

# 미세 몰드 제작을 위한 가수분해 가능한 광 경화 수지의 활용

## Application of photocurable resin with water-soluble for fabrication micro-mould

\*윤수현<sup>1</sup>, 박인백<sup>2</sup>, #이석희<sup>3</sup>

\*S. H. Yun<sup>1</sup>, I. B. Park<sup>2</sup>, # S. H. Lee<sup>3</sup>(sehlee@pusan.ac.kr)

<sup>1</sup>부산대학교 기계공학부 제어자동화시스템 전공, <sup>2</sup>동서대학교 정보시스템 계열, <sup>3</sup>부산대학교 기계공학부

Key words : Water-soluble resin, Micro-mould

### 1. 서론

현재 미세 구조물 제작에 있어 다양한 제작방법이 개발되고 응용되고 있다. 그 중 MicroElectroMechanicalSystem(MEMS), Lithography, Galvanoformung, Abformung(LIGA), micro-stereo lithography( $\mu$ SL)등이 대표적으로 활용된다. 하지만 대면적의 미세 구조물 제작은 상기 방식로만 제작하기 힘들다. 이를 해결하기 위해서 제작된 미세 구조물에 Polymethylmethacrylate(PMMA)와 Polydimethylsiloxane(PDMS) 소재를 사용해 몰드를 제작하고 다양한 광 경화성 수지와 전도성 수지 등과 같은 기능성 수지를 넣어 몰드를 제거하는 방식을 사용하고 있다. 이러한 몰드는 이형 될 형상이 오버행 구조물이나 극세 구조 또는 이형이 될 소재가 연약한 소재강성을 지니는 경우 이형 시 변형 및 파손에 대한 영향이 있다. PMMA의 경우 60도 이상의 온도를 부여해 몰드제작을 해야하며, 자체 연성이 적기 때문에 가열로 인한 변형과 파손 범위가 크며, PDMS의 경우 연성이 크므로 파손의 범위는 적으나 PMMA와 같이 가열로 경화되기 때문에 변형이 발생된다. 이러한 점에서 대면적 미세 구조물의 제작을 위한 몰드 제작은 원 구조물을 재 사용할 수 없거나 이형 시 변형이나 파손을 감수해야하는 단점이 있다. 본 연구에서는 전사방식의 미세광조형 시스템에서 몰드제작을 위한 방안으로

가수분해 및 광 경화가 가능한 N, N - Dimethylacrylamid(Aldrich)를 사용해 몰드를 제작하고 원 구조물의 변형상태를 조사한다.<sup>1</sup> 이러한 연구는 다중 레진으로 제작이 가능한 광조형 시스템에서 희생층 제거나 지지체 제작으로 활용할 수 있는 점에서 중요한 연구이다.

### 2. 가수분해 측정

본 연구에서 N, N -Dimethylacrylamid를 몰드로 제작하거나 직접 광경화시켜 구조물을 제작해 가수분해 할 경우 가수분해의 정도에 대한 특성의 조사가 반드시 필요하다. 이를 위해 Fig. 1과 같은 형태를 N, N - Dimethylacrylamid와 광 개시제인 BAPO를 5wt% 첨가한 후 UV-lamp에서 광 경화시키고, 물과 식염수를 사용해 시간당의 가수분해 정도를 파악했다.

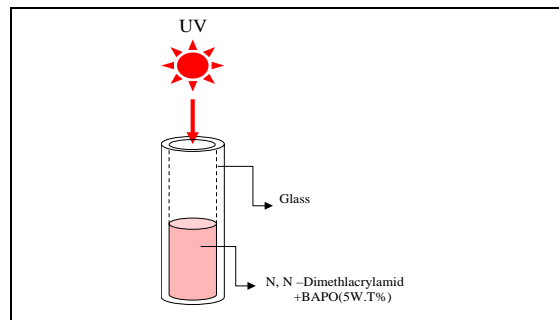


Fig. 1 specimen of hydrolysis test

Table 1. Conditions of fabrication specimen

Beam energy(W/cm <sup>2</sup> )	20
Weight(mg)	1000
Exposure time(min)	20

그 결과 Table 2 와 3 과 같이 식염수가 물에 비해 더욱 빨리 분해됨을 알 수 있으며, 둘 다 완전히 분해됨을 알 수 있다. 또한 용매에 온도와 유동을 부여할 경우 30%이상의 분해속도가 증가됨을 알 수 있다.

Table 2. Result of hydrolysis test

	Time(min)	Weight(mg)
Water (Normal Temp)	5	962
	10	719
	20	501
	40	232
	60	0
Saline-solution (Normal Temp)	5	870
	10	591
	20	298
	40	0

Table 3. Result of hydrolysis test (magnetic- str)

	Time(min)	Weight(mg)
Water (Temp. 30 °C) 100rpm	5	899
	10	573
	20	267
	45	0
Saline-solution (Temp. 30 °C) 100rpm	5	747
	10	489
	20	137
	25	0

### 3. 몰드 제작 및 제거

이형할 미세 구조물 제작을 위해 fig.2 의 (a)와 같은 모델을 전사방식의 미세 광조형장치에서 N, N -Dimethylacrylamid 솔루션을 사용해 제작했다. 제작 완료 후 30 여분 동안 후 가공 장치에서 후경화를 실시했다. 이후 이형수지인 IBOA+HDDA+BP40 (HDDA 5w.t%)인 IHB5 를 제작된 몰드에 도포하고 정확히 채우기 위해 10 여분 진공을 가했다.

완전히 채워진 광 경화 수지를 경화시키기 위해서 10 분 동안 100W 의 UV-lamp 에서 노광시켰다. 광 경화 수지가 완전히 경화된 후 표 3 의 조건 중 식염수를 용매로 하여 약 20 분 동안 가수분해를 실시 하였다. 그 결과 (c)와 같이 완전히 제거됨을 볼 수 있었으며, 이형물의 변형이나 파손은 보이지 않았다.

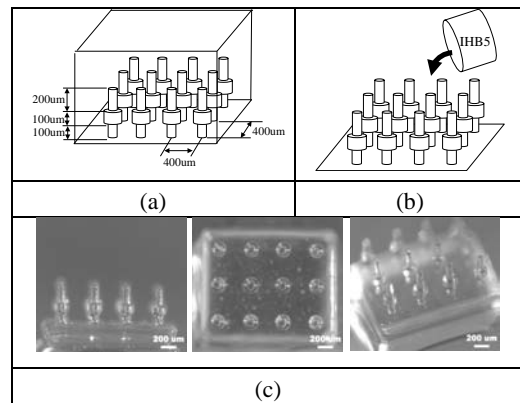


Fig. 2 fabrication example (a) micro-structure (b) mould process (c) figures of micro

### 4. 결과 및 고찰

Fig.2 의 구조물은 오버행과 미세 직경을 지닌 미세구조물로 기존의 몰드로 제작하기 힘든 구조이다. 하지만 N, N -Dimethylacrylamid 솔루션을 사용해 몰드를 제작할 경우 용매로 쉽게 이형이 가능하다. 이와 같은 장점은 이형재료가 바이오 소재, 광 경화 소재, 열경화 소재등의 다양한 경화방식의 재료일지라도 가능하다. 차후 N, N -Dimethylacrylamid 솔루션을 사용해 다양한 광경화수지로 미세구조물을 제작하는 광조형시스템에서 지지대와 희생층을 손쉽게 제거하는 방법으로 연구할 계획이다

#### 참고문헌

1. Hyun-Wook Kang, Young-Joon Seol and Dong-Woo Cho "Development of an indirect solid freeform fabrication process based on microstereolithography for 3D porous scaffolds", J. Micromech. Microeng, 19, (2009) 015011(8pp)