

## 不揮発性メモリ用逆抵抗変化型相変化材料の開発

### Development of inverse resistance change phase change material for non-volatile memory

東北大工<sup>1</sup> ○(P) 畑山 祥吾<sup>1</sup>, 須藤 祐司<sup>1</sup>

Tohoku Univ.<sup>1</sup>, ○Shogo Hatayama<sup>1</sup>, Yuji Sutou<sup>1</sup>

E-mail: shogo.hatayama.c6@tohoku.ac.jp

現在コンピュータに用いられているメモリは、情報処理を担うメインメモリと情報の記憶を行うストレージに大分される。メインメモリには DRAM をはじめとした揮発性メモリ、ストレージには SSD などの不揮発性メモリや HDD が用いられている。一方で、メインメモリとストレージの間には処理速度の大きな隔たりがあり、ストレージの遅さがボトルネックとなりコンピュータ全体の処理速度の低下を招いている。最近では、このボトルネックを解消する新しいメモリとしてストレージクラスメモリ(SCM)が提案されている。SCM は Optane メモリという製品名で 2017 年に Intel 社によって実用化され、そのメモリ層には相変化材料(PCM)が用いられている。PCM はアモルファス相(高抵抗)と結晶相(低抵抗)との間で大きな抵抗差を示すため、この特性を利用して情報を不揮発に記憶することが可能である。データの書換は電気パルスを印加した際に生じるジュール熱により相変化を誘起して行う。SCM は SSD よりも高速な動作、DRAM よりも大きな記憶容量を実現可能であるが、動作エネルギーが大きいという課題がある。その主な原因は、PCM の結晶相が低抵抗でジュール発熱し難く、アモルファス化動作のエネルギーが大きくなってしまいう点にある。その課題克服に向け、低動作エネルギーを実現する PCM の研究開発が現在も盛んに行われている。

このような背景の下、著者らの研究グループでも新規 PCM の開発に取り組んできた。その結果、Cr-Ge-Te 三元系化合物である  $\text{Cr}_2\text{Ge}_2\text{Te}_6$  (CrGT)をメモリ層として用いることで低動作エネルギーのメモリデバイスが実現可能であることを明らかにしてきた。CrGT の最大の特徴は結晶相の方がアモルファス相よりも高抵抗となる逆抵抗変化を示す点にある。CrGT は結晶相の方が高抵抗であるために、アモルファス化の動作エネルギーを従来型 PCM の 300 分の 1 まで低減可能である [1]。一方、逆抵抗変化型 PCM の報告は、CrGT を除くと 2 件のみに留まっており、その抵抗変化機構・相変化機構に関して不明な点を多く残していた。当研究グループは、CrGT を用いたメモリ動作実証に加えて、相変化時に生じる物性変化の起源についても電子状態や局所構造の観点から明らかにしてきた [2]。以上の知見は、逆抵抗変化型 PCM がメモリ材料として優れた特性を示し、PCM 材料探索の新たな指針となり得る事を示唆している。本発表では、これまでの研究で得られた CrGT に関する成果に加えて、最近の結果についても報告を行う。

[1] S. Hatayama et al. ACS Applied Materials & Interfaces **10**, 2725-2734 (2018).

[2] S. Hatayama et al. ACS Applied Materials & Interfaces **11**, 43320-43329 (2019).