20a-C13-7

$M_3Ni_{3-x}Co_xSb_4$ (M=Zr, Hf) における高い熱電変換性能

High thermoelecrtic performance in $M_3Ni_{3-x}Co_xSb_4$ (M=Zr, Hf)

パナソニック先端技研　°玉置 洋正，菅野 勉，酒井 章裕，高橋 宏平，草田 英夫，山田 由佳

Advanced Technology Research Laboratories, Panasonic Corporation, °Hiromasa Tamaki, Tsutomu Kanno, Akihiro Sakai, Kouhei Takahashi, Hideo Kusada, and Yuka Yamada

E-mail: tamaki.hiromasa@jp.panasonic.com

熱電変換材料の熱電変換効率は、材料の性能指数 $ZT = S^2\sigma T/\kappa$ によって決定される。ZT の高い材料を実現するための設計指針を立てる際には、低い格子熱伝導率 κ_{lat} を実現するという意味での物質の結晶構造や内部構造に焦点を当てた考え方と、高い出力因子 $S^2\sigma$ を実現するために望ましいバンド構造を議論する電子論的な考え方の両面が必要となる。

図 1 のように、本講演で報告する半導体 $M_3Ni_3Sb_4$ (M = Zr, Hf)は立方相でありながら単位胞内に複雑な内部構造を有しており、実際に格子熱伝導率 κ_{lat} が低い事が報告されている[1]。一方で我々は、$M_3Ni_3Sb_4$ の特異なバンド構造にも注目した。本物質はホールドープ側に二重に縮退したバンド端を有している。この二つのバンド端は、Γ点と H 点の中間位置に存在しており、立方対称性のためにそれぞれ六重縮退した状態となっている。このことから、ホールドープ側ではバンド端が 6×2 = 12 重に縮退したマルチバレー構造が実現しており、この縮退の効果が電気伝導率 σ の増大を通じて高い出力因子を実現させるものと期待できる。

上述の考察から、我々は Co 置換によってホールをドープした $M_3Ni_{3-x}Co_xSb_4$ (M = Zr, Hf)の合成を行った。合成の後に放電プラズマ焼結法を用いて焼結を行い、得られた焼結体の熱電変換物性を測定した。測定の結果、$x = 0.1$ の Co 量において ZT の最高値が得られ、図 2 に示すように M = Zr の場合に 750K で $ZT = 0.52$、M = Hf の場合には 750K で $ZT = 0.55$ という高い ZT が得られることを発見した。本講演では、その熱電変換特性の詳細について報告を行う。

なお本研究はＮＥＤＯから委託を受け実施したものである。

参考文献

[1] J. R. Salvator, X. Shi, J. Yang and H.Wang, Phys. Rev. B **77**, 235217 (2008).

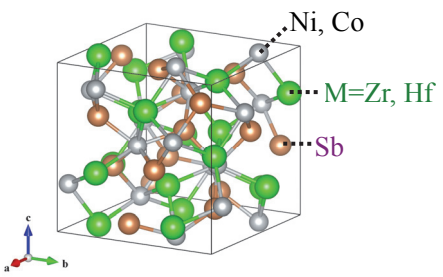

図 1：$M_3Ni_{3-x}Co_xSb_4$ の結晶構造。

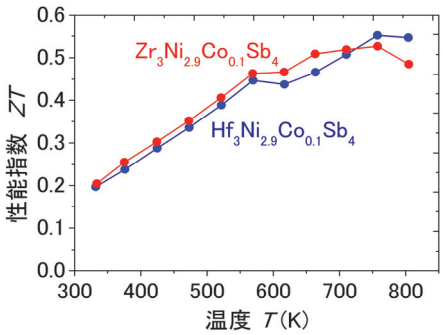

図 2：$M_3Ni_{2.9}Co_{0.1}Sb_4$ (M = Zr, Hf)における性能指数 ZT。

© 2013 年　応用物理学会