

실시간 데이터 인터페이스처리를 이용한 고체레이저의 출력제어에 관한 연구

A study on the output controlled of the solid state laser with a real time data interface processing.

부산대학교 전기공학과 김희영, 홍정환, 양동민, 정영환, 김희재

I. 서론

각종 고체 레이저는 마이크로머시닝과 비선형 광학, 홀로그래피, 정밀 계측 등과 같은 많은 응용 분야에서 사용되고 있다. 그런데 이런 응용 분야에서는 작은 빔 발산각, 가장 높은 에너지 밀도를 가지는 등 미세하고 정밀한 콘트롤제어 및 소프트웨어적으로 드라이브, 통신, 파일 시스템, 데이터베이스, GDI, 셸을 포함한 많은 지원이 필요하다. 따라서, DWES(data windowing events subsystem)가 그래픽제어 인터페이스 부분으로 응용과 운영체제의 정보를 전송하는 메시지와 데이터값과 펄스폭, 반복률을 정확히 실시간 처리 할 수 있는 새로운 방안을 구축하고자 한다. 여기서는 키보드입력, 마우스입력, 키패드 그리고 컨트롤 선택에 의해 입력처리를 하고 디스플레이와 프린터, 오실로스코프로 표시된 펄스그래픽 파형과 텍스터를 생성하거나 관리하면서 시스템의 필요한 정확한 출력치를 산출하게 된다. 또한 DWES는 사용자에게 모든 윈도우, 다이얼로그박스, 컨트롤, 메뉴, 그리고 데이터 출력 등의 계산치를 정확하게 넣을수가 있다. 즉 필요로 하는 정보 데이터값을 편성하거나 속성을 설정하며 제한된 사용공간을 효율적으로 사용을 할 수가 있다. 여기서 PIC16C54는 EPROM이 내장된 8bit static CMOS Microcontroller family 이다. PIC은 RISC와 닮은 구조를 채택하므로 단지 33개의 명령어만으로 구동된다. 2사이클의 프로그램 분기명령을 제외하고 모든명령은 한사이클(200ns)로 수행되며 12비트 단위의 명령형식은 동종의 8비트 마이크로컨트롤러에 비해 2:1 정도의 코드압축효과가 있어 한층 더 차원높은 처리능력을 가지고 있다. 또한 기억하고 사용하기 쉬운 명령어세트는 개발에 소요되는 시간을 크게 단축시킨다.

본 연구에서는 실험실 자체적으로 설계, 제작한 고체 레이저전용 제어시스템으로 구성된 펄스형 Nd:YAG 레이저를 사용하여 직접 실험적인 방법으로 구현해 보고, 이론적으로 얻어지는 출력빔 에너지 강도 분포와 반복률, 펄스폭 가변 등에 대하여 수행된실험 결과를 비교, 검토하였다.

II. 전용 레이저 콘트롤러의 구성과 제작

PIC16C54 원칩 microprocessor는 EPROM, RAM, I/O와 CPU모두가 단일 CHIP에 집적된 저소비전력, 고속, 완전 static의 C-MOS마이크로 콘트롤러이다. 즉 데이터와 명령을 분리된 버스와 함께 메모리의 레지스터 파일개념에 기초를 두고 있으며 8비트 넓이의 데이터버스와 메모리, 그리고 12비트 넓이 프로그램 버스와 프로그램 메모리로 이루어져 있다.

그림1은 PIC16C54 원칩 마이크로 프로세서에 의한 회로도이다. 명령어가 실행되고 있는 상태에서 다음명령을 동시에 프로그램 메모리로부터 읽어 드릴 수가 있어 중첩제어가 가능하다. 또한 8비트 데이터버스에는 2개의 기본요소가 연결되어 있다. 최대 80개까지 어드레스 가능한 8비트 레지스터들과 8비트 ALU이다. 데이터는 파일선택 레지스터를 이용하여 직접, 간접으로 어드레스할 수가 있으며 프로그램 메모리로부터 데이터를 W레지스터로 가져올 수 있는 문자 명령들에 의한 직접 어드레싱도 제공된다. 고유의기능을 가지는 실 시간 :RTCC(real time clock counter), 프로그램 카운터, status , 입출력 레지스터들과 명령실행중에 데이터와 제어신호를 위한 레지스터로 구성되며 8비트의 ALU는 하나의 워킹레지스터를 가지는데 ALU는 W 레지스터에 있는 데이터와 다른 어떤 파일 레지스터간의 산술연산, 논리연산을 수행한다. 또한, 12비트 넓이로 512 Word까지의 프로그램 메모리는 직접어드레싱 되어진다. 마이크로 명령들의 순서는 순차적으로 구성되어 있는 프로그램을 실행하기 위해 자동으로 증가하는 프로그램 카운터에 의해 제어된다. 프로그램제어와 direct, indirect, relative 어드레싱 모드지원은 bit test 나 skip명령, call명령, jump명령, 또는 pc로 직접계산된 번지를 로딩하는 방법에 의해 수행되며 2레벨의 스택 레지스터는 서브루틴 귀환시에 사용된다. 그림2는 마이크로 프로세서의 제어 시스템이다. 제작한 전용컨트롤러는 퍼스널컴퓨터에서 받은 데이터값을 8051의 입력값으로 처리한 후 이를 바로 PIC16C 54의 데이터 라인으로 이동시켜 출력값을 연산한후 처리한다. 즉 정지, 시작, 상위폭가변, 하위폭가변으로 크게 알고리즘을 나눌 수가 있으며 펄스폭 가변과, 듀티비 가변으로 제어값을 계산하여 출력 시킬 수가 있으며 8051에서 HEX값을 000h에서 FFFh 까지 연산처리가 가능하며 실제 제작한 연구제품에서는 8 MHz의 오실레이터로 발진을 하므로 한 명령어당 0.5 μ s의 시간으로 처리하므로 20 MHz의 오실레이터를 사용할 때 200 ns의 명령 사이클을 가지므로 실제 연산처리 되는 데이터값은 엄청 빠르다는 것을 알수 있었다.

8051에서 주어지는 HEX값은 000h에서는 10 μ s에서 0.6 μ s까지 데이터값을 처리할 수가 있으며 개선하여 사용할 때 한 명령어당 처리되는 속도는 매우 빠르게 계산처리 할 수가 있다. 즉 PIC16C54에서는 데이터값을 8051에서 받아 부하로 전달하는 역할을 담당하고 8051은 모니터링 프로그램에서 입력값을 받고 받은 신호를 데이터라인으로 보내기만하면 된다. 실제 SCR에 부가되는 펄스폭은 180 μ s에서 트리거온 되며 전압은 DC 5V정도이나 피크치는 13V 까지 뛰며 스너브회로의 침부를 필요로 하고 온,오프제어가 자유자재로 가능하다. 즉 지연회로가 부가되면 펄스폭가변과 듀티비 가변의 신호는 원칩 프로세서에서 멀티포트를 통하여 충분히 빠르게 전달되므로 여러소자의 동시 제어가 가능하고 트리거 신호 역시 가능하며 점호, 소호도 다양하게 처리 될수있다

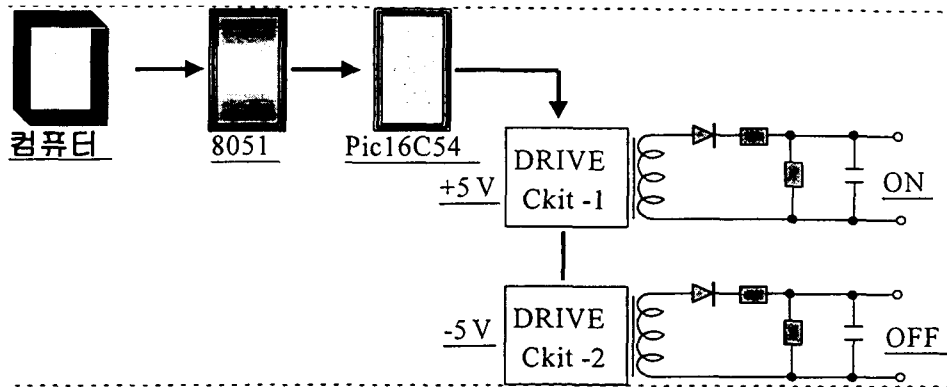


Fig.1 PIC 16C54원칩 마이크로프로세서에 의한 회로도

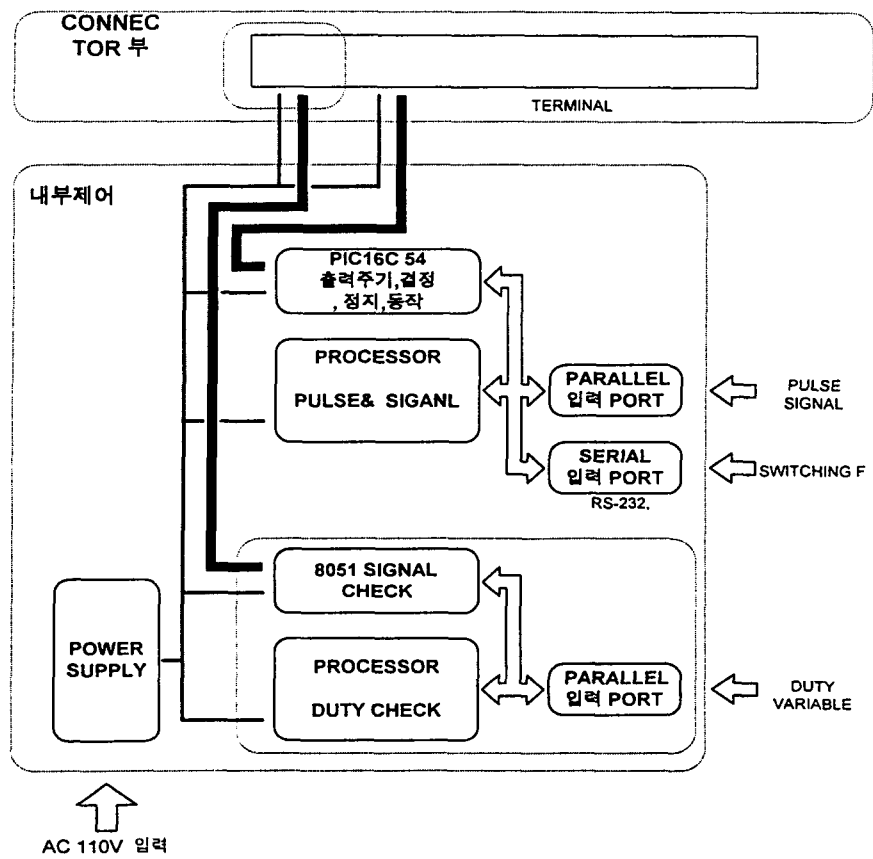


Fig.2 마이크로 프로세서의 제어 시스템

III 실험결과 및 고찰

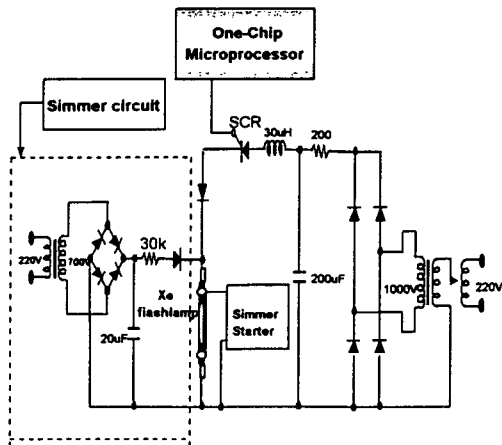


Fig.3 펄스형 Nd:YAG 레이저의 전원회로

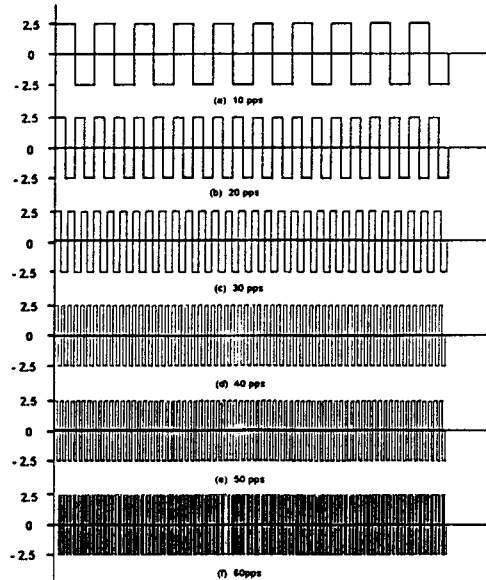


Fig.4 반복율 제어회로의 모니터링 파형

그림3은 펄스형 Nd:YAG 레이저의 전원회로도이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 전원 장치는 크게 크세논(Xe) 플래시램프를 예비점등시키기 위한 시머회로(Simmer circuit), 시머시동기(Simmer starter), 충전전원, 반복율을 제어하는 One-Chip microprocessor로 구성되어 있다.

회로의 동작순서는 먼저 시머회로로부터 램프의 양단에 직류전압을 인가한 상태에서 시머시동기를 스위칭하면 램프양단에 약한 스트리머방전이 형성된다. 이 상태에서 주전원의 커패시터에 원하는 전압으로 충전한 다음, SCR로 스위칭 함으로서 플래시램프가 점등하게 된다.

그림4는 One-Chip 마이크로프로세서를 이용하여 제작한 제어부의 모니터링 파형을 나타내는 것으로서 듀티비(Duty ratio)를 일정하게 했을 경우, 펄스 반복율을 10pps에서 60pps까지 변화시켰을때의 제어파형을 나타낸다.

그림 5 전기 입력에너지 50[J]을 인가하고 전류펄스폭을 154 μ s로 고정시킨 상태에서 펄스 반복율만을 변화시켜 가며 얻은 레이저 출력특성을 보인다. 펄스반복율 10pps에서 60pps까지 변화시켜 가며 실험한 결과 60pps일 때 가장높은 28.6[J]를 얻었다.

IV. 결론

본 연구에서는 One-Chip 마이크로프로세서를 이용하여 펄스반복율을 제어함으로써 레이저 출력특성 비교, 검토 하였다.

그 결과, 반복율이 증가할수록 높은 출력값을 나타내었다. 현재 반복율을 60pps까지 변화

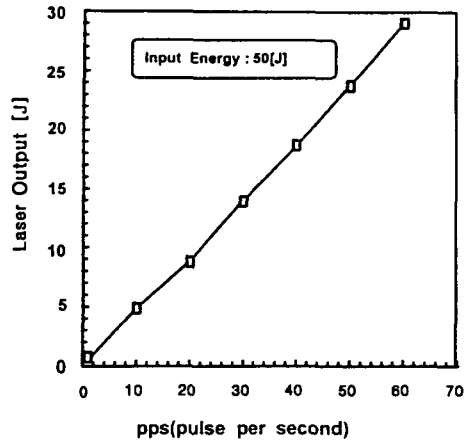


Fig.5 반복율에 따른 레이저 출력 비교

시켰을때의 출력특성과 듀티비(duty ratio)를 변화 시켰을 때 레이저 출력특성에 관한 초기 결과를 얻고 있다.

향후, 출력빔 에너지 강도 분포와 반복률, 듀티비 가변, 펄스폭 제어 등에 관한 연구를 계속해 나갈 예정이다.

V.참 고 문 헌

1. 山中千代衛 の 外, “こんなところにも使われているレーザ技術”, 電學誌 113(11), 903-927, 1993.
2. G. Liedl, K. Schroder, A. Kaplan, “Excimer laser processing of ferrite video heads”, Appl. Surface Sci., 106, 374-378, 1996
3. P. A. Ruprecht, Mark Edwards, K. Burnett and Charles W. Clark, “Probing the linear and nonlinear excitations of Bose-condensed neutral atoms in a trap”, Phys. Rev. A 54(5), 4178-4187, 1996.
4. D. D. Liu, F. Hussain, “Off-axis holographic technique for particle image velocimetry using a fourier-transform lens”, Opt. Lett. 20(3), 327-329, 1995.
5. W. Koechner, “Solid-State Laser Engineering”, 3rd ed. Springer-Verlag, New York, Heidelberg, 1992.
6. M. P. Murdough and C. A. Denman, “Mode-volume and pump-power limitations in injection-locked TEM₀₀ Nd:YAG rod lasers”, Appl. Opt. 35(30), 1996.
7. C. Bowness, “On the efficiency of single and multiple elliptical laser cavities”, Appl. Opt. 4(1), 1965.
8. Jurg Steffen, Jean-Pierre Lortscher and G. Herziger, “Fundamental mode radiation with solid-state lasers”, IEEE J. Quantum Electronics, 1972.

9. 김희제外 4人, “다단메쉬 PFN 방식 펄스형 Nd:YAG 레이저의 출력특성 비교”, 대한전기학회, Vol.47, No.5, 1998.

10. 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, Vol 37, Issue 6, pp. 1780-1784, June 1998