

## Bi와 Te 합금결정의 순도 변화에 대한 전기적 특성과 냉각효과에 관한 연구 (제1보)

방사선과 전임강사 류 영 래

### I. 서 론

현재 사용하고 있는 각종 냉각장치의 원리는 기체압축식<sup>1</sup>이므로 냉각시키려고 하는 공간의 용적이 적을 때는 기계적 효율이 저하될 뿐 아니라 정확한 항온 극부냉각 가열등을 임의로 조작할 수 없는 결함이 있어 이를 충족시키는 냉각 소자를 연구해 보기 위하여 열전대의 가역적인 원리를 이용해서 두 금속을 결합시켜 전류를 흐르게 하여 저온을 얻으려고 실험해 보았으나 일반금속에서는 전기전도도가 크고 열전도도가 커서 온도차를 얻기 어려웠다.

그러므로 반도체의 전기적 특성을<sup>2,3</sup> 이용하면 양질의 냉각소자를 얻을 수 있지 않을까 하여 반도체 중에서도 특히 열기전능이 큰 Bi, Te을 선택하여 각각의 질량과 순도를 변화시켜 가면서 합금 결정체를 만들고 비저항과 열기전능을 비교 검토하여 양질의 냉각소자를 얻고자 실험한 바가 있어 이에 보고하는 바이다.

### II. 실험재료 및 방법

#### 1. 실험재료

본 연구에 사용된 재료는 日本高純度化學의 순도 99.9%, 99.99%, 99.999%의 Te과 Bi를 구입 사용하였으며 日本島津科學機器株式會社製의 成長炉와 電氣炉를 사용하였다.

#### 2. 시료제작

Fig. 1과 같이 전기로속에 7자형 석영관을 넣고 Bi Te의 순도가 99.9%, 99.99%, 99.999%의 3종류의 재료를 Bi<sub>1</sub>Te<sub>1</sub>, Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>, Bi<sub>3</sub>Te<sub>2</sub>의 질량 비율에 의하여 칭칭에 달아 석영관에 넣고 진공펌프로 의하여 석영관내를 진공으로 만든 다음 850°C로 가열 용해한 다음 물속에 넣어 급 냉각하였으며 Fig. 2와 같이 결정을 성장시키기 위해 heater를 사용하여 약 800°C로 가열한 다음 서서히 냉각시켰다.

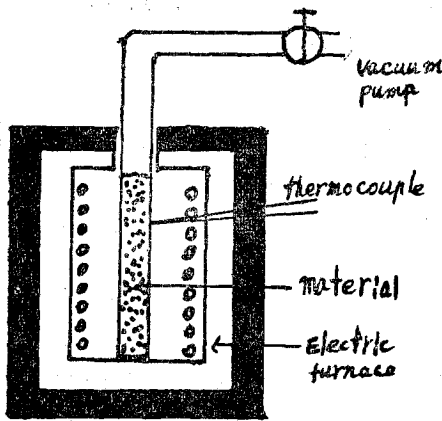


Fig. 1. Dissolvent furnace

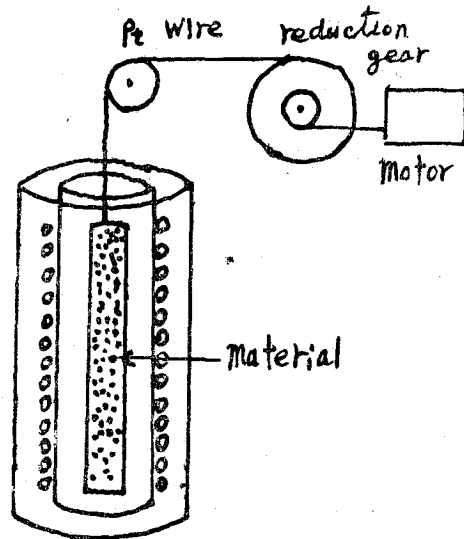


Fig. 2. Crystal growth furnace

3. 열전대에 전류를 통한 온도차 실험

온도차가 있을 때 열전대에 전류가 흐른다. 그러므로 그 회로에 전류를 흘려주면 온도차가 생긴다.<sup>4</sup> 이와 같은 원리를 이용하여 구리와 콘스탄탄을 접촉하고 전류를 흐르게 하면서 온도차를 측정하였다. 그 결과 고온부가 30°C(온도차)일 때 1.19mv의 기전력이 생겼다. 이 열전대에 1.189mv의 기전력을 생기게 하려면 온도차는 29.7°C가 된다. 30°C-29.7°C=0.3°C의 온도차가 생겼으나 곧 처음 고온도 30°C로 되었다.

4. Bi, Ti 합금 결정체의 전기적 특성 실험

열기전능이 크고 비저항이 적으며 열전도도가 적어야 냉각 효과가 크기 때문에<sup>4,5</sup> 이 조건을 만족시켜 주는 시료를 발견하기 위하여 앞서 제작한 여러 시료의 전기적 특성을 조사하였다.

비저항의 측정; 칩전극의 간격을 1cm로 조절하고 시료 끝에서부터 차례로 칩전극을 이동시키면서 전압을 측정하여 비저항을 구하였다.<sup>4</sup>

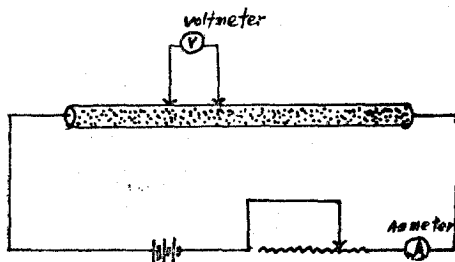


Fig. 3. Determination of specific resistance.

$$P = \frac{V}{i} \cdot \frac{S}{l} (\Omega cm)$$

V: 전압

i: 전류

S: 시료의 단면적  
 l: 길이  
 $\rho$ : 비저항

열기전능의 측정; 피측정물 양단에 온도차를 만들고 열전대 1,2와 미소전압계로 열기전능을 측정하였다.

$$\alpha = \frac{V}{T} \text{ (V/}^\circ\text{C)} \quad Z = \frac{\alpha^2}{\rho k}$$

$\alpha$ : 열기전능      Z: 성능지수  
 V: 전압           $\alpha$ : 열기전능(V/°C)  
 T: 온도차         $\rho$ : 비저항( $\Omega \cdot \text{cm}$ )  
                     k: 열전도도( $\text{w/cm}^\circ\text{C}$ )

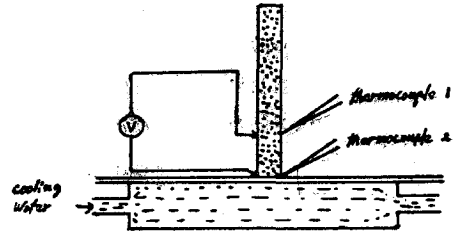


Fig. 4. Determination of electromotive force and temperature.

### III. 결과 및 고찰

이상의 실험결과 Fig. 5, Fig. 6에서는 Bi와 Te의 질량을 1:1로 했을 때의 비저항과 열기전능의 변화를 보여주고 있는데 시료의 순도가 높을 수록 성능지수가 큼을 보여주고 있다. Fig. 7과 Fig. 8은 시료 Bi Te의 비를 2:3으로 했을 때의 전기적 특성을 보여주고 있다. 시료의 질량비를 1:1로 했을 때 보다 비저항이 적으며 기전능이 큼을 알 수 있다. 그러므로 성능지수가 Fig. 5, Fig. 6에 비해서 월등히 큼을 알 수 있다. Fig. 9, Fig. 10에서는 시료(Bi Te)의 비를 3:2로 했을 때인데 비저항과 열기전능의 변화는 Fig. 7, Fig. 8과 별 차이는 없으나 결정성장 방향의 전기적 성질이 균일하지 못함을 알 수 있다.

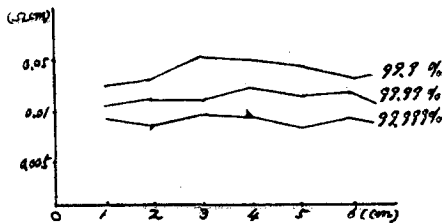


Fig. 5. Length from the end of element device. Relation between purity of materials and specific resistance. (Bi<sub>1</sub> Te<sub>1</sub>)

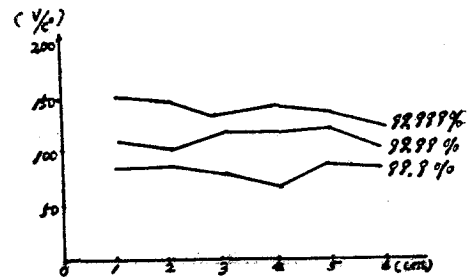


Fig. 6. Length from the end of element device. Relation between purity of materials and thermoelectromotive power. (Bi<sub>1</sub> Te<sub>1</sub>)

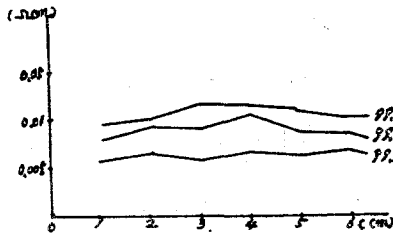


Fig. 7. Length from the end of element device. Relation between purity of materials and specific resistance. ( $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ )

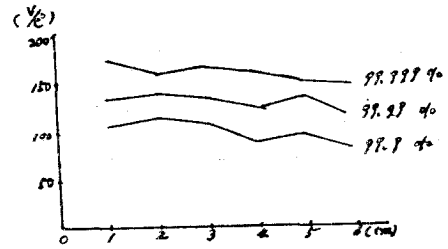


Fig. 8. Length from the element device. Relation between purity of materials and thermoelectromotive power. ( $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ )

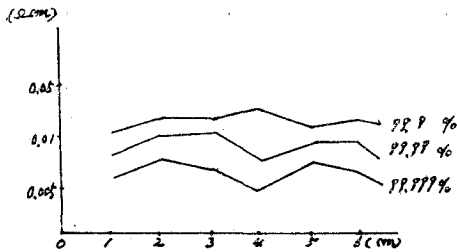


Fig. 9. Length from the end of element device. Relation between purity of materials and specific resistance. ( $\text{Bi}_3\text{Te}_5$ )

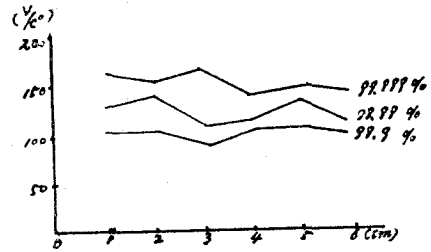


Fig. 10. Length from the end of element device. Relation between purity of materials and thermoelectromotive power. ( $\text{Bi}_3\text{Te}_5$ )

#### IV. 결 론

본 실험을 통해서  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ 의 순도와 질량 변화에 의한 합금결정체의 전기적 특성 변화를 알아 본 결과 순도가 높을 수록 열기전능이 크고 비저항이 작으며 결정성장 방향의 전기적 성질이 균일하였다. 그러므로 재료는 순도가 높은 것을 사용해야 하며 Bi와 Te의 질량의 비는 2:3 정도가 냉각 효율을 높이는데 이상적임을 알 수 있다.

#### 參 考 文 獻

1. Thermo-Electric Heating and cooling, シャープ株式會社 産業情報處理課(1974).
2. 川上正光: 光熱歪半導體素子とその使い方 p.182. 共立出版(1974).
3. 川上正光: ダイオードとその回路 p.230. 共立出版(1974).
4. 成百能: 基礎物理學 p.405, 二友出版社(1980).
5. 芝龜吉: 熱力學 p.174, 岩波全書 124(1958).

## Study on the Electric characteristic and cooling effect for the purity change of Alloy crystal of Bi and Te. ( I )

Young-Rae Ryu

*Dept of Radiological Technology,  
Gwang-Ju Health Junior College.*

### >Abstract<

To obtain the cooling elemental devices of good quality, author changed mass and purity of Bi and Te, and made Alloy Crystal, and examined the electric characteristic, and obtained the results as follows.

1. The higher purity of Bi and Te were, the larger thermoelectromotive power, and the smaller specific resistance, and electric property of crystal growth direction was equal.

2. When the mass ratio of Bi and Te is two to three, it is the most desirable in raising the cooling efficiency.