# 마이크로 피라미드 패턴 사출성형에서 금형온도가 전사율에 미치는 영향에 관한 연구

# Study on the effects of injection mold temperature on the micro-pyramid pattern

*이규민[1,2] · #전은채[1] · 우상원[1] · 김의중[3] · 조남제[4] · 제태진[1] · 유영은[1]

*K. M. Lee[1,2], #E. c. Jeon(jeonec@kimm.re.kr)[1], S. W. Woo[1], E. J. Kim[3], N. J. Cho[4], T. J. Je[1], Y. E. Yoo[1]

[1]한국기계연구원 나노공정연구실, [2]충남대학교 기계금속공학교육과, [3]한밭대학교 신소재공학과, [4](주)유니솔루션 플러스

Key Words : Micro-pyramid pattern, Mold temperature, Injection molding

## 1. 서론

LED 조명은 고신뢰성, 장수명, 고효율, 고속응답 등의 장점이 있다. 최근에 LED 조명의 원가절감 문제의 해결방안으로 LED의 package, module의 2단계 공정을 하나로 통합한 hybrid LED package(HLP)가 제시되고 있다. HLP에서는 일체형 광학패턴을 사용하여 광효율을 향상시키며, 광학패턴중 하나는 마이크로 사각 피라미드패턴이다. 그러나 마이크로 사각 피라미드패턴은 금형 코어 가공 자체가 어렵고, 금형 가공 후의 사출성형에 대한 연구도 미진하다. 이에 본 연구에서는 사출성형 인자들 중 기존 연구들에서 전사율에 큰 영향을 미친다고 알려진 금형온도에 관한 연구를 수행하고자 한다.

## 2. 실험방법

본 연구에 앞서 Depth 25㎛, Pitch 50㎛의 마이크로 사각 피라미드패턴 코어를 설계 및 가공하였으며, 이를 Fig.1에 나타내었다. 이 금형과 스미토모(Sumitomo)사의 SE-50D 사출성형기를 사용해 가로40mm, 세로70mm, 높이2mm의 크기를 가진 사출품을 성형하였으며, Table 1에 사출성형조건을 나타내었다. 가공된 금형 및 성형된 마이크로 피라미드 패턴의 형상 측정에는 하이록스(Hirox)사의 KH-8700 현미경을 사용하였으며, Fig.2의 측정예시에서 볼 수 있듯이 사출 방향의 수직과 수평방향으로 각각 세개의 데이터를 측정하여 평균을 구하고, 전사율을 계산하였다.

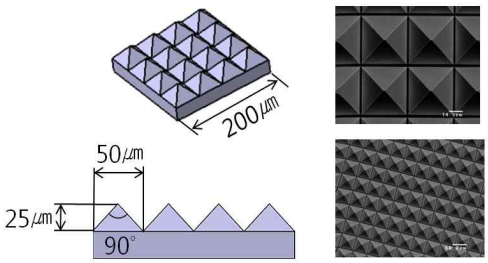


Fig. 1 Machined mold of micro square pyramid pattern(Depth 25㎛ and pitch 50㎛)

Table 1 Injection molding conditions

| Resin | PMMA |
|---|---|
| Mold temperature(℃) | 82, 85, 87 and 90 |
| Injection rate (mm/s) | 150 |
| Melt temperature(℃) | 255 |
| Holding pressure(kgf/cm$^2$) | 800 |
| Cooling time (sec) | 40 |

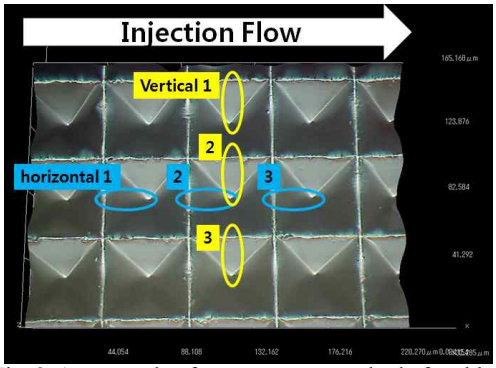


Fig. 2 An example of measurement method of molded pattern shape

## 3. 실험 결과 및 고찰

전사율 계산을 위해 가공 되어있던 금형 코어의 형상을 측정하였으며, 이를 Fig.3에 나타내었다. 그 평균 높이는 24.1㎛였다. Fig.4는 앞서 설명한 바와 같은 금형 온도별 성형된 패턴의 형상이다. 금형온도에 따른 수직 높이와 수평 높이는 각각 Table 3과 4에 나타내었다. 금형온도별 전사된 패턴의 높이를 보면, 수평방향과 수직방향 모두 금형온도가 높아질수록 우수한 전사성을 보였다. 이는 용융수지가 표면으로부터 응고되는 시간을 지연시킴으로써 성형성이 개선되는 것으로 보인다. 특히 사출방향의 수평방향은 모든 조건에서 90%이상의 높은 전사율을 보였으며, 같은 온도에서 수직방향 보다 전사성이 우수했다. 사출방향의 수직방향에서는 용융수지가 금형에 충진되는 과정에서 빠르게 진행되는 고화로 유동성이 급격하게 저하되어 90° 회전구간에서 회전이 어렵기 때문으로 생각된다.

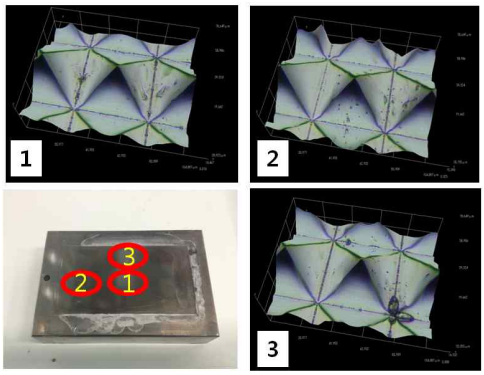


Fig. 3 Measurement of the height of mold core for transfer ratio analysis

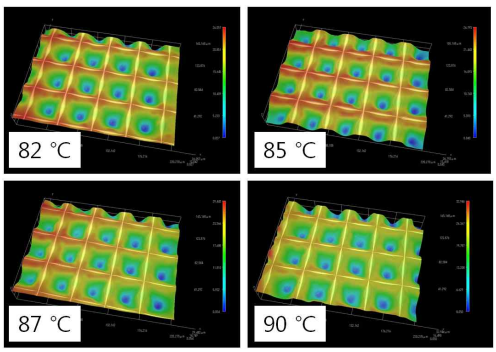


Fig. 4 Measurement of the height of injection molding temperature each layer

Table 3 The height of vertical direction varied by temperature

| Temp.(℃) | 82 | 85 | 87 | 90 |
|---|---|---|---|---|
| Ave. height(㎛) | 18.43 | 18.99 | 19.45 | 20.34 |
| Replication ratio(%) | 76.4 | 78.8 | 80.6 | 84.4 |

Table 4 The height of horizontal direction varied by temperature(㎛)

| Temp.(℃) | 82 | 85 | 87 | 90 |
|---|---|---|---|---|
| Ave. height(㎛) | 19.89 | 22.84 | 21.91 | 22.76 |
| Replication ratio(%) | 82.5 | 94.7 | 90.9 | 94.4 |

## 4. 결론

본 연구에서는 마이크로 피라미드 패턴의 사출성형에 대한 연구를 수행하였다. 금형의 온도를 상승시킬수록 성형성이 개선됨을 확인하였다. 같은 온도에서 사출방향과 수평방향에서의 전사성이 수직방향에 비해 더 우수하다. 이는 용융수지가 수직방향 충진시 90° 회전구간에서 미성형이 발생하기 때문으로 보인다. 향후 금형온도 외의 사출성형 인자들에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 보인다.

## 후기

본 연구는 ‘그린에너지 기긱 양산화 기술지원센터 구축사업 (산업기술연구회)’의 지원으로 수행되었습니다.

## 참고문헌

1. E.c.Jeon, T.J.Je and K.H.Whang, "A Study on Design of High Luminance Hybrid LED Package and Ultra-fine Machining of Optical Pattern," Transactions of Materials ProceSSing, Vol.19, No.8, 2010