

유체물성 변화에 따른 유기발광소자 잉크 분사 특성에 관한 연구

* 김명기¹, 권오명¹, 황준영², 강희석², 강경태²

¹ 고려대학교 기계공학과, ² 한국생산기술연구원 메카트로닉스팀

The Fluid Property Dependency on Polymer Light Emitting Ink Jetting Characteristics

* M. K. Kim¹, O. Kwon¹, J. Y. Hwang², H. S. Kang² and K. T. Kang²

¹ Dept. of Mech. Eng., Korea Univ., ² Mechatronics Team, KITECH

Key words : Inkjet, Polymer light emitting ink

1. 서론

브라운관 기술이 탄생한 이래로, 디스플레이 기술은 더 넓고, 더 얇고, 더 밝은 장치로 발전을 거듭해 왔다. 그러나, 반도체 제조 공정에 기반을 두고 있는 디스플레이 제조 기술 및 제조 장비의 한계가 차세대 디스플레이 기술 실현의 주요 장애물로 작용하고 있으며, 따라서 제조 기술/장비의 혁신이 절실히 요구되는 실정이다.

잉크젯 프린팅 기술은 가장 유력한 차세대 디스플레이 핵심 제조 기술 중의 하나일 뿐 아니라 기술의 적용 가능 분야가 광범위하여, 다양한 종류의 잉크에 대한 분사 특성 제어에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 잉크젯 분사 특성은 유체의 성질부터 잉크젯 헤드 및 노즐의 형상, 헤드를 구동하는 전기적 신호 특성까지 많은 인자들과 관련이 있다 [1, 2]. 따라서 잉크의 고유 성질인 점도와 밀도, 표면장력 등이 잉크 분사 특성에 미치는 메커니즘을 규명하고, 잉크젯 헤드의 제어 인자와의 상호관계를 파악하는 것이 중요하다.

본 연구에서는 온 디맨드 방식의 단일 잉크젯 분사 노즐(Single drop on demand inkjet nozzle)을 이용한 고분자 EL 프린팅 실험을 통하여 잉크 분사 특성의 유체 점성 의존성을 조사하였다.

2. 실험장비

Fig. 1 은 실험에 사용된 잉크젯 분사 장치 개략도이다. 실험 장치는 지름은 히터를 장착한 50 μm 의 단일 노즐과 압전 액추에이터(Piezoelectric actuator)로 구성된 프린터 헤드(Micro Fab, USA), 잉크젯 구동용 전기신호 공급장치, 렌즈를 장착한 CCD 카메라 및 동조된 광원을 위한 Strobe LED 시스템, 2 차원 이송장치, 제어용 PC, 비디오 모니터 등으로 구성되어 있다.

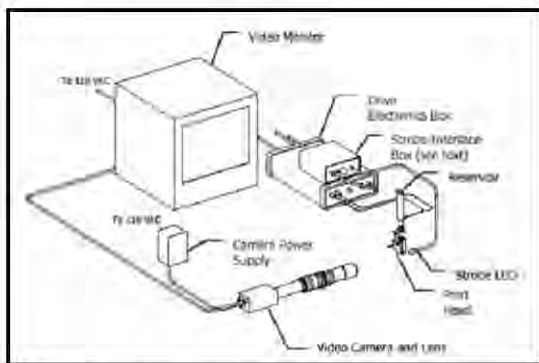


Fig. 1 Schematic diagram of ink jet system.

사용된 고분자 EL 잉크의 기본 물질은 MEH-PPV (MEH-Phenylenevinylene) 이며, 서로 다른 종류의 용매를 적

용한 두 가지의 고분자 EL 잉크 에 대하여 연구하였다. Table. 1 에는 각 잉크의 유체역학적 물성을 측정하여 나타내었으며, 잉크를 만드는데 사용된 용매의 종류를 Table 의 아래에 표기하였다. 점도 측정은 BROOK FIELD DV-II 점도계를 이용하였다. 노즐 주변에는 PTC 히터를 설치하여 작동 온도를 제어할 수 있도록 하였다. 잉크젯은 1 kHz 주기로 분사되도록 하였으며, 구동 신호의 강도(Pulse amplitude)와 지속시간(Pulse duration)을 다양하게 변화시키면서 유체에 따른 잉크 분사 특성을 조사하였다. Fig. 2 는 압전 잉크젯을 구동하는 전기적 신호의 모양을 나타낸다.

Table 1. Ink properties for Fluid samples

Ink	Temperature [°C]	Viscosity [cP]	Density [g/ml]	Surface Tension [dyne/cm]
Fluid A	21	2.1	0.91	38.0
Fluid B	21	4.1	0.96	31.5
	31	1.9	-	-

Fluid A : Solution based on cyclohexyl-benzene mixture

Fluid B : Solution based on *a*-tetralone mixture

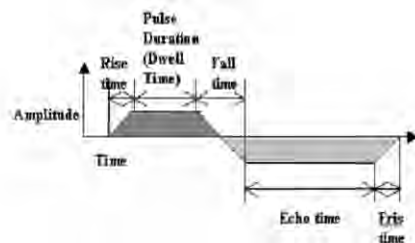


Fig. 2 Electronic signal for ink-jet driving.



Fig. 3 Photo image of various ink jetting characteristics

3. 결과 및 토의

Fig. 4 에 상온(21 °C)에서 Fluid A 의 잉크 분사 조건을 그래프로 나타내었다. Fig. 3 에 나타난 다양한 잉크젯 분사 특성 중에서 "Stable jetting" 만이 패턴을 그리기에 유용하다.

Fig. 4 에서 볼 수 있듯이, 각 분사 특성 영역의 경계선이 동일 분사 속도 곡선의 형태와 유사하다. 특히, Unstable jetting Stable jetting 경계선은 분사 속도가 2 m/s 인 지점과 잘 일치함을 알 수 있다. 반면에, 미세방울의 부피는 분사 속도 2 m/s 일 때, 40~120 pico liter 사이로 크게 변화하는 특성을 보였다.

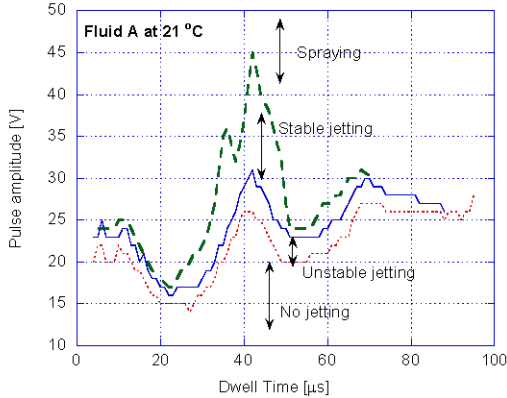


Fig. 4 Ink jetting map for Fluid A at 21 °C.

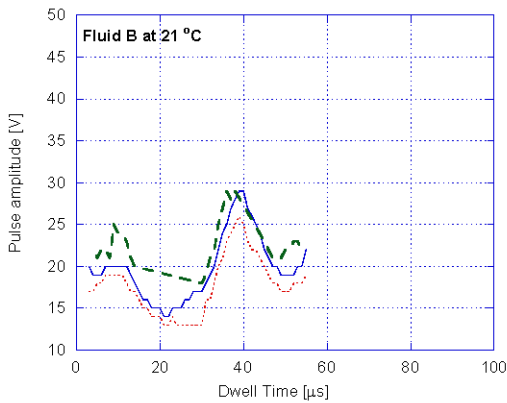


Fig. 5 Ink jetting map for Fluid B at 21 °C.

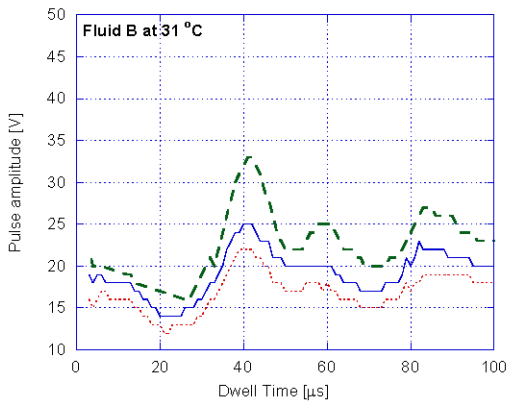


Fig. 6 Ink jetting map for Fluid B at 31 °C.

Fig. 5 과 6 을 비교하면 알 수 있듯이, Fluid B 를 가열하여 점도를 낮추면, Dwell time 이 30 μs 를 기준으로 그 이하인 경우와 이상인 경우에서 Stable jetting 영역이 각각 증가, 감소하여 분사 특성이 Fluid A 와 유사하게 변화하였다. 이러한 결과는 Stable jetting 영역을 특징 짓는 Jetting

Spraying 의 경계선에 점성이 미치는 영향이 지대함을 잘 보여주고 있다.

4. 결론

압전 (Piezoelectric) 구동 방식의 잉크젯 프린터 제어를 위하여, 두 가지 고분자 EL 잉크에 대한 구동 신호의 pulse amplitude 와 pulse width 에 따른 잉크 분사 특성 map 을 작성하였다. 이 연구에서는 고분자 EL 잉크 분사조건에서, 노즐 출구 유속에 따른 분사 영역 특성이 구분되는 현상을 알아 보았으며, 특히, 유체의 점성이 Stable jetting 영역에 미치는 영향을 강조하는 결과를 제시하였다.

이번 연구에서 고려하지 않은 표면 장력 등과 같은 다른 유체속성의 효과는 앞으로 연구되어야 할 것이다.

후기

본 연구는 첨단 기계류, 부품 기술개발사업(특정연구개발사업)의 지원으로 이루어졌습니다

참고문헌

1. P. Blazdell, "Solid free-forming of ceramics using a continuous jet printer," J. of Materials Processing Technology, vol.137, 2003, pp.49-54
2. "Performance of Four Fluids," MicroFab Technote 99-05, 1999.
3. Dmary, M.A., et al., Inorg. Chem. 42 (7) 2176, 2003.
4. Brunner, K., et al., J. Am. Chem. Soc. 126 (19), 6035, 2004.
5. Chin, B.D., et al., J. Info. Display 4, 3, 2003.
6. Bharathan, J., Yang, Y., 1998. Polymer electro-luminescent devices processed by ink jet printing. I. Polymer light-emitting logo. Appl. Phys. Lett. 72 (21), pp. 2660-2662.