

利用課題番号 : F-13-KT-0063  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名 (日本語) : CVD 法を用いて合成した単層 MoS<sub>2</sub> の発光測定  
 Program Title (English) : Photoluminescence Imaging of Monolayer MoS<sub>2</sub> Synthesized by Chemical Vapor Deposition Method  
 利用者名 (日本語) : 壺井佑夏<sup>1)</sup>, 松田一成<sup>2)</sup>  
 Username (English) : Yuka Tsuboi<sup>1)</sup>, Kazunari Matsuda<sup>2)</sup>  
 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、極薄膜二次元材料として注目を浴びている遷移金属ダイカルコゲナイド、特に二硫化モリブデン (MoS<sub>2</sub>) について、トランジスタ・LED などへの応用を見据え大面積・高品質単層薄膜 CVD 合成を目指し、その光学的特性を明らかにすることを目的とした。

### 2. 実験 (Experimental) :

化学気相堆積成長法 (CVD) による薄膜作製のための基板前処理として、SiO<sub>2</sub>/Si 基板 (20 mm × 10 mm 程度) 表面の酸素プラズマ処理を行った。具体的には基板上の不純物除去と、基板表面への親水性の付加を目的としたものである。用いた装置はドライエッチング装置、プラズマ照射時間は一回 5 分程度で、20 枚程の基板に対して行った。(ナノテクノロジーハブ拠点での実験は上記の前処理のみで以下は当該研究室設備で行った。)

処理を施した SiO<sub>2</sub>/Si 基板と共に原料粉末 (MoO<sub>3</sub> と硫黄) を石英管内に仕込み、窒素雰囲気下で電気炉を用いて約 800°C に加熱して MoS<sub>2</sub> を合成した。

### 3. 結果と考察 (Results and Discussion) :

プラズマ照射による基板前処理を施したものの、施していないもので薄膜成長を試みたが、あまり明確な違いは得られなかった。様々な条件下で成長を行い、単結晶単層 MoS<sub>2</sub> の合成に成功した。この単層 MoS<sub>2</sub> は 1.8 eV 付近における赤色発光を示す。Fig.1 の挿入図に三角形の形をした単層 MoS<sub>2</sub> の発光イメージを示した。図中の白色の部分強い発光を示しており、暗い色の部分が弱い発光を示している。

合成したサンプル中の独立した三角形単層 MoS<sub>2</sub> をいくつか測定したところ、その発光パターンとして

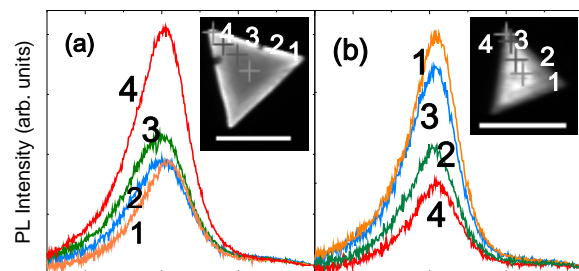


Fig.1 Photoluminescence imaging from triangular single layer of MoS<sub>2</sub>

Fig.1 の(a)と(b)に示す2種類がみられることが分かった。Fig.1(a)の三角形では三角形端での発光が強く中心は弱い。(b)では逆に、中心の発光が強く端に近づくほど弱くなる。これらは成長過程(分厚い核が生成した後、単層として広がり三角形を形成する過程)の違いや、硫黄原子欠陥の存在に起因すると考えられる。

### 4. その他・特記事項 (Others) :

今後の課題：

現在合成した独立単層 MoS<sub>2</sub> の三角形は約 10 μm 角のごく小さいものである。デバイス応用のためや、より詳しい三角形内部の光学特性を明らかにするためには、より大きなスケールの単層 MoS<sub>2</sub> を合成する必要がある。また作製条件の最適化が十分ではなく、高品質・大面積成長に向けて研究を継続している。

### 5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation) :

Y. Tsuboi et al., "Photoluminescence Imaging of Monolayer MoS<sub>2</sub> Synthesized by Chemical Vapor Deposition Method", 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, 平成 26 年 3 月 3 日

### 6. 関連特許 (Patent) :

なし。