

不揮発性メモリ用 Cr₂Ge₂Te₆ 相変化材料の局所構造の解明

Understanding local structure of Cr₂Ge₂Te₆ phase change material for non-volatile memory application

東北大工¹, AIST², JASRI³, ゲルツェン大⁴, 高知大⁵ ○(D) 畑山祥吾¹, (D) シュアン・イ¹,
 フォンス・ポール^{2,3}, 齊藤雄太², コロボフ・アレキサンダー^{2,4}, 小林啓介⁵, 進藤怜史¹,
 安藤大輔¹, 須藤祐司¹

Tohoku Univ.¹, AIST², JASRI³, Herzen State Pedagogical Univ.⁴, Kochi Univ.⁵

○Shogo Hatayama¹, Yi Shuang¹, Paul Fons^{2,3}, Yuta Saito², Alexander V. Kolobov^{2,4},

Keisuke Kobayashi⁵, Satoshi Shindo¹, Daisuke Ando¹, Yuji Sutou¹

E-mail: shogo.hatayama.s1@dc.tohoku.ac.jp

相変化材料(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、不揮発性メモリ(PCRAM)に応用されている。実用材には Ge-Sb-Te 化合物(GST)が用いられており、GST を用いた PCRAM は動作が高速かつ高い繰り返し書き換え性能を示す。しながら、GST はアモルファス相の熱的安定性が低いためデータ保持性能に乏しいだけでなく、微細化が進み素子間隔が狭まると、データ書き換え時に生じた熱が意図しない相変化を誘起する熱擾乱を無視できず、更なる高集積化が難しいという課題がある。加えて、結晶相の抵抗が金属的で低くアモルファス化の際に大きな電流を必要とするため、動作エネルギーが高いといった課題もある。これらの GST の課題を解消する PCM として、我々は新規 PCM である Cr₂Ge₂Te₆ (CrGT)を提案している[1]。CrGT はアモルファス相の熱的安定性が非常に高いだけでなく、一般的な PCM と全く異なり高抵抗の結晶相と低抵抗のアモルファス相とを呈する逆抵抗変化型 PCM である。CrGT を用いた PCRAM は高速動作が可能である事に加えて、その高い結晶相の抵抗に由来して動作エネルギーが非常に小さい[1]。しかしながら、CrGT の相変化機構は未だに明らかになっていない。

そこで本研究では EXAFS を用いて局所構造の観点から CrGT の相変化機構を調査した。その結果、CrGT は結晶化直後にアモルファス相と局所構造の類似した準安定相が発現し、その後の熱処理によって安定相へと変化することが分かった。特に Cr 周りの Te 配位数において大きな変化が生じており、アモルファス相中では Cr(Te)₃ のピラミダル構造を形成し、これが Te の形成する八面体の一部となることで準安定相に結晶化、その後 Cr が八面体中心に移動することで安定相になることが分かった(Fig.1)。つまり、アモルファス相-準安定相間における局所構造の類似性に加えて、準安定相-安定相間の変化も Cr の少しの移動によって達成されるため、CrGT はアモルファス相-安定相間で高速に相変化可能であることが明らかになった。当日は、結晶 CrGT のキャリア生成

起源についても報告する予定である。

[1] S. Hatayama et al. *ACS Appl. Mater. Interfaces* **10**, 2725 (2018).

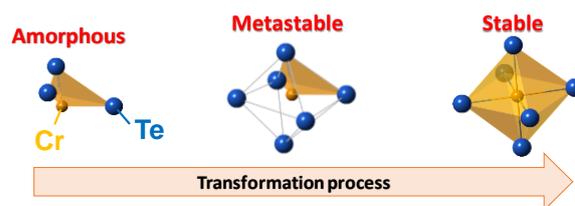


Fig.1 Cr 周りの局所構造変化