

# LMT를 이용한 Laser Direct Writing에 관한 연구

## A study of laser direct writing by LMT

LG 전자 생산기술원 백광열, 김성한, 홍순국, 강형식

### I. 서론

박막 필름을 증착시키고 패턴을 형성하는 방법은 electronic devices, sensors, MEMS, FPD 등의 제조 공정에 있어 필수적이다. 이러한 소자 패턴의 소형화는 리소그래피 기술, 장비, 레지스트 물질 등의 개발을 통해 이루어져 왔다. 그러나 개발된 기술은 제한적 flexibility와 복잡성, 시간, 비용의 증가를 초래한다. 이러한 문제를 해결하기 위한 대안으로 다양한 direct writing 기술 개발이 진행되고 있다. 최근 연구되고 있는 direct writing 기술로는 ink jet printing, laser forward transfer techniques, laser chemical vapor deposition(LCVD), matrix-assisted pulsed-laser evaporation direct write(MAPLE-DW)와 micropen 기술 등이 있다.

산업적으로 유리 기판을 사용하는 분야에서 생산라인을 흘러가는 기판의 개별적 혹은 일괄 처리되는 기판의 trace ability는 주요 관심 분야이다. 기존의 ink jet 방식은 종종 기판에 적용되는 화학 공정과 열 공정에 의해 이러한 특성이 상실될 수도 있다. 기계적 또는 레이저를 이용하는 기판의 표면 에칭에 의한 marking은 화학, 열 공정 적용 시 유리의 파손과 해독 능력에 부정적 영향을 줄 수도 있다. Laser mass transfer(LMT) 기술은 레이저를 이용하여 투명 기판 위에 준비된 target material을 ablation 한 후 receiver 기판 위에 증착시키는 기술로서, 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하고 제조 비용 절감, 공정의 단순화를 이룰 수 있는 LMT 기술의 가능성을 살펴보았다.

### II. 실험방법

본 실험에서는 IR( $\lambda=1064\text{nm}$ ), Green( $\lambda=532\text{nm}$ ), UV( $\lambda=355\text{nm}$ ) 펄스형 레이저를 사용하여 증착 특성을 살펴보았다. 이때 사용된 target material은 0.7mm 두께의 유리 기판 위에 120nm의 Cr을 증착시켰으며 receiver 기판으로는 아사히 글라스의 2.7mm 두께의 PD200 유리를 사용하였다. Fig 1.은 LMT의 개념도 이다.

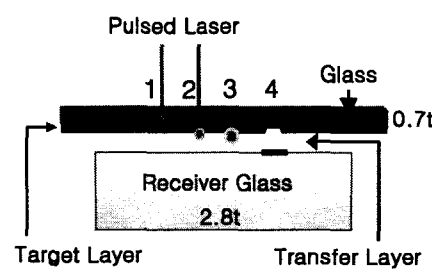


Fig 1. LMT 개념도

2D matrix code를 marking 하기 위해 2D matrix code 생성 프로그램과 galvanometer, F- $\theta$  lens를 사용하였다.

Surface morphology 특성은 SEM을 이용하여 분석하였으며 2D matrix code reader기를 이용하여 marking된 패턴의 readability를 확인하였다. 또한 marking된 패턴의 기계적 저항성을

측정하기 위해 scotch tape 테스트, cross-cut 테스트를 수행하였으며 열 적, 화학적 저항성을 측정하기 위해 PDP 공정 조건과 동일한 조건 하에서 marking 샘플의 특성을 확인하였다.

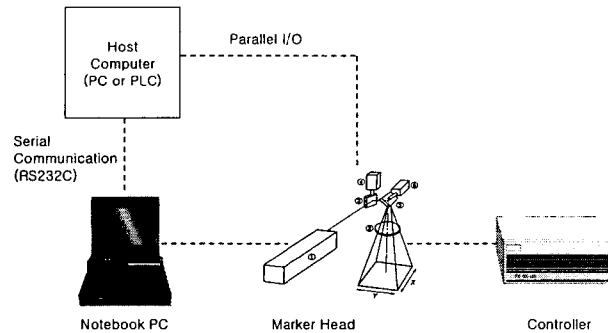


Fig 2. LMT 시스템 개념도

### III. 결과 및 고찰

Fig 3.은 레이저 파장에 따라 LMT 방법으로 증착 된 박막의 SEM 비교 사진이다.

IR, Green, UV 레이저를 사용하여 증착된 Cr을 transfer 시킨 결과 IR 레이저를 사용하였을 때 유리를 손상시키지 않고 기판 유리에 Cr을 증착시킬 수 있었다. Green 레이저는 저밀도 Cr 증착 특성과 유리 손상 특성을 보였고, UV 레이저는 Cr이 증착된 유리와 receiver 유리를 손상시키는 결과를 보였다.



Fig 3. Laser 파장에 따른 증착 특성

Fig 4.는 LMT에 의해 marking 된 박막의 optical readability를 평가하기 위한 2D matrix code reader이다. 적절한 reader기 파라미터를 적용하였을 때 제작된 2D matrix code는 100%의 판독 특성을 확인하였다. Fig 5.는 reader기를 통해 얻은 판독 결과이다.

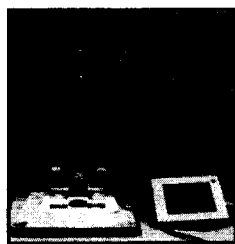
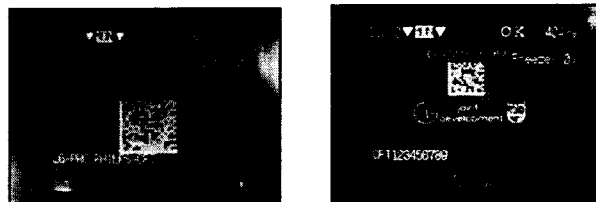


Fig 4. 2D matrix code reader



a) LG-PRC sample      b) Philips CFT sample

Fig 5. LMT 2D matrix sample

기계적 저항성 측정은 마킹된 샘플 위에 scotch tape을 붙였다 떼어낸 후 readability 측정을 하는 방법과 마킹된 샘플의 점착성을 측정하기 위해 cross-cut 테스트를 수행하였다.

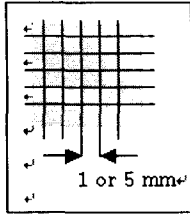


Fig 6. Cross-cut test

Readability 특성은 scotch tape test 결과 전, 후 동일한 결과를 얻을 수 있었고 cross-cut 테스트 결과 cell 손실은 없고 cutting시 발생하는 particle만이 tape에 부착하는 결과를 얻을 수 있었다. 즉, LMT에 의해 marking 된 박막의 우수한 점착 특성을 확인할 수 있었다.

Fig 7.은 marking된 박막의 열 적 저항성 테스트를 위한 온도 profile이다. 열처리 후 readability 특성 확인 결과 테스트 전후 동일한 판독 특성을 확인하였다. 화학적 저항성 특성 확인을 위해 PDP 생산라인에 적용하는 화학 etchant를 사용하여 화학 처리 후 readability 확인 결과 화학 처리 전과 동일한 판독 특성을 보임을 확인하였다. Fig 8은 화학 처리 전후의 이미지이다. 화학 처리 전후 marking된 박막의 표면 morphology에 큰 변화가 없음을 확인할 수 있었다.

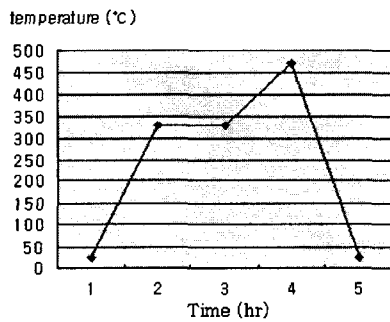
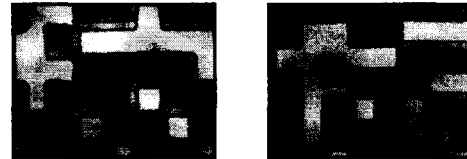


Fig 7. Temperature profile



a) 화학 처리 전      b) 화학 처리 후

Fig 8. 화학 처리한 2D matrix code

#### IV. 결론

본 연구에서는 LMT 기술을 이용하여 유리 표면에 2D matrix code를 marking 하였다. IR, Green, UV 레이저를 사용하였을 때 IR( $\lambda=1064\text{nm}$ ) 레이저가 유리를 손상하지 않는 균일한 증착 특성을 보였으며, IR 레이저를 이용하여 기계적, 열 적, 화학적 저항성을 갖고 우수한 optical readability를 갖는 제작된 2D matrix code를 제작하였다. 본 연구를 통해 LMT 기술 적용을 통해 FPD, 반도체 분야 등 다양한 분야에 적용할 수 있는 가능성을 확인할 수 있었다.

#### V. 참고문헌

1. Alberto Pique, Douglas B. Chrisey : Academic press, Direct-write technologies for rapid prototyping applications, pp. 504-507
2. A. Pique, J. Fitz-Gerald, et al : Proceedings of SPIE vol. 3933(2000), Direct Writing of Electronic Materials Using a New Laser Assisted Transfer/Annealing Technique, pp. 105-112
3. P. Papakonstantinou, N.A. Vainos, C. Fotakis : Applied surface science 151(1999), Microfabrication by UV femtosecond laser ablation of Pt, Cr and indium oxide thin films, pp. 159-170