

Ba₈Al₁₆Si₃₀系クラスレート焼結体の機械的特性

Mechanical Properties of Sintered Ba₈Al₁₆Si₃₀-Based Clathrates

○阿武 宏明¹, 上田 貴大¹, 平田 柊作², 藤田 恒輝¹,

飯田 努², 向後 保雄² (1. 山口東理大工, 2. 東理大基礎工)

○Hiroaki Anno¹, Takahiro Ueda¹, Syusaku Hirata², Koki Fujita¹,

Tsutomu Iida², Yasuo Kogo² (1. Tokyo Univ. Sci., Yamaguchi, 2. Tokyo Univ. Sci.)

E-mail: anno@rs.tus.ac.jp

緒言

Ba₈Al₁₆Si₃₀ 系クラスレートは, 比較的資源量豊富で安価・低環境負荷の元素から成り, 熱的安定性と耐酸化性にも優れることから^{1,2}, 中高温領域の熱電材料として注目されている. 我々は, この系において熱電性能の最高値 $ZT = 0.4$ (900 K)を報告している³. 熱電素子へ応用する上で, 材料の機械的強度や熱応力に対する耐久性も要求される. そこで本研究では, Ba₈Al₁₆Si₃₀ 系クラスレート焼結体の機械特性について試験評価した.

実験方法

Ba, Al, Si を出発原料としてアーク溶融と放電プラズマ焼結 (SPS) を併用して高密度の Ba₈Al₁₅Si₃₁ 焼結体試料を作製した. 試料の超音波試験による弾性定数評価, IF (Indentation Fracture) 法による破壊靱性試験等を行った.

結果と考察

超音波音速測定の結果から, 縦波音速 $v_L = 6105$ m/s, 横波音速 $v_S = 3503$ m/s であった. それらの値からヤング率 $E = 97$ GPa, 剛性率 $G = 39$ GPa, 体積弾性率 $K = 66$ GPa, ポアソン比 $\nu = 0.25$ を見積った.

Table.1 に IF 法による破壊靱性試験結果を示す. Ba₈Al₁₅Si₃₁ 焼結体の破壊靱性値 K_{IC} は約 1.1 MPa m^{1/2} であった. この値は代表的なシリサイド熱電材料の Mg₂Si 系⁴ の $1.1\sim 1.2$ MPa m^{1/2} と同

程度であることが明らかとなった. 移動体への熱電素子応用の場合, 材料強度は重要であり, 構造用セラミックス並であることが望ましい. すなわち, K_{IC} は少なくとも 2.0 MPa m^{1/2} 以上の値であることが期待される.

したがって, 今後 Ba₈Al₁₆Si₃₀ 系クラスレートの熱電性能向上と共に材料強度の向上についても素子化技術課題として開発を進めていく.

Table.1 Fracture toughness K_{IC} (MPa m^{1/2})

Material	K_{IC}	Reference (DOI)
Ba ₈ Al ₁₅ Si ₃₁	1.09	This work
Mg ₂ Si	1.1~1.2	4)
Si	1.05	10.1115/1.2172268
MnSi _{1.73}	1.63	10.1007/s11664-013-2848-9
Zn ₄ Sb ₃	0.72	10.1007/s11664-013-2946-8

謝辞

本研究は, JSPS 科研費 25420763 の助成を受けた.

文献

1. H. Anno and R. Shirataki, J. Electron. Mater. **43**, 1847 (2014).
2. H. Anno and R. Shirataki, J. Electron. Mater. DOI: 10.1007/s11664-014-3385-x
3. H. Anno, et al., J. Mater. Sci. **48**, 2846 (2012).
4. M. Ishikawa, et al., JJAP (submitted).