

여드름 치료 적용을 위한 LED 마스크의 개발 및 광출력 특성 분석

김찬희¹ · 천민우^{2*} · 박용필³

¹동신대학교 대학원 전기전자공학과 석사과정

²동신대학교 보건행정학과 교수

³동신대학교 보건행정학과 교수

Development and Characterization of the Optical Power of LED Mask for Acne Treatment

Chan-Hee Kim¹ · Min-Woo Cheon^{2*} · Yong-Pil Park³

¹Master's Course, Department of Electron Electronic Engineering, Graduate School, Dongshin University, Naju, Korea

²Professor, Department of Health Administration, Dongshin University, Naju, Korea

³Professor, Department of Health Administration, Dongshin University, Naju, Korea

[요 약]

LED 광은 진피층에 흡수되어 파장별로 다양한 치료효과로 피부 트러블 등을 개선할 수 있다. 본 논문에서는 여드름을 유발하는 박테리아를 억제하는 효과가 있다고 알려진 420 nm 및 635 nm를 복합 조사할 수 있는 LED 마스크를 개발하여 치료패턴을 설계하고 광출력 특성을 분석하였다. 그 결과 LED 마스크를 이용하여 여드름 치료에 적용할 수 있는 LED 광치료 패턴을 구현하였고, 치료에 사용할 수 있도록 LED 광출력을 7.22 mW까지 구현하였다.

[Abstract]

LED light is absorbed by the dermal layer, and can improve skin troubles with various treatment effects for each wavelength. In this paper, we developed LED masks that can irradiate 420 nm and 635 nm which are known to inhibit acne-causing bacteria. We designed treatment patterns and analyzed light output characteristics. As a result, using LED mask, LED light therapy pattern can be applied to acne treatment, and LED light output up to 7.22 mW can be used for treatment.

색인어 : 발광다이오드, 광치료, 여드름 치료, 광출력, 광마스크

Key word : Light Emitting Diode, Light Therapy, Acne Treatment, Optical Power, Optical Mask

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2020.21.1.245>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 31 November 2019; **Revised** 15 December 2019

Accepted 23 January 2020

***Corresponding Author; Min-Woo Cheon**

Tel: 

E-mail: mwcheon@dsu.ac.kr

I. 서론

광 치료(Light therapy)는 질병 치료를 위해 다양한 방법으로 오래전부터 사용된 의료 기술이다. 피부병 치료를 위해 태양빛을 이용하는 방법은 수천 년 전부터 이용되었고, 이후 인공 광을 이용한 광선 요법을 사용하게 되었다[1]. 최근 피부질환 치료를 위해 LED 광원을 이용한 방법이 주목받고 있다[2].

LED 광원을 이용한 저출력 광선 요법(LLLT; Low Level Light Therapy)은 낮은 출력의 광원을 사용하기 때문에 안전하고 빛의 조사만으로 피부 치료 효과를 줄 수 있어 활발한 연구 및 개발이 이루어지고 있다. LED는 수명이 길고 소비전력이 비교적 적기 때문에 환경 친화적이며, 부피가 작아서 다양하게 활용할 수 있다는 장점이 있다[3-6].

LED 광은 피부 진피층에 흡수되어 빠른 회복을 보인다는 점에서 긍정적이라 할 수 있다. LED 파장 중에서도 염증치료를 효과가 있는 420 nm의 Blue 파장대와 상처치유에 효과가 있는 635 nm의 Red 파장대를 동시에 조사하였을 때 여드름을 유발하는 박테리아를 억제하는 효과가 있다[7-10].

LED를 이용한 여드름 치료는 단기간의 치료로는 효과를 볼 수 없고 장시간의 안정성을 가져야 하며 가동과 유지의 적은 비용, 안정적인 LED 광 조사를 위해 낮은 구동 전압과 소형 및 경량 그리고 효과적인 여드름 치료 및 정상조직의 손상을 최소화하는 요소들이 필요하다[7].

본 논문에서는 LED 마스크에 여드름 치료 패턴을 적용하기 위해 여드름의 주변인 박테리아를 억제하는 효과를 가지고 있는 420 nm의 Blue 파장과 635 nm의 Red 파장의 광출력 특성을 분석하여 2개의 파장을 여드름 치료 패턴에 적용해 동시에 조사했을 때의 광출력 특성을 분석하였다.

II. 실험 방법

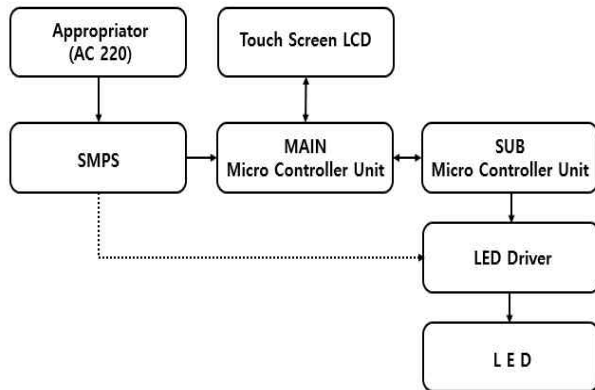


그림 1. LED 마스크 시스템 구성도
Fig. 1. LED mask system configuration diagram

본 논문에서 제작한 LED 마스크 시스템 구성도를 그림 1

에 나타냈다.

치료 시간을 고려해 광출력이 5mW 이상 나올 수 있도록 설계하였다. LED 마스크는 Appropriator를 통해 220V를 공급받아 SMPS(Switching mode power supply)를 통해 24V, 12V, 5V로 변환하여 Main MCU(Micro Controller Unit), LCD 등에 전원을 공급한다. LCD와 Main MCU(MG82FG5B16, MEGAWIN, China)간의 통신을 통해 동작모드, 동작시간 등을 설정하고, 해당 데이터를 LCD에 표출하도록 설계하였다. Main MCU와 Sub MCU 간에 통신을 사용하여 LED 제어신호를 송수신하여 입력된 동작모드와 동작시간에 따라 Sub MCU에서 LED Driver(MBI5026, Macroblock, USA)로 데이터 시프트 방식을 이용하여 명령을 전달하게 되면 LED Driver에서 LED의 ON/OFF 제어가 가능하다. LED Driver를 이용한 정전류 제어를 통해 안정성을 확보하여 출력 전류의 정확도를 향상하였다. 그림 2에는 LED Driver의 회로에 대해 나타냈다.

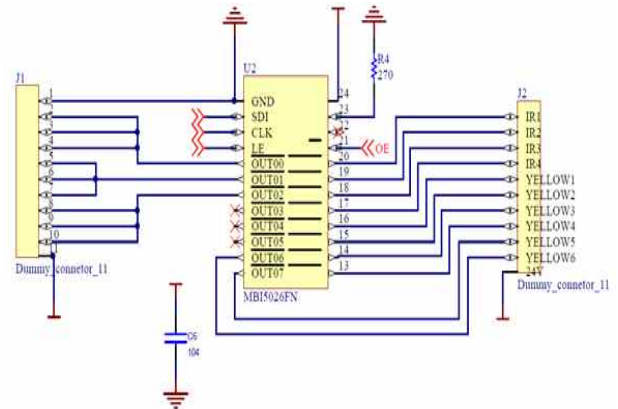


그림 2. LED 드라이버 회로도
Fig. 2. Circuit of LED driver

III. 실험 및 고찰

3-1 MCU 회로 설계

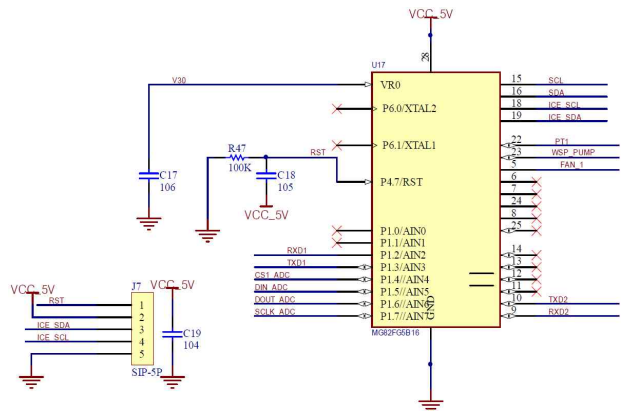


그림 3. MCU 회로도
Fig. 3. Circuit of MCU

LED 마스크는 다양한 치료 용도로 사용할 수 있도록 RGB LED, Yellow LED, IR LED를 복합해서 사용할 수 있도록 하였다. LED 마스크의 LED 발광부를 설계하였다. LED Driver를 제어하기 위해 MCU를 사용하였으며, MCU에서 LED Driver로 데이터를 전송하여 각 파장별 LED의 정격전류를 계산해 LED Driver의 전류가 출력되도록 설정하였다. 그림 3에는 LED 마스크에 사용된 MCU 회로도도를 나타내었다. LED 마스크에 사용된 MCU에 프로그래밍용 5핀 커넥터를 배치하고, MCU와 LCD 간의 온도센서 모듈 쪽 Sub MCU의 통신과 LED 전원공급을 위해 5핀 커넥터를 추가로 배치하였다. Main MCU의 ICE SCL/ ICE SDA 핀을 사용하여 Sub MCU와 LED 제어신호 및 LCD 출력 정보를 통신을 통해 서로 송수신한다. LCD와의 통신을 위해 10핀 커넥터를 배치하였고, 8비트 RISC 구조로 되어 있어 명령어가 간단하다.

여드름 치료에 적용하기 위해 LED 마스크에 사용된 LED 소자 중 Red와 Blue를 동시에 작동하기 위해 RGB LED(C9RGBBZ31SC, POWERLIGHTTEC, Korea)를 사용하였다. RGB LED 소자는 정격전류 20mA, 최대 피크 전류 100 mA의 특성을 지닌다. 실험에 사용된 RGB LED의 경우 20 mA에서 안정된 동작이 되었다. RGB LED의 정격 전압은 2.2 V이며, 파장대는 Red는 625 nm, Blue는 465 nm이다.

3-2 LED 마스크 이격거리에 따른 광출력 특성 분석

LED Driver를 이용한 정전류 제어를 통해 안정성을 확보하여 출력 전류의 정확도를 향상시켰다. 적은 수의 LED로 최적의 출력값을 확보하기 위하여 LED의 각 파장별 광출력값을 측정하여 분석하였다. 광출력 측정은 Optical Multi Power Meter(Q8230, Advantest, Japan)로 측정하였고, 635 nm의 Red 파장과 420 nm의 Blue 파장 LED를 0 mm에서 10 mm까지 2 mm 간격으로 측정한 결과 6 mm 이상의 이격거리에서 5 mW 이상의 광출력값을 확인하였다. 이격거리에 따른 파장별 LED 광출력 특성은 그림 4에 나타났다.

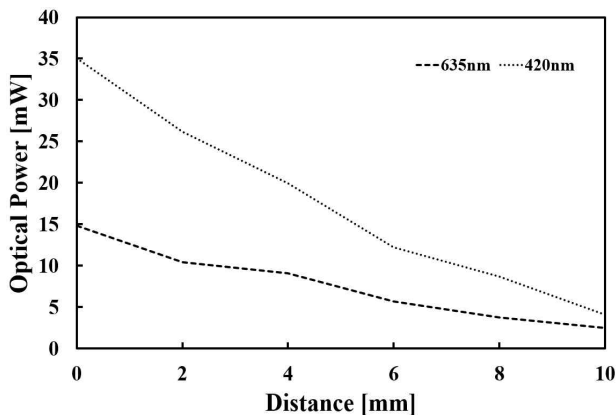


그림 4. 이격거리에 따른 파장별 LED 광출력 특성
Fig. 4. LED optical power characteristics by wavelength

according to the distance

3-3 LED 마스크 외형 3D 모델링 설계

제작된 LED 마스크는 3D 모델링 프로그램인 Solid works를 이용하여 디자인 설계를 하였다. 원활한 LED 광조사와 사용자의 폐쇄감을 줄이기 위해 눈, 코, 입 부분을 관통형으로 설계하였으며, 외측판과 내측 아크릴판을 나사로 견고하게 고정하였다. LED 마스크의 3D 모델링은 그림 5에 나타났다.

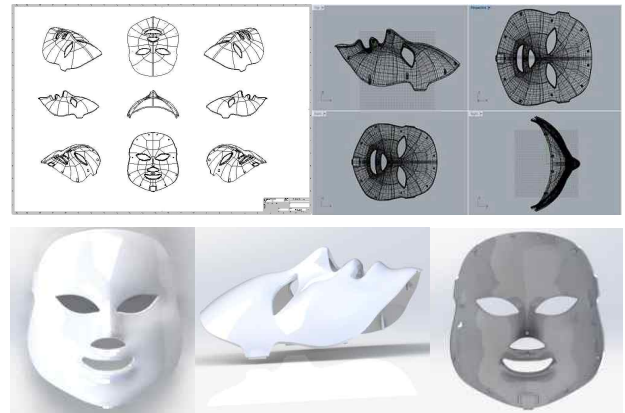


그림 5. LED 마스크 3D 모델링
Fig. 5. LED mask 3D modeling

3-4 LED 마스크 LED 배열 및 발광부 설계

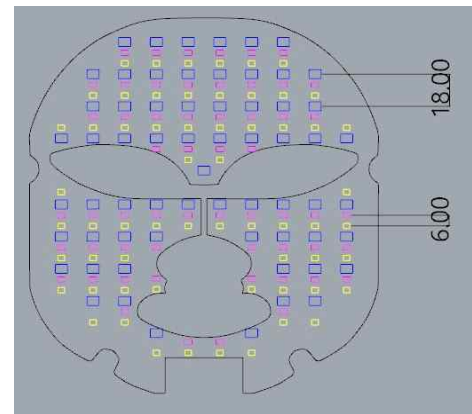


그림 6. LED 마스크의 LED 배열 및 소비 전류
Fig. 6. LED array and current consumption in LED masks

LED의 이격거리에 따른 광출력 특성을 이용하여 LED 마스크에 LED를 최적 배열하였다. LED와 피부 사이의 이격거리를 6 mm로 계산하였을 때 120°의 입사각을 가진 LED의 광량 너비는 20.79 mm가 되고 LED 소자의 거리를 20 mm 이내로 설정하면 최소한의 중첩을 통한 최적의 배열을 만들

수 있었다. 동일 파장 LED 사이의 간격을 18 mm로 계산하였고 LED 마스크에는 RGB, Yellow, IR 3가지 종류의 LED를 배치해야 하므로 인접한 다른 파장과는 6 mm가 된다. 그림 6에는 LED 마스크의 LED 배열 및 소비 전류를 나타냈다.

IR LED는 14개씩 직렬로 4그룹 병렬 연결하여 56개의 LED 소자가 사용되었으며, 각 직렬 연결군의 소비 전류가 70 mA로 총 280 mA의 전류가 소비된다. Yellow LED 또한 IR LED와 동일하게 각 직렬 연결군의 소비 전류가 70 mA로 10개씩 직렬로 6그룹 병렬 연결하여 60개의 LED 소자가 사용되었고 총 420 mA의 전류가 소비된다. RGB LED의 경우 각 직렬 연결군의 소비전류는 20 mA로 7개씩 직렬로 3개 병렬 연결하고, 3종의 파장 그룹을 병렬연결하여 63개의 RGB LED 소자를 사용하였다. 파장 1종에 180 mA의 전류가 소비되어 3종의 파장 그룹에서 총 540 mA의 전류가 소비되었다. 설계된 마스크의 LED 발광부 PCB를 그림 7에 나타냈다.

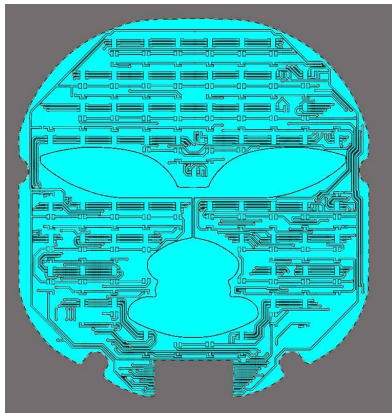


그림 7. LED 마스크 발광부

Fig. 7. LED mask Light emitting part

3-5 LED 마스크 여드름 치료 복합 파장 광출력 특성 분석

제작된 LED 마스크의 Red, Blue 그리고 여드름 치료를 위한 복합 파장의 광출력 값을 측정하였다. 광출력 측정은 Optical Multi Power Meter를 활용하였다. 파장별 LED의 100 % 출력을 기준으로 마스크 내부 표면 즉, 아크릴판에 측정 장비의 센서부를 1 mm이하로 밀착시켜 최대한 오차를 줄여 측정하였다. 그 결과 Red는 5.83 mW, Blue는 6.57 mW로 측정되었다. 복합 파장은 7.22 mW로 Red와 Blue보다 조금 더 높은 광출력을 보였다. 이는 Red와 Blue 파장의 광의 중첩으로 광출력이 높아진 것이라 판단된다. 광 마스크에 사용된 Red 및 Blue LED와 복합 조사 시 광출력이 목표로 했던 5mW 이상의 출력이 가능함을 확인하였다. 그림 8에 복합 파장의 LED 광출력 분석 특성을 나타냈다.

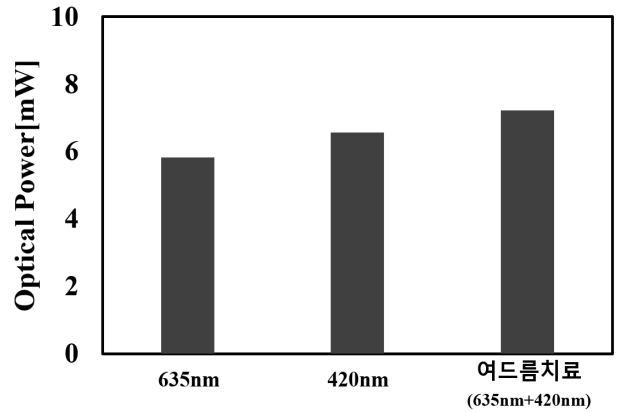


그림 8. 복합 파장의 LED 광출력 분석

Fig. 8. LED light output analysis of complex wavelengths

IV. 결론

본 논문에서는 저출력 광치료에 사용되는 LED 마스크를 설계·제작하여 광출력 특성을 분석하였다.

LED의 이격거리에 따른 파장별 LED 광출력 특성을 분석한 결과 LED와 피부 사이의 이격거리가 6 mm 이상일 때 5 mW 이상의 광출력 특성을 확인하였다. 파장별 LED의 효과는 각각 다르지만, 그중 여드름을 유발하는 박테리아를 억제해 여드름 치료에 이용되는 420 nm의 Blue 파장과 635 nm의 Red 파장을 사용하였다.

Red, Blue 파장의 LED 광출력 특성을 분석한 결과 Red 파장과 Blue 파장 모두 5 mW 이상의 광출력 특성을 보였다. 최종적으로 여드름 치료 패턴으로 Blue 파장과 Red 파장을 동시에 조사한 결과 목표로 하였던 5 mW보다 큰 약 7.22 mW의 광출력값을 나타냈다.

본 논문에서는 LED 광 마스크를 여드름 치료에 적용하였지만 Red, Green, Blue, Yellow 및 IR을 이용한 복합 파장으로 상처치유, 콜라겐 생성, 주근깨 치료 등에 적용할 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 논문은 제 1저자의 석사학위논문을 수정 보완한 논문임

참고문헌

- [1] R. Roelandts, "A New Light on Niels Finsen, a Century after His Nobel Prize," *Photodermatol Photoimmunol. Photomed.*, Vol. 21, pp. 115-117, 2005.
- [2] D. Barolet, "Light-Emitting Diodes(LEDs) in Dermatology," *Seminars in Cutaneous Medicine and Surgery*, Vol. 27, pp. 227-238, 2008.
- [3] J. T. Kim, S. B. Bae and D.H. Youn "Medical Treatment Machinery Based on LED Light Source," *Electronics and telecommunications trends*, Vol. 25, No. 5, 2010.
- [4] Peter Bjerring, "Photorejuvenation – An overview", *Med. Laser Appl.*, Vol. 19, No. 4, pp. 186-195, 2004.
- [5] Robert A. Weiss, Margaret A. Weiss, Roy G. Geronemus, and David H. McDaniel, "A novel non-thermal non-ablative full panel LED photomodulation device for reversal of photoaging: Digital microscopic and clinical results in various skin types", *Journal of Drugs in Dermatology*, Vol. 3, No. 6, pp. 605-610, 2004.
- [6] M. R. Hanblin and T. N. Dermidova, "Mechanisms for Low-Light Therapy", *Proc. SPIE*, Vol. 6140, pp. 1-12, 2006.
- [7] C. S. Kim "Design of LED system for acne treatment using PWM", *Chungnam National University Master's Thesis*, 2012.
- [8] K. Kalka, H. Merk, and H. Mukhtar, "Photodynamic Therapy in Dermatology" *J. Am. Acad. Dermatol*, Vol. 42, pp. 389-413, 2000.
- [9] H. M. Kim "Effect of Light Emitting Diode Irradiation on Skin Wound Healing" *Chungang University Master's Thesis*, 2012.
- [10] J. S. Cha, J. P. Yun, M. S. Park, I. S. Eo, and E. S. Suh. "Research on Facial Skin Treatment Device using LED". *KIEE*, Vol. 7, pp. 86-87, 2016.



김찬희(Chan-Hee Kim)

2020년 : 동신대학교 대학원 (공학석사)

2016년~2019년: GENE21

2019년~현재: 동신대학교 대학원 석사연구생

※관심분야 : 의료영상, 의공학, 3D 모델링 등



천민우(Min-Woo Cheon)

2008년 : 조선대학교 대학원 (의학박사)

2006년 : 동신대학교 대학원 (공학박사)

2006년~2008년: (주)바이오아테코

2008년~2010년: (주)에코레이

2010년~현재: 동신대학교 보건행정학과 교수

※관심분야 : 의료영상, 의공학, 3D 모델링 등



박용필(Yong-Pil Park)

1992년 : 광운대학교 대학원 (공학박사)

1995년~1996년: 일본 OSAKA 대학 교환교수

1992년~현재: 동신대학교 보건행정학과 교수

※관심분야 : 의료영상, 의공학, 3D 모델링 등