

提出: 18年8月30日

新たな負熱膨張材料 $Mn_3(Cu_{1-x}Ge_x)N$ における Ge 不純物の局所構造解析

Local structure analysis of Ge impurities in $Mn_3(Cu_{1-x}Ge_x)N$
with a large negative thermal expansion

松野丈夫¹⁾ 竹中康司¹⁾ 高木英典¹⁾²⁾

松村大樹³⁾ 西畑保雄³⁾ 水木純一郎³⁾

Jobu MATSUNO Koshi TAKENAKA Hidenori TAKAGI
Daiju MATSUMURA Yasuo NISHIHATA Jun'ichiro MIZUKI

¹⁾理研 ²⁾東京大学 ³⁾原子力機構

巨大負膨張材料 $Mn_3(Cu_{1-x}Ge_x)N$ において Ge 周辺の局所構造が Cu 周辺のそれとは異なる温度依存性を示すことを見出した。

キーワード: XAFS, 局所構造, 負膨張, 逆ペロブスカイト型構造, 磁気体積効果

1. 目的 近年開発された新たな巨大負膨張材料 $Mn_3(Cu_{1-x}Ge_x)N$ は、精密光学部品や精密機械部品など、様々な分野での利用が期待されている。母物質 Mn_3MN ($M: Zn, Ga$ など) における不連続な体積減少を Ge 置換により緩慢化することが巨大負膨張の根幹である。本研究では $Mn_3(Cu_{1-x}Ge_x)N$ における Ge 近傍の局所構造を XAFS により解析し、Ge 置換が機能性発現に与える影響を明らかにすることを目的とする。緩慢化のメカニズム解明により負膨張特性を自由に制御できる可能性があるため、その応用上の意義は大きい。

2. 方法 本研究では、210 K から 150 K の温度範囲で緩慢な負膨張を示す $Mn_3(Cu_{1-x}Ge_x)N$ ($x=0.3$) [1] を対象物質とし、固相反応法により多結晶試料を作製した。SPring-8・BL14B1 において、Cu K 吸収端、Ge K 吸収端での透過 XAFS 測定を行った。300 K から 15 K の間でスペクトルの温度依存性を測定した。

3. 研究成果 (利用の結果、得られた主なデータ) 得られたフーリエ変換 EXAFS スペクトルを 15 K のデータを標準としてフィッティングすることで、各パラメータの温度依存性を求めたものを Fig. 1 に示す。Cu-Mn 距離が降温時に単調減少するのに対し、Ge-Mn 距離は負膨張を示す温度範囲で増大を示した。同じ温度領域において、2次・3次のキュムラントの温度変化が緩やかになるという異常が Ge においてのみ観測された。

4. 結論・考察 巨大負膨張材料 $Mn_3(Cu_{1-x}Ge_x)N$ において Ge 周辺の局所構造が Cu 周辺のそれとは異なる温度依存性を示すことを見出した。今後は緩慢化を示さない Ag 不純物を含む試料についても同様な測定を行い、Ge 不純物が負熱膨張において示す特異性の理解を目指す。

5. 引用(参照)文献等

[1] K. Takenaka and H. Takagi, Appl. Phys. Lett. 87, 261902 (2005).

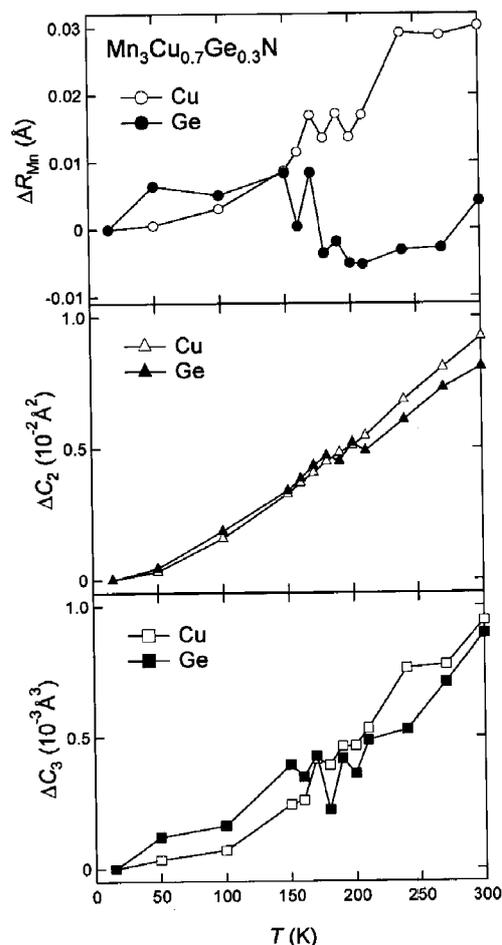


Fig. 1 $Mn_3(Cu_{1-x}Ge_x)N$ ($x=0.3$) の Cu(Ge) K 吸収端 EXAFS スペクトルから求めた (上段) Cu(Ge)-Mn 間距離、(中段) Debye-Waller 因子、(下段) 3 次のキュムラント。15 K でのデータを標準とした。