

표면에너지에 따른 마이크로채널 충전 특성

The effect of the surface energy on the micro channel filling

*권기환¹, #유영은², 최두선², 제태진², 박영우¹, 심용식³, 안준원³

*K. H. Kwon¹, #Y. E. Yoo(yeyoo@kimm.re.kr)², D. S. Choi², T. J. Je², Y. W. Park¹, Y. S. Sim³, J. W. Ahn³

¹충남대학교 메카트로닉스공학과, ²한국기계연구원 나노공정기계연구본부, ³(주)엘지에스

Key words : Contact angle, Surface energy, Micro channel, Ink filling

1. 서론

현재, 다양한 마이크로 크기의 패턴들은 LCD의 도광판, 광학필름, 미세 유체 소자 등 다양한 분야에서 응용되고 있다. 이러한 미세패턴들의 형상은 최근 고형상비 화하는 경향을 보이고 있는데, 아래 Fig.1과 같은 공정으로 제작 가능한 광 투과 방향 및 양 조절 광학필름도 고형상비 미세 패턴의 대표적인 사례라 할 수 있다. 이러한 필름의 제작 방법은 Fig.1에 나타난 공정과 같이 성형을 위한 금형을 가공하고 필름위에 패턴을 성형하기 위한 resin을 코팅한 뒤, UV램프를 이용한 경화 후 형성된 채널에 선택적으로 광 차단잉크를 주입시켜주는 형태이다.

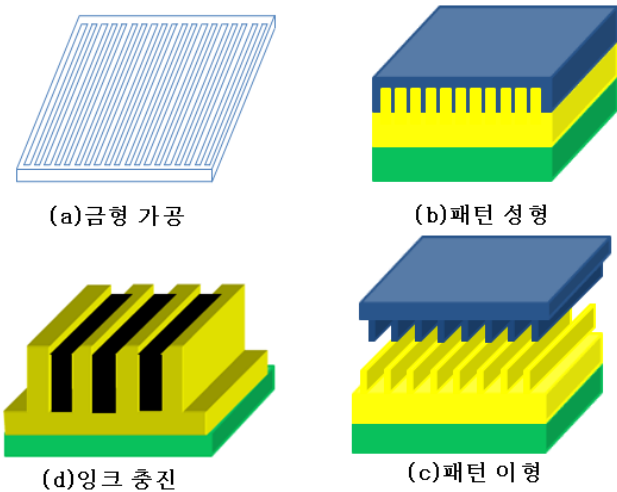


Fig. 1 Procedure for molding and inking micro patterned optical film

적용되는 패턴의 미세화 및 고형상비화로 인해 위와 같은 공정에서 발생하는 주요문제로는 패턴의 미성형, 이형 중 패턴의 파손이나 변형, 잉크의 미충전, 잉크의 선택적 충전 결여 등이 있다. 이러한 문제들은 UV경화시간, 잉크의 배합 조건, 성형소재 등의 최적화를 통해서 해결 가능할 것으로 보인다.

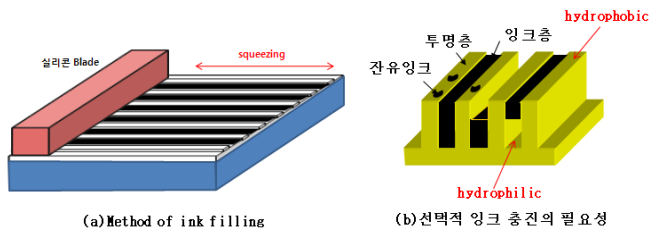


Fig. 2 Process of preferential filing with ink and issue

특히 잉크의 선택적 충전은 투과하는 광의 방향 및 양에 큰 영향을 미친다. 설계된 광 특성을 구현하기 위해서는 잉크의 채널부분에 대한 선택적인 충전이 필수적이다. 또한 잉크의 선택적 충전특성은 채널의 형상 및 크기, 잉크의 특성, 미세채널 필름의 표면 특성 등에 영향을 받게 되고, 이러한 부분들은 설계 및 공정에서 제어변수로 작용할 수 있다. Fig.2의 (b)의 그림에서와 같이 채널부분은 잉크를 잘 채워야하는 반면에 양각

부분의 잔유잉크는 모두 제거해야 한다. 일반적으로 채널의 양각부분은 표면의 특성이 소수성을 가질수록 더 잘 제거되어지는 반면, 채널부분에서는 표면의 특성이친수성을 가질수록 잉크 충전이 잘된다. 따라서 채널부분에 대한 원활한 충전과 양각부분의 잔유잉크 최소화를 위한 잉크의 선택적 충전을 위해서는 표면 특성의 최적화 수준을 찾는 것이 중요하다.

따라서 본 연구에서는 미세채널필름의 표면특성에 따른 잉크 충전 특성을 평가하기 위해서 서로 다른 표면에너지를 가지는 소재를 이용하여 실험을 수행하였다. 실험을 통해 마이크로 크기의 패턴에 대한잉크 충전현상과 표면특성과의 관계를 분석하므로 더 효율적인 잉크충전 조건을 얻고자 하였다.

2. 실험장치 및 방법

이번 실험은 서로 다른 표면에너지를 가지는 미세패턴에 대한 잉크충전 특성을 평가하기 위한 것으로, 사출성형공정을 통해 제작된 미세채널기판에 Ni, Fe, Cr, Ti, Al등의 물질을 e-beam evaporator를 통해 증착시키고 그 위에 잉크 충전 후 UV경화기를 이용해 경화시켰다. 사출성형기판 패턴은 전체면적30mm×30mm에 30μm, 40μm, 50μm, 60μm, 70μm, 80μm, 90μm, 100μm의 사각패턴 사이즈로 되어있다. 소재의 특성이외에는 다른 조건들의 영향을 받지 않게 하기위해 coating thickness, UV경화조건 등은 동일하게 설정하였다. UV경화를 위해 Minuta Tech의 MT-GJ50제품을 사용하였고, 잉크 충전을 확인하기 위해 TOP CON사의 SM-350 SEM장비와 Olympus사의 BX51M 광학현미경을 사용하였다. 또한 성형기판에 충전시킬 잉크는 Carbon black이 광 차단제로 혼합된 UV경화잉크를 사용한 것으로 그 비율은 resin : carbon = 10:1로 혼합시켰다. Table1은 각각의 경화조건과 코팅조건을 설정 값을 나타낸 것이다.

Table 1 The Conditions of UV curing

	condition
Curing time	5(Min)
electric power	40(W)
Coating thickness	100(nm)

3. 실험결과

각 코팅소재별 표면에너지 비교를 위해 각 소재가 코팅된 무패턴 성형기판을 이용해서 그것의 접촉각을 측정해 보았다.

Table 2 Contact angle of the Material

Material	Contact Angle
Cr	30~34
Fe	70~72
Ni	46~52
Ti	47~51
Al	53~62
Au	44~68

4. 결론

표면에너지가 서로 다른 소재가 적용된 미세채널에 대한 잉크 충전실험을 진행하여, 표면특성에 따른 잉크의 선택적 충전 특성을 비교분석하였다. 또한 패턴의 높이나 굴곡, 패턴의 사이즈에 따라 잉크 충전과 잔유잉크의 양이 바뀐다는 사실을 알게 되었다. 또한 잉크의 배합에 따라 충전상태에 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있었기에 잉크배합이 잉크 충전에 미치는 영향에 대해서도 추가적으로 연구할 예정이다.

후기

본 연구는 지식경제부의 국제공동기술개발 사업인 “개인정보보호를 위한 보안필름 개발” 과제의 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. 이관희, 유영은, 김선경, 최두선, “금형온도제어를 이용한 미세 패턴 성형,” 한국정밀공학회 춘계학술대회 논문집, 497-498, 2007.
4. 3M, 빛-조준필름(등록번호 : 특1989-0011224)
5. KIMM, (주)엘지에스, 디스플레이 장치용 보안필름(등록번호 : 특2007-0006339)

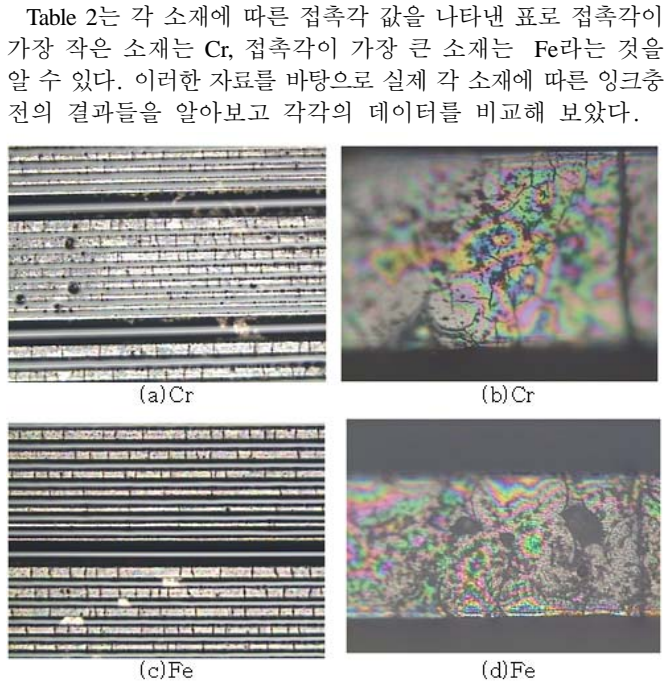


Fig. 3 Ink filling results for molded channel plate coated with Fe & Cr(In-plane)

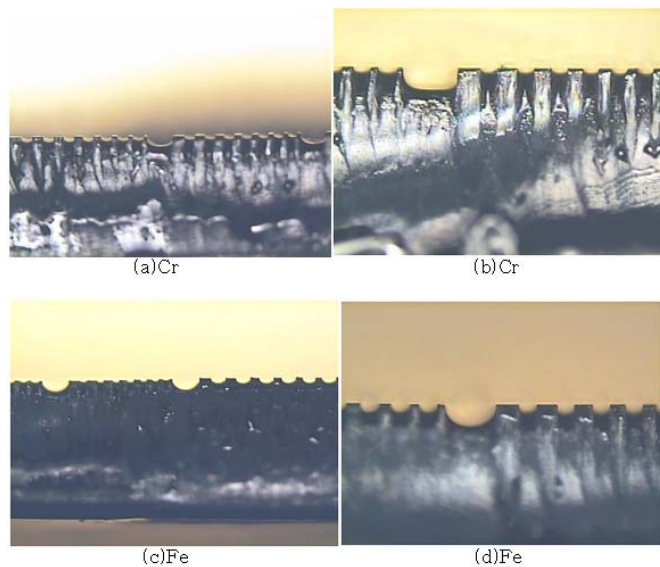


Fig. 4 Ink filling results for molded channel plate coated with Fe & Cr(Cross-section)

Fig. 2은 Fe와 Cr의 실제 잉크 충전 상태를 나타낸 것으로 패턴의 양각 부분에 잉크가 조금씩 묻어있는 것을 확인할 수 있다. 또한 표면에 묻은 잉크의 양이 각 부분에 따라 약간의 차이가 나는 것을 확인할 수 있었는데 그것은 패턴표면의 불균일화로 인해 오목하게 파인부분에 잉크가 잔류하므로 발생하는 문제로 예상된다. Fig 3은 잉크 충전 상태를 옆면에서 확인한 것으로 채널 사이에 잉크가 충전된 것을 볼 수 있는데, 패턴의 사이즈에 따라 폭이 넓은 부분은 잉크가 상대적으로 덜 충전되는 것을 확인할 수 있다. 또한 각 소재에 따라 잉크 충전 상태가 조금씩 차이를 보이고 있기에 이것을 통해 정량적인 통계를 위한 기초자료를 확보할 수 있었다.