

As을 이용한 HgCdTe의 도핑 특성 연구

임재현, 한명수, 허유범, 백운형, 강태원, 정용택*, 김홍국*, 김재목*, 한정환**

동국대학교 물리학과, 서울 100-715

* 국방과학연구소 제4연구개발본부 5부 1실, 대전 305-600

** 세종대학교 물리학과, 서울 133-747

I. 서론

MBE법으로 HgCdTe박막을 성장 할 때 주요한 문제점은 안정된 p형 substitutional 도핑이 되지 않는다는 점이다. 불순물 주입에 의해 HgCdTe의 전기적 특성을 조절하는 것은 현재 가장 관심 있는 분야인 in situ로 p-n접합 혹은 p-on-n 이중 접합에 기초한 적외선 탐지기 제작에서 필수적이라 할 수 있다. Boukerche 등은[1] 최근 p-type 도판트로서 I 족 원소(Li, Ag, Na)과 V족 원소(Sb, As)를 사용하여 문제점들을 제시하였다. 그런데 이러한 원소들은 HgCdTe내에서 안정된 p-형 도판트로 알맞은 원소가 존재하지 않는다. I 족 원소들은 확산속도가 매우 크므로 안정되지 못하다고 보고되었으며 V족 원소들은 양쪽성으로 작용하여 종종 MBE 성장중 Hg-결핍 상태 성장 조건으로 인해 n형 물질을 만들어낸다.

Han 등은 이러한 문제점들의 대안으로 photoassisted MBE 방법[2]으로 변조 도핑을 하여 전기적으로 안정되고 결정성이 우수한 p-type HgCdTe를 성장한 바 있다.[3]

또한 Hwang 등은 HgTe-CdTe 초격자 내에 변조도핑을 시도하여 안정된 p-형 도핑을 얻었다[4]. 이러한 방법들은 photoassisted MBE법을 이용한 저온성장이 그 특징이며 경계면이 급준한 p-n 접합에 유리한 점을 갖고 있다. 그러므로 안정된 p형 HgCdTe박막을 얻기 위해 p형 CdTe층과 HgCdTe는 적외선 탐지기 제작에 필수적인 조건이라 하겠다.

본 연구에서는 As을 p형 도판트로 하여 HgCdTe박막을 MBE법으로 성장하였으며 그 전기적 광학적 특성을 조사하였다.

II. 실험 장치 및 방법

본 실험에서 HgCdTe는 Riber 32P MBE system 을 이용하여 성장하였으며, 시료 준비는 우선 반절연성 CdZnTe(211)B 기판을 사용하여 세척과 예칭과정을 기친 후 로딩 chamber에 장착하였으며, 성장에 앞서 산화막을 제거하고 기판온도 190°C에서 약 3~4 μ m의 두께로 HgCdTe를 성장하였다.

As 도핑된 HgCdTe 박막은 갖 성장된 시료와 열처리된 시료의 전기적 특성을 Hall측정으로 조사하였으며, 도핑 농도를 SIMS 분석을 통해 조사하였다.

III. 결과 및 논의

갓 성장된 HgCdTe:As 박막의 결정성을 알아보기 위하여 DCXD를 측정한 결과 planar 도핑한 시료의 경우 약 34 arcsec 정도의 반치폭을 보이는 것으로 보아 결정성이 결정성이 매우 우수함을 알 수 있었으며, 일반적 도핑법에 의한 HgCdTe 박막은 약 70 arcsec 정도이지만 planar 도핑으로 더 우수한 결정성을 얻었다.

갓 성장된 HgCdTe:As 박막의 Hall 측정결과 As을 약 1×10^{18} atoms/cm³으로 도핑하였을 때 as-grown n-형으로 활성화 되지 않았다. 이 시료를 As활성화 열처리를 430°C에서 10분간 한 결과, 전도형은 p형으로 나타났으며, 운반자 농도는 2×10^{17} cm⁻³으로 전형적인 p-형 HgCdTe를 얻었다.

As-grown As 도핑된 HgCdTe박막의 활성화를 증대시키기 위해 planar 도핑된 HgCdTe박막을 성장하여 77K에서 Hall효과 측정을 하여 보았다. 측정 결과 planar 도핑을 한 경우 갓 성장된 시료에서도 p형이 나타남을 볼수 있었다. 이러한 결과는 MBE 성장 온도에서도 As이 효과적으로 활성화 됨을 의미한다.

참 고 문 헌

- [1] M. Boukerche, P. S. Wijewarnasuriya, S. Sivananthan, I. K. Sou, Y. J. Kim, K. K. Mahavadi, and J. P. Faurie, J. Vac. Sci. Technol. A6, 2830(1988).
- [2] R. N. Bicknell, N. C. Giles, and J. F. Schetzina, Appl. Phys. Lett. 49, 1095(1986).
- [3] Jeong W. Han, S. Hwang, Y. Lansari, R. L. Harper, Z. Yong, N. C. Giles, J. W. Cook, Jr. and J. F. Schetzina, J. Vac. Sci. Technol. A7, 305(1989).
- [4] S. Hwang, Y. Lansari, Z. Yang, J. W. Cook, Jr., and J. F. Schetzina, J. Vac. Sci. Technol. B9, 1799(1991).

* 본 연구는 1996년도 ADD 및 한국과학재단의 지원 하에 이루어졌음.