

高繰り返しシングルショット分光による $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ 薄膜の LIPSS 形成に伴う超高速ダイナミクス

Ultrafast Dynamics of LIPSS Formation in $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ Thin Films Using High Repetition-Rate Single-Shot Spectroscopy

横国大院理工¹, 東京農工大², 筑波大³, 東大院理⁴

○(D2)小林真隆¹, 浅川寛太^{1,2}, 嵐田雄介^{1,3}, 小西邦昭⁴, 湯本潤司⁴, 五神真⁴, 武田淳¹, 片山郁文¹
Yokohama National Univ.¹, Tokyo Univ. of Agr. & Tech.², Univ. of Tsukuba³, The Univ. of Tokyo⁴

○(D2)M. Kobayashi¹, K. Asakawa^{1,2}, Y. Arashida^{1,3}, K. Konishi⁴, J. Yumoto⁴,

M. Kuwata-Gonokami⁴, J. Takeda¹ and I. Katayama¹

E-mail: katayama-ikufumi-bm@ynu.ac.jp

金属や半導体のサンプル表面にフェムト秒パルス光を照射すると、照射強度・回数に応じて、回折限界よりも小さい周期的なナノ構造であるLIPSS (Laser-induced periodic surface structures) が形成される[1]。しかし繰り返し計測を基礎とする従来のポンプ・プローブ測定では、不可逆なLIPSS形成過程の超高速ダイナミクスを調べることは難しかった。そこで我々は、サンプルとしてカルコゲナイド合金 $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ (GST) 薄膜を用い、高繰り返しシングルショット分光法[2,3]を駆使してマルチパルス照射に伴うLIPSS形成やアブレーション過程の超高速ダイナミクスの観測を行っている[4]。GST薄膜は、照射強度・回数に応じて、閾値を持って結晶相からアモルファス相への相変化、アモルファス相上へのLIPSS形成、アブレーションが生じる物質であり、LIPSS形成過程やアブレーションのダイナミクスを系統的に調べるのに最適の系である。

ポンプ光の励起密度は、照射後のモルフォロジー変化に応じて (I) 相変化閾値以下 (9.8 mJ/cm^2)、(II) 相変化閾値以上LIPSS形成閾値以下 (22 mJ/cm^2) および (III) LIPSS形成閾値以上アブレーション閾値以下 ($29, 33 \text{ mJ/cm}^2$) の3つの領域に分類できるが、本研究では、各領域の励起密度におけるショット毎の過渡透過率変化の緩和時間を評価した。Fig. 1に各領域 (I~III) におけるポンプ光照射回数に対する過渡透過率変化の緩和時間を示す。Iの領域では、ショット数によらず結晶相の一定の緩和時間が得られ、IIの領域では、1ショット目でGSTは結晶相からアモルファス相に変化し、2ショット目以降からアモルファス相の長い緩和時間が得られた。一方で、IIIの領域では 29 mJ/cm^2 の場合は約30ショット目から、励起密度がより大きい 33 mJ/cm^2 の場合では約6ショット目から緩和時間の減少が見られる。これは、LIPSS形成閾値以上では、パルス数の増加に伴ってGSTのアモルファス相上にLIPSSが形成され、表面構造の変化がキャリアの緩和過程に影響を及ぼしたことが原因として推察される。

[1] G. Miyaji and K. Miyazaki, *Opt. Exp.* **16**, 16265 (2008).

[2] M. Kobayashi *et al.*, *Sci. Rep.* **6**, 37614 (2016).

[3] M. Kobayashi *et al.*, *Opt. Lett.* **44**, 163 (2019).

[4] 小林真隆 他, 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会, 19p-E205-6

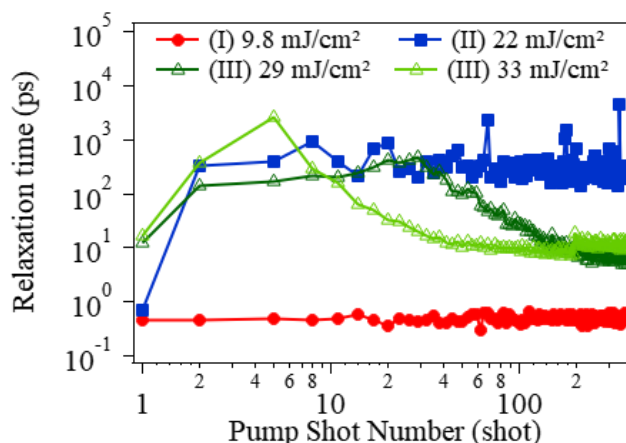


Fig. 1 Relaxation time of transient transmittance change as a function of the number of pump shots with different pump fluences.