

웨어러블 센서의 보조전력 구동을 위한 유연태양전지의 전기·광학적 파라미터 분석

정해창¹, 홍순호¹, 강호승², 손선영³
¹상지대학교 반도체물리전자 학부생
²상지대학교 신에너지자원공학과 석사과정
³상지대학교 전기전자공학과 교수

201971022@sj.sangji.ac.kr, 201971025@sj.sangji.ac.kr, 201671001@sj.sangji.ac.kr, sysohn@sangji.ac.kr

Analysis on Electrical and Optical Parameter of Flexible Photovoltaics for Power Supply of Wearable Sensors

Haechang Jeong¹, Soonho Hong¹, Hoseung Kang², Sunyoung Sohn^{1,3}
¹Dept. of Semiconductor Physics and Electronics, Sangji University
²Dept. of New Energy and Mining Engineering, Sangji University
³Dept. of Electrical and Electronic Engineering, Sangji University

요 약

의료용 헬스케어 데이터를 기반으로 혈당, 혈압, 온도와 같은 헬스케어 의료기기 개발에서 정확하고 정밀도가 높은 결과를 얻기 위해 다기능의 센서들이 집적화 되고 있다. 그러나 이러한 헬스케어용 의료기기들은 24 시간 구동하기 때문에 전력소모가 크므로 실시간 모니터링이 필요하다. 본 논문은 웨어러블 센서에 보조전력 구동을 위한 유연태양전지의 전기적 및 광학적 데이터 분석을 통해 향후 헬스케어 디바이스 장치 구동을 위한 고효율의 태양전지를 전원보조장치로 활용하고자 한다.

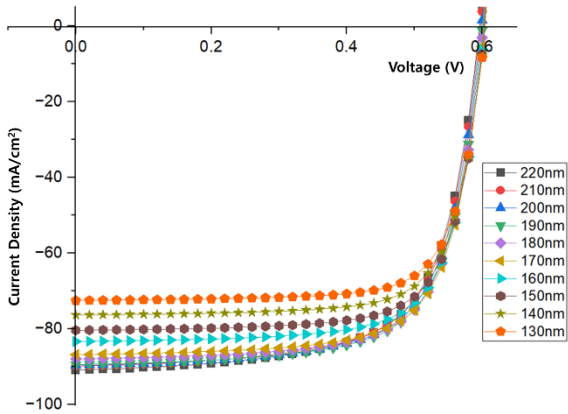
1. 서론

의료용 웨어러블 센서는 하드웨어에 기능성 플랫폼이 추가된 시스템 형태로 다양한 제품들이 출시되고 있다. 예를 들면, 의복처럼 입을 수 있거나 유연(flexible)소재 기반의 배터리, 통신기능, 무선통신 플랫폼인 NFC(near filed communication) 기술들이 집적화된 임베디드 방식의 웨어러블 디바이스가 개발되고 있다.[1] 최근 이어폰 형태의 ‘히어러블(hearable)’ 제품은 인체에 무해하고, 소형 크기의 가속도 및 심박 센서 등 다양한 센서를 탑재하고 있다. 그러나, 초소형 웨어러블 디바이스 제품들은 실시간 모니터링에 따른 대기전력 및 장시간 구동을 위한 반영구적 전력공급이 필요하다. 기존 상용화 제품인 리튬이온 배터리는 구조 및 안전문제로 웨어러블 디바이스에 적용하기에 제한적이다. 따라서 본 논문에서는 유연성과 집적도가 높은 임베디드 시스템에 적용 가능한 유연태양전지 최적화에 대한 시뮬레이션을 통해 웨어러블 센서의 보조전력 공급에 활용하고자 한다. 유연태양전지

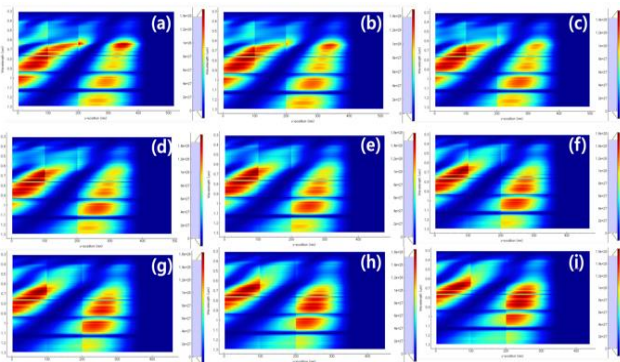
는 다양한 형태 및 크기로 제작 가능하므로 웨어러블 디바이스에서 보조전력 역할을 수행하기에 적합하다.[2] 본 논문에서는 유연태양전지의 전기 및 광학적 특성에 대한 시뮬레이션을 통해 소자 효율에 영향을 끼치는 주요 파라미터인 광활성층의 두께에 따른 광추출 효율성에 대한 분석을 실시하였다.

2. 변수 선택 및 비교 결과

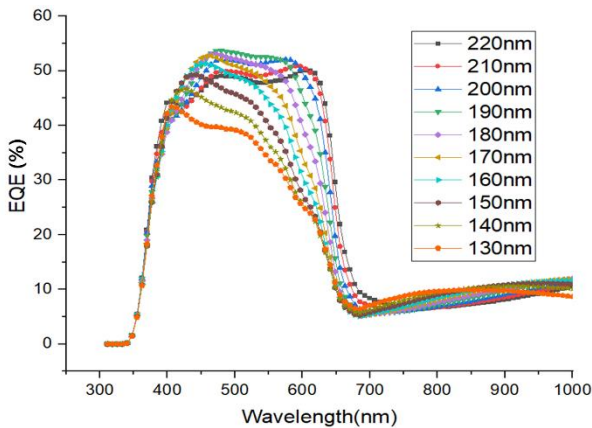
웨어러블 센서용 보조전력으로 유연태양전지 광활성층의 두께에 따른 효율 결과와의 상관 관계성을 그림 1 과 같이 분석하였다. 활성층 두께가 130-160 nm 로 증가함에 따라 광흡수율 증가로 인해 전류밀도는 점차 증가하였으며, 170 nm 이상일 경우 전류밀도 값은 거의 유사한 결과를 보였다. 그림 2 에서 유연태양전지 각 층별 포톤 분포 분석을 통해 190 nm 이상의 두께를 가지는 경우 광활성층 내에서 엑시톤의 효율적인 분리 및 추출로 인해 전류밀도가 향상된 것으로 확인된다.[3]



(그림 1) 광활성층 두께변수에 따른 유연태양전지의 전압대비 전류밀도 분석결과.



(그림 2) 광활성층 두께변화에 따른 포톤(photon)분포 이미지. (a)220 nm-(i)140 nm.



(그림 3) 광활성층 두께변수에 따른 유연태양전지의 외부양자효율(EQE) 분석결과.

과장별 유연태양전지 외부양자효율을 분석한 결과 그림 3 과 같이 광활성층 두께가 170 nm 이하일 경우 가시광영역에서 효율이 낮다. 특히 광활성층 두께가 150 nm 이하일 경우 red 및 green 과장영역에서의 효율 감소가 현저하게 낮은 것을 확인할 수 있다. 광활성층의 두께가 190 nm 이상일 경우 red 영역에서의 효율이 향상되었으며 전체 가시광 영역에서 외부양자효율이 균일한 값을 나타낸다. 외부양자효율은 광흡

수(absorption), 엑시톤 이동도(mobility), 전하 분리(charge extraction) 및 수송(transport), 저항 등 여러 요인들에 의해 결정된다.[4] 따라서 광활성층의 두께가 210 nm 이상 두꺼워질 경우 전하 수송 경로가 증가하여 소자 내 재결합이 증가하게 된다. 결과적으로 하여 광활성층의 두께가 210 nm 이상일 경우에는 green 영역내에서의 외부양자효율이 190 nm 이하에 비해 낮아질 수 있다. 본 논문에서 광활성층의 두께 변수에 따른 유연태양전지의 전기적 및 광학적 특성 분석을 통해 향후 효율 예측 모델을 생성하고자 한다. 또한 소자의 전기·광학적 및 구조적 분석을 통해 웨어러블 센서의 보조전력으로 활용하고자 한다.

3. 결론

본 논문에서는 유연태양전지의 전기적 및 광학적 특성분석을 통해 소자의 효율 예측 모델로 광활성층 두께 파라미터에 따른 결과 분석을 수행하였다. 해당 연구결과는 추후 여러 광활성층의 물질을 적용할 경우 기초분석 결과로 활용될 수 있다. 또한 웨어러블 센서용 보조전력으로 적용하기 위한 유연태양전지 개발을 통해 향후 임베디드 시스템에 적용시 발생할 수 있는 여러 변수들에 대한 분석도 진행함으로써 소자의 효율을 최적화 할 수 있다고 사료된다.

Acknowledgements

본 논문은 과학기술정보통신부의 재원으로 정보통신산업진흥원 지원(H1201-24-1001, 2024 디지털트윈 융합 의료혁신 선도사업) 및 한국연구재단(NRF-2022R1F1A1074752) 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] 박세환, 웨어러블 디바이스의 데이터처리 플랫폼, ReSEAT 프로그램, 한국과학기술정보연구원, 2015.
- [2] Lin X. Chen, Organic Solar Cells: Recent Progress and Challenges, ACS Energy Lett. 10, 4, 2537-2539, 2019.
- [3] Nidhi Sharma, Saral K. Gupta, Chandra Mohan Singh Negi, Influence of Active Layer Thickness on Photovoltaic Performance of PTB7:PC70BM Bulk Heterojunction Solar Cell, Superlattices Microstruct., 135, 106278, 2019.
- [4] M S Ulum, E Sesa, Kasman, W Belcher, The effect of Active Layer Thickness on P3HT:PCBM Nanoparticulate Organic Photovoltaic Device Performance, J. Phys., 1242, 012025, 2019.