

# Attrition milling법에 의해 제조된 PNW-PMN-PZT 세라믹스의 유전 및 압전 특성

오 영광<sup>1</sup>, 류 주현<sup>1</sup>, 윤 현상<sup>2</sup>, 정 영호<sup>3</sup>  
 세명대학교<sup>1</sup>, 국제대학<sup>2</sup>, 충주대학교<sup>3</sup>

**Abstract :** In this study, microstructural and piezoelectric characteristics of PNW-PMN-PZT ceramics manufactured using attrition milling method were investigated. Sintering temperature of the ceramics was varied from 980°C to 1100°C. At the specimen sintered at 1100°C, mechanical quality factor(Qm) and dielectric constant showed the maximum values of 2,373 and 1438, respectively. At the specimen sintered at 1080°C, electromechanical coupling factor(kp) also showed the maximum value of 0.524.

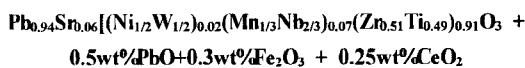
**Key Words :** Particle Size, Attrition Mill, Piezoelectric Transformer

## 1. 서 론

고출력 압전 변환기에 사용되는 압전 세라믹스는 높은 에너지 변환을 위해서 전기기계결합계수가 커야 하며, 발열에 의한 온도상승을 억제하기 위하여 높은 기계적 품질계수가 큰 것이 바람직하다. 그중 Pb(Zr,Ti)O<sub>3</sub> (PZT)계 압전 세라믹스는 우수한 유전 및 압전특성과 온도 안정성이 좋아 광범위하게 응용되고 있다. 하지만 PZT계 세라믹스의 광범위한 응용에도 불구하고 일반적으로 1200°C에서 소결하는 PbO는 1000°C에서 급격히 휘발하는 성질 때문에 환경적으로나 인체의 건강 문제로 전 세계적으로 그 사용량을 제한하고 있는 실정이다. 이러한 PbO의 휘발로 인한 문제점을 줄이고자 저온소결 방법이 많이 연구되어지고 있다. 저온소결 방법에는 다른물질 을 치환하여 소결온도를 낮추는 방법과 미세분말을 만들어 그레인사이즈를 줄이는 방법들이 있다. 특히 attrition mill은 일반적인 ball mill에 비해 분말의 입도를 미세하게 할 수 있어 분말의 비표면적이 증가하게 된다. 이때 증가된 비표면적에 의하여 반응을 촉진시키게 되기 때문에 낮은 온도에서도 소결이 가능한 압전 세라믹스를 제작 할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 하소된 시료들을 attrition mill을 사용하여 미세분말을 만든 후 일반적인 소결방법으로 소결온도에 변화를 주어 이에 따른 유전적, 미세구조적 및 압전적 특성에 미치는 영향을 고찰하였다.

## 2. 실험

본 실험은 다음의 조성식에 따라 일반적인 산화를 혼합법으로 시편을 제작하였다.



위의 조성을 10<sup>-4</sup> 까지 칭량하였고 아세톤을 분산매로 사용하여 24시간 1차 ball mill을 하였다. 건조후 850°C에서 2시간 하소 하였으며, 하소 후 Attrition Mill을 이용하여 5시간 혼합 분쇄 하였다. 건조 후 2g을 취하여 입도분석을 하였으며, 나머지 시료는 PVA (5wt% 수용액)을 첨가하여 1[ton/cm<sup>2</sup>]의 압력으로 성형하였다. 소결 후 특성측정을 위해 1mm로 연마하고, Ag 전극을 도포하여 600°C에서 10분간 열처리 하였다. 전극이 형성된 시편을 120°C의 실리콘 오일에서 30[kV/cm]의 직류 전계를 주어 30분간 분극 후 24시간 뒤 특성을 측정하였다.

## 3. 결과 및 검토

그림 1.은 하소가 끝난 시료와 5시간 attrition mill한 시료의 입도크기의(particle size) 분포도이다. 1차 ball mill후 하소가 끝난 시료의 입도는 상당히 넓게 분산 되어져 있으며 입자의 크기도 상당히 큰 반면, attrition mill을 한 시료의 입도는 분포가 좁고 크기도 평균 0.46µm로 작은 입자를 가지고 있다.

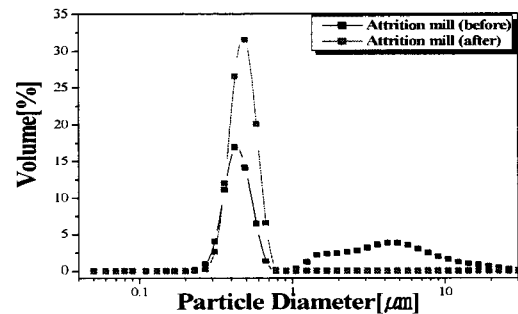


그림 1. Attrition mill 사용에 따른 입도분포.

Fig. 1. Particle size distribution according to Attrition Mill

표 1. 시편의 물성

Table 1. Physical characteristics of specimens.

Milling method	Sintering Temp.[°C]	Density [g/cm <sup>3</sup> ]	Dielectric constant	k <sub>p</sub>	Q <sub>m</sub>
attrition	980	7.748	1328	0.518	1936
	1020	7.763	1307	0.506	2053
	1080	7.759	1382	0.524	2238
	1100	7.745	1438	0.493	2373
ball	1200	7.68	1680	0.523	1814

## 4. 결론

Attrition Mill한 시편이 일반 불밀한 시편보다 소결온도를 하강시킬 수 있었고, 기계적품질계수(Qm)를 더욱 향상 가능하였다.

## 참고 문헌

- [1] 오동원; 류주현 Journal of the Korean institute of electrical and electronic material engineers ,v.15no.7,2002 ,pp.602