

# 레이저를 응용한 금속의 무늬 각인 기술의 비교 연구

## Comparison of metal patterning methods by laser irradiation

한국기계연구원 정영문, 박정호, 서 정, 한유희

### I. 서론

현재 레이저를 응용한 금속의 각인 기술은 다각도로 연구되고 있다. 금속에의 각인 방법은 가공하고자 하는 금속의 재질, 가공정도, 온도 특성, 각인 품질, 정밀도, 각인 이미지 등에 따라 바뀐다.

본 연구에서는 기본적인 각인 공정은 금속의 에칭으로 하되 금속의 에칭될 부위를 레이저로 선택적으로 조사하여 원하는 이미지를 만드는 mechanism을 비교 제시한다. 에칭될 부위를 사용자가 원하는 대로 이미지를 만드는 방법으로는 광경화성 폴리머를 금속에 도포하여 레이저로 선택적으로 경화시켜 에칭하는 방법, 광분해성 폴리머를 도포하여 부분적으로 제거하는 방법, 직접 원하는 부위에 레이저를 조사하여 조사된 부위의 화학 반응을 촉진시켜 부분적인 에칭이 가능하도록 하는 방법 등이 있다.

### II. 실험방법

#### 1. 광경화성 폴리머 사용

본 방법은 그림 1과 같이 UV(Ultra-Violet) 광경화성 폴리머를 금속재료에 코팅한 후 건조하여 UV 광원을 선택적 조사하고, 광원이 조사되지 않은 부분의 폴리머를 세척한 후 금속을 에칭시키고 광경화된 폴리머를 제거하는 5 단계로 이루어진다. 이 5 단계에서 레이저광이 조사된 폴리머는 광경화되며 경화된 부분은 에칭이 이루어지지 않으므로 금속의 부분적 에칭으로 인한 요철면을 갖는 금속의 식각이 가능하게 된다.

실험장치는 그림 2와 같다. 사용된 레이저는 출력 파워가 300mW이고, 파장이 333.6nm~363.8nm인 multiline UV Ar-Ion 레이저이다. 레이저 빔의 on/off는 A/O modulator로 수행하였으며, 에칭액은 질산수용액을 사용하였다.

#### 2. 광분해성 폴리머 사용

광분해성 폴리머를 사용하여 금속에 각인하는 방법은 그림 3과 같다. 광경화성 폴리머를 사용하는 경우와 다른 점은 광경화성 폴리머는 레이저가 조사된 부분이 경화되어 에칭되지 않는 반면, 광분해성 폴리머를 사용하면 조사된 부분이 제거됨으로써 에칭되는 것이다.

실험에 사용된 레이저는 폴리머의 특성에 따라 Nd:YAG 레이저를 사용하였으며, A/O modulator를 사용하여 1MHz로 chopping 하였다.

### 3. 레이저 유기 화학 에칭(LCE : Laser Chemical Etching)

레이저 유기화학 에칭은 레이저, 에칭액, 금속 사이에 레이저 광의 흡수, 광분해 또는 열분해, 화학반응, 화합물 제거와 같은 상호작용으로 이루어진다.

실험장치는 그림 4와 같이 xy scanner, DE2000 scanner controller, 집속렌즈, 온도 조절 장치, mechanical shutter 등으로 구성되며, 본 실험에 사용된 레이저는 출력 파워가 4W, 파장은 457.9nm~514.5nm인 Ar-Ion multiline visible 레이저이다.

실험에 사용된 시편은 SKD 11종 공구강이며, 에칭액은 질산수용액을 사용하였고, 레이저를 한 점에 계속 조사하였다.

### III. 결과 및 고찰

그림 5는 각인하고자 하는 무늬 디자인이며, 그림 6은 이 무늬를 광경화성 수지를 사용하여 룰에 원하는 각인한 결과를 보여준다. 그림에서 보는 바와 같이 사용자가 원하는 이미지를 각인할 수 있음을 알 수 있다.

그림 7은 열분해성 폴리머를 사용하여 ablation한 실험 결과를 보여준다.

그림 8은 레이저 유기화학 에칭 방법에 의하여 에칭된 상태를 보여주고 있다. 그림에서 보듯이 에칭된 깊이는 만족할 만하나 에칭된 표면이 거칠고, 레이저광이 조사되지 않은 부분도 열전달 현상에 의하여 조금씩 에칭됨을 알 수 있다.

### IV. 결론

본 논문에서 폴리머를 사용하여 각인하는 방법으로 광경화성 폴리머와 광분해성 폴리머를 사용하는 방법을 제시하였다. 광경화성 폴리머의 경우에는 경화특성이 좋아 각인된 무늬가 선명하여 원하는 무늬를 적절하게 얻을 수 있었다. 하지만 광분해성 폴리머의 경우에는 ablation되는 정도가 일정치 않고 폴리머의 종류에 따라 ablation의 정밀도 및 선명함이 떨어지는 단점이 있다. 하지만 이 두 방법 모두 무늬의 각인을 위한 가공방법으로는 합리적인 방법이라 할 수 있겠다.

폴리머를 사용하는 방법은 폴리머를 사용함으로써 발생하는 환경적인 문제, 다단계 공정으로 인한 시간적, 비용적 측면과 3차원 가공의 불가능 함이 큰 단점이라 할 것이다. 반면 레이저 유기화학 에칭에 의한 방법은 속도가 느리고 레이저광이 조사된 부위 주변의 열전달에 의한 부분적 에칭, 레이저 광이 조사되지 않은 부분의 자연적 에칭, 생산성 등의 많은 단점이 있으나, 에칭 깊이의 조절이 가능하다면 3차원 각인이 가능하다는 큰 장점이 있으므로 이에 대한 많은 연구가 필요하다고 판단된다.

### V. 참고문헌

- 1) Jean-Pierre Fouassier Ed. "Lasers in Polymer Science and Technology: Application", Vol. I - IV. CRC Press. Boca Raton, 1990.



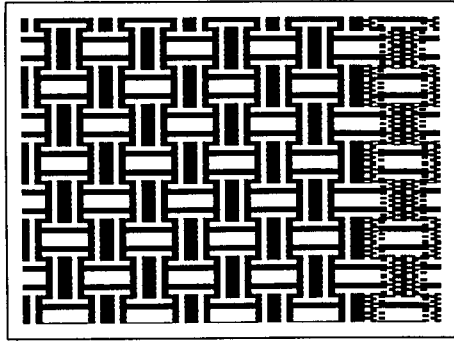


그림 5. 광경화성 폴리머를 사용한  
각인을 위한 무늬

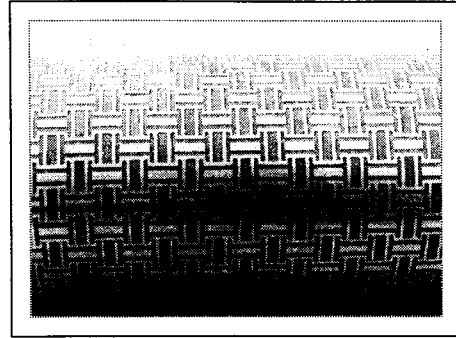


그림 6. 광경화성 폴리머를 사용한  
각인 룰

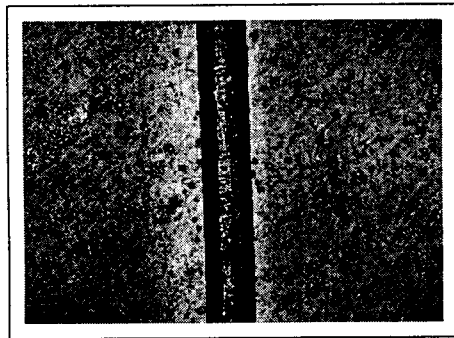


그림 7. 광분해성 폴리머를 이용한  
ablation

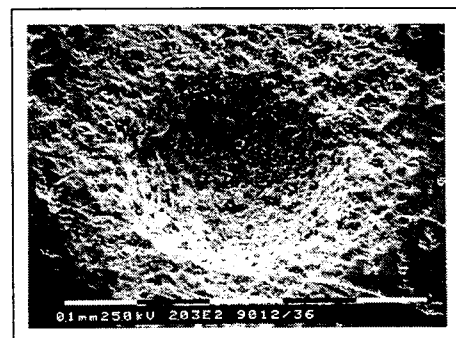


그림 8. 레이저 유도 에칭을 이용한  
에칭