

에폭시-층상실리케이트 나노복합체의 전기장 분산기술

Electric Field Dispersion Techniques of Epoxy-Layered Silicate Nanocomposites

이창훈, 이재영, 박재준
Chang-Hoon Lee, Jae-Jun Park

충부대학교 전기전자공학과
Department of Electrical Electronic Engineering, Joongbu University

Abstract : In order to prepare a epoxy/multilayered silicate nanocomposite, various mixing processes were tried and it was found that the silicate could not be fully exfoliated in the epoxy matrix through various mechanical mixing process. In this study, a new AC electric application method was developed to prepare epoxy/multilayered silicate nanocomposite. The exfoliation of the silicate was confirmed by XRD (X-Ray Diffraction) and TEM observation.

Key Words : Electric Fields Dispersion, Exfoliation, Intercalation, Epoxy-Layered Silicate Nanocomposites, XRD, TEM

1. 서 론

고분자와 층상실리케이트, 분산상(나노입자)은 친화성이 적기 때문에 분산되어도 입자가 쉽게 재응집이 일어나 안정된 복합물을 얻기가 어렵다. 더욱이 나노복합체에서 분산된 입자는 매우작은 초미립자로서 전체표면적이 대단히 크고, 입자간 거리가 매우 짧다. 더욱이 층상실리케이트는 원래 마이크로크기입자에서 층상입자의 두께가 1nm, 길이가 50~150nm의 형상을 갖는 나노입자로 고분자의 층간삽입과 박리를 통하여 나노복합체로 되어진다. 이런 각각의 나노입자 제조방법으로 층간삽입법과 졸겔법이 주로 이용되어졌다. 층간삽입법은 일반적으로 삽입(intercalation)으로 불리는 모노머 삽입 후 중합법과 폴리머 삽입 후 중합법으로 분류되나 이른바 용융혼련법으로 불리는 폴리머 삽입 후 중합법이 주류를 이루어 연구되어졌다. 또한, In-situ 중합법 이러한 분산기법적용에도 불구하고 완전한 박리를 얻기는 매우 어려웠다. 본 연구에서는 이런 분산기법보다 매우 우수한 고분자매트릭스 기반 층상실리케이트 나노입자를 완전박리화 시키는 전기장분산기법을 연구하였다. 전기장 분산기술은 교류고전압 레벨, 가변주파수, 적용시간 그리고 충전량량관련 최적화된 결과를 얻게 되었다.

2. 결과 및 토의

에폭시-층상실리케이트 나노복합체 제조시, 고분자 체인들은 층간내로 코일과같은 형상의 형태로 고분자가 삽입되어지고 그리고 박리되어지길 원한다[8],[9]. 그렇지만, hydrophilic interlayers안으로 고분자체인이 침투하기는 어렵다. 그러므로, alkylammoniumions을 갖는 이온교환에 의해 층간 organophilic를 허용하게된 것이다[9]-[12]. In-situ polymerization은 thermoset/organoclay 또는 부가 polymer/organoclay나노복합체를 합성하기위해 사용된 고전적 과정이다. organoclay는 어느 시간동안 monomers 또는 oligomer reactants내에서 부풀어 오른다. 그때, 중합반응이 경화제 첨가 또는 peroxide initiator 각각에 의해 개시되어진다. 중합반응이 어떤 온도에서 이루어짐으로서, 합성된 고분자체인이 층간사이를 확장시키고 그리고 이 결과 삽입과 박리된 나노복합체가 진행하게 된다. Direct melt intercalation은 organoclay를 갖는 용융된 열가소성을 혼합하는 요소이고, 그때 그 혼합물이 고분자의 유리전이온도 이상 온도에서 소둔되어진다. 용융고분자 체인들이 층간격사이로 침투하게되고 그리고 이 결과 삽입된 나노복합체가 되어진다. 유극성 solvent는 solution intercalation process에 이용될 수 있다. Organoclay는 극성 solvent 가령, toluene 또는 N, N-dimethylformamide에서 부풀어오른 겔 구조를 형성하여 분산되어진다. 그때, 고분자 용액이 부풀어오른 겔구조에 더해져서 그리고 고분자체인이 clay layers사이에서 삽입되어진다. 마지막 단계에서는 보통 진공하에서 evaporation에의해서 solvent를 제거하는 것으로 구성한다. Direct layered silicate method는 졸-겔과정 하에서 실시되어진다. 즉, 분자레벨을 갖는 층상실리케이트가 직접적으로 고분자solution내 겔상태의 clay precursor로부터 직접적으로 합성되어진다. 그리고 분산과 응집방법이 고분자를 갖는 clay solution의 혼합으로 이루어진다. 이 논문에서, 우리는 thermoset/organoclay나노복합체의 제조를 위한 새로운 전기장법을 개발하였다. 에폭시 oligomers의 침입과정으로 전압과 주파수의 영향이 epoxy/organoclay시스템에서 연구되어졌고 그리고 clay의 층간사이에 organic modifier의 운동을 교류전기장으로 설명하였다.

감사의 글

This work has been supported by KETEP(2009 T100100554), which is funded by MKE(Ministry of Knowledge Economy).

참고 문헌

- [1] T. Seçkin, A. Gültek, M. G. İçduygu and Y. Önal, "Polymerization and Characterization of Acrylonitrile with gamma-Methacryloxypropyltrimethoxy-silane Grafted Bentonite Clay," J. Appl. Polym. Sci., vol. 84, pp. 164-171, 2002.
- [2] S. Sinha Ray and M Okamoto, "Polymer/layered Silicate Nanocomposites: a Review from Preparation to Processing," Prog. Polym. Sci., vol. 28, pp. 1539-1641, 2003.
- [3] T. Imai, F. Sawa, T. Ozaki, T. Shimizu, R. Kido, M. Kozako and T. Tanaka, "Evaluation of Insulation Properties of Epoxy Resins with Nano-scale Silica Particles," Proceedings of International Symposium on Electrical Insulating Materials, Kitakyushu, Japan, June, pp. 239-242, 2005.

† 교신저자) 박재준, e-amil: jjpark@joongbu.ac.kr, Tel: 041-750-6751

주소: 충남 금산군 추부면 대학로 101번지 충부대학교 전기전자공학과