

遷移金属ダイカルコゲナイド WS₂ のラマンスペクトルの 温度依存性と共鳴ラマン効果

Temperature Dependence of Raman Spectrum and Resonance Raman effect of Transition Metal Dichalcogenides WS₂

北陸先端大[○](M2) 劉 鋭安, 宮田 全展, 小矢野 幹夫

JAIST,[○]Ruian Liu, Masanobu Miyata, Mikio Koyano

E-mail: s2050009@jaist.ac.jp

我々はラマン分光法を用いて, MoS₂ に対して, 広い温度範囲で光学フォノンの温度を測定し, 熱輸送解析を行ってきた¹. 今回は, 構成原子の質量差による熱輸送の違いを調査するため, 同じ結晶構造を持つ 2H-WS₂ のラマンスペクトルの温度依存性の解析を試みた.

化学気相法で合成した単結晶 WS₂ を温度可変光学ステージに取り付け, 532 nm のレーザーを用いて, 300 K から 650 K までのラマンスペクトルの測定を行った. 得られたスペクトルを格子振動モード (音響フォノン振動モード 2LA(M), 面内振動モード E_g と面外振動モード A_{1g}) ごとに解析し, A_{1g} モードのアンチストークス散乱とストークス散乱の強度比 I_{AS}/I_S から, 光学フォノン温度 $T_{AS/S}$ を計算した.

Figure 1 に各温度における WS₂ のラマンスペクトルを示す. 室温で E_{2g} モードの周波数は 355 cm⁻¹ であり, MoS₂ の E_{2g} の値と比較すると低い値を示す. 温度上昇とともにピークは低エネルギー側にシフトし, その温度係数は $\partial\nu/\partial T = -0.0127$ cm⁻¹/K と, MoS₂ の値は -0.0167 cm⁻¹/K である. これらの結果は W の質量が Mo よりも大きいことで理解できる. 2LA(M) モードの強度が温度の減少とともに急激に低下していることがわかる. これは共鳴ラマン効果が 550 K 以上でほとんどなくなるためである².

Figure 2 に A_{1g} モードの強度比から得られた光学フォノンの温度 $T_{AS/S}$ のステージ温度依存性を示す. 室温付近で 1000 K を超える異常な値を示している. これは共鳴ラマン状態ではストークス過程とアンチストークス過程のラマンテンソルが異なるために起こる見かけの現象であり, 共鳴効果が弱くなる 550 K 以上ではステージ温度とフォノン温度はよく一致する. 本研究は JSPS 科研費 JP20K05343 の助成を受けた.

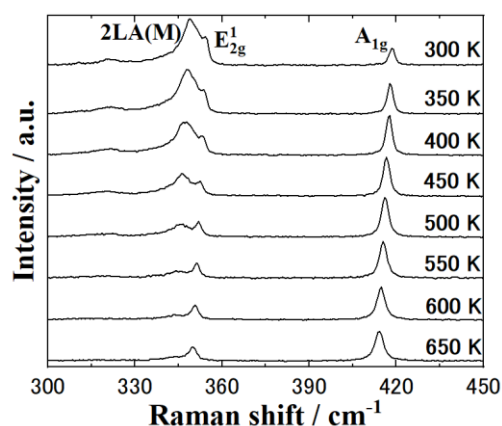


Fig. 1 Temperature dependent Raman spectrum of bulk WS₂

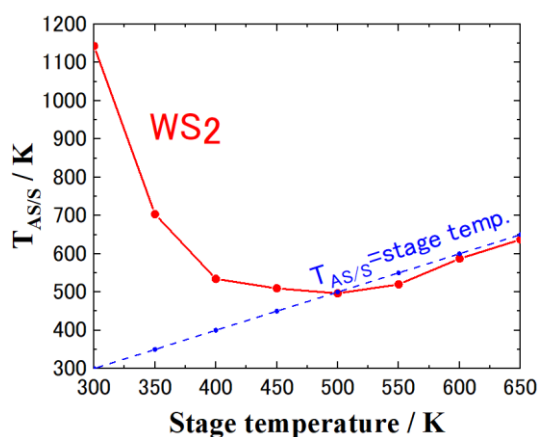


Fig. 2 Temperature dependent of $T_{AS/S}$ for WS₂

参考文献 (1)第 18 回日本熱電学会学術講演会予稿, P114 (2) H. Zobeiri, et al. *Nanoscale*, 12, 6064 (2020)