

アモルファス結晶化を利用した高品質カルコゲナイド薄膜の作製

Fabrication of high-quality chalcogenide films using amorphous crystallization

産総研¹, 慶應大理工², ゲルゲン大³, ○齊藤 雄太¹, フォンス ポール^{1,2}, コロボフ アレクサンダー^{1,3},
ミトロファン キリル¹, 牧野 孝太郎¹, 富永 淳二¹

AIST¹, Keio Univ.², Herzen Univ.³, °Yuta Saito¹, Paul Fons^{1,2}, Alexander V. Kolobov^{1,3},

Kirill V. Mitrofanov¹, Kotaro Makino¹, Junji Tominaga¹

E-mail: yuta-saito@aist.go.jp

Te を含むカルコゲナイドは、アモルファス相と結晶相の間を可逆的に相変化でき、かつ、光学的、電気的特性が二相間で大きく異なるため、情報記録媒体に用いられる。電気抵抗の違いを利用したものが不揮発性メモリとして知られる相変化メモリ(PCRAM)である。最も典型的な相変化材料は、Ge-Sb-Te(GST)系の三元合金であり、スパッタ法にて室温で成膜すると、アモルファス相が得られる。アモルファス GST 薄膜を熱処理すると、立方晶系(cub.)の準安定結晶相が得られ、さらに高温で安定な六方晶系(hex.)へと相変化する。通常、得られる結晶相はどちらも無配向多結晶膜である。これは準安定 cub.相が三次元的に等方的な結晶構造を有することに起因する。一方で、GST 三元状態図中の GeTe-Sb₂Te₃ 擬二元組成ラインの構成化合物である Sb₂Te₃ は、層状結晶構造を示し、a-b 面と c 軸方向で異方性を有する。層と層の間はファンデルワールス力によって弱く結合している。すなわち、作製の条件がそろえば、アモルファス相から、ファンデルワールスギャップが基板に平行になった、高配向膜へと結晶化することが期待される。高配向化すると、相変化メモリの消費電力が劇的に低減し、また、トポロジカル材料に起因した新物性が発現することが期待される。

本研究では、スパッタ法によって高配向カルコゲナイド結晶膜を作製するための条件について議論する。通常、カルコゲナイド系薄膜のスパッタ成膜においては、合金ターゲットを用いるが、成膜時に結晶化を促すために基板を加熱すると、蒸気圧の高い Te が基板から再蒸発してしまい、Te 濃度が相対的に低い膜ができることがわかった。そこで、純 Te ターゲットとのコスパッタや、あらかじめ Te 濃度を高くした合金ターゲットを用いることで、所望の組成を有する膜が得られることがわかった。また、成膜は、はじめは室温でアモルファス膜を成膜し、結晶化させてから高温で成膜することで、最も品質の高い膜が得られた。本手法を用いると、単結晶基板上に、面内方向の配向性も持たせることも可能であり、また、フレキシブル基板への成膜も可能であることがわかった[1]。

[1] Saito et al., *J. Phys. D*, **53**, 284002 (2020).