

승화법에 의한 CdS_{0.69}Se_{0.31} 단결정 성장과 특성

홍광준*, 유상하**, 김장복*

***조선대학교 자연학대학 물리학과

Growth and Characteristics for CdS_{0.69}Se_{0.31} single crystal by sublimation method

Kwang-Joon Hong*, Sang-Ha You**, Jang-Bok Kim*

*** Department of Physics, Chosun University

Abstract: CdS_{0.69}Se_{0.31} single crystal grown by sublimation method. Hall effect measurement were carried out by the Van der Pauw method. The measurement values under the temperature were found to be carrier density $n = 1.95 \times 10^{23} \text{m}^{-3}$, Hall coefficient $R_H = -3.21 \times 10^{-5} \text{m}^3/\text{c}$, conductivity $\sigma = 362.41 \Omega^{-1} \text{m}^{-1}$, and Hall mobility $\mu = 1.16 \times 10^{-2} \text{m}^2/\text{v.s}$

1. 서 론

1839년 E.Becquerel^[1]에 의해서 태양전지의 기능이 광기전력 효과에 의한다는 것이 보고되고, 1876년에 W.G.Adams^[2] 등에 의해 selenium에서 그 효과를 발견한 후, 1954년 D.M.Chapin^[3] 등에 의해서 silicon p-n 접합에 의해 최초로 태양전지가 만들어졌다. 본 연구에서는 승화방법으로 CdS_{0.69}Se_{0.31} 단결정을 성장시켜서 Laue 배면 반사법으로 단결정임을 확인하고, X-ray diffraction으로 결정 구조 및 격자 상수를 구하였으며, Van der Pauw 방법으로 Hall effect를 측정하여 비저항, mobility, carrier density에 대해 조사하였다.

2. 실험

승화방법에 의한 CdS_{0.69}Se_{0.31} 단결정 성장은 그림 1과 같이 전기로에 온도 구배를 주어 고온부 growth 부분의 온도를 1045°C, source 부분의 온도를 1065°C로 하였으며 저온부의 selenium reservoir의 온도를 450°C로 하였다. 먼저 ampoule의 source 부분을 1000°C, growth 부분은 1065°C에 놓아 24시간 가열한 뒤 2.7°C/hr로 7cm를 24시간 끌어 당겨 성장을 위한 온도인 source 부분을 1065°C에 growth 부분을 1045°C가 되게 하였다. 이때 reservoir 온도는 450°C이다. 이러한 온도에서 감속 gear를 이용하여 4cm는 0.14mm/hr로 288시간 동안 끌어당겨서 결정을 성장한 후, 다시 15°C/hr로 5cm를 24시간 끌어 올리고 전원을 끈다음 24시간 후 ampoule를 꺼냈다. CdS_{0.69}Se_{0.31} 단결정의 크기는 높이 19.5mm, 밑면 16mm인 원추형을 이루었으며 표면은 광택이 났다.

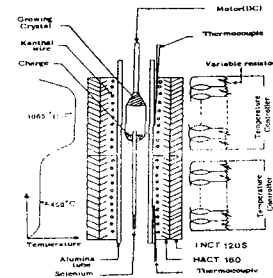


Fig. 1. Experimental arrangement for CdS_{0.69}Se_{0.31} single crystal grown by sublimation method.

3. 실험 및 고찰

3-1 CdS_{0.69}Se_{0.31} 단결정 구조

수직 2단 전기로에서 승화 방법으로 성장한 CdS_{0.69}Se_{0.31}를 boule의 길이 방향에 수직으로 자른 시편의 Laue 사진은 그림 2와 같다. 그림 2에서 확인한 결과 (0001)면으로 되어 있어 boule의 길이 방향이 CdS_{0.69}Se_{0.31} 단결정의 C축으로 성장되었음을 알 수 있었다. 단결정의 분말법을 이용한 X-ray 회절도의 (hkil)값들로부터 CdS_{0.69}Se_{0.31} 단결정의 격자상수는 외삽법으로 구하였으며 그 결과는 $a_0=4.2388 \text{ \AA}$, $c_0=6.8957 \text{ \AA}$ 임을 알 수 있었다.

3-2. Hall effect

승화방법으로 성장한 CdS_{0.69}Se_{0.31} 단결정을 열처리하지 않고 Van der Pauw^[10,11] 방법으로 293K에서 33K까지 온도를 변화시키면서 Hall effect를 측정한 Hall data에서 mobility μ 값은 그림 3과 같다. 그림 2에서 mobility는 293K에서 100K까지는 격자

산란(lattice scattering)에 기인하고 있으며, 100K에서 33K까지는 불순물에 의한 산란 (impurity scattering)에 의존하고 있음을 알 수 있었다.

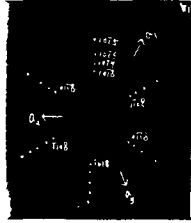


Fig. 2. Back-reflection Laue patterns corresponding to the (0001) planes.

그림 4의 Carrier density는 온도 $1/T$ 에 대한 음의 지수 형태에 따라 변하고 있으며, 이 때 온도 역수에 대한 n 값은 그림 4와 같다. 활성화 에너지 E_d 는 $\log n$ 과 온도 $1/T$ 에 따른 기울기로부터 구한 결과 0.031eV였다. 또한 Hall 계수는 음의 값을 갖기 때문에 $CdS_{0.69}Se_{0.31}$ 단결정이 n-type으로 성장되었음을 알 수 있었다.

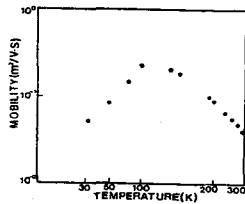


Fig. 3. Variation of mobility with temperature in $CdS_{0.69}Se_{0.31}$ single crystal grown by sublimation method.

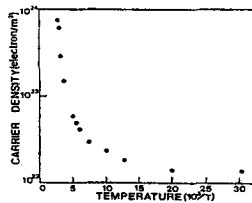


Fig. 4. Variation of carrier density with temperature in $CdS_{0.69}Se_{0.31}$ crystal grown by sublimation method.

4. 결 론

승화방법으로 성장한 $CdS_{0.69}Se_{0.31}$ 단결정을 외삽법으로 구한 격자 상수는 $a_0=4.2388 \text{ \AA}$, $c_0=6.8957 \text{ \AA}$ 이었다. EDS로 구한 $CdS_{1-x}Se_x$ 결정계의 화학적 조성 성분비 X 는 0.3으로 $CdS_{0.69}Se_{0.31}$ 이었다. $CdS_{0.69}Se_{0.31}$ 단결정의 Hall

effect를 293K에서 33K까지 온도변화를 주면서 측정한 결과, 상온에서 carrier density n 은 $1.95 \times 10^{23} \text{ m}^{-3}$, Hall coefficient R_H 는 $-3.21 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{c}$, conductivity σ 는 $362.41 \Omega^{-1} \text{ m}^{-1}$, Hall mobility μ 는 $1.16 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{v.s}$ 였다.

참고문헌

1. Martin A.Green, Solar cell. (Trentice-Hall, Inc.1982), p2