

정밀 Plate To Plate 그라비아 옵셋 인쇄장치 설계 및 제작에 대한 연구 A Study on Design and Manufacture of Plate to Plate Gravure Offset Printing System

노재호¹, #이택민¹, 윤성만¹, 김동수¹

J.H. Noh¹, #T. M. Lee(taikmin@kimm.re.kr)¹, S. M. Yoon¹, D. S. Kim¹

¹ 한국기계연구원 나노융합연구본부 프린팅공정/자연모사실

Key words : Gravure; Gravure off set; Printing; Printed electronics; Roll to roll

1. 서론

최근 RFID 태그, 센서, 유연성 디스플레이, 태양전지, 전자 종이 등의 소자를 프린팅 방식을 이용하여 생산하려는 연구가 많이 이루어지고 있다. 이는 프린팅공정이 기존의 노광기술과 식각기술에 의존하는 반도체 공정에 비해 가격경쟁력이 월등히 우수하기 때문이다. 특히 이러한 제품들은 유비쿼터스 시대, 고가에너지 시대에 필수적으로 사용될 제품들이며 공통적으로 유연성을 필요로 하고 저가의 대량생산을 필요로 하기 때문에 롤투롤(roll to roll)공정과 같은 저가격화, 대형생산화가 가능한 연구에 관심이 집중되고 있다.[1, 2]

롤투롤 인쇄공정은, 잉크로는, 전도성 잉크, 유기박막 재료, 폴리머 등이 사용되고, 기판은 종이나, 플라스틱을 사용하고, 기판의 공급은 대량생산에 유리한 Roll to Roll 연속공급방식을 사용하며, 공정은 스크린(screen)[3], 플렉소(flexo), 그라비아(gravure), 잉크젯(ink-jet)[4]등의 저가의 상용 프린팅 공정을 사용하여 저가/대량생산화를 동시에 만족시킬 수 있는 공정이다.

본 연구는 롤투롤 인쇄공정 중 그라비아 옵셋 프린팅공정의 신뢰성 장비 설계 및 제작에 대한 것이다. 대형 롤투롤 인쇄장비는 잉크, 실리콘 블랑켓의 특성을 실험하기 위해서는 많은 양의 잉크와 실리콘 블랑켓이 필요로 하며 오랜 시간과 많은 인력이 소요된다. 이러한 문제점을 해소하기 위하여 소형화한 장비를 설계 및 제작에 대한 것이다.

2. Plate to Plate 그라비아 옵셋 인쇄 장비의 동작 원리

Fig 1 에서는 Plate to Plate 장비의 구동원리를 간단하게 보여주고 있다. Fig 1 에서 (a)는 인쇄 시작전 독터링 잉크컵에 잉크를 채운다. (b)는 독터링 잉크컵이 패턴부위로 이동하여 잉크 도포와 블레이딩을 동시에 이루어진다. (c)는 잉크 pick up 을 하기 위하여 pick up 시작 위치로 이동한다. (d)는 하부 블랑켓롤이 수직으로 하강한다. (e)는 하부 롤과 X 축이 동기화하여 패턴안에 채워진 잉크를 pick up 한다. (f)는 잉크를 pick up 한 하부 블랑켓 롤이 수직으로 상승한다. (g)는 잉크를 pick up 한 하부 블랑켓은 피인쇄체로 이동하여 수직으로 하강한다. (h)는 잉크를 pick up 한 하부 블랑켓과 X 축이 동기화 하여 피인쇄체에 전이시켜 인쇄를 한다. 인쇄를 마친후 블랑켓롤은 상승한다.

3. Plate to Plate 그라비아 옵셋 인쇄 장비의 구성 요소

그라비아 옵셋 프린팅은 음각으로 형성된 패턴에 잉크를 채워서 실리콘 블랑켓을 이용하여 피인쇄에 전이시키는 것으로 정밀 Plate to Plate 그라비아 옵셋 인쇄장치는 Fig 1 과 같이 설계하였다. Fig2 에서 ①제판(c), ②독터링 잉크컵(d), ③상부 제판롤(e), ④하부 블랑켓롤(f), ⑤필름 Unwinder 롤(g), ⑥가열로(g), ⑦필름 Rewinder 롤(g), ⑧디스펜서와 컨트롤러(h), ⑨Vision 카메라(i), ⑩제어부(j)로 구성되어 있다. ①제판은 147x590 크기의 제판을 이용하여 패턴

을 새긴 Plate 제판이며, ②독터링 잉크컵은 $\phi 90$ 크기이며 블레이딩 부위는 세라믹으로 되어있으며 20cc 정도 적은양의 잉크를 담아 놓고 제판에 일정 압력을 유지하여 잉크를 도포와 독터링까지 한번에 할 수 있으며 인쇄하는 도중에 공기중에 노출을 시키지 않고 솔벤트의 증발을 막아 잉크의 특성의 변화를 방지한다. ③상부 제판롤은 크기가 $\phi 99.5 \times 110$ 이며 패턴이 새겨져 있다. ④하부 블랑켓롤은 크기가 $\phi 90 \times 110$ 이며 Fig5 에서 보듯이 한쪽은 나사부로 되어 있고 반대편쪽은 레즈기어로 되어 있어 블랑켓 교체가 용이하게 되어있다. ⑤Unwinder 는 필름을 일정한 길이만큼 공급해주며, ⑥가열로는 인쇄된 필름을 열로 가열하여 잉크를 경화시켜주며 ⑦Rewinder 는 필름을 일정한 길이만큼 되감는다. ⑧디스펜서와 컨트롤러는 상부 제판롤에 잉크를 공급하며 컨트롤러는 잉크공급량을 제어해준다 ⑨vision 카메라는 인쇄된 패턴의 형상과 선폭을 측정하며 ⑩제어부는 VisualC++으로 구성되었으며 인쇄위치와 속도 등 인쇄공정을 설정하며 가열로의 온도 컨트롤 및 인쇄시 압력을 컨트롤을 할 수 있다.

4. 프린팅 실험

본 장비를 이용하여 Table 1 과 같이 Off Speed 와 Set speed 는 50mm/s, Off pressure force 와 Set pressure force 는 10~12kgf 로 인쇄를 하였으며 잉크는 siver paste 를 이용하였다 패턴은 70um 선폭을 사용하였다. 인쇄 결과는 Fig 3 과 같이 72um, 73um 으로 인쇄되어 있다.

Table1. Condition of plate to plate printing process.

Off speed	50mm/s
Set speed	50mm/s
Off pressure force	10~12kgf
Set pressure force	10~12kgf
Blanket width	85mm

5. 결론

본 연구는 그라비아 옵셋 인쇄 실험을 자동으로 반복 수행할 수 있도록 구현된 Plate to Plate 그라비아 옵셋 인쇄장비의 설계 및 제작에 대한 것이다. 본 장비를 이용하여 롤투롤 그라비아 옵셋 인쇄공정을 위한 여러가지 선행 공정조건을 간단히 실험을 할 수 있다. 이 장비의 장점은 일정한 공정조건을 유지할 수 있기 때문에 인쇄의 재현성이 뛰어나며, 소량의 잉크를 사용하므로, 솔라셀과 같은 고가의 잉크를 실험하는 것이 가능하며, 장시간 실험을 해야 할 때 공기 중에 잉크가 직접 노출되지 않으므로, 잉크의 특성이 변화하지 않는 상태에서 인쇄를 할 수 있다. 또한 하부 옵셋 블랑켓 롤의 신뢰성 실험에 적합하도록 구현되었다.

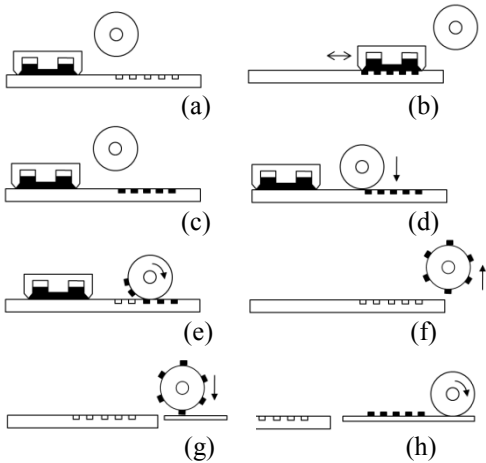
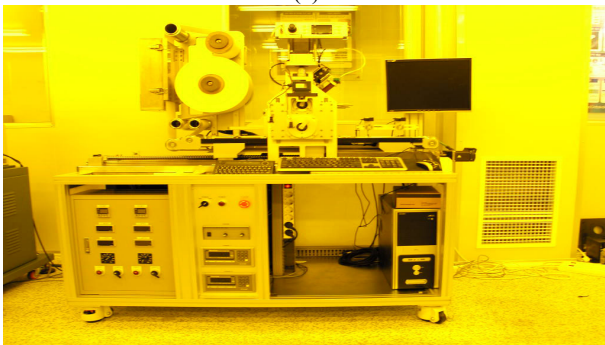
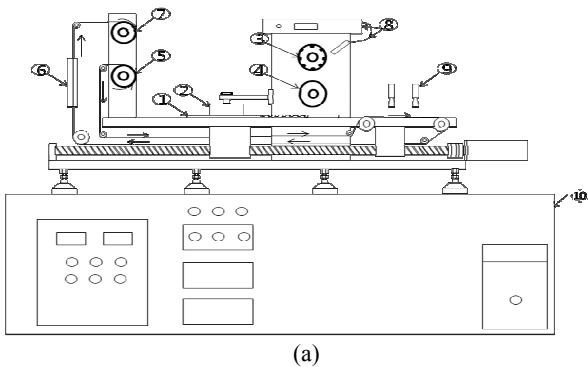
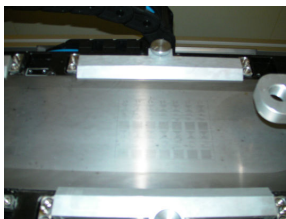


Fig.1 Working principle of the plate-to-plate gravure offset printing system: (a) Starting position; (b) Doctoring process; (c) Finishing the doctoring process; (d) Starting the off-process; (e) Off-process; (f) Finishing the off-process; (g) Starting the set-process; (h) Finishing the set-process.



(a)

(b)



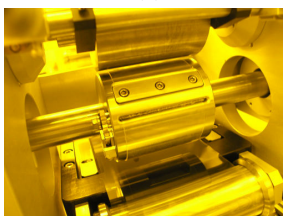
(c)



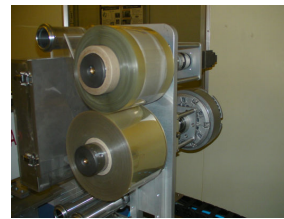
(d)



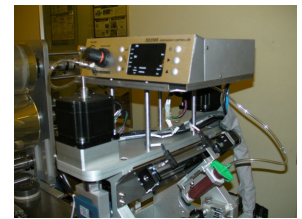
(e)



(f)



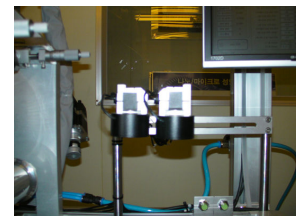
(g)



(h)



(i)



(j)

Fig. 2 Gravure offset printing system: (a) Schematic diagram; (b) Prototype; (c) Flat gravure plate; (d) Doctoring ink cup; (e) Gravure offset pattern roller; (f) Gravure offset rubber roller; (g) Unwinder, rewriter and drying unit; (h) Dispenser and controller; (i) Vision inspection system (j) Controller.

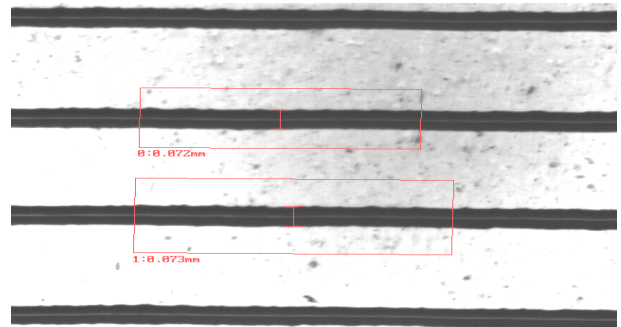


Fig3. Printed pattern using the plate to plate gravure offset printing system.

참고문헌

1. T.-M. Lee, T. G Kang, J. S. Yang, J. Jo, K.-Y. Kim, B.-O. Choi, D.-S. Kim, "Drop-on-demand Solder Droplet Jetting System for Fabricating Micro Structures," *IEEE Transactions on Electronics Packaging Manufacturing*, 2008.
2. T-M Lee, T. G Kang, J. S Yang, J. Jo, K-Y Kim, B-O Choi, D-S Kim, "Gap Adjustable Molten Metal DoD Inkjet System with Cone-Shaped Piston Head," *Journal of Manufacturing Science and Engineering – Transactions of the ASME* (2008)
3. T-M Lee, Y- Choi, S-Y Nam, C-W You, D-Y Na, H-C Choi, D-Y Shin, K-Y Kim, K-I Jung, "Color Filter Patterned by Screen Printing," *Thin Solid Films*, (2008)
4. Hayes, d., Cox, and Grove, M., "low-cost Display Assembly and interconnect using Ink-jet Printing Technology," *Display Works*, 1999.