

# 유체의 물성에 따른 자기변형 잉크젯 헤드의 토출특성 연구

## Study on Jetting Performance of Magnetostrictive Inkjet Head According to Fluid Properties

\*유재현<sup>1</sup>, #박영우<sup>2</sup>

\*J. H. Yoo<sup>1</sup>, #Y. W. Park(ywprak@cnu.ac.kr)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 메카트로닉스공학과

Key words : Magnetostriction, Inkjet head, Jetting performance, Fluid

### 1. 서론

잉크젯 프린팅 기술은 디스플레이, 전자/광학 소자에서부터 바이오 분야까지 다양한 분야에 적용되고 있다. 특히, LCD 제조 공정에서 ODF (One Drop Fill) 공법이나 고분자 OLED 증착 공정, 바이오칩의 Microarray 공정 등은 잉크젯 양산 장비개발이 진행 중이거나 이미 잉크젯 공정을 적용한 제품이 생산되고 있다.[1] 잉크젯 기술을 이용하여 제품 공정에 응용하려는 시도는 다양한 분야에서 이루어지고 있으나 실제 양산에 적용되기까지는 수많은 요소기술의 개발이 필수적이다. 그 중에서도 잉크젯 공정의 핵심기술은 헤드 기술로 잉크젯 헤드의 성능을 향상시키기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 기존 헤드 기술에서 열전사(Thermal)방식과 정전기력(Electrostatic) 방식은 열과 높은 전압으로 인해 유체의 변성의 문제점을 가지고 있고 피에조(Piezo) 방식은 구동력의 한계와 힘 조절의 어려움으로 다양한 크기의 액적을 형성하지 못하는 문제점이 있다. 자기변형 잉크젯 헤드는 인가되는 자기장에 의해 액적을 형성하여 열이나 높은 전압에 의한 유체의 변성이 없고 피에조보다 우수한 재료의 특성을 활용하여 구동력의 한계나 힘 조절의 어려움으로 인한 다양한 크기의 액적형성의 문제점을 해결할 수 있다.

본 연구에서는 새로운 구동방식의 잉크젯 헤드 기술인 자기변형 잉크젯 헤드를 이용하여 다양한 유체의 물성에 따른 토출특성을 분석하였다.

### 2. 실험장치의 구성

Fig. 1은 자기변형 잉크젯 헤드 (M-Jet)에서 토출되는 액적의 형성과정을 측정하기 위한 실험 장치의 구성을 보여준다. M-Jet의 제어는 Labview 기반의 프로그램을 개발하여 사용하였으며 입력

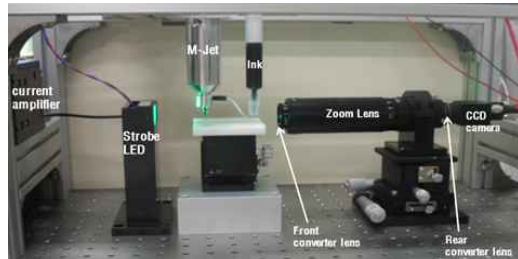


Fig. 1 Experimental setup

파형은 High-speed Multifunction DAQ module인 NI USB-6251를 통해 생성되었다. 생성된 M-Jet의 구동파형은 전류앰프로 전류를 증폭하여 입력신호로 들어가게 된다. M-Jet에서 토출되는 액적의 측정은 CCD camera (Sony ICX414AQ, Cell Size 9.9 x 9.9 mm) and zoom lens (VSZ-M07545, x0.75 ~ x4.5), Rear Converter Lens (SV-2.0X, x2.0), Front Converter Lens (VSZ-M20X, x2.0)를 사용해 최대 x18 배율로 확대가 가능하여 수 ~ 수백 um 크기의 액적 이미지 측정이 가능한 시스템을 구축하였다. M-Jet 노즐의 직경은 150 μm 이다.

### 3. 실험 방법 및 결과

Table 1은 실험에 사용된 3가지 유체의 물성을 나타낸다. 자기변형 잉크젯 헤드를 이용하여 물과 수성잉크, 전도성잉크의 토출특성을 분석하였다.

Table 1 Fluid properties used for experiments

Properties Fluids	Density (kg/m <sup>3</sup> )	Viscosity (cps)	Surface tension (dynes/cm)
Water	998.2	1	73
Water based ink	1052	3.09	33.3
Conductive ink	107000	12	31

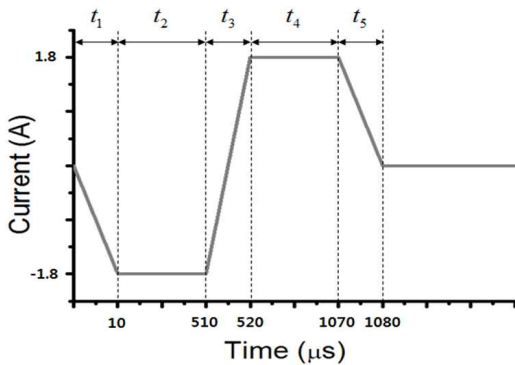


Fig. 2 Driving waveform used for M-Jet

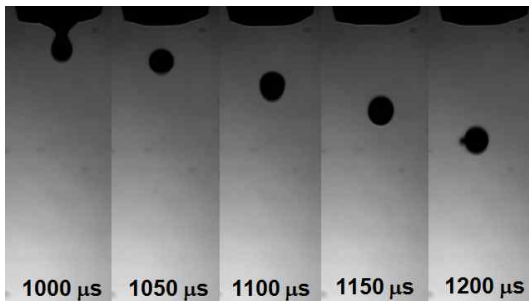


Fig. 3 Droplet formation process : water

Fig. 2는 실험에 사용된 기본 구동파형을 보여준다. M-Jet에서 안정적으로 액적이 형성될 수 있도록 실험을 통해 구동파형의  $t_1 \sim t_5$  구간을 최적화하였다. Fig. 3는 구동파형을 M-Jet에 인가하였을 때 시간에 따른 물의 액적형성과정을 나타낸다. 물은 다른 유체의 액적형성과정 비교하기 위한 기본 유체로 사용하였고 수성잉크, 전도성잉크와 비교했을 때 점도가 낮고 표면장력이 높은 특성을 가지고 있다. Fig. 4와 Fig. 5는 각각 수성잉크와 전도성잉크의 액적형성과정을 나타낸다. 3가지 유체의 액적형성과정을 비교하였을 때 표면장력이 낮아

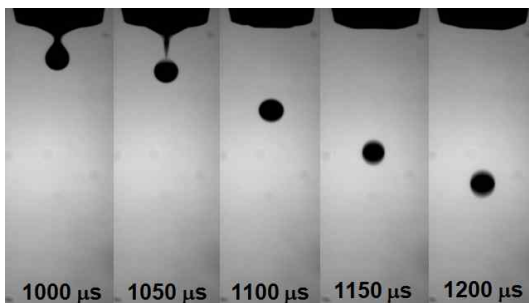


Fig. 4 Droplet formation process : water based ink

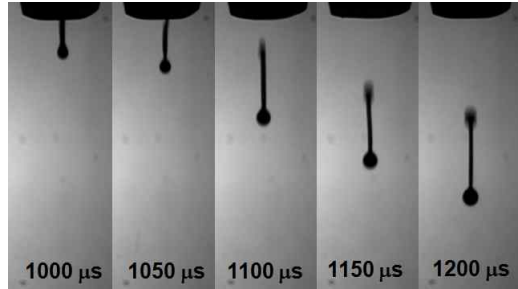


Fig. 5 Droplet formation process : conductive ink

짐에 따라 액적의 테일(tail)이 짧아짐을 알 수 있고 점도가 높아짐에 따라 테일이 길게 형성되는 것을 알 수 있다. 테일이 길게 형성되면 주액적과 테일의 분리시간이 길어지게 되고 메니스커스가 초기상태로 되돌아오는 시간이 늘어나 토출주파수에 영향을 미치게 된다. 또한 새틀라이트 액적의 생성 가능성이 커지게 된다.[2] 안정적인 액적형성 측면에서 테일의 길이를 최대한 짧게 형성하여 주액적과 테일의 분리시간을 줄일 필요가 있다. 전도성잉크는 점도가 높기 때문에 실험에 테일이 길게 형성되었고 액적분리 시간도 다른 유체에 비해 길게 나타났다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 유체의 물성에 따른 자기변형 잉크젯 헤드의 토출특성을 분석하였다. 유체의 물성에 따라 액적형성과정이 다르기 때문에 안정적으로 액적을 형성할 수 있는 파형의 설계가 필요하다.

#### 후기

이 논문은 2008년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 313-2008-2-D00087)

#### 참고문헌

1. Fan KC, Chen JY, Wang CH, Pan WC, "Development of a drop-on-demand droplet generator for one-drop-fill technology," *Sensors and Actuator A*, **147**, pp. 649-655, 2008.
2. 위상권, 오세영, 이정용, 이유섭, 정재우, "피에조 잉크젯 헤드에서 액적 토출 현상에 대한 연구," *대한기계학회논문집 B권*, Vol. 30, No. 10, pp. 1003~1011, 2006.