



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0010956
(43) 공개일자 2025년01월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01R 31/367 (2019.01) G01R 19/165 (2006.01)
G01R 31/36 (2019.01) G01R 31/382 (2019.01)
G01R 31/385 (2019.01) G01R 31/389 (2019.01)
G01R 31/392 (2019.01) G01R 31/396 (2019.01)
G06N 3/0442 (2023.01)

(52) CPC특허분류

G01R 31/367 (2019.01)
G01R 19/16528 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2023-0091237

(22) 출원일자 2023년07월13일

심사청구일자 2023년07월13일

(71) 출원인

두산에너지빌리티 주식회사

경상남도 창원시 성산구 두산볼보로 22 (귀곡동)

서강대학교산학협력단

서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)

(72) 발명자

정병일

경기도 수원시 영통구 도청로18번길 26, 1434호 (이의동)

김홍석

서울특별시 마포구 서강대길 40, 103동 202호 (대흥동, 마포자이2차아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 16 항

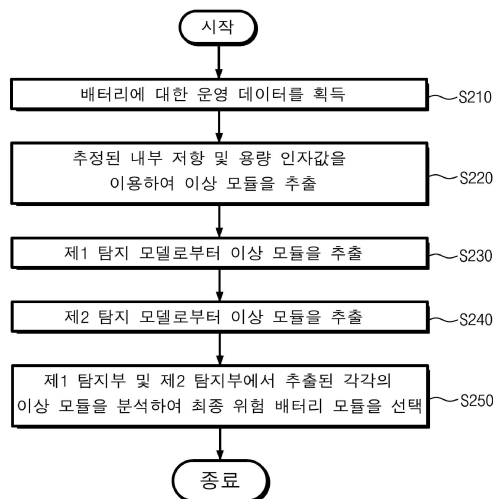
(54) 발명의 명칭 물리학적 모델과 딥러닝 모델을 기반으로 하는 배터리 위험 모듈 탐지 장치 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 물리학적 모델과 딥러닝 모델을 기반으로 하는 배터리 위험 모듈 탐지 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

본 발명에 따르면, 배터리 위험 모듈 탐지 장치는 전압확산식을 이용하여 내부 저항과 용량인자 값을 추정한 다음, 추정된 내부 저항과 용량인자 값을 이용하여 이상 모듈을 탐지하는 제1 탐지부, 상기 배터리 전압 프로파일 데이터 또는 전압-전류응답 데이터를 이용하여 학습이 완료된 탐지 모듈을 통해 이상 모듈을 탐지하는 제2 탐지부, 그리고 상기 제1 탐지부에서 탐지된 이상 모듈 정보와 상기 제2 탐지부에서 탐지된 이상 모듈 정보를 비교 분석하여 최종 위험 배터리 모듈을 선택하는 제어부를 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

G01R 19/16542 (2013.01)

G01R 31/3648 (2013.01)

G01R 31/382 (2019.01)

G01R 31/385 (2019.01)

G01R 31/389 (2019.01)

G01R 31/392 (2019.01)

G01R 31/396 (2019.01)

G06N 3/0442 (2023.01)

(72) 발명자

전지훈

서울특별시 서초구 사임당로 130, 7동 312호 (서초
동, 신동아아파트)

권호진

경기도 고양시 일산서구 일중로 30, 506동 2503호
(일산동, 산들마을5단지)

명세서

청구범위

청구항 1

전압확산식을 이용하여 내부 저항과 용량인자 값을 추정한 다음, 추정된 내부 저항과 용량인자 값을 이용하여 이상 모듈을 탐지하는 제1 탐지부,

상기 배터리 전압 프로파일 데이터 또는 전압-전류응답 데이터를 이용하여 학습이 완료된 탐지 모듈을 통해 이상 모듈을 탐지하는 제2 탐지부, 그리고

상기 제1 탐지부에서 탐지된 이상 모듈 정보와 상기 제2 탐지부에서 탐지된 이상 모듈 정보를 비교 분석하여 최종 위험 배터리 모듈을 선택하는 제어부를 포함하는 배터리 위험 모듈 탐지 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 탐지부는,

충방전 직후에 획득한 배터리 운영 데이터를 상기 전압확산식에 대입하여 복수의 파라미터를 획득하고, 획득한 복수의 파라미터 중에서 내부 저항 및 용량인자 값을 추정하는 배터리 위험 모듈 탐지 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 탐지부는,

배터리에 포함된 복수의 모듈들에 대하여 추정된 각각의 내부 저항 및 용량 인자값에 대한 분포 분석을 수행하고, 분포 분석 결과에 따라 분포 중심에서 기 설정된 기준값 이상으로 이격되어 있는 내부 저항 및 용량 인자값을 추출한 다음, 추출된 내부 저항 및 용량 인자값에 대응하는 모듈을 추출하는 배터리 위험 모듈 탐지 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제2 탐지부는,

전압 프로파일 데이터를 이용하여 AutoEncoder 알고리즘을 기반으로 하는 제1 탐지모델을 구축하고, 상기 구축된 제1 탐지모델을 이용하여 이상 모듈을 탐지하는 배터리 위험 모듈 탐지 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제2 탐지부는,

전압-전류 응답 데이터를 이용하여 LSTM 알고리즘을 기반으로 하는 제2 탐지모델을 구축하고, 상기 구축된 제2 탐지모델을 이용하여 이상 모듈을 탐지하는 배터리 위험 모듈 탐지 장치.

청구항 6

제4항 또는 제5항에 있어서,

상기 제2 탐지부는,

상기 제1 탐지모델 또는 제2 탐지모델의 학습과정에서 생성되는 잠재적 벡터(Latent Vector)를 이용하여 주성분 분석(Principal Component Analysis, PCA)을 수행하고, 주성분 분석(PCA)에서 획득한 주성분을 이용하여 배터리 모듈 별 분포 결과를 획득하는 배터리 위험 모듈 탐지 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제2 탐지부는,

상기 배터리 모듈 별 분포 결과를 이용하여 분포 중심으로부터 기 설정값 이상으로 이격된 모듈을 이상 모듈로 추출하는 배터리 위험 모듈 탐지 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제어부는,

제1 탐지부에서 추출된 이상 모듈과 제2 탐지부의 제1 탐지모델에서 추출된 이상 모듈을 비교 분석하여 일치하는 모듈을 최종 위험 배터리 모듈로 선택하거나,

제1 탐지부에서 추출된 이상 모듈과 제2 탐지부의 제2 탐지모델에서 추출된 이상 모듈을 비교 분석하여 일치하는 모듈을 최종 위험 배터리 모듈로 선택하는 배터리 위험 모듈 탐지 장치.

청구항 9

배터리 위험 모듈 탐지 장치를 이용한 배터리 위험 모듈 탐지 방법에 있어서,

전압확산식을 이용하여 내부 저항과 용량인자 값을 추정한 다음, 추정된 내부 저항과 용량인자 값을 이용하여 이상 모듈을 탐지하는 단계,

상기 배터리 전압 프로파일 데이터 또는 전압-전류응답 데이터를 이용하여 학습이 완료된 탐지 모듈을 통해 이상 모듈을 탐지하는 단계, 그리고

전압확산식을 이용하여 탐지된 이상 모듈 정보와 탐지 모듈을 이용하여 탐지된 이상 모듈 정보를 비교 분석하여 최종 위험 배터리 모듈을 선택하는 단계를 포함하는 배터리 위험 모듈 탐지 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 추정된 내부 저항과 용량인자 값을 이용하여 이상 모듈을 탐지하는 단계는,

충방전 직후에 획득한 배터리 운영 데이터를 상기 전압확산식에 대입하여 복수의 파라미터를 획득하고, 획득한 복수의 파라미터 중에서 내부 저항 및 용량인자 값을 추정하는 배터리 위험 모듈 탐지 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 추정된 내부 저항과 용량인자 값을 이용하여 이상 모듈을 탐지하는 단계는,

배터리에 포함된 복수의 모듈들에 대하여 추정된 각각의 내부 저항 및 용량 인자값에 대한 분포 분석을 수행하고, 분포 분석 결과에 따라 분포 중심에서 기 설정된 기준값 이상으로 이격되어 있는 내부 저항 및 용량 인자값을 추출한 다음, 추출된 내부 저항 및 용량 인자값에 대응하는 모듈을 추출하는 배터리 위험 모듈 탐지 방법.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 탐지 모듈을 통해 이상 모듈을 탐지하는 단계는,

전압 프로파일 데이터를 이용하여 AutoEncoder 알고리즘을 기반으로 하는 제1 탐지모델을 구축하고, 상기 구축된 제1 탐지모델을 이용하여 이상 모듈을 탐지하는 배터리 위험 모듈 탐지 방법.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 탐지 모듈을 통해 이상 모듈을 탐지하는 단계는,

전압-전류 응답 데이터를 이용하여 LSTM 알고리즘을 기반으로 하는 제2 탐지모델을 구축하고, 상기 구축된 제2 탐지모델을 이용하여 이상 모듈을 탐지하는 배터리 위험 모듈 탐지 방법.

청구항 14

제12항 또는 제13항에 있어서,

상기 탐지 모듈을 통해 이상 모듈을 탐지하는 단계는,

상기 제1 탐지모델 또는 제2 탐지모델의 학습과정에서 생성되는 잠재적 벡터(Latent Vector)를 이용하여 주성분 분석(Principal Component Analysis, PCA)을 수행하고, 주성분 분석(PCA)에서 획득한 주성분을 이용하여 배터리 모듈 별 분포 결과를 획득하는 배터리 위험 모듈 탐지 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 탐지 모듈을 통해 이상 모듈을 탐지하는 단계는,

상기 배터리 모듈 별 분포 결과를 이용하여 분포 중심으로부터 기 설정된 기준값 이상으로 이격된 모듈을 이상 모듈로 추출하는 배터리 위험 모듈 탐지 방법.

청구항 16

제9항에 있어서,

상기 최종 위험 배터리 모듈을 선택하는 단계는,

전압확산식을 이용하여 추출된 이상 모듈과 제1 탐지모델에서 추출된 이상 모듈을 비교 분석하여 일치하는 모듈을 최종 위험 배터리 모듈로 선택하거나,

전압확산식을 이용하여 추출된 이상 모듈과 제2 탐지모델에서 추출된 이상 모듈을 비교 분석하여 일치하는 모듈을 최종 위험 배터리 모듈로 선택하는 배터리 위험 모듈 탐지 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 물리학적 모델과 딥러닝 모델을 기반으로 하는 배터리 위험 모듈 탐지 장치 및 그 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 물리학적 모델과 딥러닝 모델을 이용하여 획득한 배터리의 내부 상태 변화를 통해 위험 상태에 해당하는 배터리 모듈을 탐지하는 배터리 위험 모듈 탐지 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 배터리는 에너지저장장치(ESS)의 주요 구성품이고 전기자동차 및 휴대폰배터리 등 다양한 용도로 널리 사용되고 있으며, 그 수요는 증가하는 추세이다. 배터리는 에너지 이용 효율성 등 다양한 장점이 있으나, 최근 에너지저장장치(ESS) 및 전기 자동차 등에서 화재, 폭발 사고가 지속적으로 발생하고 있어 이슈가 되고 있다.

[0003] 배터리에 기계적 이상조건, 전기적 이상조건 및 열적 이상 조건이 발생하면 열폭주 현상이 발생한다. 열폭주 발생 시 발생에너지가 크기 때문에 이를 제어하기 매우 어려운 실정이다.

[0004] 매년 증가하고 있는 배터리 화재로 인하여 재산 손실 및 인명 피해가 발생하고 있으나 사전에 위험을 탐지할 수 있는 효과적인 방안이 없는 상황이다.

[0005] 배터리 화재는 다양한 원인이 있지만 내부적으로 전기화학적 상태가 변화하여 열폭주에 이르는 것에 대해서는 사전에 탐지하기가 어려우며, 화재 이후에는 이전 데이터를 확보가 어렵기 때문에 화재 원인 및 대응 방안을 수

립하기 어려운 문제점이 있었다.

[0006] 본 발명의 배경이 되는 기술은 대한민국 등록특허 제10-2354112호 (2022.01.24. 공고)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 물리학적 모델과 딥러닝 모델을 이용하여 획득한 배터리의 내부 상태 변화를 통해 위험 상태에 해당하는 배터리 모듈을 탐지하는 배터리 위험 모듈 탐지 장치 및 그 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 이러한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 실시예에 따르면, 배터리 위험 모듈 탐지 장치는 전압확산식을 이용하여 내부 저항과 용량인자 값을 추정한 다음, 추정된 내부 저항과 용량인자 값을 이용하여 이상 모듈을 탐지하는 제1 탐지부, 상기 배터리 전압 프로파일 데이터 및 전압-전류응답 데이터를 이용하여 학습이 완료된 탐지 모듈을 통해 이상 모듈을 탐지하는 제2 탐지부, 그리고 상기 제1 탐지부에서 탐지된 이상 모듈 정보와 상기 제2 탐지부에서 탐지된 이상 모듈 정보를 비교 분석하여 최종 위험 배터리 모듈을 선택하는 제어부를 포함한다.

[0009] 상기 제1 탐지부는, 충방전 직후에 획득한 배터리 운영 데이터를 상기 전압확산식에 대입하여 복수의 파라미터를 획득하고, 획득한 복수의 파라미터 중에서 내부 저항 및 용량인자 값을 추정할 수 있다.

[0010] 상기 제1 탐지부는, 배터리에 포함된 복수의 모듈들에 대하여 추정된 각각의 내부 저항 및 용량 인자값에 대한 분포 분석을 수행하고, 분포 분석 결과에 따라 분포 중심에서 유의하게 이격되어 있는 내부 저항 및 용량 인자 값을 추출한 다음, 추출된 내부 저항 및 용량 인자값에 대응하는 모듈을 추출할 수 있다.

[0011] 상기 제2 탐지부는, 전압 프로파일 데이터를 이용하여 AutoEncoder 알고리즘을 기반으로 하는 제1 탐지모델을 구축하고, 상기 구축된 제1 탐지모델을 이용하여 이상 모듈을 탐지할 수 있다.

[0012] 상기 제2 탐지부는, 전압-전류 응답 데이터를 이용하여 LSTM 알고리즘을 기반으로 하는 제2 탐지모델을 구축하고, 상기 구축된 제2 탐지모델을 이용하여 이상 모듈을 탐지할 수 있다.

[0013] 상기 제2 탐지부는, 상기 제1 탐지모델 또는 제2 탐지모델의 학습과정에서 생성되는 잠재적 벡터(Latent Vector)를 이용하여 주성분 분석(Principal Component Analysis, PCA)을 수행하고, 주성분 분석(PCA)에서 획득한 주성분을 이용하여 배터리 모듈 별 분포 결과를 획득할 수 있다.

[0014] 상기 제2 탐지부는, 상기 배터리 모듈 별 분포 결과를 이용하여 분포 중심으로부터 기 설정된 기준값 이상으로 이격된 모듈을 이상 모듈로 추출할 수 있다.

[0015] 상기 제어부는, 제1 탐지부에서 추출된 이상 모듈과 제2 탐지부의 제1 탐지모델에서 추출된 이상 모듈을 비교 분석하여 일치하는 모듈을 최종 위험 배터리 모듈로 선택하거나, 제1 탐지부에서 추출된 이상 모듈과 제2 탐지부의 제2 탐지모델에서 추출된 이상 모듈을 비교 분석하여 일치하는 모듈을 최종 위험 배터리 모듈로 선택할 수 있다.

[0016] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 배터리 위험 모듈 탐지 장치를 이용한 배터리 위험 모듈 탐지 방법은 전압확산식을 이용하여 내부 저항과 용량인자 값을 추정한 다음, 추정된 내부 저항과 용량인자 값을 이용하여 이상 모듈을 탐지하는 단계, 상기 배터리 전압 프로파일 데이터 또는 전압-전류응답 데이터를 이용하여 학습이 완료된 탐지 모듈을 통해 이상 모듈을 탐지하는 단계, 그리고 전압확산식을 이용하여 탐지된 이상 모듈 정보와 탐지 모듈을 이용하여 탐지된 이상 모듈 정보를 비교 분석하여 최종 위험 배터리 모듈을 선택하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0017] 이와 같이 본 발명에 따르면, 배터리의 물리학적 분해없이 운영 중인 상태에서 내부 전기화학적 상태 변화에 대한 탐지가 가능하며, 내부 단락으로 열폭주가 일어날 수 있는 위험 상태에 있는 배터리 모듈을 사전에 탐지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 배터리 위험 모듈 탐지 장치를 설명하기 위한 구성도이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 배터리 위험 모듈 탐지 장치를 이용한 배터리 위험 모듈 탐지 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- 도 3은 도 2에 도시된 S210단계를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 도 2에 도시된 S220단계에 사용되는 등가회로 확산식을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5는 도 2에 도시된 S220단계에서 추정된 내부 저항 및 용량 인자값을 이용하여 생성된 분포도이다.
- 도 6은 도 2에 도시된 S230단계를 설명하기 위한 예시도이다.
- 도 7은 도 2에 도시된 S240단계를 설명하기 위한 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시 예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0020] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0021] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.
- [0022] 이하에서는 도 1를 이용하여 본 발명의 실시예에 따른 배터리 위험 모듈 탐지 장치에 대해 더욱 상세하게 설명한다
- [0023] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 배터리 위험 모듈 탐지 장치를 설명하기 위한 구성도이다.
- [0024] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 배터리 위험 모듈 탐지 장치(100)는 데이터 획득부(110), 제1 탐지부(120), 제2 탐지부(130) 및 제어부(140)를 포함한다.
- [0025] 먼저 데이터 획득부(110)는 배터리 충방전 직후의 운영 데이터를 획득한다.
- [0026] 제1 탐지부(120)는 획득한 운영 데이터를 전압확산식에 대입하여 각각의 모듈에 대한 내부 저항과 용량인자 값을 추정한다. 그 다음, 제1 탐지부(120)는 추정된 내부 저항과 용량인자 값을 이용하여 분포도를 생성하고, 생성된 분포도를 통해 이상 모듈을 탐지한다.
- [0027] 제2 탐지부(120)는 딥러닝 알고리즘을 기반으로 하는 제1 탐지모델과 제2 탐지 모델을 구축하고, 제1 탐지모델과 제2 탐지모델로부터 획득한 각각의 결과값을 이용하여 이상 모듈을 탐지한다.
- [0028] 마지막으로 제어부(140)는 제1 탐지부(120)를 통해 탐지된 이상 모듈과 제2 탐지부(120)를 통해 탐지된 이상 모듈을 비교 분석하여 일치하는 특정 모듈을 최종 위험 배터리 모듈로 선택한다.
- [0029] 이하에서는 도 2 내지 도 7을 이용하여 본 발명의 실시예에 따른 배터리 위험 모듈 탐지 장치(100)를 이용한 배터리 위험 모듈 탐지 방법에 대해 더욱 상세하게 설명한다.
- [0030] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 배터리 위험 모듈 탐지 장치를 이용한 배터리 위험 모듈 탐지 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0031] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 배터리 위험 모듈 탐지 장치(100)는 배터리에 대한 운영 데이터를 획득한다(S210).
- [0032] 데이터 획득부(110)는 배터리에 포함된 복수개의 모듈마다 그에 대응하는 운영 데이터를 획득한다. 여기서 운영 데이터는 배터리 전압 프로파일을 나타낸다.
- [0033] 도 3은 도 2에 도시된 S210단계를 설명하기 위한 도면이다.
- [0034] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에서는 정전류-정전압 방법에 의해 최대 용량까지 충전을 수행하여

배터리 전압 프로파일을 획득한다.

- [0035] 그 다음, 제1 탐지부(120)는 획득한 운영 데이터를 이용하여 각각의 모듈에 대한 내부 저항 및 용량 인자값을 추정하고, 추정된 내부 저항 및 용량 인자값을 이용하여 이상 모듈을 추출한다(S220).
- [0036] 도 4는 도 2에 도시된 S220단계에 사용되는 등가회로 확산식을 설명하기 위한 도면이고, 도 5는 도 2에 도시된 S220단계에서 추정된 내부 저항 및 용량 인자값을 이용하여 생성된 분포도이다.
- [0037] 도 4에 도시된 바와 같이, 리튬 계열 배터리에 적용되는 모델은 개방전압(OCV)와 1개의 직렬저항(Ri)과 1개의 RC-ladder로 구성된다.
- [0038] 따라서, 제1 탐지부(120)는 일반적인 배터리 모델의 전기적 등가회로를 획득하고, 획득한 등가회로로부터 모델 파라미터를 추출하기 위하여 S210단계에서 획득한 운전 데이터를 도4에 도시된 등가회로 확산식에 대입한다. 그 다음, 제1 탐지부(120)는 등가회로 확산식을 통해 파라미터 중에서 내부 저항 및 용량 인자값을 추정하고, 도 5에 도시된 바와 같이, 추정된 내부 저항 및 용량 인자값을 이용하여 분포도를 생성한다.
- [0039] 제1 탐지부(120)는 생성된 분포도를 이용하여 분포 중심으로부터 기 설정된 기준값 이상으로 이격되어 있는 내부 저항 및 용량 인자값을 추출하고, 추출된 내부 저항 및 용량 인자값에 대응하는 모듈을 이상 모듈로 설정한다.
- [0040] S220단계가 완료되면, 제2 탐지부(120)는 학습이 완료된 제1 탐지 모델로부터 이상 모듈을 추출한다(S230).
- [0041] 도 6은 도 2에 도시된 S230단계를 설명하기 위한 예시도이다.
- [0042] 도 6에 도시된 바와 같이, 제2 탐지부(120)는 배터리 전압 프로파일 데이터를 이용하여 AutoEncoder 알고리즘을 기반으로 하는 제1 탐지 모델을 학습시킨다. 그러면, 제1 탐지 모델은 충방전 시 전압의 프로파일을 모사한다.
- [0043] 이때, 제1 탐지 모델은 학습과정을 통해 배터리 모듈의 특징을 갖는 잠재적 벡터(Latent Vector)를 생성하며, 생성된 잠재적 벡터(Latent Vector)를 이용하여 주성분 분석(Principal Component Analysis, PCA)을 수행한다.
- [0044] 그 다음, 제2 탐지부(120)는 주성분 분석(PCA)에서 획득한 주성분(PC1 및 PC2)을 이용하여 배터리 모듈 별 분포 결과를 획득하고, 상기 배터리 모듈 별 분포 결과를 이용하여 분포 중심으로부터 기 설정된 기준값 이상으로 이격된 모듈을 이상 모듈로 추출한다.
- [0045] S230단계가 완료되면, 제2 탐지부(120)는 학습이 완료된 제2 탐지 모델로부터 이상 모듈을 추출한다(S240).
- [0046] 도 7은 도 2에 도시된 S240단계를 설명하기 위한 예시도이다.
- [0047] 도 7에 도시된 바와 같이, 제2 탐지부(120)는 전압-전류응답 데이터를 이용하여 LSTM 알고리즘을 기반으로 하는 제2 탐지 모델을 학습시킨다.
- [0048] 그러면, 제2 탐지 모델은 충방전시의 전류를 예측한다. 한편, 제2 탐지 모델은 학습과정을 통해 배터리 모듈의 특징을 갖는 잠재적 벡터(Latent Vector)를 생성하며, 생성된 잠재적 벡터(Latent Vector)를 이용하여 주성분 분석(PCA)을 수행한다.
- [0049] 그 다음, 제2 탐지부(120)는 주성분 분석(PCA)에서 획득한 주성분(PC1 및 PC2)을 이용하여 배터리 모듈 별 분포 결과를 획득하고, 상기 배터리 모듈 별 분포 결과를 이용하여 분포 중심으로부터 기 설정된 기준값 이상으로 이격된 모듈을 이상 모듈로 추출한다.
- [0050] 상술한 S230단계 및 S240단계는 경우에 따라 어느 하나만 수행되거나, 모두 수행될 수 있다.
- [0051] S220단계 내지 S240단계를 완료하면, 제어부(140)는 제1 탐지부(120) 및 제2 탐지부(130)에서 추출된 각각의 이상 모듈을 분석하여 최종 위험 배터리 모듈을 선택한다(S250).
- [0052] 이를 다시 설명하면, 제어부(140)는 제1 탐지부(120)를 통해 획득한 복수의 이상 모듈과 제2 탐지부(130)의 제1 탐지모델로부터 획득한 복수의 이상 모듈을 상호 비교한다. 그리고, 제어부(140)는 일치하는 이상 모듈을 추출하여 최종 위험 배터리 모듈로 선택한다.
- [0053] 또는, 제어부(140)는 제1 탐지부(120)를 통해 획득한 복수의 이상 모듈과 제2 탐지부(130)의 제2 탐지모델로부터 획득한 복수의 이상 모듈을 상호 비교한다. 그리고, 제어부(140)는 일치하는 이상 모듈을 추출하여 최종 위험 배터리 모듈로 선택한다.

[0054] 또는, 제어부(140)는 제1 탐지부(120)를 통해 획득한 복수의 이상 모듈과 제1 탐지 모델 및 제2 탐지 모델을 이용하여 각각 추출된 복수의 이상 모듈을 상호 비교한 다음, 일치하는 이상 모듈을 추출하여 최종 위험 배터리 모듈로 선택한다.

[0055] 이와 같이 본 발명에 따르면, 배터리의 물리학적 분해없이 운영 중인 상태에서 내부 전기화학적 상태 변화에 대한 탐지가 가능하며, 내부 단락으로 열폭주가 일어날 수 있는 위험 상태에 있는 배터리 모듈을 사전에 탐지할 수 있다.

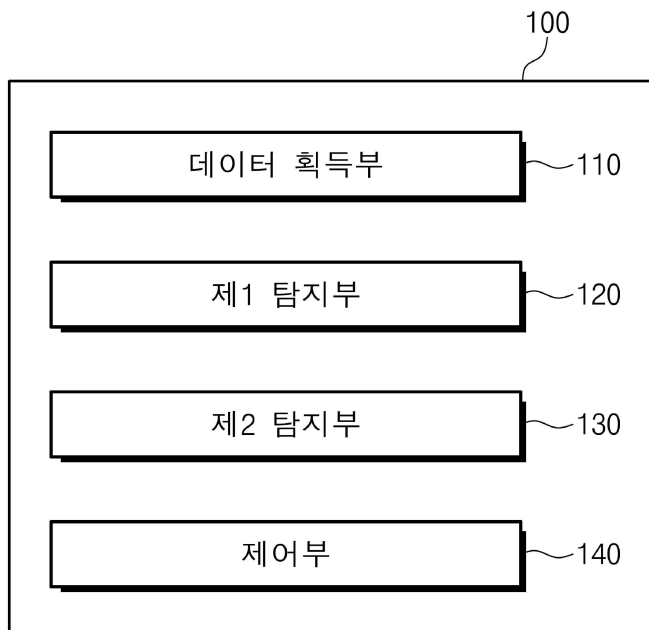
[0057] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

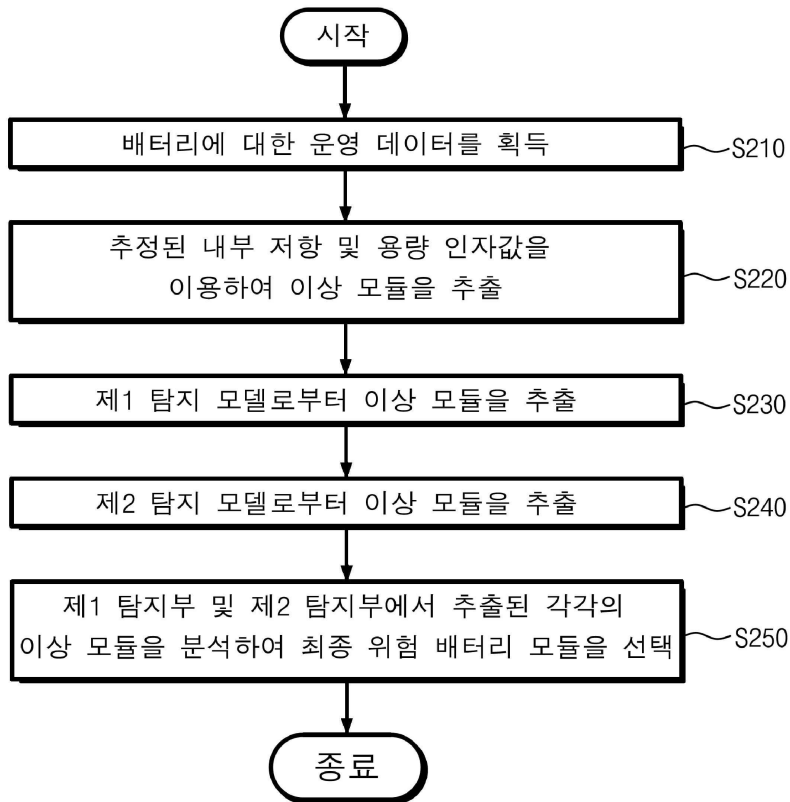
[0058] 100 : 배터리 위험 모듈 탐지 장치
110 : 데이터 획득부
120 : 제1 탐지부
130 : 제2 탐지부
140 : 제어부

도면

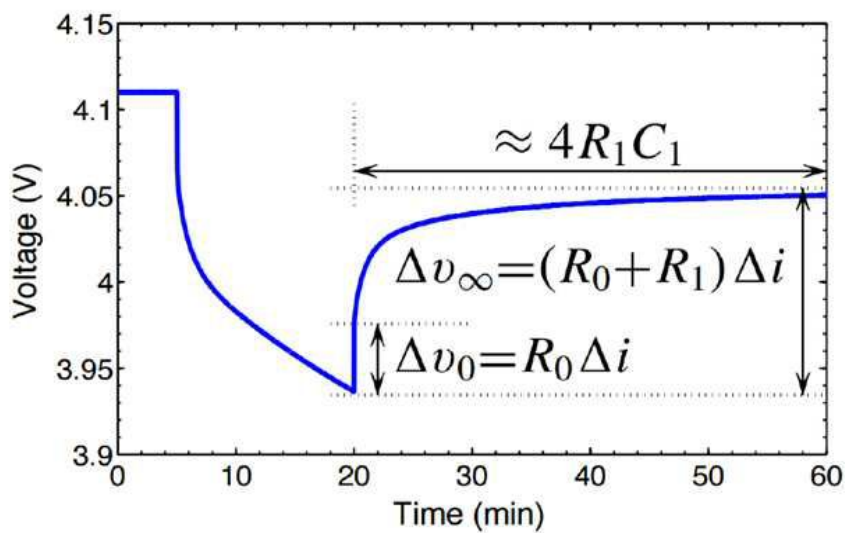
도면1



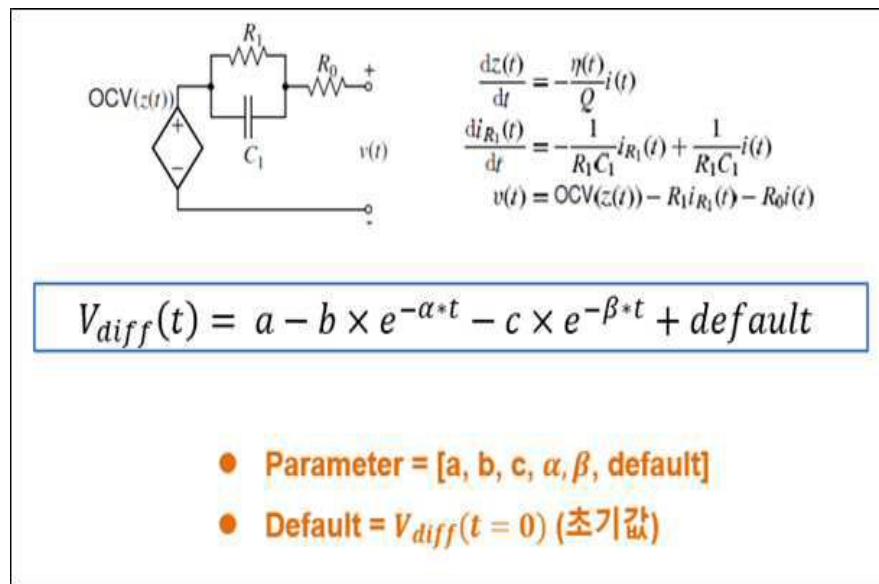
도면2



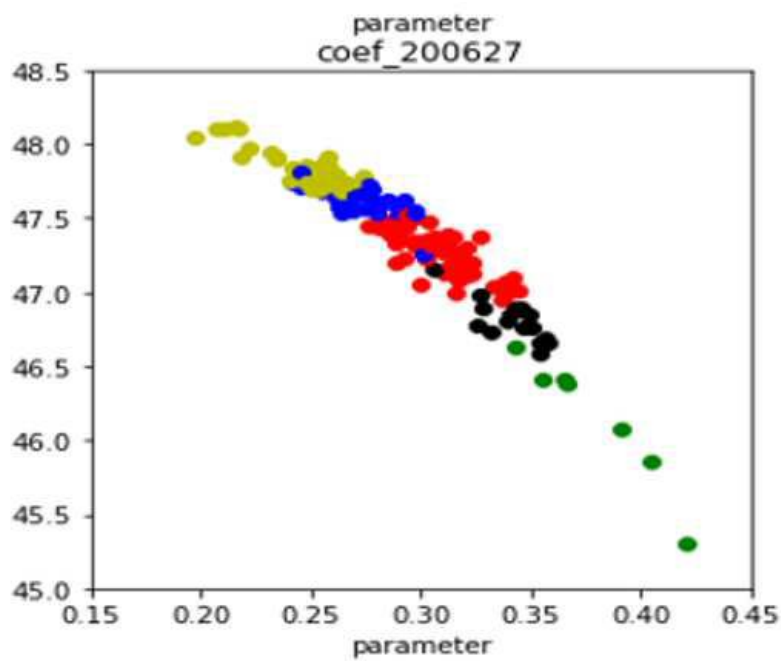
도면3



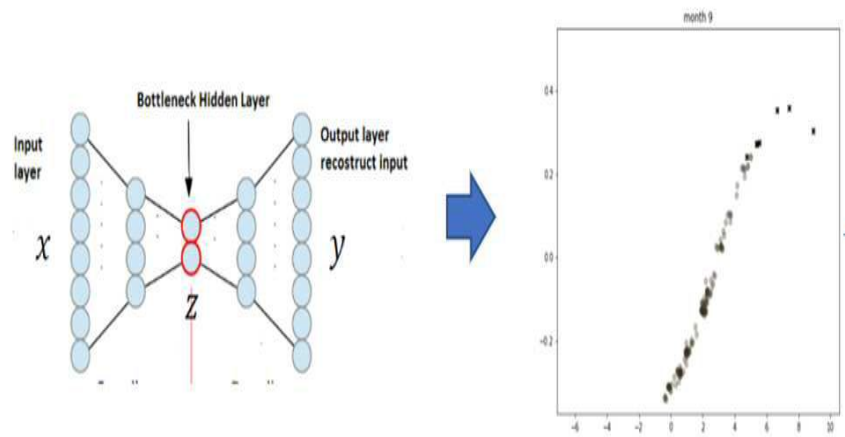
도면4



도면5



도면6



도면7

