

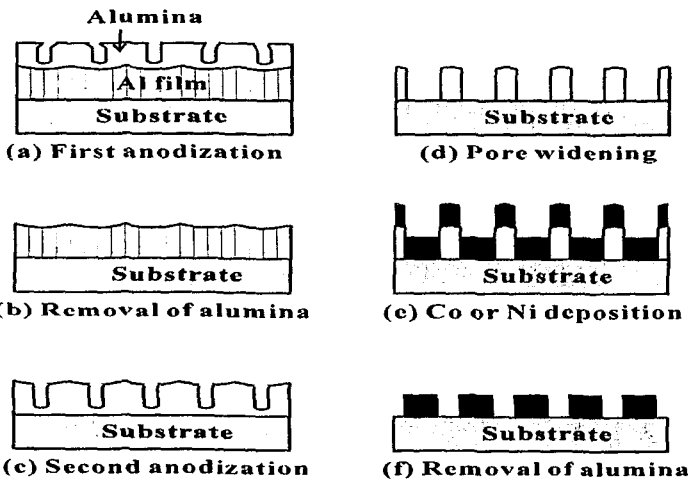
## Porous Anodic Aluminum Oxide Template를 이용한 Co 나노 구조의 제작

박재찬 방선경 황현미 이재용  
(연세대학교 물리 및 응용물리사업단)

### I. 서론

Si 기판 위에 증착한 Al 박막을 two-step anodization 과정을 이용하여 나노크기의 pore를 가진 anodic aluminum oxide (AAO)를 제작하였다. 제조과정에서 양극산화 Voltage, 양극산화의 시간, Widening 시간을 조절하여 다양한 크기의 나노 pore를 가진 AAO를 제작하였다. AAO template에 열 증착법으로 Co를 증착한 후 Alumina를 화학적으로 제거하여 Co나노구조를 제작하였다. AAO template와 Co나노구조의 구조적 특징은 SEM을 이용하여 연구하였으며, Co나노구조의 자기적 특성은 MOKE를 이용하여 측정하였다.

### II. 실험방법



#### - AAO Template 및 Co 나노구조 제작과정

Si Substrate 위에 e-beam evaporation 방법으로 Al 5000Å을 증착시킨 후, 옥살산 전해질(0.3M, 1.8°C)속에서 Two-step anodizing을 수행하였다. 음극으로는 백금(Pt)를 사용하였고, Voltage는 20 ~100V에서 First-step anodizing을 수행하였다. 생성된 Alumina Layer( $Al_2O_3$ )를 90분 동안 60°C의 크롬산과 인산의 혼합용액을 사용해 제거하였고, 이를 D.I water로 세척한 후, 규칙적인 Pore 모양을 만들기 위해 Second-step anodizing을 4분 동안 수행하였다. Pore의 Size를 키우기 위한 widening 과정은 30°C에서 약 1시간

#### - (AAO)의 제작방법과 이를 이용한 Co나노구조의 제작과정-

동안 인산용액 속에서 수행하였다. (그림(a)~그림(d))

AAO template 제작 후, 그림(e)와 같이 Ultra High Vacuum System(UHV)에서 열저항(Thermal) 증착 방식을 사용하여 template에 Co를 증착시켰다. Co 증착후 Magneto-Optic Kerr Effects(MOKE)를 사용하여 Magnetic properties를 측정해본 후 Co나노구조만을 Si substrate 위에 위치시키기 위해 Alumina Layer를 포화 NaOH용액 속에서 제거하였다.

### III. 실험결과 및 고찰

#### 1. SEM을 이용한 제조된 AAO Template의 관찰

AAO template를 제작후 Scanning Electron Microscope(SEM)을 사용하여 관찰한 결과는 다음과 같다. Two step 60V Anodization 과정 후의 Pore Diameter는 대략 90~100nm이고 Pore와 Pore 중심 간의 간격은 약 150nm이다. U자 모양의 Alumina 층은 높이가 약 100nm 정도이며 대부분의 U자 바

막이 Si Substrate까지 닿아 있는 모습을 확인할 수 있었다. 나노기공의 직경과 높이는 대략 100nm 정도로서 aspect ratio는 비교적 1:1을 유지하였다. Pore Size에 관련하여 Voltage에 따른 Pore Density를 SEM으로 확인해 본 결과, 전압을 20V에서부터 60V까지 조절하며 실험을 수행하였을 때 Voltage가 증가함에 따라 pore의 Diameter와 inter-pore distance는 증가함을 관찰할 수 있었다. Widening에 따른 Pore density의 변화는 40V에서 Two step Anodized 된 두 AAO template를 인산 용액에서 각각 60분과 120분 동안 Widening한 후 SEM image를 통해 관찰한 결과 60분에서는 40nm, 120분에서는 약 90nm의 직경을 확인할 수 있었다. 또한 장시간의 Widening은 근접한 나노기공의 병합을 야기함을 알 수 있었다.

## 2. Co 나노구조

Co를 증착한 후 남은 Alumina를 화학적으로 제거하여 Co나노구조를 제작하였고, Magneto-Optic Kerr Effects (MOKE)을 사용하여 Co나노구조의 자기적 특성을 확인해볼 수 있었다. Alumina Layer를 제거하기 전에는 자화곡선에서 Hysteresis가 관찰되었지만 Alumina Layer를 제거 후의 자화곡선에서는 관찰되지 않았다. 제작된 Co나노구조는 Alumina 제거 과정에서 Substrate에서 쉽게 분리되었고, 또 SEM으로 확인결과 Co나노구조들이 대부분이 명확하게 서로 분리되어 있지만, 부분적으로 Co나노구조들이 합쳐져 붙어있는 형태도 확인할 수 있었다. Co나노구조 각각의 모양은 분명하게 Co를 증착하기전의 AAO template 내의 Pore들의 형태를 띄고 있었으며, Alumina 제거시 발생하는 반응열로 인하여 단순한 접촉에 의한 결합이 아니라 다수의 Co가 병합되어 하나의 거대 나노구조화 되어버리는 현상도 관찰하였다.

## IV. 결론

Self organization 방법으로 Aluminum을 이용한 AAO template 제조하였고, 이를 이용하여 Nano Sized Cobalt를 제작하였다. pore의 size와 pore간의 간격은 양극산화시 주어지는 공정변수(Voltage, Concentration of solution Acid, Widening, Anodizing time, Temperature)와는 밀접한 관계가 있었고, AAO template에 증착된 Co나노구조는 pore의 형태를 따라서 육면체구조를 보임을 확인할 수 있었다. Si위에 Co 나노구조를 제작 후 MOKE를 통해 관찰한 자기이력곡선은 hysteresis를 관찰할 수 없었다. 본 실험에서는 나노구조를 제작하기 위해 주로 이용되는 기존의 wet deposition 방법(electro deposition)이 아닌 초고진공 챔버 안에서 E-beam evaporation이나 Thermal evaporation과 같은 dry deposition 방법을 이용해 나노구조제작이 가능하다는 것을 보였다.

## V. 참고문헌

- [1] Shimizu K., Kobayashi K., Thompson G. E. and Wood G. C., Philos Mag., A66,643(1992)
- [2] M. Nagayama, K.Tamura and H.Takahashi, Corros. Sci., 12,133 (1978)
- [3] 이관희, 이우영, 이화영, 정원용, 한국자기학회지. Submitted (2001)
- [4] A. Kaza야 Mukenga Bantu, J. Rivas, G. Zaragoza, M. A. Lopez-Quintela, and M. C. Blanco, J. Appl. Phys., 89, 3393 (2001)
- [5] Huaquiang Cao, Chentang Tie, Zheng Xu, Jianming Hong and Hao Sang, Phys. Rev, Lett., 78,1592 (2001)