

液体窒素温度で作製した Te ナノ粒子の局所構造 Local structures of tellurium nanoparticles prepared at liquid nitrogen temperature

阿部庸¹, 南村亜登夢¹, 森崎慧¹, 池本弘之^{1*}, 宮永崇史²

¹富山大学, 理学部, 〒930-8555 富山市五福 3190

²弘前大学, 理工学部, 〒036-8561 弘前市文京町 3

I. Abe¹, A. Minamimura¹, A. Morisaki¹, H. Ikemoto^{1*}, and T. Miyanaga²

¹Faculty of Science, University of Toyama, Gofuku 3190, Toyama 930-8555, Japan

²Faculty of Science and Technology, Hirosaki University, Hirosaki 036-8561, Japan

1 はじめに

Te は 6B 族に属するカルコゲン元素で、半導体元素である。安定相のトリゴナルテルル (t-Te) では、テルル原子同士は 2 配位共有結合により結合して 3 回螺旋鎖を作り、この Te 鎖が平行に配置することによりトリゴナル相を形成する。t-Te がこのような階層構造をとることは、シリコン・ゲルマニウムといった典型的な半導体元素とは異なる大きな特徴である。

本研究は、階層構造を有するテルルがナノ粒子になったとき、どのような構造をとるかを明らかにすることを目的とする。室温で作製した Te ナノ粒子では t-Te に比べて鎖内共有結合は強くなるが、鎖間相互作用は弱くなる。また、Te ナノ粒子にはアモルファス成分が含まれる^[1]。このアモルファス的な Te ナノ粒子の特徴を明確にするために、液体窒素温度で試料を作製し、液体窒素温度に保ったままで XAFS 測定を行った。

2 実験

島状蒸着法により Te ナノ粒子を作製した。Te 層の平均膜厚でナノ粒子のサイズを制御したので、Te の平均膜厚で Te ナノ粒子のサイズを区別する。PF ビームラインで、液体窒素で冷却したグラファイト基板に Te を蒸着し、液体窒素温度に保ったまま XAFS 測定を行った。この測定試料を LN₂ 試料と記す。比較対象として、室温で作製した試料(RT 試料)の結果も記す。

Te の K 吸収端(31.8keV)の蛍光 XAFS 測定を PF-AR の NW10A で行った。構造解析に用いる後方散乱因子、位相シフト、平均自由行程は、FEFF8.4 によって算出した。

3 結果および考察

図 1 は Te300nm の LN₂ 試料と R.T 試料の XAFS 関数のフーリエ変換である。2.9Å 付近のピークは鎖内最近接原子間相関で、3.5Å 付近のピークは鎖間最近接原子間相関に由来する。鎖内最近接原子間距離は、LN₂ 試料では 2.83 Å、RT 試料では 2.89 Å である。液体窒素温度で試料作製し、その場 XAFS 測定をすることにより、共有結合長の大幅な短縮化が見られた。

鎖間最近接相関に由来する 3.5Å 付近のピークは、LN₂ 試料では大きく減少している。このことは、LN₂ 試料では鎖間相互作用が著しく小さくなっていることを示唆する。全ての試料を同じ条件で解析するために、今回は第 1 ピークのみを逆フーリエ変換して得られた XAFS 関数を最小二乗法により解析した。

図 2 は鎖内最近接原子間距離の平均膜厚依存性を示したものである。Te300nm の場合と同様にすべての膜厚において、LN₂ 試料の共有結合長は、RT 試料に比べて著しく

短くなっている。平均膜厚依存性は、RT 試料では平均膜厚 10nm 付近に折れ曲がりがあるのに対し、LN₂ 試料では単調に短くなっている。

液体窒素温度で作製した Te ナノ粒子では、t-Te に比べて共有結合が著しく短くなり、鎖間配位数も大きく減少した。このように液体窒素温度で Te ナノ粒子を作製することによって、Te ナノ粒子の特徴を明確にできたと考えている。

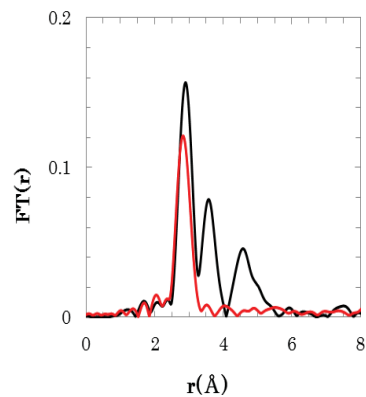


図 1: Te300nm の XAFS 関数のフーリエ変換
黒線:室温で蒸着した試料、赤線:液体窒素温度で蒸着した試料

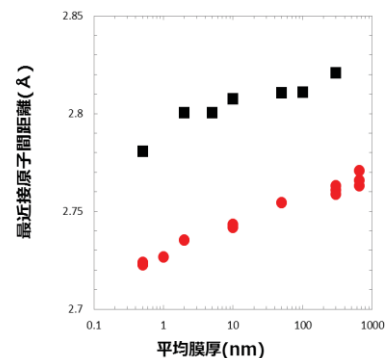


図 2:共有結合長の平均膜厚依存性
黒四角:室温で蒸着した試料、赤丸:液体窒素温度で蒸着した試料

参考文献

[1] H. Ikemoto, A. Goyo, and T. Miyanaga, *J. Phys. Chem. C*, 2011, **115** (7), pp 2931–2937

* ikemoto@sci.u-toyama.ac.jp