

스텝 모터 및 투웨이 밸브 제어를 이용한 단일 액적 반복 생성

배 민 가 · 이 충 훈*

서울과학기술대학교기계자동차공학과

A Repeatable Single Droplet generation with Step Motor and Two Way Valve Control

Minki Bae · Choonghoon Lee*

*Department of Mechanical and Automotive Engineering, Seoul National University of Science and Technology**

Key words : single droplet generation (단일액적), repeatable generation (반복생성), step motor (스텝모터), two-way (투웨이), hydraulic head difference (수두차)

* 교신저자, E-mail: chlee5@seoultech.ac.kr

액적 발생기는 내연 기관, 로켓 등과 같이 주로 액체 연료를 사용하는 연소기에서 액적의 분열, 충돌, 증발, 연소 등의 특성을 연구하는 장치로 주로 사용된다. 대기 환경 오염 메커니즘을 이해하기 위해 에어로졸 거동과 관련된 연구에도 액적 발생기를 사용하고 있다. 반도체 생산을 위한 청정실은 고도로 정밀하게 청정도를 유지 및 관리가 요구됨에 따라, 청정실 오염 정도를 정확하게 측정할 필요가 있다. 따라서, 청정실 오염도를 측정하기 위한 표준 측정 장비의 검정을 위해 동일 크기의 액적을 발생하는 장치가 필요하다. 액적을 생성하는 방법은 dripping, continuous generation, drop-on-demand (DOD) 의 3 가지로 분류할 수 있다. Dripping 방법은 노즐 끝단부에 매달린 액적에 작용하는 중력과 표면 장력의 상호 작용에 의해 액적을 생성하며 액적 생성 빈도수가 작다. Dripping 방법은 액체의 표면 장력과 contact angle 측정에 주로 사용된다. Continuous droplet generation 방법은 액체에 압력을 가하여 동일 크기의 액적을 일정한 빈도수로 생성한다. 이 방법은 액적의 속도가 빠르고 생성 빈도수가 높아, 고속 기류 속의 액적 분열 메커니즘 연구, 액적의 벽면 충돌시 deformation and breakup 특성 연구, 액적 충돌에 의한 액적 collision and coalescence 등의 연구 등에 활용되고 있다. DOD 방법은 압전 소자 등을 활용하여 일정 시간 동안 액체에 압력을 가하여 액적을 생성하는데, 일정 체적의 액적 또는 단일 액적을 원하는 타이밍에 생성할 수 있다. DOD 에 의한 단일 액적 생성 기술은 액적의 벽면 충돌 관련 연구, 액적의 증발 및 연소 특성 연구 그리고 automatic titration 등과 같이 시약 공급 정밀 제어에 활용될 수 있다. 본 연구에서는 단일 액적을 반복하여 생성할 수 있는 장치를 개발하였다. 실린더 내의 액체를 피스톤으로 밀어 노즐 출구로부터 액적이 생성된다. 단일 액적 생성을 반복하기 위해서 액적 생성, 실린더 내로의 액체 공급, 실린더 내로의 액체 공급 과정에서 노즐 출구를 통한 외부 공기 유입 차단 방법 등을 개발하였다. 노즐 출구를 통한 실린더 내로의 공기 유입 방지를 위해 실린더와 액체 공급 reservoir 간의 공급 공급 통로에 two-way solenoid valve를 설치하였다. 솔레노이드에 공급되는 전류 크기를 PWM (pulse width modulation) 제어함으로써 급작스러운 밸브 열림을 방지하였고, 이 방법 노즐 출구를 통한 실린더 내로의 공기 유입을 차단할 수 있었다. Two-way solenoid valve구동 전류의 PWM 제어는 반복적인 단일 액적 생성이 가능하도록 하였다. 노즐 직경과 nozzle 출구와 액체 reservoir 간의 수두 차 Δh 를 고정시킨 조건에서 단일 액적 생성 실험을 반복하여 수하였다.