

MOCVD による単層 MoS_2 のウェハースケールファンデルワールスエピタキシー

Wafer-scaled van der Waals epitaxy of monolayer MoS_2 grown by MOCVD

東京エレクトロン テクノロジーソリューションズ株式会社¹, 国立研究開発法人物質・材料研究機構²

○小野 佑樹¹, 佐久間 芳樹², 松本 貴士¹

Tokyo Electron Technology Solutions Limited¹, National Institute for Materials Science²,

○Yuki Ono¹, Yoshiki Sakuma², Takashi Matsumoto¹

E-mail: yuki.ono@tel.com

1. 背景・目的

ロジックデバイスの 1 nm 世代以降のトランジスタ構造として CFET の研究開発が進められており、スケーリングによる短チャネル効果とキャリア移動度が低下する問題の解決策として遷移金属ダイカルコゲナイド(TMDC)が大きな注目を集めている。我々は TMDC の大面積成膜装置開発へ向けて、MOCVD で単層 MoS_2 を 2 インチサファイア基板上へ結晶成長する実験を行った。

2. 実験・結果

MOCVD 装置でサファイア C 面基板(オフ角 0.15°)の上にモリブデン原料として MoO_2Cl_2 、硫黄原料として H_2S を使って MoS_2 結晶成長を行った[1-3]。成長条件として、成長温度、各原料の流量と成長時間に着目して、それぞれのパラメーターに対するプロセストレンドを取得した。

成長温度、 MoO_2Cl_2 流量と成長時間の各条件に於いて、設定条件を高くするほど MoS_2 結晶のドメインサイズが大きくなることを確認した。このうち成長温度については、温度が高くなるほど各ドメインの面内結晶配向性が揃うことを明らかにした。各原料の流量に関しては、 MoO_2Cl_2 の流量を増やすと単位面積あたりのドメインの数が増加することを確認した。一方、 H_2S の流量を増やすと各ドメインの水平方向成長を抑制する効果があることを明らかにした。成長時間は長時間にすることで MoS_2 結晶のサファイア基板上での被覆率が向上することを確認した(これらの詳細な実験結果については発表で報告する)。

上記の各パラメーターのトレンドデータを基に成長条件を最適化することで Fig.1 に示すように 2 インチサファイア基板上に Monolayer MoS_2 を全面成長することに成功した。成膜した MoS_2 結晶が Monolayer であることを STEM-EDX で確認した(Fig.2)。また Monolayer MoS_2 のウェハー面内被覆率は AFM による表面モフォロジー計測にて確認した(Fig.3)。

3. 結論

MOCVD 装置で 2 インチサファイア基板上全面に Monolayer MoS_2 連続膜成長を実証した。また Na 添加無しの成膜環境でドメインサイズが 100 nm を超える MoS_2 結晶成長を実証した。

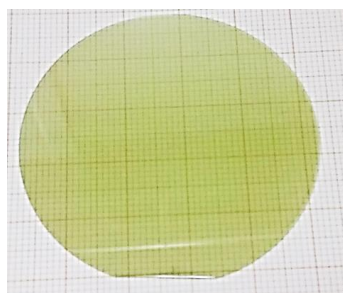


Fig.1 Picture of MoS_2 on 2inch sapphire substrate

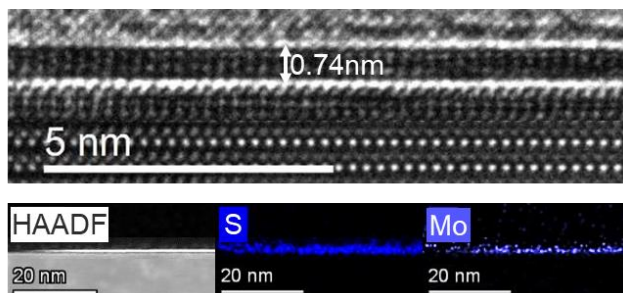


Fig.2 STEM and EDX map of monolayer MoS_2 .

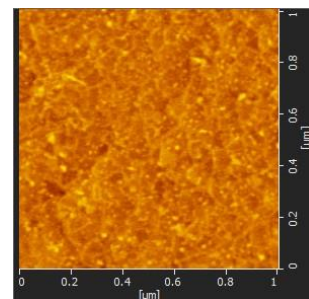


Fig.3 AFM image of Monolayer MoS_2 on sapphire substrate.

[1] 佐久間 他：第 77 回応用物理学会秋季学術講演会（2016 年 9 月），13p-P5-52.

[2] 佐久間 他：第 79 回応用物理学会秋季学術講演会（2018 年 9 月），18p-PB3-77

[3] X. Yang et al., Appl. Surf. Sci., <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2023.157756>