

# 산화인듐 박막의 전기 및 광학적 성질

최명진, 김도우, 정진원, 왕진석

충남대학교 전자공학과

## I. 서론

투명전도성 산화인듐( $\text{In}_2\text{O}_3$ ) 박막을 활성화 반응성 증착법(Activated Reactive Evaporation method)으로 성장시켜 그 특성을 조사하였다. 활성화 반응성 증착법은 반응가스와 금속을 기상화시켜 플라즈마 상태에서 박막을 증착하는 방법이다.<sup>1)</sup> 산화인듐은 직접천이형 n형 반도체로서 상온에서 금지대폭이 3.35eV, 비저항  $10^{-4}\Omega\cdot\text{cm}$ , 이동도  $18\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ 의 특성과 체심입방 구조를 갖는다. 본 연구에 사용한 기판은 적외선 특성을 보기 위하여 KBr기판을 제작하여 사용하였고 가시광선, 자외선 투과특성은 Silica glass 기판을 사용하였으며 기판을 가열하지 않고 박막을 성장시켰다.

## II. 실험방법

반응가스는 Ar과  $\text{O}_2$ 를 사용하였고 In(Johnson Matthey,  $\phi$  0.5mm, 10mm)은 Mo boat를 가열하여 증발시켰다. 플라즈마 및 반응물질의 활성화를 위한 열전자 방출 필라멘트 thoriated tungsten wire를 사용하였고, 양극과 음극사이는 80Vac, 증발원과 기판사이의 거리는 110mm로 고정하여 플라즈마 전류를 0.3A로 유지시켰으며 박막증착시 반응챔버는  $10^{-3}\text{Torr}$ 였다. KBr기판은 두께가 약 0.1mm로 양면이 거울면이 되도록 만들었으며 흡습성 배제를 위하여 Silica gel이 있는 병에 보관 사용하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 광학적 특성

적외선 투과 특성은 FT-IR Spectrophotometer(Perkin-Elmer 1600)로 측정하였다.  $10\mu\text{m}$ 에서 KBr에 증착된  $\text{In}_2\text{O}_3$  박막은 두께 713Å에서 85%, 890Å에서 35%정도의 투과특성을 나타냈으며  $100^\circ\text{C}$  이상 열처리시 투과특성이 향상되었다.

가시광선 및 적외선 투과측정은 UV-VIS Spectrophotometer(Varian DMS 2000)을 사용하였

다. 가시광선 투과율은 80%이상이므로 양호하였으나 자외선 영역중 약 370nm에서부터 파장이 짧아질수록 급격히 투과도가 감소하였다. 이는  $\text{In}_2\text{O}_3$ 의 기초 흡수단에 의한 흡수로 판단된다.

## 2. 전기적 특성

Van der Pauw 방법을 이용한 Hall effect measurement system (Bio-Rad, HL 5200)으로 비저항, 이동도 및 전하 운반자 농도를 측정하였다. Hall효과 측정시 전극은 Au wire ( $\phi$  2mil)을 Ag paste로 부착하였고 Ohmic contact은 잘 형성되었다. 기판을 가열하지 않은 상태로  $\text{In}_2\text{O}_3$  박막성장시 이동도는  $23\text{Cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ 로 보고된 값<sup>2)</sup>보다 우수하였다. 또한 비저항은  $1.7 \times 10^{-3} - 7.9 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ 의 값을 나타냈다.

## 3. XRD 분석

X-ray diffractometer (Jeol JDX-8030)를 사용하여 박막결정을 관찰한 결과, 성장된 박막은 비정질 상태였고, 150°C 이상 열처리시 결정화가 이루어졌으며 450°C, 30분 열처리시 결정상태가 양호하였다.

## IV. 결론

활성화 반응성 증착법으로 산화 인듐의 투명전도박막을 얻을 수 있었다. 이러한 박막은 비저항이 약  $10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ , 이동도가  $23\text{Cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ 인 n형 반도체이고 가시광선 및 적외선 투과특성은 양호하였으며 자외선 영역의 흡수특성에 의한 에너지 band gap은 3.35 eV였다. 특히 KBr 기판을 사용하여 박막의 적외선 투과특성을 관찰할 수 있었다. 기판을 가열하지 않은 상태로 박막성장시는 비정질 상태였으나 열처리 온도 및 시간에 따라 grain의 크기가 커져 산화 인듐의 뚜렷한 X선 회절 패턴을 관찰할 수 있었다.

## 참고문헌

1. R.F.Bunshah, Deposition Technologies for films and coatings, New Jersey, Noyer publication, p17 (1982)
2. W.S.Lau and S.J.Fonash, Engineering Science program, penn.st. Univ. Oct. 9, p117 (1985)