

I 1 (초청강연)

Gb 급 DRAM 캐퍼시터용 강유전체 PLZT 박막의 특성 (Characteristics of PLZT Thin Films for Gb Generation DRAM Capacitors)

국민대학교 김지영

Gb 급 DRAM의 실현화를 위한 필수 선결 과제중의 하나는 작은 memory cell 안에 충분한 전하를 저장할 수 있고, 동시에 과도한 누설전류를 피하고 충분한 신뢰성을 가지는 캐퍼시터를 개발하는 것이다. 재래식 유전체 (예를 들어, SiO_2 , 적층 $\text{SiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4$ 등)을 Gigabit DRAM에 이용하기 위해서는 극도로 복잡한 3차원적 cell이 필요하므로 고유전율 신재료의 개발이 필수적이기 때문에 현재 BST ($\text{Ba}(\text{Sr},\text{Ti})\text{O}_3$), PZT ($\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$), Ta_2O_5 등 여러 가지 고유전율 박막이 연구되고 있다. 고유전율 물질 중 대표적인 유전체인 PZT는 박막의 두께가 1000Å 보다 얇아짐에 따라 누설전류 문제가 심각하여 진다.⁽¹⁾ 700Å PZT 박막은 $100 \text{ fF}/\mu\text{m}^2$ 의 높은 캐퍼시턴스를 가지고 이는 온도에 따라 변화하지 않는 장점을 지니는 반면에, 누설전류가 25°C에서 $1.8 \times 10^{-6} \text{ A}/\text{cm}^2$ (1V 에서) 이며, 125°C에서는 심지어 $10^{-4} \text{ A}/\text{cm}^2$ 에 이른다. 더우기, 700Å PZT 박막은 $\pm 1.5 \text{ V}$ bipolar stressing 을 10^{11} 회 가한 이후 심각한 피로 현상을 보인다. PZT 박막의 이런 단점들은 gigabit DRAM에 PZT 사용하기 전에 반드시 개선하여야만 한다.

본 연구에서는 La 도핑이 ULSI DRAM을 위한 sol-gel PLZT 박막의 특성에 기여하는 영향을 고찰하였으며, 적당한 양의 PZT에 대한 La 도핑은 약간의 Q_c' 만을 감소시키고 크게 누설전류를 감소시키며 피로현상에 대한 저항력을 증대시켰다.

본 연구에서는 La이 도핑된 다결정 PZT (Zr/Ti = 50/50) 박막을 sol-gel 방식으로 도포 하였고, 700°C 산소 분위기 하에서 결정화하였다. 박막의 두께는 700Å에서 부터 1500Å까지 변화하였다. 본 연구에서는 La의 농도는 단순히 Pb의 농도에 비교한 atomic percent로 정의하였고, La 농도 구간은 0에서 10 atomic percent 까지 이다. Gigabit DRAM에서는 2V 이하의 작동 전압이 이용될 것으로 기대되므로 본 연구에서는 1V에서의 전기적 특성을 주로 논의하였다.

La의 농도가 증가함에 따라, 700 Å PLZT 캐퍼시터의 Q_c' 은 약간 감소한 반면에 누설전류는 대폭 줄었다. 특히, 5% La가 도핑된 PZT (700Å) 박막은 매우 높은 전하저장밀도 ($100 \text{ fF}/\mu\text{m}^2$)와 더불어 매우 낮은 누설전류 ($5 \times 10^{-7} \text{ A}/\text{cm}^2$)를 나타내었다. 또한, La 도핑은 피로현상에 대한 저항력도 증대시켰고, TDDB 결과도 매우 고무적이었다.

(참고문헌)

1. R. Moazzami et al, IEDM Tech. Digest., (1992) 92-973