

Pt 박막히터에 의해 결정화시킨 PZT 박막의 전기적 특성
The electrical properties of crystallized PZT thin films by Pt thin film heater

송남규, 김병동, 박정호, 윤종인, 정인영, 주승기
서울대학교 재료공학부
(namqu@yahoo.co.kr)

PZT($\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$)는 우수한 강유전 특성을 가지기 때문에 FRAM (Ferroelectric Random Access Memory) 소자에 응용하기 위해 많은 연구가 진행되고 있다. 스퍼터에 의해 증착된 PZT는 처음에 pyrochlore상으로 존재하다가 후 열처리를 통해 이력 특성을 나타내는 perovskite상으로 천이된다. 일반적인 furnace 열처리 방법은 고온에서의 장시간 열처리가 요구되고 Pb-loss 현상이나 TiO_2 와 같은 이차상의 생성 그리고 하부 Pt전극의 roughness 증가 및 crack과 같은 문제점이 있다. 최근 들어 후 열처리를 RTA로 이용하는 연구가 진행되고 있는데 이는 열처리 시간이 짧기 때문에 위와 같은 문제점을 개선할 수 있었다. 하지만 RTA 방법 또한 어느 정도의 thermal budget이 존재하고 추가적 장비가 필요하며 기판의 전체적 가열공정이므로 다른 CMOS 공정과 compatibility가 떨어진다. 따라서 본 실험에서는 위와 같은 문제를 해결하고자 노력을 집중하였고 이를 위한 새로운 열처리 방법을 개발하였다. 즉 Pt 하부전극에 전압(전류)을 인가하여 순간적으로 고온으로 결정화시키는 새로운 공정을 모색하였는데 이와 같은 방법은 열처리를 위한 추가적인 장비가 필요없고 국부적으로 순간적인 가열이기 때문에 glass 기판에도 적합하며 RTA보다 승온시간 및 열처리 시간이 짧기 때문에 thermal budget도 줄일 수 있었다.

2000Å 두께의 Pt를 선폭 300 μm 의 Line shape으로 pattern한 후에 두께 3000Å의 PZT박막을 스퍼터 방식으로 증착하여 하부 Pt에 DC전압을 인가, 전압에 의해 Pt박막을 direct heating하여 그 열에 의해 상부 PZT를 결정화시킬 수 있었다. 다양한 인가 전압하에서 실험한 결과 75V 이상부터 수초내에 결정화가 일어남을 알 수 있었다. 위와 같은 방법으로 결정화시킨 PZT박막의 특성을 P-E curve 및 leakage current를 측정함으로써 기존의 furnace와 RTA방법과 비교분석하였는데 그 결과 잔류분극 값은 2배정도 증가하였고 leakage current는 1/100배 정도로 줄어들어 기존의 후 열처리 방법보다 우수한 특성을 갖는다는 것을 알 수 있었다. 또한 인가 전압이 증가할수록 잔류분극값이 증가함을 알 수 있었는데 이러한 이유로는 800 $^{\circ}\text{C}$ 이상의 고온에서 짧은 시간내에 결정화가 일어났기 때문이라고 사료되는데 PZT박막은 결정화 온도가 높아질수록 surface roughness가 줄어들고 grain size가 증가하기 때문에 전기적 특성이 우수하다고 보고 되어 있다.