

TW-P014

Investigation charge trapping properties of an amorphous In-Ga-Zn-O thin-film transistor with high-k dielectrics using atomic layer deposition

김승태, 조원주*

*광운대학교

최근에 charge trap flash (CTF) 기술은 절연막에 전하를 트랩과 디트랩 시킬 때 인접한 셀 간의 간섭현상을 최소화하여 오동작을 줄일 수 있으며 낸드 플래시 메모리 소자에 적용되고 있다. 낸드 플래시 메모리는 고집적화, 대용량화와 비휘발성 등의 장점으로 인해 핸드폰, USB, MP3와 컴퓨터 등에 이용되고 있다. 기존의 실리콘 기반의 플래시 메모리 소자는 좁은 밴드갭으로 인해 투명하지 않고 고온에서의 공정이 요구되는 문제점이 있다. 따라서, 이러한 문제점을 개선하기 위해 실리콘의 대체 물질로 산화물 반도체 기반의 플래시 메모리 소자들이 연구되고 있다. 산화물 반도체 기반의 플래시 메모리 소자는 넓은 밴드갭으로 인한 투명성을 가지고 있으며 저온에서 공정이 가능하여 투명하고 유연한 기판에 적용이 가능하다. 다양한 산화물 반도체 중에서 비정질 In-Ga-Zn-O (a-IGZO)는 비정질임에도 불구하고 우수한 전기적 특성과 화학적 안정성을 갖기 때문에 많은 관심을 받고 있다. 플래시 메모리의 고집적화가 요구되면서 절연막에 high-k 물질을 atomic layer deposition (ALD) 방법으로 적용하고 있다. ALD 방법을 이용하면 우수한 계면 흡착력과 균일도를 가지는 박막을 정확한 두께로 형성할 수 있는 장점이 있다. 또한, high-k 물질을 절연막에 적용하면 높은 유전율로 인해 equivalent oxide thickness (EOT)를 줄일 수 있다. 특히, HfO₂와 AlO_x가 각각 trap layer와 blocking layer로 적용되면 program/erase 동작 속도를 증가시킬 수 있으며 넓은 밴드갭으로 인해 전하손실을 크게 줄일 수 있다. 따라서 본 연구에서는 ALD 방법으로 AlO_x와 HfO₂를 게이트 절연막으로 적용한 a-IGZO 기반의 thin-film transistor (TFT) 플래시 메모리 소자를 제작하여 메모리 특성을 평가하였다. 제작 방법으로는, p-Si 기판 위에 열성장을 통한 100 nm 두께의 SiO₂를 형성한 뒤, 채널 형성을 위해 RF sputter를 이용하여 70 nm 두께의 a-IGZO를 증착하였다. 이후에 소스와 드레인 전극에는 150 nm 두께의 In-Sn-O (ITO)를 RF sputter를 이용하여 증착하였고, ALD 방법을 이용하여 tunnel layer에 AlO_x 5 nm, trap layer에 HfO₂ 20 nm, blocking layer에 AlO_x 30 nm를 증착하였다. 최종적으로, 상부 게이트 전극을 형성하기 위해 electron beam evaporator를 이용하여 platinum (Pt) 150 nm를 증착하였고, 계면 결함을 최소화하기 위해 퍼니스에서 질소 가스 분위기, 400°C, 30 분의 조건으로 열처리를 했다. 측정 결과, 103 번의 program/erase를 반복한 endurance와 104 초 동안의 retention 측정으로부터 큰 열화 없이 메모리 특성이 유지되는 것을 확인하였다. 결과적으로, high-k 물질과 산화물 반도체는 고성능과 고집적화가 요구되는 향후 플래시 메모리의 핵심적인 물질이 될 것으로 기대된다.

감사의 글

이 논문은 2013년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No.2013R1A1A2A10011202).

Keywords: Amorphous In-Ga-Zn-O Thin-film transistor high-k dielectric