

中赤外自由電子レーザーによるダイヤモンドにおける選択的格子振動励起

Mode-selective phonon excitation in diamond by mid-infrared free-electron laser

京大エネ科¹, 熊本県産業技術セ², 京大エネ理工研³, 同志社大理工⁴

○(M2) 佐藤央至¹, 吉田恭平², 全 炳俊³, 蜂谷 寛¹, 後藤琢也⁴, 佐川 尚¹, 大垣英明³

Kyoto Univ.¹, Kumamoto Industrial Res. Inst.², Doshisha Univ.³,

°Sato Oji¹, Kyohei Yoshida², Heishun Zen¹, Kan Hachiya¹,

Takuya Goto³, Takashi Sagawa¹, Hideaki Ohgaki¹

E-mail: sato.oji.54x@st.kyoto-u.ac.jp

不純物をドーピングしたダイヤモンドは、高い熱伝導率・絶縁耐圧を持つワイドバンドギャップ半導体となるだけでなく、超伝導材料となることが知られている。これらの物性には電子-格子相互作用が深く関係しているため、個々のフォノンモードが物性に及ぼす影響を明らかにすることで、飛躍的な性能向上が期待される。

我々の研究グループは、これまでに、中赤外自由電子レーザー(KU-FEL)を用いて、SiC と GaN における特定のフォノンモードの選択励起とその直接観測に成功した。これらはいずれも一光子励起による赤外活性モードの励起であるが、本研究では、単結晶ダイヤモンドにおける赤外不活性な T_{2g} 振動モードを、二光子励起によって選択励起した。このモードは、ホウ素ドーピング・ダイヤモンドにおける超伝導の発現に関与すると考えられている。これによって、特定のフォノンモードが物性に及ぼす影響を解明すると共に、FEL を用いたモード励起の選択則によって許される光学過程が増大する。

極低温に冷却した試料に目的のフォノンの波長に調整した FEL 光照射で選択的にフォノンを励起する。Nd:YAG レーザー (532 nm) をプローブ光とし、アンチストークスラマン散乱(ASRS)光として励起フォノンを検出する。

1,332 cm^{-1} の T_{2g} モードを二光子励起するた

め、FEL を 666 cm^{-1} に対応する波長に調整し、極低温(7 K)で単結晶ダイヤモンドに照射した。その結果、FEL 照射時のみ 1,300 cm^{-1} 付近で ASRS 光が観測された。また、ASRS 光強度が FEL のエネルギーに対して二次の応答を示すことから、 T_{2g} モードの二光子励起に成功したと考えられる。

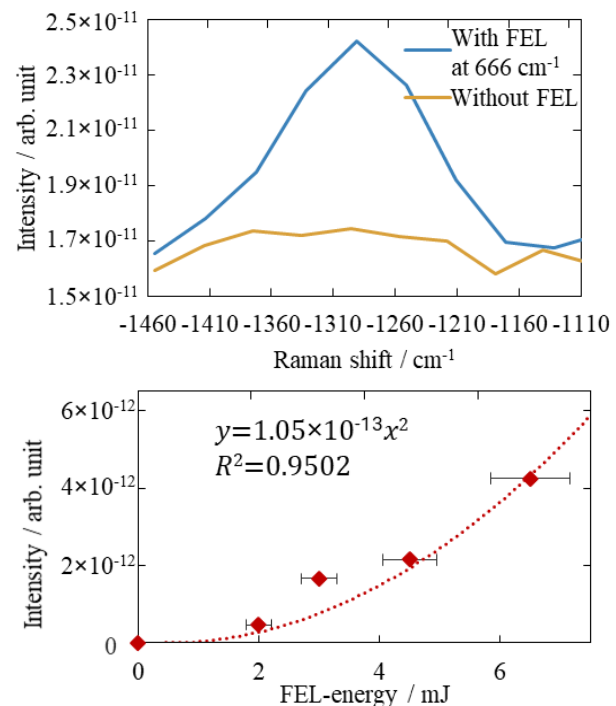


Fig. ASRS spectra with and without MIR-FEL irradiation at 7 K (upper panel) and FEL-energy dependence of the ASRS intensity (subtract without FEL from with FEL) at 1291 cm^{-1} (lower panel).