

압전 프린트 헤드에 의한 금속프린팅의 미세패턴제어

윤신용^{1,a}, 최근수¹, 백수현², 장홍순³, 서상현³

¹ (주)디지아이 기술연구소

² 동국대학교 전기공학과

³ 한국산업기술대학교 에너지·전기공학과

Micro Pattern Control of Metal Printing by Piezoelectric Print-head

Shin-Yong Yoon^{1,a}, Geun-Soo Choi¹, Soo-Hyun Baek², Hong-Soon Chang³, and Sang-Hyun Seo³

¹ DGI Institute of Technology, Yangju 482-020, Korea

² Department of Electrical Engineering, Dongguk University, Seoul 100-715, Korea

³ Electrical Engineering and Energy, Korea Polytechnic University, Siheung 429-793, Korea

(Received August 16, 2010; Revised October 22, 2010; Accepted January 20, 2011)

Abstract: We were analyzed the piezoelectric characteristic for electronics printing to inkjet printing system. These applications were possible use to Actuator, MEMS, FPCB, RFID, Solar cell and LCD color filter etc. Piezoelectric print head is firing from ink droplet control consideration ink viscosity properties. At this time, micro pattern for PCB metal printing was possible by droplet control of piezoelectric driving. These driving characteristics are variable voltage pulse waveform. We are used the piezoelectric analysis software of Finite Element Method (FEM), Piezoelectric design parameters are acquired from piezoelectric analysis, and measurement of piezoelectric. It designed for piezoelectric head to possible electric print pattern of inkjet printing system. For this validity we were established through in comparison with simulation and measurement. Designed piezoelectric specification obtained voltage 98V, firing frequency 10 kHz, resolution 360dpi, drop volume 20pl, nozzle number 256, and nozzle pitch 0.33 mm.

Keywords: Piezoelectric Print-Head, Micro pattern Control, FEM, Inkjet Printing, Drop control

1. 서 론

최근 잉크젯 프린팅기술 발전은 RFID (radio frequency identification), FPCB (flexible printed circuit board), LCD (liquid crystal display) 칼라필터와 솔라셀, 생화학 등과 같은 요구에 의해 관심이 높아지고 있는 추세이다. 그 동안 인쇄기술은 포토 리소그래픽 복잡한 공정에 의해 고비용이 드는 직접 회로기판의 미세패턴이 가능하였지만 잉크젯 기술에 의한 액적제어를 통하여 회로패턴의 구현이 간단한

공정기술로 가능하게 되었다. 잉크젯 패턴기술은 기존의 복잡한 12단계 공정을 3단계 공정으로 간소화할 수 있는 기술이다.

본 논문에서 잉크젯 프린팅에 대해 압전 프린트 헤드의 단면 형태를 설계하고 해석하였다.

압전 동작은 여러 가지 전기적 전압펄스에 의한 압전 스트레스효과를 만들어내는 것이 가능하다. 압전 프린트 헤드해석이 유한요소법을 통해서 얻어졌고 잉크 드롭젯 구성의 실험결과로 안정적인 드롭형태로 헤드의 적합한 설계를 간접 확인 할 수 있었다. 잉크젯 패턴라인이 해석과 실험결과로부터 증명됨으로서 에칭잉크에 의한 메탈 명판과 PCB 회로가 가능함을

a. Corresponding Author; syoon@dgi-net.com

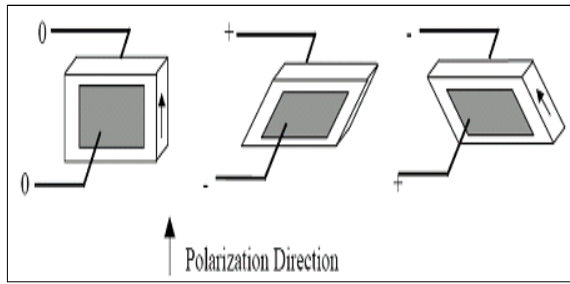


Fig. 1. Piezoelectric transformation of shear mode type.

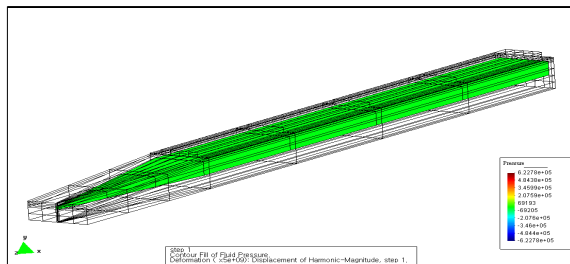


Fig. 2. Piezoelectric one nozzle analysis model.

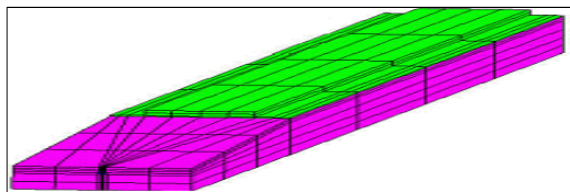


Fig. 3. Mesh division of one nozzle analysis model.

일정한 드롭의 체적크기로 확인할 수 있었다.

2. 실험방법

2.1 프린트헤드의 압전해석

그림 1은 공급전압에 의한 압전 스트레스의 변형이 동이다. 이곳에서 전계 방향이 분극방향과 같은 수직 라인으로 구성되었고 전극은 전면과 후면에 위치 되어있다. 공급된 역전압 으로 압전효과에 의해 역변형 되었다.

그림 2는 유한요소법으로 해석된 압전 프린트 헤드의 원 노즐의 구성을 보여준다. 위쪽, 아래쪽 판은 두개의 전극이고 중간통로 구멍쪽 면은 잉크통과부

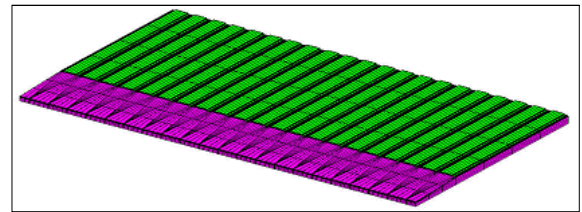
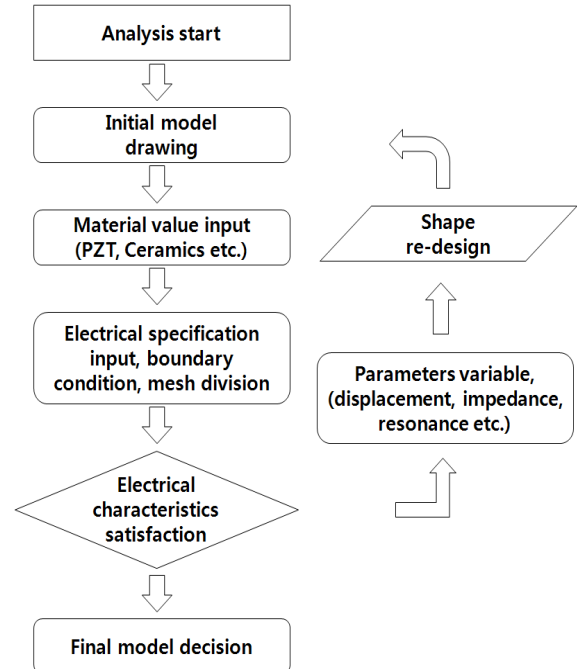


Fig. 4. The 256 nozzle arrangement coupling one nozzle.

Table 1. Flowchart of FEM analysis.



분이다.

앞면은 잉크 출력부분이고 뒤쪽 면은 잉크 입력부분이다.

그림 3은 그림 1의 압전 해석모델의 유한요소법 해석이고 매쉬 면은 14,200개, 매쉬 형태는 6면체이다.

그림 4는 노즐 한 개의 여러 조합을 보여주고 있다. 이곳은 전압 98V, 분사주파수 10KHz, 해상도 360dpi, 드롭체적 20pℓ, 노즐폭 0.33 mm, 노즐 수 256개로 설계 되었다.

2.2 압전 구동

그림 5는 전압과형의 여러 제어요소를 나타내는데. 이는 전압 값, 펄스폭 그리고 하강 시간으로 구성되어 있다. 이러한 요소가 압전헤드의 이동을 미세하게 제어한다.

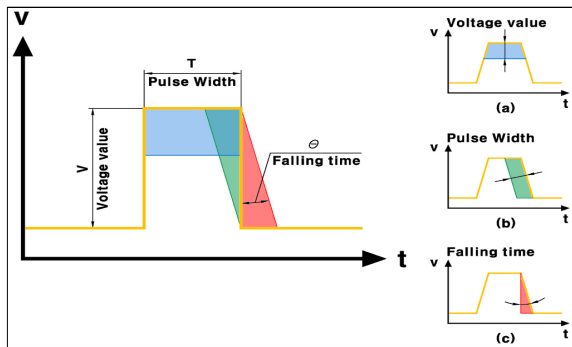


Fig. 5. Variable control element of voltage waveform.

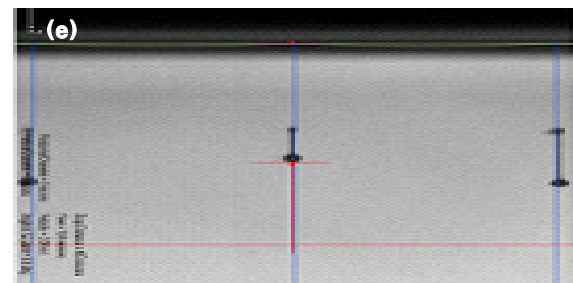
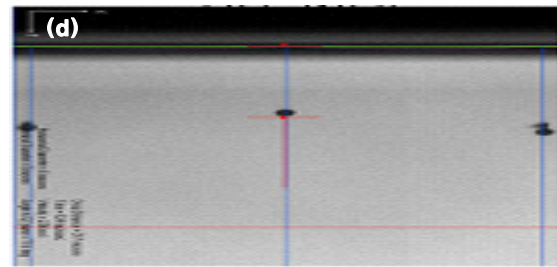
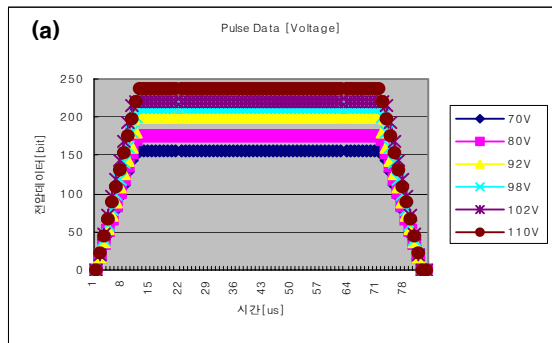


Fig. 6. Variable drop by voltage waveform control. (a) Variable voltage waveform in the form of a ladder, (b) Input voltage 98[V], (c) Input voltage 110[V] (d) Supply voltage 98[V] form by the drop, (e) Supply voltage 110 [V] form by the drop.

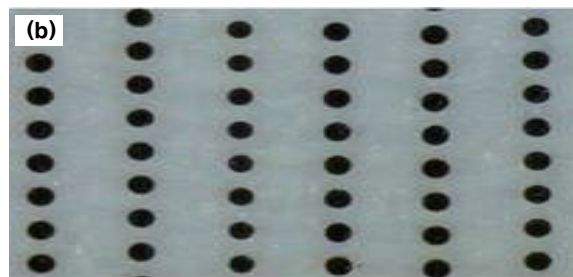
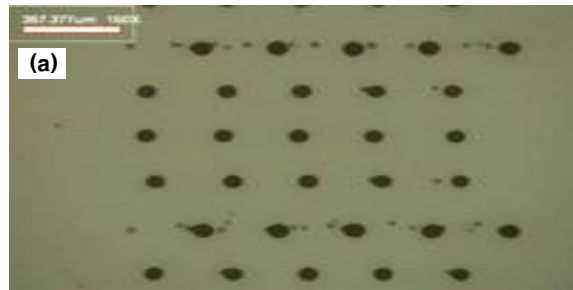
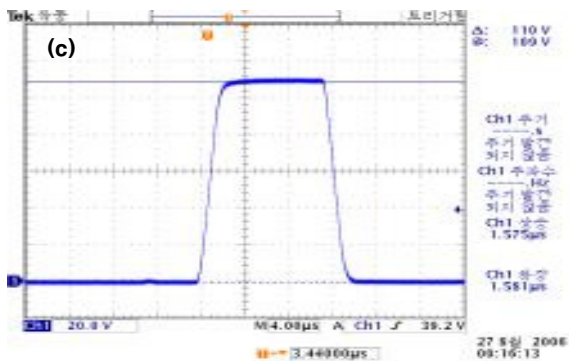
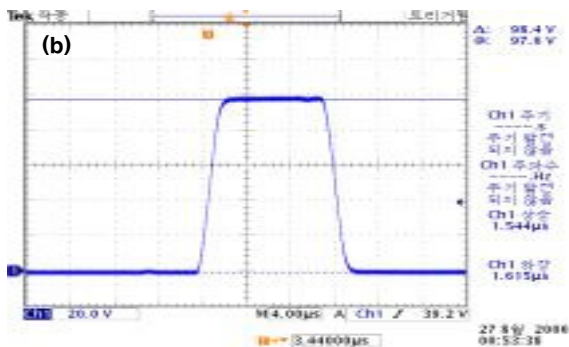


Fig. 7. Drop let shape by voltage control. (a) should adjust the drop shape, (b) adjusted the drop shape.

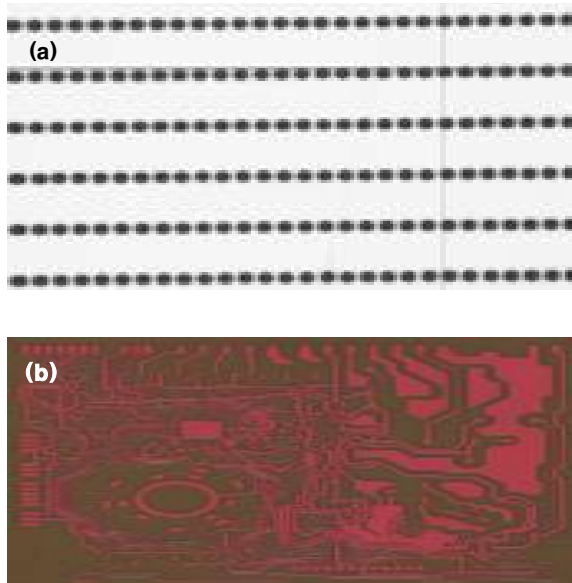


Fig. 8. Drop shape and micro pattern. (a) Drop the form of an array of schedule, (b) Micro-pattern by ink jet.

다음은 제어 전압과형에 의한 여러 잉크젯 드롭을 나타낸다.

3. 결과 및 고찰

그림 6(a)는 전압 값이 70~110[V]에서 진행한 시뮬레이션 결과 값을 나타내고 있다. 그림 6(b), (c)는 사다리꼴 형태의 공급전압과형이고 그림 6(d), (e)는 잉크젯 드롭이 일정한 형태의 모양으로 나타나고 있다.

이 결과 우리는 적합한 실험결과를 얻었다. 그림 6(b), (d)는 공급전압 98V에서 얻어졌다. 그림 6(c), (e)는 공급전압 110[V] 이고 펄스폭은 15[μs], 드롭 시간은 2.63[μs]이다. 그림 7(a)는 조정 안 된 드롭젯 표시이고 그림 7(b)는 조정된 드롭젯을 나타낸다.

그림 7(a)는 일정배열의 드롭형태 모양이고 드롭제어에 의한 잉크젯 프린트의 UV 레지스트 미세패턴을 나타내고 있다. 이곳에서 우리는 안정적인 드롭 정형 형태와 DOD (Drop of Demand)에 의한 일정배열의 미세패턴을 얻었다.

금속기판의 프린트 제어 기술패턴은 전압제어에 의해 가능하다. 그림 8(b)에서는 폭 50 [μm]의 라인패턴을 나타내고 있다. 이 금속기판은 UV 수정 에칭 저항과 레지스트 잉크를 사용하였다. 그림 9는 에칭



Fig. 9. Metal nameplate by inkjet printing.



Fig. 10. Inkjet printing system for micro pattern.

저항 잉크를 이용한 잉크젯 방법으로 프린트된 금속 명판이다.

그림 10은 PCB에칭과 금속 프린팅을 하기 위해 제작된 미세패턴 잉크젯 프린팅 장치를 보여준다.

4. 결론

유한요소 소프트웨어와 압전 헤드설계를 통해 압전 프린트 헤드의 특성을 분석하였다. 또한 압전 프린트 헤드의 전압 제어를 통해 미세 패턴 프린팅을 사용한 인쇄특성이 잘 나타난 금속 명판을 얻었다. 드롭 정형형태 제어의 결과가 압전 변형의 여러 사다리꼴형태의 전압으로 얻어졌다. 최소드롭 패턴 폭은 50[μm]이고 잉크 드롭 형태는 일정형태로 정렬되었다.

REFERENCES

[1] S. J. Park, W. C. Sim, Y. S. Yoo, and J. W. Joung, *Proceeding of the 1st IEEE international, Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular systems, Zhuhai, China.* **18**, 1462 (2006).

- [2] J. G. Ganjei, D. Sawoska and A. Krol, USA, *Maddermid* (2007).
- [3] S. Y. Yoon, G. S. Choi, S. H. Baek and Y. Kim, *International Conference on Electrical Machines and systems* (Olympic Parket, Seoul, Korea, 2007) 8, (2007).
- [4] Y. S. Chen, Y. L. Huang, C. H. Kuo, S. H. Chang, *International Journal of Mechanical Science* **49**, 733 (2007).