

근적외선을 이용한 경피적 에너지전달장치의 특성모델링

차재평¹, 남기봉², 김희찬^{3,*}

¹서울대학교 대학원 협동과정 바이오엔지니어링

²한림대학교 전자물리학과

³서울대학교 의과대학 의공학교실, 의학연구원 의용생체공학연구소

A model study for characterization of optical transcutaneous energy transfer system

J. P. Cha¹, K. B. Nam² and H. C. Kim^{3,*}

¹Interdisciplinary Program, Bioengineering Major, Graduate School, Seoul National University, Seoul, Korea

²Department of Electronphysics, Hallym University, Chuncheon, Korea

³Department of Biomedical Engineering, College of Medicine and Institute of Medical and Biological Engineering, Medical Research Center, Seoul National University, Seoul, Korea

Abstract

Modeling of optically enhanced NIR light driven photovoltaic cell for medical implants has devised. Fresnel lens outside the skin has made photons from light source converge. We have simulated our designed model with the commercial Trace-Pro optical design tool (Lambda Research Co., US). The results show that the Fresnel lens outside the skin drives photons concentrated and raised the efficiency of power transmission. The maximum point was when the lens has an effective focal length. By simulation, many of these conclusions were verified qualitatively.

연구 배경

이식형 제세동기나 인공 와우 같은 상용화된 생체 이식형 장치들은 보통 리튬 배터리를 전원으로 사용하는데, 수명이 5년 정도로 짧아 주기적인 교체가 요구된다[1]. Murakawa et al.는 다른 방식의 무선 전력 공급 방식을 제안하였다[2]. 그들은 근적외선과 포토 다이오드를 이용하여 쥐의 표피를 투과한 빛을 전류로 변화시켜 리튬 배터리를 충전하는 용도로 사용하는데 성공하였다[3] 그럼에도 불구하고 에너지 전달 효율은 21%에 불과해 아직도 개선의 여지가 많이 남아 있다[1]. 이 논문에서는 NIR을 이용한 기존의 방식을 응용하여 표피 바깥에 추가로 프레넬 렌즈를 위치시킴으로써 근적외선 광을 집적한 후 투과시킬 시에 삽입된 광전지의 에너지 전달 효율에 어떤 영향을 끼칠 것인지를 상용화된 프로그램 시뮬레이션을 통해 살펴보고자 한다.

연구 방법

제안된 광학적인 전력 전달 모델 시뮬레이션을 위해 생체 조직과 같은 물성 데이터를 갖는 피부 모델을 만들었다. 피부 조직은 총 5개 층(Epidermis, Dermis, Dermis Plexus Superfcials,

Second Dermis, Dersmis Plexus Profundus)으로 구분하였고, Hair Follicle을 완전 흡수체로 가정하였다. 광원은 반각을 15도로 하는 생체 조직 투과율이 높은 830nm 파장 근적외선 레이저를 사용하였으며, 프레넬 렌즈는 SCHOTT사의 BK7재질을 갖도록 설정하였다. 광원으로부터의 광선은 1000개로 제한하였으며, 피부 조직의 두 번째 층인 Second Dermis 바닥 면을 통과한 광자의 수를 측정하였다. 프레넬 렌즈의 유무에 따른 특정 층의 단위 면적당 투과한 광자의 수를 조사하였다. 모델 시뮬레이션은 같은 조건에서 총 10회를 실시하였다.

연구 결과

그림 1과 같이 근적외선을 이용한 광학적인 전력전달 모델을 구성하여 Trace-Pro 시뮬레이션 결과 외부 광원으로부터 조직을 투과한 광선들의 모습을 확인할 수 있었다. 프레넬 렌즈가 없는 경우에는 시뮬레이션을 총 10회 시행한 결과 평균 32개의 광자가 Second Dermis 층을 투과한 것으로 관찰되었고, 프레넬 렌즈가 있는 경우에는 10회 평균 103개의 광자가 투과한 것으로 관찰되었다. 프레넬 렌즈의 유무에 따라 약 3.21배 정도의 투과율 변화를 보였다. 광원에서 같은 전력의 에너지를 공급할 시에 조직과 광원 사이에 프레넬 렌즈를 이용하여 집광시키는 것이 에너지 전달 효율을 높인다고 말할 수 있다.

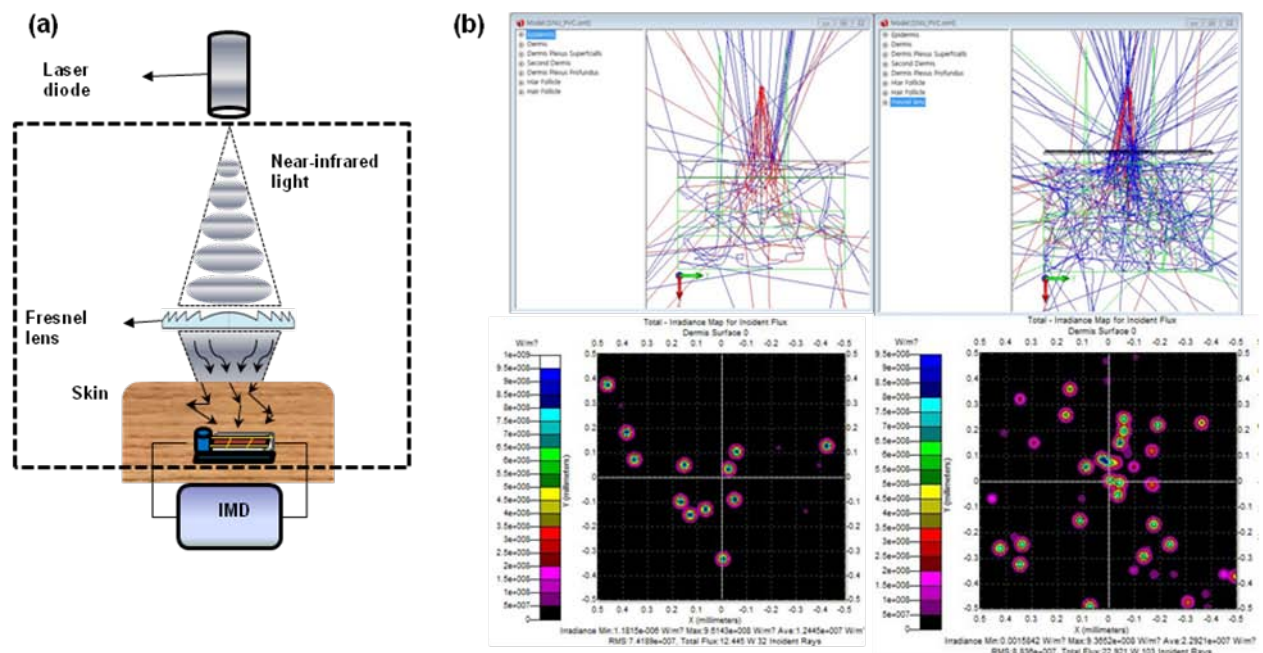


그림 1. (a) 근적외선을 이용한 전력전달 모델 (b) 프레넬 렌즈의 유무에 따른 시뮬레이션 결과

Acknowledgements

본 연구는 한국과학재단을 통해 교육과학기술부의 바이오기술개발사업으로부터 지원받아 수행되었습니다 (2005-01287).

참고 문헌

- [1] X. Wei, J. Liu, "Power sources and electrical recharging strategies for implantable medical devices," *Front. Energy Power Eng. China* 2(1):1-13, 2008
- [2] K. Murakawa, et al., "A wireless near-infrared energy system for medical implants – A less invasive method for supplying light power to implant devices," *Ieee Engineering in Medicine and Biology Magazine*, vol. 18, pp. 70-72, Nov-Dec 1999.
- [3] K. Goto, et al., "An implantable power supply with an optically rechargeable lithium battery," *Ieee Transactions on Biomedical Engineering*, vol. 48, pp. 830-833, Jul 2001.