

UV경화수지의 고품상비 미세패턴 이형에 관한 연구

권기환[†]·유영은^{**}·김창완^{**}·박영우^{***}·제태진^{**}·최두선^{*}

A study on releasing high aspect ratio micro features formed with a UV curable resin

Ki-Hwan Kwon, Yeong-Eun Yoo, Chang-Wan Kim, Young-Woo Park,
Tae-Jin Je, Doo-Sun Choi

Key Words: Micro pattern(미세 패턴), UV forming(UV 성형), Releasing(이형), degree of cure(경화도)

Abstract

Recently as the micro surface features become higher and diverse in their shapes, the releasing of the molded features becomes more crucial for manufacturing of the micro patterned products. The higher aspect ratio of the features or more complex shape of the features results in larger releasing force, elongation or cohesive failure of the features during the releasing. Another issue would be the uniformity of the released surface features after molding, especially for applications with large area surface. The micro patterned optical film, one of typical applications for micro surface features, consists of two layers, the thermoplastic base film and the micro formed UV resin layer. Therefore two interfaces are typically involved during the forming of this micro featured film; one is between the base film and the UV resin and another is between the resin and the pattern master. To improve the releasing of the molded surface features, the adhesive characteristic was investigated at these two interfaces. A PET film was used as a base film and two UV curable resins with different surface energy were prepared for different adhesiveness. Also the two different pattern masters were employed; one is made from brass-copper alloy and fabricated with PMMA. The adhesiveness at each interface was measured for some combinations of these base film, UV resins and the masters and the effect of this adhesiveness on the releasing was investigated.

1. 서 론

미세패턴을 이용한 광학기기나 필름 등이 많이 사용되고, 그 응용분야도 점차 넓어지고 있다. 특

히 이러한 패턴들은 광학적 특성에 의해 사이즈가 작아지고 고품상비화 되면서 성형공정이 어려워지고 있고, 그중에서도 이형성에서 큰 문제를 유발하고 있다.[1]

본 연구에서는 필름 제작에 있어서 수지와 마스터, 수지와 필름사이의 접촉특성을 분석하고 그것이 실제 이형성에 어떠한 영향을 미치는지 확인하였다. 그리고 패턴의 이형성에 대한 영향을 실험을 통해 확인해 봄으로써 고품상비 미세패턴의 이형공정 기술에 대한 연구를 수행하였다.

† 충남대학교 메카트로닉스학과 대학원
* 교신저자 : 한국기계연구원 나노기계연구본부
** 한국기계연구원 나노기계연구본부
*** 충남대학교 메카트로닉스 공학과
E-mail : choids@kimm.re.kr
TEL : (042) 868-7124 FAX : (042)868-7149

2. 필름 제작 과정

2.1 제작 공정 및 실험장비

필름제작 과정은 아래 공정에 나타난 바와 같다. 먼저 깊이와 폭이 200 μm , 130 μm 인 사각 채널을 기반으로 가공된 패턴 마스터를 성형 실험을 위해 사용하였다. UV경화 수지는 아크릴 계열의 수지를 사용하였으며, 경화를 위해 intensity가 11mW/cm²인 Minuta Tech의 MT-GJ50제품을 사용하였다. 또한 패턴의 충전 균일도를 높이기 위해 제작된 성형기를 이용해서 rolling을 해주었다. 그 결과 (e)와 같은 성형제품을 만들어내는 것으로 제작 공정을 설명할 수 있다.

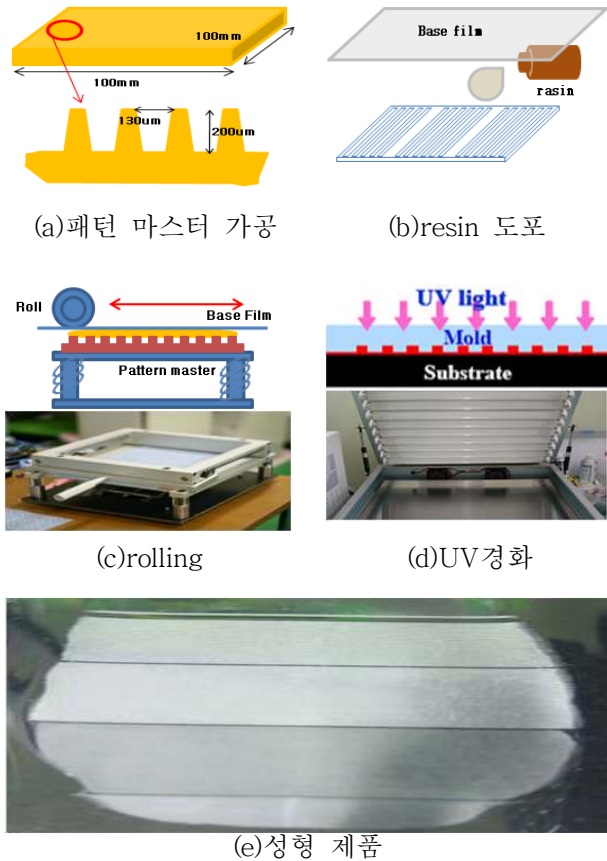


Fig. 1 Procedure for forming of micro patterned film

2.2 미세패턴 필름 이형 특성

여기서 적용되는 패턴의 미세화 및 고품상비로 인해 발생하는 주요문제로는 패턴의 미성형화, 이형 중 패턴의 파손, 변형 등이 있을 수 있다.

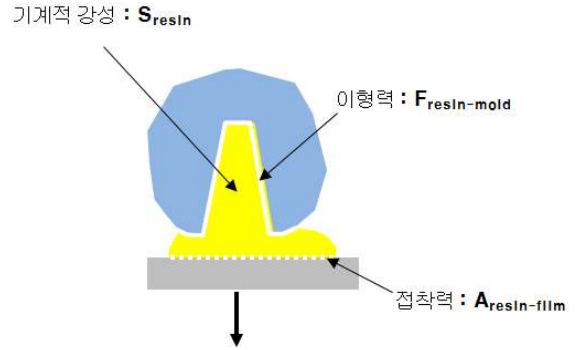


Fig. 2 three force involving releasing of micro featured film

Table 1 releasing results depending on the weak point

weak point	현상
S_{resin}	필름박리(미성형)
$F_{\text{resin-mold}}$	이형
$A_{\text{resin-film}}$	패턴파손 및 변형

Fig.2를 통해 이형 시 작용하는 힘과 그 힘들에 의해 나타나는 현상을 Table.1을 통해 나타내었다. 수지와 필름의 접착력은 최대화시켜주고, 수지와 마스터의 접착력은 최소화 해줄 때 이형에 유리한 것으로 보인다. 이형력에 영향을 미치는 인자로는 경화도, 표면에너지, pressure time등이 있는데 본 실험에서는 표면에너지, 경화도에 따른 각 요소의 접착특성과 그에 따른 이형성을 확인하였다.

2.3 수지 & 필름 접착성분석 실험

실험은 크게 수지와 황동, 수지와 필름사이의 접착성을 분석해보았다. 먼저 수지와 필름 사이의 접착성 분석을 위한 방법은 film to film방식으로 Fig.3을 통해 그 방법을 알 수 있다.

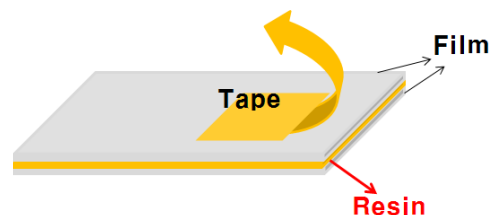


Fig. 3 adhesive test of resin to PET film

필름 사이에 수지를 놓은 후 롤러를 이용하여 층 전시킨 후 tape를 이용해서 접착성 정도를 확인하였다. 여기서 사용된 필름은 130um두께의 PET 필름이고, UV경화수지는 기존소재(A)와 저표면 에너지 소재(B)를 사용한 것으로 접촉각이 (A)와 (B) 각각 80° 와 110° 로 표면에너지의 차이를 보이고 있는 소재들을 사용하였다.

접착성 분석을 위해서 접착성의 차이가 크게 나는 6종류의 테이프를 사용해서 상대적인 접착성 실험을 수행하였다. Fig.4를 통해 접착력의 정도를 확인할 수 있는데 필름에 대한 접착력에서 저표면 에너지 소재가 접착성에서 더 좋은 결과를 얻었다. 추가적으로 rolling speed(pressure time)에 대한 실험도 병행하였는데, 시간을 더 많이 줄수록 접착성에 좋다는 것도 알 수 있었다.

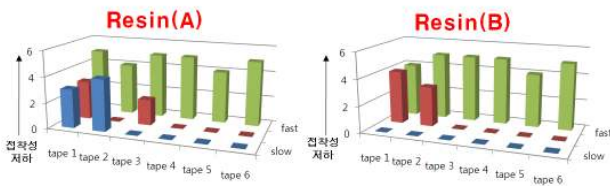


Fig. 4 the results of adhesive force to different material(resin/PET film)

2.4 수지 & 황동 접착성분석 실험

수지와 황동의 접착성을 분석하기 위해 황동판에 레진을 점착시키고 필름을 덮어 rolling과 경화 후 테이프를 이용해 접착성 실험을 실행하였다. 모든 실험에서 수지가 필름에 점착되어 이형되어 지고 필름에 점착된 수지를 이형하기 위해 더 큰 힘이 작용하는 것으로 보아 수지의 황동에 대한 접착성이 현저히 낮다는 것을 알 수 있다.

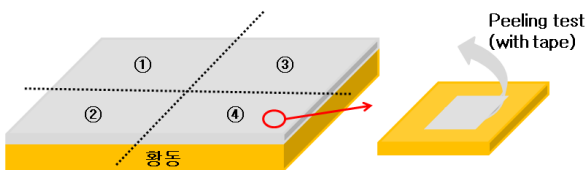


Fig. 5 adhesive test of resin to brass plate

추가적으로, 경화도의 조건을 변화시켰을 때의

차이점을 확인하기 위해 fig.5과 같이 황동을 4부분으로 나누어 UV intensity와 노광시간을 변수로 두고 실험하였다.

Table 2 the condition of UV curing

영역	①	②	③	④
UV intensity (mW/cm ²)	<0.1	1	3	11

NO	I	II	III
노광시간(sec)	10	15	20

Table 2에 나온 수치만큼 UV intensity의 차이를 주고, 노광시간을 3가지로 나누어 여러 번 실험하였다. Fig.6은 위 방법을 토대로 실험한 모습으로 (a), (c), (e)는 저표면 에너지 소재, (b), (d), (f)는 기존소재를 이용한 것으로 scotch tape method를 사용해서 접착성을 측정하는 것으로 각 부분을 16등분해서 떨어지는 테이프의 면적으로 접착성 정도를 확인할 수 있다.[2]

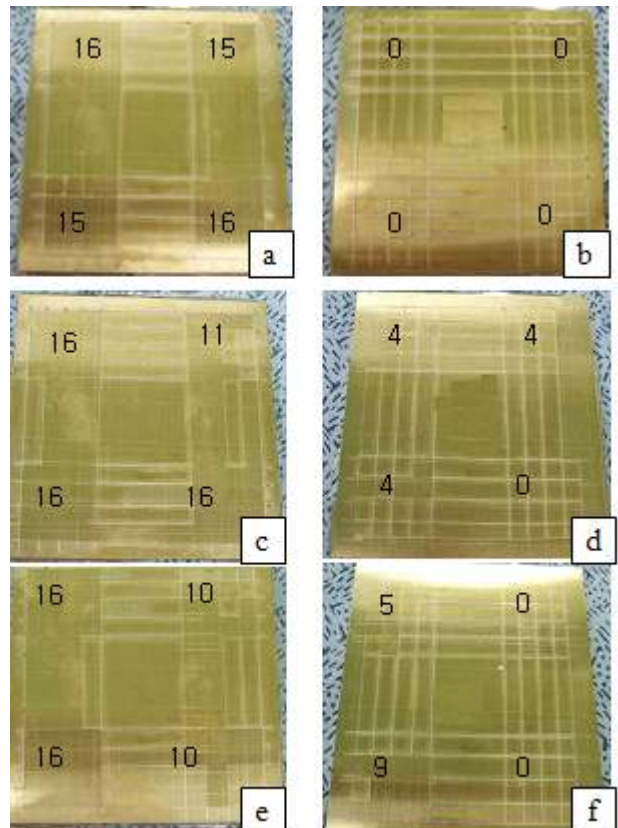


Fig. 3 the results of adhesive force to different material(resin/bress plate)

각 사진에 표시된 숫자는 전체 16개의 면적 중 이형된 부분의 면적수를 나타내는 것으로 각 수치를 확인하면 저표면 에너지소재의 이형성이 훨씬 좋은 것을 확인할 수 있다. intensity에 따른 결과를 확인해 보면, intensity가 낮을수록 이형성에 훨씬 좋은 것을 확인할 수 있었다. 그리고 노광시간에 따른 차이점은 크게 나타나지 않으므로 확인할 수 있다. 하지만 10초에서 intensity가 낮은 부분에서는 미성형으로 인해 늘어지는 현상이 부분적으로 발생하였다.

4. 결 론

고형상비 미세패턴의 제품의 성형과정에서 큰 기술적 장애가 되고 있는 이형성에 대한 소재 특성 및 주요공정 변수를 분석하였다. 두 실험의 결과, 공통적으로 소재의 특성에 따라 그 차이가 가장 두드러지게 발생하였고, 저표면 에너지 소재의 특성이 기존소재에 비해 이형성에 도움이 된다는 것을 확인할 수 있었다. 특히 각 부분의 접착성은 상대 비교를 통해 확인하였는데, 정량화된 방법에 대해서도 추가적으로 연구할 예정이다. 또한 수지의 특성뿐만 아니라 경화도의 조건, 압력시간도 이형성에 영향을 미친다는 것을 확인할 수 있었는데 이 부분에 대한 정량화 연구도 추가적으로 진행할 예정이다.

후 기

본 연구는 지식경제부의 전략 기술개발 사업으로 진행 중인 대면적 미세 가공 시스템 기술개발 과제의 진원으로 수행 되었습니다 관계자의 노고에 진심으로 감사드립니다.

참고문헌

(1) Yuhua Guo, Gang Liu, Yin Xiong and Yangchao Tian, " Study of the demolding process-implications for thermal stress,

adhesion and friction control" J. Micromech. Microeng. 17, 9-19, 2007

(2) 김성룡, 이호영, "접착력의 측정", 접착 및 계면 학회지 제4권 3호, (2003)

(3) 유영은, 권기환, 윤재성, 최두선, "UV경화수지 성형 미세 구조물 이형에 관한 연구", 대한기계학회 추계 학술대회 논문집, 2007.

(4) 3M, 빛-조준필름(등록번호 : 특1989-0011224)

(5) KIMM, (주)엘지에스, 디스플레이 장치용 보안필름 (등록번호 : 특2007-0006339)