

Nd-Yag 레이저를 이용한 회전형상 정밀 마킹 장치 개발

Nd-Yag Laser Marking System for Rotational Parts

*#강재관¹, 이상윤², 이경부³, 정유정⁴

*J. G. Kang(jkkang@kyungnam.ac.kr)¹, S. Y. Lee², K. B. Lee³, Y. J. Jung⁴

¹ 경남대학교 기계자동화공학부, ²경남대학교 생산자동화TIC, ^{3,4}경남대학교 대학원

Key words : Nd-Yag Laser, Laser marking, Rotational parts, Bitmap image, Galvano Scanner

1. 서론

레이저 마킹 기술은 마킹 대상물, 즉 피가공물의 표면을 순간적으로 가열함으로써 육안으로 인식이 가능한 문자나 부호등을 표기하는 것으로서 제품의 일련번호 등을 제품에 기록할 때 유용하게 이용된다^[1,2].

사용하는 레이저 광원의 종류에 따라서 자동차 또는 항공기 등의 기계 부품, 반도체 웨이퍼 및 의료 기기등과 같은 금속인 경우는 Nd-Yag 레이저를 사용하며 플라스틱, 기타 합성 수지의 소재 표면에 제품의 관리 번호나 문자, 상표 등을 기록할 때에는 CO₂ 레이저를 사용한다^[3].



Fig. 1 Example of laser marking on mechanical part

레이저 발생장치에서 발생된 레이저 광을 광학계로 전송시켜 집광렌즈나 플랫 필드 렌즈(flat field lenz) 등을 사용하여 마킹 대상물의 표면에 레이저 광을 조사하는 것이 핵심 원리이며 이 때 레이저 광을 움직이지 않고 마킹하는 방법을 마스크 마킹(mask marking) 방식이라 하고 레이저 빔을 스캐너로 움직여 마킹하는 방법을 스캐너마킹(scanner marking) 방식이라 한다.

그러나 기존에 개발된 레이저 마킹 시스템은 2D 평면 대상물에 대해서 마킹하는 것이 대부분이다^[4]. 마킹 대상물이 원통형상인 경우에는 레이저 빔과 수직하는 원통 중심부위를 제외하고는 레이저 빔이 산란되거나 Fig. 2와 같이 마킹 대상물 곡률에 따라 왜곡된 상이 마킹된다. 따라서 본 연구에서는 원통형상의 마킹 대상물 표면에 정확하고 균일하게 원하는 상을 마킹할 수 있는 회전형 레이저 마킹 장치를 개발하는데 목적이 있다.

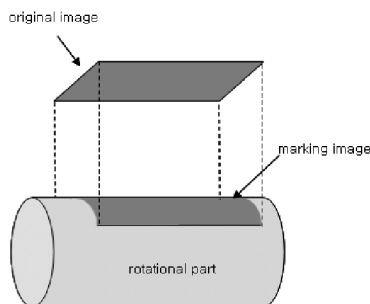


Fig. 2 Distorted marking image

2. 레이저 마킹의 원리

그래픽 이미지를 2D 평면에 마킹할 때는 마킹 평면이 작은 마스크 마킹방식보다 스캐너 마킹방식이 훨씬 유리하다. 스캐너 마킹 시스템은 Fig. 3과 같이 레이저빔을 발생시키는 레이저

발생장치와 레이저 빔을 굴절 또는 반사시켜 마킹 대상물에 조사시키는 역할을 하는 갈바노 스캐너(Galvanor scanner, 또는 스캐너), 마지막으로 PC에서 마킹할 그래픽 이미지를 편집하고 스캐너 제어보드의 임시기억장치에 전송하는 S/W 모듈 등으로 구성된다.

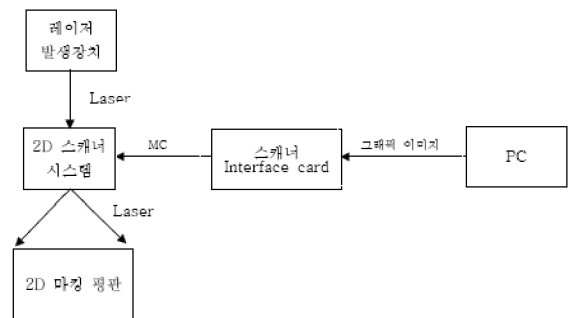


Fig. 3 Scanner type laser marking system

2.1 갈바노 스캐너

레이저빔에 의한 재료가공에서 레이저에서 방출되는 빔을 집속 시키지 않으면 재료가공에 충분한 에너지 밀도를 주지 못한다. 그리고 적은 열 영향 구역을 주기 위하여 렌즈 등 광학 부품을 이용하여 필요한 크기로 집속시켜야한다. 이러한 기능을 하는 장치가 갈바노 스캐너이다. 즉 스캐너는 레이저 발진기에 입사되는 레이저빔을 미러(mirror)를 사용하여 방향을 전환시킨 다음 F-Theta 렌즈를 사용하여 마킹면(Marking field)에 집속하여 재료를 가공하도록 하는 중간 매개체이다.

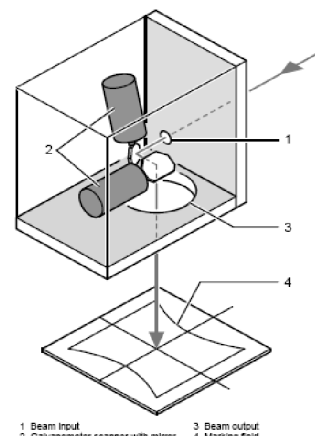


Fig. 4 Principle of galvanometer

2.2 비트맵 화일

그래픽 이미지 파일 중 가장 기본적인 형태는 Bitmap 파일 포맷이다(이하 bmp 화일). 현재 많이 통용되고 있는 jpg, gif 등도 bmp 화일의 변형된 형태라 말할 수 있다. bmp 파일은 보통 압축하지 않으며 어떤 윈도우 응용 프로그램에서도 기본 그래픽 파일 포맷으로 지원한다.

bmp파일의 구조는 다음과 같은 구조를 가진다. bmp 파일의 헤더는 파일에 대한 정보와 영상데이터 특성에 대한 정보로 구성된다. 이 두 가지 즉 파일정보와 영상정보 뒤에는 연이어 pixel 값으로 되는 영상데이터가 계속된다. 그러므로 bmp 파일을 오픈하여 character 단위로 읽어 화면에 출력하여 보면 분석이 가능하다.

비트맵 파일 헤더(Bitmap File Header)
비트맵 인포 헤더(Bitmap Info Header)
팔레트(Palette)
이미지 데이터(Image Data)

2.3 그래픽이미지 전송

마킹할 그래픽 이미지를 갈바노스캐너 제어 라이브러리 함수를 이용하여 제어카드의 임시기억장치에 전송을 하면 전송된 이미지의 각 위치 점에 대하여 갈바노미터의 미러가 자동으로 제어되어 마킹면에 레이저빔이 조사되어 가공된다. 정적 마킹신호를 생성하는데 필요한 bmp파일의 파라미터는 비트맵 파일 헤더에 있는 정보인 이미지 가로와 세로의 크기 그리고 이미지 정보이다.

3. 회전형 레이저 마킹 시스템

회전형 레이저 마킹장치는 원통형상에 레이저 마킹을 원활히 수행하기 위한 것으로 기존의 2차원 마킹장치에 회전축을 부가한 것이다. 2차원 레이저 마킹 원리와 차이점은 원통형상은 마킹 면이 곡률을 가지므로 레이저 빔을 면 단위로 조사하는 것이 아니라 원통 상에 선(line) 단위로 조사해야 하며 선 단위의 마킹이 끝나고 나면 형상물을 일정각도 회전시켜야한다는 점이다.

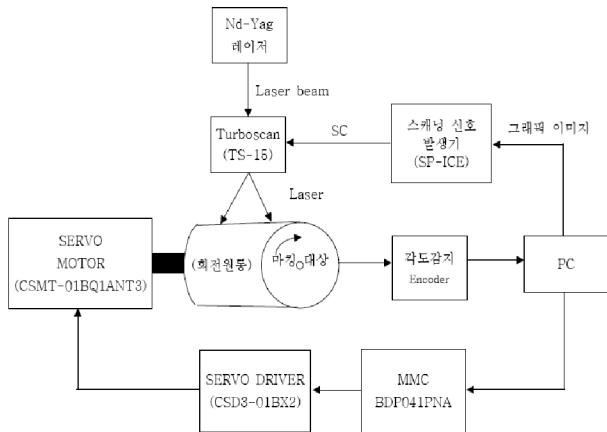


Fig. 5 Schematic diagram of rotational laser marking system

즉, Fig. 5와 같이 그래픽 이미지를 선단위로 분해한 뒤 선단위의 그래픽 이미지를 스캐너 제어보드의 임시기억장치에 전송하여 저장한다. 그리고 저장된 마킹 형상 데이터는 정적 마킹 신호(MC)로 2D 평면의 중심에 레이저빔을 스캐너로 조사하여 마킹한다. 그리고 나서 회전 모터 서보제어 시스템으로 분해한 그래픽 이미지의 선간격 값만큼 회전시킨다. 이러한 과정을 분해된 그래픽 이미지의 선을 모두 소진할 때까지 반복함으로써 그래픽 이미지 마킹을 완료한다.

이때 각 선을 정확히 마킹하기 위하여는 모터를 정지시켜야 하나 이럴 경우 마킹에 소요되는 시간이 매우 커지게 된다. 선을 스캔하는 스캐너의 위치제어 속도가 원통형상의 회전 속도에 비하여 상대적으로 매우 빠르다는 사실에 착안하여 본 연구에서는 각 선을 마킹할 때 회전축을 정지시키지 않고 계속 구동하도록 하였다.

4. 구현 예

Fig. 6은 개발된 회전형상 레이저 마킹 시스템의 모습이다. 스캐너는 110mm×10mm 영역의 스캔 영역을 갖는 Raylase사의 TS-157와 SP-ICE 제어기를 사용하였고, 서보 제어기는 Rockwell Automation사의 MMC-BDP041PANA Full size Board로 PCI 인터페이스로 동작되는 4축 위치형 제어기이며 사용한 드라이버와 모터는 같은 회사의 CSD3-Plus-01BX2, CSMT-01BQ1- ANT3를 각각 사용하였다. 회전 모터의 축에 달린 엔코더는 17Bit 절대형을 사용함으로써 그래픽 파일의 선단위 제어를 충분히 수행할 수 있도록 하였다.

Fig. 7은 마킹 이미지의 예와 이를 곡률반경이 큰 원통형상(Φ20)에 마킹한 결과를 보여주고 있다. 회전 구동축을 정지하지 않고 계속 동작시켜도 마킹결과에 큰 차이가 없음을 확인할 수 있다.

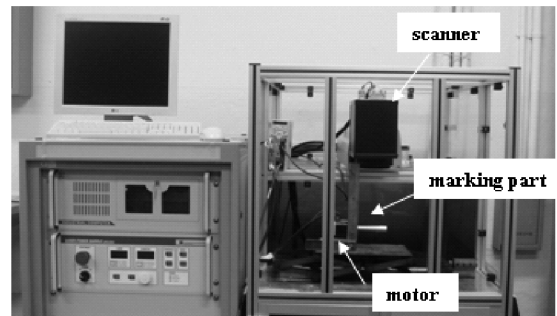


Fig.6 Developed laser marking system



Fig. 7 Making image and marked result

5. 결론

본 연구에서는 기존의 2차원 레이저 마킹을 확장하여 원통형상에도 적용할 수 있는 회전형 레이저 마킹 장치를 개발하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 그래픽 이미지를 선 단위로 분해한 후 선택된 선에 대하여 2차원 레이저 마킹 원리를 적용하는 방법으로 원통형상의 곡률에 따른 문제점을 해결하였다.
2. 갈바노 스캐너의 빠른 조사시간을 고려하여 각 선간의 마킹에 있어 회전 운동을 멈추지 않고 연속적으로 함으로써 전체 마킹시간을 크게 단축시켰다.

참고문헌

1. 김원석, 이용산 역, "레이저응용", 청문각, 2005.
2. 김도훈, "레이저가공학", 경문사, 2005.
3. 정해상영, "레이저의 기초와 응용", 겸지사, 2005.
4. 김동환, "레이저 마킹시스템 설계 및 구현", 석사학위논문, 부산대학교, 1999