

휴대폰 커버 일체화 성형접합을 위한 성형시스템에 관한 연구 A Study of Molding System of In-Mold Decoration for Phone Cover

*.#이성희¹, 고영배¹, 김백진², 원동목³

*.#S. H. Lee(birdlee@kitech.re.kr)¹, Y. B. Ko¹, B. J. Kim², D. M. Won³

¹한국생산기술연구원 금형·성형연구부, ²한국생산기술연구원 그린공정연구부, ³(주)유템

Key words : IMD(In-Mold Decoration), Laminated Thin Film, Forming Mold, Cutting Mold, Injection Molding

1. 서론

모바일 산업은 이동통신, 컴퓨터, 반도체, 전자 부품 소재 및 디스플레이 등 첨단기술이 결합된 결정체로서 짧은 제품수명 주기와 신기능 채용의 확대로 신규 및 대체 수요가 가장 활발한 성장 동력 산업이다. 특히 최근 들어 스마트폰 열풍에 따라 모바일 산업의 성장은 더욱 더 가속화 되고 있으며, 이를 구성하는 플라스틱 부품은 슬림화 및 디자인의 고감성화에 대한 소비자의 요구를 만족시켜야 하는 실정이다. 특히 최종 제품의 소비자 결정력은 외관디자인에 크게 좌우되므로 좀 더 내구성이 확보되면서 미려한 형상을 갖는 휴대폰 외장 부품의 성형은 중요한 문제이다. 플라스틱 제품 생산을 위한 사출성형기술은 우리나라에 도입된 이래 지금까지 눈부신 발전을 하였고 2000년도 이후 글로벌 시장에서는 제품의 기능뿐만 아니라 소비자들의 감성을 자극할 수 있는 외관 디자인에 의해 제품의 성패가 좌우되어 왔다. 결과적으로 필름을 이용한 인서트 성형방법[1-2]이 널리 사용되어 왔다. 본 공법은 기존의 도금/도장 공법이 가진 외관불량, 예를 들면 가스에 의한 표면불량, 웰드라인(weld line), 수축변형을 효과적으로 보완할 수 있는 공법이다. 또한 기존의 공법에 비해 유해물질 배출이 상대적으로 적은 친환경적인 공법이다. 본 기술은 합성수지 필름 적층(lamination) 공정기술 및 패터닝기술을 이용하여 표면이 미려하고 성능이 우수한 적층 복합 필름을 제작한 후 사출성형공정에서 성형대상 부품의 형상에 맞게 진공성형 및 커팅한 후 사출금형표면에 부착시켜 성형하는 기술이다. 즉, 고감성 박판 적층필름의 제조기술, 필름의 삼차원 포밍금형기술, 삼차원 커팅 기술 및 인서트 사출성형기술이 요구된다. 그러나 이종재료의 일체화 사출성형에 따른 성형과정에서의 필름과 경계면의 거동 및 성형후 변형

등이 문제가 되어 많은 연구[3~6]들이 진행되어 왔다. 따라서 본 연구에서는 휴대폰 커버의 일체화 성형접합을 위한 성형시스템에 대한 연구를 수행하였다. 완전한 일체화 성형접합을 위해서는 적층 필름의 설계가 중요하고, 최종적으로 이러한 필름을 고려한 안정적인 인몰드 사출성형이 매우 중요하다. 특히 성형된 최종부품의 신뢰성 측정은 매우 중요하게 되나, 생산자적 입장에서는 이를 구현할 수 있는 성형시스템이 매우 중요하므로 휴대폰 커버의 일체화 성형접합 성형이 가능한 시스템 개발 측면에 연구를 수행하였다.

2. IMD 공정 및 Film Lamination

일체화 성형접합 성형시스템은 Fig. 1에서와 같이 휴대폰 커버의 디자인성능을 향상시키기 위한 적층 필름의 프린팅 및 표면처리, 제작된 박판 필름의 삼차원 형상을 구현하기 위한 포밍 단계, 포밍된 필름의 불필요한 부분을 제거하기 위한 삼차원 커팅단계 및 최종적으로 커팅된 필름을 인서트로 사용하여 사출성형하는 단계로 구분될 수 있다.



Fig. 1 Block diagram of in-mold decoration process

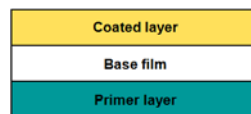


Fig. 2 Schematic diagram of stacking sequence for film lamination

적층필름의 Lamination 공정기술에는 각층의 균일도, 접착력 향상을 위한 표면처리기술 및 촉감구

현을 위한 설계기술이 요구된다. Fig. 2에서와 같이 적층필름은 크게 3개의 영역으로 구분되며, 맨 윗층은 보호층, 중심부는 기저필름 그리고 맨 아래층은 사출성형부품과 일체화 성형을 위한 프라이머층으로 구분된다. 용도에 따라 외부 및 프라이머층 상부에 디자인이 구현되게 된다. 총 두께는 100 μm 정도이며, 점점 얇아지는 추세이다. 본 연구에서는 개발될 성형시스템에 적용하기 위한 샘플로 3D Effect, 증착 및 증착과 3D Effect를 복합한 필름을 준비하여 성형실험을 수행하였다.

3. IMD용 금형설계, 제작 및 성형

본 연구에서 사용된 휴대폰 커버 모델 형상을 Fig. 3에 제시하였다. 본 모델은 IMD 성형공정을 위해 설계된 모델이며, 외형치수는 가로 약80mm, 세로 50mm, 두께 1mm, 부피 부피는 4.978 cm^3 의 일반적인 휴대폰 커버 모델이다. 이때 적층필름의 두께는 100 μm 이하이다.

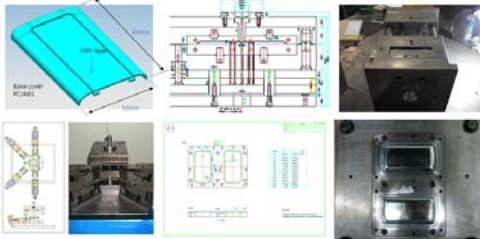


Fig. 3 Developed forming, cutting and injection mold for phone cover

Fig. 4에서는 개발된 금형을 이용하여 IMD 성형 후 얻어진 샘플에 대한 박리현상을 살펴보기 위한 x-cutting 결과 중 불량 예를 보여주고 있다. 이러한 불량은 일차적으로 이종재료의 접합역할을 하는 바인더의 역할이 중요하며, 이차적으로는 사출성형공정에서의 온도와 압력이 매우 중요하게 된다. Fig. 5에서는 바인더와 사출성형공정을 최적화 하여 얻어진 최종 사출성형결과를 보여주고 있으며, 이때 사용된 필름은 3D Effect, 증착 및 증착과 3D Effect를 복합한 필름이다.

4. 결론

본 연구에서는 휴대폰 커버의 일체화 성형접합을 위한 성형시스템에 대한 연구를 수행하였으며, 연구결과 IMD성형을 위한 성형시스템을 구축할 수 있었다. 또한 정밀한 포밍, 커팅 및 사출금형을

개발하였다. 외관이 미려하며 내구성 있는 부품성형을 위해서는 이종재의 바인더 설계 및 사출성형과정의 온도와 압력제어가 매우 중요함을 확인하였다.

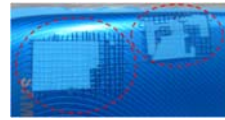


Fig. 4 Example of x-cutting with delamination



Fig. 5 Result of successful in-mold decoration part for three kinds of thin-film

후기

본 과제는 생산환경혁신 기술개발사업(09-SS-2-0004)에 의해 수행되었으며, 이에 관계자 여러분께 진심으로 감사드립니다. 또한, 연구에 도움을 주신 (주)유텐 관계자 여러분께도 감사드립니다.

참고문헌

1. Patrick J. Griffin, "New Methods for Decorating Molded Parts," Machine Design, pp. 56-62, 1999.
2. Patrick J. Griffin, "Insert Molding," SGIA JOURNAL, First Quarter, pp. 31~36, 2001.
3. Y.W. Leong, U.S. Ishiaku, M. Kotaki, H. Hamada, S. Yamaguchi, "Interfacial characteristics of film insert molded polycarbonate film/polycarbonate acrylonitrile-butadiene-styrene substrate, part 1: influence of substrate molecular weight and film thickness," Polymer Engineering Science 46, 1674~1683, 2006.
4. Y.W. Leong, M.K. Hamada, H. Hamada, "Effects of the molecular orientation and crystallization on film-substrate interfacial adhesion in poly(ethylene terephthalate) film-insert moldings," Journal of Applied Polymer Science 104, 2100~2107, 2007.
5. Y.W. Leong, H. Hamada, "Interfacial characteristics of film insert moldings consisting of semi-crystalline and amorphous polymers," International Polymer Processing, 183~191, 2008.
6. S.J. Baek, S.Y. Kim, S.H. Lee, J.R. Youn, S.H. Lee, "Effect of processing conditions on warpage of film insert molded parts," Fibers and Polymers, 747~754, 2008.