

## 전류 펄스에 의한 MRAM 셀의 자화반전 특성에 관한 연구

황인준\*, 김기원, 조영진, 김태완

삼성종합기술원

### 1. 서론

최근 Mobile 기기에 대한 관심으로 인해 비휘발성 메모리에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이 중 하나인 터널자기저항 소자를 이용한 MRAM(Magneto-resistive Random Access Memory)은 비휘발성 특성과 함께 DRAM에 비교될 만한 빠른 속도와 내구성을 가지는 것으로 알려져 있다. 이러한 장점에도 불구하고, 최근 연구 결과에 의하면 쓰기 동작을 위한 bit selectivity 특성이 나쁘고, 자화반전에 많은 전류를 필요로 한다는 단점이 MRAM 고집적화에 장애로 작용하고 있다. 특히, 빠른 속도의 메모리 동작을 위해서는 자화반전에 필요한 전류를 보다 증가시켜 주어야 한다<sup>1,2</sup>. 본 연구에서는 이에 대한 기초 연구로서 전류 펄스에 의한 MRAM 셀의 자화반전 특성을 조사하였다.

### 2. 실험방법

실험에 사용된 터널자기저항 소자의 구조는 TiN/PtMn (15)/CoFe (1.5)/Ru (0.8)/CoFe (1.5)/AlO/NiFe (3)/Ru (0.8)/NiFe (1.5)/Ta (10)/TiN (nm) 이고, 셀의 형태는 0.3um x 0.8um 크기의 타원 모양이다. 터널자기저항 소자의 특성 평가를 위해 외부 자장을 이용한 기본적인 R-H 곡선을 측정하였고, 펄스 측정을 위해 펄스생성기와 비트 라인, 그리고 실시간 파형 관찰을 위한 오실로스코프를 50Ω 전송선을 이용하여 직렬 연결하였으며, 이 때 관찰된 펄스의 라이징 타임은 1ns이었다. 전류 펄스에 의한 자화반전 특성을 측정하기 위해 일련의 동작 - 리셋(1us, -18mA으로 고정충과 자유충을 평행하게 초기화), 저항 측정, 양의 전류 펄스 인가, 저항 측정 - 을 각 10회씩 반복하여 리셋과 전류 펄스 인가 후 저항의 변화를 관찰하였다.

### 3. 결과 및 고찰

외부 자장을 이용한 R-H 곡선 측정을 통해 0.1V의 전압 인가에서 터널자기저항 비는 35%이고, 평행 상태의 저항은 8kΩ임을 관찰했다. 그림 1(a)는 자화곤란축 방향의 자장에 따라 R-H 곡선의 변화를 나타내는 것으로, 자화곤란축 방향의 자장의 증가에 따라 자화반전에 필요한 자화용이축 자장이 감소함을 보인다. 그림 1(b)는 asteroid 곡선을 나타낸 것으로, 제작된 터널자기저항 소자가 단자구 특성을 보임을 알 수 있다.

그림 2는 2ns부터 16ms까지의 전류 펄스에 의해 자화반전되는 분포를 나타낸 것으로, 자화반전이 이루어지는 횟수를 명암으로 표현하였다. 실제 메모리 동작을 위한 10~100ns의 전류 펄스로 자화반전을 시키기 위해서는 12mA의 전류가 필요한데, 이는 12ms의 펄스에서 필요한 9mA에 비해 30% 이상 증가한 것이다. 비트 라인과 디지털 라인을 동시에 측정 하는 실험은 진행하지 못했으나, 자화 곤란 축에 외부 자장을 인가한 상태에서 동일한 측정을 진행한 결과 외부 자장이 없을 때와 유사한 결과를 얻을 수 있었다.

4. 참고문헌

1. K.J.Lee, T.D.Lee, J. Appl. Phys. 91(10), 7706, 2002
2. N.D.Rizzo et. al. Appl. Phys. Lett. 80(13), 2335, 2002

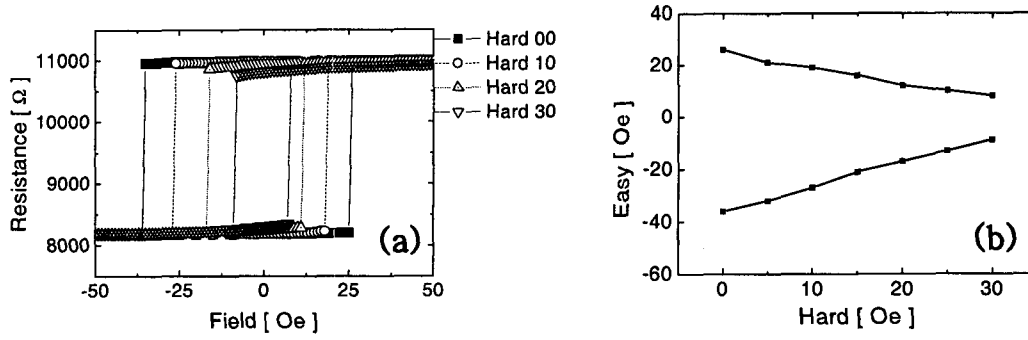


그림 1 (a) 자화곤란축 방향 자장에 따른 R-H 곡선. (b) Asteroid 곡선.

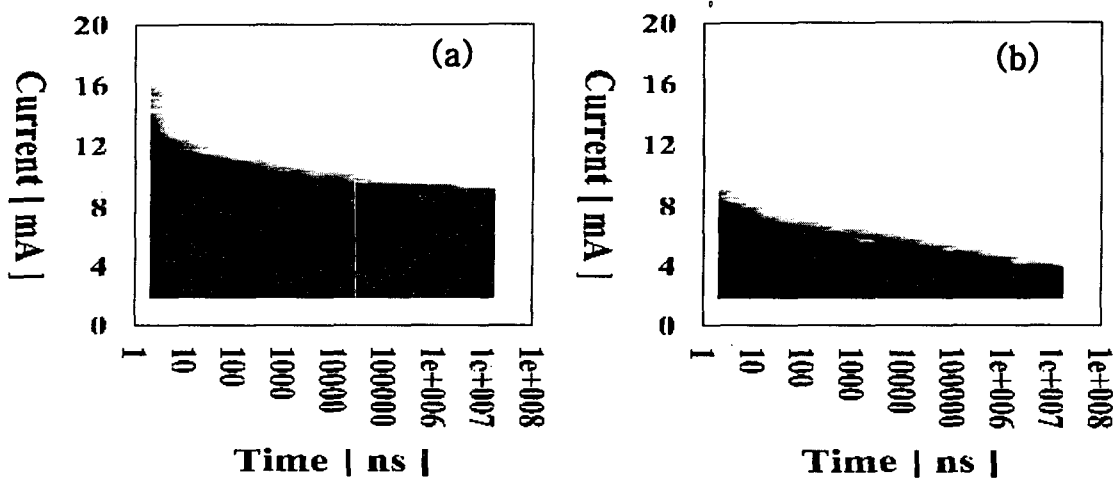


그림 2 (a) 전류 펄스에 따른 자화 반전 분포. (b) 자화곤란축 방향 자장 20Oe에서의 자화반전 분포