

미세 채널에 대한 UV경화잉크의 선택적 충전특성에 관한 연구

A study of selective filling for UV curable ink in the micro channel

*권기환¹, #유영은², 김창완², 박영우¹, 최두선², 제태진²

*K. H. Kwon¹, #Y. E. Yoo(yeyoo@kimm.re.kr)², C. W. Kim², Y. W. Park¹, D. S. Choi², T. J. Je²
¹충남대학교 메카트로닉스공학과, ²한국기계연구원 나노공정기계연구본부,

Key words : Ink filling, Micro Pattern, UV curing, surface energy, Contact angle

1. 서론

마이크로 패턴 소재들은 디스플레이 기기의 경박단소와 다양한 부가기능에 따라 그 중요성이 점차 커지고 있다.[1] 특히 이러한 패턴들이 다양화함에 따라 원가절감, 성능향상, 크기축소를 구현한다는 장점을 가져옴에 따라 많은 연구가 이루어지고 있는 실정이다. 이러한 패턴을 응용한 광 투과 방향 및 양 조절 광학필름도 마이크로 패턴의 대표적인 사례라 할 수 있다. 필름의 제조공정은 아래 fig.1과 형태로 먼저 200um,130um인 사각 채널을 전체 너비 100x100에 가공하고, 레진을 도포한다. 그리고 미세패턴을 위해 제작된 시험용 성형기를 이용하여 충전시킨 후, uv경화와 이형을 시키면 성형제품이 완성된다. 완성된 성형제품에 선택적으로 광 차단잉크를 주입시켜주는 것으로 설명할 수 있다.

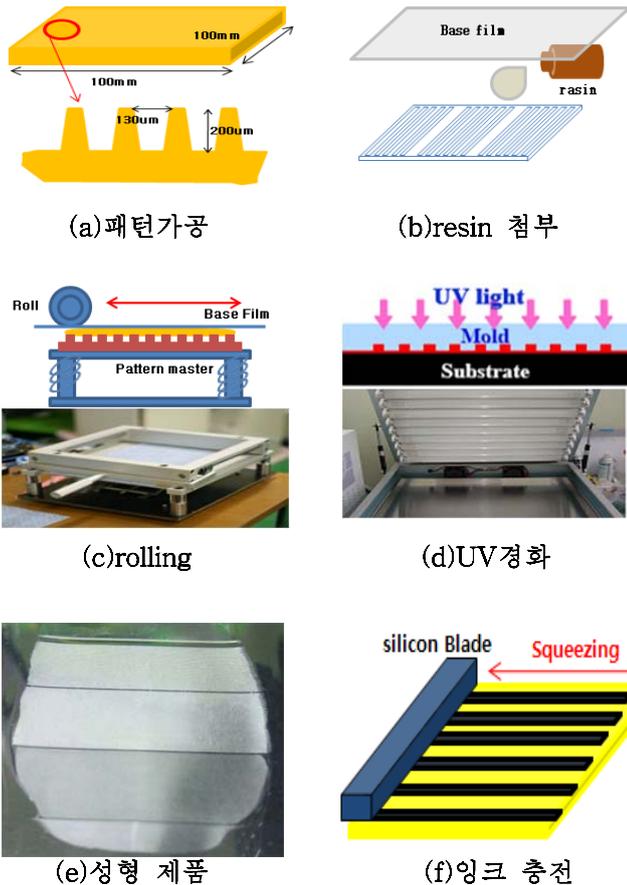


Fig. 1 Procedure for molding and inking micro patterned optical film

먼저 패턴가공에 있어서 fig.2를 보면 패턴가공이 이루어질 material II를 보면 그 폭과 너비가 차이가 남에 따라 시야각이나 선명도의 차이가 날 수 있다. 즉 Material I이 들어갈 공간의 폭을 좁게 하고, 높이를 높게 만드는 것이 가장 중요한 문제라고 할 수 있다. 이러한 너비나 폭의 비가 큰 차이를 보이는 것이 바로 고형상비라 할 수 있다.

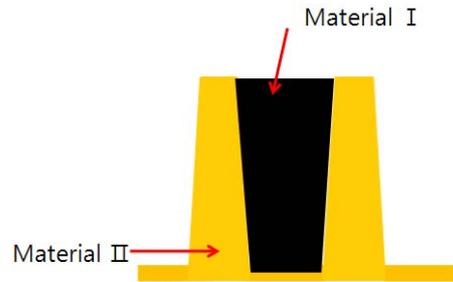


Fig. 2 A high aspect ratio micro pattern involving two materials with different optical transparency

하지만 이러한 패턴의 고형상비화는 제조과정에서 많은 어려움을 가지고 있다. 그것은 크게 두 가지로 구분할 수 있는데, 첫 번째는 이형성분제로 패턴의 미 성형, 이형 중 패턴의 파손이나 변형 등이 될 수 있다. 두 번째로는 잉크의 선택적 충전문제인데 이것은 잉크의 미충전이나, 선택적 충전 결여 등으로 나타날 수 있다. 여기서 잉크의 선택적 충전은 광 투과 방향과 양 조절에 큰 영향을 미친다. 특히 채널의 폭이나 너비, 잉크의 특성, 패턴의 표면 특성 등에 큰 영향을 받는다.

본 연구에서는 잉크의 선택적 충전에 관한 연구로, 이형된 패턴의 수지와 잉크의 충전 특성을 평가하기 위해 표면 에너지가 다른 수지를 이용하여 실험을 수행하였다. 또한 기존에 사용하였던 잉크에 비해 이번에 사용한 잉크가 패턴 소재에 어떤 영향을 미치고 충전특성은 어떻게 나타나는지 비교 분석함으로써 더 효율적인 잉크충전 조건을 얻고자 하였다.

2. 실험장치 및 방법

이번 실험은 패턴성형 소재와 잉크간의 표면특성 및 잉크 충전 특성을 평가하기 위한 것으로, 패턴성형 소재로 사용된 PMMA기판과 UV경화 수지, 저 표면에너지 소재들이 UV잉크 간의 어떠한 표면특성과 잉크 충전 특성을 가지는지 실험하였다. 먼저 UV경화 수지들은 경화조건이나 coating thickness 등 다른 조건에는 영향을 받지 않게 하기 위해 동일한 값으로 설정하였다. UV경화를 위해 Minuta Tech의 MT-GJ50제품을 사용하였고, 잉크 충전을 확인하기 위해 TOPCON사의 SM-350 SEM장비와 Olympus사의 BX51M 광학현미경을 사용하였다. 성형기판에 충전시킬 잉크는 기존에 사용하였던 resin : carbon = 10:1 혼합잉크는 카본입자들이 너무 커서 혼합의 어려움이 있고 잉크 충전에 부적합하여 UV잉크젯용 잉크와 혼합 가능한 liquid상태의 UV잉크를 사용하여 실험을 수행하였다. table 1은 UV경화조건에 대한 설정값을 나타낸 것이다.

Table 1 The Conditions of UV curing

	condition
Curing time	20(sec)
electric power	40(W)
Coating thickness	100(nm)

3. 실험결과

각 잉크에 대한 성형소재의 특성을 비교하기 위해 각 소재의 표면에 잉크를 첨가하고 접촉각을 측정하였다. 아래 table 2는 각 성형소재와 잉크의 접촉각을 나타낸 표로 각 소재에 따라 큰 차이는 나지 않고 전체적으로 접촉각이 작게 나오는 것을 알 수 있다. 즉 각 성형소재에 대한 잉크의 점착성이 크다는 것이다. 그것은 잉크충전에는 유리하지만 land부분의 잉크잔유 문제가 발생한다는 문제점도 가질 수 있다. 이러한 특성은 이전에 실험한 특성과는 전혀 다른 특성임을 알 수 있다. 이전 실험은 이형을 위해 표면에너지를 측정하고 비교한 것으로 일반 resin과 저표면 에너지수지의 표면에너지는 그 차이가 확연히 나고 그것에 따라 이형성에도 많은 차이가 나는 것을 볼 수 있었다.[3]

Table 2 Contact angle of Material & UV ink

	UV ink jet	liquid UV ink
PMMA	7.3	11.2
일반resin	5.8	19.5
저 표면 에너지 수지	11.2	14.3

위에서 사용하였던 소재들을 이용해 패턴에 잉크를 충전시켜 보았다. 아래 Fig.3은 UV inkjet 잉크를 사용하여 패턴이 성형된 PMMA기판에 충전시킨 후 나타낸 사진이다. 이전에 resin/카본 혼합잉크를 사용하여 실험한 결과와 비교했을 때, 차이를 확인할 수 있다. resin/카본 혼합잉크는 카본입자의 미 혼합으로 인해 각 particle들이 패턴의 land부분에 남아있었던 반면 액체 상태인 inkjet 잉크를 사용하였을 때는 잉크입자들이 남지 않아 더 나은 선명도를 얻을 수 있다.

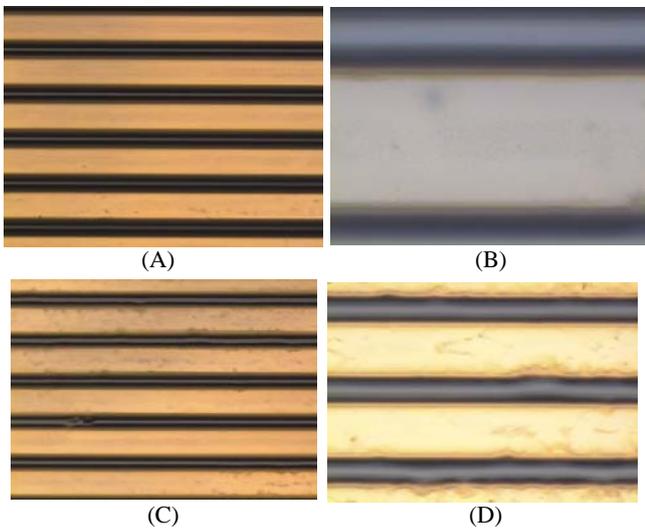


Fig. 3 ink filling results for moldrd plate with inkjet ink

또한Fig.3의 (C), (D)을 보면 이형상 발생했던 패턴의 불균일화로 인해 패턴의 경계부부분이나 land부분에 약간씩 손상된 것을 확인할 수 있다. 하지만 그로인해 잉크의 잔유상태가 발생한다고 보기는 어렵기 때문에, 다른 기하학적 요소보다 잉크의 혼합이나 particle의 사이즈가 잉크충전에 큰 영향으로 작용한다는 것을 알 수 있다. 또한 소재에 대한 잉크의 표면에너지가 커서 land부분에 많은 잉크가 잔류 할 것이라는 예상과는 달리 land부분이 상당부분 깨끗하게 나타났는데 아직까지 그 원인은 규명하지 못했다.

4. 결론

성형된 패턴의 소재와 잉크간의 표면특성을 분석하고 그것이

실제 잉크의 선택적 충전에 어떠한 영향을 미치는지 소재의 특성에 따라 비교 분석하였다. 그 결과 잉크의 점착성이 클수록 패턴의 잉크충전은 잘 이루어졌고, 잔류잉크의 양은 잉크의 혼합 정도에 의해 그 차이가 확연히 나는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과를 토대로 실제 잉크의 혼합비에 따른 필름의 투과도와 시야각의 변화에 대해 추가적으로 시험할 계획이다.

후기

본 연구는 지식경제부의 국제공동기술개발사업인 “개인정보 보호를 위한 보안필름 개발” 과제에 의해 지원으로 수행되었습니다. 관계자의 노고에 감사드립니다.

참고문헌

1. Rafael Tadmor. "Line energy and the relation between advancing, receding and Young contact angles", *Langmuir*, 20, 7659-7664, (2004).
2. Pierre-Gilles de Gennes, Françoise Brochard-Wyart, David Quéré (2002). *Capillary and Wetting Phenomena -- Drops, Bubbles, Pearls, Waves*. Springer. ISBN 0-387-00592-7.
3. 권기환, 유영은, 김창완, 제태진, 최두선, 박영우, “UVRUD화수지의 고휘상비 미세패턴 이형에 관한 연구”, 대한기계학회 추계 학술 대회, 2008
4. 권기환, 유영은, 최두선, 제태진, 박영우, 심용식, 안준원, “표면 에너지에 따른 마이크로채널 충전 특성”, 한국정밀공학회 추계 학술논문집, 789-790, 2008
5. 3M, 빛-조준필름(등록번호 : 특1989-0011224)
6. KIMM, (주)엘지에스, 디스플레이 장치용 보안필름(등록번호 : 특2007-0006339)