

二次元層状半導体における光誘起状態制御に関する基盤技術開発に関する研究

Development of the control scheme for photo-induced phase transition of two-dimensional layered materials

香月浩之¹⁾, 板倉 隆二²⁾, 坪内 雅明²⁾

Hiroyuki KATSUKI, Ryuji ITAKURA, Masaaki TSUBOUCHI

¹⁾奈良先端科学技術大学院大学 ²⁾量研

(概要)

遷移金属ダイカルコゲナイド(TMDC)など、二次元構造を持つ半導体はさまざまな物理的特性(スピン、バレー自由度、異常磁気抵抗など)により、太陽電池、単一光子光源、ケミカルセンサーなど様々なデバイスの材料として非常に注目を浴びている。TMDCの中でも光誘起によって反転対称性のないTd相から1T'相への相転移が起きるWTe₂、MoTe₂は高速光スイッチングなどへの応用が期待される。本研究ではWTe₂に注目し、これまでに開発してきたコヒーレント制御の手法[1]を応用して、その光誘起相転移の制御手法の開発を目指す。

キーワード: 遷移金属ダイカルコゲナイド、超高速分光、光誘起相転移**1. 目的**

WTe₂では反転対称性を持たないTd構造と反転対称性を持つ1T'構造間での光誘起相転移が報告されている。この相転移には二次元構造間のずれの運動が関係していると考えられおり、その運動に対応するフォノンモードの励起によるTd→1T'間の相転移誘起について調べることが目的である。また、類似の二次元平面構造をとるGaTeを利用して同様な現象が起こるかどうか検討する。

2. 方法

試料は購入した単結晶WTe₂、GaTeを用い、剥離法を用いて薄膜試料の作成を試みた。ラマン散乱スペクトルのシフト解析から、WTe₂の場合最も薄い部分で3層程度の厚さの薄膜試料が得られた。波長800nmのフェムト秒レーザーで試料を励起後に波長1400nmのプローブ光を入射し、その二倍波の発生を計測する。試料のサイズは数十μm程度と非常に小さいため、白色光源で実イメージを計測しつつピンポイントにレーザー光を照射できる必要がある。

本来は二倍波の計測を目指していたが、同時に三倍波の測定も行った。二倍波は反転対称性のある試料では観測されないが、三倍波は対称性に関係なく観測される違いがある。

3. 結果及び考察

今回の実験ではWTe₂において、上記手法による二倍波の計測を目指していたが観測することができなかった。理由として、WTe₂表面は非常に酸化されやすくTe酸化物によって表面が覆われていると考えられ、これが原因の一つと考えられる。一方、GaTeでは二倍波の計測はできなかったが、470nm周辺で三倍波が計測された。GaTeでは試料の厚さによって結晶の対称性が変化するという報告がある。今回の実験では試料の厚さについて、AFMや微分干渉顕微鏡などを用いたnm精度の厚さの直接計測を行っていないため、適切な試料厚さの管理という点で改善の余地がある。観測された三倍波の信号は二つの緩和時定数を持つexponential decay関数でフィットができた。得られた結果は電子励起状態中での分布の熱平衡化に要する時間と励起状態から基底状態への緩和時間を表しているものと考えられる。

4. 引用(参照)文献等

[1] Mode Selective Excitation of THz vibrations in Single Crystalline Rubrene
K. Yano, H. Katsuki, and H. Yanagi, J. Chem. Phys. **150**, 054503 (2019).