

引き伸ばし法を用いて作製した Bi ワイヤの熱電特性評価

Evaluation of thermoelectric properties for Bi wire fabricated by drawing out method

埼玉大学¹, 茨城大学², 株式会社住田光学ガラス³ ○寺門 宏樹¹, 村田 正行¹,本間 亮英¹, 長谷川 靖洋¹, 小峰 啓史², 山崎 正明³, 寺嶋 徹³Saitama Univ.¹, Ibaraki Univ.², Sumita optical glass, Inc.³, °Hiroki Terakado¹, Masayuki Murata¹,Ryoei Honma¹, Yasuhiro Hasegawa¹, Takashi Komine², Masaaki Yamazaki³, Tohru Terajima³

E-mail: terakado@env.saitama-u.ac.jp

【背景】

Bi ワイヤの直径を小さくしていき量子効果を導入させると状態密度の一次元化によってゼーベック係数が増加し、性能指数 Z が上昇することが理論的に予測されている¹。これまで我々は、直径数十 nm～数十 μm の孔が空けられた石英ガラス製の鋳型を作製し、370°Cで融解した Bi を 50～90MPa の圧力で鋳型に圧入する方法で Bi ワイヤを作製し、熱電特性を測定してきた。石英ガラスは化学的に安定である一方、軟化点が約 1600°Cと高いために将来的な集積化には向かない。集積化のためには無数のワイヤを束ねた構造が求められており、その第一歩として、軟化点が低く、Bi と熱膨張係数が近いリン酸塩系ガラスを利用し、予めガラス中に Bi を充填した後に引き伸ばすことで Bi ワイヤの作製を試みた。

【作製方法】

リン酸塩系ガラスに液化した Bi を充填し、ガラスの軟化点近くで加熱しながら引き伸ばす (Fig.1(a))。次にリン酸塩系ガラスで全体を覆い融着して外径を太くし (Fig.1(b))、再度引き伸ばす (Fig.1(c))。 (b)と(c)の行程を繰り返すことで、より小さな直径の Bi ワイヤが作製できる。Fig.2 は 6 回引き伸ばした Bi ワイヤの側面からの光学顕微鏡写真、断面の電子顕微鏡(SEM)像であり、直径 7.5 μm の Bi ワイヤを作製した。将来的に Fig.1(c)の行程で複数の Bi ワイヤを束ねて引き伸ばすことでアレイ化が可能となる。

【実験】

石英ガラスと比較して Bi にとって大量の不純物をリン酸塩系ガラスは含んでおり、作製過程で Bi に混入する可能性がある。不純物が Bi ワイヤに混入することでキャリア密度を変化させ、ゼーベック係数、抵抗率に影響を及ぼす可能性がある²。バルクと同等の物性値を持つ直径 7.5 μm の Bi ワイヤの熱電特性を測定し、バルクの値と比較することで不純物の混入を評価する。

【参考文献】

1. L. D. Hicks *et al.*, *Physical Review B* **47**,12727(1993)
2. Y. Hasegawa *et al.*, *Physica B* **382**,140-146(2006)

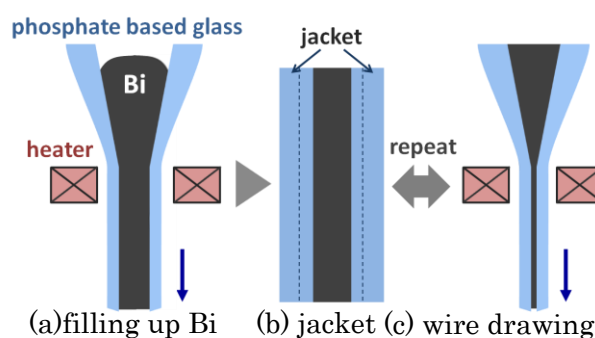


Fig.1: fabrication process for Bi wire coated by phosphate based glass

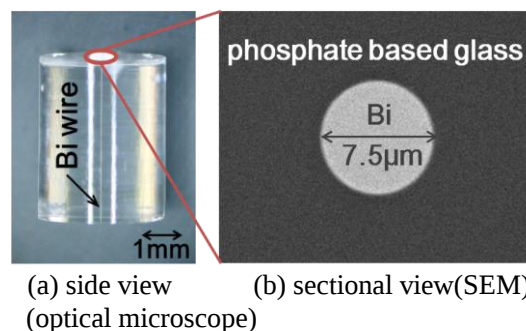


Fig.2 : Bi wire covered with phosphate based glass