

ランダム系の構造と物性 (アモルファス・ガラス)



新潟工科大学 〒945-1195 新潟県柏崎市藤橋 1719 TEL/FAX 0257-22-8163/0257-22-8163
情報電子工学科
柿沼藤雄 教授 E-mail : kakinuma@iee.niit.ac.jp

概要

本研究室では、機能性材料の設計・作成の指針を得ることを目的として、カルコゲナイドに金属を添加して作成した、アモルファスやガラスの構造を中性子回折、EXAFS、X線回折により、また、電気伝導度、熱起電力、示差熱、光吸収、などの物性を DSC、FT-IR などにより測定し、物性と構造の関係を調べている。特に、第三元素として加えた金属元素の周りの構造とカルコゲナイド化合物の局所構造の変化に注目して構造を調べている。

1. $\text{Ge}_{15}\text{Te}_{85-X}\text{M}_X$ ($\text{M}=\text{Ag}, \text{Cu}, \text{In}, X=0-10$) のガラス形成能と局所構造

Ge-Te 系合金は比較的低冷却速度でバルクガラスが作成可能な系で、第3元素の添加によりガラス転移温度、結晶化温度そして融点を変化させることで、ガラスの安定性を始め諸物性の制御を比較的行える。このような性質から、すでに相変化型光記録材料へ応用されており、さらに非晶質半導体として光-電気材料への応用等が期待されている。ガラスの安定性や光-電氣的性質は短-中距離構造と強く結びついているが、ガラスの構造、特に中距離構造の詳細はまだ明らかにされているとは言えず発展した研究が期待されている。

2. $\text{Ge}_X\text{Sb}_{40-X}\text{S}_{60}$ ($X=0-30$) ガラスの局所構造

Ge-Sb-S ガラスは赤外線用光ファイバー材料として応用への研究がなされているが、まだ実用化には到っていない。この系はバルクガラスが容易に形成可能であるが、ガラス転移温度が2箇所あること、X線回折でFSDPやpre-FSDPが存在するなどの特徴を持つ。これらのことは、この系の中距離秩序構造が物性に重要な影響を与えていることを示唆している。

結晶化合物に存在するGeSや Sb_2S_3 などの短距離秩序構造が3元系のアモルファス状態においてどのような存在形態をとるか、また、組成変化の金属元素の周りの短距離構造や中距離構造への影響などの解明を目的としている。

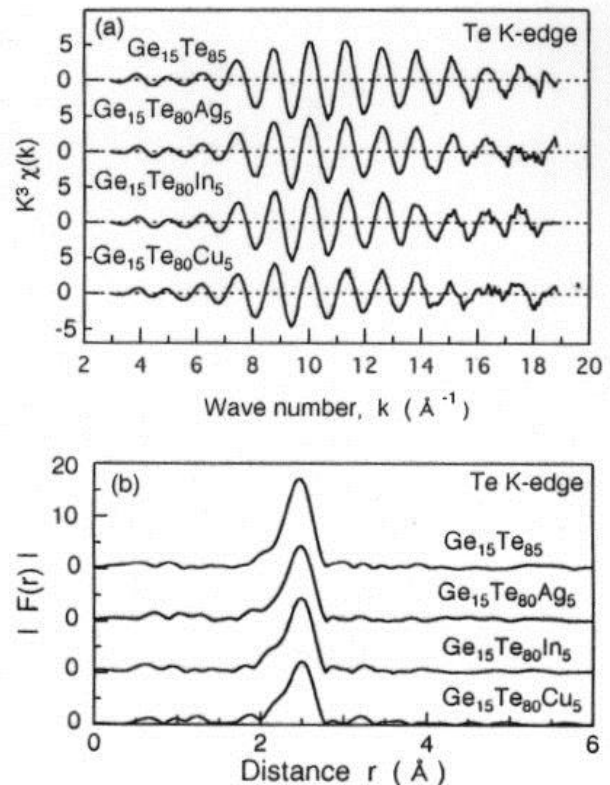


図1. $\text{Ge}_{15}\text{Te}_{80}\text{M}_5$ ($\text{M}=\text{Ag}, \text{Cu}, \text{In}$) のEXAFS

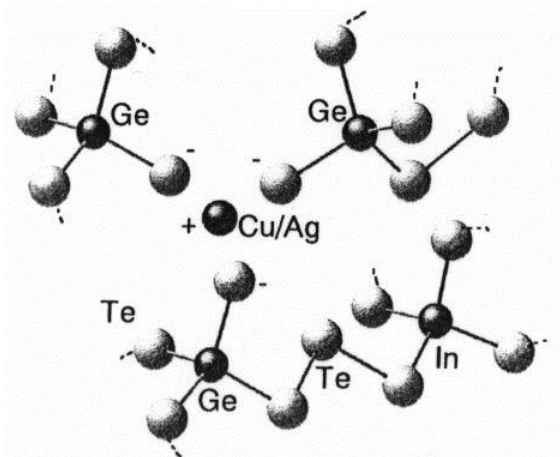


図2. $\text{Ge}_{15}\text{Te}_{85-X}\text{Ag}_X/\text{Ge}_{15}\text{Te}_{85-X}\text{Cu}_X$ の構造モデル

ランダム系の構造と物性 (液体)



新潟工科大学 〒945-1195 新潟県柏崎市藤橋 1719 TEL/FAX 0257-22-8163/0257-22-8163
情報電子工学科
柿沼藤雄 教授 E-mail : kakinuma@iee.niit.ac.jp

概要

本研究室は、カルコゲンを中心元素とした液体半導体の構造と物性を調べている。近年、機能性材料であるカルコゲナイドー金属ガラスとの関連から、急凝固前の平衡状態での原子構造や物性を調べるために、カルコゲンー金属2元素、カルコゲナイドー金属3元素について中性子回折、X線回折、音速、密度などの測定を行っている。これらの基礎データは、機能性ガラス材料設計に重要である。以下の研究は、新潟大学理学部の土屋良海教授との共同研究である。

1. 液体 Si-Te-Metal の構造と物性

IV-VI 2元素の研究は結晶状態では多くの研究がなされ、実用的にも利用されているが、アモルファス、ガラス状態では Ge-Te 系に比べて研究が少ない。2元素系ではガラス形成の組成範囲が狭く、吸湿性や Te が選択的蒸発するなど特異な性質を持つため、利用しにくいからである。本研究はそれらの欠点を改善するために、第3元素の添加による局所的原子構造への影響や物性の変化を調べている。具体的には中性子回折、X線回折、音速、密度等の測定を行っている。図1に分布関数を示す。

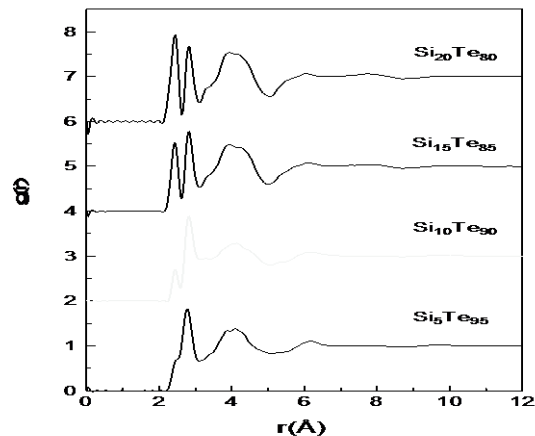


図1. 液体 S-Te の二体分布関数 $g(r)$

2. $\text{Ge}_{15}\text{Te}_{80}\text{M}_5$ (M = Ag, Cu, In) 液体の局所構造

機能性ガラスの特性は作成条件に依存するため、急冷前の液体構造の知見は材料設計・作成上重要であるが実験的に困難が伴うため、研究が少ないのが現状である。Ge-Te 系において、第3元素と母体元素との結合の性質による短距離秩序構造への影響を調べる中性子回折を行った。図2に結果を示す。

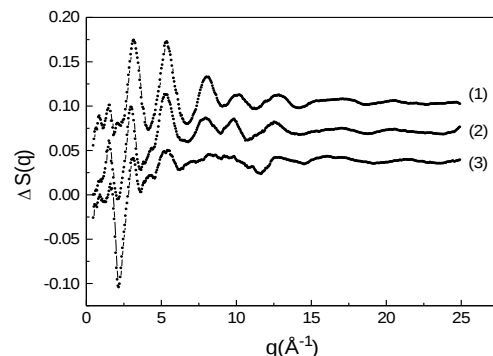


図2. 第3元素の局所構造への影響 (1) Ag, (2) Cu, (3) In

3. 液体 Sb-S 系の磁化率

この系は Sb 濃度の増加に伴い、半導体・金属転移を液体状態で起こす。金属化の機構を明らかにするために磁化率の測定を行った。結果を図3に示す。

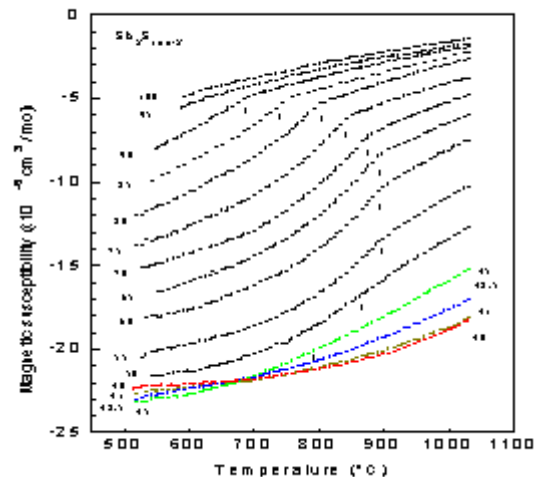


図3. 液体 Sb-S 系の磁化率