(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0128425
(43) 공개일자 2024년08월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 10/48 (2021.01) *G01K 3/00* (2006.01)
G01K 7/22 (2006.01) *G08B 31/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01M 10/48 (2023.08)
G01K 3/005 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0021587
(22) 출원일자 2023년02월17일
심사청구일자 2023년02월17일

(71) 출원인
국립창원대학교 산학협력단
경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20(퇴촌동)
(72) 발명자
김정명
경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20, 51호관 211-1호
(74) 대리인
특허법인 아이퍼스

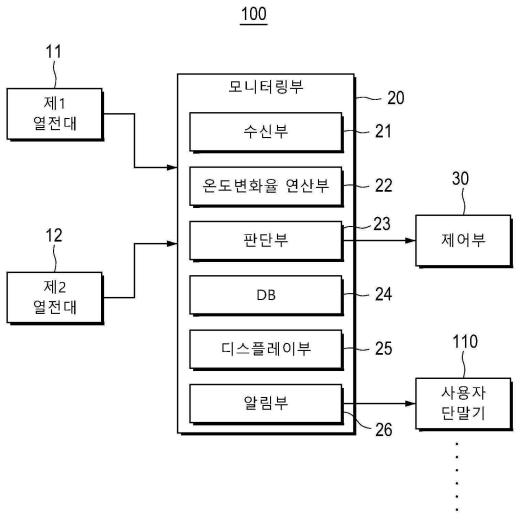
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **리튬이온배터리 열폭주 예측 시스템, 예측방법 및 피해확산저감 관리방법**

(57) 요 약

본 발명은 리튬이온배터리 열폭주 예측 시스템, 예측방법 및 피해확산저감 관리방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 상기 리튬이온배터리 하우징 일측에 설치되어 온도를 실시간으로 측정하는 온도센서; 및 상기 온도센서에서 측정된 온도값을 기반으로 시간에 따른 온도변화율을 연산하고, 상기 온도변화율을 기반으로 상기 리튬이온배터리의 열폭주를 예측하는 모니터링부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 리튬이온배터리 열폭주 예측장치에 관한 것이다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류
G01K 7/22 (2013.01)
G08B 31/00 (2013.01)
H01M 10/488 (2023.08)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711155986
과제번호 2022R1C1C2011192
부처명 교육부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 신진연구지원사업-세종과학펠로우십
연구과제명 전기 에너지 저장장치의 고성능화를 위한 신개념 미세격자다공체전극 및 나노유체 기술 개발
기 여 율 1/1
과제수행기관명 창원대학교 산학협력단
연구기간 2022.03.01 ~ 2023.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

리튬이온배터리 열폭주 예측장치로서,

상기 리튬이온배터리 하우징 일측에 설치되어 온도를 실시간으로 측정하는 온도센서; 및

상기 온도센서에서 측정된 온도값을 기반으로 시간에 따른 온도변화율을 연산하고, 상기 온도변화율을 기반으로 상기 리튬이온배터리의 열폭주를 예측하는 모니터링부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 리튬이온배터리 열폭주 예측장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 온도센서는,

상기 리튬이온배터리의 양극에 구비되는 제1온도센서와, 음극에 구비되는 제2온도센서를 포함하는 것을 특징으로 하는 리튬이온배터리 열폭주 예측장치.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 리튬이온배터리는 실린더형 리튬이온배터리이고,

상기 제1온도센서는 양극 중앙부에 구비되는 제1열전대로 구성되고, 상기 제2온도센서는 음극 중앙부에 구비되는 제1열전대로 구성되는 것을 특징으로 하는 리튬이온배터리 열폭주 예측장치.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 모니터링부는 상기 제1온도센서와 상기 제2온도센서에서 측정된 온도값을 수신하는 수신부, 상기 제1온도센서에서 측정된 값을 기반으로 시간에 따른 제1온도변화율을 연산하고 상기 제2온도센서에서 측정된 값을 기반으로 시간에 따른 제2온도변화율을 연산하는 온도변화율 연산부와, 상기 제1온도변화율이 설정된 제1임계값 이상 및/또는 상기 제2온도변화율이 설정된 제2임계값 이상인 경우 열폭주 예측신호를 생성하는 판단부를 포함하는 것을 특징으로 하는 리튬이온배터리 열폭주 예측장치.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 제1온도변화율과 제2온도변화율은 초당 온도변화율이고,

상기 제1임계값 95 ~ 105℃/s이고, 상기 제2임계값은 4 ~ 6℃/s인 것을 특징으로 하는 리튬이온배터리 열폭주 예측장치.

청구항 6

리튬이온배터리 열폭주 예측과 피해확산저감 관리시스템으로서,

제 1항 내지 제 5항 중 어느 한 항에 따른 예측장치;

예측장치의 모니터링부의 판단부에서 열폭주 예측신호가 생성되면, 열폭주에 대한 발생에 대한 알림데이터를 전송, 송출하는 알림부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 리튬이온배터리 열폭주 예측과 피해확산저감 관리시스템.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 알림부는 상기 알림데이터를 기설정된 사용자 단말기로 전송하는 것을 특징으로 하는 리튬이온배터리 열폭주 예측과 피해확산저감 관리시스템.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 판단부에서 열폭주 예측신호가 생성되면 열폭주 확산방지 시퀀스를 작동시키는 제어부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 리튬이온배터리 열폭주 예측과 피해확산저감 관리시스템.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 제어부는 열폭주 대상 배터리 셀을 단락, 격리시키거나, 또는 소화액 분사장치를 구동하여 상기 열폭주 대상 배터리 셀에 소화액이 분사되도록 제어하는 것을 특징으로 하는 리튬이온배터리 열폭주 예측과 피해확산저감 관리시스템.

청구항 10

리튬이온배터리 열폭주 예측방법으로서,

실린더형 리튬이온배터리의 양극 중앙부에 제1온도센서를 설치하고, 음극 중앙부에 제2온도센서를 설치하는 단계;

실시간으로 제1온도센서와 제2온도센서가 온도를 측정하고 모니터링부가 수신받는 단계;

온도변화율 연산부가 상기 제1온도센서에서 측정된 값을 기반으로 시간에 따른 제1온도변화율을 연산하고 상기 제2온도센서에서 측정된 값을 기반으로 시간에 따른 제2온도변화율을 연산하는 단계; 및

판단부가 상기 제1온도변화율이 설정된 제1임계값 이상 및/또는 상기 제2온도변화율이 설정된 제2임계값 이상인 경우 열폭주 예측신호를 생성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 리튬이온배터리 열폭주 예측방법.

청구항 11

제 10항에 있어서,

상기 연산하는 단계에서, 상기 제1온도변화율과 제2온도변화율은 초당 온도변화율이고,

상기 생성하는 단계에서, 상기 제1임계값 95 ~ 105℃/s이고, 상기 제2임계값은 4 ~ 6℃/s인 것을 특징으로 하는 리튬이온배터리 열폭주 예측방법.

청구항 12

리튬이온배터리 열폭주 예측과 피해확산저감 관리방법으로서,

제 10항 또는 제 11항에 따른 예측방법에 의해 열폭주 예측신호를 생성하는 단계;

알림부가 예측장치의 모니터링부의 판단부에서 열폭주 예측신호가 생성되면, 열폭주에 대한 발생에 대한 알림데이터를 전송, 송출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 리튬이온배터리 열폭주 예측과 피해확산저감 관리방법.

청구항 13

제 12항에 있어서,

상기 전송, 송출하는 단계에서, 상기 알림부는 상기 알림데이터를 기설정된 사용자 단말기로 전송하는 것을 특징으로 하는 리튬이온배터리 열폭주 예측과 피해확산저감 관리방법.

청구항 14

제 12항에 있어서,

제어부가 상기 판단부에서 열폭주 예측신호가 생성되면 열폭주 확산방지 시퀀스를 작동시키는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 리튬이온배터리 열폭주 예측과 피해확산저감 관리방법.

청구항 15

제 14항에 있어서,

상기 제어부는 열폭주 대상 배터리 셀을 단락, 격리시키거나, 또는 소화액 분사장치를 구동하여 상기 열폭주 대상 배터리 셀에 소화액이 분사되도록 제어하는 것을 특징으로 하는 리튬이온배터리 열폭주 예측과 피해확산저감 관리방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 리튬이온배터리 열폭주 예측 시스템, 예측방법 및 피해확산저감 관리방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 통상적으로 이차 전지는 충전이 불가능한 일차 전지와는 달리, 충전 및 방전이 가능한 전지이다. 이차 전지는 모바일 기기, 전기 자동차, 하이브리드 자동차, 전기 자전거, 무정전 전원공급장치(uninterruptible power supply) 등의 에너지원으로 사용되며, 적용되는 외부기기의 종류에 따라 단일 전지의 형태로 사용되기도 하고, 다수의 전지들을 연결하여 하나의 단위로 묶은 모듈 형태로 사용되기도 한다.

[0003] 휴대폰과 같은 소형 모바일 기기는 단일 전지의 출력과 용량으로 소정시간 동안 작동이 가능하지만, 전력소모가 많은 전기 자동차, 하이브리드 자동차와 같이 장시간 구동, 고전력 구동이 필요한 경우에는 출력 및 용량의 문제로 다수의 전지를 포함하는 모듈 형태가 선호되며, 내장된 전지의 개수에 따라 출력전압이나 출력전류를 높일 수 있다.

[0004] 리튬 이온 배터리는 높은 에너지 밀도와 경제성에 의해 가장 보편적으로 사용되는 에너지 저장 장치이다. 그러나 리튬이온 배터리 셀이 외력에 의해 손상을 입거나 가혹한 환경에서 작동, 설계/제작상 결함과 같은 다양한 이유로 인해 양극과 음극이 단락되었을 때 발생하는 폭발적인 산화 반응은 리튬이온 배터리가 극복해야 할 주요

한 과제 중 하나이다.

[0005] 도 1은 186050 리튬이온 배터리의 열폭주 양상, 도 2는 186050 리튬이온 배터리 열폭주 발생시 배출되는 산화가스 및 화염 영상 캡처를 나타낸 것이다.

[0006] 리튬이온 배터리의 안전성을 저해하는 열폭주 반응은 아주 드물게 발생하지만, 그 반응의 특성과 에너지 저장장치의 설계에 의해 상당한 피해로 발전하는 양상을 보인다. 이렇듯 단일 셀 단위에서 열폭주 위험은 상당히 낮지만, 수천 (kWh), 수만 (MWh)개의 배터리 셀이 집적된 시스템에서 단 하나의 셀이라도 열폭주 과정이 발생할 때 발생한 높은 발열 과정에 의해 주변 셀로 열폭주가 전이되고, 이러한 연쇄적인 반응은 전체 시스템의 붕괴를 야기할 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 10-2338516

(특허문헌 0002) 일본 등록특허 JP 5840693

(특허문헌 0003) 대한민국 등록특허 10-2406230

(특허문헌 0004) 대한민국 등록특허 10-2117438

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 따라서 본 발명은 상기와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 실시예에 따르면, 리튬이온 배터리가 열폭주를 일으키기 전에 사전 예측하여 시스템에 경고를 보내어 해당 셀을 격리하거나 사용자에게 알람을 전송하여 피해확산을 방지할 수 있는, 리튬이온배터리 열폭주 예측 시스템, 예측방법 및 피해확산저감 관리방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0009] 본 발명의 실시예에 따르면, 실린더형 리튬이온 배터리에 열전대를 부착하여 온도변화를 감지하여, 온도변화율이 설정된 임계값 이상이 되었을 때, 열폭주 예측 신호를 송출하고, 신호 송풍에 따른 사용자 알람점소과 열폭주 피해 저감 시퀀스를 작동시키는, 리튬이온배터리 열폭주 예측 시스템, 예측방법 및 피해확산저감 관리방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0010] 한편, 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 제1목적은 리튬이온배터리 열폭주 예측장치로서, 상기 리튬이온배터리 하우징 일측에 설치되어 온도를 실시간으로 측정하는 온도센서; 및 상기 온도센서에서 측정된 온도값을 기반으로 시간에 따른 온도변화율을 연산하고, 상기 온도변화율을 기반으로 상기 리튬이온배터리의 열폭주를 예측하는 모니터링부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 리튬이온배터리 열폭주 예측장치로서 달성될 수 있다.

[0012] 그리고 상기 온도센서는, 상기 리튬이온배터리의 양극에 구비되는 제1온도센서와, 음극에 구비되는 제2온도센서를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0013] 또한 상기 리튬이온배터리는 실린더형 리튬이온배터리이고, 상기 제1온도센서는 양극 중앙부에 구비되는 제1열전대로 구성되고, 상기 제2온도센서는 음극 중앙부에 구비되는 제1열전대로 구성되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0014] 그리고 상기 모니터링부는 상기 제1온도센서와 상기 제2온도센서에서 측정된 온도값을 수신하는 수신부, 상기 제1온도센서에서 측정된 값을 기반으로 시간에 따른 제1온도변화율을 연산하고 상기 제2온도센서에서 측정된 값을 기반으로 시간에 따른 제2온도변화율을 연산하는 온도변화율 연산부와, 상기 제1온도변화율이 설정된 제1임

계값 이상 및/또는 상기 제2온도변화율이 설정된 제2임계값 이상인 경우 열폭주 예측신호를 생성하는 판단부를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0015] 또한 상기 제1온도변화율과 제2온도변화율은 초당 온도변화율이고, 상기 제1임계값 95 ~ 105℃/s이고, 상기 제2임계값은 4 ~ 6℃/s인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0016] 본 발명의 제2목적은 리튬이온배터리 열폭주 예측과 피해확산저감 관리시스템으로서, 앞서 언급한 제 1목적에 따른 예측장치; 예측장치의 모니터링부의 판단부에서 열폭주 예측신호가 생성되면, 열폭주에 대한 발생에 대한 알림데이터를 전송, 송출하는 알림부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 리튬이온배터리 열폭주 예측과 피해확산저감 관리시스템으로서 달성될 수 있다.

[0017] 그리고 상기 알림부는 상기 알림데이터를 기설정된 사용자 단말기로 전송하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0018] 또한 상기 판단부에서 열폭주 예측신호가 생성되면 열폭주 확산방지 시퀀스를 작동시키는 제어부;를 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0019] 그리고 상기 제어부는 열폭주 대상 배터리 셀을 단락, 격리시키거나, 또는 소화액 분사장치를 구동하여 상기 열폭주 대상 배터리 셀에 소화액이 분사되도록 제어하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0020] 본 발명의 제3목적은 리튬이온배터리 열폭주 예측방법으로서, 실린더형 리튬이온배터리의 양극 중앙부에 제1온도센서를 설치하고, 음극 중앙부에 제2온도센서를 설치하는 단계; 실시간으로 제1온도센서와 제2온도센서가 온도를 측정하고 모니터링부가 수신받는 단계; 온도변화율 연산부가 상기 제1온도센서에서 측정된 값을 기반으로 시간에 따른 제1온도변화율을 연산하고 상기 제2온도센서에서 측정된 값을 기반으로 시간에 따른 제2온도변화율을 연산하는 단계; 및 판단부가 상기 제1온도변화율이 설정된 제1임계값 이상 및/또는 상기 제2온도변화율이 설정된 제2임계값 이상인 경우 열폭주 예측신호를 생성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 리튬이온배터리 열폭주 예측방법으로서 달성될 수 있다.

[0021] 그리고 상기 연산하는 단계에서, 상기 제1온도변화율과 제2온도변화율은 초당 온도변화율이고, 상기 생성하는 단계에서, 상기 제1임계값 95 ~ 105℃/s이고, 상기 제2임계값은 4 ~ 6℃/s인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0022] 본 발명의 제4목적은 리튬이온배터리 열폭주 예측과 피해확산저감 관리방법으로서, 앞서 언급한 제3목적에 따른 예측방법에 의해 열폭주 예측신호를 생성하는 단계; 알림부가 예측장치의 모니터링부의 판단부에서 열폭주 예측신호가 생성되면, 열폭주에 대한 발생에 대한 알림데이터를 전송, 송출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 리튬이온배터리 열폭주 예측과 피해확산저감 관리방법으로서 달성될 수 있다.

[0023] 그리고 상기 전송, 송출하는 단계에서, 상기 알림부는 상기 알림데이터를 기설정된 사용자 단말기로 전송하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0024] 그리고 제어부가 상기 판단부에서 열폭주 예측신호가 생성되면 열폭주 확산방지 시퀀스를 작동시키는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0025] 또한 상기 제어부는 열폭주 대상 배터리 셀을 단락, 격리시키거나, 또는 소화액 분사장치를 구동하여 상기 열폭주 대상 배터리 셀에 소화액이 분사되도록 제어하는 것을 특징으로 할 수 있다.

발명의 효과

[0026] 본 발명의 실시예에 따른 리튬이온배터리 열폭주 예측 시스템, 예측방법 및 피해확산저감 관리방법에 따르면, 리튬이온 배터리가 열폭주를 일으키기 전에 사전 예측하여 시스템에 경고를 보내어 해당 셀을 격리하거나 사용자에게 알람을 전송하여 피해확산을 방지할 수 있는 효과를 갖는다.

[0027] 본 발명의 실시예에 따른 리튬이온배터리 열폭주 예측 시스템, 예측방법 및 피해확산저감 관리방법에 따르면, 실린더형 리튬이온 배터리에 열전대를 부착하여 온도변화를 감지하여, 온도변화율이 설정된 임계값 이상이 되었을 때, 열폭주 예측 신호를 송출하고, 신호 송풍에 따른 사용자 알람점소과 열폭주 피해 저감 시퀀스를 작동시킬 수 있다.

[0028] 한편, 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0029] 본 명세서에 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 것이며, 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 더욱 이해시키는 역할을 하는 것이므로, 본 발명은 그러한 도면에 기재된 사항에만 한정되어 해석 되어서는 아니 된다.

도 1은 186050 리튬이온 배터리의 열폭주 양상,

도 2는 186050 리튬이온 배터리 열폭주 발생시 배출되는 산화가스 및 화염 영상 캡쳐,

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 리튬이온배터리 열폭주 예측과 피해확산저감 관리시스템의 블록도,

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 열전대 부착위치가 표시된 실린더형 리튬이온 배터리의 정면도,

도 5a는 종래 배터리 열폭주 관리방법의 흐름도,

도 5b는 본 발명의 실시예에 따른 리튬이온배터리 열폭주 예측과 피해확산저감 관리방법의 흐름도,

도 6a는 본 발명의 실험예에 따른 음극 열전대의 시간에 따른 온도 상승률 그래프,

도 6b는 본 발명의 실험예에 따른 양극 열전대의 시간에 따른 온도 상승률 그래프를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 이상의 본 발명의 목적들, 다른 목적들, 특징들 및 이점들은 첨부된 도면과 관련된 이하의 바람직한 실시예들을 통해서 쉽게 이해될 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 통상의 기술자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.

[0031] 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소 상에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소 상에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제 3의 구성요소가 개재될 수도 있다는 것을 의미한다. 또한 도면들에 있어서, 구성요소들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.

[0032] 본 명세서에서 기술하는 실시예들은 본 발명의 이상적인 예시도인 단면도 및/또는 평면도들을 참고하여 설명될 것이다. 도면들에 있어서, 막 및 영역들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다. 따라서 제조 기술 및/또는 허용 오차 등에 의해 예시도의 형태가 변형될 수 있다. 따라서 본 발명의 실시예들은 도시된 특정 형태로 제한되는 것이 아니라 제조 공정에 따라 생성되는 형태의 변화도 포함하는 것이다. 예를 들면, 직각으로 도시된 영역은 라운드지거나 소정 곡률을 가지는 형태일 수 있다. 따라서 도면에서 예시된 영역들은 속성을 가지며, 도면에서 예시된 영역들의 모양은 소자의 영역의 특정 형태를 예시하기 위한 것이며 발명의 범주를 제한하기 위한 것이 아니다. 본 명세서의 다양한 실시예들에서 제1, 제2 등의 용어가 다양한 구성요소들을 기술하기 위해서 사용되었지만, 이들 구성요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 구성요소를 다른 구성요소와 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 여기에 설명되고 예시되는 실시예들은 그것의 상보적인 실시예들도 포함한다.

[0033] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 '포함한다(comprises)' 및/또는 '포함하는(comprising)'은 언급된 구성요소는 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

[0034] 아래의 특정 실시예들을 기술하는데 있어서, 여러 가지의 특정적인 내용들은 발명을 더 구체적으로 설명하고 이해를 돕기 위해 작성되었다. 하지만 본 발명을 이해할 수 있을 정도로 이 분야의 지식을 갖고 있는 독자는 이러한 여러 가지의 특정적인 내용들이 없어도 사용될 수 있다는 것을 인지할 수 있다. 어떤 경우에는, 발명을 기술하는 데 있어서 흔히 알려졌으면서 발명과 크게 관련 없는 부분들은 본 발명을 설명하는데 있어 별 이유 없이 혼돈이 오는 것을 막기 위해 기술하지 않음을 미리 언급해 둔다.

[0036] 이하에서는 본 발명의 실시예에 따른 리튬이온배터리 열폭주 예측과 피해확산저감 관리시스템과 관리방법에 대해 설명하도록 한다.

[0037] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 리튬이온배터리 열폭주 예측과 피해확산저감 관리시스템의 블록도를 도시한 것이다.

[0038] 본 발명의 실시예에 따른 본 발명의 실시예에 따른 리튬이온배터리 열폭주 예측과 피해확산저감 관리시스템(100)은 전체적으로, 리튬이온배터리 셀(1)의 하우징(4) 일측에 설치되어 온도를 실시간으로 측정하는 온도센서, 및 온도센서에서 측정된 온도값을 기반으로 시간에 따른 온도변화율을 연산하고, 이러한 온도변화율을 기반으로 리튬이온배터리의 열폭주를 예측하는 모니터링부(20) 등을 포함하여 구성된다.

[0039] 본 발명의 실시예에 따른 온도센서는 열전대로 구성될 수 있다.

[0040] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 열전대 부착위치가 표시된 실린더형 리튬이온 배터리의 정면도를 도시한 것이다.

[0041] 본 발명의 실시예에 따른 리튬이온배터리는 실린더형 리튬이온배터리이고, 제1열전대(11)는 리튬이온배터리의 양극(2)의 중앙부에 구비되고, 제2열전대(12)는 음극(3)에 구비된다.

[0042] 본 발명의 실시예에 따른 모니터링부(20)는 도 3에 도시된 바와 같이, 수신부(21), 온도변화율연산부(22), 판단부(23), DB(24), 디스플레이부(25), 알림부(26)를 포함하여 구성될 수 있음을 알 수 있다.

[0043] 수신부는 제1열전대와 제2열전대에서 측정된 온도값을 수신하고, 온도변화율 연산부는 제1열전대에서 측정된 값을 기반으로 시간에 따른 제1온도변화율과, 제2열전대에서 측정된 값을 기반으로 시간에 따른 제2온도변화율을 각각 연산한다.

[0044] 그리고 디스플레이부는 이러한 시간에 따른 제1온도변화율과 시간에 따른 제2온도변화율을 그래프로서 디스플레이할 수 있다.

[0045] 판단부는 이러한 제1온도변화율이 설정된 제1임계값 이상이거나 또는 제2온도변화율이 설정된 제2임계값 이상인 경우 열폭주 예측신호를 생성하게 된다. 즉, 열폭주 발생신호를 생성하게 된다.

[0046] 본 발명의 실시예에 따른 제1온도변화율과 제2온도변화율은 초당 온도변화율이며, 이는 절대값기준에 해당한다. 즉, 온도상승율이 + 또는 -일 때 이의 절대값을 기준으로 온도변화율을 연산한다.

[0047] 본 발명의 실시예에서 제1임계값 95 ~ 105℃/s이고, 제2임계값은 4 ~ 6℃/s이다.

[0048] 즉, 양극(2)의 제1열전대(11)에서 측정된 온도를 기반으로한 제1온도변화율이 95 ~ 105℃/s이상이면 판단부(23)는 열폭주 예측신호를 생성하고, 또는 음극(3)의 제2열전대(12)에서 측정된 온도를 기반으로한 제2온도변화율이 4 ~ 6℃/s이상이면 판단부는 열폭주 예측신호를 생성하게 된다.

[0049] 도 5a는 종래 배터리 열폭주 관리방법의 흐름도를 도시한 것이다. 그리고 도 5b는 본 발명의 실시예에 따른 리튬이온배터리 열폭주 예측과 피해확산저감 관리방법의 흐름도를 도시한 것이다.

[0050] 도 5a 및 도 5b에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 관리시스템은 종래와 달리 온도값이 임계치 이상인 경우 열폭주로 판단하는 것이 아닌 초당 온도변화율을 기반으로 판단하는 차이점이 있다.

[0051] 또한 본 발명의 실시예에 따른 알림부(26)는 판단부에서 열폭주 예측신호가 생성되면, 열폭주에 대한 발생에 대한 알림데이터를 전송, 송출하도록 구성된다. 음성이나, 경고음 등을 통해 알림데이터를 송출할 수 있으며, 알림부(26)는 이러한 알림데이터를 관리자, 사용자 등의 기설정된 사용자 단말기(110)로 전송하도록 구성된다.

[0052] 그리고 제어부(30)는 판단부(23)에서 열폭주 예측신호가 생성되면 열폭주 확산방지 시퀀스를 작동시키도록 한다.

[0053] 구체적으로 제어부는 열폭주 대상 배터리 셀을 단락, 격리시키도록 할 수 있다. 또는 소화액 분사장치를 구동하여 열폭주 대상 배터리 셀에 소화액이 분사되도록 제어할 수 있다.

[0055] 도 6a는 본 발명의 실험예에 따른 음극 열전대의 시간에 따른 온도 상승률 그래프를 도시한 것이다. 도 6b는 본 발명의 실험예에 따른 양극 열전대의 시간에 따른 온도 상승률 그래프를 도시한 것이다.

[0056] 도 6a 및 도 6b에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실험예에서, 충전률이 5%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100% 실린더형 리튬이온배터리 각각에 대하여 히터로 가열을 한 후부터 시간에 따른 온도변화율 그래프에 해당한다. 열폭주에

의한 화염은 약 500초 이후에 발생되었다. 충전률 5%, 20%인 경우에는 열폭주에 의한 화염이 발생되지 않았다.

[0057] 도 6b에 도시된 바와 같이 양극(2)의 제1열전대(11)의 경우 모든 40, 60, 80, 100%충전률의 배터리에서 제1온도변화율이 100℃/s 이상인 경우 후에 열폭주가 발생됨을 알 수 있다. 따라서 이러한 제1온도변화율이 제1임계값인 100℃/s 이상이 되는 경우 열폭주가 발생될 것을 예측할 수 있음을 알 수 있다.

[0058] 도 6a에 도시된 바와 같이 음극(3)의 제2열전대(12)의 경우 모든 40, 60, 80, 100%충전률의 배터리에서 제2온도변화율이 5℃/s 이상인 경우 후에 열폭주가 발생됨을 알 수 있다. 따라서 이러한 제2온도변화율이 제2임계값인 5℃/s 이상이 되는 경우 열폭주가 발생될 것을 예측할 수 있음을 알 수 있다. 특히 음극(3)의 제2열전대(12)의 경우, 열폭주(화염발생)가 발생되기 훨씬 전에 이러한 열폭주를 미리 예측할 수 있음을 알 수 있다.

[0060] 또한, 상기와 같이 설명된 장치 및 방법은 상기 설명된 실시예들의 구성과 방법이 한정되게 적용될 수 있는 것이 아니라, 상기 실시예들은 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수도 있다.

부호의 설명

[0061] 1:배터리 셀

2:양극

3:음극

4:외부하우징

11:제1열전대

12:제2열전대

20:모니터링부

21:수신부

22:온도변화율 연산부

23:판단부

24:DB

25:디스플레이부

26:알림부

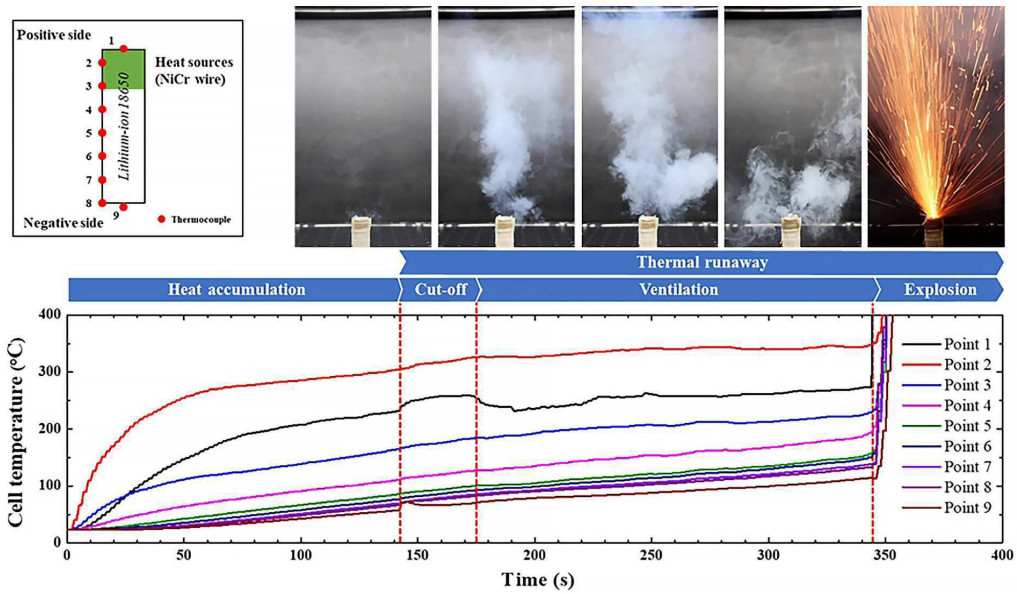
30:제어부

100:리튬이온배터리 열폭주 예측과 피해확산저감 관리시스템

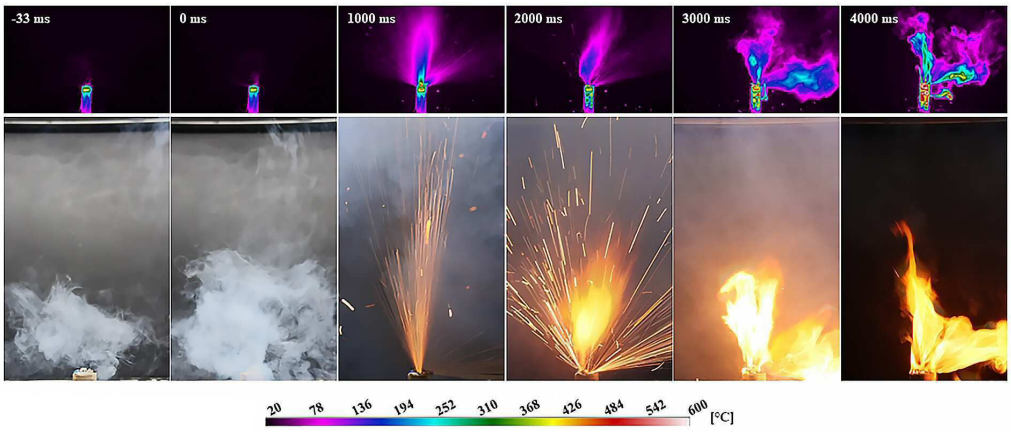
110:사용자 단말기

도면

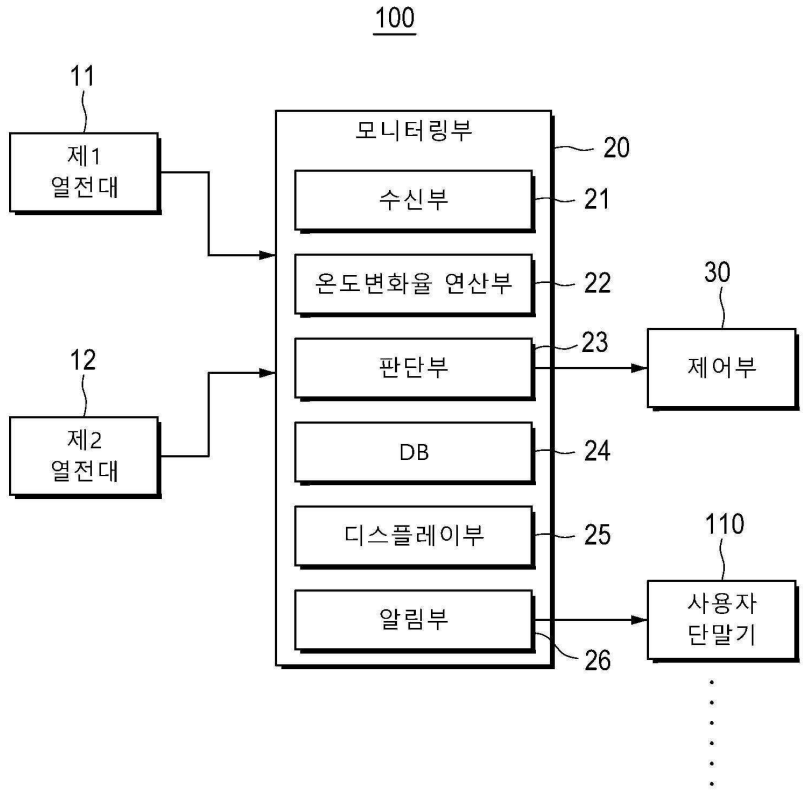
도면1


Positive side
Heat sources
(NiCr wire)
Lithium-ion 18650
Negative side
Thermocouple
Thermal runaway
Heat accumulation
Cut-off
Ventilation
Explosion
Cell temperature (°C)
Time (s)
Point 1
Point 2
Point 3
Point 4
Point 5
Point 6
Point 7
Point 8
Point 9

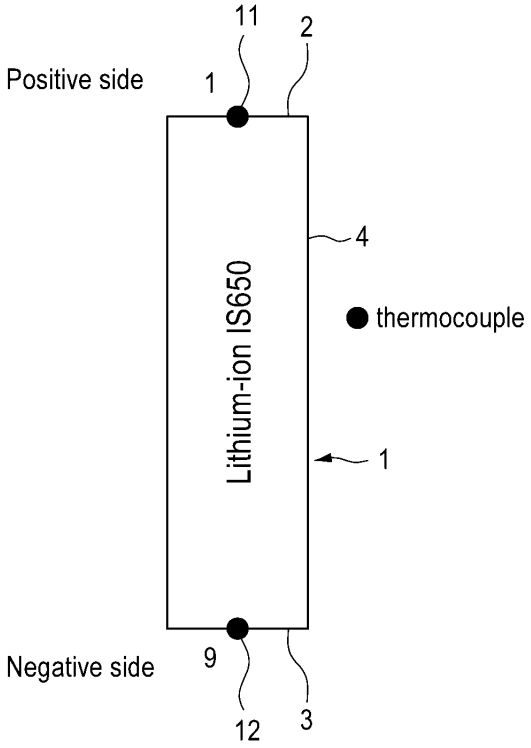
도면2


-33 ms
0 ms
1000 ms
2000 ms
3000 ms
4000 ms
20 78 136 194 252 310 368 426 484 542 600 [°C]

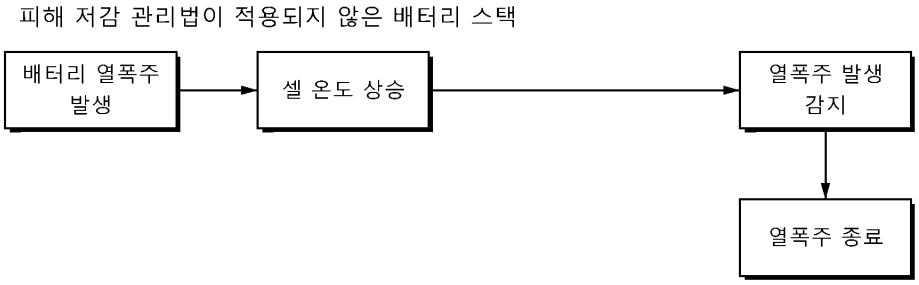
도면3


100
11
제1
열전대
12
제2
열전대
모니터링부
20
수신부
21
온도변화율 연산부
22
판단부
23
DB
24
디스플레이부
25
알림부
26
30
제어부
110
사용자
단말기

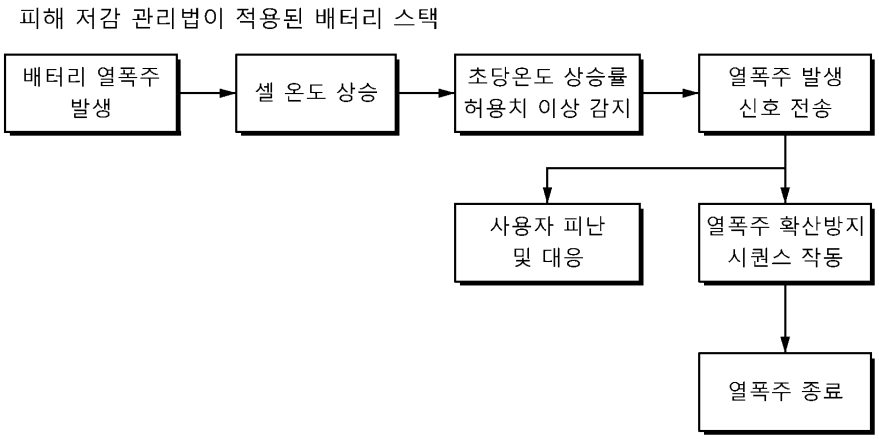
도면4


11
2
Positive side
1
4
thermocouple
Lithium-ion IS650
1
Negative side
9
12
3

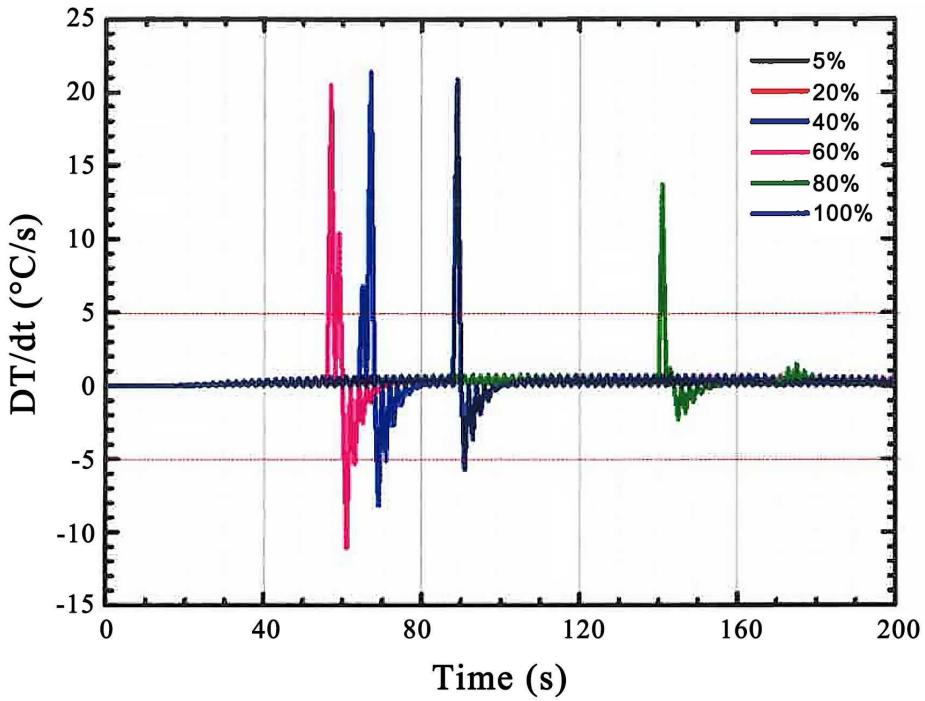
도면5a



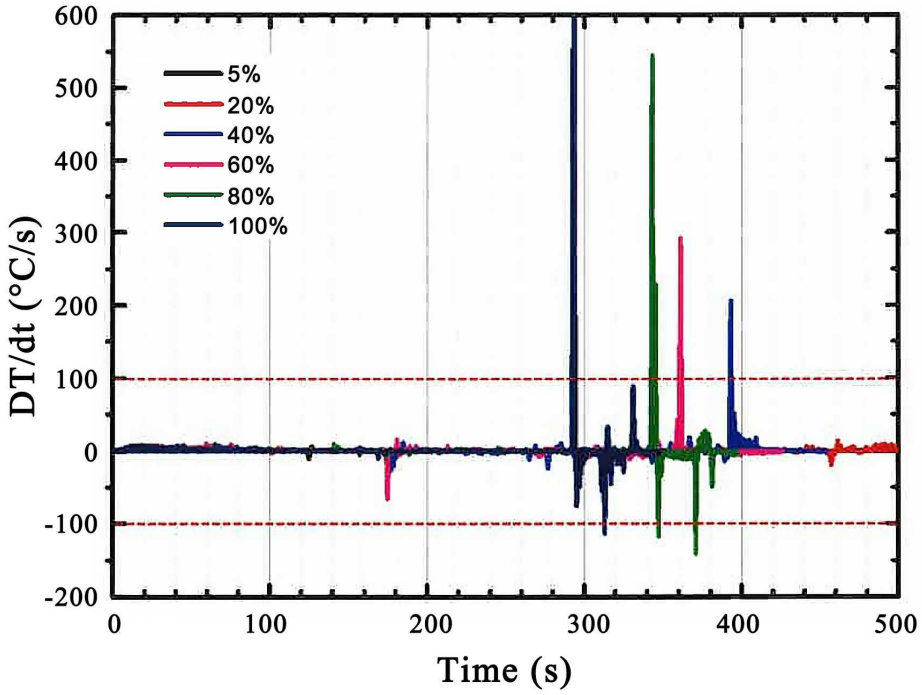
도면5b



도면6a



도면6b


600
500
400
300
200
100
0
-100
-200
DT/dt (°C/s)
0
100
200
300
400
500
Time (s)
5%
20%
40%
60%
80%
100%