

サブバンドギャップのシングルフェムト秒パルス励起による MnTe 薄膜の相転移

Phase transition of a MnTe thin film induced by sub-bandgap single-femtosecond excitation

慶大理工¹, 東北大工², 東北大金属材料研究所³, 東北大材料科学高等研究所⁴,

○高橋 廣守¹, 佐藤 守¹, 森 竣祐², 須藤 祐司^{2,4}, 谷村 洋³, 齋木 敏治¹

Keio Univ.¹, Tohoku Univ.(Eng)², Tohoku Univ.(IMR)³, AIMR⁴,

○Hiromori Takahashi¹, Mamoru Satou¹, Shunsuke Mori², Yuji Sutou^{2,4}, Hiroshi Tanimura³, Toshiharu Saiki¹

E-mail: htakahashi@keio.jp

近年のデータ流通量の増大により、データを高速に処理できるメモリの開発が求められている。このようなメモリデバイスの一つとして、相変化に伴う電気抵抗を利用して情報を記録する媒体である相変化ランダムアクセスメモリ (PCRAM) がある。この PCRAM の材料として、4 つの異なる結晶構造に変化し、その構造変化により光学的・電気的特性を変化する「MnTe」が近年注目されている。その中でも、NiAs 型の α 相とウルツ鉱型の β 相は結晶構造が非常に似ており、原子がわずかにずれるだけで相転移が生じることが実証されている[1]。そのため、MnTe を用いることで、省エネルギー・高速動作を可能としてメモリの実現が期待されている。

本研究では、 β -MnTe 薄膜に 800nm の単一フェムト秒レーザーパルスを $8.0\text{mJ}/\text{cm}^2$ および $9.6\text{mJ}/\text{cm}^2$ のフルエンスで照射し、 α 相への相転移を誘起させた。Fig.1 の上画像はレーザー照射部の反射像で、下画像は透過像である。この 2 つの画像から、2 つのフルエンスでコントラストに大きな差があることがわかる。Fig.2 は、そのレーザー照射領域で測定したラマンスペクトルの比較である。いずれの照射量においても、 174cm^{-1} に α -MnTe の E2g フォノンモードに起因するラマンピークが出現している。これに加えて、より高いフルエンスでは、Te の偏析に起因するピークも 120cm^{-1} および 140cm^{-1} に観測された。このように、適切なフルエンスでの単一パルス励起により、純粋な α 相を得ることができた。また、光子のエネルギー (1.55eV) は β -MnTe のバンドギャップ (2.50eV) より低いため、電子-正孔対の 2 光子励起とその後の緩和による構造変化、つまり、高密度キャリアの瞬間的な励起により、非熱的な相転移が生じることが示唆された。

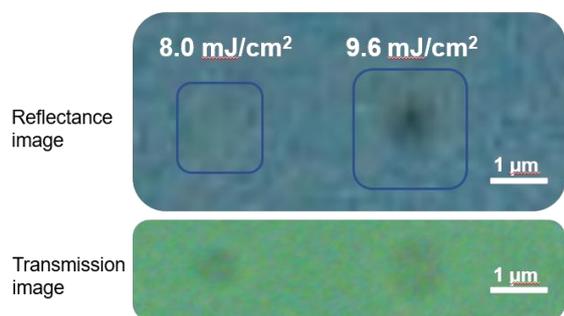


Fig.1 Optical microscope image of single-pulse irradiation area

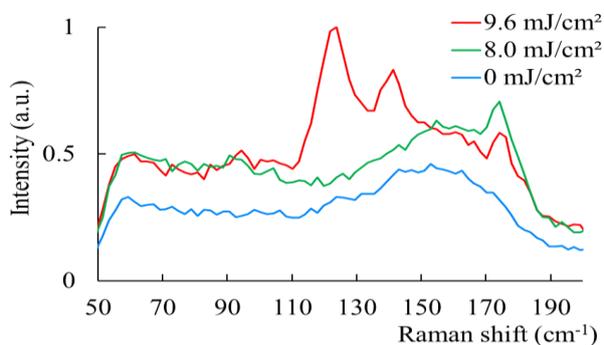


Fig.2 Raman spectra from the laser irradiation area in Fig.1

■参考文献 1. Shunsuke Mori, Shogo Hatayama, Yi Shuang, Daisuke Ando and Yuji Sutou, Nature Communications 11, 85 (2020).

■謝辞 本研究成果は、国立研究開発法人情報通信研究機構の委託研究 (03701) により得られたものである。