

## 금형온도가 Cavity Filter 성형품의 치수 및 외관품질에 미치는 영향에 관한 연구

김동학\* · 김태완\*

### Effects of mold temperature on the part dimension and surface quality of the injection molded cavity filter

Dong-Hak Kim\* and Tae Wan Kim\*

**요 약** 본 연구에서는 무선부품의 일종인 cavity filter 금형을 제작하여 도금용 ABS 수지와 PC/ABS alloy 수지를 사용하여 일반사출성형과 금형온도가 높은 MmSH방식, 두 타입으로 성형품을 제작하였다. 성형품의 수축률 변화는 MmSH 방식일 때 ABS 성형품의 단위캐비티 격막부분에서 수축률이 감소되었다. 중량변화는 ABS와 PC/ABS 성형품 모두 MmSH 방식일 때 증가하였고, 성형품 표면 거칠기는 MmSH 방식일 때 모두 거칠기가 감소되었다.

**Abstract** In this study, we developed the mold for the plastic cavity filter which is a kind of a wireless communication device. Since the cavity filter is made of aluminium, the cost of fabrication is high and the production rate is low. But we can produce plastic cavity filter part by injection molding process with the mold which was designed by our team. The dimension and surface quality of plastic cavity filter was investigated by varying the molding method (conventional and MmSH process) and two different types of resin(PC/ABS and ABS). In case of ABS part, the shrinkage of the inner partition walls was decreased when we adopted MmSH method. The weight of both ABS and PC/ABS parts increased and the surface roughness decreased with MmSH process.

**Key Words :** cavity filter, MmSH, injection molding, shrinkage

### 1. 서 론

정보화 및 휴대 통신의 급속한 발달에 따라 각종 무선부품의 대량생산 및 경량화에 대한 요구가 점점 증대되고 있다. 기존의 금속을 사용한 일부 부품들을 플라스틱으로 대체를 하고 이에 따른 부품의 일체화 및 물성의 고성능화가 가능한 사출성형기술 개발이 절실히 요구되어 지고 있다. 이에 따른 플라스틱 재료의 물성 개선에 대한 연구와 성형조건 최적화에 관한 연구는 활발히 진행되고 있다[1]. 이동통신 시스템과 무선통신 기지국 장비에 사용되는 각종 무선부품들은 대부분 알루미늄, 황동 등과 같은 금속재질을 밀링 가공을 통하여 제작하기 때문에 부품의 무게도 무겁고 가격도 고가이고, 또한 여러 단계의 가공 공정을 거쳐야 하므로 양산성 또한 떨어진다.

본 연구는 사출성형과 전기도금 공정을 이용하여 이

동통신 부품 중 주요부품인 cavity filter의 플라스틱화에 대한 연구를 수행했다. 플라스틱 소재의 전기도금은 금속가공을 대체하여 플라스틱 표면에 금속이온을 부착시켜 부품의 경량화 등 다양한 기능을 부여한다. cavity filter 대체 소재인 플라스틱 재질선정의 기준은 도금이 가능하고, 내열성과 내후성이 우수하고, 가공성 및 치수 안정성 등 성형성이 좋은 재질이어야 한다. 플라스틱 도금에 사용되는 수지의 약 85%가 ABS(Acrylonitrile - Butadiene - Styrene) 수지이고, 나머지 15%는 엔지니어링 플라스틱이 사용되고 있다. ABS수지는 Acrylonitrile, Butadiene, Styrene의 3중 단량체로부터 만들어지고 일상생활용품에서부터 전기/전자부품, 자동차 부품, 산업용자재에 이르기까지 널리 사용되는 플라스틱 소재이다 [2]. 또한 플라스틱 도금은 밀착성이 중요하며 ABS 수지의 경우 도금 밀착력은 500~1,600 g/cm(UL 합격기준: 180 g/cm)이다. 한편 PC/ABS는 PC와 ABS수지를 블렌드하여 ABS수지의 내열성을 향상시킨 수지로서 본 실험에서 사용한 PC/ABS alloy 수지는 도금특성을 향상시키기 위한 목적으로 개발된 것이다.

\*순천향대학교 신소재화학공학부  
Tel: 041-530-1505

본 연구에서는 금형 및 제품설계기술 개발에 따른 cavity filter의 특성과 가공성을 갖는 도금용 ABS와 PC/ABS alloy 수지로 cavity filter를 일반사출성형공정과 금형을 순간적으로 가열시키고 냉각시키는 MmSH 방식(Momentary Mold Surface Heating System)으로 성형품을 제작하였다[3-5]. cavity filter 성형품 사출시 영향을 주는 인자들 가운데 금형온도가 cavity filter에 수축율, 두께, 중량, 표면 거칠기에 미치는 영향을 알아 보았다.

## 2. 실험방법

본 연구에서는 사출성형 CAE 해석을 바탕으로 한 cavity filter의 평가금형을 제작하였다. Fig. 1은 cavity filter에 대한 개략도이다. cavity filter의 형상은 가로는 97 mm, 세로는 35 mm이며, 허용공차는 ±0.1 mm이다. 세부적으로는 높이 20 mm의 단위캐비티 4개가 있고, 그 중에 가운데 2개는 가로의 길이가 18 mm이고, 나머지 외각부분 2개의 단위캐비티는 가로의 길이가 21 mm이다. 캐비티를 구분하는 3개의 격막의 높이는 가운데 부분이 13.3 mm이고, 나머지 2개의 격막은 14.2 mm이다. 그리고 사출성형품의 특성을 위해 각 모서리마다 R3.0의 값을 주었다. 이 개략도를 바탕으로 평가금형을 제작하였다.

실험에 사용한 사출성형기는 현대정공(주)의 SPF-250으로 직압식 수평형 타입이다. 금형온도는 일반사출성형공정은 금형온도조절기를 사용하여 80°C로 설정했다. MmSH방식은 금형 고정측의 금형 온도는 80°C로, 가

열을 가하는 이동측의 금형 표면온도는 기체화염을 이용하여 250°C~300°C로 설정했다. 금형온도를 제외한 다른 인자인 사출압력, 보압, 속도, 위치, 시간, 수지의 온도는 일반사출성형과 MmSH방식에 따라 구분하여 일정하게 유지하였다. 수지는 도금용 ABS는 Starex MP-0160RD와 PC/ABS Alloy는 PC/ABS HI-1001BS를 사용했다.

성형품의 두께 및 수축률을 측정하기 위한 도구로는 버니어캘리퍼스를 사용하였다. 성형수축률은 금형 캐비티의 치수에 대한 성형된 시편의 치수로서 다음 식으로 정의된다[6].

$$\text{Shrinkage Ratio} = \frac{D_m - D_s}{D_m} \times 100(\%)$$

위 식에서  $D_m$ 은 금형캐비티의 치수이고,  $D_s$ 는 각 성형품의 치수이다. 측정된 성형품은 상온에서 10일 동안 방치 시킨 후 치수를 측정하였다.

Fig. 2는 cavity filter의 두께 측정 부분을 도시했다. 성형품 두께의 측정 부위 중 캐비티 격막인 ①~③의 두께는 3 mm이고, 캐비티 외벽인 ④~⑦의 두께는 5 mm이다. 성형품의 게이트 부분은 ⑦이다.

Cavity filter의 표면 거칠기를 측정하기 위해 Surface Roughness Meter를 사용하여 Ra 및 Rz 값을 분석하였다.

## 3. 결과 및 고찰

성형 후 일반사출성형과 MmSH 방식에 따른 성형품의 게이트부분과 말단부분의 두께를 관찰하였다. 금형

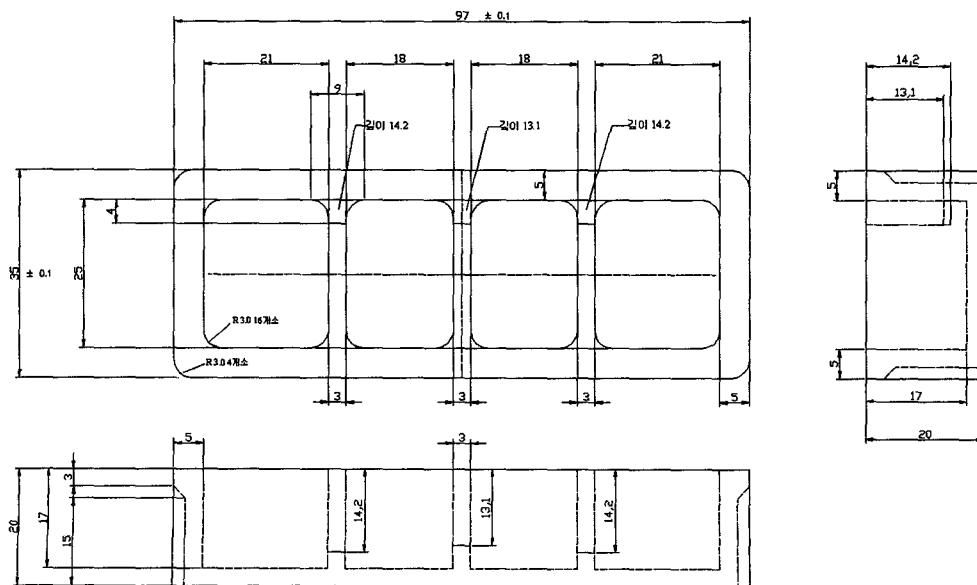


Figure 1. Schematic diagram of the cavity filter

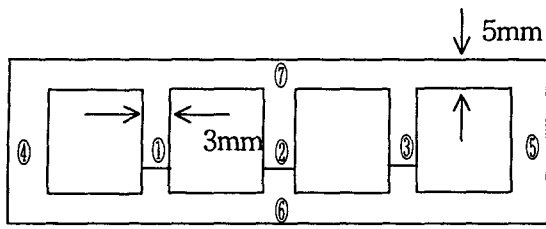


Figure 2. The measurement part of cavity filter

캐비티의 두께치수는 5.000 mm이다. 먼저 PC/ABS 성형품의 게이트 부분의 두께는 일반사출성형 시 4.862 mm, MmSH방식은 4.864 mm이고, 말단부분의 두께는 일반사출성형 시 4.929 mm이고, MmSH방식은 4.935 mm였다. ABS성형품은 게이트 부분 두께는 일반사출성형 시 4.867 mm, MmSH 방식은 4.868 mm이고 말단부분의 두께는 일반사출성형 시 4.948 mm, MmSH 방식은 4.950 mm였다. 성형품의 두께는 ABS성형품과 PC/ABS성형품 모두 MmSH 방식일때 두께가 증가하여 설계 치수 목표인 5.000 mm에 더 근접했음을 나타낸다. 이러한 경향은 ABS성형품에서 더 잘 나타났다. MmSH 방식일 때 수지 충전시 캐비티 온도상승효과가 일반사출성형 시 보다 높아 용융수지의 점도를 낮추어서 유동의 흐름이 활발해짐을 보여주었다. 따라서 MmSH방식으로 제작한 성형품이 cavity filter 성형품 도금 시 균일한 도금두께 효과를 볼 수 있다고 판단된다.

Fig. 3~4는 일반사출성형과 MmSH방식으로 제작한 cavity filter 수축률 변화를 나타냈다. 성형품의 수축률은 성형품 외벽보다 단위캐비티 격막부분에서 크게 증가되었다. 단위캐비티 격막부분은 Fig. 2에서 ①, ②, ③ 부분에 해당하며 cavity filter에서 플라스틱 도금 후 특성평가 시 가장 중요한 부분을 차지한다. 단위캐비티 격막부분의 수축률은 PC/ABS 성형품은 일반사출성형 시와 MmSH방식 모두에서 4~5% 사이에 분포하고, ABS 성형품은 일반사출성형시는 5% 이상이지만 MmSH방식인 경우 5% 미만으로 금형온도 증가로 인해 수축률

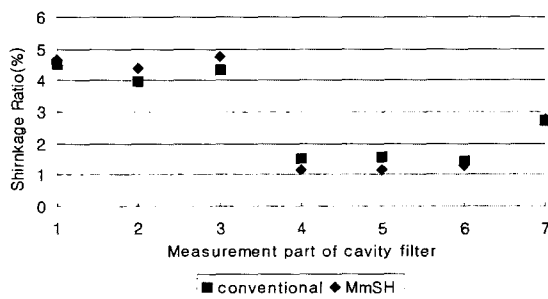


Figure 3. The shrinkage ratio of part-PC/ABS alloy

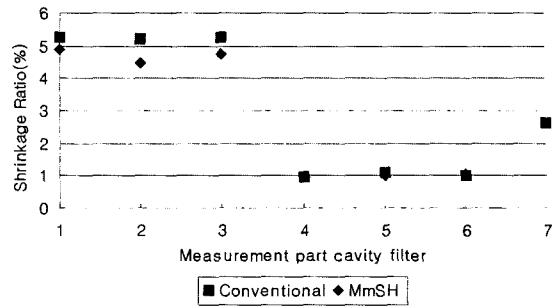


Figure 4. The shrinkage ratio of part-ABS

Table 1. The injection-molded part weight (PC/ABS alloy and ABS)

Injection molding method	PC/ABS-part	ABS-part
Conventional injection	26.95 g	25.02 g
MmSH	27.11 g	25.41 g

의 감소가 가장 크게 나타났다.

Table 1은 PC/ABS alloy와 ABS로 제작한 성형품의 중량 변화를 나타낸다. 두 성형품 모두 일반사출성형 공정이 MmSH방식 보다 중량이 적게 나왔다. MmSH 방식일 때 PC/ABS alloy는 0.6%, ABS는 1.6%의 중량이 증가되었음을 알 수 있었다. 성형품의 중량증가는 성형품의 밀도가 커지고 균일한 충전으로 인해 성형품의 두께 편차를 줄일 수 있다.

Table 2~3은 cavity filter 표면 거칠기를 측정된 후 Ra와 Rz값을 나타내었다. 표면 거칠기는 일반사출성형과 MmSH 방식 모두 PC/ABS 성형품이 ABS 성형품보다 Ra와 Rz 값이 훨씬 떨어져 표면이 거칠었다. PC/ABS 성형품에서 금형온도를 높인 MmSH방식일 때 Ra 값은 일반사출성형 시 보다 2.33  $\mu\text{m}$ , Rz 값은 1.58  $\mu\text{m}$  만큼 표면 거칠기가 감소되어 표면이 매끄러워졌다. 그리고 ABS 성형품에서 Ra 값과 Rz 값 모두 일반사출성형 시 보다 0.66  $\mu\text{m}$  만큼 표면 거칠기가 감소되었다. 두 성

Table 2. The roughness of surface part (Ra)

Injection molding method	PC/ABS-part	ABS-part
Conventional injection	4.44 $\mu\text{m}$	2.10 $\mu\text{m}$
MmSH	2.11 $\mu\text{m}$	1.44 $\mu\text{m}$

Table 3. The roughness of surface part (Rz)

Injection molding method	PC/ABS-part	ABS-part
Conventional injection	3.12 $\mu\text{m}$	1.78 $\mu\text{m}$
MmSH	1.54 $\mu\text{m}$	1.12 $\mu\text{m}$

형품 모두 금형온도가 높은 MmSH방식에서 성형품 표면이 매끄러워져 표면조도와 전사성이 향상되었고, 또한 성형품 도금 시 도장성이 향상된다.

#### 4. 결 론

본 연구는 금형온도가 Cavity Filter 성형품의 두께, 수축률, 중량 및 표면 거칠기에 미치는 영향에 대하여 알아보았다. 먼저 성형품 두께는 금형온도가 높은 MmSH 방식일 때 성형품의 게이트부분과 말단부분의 두께가 증가하여 금형 캐비티 치수에 근접하였다. 두 성형품 중에 PC/ABS 성형품이 보다 더 설계목표 치수에 근접하여 치수안정성이 향상되었다. 수축률은 단위캐비티 격막부분에서 MmSH방식일 때 일반사출성형 보다 ABS 성형품은 0.2~0.8% 감소하였고, PC/ABS 성형품은 수축률이 -0.2~0.0%로 약간 증가되었다. 성형품의 중량은 MmSH방식일 때 일반사출성형시 보다 PC/ABS 성형품은 0.6%, ABS 성형품은 1.6%의 중량이 증가하였다. 표면조도는 MmSH 방식일 때 두 성형품 모두 Ra와 Rz값이 감소되었다. 향상된 표면조도로 인해 전사성과 도장성이 향상되었다. 금형온도에 따른 표면조도의 향상은 PC/ABS 성형품에서 두드러졌다.

#### 감사의 글

본 연구는 한국과학재단 지정 순천향대학교 차세대 BIT부선부품연구센터(과제번호: R12-2002-052-04005-5) 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

#### 참고문헌

- [1] 유동형, "21세기의 일본 乘用車 開發 방향", 자동차경제 제 115호, pp. 401-412.
- [2] N. G. McCrum, C. P. Buckley and C. B. Bucknall, "Principles of Polymer Engineering, 2nd edition", 1999.
- [3] 유영은, "사출성형에서의 금형온도의 영향 및 고온의 금형 이용을 위한 공정", 폴리머저널, 통권 27호, pp. 10-18, 2001.
- [4] Kang, M. H., D.-H. Kim and Y. H. Chun, "Wonder injection molding with MmSH process", ANTEC 2000, 3841, 2000.
- [5] Kim, D.-H., M. H. Kang and Y. H. Chun, "Development of a notebook PC housing by using MmSH process", ANTEC2001, 2001.
- [6] 조용희, "다재 사출 성형품 및 금형 설계를 위한 전문가 시스템 개발에 관한 연구", 연세대학교 대학원 기계공학과, pp. 20-54, 1999.