



---

**◎ Track 6 : 첨단 레이저 및 광 에너지 가공**

---

부식 금속 표면에 대한 레이저 유도 플라즈마 분광분석법 적용 연구 ..... 69  
 강동찬, 김주한(서울과학기술대학교)

**AMOLED 디스플레이에 사용되는 진동자 이용 Invar합금 펄소 레이저 홀 드릴링 테이퍼 각도 ..... 70**  
**조절에 대한 연구**  
 최원석(과학기술연합대학원대학교, 한국기계연구원), 강희신, 안상훈(한국기계연구원), 김재구, 최지연,  
 김훈영(과학기술연합대학원대학교, 한국기계연구원), 전진우, 황경현(한국기계연구원),  
 조성학(과학기술연합대학원대학교, 한국기계연구원)

**펄소 레이저를 이용한 투명전극 가공 깊이 조절에 대한 연구 ..... 71**  
 김훈영, 최원석(한국기계연구원, 과학기술연합대학원대학교(UST)), 전진우(한국기계연구원),  
 조성학(한국기계연구원, 과학기술연합대학원대학교(UST))

---

**◎ Track 7 : 나노마이크로시스템**

---

관통형 나노다공성 알루미늄 필터의 표면처리를 통한 극성 분자의 여과 ..... 72  
 한의돈, 김병희, 서영호(강원대학교)

세포 파쇄를 위한 나노스피이크 구조가 표면에 형성된 다공성 알루미늄 필터 제작 및 특성 평가 ..... 73  
 이용훈, 한의돈, 장창식, 김병희, 서영호(강원대학교)

나노 기술 경쟁력 지수 개발에 관한 연구 ..... 74  
 배성훈, 신광민, 윤진선, 김준현, 강상규(한국과학기술정보연구원), 신민수(한양대학교)

써멧 나노구조의 활용을 통한 고효율 연료전지 성능 향상에 관한 연구 ..... 75  
 안지환(서울과학기술대학교)

나노 입자를 이용한 피커링 에멀전의 유변학적 특징에 대한 수치해석 연구 ..... 76  
 최세빈, 이준상(연세대학교)

분자동역학을 이용한 액체, 고체, 기체, 세 가지 상이 만나는 contact line force 에 대한 연구 ..... 77  
 윤희민, 이해곤, 이준상(연세대학교)

---

**◎ Track 7 : 기계산업핵심기술개발사업**

---

차세대 하이브리드 연삭시스템 개발 ..... 78  
 최현중(한국생산기술연구원)

고밀도 전자빔 피니싱 장비 및 공정기술개발 ..... 79  
 강은구(한국생산기술연구원)

(복합환경)Hybrid Dynamometer 시험장비 개발 ..... 80  
 박종원, 최병오, 이기욱, 지경열(한국기계연구원)

# 펄초 레이저를 이용한 투명전극 가공 깊이 조절에 대한 연구

김훈영<sup>1,3</sup>, 최원석<sup>1,3</sup>, 전진우<sup>2</sup>, 조성학<sup>2,3\*</sup>

A study of ablation depth control of transparent electrode using femtosecond laser

H. Y. Kim, W. S. Choi, J. W. Jeon, S.H. Cho\*

한국기계연구원 나노공정연구실<sup>1</sup>, 한국기계연구원 광응용기계연구실<sup>2</sup>, 과학기술연합대학원대학교(UST) 나노메카트로닉스학과<sup>3</sup>

**Key Words** : ablation depth control, transparent electrode, femtosecond laser

## 1. 서론

정보통신기술이 발전은 다양한 용도의 컴퓨터 기반 시스템과 휴대용 모바일 기기의 개발로 이어지고 있으며, 이에 따른 디스플레이 장치는 사람과 전자기기와의 연결을 담당하는 중요한 기능을 하고 있다. ITO는 플렉시블 디스플레이, 터치 패널과 같은 광전자 소자에 쓰이는 투명전도성산화물(TCO) 중 가장 널리 쓰이는 소재로써, 높은 전기전도성과 우수한 투과도를 가지고 있기 때문에 모바일 디스플레이에 크게 주목되고 있다. 광 투과율의 향상과 저항성 축소는 반드시 풀어야 할 숙제로써, 이에 대한 기초연구로 본 연구에서는 ITO 박막의 가공 깊이를 제어하기 위한 연구를 수행하였다.

## 2. 실험

실험에 사용된 ITO 박막은 150nm의 두께로 1.1mm두께의 유리 기판 위에 증착되어있으며, 본 연구에서는 1030nm의 중심파장, 30kHz의 반복률, 200fs의 펄스폭과 최대 출력 3.5W를 가지는 펄초 레이저가 사용되었으며, 0.42의 NA값을 갖는 50배율의 Objective lens를 사용하였다. 방출된 레이저 빔은 직선편광을 가지며 빔의 profile은 가우시안 형태를 가진다. 방출된 가우시안 분포를 가지는 빔을 슬릿을 구성하여 통과하도록 하였으며 사각형 모양을 갖는 quasi-flat top 형태로 웨이핑 하였다. 웨이핑 된 빔을 이용하여 가공 깊이를 제어하는 실험을 수행하였으며, 얻어진 가공 실험 결과 특성의 측정을 위하여 광학현미경, AFM, EDS를 이용하였다. 실험장치의 구성도를 Fig.1에 나타내었다.

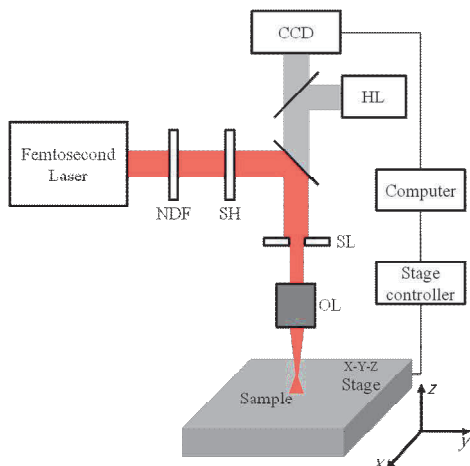


Fig. 1. Experimental setup

## 3. 실험 결과 및 고찰

슬릿을 통과한 quasi-flat top 빔을 이용하여 유리 기판 위에 증착되어 있는 ITO의 가공 깊이를 제어하기 위하여 펄스의 수를 늘려가며 실험을 수행하였다. 2.8TW/cm<sup>2</sup>으로 인텐시티를 고정하여 실험을 진행하였으며, 펄스 수를 조절하여 10μm×10μm의 크기로 가공된 결과의 광학현미경 사진과 AFM 측면 profile을 Fig.2(a)-(d)에 나타내었다.

가공이 시작되는 펄스 수 1발부터 선택적 가공이 이루어진다고 예측되는 6발까지 펄스 수 조절을 하여 실험을 수행하였으며, Fig.2(a)-(d)는 각각 1shot, 2shot, 3shot, 6shot의 결과를 나타낸다. 실험 결과, 가공된 ITO박막의 깊이는 상이한 차이가 있었으며, 1shot부터 6shot까지 펄스 수를 달리 하였을 때, 각각 얻어진 ITO 박막의 가공 깊이는 (a) 36±0.5nm (b) 79±0.5nm (c) 110±0.5nm (d) 150±nm 로 점점 깊어짐을 AFM측정을 통해 알 수 있었고, 깊이의 변화로 보아 약 40nm급의 가공 깊이 조절이 가능함을 확인 할 수 있었다.

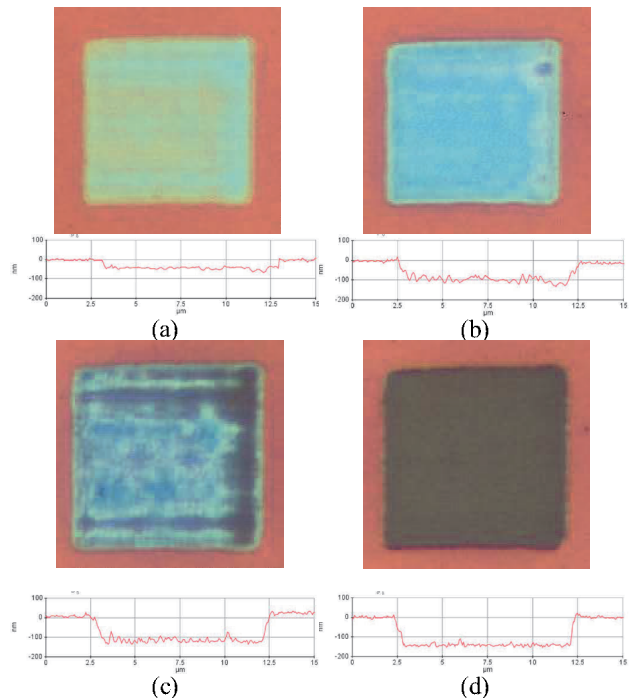


Fig. 2. Optical microscope images and AFM cross-sectional graph of ablated ITO films by pulse number : (a) 1shot (b) 2shot (c) 3shot (d) 6shot

패턴 가공 깊이를 조절이 어려운 가우시안 분포를 가지는 빔을 슬릿 웨이핑 기술을 사용하여 가공 깊이 조절에 대한 연구를 진행하였다. 펄초 레이저를 이용하여 ITO glass에 대해 선택적 가공을 수행하였으며, Display device에 점목가능한 사각 패턴을 구성하였다. 실험 결과, 40nm급의 가공 깊이를 제어 가능함을 확인하였으며, 본 연구로 얻어진 결과를 토대로 Display에 이용되는 TCO에 대한 응용 연구를 진행하여 핵심요소기술을 확보한다면 산업발전에 큰 보탬이 될 것으로 생각 된다.

## 참고 문헌

- (1) C. Wang, H. Wang, C. Luo, J. Leu, 2012, *Anisotropic optical transmission of femtosecond laser induced periodic surface nanostructures on indium-tin-oxide films*, Appl. Phys. Lett., 101, pp. 1~4