

창 립
40주년 학술대회
논문 87-G-20-9

0-3 형 PZT/PVDF 복합재료의
압전 특성에 관한 연구

최 용오 김용현* 김호기* 이덕출**
인하 대학원 *KAIST **인하 대학교

A study on the piezoelectric properties with
PZT/PVDF composites of 0-3 connectivity

Yong Choi^o Yong-Huck Kim * Ho-Gi Kim * Deok-Chool Lee **
Inha Univ. * KAIST ** Inha Univ.

ABSTRACT

In this study, piezoelectric composite materials of 0-3 connectivity were made by mixing PZT ceramics with polymers, the dependence of volume % PZT and poling condition for dielectric and piezoelectric properties were investigated. The measured value of dielectric constant was dependent on the volume %PZT, which was exponentially increased with volume %PZT. Piezoelectric coefficient (\bar{d}_{33}) was exponentially increased with volume % PZT.

Voltage coefficient (\bar{g}_{33}) was decreased with volume % PZT, but it was larger than that of single phase PZT (g_{33}) because the dielectric constant (ϵ_{33}) of composite materials was decreased.

1. 서 론

세라믹스 재료에 전기적인 기능을 부여한 전자세라믹스는 근래 음향기기, 초음파기가 및 통신기기의 핵심부품소재로 실용화되고 있으며, 이의 재료는 주로 높은 압전특성을 지닌 PZT ($\text{Pb}(\text{ZrTi})\text{O}_3$)계 세라믹스 재료로서 페로브스카이트 구조를 이루고 있어, 매우 큰 전기기계 결합계수를 나타내므로 에너지 변환소재로서 폭넓게 이용되고 있다. 그러나 단일상 재료가 갖는 특성의 한계성 때문에 다중단위상하게 사용되고 있는 압전세라믹스 부품개발에 어려움이 있다고 생각되며, 이에따라서 기계적으로 유연한 고분자 재료와 전기적으로 압전성이 큰 압전세라믹스 재료를 복합화 시킴으로써 세라믹스 재질이 갖는 취약성을 보완시키고, 고분자 재료 보다는 압전성이 뛰어난 유연성 압전재료에 대한 연구가 최근 관심이 집중되고 있다. 산출형인 0-3형 복합압전체는 1-3형이나 3-3형 복합제에 비해 유연성이 풍부하고 박막내지는 대면

적화가 가능하며, 제조공정이 매우 간단하여 현재 실용화 단계에 이르고 있다. 따라서 본 연구에서는 PZT 세라믹스와 PVDF 고분자를 복합화하여 0-3형 접속도를 갖게되는 압전복합재료를 제조하였으며, 이때의 용전특성, 압전특성등에 대하여 조사하였다.

2. 이 론

(1) 접속도에 의한 분류

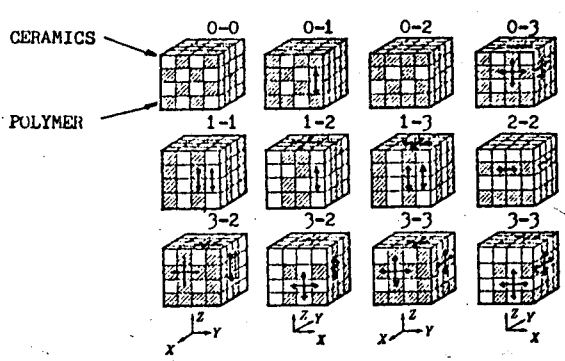


그림 1. 2상으로 된 복합재료의 접속도
(2) 모델 개념도

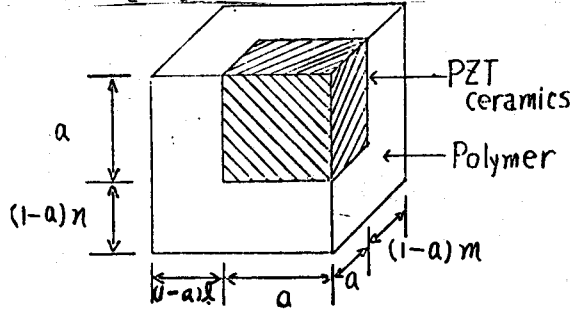


그림2. 수직 인방형 모델

(3) 유전 상수의 이론식

$$\bar{\epsilon}_{33} = \frac{a^2 \cdot [a + (1-a)n]^2 \cdot {}^1\epsilon_{33} \cdot {}^2\epsilon_{33}}{a \cdot {}^2\epsilon_{33} + (1-a)n \cdot {}^1\epsilon_{33} + [1 - a^2 \cdot \{a + (1-a)n\}] \cdot {}^2\epsilon_{33}}$$

여기서

$n = 0.2$ 변형 계수
 $a = (V)^{1/3}$

1V : PZT 상의 체적비

${}^1\epsilon_{33}$: PZT 상의 유전율

${}^2\epsilon_{33}$: 고분자상의 유전율

(4) 압전 계수의 이론식

$$\bar{d}_{33} = \frac{{}^1d_{33} \cdot a^3 \cdot [a + (1-a)n]}{a + (1-a)n \cdot ({}^1\epsilon_{33} / {}^2\epsilon_{33})} \cdot \frac{1}{a + \frac{(1-a)n}{a + (1-a)n}}$$

(5) 전압 계수의 이론식

$$\bar{e}_{33} = \frac{{}^1e_{33}}{\epsilon_{33}} \quad (V \cdot m/N)$$

(6) 전기 기계 결합계수의 이론식

$$\frac{1}{K_p^2} = 0.395 \frac{f_{rp}}{f_{ap} - f_{rp}} + 0.574$$

$$\frac{1}{K_t^2} = 0.405 \frac{f_{rt}}{f_{at} - f_{rt}} + 0.810$$

3. 실험

(1) 측정

복합압전 재료의 유전 상수 및 유전 손실은 Impedance Analyzer 로써 주파수 1KHz 에서 측정 하였다. 그리고 공진특성은 IRE Standard 방법을 사용하였고, 압전 계수 \bar{d}_{33} 는 Berlincourt d_{33} -meter 로 측정 하였다.

(2) 시편 제작

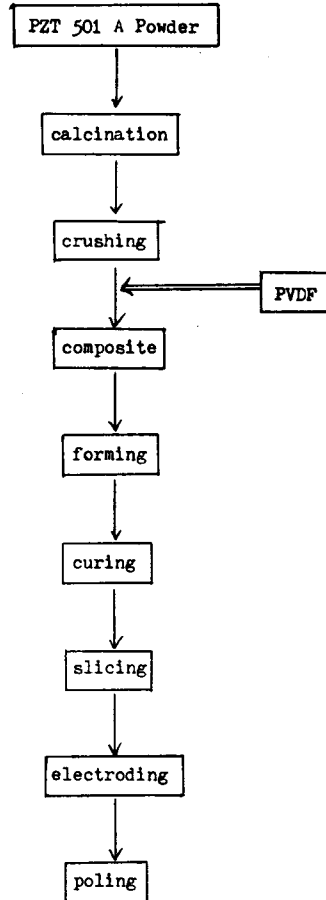


그림 3. 시편 제작 공정도

4. 고찰

PZT 의 체적비를 변화시키면서 분극시킨 시료의 비유전율 및 유전손실을 그림 4에 나타냈다. 그림에서 비유전율은 PZT 의 체적비가 증가함에 따라 지수함수적으로 증가함을 알수있고, 유전손실은 거의 일정함을 알수있다.

그림 5는 PZT 의 체적비를 변화시켜 가면서 분극시킨 시료의 압전특성을 조사한것이다. 역시 PZT 의 체적비가 증가할수록 압전 계수는 지수함수적으로 증가함을 볼수 있다.

5. 실험 결과

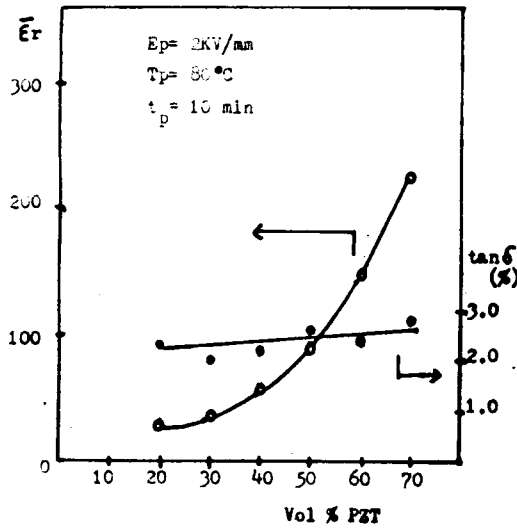


그림 4. PZT 체적비에 대한 유전상수 및 유전손실

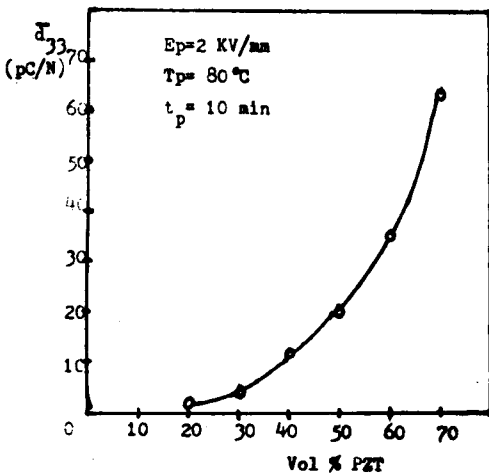


그림 5. PZT 체적비에 대한 압전계수

- (2) PZT의 체적비가 증가함에 따라 압전계수 값이 지수함수적으로 증가하였다.
- (3) 전압계수 \bar{d}_{33} 는 복합재료의 유전율이 감소하기 때문에 단일상 PZT의 전압계수 d_{33} 보다 증가하였다.

REFERENCES

- 1) R.E. Newnham et al, "Connectivity and Piezoelectric-Pyroelectric Composite", Mat. Res. Bull., Vol 13, pp.525-536, (1978).
- 2) B. Jaffe et al, Piezoelectric ceramics, Academic press, London and New York, (1971).
- 3) S. Roberts, "Dielectric and Piezoelectric Properties of Barium Titanate", Phys. Rev., 71(12), pp. 890-895(1947).
- 4) T.R. Gururaja, "composite Piezoelectric transducer", IEEE Ultrasonic Symposium, (1980).
- 5) T. Furukawa et al, "Piezoelectric properties in the composite system of Polymers and PZT ceramics", J. Appl. Phys.50(7), (July 1979).
- 6) Brown et al, "Piezoelectric composite for underwater transducers", Ferroelectrics, Vol. 54, pp. 5-9, (1981).
- 7) L.E. Cross et al, "Piezoelectric composite Materials for ultrasonic transducer application", IEEE Trans. on sonic and ultrasonics, Vol. SU-32, No 4, PP. 481-498, (1985).
- 8) W.B. Harrison and S.T. Liu, "Pyroelectric properties of Flexible PZT Composites", Ferroelectrics, Vol. 27, pp. 125-128, (1980).
- 9) 일본 전기학회, "유전체 현상론", pp.153-201, (1976).
- 10) 이덕출외, "PZT/Epoxy O-3형 복합재료의 압전특성에 관한 연구", 대한전기학회지, Vol 36, No.7, pp.447-452, (1987).

6. 결 론

- (1) 복합 압전체의 유전상수는 압전세라믹스와 체적비가 증가함에 따라 지수함수적으로 증가하였다.