

## 스핀 터널링 접합에서의 구형파 응답 특성

승실대학교 박승영\*, 강제구, 최연봉, 조순철

## Characteristics of square wave response of spin tunneling junctions

Soongsil University S. Park\*, J. Kang, Y. Choi, S. Jo

## 1. 서론

상온에서 수십%의 MR을 보이는 터널 접합은 자기저항헤드나 MRAM(Magnetic Random Access Memory)용 재료로 주목받고 있다. 최근 터널접합에 대한 연구가 활발히 진행되면서 이를 응용하여 MRAM을 제조하는데 특히 많은 관심이 집중되고 있다[1]. 이러한 MRAM에서 정보의 기록과 관독은 급격히 변하는 펄스의 방향과 세기에 의존한다[2,3]. 본 연구에서는 시편에 구형파 자장을 인가하였을 때 나타나는 응답 특성을 해석하고 이를 근거로 MRAM으로의 응용에 접근하고자 한다.

## 2. 실험방법

터널링 접합 제조를 위해 Perkin Elmer 2400 스퍼터 장비를 사용하였다. 초기 진공도  $4 \times 10^{-7}$  Torr이 하에서 DC 마그네트론 방법으로 터널링 접합을 증착하였다. 기판은 산화막이 2,000Å인 Si(111) 웨이퍼를 1 inch  $\times$  1 inch 크기로 잘라 사용하였다. 기판 주위에는 영구자석을 이용하여 박막의 자기 이방성을 형성시켰다. 박막은 substrate/Ta(50Å)/NiFe(110Å)/FeMn(150Å)/NiFe(60Å)/CoFe(20Å)/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(16Å)/CoFe(20Å)/NiFe(450Å) 구조로 증착하였다. 급속 마스크를 사용하여 200 $\mu$ m $\times$ 200 $\mu$ m, 200 $\mu$ m $\times$ 1,000 $\mu$ m, 1,000 $\mu$ m $\times$ 200 $\mu$ m, 1,000 $\mu$ m $\times$ 1,000 $\mu$ m의 서로 다른 면적을 갖는 2 $\times$ 2구조의 시편을 제조하였다. 자기저항은 사탐침법으로 측정하였으며 이때 자장은  $\pm 300$ Oe 까지 가하면서 측정하였고 구형파 응답 특성을 측정하기 위해 진폭, 주파수 그리고 DC offset을 정밀제어 할 수 있는 발진회로와 코일을 본 연구실에서 제작하여 사용하였다.

## 3. 실험 결과 및 고찰

구형파 응답 특성을 해석하기 위해 제조한 시편의 자기저항비 곡선을 그림 1과 같이 A와 B로 나누어 표시하였다. 그림 2는 음의 방향 즉 그림 1의 A부분에서 자장을 0 Oe부터 -80 Oe 까지를 왕복하여 나타낸 응답특성이다. 반강자성층의 교환 바이어스에 의해 한쪽으로 고착되어 인가된 구형파 자장에 아무런 응답을 하지 않고 포화자장에 대한 자기저항을 유지하고 있다. 그림 2는 양의 방향 즉 그림 1의 B부분에서 자장을 0 Oe부터 +80 Oe 까지를 왕복하여 나타낸 응답 특성이다. 인가자장이 최대일 때는 포화자장에 대한 자기저항을 나타내다가 인가자장이 최소일 때는 최대의 자기저항을 나타내고 있다. 따라서 인가된 파형에 위상이 180°로 반전된 응답 특성을 보이고 있다.

#### 4. 결론

제조한 시편의 자기저항 변화율이 21%로 높아 별도의 증폭장치로 신호를 증폭하지 않고 단순히 오실로스코프의 전압 분할을 낮추는 작업만으로 관찰이 가능했다. 따라서 높은 자기저항 변화율은 기존의 SRAM이나 DRAM에 대해 경쟁력을 갖는데 중요한 요소가 된다.[1] 그리고 반강자성층에 의해 한쪽으로 고착되는 특성을 가진 소자도 0 Oe 상태에서 자기저항이 높거나 낮은 값을 유지할 수 있어 정보의 기록과 판독이 가능함을 알 수 있었다.

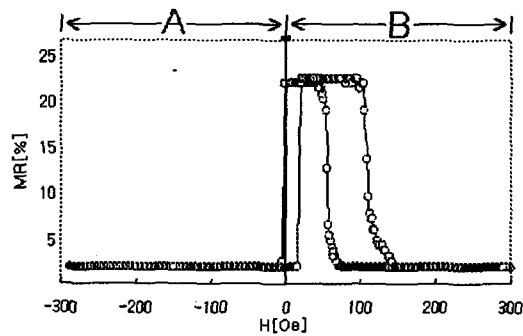


Fig. 1 TMR in substrate/Ta(50 Å)/NiFe(110 Å)/FeMn(150 Å)/NiFe(60 Å)/CoFe(20 Å)/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(16 Å)/CoFe(20 Å)/NiFe(450 Å)

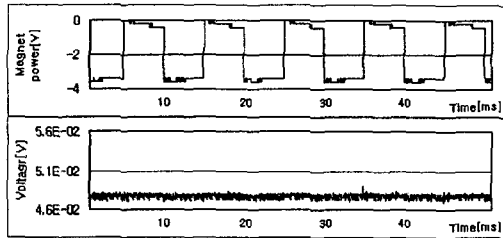


Fig. 2 Square wave response of negative field operation(Part A of Fig.1)

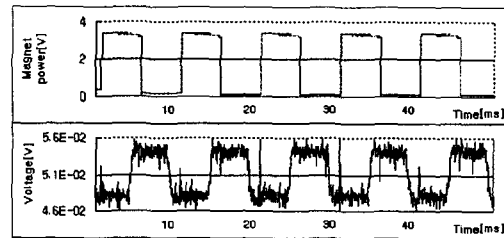


Fig. 3 Square wave response of positive field operation(Part B of Fig.1)

#### 5. 참고문헌

- [1] S.S.P. Parkin, 1999 Digests of Intermag 99, GA-01, (1999).
- [2] Z. Wang and Y. Nakamura, IEEE Trans. on Mag., 32(5), 4002(1996).
- [3] 박승영, 최연봉, 조순철, 대한전자공학회 하계종합학술대회 논문집, 22(1), 950(1999).