

# 압전체를 이용한 약품 분사용 초음파 분사노즐 시스템

고재석, 김용현, 최승철  
아주대학교 재료공학과

## Ultrasonic Spray Nozzle System with Piezoelectric Device for Chemicals Dispersion

Jea Seok Koh, Yong Hyun Kim, and Seung Chul Choi

Department of Materials Science and Engineering, Ajou University, Korea.

### Abstract

A new type of ultrasonic spray nozzle was fabricated with piezoelectric devices. The spray nozzle was designed for the chemicals dispersion in the water purification bath. The piezoelectric properties in ultrasonic spray nozzles were optimized for the better dispersion of chemicals for purification process. Ultrasonic spray nozzle was packaged in metal case with silicone resin for the water proof application.

### 1. Introduction

초음파는 인간의 가청주파수 보다 높은 대략 20kHz 이상의 음파를 칭하며, 산업 전반에 걸쳐 매우 광범위하게 활용되고 있다.<sup>1)</sup> 압전 세라믹 재료를 이용한 여러 가지 초음파 장치들이 연구되고,<sup>2)</sup> 많은 이론들도 정립이 되었다. 본 연구에서는 압전 세라믹스를 이용하여 초음파 진동자를 제조하고 이를 이용하여 고성능, 고효율의 초음파 약품 분사 노즐을 개발하여 이용하는 물의 정화 과정에 적용하는 연구를 진행 하였다.<sup>3)</sup>

### 2. Experiment

본 실험에서 사용한 PZT 압전체는 1250°C에서 4°C/min 승온 속도로 5시간 동안 소결하였다. 소결된 시편을 스크린 인쇄법으로 Ag 전극을 도포 후 120°C에서 3.5 kV/mm의 직류 전압으로 30분간 분극 처리하였다. 시편의 압전특성은 IRE STANDARD(1957)에 근거하여 LF Impedance Analyzer를 이용하여  $d_{33}$ ,  $K_p$ ,  $Z_r$ ,  $\text{Loss tan}$  등을 측정하였다. Fig 2. 에 설계한 초음파 약품 분사노즐의 측면, 단면도를 나타내었다. 분사 약품은 노즐 내부를 통과하는 오리피스로 공급되며, 약품의 분사효율을 높이기위해 외각을 감싸는 트로이달 타입의 압전체를 통하여서 초음파로 약품을 분사 시켰다. Fig 3(a).은 패키징된 분사노즐의 설계도를 나타내었다. 실제로는 Fig3(b) 와 같이 packaging 하였다. 외부는 Al 6061로 케이스를 만들었고, 실리콘 고무로 방수처리를 하였으며, 실리콘 고무와 o-ring을 이용하여서 노즐을 Al 케이스 내에 고정시켰다. 환경 분야 실험으로 수중에서 정수장 혼화지에서 실제 사용하는 약품인 폴리염화알루미늄(PAC)용액을 수중에서 분사하여 약품의 입자를 PSA (Particle Size Analyzer)를 이용하여 측정하였으며, 약품 처리후 탁도, 일반 세균 및 대장균 제거 효율을 측정하였다.

### 3. Results and Discussion

본 연구에서 사용한 압전체는 Impedance Analyzer를 이용하여 세라믹 압전체의 두께 변화에 따른 물성치  $d_{33}$ ,  $K_p$ ,  $Z_r$ ,  $\text{tan}$  등을 Table. 1 에 나타내었다. Fig 4. 에는 압전세라믹을 노즐에 탑재한 초음파 분사 노즐 시스템의 약품 분산효과를 확인하기 위해 검은 잉크를 수중에 초음파 발진

분산 시킨 것이다. 초음파 무 발진분사 시 물속에서 약품의 분산이 늦으나, 초음파 발진 분사 시 약품의 분산속도가 현저하게 빠르고 약품이 미세하게 분산됨을 관찰할 수 있었다. Fig 5.는 초음파를 대기중과 수중에 초음파 발진 분사 시 세라믹과 노즐의 온도변화를 나타낸 것이다. 수중에 분사 시 세라믹과 노즐의 온도가 적당한 온도에서 안정화 되어 초음파 진도에 의한 피로현상이 없는 신뢰성 있는 발진상태가 관찰되었다. 환경분야 실험 결과로서 Fig 6(a)는 수중에서 약품 분사하여 약품의 입자를 PSA (Particle Size Analyzier)를 이용하여 측정하였다. 초음파를 분사시킬 경우 입자가 미세화 되어 초음파 무발진 상태와 비교하여 약품분사의 효율이 높음을 짐작할 수 있다. Fig 6.(b)는 정수장 혼화지에 초음파 약품 분사 장치를 적용하여시킨 결과, 대장균의 제거 효율을 나타내었다. 초음파 발진 분사 시, 무 발진과 약품 분산과 비교하여 대장균의 제거 효율이 현저하게 높아졌다. 본 연구에서 개발한 초음파 수중 분사 시스템이 성공적으로 작동됨을 확인 할 수 있는 결과 였다.

#### 4. Conclusion

압전 세라믹스를 이용하여 새로운 약품 분사형 초음파 분사노즐을 패키징하여 분사장치를 개발하였다. 성능 및 신뢰성을 실험한 결과 초음파 발진으로 기존의 방식보다 미세한 용액의 입자들을 분사하였으며 약품의 분산 효율을 극대화시켜 환경 정화 시스템에 적용한 결과로 대장균 제거효율이 월등히 높은 분사 성능을 나타내었다.

#### References

- (1) Lechler Gmbh & Co, KG Catalogue. Metzingen, Germany.
- (2) L. Cheng "Collection of airborne Dust by Water Dust with Electrostatically Charged Fog Devics" IEEE/TAS, pp. 982-986 (1982)
- (3) Jacob Shaporo, Radiation Protection, 3rd Ed., Harvard University Press, pp. 21-54 (1990)

Table. 1 Specification and Electronic Properties

Sample \ Prop.	$t$ (mm)	$Fr$ (KHz)	$Zr$ ( $\Omega$ )	$Fa$ (KHz)	$C$ (pf)	$Qm$	$d_{33}$ ( $10^{-12}$ m/V)	$Kp$ (%)
1	3	56.2	17.95	65.85	380	1529	355	52.05
2	4	56.23	18.56	66.06	378	1465	351	58.05
3	5	55.55	16.91	65.48	369	1638	366	60.02
4	6	56.33	18.05	66.12	379	1506	340	60.34

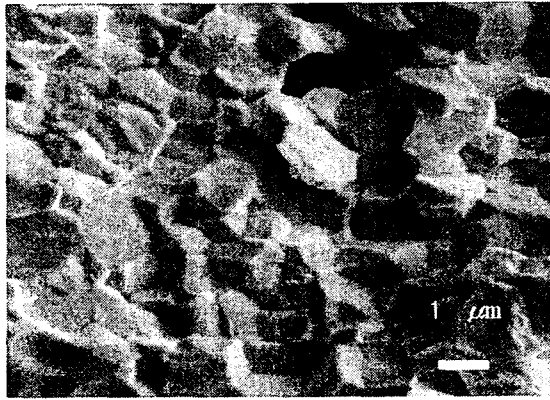


Fig 1. SEM photographs of sintered specimen

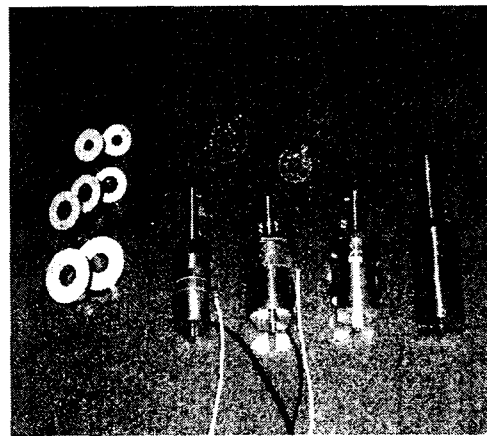
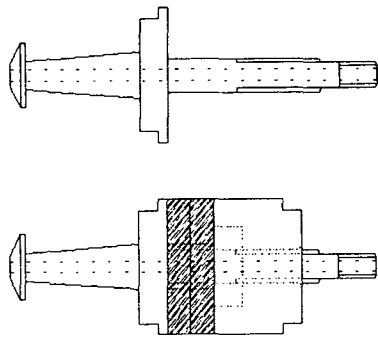


Fig 2. (a) The Structure of Spray Nozzle (b) Piezoelectric Ceramics and Nozzles

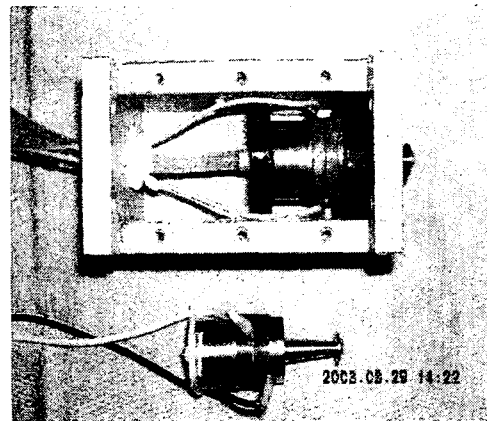
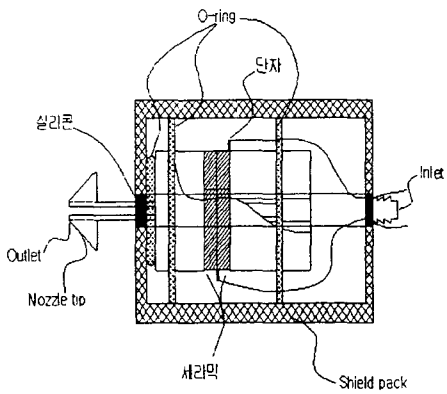


Fig 3. (a) The Packaged Spray Nozzle (b) Side View of The Nozzle and Packaging

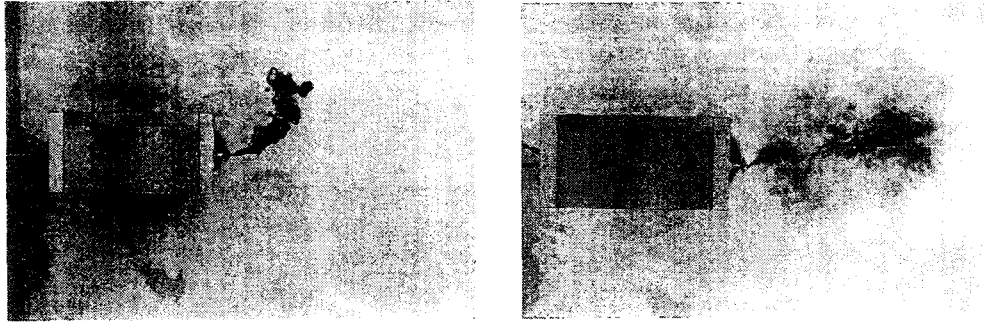


Fig 4. (a) 초음파 무발진 수중 약품분사 (b) 초음파 발진을 이용한 수중 약품분사

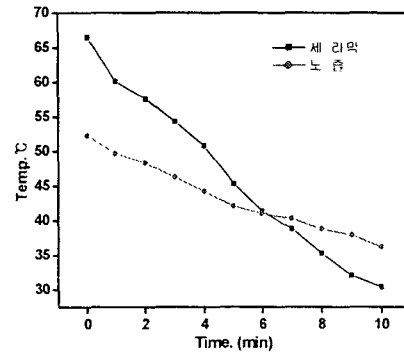
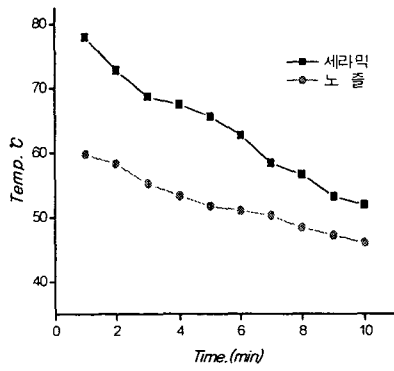


Fig 5. (a) 대기중 초음파 발진시 노즐의 온도변화 (b) 수중 초음파 발진시 노즐의 온도변화

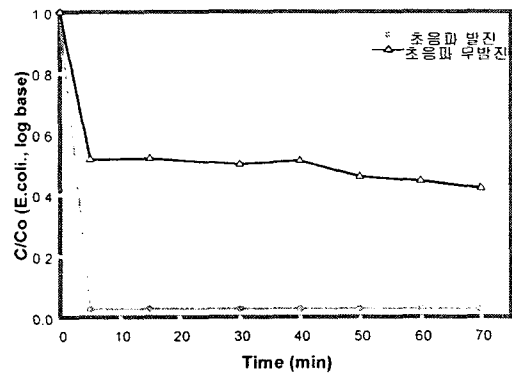
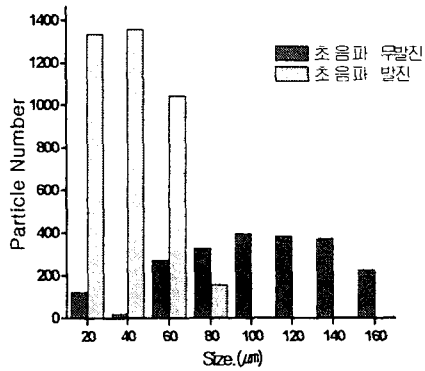


Fig 6. (a) 초음파 발진 여부에 따른 분사약품의 입자크기 변화

(b) 대장균 제거 효율