

인쇄물 제작을 위한 레이저 패터닝

Laser Patterning for Manufacturing Printing Roll

*#강희진¹, 서경², 손현기³

*#H. S. Kang¹, J. Suh², H. K. Sohn³

^{1,2,3}한국기계연구원 나노융합시스템연구본부 광응용기계연구실

Key words : printing, roll, laser, line, pattern

1. 서론

현재 대부분의 전자소자는 웨이퍼 기반의 반도체 공정으로 생산되고 있으며, 노광기술을 이용하는 반도체 공정은 고가의 장비와 극한의 공정기술을 필요로 하고 있다. 따라서 유비쿼터스화를 위해서는 기존의 반도체 공정을 대신하여 전자소자를 저가로 대량생산할 수 있는 공정의 개발이 필수적이다. 이를 위해 최근 기존의 대량 인쇄방식인 롤투롤(roll to roll) 인쇄 공정을 기반으로 전자소자를 대량생산하는 공정 개발에 대한 연구가 진행되고 있다. 제 2의 반도체인 RFID Tag, E-paper, Solar Cell, Smart Sensor 등의 인쇄전자소자(printed electronics)를 대량으로 저가에 생산하기 위해 주목받고 있는 공정 기술이 롤투롤 인쇄 방식이다. 이러한 생산 방식이 상용화되기 위해서는 전도성 잉크, 전도성 폴리머 등의 전자 잉크와 인쇄 장비의 두 가지 기술이 확보되어야 한다. 인쇄물을 이용하여 전자소자를 인쇄하는 공정에 있어서 선행되어야 하는 기술은 인쇄물을 가공하는 기술의 개발이다. 인쇄물을 사용하는 공정에는 플렉소(flexo) 인쇄, 오프셋(offset) 인쇄, 스크린(screen) 인쇄, 그라비아(gravure) 인쇄 등이 있다.^{1, 2} 그라비아 인쇄용 롤을 제작하는 데는 전자조각, 간접식 레이저 각인(indirect laser engraving) 기술, 직접식 레이저 각인(direct laser engraving) 등이 있다. 현재 간접식 레이저 각인 기술이 대표적인 기술이며 인쇄물 표면에 폴리머 또는 블랙 페인트를 코팅한 후 레이저 빔을 이용하여 전자소자 회로를 패터닝한 후 에칭 및 코팅 공정을 거쳐 롤 표면에 회로를 최종적으로 식각하고 있다. 최근 인쇄전자소자의 집적도가 높아짐에 따라 인쇄물의 패턴 선폭 및 간격이 감소하고 있어 20 μm 이하의 선폭을 구현할 수 있는 인쇄물 패터닝 공정 개발에 대한 요구가 증가하고

있다. 본 연구에서는 선폭 20 μm 이하의 패턴을 갖는 인쇄물을 가공하기 위한 공정기술로써 간접식 레이저 패터닝 기술을 개발하기 위해 시스템을 구성하고 기초 실험을 수행하였다.^{3,4}

2. 실험 방법

Fig. 1은 본 연구를 통하여 프린팅 롤 제작을 위해 구성된 간접식 레이저 패터닝 시스템이다. 레이저 발진기는 100 W급 파이버 레이저 시스템이며, 이송 장치는 X-Y 테이블과 롤 회전축으로 구성된다. 레이저 및 이송축과의 인터페이스를 토대로 프린팅 롤 레이저 패터닝 시스템을 구축하고, 샘플 롤을 설계 및 제작하여 프린팅 롤 레이저 패터닝 시스템에 대한 기초 성능시험 및 평가를 실시하였다. 프린팅 롤 레이저 가공 공정에 관하여 기초 연구를 수행하기 위해 레이저 출력과 롤 회전축 속도, 초점 거리 및 집속 렌즈를 변화시켰다. 공정 변수와 선폭과의 상관성에 대한 관찰을 통해 최적의 공정변수를 찾고자 하였다. 롤 가공용 레이저 패터닝 시스템의 정밀도를 판별하기 위해 회전 속도와 롤 위치에 따른 레이저 패터닝 실험을 수행하였다.



Fig. 1 Indirect laser patterning system

3. 실험 결과

현상 공정이 없는 블랙 페인팅 도포 방식을 사용하였다. 구리층이 코팅된 스틸 롤 표면에 블랙 페인트를 도포한 후 패턴의 형상대로 레이저를 조사하여 원하는 부분의 페인트를 용발시켰다. 레이저 패턴닝이 끝난 롤에 에칭 및 크롬 코팅 공정을 적용하여 최종적으로 프린팅 롤로 완성하였다.

Fig. 2와 3은 블랙 페인팅 된 롤 상의 레이저 패턴닝 된 선폭을 측정 한 사진들이다. 각각의 확대 사진은 실제 레이저가 조사되어 블랙 페인트가 용발된 후 롤 표면에 구리층이 선명하게 구분되는 선폭 사진이다. 수평선의 경우 최소 선폭이 18 μm 이며, 수직선의 경우 최소 선폭이 20 μm 이다.

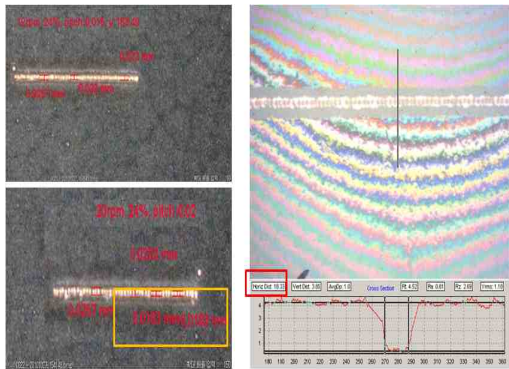


Fig. 2 Measurements of line width after laser patterning and etching (horizontal line, 18 μm)

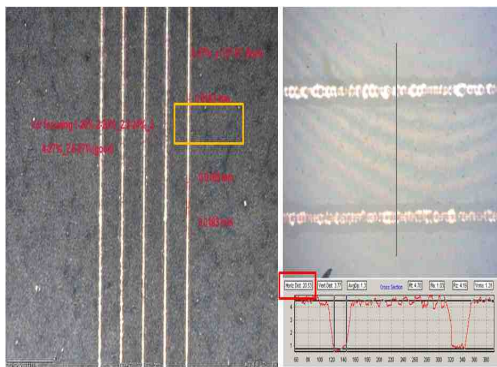


Fig. 3 Measurements of line width after laser patterning and etching (vertical line, 20 μm)

4. 결론

본 연구에서는 Nd:YAG 파장대의 100 W급 파이버 레이저를 이용하여 프린팅 롤을 제작하는 공정에 대한 연구를 수행하였으며, 간접식 레이저 식각 방식 중 블랙 페인팅 방식을 채택하여 실험을 하였다. 최적의 레이저 패턴닝 조건을 찾았으며, 최소 선폭의 실험 결과는 수평선의 경우 최소 선폭이 18 μm 이며, 수직선의 경우 최소 선폭이 20 μm 이었다. 본 연구를 통해 얻어진 공정 및 시스템에 관한 연구 결과의 분석을 통해 향후 시스템의 성능을 향상시키고 정밀도를 높이고자 한다. 또한 생산성을 높이는 방향에 초점을 맞춰 추가 연구를 진행하고자 하며, 소프트웨어의 기능 개선에 대한 연구를 진행하고자 한다.

후기

본 연구는 산업기술연구회의 지원을 받아 수행되었고 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. 최병오, 김동수, 이택민, 김충환, 이명훈, 임규진, "미세 선폭 롤 프린팅 공정에 대한 연구," 대한기계학회, 춘계학술대회 강연 및 논문 초록집, pp. 2377-2381, 2005.
2. 서정, "인쇄 전자소자(printed electronics)용 R2R 인쇄롤 레이저 제판," 한국광학회, 광학과 기술, 제13권 제4호, pp. 25-31, 2009.
3. 손현기, 서정, "레이저 응용 printed electronics용 direct/indirect 인쇄롤 패턴닝 기술," 한국정밀공학회, 2008년도 춘계학술대회 논문집, pp. 399-400, 2008.
4. 고성림, "그래비아어 인쇄롤 가공기술," 대한기계학회, 기계저널, 제49권 제8호, pp. 37-40, 2009.