

흐름전지를 이용한 저준위 폐열 활용

Low-grade Waste Heat Utilisation via Flow Batteries

배도원 / Bae, Dowon

Heriot-Watt University (Edinburgh, UK)

d.bae@hw.ac.uk

상업, 산업 및 주거 부문에서 폐열의 막대한 부분은 대부분 저준위 열($<100^{\circ}\text{C}$)에 해당한다. 그러나 기존의 고체 열전소자 기반 시스템을 사용한 열 에너지를 이용한 전력 생산은 낮은 변환 효율과 비용 효율성이라는 문제점들이 있다. 반면 용액 기반 열갈바니 레독스 흐름 전지는 비용대비 효율성이 높은 것으로 알려져 있다. 서로 다른 온도 범위에서의 작동 전압 차이는 열 회생 원리에 따라 열 에너지의 전 기화가 가능하다. 최근 몇 년 동안 다양한 유형의 단일 셀 타입 열 회생 전지가 보고되었으며, 최대 대 약 6% 가량의 열-전기 변환 효율을 보이고 있다. 반면, 이중 레독스셀 시스템에서는 열과 전기의 전달 경로가 완전히 분리되어 독립적인 최적화가 가능하여 변환 효율의 극대화가 가능하다. 우리의 최근 이론적 모델링에 따르면 이중 레독스셀 사용 시 열-화학-전기 변환 효율이 60°C 의 온도 구배에서 16%에 도달할 수 있다. 본 연구는 열-전기 변환 효율에 대한 다양한 작동 조건의 중대한 영향을 보여주는 모델링 및 초기 실험 결과를 소개한다.

An enormous portion of the waste heat in commercial, industrial, and residential sectors comes from low-grade heat ($<100^{\circ}\text{C}$). However, converting low-grade heat using a conventional solid-state thermoelectric device-based system is challenging due to its low conversion efficiencies and cost-effectiveness. On the other hand, the aqueous thermogalvanic redox flow cell is known to have high cost-effectiveness. The operating voltage difference at different temperature ranges allows releasing the heat energy in the form of electricity based on the thermal regeneration principle. In recent years, various single-cell types of thermally regenerative redox cells have been demonstrated with a record heat-to-electricity conversion efficiency of ca. 6%. Meanwhile, in a dual-cell type redox system, the conduction of heat and electricity are fully decoupled, allowing their independent optimisation to maximise the conversion efficiency. Our recent theoretical modelling work has revealed that its heat-to-chemical-to-electricity conversion efficiency is expected to reach 16% at a temperature gradient of 60°C . This work demonstrates our modelling and preliminary experimental results that show a profound impact of various operating conditions on heat-to-electricity conversion efficiency.

In-situ 와 ex-situ 분석을 이용한 에너지 저장 장치의 구동원리 및 성능저하 메커니즘의 이해

Unveiling charge storage and degradation mechanisms of electrochemical energy storage systems via ex-situ and in-situ analyses

이주한/ Lee, Juhan

Heraeus Battery Technology GmbH

Juhan.lee@electrochemist.de

근래 새롭고 다양한 전기화학 에너지 저장 장치 및 재료들이 개발되고 있으며, 이러한 시스템이나 재료들이 소개된 후 저장 용량 손실, 셀 저항 증가 등의 성능 저하 문제에 직면하게 됩니다. 이러한 성능 저하의 경우 셀 내부 가스 생성, 셀 단락 문제 등 장치의 안전과도 직결하기 때문에, 성능 저하 원리를 및 에너지 저장 원리를 이해하는 것이 해당 장치의 지속 적인 개발에 중대한 역할을 하게 됩니다. 본 발표에서는 다양한 에너지 저장장치의 전기화학적 에너지 저장 원리와 성능 저하 원리를 규명하는 연구에 대한 소개를 드리고자 하며, 특히, X-선 회절, 주사투과전자현미경, 중성자 영상 기술, ICP-OES 등의 장치를 이용하여 in-situ 와 ex-situ 분석법을 통해 배터리 소재 연구에 대해 발표하고자 합니다.

In recent decades, a wealth of new electrochemical energy storage systems have emerged as well as a variety of novel and advanced materials for conventional systems.¹ Once new systems and materials are introduced, they are often challenged by performance degradation such as capacity loss and the increase in cell resistance. Since degradation processes could also raise safety issues such as gas evolution and short-circuiting events, understanding charge storage and degradation mechanisms plays a crucial role in further development. In this lecture, some of the progress on unveiling charge storage and degradation mechanisms for various electrochemical energy storage systems will be presented. In particular, relying on ex-situ and in-situ technologies, X-ray diffraction, scanning transmission electron microscopy, neutron radiography, degradation processes of advanced electrode materials such as layered nickel-rich cathodes and MXene in lithium-ion batteries will be discussed.²⁻⁵

References:

1. J Lee, P Srimuk, S Fleischmann, X Su, TA Hatton, V Presser, 2019, Progress in Materials Science, 101, 46
2. C. Xu, K. Marker, J. Lee, A. Mahadevegowda, P. J. Reeves, S. J. Day, M. F. Groh, S. P. Emge, C. Ducati, B. Layla Mehdi, C. C. Tang and C. P. Grey, Nat. Mater., 2021, 20, 84
3. J. Lee, H. Amari, M. Bahri, Z. Shen, C. Xu, Z. Ruff, C. P. Grey, O. Ersen, A. Aguadero, N. D. Browning and B. L. Mehdi, Batteries & Supercaps, 2021, 4, 1813
4. Lee, J., Monrrabal-Marquez, G., Sarma, M., Lappan, T., Hofstetter, Y.J., Trtik, P., Landgraf, S., Ding, W., Kumar, S., Vaynzof, Y., Weber, N. and Weier, T., 2023, 2300051.
5. Bahri, M., Lee, J., Spurling, D., Ronan, O., Christian, K., Nicolosi, V., . . . Mehdi, B., 2022, Microscopy and Microanalysis, 28(S1), 824

전기자동차(EV)/에너지저장장치(ESS)를 위한 배터리관리시스템(BMS) Battery management system(BMS) for electric vehicle(EV) and energy storage system(ESS)

김종훈/ Kim, Jonghoon

충남대학교/Chungnam National University

whdgns0422@cnu.ac.kr

전기자동차 및 에너지저장장치 등의 전력운용 어플리케이션을 위한 리튬이차전지의 필요성 및 이의 사용이 나날이 증가하고 있으며, 이의 효율적 제어 및 관리를 위한 배터리관리시스템 연구 또한 활발히 진행되고 있습니다. 특히, 배터리 화재 및 안전성 관련 사용자의 요구가 나날이 증가하는 만큼 이의 최적화/고도화 연구 또한 활발할 것으로 기대됩니다.

본 발표에서는 리튬이차전지의 효율적 제어를 위한 배터리관리시스템 및 이의 세부 기능에 대해 소개합니다. 하드웨어 및 소프트웨어 각 관점에서 배터리관리시스템을 소개하고, 최적화/고도화를 위한 차세대 배터리관리시스템을 추가로 제시할 것입니다.

The need and usage of a lithium-ion battery are widely increased for electric-powered application such as electric vehicle(EV) and energy storage system(ESS). For optimal control and management of a lithium-ion battery in EV and ESS, the battery management system (BMS) has also investigated. Specifically, because of increased user requirement related to battery fire and safety, it is expected that the optimization and advancement of the BMS will be active and vibration research.

In this talk, I will introduce the BMS purpose and its detailed functions from hardware and software point of views. In addition, the next generation BMS for optimization and advancement of the current BMS will also introduced.