

MoS₂ 多層膜の光吸収向上に向けた素子構造の検討

Device Structure Analysis for Light Absorption Enhancement of Multilayer MoS₂

東大先端研¹ ○(P)金明玉¹, 岡田至崇¹ RCAST, UTokyo.¹, ○Myeongok Kim¹, Yoshitaka Okada¹

E-mail: kim@mbe.rcast.u-tokyo.ac.jp

【はじめに】 高い光吸収係数と面内キャリア移動度を持つ TMDC は、太陽電池の光吸収層として可能性を有するものの、多層膜の場合は間接遷移型となるため、トータルの光吸収率は現状高くない¹⁾。そこで本研究では積層 MoS₂ 多層膜太陽電池構造における光吸収の向上に向けて back mirror と anti-reflection coating の最適な構造を検討した。

【方法】 MoS₂ 多層膜の光吸収率を transfer matrix method (TMM) で計算した。計算に用いた MoS₂ の膜厚は反応性スパッタリングで成膜が可能である 20 nm を想定した²⁾。まず、20 nm MoS₂/200 nm metal 構造で金属による光反射効果を検証し、その上に anti-reflection (AR) coating の膜厚の最適化を行った。また、Fabry-Pérot 効果による光電場増強効果を調べるため、20 nm MoS₂/SiO₂/200 nm metal 構造における計算も行った。back mirror metal には Ag, Au, Mo, Pd を、anti-reflection coating には SiO₂ を用いた。スペクトル全般における光吸収率は、AM1.5G 照射時を想定し、300-800 nm 領域の光電流密度を計算し比較した。

【結果と考察】 一般に metal を back mirror に用いることで単体の MoS₂ より高い光吸収率を得ることができた。特に Ag を用いた場合に高い光吸収率が得られることが分かった(Fig. 1)。また MoS₂/SiO₂/Ag 構造では、SiO₂ の膜厚 0-1000 nm とともに MoS₂ の光吸収率が上下するものの、SiO₂ がない構造より高い光吸収率は得られなかった。しかし、SiO₂ を MoS₂ の上部に配置し AR 層として用いた場合、Fabry-Pérot 効果により、MoS₂ の光吸収率が増大し(Fig. 2. (a))、特に SiO₂ の膜厚が 80 nm の時に光電流密

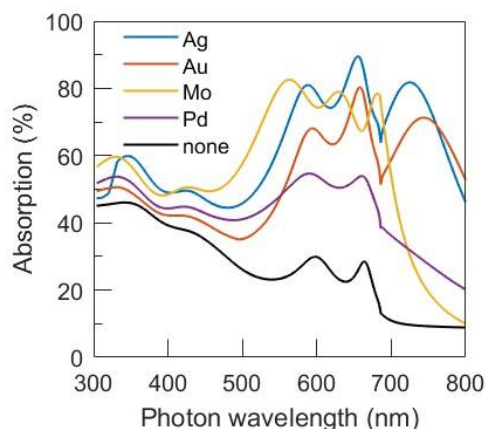


Figure 1. Absorption by 20 nm thick MoS₂ with different back mirror metal layer

度が最大になった(Fig. 2 (b))。これは MoS₂ 多層膜単体で期待される光電流密度の 3 倍以上に値する。加えて Fig. 2 (c)で示すように AR 層を用いることで表面反射損失が低減され、光吸収率が増大する効果も挙げられる。

【まとめ】 80 nm SiO₂/20 nm MoS₂/200 nm Ag の構造では、AM1.5G 照射時の光電流密度が、MoS₂ 多層膜単体と比較して 3 倍以上増大することが分かった。

1) Jariwala et al., *ACS Photonics*, 4 (2017).

2) Kim & Okada *JSAP 84th Autumn meeting* 19p-A202-8

【謝辞】本研究の一部は JSPS 科研費 23K26135 の助成を受けたものである。

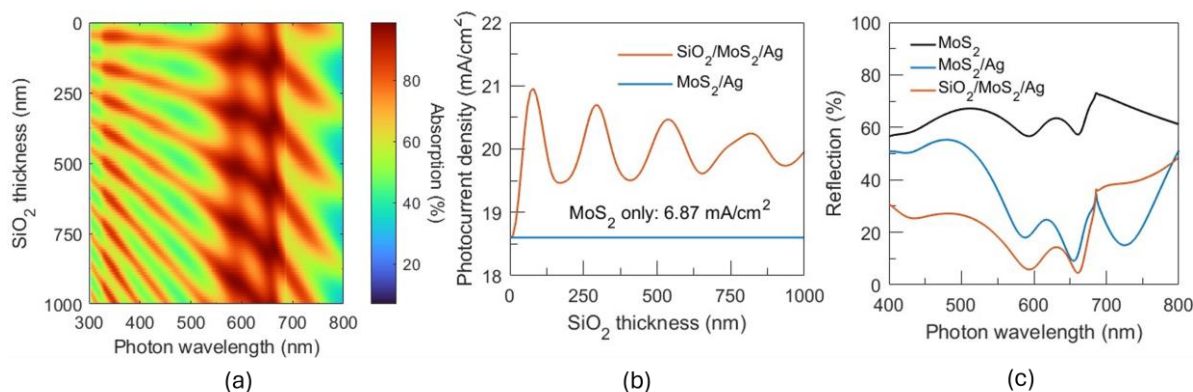


Figure 2. (a) Absorption and (b) photocurrent density under AM1.5 G in 300-800 nm range by 20 nm thick MoS₂ when top SiO₂ thickness is varied. (c) Comparison of reflection of different structures.