

SMPS 방식의 고반복 펄스형 CO₂ 레이저의 전원장치 개발

The development of power supply of High-Repetition Pulsed CO₂ Laser using SMPS

이동훈, 정현주, 김도완, 김희제
부산대학교 전기공학과

Dong-Hoon Lee Hyun-Ju Chung · Do-Wan Kim · Hee-Je Kim
Dept. of Electrical Eng., Pusan National Univ.
hyunju30@hanmail.net

펄스형 CO₂레이저는 적외선 영역인 10.6 μm 파장의 매우 안정된 고출력 펄스를 방출시킬 수 있으므로 산업용, 군사용, 의료용, 각종 물리·화학의 기초 연구용 등의 광범위한 응용 분야에서 각광을 받고 있다. 특히 금속의 정밀절단, 심용접에서는 수 십 Hz로부터 수 kHz의 펄스 출력이 필요하다. 펄스방식은 Normal Pulse와 Super Pulse로 크게 나눌 수 있다. Normal Pulse의 경우에는 Pulse의 파고치가 연속파의 파고치와 동일하기 때문에 펄스시의 평균 출력은 연속파의 경우보다 낮다. Super Pulse의 경우에는 Pulse 파고치를 연속파의 파고치보다 훨씬 높게 할 수 있으므로 평균 출력은 낮지만 첨두 출력이 높아서 유리 등 세라믹 재료의 가공에 널리 사용된다⁽¹⁾.

최근에 이처럼 펄스형 CO₂ 레이저의 이용이 증가함에 따라 우수한 빔질, 유지와 보수의 편리성, 장치의 소형화, 저가격화 등이 요구되고 있으며, 이러한 특성을 충족시키기 위해서는 레이저 전원장치의 경제적인 설계가 매우 중요하다.

기존의 저출력, 고반복 펄스형 CO₂ 레이저의 펄스 전원장치는 스위칭 소자로서 싸이랏론을 사용한 TEA 방식이 주로 사용되었다⁽²⁾⁻⁽⁵⁾. 이 방식에 사용되는 주요 부품인 싸이랏론은 그 자체가 아주 고가이고 스위치를 제어하기 위한 제어부의 설계가 또한 복잡하므로 전원장치가 비싸게 되는 단점을 가지고 있다.

본 연구에서는 1kHz까지의 펄스 반복율을 가지는 경제적인 펄스형 CO₂ 레이저의 전원장치 개발에 주력하였다. 즉, 고압·고주파 펄스 트랜스와 수 십kHz의 주파수에 알맞은 스위칭 소자인 IGBT를 이용하여 새로운 방식의 고반복 펄스형 CO₂ 레이저 전원 장치를 개발하였다. 그림 1은 펄스형 CO₂ 레이저에 사용된 펄스 전원의 개략도이다.

공진기는 장치의 유지·보수가 용이한 저속 축류형의 구조를 채택하였고 글로우(Glow) 방전이 안정되게 지속될 때 펄스 반복율과 동작압력 그리고 레이저 매질 가스의 혼합비의 변화에 따른 레이저빔의 출력 특성을 조사하여 얻어진 결과를 정리하였다.

완성된 장치의 펄스 반복율, 가스 혼합비, 동작압력에 따른 레이저 출력 특성실험을 통하여 그림 2, 그림 3, 그림 4과 같은 실험 결과를 얻었다. 가스 혼합비 CO₂ : N₂ : He = 1 : 9 : 15, 펄스 반복율 700 Hz, 동작압력 15 Torr에서 최대 레이저 출력 약 20.5 W, 최대 효율 약 8 %를 달성하였다.

향후, 공진기 시스템의 일부를 개선하여 고속 가스 순환 방식을 적용하면 더 높은 출력을 기대할 수

있을 것으로 예상된다.

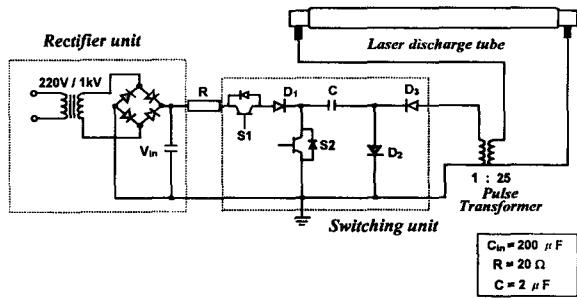


그림 1 고압 펄스 전원장치의 개략도
Fig. 1 Schematic diagram of high voltage pulsed power supply

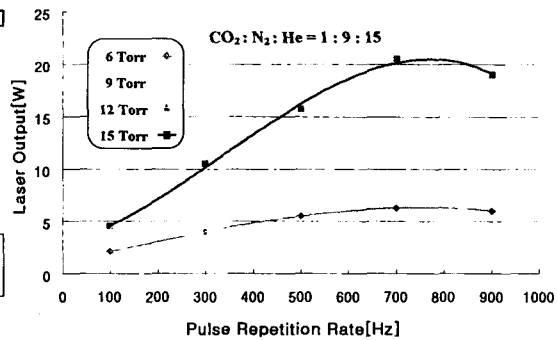


그림 2 반복율의 변화에 따른 레이저 출력 특성
Fig. 2 Laser output characteristics as the change of repetition rate

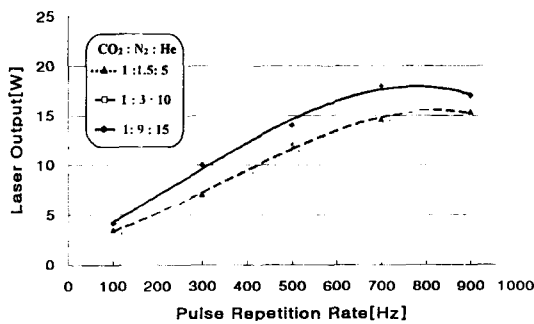


그림 3 가스 혼합비에 따른 레이저 출력 특성
Fig. 3 Laser output characteristics as the change of gas mixture

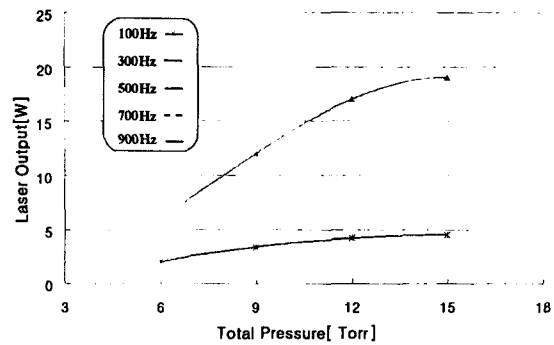


그림 4 압력에 따른 레이저 출력 특성
Fig. 4 Laser output characteristics as the change of total pressure

참 고 문 헌

1. I. BLACK, "laser cutting of thick ceramic tile", *Optics & laser Technology*, Vol.29, No. 4, pp. 193-205 (1997)
2. Yu. A. Baloshin and I. V. Pavlishin, repetitively pulsed short-pulse TEA CO₂ laser with UV pre-ionization, *J. Opt. Technol.* 65(1), pp.61-62 (1998)
3. K. R. Rickwood and J. McInnes, "High repetition rate mini TEA CO₂ laser using a semiconductor prionizer", *Rev. Sci. Instrum.* 53(11), pp.1667-1669 (1982)
4. C Baker, "Design of a compact high PRF TEA CO₂ laser and performance under multimode and single mode conditions", *J. Phys. E: Sci. Instrum.*, Vol14, pp.1167~1170 9(1981)
5. N. Menyuk and P. F. Moulton, "Development of a high-repetition-rate mini-TEA CO₂ laser", *Rev. Sci. Instrum.* 51(2), pp.216~pp.220 (1998)