

상변화 열전달을 이용한 전자장비 열관리 기술

열에너지솔루션연구실

연구자 : 김진섭, 신동환
T. 042.868.7807, 7672

기술 개요

- 증발/비등 열전달을 촉진시킬 수 있는 마이크로다공질 코팅 기술을 이용한 고발열 센서 및 전자장비의 온도 균일도 확보
- 증발과 응축을 이용하는 상변화 냉각판을 통해 배터리셀의 열폭주를 방지하고, 온도 균일도를 향상시키는 기술

고객 · 시장

- 고발열 전자장비 및 전력 반도체 냉각, 5G network 안테나 등의 열관리 시장
- 고출력 레이저 무기체계 및 레이더 시스템 등 군사용 전자장비 냉각 및 열관리 분야
- 열적 안정성과 온도 균일도가 중요한 전기자동차 및 ESS의 리튬이온 배터리팩 열관리 분야

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 히트파이프와 vapor chamber는 주로 증발 및 응축을 이용한 상변화 열전달 기구로, 고온 발열부에서 높은 열유속이 지속적으로 공급되면 냉각이 되지 않고 온도가 계속 증가하는 dryout이 발생하는 냉각 한계를 가짐
- 또한, 현재 상용 기술인 히트파이프와 vapor chamber는 모세관력을 이용하는 wick 구조를 채택하고 있기 때문에 작동 방향에 따른 열관리 성능의 제약이 있음
- 기존의 배터리셀 냉각 기술은 현열(Sensible heat)을 이용하기 때문에 위치에 따른 온도 편차가 발생하는 한계가 있음

기술의 차별성

- 비등 및 응축 열전달을 향상시키는 마이크로다공질 코팅 기술을 적용한 상변화 냉각판(Thermal Ground Plane, TGP)을 개발하여, 150W/cm² 이상의 고발열 조건에서도 전자장비의 열적 안정성을 확보할 수 있음
- 고성능 센서 및 전자장비의 경우 고발열로 인한 열관리 문제를 극복하지 못하여 시장 진출이 어려운 상태로, 본 TGP 기술 적용 시 새로운 시장 개척이 가능할 것으로 기대함
- 알루미늄 TGP는 가볍기 때문에 전기자동차와 같이 중량이 중요한 분야에 적합하고, 높은 열확산 성능으로 배터리 셀의 온도 균일도를 크게 향상시킬 수 있음

기술의 우수성

- TGP는 비등 열전달에서 기포 발생에 의한 bubble pumping으로 구동하기 때문에 작동 방향에 따른 제약이 없고 안정적인 열관리가 가능함
- TGP의 경우 고온 발열부에서 비등에 의한 열전달로 기존 vapor chamber 대비 2~3배 높은 획기적인 방열 특성을 가짐
- 상변화를 이용하는 알루미늄 TGP는 총방전시 배터리셀 온도 상승을 기존 알루미늄 방열판 대비 각각 41%와 61% 감소시키는 것으로 나타남

기술완성도 (TRL)

- 자료조사 기초설명
- 프로젝트 개념 또는 아이디어 개발
- 기술개념 검증
- 프로토타입 개발
- 유사환경 시제품 제작 · 평가
- 파일럿 현장실증
- 상용모델의 개발 및 최적화
- 상용데모
- 양산 및 초기시장 진입

희망 파트너십



기술이전



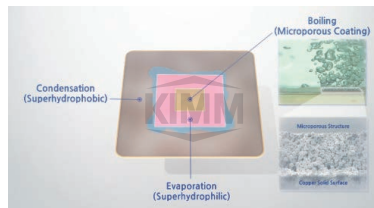
라이선싱



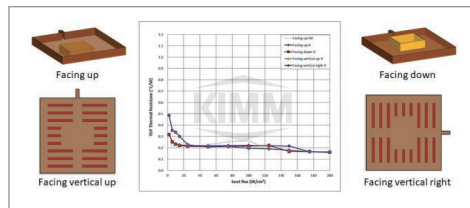
공동연구



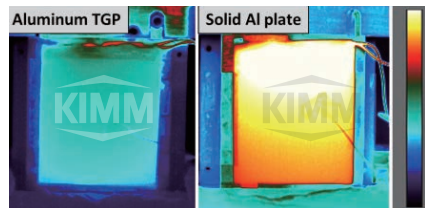
기타



〈 상변화 열전달판 구성 및 원리 〉



〈 TGP 무방향성 시험 결과 〉



〈 알루미늄 TGP 배터리셀 온도균일도 향상 결과 〉

지식재산권 현황

특허

- TGP 일체형 PCB 기판 및 이의 제조 방법(KR1880079)
- TGP 유닛, TGP 유닛 일체형 히트싱크 및 TGP 유닛의 제조방법(KR2183239)
- 응축 촉진 구조물의 제조방법 및 응축 촉진 구조물의 열전달특성 측정장치(KR1980832)
- 상변화 냉각모듈 및 이를 이용하는 배터리팩(KR1990592)
- 배터리셀 온도제어 시스템 및 배터리팩(KR2020003)
- 배터리 냉각 장치 및 배터리 냉각 방법(KR2009221)
- 열교환 파이프 제조장치, 열교환 파이프 및 이를 이용한 열회수 시스템(KR2134282)
- 다중 루프 진동형 히트파이프 및 이의 제조방법(KR2174500)
- 배터리셀 온도제어 시스템 및 배터리팩(PCT/KR2019/001043)
- 배터리셀 온도제어 시스템 및 배터리팩(US17/058206)
- 열교환 파이프 제조장치, 열교환 파이프 및 이를 이용한 열회수 시스템(PCT/KR2018/003670)
- 상변화 냉각모듈 및 이를 이용하는 배터리팩(PCT/KR2019/006352)
- 상변화 냉각모듈 및 이를 이용하는 배터리팩(US17/058327)
- 상변화 냉각모듈 및 이를 이용하는 배터리팩(JP7018147)

노하우

- 금속 표면에 대한 증발/비등 열전달 촉진을 위한 마이크로다공질 코팅 기술
- 금속 표면 젖음성(wettability) 제어를 통한 응축 열전달 향상 기술
- 불응축가스가 생기지 않는 작동유체 주입 기술
- 상변화 열전달판 접합 및 sealing 기술