

Bi-Sb-Te-Se계 열전박막 온도센서의 응답특성  
(Response Characteristics of Thermoelectric Thin Films  
of Bi-Sb-Te-Se System for Temperature Sensors)

한 승욱 김 일호 이 동희  
연세대학교 금속공학과

### 1. 서론

온도측정용 센서 중에서 Seebeck 효과를 이용한 열전반도체 열전대 경우가 신호처리가 용이한 전압(voltage)을 출력으로 하므로 장치의 단순성과 경제성 측면에서 그 응용범위가 타에 비하여 대단히 넓다. 특히 열전대를 박막화할 경우 소형화와 더불어, bulk재료에 비해 열용량이 적기 때문에 빠른 응답속도를 기대할 수 있다는 장점이 있다.  $(\text{Bi,Sb})_2(\text{Te,Se})_3$  계와 같은 반도체 열전재료는 기존에 사용되고 있는 금속계 열전대에 비해 열기전력이 크기 때문에 미세한 온도변화를 더 정확하게 감지할 수 있다. 그러나 박막화에 필수인 substrate는 센서의 열용량과 열확산속도에 영향을 주므로 박막온도센서의 응답특성을 저해하는 요소가 된다. 본 연구에서는  $(\text{Bi,Sb})_2(\text{Te,Se})_3$  계 열전재료를 박막온도센서로 실용화하기 위한 연구의 일환으로 substrate의 종류와 그 두께를 달리하고 또 박막의 두께를 변화시키기에 따라 온도센서의 반응특성을 조사하였다.

### 2. 실험방법

고순도 Bi, Sb, Te 및 Se(99.99%)를 800 °C에서 24시간 동안 진공용해하여 모합금을 제조한 후  $\approx 250\mu\text{m}$ 의 입도의 분말로 파쇄하여 증착원으로 사용하였다. substrate의 효과를 알아보기 위해 두께  $\approx 150\mu\text{m}$ 의 Corning glass 2865와 2935 및 두께  $\approx 100\mu\text{m}$ ,  $300\mu\text{m}$ 의 Teflon film을 택하였다. 박막제조는 증착속도가 빠른 진공증착법을 사용하였으며 이때 성분조성의 변화를 극소화하기 위하여 순간증착법을 이용하였다. p형( $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3$ ) 및 n형( $\text{Bi}_2\text{Te}_2.4\text{Se}_{0.6}$ )재료를 패터닝된 스테인레스 마스크( $t=0.1\text{mm}$ )를 사용하여 순차적으로 증착하여 p/n접점을 가진 센서를 제조하였다. 열전특성의 향상을 위해 200°C에서 1시간 진공어닐링을 행하였다. 이 때 p/n접점에서의 상호 확산에 의한 열전특성의 열화를 방지하기 위해 확산 방지층으로 Al금속을 p형과 n형 재료 사이에 증착하였다. 열전특성시험은 정해진 온도의 저온 및 고온접촉부에 시편을 장착하여 DMM으로 발생하는 열기전력을 측정하였다. 이때 저온부는 일정한도로 냉각된 물을 흘려 줄 수 있는 접촉부를 가졌으며 고온부는 할로젠 lamp로 복사열을 일정량 공급하였다. substrate의 종류 및 두께를 달리하고 또 박막의 두께를 변화시키면서 열기전력값이 포화되는 시간을 측정하여 온도센서의 응답특성을 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

substrate의 두께가 증가함에 따라 예상대로 열기전력이 포화되는데 필요한 시간이 길어지는 결과를 나타내었다. 즉 substrate의 두께가  $150\mu\text{m}$ 에서  $300\mu\text{m}$ 로 증가함에 따라 박막센서의 응답시간은 17초에서 25초로 증가하였다. 또한 박막의 두께가  $1\mu\text{m}$ 에서  $4\mu\text{m}$ 로 증가함에 따라 응답시간은 짧아졌다. 이는 증착된 박막의 비표면적이 감소한 결과로 생각된다. Pyrex glass(두께  $150\mu\text{m}$ )를 substrate로 사용한 1~4  $\mu\text{m}$ 의 두께를 갖는 온도센서의 경우 온도차 0~30°C에서 각각 35초~18초의 응답시간을 보였다.

### 4. 참고문헌

- 1) 김일호, 이동희, 한국진공학회지 3, 309 (1994)
- 2) 이상엽, "열전 Cu/Constantan 박막의 열전현상 및 전자기동특성에 관한 연구", 연세대학교 박사학위논문 (1990)
- 3) Il-Ho Kim and Dong-Hi Lee, Proc. 12th ICT 328 (1993)
- 4) A. W. Van Herwaarden et al., Sensors and Actuators A21, 621 (1989)