

International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials (THERMEC' 2018)

鳥取大学 大学院工学研究科 機械宇宙工学専攻

教授 陳 中春

(平成 29 年度 国際会議等参加助成 AF-2017051)

キーワード：押出し，メカニカルアロイング，熱電材料

1. 開催日時

2018 年 7 月 8 日～7 月 13 日

2. 開催場所

フランス・パリ Cité des Sciences et de l'Industrie

3. 国際会議報告

3.1 会議概要

International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials (THERMEC)は，材料の成形加工や製造の分野で最も重要な国際会議の一つである．THERMEC は 1988 年に京都において開催された日本発祥の国際会議であり，現在 2, 3 年毎に開催され，THERMEC'2018 が 10 回目の開催となる．今回の会議で，世界各国からの参加者数が非常に多く，基調講演や招待講演を含め，総数 1552 件の研究発表があった．鉄鋼材料や非鉄金属(Al, Mg, Ti 等)を始め，複合材料や生体材料，エネルギー関連の構造材料や機能性材料の成形加工や製造およびその利用技術など幅広い分野をカバーしている．

3.2 発表概要

今回は“Smart/Intelligent Materials”のセッションにおいて“Fabrication of Bi₂Te₃-based Bulk Thermoelectric Materials by a Hot-extrusion Technique”と題して招待講演を行った．発表の内容は以下の通りである．

Bi₂Te₃系熱電変換材料は，主にペルチェ効果を利用して室温近傍における電子機器の精密温度制御や冷却に応用されている．従来の製造法として，一方向凝固法とホットプレス法に大別される．一方向凝固法では，凝固方向の熱電性能が優れているが，結晶粒が非常に大きいため，素子を作製する際，へき開割れや歩留まりが悪い等の問題がある．一方，ホットプレスの場合，結晶粒が小さく機械的性質が改善されるが，結晶配向は乱れ，熱電性能は一方向凝固材に比べ劣る．即ち，一方向凝固法とホットプレス法では，熱電性質と機械的性質の両立が困難である．したがって，Bi₂Te₃系素子材料の性能向上及びそれに伴う熱電変換効率の改善が求められている．そこで，筆者ら¹⁻⁵⁾は結晶粒微細化と結晶配向化の同時実現を目指し，メカニカルアロイング(MA)と熱間押出し加工を組み合わせるプロセスを

提案し，*p* 型 Bi_{0.4}Sb_{1.6}Te₃ と *n* 型 Bi₂Se_{0.15}Te_{2.85} のバルク試料を作製するとともに，押出し製品の健全性や微視組織・集合組織および熱電性質・機械的性質に及ぼす加工パラメータや熱処理の影響について系統的に調べた．MA-熱間押出し加工により 360～450℃の押出し温度範囲では外観には欠陥がなく緻密で健全なバルク材を得ることができた．また，押出し試料の結晶粒が微細化され，熱電性質に優れた基底面が押出し方向に平行に配向する集合組織を示した．結果として，押出し試料の熱電性質と機械的性質が著しく向上した．さらに，微量の Cu をドープした *n* 型材料の熱電性質が大幅に改善されることを見出した⁶⁾．

一方，今後の実用化や大量生産の観点から，MA の代わりに液体急冷技術により合金粉末の作製に成功し⁷⁾，さらに押出し加工による微細組織や集合組織を制御することによって，Bi_{0.4}Sb_{1.6}Te₃ 試料の熱電性能指数(ZT)が 1.43 に達した．また，従来の一方向凝固材より硬さも大きく上昇した．一連の研究結果より，MA や液体急冷-熱間押出しプロセスにより Bi₂Te₃ 系バルク材料の結晶粒微細化と結晶配向化を同時に実現でき，熱電性質と機械的性質の高性能化が可能であることを明らかにした．

謝 辞

本国際会議への参加にあたって，公益財団法人天田財団より国際会議等参加助成を賜りました．ここに記して深甚な謝意を表します．

参考文献

- 1) Y. Nagami, K. Matsuoka, T. Akao, T. Onda, T. Hayashi and Z. Chen, *J. Elec. Mater.*, 43 (2014), 2262-2268.
- 2) Z. Wang, T. Akao, T. Onda and Z. Chen, *J. Alloys Comp.*, 663 (2016), 134-139.
- 3) Z. Wang, T. Akao, T. Onda and Z. Chen, *J. Alloys Comp.*, 684 (2016), 516-523.
- 4) Z. Wang, T. Araki, T. Onda and Z. Chen, *Scr. Mater.*, 141 (2017), 89-93.
- 5) Z. Wang, T. Araki, T. Onda and Z. Chen, *J. Mater. Sci.*, 53 (2018), 9117-9130.
- 6) Z. Wang, T. Onda and Z. Chen, *Scr. Mater.*, 146 (2018), 119-122.
- 7) Z. Wang, T. Akao, T. Onda and Z. Chen, *Scr. Mater.*, 136 (2017), 111-114.