

Microwave Annealing을 이용한 MOS Capacitor의 특성 개선

조광원, 조원주

광운대학교 전자재료공학과

최근 고집적화된 금속-산화막 반도체 metal oxide semiconductor (MOS) 소자는 크기가 점점 작아짐에 따라 얇은 산화막과 다양한 High-K 물질과 전극에 대하여 연구되고 있다. 이러한 소자의 열적 안정성과 균일성을 얻기 위해 다양한 열처리 방법이 사용되고 있으며, 일반적인 열처리 방법으로는 conventional thermal annealing (CTA)과 rapid thermal annealing (RTA)이 많이 이용되고 있다. 본 실험에서는 microwave radiation에 의한 열처리로 소자의 특성을 개선시킬 수 있다는 사실을 확인하였고, 상대적으로 100°C 이하의 저온에서도 공정이 이루어지기 때문에 열에 의한 소자 특성의 열화를 억제할 수 있으며, 또한 짧은 처리 시간 및 공정의 단순화로 비용을 효과적으로 절감할 수 있다. 본 실험에서는 metal-oxide-silicon (MOS) 구조의 capacitor를 제작한 다음, 기존의 CTA나 RTA 처리가 아닌 microwave radiation을 실시하여 MOS capacitor의 전기적인 특성에 미치는 microwave radiation 효과를 평가하였다. 본 실험은 p-type Si 기판에 wet oxidation으로 300 nm 성장된 SiO₂ 산화막 위에 titanium/aluminium (Ti/Al) 금속 전극을 E-beam evaporator로 형성하여 capacitance-voltage (C-V) 특성 및 current-voltage (I-V) 특성을 평가하였다. 그 결과, microwave 처리를 통해 flat band voltage와 hysteresis 등이 개선되는 것을 확인하였고, microwave radiation 파워와 처리 시간을 최적화하였다. 또한 일반적인 CTA 열처리 소자와 비교하여 유사한 전기적 특성을 확인하였다. 이와 같은 microwave radiation 처리는 매우 낮은 온도에서 공정이 이루어짐에도 불구하고 시료 내에서의 microwave 에너지의 흡수가 CTA나 RTA 공정에서의 열에너지 흡수보다 훨씬 효율적으로 이루어지며, 결과적으로 산화막과 실리콘 기판의 계면 특성 개선에 매우 효과적이라는 것을 나타낸다. 따라서, microwave radiation 처리는 향후 저온공정을 요구하는 nano-scale MOSFET의 제작 및 저온 공정이 필수적인 display 소자 제작의 해결책으로 기대한다.

Keywords: Microwave, hysteresis, annealing

Comparative Study of Thermal Annealing and Microwave Annealing in a-InGaZnO Used to Pseudo MOSFET

문성완, 조원주

광운대학교 전자재료공학과

최근, 비정질 산화물 반도체 thin film transistor (TFT)는 수소화된 비정질 실리콘 TFT와 비교하여 높은 이동도와 큰 on/off 전류비, 낮은 구동 전압을 가짐으로써 빠른 속도가 요구되는 차세대 투명 디스플레이의 TFT로 많은 연구가 진행되고 있다. 한편, 기존의 MOSFET 제작 시 우수한 박막을 얻기 위해서는 500°C 이상의 높은 열처리 온도가 필수적이며 이는 유리 기판과 플라스틱 기판에 적용하는 것이 적합하지 않고 높은 온도에서 수 시간 동안 열처리를 수행해야 하므로 공정 시간 및 비용이 증가하게 된다는 단점이 있다. 따라서, 본 연구에서는 RF sputter를 이용하여 증착된 비정질 InGaZnO pseudo MOSFET 소자를 제작하였으며, thermal 열처리와 microwave 열처리 방식에 따른 전기적 특성을 비교 및 분석하고 각 열처리 방식의 열처리 온도 및 조건을 최적화하였다. P-type bulk silicon 위에 산화막이 100 nm 형성된 기판에 RF 스퍼터링을 이용하여 InGaZnO 분말을 각각 1:1:2mol% 조성비로 혼합하여 소결한 타겟을 사용하여 70 nm 두께의 InGaZnO를 증착하였다. 연속해서 Photolithography 공정과 BOE(30:1) 습식 식각 과정을 이용해 활성화 영역을 형성하여 소자를 제작하였다. 제작된 소자는 pseudo MOSFET 구조이며, 프로브 탐침을 증착된 채널층 표면에 직접 접촉시켜 소스와 드레인 역할을 대체하여 동작시킬 수 있어 전기적 특성을 간단하고 간략화된 공정과정으로 분석할 수 있는 장점이 있다. 열처리 조건으로는 thermal 열처리의 경우, furnace를 이용하여 각각 300°C, 400°C, 500°C, 600°C에서 30분 동안 N₂ 가스 분위기에서 열처리를 실시하였고, microwave 열처리는 microwave를 이용하여 각각 400 W, 600 W, 800 W, 1000 W로 20분 동안 실시하였다. 그 결과, furnace를 이용하여 열처리한 소자와 비교하여 microwave를 통해 열처리한 소자에서 subthreshold swing (SS), threshold voltage (V_{th}), mobility 등이 개선되는 것을 확인하였다. 따라서, microwave 열처리 공정은 향후 저온 공정을 요구하는 MOSFET 제작 시의 훌륭한 대안으로 사용될 것으로 기대된다.

Keywords: InGaZnO, thermal annealing, microwave annealing