

ミスト CVD 法による MoS<sub>2</sub> の作製と膜特性 3The fabrication and properties of MoS<sub>2</sub> thin film by mist CVD 3高知工大シス工<sup>1</sup>, 総研<sup>2</sup>, ○小松 正彦<sup>1</sup>, 安岡 龍哉<sup>1</sup>, 刘 丽<sup>1,2</sup>, 川原村 敏幸<sup>1,2</sup>School of Sys. Eng.<sup>1</sup>, Res. Inst.<sup>2</sup>, Kochi Univ. of Tech.○Masahiko Komatsu<sup>1</sup>, Tatsuya Yasuoka<sup>1</sup>, Li Liu<sup>1,2</sup>, Toshiyuki Kawaharamura<sup>1,2</sup>

E-mail: 265009b@gs.kochi-tech.ac.jp, kawaharamura.toshiyuki@kochi-tech.ac.jp

はじめに

近年、二次元層状物質が層数により特異な物性を示すことが明らかとなり、新しい高性能電子デバイス材料として高い注目を集めている。特に、遷移金属ダイカルコゲナイド(Transitional Metal Dichalcogenide: TMD)はバンドギャップを有するため、グラフェンでは困難な半導体としての利用が期待されている。その中でも二硫化モリブデン(MoS<sub>2</sub>)は単層化することで 1.9 eV 程度の禁制帯を有する直接遷移型半導体であり、輝水鉛鉱(輝モリブデン鉱)として天然に存在しているため、TMD の中でも盛んに研究が行われている。本研究室では、過去数回に渡ってミスト化学気相成長(Mist Chemical Vapor Deposition: Mist CVD)法を用いた MoS<sub>2</sub> 形成に関する報告を行ってきた<sup>[1-5]</sup>。ラマンスペクトル, XRD, 断面 TEM 像の結果から多層 MoS<sub>2</sub> の形成を確認しており、原料ミストの搬送流量を変化させることで層数がある程度制御できることが示唆された。しかし、Mist CVD を用いた MoS<sub>2</sub> の形成メカニズムについては未だ解明には至っていない。

ところで、MoS<sub>2</sub> の形成において塩化ナトリウム(NaCl)を支援することで反応障壁の低減やドメインサイズの拡大することが複数報告されている<sup>[6][7]</sup>。さらに、基板としてソーダ石灰ガラス(soda-lime glass)を用いることでもケイ酸イオン中のナトリウムイオン(Na<sup>+</sup>)が反応に寄与することにより MoS<sub>2</sub> の形成が促進されることも複数報告されている<sup>[8][9]</sup>。しかし、Mist CVD 法を用いた MoS<sub>2</sub> 形成における NaCl 支援や soda-lime glass 基板を用いた実験の報告は行われていない。本報告では、Mist CVD 法を用いた MoS<sub>2</sub> 形成における NaCl の支援の有無や基板の違いによる成膜への影響について比較実験を行なった。原料溶液は、先行研究<sup>[1-5]</sup>と同様に、モリブデン(Mo)前駆体として 7 モリブデン酸 6 アンモニウム四水合物((NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub> · 4H<sub>2</sub>O)、硫黄(S)前駆体にチオウレア(CH<sub>4</sub>N<sub>2</sub>S)を使用し、Mo : S = 1 : 4 になるように作製した。Qz 基板上での NaCl 支援の有無を比較した成膜実験の結果が Fig.1 であり、明らかに MoS<sub>2</sub> 由来のピーク強度が拡大した。その他実験については当日詳しく報告する。

[1] 佐藤翔太, et al., 第 62 回応用物理学会春季学術講演会 (2016) 17.3, 22a-S421-9,

[2] 佐藤翔太, et al., 第 65 回応用物理学会春季学術講演会 (2018) 17.3 20p-C202-2,

[3] Shota Sato, Toshiyuki Kawaharamura, et al., JJAP 57 (2018) 110306

[4] 朝子幹太, et al., 第 69 回応用物理学会春季学術講演会 (2022) 17.3, 24a-E102-4,

[5] 小松正彦, et al., 第 83 回応用物理学会秋季学術講演会 (2022) 17.3, 21a-C202-4,

[6] SINGH, Aditya, et al. Applied Surface Science, 2021, 538: 148201,

[7] CHEN, Long, et al. CrystEngComm, 2021, 23.31: 5337-5344.

[8] GAO, Qingguo, et al. Nanomaterials, 2022, 12.17: 2913.

[9] YANG, Pengfei, et al. Nature communications, 2018, 9.1: 1-10

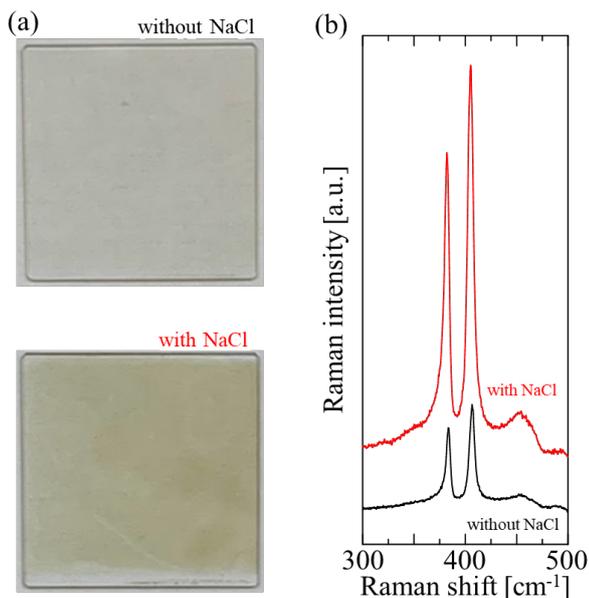


Fig.1 (a) Photograph of MoS<sub>2</sub> on quartz glass with and without NaCl assist, and (b) Raman spectrum of MoS<sub>2</sub>