

연세대, 자기기록소자 기록용량 증가기술 개발

연세대학교 『초미세표면과학연구센터』 황정남 교수 연구팀이 이온선 혼합법을 이용해 기존 자기기록소자의 기록용량을 대폭 증가시킬 수 있는 새로운 기술을 개발했다.

정보저장장치 중 자성기록매체를 이용한 보조기억장치의 용량을 높이기 위한 기술로, 기존 10기가바이트 하드디스크 드라이브 기록용량을 1.5배 증가시킬 수 있는 새로운 방법으로 하드디스크 드라이브의 크기를 1.5배 축소시키는 것이 가능해 초고밀도 자기기록소자 개발시기를 한 단계 앞당기게 됐다.

그리고 개발된 기술은 관련 산업체에서 사용중인 자성기록매체 제조공정에 바로 적용할 수 있기 때문에 하드디스크 드라이브, 광자디스크 드라이브, 미니 디스크, 플로피 디스크 드라이브 등 거의 모든 자기정보 기록매체 생산에 사용할 수 있다.

또 산업화를 위한 성능 및 특성평가를 수행한 결과 현재까지의 기록용량 증가보다 몇 단계 더 높은 기록용량을 얻을 수 있는 극초고집적 정보저장기술 개발의 원천기반기술로 활용할 수 있는 단계에 도달해 벤처기업인 P&T 기술과 특허전용권 실시계약을 체결했고, 세계국제특허(Patent Cooperation Treaty)에 가입된 140여개 국에 2억원을 들여 원천기술에 대한 특허를 출원했으며 미국 IBM, Western Digital 등 세계 우수 메이저 정보저장매체기업과 투자 유치 및 기술개발 협약을 추진하고 있어 관련분야 세계시장을 선점할 수 있는 기반을 마련할 것으로 기대되고 있다.

황정남 교수는 2001년 8월 문을 연 연세대 나노사업단장을 맡아 생체의료용 나노소재 및 원자분자 수준의 나노소재 연구를 총괄하고 있으며 우리나라 나노기술 국제경쟁력에 크게 기여할 물리학자로 기대되고 있다.

한편, 현재 상용화되고 있는 자성기록매체의 기록 밀도는 10Gb/in²인데 현재 기술로는 한계에 도달해 수직 자성기록방식, 격자형 자성기록방식 등 기록밀도를 증가시키는 새로운 기술이 개발되었으나 경제성 등 상용화에 많은 시간이 소요될 것으로 판단된다.

이에 황정남 교수팀은 기존 기술을 그대로 사용해 자성기록매체를 제조한 후 후처리 공정기술로 이온선을 조사하는 방법을 추가해 기록밀도를 1.5배 향상시키는 신기술을 개발했다.

[연구내용]

자성원자가 고체상을 이루면 원자당 자기모멘트가 자유원자 상태에서의 자기모멘트 보다 항상 작아지게 된다. 예를 들어, 순수한 원자상태의 Co의 경우 원자 자기모멘트가 3.0 μ_B 인데 비해 고체의 경우는 Co 원자당 1.7 μ_B 에 불과하다. 이는 원자들이 고체상을 이루기 위해 서로 접근하게 되면 각각의 자유원자 내의 전자들이 서로 섞이게 되어 유효전자수가 감소하기 때문이다.

이런 강자성체의 기본성질은 결국 자성고체내 원자간 거리를 늘려 주거나 전자를 국소화시키면 고체의 자기모멘트를 증가시킬 수 있다는 가능성을 의미하여 관련 연구가 활발히 이루어져 왔다. 이론적 연구를 통해 강자성체가 준안정상태를 형성하여 원자당 부피가 팽창하면 자기모멘트를 증가시킬 수 있다는 것이 예측되었지만, 실험적으로는 단일 강자성 원자층이나 1/100 단일층과 같은 제한적인 경우에만 그와 같은 자기 모멘트의 증가가 보고되었을 뿐, 합금계와 같은 bulk상에 대해서는 기존의 방법으로 이와 같은 확장된 간격이나 국소화된 전자구조를 가져서 자유원자에 근접하는 자기모멘트를 지니게 되는 준안정 상태의 강자성 물질을 얻을 수 없었다.

이 연구에서는 외부자기장을 인가한 상태에서 Ar이온선을 Co/Pt 강자성다층박막에 조사시키는 이온선 혼합을 이용하여 bulk 상태에서 Co 원자당 자기모멘트의 증가를 세계 최초로 성공했다.

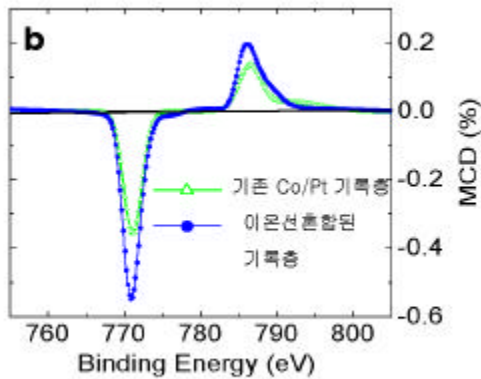


그림2. 자기 원형 이색성 spectrum

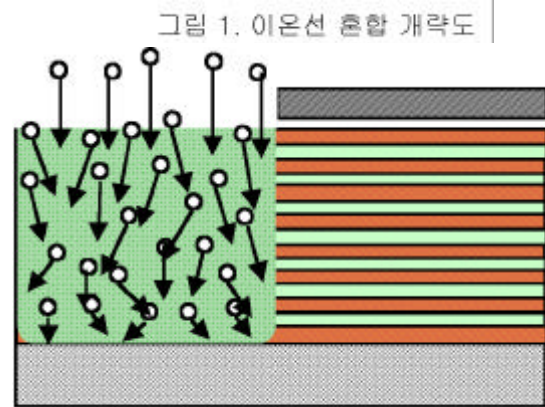


그림 1. 이온선 혼합 개략도

포항 방사광가속기에서의 자기원형이색성을 이용해 형성된 강자성 합금박막의 Co 원자당 자기모멘트를 측정한 결과 표준시료로 사용한 순수 Co 박막이 기존에 알려진 Co 원자당 $1.72\mu_B$ 의 자기모멘트를 가지는데 비해 이온선 혼합에 의해 형성된 CoPt 합금박막은 $2.63\mu_B$ 을 가짐을 확인했다.

현재까지 알려진 bulk내 Co 원자의 자기모멘트로는 최대의 값이며, 자유원자 상태에서의 이상적 수치인 $3.0\mu_B$ 에 크게 근접한 값이다.

이온선 혼합된 합금박막의 특이자성은 준안정상 형성에 따른 부피확장과 이온선 조사에 따른 국소 응응상태로부터의 초단시간내 냉각에 따른 Co 원자내의 전자들의 국소화 현상으로부터 기인함도 확인했다. 아울러 증가된 자기 모멘트의 양은 위의 2가지 Mechanism을 고려해 계산한 이론치와도 잘 일치했다.

Samples	Co 원자당 자기 모멘트 (μ_B)		
	Spin (m_{spin})	Orbital (m_{orb})	Total ($m_{spin} + m_{orb}$)
순수 bulk Co	1.55	0.15	1.70
기존 Co/Pt기록층	1.56	0.13	1.69
이온선혼합된 CoPt 기록층	2.37	0.26	2.63
이론치	2.27	0.20	2.47

표1. X-선 자기 이색성 sum rule 에 의해 결정된 각 자기 기록박막의 자기 모멘트 특성 결과

이와 같은 자기이온선 혼합법을 통한 강자성체의 자기모멘트 향상은 제한적으로 검증되어 왔던 자기모멘트 증진 이론과 실험을 일반 bulk계를 통해 최초로 확인했다는 의미 뿐만 아니라 수십 나노미터 크기의 극고밀도 자기기록소자 개발 시 여러 가지 자기물성이 심각하게 저하되는 난점을 해결할 수 있는 방법을 제시해 줄 수 있을 것으로 기대된다.