

## Nd:YAG 레이저를 이용한 PDMS의 직접식각에 대한 연구

송현승, 신성권, 이천\*  
인하대학교, 전자전기 공학부

### A study on Direct Etching of PDMS using Q-switched Nd:YAG Laser

Hyub-seung Song, Sung-kwon Shin, Cheon Lee  
School of Electrical Engineering, Inha University

**Abstract** : PDMS는 생명공학 분야에서 중요한 기술적 폴리머이다. Nd:YAG레이저의 4고조파 ( $\lambda=266\text{nm}$ , pulse)레이저를 사용하여 표면 처리를 하여 PDMS 표면의 습윤성과 접착성의 향상됨을 확인하였다. 식각한 PDMS는 생물체의 미세회로에 사용될 수 있다. 본 논문은 레이저 빔의 주사속도를 변화시키며 PDMS를 레이저로 식각하며 PDMS의 식각 특성을 연구한다. 식각 특성을 의존성이 가장 효과적인 주사 속도에 대한 의존성을 규명하고자 스테이지 컨트롤러의 속도를 변화시키며 실험 하였다 그리고 최적의 레이저 출력값을 알아내려고 레이저 출력값을 조절하며 실험 하였다 단차측정기(알파스텝)을 이용하여 식각형상과 식각 효율 등을 분석하였다.

**Key Words** : PDMS, Nd:YAG laser, 미세회로, 식각

### 1. 서 론

최근의 반도체 공업기술은 고집적화에 수반하여 Submicron 정도의 정밀 패턴 에칭과 선택적 에칭기술 확립에 경주하고 있다. 이방성 에칭이 가능한 플라즈마에 의한 소위 건식 에칭프로세스가 활용되기 시작하여 고밀도 집적회로, 초대규모 집적회로 제조 프로세스에서 중요한 위치를 차지하게 되었다. 건식에칭 기술은 반응가스의 플라즈마 상태에서의 물리-화학적 복합 반응에 의해 피식각물을 떼어내어 에칭하는 것으로 이방성 및 고도의 선택적 에칭이 가능할 뿐 아니라 화학물질 소모의 감소, 생산라인의 자동화와 저렴화가 가능하며 환경오염 문제의 해소 등 많은 장점이 있다.

본 논문은 PDMS를 재료로 하고 Q-switched Nd:YAG( $\lambda=266\text{ nm}$ , pulse)레이저 식각을 하여 실험을 하였다. 식각(Etching)은 주로 반도체 공정에 쓰인다. 그 공정의인 PHOTO Etching이란 일반적으로 반도체 집적회로, CRT용 Shadow Mask, Lead Frame 등을 만들 때 사용되는 기술로 Photolithography 기술과 Etching 기술이 접목된 기술을 말한다. Photolithography 기술은 Pattern을 형성하기 위하여 Substrate 위에 감광액을 도포하고, Photo Mask를 통하여 자외선으로 감광막을 선택적으로 노광하고 현상한다. 현상된 감광막은 그 다음 공정인 Etching(식각)공정에서 보호막으로 작용하여 원하는 부분만 선택적으로 가공되도록 하는 역할을 한다. 본 실험에서는 레이저 출력값에서의 스테이지 속도를 변화하여 PDMS가 식각되는 주사속도를 알아보려고 하였다.

### 2. 실험

본 실험에서 사용된 레이저는 식각용 4고조파 성분 Nd:YAG( $\lambda=266\text{ nm}$ ) 레이저를 사용하였다. 가로, 세로 1 cm 크기로 자른 PDMS를 증류수 50 ml, 에탄올 50 ml 혼합용액에서 10분간 초음파 세척을 하였고, 레이저 빔을

스캔하기 위하여 X-Y 2축으로 0.1  $\mu\text{m}$ 의 정밀도로 이동이 가능한 스테이지와 컨트롤러를 이용하였다. 가공 시편으로서의 레이저 빔의 전달 및 집속을 위하여 광학 현미경(Olympus社, BX30M-3E42D)을 사용하였고, 모든 광학 유닛은 무진동 테이블 위에 구성하였다.

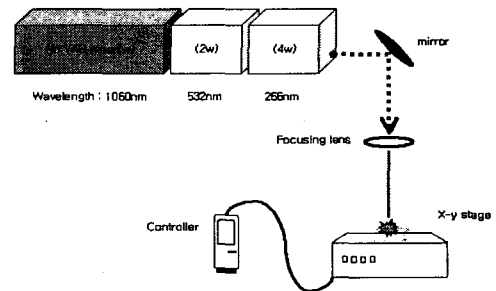


그림1. 실험장치의 개략도

레이저 빔을 반사경을 이용하여 빔 경로를 스테이지 쪽으로 바꾸어 주고, 렌즈를 이용해서 focusing 시킨후 스테이지를 수평방향으로 이동시키면서 PDMS 시료의 식각을 시도 하였다.

### 3. 결과 및 고찰

레이저 식각처리에 의한 표면변화 사진 PDMS를 식각 처리 전 상태와 식각처리 후의 상태를 비교 할 수 있도록 각각의 상태를 광학현미경으로 조사하였다. 광학현미경은 x50 배율로 조사하였다.

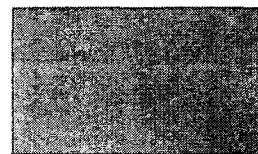


그림2. 50 배로 확대한 식각 전 PDMS

200  $\mu\text{m/s}$ 의 일정한 속도에 레이저 출력을 조절하며 PDMS를 식각한 결과이다.

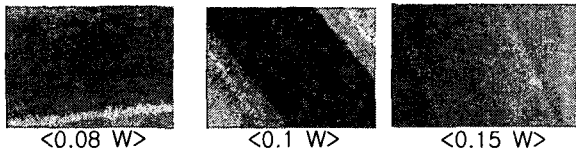


그림3. 200 $\mu\text{m/s}$ 의 주사속도에서의 출력에 따른 식각정도

0.15W에서 깨끗한 절단면이 나타남을 알 수 있다. 이후 실험에서는 0.15W를 기준으로 식각속도를 50  $\mu\text{m/s}$ 씩 변화시키며 최적의 식각 조건을 알아보려 하였다

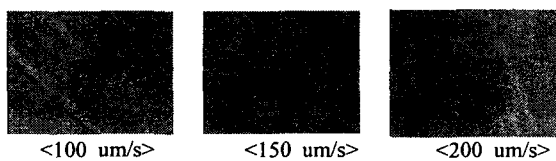


그림4. 0.15 W의 출력에서의 식각속도에 따른 식각정도

0.15 W의 일정한 출력의 레이저에 대하여 주사속도를 변화시키며 식각면을 관찰하였다. 400  $\mu\text{m}$ 이상의 속도에서는 식각이 거의 되지 않았고, 식각된 부분과 식각되지 않은 부분의 경계가 뚜렷함을 알 수 있었다

주사속도가 빠를수록 선풍은 감소함을 알 수 있었고 세밀한 식각은 200~250  $\mu\text{m/s}$  일때 보다 좋은 결과를 얻을 수 있을 것이라 생각된다. 주사속도가 증가할수록 선풍은 감소 하였지만 250  $\mu\text{m/s}$  이상의 속도에서는 불규칙한 식각면이 나타나기 때문이다.

#### 4. 결론

본 실험은 Nd:YAG( $\lambda=266 \text{ nm}$ , pulse) 레이저를 이용하여 대기 중에서 PDMS를 레이저 식각 하여 표면의 변화를 관찰하다. 스테이지 컨트롤러의 속도를 200  $\mu\text{m/s}$ 로 고정시키고 레이저 출력을 변화시키며 식각면을 관찰한 결과 0.15 W의 출력에서 깨끗한 식각면을 보임을 알 수 있었고, 0.15 W의 출력일때 가장 좋은 식각값을 줄 수 있는 스테이지 컨트롤러의 속도를 측정하고자 레이저 출력을 0.15 W로 고정시키고 스테이지 컨트롤러의 속도를 100~300  $\mu\text{m/s}$ 까지 변화시키며 식각면을 관찰한 결과 200~250  $\mu\text{m/s}$ 의 주사속도에서 깨끗하고 좁은 선풍의 식각면을 형성함을 알 수 있었다. 즉 Nd:YAG( $\lambda=266 \text{ nm}$ , pulse) 레이저는 0.150 W 출력에서는 200  $\mu\text{m/s}$ 와 250  $\mu\text{m/s}$ 의 주사속도에서 효율적인 식각이 되었다.

#### 참고 문헌

- [1]Wingfield, J.R.J. "Treatment of composite surface for adhesive bonding".International journal of adhesion and adhesive. Vol. 13, No. 3, pp 151-156,1993
- [2] Dodjuk H, Buchman A, Rotel M, Zahavi, "Preadhesion surface laser treat-ments of composite polymer and metal adherends", J Advanced Composites 93: International Conference on Advanced Composite Materials, pp. 433-440, 1993
- [3] Buchman A, Dodiuk H. Rotal M, Zahavi J. " Preadhesion treatment of the-rmoplastic adherends using excimer laser", International journal of adhesion, Vol. 11, No. 3, pp. 144-149, 1991
- [4] Wurzburg E, Buchman A, Zylberstein E, Holdengraber Y, Dodiuk, H. " Evalu-ation of a preadhesion surface treatment for fibre reinforced PEEK",Internat-ional journal of adhesion and adhesive, Vol. 13, No.3, pp. 565-567, 1993
- [5]F. Dausinger, "Laser Treatment fo Materials", Proceedings of ECLAT, Erlan-gen, Vol. 1, pp. 1-14, 1990
- [6] S. Shuttleworth, "Optimisation of laser wavelength in the ablation sampl-ing of glass materials", Applied surface science.Vol.96/98, pp. 513-517, 1996
- [7] P.E. Dyer, J. Gonzalo, P.H. key, D. Sands, M.J.J. Schmidt. " Studies of target materials and wavelength for laser ablation-deposition of Tisapphire", Applied surface science. Vol. 110, pp. 345-349, 1997
- [8] X. Chen, W.t. Lotshaw , A.L. Ortiz, P.R. Staver, C.e. Erikson, "Laserdrilling of advanced materials: effects of peak power, pulse format and wavelength", Journal of laser Applications. Vol. 8, pp. 233-239, 1996
- [9]J. Lawrence, L. Li, J.T. Spencer,"Surface modification of an Al2O3 and SiO2 BASED CERAMIC treated with CO2, ND:YAG, Excimer and high power diode laser " Orlando, FL. Vol.857B, Laser Institute of America. FL, pp76-88,1988