

# 고출력 레이저 다이오드 드라이버 설계

김영근\*, 염진수\*\*, 황대석\*, 류광렬\*, 허창우\*

\*목원대학교 전자공학과, \*\*JS 전자

## Design of High Power Laser Diode Driver

Young-Keun Kim\*, Jin-Su Yeom\*, Dae-Seok Hwang\*, Kwang-Ryol Ryu\*, Chang-Wu Hur\*

Mokwon University, JS electronics

### 요 약

고출력 레이저 다이오드는 소형화 되면서 생산 단가가 낮아지는 것에 비해 출력은 점점 더 커지고 있기 때문에 많은 산업 응용 분야에 확대되고 있다. 본 논문에서는 고출력 레이저 다이오드의 안정성과 고정된 출력 파워의 광원을 제공하기 위한 설계의 목적이 있다. 안정된 정전류를 위하여 온도와 전류의 안정성이 중요하다. 이를 위하여 본 연구에서는 레이저 다이오드 내부의 온도센서와 TEC(Thermo Electric Cooler)를 이용한 온도제어 회로를 구성하였다. 이들을 제어하기 위하여 A/D, D/A 컨버터와 마이크로프로세서를 사용하였으며, 정전류 50A일 때 35W 출력과 온도 범위는  $\pm 0.5^\circ$ 로 설계를 하였다.

### 1. 서 론

고출력 레이저 다이오드는 정보통신분야, 의료분야, 재료가공분야, 전자분야, 그 외 각종 센서분야 등 첨단산업의 광범위한 분야에서 핵심기술로 이용되고 있으며 앞으로도 각기 고유의 응용 분야를 계속 확대할 수 있는 응용성과 소형화 되면서 생산 단가가 낮아지는 것에 비해 출력은 점점 더 커지고 있기 때문에 시장성이 대단히 큰 기술이다. 과거에 단일 레이저 다이오드 모듈에서 방출되는 레이저 출력은 수 mW 밖에 이르지 못하고 있었다. 이러한 레이저 모듈은 특히 통신, 측정 및 의료용으로 사용되고 있으며, 재료 가공에 필요한 고출력을 얻기 위해서는 특수한 냉각 시스템과 60W 정도의 출력을 방출해야 한다. 고출력에서 사용되고 있는 레이저 다이오드의 출력 파워를 안정화시키기 위해서는 레이저 다이오드를 구동시키는 전류와 온도가 안정화 되어야 한다. 본 논문은 레이저 다이오드의 출력 파워의 광원(Optical Source)을 제공하기 위한 시스템을 구성하려 하였다.

본 연구에서는 전류의 안정도는 정전류에서 50A일 때 35W의 출력이 되도록 설계를 하였다. 또한 레이저 다이오드에 온도의 범위는  $\pm 0.5^\circ$  이하로 안정화 시키려 하며 내장된 온도센서와 TEC를 이용하여 반도체 레이저 내부의 온도를 제어하는 TEC 제어회로를 구성하였다. 최종 출

력에서는 Power Circuit를 사용 온도를 제어하여 레이저의 파워를 제어할 수 있게 하였다. A/D, D/A 컨버터와 마이크로 프로세서를 사용하여 레이저의 파워를 고정시킬 수 있도록 각 부분을 제어하였으며, 사용자의 편의를 위하여 LCD로 구동 표시 하였으며, 각종 정보를 사용자가 알 수 있도록 Serial 통신이 가능하도록 설계를 하여 컴퓨터에서 출력을 Display 및 고출력의 온도 및 전류를 Control을 하게 하였다.

### II. 고출력 LD 구동 시스템 구성

#### 1. 고출력 레이저 출력 안정화 방법

레이저 출력의 안정화를 위해 일반적으로 레이저 다이오드 구동전류와 온도의 안정화가 매우 중요하다. 반도체 레이저의 전류를 안정화시키기 위해 일반적으로 통신 분야에서 많이 사용되는 Anode(+) 접지방식으로 정전류회로를 구성하였다. 전류 안정도는 케환을 걸지 않은 상태에서 10uA 미만으로 설계하기 위해 전원 전압이 낮아도 많은 전류의 공급이 가능한 소자가 좋다.[1] 이를 위해 내부 전압 강하가 적은 소자를 선택하여 설계하였다. 또한 레이저 다이오드에 온도를 안정화하기 위해 레이저 다이오드의 내장 온도센서와 TEC(Thermo-Electric Cooler)를 이용하여 레이저 다이오드의 온도를 일정하게 유지 하였다.

2. 시스템의 구성 및 개요

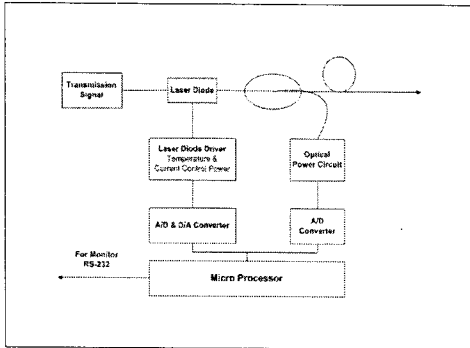


그림 1. 전체 구성도

그림 1은 레이저 다이오드 파워 안정화 시스템의 전체 구성도를 나타낸 것으로 레이저 다이오드를 구동하기 위한 전류 및 온도 안정화 회로, Power Circuit와 마이크로프로세서 제어 회로로 구성하였다. 온도 및 전류 조절은 디지털 제어가 가능하도록 A/D 및 D/A컨버터를 사용하여 마이크로 프로세서를 통하여 제어된다. Power Circuit는 레이저 다이오드에서 출력되는 파워의 변화를 전압으로 출력하는 회로로 마이크로 프로세서에서는 A/D 컨버터를 통해 이 값을 읽어 D/A 컨버터로 레이저 다이오드 내부 온도를 컨트롤 하여 레이저의 파워를 고정시킨다. 사용자가 시스템을 제어할 수 있도록 컴퓨터로 제어할 수 있는 인터페이스로 RS-232 호환 통신포트와 명령을 내장하였으며, 사용자의 편의를 위해 LCD에 의한 입력, 출력 전류의 조정 및 표시가 가능하도록 하였다.

3. 전류 제어회로 구성

그림 2는 전류를 안정화시키기 위한 회로도이다. 전류의 안정도는 0.01mA 이하가 되도록 설계하였다. [그림 2]에서 입력되는 전압에 의해 Q31의 FET가 동작하게 되며 Q31은 내부 전압강하가 적은 것으로 적은 전압으로도 많은 전류를 흘릴 수 있으며 전류에 따른 내부 손실이 적어 열이 적게 발생한다. R46은 레이저 다이오드 공급 전류 검출용 저항으로 이를 U6B에서 증폭하여 U5에서 케환을 통해 전류 안정화를 수행하였다. 레이저 다이오드에 설정된 전류와 공급되는 전류의 차이를 측정하기 위하여 1NA118을 사용하였다. 이는 A/D 컨버터로 입력되어 마이크로

프로세서는 이 값을 다시 되먹임하여 레이저 다이오드에 항상 일정한 전류가 흐르도록 한다. 레이저 다이오드는 최대 공급 전류가 있는데 이를 초과 하면 레이저 다이오드가 고장 날수가 있다.

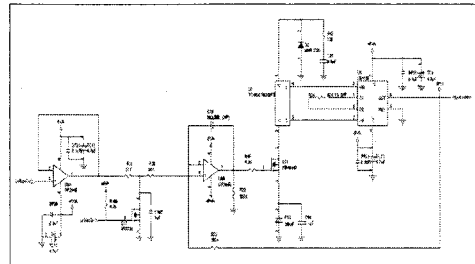


그림 2. 전류 안정화 회로

4. TEC 제어회로 구성

반도체 레이저에서 온도센서로 서미스터를 사용하는 가장 큰 이유는 온도변화에 따른 응답속도가 빠르기 때문이다. 서미스터는 온도에 따른 저항변화가 직선적이지 않기 때문에 정확하게 실제온도를 읽어내기가 쉽지 않다. 그러나 온도변화에 따른 반응속도가 빠르고 온도에 따른 저항변화가 크기 때문에 온도제어 회로에 많이 사용되고 있다. 레이저 다이오드의 온도 구동 소자로는 TEC (Thermo Electric Cooler, 또는 Peltier Cooler)가 사용되고 있다. 이는 펠티어 효과를 이용한 것으로 흐르는 전류에 따라 가열과 냉각을 한 면에서 가능하게 한 소자로 응답속도도 빠르고 소형화가 가능하기 때문에 모든 반도체 레이저의 온도 구동 소자로 사용되고 있다. [그림 3]에 TEC 구동회로를 나타내었다.

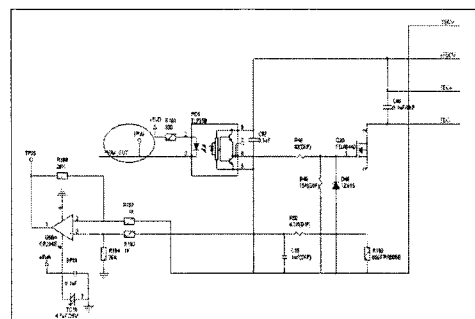


그림 3. TEC의 구동 회로

### III. 고풍력 LD 구동 성능 평가

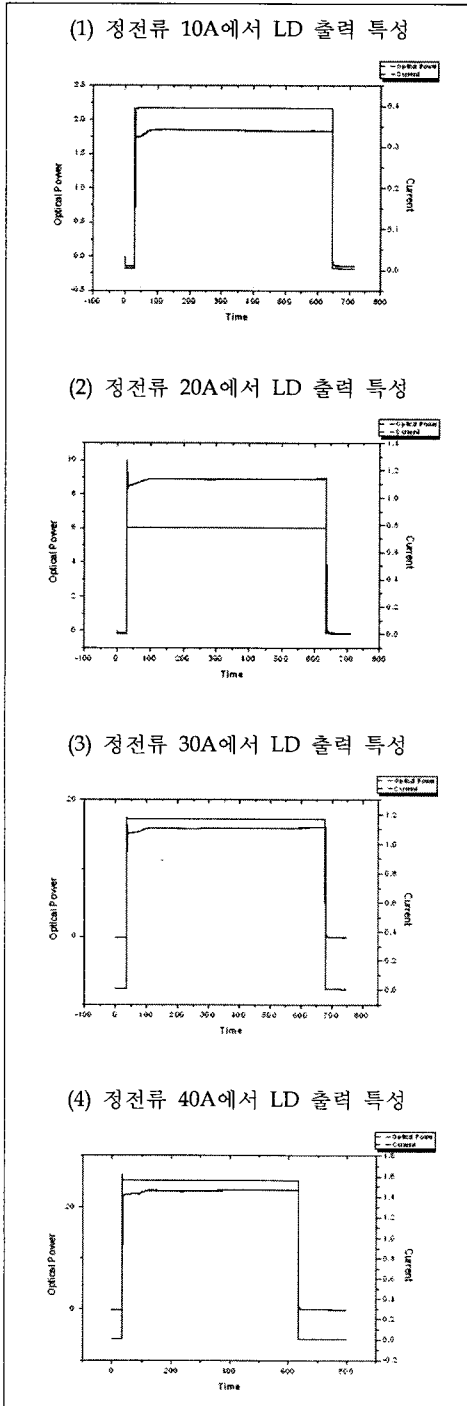


그림 4. 구동 전류에 따른 LD 출력 특성

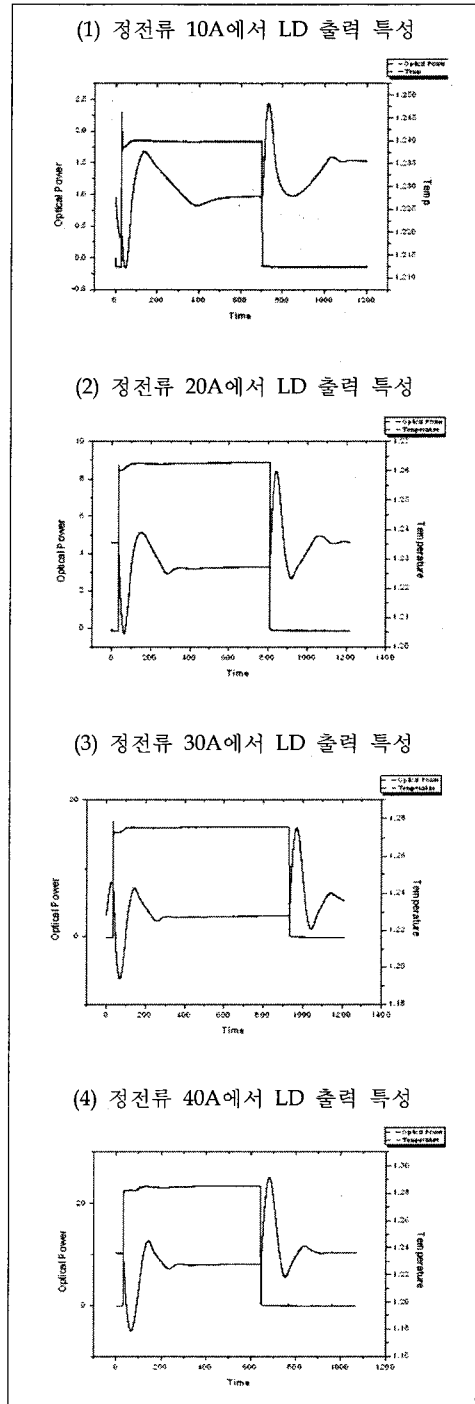


그림 5. 구동 온도에 따른 LD 출력 특성

제작한 고출력 LD 구동 장치의 성능을 평가하기 위하여 전류 안정도 및 Optical Power 및 온도를 측정하였다. 고출력 LD 구동 장치의 공급전류 및 출력 안정도를 확인하기 위해 온도를 25℃로 설정하고 LD에 공급 정전류를 각각 10A, 20A, 30A, 40A로 설정하였다. 그리고 [그림 4]와 [그림 5]는 구동 전류와 온도에 따라서 Optical Power의 안정도를 나타내었다.

#### IV. 결 론

고출력 레이저 다이오드를 최대 출력으로 사용하기 위해서는 파워를 안정화해야 한다. 파워가 안정화 되지 않으면 짧은 시간에 최대한의 출력 효과를 발휘하지 못하는 효과가 발생한다. 본 논문에서는 레이저 다이오드의 파워를 안정화시키는 방법 중에 가장 기본이 되는 반도체 레이저의 전류와 온도를 안정화시키고 Power Circuit를 사용하여 파워의 변화를 읽어 마이크로 프로세서를 사용하여 파워를 제어하였다. 온도는 서미스터와 TEC를 이용하여 안정화 시켰다.

측정결과 LD의 정전류 40A 일 때 구동전류 안정도는 1.6A, 구동 온도 1.23℃일 때 Optical Power의 안정도는 25W로 매우 안정된 구동 성능을 나타내었다.

#### 참고문헌

- [1] 염진수, 허창우, "온도, 전류제어에 의한 레이저 다이오드 파장 안정화", 한국해양정보통신학회논문지, 제5권3호 (2001)
- [2] Martin F. Schlecht : "High Power Laser Diode Driver Based Power Converter Technology", IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS, VOL. 12, NO. 1, JANUARY 1997
- [3] Miyuki KUDO et al, "ATM-PON for Optical Communication Transmission/Reception Optical Module", Oki Technical Review, Vol. 68, No. 4, pp. 64-67, March, 2001.
- [4] Guido Maier et al, "Design and Cost Performance of the Multistage WDM-PON Access Networks", J. Lightwave Technol., vol. 18, No. 2, pp. 125-143, February 2000.
- [5] HARMONICS Lnc., "Whitepaper", March 29, 2001.
- [6] Lattice Semi.Co., "Using the ispPAC 30 in a DWDM Laser Power Control Loop", Application Note AN6028, 2001