Quality control of STT-MTJ based random binary code generator utilizing bias voltage adjustment

이상혁[1,2,*], 정구열[3], 민병철[3], 김동현[1], 조영훈[2], 최연석[2], 박승영[2]
[1]충북대학교, 물리학과
[2]한국기초과학지원연구원, 스핀공학물리연구팀
[3]한국과학기술연구원, 스핀융합연구단

1. 서론

MTJ 소자는 자기메모리(MRAM), 자기장 센서, 논리연산 회로 등 다양한 활용 가능성을 지니고 있어 활발히 연구되고 있다. MTJ소자는 부도체(MgO)층을 사이에 둔 두 자성층의 상대적 자화방향에 따라 저항이 크게 변하는 특성이 있다. 두 자성 박막층은 상대적으로 자기장에 민감한 자유층(free layer)와 자화방향이 변하지 않는 고정층(pinned layer)로 이루어져 있다. 두층의 자화방향에 따라 저항이 변하는 특성은 외부자기장에 따라서 뿐만 아니라, 전기바이어스에 의해서도 나타나게 되는데, 이때 발생하는 소자의 확률적 스위칭 특성을 이용하여 임의 이진코드 발생기[1)]로의 응용이 가능하다.

2. 실험방법과 결과

본 연구에서는 임의 이진코드 발생소자로 제작된 Ta/CuN/Ta/PtMn/CoFe/Ru /CoFeB/MgO/CoFeB/Ta/CuN/Ru 구조(Pre-annealing@360˚C,60 min)의 스위칭 경계의 스위칭 확률 곡선을 관측하였다. 또한 양질의 임의 이진코드를 출력하는 자기장과 전압을 조사하고, 외부자기장이 고정된 환경에서 전압의 변화에 따른 이진코드의 확률 변화를 조사하였다.

3. 고찰

측정 결과 외부자기장이 110 Oe 바이어스 전압 –0.34 V일 때 스위칭 확률이 50 ± 5%의 결과를 얻을 수 있었고, 중심 전압에서 ±0.02 V내에서 ±20% 의 확률 변화가 조사되었다. 또한 바이어스 전압을 고정시키고 외부자기장을 변화시켰을 때 외부자기장에도 민감하게 반응하여 스위칭 확률이 변하는 것을 볼 수 있었다.

4. 결론

자기 터널 접합 소자를 사용한 임의 이진코드 발생기는 외부자기장과 전압 바이어스에 의해 동시에 결정되나, 전압바이어스 조절을 통한 스위칭 확률을 조절이 보다 간편한 방법을 제공한다. 자기장을 고정하고, 전압제어를 통한 품질 제어 실험을 통해 0과 1의 비율이 50%인 중심 전압에서 1 mV 당 1% 수준의 확률 변화가 제어된 결과를 보였다.

5. 참고문헌

[1] Applied Physics Express 7, 083001 (2014)