

광음향 편향 현상을 레이저 마킹기에 적용한 사례 연구

A Case Study on the Application of Acousto-optic Deflector to Laser marking system

(주)이오테크닉스 레이저응용연구그룹 홍은정, 박광훈, 유태경, 소재혁, 박상영

I. 서론

Acousto optic module을 이용한 beam steering 장치를 레이저 가공에 사용을 하면 기존의 macro 가공에 비해 10배 이상의 정밀도(sub- μm), 100배 이상의 속도(MHz scanning)로 가공을 이룰 수 있다 또한 MHz scanning이기 때문에 레이저광의 PRF에 비해 100배 이상의 빠른 frequency를 가지므로, 가공구간에 걸쳐 감속 구간에 관계없이 각 위치에 균일하게 레이저광을 입사할 수 있게 된다 이는 MEMS나 Laser direct writing시 보조수단, 장치 없이 정밀형상을 가공할 수 있게 할 것이다 본 연구는 이러한 Acousto optic module의 random positioning의 가능 여부와 access time을 확인하여 레이저 마킹에 적용할 수 있는지에 대한 확인실험과 그 결과에 대한 고찰이다.

II. 실험방법

laser marking, drilling등 레이저 가공에서 scanner는 random positioning 즉, 필요한 위치에 beam을 조사할 수 있어야 한다 입력신호 변화에 대응하는 laser beam 조사 위치가 선형적인지에 대한 여부, 재현성 여부에 대한 확인 및 H/W control, 고속 레이저 마킹의 가능여부를 확인하는 것이 실험의 주 목적이다

galvanometer를 사용하는 기존의 레이저 마킹 시스템은 레이저 빔이 BET를 통과한 후 F-theta lens를 통해 초점을 맺는 방식을 적용하여 substrate에 마킹 가능한 beam diameter의 spot을 만들고, X-scanner와 Y-scanner를 이용하여 surface를 마킹하는 방식이다

기존 레이저 마킹 시스템에서 galvanometer 앞단에 Acousto-optic deflector를 넣고, galvanometer는 구동하지 않았으며 function generator를 이용하여 LM신호를 인가하는 방식으로 실험하였고 실험 장치 및 방법은 아래 그림과 같다

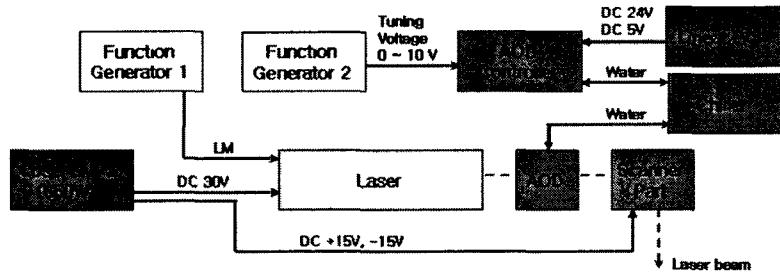


그림 1 구성도

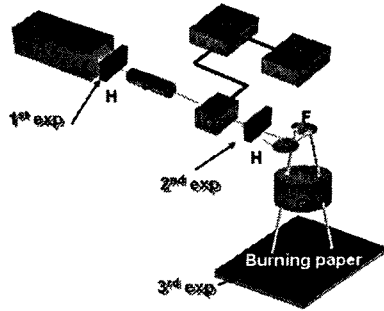


그림 2 실험 방법

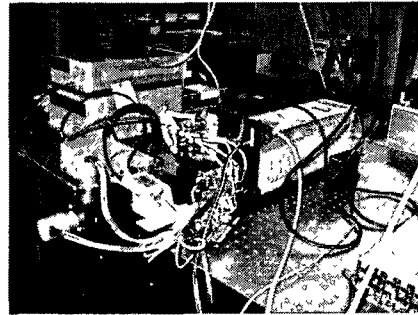


그림 3 실험장치

여기서 A는 30W, 공냉, RF sealed type CO₂(10.6μm) laser, B는 3배 Beam expander, C는 Ge, 수냉, 200W 연속 출력, bragg angle은 2°인 Acousto-optic deflector, D는 Acousto optic deflector driver, E는 100kHz까지 가능한 function generator, F는 15mm gold coating mirror galvanometer, G는 ZnSe, focal length 125mm f-θ lens이며, H는 수냉, CO₂ laser 용 detector 이다

III. 결과 및 고찰

첫 번째 실험은 Laser의 long term stability와 pulse duration의 측정이며 그 결과는 다음과 같다

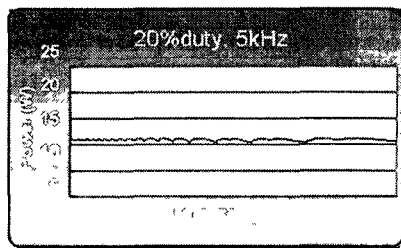


그림 4 long term stability(30min)

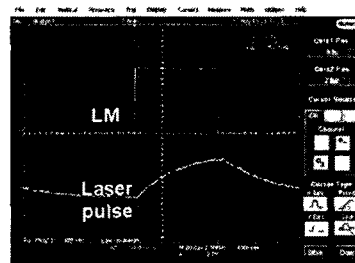


그림 5 laser pulse duration

20% duty, 5kHz, 10W일 때, Laser power stability는 ±5%이내이며, 입력 LM신호와 detector 사이의 반응시간은 28μsec이다

두 번째 실험은 AOD의 응답시간을 확인하는 실험이며, 결과는 다음과 같다

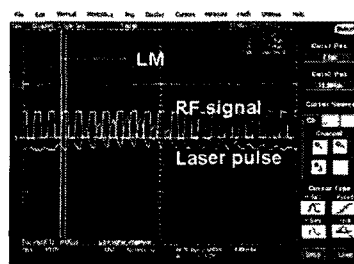


그림 6 AOD response time

실험에서 100kHz의 function generator를 사용하고 CO₂ detector로 측정한 결과 AOD의 응답시간(Laser ON/OFF delay, detector delay 포함)은 5μs보다 작다 기존의 galvanometer의 응답시간은 수백μs로 AOD는 기존 galvanometer에 비해 100배 이상의 고속가공이 가능하다.

세 번째 실험은 AOD의 scan angle 측정, random positioning, 재현성 확인 실험이다 실험 결과는 다음과 같다

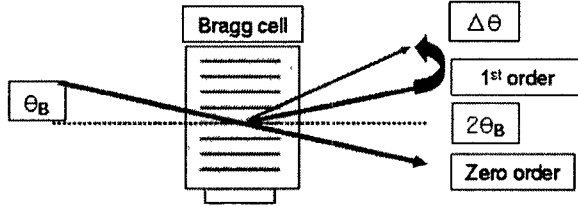


그림 7 AOD

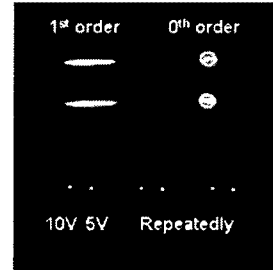


그림 8 3th 실험결과

측정결과 bragg angle은 약 2°이며, 입력 전압에 따른 위치를 확인 및 재현성을 볼 수 있었다.

IV. 결론

Acousto optic module은 solid-state이며, moving-part가 없고, RF가 안정된 신호로 구동하는 원리이므로 정밀도와 선형성이 뛰어나며, RF input 신호를 sawtooth의 형태로 주면 한 방향 scanning이 가능하다 본 실험을 통해 random positioning이 가능하며, 5μs보다 짧은 응답시간, 선형성과 재현성을 확인하였다 이런 장점에도 불구하고, 그동안 레이저 마킹에 광음향 편향기의 이용이 없는 이유는 scanning angle이 보통 2~3°정도의 작은 값을 가지기 때문에 그 실용성이 떨어지기 때문이다 대면적 가공이 가능하도록 광학계를 구성하여 Acousto-optic deflector를 laser scanner로 사용한다면 레이저 가공기술 분야에 있어서 획기적인 기술적 진보가 될 것이며, 반도체, 디스플레이 등 첨단 산업 전반의 발전을 가져올 것이다