回避するために、今後、①光リソグラフィー以外の引き出し電極作成手法を検討する。②剥離の際に残る多層 MoS_2 の数を減らす、などを検討していく。

現在、作製に成功したデバイス（Fig.1）を用い、単層 MoS_2 のキャリア注入下での光学特性測定を進めている。我々のグループは化学ドーピングや高密度励起による光学特性制御を実現しており、本課題で作製したデバイスを用いることでより広範囲な光物性制御が可能になると期待される。今後は、本試行的利用で明らかになった改善点を踏まえて新しい単原子層デバイスを作製し、当初目的の達成を目指す。

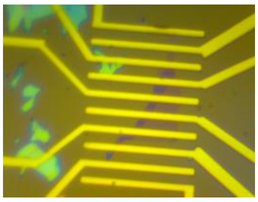

Fig.1 Micrograph of fabricated device

4. その他・特記事項（Others）

なし

5. 論文・学会発表（Publication/Presentation）

論文（1 件）

１． S. Mouri, Y. Miyauchi, K. Matsuda, Nano Lett. 13, 5944, (2013).

学会発表（5 件）

１． 毛利真一郎、周利中、小川泰徳、壷井佑夏、宮内雄平、松田一成、光物性研究会、2013 年 12 月 13 日
２． 毛利真一郎、周利中、壷井佑夏、宮内雄平、松田一成、応用物理学会関西支部講演会、2014 年 2 月 28 日
３．毛利真一郎、周利中、壷井佑夏、Minling Toh,小鍋哲、宮内雄平、江田剛輝、岡田晋、松田一成、第 46 回　フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム、2014 年 3 月 3 日
４．毛利真一郎、周利中、壷井佑夏、Minling Toh,小鍋哲、宮内雄平、江田剛輝、岡田晋、松田一成、第 61 回応用物理学会春季学術講演会、2014 年 3 月 18 日
５．毛利真一郎、周利中、壷井佑夏、Minling Toh,小鍋哲、宮内雄平、江田剛輝、岡田晋、松田一成、日本物理学会第 69 回年次大会、2014 年 3 月 29 日

6. 関連特許（Patent）

なし