

## Horn 형태가 초음파 분무기 특성에 미치는 영향 (Effect of Horn Shape on the Characteristics of Ultrasonic Spray Nozzle)

김진, 조봉희\*, 김영호

수원대학교 전자재료공학과

\*수원대학교 전기공학과

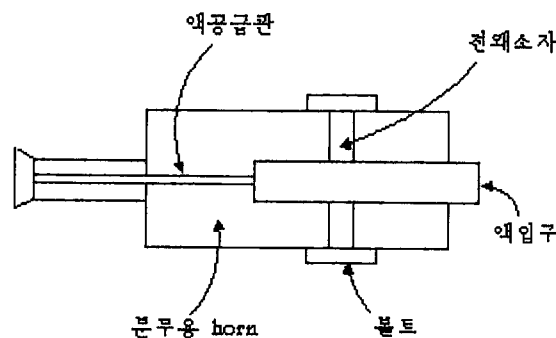
초음파 분무는 어떤 액체에 일정한 주파수와 출력을 갖는 초음파 진동을 가하여 그 진동에너지에 의해 분열시키는 것으로 주파수에 따른 액 입자의 크기 제어가 용이하고 조용하며 장치가 간단하다는 장점 때문에 최근 연구가 급속히 진행되고 있다<sup>(1)</sup>.

초음파 분무기는 초음파 발진회로와 초음파 노즐로 구성되어 있으며 또한 초음파 노즐은 아래 그림과 같이 초음파 진동자, horn 및 액체공급부로 구성된다. 초음파 발진회로에서 공급되는 전기적 에너지는 초음파 진동자에 의해 초음파 진동에너지로 변화되며 이 에너지는 horn에 의해 진폭이 확대되고 horn 선단에서 큰 출력을 갖게 되어 공급된 액체는 이 에너지에 의해 분열되어 분무되는 것이다.

이때 사용되는 horn에는 원추형(conical type), 지수함수형(exponential type), 계단형(step type)이 있으며 각각의 horn 형태와 재질, horn에 공급되는 초음파 주파수에 따라 분무량, 분무입경, 분무거리등에 영향을 미치게 된다.

본 연구에서는 비교적 저주파수의 초음파에서 큰 출력을 낼 수 있다는 점에서 Langevin type<sup>(2)</sup> 진동자를 선택하고 공진주파수가 각각 20 kHz, 40 kHz 두가지 종류로 선택 설계 제작하였다. 또한 horn은 원추형<sup>(3)</sup>, 계단형 및 원추형 + 직봉의 형태인 복합형의 3가지 type을 기본으로 하고 각각의 horn 끝에 부가 질량을 가한 형태로 구분 설계 제작하였다.

이렇게 제작한 Langevin type 초음파 노즐(계단형+부가질량)의 개략도는 다음과 같다.



이렇게 제작된 초음파 노즐에 대하여 각각의 공진주파수, 공진저항, 정전용량, 전기기계 결합계수 및 기계적 품질계수 등의 전기적 특성을 측정하였으며 이때 사용된 장비는 Hewlett Packard 社の IMP/GAIN PHASE ANALYZER 이다.

또한 구동시의 동작주파수, 최대 입력전압을 측정하였으며 여러 형태의 horn이 부착된 초음파 노즐에 물을 공급하여 분무량, 분무거리 및 분사각을 비교하고 MALVERN社 series 2600 DROPLET AND PARTICLE SIZE ANALYZER 를 이용하여 분무입경을 측정하였다.

Step type의 경우 부가질량 유무에 관계없이 기계적 품질계수가 매우 크고 최대입력 전압이 낮은 것을 확인할 수 있었으며, 이는 전왜진동자에 흐르는 전류가 매우 작다는 것을 감안하면 가해진 입력에 대한 소모전력이 작다는 것으로 그만큼 효율이 높다는 것을 의미한다. 이는 같은 조건하에서의 분사특성 조사에서도 알 수 있는 바와 같이 분무량이 많고 분무거리가 길며 예리한 분사각과 작은 입경을 가지는 것으로도 확인되는 바와 같이 같은 입력에 대한 초음파 출력이 상대적으로 큰 것으로 사료된다. 또한 초음파 공진주파수가 증가되면 액입경이 작아짐을 확인할 수 있었다.

이와 같은 연구를 통하여 여러 용도의 초음파 분무기에 적용가능한 초음파 노즐 제작의 핵심기술의 제공이 가능해졌으며 또한 더 나아가 초음파 분무기구(ultrasonic spray mechanism)<sup>(4)(5)</sup> 규명 및 분무성능 개선 등의 연구에 큰 기여를 할 수 있으리라 기대된다.

#### 참고 문헌

1. Topp, M. N. and Eisenklam, P., Ultrasonics. 10-3 (May-1972) 127~133
2. Langevin, P., J. de Physique 4 (1923) 537
3. Ensminger, D., JASA, 32-2 (1960) 194~206
4. Sirotiyuk, M. G., Sov. Phys. Acoust., 8-1 (1962) 91~92, 8-2 (Dec.-Nov. 1962) 165~169, 11-3 (Jan.-Mar. 1966) 318~322
5. 拔山·棚澤, 日機論, 4~14 (昭 13-2) 86, 5~15 (昭 13-5) 138, 5~18 (昭 14-2) 63, 5~18 (昭 14-2) 68