

ダブルパルス超高速電子線回折法を用いた 2H-MoTe₂ 単結晶の電子のバンド内散乱の観測

Electronic intraband scattering in 2H-MoTe₂ observed by a double-excitation using ultrafast electron diffraction

筑波大応理¹, 筑波大数理², ^{○(B4)}岩崎ゆい¹, 嵐田雄介², 福田拓未², 野山豪大¹, 明井水希¹,
重川秀実², 長谷宗明², 羽田真毅²

¹Univ. Tsukuba, ^{○(B4)}Yui Iwasaki¹, Yusuke Arashida¹, Takumi Fukuda¹, Godai Noyama¹,
Mizuki Akei¹, Hidemi Shigekawa¹, Muneaki Hase¹, Masaki Hada^{1*}

Email: hada.masaki.fm@u.tsukuba.ac.jp

2H-MoTe₂は遷移金属ダイカルコゲナイトの1つで半導体の性質を持ち、エレクトロニクス、フォトニクス、あるいはバレートロニクスの分野で注目されている物質である。特に、これらの分野において、光励起直後の伝導帯中での電子の振る舞いに関心が集まっており、過渡反射率法をはじめ様々な計測手法で電子ダイナミクスが計測されている。本研究では、この伝導帯中の電子ダイナミクスをダブルパルス超高速時間分解電子線回折法によって観測した。超高速時間分解電子線回折法ではプローブのパルス電子線を用いて、物質にポンプ光を照射することによって生じる物質の構造ダイナミクスを直接的に観測可能である手法である。我々は、本手法を用いて、2H-MoTe₂に4–12 mJ/cm²の近紫外光（波長 400 nm）を照射すると可飽和吸収が生じることを見出して（論文投稿中）、本研究では2H-MoTe₂にダブルパルス（入射フルーエンス 5 mJ/cm²、波長 400 nm、パルス幅 100 fs）を照射し、超高速時間分解電子線回折法を用いて伝導帯における励起電子のバンド内散乱の初期過程を観測することに成功した。ダブルパルス法では、1 発目のパルス光を照射して可飽和吸収を起こした後、時間遅延（パルス間隔）をつけて2 発目のパルス光を照射し、その変化を電子線回折で観測する。その結果、パルス間隔が 0.2 ps 以上では2 発目のパルス光を吸収したが、パルス間隔 0.1 ps 以下では2 発目のパルス光の吸収は不完全であった (Fig. 1)。すなわち、パルス間隔が 0.1 ps 以下では 2H-MoTe₂ の伝導帯の特定の準位にある電子の多くは散乱せず、その準位にとどまっていることが分かる。パルス幅との関係より、2H-MoTe₂ の伝導帯での電子のバンド内散乱の初期過程では、 Γ 点に励起された電子がおおよそ 0.1 ps 以下で緩和し始め K 点の方へ散乱していくと考えられる。また、過渡反射率計測の結果より、電子が伝導帯の底へ緩和する時定数が 1–2 ps であることが分かっており、伝導帯に励起された電子は、~0.1 ps でバンド内散乱を生じ、その後 1–2 ps で伝導帯の底へと緩和すると考えられる。

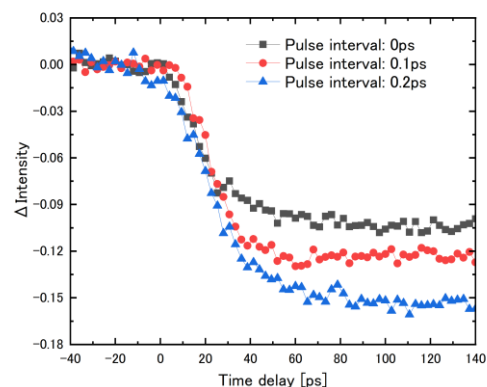


Fig. 1 Changes of the 110 electron diffraction intensities of a 2H-MoTe₂ single crystal with double-pulse excitation.