

세포증식을 위한 LED 조사 시스템 개발

천민우*, 박용필**, 이호식*, 김태곤**, 김영표**
*동신대학교 병원의료공학과, **동신대학교 전기전자공학과

Development of LED Irradiation System for Cell Proliferation

Min-Woo Cheon*, Yong-Pil Park**, Ho-Shik Lee*, Tae-Gon Kim**, Young-Pyo Kim**

*Dept. of Hospital Biomedical Engineering, Dongshin Univ

**Dept. of Electrical and Electronic Engineering, Dongshin Univ.

E-mail : yppark@dsu.ac.kr

요 약

광 의료 분야 중 저출력레이저 치료에 사용되는 레이저와 같은 특정 파장을 발생하고 레이저보다 안정적으로 사용이 가능한 고휘도 LED를 조사하여 광 의료 분야에 적용할 수 있는 시스템을 개발하였다. 광조사 시스템은 마이크로 컨트롤러, FPGA, TLC5941 및 고휘도 LED를 이용하여 설계 및 제작하였으며 광조사 시간, 강도, 주기 등 세포 증식에 영향을 칠 수 있는 다양한 변수들의 제어가 가능하도록 하였다. 또한 세포 배양에 사용되는 인큐베이터 내부의 조사가 용이하도록 탈부착이 가능한 모듈화 된 LED를 설계□제작하여 세포 증식에서 발생 가능한 생물학적 변수를 최소화하였다.

ABSTRACT

This paper performed the basic study for developing the Photodynamic Therapy Equipment for medical treatment. We developed the equipment palpating cell proliferation using a high brightness LED. This equipment was fabricated using a micro-controller and a high brightness LED, and designed to enable us to control light irradiation time, intensity, frequency and so on. Especially, to control the light irradiation frequency, FPGA was used, and to control the change of output value, TLC5941 was used. Control stage is divided into 30 step by program. Consequently, the current value could be controlled by the change of level in Continue Wave(CW) and Pulse Width Modulation(PWM), and the output of a high brightness LED could be controlled stage by stage.

키워드

Photodynamic Therapy, LLLT, Irradiation, MTT

I. 서 론

빛은 파장에 따라 자외선, 가시광선 및 적외선으로 구분되며 여러 산업분야에 적용되어 사용되고 있다. 특히 의료분야에서 저출력 레이저 치료(Low Level Laser Therapy: LLLT)는 특정 파장의 광자가 세포를 활성화 시키는 성질[1,2]뿐 아니라 다양한 생화학적 효과[3]를 이용하여 상처치유, 염증치료[4], 피부미용, 통증완화, 고지혈증완화 등 다양한 분야에 적용되어지고 있다. 본 연구에서는 저출력 레이저처럼 특정 파장의 광원을 발생시키면서 열적 파괴나 손상이 없고 가시광선 영역에서 다양한 파장을 발생 시킬 수 있는 고휘도 LED(Light Emitting Diode)를 이용하여 다양한 출력의 조절이 가능한 LED 조사 시스템을 개

발하고 그 출력을 평가 하였다.

II. 본 론

고휘도 LED는 각각의 재료에 따라 고유한 파장 및 특성의 차이가 있다. 본 연구에서는 세포배양에 고휘도 630nm LED를 사용할 수 있도록 컨트롤러를 개발한 후 출력 단계 변화에 따른 광출력 특성 변화를 분석하였다. 제작된 LED 조사 시스템의 광출력 실험에 사용된 고휘도 LED는 U-JIN社의 제품을 사용했으며 특성은 표 1과 같다. 일반적인 RED 계열의 LED는 특정 파장을 발산하기 위해 AlGaInP 나 AlGaAs의 클레드 층으로 구성된다. 본 연구에서 사용한 고휘도 LED는 $\phi 5$ 의 돔 형태이며 방사 각도는 30° , 파장의 피크

치는 630 nm 이다.

표 1. 고휘도 LED의 기본특성

Parameter	Symbol	Rating
forward Current	I_f	20 mA
Power Dissipation	P_d	125 mW
Pulsed Forward Current	I_{fp}	100 mA
Reverse Voltage	V_r	5 V
Operating Temperature	T_{opr}	-35 ~ 85 °C
Storage Temperature	T_{stg}	-40 ~ 100 °C
Viewing Angle	Degree	30°

세포증식을 위한 LED 조사 시스템의 구성도는 그림 1에 나타냈다.

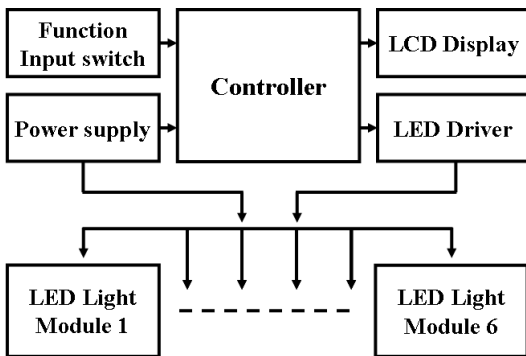


그림 1. LED 조사 시스템의 구성도

LED 조사 시스템은 안정적인 전원공급 및 과전류에 대한 내부 하드웨어 보호를 위한 전원부, 설정값을 기기에 입력해 줄 수 있는 Switch부, 기기의 현재 상태를 표시해주는 LCD부, 외부의 입력신호를 받아 LED 모듈부의 동작제어와 광 조사 시간 설정 및 LCD 동작 등 시스템의 전반적인 동작을 제어하는 Controller, 그리고 특정 파장의 빛을 균일하게 조사하기 위해 다수의 LED를 일정 간격의 매트릭스 형태로 배열된 LED 모듈부와 독립된 6개의 모듈부의 출력을 30 단계로 균일하게 전류를 조절해주는 LED Driver부로 구성되어 되어 있다.

III. 결 과

LED 조사 시스템의 LED 모듈에 구성된 LED는 균일한 빛의 분산을 위해 배양 세포의 측정 시 가장 많이 사용되는 96well에 맞추어 LED를

16개씩 직렬배열 하여 6개의 채널로 설계하였다. TR(Transistor)을 사용한 스위칭 회로와는 달리 본 기기는 프로그램을 이용하여 Duty rate를 변화시켜 30단계로 LED에 인가되는 전류값 조절이 가능하도록 회로를 구성하였다. 각각의 단계별로 광 출력은 Digital Photometer (INDUSTRIAL FIBER OPTICS, INC : USA)를 사용하여 측정하였으며 그 결과를 그림 2에 나타냈다.

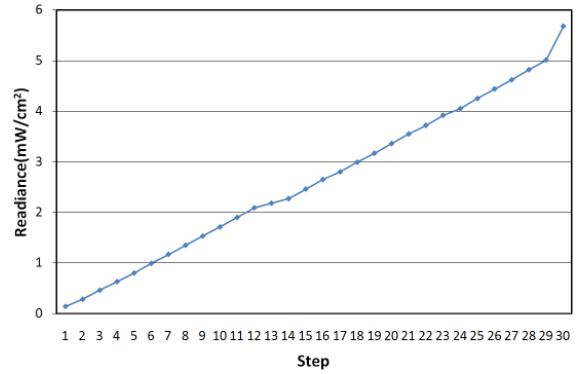


그림 2. 광출력의 변화

IV. 결 론

저출력 레이저 치료 (Low Level Laser Therapy :LLLT)를 대신할 수 있는 고휘도 LED를 이용한 광 치료법에 응용하기 위한 LED 조사 시스템을 설계하여 기기를 제작하였고 이에 대한 평가를 하였다. TLC5941을 이용하여 제작한 본 기기는 30단계로 세분화시켜 전류를 제어 할 수 있었다. 전류에 의해 구동되는 고휘도 LED는 전류에 매우 민감하게 반응하며 과전류가 흐를 시 열에 의한 출력값 변동 및 파괴가 일어나므로 저항을 이용하여 이러한 문제점을 해결 하였고 그 결과 30 단계에서 5.68 mW/cm²의 광출력을 발생시킬수 있었다. 본 연구에서 개발된 기기는 광 치료 뿐 아니라 세포의 증식에도 영향을 미칠 것으로 기대되므로 줄기세포 및 세포치료제 연구에도 큰 도움이 될 것이라 생각된다.

참고문헌

- [1] D Bisht, S C Gupta, V Misra, V P Mital, P Sharma. Indian J Med Res. 1994; 43: 100.
- [2] E Mester. AF Meter. Laser Surg Med. 1985; 5: 31.
- [3] J Tuner. Prima books 1999.
- [4] H T Whelan, R L J Smiths, E V Buchman, N T Whelan, S G Turner, D A Margolis, V Cevenini, H Stinson, R Ignatius, T Martin, J Cwiklinski, A F Philippi, W R Graf, B G L Hodgson, M Kane, G Chen. J Clin Laser Med Surg. 2001; 19: 305.