

전사방식의 미세광조형시스템에서 다양한 미세몰드 제작을 위한 WSP의 응용

Application of WSP for Fabrication of Various Micro-mould in Projection Microstereolithography

*조광호^{1,2}, #이석희¹, 박인백²

*K. H. Jo¹, #S. H. Lee(sehlee@pusan.ac.kr)¹, I. B. Park²

¹부산대학교 기계공학부, ²(주)씨에이텍

Key words : Water Soluble Polymer, Projection microstereolithography, Micro-mould

1. 서론

Stereolithography 은 광 조사방식에 따라 크게 주사방식과 전사방식으로 나눌 수 있다. 주사방식은 비교적 정밀한 구조물을 제작 할 수 있으나, 가공시간이 길다는 단점을 가지고 있다. 본 연구에서 사용되는 전사방식은 주사방식에 비해 정밀도는 떨어지지만, 가공시간이 짧다는 장점을 가지고 있다.

Projection Microstereolithography(PμSL)을 사용하여 제작된 미세 구조물의 정밀도 향상을 위하여 여러 가지 제작기법을 통하여 정밀도를 향상시켰다.¹ 하지만 광경화성 수지의 물리적인 특성에 의하여 실제 응용되는 분야가 한정적이다.

본 논문에서는 PμSL 에서 제작 된 미세구조물의 응용을 위하여 가수분해성 레진(Water Soluble Polymer: WSP)를 PμSL 의 가공조건에 적합하도록 합성 하여 미세몰드를 제작 한다.

2. Projection Microstereolithography

본 연구에서 사용된 PμSL 은 Fig. 1 과 같이 크게 구동부, 광학부, 제어부로 이루어져 있다. 구동부는 X-Y 축을 담당하는 스테이지와 Z 축 정밀 공압스테이지로 구성되어 있다. 광학부는 365nm 필터가 장착되어 있는 광원, 광화이버, TIR(Total Internal Reflection Prism)프리즘, DMD(Digital Micromirror Device)로 구성되어 있다. 제어부는 구동부 제어와 광학부 광원에 대한 셔터와 DMD 의 이미지를 제어 한다.

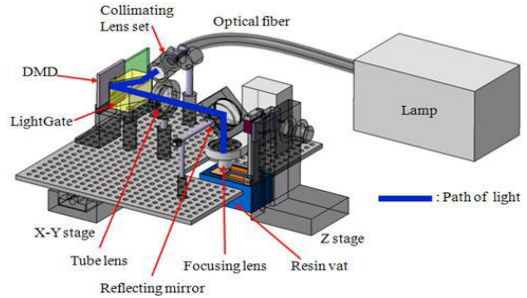


Fig. 1 Schematic of PμSL

3. 광 경화성 WSP

자유수면방식을 사용하는 PμSL 의 경우 사용되는 수지는 적층 시 리코팅의 영향으로 인해 점성이 낮아야 한다. 이를 해결하기 위해 가수분해성 레진의 합성에 수용성 고분자 그리고 용매의 비율을 최적화 하였다.

합성에 사용된 수지는 광 경화성 모노머인 Dimethylacry lamide(DMA)와 수용성 고분자인 Poly vinyl pyrrolidone(PVP) 와 PVP 의 용매인 Methacrylic acid(MA)를 사용했다.

광 계시제는 PμSL 에서 광원파장인 365nm 에 반응성이 높고 황변현상이 적은 2,2-Dimethoxy-2-phenylacetophenone(DMPA)를 사용했다.

최종적으로 합성된 비율은 Table 1 과 같은 온도에 따른 점성은 Fig. 2 와 같다.

Table 1 Mixture ratio of WSR

DMA(%)	MA(%)	PVP(%)	DMPA(wt%)
21	68	11	4

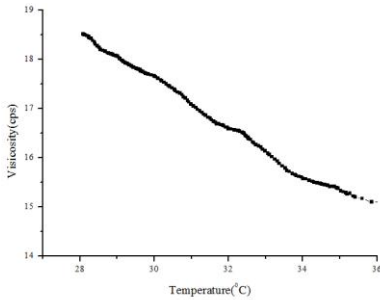


Fig. 2 Viscosity of WSR according Temperature

합성된 수지의 가공 정도를 알아보기 위하여 합성된 수지의 경화 깊이를 측정하고 이를 Beer-lambert 의 수식에 의거 해 critical energy 는 2.21mJ/cm², beam penetration depth 는 128.89um 으로 산출했다.

$$C_d = D_p \ln(E_{max} / E_c)$$

4. 미세몰드 제작

합성 된 수지를 사용하여 PμSL 에서의 가공 정도를 알아 보기 위하여 Fig. 3 과 같이 고세장비의 구조물을 Table 2 의 가공조건으로 제작 하였다. 이후 Fig. 4 (a)와 같이 7 개의 발이 달린 미세구조물의 몰드를 제작하고 PDMS(Polydimethylsiloxane)를 미세노즐과 정밀 디스펜스를 사용해 주입했다. 60 도에서 2 시간 경화 후 수산화나트륨 1%에서 상온 20 분동안 침전시켰다. 그 결과 (a)의 가수분해성 레진이 제거 되고 최종적으로 (b)와 같은 PDMS 의 구조물이 제작됐다.

Table 2 Fabrication conditions for Fig 3

Exposure_E. (mJ/cm ²)	Layer_T. (μm)	Temp. (°C)	Exposure_T. (sec)
49.2	15	35	10

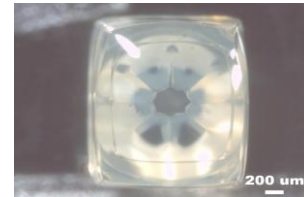
5. 고찰

본 연구에서 제작된 저 점성의 가수분해성 레진은 기존 레진보다 분해성이 약 1/4 만큼 빠르고 잔류된 레진이 남지 않았다. 이러한 레진으로 미세 몰드를 제작할 경우 광경화성 레진, 열 경화성 레진 등의 다양한 소재 및

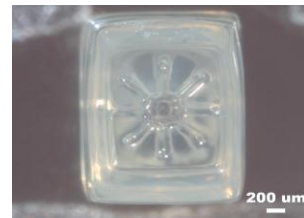
물성을 가진 액체소재를 주입해 PμSL 에 적용되지 않는 소재로 구조물 제작이 가능하다. 하지만 일회성의 몰드 소재로 반복성의 기준 몰드로 사용하지 못하는 단점을 가진다.



Fig. 3 Manufacture of Microstructure



(a)



(b)

Fig. 4 Micro-mould (a)WSP mould (b)PDMS microstructure

후기

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

참고문헌

1. Park, I. B., Ha, Y. M. and Lee, S. H., "Dithering method for improving the surface quality of a microstructure in projection microstereolithography," International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 52, No. 5-8, pp. 545-553, 2011.