

物質·材料

シングルフェムト秒パルス励起による MnTe 薄膜の相転移



SATテクノロジー・ショーケース2023

■ はじめに

今後のデータ通信量の増大により、データを高速に処 理できるメモリの実現が求められている。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 報を記録する相変化ランダムアクセスメモリ(PCRAM)があ る。その材料として、4つの異なる結晶構造を有し、それら の転移によって光学的・電気的特性を変化させるMnTeが 注目されている。相変化制御手法としてフェムト秒パルス レーザーを用いることで、MnTeにおけるβ相からα相へ の転移を高速に制御できる可能性がある。

■ 活動内容

PCRAMの材料として主に用いられているGe-Sb-Te (GST)カルコゲナイド化合物は、数十ナノ秒という短時間 で相変化を示すため、既存のフラッシュメモリ(動作速度: μs)よりも高速メモリを作製することが可能である。しかし、 GSTは結晶相からアモルファス相への相変化に大きなエ ネルギーを必要とし、アモルファス相から結晶相への相変 化にはより長い時間の加熱が必要である。それに対し、 MnTeの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、原子がわずかに変位するだけで相転移 が生じる。そのため、MnTeを用いることで、アモルファス相 への溶融・急冷工程を必要としない省エネルギー・高速加 工可能なメモリの実現が期待される。実際に、ヒーター加 熱や波長532 nmのレーザー照射による熱処理がβ相から α相への相転移を引き起こし、光学特性や電気特性が変 化することは既に実証されている[1]。

本研究では、β相のMnTe薄膜に対してフルエンスが80 mJ/cm²および96 mJ/cm²、波長が800 nmの単一フェムト秒 レーザーパルスを照射し、α相への相転移が誘起される かを確かめた。図1はレーザー照射部の反射型光学顕微 鏡像であり、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。図2は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。いずれのフルエンスにおいても、 174 cm⁻¹にα相への相転移を反映したEフォノンモードに 起因するラマンピークが出現する。これに加えて、フルエ ンスが96 mJ/cmの場合には、Teの偏析に起因するピー クも120 cm⁻¹および140 cm⁻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、α相への相変 化を実現することができた。

実験に用いたフェムト秒パルスの光子のネルギー (1.55eV)はβ-MnTeのバンドギャップ(2.50eV)より低いた

代表発表者	髙橋	廣守(たかはし	ひろもり)

- 所 属 **慶応義塾大学大学院 理工学研究科** 斎木研究室
- 問合せ先 〒223-8522 横浜市港北区日吉 3-14-1 TEL:045-563-1151 FAX:045-566-1529 htakahashi@keio.jp

め、電子-正孔対の2光子励起とその後の緩和により構造 変化が起こったと考えられる。1パルス励起でも相転移が 誘起されたことから、高密度キャリアの瞬間的な励起により、 非熱的な相転移が起こることが示唆された。

■ 関連情報等(特許関係、施設)

本研究成果は、国立研究開発法人情報通信研究機構 (NICT)の委託研究(No.03701)より得られたものです。

参考文献

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



図1 シングルパルス照射部の反射型光学顕微鏡





