

## CdTe 표면의 산화과정의 초기 단계

김형도 · 오세정

서울대학교 자연과학대학 물리학과

화합물 반도체 CdTe 표면의 산화과정은, 화합물 반도체의 이온결합도에 따른 성질과 적외선 검출장치의 소재로 쓰이는  $Hg_{1-x}Cd_xTe$ 의 성질 연구를 위한 기초로서 연구가 되어 왔다. 여기서는 Te  $3d_{5/2}$ , Cd  $3d_{5/2}$ , O  $1s$ , Cd MNN 오제 피크의 XPS 스펙트럼으로부터 산화과정의 초기 단계에 대한 분석을 하였다.

$6 \times 7 \text{ mm}^2$ 의 단면적을 가지는 CdTe 직각형 막대를 시료준비실(SPC)에서 절개하여, SPC에서  $10^4$ ,  $10^5$ ,  $10^6$  L의 산소를 흘려주고, 시료분석실(SAC)에서 1253.6 eV의 에너지를 가지는 Mg K $\alpha$  선을 사용하여 XPS 스펙트럼을 각각 얻었으나, 큰 변화가 없었다. 이를 다시 SAC에서  $10^3$ ,  $10^4$ ,  $5 \times 10^4$ ,  $10^5$  L의 산소를 흘려주면서 XPS 스펙트럼을 얻었다. 이 때 산소분자는 이온게이지에 의해 여기되어 산화과정을 활성화시킨다고 알려져 있다.

그 결과, Te  $3d_{5/2}$  스펙트럼에서 3.65 eV의 뚜렷한 화학적 이동을 보이는 산화물 피크가 나타났다. Te  $5s_{1/2}$ 의 덩어리 피크는 선풍이 산소의 노출에 따라 변함을 볼 수 있는데, 이를 곡선 맞추기에 의해 분석해 보면, 버트니스(Bertness) 등의 GaAs (110) 표면의 산화과정 실험<sup>[1]</sup>과 같은 결과를 짐을 알 수 있다.

Cd  $3d_{5/2}$  스펙트럼은 큰 변화를 보이지 않으나 각각의 스펙트럼의 차이 곡선을 보면 Te  $3d_{5/2}$  덩어리 피크의 변화 양상과 비슷한 결과를 짐을 알 수 있다. 또한 Cd MNN 오제 피크를 보면 Cd 원자가 산화물의 형성에 기여하고 있음을 알 수 있다.

O  $1s$  스펙트럼은 여러 성분의 산소에 의한 피크들로 이루어져 있다. 여기서 반도체 산화물에 의한 성분을 뽑아내어 그 크기를 Te  $3d_{5/2}$  산화물 피크의 크기와 비교하면 Te 원자와 결합하고 있는 산소원자의 갯수를 어림할 수 있고,<sup>[2]</sup> 이로부터 산소원자 2개 정도가 Te 원자 1개와 결합하고 있음을 알 수 있다.

다음에는 CdTe 시료를 실험장치에서 꺼내 표면을 사포로 밀고 메탄올로 표면을 깨끗이 한 다음, SPC에서 2 keV의 Ar<sup>+</sup> 이온으로 스퍼터링하여 표면에 붙어 있는 산소나 다른 불순물들을 제거하여 깨끗한 표면을 얻은 후, 이 시료를 공기 중에 꺼내 1, 3, 7 일간 방치하면서 각각 XPS 스펙트럼을 얻어서 여기되지 않은 산소에 의한 산화과정을 살펴보았다. 그 결과, 원소의 화학결합 상태등은 여기된 산소에 의한 산화과정과 거의 비슷하게 관측되었다.

Te  $3d_{5/2}$  스펙트럼에서 산화물과 산화가 안된 덩어리 피크의 크기를 비교하면, 산화물의 두께를 알 수 있는데, 7일간 방치된 표면의 경우 약 6 Å 정도의 두께를 갖는 산화물이 형성되었다. 이로부터 접촉계수를 어림하면  $10^{-13}$  정도가 되고 GaAs 보다 산화가 매우 늦게 진행됨을 알 수 있다.<sup>[1,3]</sup>

이상의 결과에서 CdTe (110) 표면의 산화과정의 초기 단계에 대하여 다음과 같은 사실을 알 수 있다. 먼저, 산소는 Te 원자 1개 당 2개가 결합하여 Te 원자는 +4가의 이온이 된다. 그러나, 이 산화물은 TeO<sub>2</sub>와 같은 상을 가지고 있지는 않으며, 이 산화물에 CdTe 반도체의 Cd 원자가 결합되어 있다.

[1] K. A. Bertness, J.-J. Yeh, D. J. Friedman, P. H. Mahowald, A. K. Wahi, T. Kendelewicz, I. Lindau, and W. E. Spicer, Phys. Rev. B38, 5406 (1988).

[2] *Practical Surface Analysis by Auger and X-Ray Photoelectron Spectroscopy*, ed. by D. Briggs and M. P. Seah, John Wiley & Sons (1983).

[3] C. Y. Su, I. Lindau, P. W. Chye, P. R. Skeath, and W. E. Spicer, Phys. Rev. B25, 4045 (1982).