

세라믹-폴리머 복합체 제조 및 유전 특성

박명성^{*,**}, 명성재^{*}, 전명표^{*}, 조정호^{*}, 남중희^{*}, 김병익^{*}, 남 산^{**}
 요업기술원^{*}, 고려대학교^{**}

Preparation and Dielectrics Properties of Ceramic-polymer Composite Materials

PARK Myoung Sung^{*,**}, MYOUNG Seong Jac^{*}, CHUN Myoung Pyo^{*}, JO Jung Ho^{*}, NAM Joong Hee^{*}, KIM Byung Ik^{*},
 NAHM Sahn^{**}
 KICET^{*}, KOREA Univ.^{**}

Abstract : 본 연구에서는 유전 손실이 낮고, 고분자(LCP)의 유전율을 높이기 위하여 (100-x)LCP (polymer)-xNPO(ceramic) 복합체 (x= 0, 10, 20, 30, 40, 50)의 유전 특성 및 미세구조를 연구하였다. LCP와 ceramic filler(NPO)는 Brabender Mixer를 사용하여 300℃에서 혼합한 후, Hot press 사용하여 300℃, 7ton 성형 압력으로 pellet 형태(2.5cm×2.5cm×0.1cm)로 제조 하였다. LCP-NPO 복합 소재를 SEM을 통해 미세구조를 관찰하였고, 복합체의 유전 특성을 조사하였다.

Key Words : Liquid crystal polymer, NPO powder, Composite, Dielectric

1. 서 론

현재 추세는 세라믹 응용 전자부품의 고유전율, 저 손실, 저열팽창 재료를 추구하는 고기능성을 세라믹 제품이다. 기존에는 높은 유전상수와 적은 유전 손실로 인하여 세라믹 재료가 축전기의 유전체로 사용해 왔지만, 공정에 따른 온도 문제와, 소결 시 생성되는 문제점이 가지고 있다. 반면에 고분자 재료는 세라믹의 문제점을 해결할 수 있지만, 유전 상수가 낮아 고 축전 용량의 요구에 불충분하고, 유전 손실이 높다는 단점을 가지고 있다. 각각의 단점을 보완하여 적절한 세라믹 입자와 고분자 입자의 혼합하여 만든 것이 바로 고분자-세라믹 복합체이다.

고분자-세라믹 복합체는 세라믹의 장점인 높은 유전상수와 적은 유전 손실을 가지고 있고, 고분자의 특징으로 저온에서 소성이 가능하고 가벼운 것이 특징을 가지고 있다. 그러나 현재까지 여러 연구를 진행하고 있지만, 결과 자체는 미비한 실정이다.

본 연구에서는 고 유전율 물질인 NPO powder를 사용하였고, 고분자 재료로는 보통 에폭시를 사용하는데 에폭시보다 낮은 유전손실과 기계적 강도가 우수한 LCP를 사용하여 특성이 우수한 폴리머-세라믹 복합체를 제조하였다. 본 실험을 통해 복합체의 제조 방법 및 복합체 특성을 연구하고자 한다.

2. 실험 방법

본 연구에서는 세라믹으로는 유전율 (K=90)인 NPO powder(=ReBaPbBiTiO₃, ferro,U.S.A)를 사용하고, 폴리머는 LCP (Poly-plastics., Japan)를 사용하였다. 기본적인 LCP의 물성을 Table 1에 요약하였다.

Table 1. Physical Properties of LCP

Property	Units	Value	
유전율	10 ³ Hz	4.3	
	10 ⁴ Hz	3.8	
유전 손실	10 ³ Hz	0.018	
	10 ⁴ Hz	0.032	
체적 저항율	Ω·cm	2×10 ¹⁶	
표면저항율	Ω	3×10 ¹⁷	
절연 파괴성	3mm	MV/m	24
	1.5mm		38
내마크성	s	124	
내트래킹성	V	125	

세라믹과 폴리머의 함량을 vol%로 조성비(표.1)를 나타내었고, Brabender Mixer(Plastograph)의 15분간 혼합하여 충분히 건조시켰다. 그 후 Hot press을 사용하여 300℃에서 pellet (2.5cm×2.5cm×0.1cm)형태로 7ton압력으로 성형 압착하였다.

표. 1 LCP/NPO contents

Ceramic (vol%)		0	10	20	30	40	50
Ceramic (wt)	중량 (g)	0	2.9056	5.8112	8.7168	11.6224	14.5280
	체적 (cm ³)	0	0.5525	1.105	1.6575	2.21	2.7625
Polymer (wt)	중량 (g)	10.0002	9.0002	8.0002	7.0001	6.0001	5.0001
	체적 (cm ³)	5.525	4.9725	4.42	3.8675	3.315	2.7625

제조된 시편은 SEM을 이용하여 미세구조를 관찰하였고, 유전 특성을 분석하기 위하여 Impedance Analyzer(E4991A)를 이용하여 유전율과 유전 손실 값을 측정하였다. NPO powder/LCP 복합체의 제조 공정도를 Fig 1.에서 나타내었다.

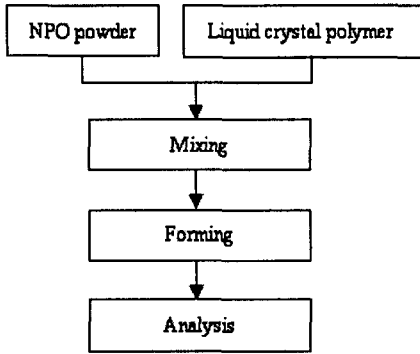


Fig. 1. Flow diagram of experimental procedures for NPO powder/LCP composites

3. 결과 및 고찰

Fig. 2는 LCP(polymer)와 NPO (ceramic) vol% 함유량에 따른 유전율 값의 변화를 나타낸 그래프이다. Fig. 2에서 보이듯이 NPO(ceramic) 함유량이 증가할수록 전체적으로 유전율이 증가하는 경향을 볼 수 있다.

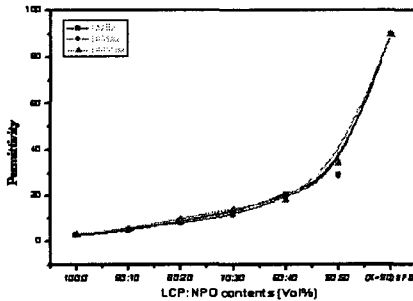


Fig. 2 주파수 범위와 LCP:NPO 함량에 따른 유전율 측정 값

유전율은 LCP:NPO 함량이 50:50 (vol%)의 복합체는 유전율 경향성에 벗어난 값이 측정된다. 이는 성형 시 밀도가 낮아서, 기공이 많이 존재하여 유전율을 떨어뜨린 것으로 사료된다.

Fig. 3은 유전 손실 측정값이다. LCP 입체의 1MHz에서 유전 손실 값은 0.032정도 이다. 그러나 1MHz 주파수 범위에 따른 손실 값은 0.02~0.16 범위에서 나타낸다. 이는 기공과 Space charge 등과 같은 것이 정상적인 유전 손실 값을 감소시킨 것이라 사료된다. 10MHz~ 100MHz 범위 값은 0.02 이하의 전체적으로 적은 손실 값을 가지므로 고주파 응용이 가능하다.

4. 결 론

본 실험을 통해서 LCP:NPO 복합체는 Ceramic powder가 30vol% 들어있을 때, 유전율 11.7~14.2, 유전 손실은 0.02~0.07 정도의 손실 값을 가진다. 실험에서 유전율과 손실 비가 가장 나은 것을 판단되고, PCB 기판 소재 또는 외장형 안테나 등의 소재로 사용할 수 있다.

NPO 함량이 증가하면 유전율도 증가한다. LCP의 유무에 따

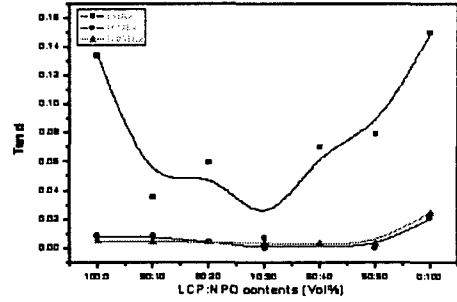


Fig. 3 주파수 범위와 LCP:NPO 함량에 따른 유전 손실 측정 값
큰 유전 손실도 실험 결과를 통해서 높고 낮은 상태를 알 수 있다.

참고 문헌

- [1] Journal of the Korean Ceramic Society Vol. 40, No. 12, pp. 1183~1188, 2003.
- [2] T. G. Reynolds, "Application Space Influence Electronic Ceramic Material," *Am. Ceram. Soc. Bull.*, 80 [10] 29-33 (2001)
- [3] J. S. Reed, "Introduction to the Principles of Ceramic Processing," p. 207, Wiley New York (1989)