



高速焼結法によって作製された Bi-Te 系熱電変換材料 の電子・結晶構造評価

宮崎 秀俊¹, 宇佐美 真子¹, 三上 裕史², 曾田 一雄³
1 名古屋工業大学, 2 産業技術総合研究所, 3 名古屋大学

キーワード：熱電変換材料, 高速焼結法, 光電子分光法, 電子構造

1. 背景と研究目的

Bi₂Te₃系熱電材料は、走行中のエンジンと外気温度との温度差を利用した発電が可能であるため、これからの省エネルギー社会を構築するための必須な技術である。しかしながら、Bi₂Te₃系熱電材料は、我が国においてはKELK, ヤマハなどの企業が製品化しているものの、材料合成プロセスが複雑なため、生産コストが高いことが普及の大きな壁になっている。近年、名工大・産総研の共同研究により、秒単位の高速焼結法により熱電素子を粉末冶金法にて作成する方法が開発された[1]。この技術を用いれば熱電素子を短時間・低コストで作製可能であり、早期のBi₂Te₃系熱電材料への大量生産プロセスへの適用が望まれている。しかしながら、高速焼結法により作製された試料においては、通常の焼結法で作製された試料と比較して熱電特性が低下している。熱電特性劣化のメカニズムの解明は今後の高速焼結法による材料作成プロセス改善のために必要不可欠な情報である。そこで、高速焼結法で作製された試料の電子構造と熱電特性の関係を放射光を用いた精密な電子構造の直接観測により調査した。

2. 実験内容

高速焼結法（通電条件 1.0 秒, 1.0~1.2kA）および通常の焼結法（通電条件 3.0 分, 300~500°C）により作製した Bi₂Te₃系熱電材料について、あいちシンクロトロン光センターBL7Uにおいて高分解能光電子分光測定を行った。励起光子エネルギーは 700 eV に設定した。

3. 結果および考察

図 1 に高速焼結法および通常の焼結法で作製した Bi₂Te₃系熱電材料の Bi 4*f*_{7/2} の内殻電子状態における光電子スペクトルを示す。500°Cで作製した試料においては酸化物に由来するピークは観測されておらず、黒鉛型中で焼結することによる還元効果により材料内部に酸化物が存在しない単相の Bi₂Te₃が合成されていることが分かる。しかしながら、高速焼結法で作製された試料においては、僅かに酸化物に由来するピークが観測されており、試料内部に酸素が存在していることが明らかになった。この結果は、1 秒間という短時間の高速焼結法では、焼結前駆体の内部に含まれている酸素が十分に材料外部へと拡散できていないことを示唆している。今後は焼結時間および焼結温度の更なる検討が必要である。

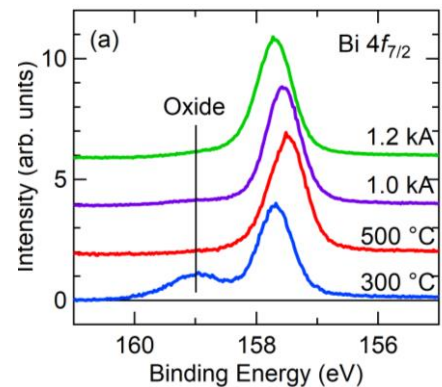


Fig.1 高速焼結法および通常の焼結法で作製した Bi₂Te₃系熱電材料の Bi 4*f*_{7/2}の内殻電子状態における光電子スペクトル

4. 参考文献

1. 三上裕史, 杵鞭義明, 久保和哉, 内山直樹, 宮崎秀俊, 西野洋一「高速通電焼結による熱電変換材料の合成」日本金属学会 2017 年秋季講演大会要旨