

## Fabrication of Well-ordered Diblock Copolymer Nanotemplates using Surface Neutralization by Self Assembled Monolayer and their Applications

김수진, 이성균, 맹완주, 박대호, 손병혁\*, 김형준†

포항공과대학교; \*서울대학교  
(hyungjun@postech.ac.kr†)

기존의 광학적 리소그래피는 나노 수준의 대면적 2D, 3D 구조 제작을 구현에 많은 어려움을 보이고 있다. 이에 대한 대안으로써 자기조립 공중합체를 이용한 나노 템플레이트를 나노 구조물 제작에 이용하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 나노 템플레이트로서 이용되는 Polystyrene (PS) - block -Polymethylmethacrylate (PMMA) 블록 공중합체는 소수성의 PS 와 친수성의 PMMA 로 구성되어 있기 때문에 소수성 또는 친수성의 한가지 성질만을 갖는 기판 위에서는 잘 정렬된 실린더 모양의 나노구조를 구현하기가 매우 어렵다. 이를 위해서 기판의 중성화가 필수적이며 기존에는 random copolymer brush를 이용한 방법이 사용되고 있으나 random copolymer 는 합성 자체가 어렵고 상용화 되어 있지 않은 단점을 가지고 있다. 본 연구에서는 친수성과 소수성을 모두 가진 3-(p-methoxyphenyl) propyltrichlorosilane (MPTS) Self-Assembled Monolayers (SAMs)을 이용하여 다양한 기판을 중성화 시켰으며 아울러 매우 잘 정렬된 실린더 모양의 나노홀 정렬구조 템플레이트를 제작하였다. 분자량 비를 조정하여 10 nm -30 nm 크기의 조절된 나노홀 구조를 형성하였으며 SiO<sub>2</sub>, Si, SiN<sub>x</sub>, HfO<sub>2</sub> 등 다양한 기판 위에 나노 템플레이트를 형성하였다. 진공 증착 방법을 통해 Au와 Co의 금속 나노점 정렬 구조를 제조 하였으며 그 물성을 연구하였다. 또한 다양한 나노 소재 제작에 응용하기 위해 고분자 나노 템플레이트 구조를 전식 식각 방법으로 산화막에 전이하는 연구를 진행하였다. 이러한 결과를 바탕으로 자기조립 공중합체나노 템플레이트의 형성 조건 및 그 응용에 관하여 논의할 것이다.

**Keywords:** 템플레이트, 공중합체, 나노점

## 수소 고체상태 핵자기 공명 Cryoporometry를 이용한 나피온/술폰화 베타-사이클로덱스트린 복합막의 이온 클러스터 크기 분포 결정

전재덕, 박승엽†

서울대학교 재료공학부  
(sykwak@snu.ac.kr†)

직접메탄올 연료전지는 산소와 메탄올의 연료를 이용하여 전기화학적 반응을 통해 연료가 가지고 있는 화학적 에너지를 전기화학적 에너지로 바꾸어 주는 발전장치이다. 직접메탄올 연료전지에 적용되는 고분자 전해질막으로는 높은 프로톤 전도도와 우수한 열적/화학적 안정성을 가지고 있는 Nafion이 가장 많이 연구되고 있으나 메탄올 크로스오버 현상에 의해 연료 손실과 함께 전극의 오염으로 연료전지의 수명이 단축되는 단점을 가지고 있다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 극복하고자 다양한 술폰화 베타-사이클로덱스트린 나노입자를 나피온 용액에 첨가하여 나피온/술폰화 베타-사이클로덱스트린 복합막을 제조하고 이들에 대해 직접메탄올 연료전지용 전해질막으로서의 성능평가를 시행하였다. 결과로서, 복합막 내에 술폰화 베타-사이클로덱스트린 함량이 증가할수록 메탄올 투과도 값은 거의 변화가 없으면서 이온교환용량 및 프로톤 전도도 값은 증가하였다. 특히, 프로톤 전도도 및 메탄올 투과도 특성은 복합막의 이온 클러스터 크기와 밀접한 관련이 있으므로 클러스터 크기를 측정하는 것은 매우 중요하다. 본 연구에서는 클러스터 크기를 정확히 측정하여 이들의 상관관계를 알아내고자 수소 고체상태 핵자기 공명 cryoporometry 방법을 이용하였다. Cryoporometry는 다공성 물질 내에 응결된 유기 액체의 녹는점이 기공의 크기에 따라 달라진다는 깁스-톰슨 식(Gibbs-Thompson equation)과 온도에 따라 액체상과 고체상의 신호 강도(signal intensity)가 현저하게 차이가 난다는 원리를 이용한다. 본 실험에서는 팽윤된 나피온/술폰화 베타-사이클로덱스트린 복합막을 유기 액체인 물에 함침시킨 후, 이온 클러스터 내 삽입된 물의 부피 분율에 직접적으로 비례하는 상대적인 스핀-에코 신호 강도 그래프를 온도에 따라서 얻었다. 이 그래프를 통해서, 상변화가 일어나는 온도 범위의 녹는점 강하(melting point depression)를 측정하였고, 이 값을 깁스-톰슨 식에 대입하여 클러스터의 크기 분포를 확인할 수 있었다. 이를 통해서, 복합막 내에 술폰화 베타-사이클로덱스트린 함량이 증가할수록 이온 클러스터 크기 분포가 넓어짐을 알 수 있었고, 이는 소각 X-선 산란 측정 결과와 잘 일치하였다. 이러한 결과를 통해서, 본 연구에서 제시한 수소 고체상태 핵자기 공명 cryoporometry방법이 연료전지용 복합막의 이온 클러스터 크기 분포를 측정하는 효과적인 방법임을 알 수 있었다.

**Keywords:** 직접메탄올 연료전지, 나피온, 사이클로덱스트린, 이온 클러스터, 핵자기 공명 cryoporometry