

# 롤투롤 임프린팅 공정에서 속도와 압력에 따른 ITO 층의 패터닝 분석

## An Effect of speed and pressure on patterning of ITO layer in R2R micro imprinting process

\*김지엽<sup>1</sup>, 안병준<sup>1</sup>, 김재민<sup>1</sup>, 이동진<sup>2</sup>, Terho Kololuoma<sup>3</sup>, #고성림<sup>2</sup>

\*J. Y. Kim<sup>1</sup>, B. J. Ahn<sup>1</sup>, J. M. Kim<sup>1</sup>, D. Lee<sup>2</sup>, Terho kololuoma<sup>3</sup>, #S. L. Ko([slko@konkuk.ac.kr](mailto:slko@konkuk.ac.kr))<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 건국대학교 기계설계학과, <sup>2</sup> 건국대학교 기계공학부,

<sup>3</sup> VTT(Technical research centre of Finland)

Key words : ITO patterning, micro imprinting, nip pressure roll,

### 1. 서론

FDP, LCD 및 OLED 등의 광전소자, OPV 등과 같은 태양전지 소자는 ITO(indium tin oxide)층과 같이 투명 전극 층을 가지고 있다. 투명 전극층의 패터닝 방법으로는 DLE(direct laser engraving), 화학 에칭(chemical etching), 스크라이빙(scribing) 등과 같은 방법들은 대면적 연속 공정이 어려우며 공정비용이 높다는 단점을 가지고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여, 롤투롤 기반의 임프린팅 공정(Fig. 1)을 사용하였다. 이는 양각의 미세 패터닝을 가진 롤을 이용하여 ITO 투명 전극 층이 코팅된 필름 표면에 음각 패터닝을 각인하는 공정으로서, 이를 통하여 원하는 형상의 패터닝 현상의 구현 및 패터닝을 경계로 하여 전기적으로 절연이 되도록 하였다.

본 연구에서는 롤투롤(R2R) 연속 마이크로 임프린팅(micro imprinting) 공정을 통해 패터닝 시 패터닝의 폭 및 깊이에 관하여 중요한 공정 조건인 속도와 압력이 미치는 영향에 관하여 논하고자 한다.

### 2. 롤 제작 및 ITO 층의 패터닝 실험

롤투롤 임프린팅 공정 기법은 양각 패터닝을 회전시켜 그 사이에 발생하는 압동롤의 압력과 속도에 의해 인쇄 기판 표면에 음각 패터닝을 각인하는 기법이다. 본 연구에서는 레이저 조각 부식 기법을 이용하여 폭 15, 25, 35 μm 높이 40 μm 를 가진 양각 미세 패터닝 롤을 제작하여 롤투롤 연속 인쇄 공정 장비를 이용하여 실험을 하였다. 실험에 사용된 소재는 ITO 가 100nm 의 두께로 코팅된 PET(두께: 188μm)를 사용하였다.

Table 1 Condition of micro imprinting

Substrate	ITO on PET film		
Speed (m/min)	1	3	5
Nip pressure (MPa)	0.1	0.3	0.5

각 속도와 압력에 따른 ITO 층의 패터닝 비교 분석을 위한 실험을 진행했으며, 그 조건은 Table 1 과 같다.

### 3. 실험 결과 및 분석

롤투롤 기반의 임프린팅 공정을 통하여 Fig. 2 와 같이 일정한 폭과 깊이를 가지는 패터닝을 제작하였으며, 이를 통하여 패터닝의 경계를 ITO 층에서 전기적 절연이 가능함을 확인하였다. 본 공정은 탄성 소재 상에 높은 압력으로 소성 변형을 일으키는 방법으로서, 소재의 변형 및 손상을 최소화함과 동시에 ITO 층의 절연이

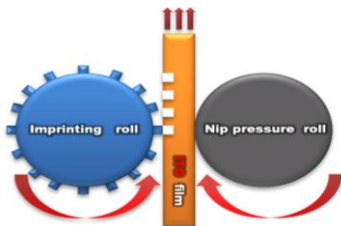


Fig. 1 Schematic of micro imprinting process

가능한 패터닝 조건이 필요하다.

Fig. 3 과 같이 압력이 증가함에 따라 ITO 층의 패터닝 깊이는 증가하였으나, 폭에 있어서는 큰 변화는 없었다.

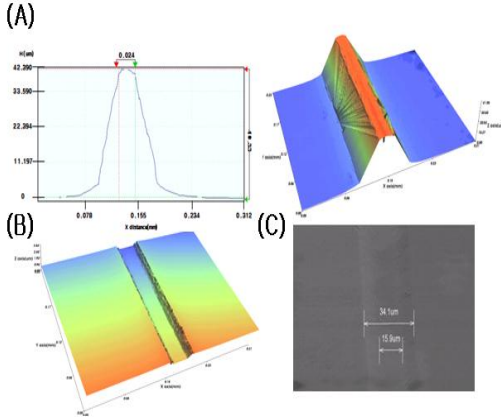


Fig. 2 Laser interferometer data: (A) 3-D measured shape of micro imprinting roll pattern, (B) 3-D shape of imprinted pattern on the PET coated with ITO and (C) SEM image of Imprinted Pattern

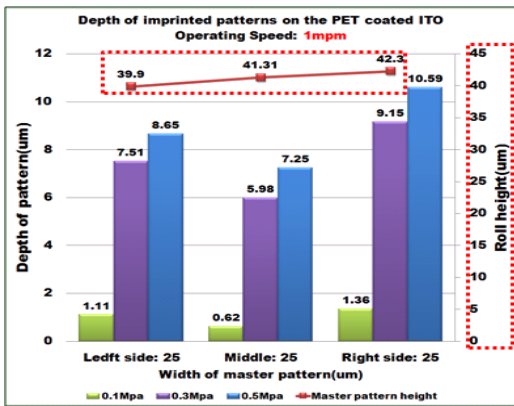


Fig. 3 Pattern depth versus the operating speed

또한 공정속도 측면에서 인쇄 속도에 따라 ITO 층 패터닝의 깊이와 폭은 증가하지만 수치적 변화는 작음을 확인 할 수 있다(Fig. 4). 또한 3 m/min 과 5 m/min 패터닝 깊이를 비교하였을 때 속도가 높을수록 감소하는 경향을 보여준다.

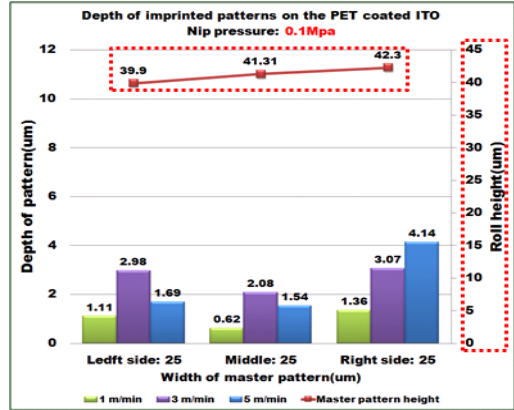


Fig. 4 Pattern depth versus the nip pressure

#### 4. 결론

롤투롤 기반의 임프린팅 기법을 통한 ITO 층 패터닝 공정 시 속도와 압력의 영향에 있어서 폭은 거의 변화가 없으나, 깊이에서 공정 속도보다 압력이 더 큰 영향을 미친다. 이 실험의 결과 토대로 임프린팅 공정 시 최적화된 공정 조건을 도출할 수 있다.

#### 후기

이 논문은 지식경제부의 "산업원천기술개발사업(10035641)"의 지원과 2012년도 교육과학기술부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 해외우수연구기관유치사업(2011-00260)에 의해 수행되었습니다.

#### 참고문헌

1. S. Lan, J. H. Song, M. G. Lee, J. Ni, N. K. Lee, H. J. Lee, "Continuous roll-to-flat thermal imprinting process for large-area micro-pattern replication on polymer substrate", Microelectronic eng., 87(2010), 2596-2601
2. S. R. Forrest, "The path to ubiquitous and low-cost organic electronic appliances on plastic", Nature 428(2004) 911.