

Cu/Ni/Cu(001)구조의 자기 이방성과 자구의 변화

Variation of magnetic anisotropy and magnetic domains in Cu/Ni/Cu(001) structure

연세대학교

물리 및 응용물리사업단

방선경 황현미 이재용

1. 서론

Cu/Ni/Cu(001)구조는 Ni의 두께가 증가함에 따라 자발 자화가 수평 자화에서 수직 자화로 다시 수평 자화를 변화하고, 이 자기이방성의 변화는 Ni 박막의 변형과 밀접한 관련이 있다고 알려져 있다.^{1,6} 일반적으로 자구벽(magnetic domain wall)의 구조는 자기이방에너지(magnetic anisotropy energy)와 교환에너지(exchange energy)의 상호작용에 의하여 결정되듯이 자기이방성이 자구(magnetic domain)의 형성에 큰 영향을 준다는 것을 예측할 수 있다.

따라서 본 논문에서는 수직자화를 보이는 Cu/Ni/Cu(001)구조에서 Ni 박막의 두께변화에 따른 Ni 박막의 변형과 함께 자기이방상수를 결정하였고 그에 따른 자구의 변화를 연구하였다.

2. 실험방법

Epitaxial Cu/Ni($t=20-65\text{\AA}$)/Cu(001)을 HF(10%)처리된 실리콘 기판에 thermal evaporation 방식으로 성장시켰다. RHEED(Reflection High Energy Electron Diffraction)를 이용하여 Ni 박막의 epitaxial growth을 확인하였고, in-plane strain을 결정하였다. Magnetic Optical Kerr Effect(MOKE) 장비를 이용하여 자기이방성의 특성을 확인하여, 수직자기이방상수(k^{eff})를 구하였다. 또한 Magnetic Force Microscopy(MFM)를 이용하여 Ni 박막의 두께에 따른 자구의 변화를 관찰하였다.

3. 실험결과 및 고찰

RHEED패턴으로부터 Cu와Ni 박막의 [001]축이 Si [001]축에 대해서 45° 회전하여 epitaxial growth 됨을 확인하였고, in-plane strain이 Ni의 두께(t)에 반비례하는 것을 확인하였다. Ni의 $t \leq 20 \text{\AA}$ 인 경우 수평자화를 보였으며, $25\text{\AA} \leq t \leq 65\text{\AA}$ 인 경우 수직방향으로 100%의 잔류자화를 보였다. k^{eff} 는, 자기장을 자화곤란축 방향으로 가하면서 수직방향의 자화성분을 측정하였고, 이를 coherent rotation을 가정한 수식과 비교하여 결정하였다. $25\text{\AA} \leq t \leq 65\text{\AA}$ 에서 k^{eff} 를 구하였는데, $t=40 \text{\AA}$ 일 때 최고값이었다.

As-grown 시료의 경우, $t=45\text{\AA}$ 과 $t=60\text{\AA}$ 의 자구형태는 규칙적이지 못하다는 공통점을 보여주지만, $t=45\text{\AA}$ 인 경우 자구들이 일반적으로 길게 연결되어 있는데 반하여, $t=60\text{\AA}$ 의 경우 자구는 여러 개의 섬처럼 떨어져 있는 모양을 보였다. 자구의 측면의 크기는 $t=60\text{\AA}$ 이 $t=45\text{\AA}$ 보다 상대적으로 더 큰 크기를 보였다. 그리고 $t=60\text{\AA}$ 의 경우는 더욱 뚜렷한 자구의 모양을 보였다.

4. 결론

이에 본 논문에서는 Ni의 수평자화와 수직자화의 성질이 나타난 다양한 두께에 대한 MFM 이미지를 얻어, Cu/Ni/Cu(001)박막의 수직자기이방상수(k^{eff})와 자구(magnetic domain)의 상호 관계를 연구할 예정이다.

5. 참고문헌

¹ R. Jungblut, M. T. Johnson, J. aan de Stegge, A. Reinders, and F. J. A. den Broeder, J. Appl. Phys. **75**, 6424 (1994).

² B. Schulz and K. Baberschke, Phys. Rev. B **50**, 13467 (1994).

³ W. L. O'Brien, T. Droubay, and B. P. Tonner, Phys. Rev. B **54**, 9297 (1996).

⁴ G. Bochi, H. J. Hug, D. I. Paul, B. Stiefel, A. Moser, I. Parashikov, H.-J. Güntherodt, and R. C. O'Handley, Phys. Rev. Lett. **75**, 1839 (1995).

⁵ G. Bochi, C. A. Ballentine, H. E. Inglefield, C. V. Thompson, and R. C. O'Handley, Phys. Rev. B **53**, R1729 (1996).

⁶ K. Ha and R. C. O'Handley, J. Appl. Phys. **85**, 5282 (1999).