ラマン分光法を用いた MnTe 薄膜のレーザー加熱による多形変化

Changes in Raman spectra during laser heating in polymorphic MnTe film 東北大工¹,東北大学材料科学高等研究所(AIMR)²

^O(D1)金美賢¹, (D3)森竣祐¹, 双逸², 安藤大輔¹, 須藤祐司^{1,2}

1 対1の組成比を有する MnTe 化合物は多形体として知られている¹⁾。その結晶構造は、室 温では NiAs 型六方晶構造 (α-MnTe) を持つが、950 ℃以上の加熱によりウルツ鉱型の六方 晶構造 (β-MnTe) へと構造が変化する。これまでの研究により、室温にてスパッタリング成 膜された MnTe 薄膜はウルツ鉱型構造を呈し、加熱によって α-MnTe へと多形変化を生じ、電 気抵抗およびを光学バンドギャップが大きく変化することが分かっている²⁾。また、そのウ ルツ鉱型構造から NiAs 型構造への多形変化は、レーザーによる局所加熱により生じることが、 光学反射率変化や透過電子顕微鏡観察から明らかになっている²⁾。本研究では、顕微レーザ ーラマン分光法を用いて、ウルツ鉱型構造の β-MnTe 薄膜および NiAs 型構造の α-MnTe 薄膜 の格子振動モードを観測し、ラマン分光スペクトルの変化からレーザー加熱による MnTe の 多形変化のその場観察を行った。

純 Mn (2N5) および純 Te (4N) ターゲットを用いた RF マグネトロン同時スパッタリング法 より、Si/SiO₂ 基板上に MnTe 薄膜を成膜した。スパッタリング成膜して得られた MnTe 薄膜 はウルツ鉱型構造を呈する β-MnTe であることを XRD 測定より確認した。得られた β-MnTe 薄膜を 500°Cまで加熱することで NiAs 型構造の α-MnTe へと多形変化することも確認された。 β-MnTe 薄膜および α-MnTe 薄膜(共に膜厚さは約 200 nm)の表面には、酸化防止膜としてス パッタリング成膜により SiO₂を 50 nm 成膜した。単色光レーザー(波長:532 nm)を励起光 源とした顕微レーザーラマン分光測定を用いて評価を行った。ここで、測定出力は 1.7 ~ 3.2 mW とした。また、成膜ままの β-MnTe 薄膜について、レーザー照射によるラマンスペクトル の変化を観測した。結晶の格子振動モードを調べた結果、β-MnTe 薄膜は 206 cm⁻¹ 付近に、 α-MnTe 薄膜は、171 cm⁻¹ 付近にピークを呈した。これらのピークは、ウルツ鉱型構造の A₁ モードおよび NiAs 型構造の E_{2g}モードに由来する。また、成膜ままの β-MnTe 薄膜にレーザ 一局所加熱を行いラマンスペクトルの変化を観測したところ、レーザー照射回数やレーザー 強度を上昇させるにつれて、206 cm⁻¹ 付近の A₁モードに由来するピークは弱くなる一方、171 cm⁻¹ 付近の NiAs 型構造の E_{2g}モードに由来するピークが出現し、レーザー加熱によるその場 観察からもウルツ鉱型構造から NiAs 型構造への多形変化が生じることを確認した。

(謝辞)本研究成果の一部は、科研費(21J21551、21H05009)、並びに国立研究開発法人情報 通信研究機構の委託研究、により得られたものである。

1) Schlesinger, M. E. The Mn-Te (manganese-tellurium) system. J Phase Equilib 19, 591 (1998).

2) Mori, S., et al. Reversible displacive transformation in MnTe polymorphic semiconductor. Nat Commun 11, 85 (2020).