

酸化物熱電発電素子の作製と発電特性

<はじめに>

酸化物熱電材料は、熱的・化学的安定性が高く、大気中・高温での発電素子応用に期待が持たれている。ここでは、p型、n型共に酸化物材料を用い、放熱金属フィン上に素子を形成し(フィン型熱電素子)熱電発電特性を評価した。

<素子作製>

p型材料には放電プラズマ焼結法で作製した $\text{Ca}_{2.75}\text{Gd}_{0.25}\text{Co}_4\text{O}_9$ を、n型材料には常圧焼結した $\text{Ca}_{0.92}\text{La}_{0.08}\text{MnO}_3$ を用いた。これら材料自身の出力因子($\text{S}2/\cdot$)は、大気中、 700°C において、 $4.8 \times 10^{-4} \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-2}$ (p型)、 $2.2 \times 10^{-4} \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-2}$ (n型)である。金属放熱フィンには SUS_{430} ($150 \text{ mm} \times 100 \text{ mm} \times 1 \text{ mm}$)を採用した。図1にフィン型素子の写真を示す。

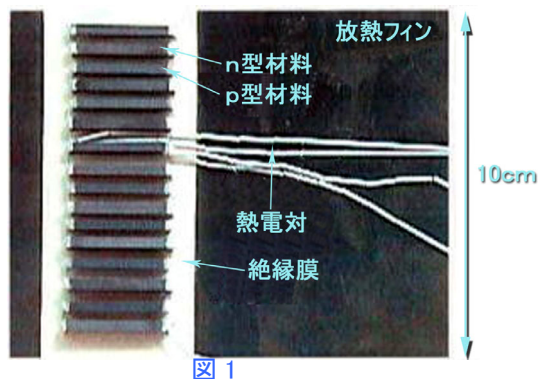


図 1

放熱フィン上の一部に絶縁性のセラミックペーストを用い、絶縁膜を形成し、その上に角柱状($30 \text{ mm} \times 3 \text{ mm} \times 5\text{--}6 \text{ mm}$)に加工したp型およびn型材料を交互に配置した。電極形成及び配線には白金線及び白金ペーストを用いた。発電特性評価のため、素子の一端を電気炉に挿入し加熱した(図2)。

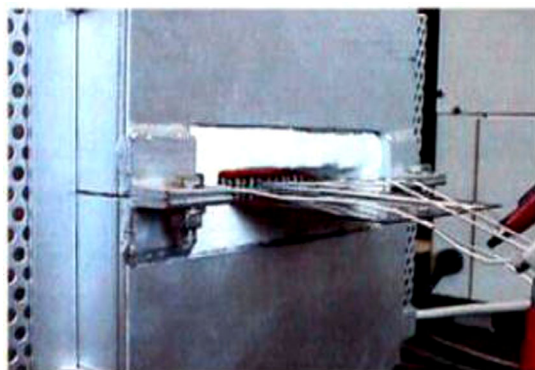


図 2

素子のもう一端は空冷することにより、材料の両端に温度差(ΔT)が生じる。材料の両端に接合したR熱電対で高温側温度(T_h)、低温側温度(T_l)を測定しその差を ΔT とした。

<発電特性>

$T_h = 773^\circ\text{C}$ 、 $\Delta T = 390^\circ\text{C}$ において外部抵抗(R_L)を変化させた時の出力変化を図3に示す。

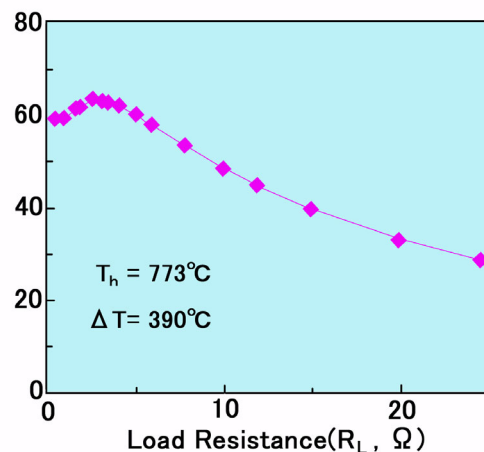


図 3

この温度条件における開放電圧及び最大出力はそれぞれ、988 mV、64mWであった。最大出力を与える外部抵抗値はおよそ 3 Ω であり、素子の内部抵抗値とよく一致する。また最大出力時の電圧は、開放電圧の約 1/2 であり、以上のことからこの素子が確かに発電素子として機能していることが分かる。なお材料の抵抗率及び形状から計算される抵抗値は 2.3...であり、素子の内部抵抗の約...であった。

素子の耐久性評価のため、 $T_h = 650^\circ\text{C}$ 、 $\Delta T = 280^\circ\text{C}$ の温度条件において 15 日間の連続運転を行った。その結果、出力は全く低下せず、材料及び電極共に空気中・高温において安定であり、酸化物材料が発電素子応用に有望であることを確認することができた。