

Magnetotransport properties of 1-dimensional magnetic nanoparticle array

Ji Sung Lee¹, Yoo Sang Jeon^{1,*}, Woo Seung Ham¹, and Young Keun Kim¹

¹Department of Materials Science and Engineering, Korea University, Seoul 136-713, Korea

자성나노입자의 자기수송특성을 이해하는 것은 나노입자를 이용한 자기저항소자 제작의 가능성을 열볼 수 있기 때문에 최근 과학계에서 큰 관심을 받고 있다. 지금까지는 나노입자의 특성을 알아보기 위하여 다량의 자성나노입자들 위에 패터닝 된 전극을 증착시키거나 펠렛 등의 형태를 만들어 측정하였기 때문에 단일 입자간의 특성을 알 수 없었다. [1], [2] 본 연구에서는 1차원 나노입자를 배열시킨 후 미세전극을 이용하여 그 개수를 조절한 자성나노입자의 자기수송 특성을 측정하고자 하였다. 마그네타이트 (Fe_3O_4) 나노입자는 100 nm 크기로 폴리올 방법을 통해 합성하였다. [3]. 이렇게 합성된 나노입자의 자기적 특성은 그림 1(a)와 같이 페리자성을 보이고 있다. 다음으로 SiO_2 가 덮인 Si 기판 위에 Ti/Au 전극 한 쌍을 전자빔 증착법을 이용하여 증착 하였다. 외부자기장을 인가한 상태에서 자성나노입자 용액을 떨어뜨림으로 나노입자 1차원 배열을 만들 수 있었다. 그림 1(b)와 같이 집속이온빔시스템 (FIB)을 이용하여 Ti/Au 전극과 자성나노입자를 연결하였다. 마지막으로 이렇게 제작된 소자에 다양한 범위의 온도, 자기장 분위기 하에서 전기적 특성을 물성측정시스템 (PPMS)로 측정하였다. 그림 2(a)에서 볼 수 있듯이 상온에서 560 k Ω 정도의 저항을 보이던 소자는 온도가 증가함에 따라 최대 20 G Ω 까지 커졌으며 160 K 이하 온도부터는 I-V 곡선이 점차적으로 선형에서 곡선을 변화하면서 절연특성을 보이기 시작하였다. 한편 그림 2(b)에서 볼 수 있듯이 자성나노입자들은 $H=50$ kOe, $V_b=0$, $T = 80$ K 에서 -16 % 정도의 자기저항 값을 보였다. 이러한 음의 자기저항 값은 가해지는 자기장에 의해 인접한 자성나노입자의 전자 스핀들을 한 방향으로 배열 함으로 터널링이 좀 더 유리해져 전기전도도가 증가한 것으로 보인다.

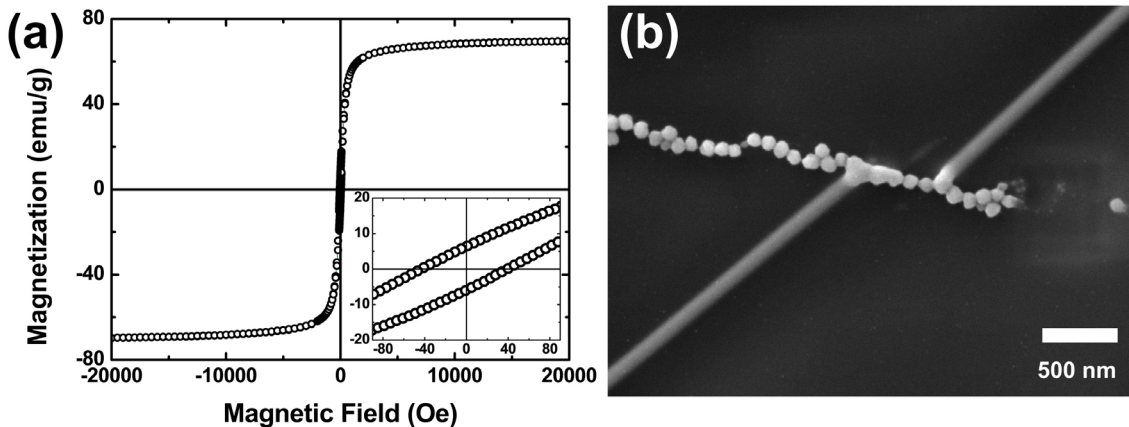


그림 1. (a) 상온에서 측정한 자성나노입자의 자기이력곡선 (b) 1차원 배열된 나노입자의 SEM 이미지

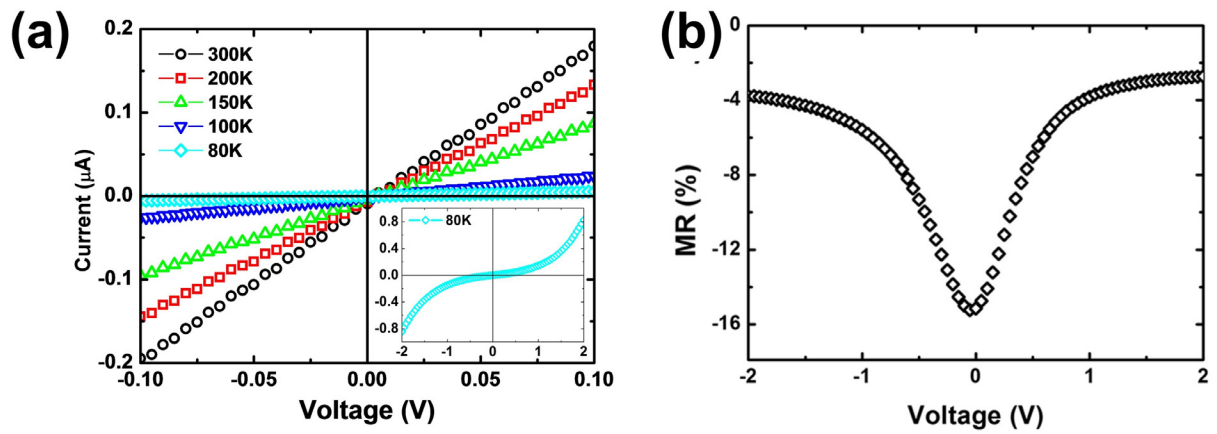


그림 2. (a) 다양한 온도범위에서 측정한 1차원 나노입자의 I-V 곡선
 (b) 80 K 일 때 $H = 50$ kOe 에서의 전압에 따른 MR 값 변화

참고문헌

- [1] S. Kohiki *et al.*, *ACS Appl. Mater. Interfaces* 5 11584 (2013)
- [2] J. Wang *et al.*, *APL* 90, 213106 (2007)
- [3] J. Cha *et al.*, *RSC Adv.* 3 3631 (2013)