에르스텟 자기장을 이용한 극성이 결정된 자구벽 쓰기

문경웅*, 김갑진, 이강수, 최석봉
서울대학교 물리천문학부

전류에 의한 자구벽 이동 현상이 발견된 이후 이 현상을 이용하여 메모리 소자를 개발하기 위한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 이 메모리 소자는 강자성 나노선에 자구를 이용하여 정보를 저장하게 되는데 자구의 크기가 작을수록 더 많은 정보를 저장할 수 있게 된다. 하지만 자구의 크기를 줄이면 자구들 사이에 존재하는 자구벽이 합쳐지는 문제가 발생한다. 이러한 문제는 수평자기이방성을 가지는 물질에 대해서는 연구되었지만 수직자기이방성을 가지는 물질에 대해서는 아직까지 명확하게 연구된 바가 없다. 이번 연구에서는 수직자기이방성을 가지는 강자성나소선에 대하여 자구벽이 합쳐지는 현상이 자구벽의 극성에 의존함을 보이고 에르스텟 자기장을 이용하여 극성이 결정된 자구벽을 쓰는 방법을 제안하고자 한다.

Fig. 1(a)는 수직자기이방성을 가진 강자성 나노선에 자구벽이 두 개 존재 할 때 자구벽의 거리 d 와 외부자기장의 크기 H_{ext} 간의 관계를 나타내고 있다. H_{ext}의 크기가 증가할 때 인접한 자구벽의 극성이 서로 평행하면(P) 자기장 15 Oe일 때 자구벽이 합쳐지지만 자구벽의 극성이 반평행하면(AP) 자기장의 세기가 50 Oe이 될 때까지 자구벽이 서로 합쳐지지 않음을 보여주고 있다. 즉 인접한 자구벽의 극성이 서로 반대이면 극성이 같을 때보다 안정적으로 자구가 존재 할 수 있다.

인접한 자구벽의 극성을 서로 반대로 만들기 위해서는 에르스텟 자기장을 이용한 자구 쓰기를 하면 된다. Fig. 1(b)는 기울어진 도선을 이용한 자구 쓰기를 보여주고 있다. 자성나노선의 아래쪽에 있는 도선을 흘러가는 전류에 의해 발생한 에르스텟 자기장은 나노선의 자화방향을 결정해 주게 되는데 도선의 위쪽부분에서는 자구벽의 극성을 결정해주는 에르스텟 자기장이 발생하게 된다. 흐르던 전류가 꺼지면 각각의 자구벽은 초기상태에 의해 서로 반대방향의 극성을 가지게 된다.

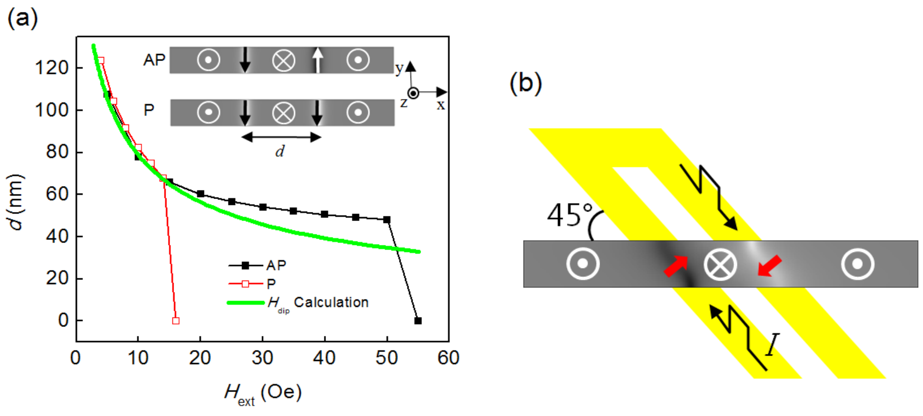

Fig. 1 (a) 인접한 자구벽의 극성에 따른 자구벽간의 거리 d와 외부자기장 Hext의 관계. 자구벽의 극성이 반대일 때 더 안정적으로 자구가 존재한다. (b) 기울어진 도선을 이용한 자구벽 쓰기. 도선에서 발생하는 면방향의 에르스텟 자기장에 의해 인접한 자구벽의 극성이 서로 반대가 된다.