

창립
40주년 학술대회
논문 87-F-20-8

PVDF/PZT 3-0 복합재료의 초전특성에 대한 연구

안향박[○] 김봉흠^{*} 류강식^{**} 김정태^{***}
한양대 대학원 한양대 교수 한양대 강사 한양대 대학원

A Study on the Pyroelectrics of PVDF/PZT 3-0 Composite Materials

Han Hyang Pak[○] Kim Bong Heup^{*} Ryu Kang Sik^{**} Kim Jeong Tae^{***}
Han Yang Univ. Electric Eng. Department

제 1 장. 서론

초전 현상에 관한 기초적인 연구로 단결정, 세라믹, 유리질, 고분자, 액정, 용액중세로를 광범위한 영역에서 초전현상이 발견된 이후로 가격이 싸고 제작이 용이하며 초전계수의 값이 대단히 큰 세라믹 재료에 관한 연구가 계속 되어왔으며 근년에는 Pb(Sn Sb)O를 포함한 PZT 계 세라믹에 대하여 연구한 결과 Pb((Sn_{0.8}Sb_{0.2})_{0.1}Ti_{0.9}Zr_{0.1})O₃의 조성이 가장 큰 초전계수를 가지고 있음이 발표된 이후로 이 조성의 세라믹이 실용적으로 대량 생산되어 응용되고 있다.

본 연구에서는 고분자 재료중 초전계수가 가장 큰 것으로 알려진 PVDF(PolyVinylidene Fluoride)에 Pb((Sn_{0.8}Sb_{0.2})_{0.1}Ti_{0.9}Zr_{0.1})O₃의 세라믹 분말을 혼합하여 제조한 3-0 복합 재료의 Film을 이용, 그의 초전계수, 유전율, tanδ 등을 측정하여 적외선 검출기로서 응용 될때 초전물질 선택의 기준이 되는 성능 지수를 제시하고자한다.

제 2 장. 관계이론

2-1 초전류의 일반식

초전물질의 자발온도는 온도의 함수이므로 열의 흡수로 생성된 표면전하를 외부회로로 검출할 수 있다. 초전현상은 시트의 온도변화에 따른 전극간의 변화에 의한 것이므로 초전 계수 p 는

$$p = \frac{dP_s}{dT}$$

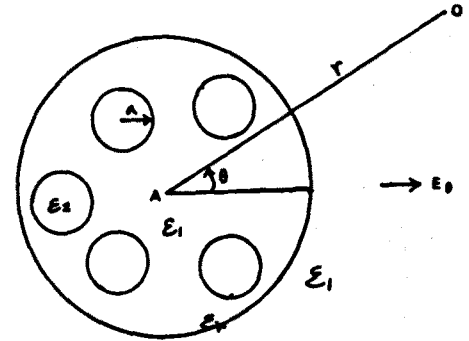
로 정의되며 이때 관측된 초전류 I_p 는

$$I_p = A p \frac{dT}{dt}$$

로써 주어진다. 여기서 A 는 전극면적, $\frac{dT}{dt}$ 는 승온속도이다.

2-2 복합재료의 유전율 - Wagner 이론

매질유전체 1 중에서 구형미립자 상태의 유전체 2 가 분산 되어있는 복합재료에 전계가 작용하는 경우 평균적인 비유전상수를 ϵ_r 이라하면 ϵ_1, ϵ_2 와 ϵ_r 과의 관계는 반경 R 되는 구형영역내가



ϵ_2 되는 균일한 유전체라고 가정하는 경우에도 $r \gg R$ 인 점이 형성하는 전위가 복합재료와 동일하다는 조건으로부터 구할 수 있다. 결과식은 다음과 같다.

$$\epsilon_r = \epsilon_1 \left\{ 1 + \frac{3r(\epsilon_2 - \epsilon_1)}{2\epsilon_1 r \epsilon_2 - r^2(\epsilon_2 - \epsilon_1)} \right\}$$

여기서 r 은 구형미립자 즉 세라믹입자의 세척분율이다.

2-3 초전형 적외선 검출소자의 특성식

초전형 검출기의 열적특성은 a-c bolometer 방정식에 의해 주어지며 입사 Power 에 의한 온도변화는 검출소자 표면의 표면전하를 생성시킨다. 이 전하는 손실을 무시한 등량성 시료 양단에 개방전압을 형성하며 폐회로에 초전류를 흐르게 한다. 이때 전압검출과 전류검출로 표현식 으로부터 전압과 전류에 관한 성능지수를 구하면 다음과 같다.

$$F_i = \frac{P}{C}$$

$$F_v = \frac{P}{C \epsilon_r}$$

여기서 C 는 비열이다.

한편 모든 Radiation Transducer 는 Signal뿐만 아니라 Noise 도 증폭 하는데 본 연구에서는 Johnson Noise 만큼 위하여 유전 손실을 고려하는 경우 검출기의 성능을 나타내는 비 검출율 D 에 대한 품질성능지수는

$$F_0 = P/C \cdot \sqrt{\epsilon_r \tan \delta}$$

로 주어진다.

또한 입사된 입에너지가 전기적인 Signal로 변환되는 에너지변환효율에 대한 성능지수는

$$F_1 = P^2/\epsilon_r$$

로 주어진다.

제 3 장 실험

3-1 시료 제작

본 연구에 사용된 PVDF/PZT 복합재료의 제조 과정은 아래 도표와 같다.

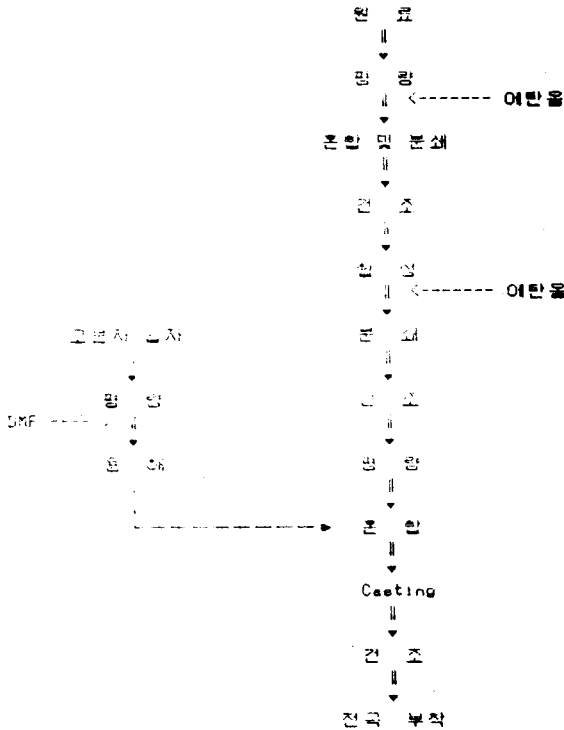


표 3. 복합재료의 Film 제조공정

3-2 측정

초전류는 TSC 측정장치를 이용하였으며 유전상수 및 $\tan \delta$ 는 LCR-meter로 측정하였다. 습윤된 상태에서 직류전계를 인가하여 상극시인후 냉각시킨 다음 먼저 TSC 성분을 제거하고 습윤과 냉각과정을 5-6회 반복하여 초전류를 계산하였다.

제 4 장 실험결과 및 고찰

그림 4-1은 세라믹 부피 67 VX 상극온도 160°C인 경우 30°C 에서 인가전계에 따른 초전류와 초전계수값을 보여주고 있다. 인가전계가 증가함에따라 초전류와 초전계수도 비례하여 증가하며 20 KV/cm 이상에는 포화되고 있다. 이것은 인가전계에 따른 초전류 및 초전계수의 증가가 PZT 세라믹의 본극 증가에 의한다는 것을 의미한다.

30KV/cm 의 인가전계시 초전계수 P 는 4.3[nC/cm C] 의 값으로 얻어졌다.

그림 4-2는 인가전압에따른 전압, 비결속률, 에너지 변환효율 성능지수를 나타냈다.

그림 4-3은 인가전계 30 KV/cm, 세라믹 부피비 67VX인 시료의 상극온도에 따른 초전류와 초전계수값을 나타냈다. 또한 그림 4-4에서는 성능 지수를 도시한 것으로서 상극온도의 증가와 더불어 직선적으로 변화 하고있다. 이것은 상극온도가 높을수록 세라믹의 본극이 필요한 에너지가 감소하여 세라믹의 상극이 용이해지기 때문으로 생각된다.

그림 4-5 는 상극온도 160°C 인가전계 30 Kv/cm 일때 세라믹 함유량이 따른 초전류와 초전계수값을 나타내며 세라믹 부피비가 증가함에 따라 지수함수적으로 증가 하고있다. 이 경우의 성능지수는 그림 4-6 에 도시하였다.

그림 4-7 은 상극 시키지 않은 시료에 대하여 유전상수 및 $\tan \delta$ 의 변화를 나타냈다. 세라믹 함유량이 적은 경우 유전상수의 실험치와 이론치는 잘 일치하나 50 VX 이상에서는 오차를 보이는데 이는 PZT 본압의 분산상태때문에 나타나는 것으로 사료된다.

제 5 장 결 론

1. 인가전계에따라 초전류 초전계수 및 성능지수는 직선적으로 증가하며 20 Kv/cm 이상에서는 포화되었다.
2. 상극온도에 대해서는 포화없이 직선적으로 증가하였으며 세라믹 함유량에 따라서는 지수함수적으로 증가하였다.
3. 본 연구에서 제작한 복합재료의 성능지수는 인가전계 30 Kv/cm 세라믹부피비 67 VX 상극온도 160°C 일때 최적의 값을 보였으며 30°C 에서 초전계수 초전류의 값은 각각 4.3nC/cm°C, 101pA 이며 전압, 비결속률, 에너지변환효율에 관한 성능지수는 각각 1.2, 8.1, 0.5였다. 위의 값들을 초전용 세라믹 및 단결정재료들과 비교할때 일부 재료들보다는 약간 작은 수치이나 고분자 재료의 특성이 가미되어 유연성 및 대면적화공이 가능하다는 것을 고려하면 새로운 형태의 초전재료로서 특넓은 응용 분야에서 유용하게 쓰일것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- 1) 김봉용 외, 전기재료응용연구, 한국전기연구원 1987
- 2) 김정태, PVDF Film 의 초전류에 공간전하가 미치는 영향에 대한 연구, 한양대 공학석사 학회논문, 1987
- 3) 家田正之외, 유전체 현상론, 일본 전기학회
- 4) S.T.Liu 외, Proc. IEEE, Vol. 66, No. 1, pp14, 1978
- 5) G.A. Burdick 외, J. App. Phys, Vol. 137, No. 8, PP3223, 1966
- 6) 倉田義直 외, 초전형 적외 검출소자를 이용한 질탄산 인계 자기에 관한 연구, 일본경도대학 공학박사학회논문, 1977

- 7) 문강일, BaTiO₃에서 금속산화물 첨가에 의한 유전 및 저항손도 특성 변화에 대한 연구, 한양대 공학석사 학위논문, 1984
 8) T. Kitayama, Ferroelectrics, Vol33, pp147, 1981

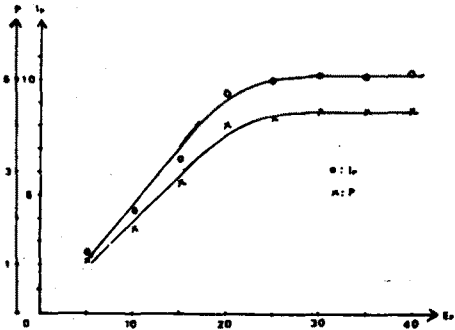


그림 4-1 인가전계에 따른 초전류 및 초전계수

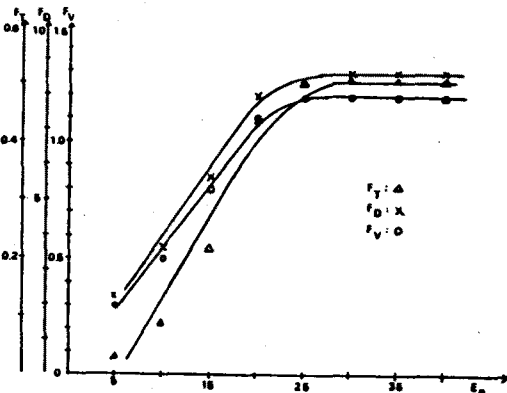


그림 4-2 인가전계에 따른 성능지수

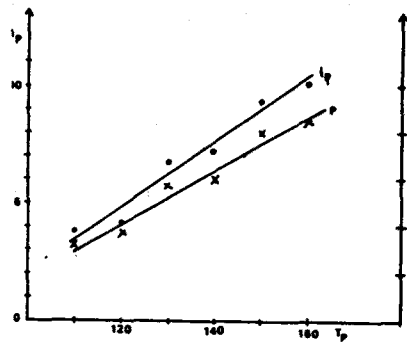


그림 4-3 상극온도에 따른 초전류 및 초전계수

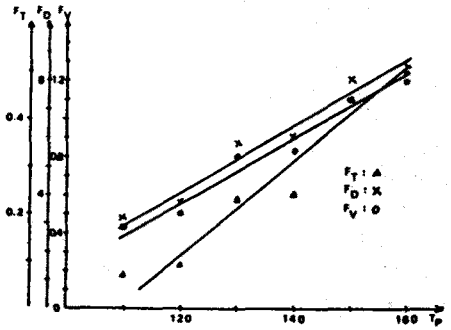


그림 4-4 상극온도에 따른 성능지수

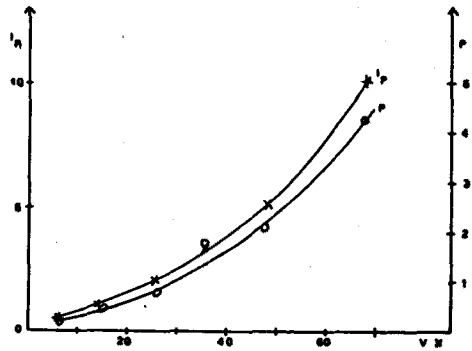


그림 4-5 세파리합유량에 따른 초전류 및 초전계수

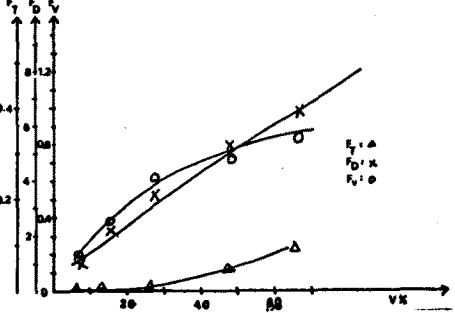


그림 4-6 세파리합유량에 따른 성능지수

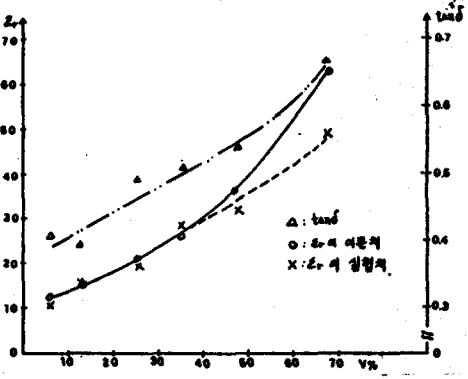


그림 4-7 세파리합유량에 따른 유전율 및 tanδ