

前駆体溶液塗布膜からの MoS_2 薄膜作製及び H_2 アニールによる特性変化

Fabrication of MoS_2 thin films from solution-processed precursor films and variation of characteristics by H_2 annealing

埼玉大院理工 ○黒崎 祐太郎, 上野 啓司

Saitama Univ. ○Y. Kurosaki and K. Ueno

E-mail: kei@chem.saitama-u.ac.jp

【はじめに】遷移金属ダイカルコゲナイドやグラファイトなどの層状物質は、単位層内では原子が共有結合する一方、層間は弱い van der Waals 力で結合している。これらは電氣的、磁氣的および光学的に大きな異方性を有し、また層数によって物性が異なるため、単層～数層試料の物性測定や素子応用に関する研究が盛んに行われている。遷移金属ダイカルコゲナイドの一つである二硫化モリブデン(MoS_2)はグラフェンには無いバンドギャップを持ち、その単層薄片を活性層に用いた高オンオフ比を有する電界効果トランジスタ(FET)の作製が報告されている。多くの報告では粘着テープを用いた機械的剥離法により単層薄片を形成しているが、この方法では大面積で均一な薄膜を得ることは難しく、将来の実用化のためには新しい MoS_2 成膜手法が必要である。本研究では、チオモリブデン酸アンモニウム($(\text{NH}_4)_2\text{MoS}_4$)を前駆体に用い、溶液塗布膜をアルゴン/水素(Ar/H_2)及びアルゴン/硫黄(Ar/S)気流中でアニールすることにより MoS_2 薄膜形成を試みた。また、薄膜作製過程での水素気流中アニールによる FET 特性の変化についても調べた。

【実験手順】 MoS_2 前駆体として $(\text{NH}_4)_2\text{MoS}_4$ のジメチルホルムアミド(DMF)溶液(濃度 4 wt%)を調製した。次に脱脂洗浄した熱酸化 SiO_2 膜(285 nm)付 $p^{++}\text{Si}$ 基板の表面を酸素プラズマ処理で親水化し、その上に溶液をスピスコート(3000 rpm, 120 sec)した。続いて Ar/H_2 気流中で 500°C , 1 h アニールの後、さらに 800°C , 1 h アニールを行い、続いて Ar/S 気流中で 800°C , 1 h アニールすることにより薄膜作製を行った。比較として Ar/H_2 気流中で 500°C , 1 h アニール後、 800°C でのアニールを行わずに Ar/S 気流中で 800°C , 2 h アニールした試料も作製した。FET は作製した薄膜の上にソース・ドレイン電極として金を蒸着して形成し、真空デシケータ内で特性を測定した。

【結果・考察】Figs. 1, 2 に作製した MoS_2 薄膜の伝達特性を示す。 Ar/H_2 気流中 800°C アニールを行わないと、Fig. 1 に示すように僅かな n 型動作が見られた。一方、アニールを行うと Fig. 2 に示すように p 型動作に変化した。 MoS_2 は水素雰囲気下で 500°C 以上にアニールすると分解することが知られており、実際にラマン分光測定では、 Ar/H_2 気流中で 800°C アニールを行うと MoS_2 由来のピークが消失している。FET 動作の違いは、 MoS_2 が分解した後、FET の作製評価までの間に酸化物が形成されたためと考えている。現在、アニール条件の違いによる FET 特性の変化を調べると共に、X 線光電子分光による薄膜の表面及び深さ方向の組成解析を進めている。

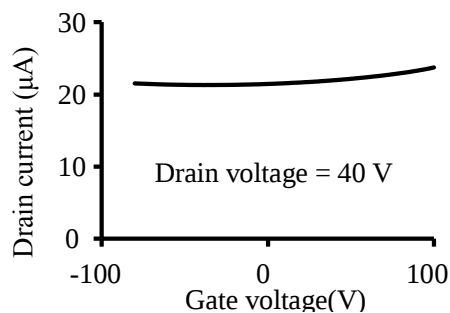


Fig. 1 Transfer characteristics of MoS_2 FET (without Ar/H_2 800°C anneal).

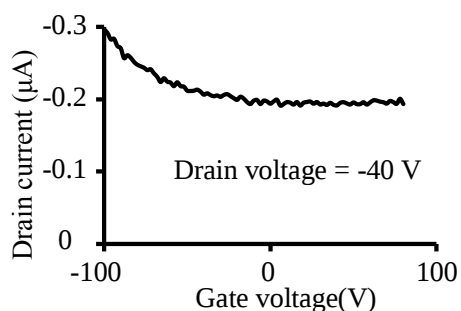


Fig. 2 Transfer characteristics of MoS_2 FET (with Ar/H_2 800°C anneal).