

# 고형상비 미세 패턴의 이형 특성에 관한 연구

## A Study on the Demolding of High Aspect Ratio of Micro-Structures

\*최두선<sup>1</sup>, 유영은<sup>1</sup>, 제태진<sup>1</sup>, 권기환<sup>2</sup>, 강신일<sup>2</sup>, 박시환<sup>3</sup>, 이우일<sup>3</sup>

#D.-S. Choi<sup>1</sup>(choids@kimm.re.kr), Y.-E. Yoo<sup>1</sup>, K.T.J. Je<sup>1</sup>, K.H. Kwon<sup>2</sup>, S.I. Kang<sup>2</sup>, S.H. Park<sup>3</sup>, W.I. Lee<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 한국기계연구원 나노융합생산시스템연구본부, <sup>2</sup>연세대학교 기계공학과, <sup>3</sup>서울대학교 기계공학과

Key words : High Aspect Ratio, Micro pattern, demolding, UV curable resin

### 1. 서론

광학적 특성 혹은 기계적 특성 제어를 위해 제품의 표면에 존재하는 미세 패턴을 응용하는 공학적 제품의 개발이 근래에 활발히 이루어지고 있다[1-3]. 이러한 미세 패턴의 응용 분야 중 필름형 제품에 대한 수요가 급속히 증가하고 있는데 디스플레이 산업 및 산업 안전재 분야에서의 광학 필름은 대표적인 사례이다. 이러한 필름 형태의 제품은 연속 성형에 의한 대량 생산과 대면적에서의 생산이 가능하여 다양한 제품에 적용할 수 있으며 생산 원가를 크게 낮출 수 있다.

미세 패턴이 응용된 필름은 일반적으로 PET 필름과 같은 베이스 필름 위에 UV 경화 수지를 코팅하여 원하는 미세 패턴이 미리 가공된 패턴 롤을 이용, 패턴을 코팅된 수지 층에 전사시킨 후 UV광을 조사하여 경화시킨 후 이형하는 공정으로 제작된다(Fig.1).

미세 패턴이 적용된 필름은 현재 휘도 및 균일도 향상 등의 광학적 성능 향상을 목적으로 주로 활용되고 있으나, 최근 더욱 다양한 광학적 특성 및 기계적 특성 구현을 위한 연구가 활발히 이루어지고 있으며 이와 병행하여 패턴의 형태 및 크기 역시 다양화되고 있다. 특히 최근 미세 패턴의 크기 및 패턴의 배열 주기는 지속적으로 감소하는 반면 패턴의 높이는 증가하는 경향을 보이고 있어 이러한 패턴이 적용된 필름의 제작 공정을 더욱 어렵게 만드는 주요 원인이 되고 있다.

미세 패턴 필름의 제작 과정에서는 패턴 층의 불균일, 기포 발생, 미충전 및 이형 중 패턴 파손 및 변형 등 다양한 문제가 발생하고 있으며 이는 패턴의 형상 및 크기, 적용되는 수지 특성 및 성형 조건 등의 영향을 받는다. 특히 적용되는 패턴의 형상비가 커지고 패턴 크기는 작아짐에 따라 이형 특성은 가장 중요한 요소가 되고 있다.

본 연구에서는 고형상비 미세 패턴의 성형 과정에서 고형상비 패턴의 이형 특성 분석을 위한 일련의 실험 및 측정을 수행하였다.

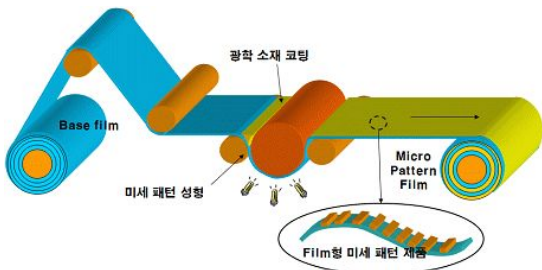


Fig. 1 미세 패턴 필름의 연속 성형 공정 개략도

### 2. 실험

UV 경화 수지를 적용하여 성형한 미세 패턴의 이형 특성 분석을 위해서 평판 미세 패턴 마스터를 이용하여 수지를 이용 패턴 충전 후 경화시켜 이형 특성 측정 시편을 제작하였다. 공정에 의한 이형 특성 분석을 위해 서로 다른 UV 노광 강도 및 시간을 적용하여 이형력에 미치는 영향을 분석하였으며, 또한 소재의 표면 특성 및 경화 수축 특성에 의한 영향을 분석하였다. 시편 제작은 평판 코팅 장치(Fig. 2)를 이용하여 PET 필름을 코팅 모재로 하여 진행하였으며 시편의 제작 공정 및 구조는 Fig. 2에 나타내었다.

롤 금형을 이용한 미세 패턴의 성형 공정에서 패턴 롤로부터

이형되는 패턴 필름의 각도에 의한 이형력에 대한 영향 평가를 위해서 Fig 3와 같은 peeling tester를 이용하여 그 결과를 간접적으로 평가하였다.

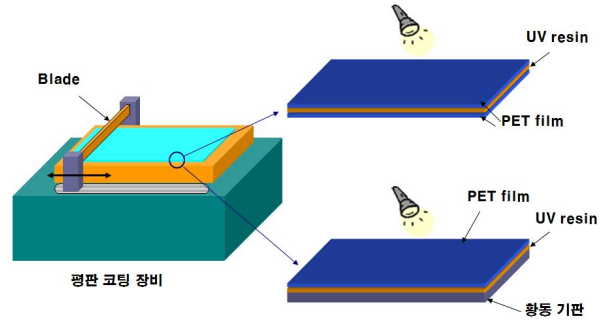


Fig. 2 평판 코터 개략도 및 접착력 측정 시편 구조

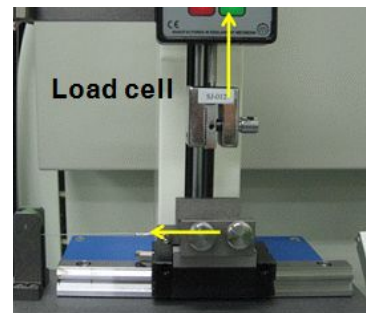


Fig. 3 접착력 측정 장비(peeling mode)

### 3. 결과

고형상비 미세 패턴의 이형력 측정 결과 적용된 소재의 표면 에너지 및 수축율에 따라 차이를 보이고 있어 이형 특성에 큰 영향을 보이고 있다. Fig. 4에 성형 소재에 의한 이형력 측정 결과를 나타내었다. 이형 각도에 의한 이형력 차이는 Fig. 5에 나타내었다. Fig 6 및 7에는 저표면 에너지 소재 및 금형을 이용한 고형상비 미세 패턴 성형 결과를 나타내었다.



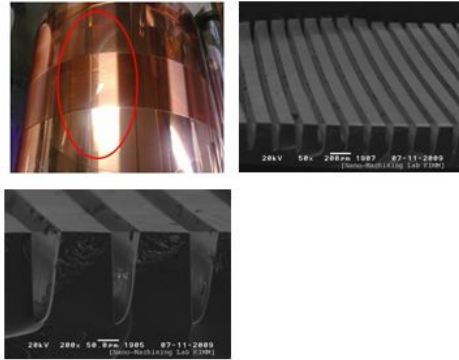
Fig. 4 소재에 의한 이형력 차이

#### 4. 결론

고형상비의 이형에 영향을 미치는 소재 특성 및 공정에서의 주요 변수에 대한 영향을 분석하였으며, 향후 이형성 개선을 위한 소재 개발 및 장비 설계, 공정 최적화에 대한 기초 자료를 확보하였다.

#### 후기

본 연구는 지식경제부의 전략 기술개발 사업으로 진행 중인 대면적 미세 가공 시스템 기술 개발 과제의 지원으로 수행되었습니다. 관계자의 노고에 감사 드립니다..



120 $\mu$ m, 형상비 1.5 패턴 성형 및 이형

Fig. 7 롤 공정에 의한 고형상비 미세 패턴 이형

#### 참고문헌

- 1 C. Henoeh, T. N. Krupenkin, P. Kolodner, J. A. Taylor, M. S. Hodes, A. M. Lyons, C. Peguero and K. Breuer, in: Proceedings of the 3rd AIAA Flow Control Conference San Francisco CA USA, 2006, 2006-3192 pp.1-5
- 2 K, Kim and C. J. Kim, in: Proceedings of the IEEE Conerence on MEMS Las Vegas NV USA, 2002, pp. 479-482.
- 3 M Sun, C Luo, L Xu, H Ji, Ouyang, D Yu and Y Chen, Langmuir 21 (2005) 8978-8981

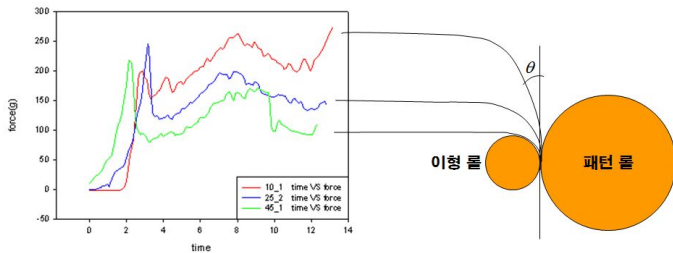
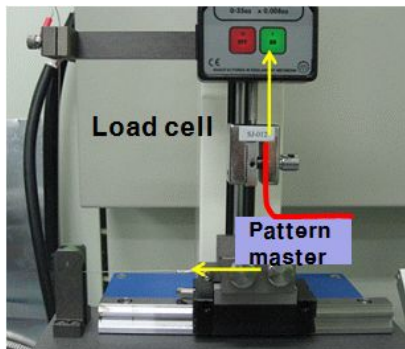


Fig. 5 (a)이형 각도에 의한 이형력 영향 평가



(b) 접착력 측정기를 이용한 이형각도 조절



Soft mold 적용 고형상비 미세 패턴 성형  
(패턴 : 30 ~ 50  $\mu$ m, 형상비 : 4 ~ 7)



Hard mold 적용 고형상비 미세 패턴 성형  
(패턴 : 143 ~ 163  $\mu$ m, 형상비 : 2.5 ~ 3)

Fig. 6 고형상비 미세 패턴 이형 사례