

ナノインデンテーション法による $\text{Ba}_8\text{Al}_{15}\text{Si}_{31}$ の機械的特性評価

Examination of Mechanical Properties for $\text{Ba}_8\text{Al}_{15}\text{Si}_{31}$ by Nanoindentation Method

○上田 貴大¹, 阿武 宏明¹, 岡本 和也¹, 亀山 知季², 長塚 祐真², 飯田 努², 長谷川 宗平²,
向後 保雄², (1. 山口東理大工, 2. 東理大基礎工)

○Takahiro Ueda¹, *Hiroaki Anno¹, Okamoto Kazuya¹, Tomoki Kameyama², Yuma Nagatsuka²,
Tsutomu Iida², Shuhei Hasegawa², Yasuo Kogo²
(1. Tokyo Univ. Sci., Yamaguchi, 2. Tokyo Univ. Sci.)

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

緒言

比較的資源量豊富で低環境負荷・安価な元素で構成される $\text{Ba}_8\text{Al}_{15}\text{Si}_{31}$ 系クラスレートは、熱的安定性と耐酸化性に優れ^{1,2}, 中高温領域で使用できる熱電材料として注目されている。材料を熱電素子へ応用するには熱電特性に加え機械的特性も重要視される。そこで我々はナノインデンテーション(NI)法により $\text{Ba}_8\text{Al}_{15}\text{Si}_{31}$ 系クラスレートの機械的特性について調査した。

実験方法

出発原料として Ba, Al, Si を用い、アーク熔融と放電プラズマ焼結(SPS)を使用して高密度の $\text{Ba}_8\text{Al}_{15}\text{Si}_{31}$ 焼結体試料を作製した。NI 法によりビッカース硬さ HV およびヤング率 E を評価した。

結果と考察

Table.1 に NI 試験によるヤング率 E の結果を示す。超音波試験による結果も比較で示してある。X 線回折より試料には BaAl_2Si_2 の不純物相が微量に含まれることが確認できた。超音波試験と NI 法の結果を比較すると、後者の方が僅かにヤング率が高く算出された。超音波試験では試料に含まれる不純物相や密度・粒界等の組織構造の影響が計測に含まれる。一方、NI 試験では数 μm 領域の計測であり、クラスレート相のグレイン内の情報となるため組織構造の影

響の少ない計測であり、クラスレート相本来の値を推定していると考えられる。また、ビッカース硬さ HV は約 684 であった。他の熱電材料と比較すると、同じ中高温領域のシリサイド系熱電材料 Mg_2Si の E や HV の値と同程度であることが明らかとなった。

Table.1 Young's Modulus E

Material	d (g/cm ³)	E (GPa)	Method
$\text{Ba}_8\text{Al}_{15}\text{Si}_{31}$	3.146	109.7	NI
This work		96.9	U
$\text{Ba}_8\text{Al}_{15}\text{Si}_{31}$ ³	3.196	97.75	U
$\text{Ba}_8\text{Al}_{15}\text{Si}_{31}$ ³	3.296	105.40	U
Mg_2Si ⁴	2.07–2.09	116.9–117.2	U

NI : nanoindentation, U : ultrasound

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. **46**, 1413 (2015).
3. H. Anno, et al., J. Mater. Sci. **48**, 2846 (2013).
4. R.D. Schmidt, et al., J. Electron. Mater. **41**, 1210 (2012).