

절연용 PAI-MCS-A 나노하이브리드 에나멜의 제조와 전기적특성

한세원, 한동희, 김석준, 장혜미, 강동필
한국전기연구원 나노하이브리드연구그룹

Manufacture and Electrical Properties of PAI-MCS-A Nano-hybrid Enamel for Insulation

Se-Won Han, Dong-Hee Han, Suk-Jun Kim, He-Mi Jang, Dong-Pil Kang
KERI, Nano-hybrid Material Research Group

Abstract : 에너지절약에 대한 중요성과 관심으로 효율을 높이고 인버터 구동에 대한 서지내구성이 강화된 전동기용 절연소재의 개발에 관심이 커지고 있다. 최근 나노기술의 발달로 전동기용 에나멜 절연재에 나노입자를 강화하여 성능과 효율의 향상이 크게 개선되고 있다. 본 연구에서는 졸겔 제조법으로 PAI-MCS-A계 나노 하이브리드형 에나멜을 제조하여 기존 수지와의 전기적 특성을 비교 분석하였다. 강화입자로 선택한 나노 MCS의 조성을 최대30wt% 범위에서 매트릭스 수지와의 상안정성이 확인되었다. 특히 내아크성, 트레이킹 시험에서 우수한 내구성이 나타났으며 이는 전동기용 에나멜 및 전력용 절연코팅용으로 사용이 기대된다.

Key Words : 에나멜코팅; 나노하이브리드; PAI-MCS; 졸겔; 전기적특성;

1. 서론

에너지절약에 대한 중요성과 관심으로 효율을 높이고 인버터 구동에 대한 서지내구성이 강화된 전동기용 절연소재의 개발에 관심이 커지고 있다. 최근 나노기술의 발달로 전동기용 에나멜 절연재에 나노입자를 강화하여 성능과 효율의 향상이 크게 개선되고 있다. 본 연구에서는 졸겔 제조법으로 PAI-MCS-A계 나노 하이브리드형 에나멜을 제조하여 기존 수지와의 전기적 특성을 비교 분석하였다.

2. 실험

그림 1은 나노 하이브리드 에나멜의 제조공정과 시료를 나타낸 것이다.

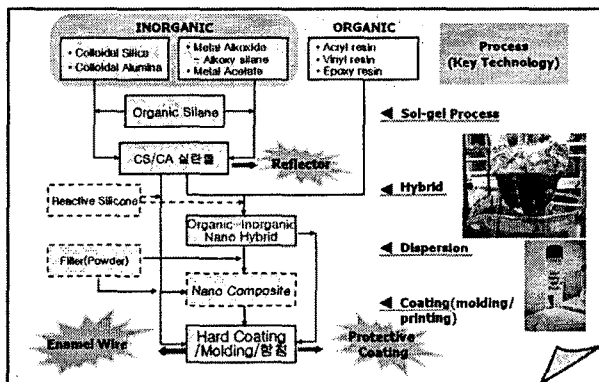


그림 1. 나노하이브리드 제조공정과 시료

3. 결과 및 검토

그림 2는 제조된 PAI-MCS-A계 나노 하이브리드형 에나멜 시편의 조직을 SEM으로 분석한 결과이다. 10-30nm 크기의 입자가 수지에 균일하게 분산되어 있는 것을 확인할 수 있다. 첨가물의 효과로 수지와 입자의 계면이 크게 강

화된 형태의 파단면 특성을 보여준다.

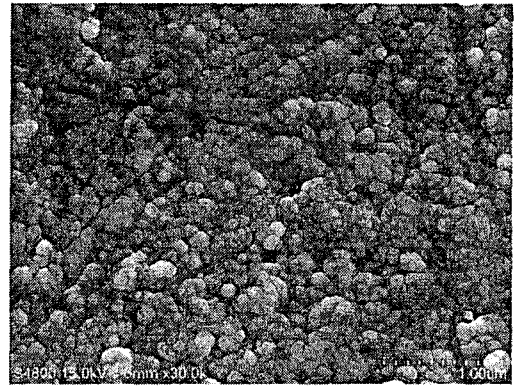
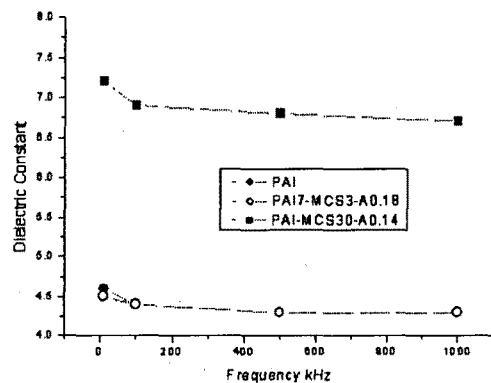


그림 2. 시편의 SEM 조직사진

그림 3은 PAI-MCS-A계 나노 하이브리드형 에나멜 시편의 유전특성(유전상수, 유전손실)을 비교한 것이다. 실리카의 함량이 증가함에 따른 유전특성은 기존 나노복합소재의 특성과는 다른 경향을 나타내고 있다.



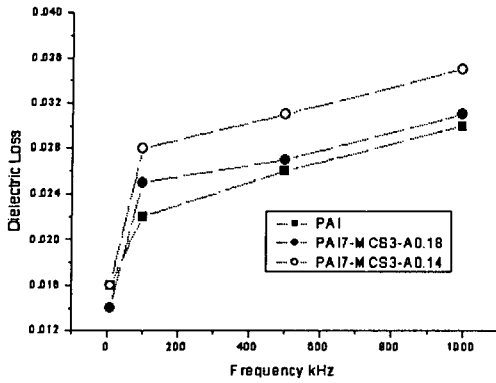


그림 3. PAI-MCS-A계 나노 하이브리드형 에나멜 시편의 유전특성(유전상수, 유전손실)

그림 4는 PAI수지와 PAI-MCS-A 나노하이브리드 에나멜 수지의 아크 내구성을 비교 시험한 결과이다. 고전압 아크에 대한 내구성이 크게 향상된 것을 알 수 있다.

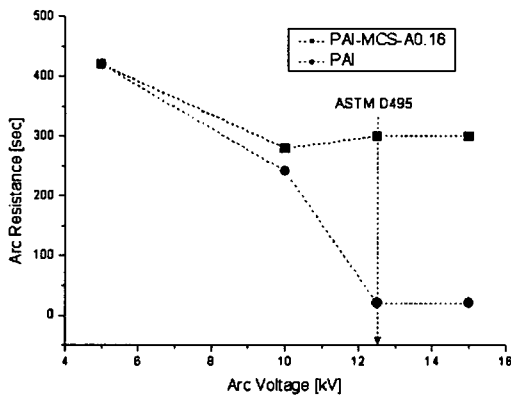


그림 4. PAI수지와 PAI-MCS-A 나노하이브리드 아크 내구성 시험결과

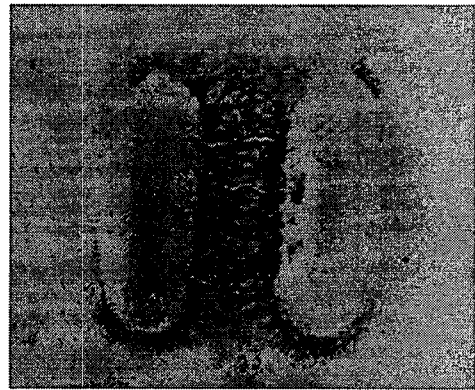
표 1은 내전압 시험결과이다. 나노하이브리드화가 이루어진 시편의 경우 내전압 강도특성이 향상되는 것으로 나타났다.

표 1. 내전압 강도특성 시험결과

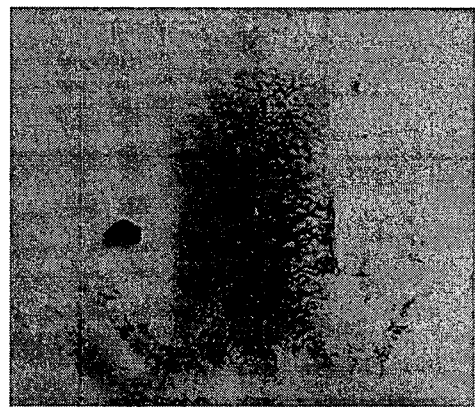
Applied Voltage [kV]	PA(Terlon)		PAI-MCS-0.14APTES		PAI-MCS-0.16APTES		Test Conditions
	C1	C2	C1	C2	C1	C2	
2.0	P	P	P	P	P	P	ASTM D149 ASTM D2305 10kV/28um
2.5	P	P	P	P	P	P	
3.0	P	P	F	P	P	P	
3.5	P	P	F	F	P	P	
4.0	P	P	F	F	P	P	
4.5	P	P	F	F	P	P	
5.0	P	P	F	F	P	P	
5.5	F	F	F	F	F	F	
6.0	F	F	F	F	F	F	



그림 5는 내트래킹 시험 후 시편의 트래킹 자국을 비교한 사진이다.



(a) PAI



(a) PAI-MCS-A

그림 5. 내트래킹 시험 후 시편사진

4. 결론

강화입자로 선택한 나노 MCS의 조성을 최대30wt% 범위에서 매트릭스 수지와 상안정성이 확인되었다. 하이브리드화된 시료의 경우 유전특성에서 나노입자의 강화특성이 나타났다. 특히 내아크성, 트래킹 시험에서 우수한 내구성을 가지고 있어서 이는 서지와 부분방전 등에 노출되는 전동기용 에나멜 및 전력용 절연코팅용으로 사용이 기대된다.

참고 문헌

- [1] T. Imai, et al., "Preparation and properties of epoxy organically modified layered silicate nano composites", IEEE 2002 ISEI, Proceeding, pp379-382, 2002.
- [2] M. Mesaki, et al., "Hybrid composites of polyamid-imide and silica applied to wire insulation", Frukawa Review, No.22, pp1-4, 2002.
- [3] L. Masubuchi, et al., "Self lubricating heat resistant enameled wire for more efficient electrical motors", HITACHI CABLE Review, No.20, pp85-90, 2001.