

# 패드 컨디셔닝 온도 변화가 ITO 박막의 전기적·광학적 특성에 미치는 영향

최권우\*, 서용진\*\*, 이우선\*

\*조선대학교 전기공학과, \*\*대불대학교 전기공학과

## Electrical and Optical Properties of ITO Thin Film with a Control of Temperature in Pad Conditioning Process

\*Gwon-Woo Choi, \*\*Yong-Jin Seo, \*Woo-Sun Lee  
\*Chosun University, \*\*Daebul University

**Abstract** : Indium tin oxide (ITO) thin film was polished by chemical mechanical polishing (CMP) immediately after pad conditioning with the various conditioning temperatures by control of de-ionized water (DIW). Light transparent efficiency of ITO thin film was improved after CMP process after pad conditioning at the high temperature because the surface morphology was smoother by soften polishing pad and decreased particle size.

**Key Words** : ITO, CMP, Pad conditioning, Light transparent efficiency.

### 1. 서 론

가시광(약 380~760nm의 파장영역)에 대해 광투과도가 크고, 투명하며 더욱이 전기 전도도가 큰 박막을 투명전도박막이라고 부르고 있다. 구체적으로는 투과율이 약 80% 이상이고, 저항율이  $1 \times 10^{-2} \Omega\text{-cm}$  이하의 박막을 투명도전박막이라고 할 수 있다. 지금까지 개발된 재료 중 가장 우수한 물성을 나타내는 것은 ITO(Indium Tin Oxide)가 사용되고 있다. ITO는  $\text{In}_2\text{O}_3$ 에 5~10% 정도의  $\text{SnO}_2$ 가 포함된 화합물 반도체로서 LCD panel의 대형화, 칼라화, 고해상도화에 발맞춰 ITO막에 요구되는 제반 특성도 현저하게 엄격해지고 있다.[1,2] 본 연구에서는 DC magnetron sputtering을 이용하여 제작된 ITO 박막에 광역평탄화공정인 CMP 공정을 적용하여 보았다. CMP 공정 변수 중 하나인 패드 컨디셔닝에 주입되어지는 탈이온수(DIW)의 온도를 증가시켜 컨디셔닝 온도의 변화가 ITO 박막에 미치는 전기적·광학적 특성을 연구하였다.

### 2. 실험

본 실험에서는 DC magnetron sputtering을 이용하여 증착되어진 ITO/ $\text{SiO}_2$ /Glass 구조의 glass를 4인치 웨이퍼 크기로 절단하여 사용하였다. ITO의 두께는 1800 Å이었으며  $\text{SiO}_2$ 의 두께는 200 Å이었다. 이때  $\text{SiO}_2$ 는 확산방지막의 역할을 하며 ITO 박막의 면저항은  $12 \Omega/\square$ 이었다. 연마공정에 사용되어진 CMP는 고분자 물질계열의 패드위에 슬러리입자를 공급하고, 웨이퍼 캐리어에 하중을 가하며 웨이퍼의 표면을 연마하는 방법으로 가공물을 탄성패드에 누르면서 상대 운동시켜 가공물과 친화력이 우수한 부식액으로 화학적 제거를 함과 동시에 초마립자의 연마제로 기계적 제거를 하는 공정으로 G&P Technology사의 POLI-380을 사용하여 실험을 진행하였다. 연마공정 조건은 연마테이블 회전속도 60rpm, 슬러리 유속 100ml/min, 연마 시간 60초, 슬러리 주입온도 30°C, pressure 300g/cm로 고

정하고 패드 컨디셔닝시 주입되어지는 DIW 온도를 30, 45, 60, 75°C로 변화시켜 각각의 공정을 진행 후 광학적 특성과 전기적 특성을 측정하였다. CMP 공정 이후 ITO 박막의 광투과율 측정은 UV-Spectrophotometer (Varian Techtron Cary500)를 사용하여 200~800nm의 범위에서 측정을 하였다. 투과율은 공기에 대한 투과율의 비로서 표시하였다. 전기적인 특성은 Hall effect measurement를 이용하여 상온에서의 캐리어농도와 캐리어이동도를 구하였다. 이때 홀 측정용 시편은 박막을 1cm×1cm 크기의 정사각형으로 자르고 Ohmic성 접촉이 되도록 네 귀퉁이에 Indium을 부착하여 측정하였다. 표 1은 CMP에 적용된 공정조건을 요약한 것이며 CMP 후의 세정공정은 SC-1 용액을 이용하여 세정 후, 4분 동안 초음파세척을 하는 시퀀스를 적용하였다. DHF에 의한 세척은 불산에 의한 ITO박막의 식각을 방지하기 위해 세척공정에서 배제하였다.

표 1. CMP 장비의 공정 조건.

Table 1. Process condition of CMP equipment.

Slurry flow rate	100 ml/min
Head speed	60 rpm
Table speed	60 rpm
Polisher pressure	300 g/cm <sup>2</sup>
Pad width	16 inch
Polishing time	60 sec
Conditioning temperature	30, 45, 60, 75 °C

### 3. 결과 및 고찰

그림 1은 패드 컨디셔닝 온도가 증가하였을 때의 면저항의 변화를 나타내는 결과로서 온도가 증가함에 따라 면저항이 증가하는 경향을 보이고 있다. 일반적으로 ITO는 산소 결핍(oxygen deficiency)에 의한 n형 반도체이기 때문에 박막표면에 흡착된 산소에 의하여 전하 운반자의 농도

가 감소함에 따라 표면저항이 증가하지만 본 결과에서는 두께의 감소에 때문에 면저항이 증가되는 경향으로 해석된다.

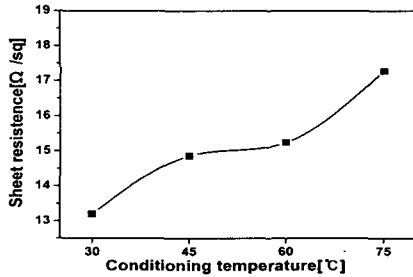


그림 1. 패드 컨디셔닝 온도에 따른 ITO박막의 면저항

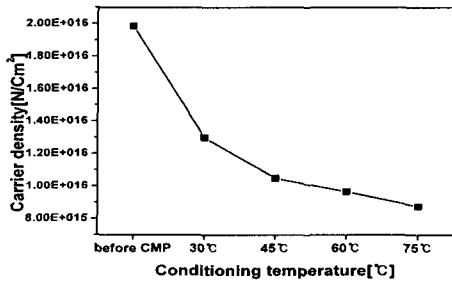


그림 2. 패드 컨디셔닝 온도에 따른 ITO박막의 캐리어 농도

그림 2는 패드 컨디셔닝의 온도와 박막의 캐리어농도의 관계를 나타내는 결과로서 온도가 증가함에 따라 캐리어 농도는 감소함을 보이고 있다. 이는 CMP 공정 중 사용되는 실리콘 슬러리의 화학적 성분과 공정 시에 발생하는 열에 의해 막 표면에서 산소의 화학적 흡수가 일어남에 따라 산소 carrier의 전자밀도가 감소하는 것으로 판단된다. 이러한 전자밀도의 감소는 박막의 투명성에도 영향을 미치는 것으로 보고 되어있다.[3]

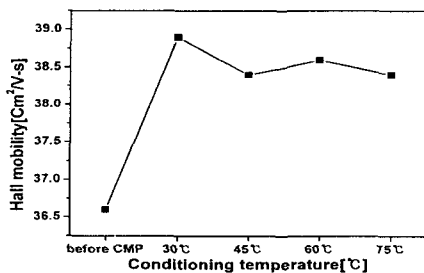


그림 3. 컨디셔닝 온도에 따른 ITO박막의 캐리어 이동도

그림 3은 패드 컨디셔닝 온도에 따른 ITO 박막의 캐리어 이동도를 나타낸 결과로서 CMP 전에 비해 CMP 공정을 실행한 후의 박막이 캐리어 이동도가 현저히 증가되었음을 알 수 있었다. 이는 연마가 진행됨에 따라 두께의 감소와 함께 표면의 그레인들이 평탄화됨에 따라 캐리어 이동도가 증가한 것으로 판단된다.

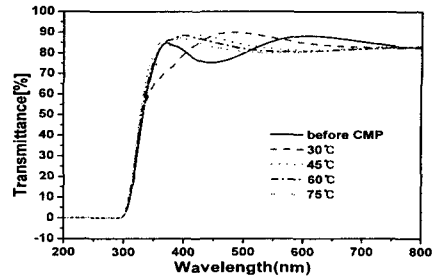


그림 4. 컨디셔닝 온도에 따른 ITO박막의 투과율

그림 4는 패드 컨디셔닝시의 각 온도조건에 따라 CMP 공정을 행한 후 각 박막의 광투과율을 측정된 그림으로서 CMP 전의 박막 투과율에 비하여 향상되어 있음을 보이고 있다. 연마율이 증가할수록 즉, 연마후의 두께가 감소할수록 투과율이 증가할 것이라는 예상과는 달리 각 온도 모두 비슷한 투과율 값을 보였다. 전자밀도와 투과도의 관계에 의하여 전자의 농도의 감소함에 따라 분산효과의 저하로 인해서 투과도가 증가 하는 것으로 판단된다.[3]

#### 4. 결론

본 논문에서는 CMP 공정의 패드 컨디셔닝시에 투입되는 DIW의 온도변화에 따른 ITO박막의 CMP 특성을 연구하였다. DIW의 온도가 증가함에 따라 두께의 감소에 의해 면저항은 증가를 하였다. 광투과율의 분석에서는 캐리어 농도의 감소에 의한 분산효과 감소에 의해 증가를 하였으나 각 온도에 대해서는 큰 변화를 보이지 않았다. 캐리어의 이동도는 CMP 공정에 의한 표면의 결정구조의 평탄화가 진행됨에 따라 증가하였다. 앞으로 ITO 박막의 전기적·광학적 특성 개선을 위한 CMP 공정의 적용이 기대되어진다.

#### 감사의 글

이 논문은 2004년도 학술진흥재단의 중점 연구소 지원에 의해서 연구되었음. (KRF-2004-005-D00007).

#### 참고 문헌

- [1] B.-S. Chiou, S.-T. Hsieh, and W.-F. Wu, "Deposition of indium tin oxide films on acrylic substrates by radio frequency magnetron sputtering", J. Am. Ceram. Soc., Vol. 77, p. 1740, 1994.
- [2] A.K. Kulkarni, K.H. Schulz, T.S. Lim, and M. Khan, "Electrical, optical and structural characteristics of indium-tin-oxide thin films deposited on glass and polymer substrates," Thin Solid Films, Vol. 270, p. 1,1997.
- [3] M. Higuchi, S. Uekusa, R. Nakano, and K. Yokogawa, "post-deposition annealing influence on sputtered indium tin oxide film characteristics", Jpn. J. Appl. Phys. Vol.33, p.302, 1994.