

# 웹 이송방식 프린팅에서 중첩 정밀도 향상을 위한 웹 위치 측정시스템

## Web Position Measurement System with Enhanced Precision for Multi-Layered Web Guide Printing

김용무\* · 오동호\*†

Yong-Moo Kim and Dongho Oh

### 1. 서 론

인쇄전자(Printed electronics)에서 웹 이송방식 프린팅은 플라스틱이나 금속의 얇은 필름 형태의 웹(Web)에 그라비아 인쇄나 고속 잉크젯과 같은 방법으로 이송중인 웹상에 회로를 형성하는 공법이다. 이는 반도체 공정에 의한 제품 중 집적도가 상대적으로 낮은 제품들에 대해 기존의 노광공정, 성막공정, 에칭공정 등 생산단가가 높은 공정을 웹 위에서 자동화된 공정으로 전자소자를 저가로 제조하는 것을 말한다. 웹 이송방식의 인쇄공법에서 다층(Multi-layer)의 회로를 형성하는데 가장 중요한 기술 중 하나가 층간 중첩 정밀도이다. 다층구조에서 층과 층을 정확하게 위치를 조절하는 것은 인쇄된 전자회로의 집적도와 성능을 결정짓는 중요한 요소이다. 웹의 중첩 정밀도에 영향을 주는 요소는 기계 시스템 요소의 정밀도와 이러한 시스템을 측정 및 제어하는 소프트웨어적 요소가 있으며, 중첩정밀도의 향상과 신뢰성을 얻기 위해서는 두 가지 요소에 대한 정밀도 모두 만족되어야 한다. 그 중 가장 영향이 큰 것은 웹의 측정 정밀도이다. 현재의 웹 이송방식의 인쇄 시스템에서는 CCD비전시스템을 이용하여 웹의 중첩정밀도와 인쇄품질을 측정하고 있으며 적외선 센서 또는 초음파 센서를 이용하여 인쇄될 웹의 모서리를 검출하고 이를 통하여 웹의 사행방향(진행의 수직방향)을 제어하고 있다.

그러므로 1도의 인쇄에서는 적외선 센서를 통한 측정 및 제어를 실시하고 2도 인쇄 이후로 부터는 1

도에서 인쇄된 패턴과 광학엔코딩기법을 사용하면 현재의 시스템보다 정밀한 측정 및 제어가 가능하다. 따라서 본 연구에서는 웹의 가공 정밀도에 의존하지 않고 신뢰도가 높은 측정 시스템을 구성하기 위하여 광학엔코딩기법의 설계 및 평가를 수행하였으며 광학엔코딩기법의 신뢰성을 검증하기 위하여 레이저 속도변위계를 이용하여 비교 측정하였다.

### 2. 설계 및 측정

#### 2.1 측정 시스템

현재의 웹 측정방식인 CCD비전시스템의 경우 영상처리속도에 의한 신호지연이 고속의 대량생산에는 제한요소가 될 수 있으며, 초음파 및 적외선센서를 이용한 웹의 모서리 검출방법은 절단된 웹의 가공정밀도에 의존하게 된다. 따라서 웹의 이송을 측정하는데 있어 웹의 가공 정밀도에 대한 영향을 받지 않고 독립적으로 웹을 측정할 수 있다면 중첩정밀도를 더욱 향상시킬 수 있다.

광학엔코딩기법은 현재 사용되고 있는 비전시스템과 다르게 2도 인쇄부터는 1도에 인쇄된 눈금을 2

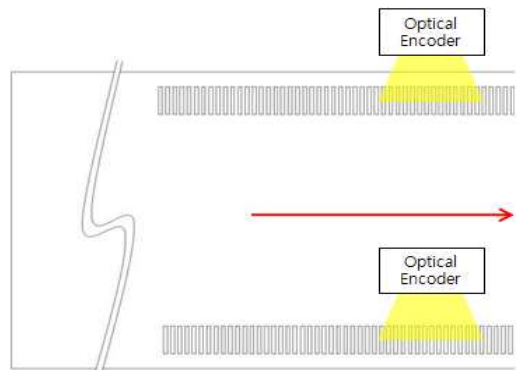


Fig. 1 Web measurement system

† 교신저자; 정회원, 충남대학교 기계공학과  
E-mail : dongho@cnu.ac.kr  
Tel : 042-821-7596, Fax : 042-822-5642  
\* 충남대학교 기계공학과

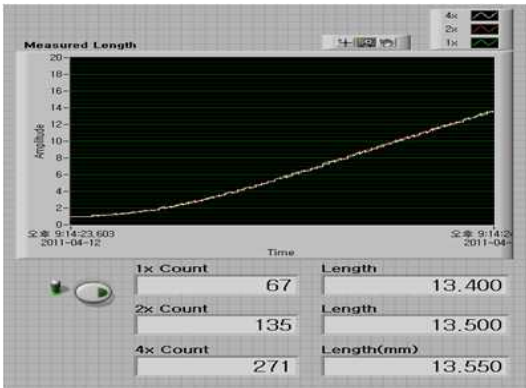


Fig. 2 Comparison of measured length with different resolution

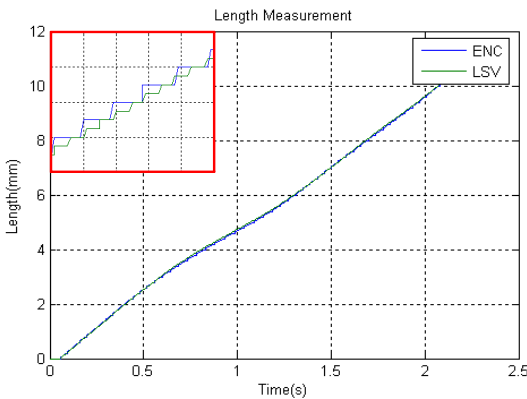


Fig. 3 Comparison of proposed optical encoding system and LSV

도 이후의 인쇄공정 직전에 검출하여 그 결과를 피드포워드(Feedforward)하여 인쇄에 반영할 수 있으므로, 보다 정밀한 제어시스템을 구현할 수 있다.

또한 단순한 눈금(grating)의 카운트가 아닌 보간(interpolation) 신호처리과정을 통한 체배를 하여 눈금의 크기보다 수 배에서 수 백배 높은 해상도로 웹을 측정할 수 있다. Fig. 2는 각각의 해상도로 웹의 위치를 측정한 결과를 보여주며 해상도에 따라 각각의 측정 결과가 차이가 있음을 보여준다.

## 2.2 측정결과의 검증

웹상에 인쇄된 눈금과 광학 엔코더를 이용한 웹 위치측정의 신뢰성을 검증하기 위하여 레이저 속도변위계를 사용하였다. 레이저 속도변위계는 레이저 도플러간섭계를 이용하여 웹 표면의 평면 움직임을 측정하는 장비이다. 레이저 속도변위계를 이용하는

경우 피측정체의 평면움직임을 수 내지 수십 나노 단위까지 정밀하게 측정이 가능하다. Fig. 3은 레이저 속도변위계와 광학 엔코더를 이용한 측정 결과를 나타내며 두 값이 일치함을 알 수 있다.

## 3. 결 론

웹을 정밀하게 제어하기 위해서는 제어하고자 하는 정밀도보다 수 내지 수십 배 이상의 측정 정밀도를 필요로 한다. 전자부품을 인쇄 하는 것이 아닌 일반 미디어를 인쇄하는 기술에서는 중첩오차가  $100\mu\text{m}$  이하이지만, 전자부품을 인쇄하는 인쇄전자에서는  $10\mu\text{m}$  이하의 중첩정밀도를 구현하는 것이 필수적이다. 정밀한 시스템을 이루기 위하여 시스템의 각 요소에 대한 측정 및 제어 시스템의 성능과 신뢰성을 확보해야 한다. 웹에 대한 정밀 측정은 직접적인 인쇄의 대상이 되므로 매우 중요하며 이는 현재의 RFID 인쇄 수준을 뛰어넘어 태양전지나 Flexible display panel 인쇄의 가능성을 의미한다고 할 수 있다.

본 연구에서는 광학엔코딩기법에 의한 정밀측정 시스템을 제시하고 적용 가능성을 알아보았고, 기존의 방식보다 웹을 정밀하고 높은 신뢰도로 측정할 수 있음을 확인하였다.

## 후 기

이 논문은 2011년도 교육과학기술부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업 연구(20110005850)임.