

전자소자용 인쇄를 제작을 위한 레이저 미세 패터닝 소프트웨어 개발

Laser Micro-Patterning Software Development for Manufacturing of Printing Roll for Printed Electronics

**석준홍¹, 이동현¹, 이주장¹, 손현기², 강희신², 서정²

*#J. H. Seok(seokjh@kaist.ac.kr)¹, D. H. Lee¹, J. J. Lee¹, H. K. Sohn², H. S. Kang², J. Suh²

¹한국과학기술원 전기및전자공학과, ²한국기계연구원 나노융합시스템연구본부

Key words : Micro-patterning Software; Printing; Printed Electronics, Laser Engraving

1. 서론

인쇄전자는 전도성이 있는 금속성 잉크를 사용하여 전통적인 인쇄공정을 통해 전자소자를 만들어내는 것으로 간단한 전자소자를 대량으로 생산해 낼 수 있다 [1],[2]. 또한, 스크린 인쇄, 플렉소그래피, 오프셋 리소그래피, 그라비아 등 기존의 인쇄 공정을 그대로 사용함으로써 가격 대비 효율이 높은 전자소자 생산방식이다 [3].

전자소자 인쇄는 평판이나 롤에 전자소자 패턴을 가공하여 전자잉크를 묻혀 찍는 방법을 사용한다. 평판을 사용하는 것보다 롤을 사용하는 방식이 연속생산 공정에서 조금 더 효율적이다 [4].

따라서 본 연구에서는 전자소자에서 요구하는 높은 정밀도를 갖도록 레이저를 이용하여 인쇄를 가공할 수 있는 미세 패터닝 소프트웨어를 개발하였다.

2. 레이저 미세 패터닝 시스템

인쇄물을 가공하는 시스템은 레이저 빔 출력장치를 이송하여 인쇄물 상의 수평 방향 위치를 결정하는 X 스테이지, 인쇄물을 회전시키면서 롤의 수직 방향 위치를 결정하는 Y 스테이지, 레이저 빔의 초점거리를 결정하는 Z 스테이지로 구성되어 있다. 이 중, Z 스테이지는 패터닝 작업을 수행하기 전에 요구되는 초점 위치로 고정시킨 상태이며, X, Y 스테이지에 해당하는 모터의 동기 제어를 통해 전자소자 도면에 따라 인쇄물 상의 수직, 수평 방향으로 레이저를 조사함으로써 인쇄물을 가공하게 된다.

3. 소프트웨어 구성

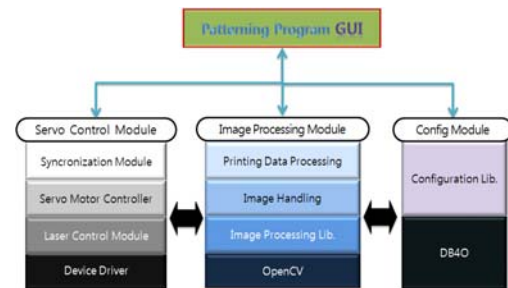


Fig. 1 Development software architecture.

레이저 미세 패터닝 소프트웨어는 윈도우 기반 프로그램으로 사용자가 일반 PC에 설치하여 손쉽게 사용할 수 있도록 하였다. 전체 소프트웨어는 패터닝 프로그램 사용자 인터페이스, 서보 제어 및 레이저 제어 모듈, 영상 처리 모듈, 환경 설정 모듈로 구성된다. 패터닝 프로그램 사용자 인터페이스에서는 전반적인 S/W 설정 및 동작에 관해 사용자 입력을 받아 각 모듈에 전달한다.

3.1 서보 제어 및 레이저 제어 모듈

서보 제어 및 레이저 제어 모듈은 센서 정보와 사용자 정보를 이용하여 모터를 동작시켜 지정된 위치에 레이저 빔이 위치하고 조사하도록 한다. Y 스테이지는 패터닝이 시작되고 끝날 때까지 등속으로 회전하며, X 스테이지는 한 수직선에 해당하는 픽셀의 레이저 조사가 끝나면 픽셀 단위로 레이저 빔 출력장치를 수평 방향으로 이송한다.

레이저 제어는 이진 비트맵 이미지로 변환된 전자소자 도면의 데이터를 바탕으로 On/Off 작업을 수행한다. 현재 인쇄물의 회전 위치에 대해 엔코더 정보를 받아 이미지 데이터에 따라 필요



Fig. 2 Hardware for laser micro-patterning

위치에 빔을 조사한다.

3.2 영상 처리 모듈

영상처리 모듈은 전자소자 도면을 사용자의 설정에 따라 패터닝을 위한 비트맵 이미지로 변환한다. 설정된 레이저 빔폭을 최소 단위로 하는 비트맵 이미지 형태로 변환하여 정보 손실을 최소화한다.

3.3 환경 설정 모듈

환경 설정 모듈에서는 인쇄물 및 패터닝 시스템의 기구적/기계적 파라미터와 운용 옵션 등을 설정하고 저장한다. 환경 설정을 바꿈으로써 전자소자 뿐만 아니라 다른 분야의 다양한 인쇄물을 가공하는 것이 가능하다.

4. 실험 결과

Fig. 2는 구현된 소프트웨어를 적용하고 실험을 수행한 레이저 미세 패터닝 시스템을 나타낸다.

Fig. 3는 구현된 소프트웨어를 이용하여 폴리머 코팅된 롤을 가공한 결과를 보여 준다. (a)는 가공을 위한 테스트 패턴 도면이고, (b)는 롤 가공 결과의 100배 확대한 결과이고 (c)는 200배 확대한 결과이다. 패터닝에 사용된 레이저 빔은 25 μ m의 빔폭을 갖고 가공 단위 픽셀의 크기도 25 μ m이다.

Fig. 3에서 보듯이 대각선, 원호 등의 테스트 패턴에 대해 성공적으로 패터닝 작업을 수행하였음을 확인 할 수 있다.

5. 결론

전자소자용 인쇄물 제작을 위한 레이저 미세 패터닝 소프트웨어 개발하였다. 롤을 일정 속도로 회전시키면서 레이저를 제어하여 성공적으로 패터닝 작업을 수행하는 것을 확인 할 수 있었다.

추후에는 다양한 전자소자 도면을 이용하여 인

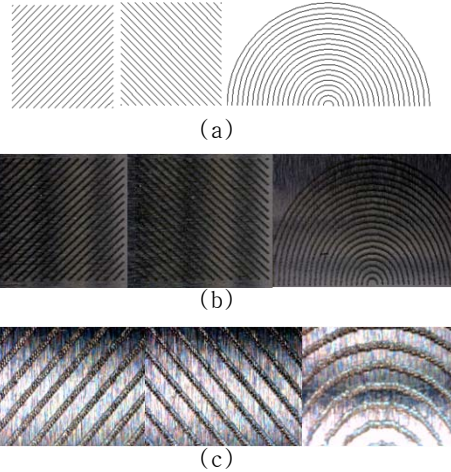


Fig. 3 Test patterns and results. (a) Test patterns; (b) The 100x magnifications results; (c) The 200x magnifications results.

쇄물을 가공하고 전자소자를 인쇄해 봄으로써 효율성을 입증하고, 공정 고속화 알고리즘을 적용하여 인쇄물 제작 공정 시간은 줄이면서 정밀도를 유지시키는 연구를 진행 중이다.

후기

이 논문은 2011년 한국기계연구원 주요사업 “프린팅 롤 광응용 미세패터닝 기술개발”의 지원으로 수행된 연구임.

참고문헌

1. D. A. Clark, "Major Trends in Gravure Printed Electronics", Graphic Communication, pp. 26-56, 2010
2. P. Harrop, "New Trends in Printed Electronics", Printed Electronics World, 2009, n.d., <http://www.printedelectronicsworld.com/articles/new_trends_in_printed_electronics_00001745.asp>
3. 노재호, 이택민, 조정대, 김동수, 박상호, “그라비아 옵셋을 이용한 미세 선폭 인쇄에 대한 연구”, 한국정밀공학회 2010년도 춘계학술대회논문집, 597-598, 2010
4. Jiho UH, Jin S. Lee, Yoon H. Kim, Ju T. Choi, Moon G. Joo and Choong S. Lim, "Laser Engraving of Micro-patterns on Roll Surfaces," ISIJ International, 42, 1266-1272, 2002