

## カルコゲナイド半導体薄膜の超高速相変化ダイナミクス

## Ultrafast Phase-Change Dynamics in Chalcogenide Alloy Thin Films

横浜国大院工<sup>1</sup>, 産総研<sup>2</sup>, 慶大理工<sup>3</sup>,大庭 航<sup>1</sup>, 片山郁文<sup>1</sup>, 南 康夫<sup>1</sup>, 桑原正史<sup>2</sup>, 斎木敏治<sup>3</sup>, ○武田 淳<sup>1</sup>Yokohama National Univ.<sup>1</sup>, AIST<sup>2</sup>, Keio Univ.<sup>3</sup>W. Oba<sup>1</sup>, I. Katayama<sup>1</sup>, Y. Minami<sup>1</sup>, M. Kuwahara<sup>2</sup>, T. Saiki<sup>3</sup>, ○J. Takeda<sup>1</sup>

E-mail: jun@ynu.ac.jp

カルコゲナイド半導体 ( $\text{GeTe}$ ,  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ ; 以降 GST) は, 結晶相とアモルファス相の間を光・熱により相変化する物質であり, すでに DVD 等の記録メディアに広く利用されている。アモルファス相から結晶相への相変化は, 集光したナノ秒レーザーや連続光による過渡的温度勾配 (transient temperature ramping) を介して誘導される。一方, 結晶相からアモルファス相への相変化は, フェムト秒レーザーにより非熱的過程で生じることが報告されている。この相変化過程は, 第一原理計算を含む様々な理論的考察から論じられてはいるが[1,2], 超高速で生じる結晶相からアモルファス相への相変化ダイナミクスは未だ実験的に明らかにされていない。その主な理由は, 高強度のフェムト秒レーザーにより結晶相に永続的なアモルファス記録マーカーが形成されるため, ポンプ・プローブ光対を繰り返し照射する通常のポンプ・プローブ分光法の適用が困難だからである。そこで, 我々は広帯域シングルショット・イメージング分光法を開発し[3], カルコゲナイド半導体における超高速アモルファス化ダイナミクスの実時間計測を行っている[4]。

図 1 にシングルショット分光で得られた GST 及び  $\text{GeTe}$  薄膜 (厚さ: 10 nm) のアモルファス化に要する立ち上がり時間の励起密度依存性を示す。立ち上がり時間は, GST 薄膜,  $\text{GeTe}$  薄膜の何れにおいても Ge-Te 振動周期の半分程度の $\sim 150$  fs であり, 励起密度にはほとんど依存しない。このことは, 超高速アモルファス化が同一の起源—Ge 原子の 8 面体構造から 4 面体構造への再配列—によって生じていることを示唆している。そこで, Ge 原子のフリップ・フロップモデルにより結晶相からアモルファス相へのポテンシャル面を算出し[2], 時々刻々 Ge 原子が局所的安定点へ向かって緩和する運動方程式を解くことにより, アモルファス化に要する時間を求めた。その結果, このモデルで実験結果を良く再現できることがわかった。実験及び解析の詳細は当日報告する。

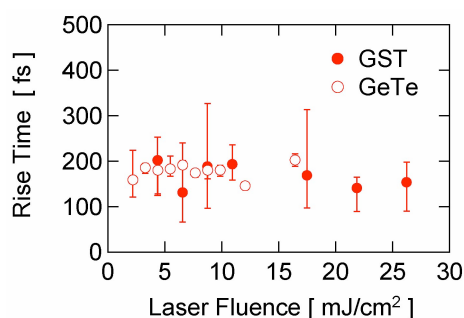


Fig. 1: Rise time to reach the amorphization in crystalline GST and  $\text{GeTe}$  thin films.

[1] X. -B. Li *et al.*, Phys. Rev. Lett. **107**, 015501 (2011).

[2] A. V. Kolobov *et al.*, J. Phys. Condens. Matter **19**, 455209 (2007).

[3] Y. Minami, H. Yamaki, I. Katayama, and J. Takeda, Appl. Phys. Exp. **7**, 022402 (2014).

[4] J. Takeda, W. Oba, Y. Minami, T. Saiki, and I. Katayama, Appl. Phys. Lett. **104**, 261903 (2014).