

아크릴수지와 실란으로 표면처리된 콜로이드실리카 졸로 합성된 나노복합체의 특성평가

강영택, 강동필, 명인혜, 이진국*
한국전기연구원, 부산대학교*

Characteristics of Nano composite Synthesized from Acrylic Resin and Silane-terminated Colloidal Silica sol

Young-taek Kang, Dong-pil Kang, In-Hye Myung, Jin-Kook Lee*
Korea Electrotechnology Research Institute, Pusan national university*

Abstract : Colloidal Silica(CS)와 유기수지를 혼합하여 서로의 단점을 보완하는 나노복합재료를 합성하기 위해 친수성인 CS를 유기실란으로 표면처리하여 소수성화하고 유기수지와 복합체를 제조하였다. CS표면의 -OH기와 실란의 -OH기가 축합반응하여 화학결합을 형성함으로써 CS의 표면은 실란의 CH₃에 의해 소수성화되어 CS sol이 제조된다. CS sol과 유기수지는 공통용매에 의해 균일한 분산이 가능하고 필름 및 코팅제로의 제조가 가능하다. 사용된 무기물은 40nm의 크기를 가지므로 가시광선영역의 빛을 산란하지 않아 투명하고 사용된 수지 또한 투명하여 우수한 광학적 특성을 나타낸다. 만들어진 필름은 CS의 영향으로 유기수지의 내열성보다 향상된 열분해온도와 높은 접착각, 높은절연율을 보였다.

Key Words : nano composite, thin film, sol-gel, colloidal silica

1. 서론

나노복합재료는 조성물의 시너지효과에 의해 독특한 특성을 나타내기 때문에 그 중요성이 증대되고 있다. 나노복합재료들은 거의 대부분 졸겔공정을 통해 얻어진다.[1-4] 나노복합재료가 우수한 성질을 나타내기 위해서는 나노무기재료가 유기수지속에 균일하게 분포되어야 한다. 이러한 나노복합재료에 대해 최근 많은 관심을 끌고 있는 분야로 나노 무기재료와 유기수지간의 상호작용에 따라 독특한 기계적, 광학적, 전자기적 성질을 발현시키고자 하는 것들이 있다. 유기수지내에 나노 크기의 무기재료를 결합시켜 특정 분야에 적용하려는 연구들이 무기 콜로이드/고분자 나노복합체[5-6], 층간 삽입된 클레이/고분자 나노복합체 등에[7-8] 활발히 진행되고 있다. 이러한 나노복합체의 특성을 결정하는 요인으로는 조성, 구성성분의 성질, 미세구조, 상호작용 등이 있다. 이 중에서 가장 중요한 요인 중의 하나는 유기수지와 무기재료간의 상용성인 상호작용이다. 일반적으로 나노무기재료들은 친수성을 띄기 때문에 유기수지와 상용성이 없어 대량의 무기물을 유기수지에 첨가시키기는 어렵다. 나노무기재료가 유기수지에 대량으로 균일하게 분산되기 위해서는 이들 계면의 성질을 제어하는 방법이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 수분산 CS를 졸겔공정을 이용하여 유기실란으로 표면처리하여 소수성화하였고 이를 함량별로 아크릴수지와 복합재료를 제조하여 특성평가를 하였다.

2. 실험

CS에 methyltrimethoxysilane(MTMS)를 10 wt% 첨가하고 상온에서 400rpm의 교반속도로 4시간동안 반응시켜 MTMS로 표면처리된 CS를 얻는다. 친수성인 CS가 MTMS로 표면 처리됨에 따라 소수성으로 변한다. 여기에 유기용제인 ethylcellusolve(EC)를 첨가하여 불안정한 CS를 안정화시킨다. 그 후 같은 조건으로 20시간 더 반응을 진행시켜 CS 졸을 합성한다. MTMS의 메톡시기는 CS의 H₂O와 만나 가수 분해되어 -OH기가 되고 CS표면의 -OH기와 축합 반응하여 CS표면을 둘러싼다. 제조된 CS 졸의 조성을 그림 1에 나타내었다.

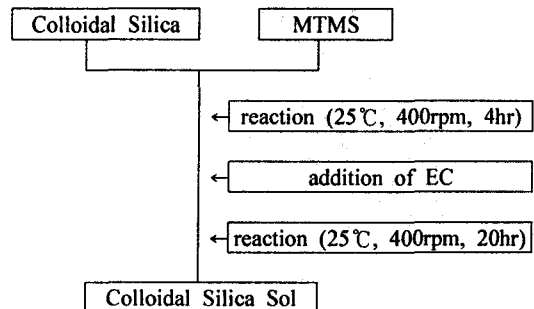


그림 1. CS 졸의 합성.

제조된 CS 졸을 아크릴수지와 함량별로 혼합하고 열개시제를 고형분 대비 1wt%첨가한 후 160°C에서 1시간동안 경화시키고 200°C에서 30분간 열처리하였다. 제조된 나노복합체의 조성을 표 1에 나타내었다.

나노복합체의 특성을 평가하기위해 열분해온도, 접착각, 표면절연저항율을 측정하였다.

Acrylic resin : CS sol
10 : 0
9 : 1
8 : 2
7 : 3
6 : 4
5 : 5

표 1. 아크릴수지와 CS sol의 조성비.

3. 결과 및 검토

3.1 열분해온도

그림 2는 아크릴수지대비 CS졸의 함량별로 20°C/min의 승온속도로 600°C까지 측정된 열분해온도이다. 9:1의 경우 소량의 CS졸이 첨가되어 열분해온도의 변화는 미비하였으나 전체적으로 CS졸의 첨가에 따른 열분해온도의 상승이 일어나고 첨가량이 증가하면 열분해온도의 지연효과가 증가하는 것을 알 수 있다.

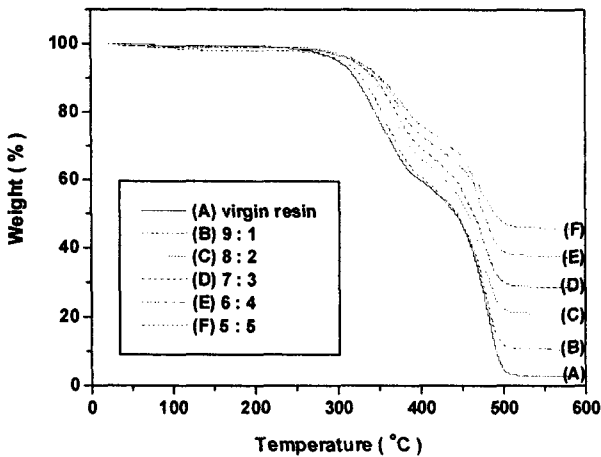


그림 2. CS sol의 함량별 나노복합체의 열분해온도.

3.2 접촉각

CS졸의 함량별 접촉각을 그림 3에 나타내었다. CS졸의 표면을 둘러싸고 있는 메틸기의 영향으로 CS졸의 함량이 증가할수록 높은 접촉각을 나타내었다.

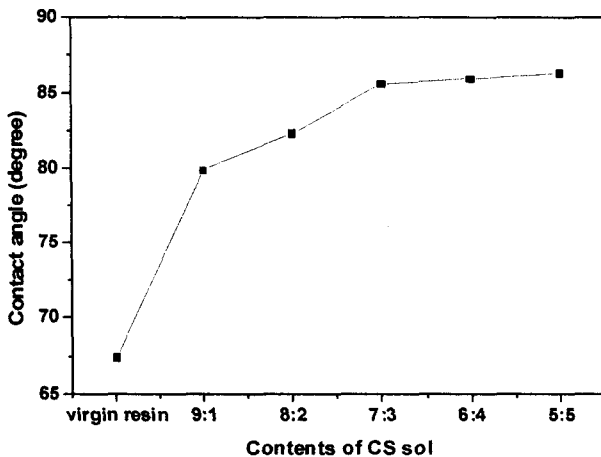


그림 3. CS졸의 함량별 나노복합체의 접촉각.

3.3 표면절연저항률

그림 4에서 보이는 것처럼 아크릴수지보다 높은 절연저항률을 나타내는 콜로이드실리카의 영향으로 CS졸의 함량이 증가할수록 높은 표면절연저항률을 보이는 것을 알 수 있다.

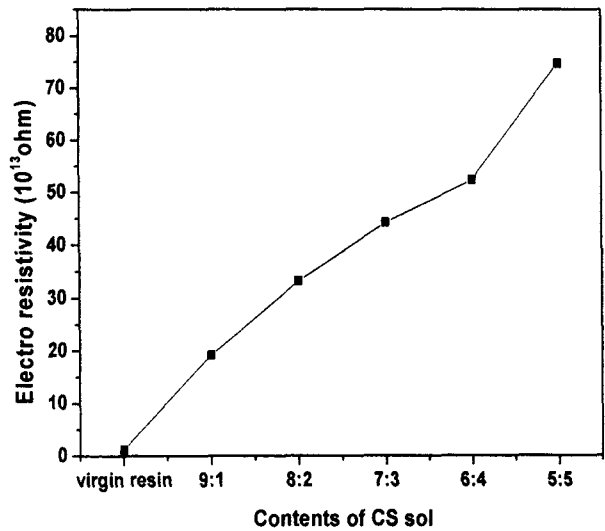


그림 4. CS졸의 함량별 나노복합체의 절연저항률.

4. 결론

본 연구에서는 유기수지와 상용성을 증가시키기 위해 콜로이드실리카 표면을 유기실란으로 표면처리하여 유기수지와 복합재료를 합성하였다. 그 결과로 CS졸의 첨가량 증가에 따라 열분해온도와 접촉각, 표면저항률이 증가함을 확인하였다.

참고 문헌

- [1] K. H. Hass, H. Walter, Curr. Opin. Solid State Mater. Sci. 571 4, 1999
- [2] C. J. Brinker, G. W. Scherer, J. Non-Cryst. Solids 301 70, 1985
- [3] A. B. Brennan, G. L. Wikes, Polymer 733 32, 1991
- [4] G. Kickelbick, Prog. Polym. Sci. 114 28, 2003
- [5] P. Hajji, L. David, F. Gerard, J. P. Pascault, and G. Vigier, J. Polym. Sci.: Part B; Polym. Phys., 3172 37, 1999
- [6] Y. Y. Yun, C. Y. Chen, and W. C. Chen, Polymer 593 44, 2003
- [7] E. P. Giannelis, Adv. Mater., 29 8, 1996
- [8] C. R. Lee, K. J. Ihn, and M. S. Gong, Polymer(Korea), 392 27, 2003