

中赤外パルスレーザーによる選択的格子振動励起の 直接的観測および和周波成分の分離

Direct observation of mode-selective phonon excitation induced by mid-infrared
pulse laser with separation of the sum-frequency generation component

京大エネ研¹, 熊本産技セ², 京大エネ科³, 量研⁴, 熊大熊創機構⁵

桂山 翼¹, 村田 智哉¹, 全 炳俊¹, °吉田 恭平², 蜂谷 寛³, 紀井 俊輝¹,
増田 開⁴, 大垣 英明¹, 永岡 昭二^{2,5}

Kyoto Univ. IAE¹, Kumamoto Industrial Research Institute², Kyoto Univ. GSES³, QST⁴,

Kumamoto Univ. KIDO⁵, Tsubasa Katsurayama¹, Tomoya Murata¹, Heishun Zen¹,

°Kyohei Yoshida², Kan Hachiya³, Toshiteru Kii¹, Kai Masuda⁴, Hideaki Ohgaki¹, Shoji Nagaoka^{2,5}

E-mail: k-yoshida@kumamoto-iri.jp

炭化ケイ素はワイドギャップ半導体の一種で、高絶縁破壊電界強度、高電子移動度、高熱伝導率という特性を持っており、シリコンに変わる次世代パワーデバイスとして活発に研究されている。これらの特性はフォノンが重要な役割を担っており、デバイスの高性能化のためにフォノンダイナミクスの解明が求められている[1, 2]。フォノンダイナミクスを解明する上で、特定のフォノンの役割を明確にするためにフォノンの選択励起を行う技術が重要となる [1, 2]。我々は、これまでに、波長を格子振動の吸収波長に調節した中赤外パルスレーザー(中赤外自由電子レーザー: MIR-FEL)による特定のフォノンモードの選択的励起 (Mode-selective phonon excitation: MSPE) を、アンチストークスラマン散乱(ASR)光によって直接的に証明した[3]。しかしながら、本手法では、ASR 光観測用プローブレーザー (Nd:YVO₄レーザー) と MIR-FEL の同時照射により、和周波および差周波が発生する。和周波は MSPE 時の ASR 光と同じ波長となり、ASR 光スペクトルでコンタミ成分として混入するため、ASR 光と和周波を分離する方法が求められている。

本研究では、MIR-FEL と Nd:YVO₄ レーザー照射によって発生する和周波と等価な差周波を用いて、和周波成分と ASR 光成分の分離を行った。二種のレーザーの照射により、ASR 光と和周波に加えストークスラマン散乱(SR)光と差周波が発生する。ここで、SR 光は、フォノン励起によらず一定の強度をとると近似することができる。すなわち、二種のレーザーを同時照射したときに発生する差周波 + SR 光成分から、Nd:YVO₄ レーザーのみ照射したときに発生する SR 光成分の差分を取ることで、差周波成分の分離が可能となる。さらに、和周波 + ASR 光のスペクトルから分離した差周波成分の差分を取ることで ASR 光成分のみの抽出が可能となる。本手法により、MSPE 時の ASR スペクトルから、和周波成分を分離することに成功した。(図1) 本発表において、ASR 分光による MSPE の直接的観測と和周波成分の分離に関する発表を行う。

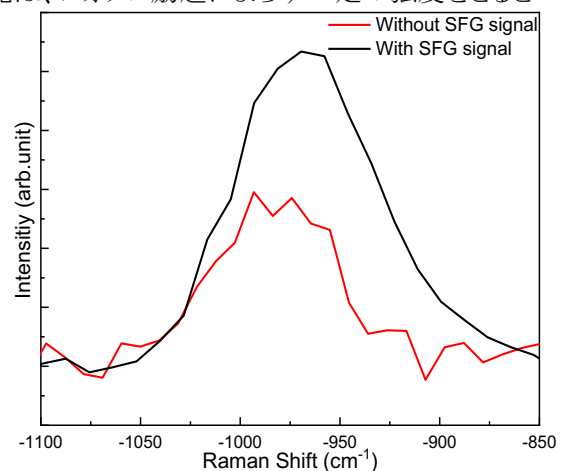


図1 観測された ASR 光スペクトル(黒線)と和周波成分分離後の ASR 光スペクトル(赤線)

[1] Keiko Kato et al., *J. Appl. Phys.*, 111, 113520(2012)

[2] Yusuke Arashida, et al., *Appl. Phys. Express*, 11, 122701(2018) [3] Kyohei Yoshida., et al., *Appl. Phys. Lett.*, 103, 182103(2013)