

高周波スパッタ法による MoS_2 薄膜の作製と硫化処理の効果

Fabrication of MoS_2 thin films by combination of RF sputtering deposition and sulfurization process

京都工繊大¹, 京都府中小企業技術センター², 和歌山大³

○関 健太¹, 内藤 祐斗¹, 蓮池 紀幸¹, 鴨井 督², 木曾田 賢治³

Kyoto Inst. Tech.¹, Kyoto Prefectural Technology Center², Wakayama Univ.³

○K. Seki, Y. Naitoh, N. Hasuike, S. Kamoi and K. Kisoda

【はじめに】二次元材料の MoS_2 は単層になると直接遷移型になるが、単層 MoS_2 を大面積に作製できる手法は確立されていない。本研究では、大面積な薄膜作製が可能な高周波スパッタリング法を用いた MoS_2 薄膜の最適な成膜条件と後処理条件の検討を行った。

【実験】試料は高周波スパッタ法を用いて $\text{SiO}_2(300\text{nm})/\text{Si}$ 基板上に作製した。 MoS_2 ターゲット(2N)を用い、Ar 分圧 0.5Pa、入力電力 100W で 1 分間成膜した。成膜時の基板温度を変化させ、100℃、300℃および 500℃で成膜した試料をそれぞれ試料 1, 2, 3 とする。その後、硫黄雰囲気中で 600℃、60 分間の硫化処理を行った。試料はラマン散乱分光法を用いて評価した。

【結果と考察】スパッタ成膜した MoS_2 試料のラマンスペクトルを図 1 に示す。試料 1 では明瞭な MoS_2 のラマンピークは観測されないが、試料 2 および 3 では 380 cm^{-1} と 420 cm^{-1} 付近にブロードな E_{2g} と A_{1g} モードが観測された。図 2 に硫化処理を施した試料のラマンスペクトルを示す。全ての試料で E_{2g} および A_{1g} モードが明瞭に観測され、結晶性の大幅な改善が見られた。特に試料 2 の A_{1g} ピークの半値幅は 3 cm^{-1} 程度とバルクの MoS_2 に近い値になり、高品質な MoS_2 膜が形成された。一方、試料 1, 3 では A_{1g} ピークの半値幅が $\sim 7\text{ cm}^{-1}$ であり、結晶性は改善しているものの試料 2 と比較すると結晶性は低い。この原因として、スパッタ成膜直後における S 空孔と格子周期性の 2 つが関係していると考えられる。試料 3 は、図 1 から分かるように、スパッタ成膜直後でもある程度の格子秩序は形成されているが、成膜温度が高いために多くの S 空孔が含まれる。一方、試料 1 は格子周

期性が悪いが、成膜温度が低いことで S の脱離が抑制されている。硫化処理によりこれら 2 つの要因が改善されるが、今回の硫化処理条件では十分な改善が見られなかった。試料 1 では格子秩序の回復は進むが、短距離秩序の形成に止まった。これは低波数側に裾を引く E_{2g} ピークの形状にも反映される。また試料 3 では硫化が不十分のため、試料 2 に比べブロードなピーク形状になった。以上より、スパッタ成膜および硫化処理で良好な MoS_2 薄膜を得るためには、スパッタ成膜条件および硫化処理条件の 2 つの組み合わせの最適化が必要と考えられる。

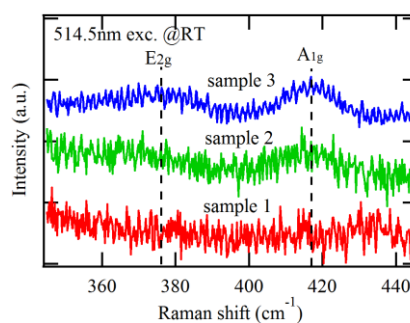


Fig.1 Raman spectra of the MoS_2 thin films fabricated by RF sputtering deposition.

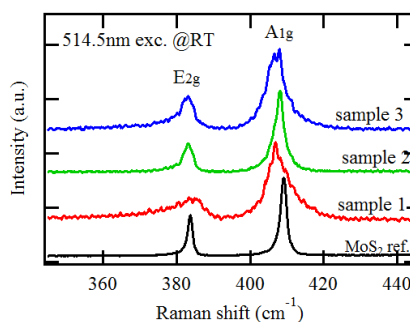


FIG.2. Raman spectra of the MoS_2 thin films with sulfurization.