

# 3-D 가공 적합 레이저 및 응용기술

한 유희

아이피지포토닉스코리아(주)

## Lasers for 3-D Materials Processing and Their Applications

You-Hie Han

IPG Photonics Korea Ltd.

### 1. 서론

3 차원 레이저 가공은 레이저 가공의 저변 확대에 필수적인 가공 영역이라고 할 수 있다. 레이저 평판 절단은 지난 20 여년 동안 괄목 할 만한 기술 발전을 이루었고, 이로 인한 시장 확대로 레이저 평판 절단은 판금 공정의 주요한 생산 수단으로써 굳건한 자리 매김을 하였다. 여기에는 주로 CO2 레이저가 주로 사용 되었으며, Nd YAG 레이저는 Fiber를 이용한 빔 전송의 장점에도 불구하고 3차원 절단에서 CO2 레이저를 대체하지 못하고 있다. 근본 이유로 Nd:YAG 레이저의 낮은 효율, 고출력에서 낮은 빔 품질을 거론 할 수 있다. 그럼에도 불구하고 3 차원 용접에서는 Nd YAG 레이저의 약진이 돋보였다. 이는 용접에서 높은 빔 품질을 요구하지 않는 반면에 3차원 용접에 Fiber 전송이 필요 조건이기에 가능 했다고 사료 된다. 지금까지 거론한 3차원 레이저 가공은 소위 기존에 사용되는 레이저 용접 내지 절단 헤드들 로봇을 이용하여 물체에 근접하여 가공 하는데 지나지 않는다. 최근 보다 효율적이고 경제적인 레이저 활용을 하고자 새로운 개념의 3차원 레이저 가공 기술이 제안 되고 있다.

### 2. 3 차원 레이저 가공 기술의 정의

3차원 레이저 가공 기술은 레이저 기술, 제어 장치를 포함한 레이저 가공 시스템 기술 그리고 응용 기술내지 제품 기술 등으로 세분되어 질 수 있다. 레이저 기술은 3차원 가공을 위한 최적의 기술, 즉 품질, 생산성 및 경제성을 만족시키기 위한 최적의 레이저 기술을 의미 한다. 기타 제어 장치를 포함한 레이저 가공 시스템 및 응용 기술은 대상 물체, 생산 환경 및 요구 생산 효율에 따라 다양하고 또한 세분화 되므로 본문에서는 이들 모두의 공통 사항인 레이저 기술에 한정하고자 한다.

레이저 평판 절단에서는 Z축 높이 제어 장치가 겸비되어 굴곡이 진 철판도 일정 초점을 유지하며 절단이 가능 하다. 우리는 여기서 2.5D 절단이라는 표현을 한다. 최근 Galvanometer 를 이용하여 원격 용접을 구사하는 것이 유행처럼 번지고 있다. 여기에서

도 Z-을 제어하여 초점을 가변 하기도 하는데, 마찬가지로 2.5D 에 머무르고 있다. 아래 보기 용접은 물론 옆 보기 용접이 가능한, 즉 레이저 빔의 주사 방향이 X, Y 위치에 관계 없이 설정 가능한 경우에 비로소 3-D 용접이라고 할 수 있다. 3-D 용접이 가능한 최초의 원격 용접 장치로 Roboscan 이 있다. Roboscan에서 로봇이 스캐너 시스템을 마크로 하게 구동하고, 마이크로 모션은 스캐너가 담당한다.

### 3. 3D-레이저 가공시 요구되는 사항들

어느 가공에서와 유사하게 다음과 같은 요구 사항들이 거론 된다.

- 정밀도
- 재현성
- 균일성
- 유연성
- 생산성
- 경제성

상기 요구 사항들은 시스템 전체의 성능으로 평가 된다. 본문에서는 기 언급 한 바와 같이 레이저 기술에 초점을 맞추고자 하므로 레이저 자체만을 거론 하고자 한다.

#### 정밀도, 재현성 및 균일성

3차원 가공에서 레이저 성능에 좌우 되는 정밀도 및 재현성은 빔의 품질과 직접 관계되어 있다. 3-D 가공은 평판과 달리 초점을 정확하게 위치시키는 것이 용이 하지 않다. 작업자의 숙련도, 작업 준비 시간 그리고 피 가공물의 공차에 따라 초점의 위치는 바뀔 수 있다. 이러한 상황에서도 용접의 정밀도, 재현성 및 균일성을 얻기 위해선 소위 초점 심도가 커야 한다. 초점 심도는 BPP 가 낮을수록 커지므로 3-D 가공용 레이저는 무엇보다도 BPP 가 낮은 레이저가 요구 된다. 즉 빔의 품질이 좋은 레이저가 필수적이다. BPP 가 낮을수록 작업 거리는 확대 되므로 용접시 발생하는 Spatter 로 인한 보호 글래스의 손상도 감소되는 효과가 있다.

#### 유연성

다품종 소량 생산에 적합한 시스템을 구성 하는데 시스템의 부피가 적을 수록 유리하다. 시스템의 부피를 적게 하기 위해선 현재로는 Robot 과 Fiber 를 이용하는 것이 바람직하다. Robot 은 생산 라인을 구성 할 시 이동이 간편하고 접근성이 우수 하므로 비교적 적은 비용으로 시스템 제작이 가능하다, CO2 레이저의 경우 빔 전송의 유연성 부족으로 고정식 X-Y Manipulator 가 유일한 대안 이었으나, 고체레이저는 Fiber 전송과 Articulated Arm Robot을 이용하여 적은 부피의 3차원 가공 시스템 구성이 가능하다. 대상 제품의 변화에도 Robot 과 Fiber 해법은 비교적 수월하게 대처 할 수 있다.

#### 생산성

레이저의 Uptime 을 올리는 것과 레이저의 고효율화의 2가지로 가공 속도를 증가 시킬

수 있다. 동기식, 즉 로봇이 스캐너를 이송하면서 동시에 빔을 주사하는 경우 Uptime 이 90%까지 증가함이 국내업체에 의해 입증 되었다 최근 일본 자동차 업체에서 10kW Fiber 레이저를 사용하여 원격 용접을 시도 하고 있다 이와 같이 고출력 레이저와 Galvanometer Scanner 를 조합하여 원격 용접을 함으로써 전기 저항 용접의 생산 원가에 근접 하려는 시도가 활발하게 이루어지고 있다. 이를 통한 부수적 효과로써 생산 라인의 축소, 즉 여러 개의 공정을 해당 Tack time 내 한곳에서 고속으로 처리하여 용접 생산 라인을 줄일 수 있다. 이에 대한 부수적 효과로써 Jig&Fixture 숫자를 줄일 수 있다.

#### 경제성

현재 활용되고 있는 전기 저항 용접 생산 단가에 근접하는 것으로 경제적인 타당성은 검증 되고 있다 물론 앞에서 언급한 정밀도, 재현성, 균일성, 유연성 및 생산성을 만족한다는 전제가 따른다.

### 4. 결론

고출력 레이저는 산업 현장의 요구에 부응하여 지난 30년간 눈부신 발전을 하였다 주로 절단 분야에서 괄목할만한 성장을 보인 반면 용접에서는 아직 수요의 저변 확대가 이루어 지지 않고 있다 이는 여러 이유가 있겠지만 우선 CO2 위주의 고출력화, 이로인한 빔 전송 문제, 거대한 장비 크기, 낮은 효율 및 고가의 장비 가격 등을 주원인으로 꼽을 수 있다. 또한 사용의 어려움으로 인해 숙련된 기술자의 수급의 어려움으로 용접에 대한 레이저 사용은 특수 분야에 한정 되어 있음을 부인 할 수 없다 증기 기관이 내연 기관으로 대체 되고, 이는 또 전기 모터로 대체 되어 지금의 고속 열차가 시속 300km 운행을 하는 현재에서 과거 집체만큼 큰 장비에서 정기적으로 부품을 교체하고 발진기를 정렬하는 수고는 향후 레이저의 저변 확대에 걸림돌로 작용 할 것이다.