

Visible LED 를 응용한 대면적 Scanbeam-SLA 개발 Development of large area Scanbeam-SLA using Visible LED

*박인백¹, #이석희², 이대석³

*I. B. Park¹, #S. H. Lee(Sehlee@pusan.ac.kr)², D. S. Lee²

¹ 동서대학교 정보시스템계열, (주)씨에이텍 ² 부산대학교, ³(주)씨에이텍

Key words : Scanbeam-SLA, Visible LED, Projection stereolithography

1. 서론

본 연구에서는 쉬운 대면적 가공과 저렴한 부품으로써의 새로운 타입의 Projection Stereolithography Apertures(PSLA) 개발을 목표로 연구되었다. PSLA 에서 대표적으로 사용되는 Beam Pattern Generator 는 Digital Micromirror Device(DMD), Liquid Crystal Display(LCD) 가 있다.

이중 DMD 는 고가의 장비로 분류되고 광학 기기를 통과하지 않고서는 생성되는 패턴 빔의 크기가 적다. 이로 인해 미세구조물 제작을 목표로 한 Projection microstereolithography(PμSL) 에서 주로 사용된다. 이와 반대로 LCD 는 저가의 장비로 광학기기의 도움 없이 LCD 의 크기에 따라 패턴 빔의 크기가 생성되어 대면적 PSL 에 주로 연구되어 왔다. 하지만 다양한 장점의 LCD 는 고출력 광원에 대한 열화로 인한 수명문제, 광원에 대한 패턴 빔의 불 균일한 광 분포에너지가 큰 문제로 대두되었다. 본 연구에서는 LCD 의 단점을 해결하고 19 인치의 LCD 를 장착한 PSL 로 가시광선의 고출력 LED-array 의 새로운 광원형태인 Scanbeam 을 장착해 새로운 PSL 인 Scanbeam-SLA 를 개발했다.

Scanbeam-SLA 은 기존의 LCD 를 이용한 연구와 유사하지만 균일한 beam patterning 을 위해 고출력의 visible LED Array 로 LCD 전체를 Scanning 하는 Scanbeam 을 사용한다. 이것은 높은 광 에너지에서도 LCD 의 열화현상을 줄일 수 있고 단면이미지로 인해 생성되는 pattern beam 을 나눠 scanbeam 에 의해 구역별로 생성되기 때문에 전체적으로 균일한 광 에너지로 경화 가능하다. 또한 40%미만의 UV 의 투과율을 가지는 LCD 임에도 불구하고 UV 광원을 사용했기 때문에 높은 광 에너지가 필요했고 이로 인한 LCD 의 수명의 단축을 가져왔다. 이

에 반해 Scanbeam-SLA 에서는 Visible LED 를 사용함으로써 80%이상의 높은 투과율과 광으로 인한 열 전달이 없으므로 LCD 의 수명문제와 높은 광 에너지의 pattern beam 을 사용할 수 있다. 이것은 높은 입계에너지를 가진 수지의 경화도 가능할 수 있고 정확한 경화가 가능하다.

2. Scanbeam-SLA

현재까지 존재하는 SLA 는 크게 경화 방법에 따라 전사방식(Projection method)과 주사방식(Scanning method)로 나뉜다.¹ 전사방식은 Liquid Crystal Device(LCD)와 Digital Micromirror Device(DMD)와 같은 Dynamic Mask 로 입사된 광을 패턴 광으로 바꿔 한번의 한 층을 경화시키는 방법이다.

이와 달리 주사방식은 광원을 레이저를 사용하고 갈바노 미러로 주사각도를 변경시켜 단면이미지에서 생성된 광 패스(path)로 경화하는 방법이다.

일반적으로 전사방식은 동적 마스크에 의해 반사되거나 투과되므로 패턴 광의 불 균일한 광 분포에너지로 주사방식에 비해 정밀도가 낮다[1]. 하지만 빠른 가공시간과 간단한 프로세스 등의 많은 장점을 가지고 있기 때문에 미세구조물 제작에 많이 연구되었으며 큰 면적의 LCD 를 사용해 대면적 구조물 가공을 위한 연구가 진행되었다. 하지만 LCD 에서 균일한 광 에너지의 패턴 빔을 생성시키기엔 복잡한 광학 요소를 필요로 했고, 수지의 입계에너지까지의 높은 광원을 필요로 함에 따라 LCD 의 적용이 어려웠다.

이를 해결하기 위해서 LCD 로 인한 patterned beam 내 균일한 광 분포를 조사할 수 있도록

Fig. 1 과 같이 새로운 광원형태인 스캔 빔을 적용해 전사방식의 Scanbeam-SLA 를 개발했다.

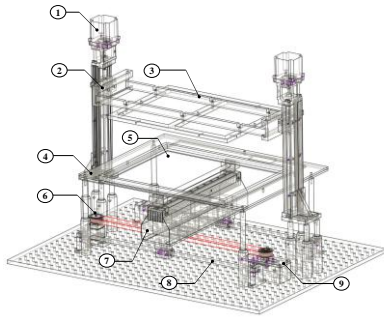


Fig. 1 Schematic of Scanbeam-SLA 1.Servo-motor 2. Platform guide 3.Platform 4.LCDand Vat guide 5.LCD 6.X axis stepping moter 7.Scanbeam module 8. Fan belt 9.Belt retainer

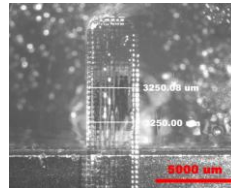
Scanbeam-SLA 는 크게 3 차원 적층을 위한 적층부, 패턴 빔의 생성을 위한 LCD 로의 적용으로 광 경화 수지의 패턴 경화를 위한 패턴 생성부, LCD 의 전체면적을 일정한 광으로 조사하기 위한 새로운 광원형태의 Scanbeam module 이 장착된 광원부로 총 3 개의 파트로 이뤄진다. 제어방식은 AT-Mega 128 를 상위제어기로 사용하고 시스템 구동 전 플랫폼의 정확한 수평을 이루도록 원점에 장착된 근접센서에 검출될 때까지 각기 서보모터를 회전시킴으로써 정확한 수평을 이루도록 제어한다. 완벽히 수평이 이뤄진 이후 LCD 와의 정확한 적층을 위해 정해진 회생층 제작 높이로 하강한다. 적층 두께의 설정은 규제액면기법으로 층당 최소 10um 로 적층이 가능하며 최대 적층 높이는 250mm 의 구조물이 제작될 수 있도록 설계되었다.

패턴 생성부는 수지 저장부와 LCD 로 조립되어 장착된다. 수지 저장부는 규제액면 방식의 기반으로 수지 저장과 적층을 위한 구조물과의 이형을 위해 내화학성과 낮은 점착력 그리고 가시광선 손실이 적은 투명 테프론 시트가 부착된다. LCD 는 수지저장부의 하부에 장착되며 투명 테프론 시트가 LCD 윗면의 테프론시트와 부착된다. 두 개의 투명

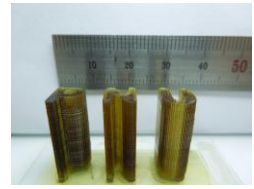
테프론시트를 사용한 이유는 한 층의 수지 경화 후 적층을 위해서 이형 시 최소의 점착력으로 분리되며 LCD 표면과 마찰을 줄이기 위해 장착된다.

3. 구조물 제작 실험 및 결과

가시광선의 광 경화 수지를 배합하기 위해서 사용한 기본 단량체로 M600, M300 을 사용했다. 가시광선의 광개시제는 LED 의 사양에 맞춰 450nm 의 흡수율이 높은 Irgacure 784 가 가장 보편적이나 높은 가격으로 인한 구조물 제작비용이 높아지는 단점을 지닌다. 이를 해결하기 위해서 Chiva 사의 Chivacure 534SS 을 사용했다. Chiva534SS 는 자외선 영역대와 가시광선영역 대 걸쳐 광 경화가 가능하며 자외선 영역 대 이외 450nm 에서 최대 광 에너지로 개발에 사용된 가시광선 LED 의 피크파장과 매칭이 가능하다. 하지만 M300 과 M600 은 50cps, 3000cps 로 높은 점성을 가지고 있기 때문에 미세적층 시 원활한 리코팅이 어렵다. 이를 위해 다양한 실험을 거쳐 7:3 의 비율로 M7 의 기본 수지를 제작했다. M7 을 사용해 제작한 초기 구조물로 Fig.2 (a)의 경화 폭 실험, (b)의 3 차원 텍스트 경화 실험 등을 실시했다.



(a)



(b)

후기

본 연구는 지식경제부, 한국산업기술진흥지원, 동남광역경제권 선도산업지원단의 광역경제권 선도산업 육성사업으로 수행된 연구임.

참고문헌

1. V. K. Vardan, X.Jiang and V. V. Vardan, Microstereolithography and other Fabrication Techniques for 3D MEMS, John Wiley & Son Ltd., 2001