

固体の超高速電子格子相互作用

Keyword : 光物性、超高速分光、格子振動

研究の背景

わたしたちは日常生活で光触媒、太陽電池、LED、レーザーなどの形をとった光学機能材料に囲まれて暮らしています。これらの材料の働きは電子正孔対の光励起とそのエネルギー緩和、輸送、輻射をともなう再結合などの、フェムト秒からマイクロ秒の間で起こる微視的な過程に基づいています。

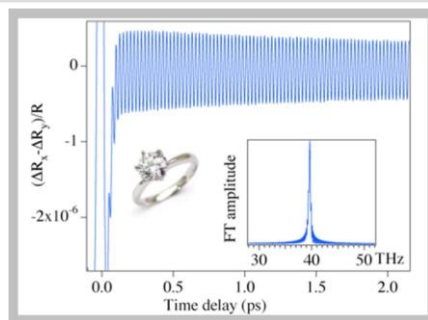
研究の狙い

ポンプ&プローブ技術を用いて光学機能材料の超高速光学応答を研究しています。フェムト秒パルス光によって物質中に誘起されるコヒーレントフォノンを観測することにより、原子の動きを実時間で知るだけでなく、他の手法では知ることのできない電子格子相互作用の時間変化を露わにすることができます。

最先端研究トピックス

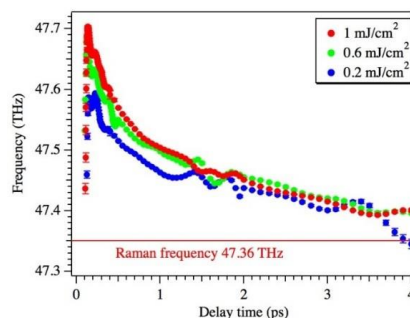
ワイドギャップ半導体のコヒーレントフォノン

窒化ガリウム、酸化亜鉛、ダイヤモンドなどのワイドギャップ半導体は、現在および次世代の紫外LEDや紫外レーザー材料として注目を集めています。当研究室ではこれらの物質のコヒーレントフォノンを時間分解観測することにより電子格子相互作用を研究しています。ダイヤモンド単結晶ではコヒーレントフォノンの寿命は7ピコ秒以上と、24フェムト秒のフォノン周期に較べると格段に長いことを見いだしました。



低次元系の電子格子相互作用

10フェムト秒をきる超短パルス光を用いると、グラファイトの面内C-C伸縮振動(Gモード)のように高振動数のコヒーレント光学フォノンを励起することができます。コヒーレント面内フォノンの振動数は、光励起強度とともに高波数シフトを示します。時間分解解析により、振動数は光励起直後に瞬間的に高波数にシフトし、その後ピコ秒の時間スケールで定常値に戻ることがわかります。わたしたちは理論家グループとの共同研究により、この光誘起高波数シフトがグラファイト電子構造の擬二次元性を反映した「非断熱効果」であることを明らかにしました。



これは原子核の動きにフェルミ準位近傍の電子が追従できず、遮蔽効果(コーン異常)が過渡的に弱まることで説明されます。

まとめ

■ 超高速時間分解(~10フェムト秒)超高度感(反射率変化 $\Delta R/R \sim 10^{-7}$)の固体光物性評価法を開発。

実用化の目標

■ 光電子デバイス材料およびそのナノ構造の超高速光応答評価に応用可能。



極限計測分野 表面物性計測グループ
石岡 邦江

E-mail: ISHIOKA.Kunie@nims.go.jp

URL: www.nims.go.jp/dynamics/jp/