바나듐 기반 유연 배터리-수퍼커패시터 하이브리드 에너지 저장 소자

금가연, 하정숙†
고려대학교
(jeongsha@korea.ac.kr†)

신체부착 가능하거나 직물에 집적되는 웨어러블 기기에 대한 수요가 꾸준히 증가함에 따라 웨어러블 에너지 저장 소자 연구가 활발히 진행되고 있다. 소형기기 등에 가장 많이 사용되고 있는 금속 이온 배터리는 높은 에너지 밀도를 갖지만, 출력밀도와 사이클 안정성이 낮다. 또한 주로 코인 셀이나 파우치 셀로 제작되어 유연성과 신축성이 낮아 초소형/초박형의 웨어러블 기기에 적용이 어렵다. 따라서, 높은 파워밀도와 사이클 안정성, 그리고 유연성을 부과하기 용이한 수퍼커패시터 전극과 배터리 전극을 함께 적용하여 에너지 밀도와 출력 밀도를 모두 향상시키는 연구가 최근 진행되고 있다. 본 연구에서는 속이 빈 구 형태의 바나듐 산화물 기반의 배터리 음전극과 탄소나노튜브 - 바나듐 인산화물 기반 수퍼커패시터 양전극을 활용하여 배터리-수퍼커패시터 하이브리드를 형성하였다. 각 전극은 b-value 계산을 통해 각각 배터리와 수퍼커패시터 전극의 충방전에 의해 에너지를 저장함을 확인하였고, 각 전극의 사이클 안정성을 확인하였다. 하이브리드 에너지 저장 소자를 먼저 코인셀 형태로 성능을 확인한 뒤, 각각의 전극 물질을 유연한 기판에 적용, 전체 소자를 밀봉하여 하이브리드 소자를 형성하였다. 이렇게 형성된 배터리-수퍼커패시터 하이브리드 에너지 저장 소자는 높은 에너지 밀도와 출력밀도를 보였으며, 외부변형에도 안정적인 전기화학적 성능을 보여주었다.