

직접 주사방식에서의 전도성 재료의 패턴성형 특성 Pattern Fabrication Characteristics in Direct Writing of Conductive Material

*#이인환¹, 강준희², 고태조³, 김호찬⁴

*#I. H. Lee¹(anxanx@chungbuk.ac.kr), J. H. Kang², T. J. Ko³ and H. C. Kim⁴

¹충북대학교 기계공학부, ²충북대학교 정밀기계공학과, ³영남대학교 기계공학부,

⁴안동대학교 기계자동차공학과

Key words : Direct Writing, Conductive Material, Pattern Fabrication, Nozzle

1. 서론

다중재료를 적용하는 임의형상 제작기술에 대한 연구가 최근 들어 활발히 이루어지고 있다^{(1), (2)}. 이때, 각각의 재료들은 그 특성에 따라서 임의형상 제작을 위한 성형방법이 다르며, 따라서 다중재료를 적용하는 임의형상 제작기술은 각 재료들의 특성에 따른 성형기술 및 이들의 통합에 대한 기술개발이 필수적이다. 한편, 직접주사 (direct writing)는 일련의 유체에 압력을 가하여 노즐 등을 통해서 분출되게 하고, 이송시스템을 통하여 노즐의 위치를 제어하여 원하는 형상의 액적을 토출 하는 기술이다. 이는 장비가 상대적으로 저렴하고 유지보수가 간편하기 때문에 다품종 소량생산에 적합한 것으로 알려져 있다^{(3), (4)}.

따라서 광 조형기술과 직접주사 기술을 적용하는 다중재료로 구성된 임의형상 제작 기술을 이용하면 3 차원 회로기판 제작 기술의 개발이 가능 할 것이다. 이는 기존의 인쇄 회로 기판으로는 불가능한 3 차원 형상을 가진 회로기판의 제작이 가능할 것이다. 이에, 본 연구는 광 경화성 수지와 전도성 재료를 적용하는 다중재료 임의형상 제작 기술의 개발을 위한 기초연구에 관한 것이다. 즉, 액체상태인 전도성 재료의 직접 주사방식을 통한 패턴성형 시 성형조건에 따른 패턴성형 특성에 대한 연구를 수행 하였다.

2. 전도성 재료의 직접주사

Fig. 1 은 전도성 재료를 직접 주사하기 위한 실험장치의 개략도 이다. 실험에 사용된

전도성 재료는 NPK 사의 전도성 잉크인 ES Ink 이다. 이는 고농도 잉크(은함량 70%), 저온 소성, 우수한 전기 전도성, 다양한 기저판에 적용할 수 있는 등의 특징을 갖는다. 전도성 잉크는 주사기 펌프(KDS 210)에 장착된 주사기 내(HAMILTON 1028TLL, 25mL)에서 가압되어 튜브와 연결된 노즐을 통해서 주사되게 된다. 실험에 사용된 노즐은 지름이 0.4 mm 인 플라스틱 노즐(MUSASHI, TPN2-22G)이 사용되었다. 한편 노즐은 정밀 스테이지(MTS-200)에 부착되어 이송되며, 스테이지의 이송은 PXI 시스템(National Instruments)에 의해서 제어된다.

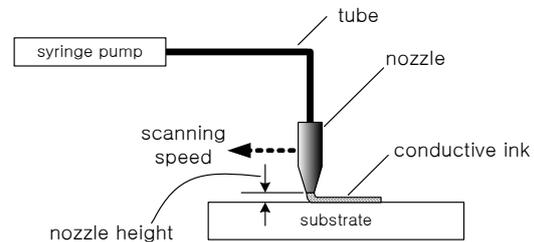


Fig. 1 Schematic drawing of direct writing experimental set-up.

전도성 잉크는 쾌속조형장치(EDEN 250)을 이용하여 광 경화성 수지(FullCure 850) 로 제작된 평평한 기저판(substrate) 위에 주사되었으며, 주사되는 유량은 3 ml/hr 로 일정하다. 이 때, 기저판과 노즐 사이의 간격(nozzle height)은 0.3 mm 로 일정하게 유지하였다. 한편 실험에 사용된 액체 상태의 전도성 잉크는 열에 의해서 경화되는 성질을 가지고 있기 때문에 주사 후 190℃에서 1 분간

가열하여 경화시킨 후 경화 폭을 측정하였다.

3. 주사속도에 따른 전도성 재료의 성형특성

Fig. 2 는 정밀 스테이지에 부착된 노즐의 이송속도를 17 ~ 55 mm/sec 로 변화시키면서 기저판 위에 주사되는 전도성 잉크의 성형 폭을 측정된 결과이다.

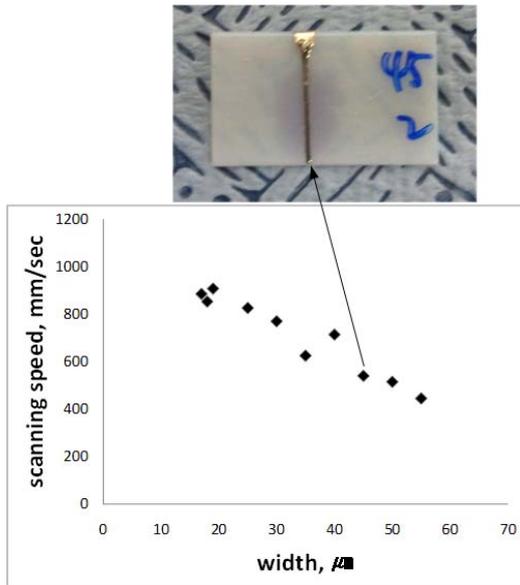


Fig. 2 Solidified width of conductive ink for various scanning speed.

Fig. 2 에서 알 수 있듯이 전도성 잉크의 유량, 기저판과 노즐 사이의 간격 등을 일정하게 유지 한 상태에서 노즐의 이송속도가 증가되면 경화되는 전도성 잉크의 경화 폭이 감소하게 된다. 한편 실험 결과 최소 경화 선폭은 노즐의 이송속도 55mm/sec 에서 약 445 μm 의 값을 보인다. 노즐의 이송속도가 더 증가하게 되면 경화 선폭이 따라서 감소하게 될 것으로 예상되나, 실험에 사용된 스테이지 시스템의 최대 이송속도의 한계로 인해 추가실험이 불가능 하였다.

따라서 노즐의 지름, 노즐의 이송속도, 주사유량 등의 변화에 따른 전도성 잉크의 경화특성에 대한 연구가 필요 할 것이다. 향후

보다 다양한 실험결과를 확보하게 되면 전도성 재료가 적용되는 다중재료의 임의형상 제작시스템의 개발에 기초연구 결과로서 활용될 수 있을 것이다.

4. 결론

다중재료 임의형상 제작에 적용이 가능한 전도성 재료의 직접주사에 대한 기초연구를 수행하였다. 실험 결과는 노즐의 이송속도가 증가함에 따라 전도성 재료의 경화 폭이 감소함을 보여준다. 향후 다양한 실험조건을 적용하여 보다 충분한 데이터를 확보하게 되면, 전도성 재료를 포함하는 다중재료의 임의형상 제작기술에 관한 기초 연구로서 활용 될 수 있을 것이다.

후기

이 논문은 2010 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(2010-0023501).

참고문헌

1. Sangermano, M., Ortiz, R. A., Urbina, B. A. P., Duarte, L. B., Valdez, A. E. G. and Santos, R. G., "Synthesis of an epoxy functionalized spiroorthocarbonate used as low shrinkage additive in cationic UV curing of an epoxy resin", *European Polymer Journal*, Vol. 44, No. 4, pp. 1046-1052, 2008
2. Sandobal, F. H. and Wicker, R. B., "Functionalizing stereolithography resins; effects of dispersed multi-walled carbon nanotubes on physical properties", *Rapid Prototyping Journal*, Vol. 12, No. 5, pp. 292-303, 2006.
3. R.B. Rao1, K.L. Krafcik, A.M. Morales, J.A. Lewis, "Microfabricated deposition nozzles for direct-write assembly of three-dimensional periodic structures", *Advanced Materials*, Vol. 17, pp. 289-293, 2005.