

## 누설변압기 1차측의 스위칭 제어에 의한 펄스형 CO<sub>2</sub> 레이저에 관한 연구

### A Study on the pulsed CO<sub>2</sub> laser by the switching control of leakage transformer primary

정현주, 이동훈, 김도완, 이유수, 김중만, 김희제  
부산대학교 전기공학과  
hyunju30@hanmail.net

최근에 100Hz 이하의 펄스 반복율을 가지는 20 W급 출력의 의료용 및 마킹용 펄스 CO<sub>2</sub>레이저의 수요가 증가함에 따라 유지와 보수의 편리성은 물론 사용자의 편의성을 충족시키기 위한 레이저 전원장치의 소형화, 출력 제어의 용이성 및 저가격화 등에 대한 요구가 증대되고 있다.

기존의 펄스형 CO<sub>2</sub>레이저의 전원장치는 원하는 펄스 반복율에 맞도록 스위칭 소자를 "on"- "off"하여 콘덴서에 충전된 에너지를 고압 펄스 트랜스를 통해서 레이저 방전관에 인가하는 방식이다. 즉 DC를 스위칭 과정을 통해 펄스 에너지로 변환시킨 후 방전관에 그 펄스 에너지를 공급하는 형태이다<sup>(1)</sup>. 하지만 이것은 AC를 DC로 변환시키는 정류부 그리고 스위칭을 제어하기 위한 제어부가 필요하다. 정류부는 정류용 다이오드, 전류 제한용 저항, 평활 콘덴서 등으로 구성되는데 리플이 적은 DC를 얻기 위해서는 콘덴서의 용량이 커져야하고 스위칭부는 값비싼 사이라트론, IGBT 등의 고압·고속 스위칭 소자와 제어회로로 구성되므로 저가격화의 실현이 어렵다<sup>(2)~(3)</sup>. 우리는 이전에 CW(continuous-wave) CO<sub>2</sub>레이저에 있어서 기존에 사용되었던 DC방전을 이용한 여기 방식 대신 상용주파 AC(60Hz)방전을 이용하여 CO<sub>2</sub>레이저를 발진시키는데 성공하였다<sup>(4)</sup>. 따라서, 누설변압기의 1차측의 AC(60Hz)를 제어하여 펄스화시킨다면 소형·경량이면서 저가격의 펄스형 CO<sub>2</sub>레이저가 가능하다 점에 착안하였다. 즉, 기존의 상용주파 AC 여기 방식에서 레이저 출력 제어를 위해 사용되었던 변압기 1차측의 전압가변방식 대신 AC의 전파 정류된 펄스를 변압기 1차측에서 스위칭하여 그 펄스 주파수의 가변에 의해 레이저 출력을 제어하는 것이다. 이 방식은 기존의 60Hz 이하의 펄스 반복율을 가지는 펄스형 CO<sub>2</sub> 레이저의 전원 장치에 비해서 에너지 충전용 콘덴서와 전류제한용 소자가 전혀 필요하지 않다는 것이 특징이다.

본 연구에서는 그림 1 과 같이 SCR과 AC 정현파의 영전압을 검출하기 위한 ZCS(Zero Crossing Switch)회로, SCR 트리거 신호를 원하는 주파수에 맞도록 정밀하게 제어하기 위한 PIC one-chip 마이크로프로세서 제어부로 구성되는 펄스형 CO<sub>2</sub>레이저 전원장치를 고안하였다. 누설변압기의 1차측에서 PIC one-chip 마이크로 프로세스를 이용하여 상용주파 AC(60Hz)의 전파 정류된 펄스를 정밀하게 스위칭함으로써, 2차측의 CO<sub>2</sub>레이저 방전관에 고압의 펄스를 인가하였다. 그림 2, 그림 3 및 그림 4는 글로우 방전이 안정되게 유지되는 상태에서 펄스 반복율, 가스혼합비 및 동작압력의 변화에 따른 레이저 빔의 출력 특성을 조사하여 펄스 반복율 60Hz, 가스 혼합비 CO<sub>2</sub> : N<sub>2</sub> : He = 1 : 9 : 15 및 동작압력 18 Torr에서 최대 레이저 출력은 약 23W를 얻었다.

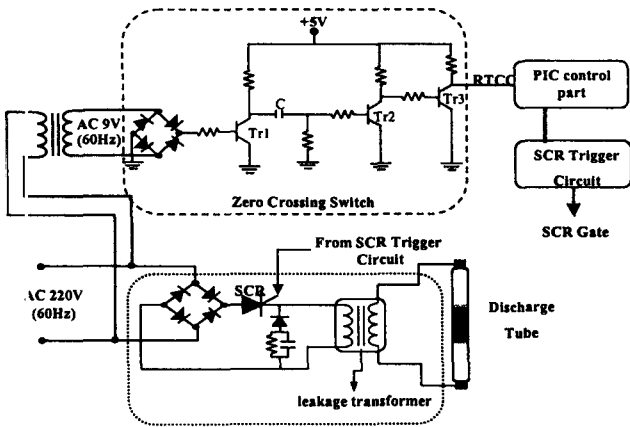


그림 1 누설변압기 1차측을 스위칭한 펄스형 CO<sub>2</sub>레이저의 제어부와 전원부

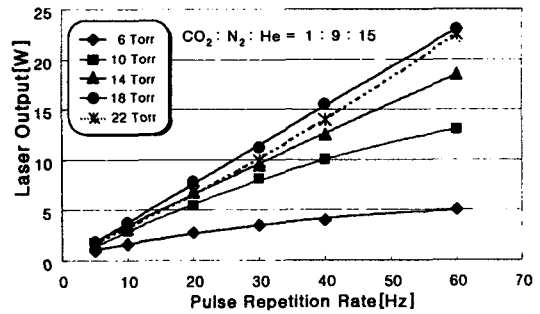


그림 2 반복율의 변화에 따른 레이저 출력특성

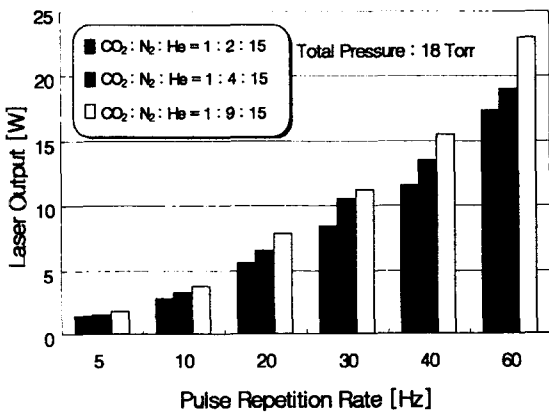


그림 3 가스 혼합비에 따른 레이저 출력특성

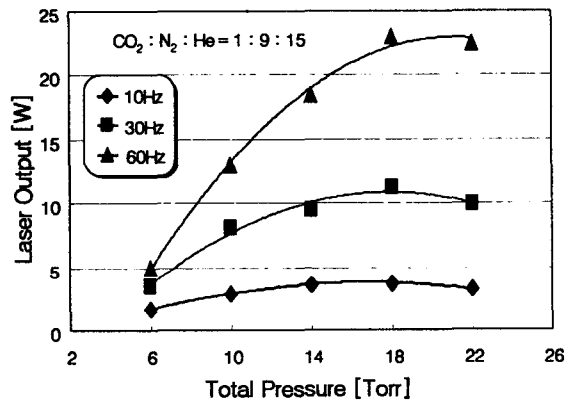


그림 4 압력에 따른 레이저 출력 특성

1. 정현주 외 7인, "고효율 CO<sub>2</sub> 레이저 개발연구 : SMPS 방식 펄스형 CO<sub>2</sub> laser의 출력 특성", 대한전기학회, 48C, p730~p734(1999)
2. Yu. A. Baloshin and I. V. Pavlishin, repetitively pulsed short-pulse TEA CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> laser using a semiconductor prionizer", *Rev. Sci. Instrum.* 53(11), pp.1667-1669 (1982)
4. Dong-Hoon Lee, Hyun-Ju Chung, Hee-Je Kim, "Comparison of dc and ac excitation of a sealed CO<sub>2</sub> laser", *Rev. Sci. Instrum.* 71,(68), p577 (2000)