

Hexafluoroacetylacetone을 이용한 ZnO 박막의 식각 특성

Etching characteristics of ZnO thin films using Hexafluoroacetylacetone

*김동석¹, 박강일¹, 서성만¹, 안경준¹

*#D. S. Kim(dskim@sntek.com)¹, K. I. Park¹, S. M. Seo¹, K. J. Ahn¹

¹(주)에스엔텍

Key words : Hexafluoroacetylacetone, ZnO, Dry etching

1. 서론

디스플레이는 급속히 발전하는 정보화 시대에 따라 대면적, 고화질, 경량의 Flat Panel Display(FPD)로 시장이 변화하고 있다. 이러한 변화로 인해 차세대 디스플레이는 초경량, 저가격, 저전력, 대면적이 가능한 Flexible 디스플레이가 주목을 받고 있다.¹⁾ Flexible 디스플레이는 대량 정보의 입/출력, 동화상 등의 전자정보 디스플레이 기능과 편리성, 휴대성 등의 종이 정보 디스플레이의 장점을 가진 디스플레이로서 차세대 디스플레이로 평가되어 전 세계적으로 급격한 연구가 이루어지고 있다.²⁾ Flexible 디스플레이를 제조하기 위한 기판으로는 약간의 구부림이 가능한 유리, 금속판, 플라스틱을 사용한다.³⁾ 또 다른 방법으로는 딱딱한 실리콘 웨이퍼나 Glass를 기판으로 사용하여 박리공정을 통하여 제조가 가능하다. 박리란 기판위에 형성된 고성능 소자 및 패틴을 기판으로부터 떼어내는 기술이다. 박리공정에서는 희생층을 증착하여 식각하는 기술이 필요하다. 희생층 제거 기술로는 공정이 단순한 습식박리, 친환경적인 Laser 박리, 건식 박리공정 기술 등이 있다.

본 연구에서는 Magnetron Sputtering법을 사용하여 Sodalime Glass 기판상에 ZnO 박막을 증착하였다. ZnO 박막 위에 Ti 금속패틴을 박막형태로 증착한 후 금속패틴과 기판사이의 ZnO 박막의 식각을 위해서 건식기상식각법을 사용하였다. Etchant로는 Hexafluoroacetylacetone(hfacH)를 사용하였으며 기판온도와 공정압력과 시간에 따른 식각조건 확립에 대해서 연구하였다.

2. 실험 방법

박리를 위한 희생층으로는 ZnO 박막을 사용하였다. ZnO 박막을 형성하기 위해서 Magnetron Sputter 장비를 사용하였으며 Sodalime Glass를 기판으로 하여 증착하였다. 증착조건은 기판온도 RT~300℃, 공정압력 1~10mtorr, DC Power 10KW 에서 증착하였다. 소자대신에 Ti Metal 패틴을 Magnetron Sputter를 사용하여 증착하였으며 DC Power 80W, 공정압 3mtorr에서 증착하였다. ZnO 박막을 건식기상식각을 하기 위해서 SNTek.Co,Ltd에서 제조한 Dry Etcher 장비를 사용하였다. Dry Etcher는 크게 반응이 일어나는 Process Chamber와 Etchant를 담을 수 있는 Bubbler로 구성된다. 장비의 개략도는 Fig.1에 나타내었다. Process Chamber는 Dry Pump에 의해서 초기 진공이 형성되고 기판이 놓여지는 Substrate는 graphite susceptor 위에 놓여지며 Sheath Heater에 의해서 가열된다. Etchant인 hfacH는 Bubbler에 담을 수 있게 되어 있으며 진공에 의해서 가스상태로 Process Chamber내로 유입된다. 실험을 진행할 때의 공정범위는 공정압

력이 1~100Torr, 공정온도가 100~350℃이다. 식각의 주요 변수로는 Substrate 온도와 hfacH가 Chamber에 채워졌을 때의 공정압력 및 식각시간이다. 식각률을 측정하기 위해서 식각 전과 후의 박막의 두께를 surface profiler (AMBIOS, XP-1)를 사용하여 측정하였다. 그리고 식각된 박막의 미세조직을 관찰하기 위해 Field Emission Scanning Electron Microscope(FESEM)을 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

ZnO 박막의 식각은 Dry Etcher를 사용하여 식각하였고, 먼저 ZnO 박막의 증착공정에 따른 식각특성에 대해서 알아보았다. 아래의 Equation. 1에 ZnO와 hfacH의 반응식에 대해서 나타내었다.

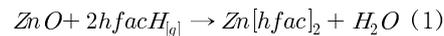


Fig.2에 기판온도 150~350℃, 공정압력 1,7,10mtorr에서 증착한 ZnO 박막을 hfacH로 식각하였을 경우의 미세구조 사진이다. 기판온도 350℃, 공정압력 1mtorr에서 증착한 ZnO 박막을 기판온도 350℃, 공정압력 100mtorr에서 10분간 hfacH로 식각하였을 때는 거의 식각이 일어나지 않았다. ZnO 박막은 밀도가 높은 박막 구조를 가지고 있기 때문에 식각이 어려웠다. 이에 반해 기판온도 150℃, 공정압력 10mtorr에서 증착한 ZnO 박막은 Porous한 구조를 가지고 있어서 식각을 잘 이루어지지만 균일도가 저하되었다. ZnO 박막을 기판온도 250℃, 공정압력 5mtorr에서 증착하여 기판온도 350℃, 공정압력 7mtorr에서 5분동안 식각하였다. 그 결과 균일한 식각과 약300nm/min의 식각률을 나타내었고 희생층 적용 가능성을 나타내었다. 이는 ZnO 박막의 식각을 위해서는 식각조건 뿐만 아니라 ZnO 박막의 증착조건에도 많은 영향이 미친다고 판단할 수 있다.

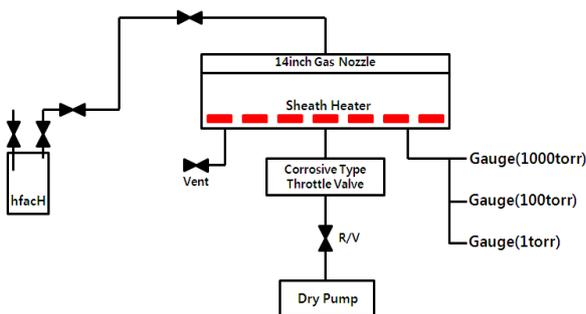


Fig. 1 Schematic of the Dry Etcher

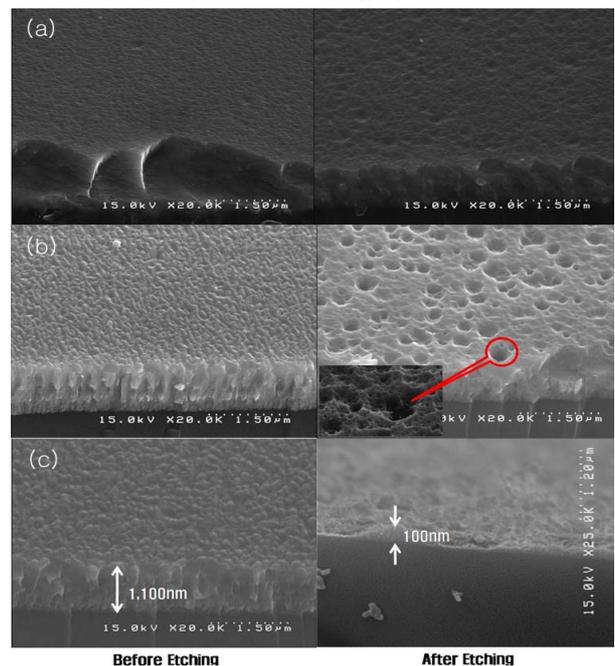


Fig. 2 SEM micrographs of ZnO film before etching and after etching deposited at (a) 300℃ (b) 150℃ (c) 250℃

식각이 잘 일어나는 조건으로 Ti 금속 패턴을 200nm로 증착한 다음 hfach로 식각하였을 때 ZnO 박막의 박리공정 가능성에 대해서 실험하였다. 앞서 실험한 ZnO 박막의 증착조건(기판온도 250℃, 공정압력 7mtorr, DC Power 2.4KW)으로 증착한 다음 Ti 패턴을 증착한 뒤 식각을 하였다. 그 결과를 Fig.3에 나타내었다. 위 ZnO 박막의 식각조건과 같이 식각을 하였을 때는 식각이 되었지만 Ti 패턴 하부에는 전혀 식각이 되지 않았다.

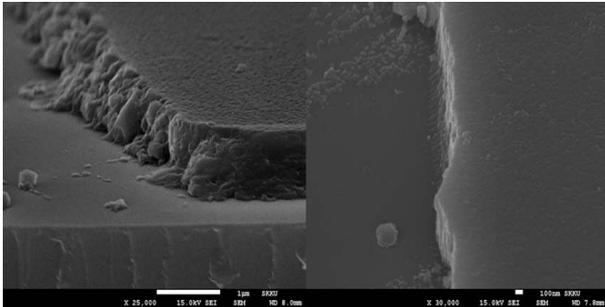


Fig. 3 SEM micrographs of ZnO film deposited Titanium layer after etching

식각이 이뤄지기 위해 희생층인 ZnO 박막의 공정조건을 조정하였다. 증착조건은 기판온도 R.T, 공정압력 5mtorr, DC Power 5KW로 조정 한 후에 식각조건을 달리 하여 변화를 측정하였다. Fig.4는 기판온도를 달리하여 식각한 결과들을 나타내었다. 기판온도는 150~350℃까지 식각을 하였고 압력은 100torr이었다. 온도가 높을수록 기판과 Ti 패턴사이로 식각진행이 잘 이루어지는 경향을 보였다. 기판온도 150℃, 공정압력 100torr, 공정시간 180분으로 식각하였을 때는 ZnO 박막의 식각은 이루어졌지만 Ti 패턴 하부의 ZnO 박막의 식각은 거의 이루어지지 않았다. 기판온도 250℃에서도 같은 공정압력에서 15분 동안 식각을 하였지만 식각률이 8nm/min으로 측정되었다. 기판온도 300℃에서 20분 동안 식각한 결과 Ti 패턴사이로 식각이 진행되었으며 식각률은 180nm/min였다. 그리고 기판온도 350℃에서 공정시간은 10분으로 했음에도 불구하고 약 300nm/min의 식각률로 식각속도가 가장 빠르게 진행되었다. 기판온도가 높을수록 식각이 잘되고 식각률도 좋아지는 경향을 보였다.

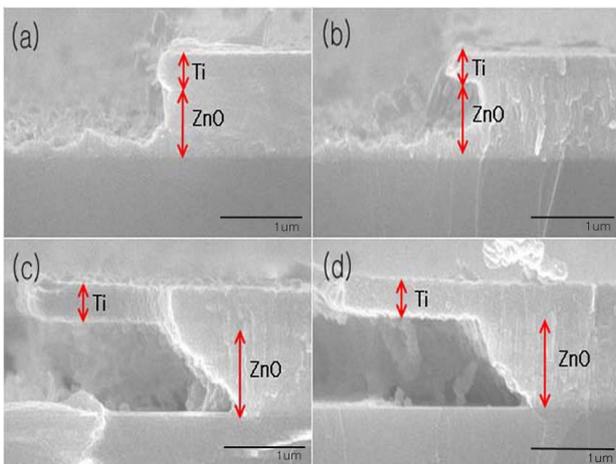


Fig. 4 SEM micrographs of ZnO film deposited Titanium layer etching before etching and after etching at (a) 150℃ (b) 250℃ (c) 300℃ (d) 350℃

Fig. 5에 지금까지 실험에 대한 결과를 종합하여 기판온도에 따른 식각률을 나타내었다. 기판온도가 높을수록 식각률도 높은 경향을 나타내었고 350℃에서는 식각률이 낮아졌다. 이 같은 결과는 350℃ 이상이 되면 Etchant인 hfach가 ZnO와 결합하지 않고 분해되기 때문에 식각률이 감소하게 된다.

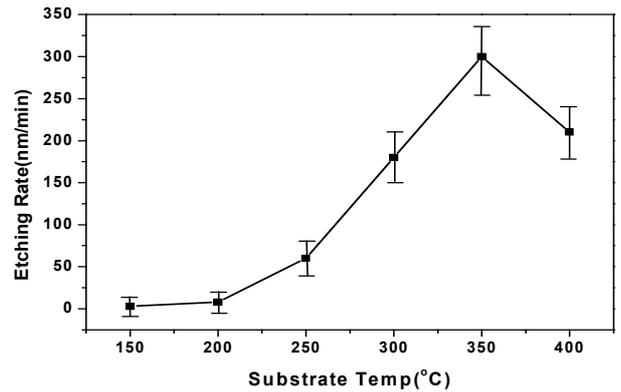


Fig. 5 Etch rates of ZnO thin films as a substrate temperature

4. 결론

본 연구에서는 건식기상식각법을 사용하여 Hexafluoroacetylacetone (hfach)으로 ZnO 박막의 식각 특성을 관찰하였다. ZnO 박막의 식각은 식각조건에 뿐만 아니라 ZnO 박막의 증착 조건에도 영향을 미친다. 기판온도 R.T, 공정압력 5mtorr, DC Power 5KW에서 식각을 위한 ZnO 박막의 증착조건을 확립하였다. 식각은 기판온도가 높을수록 식각률이 증가하였으나 350℃ 이상에서는 식각률이 감소하였다. 기판과 Ti층 사이의 ZnO 박막은 기판온도 350℃, 공정압력 100torr, 식각시간 10min일 때 우수한 식각특성을 보였으며 식각률은 약 300nm/min였다.

후기

본 논문은 지식경제부 산업원천기술개발(과제번호:10033574)의 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 도이미, “차세대 Flexible Display의 연구동향,” 전기전자재료, 16, 9, 2003.
2. 김성환, 최혜영, 박규창, 장진, “Flexible Display를 위한 유기 박막 트랜지스터의 제작 및 특성 연구,” 전기전자재료, 16, 15, 2003
3. 이진호, 추혜용, 서경수, 강광용, “플렉시블 디스플레이,” 전자통신동향분석, 20, 48, 2005