

각형 배터리 팩의 온도 균일도 향상을 위한

수냉식 배터리 열관리 시스템 최적설계

이 하 민¹⁾ · 박 석 준¹⁾ · 박 천 하¹⁾ · 김 창 완^{*2)}

건국대학교 기계설계학과¹⁾ · 건국대학교 기계공학부^{*2)}

Design Optimization of Liquid-cooled Battery Thermal Management System for Improving Temperature Uniformity of Prismatic Battery Pack

Hamin Lee¹⁾ · Seokjun Park¹⁾ · Cheonha Park¹⁾ · Chang-Wan Kim^{*2)}

Graduate School of Mechanical Design & Production Engineering, Konkuk University¹⁾,

*Department of Mechanical Engineering, Konkuk University^{*2)}*

Key words : Lithium-ion battery(리튬 이온 배터리), Battery pack(배터리 팩), Battery thermal management system(배터리 열관리 시스템), thermal fluid-structure coupled analysis(열 유동-구조 연성해석), Design optimization(최적설계)

* 교신저자, E-mail: goodant@konkuk.ac.kr

배터리 팩은 구동 모터를 비롯한 Power Electric 시스템을 포함한 전기자동차 구성요소의 에너지원으로, 주행거리를 비롯한 전기자동차의 성능을 직접적으로 결정한다. 리튬 이온 배터리는 높은 에너지 밀도와 긴 수명 주기, 낮은 자체 방전률 및 적은 메모리 효과의 장점을 가져 전기 자동차의 배터리 팩에 가장 활발히 적용되고 있다. 그러나 리튬 이온 배터리의 성능은 온도에 높은 의존성을 가진다. 또한, 리튬 이온 배터리의 충전 및 방전 과정에서는 전기 화학적 반응과 전기적 손실에 의해 열이 발생한다. 리튬 이온 배터리의 발열로 인해 발생하는 배터리 팩 내부의 온도차이는 각 셀이 서로 다른 충전 및 방전 속도를 가지게 하고, 배터리 팩 성능의 저하 또는 고장으로 이어진다. 배터리 팩이 작동 안전성과 최적의 성능을 가지기 위해 팩 내 온도 차이는 최소화되어야 한다.

본 연구에서는 각형 리튬이온 배터리로 구성된 팩의 최대 온도 차이를 최소화하기 위해 병렬 수냉식 배터리 열관리 시스템(BTMS)의 설계 최적화를 수행하였다. 먼저 리튬 배터리 팩의 열 거동을 계산하기 위해 3차원 열 유동-구조 연성해석을 수행하였다. 배터리 팩의 온도 균일성을 향상시키기 위해 각 셀의 평균온도의 최대 차이 최소화를 최적화의 목적함수로 설정하였다. 설계변수로는 채널 폭, 채널의 입/출구 폭의 비율, 냉각수 입구 유량이 사용되었다. 최적화는 micro genetic algorithm을 사용하여 진행되었다. 최적화 결과 배터리 팩의 온도의 균일성을 56.44 % 개선한 병렬 수냉식 BTMS의 설계안을 도출하였다.

이 성과는 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원(No. 2019R1A2C1090228)과 2023년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(P0020536, 2023년 산업혁신인재성장지원사업)