

Bi ナノワイヤーの開発と熱電物性の評価

国立研究開発法人産業技術総合研究所, 村田正行

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Masayuki Murata

E-mail: m.murata@aist.go.jp

【背景】

熱エネルギーを電気エネルギーに直接変換できる「熱電変換材料」は、未利用廃熱から発電できることからエネルギー有効利用の観点から注目が集まっており、エネルギー変換効率の向上に向けた研究が盛んに行われている。熱電変換材料にナノワイヤー構造を導入することにより、エネルギー変換効率が大幅に向上する事が理論的に示唆されて以来¹、盛んにナノワイヤー熱電変換材料の研究が行われてきた。さらに、近年のナノテクノロジーの発達に伴い、ナノワイヤーを利用したエネルギーの変換効率の向上が実験的に報告され始めている²。

【Bi ナノワイヤーの開発】

Fig. 1 に示した様に中心にナノスケールの孔の空けられた円柱形状の石英ガラス製の鋳型を利用して、高温で溶解させた Bi を孔の中に高圧で圧入し、その後冷却して Bi を再結晶化させることで、直径数百ナノメートル級の単結晶 Bi ナノワイヤーを開発した³。Fig. 1 に一例として直径が 539 nm で長さが 1.87 mm の Bi ナノワイヤーにおける、側面からの光学顕微鏡写真と端部中心部分で観察した電子顕微鏡像を示した。石英ガラスの中心部分に横に伸びている線状のものが Bi ナノワイヤーである。これまでに直径 50 nm から 1 μm のナノワイヤーの作製に成功している。

【熱電物性の評価】

これまでに、ゼーベック係数と電気抵抗率の同一サンプルにおける測定を行い、バルクの値とは大きく異なることを報告した³。さらに、集束イオンビーム(FIB)によるナノ加工を用いてナノワイヤー側面へ局所電極を作製し、Bi ナノワイヤーの4端子抵抗測定とホール係数測定にも成功した⁴。Fig. 2 にホール係数測定の概略図と作製した電極の電子顕微鏡像を示した。高品質な単結晶 Bi ナノワイヤーを利用することで、これまでに行われていなかった詳細な物性評価を行っている。

【参考文献】

- 1 L. D. Hicks *et al.*, *Physical Review B* **47**, 12727 (1993)
- 2 A. I. Hochbaum *et al.*, *Nature* **451**, 163 (2008)
- 3 M. Murata *et al.*, *Applied Physics Letters* **94**, 192104 (2009)
- 4 M. Murata *et al.*, *Nano Letters* **17**, 110 (2017)

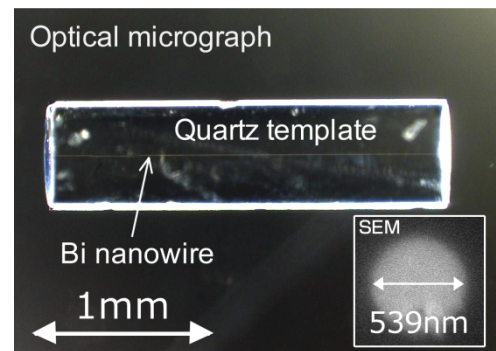
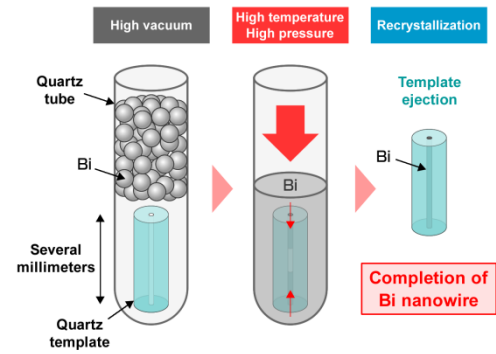


Fig. 1: (a) Fabrication procedure, and (b) optical and SEM images of Bi nanowire

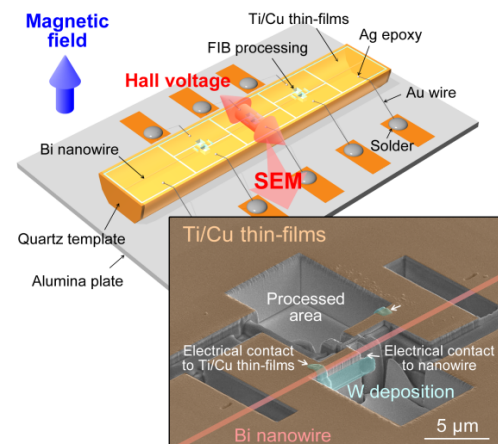


Fig. 2: Schematic diagram of Hall measurement on the nanowire. Inset shows SEM image of electrodes on the Bi nanowire.