

2021 年第 68 回応用物理学会春季学術講演会
シンポジウム「T19 相変化メモリ材料の進展と将来展望」開催報告

主催 大分類 16 非晶質・微結晶

開催日時・方法 2021 年 3 月 17 日 13:30 – 16:45 オンライン開催

世話人 吉田憲充(岐阜大)、斎藤 全(愛媛大)、本間 剛(長岡技科大)

原子配列に長距離秩序がなく熱力学的に非平衡状態にある非晶質物質を用いた相変化メモリ材料では、近年、その研究開発が著しく進展している。本学会の一般講演では、従来の Ge-Sb-Te 系材料に匹敵する機能を示し省エネ・高速化を指向した新材料の開発が報告されているだけでなく、その原子レベルでの挙動を理解するための基礎的な研究も報告されるようになった。この状況を踏まえ、相変化メモリ材料の現状を整理し、さらなる基礎的な物性の理解と高性能メモリ開発の展望を見据えるため、第一線で活躍している研究者を招き本シンポジウムを企画・開催した。プログラムは下記のとおりであり、以下、その講演内容について報告する。

招待講演(講演奨励賞受賞記念講演)

不揮発性メモリ用逆抵抗変化型相変化材料の開発

畑山祥吾、須藤祐司 (東北大工)

一般講演

原子変位による MnTe 薄膜の $\beta \rightarrow \alpha$ 多形変化

森 竣祐、安藤大輔、須藤祐司 (東北大工)

招待講演

相変化メモリ・セレクト材料の局在準位評価

後藤民浩、Min Zhu (群馬大理工、SIMIT-CAS)

招待講演

相変化材料における Ag の異常拡散 – ナノワイヤ形成からガンマ線検出まで –

中岡俊裕、渡部達也、朴 孝晟、中谷和希、依田 功、正光義則、川崎繁男 (上智大理工、東工大、宇宙航空研究開発機構)

招待講演

GST 相変化材料の電氣的、光学的性質：解釈をめぐる問題点

嶋川晃一 (岐阜大工)

招待講演

カルコゲナイド系相変化材料の発展と今後の展望

齊藤雄太 (産総研デバイス技術)

招待講演

省エネ・高速化に向けた新相変化メモリ材料開発
須藤祐司、畑山祥吾、森 竣祐、双 逸 (東北大工)

本シンポジウムの最初の講演は、2020年第81回応用物理学会秋季学術講演会での講演「アモルファス $\text{Cr}_2\text{Ge}_2\text{Te}_6$ の高速結晶化機構の解明」に対する講演奨励賞受賞記念講演として畑山様(東北大)により行われた。結晶相がアモルファス相よりも電氣的に高抵抗となる逆抵抗変化を示す $\text{Cr}_2\text{Ge}_2\text{Te}_6$ 材料について最新の研究成果も紹介され、電極材料の仕事関数の違いにより結晶相およびアモルファス相での抵抗値およびそれらの比が変化する興味深い研究成果が示された。

続いて森様(東北大)より、 MnTe の $\beta \rightarrow \alpha$ 相の多形間での特性変化を利用したメモリ材料についての発表が行われた。高分解透過電子顕微鏡による相変態中の MnTe 薄膜の断面組織観察の結果が示され、相変態の発現過程においてW電極により生じる拘束(MnTe/W 境界面における応力)の重要性が指摘された。

後藤先生(群馬大)からは、 Ge-Sb-Te (GST)および Ge-S におけるバンドギャップ中の局在準位評価に関する講演が行われた。光熱偏向分光法による光吸収係数スペクトルの測定結果、電気抵抗率における活性化エネルギーおよび熱起電力測定による多数キャリアの測定結果より、各材料における局在準位の位置、エネルギー的な広がりおよび局在準位密度についての評価結果が示され、メモリまたはセレクトラ機能が発現するメカニズムについて議論が行われた。

中岡先生(上智大)は、 Ge-(Sb-)Te 中におけるAgの異常拡散を利用したメモリまたはセンサー開発に関する研究成果について紹介された。電極材料であるAgが電圧印加すると GeTe 中を移動する。このとき生じるAgフィラメントを利用することによりCBRAMへの展開が可能であることが示された。また、 Ag/GeTe の電気抵抗がγ線照射によって可逆的に変化することを利用した放射線センサーが提案された。その際、Agの移動に伴い GeTe 中に Ag_2Te が生成することが見出された。

嶋川先生(岐阜大)は、3元系GST材料の光学反射率、電気伝導度の解釈をめぐる問題点について指摘された。GST結晶において共鳴ボンドの概念が必ずしも必要ではなく、むしろ普通の共有結合半導体として取り扱えることを示した。また、GSTのテラヘルツ分光の結果から結晶粒界を考慮する重要性が説明され、結晶サイズの質問等活発な議論がなされた。

続いて齊藤様(産総研)は、遷移金属を含むカルコゲナイド化合物と超格子型相変化材料の不揮発性メモリ特性について研究経緯を含め詳しく説明された。X線光電子分光から結晶における遷移金属のd軌道の寄与が明確となり、カルコゲナイド化合物の多様性や、今後の材料設計を考えるうえで興味深い。また、超格子型相変化材料において不揮発性メモリ特性のメカニズムの議論が活発になっていることや相変化材料研究の検索数が上昇を続けていることが紹介され、分野の裾野の広がりが感じられた。

最後に須藤先生(東北大)は、従来材料の欠点を改善し、省エネ・高速化を目指した新しい相変化メモリ材料の開発指針とその成果を紹介された。既存の材料とは逆の電気特性を示す $\text{Cr}_2\text{Ge}_2\text{Te}_6$ 、可逆的な結晶多形変化を示す MnTe などの良好な不揮発性メモリ特性が示された。特に、 $\text{Cr}_2\text{Ge}_2\text{Te}_6$ /電極の接触抵抗の寄与に関する報告は興味深く、相変化メモリの特性改善につながる重要な知見といえる。

本学会の大分類 16(非晶質・微結晶)の中分類 16.1(基礎物性・評価・プロセス・デバイス)は、歴史的に国内における非晶質材料の物性研究を主導してきたが、近年、相変化メモリ材料に特化した内容のシンポジウム等は開催されていない。この点、今回のシンポジウム開催は有意義であったと考えられる。シンポジウム全体をとおして平均で約 60 名の方々にご参加いただき、予定された時間を超えて活発な質疑応答がなされた。相変化メモリ材料の理解が深まるとともに、分野の交流が着実に進んだのではないかと思われる。

本シンポジウム開催報告の一部について、群馬大学の後藤先生にご協力いただきました。この場を借りて、感謝申し上げます。