

## 중성자거울, 중성자 유도관 및 잔류자기 중성자 거울

조상진, 강희영, 이창희

한국원자력연구소

e-mail 주소:ex-sjcho@kaeri.re.kr

중성자는 X-ray 와 함께 물질 구조 분석을 위해 상호 보완적인 역할을 한다. 하지만 중성자가 지닌 자기적 성질 때문에 자기물질분석이 용이하고, 높은 투과율 때문에 레디오그래피나 residual stress 측정 등에서 x-ray보다 뛰어나지만 빔 플럭스가 상대적으로 약하다. 이를 보완하기 위해서 국내 연구용원자로인 하나로에 냉중성자원의 설치가 진행중에 있으며, 냉중성자원이 설치되면 NT, BT 등의 구조분석에 용이한 장과장의 중성자 플럭스를 높일 수 있다. 냉중성자원을 통과한 중성자는 Ni 이나 Ni/Ti-초거울 등이 증착된 미러로 제작된 가이드튜브를 통하여 실험동의 실험장치까지 최소한의 빔손실로 이동될 수 있다. 이는 중성자의 매질에서의 굴절률이 1보다 작아 입사각이 임계각보다 작을 때 전반사하는 성질을 이용한다.

주기적인 결정면들의 반복구조는 중성자, 전자 X-선 등을 회절 시키는데, 인위적으로 두개의 서로 다른 물질을 주기적으로 반복시킨 박막구조에서도 이 회절현상을 볼 수 있다. 반복되는 다층박막들의 두께변화를 통하여 회절된 선폭을 임계각 까지 넓힐 수 있는데 이를 supermirror(초거울) 이라 한다<sup>[1,2]</sup>.

강자성 물질인 Fe과 Co의 합금과 Si을 이용하면 편극초거울을 만들 수 있다. 자성 물질은 자기장내에서 spin up 과 spin down으로 정렬된 중성자에 따라 각각 다른 산란길이밀도 (Scattering length density: SLD)를 지니는데, 철과 코발트 조성비 조절을 통해 합금 $Fe_{89}Co_{11}$ 의 down-중성자 산란길이밀도가 Si의 SLD와 같게 만들면 down-중성자는 두 개 막의 차이를 구분하지 못하여 투과하고 단지 up-중성자만이 반사 할 수 있도록 해주는 것이다. 이 편극초거울을<sup>[3]</sup> 이용한 편극중성자는 광범위하게 중성자 분광장치(SANS, Spin echo, REF등)에 이용되어, 반도체 및 자기박막의 연구에 이용되고 있다.

이외 잔류자기편극거울은<sup>[4,5]</sup> 자기장하에서 자기화된 박막이 자기장이 존재하지 않아도 자기 성질을 잃지 않게 만든 것인데(녹음 테이프와 같은 원리) 자기화를 쉽게 하기 위해 이물질을 FeCo합금에 첨부하거나 (FeCoV/TiZr) 또는 Si대신 Ge을 이용한 FeCo/Ge등을 이용한다.

본연구는 기존의 편극중성자 거울로 이용되는 FeCo를 박막증착 환경에 변화를 주어 잔류자기편극중성자거울을 만들 수 있는 방법이다. Triode sputtering 방식의 박막증착시 Bias 전압을 샘플홀더에 걸어주어 박막의 성질과 자기특성을 연구하였다. 서로다른 두박막의 interface에 새로운 화학적 박막 (FeSi)이 발견되었으며, +Bias 전압으로 만들어진 박막은 잔류자기가 97% 이상이었다. 잔류자기 측정을 위해 SQUID-Magnetometer와 편극중성자반사율장치를 이용하여 측정하였다.

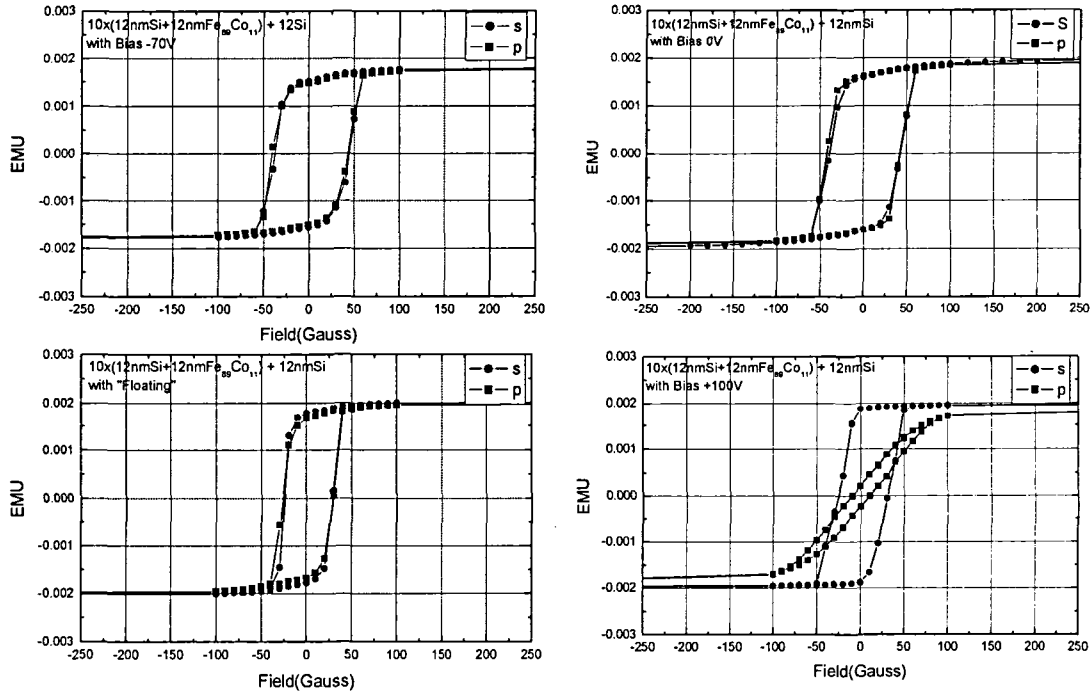


그림 1 여러 Bias전압으로 만들어진 박막의 SQUID 측정

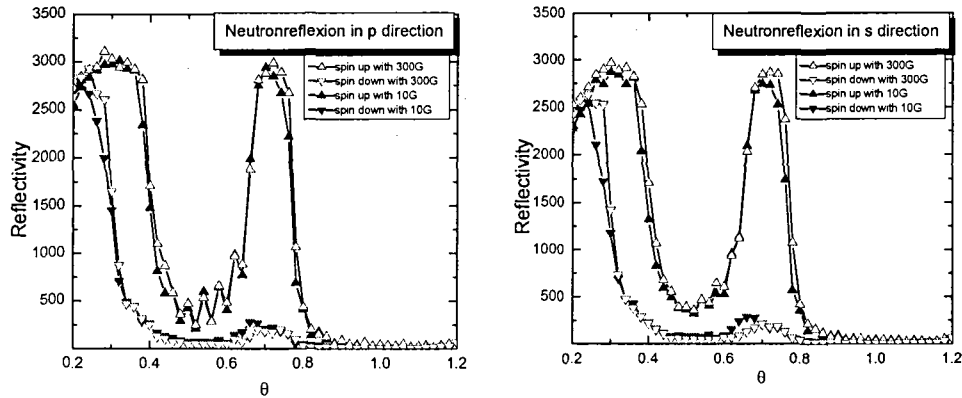


그림 2 편극중성자반사울장치로 측정한 잔류자기편극중성자거울

[1] F. Mezei, Comm. Phys, 1, 81(1976)  
 [2] F. Mezei, P. Dagleish, Comm. Phys. 2 41 (1977)  
 [3] F. Mezei, Polarizing supermirror devices, SPIE Conf. Proc. (1992)  
 [4] N.K. Pleshanov, Physica B 297 (2001) 131-135  
 [5] N.K. Pleshanov, V. Bodnarchuk, R. Gaehler, D.A. Korneev, A. Menelle, S.V.Metelev, V.M.Pusenkov, A.F.Schebetov, V.A.Ulyanov. Physica B 297 (2001) 126-130

