

Epoxy-Organoclay Nanocomposites의 Dispersion Agent 영향

박재준, 조대령, 이현동, 방병윤
전기전자공학과, 중부대학교

Effect of Dispersion Agents for Epoxy-Organoclay Nanocomposites

Jae-Jun Park, Dae-Ryung Cho, Hyun-Dong Lee, Byung-Yun Bang
Department of Electrical Electronic Engineering, Joongbu University

Abstract : 층상실리케이트 나노입자가 충전된 에폭시수지를 분산정도 향상을 위해 즉, 층상실리케이트 층간간격의 삽입과 박을 향상시키기 위해 분산제를 첨가하였고, 초음파 적용으로 분산시켰다. 그 결과 분산제 종류에 따라 분산정도인 X-RD 특성이 서로다른 결과를 얻었다. 절연성능을 평가하기 위해 단시간 절연파괴강도와 장시간 절연파괴특성인 트리시스템을 이용하여 절연파괴시간 및 강도를 측정하였다. 이와같은 결과에 대한 통계적인 분석으로 Weibull plots를 이용하였고 그 결과 분산제가 첨가된 나노복합재료의 기울기 파라미터인 β 값의 결과로부터 나노복합재료 우수성을 확인 할수있었다.

Key Words : Dispersion Agents , Weibull Plots , Electrical Breakdown Strength , Epoxy-Nanocomposites, Layered Silicate Nanoparticles

1. 서 론

에폭시수지는 스위칭기어(Switchgears) 그리고 전기회전기기(Electric rotating machineries)로서 중전기 절연시스템에 필수 불가결한 재료이다. 에폭시수지는 중전기기에 필수적인 특성을 얻기위해 마이크로 스케일 또는 유리섬유를 충전하여 보강하게 된다. 예로서 고체절연스위치(solid Insulated Switchgear : SIS)는 월드 주요회로의 많은 에폭시 주형부분, 그리고 기계적강도, 열적저항 그리고 절연파괴강도의 우수한 특성을 실현하기위해 주형부분에 높은 실리카입자를 충전하게 된다. 최근에는 높은 퍼포먼스 재료를 위해 계속되는 증가요구를 성취하기위한 접근으로 고분자 나노복합재료에 집중하는 경향이다. 관련된 보고가 계속하여 증가되고, 나노크기입자를 소량의 wt%로 고분자 매트릭스에 첨가하게되면 부분방전 및 전기적트리진전을 억제하는 향상된 효과를 나타내고 있다. 고분자나노복합재료 기술이 절연재료에 적용하면 중전기기의 경우 경량화, 소형화 콤팩트화가 이루어지게 될 것이다. 고분자나노복합재료 절연특성을 평가하기위해 에폭시수지에 층상실리케이트입자를 충전 시킨 나노복합재료가 제조되었다. 또한 나노복합재료는 최대의 분산이 잘 이루어질때만이 최대의 특성향상을 가져오게 된다. 이런 이유로 본 연구에서는 여러종류 분산제(Dispersion Agents)와 분산제 함량의 변화에 따른 전기적인 특성을 연구하였다.

2. 실험

2.1 실험장치

에폭시수지에 층상실리케이트 및 분산제를 첨가한 나노복합재료를 제조하였다. 에폭시수지에 분산제를 전처리한결과 나노입자분산을 위해 강력초음파 프로세서를 이용하여 60분동안 연속적으로 적용한 결과 150°C_2hr+150°C_24hr경화조건으로 나노복합재료를 제조하였다.

단시간 절연파괴 측정 샘플의 두께는 200[μ m] 정도 오목한 반구형 요철로 샘플을 제작하였다. 이는 연면방전을 방지하기위해 고안한 샘플로 파괴가 잘 이루어질 수 있도록 제작하였다. 인가전압은 교류 100KV까지 발생 가능한 고전압 발생장치를 사용하였으며, 1kV/s로 승압하여 파괴에 이를 때까지 승압하였다. 측정함량에 대한 샘플 수는 10~15개 실험결과에 돌출적으로 값이 큰 것과 상대적으로 약한 강도를 갖는 자료를 제거한 결과 자료를 weibull plot으로 나타내었다. 또한 분산제효과를 연구하기위해 분산제가 추가된 나노복합재료를 제조한 트리샘플을 준비하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. X-RD Diffraction 특성

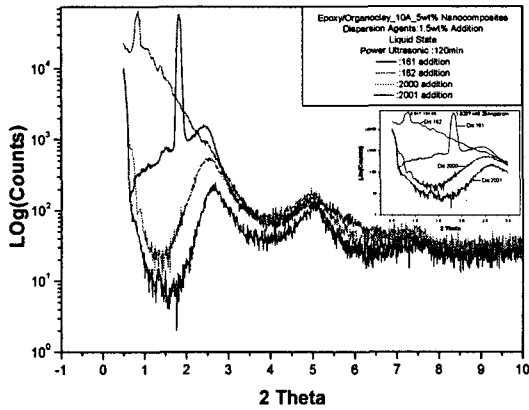


그림 2. X-RD특성

분산제 Disper_BYK_161, 182, 2000, 2001 네 종류의 분산제를 나노복합체에 1.5wt%첨가하여 분산처리후 나노복합체를 제조한 결과 액체상태의 X-RD특성을 나타내었다. 그결과 Disper_161의 경우 2θ는 1.828°(48.29 Å), Disper_182의 경우 2θ는 0.8421°(104.95 Å), Disper_2000의 경우 2θ는 2.35°(34.80 Å), Disper_2001의 경우 2θ는 2.6°(33.44 Å)를 얻을 수 있었다. 분산된 액체상태의 경우에서 Disper_182의 경우 104.95 Å으로 intercalation과 exfoliation이 발생되는 훌륭한 결과를 얻을 수 있었다.

3.2. 분산제 첨가에 따른 절연파괴강도 및 트리특성

절연파괴강도는 온도, 시편 두께, 습도와 같이 거시적으로 관점에서 강한 의존성을 갖고 있다[44,45]. 더불어 미시적인 관점으로 볼 때 결정화도(degree of crystallinity), 체적전하의 누적, 체적전하의 누적, 계면의 면적, 결합의 방식, 온도와 자유체적의 여러 가지에 의해 영향을 받는다.

절연파괴강도 Weibull plots은 그림3에서 나타내었다. 통계 분석은 50%파괴강도는 무충진 에폭시수지에서 153.8kV/mm, 마이크로 복합체 3μm 사이즈입자를 50wt% 충진시 148.72kV/mm, Disper_BYK_161를 1.5wt% 첨가한 나노복합체 209kV/mm의 파괴강도를 보이고 있다. 나노복합체가 가장높은 파괴강도값을 나타내었다. Weibull plots에서 Fitted line의 기울기는 동질적인특성을 나타내고 있다. Fitted line의 기울기가 더욱더 크면 클수록 시편의 절연파괴 강도에대한 특성이 균질한 특성을 나타내고 있다. 즉 형상파라미터 β의 값은 표1에서 나타내었다. 즉, 마이크로 복합체의 경우 3.9008, 무충진에폭시수지의 경우 6.08, 나노복합체의 경우 7.4332으로 나타내었다. 이는 이 β값으로 볼때 마이크로 사이즈 입자보다 나노사이즈입자가 더욱더 균질한 특성을 나타내고 있음을 제공한 것이다. 이 결과는 충전기 장치의 절연시스템을 설계하는데 유용하게 사용될 것이다.

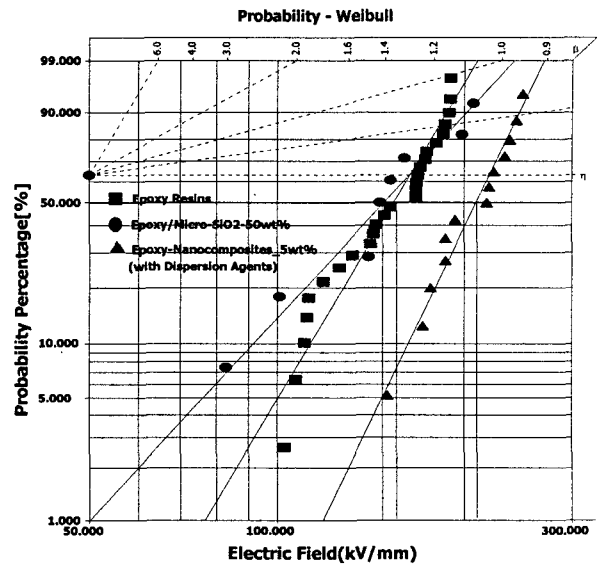


그림 3. 무충진 에폭시수지, 마이크로 복합체, 분산제첨가 나노 복합체 절연파괴강도 Weibull plots

표 1. Weibull Plots 결과의 파라미터

Parameter	Probability-Weibull Parameters		
	β	η	ρ
Contents			
Epoxy Resins	6.08	163.37	0.9670
Microcomposites (SiO ₂ _3μm_50wt%)	3.9008	163	0.9737
Nanocomposites_5wt% (with Dispersion Agents)	7.4332	219.74	0.9841

4. 결 과

본 연구에서는 나노복합체는 에폭시수지에 마이크로입자를 충진한 경우 복합체와 나노입자에 분산제를 첨가한 나노복합체를 제조하였다. 분산제의 효과는 충상실리케이트내로 에폭시축쇄의 삼입으로 박리가 일어나경우로 Disper_YBK_182가 가장양호한 박리를 얻을 수 있었다. 또한 절연파괴강도에대한 Weibull plots으로부터 무충진에폭시 및 마이크로복합체 경우보다 더욱더 균질한 특성을 갖는 분산제를 첨가한 나노복합체 특성이 더욱더 β값이 크게 나타난 결과를 얻었다.

참고 문헌

[1] Takahoro Imai, etals,"Evaluation of Insulation Properties of Epoxy Resins with Nano-scale Silica Particles",Proceeding of 2005 International Symposium on Electrical Insulating Materials,A4-5,239-242, 2005