

블루레이 광픽업을 이용한 3차원 미세구조물 제작 Fabrication of 3D micro structure using a Blu-ray optical pick-up

*정영석¹, 윤병호², 김경수³, #윤원수¹

*Y. S. Jeong¹, B. H. Yun², K. S. Kim³, #W. S. Yun(wsyun@kpu.ac.kr)¹

¹한국산업기술대학교 기계공학과, ²(주)테스, ³KAIST 기계공학과

Key words : Micro-Stereolithography, Blu-ray, 3D micro structure

1. 서론

Ikuta 등이 기존의 광조형기술을 응용하여 제안한 마이크로 광조형법(Micro-Stereolithography)^{1,2}은 UV레이저와 같은 특정 파장의 빛에 의해 경화되는 수지에 레이저를 조사하여 복잡한 3차원 미세형상을 가공할 수 있는 기술이다.

본 연구는 기존에 널리 사용되고 있는 UV파장의 빛에 반응하는 광경화성수지를 사용할 수 있고, Fig 1.과 같이 기존의 사용되던 광원과 광학계의 일부를 대체할 수 있는 405nm대의 파장의 블루레이 광픽업 유닛을 광원으로 사용하여 소형 마이크로 광조형 시스템을 개발하였고, 단일 주사선 실험으로 광경화특성을 파악하고, 개발된 시스템의 성능을 검증하였다.

거리 이상의 초점거리와 초점크기를 가질 수 있게 하였다.

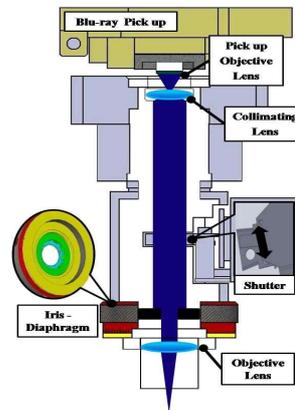


Fig. 2 Schematic of optical system

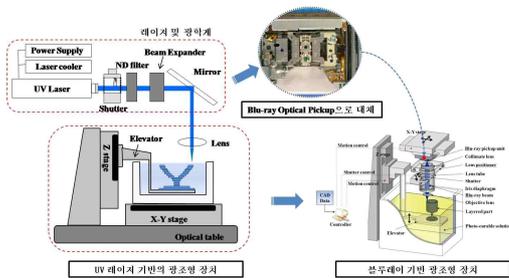


Fig. 1 Overview of conventional MSTL and BR-MSTL

2. 블루레이 광조형 시스템

개발된 장비는 X-Y Stage를 1um의 분해능을 가진 리니어 스텝모터를 사용하고, Z-Stage는 0.5um의 분해능을 가진 스텝모터를 사용하여 이송시스템을 구성하였다. X-Y Stage는 상부 플레이트에 부착되고 그 아래에 광학계를 장착하여 Laser beam path를 손쉽게 제어할 수 있게 하였다.

광원으로 사용한 블루레이 광픽업은 초점거리가 1mm이하로 매우 짧기 때문에 Fig. 2와 같이 광학계를 사용하여 광경화 수지의 표면에서 일정

Fig. 3은 본 연구에서 개발한 광조형 시스템으로 전체 크기는 300×450×360mm이며 무게는 대략 40kg 정도로 블루레이 아크릴로 제작한 Dark box만으로 외부의 빛을 차단할 수 있어 별도의 암실이 필요하지 않다.



Fig. 3 MSTL using blu-ray optical pickup unit

3. 단일주사선 실험

광경화공정에서 경화 폭과 깊이를 결정하는 변수는 광경화성수지의 조성, 조리개 직경(Da), 주사속도(Vs), 레이저 파워(PL)이다.

본 연구에서는 Fig. 4와 같이 지지대를 제작한 후 특정 레이저 파워와 조리개 직경에서 주사속도를 변화시켜가며 단일 직선을 제작하여 광경화공정의 중요한 특성인 경화 폭과 경화 깊이를 분석하였다. 실험은 레이저 파워와 조리개 직경을 달리하여 총 7개의 조건으로 실시하였고 하나의 조건을 5회 반복 수행하였다.

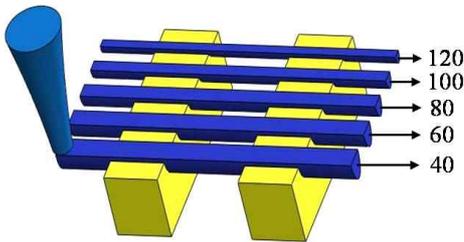


Fig. 4 Schematic diagram of single line test

실험을 위한 광경화성수지는 여러 혼합비에 대하여 예비실험을 진행하여 선정하였다. 선정된 수지는 SR499(Ethoxylated(6) Trimethylolpropane Triacrylate)와 SR368(Tris (2-hydroxy Ethyl) Isocyanurate Triacrylate)을 1:1로 합성한 합성물에 순차적으로 광 개시제(Irgacure819DW)를 3%, 경화반응억제제(Anraflavic acid)를 0.1%를 첨가하여 합성을 진행하였다. 수지의 합성비는 무게비로 진행하였고 가열식 교반기에서 60℃의 온도로 각 단계마다 모두 합성될 수 있도록 충분한 시간으로 합성하였다.

구조물은 정확한 측정을 위하여 제작이 완료되면 잔여 물질을 제거하기 위해 초음파 세척기를 사용하여 세척을 진행하였고, CCD카메라를 사용하여 각각의 단일직선에 대해 경화 폭과 깊이를 측정하였다.

Fig 5는 본 연구에서 실시한 실험 중에서 조리개 직경이 3mm이고, 레이저 파워가 15.85uW일 때 제작한 구조물의 경화 폭과 깊이를 측정한 그래프이다. 그래프에서 볼 수 있듯이 동일한 조건에서 5회 반복된 실험의 결과가 모두 유사하게 측정되었다. 또한 주사속도가 증가할수록 경화 폭과 깊이가 모두 감소하는 것을 알 수 있었다.

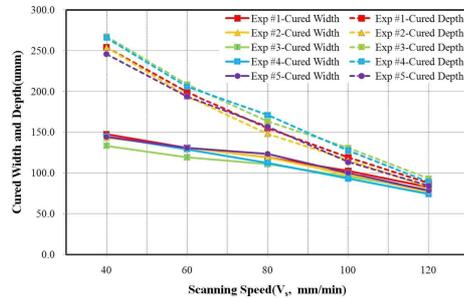


Fig. 5 Result of single line test

4. 결론

본 연구에서 개발한 블루레이 마이크로 광조형 시스템은 기존의 광원을 이용한 시스템보다 경제적이고 구조가 간단하며 그 크기와 무게를 소형화하여 시스템의 사용에 있어 공간의 제약을 최소화하였다.

또한 개발된 시스템의 성능을 검증하고 광 경화 특성을 파악하기 위하여 단일주사선실험을 실시하였다. 실험을 위해 제작된 구조물은 초기에 설계한 모양과 유사하게 제작되었고, 5회 반복된 실험에서 제작된 단일 주사선을 측정한 결과 동일조건에서 모두 유사하게 제작 되었다.

따라서 본 연구에서 개발한 블루레이 마이크로 광조형시스템은 사용자가 원하는 형상의 미세 구조물의 가공이 충분함을 알 수 있다.

후기

본 연구는 2010년도 교육과학기술부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(2010-0011586)으로 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

- Ikuta, K. and Hirowatari, K., "Real three dimensional micro fabrication using stereo lithography and metal molding," Proc. of IEEE International Workshop on Micro Electro Mechanical System (MEMS'93), pp. 42-47, 1993.
- 이인환, 조윤희, 조동우, 이응숙, 3차원 형상의 미세제품 제작을 위한 마이크로 광조형 시스템의 개발, 한국정밀공학회지 제21권, 제2호, pp. 186-194, 2004.