

Bi-Te-Sb 계 열전박막소자의 제조와 특성
(Fabrication and Properties of Thin Film
Thermoelectric Bi-Te-Sb-based Module)

김 일 호 이 동 희
연세대학교 금속공학과

1. 서 론

Seebeck 효과를 이용한 열발전 소자(Thermoelectric Generator, TEG)는 산업용 폐열 등 저급의 열에너지를 이용한 발전과 무인 작동이 가능하다는 점에서 인공위성의 보조전원 및 군사·의료용의 특수 목적용 전원 등으로 사용하고 있다. 또한 Peltier 효과를 이용한 열전냉각 소자(Thermoelectric Cooler, TEC)는 전자·광학기기의 냉각 및 항온유지 등에 이용되고 있다. 이러한 열전소자 중 Bismuth Telluride 계 열전소자는 상온부근에서 작동효율이 우수한 것으로, 단결정 또는 소결재를 이용하여 제조하고 있다. 열전재료 및 그 소자에 대한 연구는 단결정과 소결재에 대한 것이 대부분이고, 박막형 열전재료 및 이를 이용한 열전박막소자의 제조와 특성에 관한 연구는 거의 없다. 박막화 함에 따라 pattern에 의한 집적화 및 대량생산이 가능하고 p-n 접합 등 소자의 제조가 용이하며, 단위질량 당 출력이 크다는 장점이 있다. 따라서 본 연구에서는 진공증착법에 의해 Bi-Te-Sb 계 열전박막소자를 제조하고 그 작동특성을 조사하고자 하였다.

2. 실험방법

99.99 %의 Bi, Te, Sb를 정량하여 800 °C에서 24시간 동안 진공용해 후 파쇄한 분말을 진공증착하여 박막을 제조하였다. 이때 각 성분 간의 증기압의 차이로 인한 조성의 변화를 최소화 하기 위하여 시료를 증발원에 소량씩 간헐적으로 공급하는 순간증착법(flash evaporation)을 이용하였다. n형 재료로는 Bi₃₅Te₆₅를, p형 재료로는 Bi₁₀Sb₃₀Te₆₀을 이용하였고, p-n 접점 부위와 양쪽 단자는 Cu로 증착시켰다.

소자를 제조하기에 앞서, p형과 n형 박막의 각각에 대하여 열전물성의 중요한 인자인 전기전도도와 Seebeck 계수를 측정하였고, 열처리에 따른 물성의 변화를 비교하였다. 이로부터 얻은 박막의 제조조건으로 p-n 접합을 이루어 소자의 작동특성을 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

열처리 전후 p형과 n형 박막의 열전물성을 표 1에 나타내었다. 두 박막 공히 열처리를 행함에 따라 전기전도도는 감소하고 Seebeck 계수가 증가하여, 결과적으로 열전성능지수와 밀접한 관계가 있는 quality factor가 향상되었다. 이는 증착시 완전한 화합물을 형성하지 못하고, 열처리에 의한 상호 확산으로 완전한 화합물을 형성하였기 때문이라고 판단된다.

열전소자의 고온부와 저온부의 온도차가 50 °C인 경우의 작동특성을 표 2에 나타내었다.

4. 참고문헌

- 1) J.Przyluski and K.Borkowski, 6th ICTEC, p100 (1986)
- 2) D.K.Benson and C.E.Tracy, 4th ICTEC p11 (1982)

Table 1. Thermoelectric properties of p- and n-type thin film

		Seebeck coeff. ($\mu\text{V}/\text{K}$)	electrical cond. ($\Omega^{-1}\text{cm}^{-1}$)	quality factor ($\mu\text{W}/\text{cmK}^2$)
p-type	as-deposited	36	1870	2.4
	annealed	156	950	23.1
n-type	as-deposited	-30	1630	1.5
	annealed	-121	1100	16.1

Table 2. Performance of thin film thermoelectric modules

		3 couples	15 couples
resistance (k Ω)	total	3.9	22.5
	per couple	1.30	1.25
Seebeck voltage (V)	total	35.9	202.5
	per couple	12.0	11.3
Seebeck coeff.per couple($\mu\text{V}/\text{K}$)		239	225
power output (μW)		0.33	1.8