

UV경화형 아크릴 수지와 콜로이드 실리카로 합성된 코팅막의 특성

강영택, 강동필, 한동희
한국전기연구원

Properties of Coating Films Synthesized from Colloidal Silica and UV-curable Acrylate resin

Young-taec Kang, Dong-pil Kang, Dong-hee Han
Korea electrotechnology research institute

Abstract : Coating films were prepared from silane-terminated Colloidal silica(CS) and UV-curable acrylate resin. The silane-terminated CSs were synthesized from CS and methyltrimethoxysilane(MTMS) and then treated with 3-methacryloxypropyltrimethoxysilane(MAPTMS)/3-glycidoxypropyltrimethoxysilane(GPTMS)/vinyltrimethoxysilane(VTMS) by sol-gel process, respectively. The silane-terminated CS and acrylate resin were hybridized using UV-curing system. Thin films of hybrid material were prepared using spin coater on the glass. Their hardness, contact angle and transmittance improved with the addition of silane-terminated CS.

Key Words : UV-cure, SiO₂, hybrid, hardness, thin film

1. 서론

무-유기 하이브리드 재료는 졸-겔 공정을 이용하여 무기재료와 유기재료의 장점을 분자 단위에서 조절할 수 있고, 기능성을 가지는 유기물을 첨가함으로써 새로운 기능을 부여할 수 있다. ORMOCER(organically modified ceramic) 또는 ORMOSIL(organically modified silicate)이라 불리는 나노 복합체[1-3]는 기존의 졸-겔 공정을 통하여 저온에서도 유기구조와 무기구조를 동시에 가지며 높은 균일성을 얻을 수 있다. 상기 방법으로 제조된 Silane-terminated CS 졸을 이용하여 고분자 수지와 합성한 실리카-고분자 하이브리드 재료는 dip, spray-, spin 등의 보편적인 코팅법에 의해 다양한 기판(metal, ceramic, polymer) 위에 코팅할 수 있는 장점이 있다. 특히 실리카-고분자 하이브리드 재료는 뛰어난 열·화학 안정성과 내마모성 때문에 초기부터 유리, 금속, 플라스틱의 기계적 보호 코팅에 적용되어 왔다[4].

본 연구에서는 용매분산 콜로이드 실리카의 표면을 methyltrimethoxysilane, 3-glycidoxypropyltrimethoxysilane, 3-methacryloxypropyltrimethoxysilane, vinyltrimethoxysilane를 이용하여 표면 처리하고 acrylate resin과 하이브리드하여 spin coating방법으로 고분자 기판위에 하드코팅하였다. 유기실란은 실리카의 표면을 개질하여 유기수지와 하이브리드할 수 있는 반응기를 제공하기 때문에 분자준위의 화학적 결합이 가능하고 친수성의 무기물을 유기기로 표면처리하기 때문에 재료의 발수성을 증가시킨다. 나노크기의 무기재료인 실리카로 인해 hardness가 증가되며 투명하다.

제조된 하드코팅막의 경도를 확인하기 위해 pencil hardness를 측정하였고, 표면발수성을 알아보기 위해 dynamic contact angle을 측정하였으며 UV-VIS spectroscopy를 이용하여 코팅의 투명성을 알아보았다.

2. 실험

Silane-terminated CS 졸의 합성은 그림.1과 같이 진행하였다. 출발 물질은 입자사이즈 20nm, pH2.8을 가진 콜로이드 실리카를 사용하였고, 용매는 ethanol(EtOH), 2-ethoxy ethanol(EC), isopropyl alcohol(IPA)을 사용하였다. 먼저, 조성식에 맞게 콜로이드 실리카에 에탄올로 희석된 MTMS를 10wt%로 첨가하여 졸-겔 반응을 시켜 MTMS-CS를 제조하였고, 제조된 MTMS-CS에 MAPTMS/GPTMS/VTMS를 각각 IPA에 희석하여 5wt% 첨가하고 반응시켜 MAPTMS-CS, GPTMS-CS, VTMS-CS를 제조하였다. 이렇게 제조된 4종의 silane-terminated CS를 아크릴레이트수지와 중량비 7:3으로 혼합하였다. 수지와 silane-terminated CS의 조성을 표.1에 나타내었다. 코팅도막의 열처리효과를 알아보기 위해 80°C/3min 열처리한 코팅막과 80°C/3min, 200°C/10min 열처리한 코팅막을 UV경화하여 비교분석하였다.

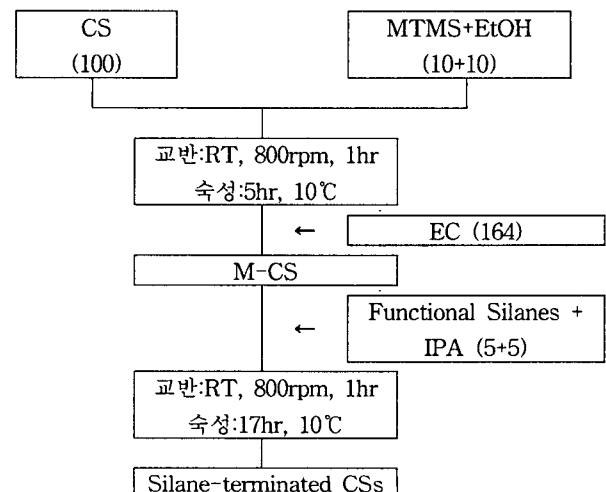


그림 1. silane-terminated CS의 합성방법.

표 1. 수지와 silane-terminated CS의 조성비

Resin	Silane-terminated CS	Ratio of materials
Acrylate resin	MTMS-CS	7 : 3
	MAPTMS-CS	7 : 3
	GPTMS-CS	7 : 3
	VTMS-CS	7 : 3
	-	10(virgin)

3. 결과 및 검토

그림.2는 silane-terminated CS와 아크릴수지로 경화된 코팅막의 접촉각을 분석한 결과이다. 80°C/3min 열처리된 샘플의 경우 silane-terminated CS의 첨가에 의해 접촉각이 낮아졌지만, 80°C/3min, 200°C/10min 열처리된 코팅막의 경우 수지보다 약 10°이상의 상승이 확인되었다.

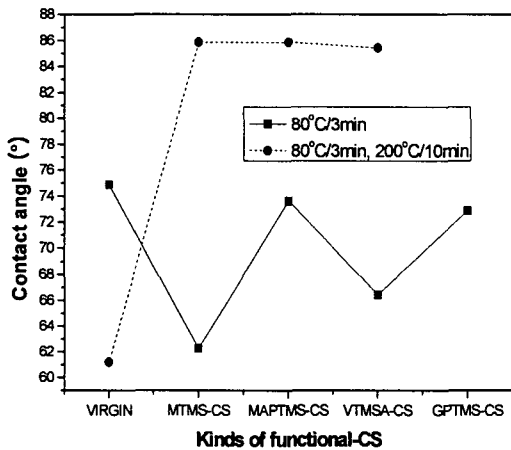


그림 2. silane-terminated CS 종류에 따른 코팅막의 접촉각

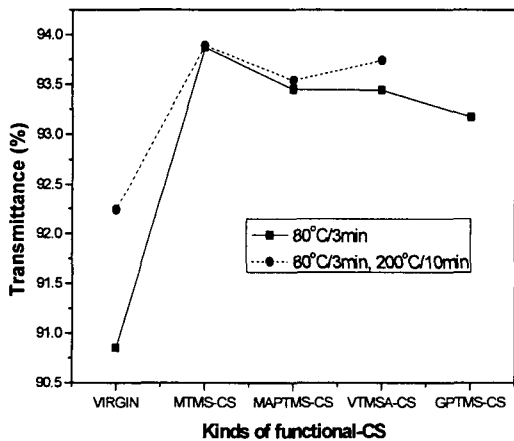


그림 3. silane-terminated CS 종류에 따른 코팅막의 투과율

Silane-terminated CS의 종류에 따른 코팅막의 투과율 변화를 그림.3에 나타내었다. silane-terminated CS의 첨가에 의해 투과율이 상승하였고 80°C/3min, 200°C/10min 열처리된 코팅막은 더 좋은 투과율을 나타내었다.

그림.4는 silane-terminated CS의 종류에 따른 코팅막의 경도변화를 측정된 결과이다. MAPTMS-CS가 첨가된 코팅막과 VTMS-CS가 첨가된 코팅막의 경우 80°C/3min, 200°C/10min 열처리되었을 때 1~4H의 경도상승효과가 관측되었다.

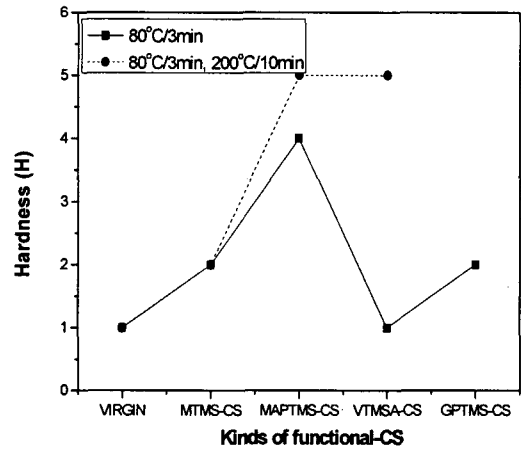


그림 4. silane-terminated CS 종류에 따른 코팅막의 경도

4. 결론

본 연구에서는 silane-terminated CS와 아크릴수지를 건조 조건에 따라 UV경화시켰을 때의 특성변화를 관찰하였다. 200°C 전처리 조건에서 GPTMS-CS의 에폭시기가 반응, 코팅막에 크랙이 발생하여 실험결과를 얻지 못 하였다. 코팅막의 접촉각, 투과율, 경도특성에서 silane-terminated CS가 첨가되고 200°C로 열처리되었을 때 증가된 결과값을 보였다.

본 연구를 통해 silane-terminated CS의 첨가와 열처리에 의해 UV경화용 수지의 접촉각, 투과율, 경도가 상승함을 확인하였다.

참고 문헌

- [1] C. J. Brinker and C. W. Scherer, Sol-Gel Science: The Physics and Chemistry of Sol-Gel Processing, Academic Press 97, 1990
- [2] G. Philipp and H. Schmidt, J. Non-Crust. Solids 63 283, 1984
- [3] H. Schmidt, Mater. Res. Soc. Symp. Proc. 32 327, 1986
- [4] H. Schmidt, Mater. Res. Soc. Symp. Proc. 171 3, 1990