

고분자 블렌딩을 통한 구조제어

장애정, 이찬섭, 김승현
인하대학교 나노시스템공학부

Structure Development via Polymer Blending

Ae Jung Jang, Chansub Lee and Seung Hyun Kim
Division of Nano-Systems Engineering, Inha University, Incheon, Korea

1. 서론

나노구조를 갖는 표면(nanostructured surfaces)은 생물학적 응용 분야에서 뿐만 아니라 표면 코팅 등의 기술적 목적으로도 많은 관심을 받고 있다. 실제 산업 응용 측면에서는 나노 표면을 기판의 대면적에 걸쳐 비교적 저렴하면서 일정하게 만드는 것이 매우 중요하다. 이러한 요구조건을 충족시킬 수 있는 방법 중의 하나가 고분자 블렌드 박막에서의 상분리 현상을 이용하여 마이크로와 나노 스케일에서의 일정한 패턴 구조를 만드는 것이다. 특히 고분자 블렌드 박막의 경우 특별한 용도에 맞게 표면 성질을 비교적 손쉽게 개질하거나 맞춤으로써 다양한 표면 응용분야에 적용할 수 있다. 본 연구에서는 poly(styrene)(PS)과 poly(4-vinyl pyridine)(P4VP) 블렌드 박막에서의 나노구조와 블렌드의 상분리 구조를 효과적으로 제어하기 위하여 각 블렌드 성분으로 구성된 블록공중합체가 소량 첨가된 경우에 있어서의 고분자 블렌드 박막구조를 관찰하였다. 이러한 방법을 통하여 궁극적으로 원하는 용도에 맞게 표면 성질 및 구조를 갖는 박막을 제조하고자 하였다.

2. 실험

2.1. 재료

본 연구에 사용된 단일중합체(homopolymer)는 PS과 P4VP으로서, 각 고분자의 분자량은 각각 20, 160 kg/mol이다. 또한 PS/P4VP 고분자 블렌드의 상분리 구조를 제어하기 위하여 PS-block-P4VP 블록공중합체(Polymer Source, PS 54.7 kg/mol, P4VP 27.3 kg/mol)를 사용하였다.

2.2. 박막 제조 및 구조 분석

미리 일정한 조성으로 만들어진 고분자 블렌드 용액을 이용하여 스핀코팅 방법으로 고분자 블렌드 박막을 제조하였다. 사용한 기판은 실리콘 웨이퍼로서, 기판위의 박막 두께는 사용한 고분자 용액의 농도나 스핀코팅 시의 스핀속도를 이용하여 조절하였다. 스핀코팅을 통해서 얻어진 구조는 비평형구조로서, 좀 더 안정한 구조를 얻기 위하여 용매 분자를 이용한 용매 어닐링(solvent annealing) 방법을 적용하였다. 이 때 사용한 용매는 CHCl_3 로서 두 종류의 고분자 모두를 잘 용해시키는 neutral 용매이다. 얻어진 고분자 블렌드 박막의 구조는 주로 광학현미경(optical microscope)이나 원자현미경(atomic force microscope)을 이용하여 관찰하였다.

3. 실험결과 및 토론

고분자 블렌드 박막의 구조는 블렌드의 상거동에 의해서 뿐만 아니라 고분자 필름과 공기 계면, 고분자 필름과 기판 사이의 계면에 의해서도 크게 영향을 받게 된다. 그림1은 PS/P4VP 5/5 (wt/wt)

블렌드의 표면구조를 보여주는 AFM height image이다. 각각의 경우 CHCl₃로 solvent annealing 한 것으로, A와 B는 P4VP를 선택적으로 녹이는 methanol로 처리하기 전과 후의 모습을 보여주고 있다. 그림1의 A에서 볼 수 있듯이 고분자 블렌드의 경우 상분리를 통해 표면구조를 나타내고 있으며, 블록 공중합체가 첨가됨에 따라 상용화 효과에 의해 상분리를 통해 얻어진 상의 크기가 감소하는 것을 볼

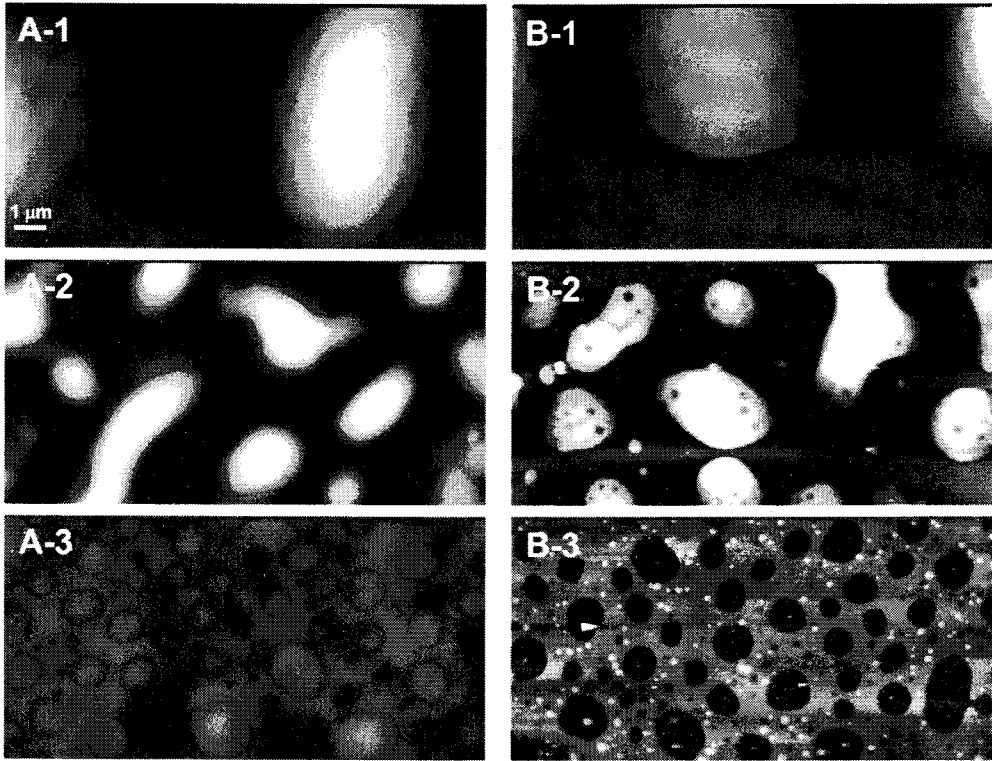


그림 1 PS/P4VP 고분자 블렌드의 AFM height image. A와 B는 methanol로 처리하기 전과 후의 모습. (1) 0 wt%, (2) 3 wt%, (3) 10 wt%의 블록공중합체가 첨가됨.

수 있다. A와 B를 비교하면 methanol 처리를 통하여 각 상의 성분을 확인할 수 있는데, 그림 1에서 보는 것처럼 블록공중합체가 첨가되지 않은 경우나 소량 첨가된 경우에 있어서는 P4VP가 매트릭스를 형성하고 있는데 반하여, 블록공중합체의 양이 증가함에 따라 상분리가 일어난 상의 크기가 감소할 뿐만 아니라 상전위(phase inversion)가 일어나 이 경우 PS이 연속상을 형성하게 된다. 따라서 고분자 블렌드 박막의 경우 상용화제로서 블록공중합체가 첨가되면 상분리를 통해서 얻어진 각 상의 크기를 조절할 수 있을 뿐만 아니라, 연속상과 불연속상의 상전위를 통해 표면성질의 변화를 유도할 수 있다.

4. 참고문헌

- (1) H. Gilemann, A. T. Almeida, D. F. S. Petri, and T. Schimmel, *Surf. Interf. Analysis*, **39**, 1 (2007).
- (2) A. Karim, T. M. Slawecki, S. K. Kumar, J. F. Douglas, S. K. Satija, C. C. Han, T. P. Russell, Y. Liu, R. Overney, J. Sokolov, M. H. Rafailovich, *Macromolecules*, **31**, 857 (1998).