MmSH 사출성형법을 이용한 도광판용 나노패턴 형성기술 개발

이병욱, 이종하, 이태성, 이근우, 김동학, 김영균, 홍진수, 정재훈, 김창교
순천향대학교

Technology to Form Nano-sized Pattern on Light Guiding Plate Using MmSH Injection Molding Method

B. W. Lee, J. H. Lee, T. S. Lee, K. W. Lee, D. H. Kim, Y. K. Kim, C. Hong, J. H. Jung, C. K. Kim
Soonchunhyang University

Abstract : MmSH injection molding method to fabricate light guiding plate with nano-sized pattern was developed. A stamper was fabricated through photolithography, dry etching, and electroplating processes. While the stamper with nano-sized pattern in mold was kept at 180℃ during injection process, that was cooled down to 90℃ quickly after the injection process. The nano-sized pattern on light guiding plate processed by MmSH injection molding method was well transferred from stamper compared to that processed by conventional injection molding process.

Key Words : Nano-sized pattern, MmSH injection molding method, light guiding plate, backlight unit

1. 서 론

LCD BLU(Back light Unit)의 구성에서 품질을 좌우하는 것은 도광판(LGP, Light-guide Panel)이다. 에지형 BLU는 측면에서 입사되는 광을 도트를 인쇄하거나 도광판에 마이크로 렌즈 패턴을 형성하여 도광판의 에지로부터 입사된 광을 도광판의 TFT-LCD 패널의 액정방향으로 투과도를 향상시킨다[1,2]. 그러나 이러한 방식으로 투과된 광은 도광판으로부터 10° 이내로 투과되어서 프리즘 쉬트가 추가로 요구되고 있다[3]. 그러나 도광판에 나노 패턴을 형성할 경우에는 도광판으로부터 광이 70°이상으로 출광되는 것으로 보고되었다[4-6]. 본 논문에서는 PMMA 도광판에 나노급 패턴을 MmSH법으로 형성하여 대량 생산의 가능성을 시험하였다.

2. MmSH 기술

사출성형공정은 고분자 용융체를 금형의 니켈 스탬퍼에 높은 압력을 가하여 채워 니켈 스탬퍼 형상과 같은 제품을 생산하는 일련의 공정을 말한다. 사출성형공정은 크게 충전(filling), 보압(packing), 냉각(cooling)과정으로 구분할 수 있다. 이 세가지 공정은 고화가 완료된 제품을 금형으로부터 제거하기 위한 취출(ejection)과정과 더불어 연속 그리고 반복적으로 이루어진다.

그림 1은 일반사출성형과 MmSH(momentary surface heating) 사출성형의 충전패턴을 보여준다. 일반적인 사출성형 방식은 니켈 스탬퍼의 패턴에 유입된 수지가 금형의 차가운 표면에 접촉하여 그 표면을 따라 고화층(frozen layer)을 형성하게 되며, 고화층에서는 더 이상 유동이 일어나지 않는다. 그러나 고화층 내부에는 아직 유동이 가능한 상태인 melting core가 남아 있어서 유동선단(melting front)은 고화층간에 있는 melting core를 통과하여 형성되며, 반구에 가까운 분수효과(fountain effect)가 나타난다. 따라서 니켈 스탬퍼의 미세패턴 내에 미충전된 모습을 보여주게 된다. 이에 반해 MmSH 방식은 이동코어로 만들어진 금형표면의 온도를 전열을 이용하여 수지의 용융점인 200℃이상으로 가열하여 성형하는 사출공정으로, 수지 충전 후 금형이 열리면 이동가열코어가 분리되고 전열로 금형온도를 수지온도 수준까지 가열한 뒤 금형이 닫히면 수지를 사출, 충전시키고 냉각 공정에서 이동가열코어가 분리되고 냉각수를 이송시켜 급속한 냉각이 이루어지도록 한다. 따라서 일반사출성형과 달리 니켈 스탬퍼에 유입되는 수지와 금형의 표면의 온도가 비슷하기 때문에 수지의 유동성의 높아져 니켈 스탬퍼의 미세패턴 내에 모두 충전되는 특성을 보여준다.

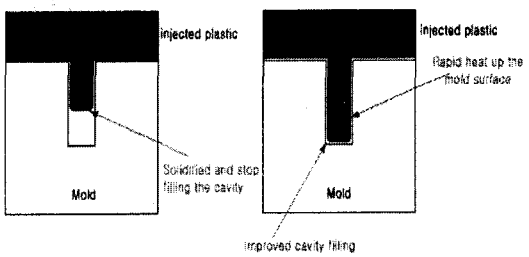
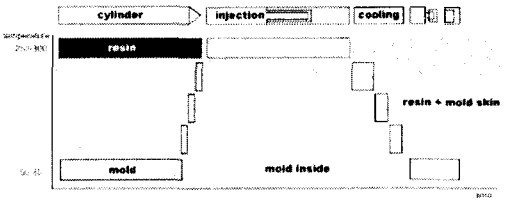
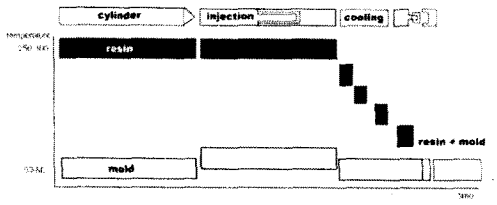


그림 1. 일반사출성형과 MmSH 사출성형의 충전 패턴.

그림 2는 일반사출성형과 MmSH 사출성형의 온도 프로파일에 관한 그림으로 일반사출방식일 때 금형의 온도와 수지의 온도차가 200℃ 이상 되며 MmSH 방식일 때 수지의 금형 표면 온도가 수지의 용융온도와 비슷해짐을 보여주고 있다.



(a)



(b)

그림 2. 사출성형공정 온도 프로파일
(a) MmSH 사출성형 (b) 일반사출성형

3. 실 험

본 사출성형공정에 필요한 니켈 스탬퍼 제작공정은 타 논문에 발표하였다[6]. 실험에 사용된 수지는 PMMA이고, 금형은 분리형 이동코어 금형을 사용하였다. 사출성형 시 성형조건은 금형온도를 제외한 다른 조건인자인 사출압력, 보압, 속도, 위치, 시간(성형 및 냉각), 냉각수 온도는 표 1과 같이 일정하게 유지시켰다. 일반사출성형 방식의 금형온도는 이동측과 고정측을 금형온도조절기와 칠러를 사용하고 가공된 냉각수로를 통하여 냉각수를 순환시켜 금형온도를 90℃로 설정하였고, MmSH 사출방식은 이동측은 일반사출성형 방식과 동일하게 설정하였고, 고정측은 전열을 이용하여 이동코어를 가열하여 180℃로 설정하였다.

표 1. 사출성형 조건

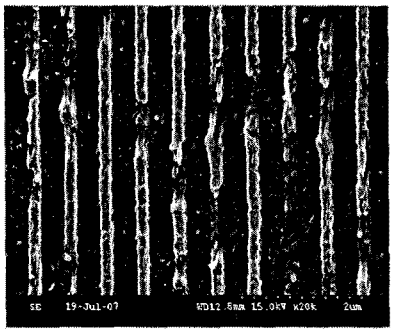
Stroke (㎜)	압력 (kg/㎠)	속도 (%)	보압 (kg/㎠)	시간(sec)		온도(℃)	
				성형	냉각	실린더	냉각수
46.2	70	30	65	4	20	290	20

4. 결과 및 검토

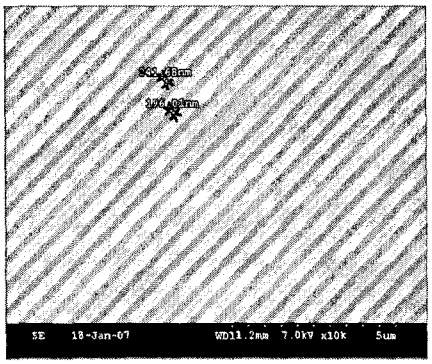
그림 3은 일반사출성형과 MmSH 사출성형으로 만들어진 PMMA 도광판의 표면이다. 일반사출성형법은 금형과 PMMA 수지의 온도차로 인해 금형의 패턴 내에 PMMA 수지가 완벽하게 충전되지 않기 때문에 그림 3(a)와 같이 균일하지 못한 패턴이 형성됨을 볼 수 있었다. MmSH 사출성형법은 수십초 이내에 금형의 온도를 180℃이상으로 만들어주기 때문에 용융온도가 150℃인 PMMA 수지는 180℃의 온도에서 점성이 매우 낮은 상태가 되어 금형의 패턴 내에 수지가 충전되어 그림 3(b)와 같이 균일한 패턴의 도광판을 제작할 수 있었다.

5. 결 론

본 논문에서는 포토리소그래피와 건식식각법으로 제작한 실리콘 몰드와 실리콘 몰드에 전해도금법으로 제작한 니켈 스탬퍼를 이용하여 MmSH법의 사출성형기술에 의해 PMMA 도광판을 제작하였다. MmSH법은 수십초 이내에 금형내의 스탬퍼의 온도를 180℃를 유지할 수 있기 때문에 일반사출성형으로 제조가 어려웠던 나노 패턴의 도광판을 얻을 수 있었다.



(a)



(b)

그림 3. PMMA 도광판 표면
(a) 일반사출성형
(b) MmSH 사출성형

참고 문헌

[1] 정일용, 박우상, "LCD backlight unit의 고분자 산란형 도광판에 관한 연구," 한국전기전자재료학회 '99추계학술대회논문집, pp. 578-581, 1999.

[2] 장성일, 최준용, 윤준보, "서브 마이크로미터 크기의 간격을 가지는 고충진율 마이크로렌즈 어레이," 제8회 한국 MEMS 학술대회 논문집, pp. 338-341, 2006.

[3] 김수용, "휘도 향상에 직접 영향을 미치는 BLU 부품에 관한 특성 분석," 한국전기전자재료학회 2001년도 하계학술대회논문집, pp. 1100-1103, 2001.

[4] 정재훈, 홍진수, 임명훈, 김대경, 이병욱, 이종하, 이근우, 이태성, 김창교, "200nm급 원기둥 어레이 패턴이 형성된 도광판의 광특성 해석," 한국전기전자재료학회 추계학술대회논문집, 2007.

[5] 홍진수, 김창교, 면광원용 도광판, 대한민국 특허 출원번호 10-2007-61507, 2007.

[6] 홍진수, 김창교, 도광판 및 그 제조방법, 대한민국 특허 출원번호 10-2007-61506, 2007.