

AAO 나노기공을 형틀로 이용한 PMMA 나노패턴 형성 기술

이병욱, 이근우, 이종하, 이태성, 홍진수, 정재훈, 김창교, 이재홍*
순천향대학교, (주) 나디스*

Synthesis of PMMA Plate with Nano-Sized Pattern on Anodized Aluminum Oxide Template

B. W. Lee, T. S. Lee, C. H. Lee, K. W. Lee, C. Hong, Jae Hoon Chung, C. K. Kim, J. H. Lee*
Soonchunhyang University, NADIS Co. Ltd.*

Abstract: PMMA plate with nano-sized pattern was synthesized on anodized aluminum oxide template by bulk polymerization method. Anodized aluminum oxide was used as a template to synthesize the PMMA plate with nano-sized pattern. The polymerization of MMA was performed at 75-79°C. It is verified from SPM results that the nano-sized pattern on synthesized PMMA plate was well transferred from that of anodized aluminum oxide template.

Key Words : PMMA, Nano Pattern, AAO Template, Bulk Polymerization, Light Guiding Plate

1. 서론

파장보다 크기가 작은 구멍을 뚫은 금속판을 통한 전자 기파의 급격한 투과율 향상[1]은 20여년 전에 발표된 이후 활발한 연구가 진행되고 있다. 이런 구조체를 광결정(PC; photonic crystal)이라 하며 공간에서 굴절률의 변화가 여러 방향으로 빛이 진행하는 원인이다. 이 현상은 보통 광학으로는 설명할 수 없는 현상이다. 이러한 광결정 현상을 도광판에 적용하기 위해서 도광판에 광결정 구조의 나노 패턴을 형성할 경우에 입사된 광이 대부분 70°이상으로 투과되는 것으로 보고되었다[2].

AAO(anodized aluminum oxide)는 나노미터급으로 형성된 광결정과 같은 구조를 갖고 있다. AAO에서의 나노 기공의 크기는 공정 조건에 따라 제어가 가능하다.

포토리소그래피 공정을 이용하여 제작하는 나노 패턴을 갖는 스템퍼는 제작 공정이 복잡할 뿐더러 제작단가가 매우 비싸기 때문에 본 논문에서는 포토리소그래피 공정을 이용하여 제작하는 스템퍼보다 제작 공정이 간단하고, 낮은 가격으로 제작할 수 있는 AAO 멤브레인에 규칙적으로 형성된 나노기공을 PMMA 나노패턴 제작을 위한 형틀로 사용하였다[3-5]. PMMA 나노패턴은 벌크중합공정을 이용하여 제작하였다.

2. 실험

그림1은 AAO를 이용하여 도광판을 제작하기 위한 공정 도이다. 두께 0.1mm인 고순도 Al(99.99%) plate를 양극산화용 시편(40×40mm)으로 사용하였다. 과염소산과 에탄올의 혼욕(1:4)중에서 5°C를 유지하면서 20V의 정전압으로 1분간 전해연마를 실시하여 Al plate를 전처리하였다. 양극산화공정은 2단계로 수행하였다. 1차 양극산화공정은 0.3M 옥살산 (17°C)중에서 40V의 정전압으로 10분간 수행하였다. 1차 양극산화 공정후 생성된 알루미늄을 제거하기 위해 6wt% 인산과 1.8wt% 크롬산과 증류수의 혼합액을 이용하여 15분간 화학연마를 수행하였다.

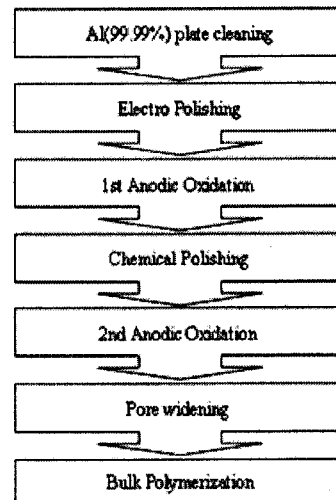


그림 1. 도광판 제작공정 순서도

기공을 보다 규칙적으로 정렬하기 위해서 2차 양극산화공정을 1차 양극산화공정과 같은 조건에서 5분간 실시하였다. 2차 양극산화공정을 수행한 후에 생성된 알루미늄 층의 미세기공의 크기와 높이를 제어하기 위해 0.1M 인산 용액에서 pore widening 공정을 실시하였다. 완성된 AAO를 형틀로 하여 벌크중합법으로 PMMA 도광판을 제작하였다. 벌크중합법은 MMA(Methyl methacrylate)용액을 소량의 B.P(Benzoic peroxide)를 혼합하여 그림2와 같은 예비중합장치에 넣고 75~79°C를 유지하면 용액의 점성이 변하게 된다. 용액에서 기포가 생기지 않고 점성이 충분히 강해진 뒤에 준비된 형틀에 용액을 붓고 60°C에서 24시간 정도를 유지하면 딱딱하게 굳게 된다. 이를 형틀과 분리시켜 PMMA 나노패턴을 제작하였다.

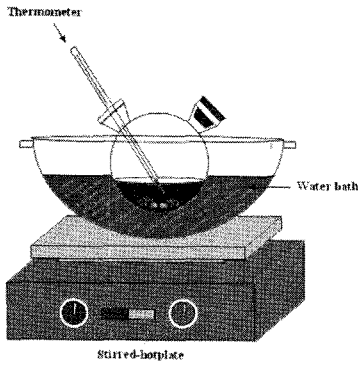


그림 2. 예비중합기

3. 결과 및 고찰

그림 3은 Al plate를 pore widening 공정까지 수행한 뒤의 표면을 보여주는 SPM 이미지이다. 일반적으로 Al plate로 양극산화공정을 수행하게 되면 형성되는 알루미늄의 미세기공의 높이가 매우 높아지게 된다. 이것을 PMMA의 나노패턴을 형성하기 위한 형틀로 사용할 경우 PMMA가 형틀로 사용된 AAO에 완전히 흡착되어 서로 분리되지 않아 PMMA에 나노패턴을 형성시킬 수가 없다. 따라서 0.1M 인산용액에서 pore widening 공정을 통해 그림 3과 같이 미세기공의 높이를 낮게 해주어 흡착되는 것을 방지할 수 있었다.

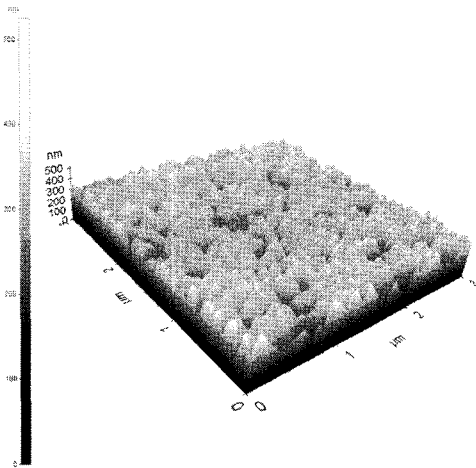


그림 3. AAO표면의 SPM 이미지

그림 4는 AAO 형틀을 이용하여 제작된 나노패턴을 가진 PMMA의 표면을 보여주는 SPM 이미지이다. 규칙적이고 정렬된 나노패턴을 형성하고 있음을 볼 수 있다.

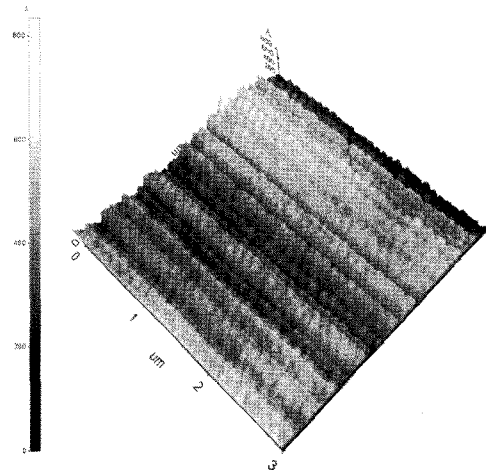


그림 4. PMMA 나노패턴 표면의 SPM 이미지

4. 결론

스탬퍼 제작시 복잡한 공정과 제작단가가 비싼 단점을 가격이 싸며 제작공정이 단순한 양극산화공정으로 제작된 AAO를 벌크중합공정의 형틀로 하여 나노패턴을 갖는 PMMA를 제작하였다. 벌크중합공정에 의해 제작되는 PMMA 나노패턴을 AAO 형틀에서 원활히 분리시키기 위해서 벌크중합공정 전에 AAO 형틀의 미세기공의 높이를 pore widening 공정을 수행하여 미세기공의 높이를 낮게 하였다. SPM 측정 결과는 AAO의 나노 패턴이 도광판으로 사용될 수 있을 정도로 PMMA로 전사되었음을 보여주었다.

참고 문헌

- [1] T. W. Ebbesen, H. J. Lezec, H. F. Ghaemi, T. Thio, and P. A. Wolff, *Nature*, Vol. 391, p. 667-668, 1998.
- [2] 홍진수, 김창교, 도광판 및 그 제조방법, 대한민국 특허 출원번호 10-2007-61506, 2007.
- [2] 한성호, “알루미늄의 양극산화 피막 형성의 이론과 응용”, *대한금속학회지*, 2권, 2호, p. 102, 1989.
- [3] Wenchong Hu, Dawei Gong, and Zhi Chen, “Growth of well-aligned carbon nanotube arrays on silicon substrates using porous alumina film as a nanotemplate”, *Applied Physic Letters*, Vol. 79, No. 19, pp. 3083, 2001.
- [4] Long VA and Wei Sang Li, “Influence of anodizing conditions on the ordered pore formation in anodic alumina”, *J. Phys. D: Applied Physics*, Vol. 33, pp. 2527, 2000.