

도포공정을 이용한 내구성과 굴곡성이 우수한 인서트 PET 필름 제조에 관한 연구

김문선* · 김남기¹ · 이화술²

성균관대학교 과학기술연구소, ¹성균관대학교 화학공학과, ²선경홀로그램
(moonsunkim@empal.com*)

The Study on Insert PET Film with an Improving Durability and Flexibility by a Wet Coating

Moon-Sun Kim*, Nam Ki Kim¹, and Hwa Sool Lee²

Institute of Science and Technology, Sungkyunkwan University,

¹Department of Chemical Engineering, Sungkyunkwan University,

²SK Hologram

(moonsunkim@empal.com*)

서론

소형전자제품의 수요가 늘면서 외장기술에 대한 연구가 활발해지고 있다. 특히 휴대폰 케이스는 내구성과 상품성을 높이기 위해 도장(도금, 증착) 공정을 사용하며 기능성과 외관성을 높이기 위해 다양한 용제를 사용하고 있다. 도금공정에서 발생하는 폐수와 VOC는 낮은 농도에서도 현장 작업자의 인체에 심각한 유해를 줄 뿐 아니라 자연 생태계를 위협할 수 있다[1]. 또 다단계 작업공정으로 인하여 생산원가가 상승하는 요인이 되고 있다. 휴대폰의 시장 특성상 단기간 내에 디자인과 기능에 대한 수요의 변화가 크기 때문에 외장공정에서 발생하는 비용부담이 크다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 도장 공정을 거치지 않고 외관특성을 높일 수 있는 인서트 필름의 사용이 검토되었다[2]. 인서트 필름은 자동차 내장재 및 외장재에서는 20여 년 전부터 사용하고 있으나 휴대폰 케이스와 같은 소형품의 경우 개선해야 할 문제점들이 잔재하고 있다.

인서트 필름이란 플라스틱 사출공정과 동시에 전사 필름을 사출품에 부착하는 생산하는 방식을 말하며 공정에서 사용되는 인서트 필름 (IML, Inserting Film Labelling) 이란 기존의 도장(증착, 도금, 페인팅) 공정대신 성형품에 직접 붙이는 인쇄된 필름을 말한다. 인서트 필름의 장점은 3차원 곡면에 사출과 동시에 최대 10도까지 인쇄가 가능하며 소량 다품종 생산에 적합할 뿐 아니라 표면의 하드 코팅, 고광택, 무광처리 등이 가능하다는 점이다[2]. 그러나 제품의 납기 기일이 길어지며 제품 불량으로 재제작시 신속한 대응이 불가하다는 단점을 가지고 있다. 인서트 필름을 사용하는 경우 열경화 시스템과 UV 경화 시스템을 동시에 채택할 수 있으며, UV 경화 시스템을 채택하는 경우 VOC 발생을 원천적으로 봉쇄할 수 있어 친환경적 공정조건을 유지할 수 있으며 도장공정의 기존 4단계 공정 (사출, 증착, 접착, 알루미늄 명판 부착)을 1단계 공정(사출과 동시에 전사필름 부착)으로 대체함으로써 30% 이상의 원가 절감을 할 수 있다. 또 휴대폰 케이스의 경량화, 소량화, 박막화를 추구하는 마케팅 전략과도 부합한다는 장점이 있다.

실험

휴대폰 케이스용 인서트 PET 필름의 층 구조는 Fig. 1과 같다.

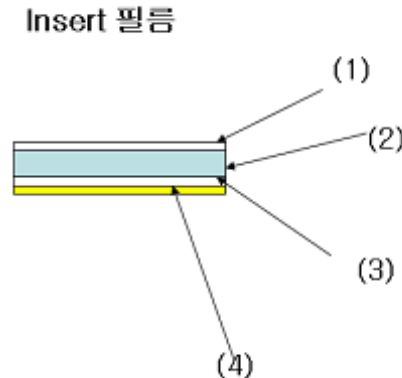


Fig. 1. The multi-layer structure of insert PET film.

(1)층의 약한 점착성을 갖는 PET 필름은 성형품 사출시 품질의 외관성을 고려하여 150℃이상의 내열성이 요구된다. 또 이형을 하는 경우 점착제 성분이 하드코팅 층에 남아 있지 않아야 한다. (2)/(3)층의 하드코팅/PET 필름의 표면경도는 연필 강도 2H이상이어야 하며 신율 50% 이상이어야 한다. 사출물의 곡면에 따라 늘어나야 하기 때문이다. (4)층의 약한 점착성을 갖는 PE 필름은 후가공시 이형용으로 사용하기 때문에 점착제 성분이 필름에 남아 있지 않아야 한다. 특히 하드코팅의 경우 기존의 물성은 경화에 의해 딱딱해지면서 표면의 내구성만을 개선하는 효과만 요구하였으나[3] 인서트 필름에서 사용되는 하드코팅의 물성은 내구성과 굴곡성을 동시에 만족해야 하기 때문에 반경화 특성을 가지고 있어야 한다[4].

휴대폰 케이스용 인서트 PET 필름의 물성은 표면강도, 투명도, 점착성 등이며 필름의 표면강도는 연필심을 45도 각도로 1kg의 하중을 주면서 표면 상처 유무를 확인하며 5회 평가 중 4회 만족한 연필 경도를 나타내며 투명도는 15° 이내의 광량으로 투명성을 평가한다. 점착성은 점착층에 테이프를 점착시킨 후 떼어낸 다음 100 등분 중 남아 있는 개수로써 점착성을 평가한다(cross cut method).

결과 및 고찰

하드코팅막은 내구성과 굴곡성이 동시에 만족시키기 위해 메타크릴레이트 공중합체를 주성분으로 구성되어 있으며 메타크릴레이트는 그리시딜 메타크릴레이트 68 몰%와 디메틸아크릴레이트 32 몰%의 비율로 중합하였으며 165℃의 T_g (유리전이 온도)를 물성을 가지고 있었다. 제조조건과 반응기 형상에 따라 다소 차이가 있었으며 재현성이 아직 부족하였다. 이렇게 합성된 공중합체 수치

20 wt%를 용제로 넣고 광개시제 등 기능성 첨가제와 혼합하여 하드코팅막용 도포액을 제조하였으며 그라비아 코팅기를 이용하여 PET 필름 위에 도포한 후 UV 경화를 거쳐 1 μ m의 도포막을 갖는 필름을 제조하였다(Fig. 2).



Fig. 2. The Insert PET film for the cellular-phone.

결론

휴대폰 케이스용 인서트 PET 필름의 개발수준은 다음과 같다.

항 목		최종 물성	경쟁사 제품 수준	Test Method
Optical Properties	빛투과율	89%	89%	JIS K 7105
	Haze	0.30%	0.60%	
Adhesion		98 \uparrow /100	98 \uparrow /100	Cross Cut method
Hardness	Pencil	2H	H	JIS K 5400 #0000-200g 200times
	Steal Wool	긁힘 없을것	미세긁힘 유	

참고 문헌

1. M. S. Kim, J. Y. Kim, C. K. Kim, and N. K. Kim, "Study on the effect of temperature and pressure on nickel-electroplating characteristics in supercritical CO₂", *Chemosphere*, **58**, 459 (2005).
2. 김문선, 박승준, "친환경적인 무도장 휴대폰 케이스용 인서트 PET 필름 개발", *한국EHS 평가학회지*, **4**(3), 37 (2006).
3. 홍진후, "UV 경화코팅". 조선대학교 출판부, 13-25, 2002.
4. Y. Nakamura, US patent 5,993,558,