

금형온도에 의한 미세패턴 성형 특성에 관한 연구

김창완[†] · 유영은* · 권기환** · 제태진* · 최두선[#]

Put English Title Here

Chang-Wan Kim[†], Yeong-Eun Yoo*, Ki-Hwan Kwon**, Tae-Jin Je*,
Doo-Sun Choi[#]

Key Words: Macro surface feature(미세표면 구조물), Injection molding(사출성형), Replication(전사)

Abstract

We injection molded a plate with micro surface features including micro prisms & micro channels patterns on its surface and investigated the replication of the micro features depending on the mold temperature which is one of typical process parameters. The size of the patterns were 8um, 10um, 15um of prism features & 15um, 30um, 45um of channel features. The size of the plate is about 400 mm×400mm. and the thickness is 1mm of plate. the replication of the micro features turned out to depend on the mold temperature and also the location on the plate. The pressure and the feature of the melt in the cavity were also measured in real-time for the investigation on the micro feature replication.

1. 서 론

정보화기술 (IT : Information Technology), 디지털산업의 발전은 영상정보의 효율적 전달을 위한 기반의 디스플레이 장치에서 휴대화, 대형화, 저소비 전력화, 경량 및 박형화 등의 장점을 지닌 평판디스플레이(FPD : Flat Panel Display)로 급속하게 대체 되고 있다.

LCD는 점차 대형화, 고휘도화 되고 있으며, 이 크기는 커지고 두께는 감소되고 있으며, 표면에 미세패턴의 적용이 점차 증가하고 있다.

표면에 미세패턴이 균일하게 분포하는 박판을 성형 할 경우 금형의 Gate 위치, 크기, 두께와 수지의 온도, 금형온도, 사출속도 및 압력 등의 성형 공정조건 따라 성형품의 미성형 및 변형, 혹은 과도한 잔류 응력에 의한 기계적, 광학적 특성의 저하가 나타나게 되고, 박판성형의 특성상 용융수지가 금형에 충전 되는 동안 표면으로부터 고화가 진행되어 유동성이 급하게 저하되는 현상이 나타나게 된다. 또한 급격하게 저하된 유동성으로 구조물의 전사를 어렵게 하는 문제점 등이 나타나게 된다.⁽¹⁾ 따라서 대면적 미세 패턴 성형품을 사출 제작하는 경우 금형 내부에서 발생하는 용융수지의 유동, 온도변화, 압력변화 등의 다양한 현상을 측정하고 그 영향을 규명하여 사출 성형 공정을 최적화 하는 것이 필요하다.

본 연구에서는 미세패턴이 존재하고 있는 400 mm×400mm 면적과 두께 1mm를 가지는 제품을 사출 성형하고, 성형된 제품의 상단, 중앙, 하단에 존재하는 미세형상 구조물의 성형성을 비교하였다.

† 한국기계연구원 나노기계본부

E-mail : wan18185@nate.com

TEL : (042)868-7903 FAX : (042)868-7149

* 한국기계연구원 나노기계본부

** 충남대학교 메카트로닉스공학과

또한 사출 성형시 발생하는 온도를 실시간 측정하고, 비교·분석하여 미세패턴의 위치별 전사성 및 압력의 상관관계에 대한 차이를 분석하였다.

2. 사출성형의 실험장비

2.1 사출성형제품 및 실험 장비

본 연구에서 진행하게 될 400mm×400mm 크기에 두께 1mm를 가지고 총 2가지 형상에 각각 3가지 사이즈의 미세형상구조물이 분포되어 있는 평판을 사출 성형 하기 위하여 사출성형 금형을 제작하였다. 실험에 사용한 수지는 Asahi사의 PMMA Grade 80NH를 사용 하였으며, 사출 성형을 위해 사용된 사출성형기는 Sumitomo사의 SE550D를 사용하였다. Table 1은 사출성형기의 사양을 나타낸 것이며, Fig 1은 제품의 형상과 미세패턴이 분포되어 있는 위치, 그리고 미세패턴의 형상을 나타낸 것이고, Fig 2는 사출성형시 금형내의 압력, 온도를 실시간 측정하기 위한 키슬러의 압력/온도 겸용센서의 형상 및 위치(A, B)를 나타낸 것이다.

Table 1 Specification of Injection molding machine

Clamp force	550tf
Max. Injection pressure	2050kgf/cm ²
Max. hold pressure	1640kgf/cm ²
Max. Injection speed	130mm/s

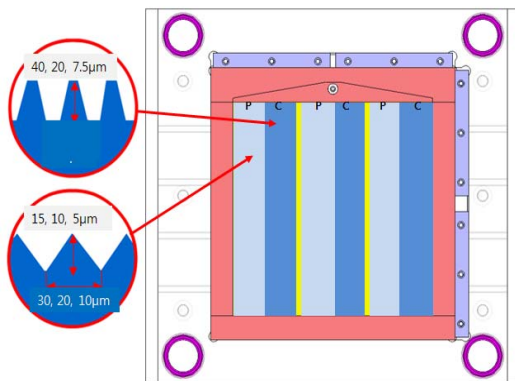


Fig. 1 Dimensions of micro patterns and the pattern set on the core

2.2 사출성형 측정 장비

사출 성형을 진행할 때 금형 Cavity 상단과 하단 부분에서 일어나는 수지 유동의 온도 및 압력을 실시간으로 측정하기 위하여 압력센서와 온도센서를 고정측(Fixing part)에 장착 하였다. 압력센서는 Strain gage 타입의 사출용 센서를 설치하였으며, 온도 센서는 Thermocouple K 타입을 사용 하였다. Fig. 2에서 보듯이 총6개의 센서를 미세형상 구조물이 있는 황동코어에 직접 장착하였다. 이는 미세형상 코어와 수지의 접하는 부분으로 실질적인 유동수지가 받는 압력 및 온도를 측정하기 위함이다.

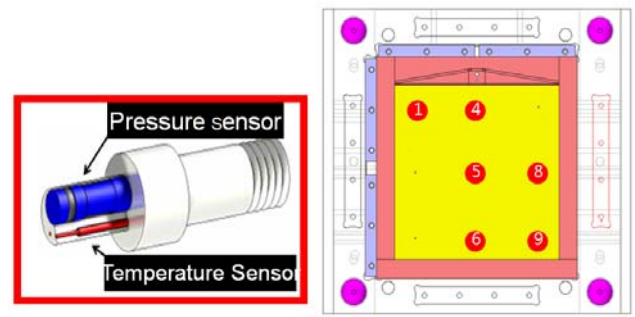


Fig. 2 Locations of the pressure and temperature Sensors

3. 사출성형 및 측정 결과

표면에 미세패턴이 균일하게 분포하고 있는 제품을 성형 할 경우 앞에서 언급 하였듯 성형 공정조건 따라 제품의 성형에 있어 문제가 발생하게 되고, 제품의 사출 성형의 특성상 용융 수지가 금형에 충전 되는 동안 표면으로부터 고화가 진행되어 유동성이 급하게 저하되는 현상이 나타나게 된다. 이러한 고화 현상은 제품의 위치마다 차이를 나타내게 되며, 유동수지의 흐름과 사출 성형 중 발생하는 압력과 온도 등에 영향을 미세패턴의 전사성에 큰 영향을 미치게 된다. Table 2에서 보듯이 저속저압, 저속고압, 고속저압, 고속고압의 4가지 공정조건을 실험하였다. 이런 4가지 공정조건을 통해서 제품 상단부와 하단부에 있는 미세패턴 영역에 가해지는 압력, 온도 등을 측정하여 이런 성형 요소들이 미세패턴의 전사성에 어떤 영향을 미치며, 또 위치에 따라 얼마나 차이가 있는지 알 수 있다. 저속은 사출성형기에 최대 속도의 50% 로 설정하였으며, 고속은 100% 로 설정하였다. 또 압력은 보압 영역으로 제어

하였으며, 저압은 peak press의 20%로 설정하였으며, 고압은 70%로 4가지 공정 모두 확연히 다른 성형조건을 갖도록 설정하였다. 그 밖에 금형온도는 70℃로 동일 한 조건을 주었으며, 보압 시간 및 스크루의 위치 그리고 수지 가소화 온도 역시 같은 조건을 주었다. 성형품은 각각의 공정 당 10회를 성형 한 후 11번째에서 15번째의 제품까지의 Peak press와 Filling time을 체크 하였으며, 제품의 상단부와 하단부의 미세패턴 측정 비교 하였다.

Table 2 Injection operational conditions

금형온도	70~130℃	냉각시간	150sec		
가소화온도	240~270℃				
보압	0.1sec동안	500kgf/c(최대 압력의 30%)			
사출속도제어					
5	4	3	2	1	구간
10	16	33	48	79	mm
120	125	125	130	130	mm/s

Table 3 Peak press and Filling time

	Peak press		Filling time	
저속저압	878	kgf/c	0.61	sec
저속고압	880	kgf/c	0.61	sec
고속저압	785	kgf/c	0.45	sec
고속고압	805	kgf/c	0.45	sec

4. 결 론

여기에 결론을 입력하시오

후 기

본 연구는 산업자원부 특정연구 개발과제 사업으로 진행중인 대면적 미세형상의 초정밀/지능화 가공 원천 기술 사업의 지원으로 이루어진 것입니다.

참고문헌

- (1) Put reference text 70~130 Put reference text here. Put reference text 0.1. Put reference text here.
- (15) Hong, K. D., Brydon, A., Leweke, T. and Thompson, M. C., 2004, "Interactions of the Wakes of Two Spheres Placed Side by Side," *Trans. of the KSME(B)*, Vol. 23, No. 5, pp. 137~145.