

유기쌍안정소자의 구조가 메모리특성에 미치는 영향

이재준, 공상복, 황성범*, 송정근
동아대학교 전자공학과, *경남정보대학교

Effects of structure of Organic Bi-stable Device on the memory characteristics

Jae June Lee, Sang Bok Kong, Sung Beom Hwang*, Chung Kun Song
Department of Electronics Engineering, Dong-A University
*Kyungnam College of Information and Technology
E-mail : jjun0818@donga.ac.kr

Abstract

In this paper, we fabricated the organic bi-stable devices under the different condition from the other groups and analyzed the electrical characteristics. Then we investigated the effects of the device structure such as organic layer thickness, middle metal layer thickness and middle metal layer deposition rate on the memory characteristics.

대한 분석이 부족하다.

이에 본 논문에서는 소자의 제작공정 중 유기물의 두께, 중간금속의 두께와 증착도를 달리하여 소자를 제작하고 그 소자의 전기적 특성을 분석하였다. 그리고 그로부터 소자의 구조와 메모리특성간의 관계를 살펴 메모리효과를 얻기 위한 적절한 공정을 확립한다.

I. 서론

최근 IT 산업의 발전에 따라 고용량, 비 휘발성, 빠른 동작속도를 가진 메모리에 대한 수요가 급격히 증가하고 있는데 이런 필요들을 만족하기 위한 연구 중 PoRAM(Polymer Random Access Memory)은 유기물이 가지는 여러 장점으로 인해 폭넓게 연구되고 있다. OBD는 두 전극 사이에 유기물/금속/유기물의 구조를 가지는 PoRAM의 한 종류로 유기물로는 AIDCN(2-Amino-4,5-imidazole dicarbonitrile)등을 사용한다[1]. OBD는 전극에 전압을 인가하면 임계전압 이하에서 낮은 전도도의 특성을 보이고 그 이상의 전압을 인가하면 전도도는 급격히 상승하며 이는 전압을 낮추거나 제거해도 유지된다. 한번 높은 전도도를 기억한 소자는 다시 전압을 인가할 때 앞의 과정과는 달리 낮은 전도도가 아닌 높은 전도도를 보이며 소자에 역전압펄스를 가해 기억된 높은 전도도가 지워지게 됨으로 쓰기-읽기-지우기가 가능하게 된다[2]. 하지만 연구그룹들에 따라 동작메커니즘의 해석에 차이가 있고 소자의 구조에 따른 메모리 효과에

II. 실험

OBD의 모든 공정은 약 1×10^{-6} torr의 진공도에서 진공을 깨지 않은 채 이루어졌고 유기물과 금속은 각각 독립된 챔버에서 증착했다. 모든 실험에서 상하부 전극은 Al을 0.1 nm/s의 증착도로 50 nm 증착시켰다.

먼저 유기물의 두께와 메모리특성간의 관계를 알아보기 위해 유기물의 두께를 40 nm에서 250 nm까지 변화시키면서 메모리특성을 관찰했다. 이때 유기물은 0.1 nm/s로, 중간금속은 0.03 nm/s로 20 nm 증착했다. 메모리특성은 유기물의 두께가 40 nm 이하일 때 나타났고 그 이상일 때 전류가 급격히 감소했다. 이 실험으로부터 적절한 유기물의 두께는 40 nm로 결정한다.

두 번째로 중간금속의 두께와 메모리특성의 관계를 살펴보기 위해 유기물은 0.1 nm/s에 40 nm로 고정하고 중간금속을 20 nm, 30 nm, 40 nm로 변화시키면서 메모리특성을 관찰했다. 증착도는 0.03 nm/s으로 고정했다. 이 실험에서 두께가 20 nm와 30 nm일 때 메모리특성이 나타났으며, 그림 1에서 보이는 것과 같이 20 nm일 때

의 on/off ratio 가 실험 중 가장 크게 나타났다. 이로써 중간금속의 두께는 20 nm 로 결정한다.

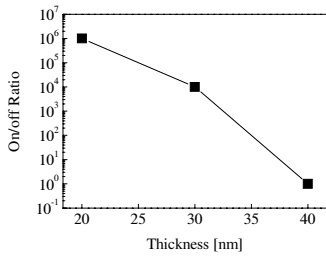


그림 1 중간금속의 두께에 따른 OBD 의 on/off ratio

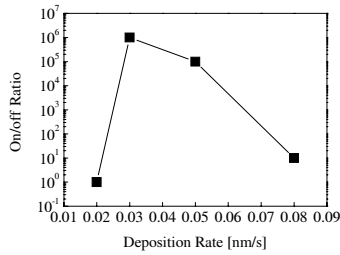


그림 2 중간금속의 증착도에 따른 OBD 의 on/off ratio

세 번째 중간금속의 증착도와 메모리특성간의 관계를 살펴보기 위해 증착도를 0.02, 0.03, 0.05 그리고 0.08 nm/s 로 변화시켜 소자를 제작했다. 나머지 조건은 위의 결과에서 얻어진 유기물 0.1 nm/s 에 40 nm, 중간금속 두께는 20 nm 로 고정했다. 그 결과 그림 2 와 같이 on/off ratio 는 증착도가 0.03 nm/s 일 때 가장 컸고 증착도와 큰 관계를 보였다. 이로써 중간금속의 증착도는 0.03 nm/s 가 가장 적당한 것으로 판단된다. 낮은 증착도에서는 Al 입자의 산화정도가 커 중간금속의 절연성이 높아져 on/off ratio 가 나빠진 것이고, 높은 증착도에서는 Al 이 증착 중 충분한 산화를 거치지 못해 전하트랩으로서의 작용을 수행하지 못한 결과 on/off ratio 가 나빠진 것으로 보인다. Al 20 nm 를 0.03 nm/s 로 증착했을 때 중간금속의 평균 grain 크기는 100 nm 정도인데 이는 Y. Yang 그룹에서 보고한 grain 크기보다 10 배 정도 큰 것이다. 그들은 메모리특성을 다음과 같이 설명한다. 중간금속 공정에서 Al 입자들이 증착 중 산화되면서 입자주변을 산화막이 둘러싸게 되고 이 입자의 크기는 10 nm 정도 이므로 이 입자들이 2~3 층정도 쌓이게 되는 20 nm 이상의 두께가 되어야 상하부의 유기물이 분리되고 금속층이 전하트랩으로 작용하여 메모리효과를 얻어낸다고 한다[3]. 하지만 본 실험실에서 얻어진 grain 의 크기는 100 nm 정도로 크고 두께는 20 nm 로 같음에도 불구하고

메모리효과를 관찰 할 수 있었다. 그밖에 M. Kono 그룹에서는 중간금속이 없는 OBD 구조에서 메모리 효과를 얻어낸 결과를 발표했다[4]. 이처럼 아직 중간금속과 메모리특성의 연관성에 관한 정확한 규명이 없기 때문에 앞으로 이에 대한 자세한 연구가 이루어져야 하겠다.

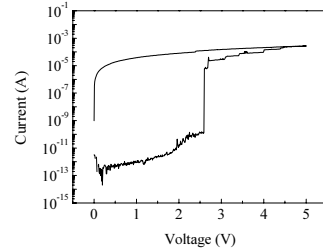


그림 3 최적조건에서 제작된 OBD 의 I-V 그래프

위의 결과들로부터 우리는 OBD 를 제작하기 위한 최적의 증착도와 두께를 전극 0.1 nm/s 에 50 nm, 유기물 0.1 nm/s 에 40 nm, 중간금속 0.03 nm/s 에 20 nm 로 제안한다. 그림 3 은 그 조건에서 제작된 OBD 의 I-V 그래프이다. 이 소자는 $10^6 \sim 10^7$ 의 on/off ratio, 2.8 V 의 V_{TH} 를 가지며 기억된 on, off 상태는 약 3 주간 지속되었다.

III. 결론

우리는 OBD 에서 우수한 메모리특성을 얻기 위한 구조를 연구하였다. 그로부터 유기물의 공정을 증착도 0.1 nm/s 에 두께 40 nm, 중간금속의 공정을 증착도 0.03 nm/s 에 두께 20 nm 로 정하였고, 이로부터 10^6 의 높은 on/off ratio 를 가지는 소자를 제작하였다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2005-004-01-004)지원으로 수행되었음.

참고문헌

[1] L. P. Ma, J. Jiu, and Y. Yang, US Patent 2004/0027849 A1 (2004)
 [2] L. P. Ma, J. Liu, and Y. Yang, Appl. Phys. Lett. 80 (2002) 2997
 [3] S. M. Pyo, L. P. Ma, J. He, Q. Xu, and Y. Yang, J. Appl. Phys. 98 (2005).
 [4] M. Kano, S. Orito, Y. Tsuruoka, and N. Ueno, Synth. Met. 153 (2005) 265.