

[III~20]

The Sub-Surface growth of Ultrathin Ni layer grown on Cu(001) Surface

S. H. Kim^{1*}, H. S. Bae¹, H. G. Min¹, J. K. Seo², J. S. Kim³, S. C. Hong⁴, T. H. Rho⁴

1. Dept. of Physics, Hong-Ik Uni

2. KRIS, Pressure-Vacuum Lab

3. Dept. of Physics, Sook-Myung Women's Univ

4. Dept. of Physics, Univ of Ulsan

* present address : Dept. of Physics, Sung-Kyun-Kwan Univ

1. 서론

최근에 표면 및 초박막의 자성은 저차원 자성계의 예로서 많은 연구의 대상이 되고 있으며 이론적, 실험적 관심을 끌고 있다.

Cu(001) 표면에 Ni이 성장할 때 Ni의 격자상수(3.52Å)는 Cu의 격자 상수(3.61Å)와 약 2.5% 정도 만이 다른데 그 결과 pseudomorphic growth하는 것으로 알려져 있다. Ni은 7 ML(monolayer)까지는 Cu와 같은 격자상수를 가지고 적층성장을 하며 490K 이하에서는 상호확산을 하지 않는 것으로 알려져 있고, 5 ML이하에서는 2차원적 특징을, 5ML이상에서는 3차원적인 특징을 보이는 등 박막의 두께에 따른 흥미로운 현상들이[1] 나타난다. 그러나 최근에 A.Nilsson은 Cu(001)표면에 Ni를 성장시켰을 경우에 260-300K에서 표면 합금이 형성되는 것을 X-ray photoelectron spectroscopy(XPS)를 이용하여 보았다[2]. 이와 같이 동일한 계에 대한 실험 결과가 매우 다르게 나오는 것으로 보아 실험결과들이 실험조건에 영향을 받는 것으로 생각되어 최적의 성장조건과 구조분석이 선행되어야 한다고 생각한다.

본 연구에서는 초고진공하에서 자성체 금속물질(Ni)을 비자성 금속 단결정표면[Cu(001)]에 epitaxy하게 1-3층 성장시키면서 Dynamic LEED와 Auger electron spectroscopy를 사용한 실험 결과와 First principles calculation에 근거한 Ni의 원자구조와의 비교 분석을 통하여 초기 Ni원자층의 성장 양식을 규명하는 것을 목적으로 하고 있다.

2. 실험

시료는 mechanical polishing을 한후, UHV chamber에 넣은후 sharp한 spot과 낮은 background의 intensity를 얻을 때까지 sputtering과 annealing을 반복하여 AES로 불순물의 유무와 증착된 Ni층의 두께를 확인 하였으며, Video LEED system을 이용하여 I/V특성 곡선을 얻었다.

3. 결과

Cu(001) 표면에 Ni이 성장할 때 LEED pattern이 sharp한 P(1X1)형태로 나타나므로 Ni원자가 Cu(001)와 동일한 격자 상수를 가지고 epitaxy하게 성장함을 알 수 있다. I/V 특성곡선에서 피크위치가 High energy쪽으로의 이동하는 것은 2차원 Ni의 박막이 Cu의(1.801Å) 층간간격보다 작은 Ni(1.75Å)의 3차원적인 bulk 상태로 성장되어 가는 것으로 볼 수 있다. 그리고 이 피크위치의 변화는 성장된 Ni에 의한 inner potential이나 work function에 의한 것이기에는 그 값이 너무 크다. First principles calculation의 결과는 Cu/Ni/Cu(001)의 구조가 Ni/Cu(001) 구조보다 낮은 에너지를 가짐을 예측하고

1ML, 2ML, 3ML의 Ni를 성장시킨 후에 얻은 LEED의 I/V 분석결과, 구조는 각각 Cu/Ni/Cu, Cu/Ni/Ni/Cu, Cu/Ni/Ni/Ni/Cu의 구조가 가장 적은 R-factor 값을 갖는 것으로 나타났다. 이 결과로 보아 Ni이 성장할 때 sub-layer로 성장함을 알 수 있다.

참고문헌

[1] S. D. Bader, J. Magn. Magn. Mater., 100, 307(1991)

[2] B. Hernnas, M. Karolewski, H. Tillborg, A. Nilsson, N. Martensson, Surf. Sci, 302(1994)64-72.

<表 1>

[1 ML]

Reference	d12	d23	d34	d45	d56	d67	R-fac
Ni/Cu/Cu	-7.0%	1.4	-1.1	3.9	4.3	0	0.311
Cu/Ni/Cu	-1.8	-1.9	0.6	1.8	-0.6	0	0.204

[2 ML]

Reference	d12	d23	d34	d45	d56	d67	R-fac
Ni/Ni/Cu	-2.6	-4	-1.5	4.3	-3.5	0	0.377
Cu/Ni/Ni	-1.6	-3.7	-3.8	-1.2	2.5	0	0.289

[3 ML]

Reference	d12	d23	d34	d45	d56	d67	R-fac
Cu/Ni/Ni/Ni	-3.4	-4.9	-3.7	-5.6	5.9	0	0.356

[First principles calculation for 1 ML]

Reference	d12	d23	d34	d45	d56	d67	R-fac
Cu/Ni/Cu	1.560 Å	1.760	1.805	1.805	1.805	0	0.458