

가공용 CW YAG 레이저 개발에 관한 연구

김희제 이용석 조연옥 진윤식 노영수 김영배
 문덕희* 이종수*
 한국전기연구소 (주식회사) 실험*

Study on the Development of CW YAG Laser for Processing

Kim Hee Je Lee Hong Sik Cho Yun Ok Jin Yun Sik Rho Young Soo
 Kim Young Bae Moon Dek Soi* Lee Jong Soo*
 KOREA ELECTROTECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE SAM-HYUN Co. Ltd.*

Abstract

This paper deals with the experiment of CW YAG laser for processing. The YAG laser is spotted very small size beam compared with CO₂ laser having short wavelength. That is used broadly in material processing because of easy reaction to the materials, and the maintenance is very simple.

The power delivery and focussing is done conventional optical components, and splitting beam is used many point spot-welding.

In these studies, especial interest is necessary to prepare for future technology. Our study aims to develop the YAG laser system and to accumulate design and construction technology.

In basic experiments, we obtain the maximum output power of 50 W with the single elliptical cylinder.

1. 서론

열전도율이 높고, 기계적, 광학적으로 안정된 YAG 결정유 이용한 YAG 레이저는 TEM₀₀ 모드에서 안정된 동작을 하며, CO₂ 레이저에 비하면 파장이 짧으므로 보다 작은점으로 집광시킬 수 있다. YAG 레이저는 절단과 만용을 잘 하므로 절단 가공에 널리 응용되고 있다. 또, 램프에 의한 광이기이므로 보수가 용이하며, 파워전송, 집광등이 통상의 광학부품으로 가능하며, 레이저 빔을 분할하여 다점동시 용접이 가능하다. 레이저 가공은 종래의 가공법에 비하여 우수한 점을 많이 가지고 있으므로, 레이저 가공기에 신뢰성이 뛰어난 레이저 공진기를 장착하는 것이 필수 불가결하다.

본 연구에서는 가공용 CW YAG 레이저를 설계, 제작하여 시스템을 완성한 후, 1차적인 실험결과를 통하여, 그 개선방향을 파악하여, 가공용 레이저로서 손색이 없는 안정된 빔출력을 내수 있는 공진기를 완성하는 것을 최종목표로 삼고 있다. 여기서는 그 1차적인 실험결과를 발표하고자 한다.

2. CW YAG 레이저의 설계 및 제작

2.1 YAG 레이저 장치의 구성

YAG 레이저의 구성부분은 Nd:YAG 결정으로 구성된 로드, 여기용 크립톤 이크 램프, 그리고, 금박코팅된 반사경으로 구성된 공진기가 있고, 여기에 오목거울인 전방사경 및 평면거울인 반반사경으로 안정형 공진기를 구성하여 레이저 작용을 갖게하고 있다.

그림 1 에 공진기의 전체 구성도를 보인다. 이 그림에서 사용한 이크 램프는 직경 4 mm, 길이 76 mm 이며, 정격 동작전압은 약 150 V, 정격 동작전류는 약 20 A 이다. YAG 로드는 직경 4 mm, 길이 76 mm 이며, 단일 타원의 주축 및 부축은 33 mm 및 38 mm 로 단 타원의 내부에 위치한 두개의 축점위치에 각기 로드 및 램프를 위치시키고 있으며, 타원의 내면은 파장 1060 nm 에서 반사율이 가장 우수한 순급으로 코팅 처리를 하여, 원주방향으로 램프에서 나온 모든 빛은 로드로 향하게 하였다.

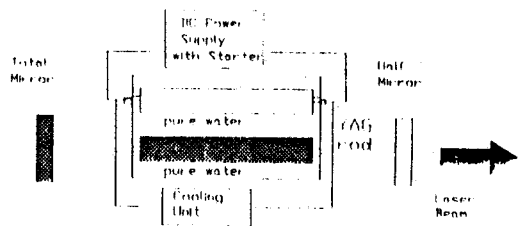


그림 1 YAG 레이저의 전체 구성도

2.2 냉각장치의 구성

램프 한개에 약 3 kW 의 열량이 있으므로, 안정된 레이저 동작을 유지시키기 위하여, 램프 및 로드의 냉각은 아주 중요하다. 따라서, 그림 2 와 같은 냉각수의 흐름을 형성시키는 냉각판용 피어레스 판으로 형성시켜, 냉각수의 누설이 없도록 세심한 배려를 하였다. 공진기의 외부는 이크림로 둘러싸고, 그 내부에도 유로를 형성시켜 레이저가 안정되게 일어나는 온도를 유지시키도록 하였다.

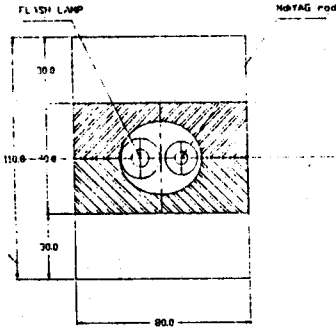
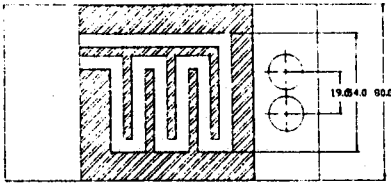


그림 2 냉각수 흐름관의 구조

냉각수는 수조로부터 워시머를 이용한 펌프로 흘러 들어가서, 열교환기를 거쳐서 레이저 헤드로 들어간 다음, 여과기, 이온교환수지를 거쳐서 다시 수조로 들어간다. 이렇게 구성하는 것이 레이저 헤드내부의 정압을 최소화 한다. 냉각수의 비저항율은 $1 \text{ M}\Omega\text{-cm}$ 를 유지시켰다.

2.3 전원장치의 구성

상용주파의 3상 공급입력이 3상 절연 변압기에 인가되면, 전력을 변압기의 2차측의 각 출력이 3 상의 SCR 중임에 직렬로 연결된다. 제어부는 전류 선택링 저항으로부터의 아날로그 입력을 감지하여, 기준전압과 비교하여, 위상제어된 펄스들을 발생시켜, SCR을 소호한다. 3 상의 AC 입력터리 쪽 부분의 가변시간 스위치로 동작시키며, 정류기의 출력 측 리플을 최소화시키기 위하여, L/C 필터 회로망에 연결시켜서 펌프부하에 인가된다.

이그나이터 (Igniter)는 펌프를 점등시키기 위한 고전압 펄스를 제공한다. 이것은 트리거 변압기의 1 차를 통하여, SCR 로서 커패시터를 방전 시킬 것으로서 이루어 진다. 단상 변압기를 이용하여 이 전압을 30 kV 까지 승압시켜, 펌프를 쉽게 점등시키도록 하였다. 보통은 펄터 커패시터에 이 전압까지 충전시켜, 승압시키는 때, 지 전류의 소형 고전압 전원이면 충분하다. 보다, 신뢰성 있게 점등시키기 위해서는 주전원의 공급전압을 트리거 시에만 1.5 kV 정도로 유지시켜 주는 것이 좋다. 그림 3 에 전원장치의 개략도를 보인다.

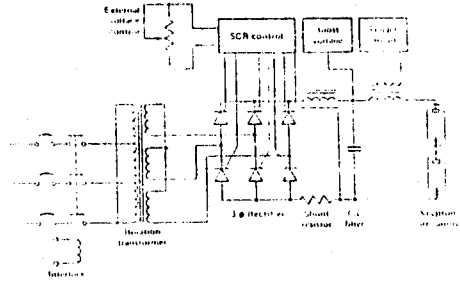


그림 3 전원장치의 개략도

3. 특성실험 및 결과

그림 4 에 YAG 레이저의 외관 사진입니다. 공진기 구성이 용이한 Plano - Concave 공진기류 구성하여, 진반사경에 곡률반경 2 m, 반사율 99.5 % 인 오목거울을, 반반사경에 반사율 85 % 인 평면거울을 사용하였다.

본 연구에서는 펌프의 정격이 정해져 있으므로 펌프의 특성은 가변시킬 수 없으므로, 공진기의 두 거울의 간격을 가변시켜 실험을 행하였으나, 출력에 현저한 차이는 없었으며, 공진기의 길이 즉 두 거울의 간격을 약 40 cm 로 하였을 때, 가장 좋은 결과를 얻을 수 있었다.

정격입력 약 3 kW 에서 최대출력 약 50 W 가 얻어지 초기 목표는 달성하였다.

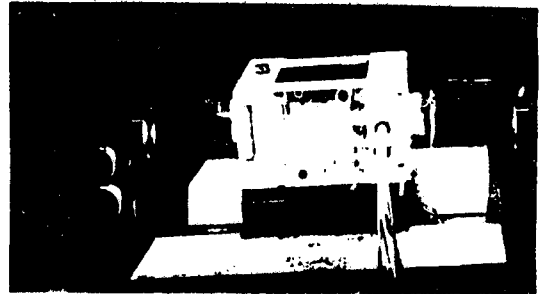


그림 4 YAG 레이저 장치의 외관 사진

4. 결론

- (1) 국내에서는 처음으로 CW Nd:YAG 레이저 발전기의 연구를 시작하여, 그 설계 및 제작기술을 확보하였으며, 이를 활용하여 출력을 증대시킬 수 있는 토대를 마련하였다.
- (2) 펌프 한개의 구조로 약 50 W 의 최대출력을 회인하여 펌프 두개의 구조로 전환할 수 있는 기틀을 마련하였다.
- (3) 현재, 외국선의 길이별 직렬 트리거 방식의 전원을 갖춘 병렬트리거 방식으로 변경하였으며, 그 설계 및 제작기술을 지체개방하였다.

향후, 레이저 출력증대는 물론, 본 연구에서 파악한 문제점들을 개선 및 보완하여 레이저 가공기용 발전기의 국산화에 주력하여, 상품화를 진행하고자 한다.