

## 초음파 노즐의 최적 구동 특성

김화수, 이상호, 황락훈, 류주현, 김국진  
세명대학교

### Optimum Driving Characteristics of Ultrasonic Nozzle

Hwasoo Kim, Sangho Lee, Lakhoon Hwang, Juhyun Yoo, Kookjin Kim  
Semyung Univ.

**Abstract :** In this paper, ultrasonic nozzle and driving circuit were manufactured, respectively. And then, their electrical properties were investigated. Ultrasonic nozzle was fabricated using PSN-PMN-PZT ceramics showing excellent piezoelectric characteristics. In order to drive ultrasonic nozzle, PWM controller(KA3525A) was used. The purpose of this study is to find the optimal driving condition of ultrasonic nozzle. Accordingly electrical and temperature characteristic of ultrasonic driving system were investigated as a function of the input voltage.

**Key Words :** Ultrasonic Nozzle, Ultrasonic Nozzle Driving Circuit, PSN-PMN-PZT

#### 1. 서론

초음파를 사용하여 액체연료를 분무할 시에 균일한 입경과 미립화가 우수하며 조용한 분무화가 얻어지는 장점이 있다. 에너지 절약과 공해방지뿐 아니라 유속이 낮은 곳과 공급 유량이 적은 곳에서도 이용할 수 있기에 의약품도포공정, 반도체 제조공정, 보일러 연료 연소 등의 여러 산업에 응용이 가능하다. 초음파 노즐은 입력 주파수에 상당히 민감한 변화를 보여 구동에 필요한 정확한 주파수 공급이 중요하다. 따라서 본 실험에서는 우수한 압전 특성을 보이는 PSN-PMN-PZT 세라믹스 조성으로 제작한 초음파 노즐 구동회로를 설계하고 최적의 분무 조건을 찾기 위해 입력전압 변화에 따른 초음파노즐의 전기적 특성과 온도특성을 조사하였다.

#### 2. 실험

##### 2.1 초음파 진동자의 특성

초음파 노즐의 구동시 기계적인 진동을 이용하므로 많은 열을 발생시켜 노즐의 표면 온도가 상승하여 세라믹 진동자에도 그 영향을 미치게 되어 열적 열화 현상이 일어날 수 있기에 높은 큐리온도를 가지는 세라믹 진동자가 필요하다.

초음파 노즐에 요구되어지는 중요한 상수인 전기기계 결합계수와 기계적 품질계수를 표 1에 나타내었다. 표 1에서 알 수 있듯이 초음파 진동자로서 요구되어지는 제반 특성들이 우수하였다. 이 조성을 이용하여 진동자를 일반적인 고상반응법으로 제조하였으며, 압전 진동자의 크기는 두께 4mm, 외경 30mm, 내경 12mm의 ring형으로 제작하였다. 또한 전기기계 결합계수 및 기계적 품질계수등과 같은 특성을 조사하기 위하여 Impedance Analyzer (Agilent 4294A)로 공진 및 반공진 주파수를 측정하여 계

산하였다.

표 1. PSN-PMN-PZT 세라믹스의 특성

Dielectric constant	$k_p$	$Q_m$	$E_c$ [kV/cm]	$T_c$ [°C]	Grain size[um]
1228	0.555	1214	12.06	332	1,79

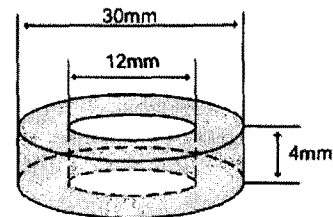


그림 1. ring형으로 제작된 초음파 노즐의 압전 진동자.

##### 2.2 회로의 동작특성

초음파 노즐 구동회로의 출력도를 그림 2에 나타내었다. 초음파 노즐의 구동 주파수가 43[kHz] 부근이기에 입력전원을 DC를 사용하였으며, 이를 제어회로에서 펄스발진 전용 IC인 Voltage-Mode PWM Controller KA3525A를 이용하였다. 구동펄스를 발진 시켜 입력전원을 42~44[kHz]로 타래 발진 식으로 스위칭 시켰다. 이를 Push-Pull방식의 권선형 변압기를 사용하여 교류파형을 얻어 초음파 노즐을 구동시켰다.

제작된 초음파 노즐 구동전압은 300V이상의 높은 전압에서 구동되므로 높은 송압률을 가진 3:100의 권선형 변압기를 사용하여 낮은 입력전원으로 구동가능하게 제작하였다. 또한, 초음파 노즐은 입력주파수에 상당히 민감하므로 42~44[kHz]로 가변 할 수 있도록 하여 적절한 주파수

를 초음파 노즐에 입력시켰다. 그림 3은 실제 초음파노즐을 구동하였을 때의 파형을 나타내고 있다.

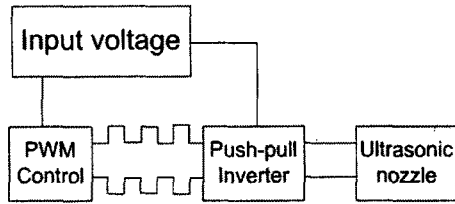


그림 2. 초음파 노즐 구동회로의 블록도.

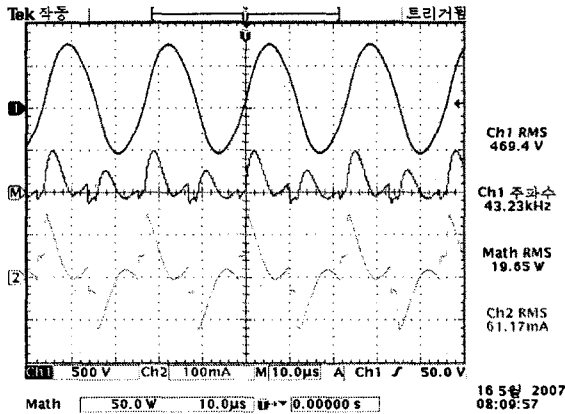


그림 3. 초음파 노즐 구동 파형

### 2.3 입력전압에 따른 초음파 노즐의 구동 특성

본 실험에서는 초음파 노즐을 하양분무가 가능하도록 구조를 위에 설치하고 동일한 유속에서 입력전압 변화에 따른 전기적 특성과 온도특성을 조사하였다. 각각 입력전압에서 1시간 정도 구동하였을 때의 특성 값을 조사하였으며 입력 전압 상승에 따른 구동주파수를 조절하였다.

### 3. 결과 및 고찰

구동회로의 입력전압을 12~20V까지 입력시켰다. 구동회로의 입력전압이 높아지면 회로의 1차 전류가 높아짐으로 구동회로에 발열 등의 문제점이 있다.

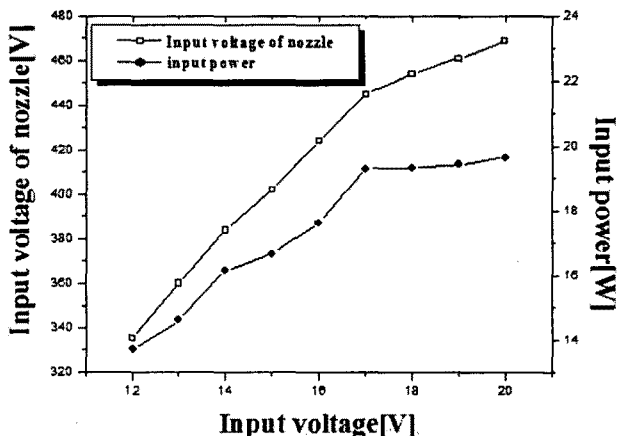


그림 4. 초음파 노즐의 입력전압과 출력전력

입력전압을 20V로 인가하였을 때 1차 전류가 2A정도이므로 구동회로의 입력 전압은 최대 20V까지 사용하였으며 초음파노즐에 인가되는 전압은 약 469V이다. 그림 4와 같이 입력전압이 상승할수록 초음파 노즐에 인가되는 전압과 출력 전력은 상승하였다. 그림 5는 입력전압에 따른 주파수와 온도특성을 나타낸 것이다. 입력전압이 증가함에 따라서 초음파 노즐의 온도상승으로 인하여 구동주파수가 감소하였다.

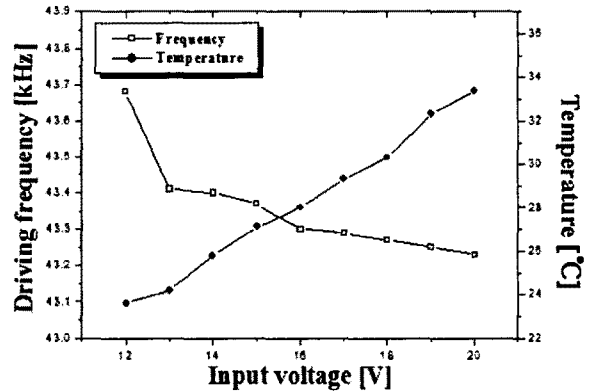


그림 5. 초음파 노즐의 구동주파수와 온도특성

### 4. 결론

본 실험은 초음파노즐과 구동회로를 제작하여 초음파노즐 구동시 입력전압에 따른 전기적 특성과 온도특성을 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 입력전압이 상승하면 초음파노즐의 온도상승에 의해 구동주파수가 변화하므로 최적의 분무조건을 갖기 위해서는 입력전압에 따른 구동주파수 가변이 필수적이다.
2. 초음파 노즐은 주파수에 매우 민감하므로 높은 입력전압을 초음파 노즐에 가할시 정확한 구동주파수 입력하지 않으면 돌입전류로 인하여 구동회로의 MOSFET이 파괴되기 때문에 낮은 입력전압에서 서서히 증가시키는 것이 필요하다.
3. 초음파 노즐의 최적 분무조건을 얻기 위해서는 분무입자의 크기, 액적수의 분포상태, 분무량 조사가 필요할 것으로 사료 된다.

### 감사의 글

본 연구는 한국과학재단에서 시행하는 특정기초사업(과제번호 : R01-2006-000-10120-0)으로 진행되었으며 이에 감사드립니다.

### 참고 문헌

[1] Gyu-bum Joung, Jin-hong Kim, "Soft Switched PWM Converter Controlled by PWM IC", KPE Power Electronics annual conference, pp. 168~171, 2000.  
 [2] Berger H. L. "Characterization of a Class of Widely Applicable Ultrasonic Nozzle", Proc. 3rd Inter. Con. on Liquid Atomization and Spray systems(ICLAS-85), 1985.