

모바일 폰 카메라 모듈 금형기술 개발

박준홍*, 전언찬#, 김태호**, 문순균***

Development of Die Technology of Mobile Phone Camera Module

Joon-Hong Park*, Eon-Chan Jeon#, Tae-Ho Kim**, Soon-Kyun Moon***

ABSTRACT

Development of die technology for holder and barrel dies is necessary according to minimization of lens assembly, image sensor, and connectors. In these cases, there are two technical problems arising from die design. One is determination of knock-out pin location in die set. Minimization of lens assembly size make it difficult to obtain ejecting space. The other is whether or not high-precision die technology is possible to reduce torque variation when holder and barrel products is assembled. In this study, multi-cavity die set was developed taking advantage of gear-driven ejecting method. In the developed technology, die manufacturing technology was guaranteed with a high-precision level.

Key Words : Plastic Injection Molding(플라스틱 사출), Die Manufacturing Technology(금형가공기술), Barrel Assembly(배럴 어셈블리), Holder Assembly(홀더 어셈블리)

1. 서 론

현재 휴대폰에 카메라 모듈을 장착하는 것은 옵션이 아니라 기본 사양화 되고 있다. 2003~2004년은 화소 경쟁시대로 ‘고화소 = 기술력’으로 인식 되었으나, 2005~2007년 부터는 디자인 경영 시대로 ‘슬림화, 소형화 = 기술력’으로 인식되어 가장 얇은 카메라 폰을 만들기 위해 각 업체 간 과열 경쟁 중이며, 다양한 기능을 제한적인 단말기 부피에서 구현하기 위해

서 부품들의 모듈화와 One-Chip화가 급속히 진행되고 있다. 따라서 Camera module을 구성하고 있는 Lens Ass'y, Image Senser, Connector의 소형화에 따라 Case 역할을 하는 Holder와 Barrel의 금형 기술 개발이 절실히 요구 되고 있다. 첫번째 문제로 Holder 내 측벽면이 얇아지면서 제품 취출 역할을 하는 Eject Pin 위치설정이며, 두번째 문제로 제작 비용 절감에 따라 Holder금형을 표준화하고, Barrel 개발 위주로 변화는 추세로 Barrel의 생산 수량 대비 Holdr의 공급 수량 대응책과 Holder와 Barrel 조합시 현합(Torque)편차를 줄이는 문제로 초정밀 미세피치 나사 연마기술과 방전기술이 요구되고 있다^[1].

* 동아대학교 신소형제RIC

교신저자 : 동아대학교 기계공학과

E-mail : ecjeon@dau.ac.kr

** 동아대학교 기계공학과

*** KM마이크론



Fig. 1 Photograph of mobile phone camera module

본 연구에서는 휴대폰을 비롯한 소형 카메라 부품 모듈의 플라스틱 부품에 대한 정밀 사출 성형 및 금형 가공에 대한 기술을 소개하고 기존 성형 공정에서의 문제점을 해결할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

2. 카메라 모듈

핸드폰용 카메라 모듈은 렌즈, 이미지 센서, 커넥터 등으로 구성되어 있고, 모듈의 종류에는 CMOS, CCD, NMOS가 있으며, 카메라 모듈의 상세 설명을

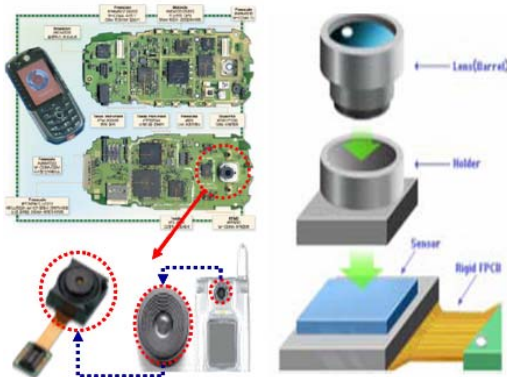


Fig. 2 Schematic drawing of mobile phone camera module and its components

Fig. 2에 나타내고 있다. 또한 각 부품의 실제 사진은 Fig. 3과 같다. Barrel Ass'y는 촬영하려는 영상에 대한 빛의 정보를 입수하는 역할을 하며, Holder Ass'y는 렌즈와 이미지 센서의 결합 및 보호역할, 이미지 센서는 일반 필름 카메라의 필름과 같은 기능으로 렌즈를 통해 들어온 영상을 전기적 신호로 변환하는 역할을 한다. 이러한 핸드폰용 카메라 모듈의 사출 성형 공정에는 핸드폰의 슬림화에 따른 기술문제, 광축 유지 문제, 나사 가공 기술의 문제, Fig. 4와 같은 취출 문제 등이 있다.

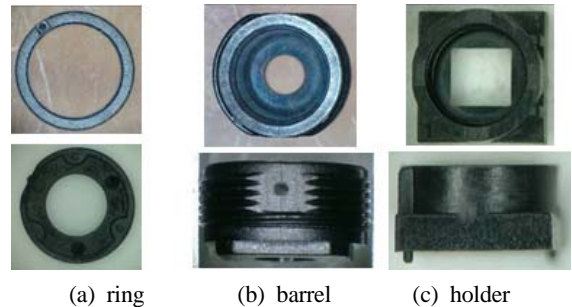


Fig. 3 Photograph of rings, barrel, and holder of mobile phone camera module

구분	제품 사진	취출 방식
기존 4Cavity 제인 금형		<ul style="list-style-type: none"> ■ Ejector pin에 의한 자유 낙하 방식 ■ Cavity 구분 작업자
개발품 8Cavity 기어 금형		<ul style="list-style-type: none"> ■ 용각 지그에 의한 Robot 취출 ■ Cavity 구분 자동 선별

Fig. 4 Eject pin mark in holder products during injection molding

3. 카메라 모듈의 사출금형 기술

3.1 광축 유지

핸드폰 제품의 슬림화 및 소형화로 인한 여러 가지 기술적 어려움이 발생하고 있으며, 그 내용은 Table 1 과 Fig. 5와 같다.

Table 1 Technical problems according to mobile phone miniaturization

	COB	COF	CSP
개념	PCB와 이미지 센서 사이를 금으로 된 Wire를 사용하여 연결	이미지센서와 Active Area를 뒤집어서FPCV에 바로 부착	접이 만들어질 때부터 이미 접이 회로와 IR 필터가 탑재되어 추가 공정이 불필요
장점	생산성 높음, 저가	소형화 가능	모듈공정이 단순
단점	모듈사이즈가 커짐	수율이 낮음, 2MEGA 이상 고화소력을 볼때	참가격이 고가
업체	삼성테크윈 / 전기, 삼성물류텍, LG 이노텍 등 대부분 사용	하이셀, 유니셀	선상디지털이미지, 독일 플러스

카메라 모듈의 소형화에 따른 광축 유지 문제가 대두되고 있다. 이는 포커스 조정시 흔들림, 틀어짐, 수율 문제가 발생한다. 또한 핸드폰이 슬림화 되면서 holder와 barrel의 나사 조합시 정밀도가 요구된다.

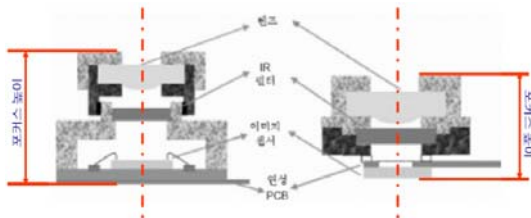
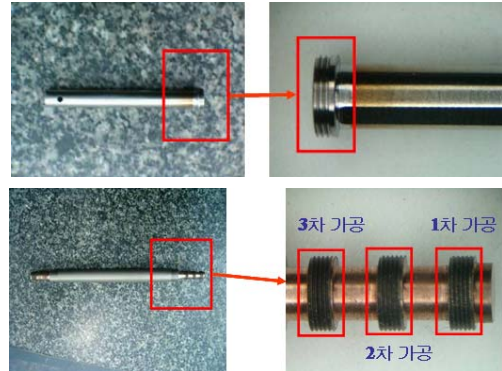


Fig. 5 Focus height of mobile phone camera module

3.2 나사 가공 기술

현재 profile 가공기에서 정밀 연삭 1차 가공으로 holder 나사를 가공하고 있으며, 정밀도 0.002mm 이내로 관리가 가능하다.

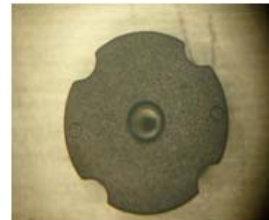
Barrel 나사 가공의 경우 Fig. 6과 같이 profile 연삭기에서 3단계 방전이 가능하도록 전극을 가공하였으며, 연속 3차 가공으로 인하여 피치 간격 오차에 따라 현합 편차가 20~50gf·cm가 발생한다^[2,3]. Fig. 7, 8은 나사 가공용 CNC 방전가공기와 프로파일 그라인딩 가공기를 나타내고 있다.



(a) holder



(b) size comparison



(c) barrel

Fig. 6 Manufacturing electrode of holder and barrel

3.3 취출 기술

이미지 센서가 1/4 inch에서 1/8inch로 작아짐으로 Fig. 9와 같이 eject pin 설치 공간이 문제가 되고 있다. 또한, 취출 기구로는 체인 기구와 기어 구동 기구가 사용되고 있으며, 현재 holder 제품에는 회전코어를 사용한 나사 코어 구동방식을 사용하고 있다.



Fig. 7 CNC EDM(Electro Discharge Machining)



Fig. 8 CNC profile grinding machine

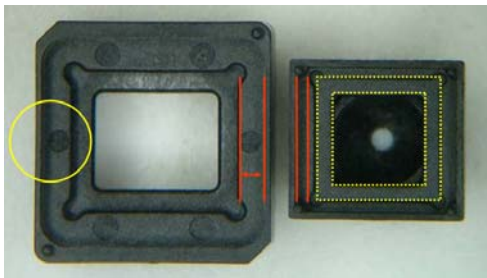
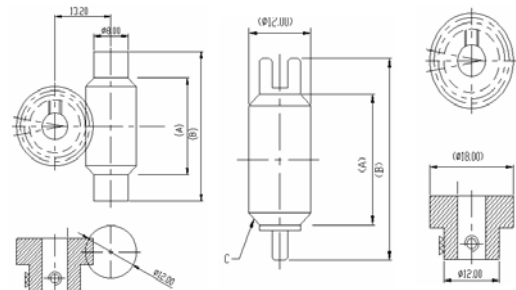


Fig. 9 Comparison of eject pin location and space according to downsizing

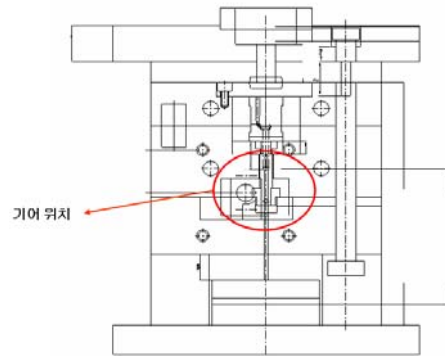


Fig. 10 Die set with chain-driven ejecting mechanism

체인 구동 금형을 사용할 경우 금형 제작 기간 연장 및 금형의 비용이 상승하고 금형의 정밀 성형이 어려우며, 체인에 걸리는 힘이 한쪽으로 치우쳐 제품의 동심도가 틀어지는 현상이 발생할 수 있어 광축 유지가 힘들다. Fig. 10은 기존의 체인구동 취출기구를 사용한 금형을 나타내고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 워기어 구동 취출 방식을 개발하였으며 워기어의 개략도는 Fig. 11과 같다.



(a) worm gear drawing



(b) schematic drawing of die set

Fig. 11 Schematic drawing of worm gears of gear-driven ejecting mechanism

Table 2 Comparison between ejecting methods

구분	Unit Cut 방식	Runner 취출 방식	Ejector 방식	cavity 갯수	Cavity 자동선별	정밀도 외곽벽 두께 기준	Cycle time
벨트&체인 구동 금형	회전 Core	자유낙하	Ejector pin	4	불가능 인력대체	0.5mm 가능	26초
기어 구동 금형	회전 Core	Robot	흡착 지그 Robot	8	가능	0.2mm 가능	20초

기존의 벨트&체인 구동 금형과 기어 구동 금형의 기술적 비교 자료를 Table 2에 예시하였다. Runner 취출 방식은 기존의 자유낙하 방식에서 로봇에 의한 자동 취출 방식으로 개발되었다. Cavity 자동 선별도 기존의 인력에 의한 방식에서 자동화가 가능한 방법으로 대체하고 외관벽 두께 기존의 정밀도도 2배 이상 향상되었다.

3.4 Multi-cavity holder 금형 기술

일반적으로 핸드폰용 카메라 모듈은 Fig. 12처럼 4-Cavity로 생산되는데, 아래의 사진과 같이 사출성형기에 투입되는 소재의 85%를 Runner로 버리게 되므로 소재 사용 효율을 높여 소재 사용량의 감소와 인력에 의한 Cavity구분을 사출 성형 완료시 로봇을 이용하여 자동으로 선별되게 함으로써 인건비 감소로 가격 경쟁력을 높일 수 있다.

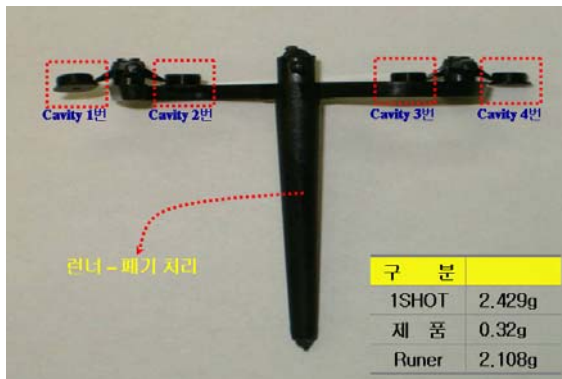
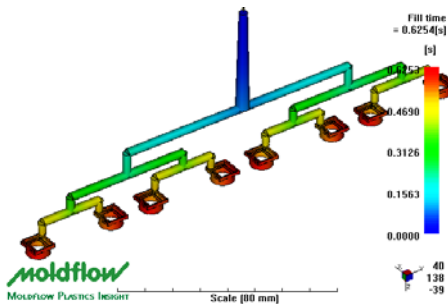
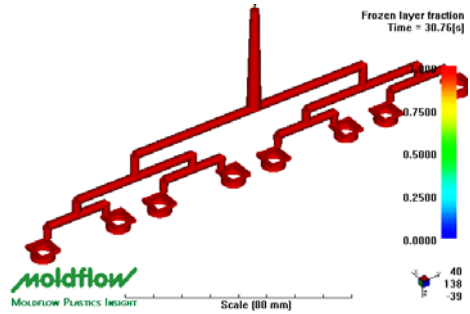


Fig. 12 Conventional plastic injection molding products with 4-cavity die set



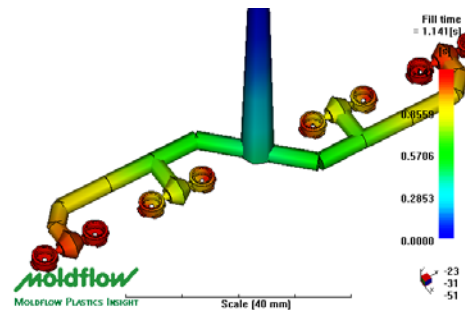
(a) filling time



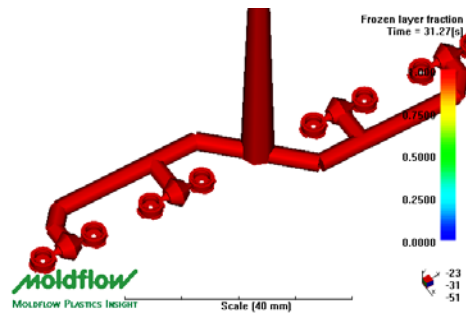
(b) frozen layer fraction

Fig. 13 Results of injection molding analysis for holder

본 연구에서는 기어로 정밀 제어되는 8-cavity용 3단 사출금형 개발을 위해 Moldflow™를 사용하여 사출성형해석을 수행하였으며, 카메라 모듈의 holder, barrel 제품에 대한 온도분포, 압력 분포, 사출 성형 후의 변형 정도에 관한 결과를 얻을 수 있었고, 그 해석 결과는 Fig. 13과 Fig. 14와 같다.



(a) filling time



(b) frozen layer fraction

Fig. 14 Results of injection molding analysis for barrel

본 연구에서는 핀포인트 방식의 기어로 정밀 제어 되는 8-cavity용 3단 사출금형을 개발하였으며 그 개략도는 Fig. 15에 나타내었으며, Fig. 16은 holder 금형, Fig. 17은 barrel 금형을 나타낸다.

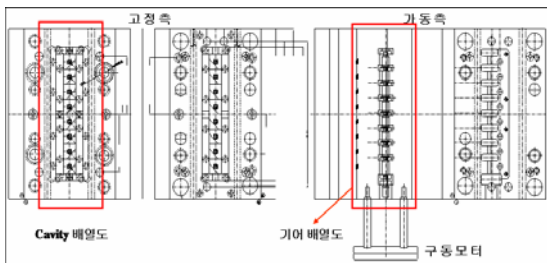


Fig. 15 Assembly drawing of die set and gear-driven ejector

본에 의한 자동선별장치를 나타내고 있다.

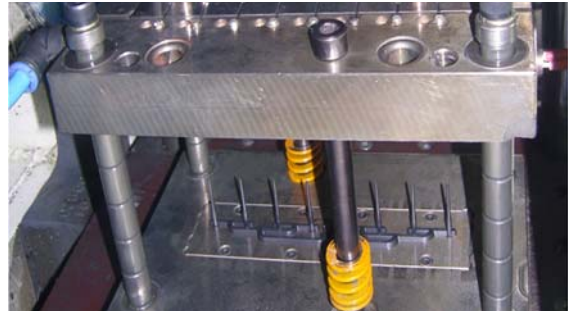


Fig. 18 Photograph of injection molding products of holders using 8-cavity die



Fig. 16 8-cavity die for injection molding of camera module holder

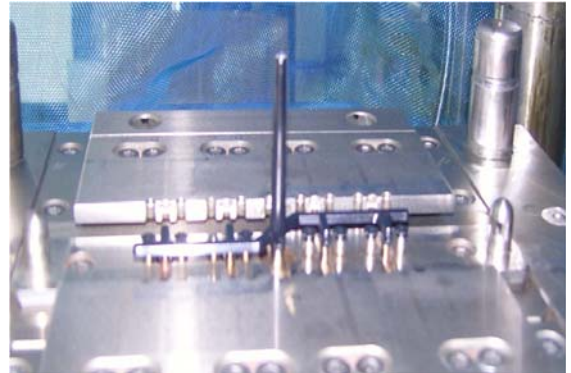


Fig. 19 Photograph of injection molding products of barrels using 8-cavity die

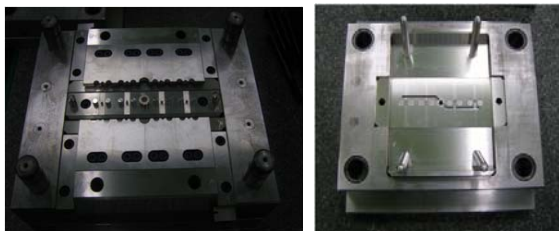


Fig. 17 8-cavity die for injection molding of camera module barrel

상기의 금형을 사용하여 카메라 모듈의 홀더제품과 배럴 제품을 인젝션 몰딩 성형하였으며, 제품을 Fig. 18과 Fig. 19에 나타내었다.

또한, 정밀 기어 구동 취출 방식, 8-cavity 금형 기술, 핀포인트 방식의 게이트 구조로 barrel 게이트의 수작업에 의한 cutting 문제를 해결하였으며, 흡착지그를 이용한 로봇자동선별장치를 개발하여 제품을 자동으로 선별하여 적재하도록 하였다. Fig. 20은 로

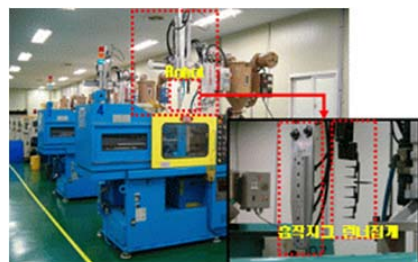




Fig. 20 Automatic sorting machine

또한 Table 3과 같이 생산기간 11일 단축, 소재 투입량 75kg 절감 등 8-cavity 금형의 개발에 따라 생산성 향상의 현저한 효과가 발생했다.

Table 3 Comparison between 4-cavity and 8-cavity dies

30만ea 생산 시	생산기간	소재투입량	소재투입금액
4Cavity (체인금형)	22.6일	182kg	2,368,275원
8Cavity (기어금형)	11.3일	107kg	1,384,500원
절감효과	11.3일	75kg	983,580원

4. 결 론

본 연구에서는 핸드폰용 카메라 모듈과 같은 소형 IT 부품의 플라스틱 사출 성형 및 금형 기술에 관한 연구를 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 4-cavity와 8-cavity 금형 개발로 생산성 향상, 생산 기간 단축으로 인한 납기 대응 향상과 소재투입량 감소로 인해 가격 경쟁력을 확보할 수 있다.
2. 초정밀 미세 피치 나사 연마기술 및 방전 가공 기술의 개발로 현합성을 줄여 multi-cavity 금형 개발이 가능하다.
3. 기어 구동 취출방식을 개발하여 eject pin의 기능을 나사 코어가 대체하므로 pin 자국에 의한 외관 불량 및 작업 효율성을 높이며, 정밀도를 높여 광축 틀어짐에 의한 화소 불량률을 감소하였다.

후 기

본 연구는 지식경제부 지정 지역혁신센터사업 신소재가공청정공정개발연구센터 지원으로 수행되었음.

참고문헌

1. 마이크로가공기술편저위원회, “마이크로가공기술,” 기전연구사, 1999.
2. Zauner, R., "Micro Powder Injection Moulding," Micro Electronic Engineering, Vol.83, pp.1442-1444, 2006.
3. Qiao, H., "A Systematic Computer-Aided Approach to Cooling System Optimal Design in Plastic Injection Molding," International Journal of Mechanical Sciences, Vol.48, pp.430-439, 2006.