

무선부품용 레이저 정밀 마킹

주영철·송오성*·정영순*

순천향대학교 기계공학과, *서울시립대학교 신소재공학과

Precise Laser Marking for Wireless Communication Devices

Youngcheol Joo, Ohsung Song*, and Youngsoon Jung*

Department of Mechanical Engineering, Soonchunhyang University

*Department of Material Science and Engineering, University of Seoul

요 약

우리가 타자기로 글을 쓸 때는 먹리본을 햄머가 가격하여 종이 위에 글씨 형태의 먹이 묻는 원리로 진행된다. 이러한 원리를 미세 패터닝에 응용하여, 햄머 역할을 하는 Nd-YAG 레이저로 유리기판/ 100nm Cr (먹지)// 실리콘기판 (종이) 구조의 적층물에 조사시켜 Cr이 실리콘기판 위에 전사됨으로써 미세 패터닝이 가능한지 확인하였다. 제안된 미세 패터닝은 TeraBit/in² 급 고밀도 정보저장 또는 반도체 공정의 생산성 향상을 위해 응용이 가능하다. 선폭 50 μ m급 레이저를 주사속도 200과 1500 mm/s, Q-스위치 조건을 10,000~50,000 Hz로 변화시키며 마킹을 실시한 결과 Cr의 전사는 진행되지 않았으나, 최종적으로 입사 선폭의 33% 이하로 마킹이 가능하여 비싼 광학계를 가진 레이저를 대체하여 보다 정밀한 마킹이 가능함을 확인하였다.

1. 서 론

일반적으로 글자를 자동으로 정렬시켜 기계적으로 특정 물질을 종이에 묻히는 타자기는 단순하게 글자의 패턴이 새겨진 햄머와 햄머의 충격에 의해 종이에 검은색을 전사시키는 먹 리본, 글자가 입혀지는 종이를 구성되어 있다. 매우 간단한 장치이지만 글자가 정렬될 수 있다는 점과 즉석에서 비교적 빠른 시간 내에 구현될 수 있다는 장점이 있다.

본 연구에서는 이러한 타자기의 구성을 채용하여 Fig. 1과 같이 햄머의 역할은 레이저가, 먹 리본은 크롬(Cr)이 코팅된 유리기판, 최종적으로 크롬이 입혀지는 종이 역할을 하는 실리콘기판으로 구성된 레이저 타이핑을 제안하였다. 이러한 레이저 타이핑은 여러 가지 응용분야에 적용이 가능한데 가장 유망한

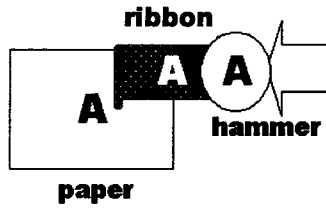
분야는 테라급 고밀도 정보기록과 반도체 기판들의 레이저 마킹 분야이다.

고밀도 기록은 최근 2005년까지 1 Terabit/in² 정도까지의 초고밀도 기록 및 재생 방법이 필요한 실정이고[1], 이를 만족하기 위해 1개의 기록단위는 약 100 nm 정도의 잘 정렬된 도메인 패턴이 필요하다. 이러한 목표를 만들기 위해 사진식각법으로 매체를 가공하는 방안을 비롯하여 여러 가지 방법이 제안되었으나 비용과 신뢰성에서 문제가 있었다[2-4].

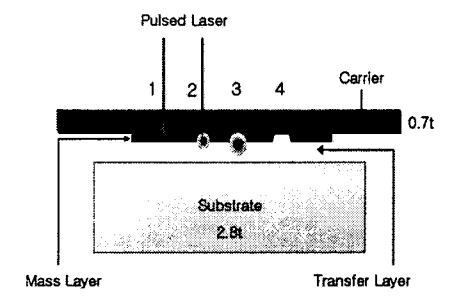
이러한 배경에서 제안된 레이저 타이핑이 성공적으로 진행된다면 표면부에 사진식각 공정 없이 미세 패턴을 제작하거나, 크롬 패턴을 타이핑함으로써 파티클 오염 없이 정밀 마킹이 가능하게되는 획기적 방법이 될 수 있다. 또한 이 기술은 HIC (hybrid integrated circuit) 회로구성이나 초전도체 회로 구성

시 기존의 에칭 또는 스크린 방법을 대체할 수 있는 우수한 기술이 될 수 있다.

본 연구는 상기 서술한 여러 가지 응용분야의 가능성을 확인하기 위한 기초연구로서 타자기와 비슷한 구조의 glass/크롬층//실리콘 구조를 만들고 레이저 입사선평의 변화에 따른 실리콘기판에서의 선평 변화를 확인하였다.



(a) Conventional typewriter



(b) Laser typing

Fig. 1. Schematic illustration of the laser typing

2. 실험방법

실험에는 직경 100mm, 두께 500 μ m의 Pyrex glass 기판 위에 100nm 두께의 크롬을 열증착법으로 균일하게 성막하였다. 한편 200nm 두께의 열산화막을 가진 직경 100mm의 p형(100) 실리콘 기판을 준비하고 표면을 RCA와 초순수로 세척한 후 준비된 Cr/glass 기판과 Fig. 1에 나타난 구조로 크롬층과 열산화막이 서로 마주보게 하고 상온에서 플랫존을 기준으로 정렬시켰다. 이러한 실험 가집은 SOI 실리콘 기판상 제조의 일반공정과 동일하게 진행되었으며, 완성된 계면은 2nm 정도의 간격을 두고 위치할 것으로 예상되었다[5].

완성된 적층구조에 레이저를 Fig. 1에 나타난 것과 같이 유리기판의 후면으로부터 조사하였다. Fig. 2에 나타난 것과 같은 직선과 곡선을 포함한 패턴 어레이(array)를 만들기 위해 PC로 레이저 빔을 제어하였다. 레이저의 주사속도는 200과 1500 mm/s 로 각각 고정시키고, Q-스위치(Q/S) 조건은 주어진 주사속도에서 1000, 2000, 3000, 4000, 5000 Hz로 변환시켜 패턴을 형성하였다. Q스위치는 레이저의 출력을 향상시키기 위해 특정주파수로 펄스를 만드는 역할을 하는 주파수를 의미하며 이러한 적정주파수에 의해 최대출력을 얻을 수 있다. 컴퓨터 신호에 의해 발진된 레이저는 글라스기판을 투과하여 크롬 전사층(carrier layer)를 가열시킨다. 가열된 크롬층은 특정 조건에서 증발(ablation)되어 궁극적으로 실리콘 기판에 전사(deposition)되거나, 크롬층을 뚫고 최종적으로 미세 식각이 진행 완료되게 하였다.

패턴 작업후 유리기판부와 실리콘 기판부를 분리시켜 각각의 패턴현상을 디지털 카메라가 장착된 500배 광학현미경을 이용하여 각 레이저 주사속도와 Q/S 조건에 따른 선평의 변화를 확인하였다.

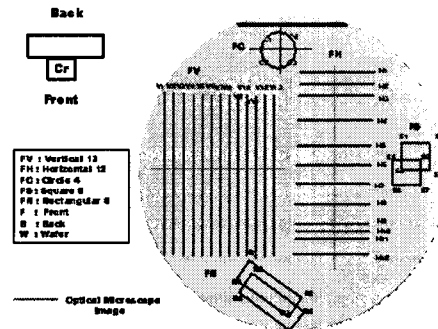


Fig. 2. Pattern design for laser typing

3. 실험결과 및 토의

실험결과 측정된 크롬층의 상부선평이 레이저의 선평과 동일하다고 가정하면 Q/S가 증가할수록, 레이저의 주사속도가 증가할수록 빔 선평이 작아지는 것을 알 수 있다. 주어진 범위의 공정조건에서 우리가 채택할 수 있는 레이저의 입사선평은 38-85 μ m임을 알 수 있다. 이러한 미세 패턴닝의 궁극적 목적이 고밀도 기록이라고 하면 가능한 한 작은 레이저 선

폭을 확보하기 위해서는 레이저 공정 조건을 주사속도와 Q/S를 크게 하는 것이 유리함을 알 수 있었다.

Fig. 3에는 각 주사속도에 따른 레이저의 패턴 모양을 나타내었다. 본 실험의 주요 공정변수인 Q/S와 주사속도를 각각 극단적인 경우로 나누어 나타내 보았다. (a)의 저 Q/S 저 주사속도인 경우는 선편이 가장 크고 균일한 측면부가 발생하였다. 그러나 버드 흔적이 보일 만큼 잔류물이 남아있어 대부분의 크롬은 실리콘 기판으로 전사된 것을 알 수 있다. (b)의

고 Q/S 저 주사속도인 경우와 저 Q/S 고 주사속도인 경우는 비슷한 선편을 보이고 특히 측면부의 전사간격과 잔류물이 (a)의 경우보다 많은 특징이 있지만 선편이 (a)에 비해 감소하였다. (c)의 고 Q/S, 고 주사속도인 경우는 선편이 가장 작지만 전사형태가 스폿 형태로서 고밀도 정보저장과 같은 응용을 위해 적합한 공정조건이라고 판단된다.

4. 결론

일반적인 타자기와 같은 원리로 레이저로 Cr층을 조사하여 입사선편보다 더 미세한 선편을 실리콘에 만들거나 크롬을 실리콘 층에 전사시킬 수 있는지의 가능성을 확인하였다.

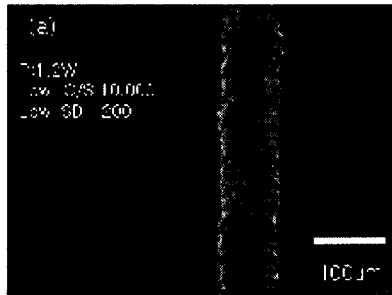
Nd-YAG 레이저의 주사속도를 200, 1,500mm/s로, Q/S를 10,000~50,000 Hz로 변화시키며 진행한 결과 실리콘 층에 크롬의 전사는 볼 수 없었고 입사선편보다 1/3 정도의 선편의 미세 각인이 가능하였다. 크롬의 전사는 하부기판을 투명한 유리로 대체하면 가능하다고 예상되었고 실리콘 미세각인은 기존의 광학계를 활용하여 선편 1/3 수준의 마킹이 가능하다는 의미가 있었다. 이 기술은 HIC 회로구성이나 초전도체 회로 구성시 기존의 에칭 또는 스크린 방법을 대체할 수 있는 우수한 기술로 사료된다.

감사의 글

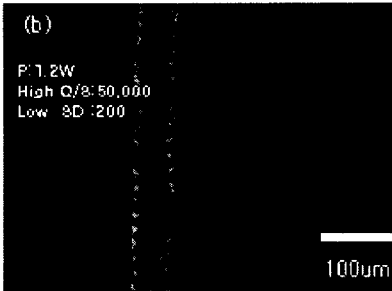
본 연구는 한국과학재단 지정 순천향대학교 차세대 BIT 무선부품연구센터 (과제번호: R-12-2002-052-04003-0)의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

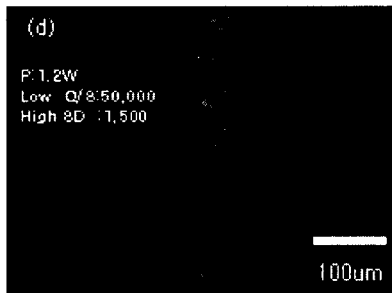
- [1] P.C. Hariharan, *Journal of Magnetic Society Japan*, Vol. 25, p.1245, 2001.
- [2] C.A. Loss, H.I. Smith, T.S. Schatterburg, M. Farhoud, M. Hwang, M. Walsh, M.C. Abraham, *Microelectronic Engineering*, Vol. 53, p.67, 2000.
- [3] B.H. Sohn and B.H. Seo, *Chemical Materials*, Vol. 13, p.1752, 2001.
- [4] Y. Maeda, S. Hirano, and M. Asahi, *Japanese Journal of Applied Physics*, Vol. 24, p.951, 1985.
- [5] S.H. Lee, O.S. Song, C.S. Yoon, and C.K. Kim, *Materials Science in Semiconductor Processing*, Vol. 5, p.519, 2003.



(a) Q/S=10,000Hz, speed=200mm/s



(b) Q/S=50,000Hz, speed=200mm/s



(c) Q/S=50,000Hz, speed=200mm/s

Fig. 3. Optical microscope images of front sides of glass/Cr wafer