

나노 복화(複畵)공정의 단면 적층법을 이용한 3차원 형상 제작에 관한 기초연구

박상후*(KAIST, 기계공학과 대학원), 임태우(KAIST, 기계공학과 대학원), 양동열(KAIST, 기계공학과), 이신욱(KAIST 물리학과 대학원), 공홍진(KAIST, 물리학과)

주제어 : 이광자 흡수현상, 직접적 패터닝, 나노 복화공정, 펨토초 레이저, 3차원 형상

최근 차세대 반도체, 정보통신, 및 디스플레이 산업 등에 응용하기 위하여 초정밀화와 저비용, 대량생산을 하기 위해서 기존의 공정을 대체할 수 있는 새로운 나노 공정기술의 요구가 급증하고 있다. 최근 연구에서는 펨토초 레이저 (femto second laser)의 이광자흡수 고화현상을 이용한 나노공정 개발에 대하여 다양한 연구가 진행되고 있다. 특히, 기존의 패터닝과 에칭공정 중심의 소형화 기술 (miniature technology)로 제작이 어려운 3차원 자유곡면을 가지는 구조물 제작에 관한 공정개발에 대하여 다양한 연구가 진행되고 있다. 이러한 기술의 응용사례로 오실레이터 (oscillator), 포토닉 크리스탈 (photonic crystal), 광 도파로 (wave guide) 등과 같은 극소형 부품제작에 활용이 가능하다.

높은 정밀도를 가지고 마스크 (mask) 없이 직접적으로 패턴을 제작하는 기존의 방법으로는 전자빔을 이용한 리소그래피 (electron-beam lithography) 방법, 리소그래피 기반의 탐침 (probe-tip) 공정, dip-pen nanolithography (NPN) 등이 있다. 이러한 방법은 100 nm 이하의 높은 정밀도가 가능한 장점이 있지만 장비의 가격이 매우 고가이거나 곡선과 같은 복잡한 패턴 형상을 제작하기에는 다소 어려운 문제점이 있다. 또한, 높은 세장비 (aspect ratio)를 얻기 위해서는 일반적으로 reactive ion etching (RIE)과 같은 후속 공정이 필요하다. 최근에는 펨토초 레이저의 이광자흡수 고화현상을 이용한 직접적 패터닝 방법이 개발되었다. 이러한 방법을 이용하여 높은 세장비를 가지는 패턴을 마스크 없이 직접적으로 제작이 가능하며⁽¹²⁾ 또한 비트맵 (bitmap) 형태의 그림파일을 이용하여 복잡한 패턴이나 그림을 200 nm 수준의 정밀도로 복화가 가능하다. 이러한 복화공정의 응용사례로는 polydimethylsiloxane (PDMS)로 제작된 패턴을 이용하여 복제 몰드를 제작하고 이것을 이용하여 소프트 리소그래피 (soft lithography)에 활용이 가능하며 또한 금속박막이나 다양한 소재 (substrate)에 직접적으로 패터닝이 가능하도록 역방향 적층법 (top-down reverse building)이 제안되었다. 최근에는 나노 복화공정을 이용하여 스탬프제작에 대한 연구가 진행되고 있다.

본 연구에서는 나노 복화공정으로 패턴을 제작하고 이것을 연속적으로 적층하여 3차원 형상을 제작하는 공정에 대하여 연구하였다. 또한 적층시 발생하는 문제점과 개선방향 그리고 형상수축 현상에 대하여 검토해 보았다.

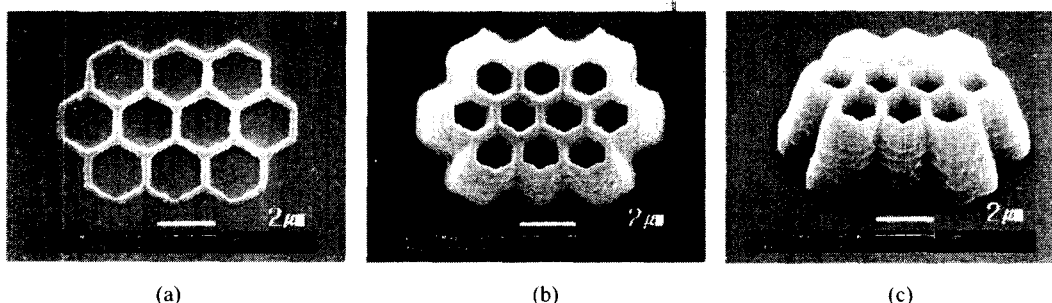


Fig.1 (a) 제작된 벌집 모양의 구조 (단층), 적층된 형상 (b) top-view, (c) inclined view.