

스핀코팅법으로 Al, Ni을 흡착시킨 PECVD 비정질 실리콘 박막의 저온결정화 거동
(Low Temperature Crystallization of PECVD a-Si Films Adsorbed with Al and Ni by Spin Coating)

한국과학기술원 재료공학과: 박상원, 최용우, 안병태

1. 서론

최근까지의 poly-Si TFT의 제작은 공정상 600 °C 이상의 고온 공정이 포함되어 있어 a-Si TFT의 경우에서와 같이 값 싼 유리 기판을 사용할 수 없고 석영과 같은 고가의 기판을 사용하여야 하므로 대형 LCD 제작 시 생산 단가가 높아지는 주 요인이 된다. 그래서 비교적 값 싼 Corning 7059, NA 40 등과 같은 무알카리 유리 기판 위에서 poly-Si TFT를 제작하기 위한 저온 poly-Si TFT제작 공정 대한 연구의 필요성이 증대되고 있다. 많은 연구자들에 의하여 비정질 Si 박막의 고상 결정화에 대한 연구가 이루어지고 있지만 아직 결정화 온도가 유리를 사용하기 어려운 600 °C에 집중되어있다.

저온 고상결정화 방법으로는 laser annealing법과 a-Si박막을 특정 금속층과 접촉시켜 이중층 또는 다중층을 형성하여 열처리하는 것이있다. Laser annealing법은 공정비용이 많이 들고 uniformity가 좋지 않은 단점이 있고 a-Si 박막과 금속막의 다층구조에서는 결정화시 silicide 또는 alloy가 생겨 TFT의 channel 영역으로 적용할 수는 없는 한계가 있었다.

따라서 본 연구에서는 낮은 결정화 온도에서 큰 결정립의 다결정 실리콘 박막을 얻기 위해 PECVD법으로 증착된 비정질 실리콘 박막위에 비교적 불순물 효과가 적을 것으로 예상되는 10~1000 ppm의 Al, Ni 용액을 스핀코팅하여 온도와 시간을 변화시키면서 열처리하여 결정화거동을 관찰하고, 결정화된 다결정 규소 박막의 특성을 살펴 보았다.

2. 실험방법

본 실험에 사용된 a-Si 박막은 5500 Å 두께의 열산화막(thermal oxide)이 입혀진 (100) Si 기판위에 PECVD법에 의해 1000 Å 두께로 증착하여 제조하였다. 비정질 규소 박막이 증착된 시편을 TCE, 아세톤, 메탄올로 초음파세척을 하여 불순물과 유기물을 제거한 뒤 50 : 1로 희석된 HF용액에 담궈 자연산화막을 제거하였다. Al, Ni금속의 흡착을 위하여 10 ppm, 100 ppm, 500 ppm과 1000 ppm의 네가지 농도의 solution을 만들었다. 증착된 a-Si 박막위에 Al, Ni 용액을 spin coating 하여 Al, Ni 입자를 흡착시켰다. Al, Ni가 흡착된 a-Si 박막시편을 furnace에 넣고 Ar분위기에서 열처리하였다. 열처리 온도를 560~600°C로, 열처리 시간은 각 열처리 온도에 따라 1시간에서 100시간까지 변화시켰다. 열처리한 박막의 결정화 정도와 결정방위를 알아보기 위해 X-ray 회절분석을 하였고 열처리한 박막의 미세구조를 관찰하기 위해 SEM과 TEM 분석을 하였다.

3. 실험결과

PECVD 법으로 증착된 비정질 규소 박막위에 10~1000 ppm의 Al, Ni 용액을 스핀코팅하여 Al, Ni를 흡착시킨후 560~600°C에서 열처리 하였다. 그 결과 Al, Ni가 흡착된 비정질 규소 박막은 intrinsic Si 박막에 비해 상대적으로 약 40°C정도 더 낮은 온도에서 결정화가 이루어 졌다. 특히 600°C에서 열처리한 경우 Al보다는 Ni가 흡착된 경우 incubation time이 짧고 결정화도 상당히 빠르게 진행됨을 알 수 있었다. 하지만 600°C이하에서 열처리 한 경우에 있어서는 큰 차이는 없었지만 오히려 Ni 보다는 Al을 흡착한 경우가 결정화에 좀 더 나은 양상을 보였다. 그리고 같은 온도에서는 Al, Ni을 흡착한 비정질 규소 박막이 intrinsic Si박막에 비해 더 짧은 시간 안에 결정화가 이루어 졌다. Intrinsic 박막은 560°C에서 100시간정도 열처리를 해야 비로소 결정화가 되기 시작했지만 Al, Ni용액을 스핀코팅한 경우 모두 약 10시간의 열처리후 약한 (111) XRD peak이 관찰되는 것으로 보아 결정화가 intrinsic 박막보다 빨리 시작됨을 알 수 있었다. 열처리 시간이 길어짐에 따라 (111)과 (220) XRD peak의 비, (111)/(220)의 값이 커지는 것으로 보아 결정화가 (111) 방향으로 우선 성장됨을 알 수 있다. 한편 Al, Ni 용액의 농도가 증가함에 따라 대체적으로 결정화전 잠복기가 감소하고 상대적으로 낮은 온도에서 결정화가 진행되었다. 따라서 비정질 규소 박막위에 흡착된 Al, Ni는 결정화를 촉진시키는 물질임을 알 수 있었다.