

高強度テラヘルツ波による相変化材料のアブレーション

Terahertz-induced ablation in phase change materials

産総研ナノエレ¹, 阪大レーザー研², 阪大産研³, [○]牧野 孝太郎¹, 加藤 康作²,

高野 恵介², 齊藤 雄太¹, 富永 淳二¹, 中野 隆志¹, 磯山 悟朗³, 中嶋 誠²

NeRi, AIST¹, ILE, Osaka Univ.², ISIR, Osaka Univ.³, [○]Kotaro Makino¹, Kosaku Kato²,

Keisuke Takano², Yuta Saito¹, Junji Tominaga¹, Takashi Nakano¹, Goro Isoyama³, Makoto Nakajima²

E-mail: k-makino@aist.go.jp

テラヘルツ(THz)波の発生技術の進歩に伴い、高強度の THz 波を利用したアブレーションや相転移制御などの物質の制御が注目を集めている[1-3]。高強度 THz パルスは物質に瞬間的な光電場・磁場を印加することができ、また低いフォトンエネルギーを有するため、赤外線や可視光とは異なるダイナミクスで物質を制御することが可能になると見込まれている。さらに、瞬間的な高強度電場の印加は高速で動作する電気デバイスにおける極限的な状態を再現することができ、新たな物理現象の観測手法になり得ると予想されている。本研究では $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ (GST)相変化材料に着目し、自由電子レーザーより得られる高強度 THz 波パルス列照射が及ぼす影響を評価した。THz パルス列は 100 発ほどのマイクロパルスにより構成されており、各マイクロパルスのパルス幅は 10 ps、間隔は 37 ns である。スポット径 0.5 mm に集光したシングルショット THz 波パルス列を、異なる温度でアニールすることにより得られた fcc 構造及び hcp 構造の GST サンプル(40 nm)に照射した。GST は Si 基板上にスパッタにより製膜し、酸化防止のため 20 nm の ZnS-SiO₂ 膜をその上に製膜した。

図 1 に fcc-GST に 4.3 mJ のパルス列を照射した際に生じた変化を示す。照射に伴い変色が生じており、中央部分は不均一な分布をしているが、その周辺部には線状の変色が形成されることが明らかとなった。表面形状の計測により、変色がみられる部分は最大で 100 nm 程度膨張していることが確認されており、アブレーションが生じている可能性が考えられる。線状パターンの形成や、異なる電気伝導度を有する hcp-GST においても同様の現象が観測されたこと、さらにアブレーションに閾値があることより、熱の効果に比べ、電場の効果が主にアブレーションに寄与していることが示唆される。

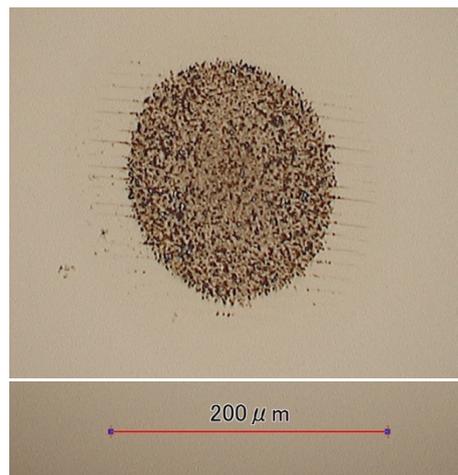


図 1 :fcc-GST に対して高強度 THz 波パルス列を照射した際に生じた変化。

[1] T. A. Miller *et al.*, Nat. Commun. 6, 8175 (2015).

[2] H. Hoshina *et al.*, Sci. Rep. 6, 27180 (2016).

[3] M. Nagai *et al.*, New J. Phys., 19, 053017 (2017).