

円偏光中にある誘電体の時間分解過渡吸収分光のための解析理論

Analytical theory for the transient absorption of the dielectrics under circularly polarized pump laser

(国) 量研機構 乙部 智仁

QST, Tomohito Otohe

E-mail: otohe.tomohito@qst.go.jp

近年、アト秒パルス光を用いたレーザー場照射中の固体電子の過渡吸収分光が固体の非線形光学応答の解明及びその利用手法として注目されている。講演者はこれまでに、直線偏光によって誘起された非線形過程の、時間分解分光によって見られる現象として時間分解動的 Franz-Keldysh 効果 (Tr-DFKE) の理論及びシミュレーションを行い、Tr-DFKE がドレスト状態間の干渉効果であることを明らかにしてきた[1]。Tr-DFKE では励起光の周期の半分から数分の 1 の時間スケールでの吸収特性の時間変化と、その相対位相のレーザー強度依存性が特徴であった。

本研究では、円偏光により誘起される光学特性変化に対する解析的理論の構築を、双極 2 バンドモデルと Houston 関数を用いて行った。その結果、直線偏光で見られるような時間依存性は円偏光下では消滅し光伝導度の実部は

$$\begin{aligned} \text{Re}\sigma(\omega) = \sum_l \frac{e^2 |p_{cv}|^2 \mu^{3/2}}{\sqrt{2} \pi^2 m_e^2 \omega} \\ \times (\xi_l(k^+) \sqrt{\epsilon_{k,l}^+} - \xi_l(k^-) \sqrt{\epsilon_{k,l}^-}), \end{aligned}$$

となることが明らかとなった。ここで l はドレスト状態のインデックス、 ϵ はドレスト状態を含んだ状態密度、 ξ は各ドレスト状態の発生強度を示す。このような時間依存性の消失は、電子応答が各 Bloch の運動量での応答の総和になっており、円偏光照射時はそれが時間平均と同義になっていることに起因している。また、DFKE や FKE で特徴的な光学ギャップ以下に見られる指数関数的な光吸収特性変化は、静的な FKE 理論と円偏光でほぼ同じになることも明らかとなった。以上の結果は等方的なバンド構造を仮定したものであるのは注意すべき点である。本結果は励起光による時間依存性の消失を示しており、バンド構造の方向依存性 (換算質量の Bloch 運動量依存性) による時間変化を示唆するものでもある。

講演では理論の詳細と計算結果について発表する。

- [1] T. Otohe, Y. Shinohara, S. A. Sato, and K. Yabana, PRB 93, 045124 (2016)