

Kinetically limited growth of Fe films on NiO(100) and Si(100)

Seolun Yang¹, H. -K. Park¹, N. -B. Ha¹, J. -Y. Kim², K. -J. Kim², H. -N. Hwang²,
and J. -S. Kim¹

¹Sookmyung Women's University, ²Pohang Acceleration Laboratory

반강자성인 NiO(001) 위에 증착된 Fe 박막의 exchange anisotropy 현상과 차세대 소자로서 Fe/Si(001) 계는 오래 전부터 주요 연구 대상이다. 게다가 점차 작은 크기의 소자가 요구됨에 따라 극초박막 상태의 Fe이 각광받고 있으며, 이는 차원 감소 및 기판으로부터의 영향을 받기 때문에 학문적으로도 매우 흥미로운 대상이다. 그러나 실온에서 Fe 극초박막을 성장시키는 경우, interface alloy의 형성이 불가피하다. Fe/NiO(001) 계의 Fe-Ni exchange 과정, Fe/Si(001) 계의 Fe Silicide, Fe/GaAs(001) 계에서 As의 segregation 등이 그 예이다. 이러한 interface alloy는 Fe 박막의 자성에 부정적인 영향을 준다. 그러므로 genuine interface의 형성이 Fe 박막의 자성 연구 및 응용에 매우 중요한 역할을 한다.

일반적으로, 저온에서 박막을 성장하면 interface alloy의 형성을 제한할 수 있다. 예컨대, 100 K에서는 Fe/Si(001)의 계면에 Fe silicide가 생성되지 않음이 보고되었다.¹ 이러한 관점에서 본 연구진은 ~ 100 K에서 Fe 극초박막을 성장시키고 XPS를 이용한 구체적이고 일관성 있는 계면 구조 분석을 시도하였다.

90 K에서 형성된 Fe/NiO(001) 계에서, Ni 2p와 Fe 2p spectra에서 metallic Ni과 Fe-Ni alloy의 존재를 확인하였다. 이는 Fe-Ni exchange process가 여전히 차단되지 않음을 의미한다. 110 K의 Si(001) 위에 성장된 Fe 1 ML의 valence band에는 Fe Silicide가 보이지 않았다. 그러나 Si 2p spectra에는 3 ML이상 쌓인 후 amorphous Fe₃Si phase가² 나타났다. 즉, 110 K에서도 Fe Silicide의 형성을 막을 수 없다.

그렇지만 surface sensitive한 XPS spectra를 통하여 interface alloy의 형성 범위가 감소하였음을 확인하였다. Fe-Ni alloy 층의 두께는 4 ML에서(RT)³ 1.5 ML 이하로(90 K) 줄어들었다. Amorphous Fe₃Si phase가 나타나는 두께는 5 ML에서(RT) 3 ML로(110 K)로 줄어든다. 또한, Si 2p peak은 실온에서는 15 ML 이상에서도 측정이 되지만, 110 K에서는 15 ML가 쌓인 후 거의 사라진다. 이는 저온에서 Fe 박막의 interdiffusion이 감소하고, Fe 박막이 Si을 효과적으로 screening하기 때문이라고 해석할 수 있다.

[1] R. Kläsger et al., Phys. Rev. B 56, 10801 (1997)

[2] M.V. Gomoyunova et al., Surf. Sci. 601, 5069 (2007)

[3] S. Benedetti et al., Surf. Sci. 572, L348 (2004)