

HgTe/CdTe 초격자 내에서의 Hg의 비선형 확산

허유범, 한명수, 임재현, 백운형, 강태위, 김홍국*, 김재복*, 최종범**, 유건호***

동국대학교 물리학과, 서울 100-715, *국방과학연구소, 대전 305-600

충북대학교 물리학과, 충북 청주 360-763, *경희대학교 물리학과, 서울 130-701

I. 서론

Hg-based heterojunction은 1-5 μ m 적외선영역을 갖는 광전자응용에 있어서 매우 유용하다⁽³⁾. 그러나, Hg의 높은 증기압으로 인해 HgTe와 CdTe의 계면이 급준하게 접합되지 않는다. 또한, 낮은 온도에서도 Hg 확산이 나타나 graded 접합이 되기 쉽다. 많은 사람들이 급준한 접합의 이중구조를 성장하기 위해 많은 노력을 기울여 왔으나, 성장을 하는 당사자에게는 만족스럽지 못해왔다. 이에 확산에 대한 연구를 시작하여, 그에 따른 확산 효과를 고려해왔다.

II. 실험

본 연구에 사용된 시료는 CdZnTe기판위에 MBE 방법으로 성장된 HgTe/CdTe 초격자이다. CdZnTe기판은 TCE, Acceton, Methanol의 순서로 Cleaning되었으며, 0.5% Bromine용액에 30초간 식각되었다. 기판을 물리블록에 장착한 후, MBE chamber내로 이송되어, Te 분위기에서 기판온도 360 $^{\circ}$ C로 기판위의 산화막을 제거한 후, 기판온도 190 $^{\circ}$ C에서 50주기의 초격자 HgTe/CdTe(100 \AA /100 \AA)를 성장하였다. 시료는 질소분위기에서 열처리되었으며, 190 $^{\circ}$ C, 200 $^{\circ}$ C, 220 $^{\circ}$ C에서 각각 시간에따라 수행되었다. 열처리된 시료를 DCXD측정하였다. 같은 방법으로 성장된 또다른 시료를 190 $^{\circ}$ C에서 30분간 열처리한 후, SIMS측정하였다.

III. 결과 및 고찰

본연구에서는 저온에서의 Hg 확산에 대하여 조사하였으며, 엔트로피의 변화량이 $S < 0$ 라는 사실로부터, Hg가 주로 Interstitial mechanism으로 확산하고 있음을 나타낸다. 이러한 Hg의 Interstitial 확산을 뒷받침해주는 결과를 엔탈피의 변화량으로부터 얻을 수 있는데, 엔탈피의 변화량 $H (= 0.94 \pm 0.271 \text{ [eV]})$ 는 매우 큰 값이며, 이는 빠른 확산을 나타낸다. 일반적으로 Interstitial 확산이 Vacancy 확산보다 빠른 것으로 알려져 있으므로⁽¹⁾, Hg가 Interstitial 확산하고 있다는 사실을 더욱 확실히 해준다. 또한, Hg는 결정내에서 확산온도가 작아지면, Vacancy 확산에서 Interstitial 확산으로 바뀌는 것으로 알려져있다⁽²⁾. 이러한 사실과 잘 일치하고 있음을 알 수 있다.

또한, Hg는 저온(190 $^{\circ}$ C)에서 비선형 확산하는 것으로 알려져 있는데, 즉, Fick의 제 2법칙으로부터 유도된, $\frac{\partial C}{\partial t} = D_0(T) e^{\alpha C} \left[\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \alpha(T) \left[\frac{\partial C}{\partial x} \right]^2 \right]$ 을 따르는 것이다. 이에 대

한 분석으로 Boltzmann-Matano Analysis를 사용하였으며, 그림2에서와 같이, 실험결과와 fitting결과와 잘 일치하고 있음을 알 수 있었다. 보고된 것과 본 연구에서 구한 값을 비교해보면, $\alpha(T)=7.1$ 로 큰 값이며,
 $D_0(T)=3.378 \times 10^{-19} [cm^2/sec]$ 는 일치함을 알 수 있다.

참고문헌

- (1) Y. Kim, A. Ourmazd, M. Bode, and R. D. Feldman, Phys. Rev. Lett. **63**, 636(1989).
- (2) M-F. S. Tang and D. A. Stevenson, Appl. Phys. Lett. **50**, 1272 (1987).
- (3) A. Tardot, A. Hamoudi, N. Magnea, P. Gentile, and J. L. Pautrat, Appl. Phys. Lett. **62** (20), 17 (1993).

그림 1

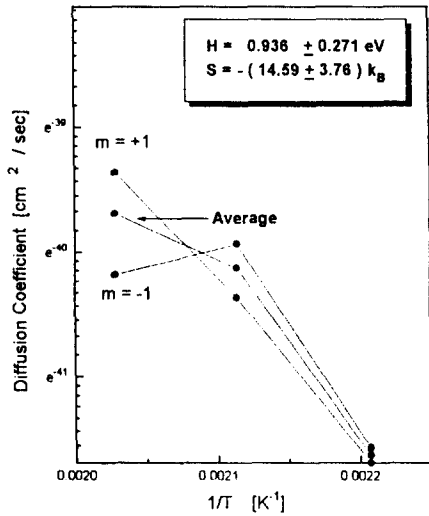


그림 2

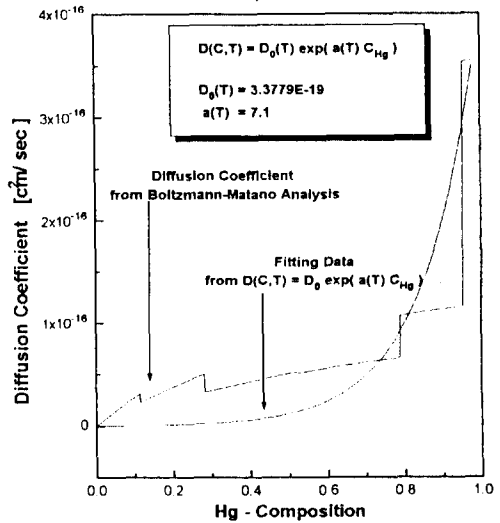


그림 1. Diffusion Coefficient of Hg versus $1/T$ & the values of parameters was calculated.

그림 2. Diffusion Coefficient of Hg versus Hg composition & the values of parameters was calculated.