

PTFE 복합재료의 내아크성과 광반사율

박효열, 강동필, 한동희, 안명상
한국전기연구원

Relationship between Arc Resistance and Light Reflectance of PTFE Composites

Park Hoy Yul, Kang Dong Pil, Han Dong Hee, Ahn Myeong Sang
Korea Electrotechnology Research Institute

Abstract - An experimental study on arc resistance and light reflectance of PTFE is presented. PTFE has been used widely as a material for circuit breaker nozzle. In the arcing environment, radiative power incident upon the nozzle wall may be transmitted through the nozzle material. Adding some fillers into PTFE was expected to be efficient in improving the durability to radiation.

1. 서 론

PTFE는 매우 우수한 절연저항, 높은 용융점도, 화학적 불활성, 열저항성과 낮은 유전손실을 나타내기 때문에 차단기의 노즐재료로 많이 사용되고 있다.

차단기 내에서 노즐까지의 주된 열전달 기구가 복사이기 때문에 노즐재료에서의 광반사율은 매우 중요한 인자이다. 아크의 온도가 올라갈수록 아크의 파장은 짧아지게 된다. PTFE의 화학적 결합이 단파장에서 더 잘 분해되기 때문에 단파장에서의 광반사율은 더 중요하게 된다. 실온에서 자외선 및 가시광선 영역의 PTFE의 반사율은 매우 높으므로 복사를 잘 반사할 수 있다. 그러나 PTFE가 용융온도 이상의 고온에 존재하게 되면 용융되어 투명하게 되어서 광반사율은 매우 크게 떨어지게 된다. 이 경우에 아크에너지가 재료의 내부에까지 침투하게 되어 PTFE의 열화가 심하게 일어난다. 이러한 현상을 방지하기 위하여 무기를 필러를 첨가하는 것이 매우 유용하게 보인다.

노즐재료에 관한 논문이 일부 보고되어 있지만[1, 2, 3] 광반사율과 내아크성과의 관련에 관한 논문은 보고되어 있지 않다. 이 논문에서는 고온의 아크환경에서 내구성을 증가시키는 필러, 내아크성과 광반사율의 관계에 대하여 연구하였다.

2. 실 험

2.1 시편제조

BN, Al₂O₃, TiO₂를 PTFE에 첨가하였다. PTFE의 전이온도 19℃ 이하의 저온믹서에서 혼합하였다. 온도 조절을 위하여 액체질소가 사용되었다. 진공상태에서 압축성형방법으로 성형을 하고 380℃에서 소성하였다.

2.2 내아크성 측정

ASTM D495방법으로 내아크 실험을 하였고 내아크 실험의 결과는 아크를 시편에 가한 후 발생된 무게감량을 서로 비교하여 나타내었다.

2.3 광반사율 측정

시편의 표면이 매끄럽지 않기 때문에 총반사율을 측정하였다. 반사율 측정은 Varian Cary5 UV-Vis-NIR Spectrometer를 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

PTFE 복합재료의 내아크성을 본 연구에서는 ASTM D495방법으로 측정하였지만 원칙적으로 이 방법은 아크에 의하여 도전로를 형성하지 않는 재료에는 적용되지 않는 방법이다. PTFE는 아크에 의하여 도전로를 형성하지 않기 때문에 ASTM D495방법에 의하여 일정한 시간 동안에 아크를 시편에 인가한 뒤 무게의 감량으로 내아크성을 측정하였다. 따라서 본 실험에서의 내아크성은 절대적인 기준이 아니고 비교실험의 결과이다. 인가한 전압은 20,000V이고 아크시간은 270초이다.

그림 1에 BN, Al₂O₃, TiO₂를 첨가한 PTFE 복합재료의 무게감량을 나타내었다.

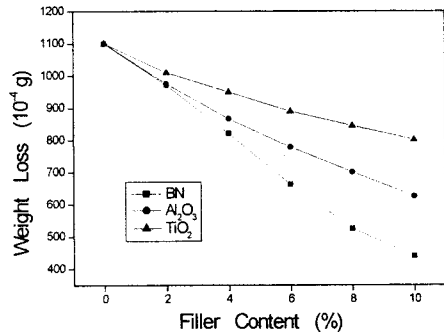


그림 1. BN, Al₂O₃, TiO₂의 첨가량에 따른 PTFE 복합재료의 무게감량의 변화

그림 1에서 필러의 양이 증가됨에 따라서 무게감량이 줄어들고 있다. 또한 BN, Al₂O₃, TiO₂의 순서로 무게감량의 양이 적게 나타난다. 무게감량이 적다는 것은 내아크성이 우수하다는 것과 같다. 따라서 BN의 내아크성이 가장 우수하고 필러의 양이 많을수록 내아크성이 우수하게 나타났다.

그림 2에 PTFE의 광반사율을 나타내었다. 자외선 영역에서 PTFE의 광반사율이 매우 높게 나타났지만 파장이 길어질수록 광반사율이 급격히 감소함을 나타내고 있다.

그림 3에 BN을 5, 10, 15, 20% 첨가한 PTFE 복합재료의 광반사율을 나타내었다.

BN의 첨가량이 증가함에 따라서 단파장에서의 광반사율은 감소하였다. 그것은 BN의 광반사율이 단파장에서 PTFE에 비하여 낮기 때문이다. BN의 첨가량이 증가함에 따라서 장파장에서의 광반사율은 증가하는 현상을 나타내는데 그것은 PTFE의 장파장에서의 광반사율이 BN보다 낮기 때문이다.

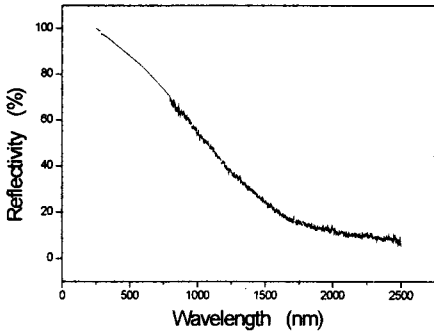


그림 2. PTFE의 광반사율

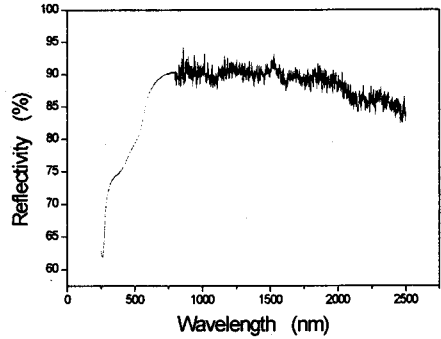


그림 5. Al₂O₃ 10%를 첨가한 PTFE 복합재료의 광반사율

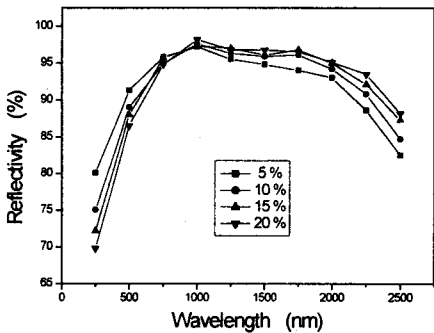


그림 3. BN 5, 10, 15, 20%의 첨가에 따른 PTFE 복합재료의 광반사율

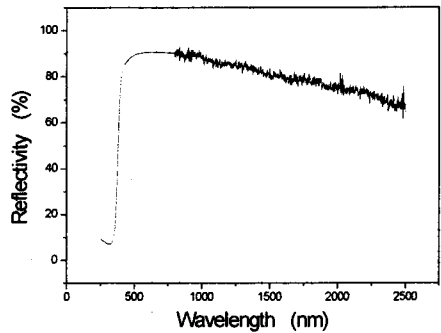


그림 6. TiO₂ 10%를 첨가한 PTFE 복합재료의 광반사율

그림 4, 5, 6에 BN, Al₂O₃, TiO₂를 10% 첨가한 PTFE 복합재료의 광반사율을 나타내었다.

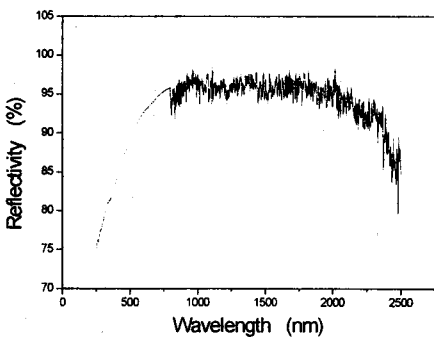


그림 4. BN 10%를 첨가한 PTFE 복합재료의 광반사율

BN이 10% 첨가된 PTFE 복합재료의 광반사율은 PTFE와 비교하여 500nm 이하의 감소를 제외하고는 증가하였다. Al₂O₃가 10% 첨가된 PTFE 복합재료의 광반사율도 BN과 유사하게 500nm 이하의 감소를 제외하고는 PTFE보다 증가하였다. TiO₂가 10% 첨가된 PTFE 복합재료의 광반사율은 PTFE와 비교하여 단파장에서는 감소하고 장파장에서는 증가하는 현상을 나타내었다.

4. 결 론

PTFE 복합재료의 내아크성은 광반사율과 연관을 가지고 있음을 알 수 있었다. 광반사율이 증가함에 따라 내아크성도 증가하였다.

실온에서 필러의 함량에 따른 광반사율의 차이는 크게 나타나지는 않았지만 필러의 함량에 따른 내아크성의 차이는 매우 크게 나타났다.

(참 고 문 헌)

- [1] L. Müller, "Pressure build-up and ablation of insulating nozzles by arcs", The Eleventh International Conference on Gas Discharges and Their Applications, I (366-369), September 1995
- [2] A.K. Pugachev, V.S. Chemeris, A.F. Tikhomirov and O.I. Ol'shevskii, "Composite materials for the nozzles of SF₆ breakers with increased switching wear resistance", Elektrotehnika, Vol. 61, No.12, pp. 72-74, 1990
- [3] R. Meier, F. K. Kneubühl, and H. J. Schötzau, "Mass-spectroscopic study of the influence of nozzle material on high pressure SF₆ arcs, Appl. Phys. B 48, pp187-211, 1989