

롤투롤 프린팅을 이용한 실버페이스트의 열풍건조특성 Experimental Study on Characteristics of Thermally Dried Ag Paste in R2R Printing

*김광영¹, 조정대², 최병오², 이택민², 윤성만², 김봉민²

*K. Y. Kim¹, #(kykim@kimm.re.kr), J. D. Jo², B. O. Choi², T. M. Lee², S. M. Yoon², B. M. Kim²
^{1,2}한국기계연구원 인쇄전자연구소

Key words : Silver Paste, R2R Printing, Drying, PET Film

1. 서론

현재 기능성 페이스트를 사용한 organic device 의 제작에서 표면의 편평도, 화학적 내구도, 안정된 온도분포 등에 의한 건조 및 경화에 대한 문제점 등이 많이 나타나고 있으며, 이러한 문제점을 해결하는 것이 매우 중요하다. 박막의 필름에 프린팅 하는 경우에 나타날 수 있는 문제점으로 shrinkage, bending, strain, delamination, crack, film peeling, long-term fatigue 등이 있다. 건조, 경화의 방식으로는 열풍, 적외선, 레이저, UV 등이 프린팅에서 많이 이용되고 있다. 필름에 프린팅 된 박막 표면으로부터의 건조과정은 박막표면으로부터의 물질 및 열전달뿐만 아니라 박막 층 내에서의 열 및 물질전달의 복잡한 과정에 의존한다. 페이스트와 필름 및 프린팅의 조건에 맞는 최적의 건조 장치의 운전 조건을 만들어 주는 것이 소자의 생산에 매우 중요하다. 폴리머 필름의 성형 및 건조에 대한 몇몇의 연구가 있으나¹⁻⁴⁾ 페이스트의 건조에 대한 명확한 측정방법 및 기준이 없는 상태이며, 현재에는 전기적인 특성(비저항 측정), 물리적인 특성(접착성, 표면경도), 표면 형상 등을 가지고 평가하고 있는 실정이다.

나노페이스트의 가장 큰 문제점은 저온, 고속건조가 어려운 것이 현실이며, 페이스트의 입자가 작을수록 건조시간이 더욱 길어진다. 소자의 특성 향상과 생산성을 높이기 위하여 최적의 프린팅속도에 대한 고속건조 조건의 동기화가 필요하다.

따라서 프린팅에서 건조조건을 확립하고 건조기 설계를 위한 기초연구로 상용의 페이스트를 구입하여 프린팅 및 건조 실험을 수행하고 그 특성을 측정하여 최적의 프린팅조건과 장치설계에 활용하고자 실험적 기초연구를 수행하였다.

2. 페이스트 및 인쇄

인쇄에 사용한 페이스트는 (주)FP에서 제작한 터치패널용 실버 페이스트를 사용하였으며 사양은 Table 1에 정리하였다.

롤투롤 인쇄 장비를 사용하여 PET필름에 그라비아 업셋방식으로 실버페이스트를 인쇄하고, 인쇄된 필름을 롤투롤 인쇄 장비에 부착된 열풍 건조 장치를 통과시키면서 건조장치의 온도, 필름의 이송 속도, 풍속을 변화시켜가면서 실험하였다. 사용한 패턴 롤은 실험용으로 따로 제작하지 않고 기존에 인쇄 실험을 하기 위해 제작한 패턴 롤을 활용하였다. Fig. 1은 인쇄되는 패턴의 형상이며, Table 2는 그라비아 업셋 인쇄 공정조건이다.

Table 1 Specification of Ag paste

품명	Ag	particle size	viscosity	specific resistance	Curing temp.
FTL-7010G	71.43 %	nano particle	3470	3.0 ~ 4.0 X 10 ⁻⁵ Ω·cm	140℃ /150min. (oven)

Table 2 Process of gravure printing

인쇄속도	건조장치 온도	인쇄압력	풍량
10~40 mm/s	100~200℃	6.0 kgf	10~20

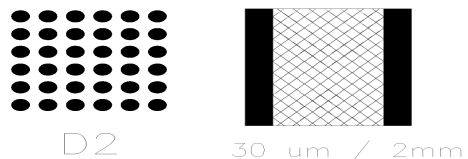


Fig. 1 The pattern type of printing plate

3. 실험 및 결과

PET 필름에 실버페이스트를 그라비어 읍셋 인쇄방식을 이용하여 인쇄를 하고 장비에 부착된 건조장치의 온도를 100, 150, 200℃의 조건에서, 풍속을 2가지 조건(10, 20)으로 하여 각각의 상태에서 필름의 이송속도를 10, 20, 30, 40mm/s로 변화시키면서 연속적으로 인쇄를 수행하고 저항 값과 표면의 상태를 측정하였다.

직경 2mm의 원형 패턴과 5mm×300mm 사각형 패턴에 대하여 각 실험조건에서 인쇄한 결과물의 저항 값을 측정된 결과는 Fig. 2-4와 같다. Fig. 2-4는 건조기의 온도를 고정하고 풍속을 변경하였을 경우 인쇄한 필름의 이송속도에 대한 저항 변화를 측정된 결과 이다. 같은 풍속에서 필름의 이송 속도가 증가하면 저항 값이 커지는 결과를 보였다. 이러한 경향은 Fig. 4 와 Fig. 5의 결과와 비교해보면 온도를 높였을 때 저항 값은 감소하였지만 필름의 이송 속도에 대한 영향은 유사하게 나타났다.

4. 결론

그라비어 읍셋 인쇄의 특성상 후막 인쇄가 어려우며 인쇄한 필름에서도 작은 면적과 얇은 인쇄두께로 인하여 저항의 측정이 어려웠다. 또한 건조로의 온도분포에 있어서도 인디케이터의 온도와 내부의 실제온도의 편차가 크게 측정되었다. 실험결과 온도가 높을수록, 풍속이 느릴수록, 그리고 필름의 이송 속도가 느릴수록 인쇄 후 건조한 은(Ag) 패턴의 저항은 감소하는 형태로 나타났다.

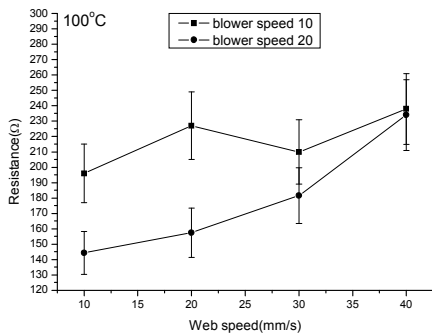


Fig.2 Test result of resistance at 100℃

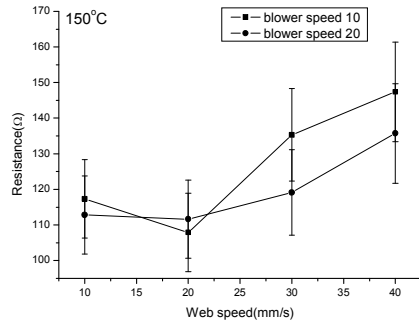


Fig.3 Test result of resistance at 150℃

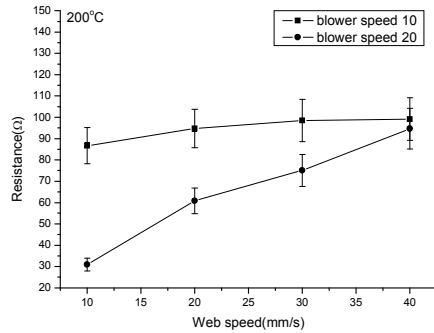


Fig.4 Test result of resistance at 200℃

Acknowledgement : This work was supported by the government funding research program funded by Korea Research Council for Industrial Science & Technology (ISTK)

참고문헌

1. Hansen, C. M." A Mathematical Description of Film Drying by Solvent Evaporation," J.Oil Colour Chem., Assoc.51, 27, 1968
2. N. Rameshand, J. L. Duda,"Analysis of a Gap Dryer Used to Produce Polymer Films and Coatings", AICHE Journal Vol.47, No5, 972, 2001
3. 양시영, 대한기계학회 2005년도 춘계학술대회 논문집, 2027-2032, 2005
4. 김광영 외"실버페이스트의 건조특성에 관한 실험연구" 한국정밀공학회 2012년도 추계학술대회 논문집, P.117-118