

カルコゲナイド系相変化材料の発展と今後の展望

Development of chalcogenide-based phase-change materials and future prospects

産総研デバイス技術, °齊藤 雄太

AIST D-Tech, °Yuta Saito

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

カルコゲナイド系の相変化材料は、次世代不揮発性メモリの一つである相変化メモリ(PCRAM)用の基幹材料として注目を浴びている。歴史的には、書き換え可能な光ディスクとして、DVD や Blu-ray ディスクとして実用化されてきた。電気や光によって可逆的にアモルファス-結晶間を相変化でき、かつ、電気抵抗や光の反射率といった物理特性に大きな違いがあることが特徴である。

光ディスクでも不揮発性メモリでも共通して用いられてきたのが Ge-Sb-Te(GST)三元合金である。本合金系において、GeTe-Sb₂Te₃ 擬二元組成ライン上に Ge₂Sb₂Te₅ といった複数の三元化合物が存在する。不揮発性メモリ用の材料開発も、光ディスクの延長線上で主に GST を中心とし、第三元素の添加や、異なる化合物への展開が見られたが、その大部分は周期表の 13 族以降の元素を用いるものがほとんどであった。本発表では、これまであまり検討されてこなかった遷移金属を含むカルコゲナイド化合物について、そのアモルファス相や結晶化挙動、不揮発性メモリとしての特性を概観し、新たな材料設計の指針について提案する(2019 応物春)。

次に、超格子型の相変化材料の作製について、アモルファスの結晶化を利用した成膜手法について紹介する。超格子型相変化材料は、材料自体は既存の GST 三元系であるが、擬二元タイラインの両端の化合物である GeTe と Sb₂Te₃ を原子レベルで交互に積層させた構造を有し、不揮発性メモリとして大幅な低消費電力化が報告されていた。また、これらの材料は、熱電変換材料やトポロジカル材料としても注目されており、実際のデバイス応用を見据えた上で、大面積で高品質に作製できる手法の実現は、相変化メモリに限らず重要な課題である。本研究では、スパッタ法によってあらかじめアモルファス Sb₂Te₃ 薄膜を作製し、その後結晶化させてから加熱成膜することで、高い配向性を持った相変化薄膜を作製することができるプロセスについて紹介する(2020 応物秋)。

遷移金属系の相変化材料も、原子レベルで配向した超格子型の相変化材料も、光ディスクの研究ではあまり検討されてこなかった。光ディスクと相変化メモリ、似て非なる二つの応用例において、必ずしも同じ材料系が実用化に最適であるとは限らず、用途に応じた材料の最適化が不可欠である。光ディスクはすでに産業が成熟し、新規材料の研究は行われていないが、不揮発性メモリに関してはその需要が高まり続けており、相変化メモリに特化した材料探索、物性の理解、そしてデバイス応用の研究がこれから益々必須となることと考えられる。