

평판 디스플레이용 패널의 레이저 패터닝에 관한 연구

A Study on the Laser Patterning of Panel for FPD

LG 생산기술원 김성한, 오석창, 이강욱, 홍순국, 강형식

1. 서론

본 연구에서는 평판 디스플레이용으로 사용되는 소다라임 글래스에 ITO 코팅된 패널에 Laser Direct Patterning(LDP) 가공에 대한 기초연구를 수행하였다. 기존 패터닝 방법은 포토리소그래피(사진 석판술) 에칭을 이용한 화학적 처리이다. 전형적인 포토리소그래피 처리 단계는 포토레지스터의 코팅, 노광, 개발, 습식 에칭 및 스트립을 포함한다. 노광 단계에서는 역시 습식 화학 처리에 의해 생산된 포토 마스크가 필요하다. 이렇듯 종래의 ITO 패터닝 공정은 대부분 습식 공정으로 이루어져 있다. 이에 반해 레이저를 이용한 방식은 대기 상태에서 행해지는 건식 처리이다. 그리고 상기의 모든 과정이 레이저 조작으로 대체되고 또한 패턴 생성에서 마스크가 필요 없기 때문에 시간과 비용을 절약할 수 있다. 습식 공정을 대체하는 기술로 작업 환경 및 현재 크게 부각되고있는 환경 문제에 대해 상당히 유리한 이점이 있다. 본 논문에서는 실제 FPD용 글래스의 ITO 막을 레이저를 이용하여 패터닝하고 이를 발광시켜 기존의 방법과 비교함으로써 LDP의 적용 가능성을 검토하였다.

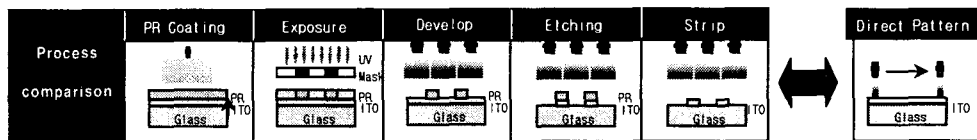


Fig. 1 The process comparison of photolithograph and laser direct patterning

2. 실험 방법

먼저 본 실험을 수행하기 위하여 대상 재료는 ITO coated glass, 패턴을 형성하기 위해 X-Y moving stage를 이용하였고 광학 시스템으로는 Fig. 2 과 같이 Z축에 고정된 고정 광학계를 구성하였다. 또한 레이저 source는 ITO막에 대한 빔 흡수율이 우수한 UV 파장대의 레이저를 선정하였다.

실험 방법으로는 빔 전송 광학계 구성과 준비된 패널을 X-Y moving stage에 고정시키고 거리 및 간격은 자동으로 프로그램화 하였다. 설계된 패턴 폭을 고려하여 초점을 defocusing하는 방법으로 패턴의 폭을 맞춤으로 X-Y moving stage의

왕복 횡수를 줄이고 가공의 신뢰성을 높였다. 또한 패턴의 폭이 큰 부분은 수 차례 왕복 과정으로 중복 array 하여 레이저 가공을 수행하였다.

레이저 패턴링을 수행하기 위한 가공 변수들로는 laser power, wavelength, frequency(repetition rate), 가공 speed등이 중요한 변수로 고려되었고 패턴링 후의 분석으로는 거시적 가공 상태 분석 즉 광학 현미경을 통하여 관찰을 하였고 미시적 가공 상태의 분석은 SEM 촬영을 통하여 glass damage와 particle의 발생 상태 및 분포를 관찰하였다. 다음으로 글래스 투과도에 영향을 줄 수 있는 패턴링 면의 표면상태를 α -STEP을 이용하여 분석하였다. 마지막으로 나머지 공정을 거친 후 광 특성 test를 수행하였다.

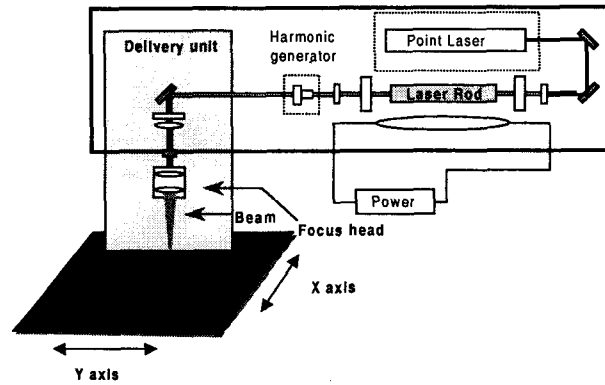


Fig. 2 The schematic of optic and laser system

3. 결과 및 고찰

Fig. 3 은 X-Y moving stage를 200 mm/s로 움직이면서 ITO를 ablation한 것이다. 그림에서 보듯이 습식 에칭 공정에서 패턴링한 것 보다 패턴의 가장자리부분이 약간 거칠고 또 ablation 과정에서 shoulder가 생긴 것을 볼 수 있다. 그러나 이러한 현상은 후 공정에서 패널의 특성을 파악하기 위하여 통전 및 발광 test시 발광 상태에 영향을 미치지 않는 않았다. 또한 패턴링 후 다음 공정에서 패널에 심각한 영향을 줄 수 있는 패턴링면의 damage, 즉 패턴링 수행 시 레이저 빔에 의한 글래스 면의 damage를 분석하기 위해 SEM 촬영을 하였다. (Fig. 4)그림에서 패턴링 후의 가공 면은 가공하지 않은 글래스 면과 별다른 차이가 없음을 알 수 있었다. Fig. 5 는 가공 면의 표면 상태를 관찰하기 위해 α -STEP으로 ablation된 면의 조도를 측정한 것이다. 측정 결과 약 $\pm 150\text{\AA}$ 이하의 요철이 발생하였다. 이러한 요철의 원인은 글래스와 ITO가 접촉된 부분에서 ITO가 ablation되면서 글래스 입자가 함께 뜯겨 나가거나 완전히 ablation되지 않은 ITO입자가 남아 있어서 발생한 것으로 볼 수 있다. Fig. 7 은 패턴을 완전히 형성시키고 나머지 후 공정을 거쳐 발광 test를 한 그림이다. test 결과는 기존 photo 공정의 패널과 유사한 결과를 얻을 수 있었다.

4. 결론

상기 실험의 결과로 기존의 습식 에칭 공정의 패터닝의 단점들을 보완할 수 있는 건식 에칭 공법 즉 LDP공정의 가능성을 살펴볼 수 있었고 이에 대한 장점과 보완되어야 할 사항들을 파악할 수 있었다. 장점으로는 기존의 photo 공정에 비해 훨씬 저렴한 시설 투자비와 습식 공정에 비해 안정적이고 저렴한 레이저 유지비등을 들 수 있고 또한 보완되어야 할 사항으로는 양산 공정에 적용하기 위한 가공 속도를 고려한 새로운 가공 방식(광학계의 구성)의 개발과 대면적 고정도 기구 및 정밀 제어 시스템의 구현등이 중요한 과제로 남아 있다.

5. 참고 문헌

1. Zolt Toth, et al, "Surface patterning by pulsed laser induced transfer of metals and compounds", SPIE, Vol. 1279
2. Rodney L. Waters, "레이저에 의한 평판 디스플레이의 ITO피막 패터닝", LG 생산 기술, Vol. 3, No. 3, 2000
3. Hung-Yin Tsai, Hsiharng Yang, Cheng-Tang Pan, Min-Chief Chou, "Laser Patterning Indium Tin Oxide(ITO) Coated on PET Substrate", Proceedings of SPIE Vol. 4230, pp 156-163, 2000

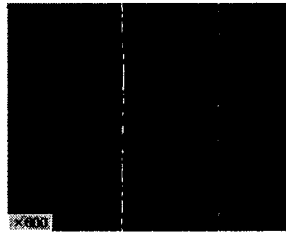


Fig. 3 A single pattern(200 mm/s, 35 kHz)

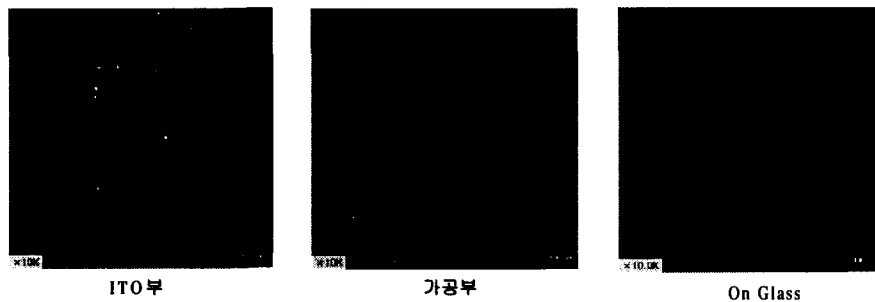


Fig. 4 The SEM analysis on the surface of a patterned panel

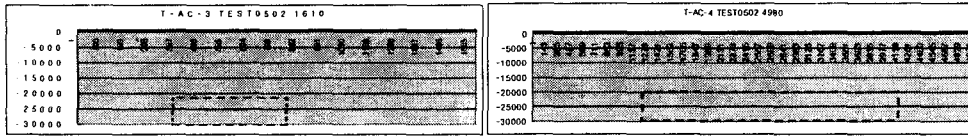


Fig. 5 The α -STEP analysis on the surface of a patterned panel

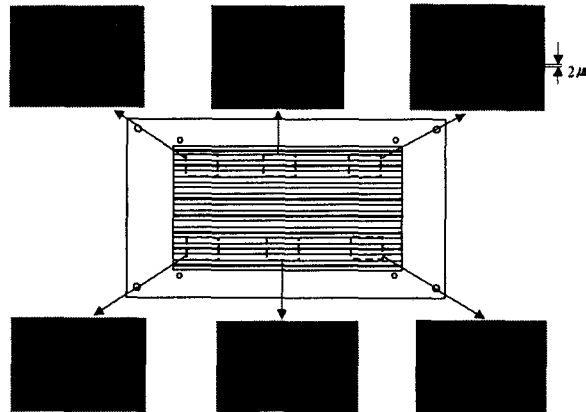


Fig. 6 The patterns on the panel which laser direct patterning is finished

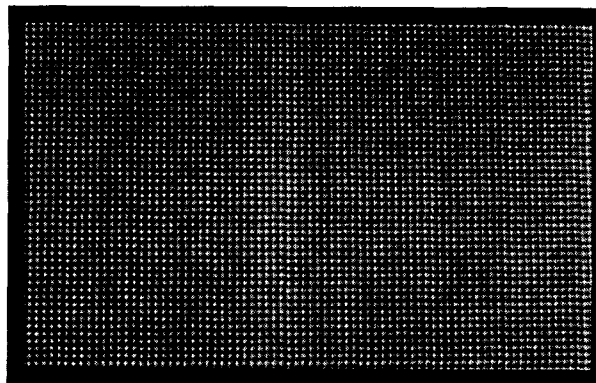


Fig. 7 Lighting test