

One-Chip 마이크로프로세서를 이용한 Nd:YAG 레이저의 반복율 및 펄스폭제어

홍정환*, 정영환, 양동민, 김희영, 김희재
 부산대학교 전기공학과

The Repetition rate and Pulse-width control of Nd:YAG laser using One-Chip Microprocessor

J. H. Hong*, Y. H. Chung, D. M. Yang, W. Y. Kim and H. J. Kim
 Dept. of Electrical Eng., Pusan national Univ..

Abstract - Pulsed Nd:YAG laser using Nd:YAG crystal operates stably in the thermal conductivity, mechanical, optical condition. That is used broadly in material processings because of easy reaction to the materials, and the maintenance is very easy because of lamp excitation. In these material processings, power dinsity control is very important to improve processing technology. Power density is controled by inductance and capacitance or repetition rate. Therefore, we are going to control laser power density as One-Chip Microprocessor(PIC16C55) and 8051. We have been experimented at the pulse repetition rate range of 10pps to 60pps (pulse per second).

레이저 가공의 기본은, 그 자체의 높은 가공력, 즉 높은 에너지밀도에 있고, 가공목적에 따라 에너지밀도를 제어하는 것이 가장 중요하다. 에너지밀도의 제어는 레이저 출력의 펄스화에 의한 작용시간 제어 및 펄스반복율을 변화시키는 방법이 주로 사용된다.

본 연구에서는 이러한 에너지밀도의 제어가 용이한 펄스형 Nd:YAG 레이저와 전원회로를 설계 및 제작하고, One-Chip 마이크로프로세서를 이용하여 반복율 및 펄스폭을 제어함으로써 반복율에 따른 전류펄스파형 및 레이저출력에 대하여 조사하였다.

1. 서 론

1964년 벨 연구소의 Geusic에 의하여 최초로 발명된 Nd:YAG 레이저는 루비 레이저와 함께 고체 레이저의 주류를 형성하고 있다[1-4]. 또, 상온에서 연속발진은 물론 정상발진, Q스위치 및 모드 동기 발진까지 다양한 발진 형태가 가능하여 가공용, 의료용, 측정용, 에너지 개발, 물리, 화학 등의 연구용으로 활용되고 있으며, 기존의 고체 레이저 중에서 가장 응용범위가 폭넓은 레이저로서 각광을 받고 있다[5-7]. 고체 레이저는 기체 레이저에 비하여 밀도가 높기 때문에, 축적 에너지가 높아 고출력 레이저를 컴팩트하게 만들 수 있는 장점이 있다.

단일타원형 반사경 구조로 구성된 펄스형 Nd:YAG 레이저의 컴팩트화 및 동작특성의 최적화를 이루기 위해서는 구동전원의 펄스성형회로(Pulse-forming network : PFN)의 설계 및 펄스 제어회로를 최적화 하는 것이 가장 중요하다[8-10].

2. 본 론

2.1 레이저 시스템의 구성

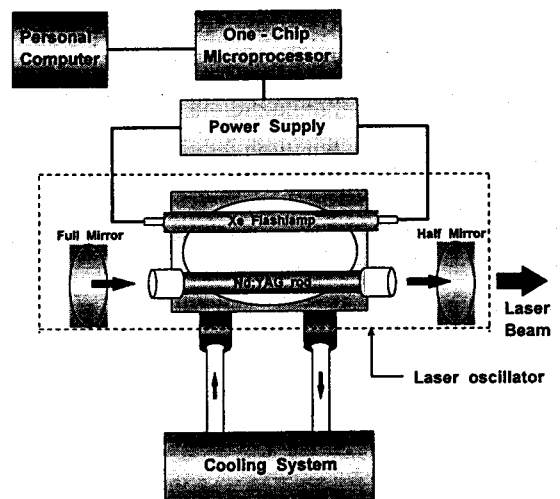


그림 1 레이저 시스템의 구성도

그림 1은 본 연구에서 설계 제작한 레이저 시스템 구성도를 나타낸다. 전체 시스템구성은 레이저

발전부(Laser oscillator), 플래쉬램프를 구동시키는 전원부, 전원부를 제어하는 제어부(One-Chip microprocessor), 플래쉬램프와 Nd:YAG 로드를 냉각시키는 냉각부(Cooling system)로 구성되어 있다.

레이저 발전부는 중앙에 단일 타원형의 반사경을 가진 레이저헤드 부분이 있고, 그 양측에 레이저 발전을 위한 두 개의 거울 즉, 전반사경(반사율 99.5% 이상, 곡률반경 2m인 오목 거울) 및 부분 반사경(반사율 40%의 평면 거울)으로 안정형 공진기를 구성하였다. 광여기에 의한 레이저 공진기는 Nd:YAG 로드를 광으로 여기시키는 플래쉬램프, 단일타원형 반사경, 레이저 활성매질인 Nd:YAG 로드로 구성하였다.

연속방전에 의한 레이저 출력빔의 안정된 동작을 위해서 가장 중요한 것은 냉각장치이다. 즉, 분포 반전(Population inversion) 및 출력빔의 평형상태를 유지하여 안정된 동작이 가능하게 해주어야 한다. 이를 위해서는 램프, 로드, 그리고 타원형의 반사경을 냉각시켜, 레이징 동작에 가장 효율적인 온도상태를 유지시켜 주어야 한다.

2.2 전원장치 및 반복율 제어회로

2.2.1 전원장치

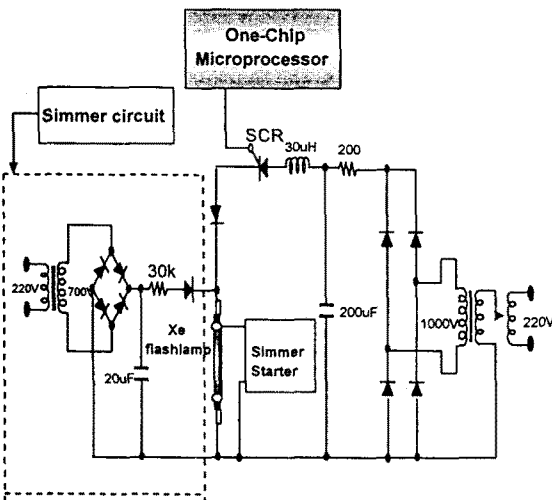


그림 2 펄스형 Nd:YAG 레이저의 전원회로

그림 2는 펄스형 Nd:YAG 레이저의 전원회로도이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 전원장치는 크게 크세논(Xe) 플래쉬램프를 예비점등시키기 위한 시머회로(Simmer circuit), 시머시동기(Simmer starter), 충전전원, 반복율을 제어하는 One-Chip microprocessor로 구성되어 있다.

회로의 동작순서는 먼저 시머회로로부터 램프의

양단에 전압을 인가한 상태에서 시머시동기를 스위칭하면 램프양단에 약한 스트리머방전이 형성된다. 이 상태에서 주전원의 커패시터에 원하는 전압으로 충전한 다음, SCR로 스위칭 함으로서 플래쉬램프가 점등하게 된다.

2.2.2 반복율 제어회로 및 동작특성

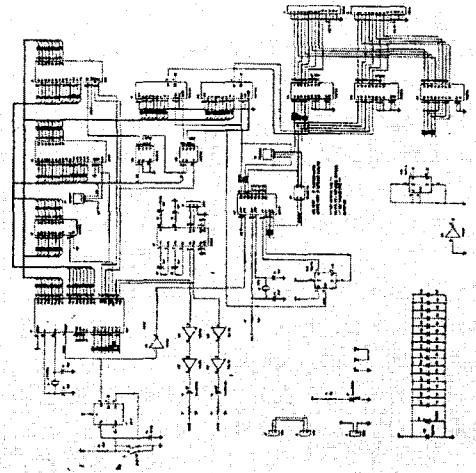


그림 3 One-Chip 마이크로프로세서를 이용한 반복율 제어회로

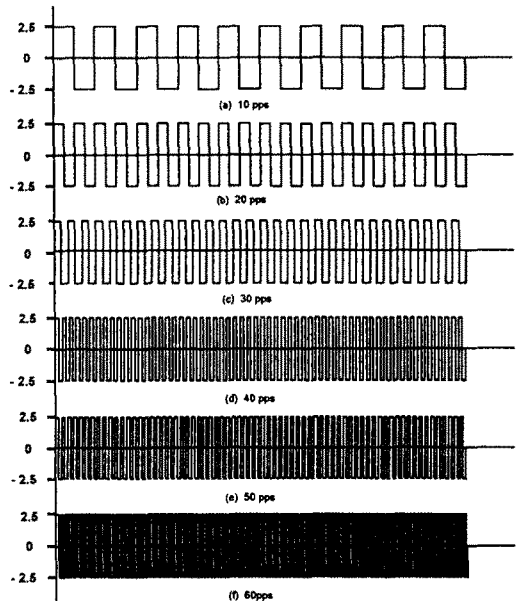


그림 4 반복율 제어회로의 모니터링 파형

그림 3은 One-Chip 마이크로프로세서를 이용한 반복율 제어회로를 나타낸다. 레이저 제어부는 전원부와 레이저 출력을 총괄적으로 제어하며 동시에

입력/출력의 감시와 외부 프로세서와의 인터페이스를 하고 있으며 전체적인 동작에 필요한 레이저 빔, 표적 조명 및 모니터링 시스템, 주변 부품과의 인터록 등도 동시에 처리하여야 한다. 레이저 제어부는 정밀한 동작의 MPFN(Modified Pulse Forming Network)를 실시간 입력/출력 모니터링을 위한 연산회로부, 인터페이스 보드(Interface board), 레이저 빔 구동 및 지시 조명용 전원, 인터록 및 제어용 컴퍼레이터(comparator) 회로부 등을 내장하였고, 각 부분은 외부 프로세서에 의한 제어가 가능하게 하였다. 입력/출력 감시장치는 그 안 전상 실시간으로 계산되어 처리되어야 하므로 회로 구성이 까다롭고 복잡하지만 동작 시간이 빠른 하드웨어(Hardware)로 구성되어 있으며, 레이저동작 제어부로 입력된다.

그림 4는 One-Chip 마이크로프로세서를 이용하여 제작한 제어부의 모니터링 파형을 나타내는 것으로 듀티비(Duty ratio)를 일정하게 했을 경우, 펄스 반복율을 10pps에서 60pps까지 변화시켰을 때의 파형을 나타낸다.

2.3 실험 방법 및 결과

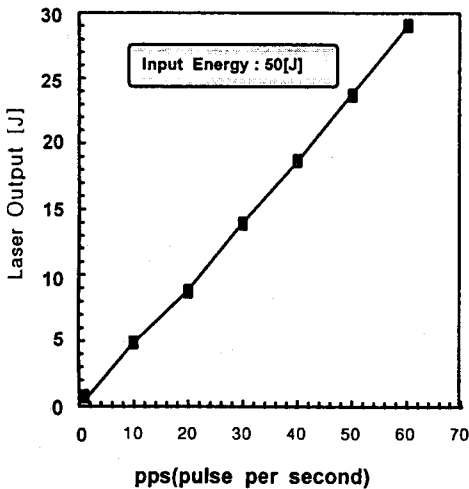


그림 5 반복율에 따른 레이저 출력 비교

그림 5는 전기 입력에너지 50[J]을 인가했을 경우, 전류펄스폭을 154 μ s로 고정하고 펄스반복율 변화시켜 가며 얻은 레이저 출력특성을 보인다. 펄스 반복율을 10pps에서 60pps까지 변화시켜가며 실험한 결과 60pps일 때 가장높은 28.6[J]를 나타내었다.

3. 결 론

본 연구에서는 One-Chip 마이크로프로세서를 이용하여 펄스반복율을 변화시켜 에너지밀도를 제어

함으로써 반복율에 따른 레이저 출력특성 연구하였다.

그 결과, 반복율이 증가할수록 높은 출력값을 나타내었다. 현재 반복율을 60pps까지 변화시켰을 때의 출력특성과 듀티비(duty ratio)를 변화 시켰을 때 레이저 출력특성에 관한 초기 결과를 얻고 있다.

향후, 반복율 증가, 듀티비 변화, 펄스폭제어 등에 관한 연구를 계속해 나갈 예정이다.

[참 고 문 헌]

- [1] Kenichi Iga et al., *Fundamentals of Laser Optics*, Plenum Press, New York and London, pp. 13-15, 1994
- [2] 田幸敏治 外 7人, *レーザーハンドブック*, 朝倉書店, pp. 691-703, 1982
- [3] Yasutomo Fujimori, "Laser Material Processing in Electric Industries", *Proceeding of Lamp '92*, Nagaoka, pp. 981-986, 1992
- [4] 前田三男, *量子 エレクトロニクス*, 昭晃堂, pp. 123-125, 1986
- [5] Orazio Svelto, *Principles of Lasers*, Plenum Press, New York, Chap. 9, 1982
- [6] Joseph T. Verdeyen, *Laser Electronics*, Prentice-Hall International Inc., pp. 62-77, 1989
- [7] J. E. Harry, *Industrial Laser and Their Application*, McGraw-Hill, pp. 115-120, 1974
- [8] Hee-Je Kim, Jon-Han Joung, Dong-Hoon Lee, and Dong-Hyun Kim, "Active two-pulse superposition technique of a pulsed Nd:YAG laser", *Optical Engineering in USA*, Vol 37, Issue 6, pp. 1780-1784, June 1998
- [9] W. Koechner, *Solid-State Laser Engineering*, Springer-Verlag, New York, Heidelberg, pp. 48-50, pp. 114-116, pp. 341-348, 1995
- [10] ILC Company, "A Guide to Flashlamps for Pulsed Solid State Lasers", *Technical Bulletin*2, 1993