



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0061508
(43) 공개일자 2024년05월08일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 31/36 (2019.01) G01R 31/367 (2019.01)
G01R 31/3842 (2019.01) G01R 31/396 (2019.01)
- (52) CPC특허분류
G01R 31/3648 (2013.01)
G01R 31/367 (2019.01)
- (21) 출원번호 10-2022-0143240
(22) 출원일자 2022년10월31일
심사청구일자 2022년10월31일
- (71) 출원인
주식회사 에스앤에스
경기도 여주시 가남읍 경충대로 1473-23
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
- (72) 발명자
이덕영
충북 충주시 칠금중앙로 30, 201동 1009호(칠금동
부영아파트)
김중훈
대전광역시 유성구 대학로 99 대학본부별관 403호
문태석
대전광역시 유성구 대학로 99 대학본부별관 403호
- (74) 대리인
특허법인아주

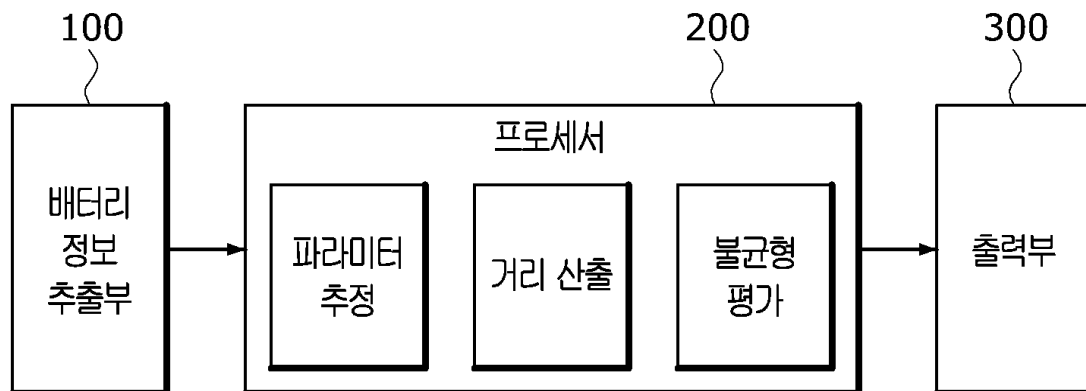
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 배터리 셀 모니터링 장치 및 방법

(57) 요약

배터리 셀 모니터링 장치 및 방법이 개시된다. 본 발명의 일 측면에 따른 배터리 셀 모니터링 장치는, 각 주기별로 배터리 셀의 전압과 전류를 추출하는 배터리 정보 추출부; 및 배터리 정보 추출부에서 각 주기 별로 추출된 배터리 셀의 전압과 전류를 이용하여 배터리 셀의 전기적 등가회로 모델의 파라미터를 추출하고, 각 주기 별로 파라미터의 변화를 모니터링하여 배터리 셀 간의 불균형 상태를 모니터링하는 프로세서를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01R 31/3842 (2019.01)

G01R 31/396 (2019.01)

명세서

청구범위

청구항 1

각 주기별로 배터리 셀의 전압과 전류를 추출하는 배터리 정보 추출부; 및

상기 배터리 정보 추출부에서 각 주기 별로 추출된 상기 배터리 셀의 전압과 전류를 이용하여 배터리 셀의 전기적 등가회로 모델의 파라미터를 추출하고, 각 주기 별로 상기 파라미터의 변화를 모니터링하여 상기 배터리 셀 간의 불균형 상태를 모니터링하는 프로세서를 포함하는 배터리 셀 모니터링 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 프로세서는,

OCV-Ri, OCV-Rdiff, OCV-Cdiff 중 적어도 하나를 불균형 모니터링 지표로 선정하여 상기 배터리 셀 간의 불균형을 모니터링하는 것을 특징으로 하는 배터리 셀 모니터링 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 프로세서는,

재귀최소제곱법을 상기 배터리 셀의 배터리 모델링식에 적용하여 상기 파라미터를 추출하는 것을 특징으로 하는 배터리 셀 모니터링 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 파라미터를 군집화하여 유클리디안 거리 기반의 중심과 상기 파라미터 간의 유클리디안 거리를 추출한 후, 상기 유클리디안 거리를 기반으로 상기 배터리 셀 간의 불균형 상태를 모니터링하는 것을 특징으로 하는 배터리 셀 모니터링 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 유클리디안 거리 기반의 중심과 상기 파라미터 간의 유클리디안 거리가 임계값 이상인지 여부에 따라 상기 배터리 셀 간의 불균형 상태를 판정하는 것을 특징으로 하는 배터리 셀 모니터링 장치.

청구항 6

배터리 정보 추출부가 각 주기별로 배터리 셀의 전압과 전류를 추출하는 단계;

프로세서가 상기 배터리 정보 추출부에서 각 주기 별로 추출된 상기 배터리 셀의 전압과 전류를 이용하여 배터리 셀의 전기적 등가회로 모델의 파라미터를 추출하는 단계; 및

상기 프로세서가 각 주기 별로 상기 파라미터의 변화를 모니터링하여 상기 배터리 셀 간의 불균형 상태를 모니터링하는 단계

를 포함하는 배터리 셀 모니터링 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 배터리 셀 간의 불균형 상태를 모니터링하는 단계에서,

상기 프로세서는 OCV-Ri, OCV-Rdiff, OCV-Cdiff 중 적어도 하나를 불균형 모니터링 지표로 선정하여 상기 배터리 셀 간의 불균형을 모니터링하는 것을 특징으로 하는 배터리 셀 모니터링 방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 배터리 셀의 전기적 등가회로 모델의 파라미터를 추출하는 단계에서,

상기 프로세서는, 재귀최소제곱법을 상기 배터리 셀의 배터리 모델링식에 적용하여 상기 파라미터를 추출하는 것을 특징으로 하는 배터리 셀 모니터링 방법.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 배터리 셀 간의 불균형 상태를 모니터링하는 단계에서,

상기 프로세서는, 상기 파라미터를 군집화하여 유클리디안 거리 기반의 중심과 상기 파라미터 간의 유클리디안 거리를 추출한 후, 상기 유클리디안 거리를 기반으로 상기 배터리 셀 간의 불균형 상태를 모니터링하는 것을 특징으로 하는 배터리 셀 모니터링 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 배터리 셀 간의 불균형 상태를 모니터링하는 단계에서,

상기 프로세서는, 상기 유클리디안 거리 기반의 중심과 상기 파라미터 간의 유클리디안 거리가 임계값 이상인지 여부에 따라 상기 배터리 셀 간의 불균형 상태를 판정하는 것을 특징으로 하는 배터리 셀 모니터링 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 배터리 셀 모니터링 장치 및 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 재귀최소제곱법을 활용하여 배터리 셀의 전기적 등가회로 모델의 파라미터를 추정하고 추정된 정규화하여 배터리 셀 간의 불균형을 모니터링하는 배터리 셀 모니터링 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 전기 차량이나 에너지 저장 시스템과 같이 대용량이며 고전압이 요구되는 어플리케이션을 위한 배터리 팩은, 서로 직렬로 접속된 수십에서 수백 개의 배터리 셀을 포함한다.
- [0004] 배터리 관리 시스템은 각 배터리 셀의 배터리 파라미터(예, 전압, 전류, SOC(State Of Charge) 등)를 취득하여, 각 배터리의 신뢰성 및 안전성을 확보하기 위한 다양한 기능들(예, 밸런싱, 냉각)을 실행하도록 제공된다.
- [0005] 리튬이온을 사용하는 전기차의 경우, 요구 사양을 수렴하기 위해 다수의 리튬이온 배터리 셀이 연결된 배터리 팩 단위로 운용되고 있으며, 리튬이온 배터리 팩의 효율적인 사용과 관리를 통해 최대 주행거리 및 가격 측면의 성능을 향상시키기 위해서는 배터리 팩 내 셀 간 불균형을 모니터링하는 것이 필수적이다.
- [0006] 기본적으로, 특성 유사성이 높은 배터리 셀을 선정하여 배터리 팩을 제작하지만 배터리 팩 주행 프로파일 운용 간 내부 저항, 용량, 자가 방전 속도 등의 파라미터의 미세 불균형은 발생할 수 밖에 없다. 따라서, 배터리 팩 운용 전구간, 전주기적인 셀 간 불균형 모니터링이 가능해야 하며, 이를 위한 새로운 불균형 모니터링 지표를 산정할 필요가 있었다.
- [0007] 그러나, 종래의 불균형 모니터링 지표의 경우, 특정 시험 프로파일이나 특정 SOC 구간을 수반해야 하였다. 또한, 배터리 팩의 불균형은 복합적인 원인들에 의해 발생하기 때문에 각 모니터링 인자 간의 상관성을 반영한 평가가 중요한 실정이다.
- [0008] 본 발명의 배경기술은 대한민국 등록특허공보 제10-2452548호(2022.10.04), '배터리 열화 상태 추정장치, 그를 포함한 시스템 및 그 방법'에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명은 상기와 같은 문제점들을 개선하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 재귀최소제곱법을 활용하여 배터리 셀의 전기적 등가회로 모델의 파라미터를 추정하고 추정된 전기적 등가회로 모델 파라미터를 정규화하여 배터리 셀 간의 불균형을 모니터링하는 배터리 셀 모니터링 장치 및 방법을 제공하는 것이다.
- [0011] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제(들)로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제(들)은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 발명의 일 측면에 따른 배터리 셀 모니터링 장치는, 각 주기별로 배터리 셀의 전압과 전류를 추출하는 배터리 정보 추출부; 및 상기 배터리 정보 추출부에서 각 주기 별로 추출된 상기 배터리 셀의 전압과 전류를 이용하여 상기 배터리 셀의 전기적 등가회로 모델의 파라미터를 추출하고, 각 주기 별로 상기 파라미터의 변화를 모니터링하여 상기 배터리 셀 간의 불균형 상태를 모니터링하는 프로세서를 포함한다.
- [0014] 본 발명에서 상기 프로세서는, OCV-Ri, OCV-Rdiff, OCV-Cdiff 중 적어도 하나를 불균형 모니터링 지표로 선정하여 상기 배터리 셀 간의 불균형을 모니터링한다.
- [0015] 본 발명에서 상기 프로세서는, 재귀최소제곱법을 상기 배터리 셀의 배터리 모델링식에 적용하여 상기 파라미터를 추출한다.
- [0016] 본 발명에서 상기 프로세서는, 상기 파라미터를 군집화하여 유클리디안 거리 기반의 중심과 상기 파라미터 간의 유클리디안 거리를 추출한 후, 상기 유클리디안 거리를 기반으로 상기 배터리 셀 간의 불균형 상태를 모니터링한다.
- [0017] 본 발명에서 상기 프로세서는, 상기 유클리디안 거리 기반의 중심과 상기 파라미터 간의 유클리디안 거리가 임계값 이상인지 여부에 따라 상기 배터리 셀 간의 불균형 상태를 판정한다.
- [0018] 본 발명의 일 측면에 따른 배터리 셀 모니터링 방법은 배터리 정보 추출부가 각 주기별로 배터리 셀의 전압과 전류를 추출하는 단계; 프로세서가 상기 배터리 정보 추출부에서 각 주기 별로 추출된 상기 배터리 셀의 전압과 전류를 이용하여 배터리 셀의 전기적 등가회로 모델의 파라미터를 추출하는 단계; 및 상기 프로세서가 각 주기 별

로 상기 파라미터의 변화를 모니터링하여 상기 배터리 셀 간의 불균형 상태를 모니터링하는 단계를 포함한다.

[0019] 본 발명의 상기 배터리 셀 간의 불균형 상태를 모니터링하는 단계에서, 상기 프로세서는 OCV-Ri, OCV-Rdiff, OCV-Cdiff 중 적어도 하나를 불균형 모니터링 지표로 선정하여 상기 배터리 셀 간의 불균형을 모니터링한다.

[0020] 본 발명의 상기 배터리 셀의 전기적 등가회로 모델의 파라미터를 추출하는 단계에서, 상기 프로세서는, 재귀최소제곱법을 상기 배터리 셀의 배터리 모델링식에 적용하여 상기 파라미터를 추출한다.

[0021] 본 발명의 상기 배터리 셀 간의 불균형 상태를 모니터링하는 단계에서, 상기 프로세서는, 상기 파라미터를 군집화하여 유클리디안 거리 기반의 중심과 상기 파라미터 간의 유클리디안 거리를 추출한 후, 상기 유클리디안 거리를 기반으로 상기 배터리 셀 간의 불균형 상태를 모니터링한다.

[0022] 본 발명의 상기 배터리 셀 간의 불균형 상태를 모니터링하는 단계에서, 상기 프로세서는, 상기 유클리디안 거리 기반의 중심과 상기 파라미터 간의 유클리디안 거리가 임계값 이상인지 여부에 따라 상기 배터리 셀 간의 불균형 상태를 판정한다.

발명의 효과

[0024] 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 셀 모니터링 장치 및 방법은, 재귀최소제곱법을 활용하여 배터리 셀의 전기적 등가회로 모델의 파라미터를 추정하고 추정된 전기적 등가회로 모델 파라미터를 정규화하여 배터리 셀 간의 불균형을 모니터링한다.

[0025] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 셀 모니터링 장치 및 방법은, 전류 및 전압만으로 전구간에서 배터리 내부 상태를 모니터링하고 군집화 알고리즘의 응용을 통해 보다 정확하고 신뢰성 있는 불균형 지표를 도출할 수 있다.

[0026] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 셀 모니터링 장치 및 방법은, 배터리 셀의 전기적 등가회로 모델의 파라미터의 변화를 이용하므로 배터리 셀 간 불균형 심화에 따른 정밀한 모니터링이 가능하다.

[0027] 한편, 본 발명의 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 이하에서 설명할 내용으로부터 통상의 기술자에게 자명한 범위 내에서 다양한 효과들이 포함될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 셀 모니터링 장치를 개략적으로 나타낸 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 팩 운용 간 실시간 파라미터 추정 과정을 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 전기적 등가회로 모델의 파라미터를 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 열화에 따른 거리 변화와 불균형 심화 상태를 나타낸 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 장기 운용에 따른 특정 셀의 불균 심화 모니터링 결과를 나타낸 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 셀 모니터링 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 셀 모니터링 장치 및 방법을 설명한다. 이 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다.

[0031] 또한, 본 명세서에서 설명된 구현은, 예컨대, 방법 또는 프로세스, 장치, 소프트웨어 프로그램, 데이터 스트림 또는 신호로 구현될 수 있다. 단일 형태의 구현의 맥락에서만 논의(예컨대, 방법으로서만 논의)되었더라도, 논의된 특징의 구현은 또한 다른 형태(예컨대, 장치 또는 프로그램)로도 구현될 수 있다. 장치는 적절한 하드웨어, 소프트웨어 및 펌웨어 등으로 구현될 수 있다. 방법은, 예컨대, 컴퓨터, 마이크로프로세서, 집적 회로 또는 프로그래밍 가능한 로직 디바이스 등을 포함하는 프로세싱 디바이스를 일반적으로 지칭하는 프로세서

등과 같은 장치에서 구현될 수 있다. 프로세서는 또한 최종-사용자 사이에 정보의 통신을 용이하게 하는 컴퓨터, 셀 폰, 휴대용/개인용 정보 단말기(personal digital assistant: "PDA") 및 다른 디바이스 등과 같은 통신 디바이스를 포함한다.

[0032] 또한, 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0033] 이하, 본 발명에 따른 실시 예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 하며, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0035] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 셀 모니터링 장치를 개략적으로 나타낸 블록도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 팩 운용 간 실시간 파라미터 추정 과정을 나타낸 도면이며, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 전기적 등가회로 모델의 파라미터를 나타낸 도면이며, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 열화에 따른 거리 변화와 불균형 심화 상태를 나타낸 도면이며, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 장기 운용에 따른 특정 셀의 불균 심화 모니터링 결과를 나타낸 도면이다.

[0036] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 셀 모니터링 장치는 배터리 정보 추출부(100), 프로세서(200), 및 출력부(300)를 포함한다.

[0037] 배터리 정보 추출부(100)는 기 설정된 주기마다 배터리 정보를 수집한다.

[0038] 배터리 정보에는 배터리 셀의 충전 구간, 휴지 구간, 방전 구간에서의 배터리 셀의 전압과 전류가 포함된다.

[0039] 배터리 정보 추출부(100)는 매 주기마다 배터리 셀의 전류를 측정하는 전류 센서, 매 주기마다 배터리 셀의 전압을 측정하는 전압 센서일 수 있다.

[0040] 또는, 배터리 정보 추출부(100)는 배터리 관리 시스템(Battery Management System)(미도시)의 배터리 셀의 전압과 전류를 저장하는 데이터베이스부일 수 있다.

[0041] 데이터베이스부는 플래시 메모리 타입(flash memory type), 하드디스크 타입(hard disk type), SSD 타입(Solid State Disk type), HDD 타입(Hard Disk Drive type), 멀티미디어 카드마이크로 타입(multimedia card micro type), 램(random access memory; RAM), SRAM(static random access memory), 롬(read-only memory; ROM), EEPROM(electrically erasable programmable read-only memory), PROM(programmable read-only memory) 중 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있다.

[0042] 한편, 상기한 바와 같은 배터리 정보는 주기적으로 추출되는데, 매 주기마다 추출되는 배터리 정보는 배터리 팩 주행 프로파일 운용 간 내부 저항, 용량, 자가 방전 속도 등에 따라 다양하게 변경될 수 있다. 이와 같이 변경되는 배터리 정보에 따라 배터리 셀 간 불균형이 심화되는지를 모니터링될 수 있다.

[0043] 출력부(300)는 배터리 정보 및 파라미터를 군집화한 결과를 출력한다. 이를 통해 사용자가 유클리디안 거리 기반의 중심과 파라미터 간의 유클리디안 거리를 인지할 수 있도록 한다.

[0044] 또한, 출력부(300)는 배터리 셀의 불균형 상태를 모니터링한 결과를 출력한다.

[0045] 출력부(300)는 LED(Light Emitting Diode), LCD(Liquid Crystal Display), OLED(Organic LED) 등과 같은 다양한 디스플레이 기기일 수 있으며, 특별히 한정되는 것은 아니다.

[0046] 프로세서(200)는 재귀최소제곱법을 활용하여 배터리 셀의 전기적 등가회로 모델의 파라미터를 추정하고 추정된 전기적 등가회로 모델의 파라미터를 정규화하여 배터리 셀 간의 불균형을 모니터링한다.

[0047] 좀 더 구체적으로 설명하면, 프로세서(200)는 기 설정된 주기마다 배터리 정보, 예컨대, 배터리 팩의 충전

구간, 휴지 구간, 방전 구간에서의 배터리 셀의 단자전압과 단자전류를 수집한다.

[0048] 프로세서(200)는 재귀최소제곱법을 이용하여 주기 별로 추출된 배터리 셀의 전압과 전류를 이용하여 배터리 셀의 전기적 등가회로 모델의 파라미터를 추출한다.

[0049] 도 2 및 도 3을 참조하면, 전기적 등가회로 모델의 파라미터는 운용 프로파일 전구간에서 추출되는 불균형 모니터링의 1차 지표이다.

[0050] 전기적 등가회로 모델의 파라미터는 각 배터리 셀마다 매 주기 별로 추출되는 바, 각 배터리 셀마다 주기 만큼의 개수가 추출될 수 있다.

[0051] 전기적 등가회로 모델의 파라미터에는 OCV(Open circuit voltage), OCV, 및 Ri, Rdiff 및 Cdiff이 포함될 수 있다. Ri는 직렬저항이며, Rdiff는 확산저항이며, Cdiff는 커패시턴스이다.

[0052] 프로세서(200)는 재귀최소제곱법(Recursive least square)을 배터리 셀의 배터리 모델링식에 적용하여 파라미터를 추출할 수 있다.

[0053] 여기서, 프로세서(200)는 재귀최소제곱법을 활용하기 위해 배터리 셀의 등가회로 모델식을 오일러 공식(Euler transformation)을 사용하여 이산행렬식으로 변경한다.

[0054] 수학식 1은 재귀최소제곱법을 나타낸다.

수학식 1

$$\epsilon_k = V_{qk} - \phi_k \theta_{k-1}^T$$

$$K_k = \frac{P_{k-1} \phi_k}{\lambda + \phi_k^T P_{k-1} \phi_k}$$

$$P_k = \frac{(1 - K_k \phi_k^T) P_{k-1}}{\lambda}$$

$$\theta_k^T = \theta_{k-1}^T + K_k \epsilon_k$$

[0059] 여기서, ϵ_k 는 에러이고, K_k 는 게인이며, P_k 는 K_k 의 에러 공분산이며, θ_k^T 는 파라미터이며, λ 는 포게팅 팩터이다.

[0060] 아래의 수학식 2는 배터리 모델링식이다.

수학식 2

$$V_q = V_t - OCV$$

$$\frac{V_q(s)}{I(s)} = R_i + \frac{R_i}{1 + R_{diff} C_{diff} s}$$

$$V_{qk} = -a_1 V_{qk-1} + b_0 I_k - b_1 I_{k-1}$$

$$V_{qk} = [V_{qk-1}, I_k, I_{k-1}] [-a_1, b_0, b_1]^T = \phi_k \theta_k^T$$

$$R_i = b_0$$

$$R_{diff} = (b_1 - a_1 b_0) / (1 - a_1)$$

$$C_{diff} = t_s / (b_1 - a_1 b_0)$$

여기서, V_q 는 전위차이며, V_t 는 단자전압이며, R_i 는 직렬저항이며, R_{diff} 는 확산저항이며, C_{diff} 는 커패시턴스이며, s 는 시간에 대한 계수이며, k 는 샘플링 시간이며, a_1 과 b_0 및 b_1 는 재귀최소제곱법의 파라미터이다.

$$\frac{V_q(s)}{I(s)} = R_i + \frac{R_i}{1 + R_{diff} C_{diff} s}$$

배터리 모델링식 중 $\frac{V_q(s)}{I(s)} = R_i + \frac{R_i}{1 + R_{diff} C_{diff} s}$ 과 같이, 이산식에서의 전류 정보를 제거하면 전기적 등가회로 상에서 저항 성분들에 대한 이산식 변환이 가능하게 된다.

이어, 프로세서(200)는 재귀최소제곱법에 따라 실시간으로 변환된 각 배터리 셀의 전기적 등가회로의 파라미터를 K-means clustering을 이용하여 군집화한다.

이 경우, 프로세서(200)는 군집의 개수를 1개로 고정하여 파라미터들에 따라 변화하는 군집의 위치에 따라 거리를 산정한다.

여기서, 프로세서(200)는 3가지 거리 조합인 OCV-Ri, OCV-Rdiff, OCV-Cdiff를 새로운 불균형 모니터링 지표로 선정할 수 있다. 따라서, 프로세서(200)는 OCV-Ri, OCV-Rdiff, OCV-Cdiff 각각에 대한 군집화한 결과를 얻을 수 있다.

도 4를 참조하면, 파라미터 OCV-Ri의 30cycle-charge, 120cycle-charge, 1080cycle-charge 및 250cycle-charge 시점에서의 군집화된 결과가 도시된다.

한편, 상기한 바와 같이, OCV-Ri, OCV-Rdiff, OCV-Cdiff 각각에 대한 군집화가 이루어지면, 프로세서(200)는 유클리디안 거리 기반의 중심과 파라미터 간의 유클리디안 거리를 추출한다.

이 경우, 프로세서(200)는 배터리 운용에 따라 배터리 팩 내 Ri 평균값과의 편차-배터리 팩 내 OCV 평균값과의 편차에 대한 유클리디안 거리의 변화, 배터리 운용에 따라 배터리 팩 내 Rdiff 평균값과의 편차-배터리 팩 내 OCV 평균값과의 편차에 대한 유클리디안 거리의 변화, 배터리 운용에 따라 배터리 팩 내 Cdiff 평균값과의 편차-배터리 팩 내 OCV 평균값과의 편차에 대한 유클리디안 거리의 변화를 얻을 수 있다.

이어, 프로세서(200)는 상기한 유클리디안 거리를 기반으로 배터리 셀 간의 불균형 상태를 모니터링한다.

예컨대, 프로세서(200)는 도 6에 도시된 바와 같이 배터리 장기 운용에 따른 배터리 셀의 불균형 심화 상태를 표시할 수 있으며, 예컨대 유클리디안 거리 기반의 중심과 파라미터 간의 유클리디안 거리 변화를 시간에 따라 표현할 수 있다.

아울러, 프로세서(200)는 유클리디안 거리 기반의 중심과 파라미터 간의 유클리디안 거리가 임계값 이상인지 여부에 따라 배터리 셀 간의 불균형 상태를 판정한다. 이때, 유클리디안 거리 기반의 중심과 파라미터 간의 유클리디안 거리가 임계값 이상이면, 프로세서(200)는 배터리 셀 간 불균형이 심화된 것으로 판정하고, 이러한 판정 결과를 출력부(300)를 통해 출력한다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 셀 모니터링 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 6을 참조하면, 배터리 정보 추출부(100)가 매 주기마다 배터리 정보를 추출하고(S10), 추출된 배터리 정보를 프로세서(200)에 입력한다.

배터리 정보에는 배터리 팩의 충전 구간, 휴지 구간, 방전 구간에서의 배터리 셀의 전압과 전류가 포함된다.

배터리 정보가 입력됨에 따라, 프로세서(200)는 재귀최소제곱법을 배터리 셀의 모델링식에 적용하여 배터리 셀

의 전기적 등가회로 모델의 파라미터를 추정한다(S20).

[0082] 전기적 등가회로 모델의 파라미터에는 OCV, Ri, Rdiff 및 Cdiff일 수 있다.

[0083] 상기한 바와 같이, 전기적 등가회로 모델의 파라미터가 추출됨에 따라, 프로세서는 이들 각 배터리 셀의 전기적 등가회로의 파라미터를 K-means clustering을 이용하여 군집화한다.

[0084] 이 경우, 프로세서(200)는 군집의 개수를 1개로 고정하여 파라미터들에 따라 변화하는 군집의 위치에 따라 거리를 산출한다.

[0085] 즉, 프로세서(200)는 OCV-Ri, OCV-Rdiff, OCV-Cdiff 각각에 대한 군집화를 수행하고, 유클리디안 거리 기반의 중심과 파라미터 간의 유클리디안 거리를 추출한다(S30). 이때, 프로세서(200)는 배터리 운용에 따라 배터리 팩 내 Ri 평균값과의 편차-배터리 팩 내 OCV 평균값과의 편차에 대한 유클리디안 거리의 변화, 배터리 운용에 따라 배터리 팩 내 Rdiff 평균값과의 편차-배터리 팩 내 OCV 평균값과의 편차에 대한 유클리디안 거리의 변화, 배터리 운용에 따라 배터리 팩 내 Cdiff 평균값과의 편차-배터리 팩 내 OCV 평균값과의 편차에 대한 유클리디안 거리의 변화를 얻을 수 있다.

[0086] 이어, 프로세서(200)는 상기한 유클리디안 거리를 기반으로 배터리 셀 간의 불균형 상태를 모니터링하고 이러한 모니터링 결과를 출력부(300)를 통해 출력한다(S40).

[0087] 예컨대, 프로세서(200)는 유클리디안 거리 기반의 중심과 파라미터 간의 유클리디안 거리 변화를 시간에 따라 표현할 수 있다. 또한, 프로세서(200)는 유클리디안 거리 기반의 중심과 파라미터 간의 유클리디안 거리가 임계값 이상인지 여부에 따라 배터리 셀 간의 불균형 상태를 판정할 수 있다. 이 경우, 유클리디안 거리 기반의 중심과 파라미터 간의 유클리디안 거리가 임계값 이상이며, 프로세서(200)는 배터리 셀 간에 불균형 상태에 있는 것으로 판정할 수 있다.

[0089] 상술한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 셀 모니터링 장치 및 방법은, 재귀최소제곱법을 활용하여 배터리 셀의 전기적 등가회로 모델의 파라미터를 추정하고 추정된 전기적 등가회로 모델 파라미터를 정규화하여 배터리 셀 간의 불균형을 모니터링한다.

[0090] 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 셀 모니터링 장치 및 방법은, 전류 및 전압만으로 전구간에서 배터리 내부 상태를 모니터링하고 군집화 알고리즘의 응용을 통해 보다 정확하고 신뢰성 있는 불균형 지표를 도출할 수 있다.

[0091] 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 셀 모니터링 장치 및 방법은, 배터리 셀의 전기적 등가회로 모델의 파라미터의 변화를 이용하므로 배터리 셀 간 불균형 심화에 따른 정밀한 모니터링이 가능하다.

[0092] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 하여 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.

[0093] 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 아래의 특허청구범위에 의해서 정하여져야 할 것이다.

부호의 설명

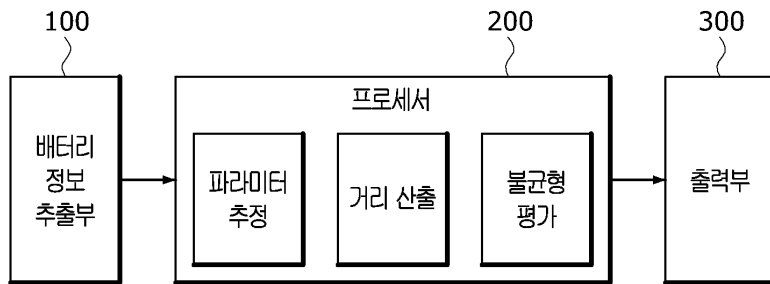
[0094] 100: 배터리 정보 추출부

200: 프로세서

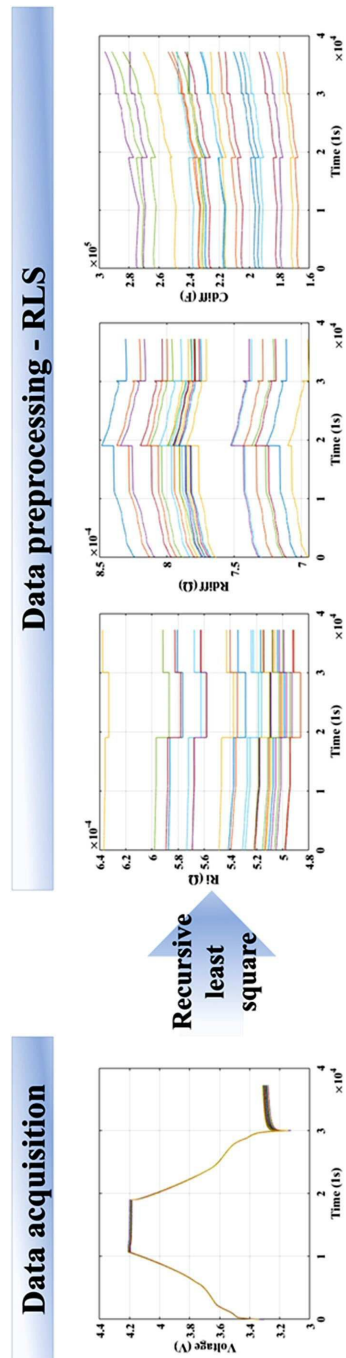
300: 출력부

도면

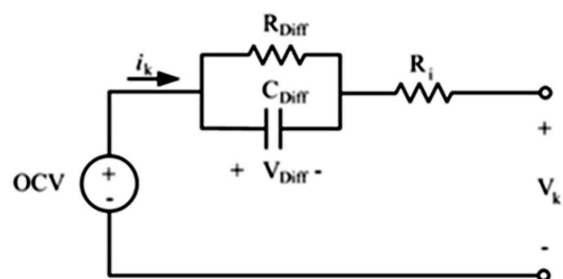
도면1



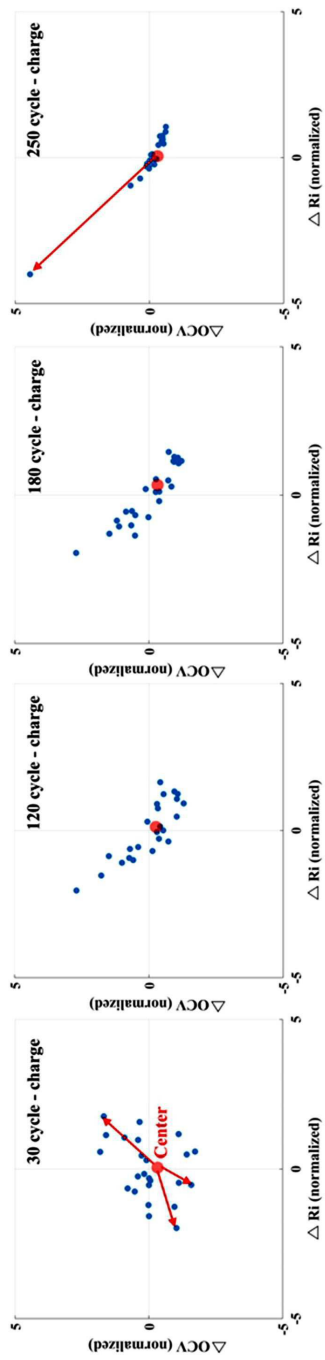
도면2



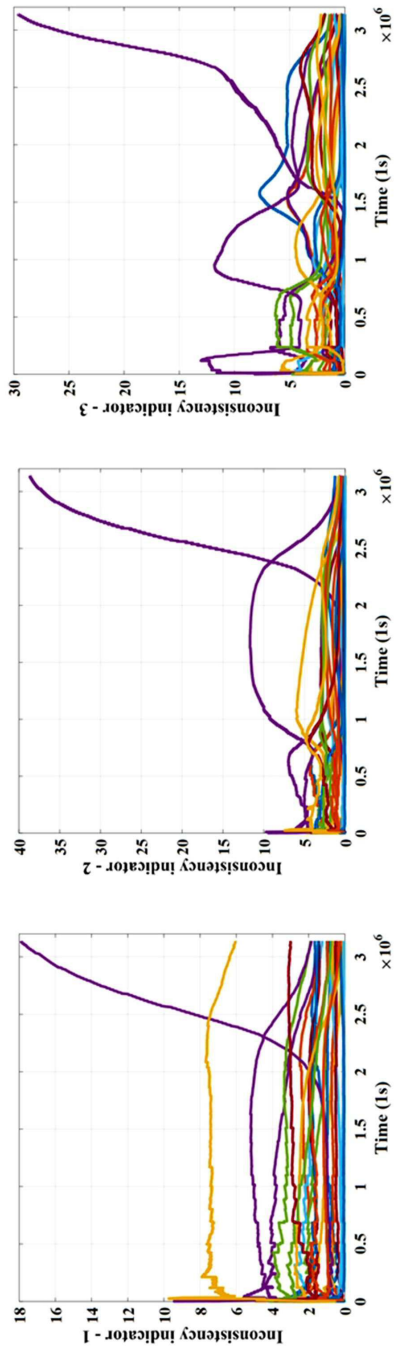
도면3



도면4



도면5



도면6

