

SU-8로 이루어진 이광자 흡수에 의한 미세 구조

SU-8 3-D Structure by Two-Photon Absorbed Microfabrication

이신욱*, 조미정*, 공홍진*, 양동열**, 김수민***

*한국과학기술원 물리학과, **한국과학기술원 기계공학과, ***한국과학기술원 화학과

vexgriff@kaist.ac.kr

이광자 흡수는 특정 에너지($h\omega$)의 광자를 흡수하여 여기 되는 원자나 분자에 대해, 각각의 광자에너지($h\omega_1, h\omega_2$)의 합($h\omega = h\omega_1 + h\omega_2$)이 여기 에너지와 같은 두 개의 광자가 동시에 흡수될 때 그 원자나 분자가 여기 되는 비선형 현상을 말한다. 근래에 극초단 레이저의 개발로 인해 매우 높은 광자 밀도를 요구하는 이광자 흡수 현상을 쉽게 재현할 수 있다⁽¹⁾. 폴리머의 광중합을 이용한 미세 구조 제작 등에 응용함에 있어서 나노기술로서 커다란 두 가지 장점을 갖는다. 첫 번째는 이광자 현상 자체가 매우 낮은 흡수 단면적을 갖고 있고, 또 이 현상이 일어날 문턱세기 또한 상대적으로 높기 때문에 조사되는 빛의 방향과 크기를 잘 조절하면 회절한계에 전혀 제한되지 않는 작은 크기를 만들 수 있다. 또 다른 장점은, 이광자 흡수를 일어나게 하는 빛의 파장 그 자체는 동시에 광자가 흡수되지 않는 한 이 현상이 일어나지 않으므로, 초점으로 모아지는 빛의 진행방향에 대해서 원하는 부분을 초점에 일치시켰을 때 오직 광자 밀도가 높은 초점 근방에서만 이광자 흡수 광중합반응을 일으킬 수 있다. 게다가 광중합이 되는 폴리머가 가시영역에 대해서 굴절률이 1.5정도 되기 때문에 마이크로렌즈, 그레이팅, 마이크로 컴퓨터 재생 홀로그램, 3차원 광결정 등 다양한 미세광학소자를 제작할 수 있다. 또한, 위의 두가지 응용사례를 접합함으로써 미세 광학전자기계기술(MOEMS: Micro-Opto Electronic Mechanical System)에 대한 응용의 가능성도 있다⁽²⁾.

위에서 언급한 장점등을 응용하면, 삼차원적인 입체 미세 구조물을 기존의 리소그래피 기술에 비해서 쉽게 제작할 수 있었다. 이에 본 연구진은 자체적으로 개발한 제작 시스템으로 100 nm의 정밀도를 갖는 수 μm 에서 수십 μm 의 크기를 갖는 삼차원 구조물을 제작하였다⁽³⁾⁽⁴⁾. 이러한 구조물 제작에 주로 쓰이는 우레탄 아크릴레이트 (Urethan Acrylate)는 미세 구조물을 만들기 위한 주요한 고분자 물질이었다. 그러나 기존의 광중합 폴리머는 제작에 있어서 용이함에도 불구하고 제작 후에 구조물이 수축하는 등의 연성 구조를 갖는데 따른 문제가 있다. 반면에 에폭시 폴리머는 그 성질이 단단하기 때문에 수축의 특성을 크게 갖지 않는다. 이에 본 연구진은 에폭시 폴리머의 일종인 SU-8에 대한 기초 실험과 미세 구조물 제작을 하였다. 더불어, 펄스폭에 따른 구조물의 변화 추이를 알아본다.

참고문헌

1. Shen, *The Principles of Nonlinear Optics*, John Wiley & Sons, Singapore (1984)
2. S. Kawata, H.B. Sun, T. Tanaka, K. Takada, "Finer features for functional microdevices," *Nature*, 412, 697-698, (2001).
3. S.H. Park, T.W. Lim, D.Y. Yang, S.W. Yi, H.J. Kong, "Direct Fabrication of Micro-Patterns and Three-dimensional Structures using Nano Replication Printing (nRP) Process," *J. Sens .Mater.*, accepted, (2004).
4. S. W. Yi, S. Lee, H. kong, D. Yang, S. Park, T. Lim, R. H. Kim, K-S. Lee, "Three-Dimensional Micro-Fabrication using Two-Photon Absorption by Femtosecond Laser", Proc. SPIE, 5342, 137-145 (2004)