

## Effects of Hf addition in thin-film-transistors using Hf-Zn-O channel layers deposited by atomic layer deposition

김소희, 안철현, 조형균\*

\*성균관대학교 신소재공학과(E-mail:[chohk@skku.edu](mailto:chohk@skku.edu))

**초 록:** 본 연구는 ZnO-TFT 소자에 Hf의 첨가에 따른 소자 특성 및 게이트 바이어스 스트레스에 대한 특성에 대해 분석을 하였다. Hf-Zn-O 박막은 Hf의 조성이 증가함에 따라 작아지는 grain size로 인해 TFT 소자의 전계효과 이동도와 게이트 바이어스 스트레스에서의 문턱전압의 변화가 더 커지는 것을 확인하였다. 한편, Hf이 14at% 함유된 HZO-TFT에서는 이동도는 현저히 저하되었지만, 게이트 바이어스 스트레스에서의 문턱전압의 변화가 현저히 개선되는 것을 확인하였는데, 이는 Hf의 조성이 증가함에 따라 비정질화 되어 grain boundaries에 의한 trap의 영향이 줄어드는 결과를 확인하였다. 또한, 전계효과 이동도와 소자의 안정성을 확보하기 위해, poly-ZnO와 amorphous-HZO로 구성된 다층층 채널 구조를 이용한 TFT소자에서는 전계효과 이동도와 소자의 안정성이 개선된 결과를 보였다. 이는 채널과 게이트 산화물의 interface charge trap의 감소와 back-channel effect가 감소한 결과임을 확인하였다.

Key Words : Hf-Zn-O, oxide-based thin-film-transistor, atomic layer deposition, multi-channel layer

### 1. 서론

최근, 산화물 반도체 기반 트랜지스터(Oxide-TFTs)는 기존의 Si-TFTs가 가지고 있는 한계를 넘어, 저온공정으로 인한 대면적화 그리고 높은 이동도와 높은 투과도로 인해 고해상도이면서도 투명한 차세대 디스플레이의 백플레인용 소자로 주목받고 있다. 하지만 빛에 의한 스트레스와, 게이트 바이어스 스트레스에 의한 문턱전압의 불안정성이 문제로 제기되고 있어 이를 개선하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

Oxide-TFTs의 문턱전압의 불안정성은 Charge trap, photo-generated carrier, 그리고 산소 및 물 분자의 채널 표면 흡착과 탈착에 의한 매커니즘으로 제안되고 있다. 이를 극복하기 위해 산화물의 결합을 줄임에 따라 여러 스트레스에 의한 문턱전압의 불안정성을 개선하려는 연구들이 진행되고 있고, 본 연구에서는 ALD에 의해 성장된 ZnO, Hf:ZnO 채널을 이용한 연구를 진행하였고 TFT를 분석하여 이를 통해 Hf의 역할과, 다층구조 채널을 이용한 TFT의 특성 및 빛과 바이어스 스트레스에 의한 신뢰성에 대한 평가를 하였다.

### 2. 본론

TFT의 특성에 대한 Hf의 영향을 확인하기 위하여, 34 nm의 두께의 HZO 박막을 다양한 Hf의 조성을 갖는 박막은 ALD공정을 통해 200 °C에서 SiO<sub>2</sub>/Si 기판위에 성장하였다. High-purity diethylzinc (DEZn), tetrakis-ethylmethylaminohafnium (TEMAHf), 그리고 H<sub>2</sub>O를 Zn, Hf, O에 대한 precursor로 사용하였고, N<sub>2</sub>가스는 캐리어 가스와 purge 가스로 활용하였다. HZO박막의 Hf의 조성은 Zn-O와 Hf-O의 cycle의 주기에 따라 제어하였으며, XPS 분석을 통해 조성을 확인하였다. TFT 소자를 제작하기 위해 채널은 lithography 공정과 wet etching 공정을 통해 patterning하였고, 소스와 드레인층은 e-beam evaporation을 통해 Ti/Au을 형성하였다. 채널의 carrier density와 contact resistance를 줄이기 위해, 모든 TFT 소자는 200 °C에서 산소분위기에서 후 열처리하였다.

### 3. 결론

HZO 박막은 Hf의 조성이 증가함에 따라 grain size가 작아지는 것을 확인하였고, 이로 인해 전계효과 이동도도 저하되는 결과를 보였다. 또한, grain size가 작아짐에 따라 게이트 바이어스 스트레스에 대한 문턱전압이 더 커지는 것을 확인하였다. 이는 grain boundaries에 존재하는 많은 trap site density에 의한 것임을 확인하였다. 한편 Hf의 조성이 14

at%의 HZO-TFT는 게이트 바이어스 스트레스에서의 문턱전압이 현저히 좋아진 결과를 보였는데, 이는 박막이 비정질화됨에 따라 boundaries에 의한 영향이 줄어든 결과임을 확인하였다. 결론적으로, 다결정의 산화물 채널을 이용한 TFT소자의 게이트 바이어스 스트레스에 의한 안정성은 grain boundaries에 의한 영향이 크다는 것을 확인하였다. 우리는 TFT의 소자의 안정성과 이동도를 개선하기 위해, poly-ZnO와 amorphous-HZO 박막을 이용한 다중채널 구조를 이용한 TFT의 특성과 신뢰성을 확인한 결과, 높은 이동도를 유지하면서 향상된 안정성을 보이는 것을 확인했다. 이는 채널과 게이트 산화물의 interface charge trap의 감소와 back-channel effect가 감소한 결과임을 확인하였다.

## 참고문헌

1. Jae Kyeong Jeong, *semicond. Sci. Technol.* 26 (2011) 034008
2. J. C. Park, S. Kim, S. Kim, C. Kim, I. Song, Y. Park, U. -I. Jung, D. H. Kim, and J. -S. Lee, *Adv. Mater.* 22, 5512 (2010)