

ラマン分光法による界面熱抵抗の直接測定 II

Direct measurement of interface thermal resistance by Raman spectroscopy II

○浅井 渉, 宮田 全展, 小矢野 幹夫

Wataru Asai, Masanobu Miyata, and Mikio Koyano

E-mail: s1710003@jaist.ac.jp

近年, 熱電材料に不純物や界面を導入しフォノンの散乱頻度を上げることで熱伝導率を低下させ, 無次元性能指数 ZT を向上させる試みが数多く行われている。そのため, 物質界面における熱輸送を明らかにすることの重要性が高まっている。このような現状を踏まえ, 我々はラマン分光法を用いた微小界面での非接触温度計測を行っており, 前回の学会では, Si 基板上に担持した MoS_2 の極薄試料に対して, アンチストークス/ストークス散乱強度比から MoS_2 の温度 $T_{\text{AS/S}}$ を求めることができることを報告した[1]。この場合の $T_{\text{AS/S}}$ は電子の光学励起に関わる温度であると考えられるため, 今回は格子温度を独立に測定し, 二つの温度の間の関係を実験的に確かめた。

一般に温度の上昇に対してフォノンのエネルギーは低下するため, ラマンシフトの温度変化 $\Delta\nu_R$ を測定すれば測定位置の温度 T_{shift} を見積もることができる[2]。実測した温度変化率は MoS_2 の E_g モードで $\Delta\nu_R/\Delta T = -0.0122 \text{ cm}^{-1}/\text{K}$, Si は $\Delta\nu_R/\Delta T = -0.0171 \text{ cm}^{-1}/\text{K}$ であった。これらの値を用いて, それぞれの T_{shift} をレーザーパワーの関数としてプロットした。

Figure 1 に測定したラマンスペクトルを示す。Si 基板上に担持した MoS_2 は 17 nm と非常に薄いため, レーザー光は容易に透過し, MoS_2 と Si のラマンスペクトルを同時に測定することができる。

Figure 2 に $T_{\text{AS/S}}$ と T_{shift} のレーザーパワー依存性を示す。 MoS_2 の $T_{\text{AS/S}}$ と T_{shift} はレーザーパワーを上げていくと, 両方とも直線的に上昇し, MoS_2 も Si も常に $T_{\text{AS/S}} > T_{\text{shift}}$ の関係を示す。これは, 電子系が受け取ったレーザーのエネルギーが, 格子系に緩和するよりも格子系から熱浴への緩和が早いと考えられる。Si では $T_{\text{AS/S}}$ と T_{shift} のどちらも温度上昇は小さくほぼ一定の温度である。 MoS_2 と Si での直線の傾きの違いは, 両者の熱容量の差と, 界面熱抵抗に起因すると考えられる。

[1] 浅井渉ほか, 第 65 回応用物理学会春季学術講演会(18p-P3-18, 早稲田大)。

[2] R.Yan, *et al.*, American Chemical Society Nano, **8**, 986 (2014)。

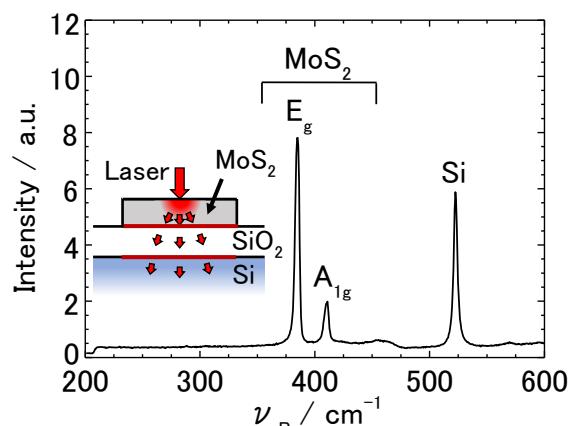


Fig.1 Raman spectrum of MoS_2 and Si substrate

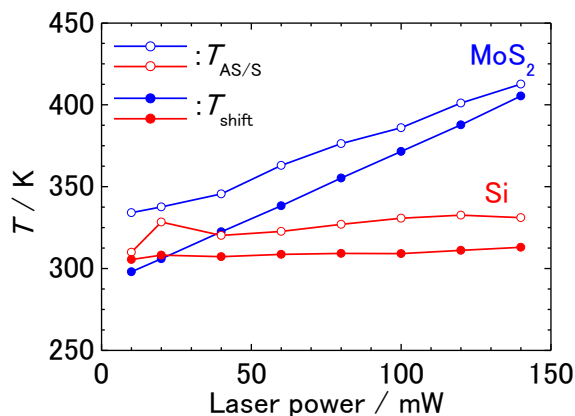


Fig.2 Laser power dependence of $T_{\text{AS/S}}$ and T_{shift}