

분산성과 접착성이 개선된 휴대폰 케이스용 인셀팅 PET 필름에 관한 연구

김문선*, 김남기, 이화술¹
성균관대학교 화학공학과, ¹선경 홀로그램
(moonsunkim@empal.com*)

The Study on Inserting PET Film with an Improving Dispersive and Adhesive Properties for Cellular-Phone Case

Moon-Sun Kim*, Nam Ki Kim, and Hwa Sool Lee¹
Department of Chemical Engineering, Sungkyunkwan University,
¹SK Hologram, Hwasung
(moonsunkim@empal.com*)

서론

휴대폰 케이스는 내구성과 상품성을 높이기 위해 도장(도금, 증착) 공정을 사용하며 기능성과 외관을 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]. 이러한 문제점을 해결하기 위해 도장 공정을 거치지 않고 외관특성을 높일 수 있는 인셀팅 필름을 사용하고자 한다[2]. 인셀팅 필름은 자동차 내장재 및 외장재에서는 20 여년 전부터 사용하고 있으나 휴대폰 케이스와 같은 소형품의 경우 해결해야 할 문제가 있다.

인셀팅 공정이란 플라스틱 사출공정과 동시에 전사 필름을 사출품에 부착하는 생산하는 방식을 말하며 공정에서 사용되는 인셀팅필름 (IML, Inserting Film Labelling) 이란 기존의 도장(증착, 도금, 페인팅) 공정대신 성형품에 직접 붙이는 인쇄된 필름을 말한다. 인셀팅 필름의 장점은 3차원 곡면에 사출과 동시에 최대 10도까지 인쇄가 가능하며 소량 다품종 생산에 적합할 뿐 아니라 표면의 하드 코팅, 고광택, 무광처리 등이 가능하다는 점이다. 그러나 제품의 납기 기일이 길어지며 제품 불량으로 재제작시 신속한 대응이 불가하다는 단점을 가지고 있다. 인셀팅 필름을 사용하는 경우 열경화 시스템과 UV 경화 시스템을 동시에 채택할 수 있어, 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. 국내 시장은 물론 최근 급속히 성장하고 있는 중국의 휴대폰 시장의 잠재력을 고려해볼 때 휴대폰 케이스용 인셀팅 필름의 개발이 필요하다.

실험

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

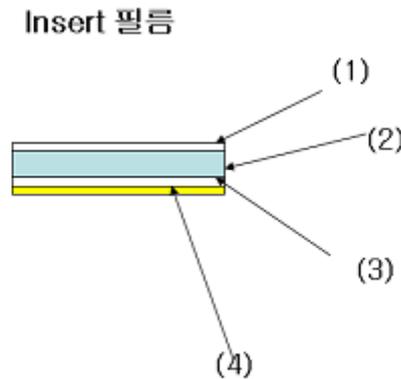


Fig. 1. The multi-layer structure of inserting PET film.

(1)층의 약한 접착성을 갖는 PET 필름은 성형품 사출시 품질의 외관성을 고려하여 150℃이상의 내열성이 요구된다. 또 이형을 하는 경우 접착제 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 접착성을 갖는 PE 필름은 후가공시 이형용으로 사용하기 때문에 접착제 성분이 필름에 남아 있지 않아야 한다.

인서트 필름의 formulation 개발은 매우 중요하며 접착성을 높이기 위해서는 나노입자들의 분산성 개선이 필요하다. 본 논문에서는 각 성분들의 분산성을 제타 포텐셜(zeta potential)을 이용하여 평가했다. Stern층 내에서 전기포텐셜은 거리에 따라 표면포텐셜에서 Stern 포텐셜까지 선형적으로 감소하는데 이때 Stern층에서 흡착된 물과 확산 층의 자유수 사이의 전담면에 존재하는 포텐셜을 electrokinetic 포텐셜 또는 제타 포텐셜이라고 한다[3]. 제타 포텐셜은 간극 수의 pH 전해질 종류와 농도 양이온 원자가, 간극수의 유전율, 점토광물의 종류와 온도의 변화에 따라 영향을 받으며 특히 이온농도와 전기 삼투 실험시 시료 내 전기분해 반응결과 생성된 수소이온 및 수산화이온에 의한 시료 내 pH 분포에 따라 큰 변화를 보인다. 제타 포텐셜의 부호와 크기에 영향을 미치는 전해질 종류 및 농도 그리고 pH는 전기삼투 현상을 이해하는 데 있어 중요한 인자가 된다[4].

휴대폰 케이스용 인서트 PET 필름의 물성은 표면강도, 투명도, 접착성 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. 접착성은 접착층에 테이프를 접착시킨 후 떼어낸 다음 100 등분 중 남아 있는 개수로써 접착성을 평가한다(cross cut method).

결과 및 고찰

인서트 필름의 접착성 개선을 위해 SnO₂/SB₂O₅, SnO₂, ITO-125A, ATO-100과 Hard Coating Solution, DFM-2500을 희석시켜 초음파 교반기에 1차 교반시켰다. 혼합액의 미립자 분산은 접착성에 영향을 주며 분산성 평가를 위해 제타-포텐셜을 측정하였다. 1차 교반된 혼합액은 묽은 수산화나트륨과 염산을 사용하여 pH를 조절하였으며 pH 조절된 용액을 2차 교반한 후 제타 포텐셜

을 측정하였다. 그 값은 Fig. 2와 같다. 이렇게 제조된 혼합용액은 바인더 수지와 1 : 1의 비율로 혼합시킨 후 3차 교반공정을 거쳐 도포액으로 사용하였다. 이와 같은 단계를 거쳐 제조된 혼합액은 Fig. 3과 같으며 경시에 따른 변화를 관찰하였다.

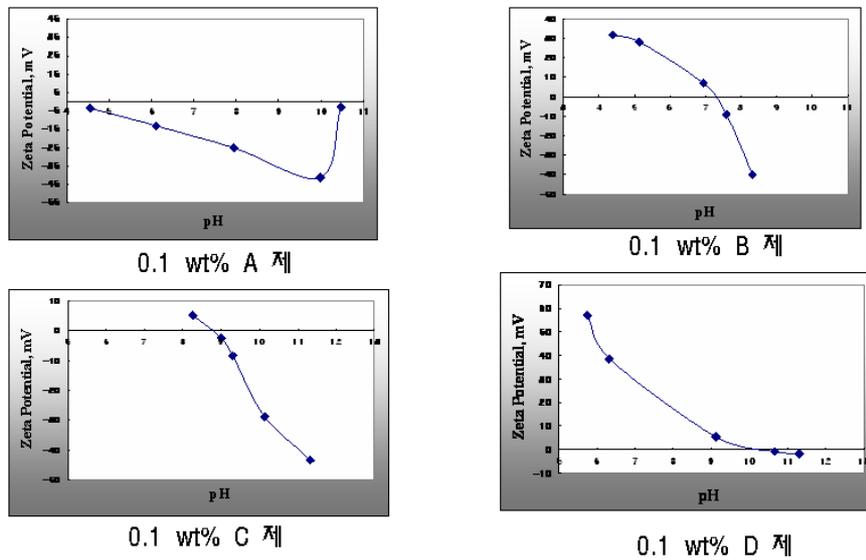


Fig. 2. Zeta potential of A, B, C, and D component with a varying pH.

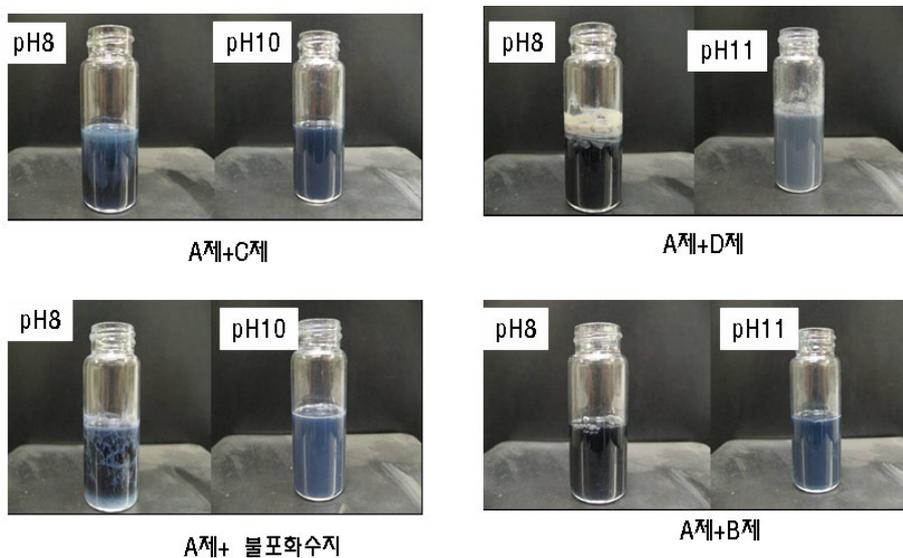


Fig. 3. Comparison among blends with a varying pH.

결론

다음과 같은 휴대폰 케이스용 인셀팅 PET 필름을 개발하였다.

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



감사의 글

본 연구는 경기도중소기업청과 경기도의 2007년 산학연 공동기술개발 컨소시엄 사업에 의해 수행되었으며 연구비 지원에 감사드립니다.

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 인셀팅 PET 필름 개발", *한국EHS 평가학회지*, **4**(3), 37 (2006).
3. J. Q. Shang, K.Y. Lo, and R. M. Quigley, "Quantitative Determination of Potential Distribution in Stern-Gouy Double-Layer Model", *Can. Geotech. J.*, 15 (1994).
4. J. Q. Shang, "Electrokinetic Sedimentation: A Theoretical and Experimental Study", *Can. Geotech J.*, 34 (1997).