

課題番号(Number of project) : F-21-HK-0009
 利用形態(Type of user support) : 技術代行
 利用課題名(日本語) : ALD MoOx プリカーサー膜を用いた 2D 材料 MoS2 膜の作製
 Program Title (English) : The formation of 2D material MoS2 with MoOx precursor deposited by ALD.
 利用者名(日本語) : 西谷幹彦¹⁾, 森田幸弘¹⁾, 山本伸一²⁾
 Username (English) : M.Nishitani¹⁾, Y.Morita¹⁾, S.Yamamoto²⁾
 所属名(日本語) : 1) 大阪大学大学院工学研究科, 2) 龍谷大学先端理工学部
 Affiliation (English) : 1) Osaka University, 2) Ryukoku University
 検索キーワード : 成膜・膜堆積、ALD、MoS2、2D 材料

1. 概要 (Summary)

2 次元物質 MoS2 は、その特異な電子状態を利用して、高移動度 FET、高効率発光デバイス、テラヘルツセンシングなど多方面への応用に期待されているが、広い面積に均一な単相薄膜を製膜する技術が確立されていない。本課題は、位置制御もしくは大面積に単層 MoS2 を均一に作製する技術に関する初期的研究に取り組んだものである。具体的には、多層膜から単層膜へのアプローチ(膜厚依存性)が、単層膜の特長を比較検討する上で学術的にも薄膜作製技術の進展の観点からも重要であると考え、取り組んだ。用いた作製プロセスは、ALD (Atomic Layer Deposition)法を用いて MoOx を作製し、その後、減圧下の高温中(750℃)で S(イオウ)蒸気に暴露して、MoS2 薄膜を作製することを試みた。結果、MoS2 相の薄膜をラマン分析等で確認したが、今後、単層膜作製に向けてプロセス最適化の必要がある。

2. 実験 (Experimental)

MoS2 膜作製のプリカーサーとして、原子層堆積装置 SUNALE-R を用いて MoOx 膜を作製した。Mo 原料は、Mo(CO)6:液体ソースを 120℃に温めて供給し、オゾンガスとの ALD モードを用いて作製した。基板温度は 160℃、基板として、サファイア基板、SiO2 をコートした Si 基板、石英基板を用いた。作製した MoOx 膜プリカーサーを真空チェンバー内において 750℃に加熱し、0.1Pa の S(イオウ)蒸気に 20 分間暴露して、MoOx 中の酸素とイオウを置換(硫化)し、MoS2 膜の作製を試みた。Fig.1. に実験に用いた硫化装置の概略図を示している。

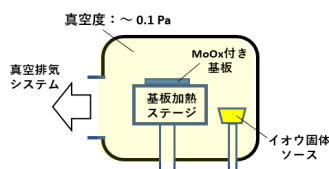


Fig.1. Schematic Diagram of sulfurization equipment.

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig.2.には、100nm の SiO2 熱酸化膜をコートした Si 基板上に作製した 5nm 膜厚ねらいの MoOx プリカーサー膜とその膜の硫化処理を行った膜の高分解能ラザフォード後方散乱分析 (HR-RBS) を行った結果を示している。

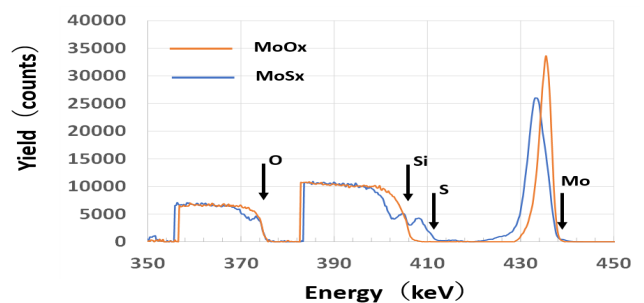


Fig.2. Spectra of High Resolution RBS analysis.

図から明らかなように、MoOx プリカーサー膜中の酸素 (O) が硫化処理によってイオウ (S) に置換されていることが確認された。また、このスペクトルのシミュレーションによるフィッティングによって得られた MoOx 膜と MoSx 膜の想定膜厚は、それぞれ 0.9nm、1.6nm であった。実験的に想定されている 5nm との乖離があり、その理由を詳細に検討する必要がある。また、MoSx 膜の XPS、ラマン散乱による分析から、MoS2 相を観測できたが、MoOx が膜中にまだ存在していると思われるデータが得られているため、まだ、硫化プロセスの改善の余地があるように思われる。

4. その他・特記事項 (Others)

本研究の一部は独立行政法人科学技術振興機構 (JST) の研究成果展開事業「センター・オブ・イノベーション (COI) プログラム」の支援及びパナソニック (株) の支援によって行われた。