

ナノ加工を用いた Bi ワイヤのゼーベック係数および抵抗率の測定

Measurement of Seebeck coefficient and resistivity of Bi wire using nano-fabrication

埼玉産技総セ¹, 埼玉大学院² ○森田 寛之¹, 有坂 太一², 大塚 美緒子², 長谷川 靖洋²

SAITEC¹, Saitama Univ.², °Hiroyuki Morita¹, Taichi Arisaka², Mioko Otsuka², Yasuhiro Hasegawa²

E-mail: morita.hiroyuki@pref.saitama.lg.jp

【緒言】

熱電変換材料において、形状の低次元化により無次元性能指数が改善するとの理論計算が示されており¹⁾、Bi ナノワイヤの抵抗率およびホール測定に関する報告がある²⁾。しかし、ゼーベック係数の測定は報告されていないため、本研究では、集束イオンビームを用いて切削および局所成膜といったナノ加工を行うことにより、Bi ナノワイヤのゼーベック係数および抵抗率の測定できる電気接合技術を開発した。本開発技術を検証するため、バルク特性を有するマイクロサイズのワイヤ直径 $1.41\ \mu\text{m}$ 、長さ $2,469\ \mu\text{m}$ の Bi ワイヤを用いて、ゼーベック係数および抵抗率の測定を行った。

【実験方法】

円筒形石英ガラスの中心を通る直径 $1.41\ \mu\text{m}$ の空孔に 370°C に加熱・溶融した Bi を 94MPa にて圧入し、冷却・固化し、Bi ワイヤを有するサンプルを作製した。円筒形石英ガラスを研磨・成形することで研磨面と Bi ワイヤ側面間が数 μm になるよう平面を形成し、イオンプレATING法を用いて研磨面に Ti(100nm)/Cu(500nm)電極膜を成膜した。Fig.1 のように集束イオンビームにより Ti/Cu 電極膜をパターン形成し、Bi ワイヤ側面および両端部を石英ガラスから露出させ、Bi ワイヤと Ti/Cu 電極膜間に最適化した C 膜および W 膜を形成し電気接合を行った。次にサンプル両端部に銅板を接触・接合しヒーター、熱電対、温度センサーを取り付け、Bi ワイヤと電気接合した Ti/Cu 電極膜のパターン上にアルミ線をボンディングした。

Bi ワイヤの両端に 100nA の電流を通電し四端子法にて抵抗率を測定した。また、Bi ワイヤ両端に接触させた銅板に貼り付けたヒーターを用いて温度差を与えることによりゼーベック係数を測定した。

【実験結果】

300K における Bi ワイヤの抵抗率は $1.25\ \mu\Omega\text{m}$ 、ゼーベック係数は $-62.5\ \mu\text{V/K}$ の値を得た。この値はバルク Bi と同等であることから、ナノ加工により Bi ワイヤの抵抗率およびゼーベック係数の測定が可能となった。

【参考文献】

- 1) Hicks and Dresselhaus. *Phys Rev. B*, pp. 12727-12731, May 1993
- 2) M.Murata, A. Tamamoto, Y. Hasegawa and T. Komine, *Nano Lett.*, 2017, 17 (1), pp 110–119

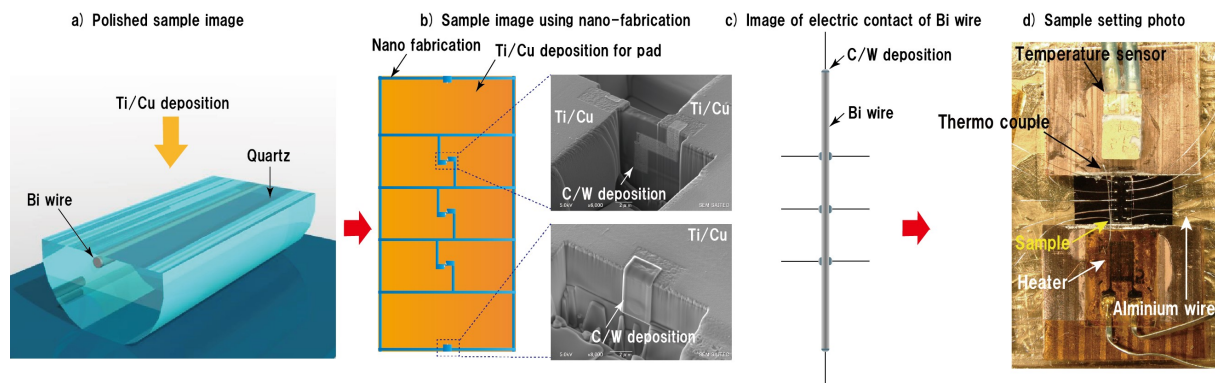


Figure.1 Sample image of the nano-fabrication and electric contact

- a) Polished Sample Image
- b) Sample image using nano-fabrication
- c) Image of electric contact of Bi wire
- d) Sample setting Photo