

복합 소재의 미세구조물 제작을 위한 수지교환 시스템 개발

Development of material switching system for microstructure with multiple material

조광호¹, 박인백², #이석희², 안대건³

*K. H. Jo¹, I. B. Park², D. K. Ahn³, #S. H. Lee(sehlee@pusan.ac.kr)²,
¹부산대학교 기계공학부 제어자동화시스템전공, ²부산대학교 기계공학부,
³창원대학교 메카트로닉스공학부

Key words : Projection microstereolithography, Material switching system

1. 서론

Projection Microstereolithography(PμSL)는 microstructure 의 제작을 위해 기존 stereolithography(SL) 기술을 응용한 것이다.¹

SL 방식은 여러 가지 재료를 사용하여 개발 되고 있는 FDM(Fused Deposition Modeling)², SLS(Selective Laser Sintering)³ 비해 재료가 액체라는 특성상 여러 가지 재료를 적용하는 것에 어려움이 있다.

본 논문에서는 PμSL 에서 여러 가지 수지를 사용하여 미세구조물을 제작하기 위한 수지교환 시스템(Material Switching System:MSS) 를 개발한다. 그리고 각 수지의 경화특성을 파악 하고, 개발된 시스템에서 가공 된 미세구조물의 가공 오류를 해결하여 정밀도를 향상시킬 수 있는 방법을 제시한다.

2. 수지교환시스템

MSS 는 수지 높이 제어부(Resin Level Control: RLC)와 수지 토출 제어부(Resin Dispensing Control: RDC) 그리고 수지용기 높이 제어부(Vat Level Control: VLC)로 3 개 부분으로 구성되어 PμSL 에 장착된다.

RLC 는 수지표면을 2 개의 레이저로 조사해 반사된 포인트가 초점필름에 투영되어 이를 CCD 카메라로 측정한다. 이러한 RLC 는 RDC 와 연계되어 구동되어진다. RDC 는 디스펜서형의 연동펌프가 장착되어 있다. 1 차 수지로 제작이 완료되면 RLC 의 구동 후 수지

높이 제어부가 현재 높이를 측정하여 픽셀좌표로 저장 한 후 2 차 수지 토출시 그 높이를 제어한다. VLC 는 1 차 수지를 제거한 후 2 차 수지로 교환할 때 용기를 원 위치로 복귀시킬 목적으로 사용된다.

3. 광경화수지

본 연구에 사용할 수지는 Table 1 과 같이 1 관능 모노머와 3 관능 모노머를 혼합해 각각의 경화 특성이 다른 2 종류의 수지를 합성하고, 광 개시제는 황변 현상이 적은 2,2-Dimethoxy-2-phenylacetophenone(DMPA)를 각각 5w.t% 첨가하여 Table 2 와 같이 IHB 와 IHTPA 과 같은 광 경화 수지를 만들었다.

이 두 수지의 경화 특성은 각각 다르기 때문에 각 수지에 맞는 경화 특성을 파악 한 후 각각 다른 경화 조건으로 실험을 진행 하였다.

Table 1 Type of resin

Mono-functional monomer	Iso bornyl Acrylate(IBOA)
	Hexanediol D imethacrylate(HDDA)
	Bisphenol-A-ethoxylated(4) Diacrylate(BP40)
Trifunctional monomer	Trimethylolpropane Triacrylate(TMPTA)

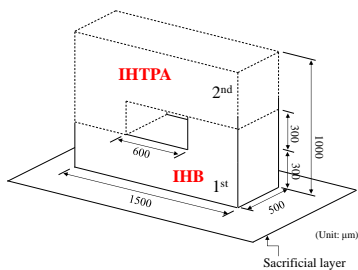
Table 2 Synthesis of photocurable resin

IHB	IBOA, HDDA, BP40 8 : 1 : 1(w.t%)
IHTPA	IBOA, HDDA, TMPTA 6 : 2 : 2(w.t%)

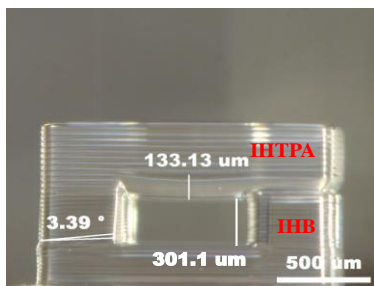
4. 미세구조물 제작

Fig. 1(a) 과 같이 복합 적층 형태의 구조물에서는 새로운 수지의 가공 시작 높이를 재설정 해야 하므로 가공시 오류가 발생한다.

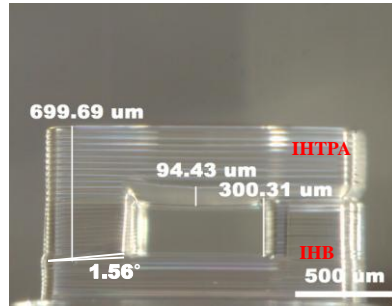
먼저 IBH 로 아래 구조물을 제작을 한 후 IHTPA 로 수지를 교체 하고 위 구조물을 제작한 결과를 Fig. 1(b)에 나타내었다. 이 구조물의 문제점은 위 구조물을 제작 할 때 먼저 만들어진 구조물의 영향으로 인한 수지 표면의 왜곡으로 인한 경사각이 나타났으며, 오버행으로 인하여 두 구조물의 중앙에 있는 직사각형 모양의 빈 공간에 과 경화가 일어났다. 이를 해결하기 위한 방법으로 경사각은 수지에 온도를 부여하여 점성을 낮추거나, 구조물의 간격을 넓혀서 해결하는 방안이 있으며, 오버행은 광 에너지를 줄이거나, 광 흡수체를 사용하여 경화 두께를 조절 하는 방법이 있다. 본 연구에서는 IHTPA 로 제작을 할 때 수지에 온도를 부여 하고, 광 에너지를 줄여 실험을 진행 하였다. 그에 대한 결과는 Fig. 1(c)에 나타내었다. 경사각은 줄어 들었으며, 과 경화의 깊이 또한 줄어 들었다.



(a)



(b)



(c)

Fig. 1 Fabrication of microstructure with multi-material layers (a) 3D model (b) at conventional condition (c) at heated resin and reduced exposure energy.

5. 결론

본 연구는 PμSL 에서 다양한 복합수지를 사용할 수 있는 수지 교환 시스템을 개발했다.

본 시스템에서 수지를 교환 하고 난 후 일어날 수 있는 가공 오류를 테스트 하고 그에 대한 정밀도를 보다 더 높이기 위해 수지에 온도를 부여하고, 광 에너지를 줄이는 방법을 통해 가공 오류를 줄였다.

향후 MSS 의 가공 오류를 좀 더 보완하고 미세구조물의 정밀도를 높이기 위한 추가적인 연구가 필요하다.

참고문헌

1. , V., Jiang X. and Varadan, V. V., "Microstereolithography and other fabrication techniques for 3D MEMS," John Wiley & Sons, pp.103-138, 2001.
2. Nam, S., Khalil, J. and Sun, W., "Multi-nozzle deposition for Construction of 3D biopolymer Tissue Scaffolds," Rapid Prototyping Journal, Vol. 6, No. 3, pp. 9-17, 2005.
3. Kumar, P., Santosa, J. K., Beck, E. and Das, S., "Direct-write Deposition of Fine Powders Through Miniature Hopper-nozzles for Multi-material Solid Freeform Fabrication," Rapid Prototyping Journal, Vol. 10, No. 1, pp. 14-23, 2004.