

용액혼합법에 따른 나노복합재료 분산성 및 전기적 특성

양 훈, 박대희

원광대학교 전기전자 및 정보공학부

Dispersibility, Electrical Property of Nano-Composite by Solution Mixing Method

Hoon Yang, Dae-Hee Park

Dept. of Electrical, Electronic & Information Eng., Wonkwang University

Abstract : In this paper, we have investigated dispersibility, volume resistivity of nano-composite by solution mixing method. Dispersibility measured by FE-SEM(Field Emission Scanning Electron Microscope. And volume resistivity measured by ASTM D991. To expect interaction used dual filler system. But, dual filler system had influence on polymer complex. So, polymer chain mobility doesn't resist.

Key Words : Solution Mixing Method, Dispersibility, Volume Resistivity, Nano-Composite, FE-SEM

1. 서 론

나노 크기의 초미립자 재료는 비표면적이 엄청나게 크기 때문에 입자 크기가 클 때의 물성과는 매우 다른 독특한 특성을 나타낸다[1]. 이러한 나노 크기의 재료적 특성을 접목하여 더욱 우수한 특성을 지닌 복합재료를 개발하고, 이것을 활용하는 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 그러나 지중 송배전용 전력케이블을 비롯한 전기재료분야에서 나노 크기 입자를 활용한 연구는 그리 흔하지 않은 실정이다. 이러한 전기재료분야에서의 고분자 나노복합재료는 하나 또는 그 이상의 충전제와 연속상인 고분자 기재로 구성되어 다양한 재료설계가 가능하다는 장점이 있다 [2,3].

본 연구에서는 카본블랙과 직경과 긴 길이에 의한 큰 종횡비와 비표면적을 가지며, 독특한 구조에서 비롯된 대칭성과 비 대칭성으로 금속성, 반도체성 이외에도 화학적 또는 열적으로 안정하며, 우수한 전기적 성질을 가지고 있는 탄소나노튜브를 사용함으로써, 두 가지 충전제의 비슷한 성질을 활용한 상승효과(Interaction)를 얻고자 이중 충전 시스템을 활용하였다[4]. 이러한 나노복합재료의 물성을 향상시키는데 가장 중요한 요소로 뽑히는 분산성 및 분산 적정도를 확인하고자 FE-SEM(Field Emission Scanning Electron Microscope, FE-SEM)과 체적저항을 측정하였다.

2. 실험

2.1 시편제조

그림 1에서 보이는바와 같이 EEA를 용해시킬 수 있는 양용매에 EEA를 첨가하여 EEA용액을 생성하고, 한편으로는 탄소나노튜브를 양용매에 고르게 분산시켜 분산용액을 생성시켰다. 그 다음 EEA용액과 탄소나노튜브 분산용액을 고르게 혼합하여 침전물을 생성시키고, 침전물의 여과 및 건조과정을 거쳐 얻어진 재료를 압축하여 시트 형태로 시

편을 만들었다. 그러므로 이 방법은 필요한 특성을 발현하기 위한 고분자와 충전제 외에 분산을 위한 또 다른 첨가제를 사용하지 아니하는 방법이며, 분산성이 우수하여 전력케이블용 나노 복합재료로써 만족시킬 수 있다.

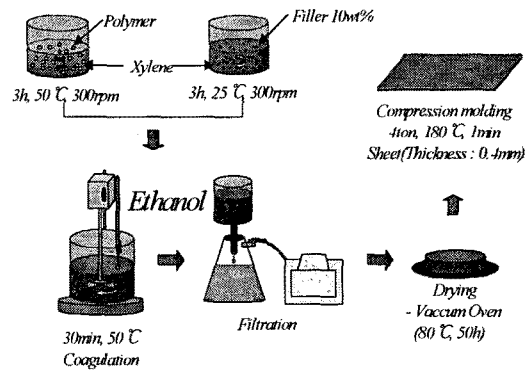


그림 1. 용액혼합법에 의한 시편 제작과정.

2.2 FE-SEM 및 체적저항 측정

시편들의 표면에 분포하는 탄소나노튜브와 카본블랙의 분산성을 측정하기 위해 도입된 장비는 Hitachi사의 S-4300모델 전계방사 주사전자현미경을 도입하였다. 열전자 검출 방식인 일반 SEM은 시편에 손상을 입힐 우려가 있어서 위와 같은 전계방사형 검출방식을 사용하였다 [4]. 또한, 체적저항 실험은 ASTM D991에 의해 진행하였으며, 시험 환경은 상대 습도50[%]에서 25[°C], 90[°C]로 각각 예열된 Oven에 시료를 넣고 10분간 방치한 후 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 2는 EEA 수지에 분포하는 탄소나노튜브, 카본블랙 함량에 따른 탄소나노튜브의 형성과 성장과정 그리고 분산성을 관찰하기 위해서 50,000배에서의 FE-SEM사진을 통해 나타냈다. 탄소나노튜브의 함량이 증가함에 따라

파단면 위에 드러나는 탄소나노튜브도 많아짐을 알 수 있었고 시편들은 매트릭스 형태를 형성하고 방사적으로 분포하고 있음을 알 수 있다. 이러한 분포형태는 베이스 수지 내 전기전도성 네트워크를 형성할 수 있음을 나타낸다.

또한, 이러한 전도성 네트워크의 영향으로 시편 내 자유전자들이 자유롭게 호핑이 이루어지며 클러스터가 형성됨을 의미한다. 그리고 대체적으로 우수하게 분산되어 보이지만 중앙주변에 탄소나노튜브가 뭉쳐 있음을 알 수 있다[5,6].

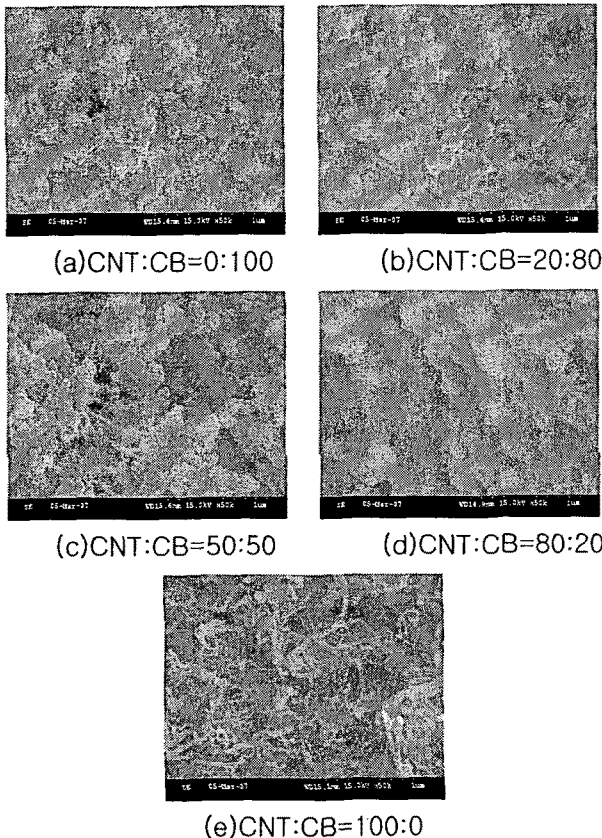


그림 2. 탄소나노튜브와 카본블랙 함량에 따른 FE-SEM 사진

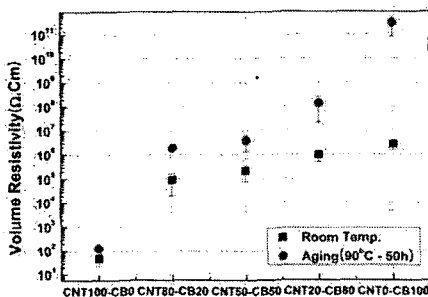


그림 3. 탄소나노튜브와 카본블랙 함량에 따른 체적저항

그림 3에서는 25[°C], 90[°C]에서의 체적저항을 나타내었

다. 상승효과를 기대하고자 이중 충전 시스템을 활용하였으나, CNT:CB=100:0인 경우를 제외하고는 다른 시편에서는 카본블랙의 첨가로 탄소나노튜브의 나노복합화에 영향을 미쳐서 더 이상의 고분자 사슬유동성 억제효과가 나타나지 않기 때문에 기인된 형상으로 판단된다.

4. 결론

탄소나노튜브를 이용하여 용액혼합법으로 제조하여, 분산정도를 확인하고자, FE-SEM 및 체적저항을 연구하여 다음과 같은 결론을 내렸다.

FE-SEM의 경우 탄소나노튜브의 함량이 증가함에 따라 파단면 위에 방사적으로 분포함을 알 수 있었다. 대체적으로 우수하게 분산되어 보이지만 탄소나노튜브가 뭉쳐 있음을 알 수 있었으며 체적저항측정에서도 확인된다.

또한, CNT:CB=100:0인 경우를 제외하고는 상승효과를 기대한 이중 충전시스템의 영향으로 나노복합화에 영향을 미쳐 고분자 사슬유동성 억제효과가 나타나지 않기 때문에 판단된다. 25[°C]에 비해 90[°C]에서의 체적저항은 급격하게 증가함은 용융온도 이전에서 베이스 수지 내 온도 상승에 따라 체적팽창이 증가하여 탄소나노튜브 간격이 늘어나는 PTC현상과 용융온도 이후에 탄소나노튜브가 재배열을 하여 새로운 전도성 네트워크를 형성하는 NTC 현상으로 설명된다.

감사의 글

본 연구는 Post BK21 사업에 의해 지원되었습니다.

참고 문헌

- [1] 신호순, 남시도, "나노기술동향", pp. 13, 2005.
- [2] A. I. Medalia, "Plastics Engineering", Marcel Dekker, New York, pp. 1-49, 1984.
- [3] J. B. Donnet, R. C. Bansal, M. J. Wang, "Carbon Black", Marcel Dekker, New York, 1993.
- [4] 곽정춘, 이내성, "탄소나노튜브의 합성기술 동향 및 전망", 한국전기전자재료학회논문지, Vol. 20, No. 6, pp. 27-33, 2007.
- [5] M. Nafaa, H. Pavlos, "Miscibility Behaviour of Ethylene Vinyl Acetate/Novolac Blends", Polymer, Vol. 36, No. 11, pp. 2165-2171, 1995
- [6] S. L. Greene, "Smoothness Evaluation of Clean Furnace Blacks", IEEE Electrical Insulation Magazine, Vol. 10, No. 2, pp. 23-29, 1994.