

DMD(Digital Micromirror Device)기반의 미세광조형시스템에서 정밀한 격자구조물 제작을 위한 Still-motion 기법의 개발 Development of still-motion method for fabrication accuracy of lattice structure in PμSL based on DMD

*박인백¹, 하영명¹, 이대석², #이석희³

*I. B. Park¹, Y. M. Ha¹, D. S. Lee², #S. H. Lee(sehlee@pusan.ac.kr)³

¹부산대학교 대학원 기계공학부, ²(주)C.A Tech, ³부산대학교 기계공학부

Key words : Projection microstereolithography(PμSL), Still-motion method

1. 서론

근래에 미세광조형의 응용분야는 생체 재생이나 약물 치료 등에 목표를 두어 미세 구조물을 제작하고 그 기능을 연구하고 있다. 그 중 생체 재생을 위한 스캐폴드(Scaffold)는 격자형 미세구조물로서 많은 이전 연구들에서 미세 광조형 기술로 제작되고 연구되어오고 있다. 이러한 스캐폴드는 정확한 격자형태와 격자구성에 따라 세포 증식률이 달라지기도 한다. 하지만 미세광조형법 중 비교적 간단한 시스템과 가공기법으로 각광받는 전사형식의 미세광조형기법(Projection microstereolithography: PμSL)에서 이러한 격자구조는 광 분포로 인해 정확히 제작하기 힘들다.

PμSL의 전형적인 기법과 다른 시스템을 비교하자면 Fused Deposition Modeling(FDM)의 경우 소재를 녹여 미세노즐의 토출과 이송으로 제작하는 기법으로 격자형 구조물의 스캐폴드, 모서리가 많은 구조물의 제작에 더욱 용이하다. 하지만 적층 시 서포트(Support)의 제작이 이뤄지지 않는 부위에서 소재의 자중에 의해 휘어지거나, 단면이 팽 차여져 있을 경우 이를 채워야 하기 때문에 PμSL 보다 가공시간이 길어지는 단점을 지닌다. 이와 달리 Three Dimensional Printing(3DP)의 경우 미세 공간이 있는 구조물 사이의 잔류 소재를 제거하기가 힘들고 FDM 과 더불어 미세구조물 제작에 한계를 가진다. 이러한 미세조형시스템들은 제작하기 쉬운 구조물이 있는 반면 어려운 구조물이 존재하게 된다.

이러한 문제로 본 연구에서는 PμSL의 전형적인 기법에 격자형 구조물의 정밀도를 높이기 위한 새로운 추가 기법인 Still-motion process(SM-process)를 개발해 적용시킨다.

SM-process는 PμSL의 시스템 구성에 변화없이 사용되는 패턴 생성기(Dynamic pattern generator)의 종류에 무방하게 적용시킬 수 있다. 또한 PμSL 시스템 내에서 Scanning microstereolithography(SμSL)와 유사한 기법으로 활용될 수 있다. 특히 현재 활발한 연구가 진행 중인 바이오 구조물 중에서 스캐폴드와 같이 높은 공극률과 기어형태와 같은 일정한 각도와 모서리가 많은 구조물의 제작에 용이한 기법이다.

2. 전사방식의 미세광조형(PμSL)

본 연구에서 사용된 미세광조형 시스템은 광원과 패턴생성기인 Digital Micromirror Device(DMD), 각종 렌즈의 광학부와 X, Y, Z 스테이지의 구동부, 광학부의 광원 및 DMD, 구동부의 스테이지 이송을 위한 제어부로 구성된다. 미세구조물의 가공방법은 3 차원 모델링에서의 적층 높이로 슬라이싱하고, 단면이미지를 생성시킨 뒤 반복 적층을 통해 미세 구조물을 제작한다[1].

이 시스템에서 특이한 사항은 구동부의 X-Y 스테이지의 이송으로 배열형태 또는 단일 형태의 대면적 마이크로 구조물의 제작이 가능하며, 대물렌즈(Objective lens)의 탈 부착이 가능해 축소배율을 조절할 수 있으므로 다양한 마이크로 구조물을 제작할 수 있다. 이러한

전사방식의 미세광조형에서 반복 적층을 통한 일반적인 가공 방법을 순서도를 통해 간략히 Fig. 1에 표기했다.

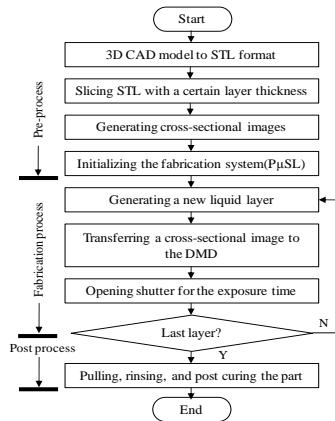
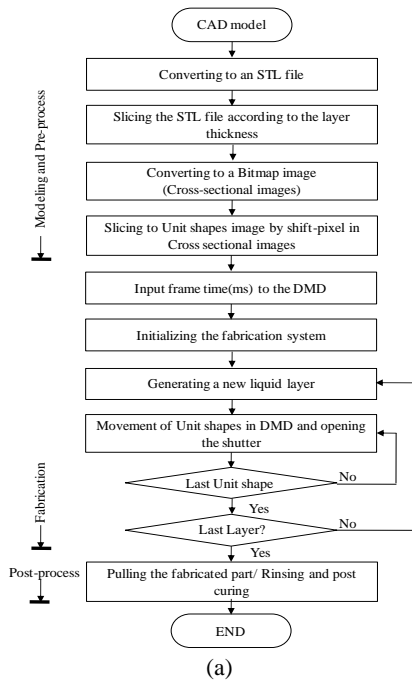


Fig. 1 Flowchart of conventional fabrication process in PμSL

3. 스틸 모션 기법(SM-process)

Fig. 1의 제작과정을 가지는 시스템으로 격자형태의 구조물을 정확히 가공하기 위해서 본 연구에서는 애니메이션 기법 중 스틸 모션(Still-motion)기법을 사용했다.



(a)

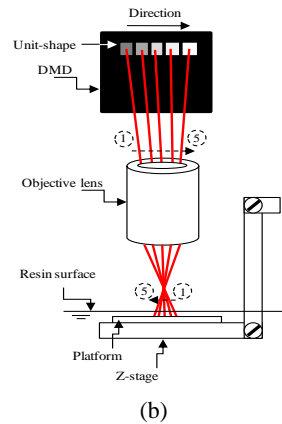


Fig. 2 Schematic of still-motion method in pμSL for fabricate microstructure

스틸모션 기법은 애니메이션, 영화 등에 사용되는 영상기법으로 여러 개의 영상을 일정 시간 간격 동안 연속적으로 나타내는 기법이다. 이러한 스틸모션기법을 사용해 단면이미지의 단위형상이 DMD 내에서 설정된 값으로 이동하면서 발생되는 패턴광에 의해 미세 구조물을 제작하는 기법에 응용한다. Fig. 2은 단면이미지에서 단위형상의 생성과정과 그에 따른 가공기법을 간략히 표기했다.

4. 결론

본 연구의 결과로 격자형 단면이미지를 사용해 스틸 모션 기법과 일반 기법으로 제작한 결과 스틸 모션 기법이 Fig. 3과 같이 정밀한 격자의 제작이 가능함을 보였다.

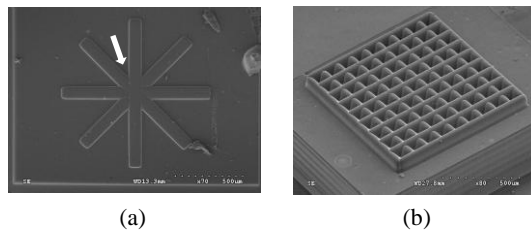


Fig. 3 Fabrication of lattice-type microstructure using still-motion process in PμSL based on DMD

참고 문헌

1. I. B. Park., Y. M. Ha., S. H. Lee., "Cross-sections segmentation for improving the shape accuracy of microstructure array in Projection Microstereolithography," Int J. Adv manuf technol, 46(1-4) 151-161, 2010.