

スパッタ法で作製された MoS₂ 薄膜の RHEED と光電子分光による評価

RHEED and ARPES Studies of MoS₂ Film Formed by Sputtering Method

奈良先端大¹, 東工大², JASRI³ ○米田允俊¹, 武田さくら¹, 田口宗孝¹, 松田博之¹,

大橋匠², 清水淳一², Artori Kevin Roquero Ang¹, 橋本由介¹, 深見駿¹, 田中一光¹,

岡本隆志¹, 江波戸達哉¹, 大門寛¹, 若林整², 木下豊彦³

Nara Inst.¹, Tokyo Tech.², JASRI³, ○M. Yoneda¹, S. N. Takeda¹, M. Taguchi³, H. Matsuda¹,

T. Ohashi², J. Shimizu², A. K. R. Ang¹, Y. Hashimoto¹, S. Fukami¹, I. Tanaka¹, T. Okamoto¹,

T. Ebato¹, H. Daimon¹, H. Wakabayashi², T. Kinoshita³

E-mail: yoneda.masatoshi.yz0@ms.naist.jp

二硫化モリブデン (MoS₂) はディラックコーン状のバンド分散を持ち、薄膜で比較的高いキャリア移動度が期待されることから、次世代電子デバイス材料として脚光を浴びている。これまで、CVD 法を用いた成膜の研究が多数行われてきたが、ウェハサイズでの均一な薄膜を作製することは困難であることが判明した[1]。この問題の解決策として RF スパッタリングを用いた成膜法の開発が行われている [2]。本手法を用いて、これまでに不純物量を著しく低下させた MoS₂ 薄膜の作製が達成されており、実用化に適したプロセス開発の研究が行われている。

今回我々は、RF スパッタリング法によって成膜された MoS₂ 薄膜の膜質の解明、特に、成膜プロセス中に結晶性を向上させるために窒素と水素の混合ガス雰囲気下で行われるフォーミングガスアニール (F.G.アニール) [3] の有無によって結晶性がどのように変わるかを明らかにすることを目的とし研究を行った。XPS、UPS、RHEED (反射高速電子回折)を用いて組成と構造を調べ、MoS₂ 薄膜の諸性質をバルク MoS₂ 結晶と比較し評価した。測定結果から MoS₂ 薄膜の表面は F.G.アニールの有無に依存せずアモルファス状の原子構造であることが分かった。また、価電子帯の光電子スペクトル中に等エネルギー間隔の極微細光電子ピークが複数現れることを新しく見出した。このエネルギー間隔が MoS₂ のラマンピーク[4]と一致することから、この光電子ピークが MoS₂ の格子振動と光電子の相互作用による非弾性散乱によるものであると同定した。さらに F.G.アニールを行った MoS₂ 薄膜では、光電子スペクトル中出现する MoS₂ の格子振動が、バルク MoS₂ の格子振動により近づくことが判明した。これよりスパッタ法による MoS₂ 薄膜の局所結晶構造は F.G.アニールによってバルク MoS₂ に近づく、即ち膜質が向上するということが明らかになった。

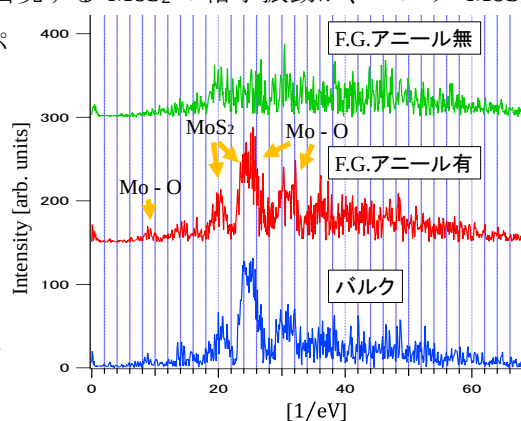
本研究は新学術領域研究「3D 活性サイト科学」課題番号 26105014「半導体中不純物の 3D 構造制御と低損失・高効率デバイスの開発」の助成を受け行われた。

[1] Y.-H. Lee *et al.*, Adv. Mater. **24**, 2320 (2012).

[2] T. Ohashi *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys., **54**, 04DN08 (2015).

[3] J. Shimizu *et al.*, SSDM2016., PS-13-04 (2016).

[4] B. C. Windom *et al.*, Tribol. Lett., **42**, 301-310 (2011).



MoS₂の(F.G.アニール無及び有)薄膜とバルクのフーリエ変換を行った価電子帯光電子スペクトル