

L자 Py 나노선의 자기저항 측정

문경웅^{1*}, 조영진², 김광석², 서순애², 이장원², 최석봉¹

¹서울대학교 물리·천문학부

²삼성종합기술연구원

1. 서론

최근 자성학에서는 자구벽 메모리에 대한 연구가 활발하다. 자구벽 메모리는 자성물질로 된 나노선 소자에 자화상태를 임의로 만들어 정보를 저장하고 전류를 이용해 자구벽을 이동시키는 방식을 가지고 있다. 본 연구에서는 자구벽소자의 기본적인 구조인 L자 형 나노선 소자를 제작하고 자화 상태를 비등방성-자기저항(AMR) 측정을 통하여 분석하였다.

2. 실험방법

나노선소자는 두께가 20 nm인 NiFe 박막에 전자빔 식각 기술을 통해 선폭 300 ~ 500 nm 구조로 만들어졌다. [그림 1]은 제작된 소자의 구조를 보여주고 있다. 소자의 양단은 전기적 저항을 측정하기 위해 전극이 연결되어 있다. 자기장을 인가해주는 각도를 달리하여 세 가지 실험을 하였다. 각 실험에 인가된 자기장의 각도는 [그림 1]에 도식하였다.

실험 1의 경우, 자기장을 -15도 각도로 인가하였고 이 때 측정된 자기저항 값으로 부터 자화역전이 일어나는 자기장값, 즉 반전자기장 H_c 을 찾았다. [그림 2(a)]는 측정된 자기저항 값의 전형적인 예를 보여주고 있다. 이를 통하여 결정된 반전자기장보다 수 Oe 작은 필드를 걸어주면서 전류펄스를 주입

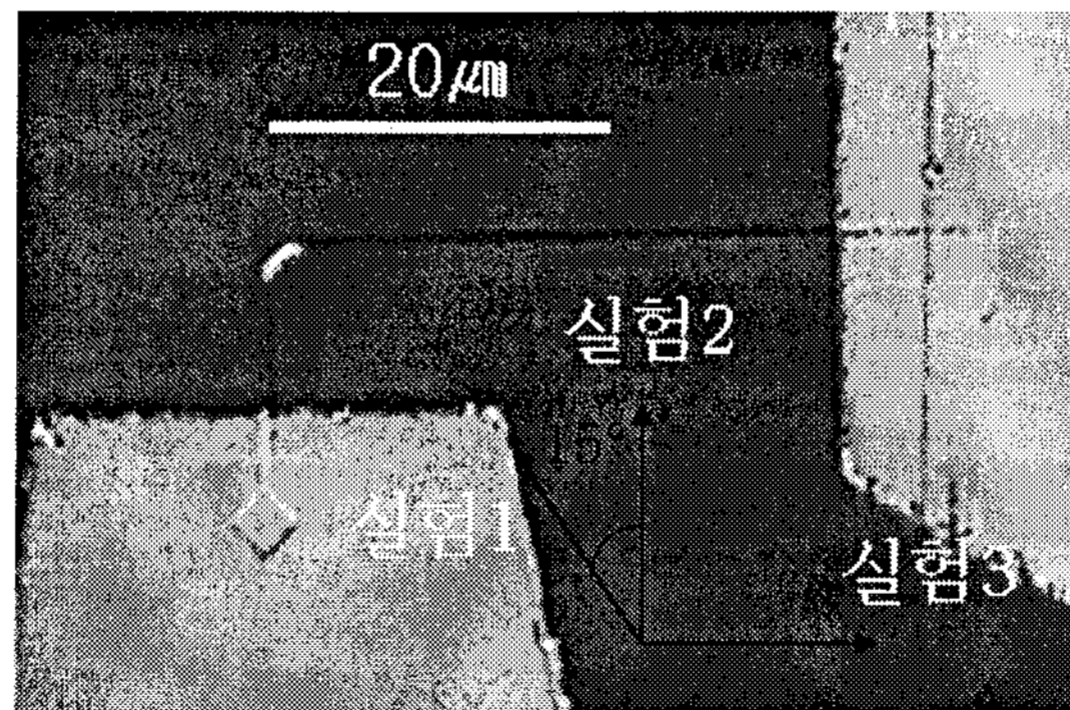


그림 1. 나노선소자의 구조와 각 실험에 인가된 자기장의 방향.

하여 자화역전이 일어나는 현상을 [그림 2(b)]와 같이 관찰하였다. 온도 상승 효과와 대비된 전류 주입효과를 확인하기 위하여 전류펄스의 극성을 반대로 한 실험을 하였고 이를 통해 관찰된 자화역전이 전류의 극성에 상관성이 있음을 확인하였다.

실험 2의 경우 자기장을 nucleation pad가 있는 쪽에 평행하게 인가해 주었다. 이 경우 국소적으로 안정적인 세 가지 상태가 발생하는데, 이는 각각 자구벽이 하나도 없는 경우, 한 개 있는 경우, 두 개 있는 상태이다. 자기저항을 [그림 3]과 같이 측정하여 세 가지 자화상태를 확인하였고 상태의 변화가 자구벽의 형성 또는 자구벽의 이동을 통하여 이루어짐을 알 수 있었다.

실험 3에서는 nucleation pad가 없는 쪽에 평행하게 자기장을 인가해 주었다. 이 경우 두 가지 자화

상태, 즉 자구벽이 없는 경우와 한 개 있는 상태가 존재한다. [그림 4]와 같이 자기저항 측정 결과를 통해 자구벽의 형성은 결맞은 회전(coherent rotation)을 통해 일어나고 자구벽의 사라짐은 외부 자기장에 의한 자구벽 이동 현상 또는 결맞은 회전을 통해 일어남을 확인하였다.

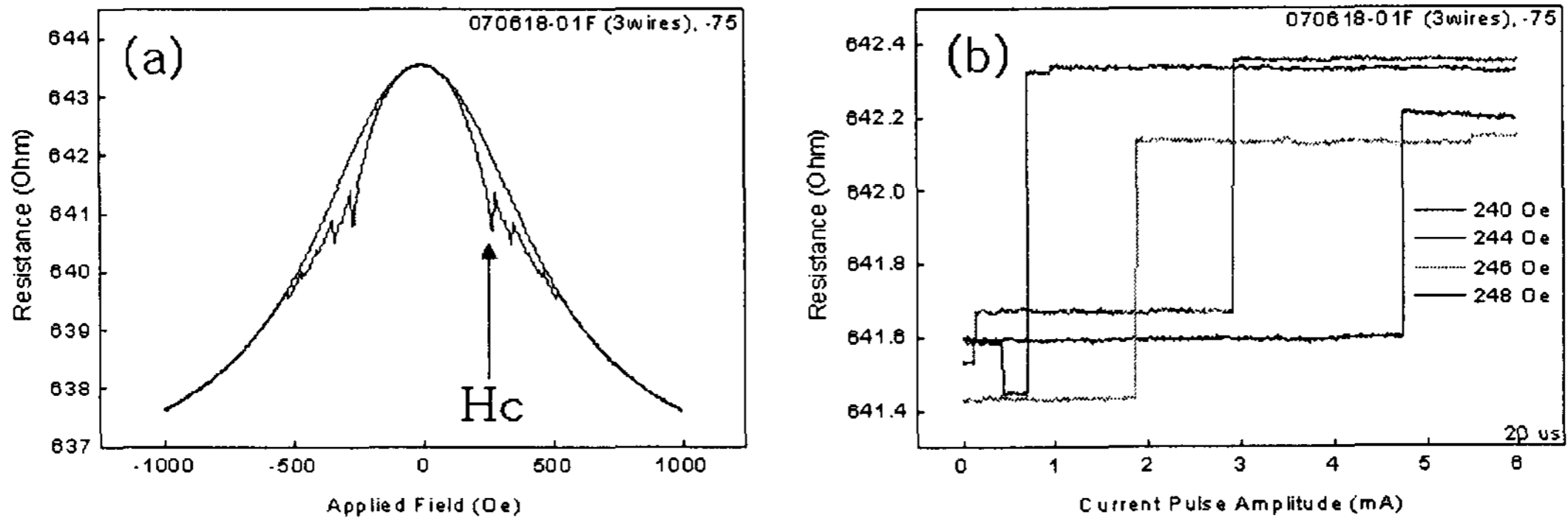


그림 2. (a) 실험 1의 경우 측정된 자기저항값의 전형적인 형태와 반전자기장 H_c , (b) H_c 보다 적은 자기장을 인가 해준 상태에서 전류펄스를 주입하여 자화역전 현상 측정.

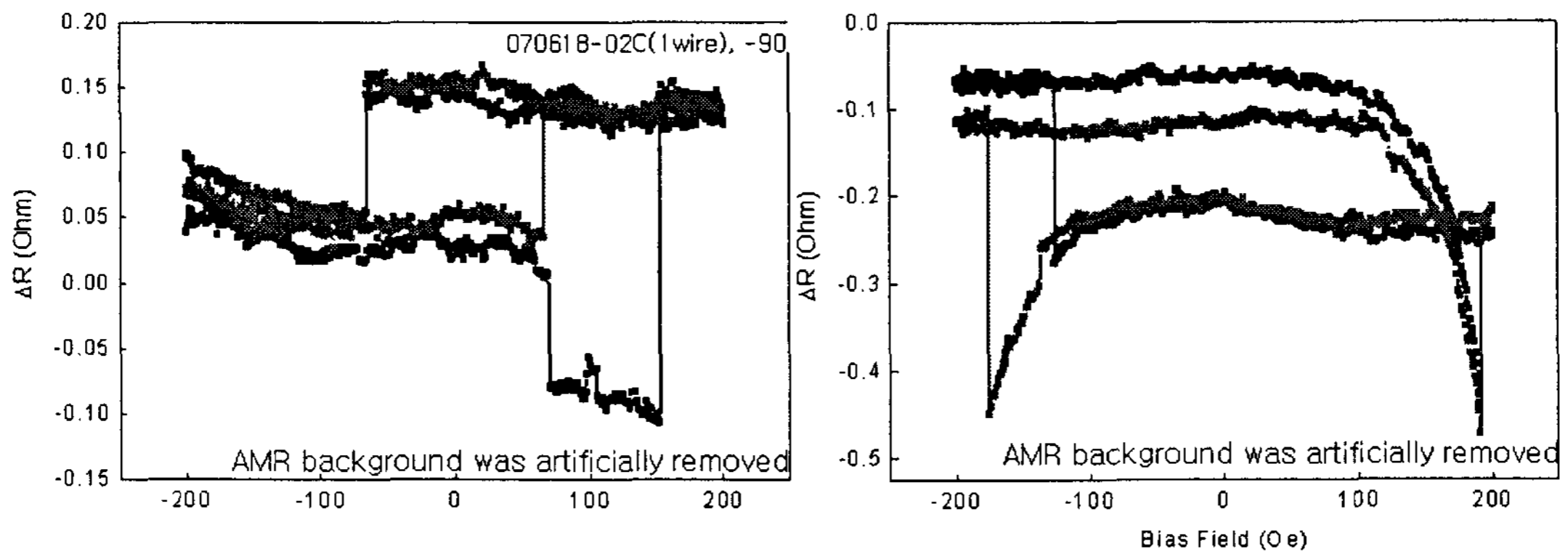


그림 3. nucleation pad가 있는 쪽에 평행하게 자기장을 인가해 준 경우 자기저항값.

그림 4. nucleation pad가 없는 쪽에 평행하게 자기장을 인가해 준 경우 자기저항값.

3. 결론

본 연구를 통하여 전류 펄스 주입 또는 외부 자기장으로부터 1) 자구벽의 이동과 2) 결맞은 회전을 통한 자화역전 현상이 발생함을 확인하였다.