

1-3 형 압전복합재료의 제조 및 펄스 응답 특성

Pulse response characteristics and preparation of piezoelectric composite materials with 1-3 connectivity

김진수 <sup>0</sup>	인하대학원
김용혁	경원공진
김호기	한국과학기술원
이덕출	인하대학교

Jin-Soo Kim <sup>0</sup>	Inha Univ.
Yong-Huck Kim	Kyungwon T. Coll.
Ho-Gi Kim	KAIST
Deok-Chool Lee	Inha Univ.

Abstract

The aim of the study is to develop the processing technique of PZT/Polymer piezoelectric composite materials for ultrasonic transducer application such as biomedical probe and hydrophone. Piezoelectric composite of PZT and polymer with 1-3 connectivity patterns have been fabricated by dicing-filling method and extrusion forming method. In this study processing steps by extrusion forming method in the preparation of PZT/polymer piezoelectric composites are described. The PZT powder used in the study is commercial powder which is prepared by mixing PbO, TiO<sub>2</sub> and ZrO<sub>2</sub>. The binder, water and plasticizer are mixed with the PZT powder to form a slip. It is necessary to adjust the viscosity of slip according to the PZT rod diameters to be extruded. The electromechanical properties of the piezoelectric composites are characterized in terms of the thickness resonance mode. The pulse response characteristics by the ultrasonic transducer analyzer and oscilloscope are evaluated.

1. 서론

PZT 세라믹스는 초음파 변환기에 있어서 여러분야에 걸쳐 사용되고 있다. 그러나 정수압특성이 좋지않기 때문에 정수압하에서 사용되는 변환기로서는 제약이 따르게 되는 데 그 이유는  $dh = d33 + 2 d31$  으로 표현되기 때문이다. PZT의 d33 은 d31 의 반대부호를 가지는 두배크기를 갖게 되는데 따라서 1-3 접속도를 갖는 압전복합체를 제조하게 되면 d31 값을 낮추어서 결국 dh를 증가시킬수 있게 된다. 이러한 관점에서 압출성형방법을 사용하여 압전복합재료를 제조하고자 한다. 본 기법은 요약문에서 언급한 dicing - filling 기법에 의한 것보다 복합재료 제조과정 및 그 특성이 우수하며 초음파변환기분석기에 의한 펄스 응답도 아주 양호한 특성을 나타내고 있다. 따라서 초음파 변환기의 선동자로서 아주 적합하며 인체나 수중에 가까운 음향임피던스를 갖기 때문에 탐촉자로서 우수한 특성을 갖게 되리라고 생각된다.

2. 실험방법

2.1 PZT rod 제조

접속도기 1-3 형인 압전복합재료를 제조하기 위해서는 PZT rod 를 만들어야 하는것이 본연구 내용인 압출성형 방법의 제 1단계 실험과정이다.

우선 그림 1과 같은 압출성형장치를 제작하였으며 그림 2와 같은 공정에 의해 PZT 막대를 제조하였다. 그림 2의 공정은 설비미션 우선 상용(미국, GPI사) PZT powder 100 g 을 기준으로 하여 binder, water 그리고 plasticizer를 첨가비율도 취하여 잘 혼합한 후 그림 1의 압출성형장치에 넣어서 이 slip을 아래 방향으로 밀린 후 상온에서 24 시간 이상 충분히 건조시킨다. 다음에 sintering 을 위하여 길이 40 mm 정도로 자른후에 burn-out 시간을 고려하여 전기로에서 소결하게 되면 PZT막대를 얻게 되는것이다.

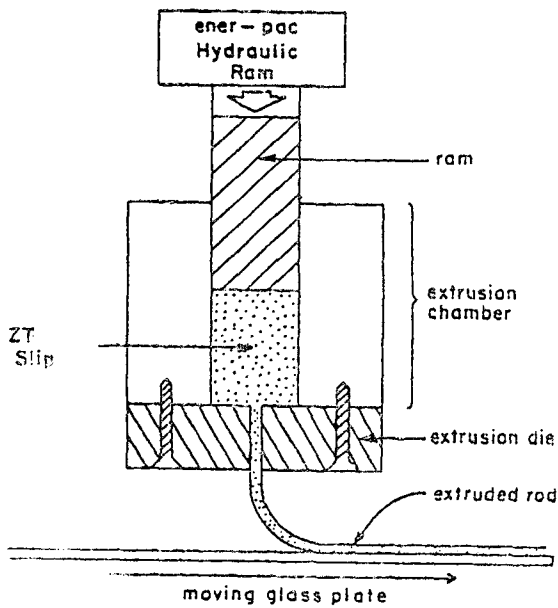


Fig.1 Extrusion forming apparatus of PZT rod

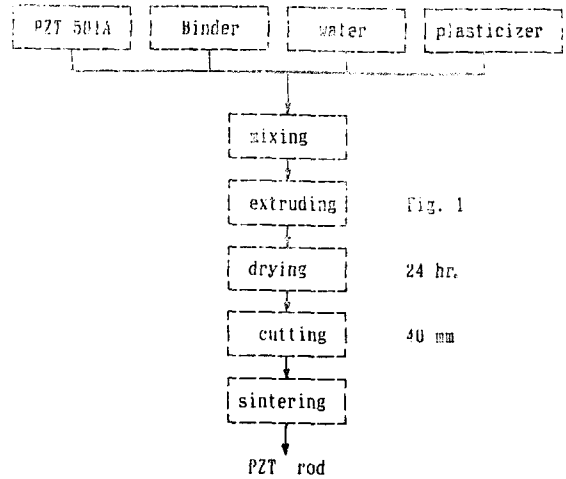


Fig.2 Manufacturing process of PZT rod by extrusion forming method.

2.2 압전복합재료 제조

그림 2와 같은 압출성형방법에 의해서 제조된 PZT 막대로서 1-3 형 압전복합재료를 제조하기 위한 공정도를 그림 3에 나타낸다.

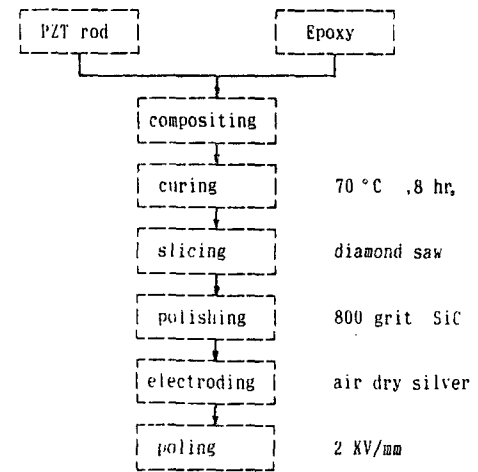


Fig.3 Manufacturing process of piezoelectric composite materials with 1-3 connectivity.

우선 PZT 박대를 상하 1조의 rack 에 배열한 다음 epoxy 를 혼합하여 복합화 한다. 다음에는 70 C 의 oven 에서 8 시간정도 경화시킨후 diamond saw 로 얇게 시르고 800 grit SiC paper 로 표면을 연마한다. 상온용 은전극을 비문후 80 C oil bath 내에서 2 kv/mm 의 전기로서 10 분동안 poling 을 하여 24 시간후에 측정을 하였다.

### 2.3 측정

유전 및 압전특성을 측정후 펄스 응답특성을 측정하기 위하여 그림 4와 같이 회로를 구성하였다.

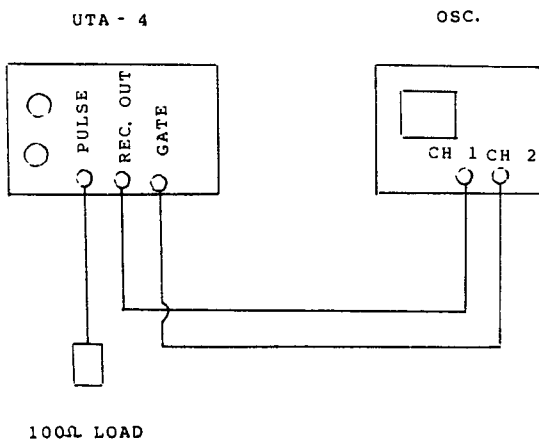


Fig.4 Measuring circuit of pulse response characteristics

### 3. 결과 및 고찰

압축상평방법에 의한 1-3 형 PZT/epoxy 압전복합재료의 시편 사진을 그림 5에 나타낸다.

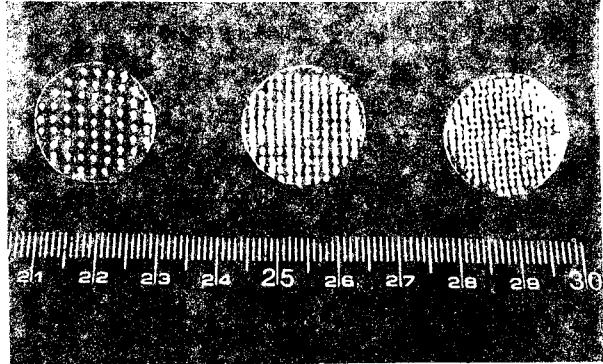
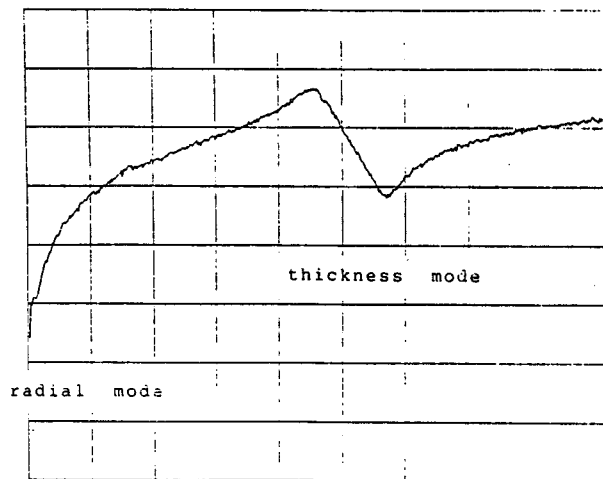


Fig.5 Photograph of 1-3 composite with PZT rods embedded in epoxy .

이 사진은 PZT 제작비를 세가지로 변화시켜 가면서 제조한 것이며, 단지 두께 방향진동만을 이용하기 위하여 1-3 접속도를 갖게 하였으며, 시편 두께가 1.57 mm 에 있어서의 spectrum analyzer 에 나타나는 공진특성을 그림 6에 나타낸다. 그림에서와 같이 두께 방향의 공진특성 만이 강하게 나타남을 알수 있다.



X: 200 KHZ/ div.

Y: 10 dB/ div.

Fig.6 Resonance spectrum of PZT/epoxy piezoelectric composites

다음은 이러한 공진특성에 의해서 나타나는 펄스응답특성을 그림 7에 나타낸다. 이는 그림 4의 회로도에서 ultrasonic transducer analyzer(UTA-4)에 의해서 시편에 가해진 펄스에 따라 시편에서 발생하는 driving signal 을 oscilloscope (TEK 2445A) 로 잡은 파형이다.

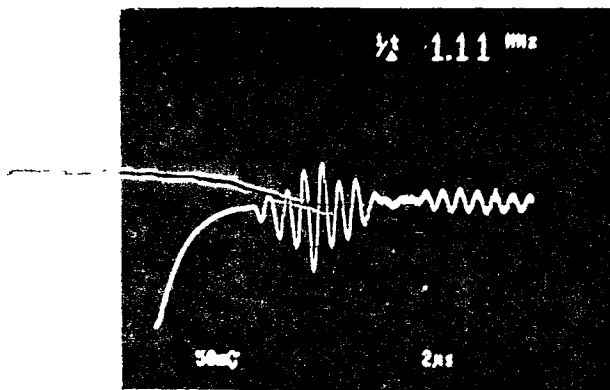


Fig.7 Photograph of pulse response characteristics

#### 4.결론

발전성이 우수한 PZT 세라믹스와 유연성이 우수한 고분자 epoxy 를 복합화한 1-3 접속도를 갖는 압전복합재료를 제조하였다. 제조기법에 있어서는 종전의 dicing-filling method 에 의한 것보다 본 연구에서 제시한 extrusion forming method 가 우수한 복합을 나타 내며 PZT rod 의 주기성에 있어서도 체적비에 따라 그조설이 자유롭게 된다. 펄스응답특성을 보면 시편에서 발생하는 driving signal 이 아주 양호하게 발신되고 있음을 알수 있다.

#### 참고 문헌

1. L.E.Kinsler et.al.; Fundamentals of Acoustics, 3rd ed., John Wiley&Sons, NY,(1982)
2. H.P.Savakus et.al.; "PZT-Epoxy piezoelectric transducers:A simplified fabrication procedure " Mat. Res.Bull. , Vol. 16, pp. 677 - 680,(1981)
3. 西山繁男 外;音響 振動工学, コロナ社, (1979)
4. R.E.Newham et. al.; "Composite piezoelectric sensors",Ferroelectrics,Vol.60, pp. 15-21,(1984)
5. F.A.Gerber et. al. ;"Methods of measurement of the parameters of piezoelectric vibrators" Proc. of IRE , pp. 1731-1737,(1958)
6. 岡崎 隆;セラミク誘電体工学, 3版, 学献社, (1983)
7. T.R.Gururaja et. al. ;"High frequency applications of PZT/Polymer composite materials" , Ferroelectrics, vol. 39, pp. 1245-1248,(1981)