

Bi₂Te₃ 薄膜からのナノニードル作製 Fabrication of Nano-Needles from a Thin Bi₂Te₃ Film

°桑原正史¹, 阿部真帆², 上原洋一², 坂井 穰³, 曾根逸人⁴, 保坂純男⁴, 鶴岡徹⁵
産総研¹, 東北大², トゥール大³, 群馬大⁴, 物材機構⁵

Masashi Kuwahara¹, Maho Abe², Youichi Uehara², Joe Sakai³, Hayato Sone⁴, Sumio Hosaka⁴, and Tohru Tsuruoka⁵ (AIST¹, Tohoku Univ.², Tours Univ.³, Gunma Univ.⁴, NIMS.⁵)

E-mail: kuwaco-kuwahara@aist.go.jp

1. 概要

カルコゲン化合物は、光記録や電子メモリーの記録膜として実用化され、また古くは熱電変換材料として研究されてきた。我々は、半金属や狭ギャップ半導体に属する材料であるカルコゲン化合物のナノ構造の物性について興味を持ち、ナノ構造化に伴う新規な物性を見出し、電子デバイスや熱電変換素子に応用する可能性を探っている。これまでに Sb₂Te₃ や Ge₂Sb₂Te₅ (GST) ナノ構造化を行い、構造や組成の評価[1,2]を行った。しかしながら、これらの材料から作製したナノ構造の組成は、主に Te であった。これは、Te の融点が一番低く、動きやすいためであると推測される。今回、Te より融点が高い Bi からなるカルコゲン材料(Bi₂Te₃)より、ナノ構造(ナノニードル)を作製、その組成を評価したので報告する。

2. 実験と結果

Bi₂Te₃ ナノニードルは、基板上に Bi₂Te₃ を薄く堆積させ、その後アニールすることによって生成される。基板は高配向熱分解黒鉛(HOPG)または Si ウエハ、Bi₂Te₃ の厚さは 1.5 nm~3nm、アニール条件は、250°C (昇温速度 10°C/min.) で 10 分間保持である。ナノ構造の形状観察は、走査型電子顕微鏡(SEM)、組成分析は、エネルギー分散型 X 線分析装置(EDX)で行った。

図に典型的なナノニードルの SEM 観察像を載せる。これは、85° 傾斜した状態で観察である。基板から生えるような状態でナノニードルが生成し、ナノニードルの典型的な形状は、

太さ 25-30nm、長さ 1 μm 程度であった。このナノニードルに対し、EDX で組成分析を実行した。詳細なスペクトルは当日示すが、スペクトルから組成は、Bi:Te=1:2 程度であることがわかった。Sb₂Te₃ や GST から生成したナノニードルは、ほとんどが Te から構成されていたが、今回はやや Te リッチであるが、Bi の含有量が多いことがわかった。融点は Bi が 270°C、Te が 450°C と、Bi の融点が 200°C 程度低く、Ge や Sb と比較して基板上を動きやすいと考えられる、ただし、ナノニードルの組成は Te リッチであるため、融点で組成比がある程度は決定されるが、主な要因ではなさそうである。

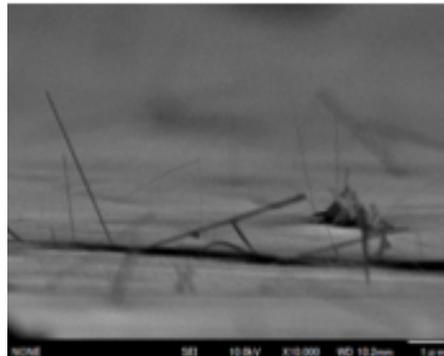


図 シリコン基板上のナノニードルの SEM 観察像

[1] “Sb-Te alloy nanostructures produced on a graphite surface by a simple annealing process”, Kuwahara *et al.*, Appl. Surf. Sci., **346** (2015) 366-371. [2] 2015 年応用物理学会秋季学術講演会