

## 메조동공구조 박막을 이용한 금속 및 복합체 나노구조물 박막의 제조 Metal and complex nanostructured films by using mesoporous materials

이우황, 권영욱\*  
성균관대학교 화학과

### 1. 서론

금속 및 복합체 물질의 나노구조물에 대한 연구가 활발해지면서, 근래에는 이들 물질의 본래의 특성, 즉 원자배열 구조에 의한 특성 외에 클러스터 수준에서의 배열 구조, 즉 나노미터 크기 수준의 다양한 크기나 구조에 의한 특성 변화에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 메조동공물질을 이용한 금속 및 금속산화물의 나노구조물은 특유의 초격자 (super-lattice)라는 구조적 특징에서 오는 새로운 물성의 관찰이 가능하기 때문에 더욱 각광받고 있다.

이렇게 합성된 규칙적으로 배열된 고밀도의 금속 및 복합체 물질 나노 구조물 박막은 나노소자 혹은 멤브레인으로 응용이 가능하기 때문이다. 최근에는 나노구조물을 다공성 알루미늄, 계면활성제를 이용한 액정주형, 그리고 메조동공 물질과 같은 여러 종류의 주형 물질을 사용하여 제조하고 있다.[1,2] 특히 메조동공 물질은 박막으로 제조할 경우 규칙적으로 잘 배열된 동공의 막이 가능하다. 또한 입방형 메조동공 물질의 경우 이렇게 규칙적인 배열이 기판 표면까지 연결되어 있기 때문에 박막으로 합성 할 경우 기판에 직접 연결된 나노 구조물을 합성하는 것이 가능하다. 이러한 이유로 최근에 많은 연구자들에 의해 금속 및 복합체 나노물질 박막에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 전기 증착법을 이용할 경우 고밀도의 나노구조물 제조의 재현성을 매우 증가시키는 것이 가능하다. [3,4]

본 실험에서는 규칙적으로 동공이 배열된 입방형 메조동공 실리카 박막을 제조하고 이 동공 내부에 전기화학적으로 백금 및 코발트 등의 금속 나노입자들을 성장시켜 이들이 상당히 규칙적인 배열 구조를 갖고 있으며 주형 물질을 제거한 후에 그 구조가 각 나노입자들이 3차원 적으로 연결된 구조를 갖고 있음을 주사전자 현미경, 투과전자 현미경을 통해 알아낼 수 있었다.

## 2. 결과 및 고찰

그림 1 은 메조동공구조 박막의 동공 내부에 전기증착법을 이용하여 백금이온을 환원시켜 제조한 후 주형물질인 실리카를 제거하여 합성한 나노구조 백금 시료의 초고압 투과 전자현미경 사진으로 동공의 구조에 따라 백금 나노입자가 잘 배열된 것으로 보인다. 하지만 이것은 실제적으로 각각의 독립된 나노입자가 아니라 입방형 메조동공 구조의 특성상 3차원적으로 각 백금 나노입자들이 연결된 형태를 갖고 있어 각각의 나노입자들이 그물망 구조로 연결되어 있음을 30만배의 고분해능 사진을 통해 확인 할 수가 있었다.

이러한 방법을 이용하면 백금, 금, 은 과 같은 귀금속 외에도 여러 가지 전이 금속 나노구조물의 제조에도 응용할 수가 있는데 그 중에서도 자기적 특성과 탄소나노 튜브 제조시 촉매로 사용할 수 있어 인해 주목 받고 있는 코발트 나노구조물을 제조해 보았다. {그림 2} 그 결과 코발트도 매우 규칙적으로 배열된 나노구조물의 형태로 제조하는 것이 가능하였으며 특히 초고전압 투과전자 현미경을 이용하여 시편을 관찰한 결과 결정화된 코발트 입자가 배열되어 있다는 것을 알 수 있었다.

결과적으로, 메조동공 실리카 박막을 주형물질로 사용하여 여러 가지 금속물질을 동공 내에서 전기적으로 환원하여 성장시킬 경우 규칙적으로 배열된 재현성이 높은 금속 나노구조물 박막을 재현적으로 제조할 수가 있었다. 이러한 방법으로 합성된 백금 복제물은 단위 면적에 비해 넓은 표면적을 이용하여 연료전지의 전극물질로 사용하는 것이 가능하며, 코발트/메조동공물질 복합체의 경우 자기적 성질을 이용한 고집적 정보저장 물질 또는 균일한 크기 및 구조의 탄소나노튜브를 합성하는 주형물질로의 응용이 기대된다.

## References

- [1] H. Masuda, K. Fukuda, *Science*, 1995, 268, 1466
- [2] A.P. Li, F. Müller, A. Birner, K. Nielsch, and U. Gösele, *J. Appl. Phys.* 1998, 84, 6023
- [3] A. Fukuoka, H. Araki, Y. Sakamoto, N. Sugimoto, H. Tsukada, Y. Kumai, Y. Akimoto, M. Ichikawa, *Nano Lett.* 2002, 793
- [4] D. Wang, H. Luo, R. Kou, M. P. Gil, S. Xiao, V. O. Golub, Z. Yang, C. J. Brinker, Y. Lu, *Angew. Chem. Int. Ed.* 2004, 6169

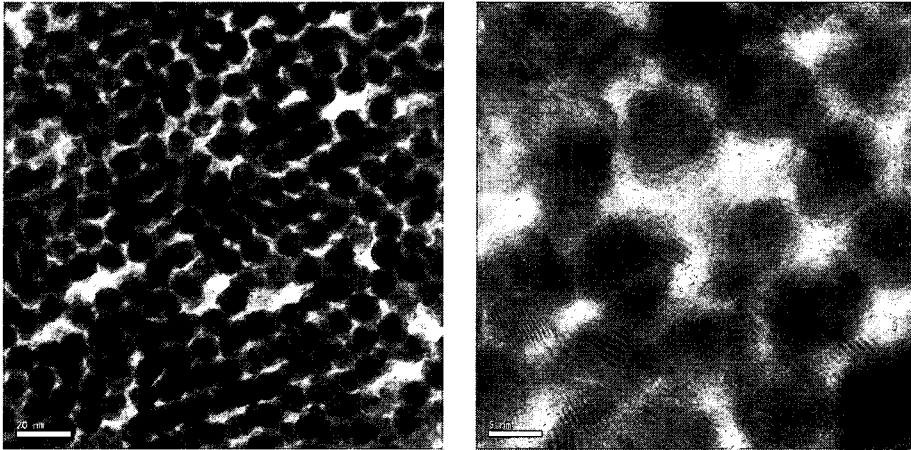


그림 1. 메조동공물질을 이용해 합성한 나노미터크기의 백금복제물의 초고압 투과 전자현미경 사진

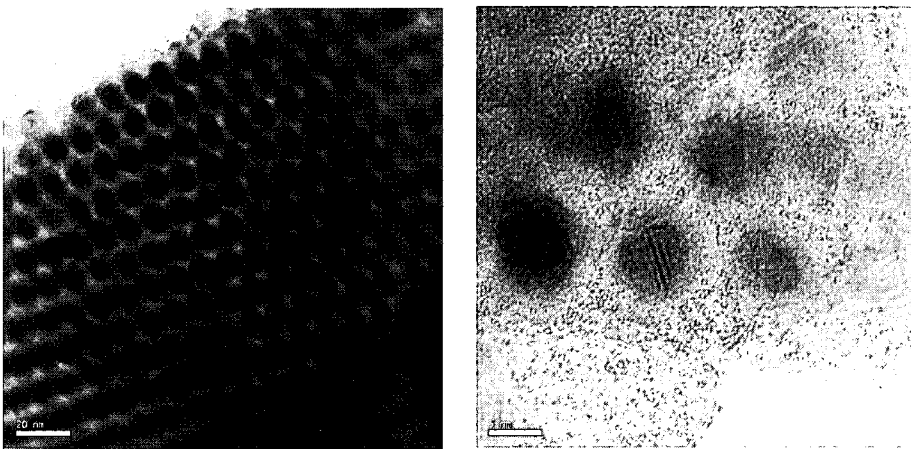


그림 2. 메조동공 내부에 코발트 나노구조물이 삽입된 박막의 초고압 투과 전자현미경 사진