(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0131703
(43) 공개일자 2022년09월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 31/392 (2019.01) *G01R 19/00* (2021.01)
G01R 27/08 (2006.01) *G01R 31/367* (2019.01)
G01R 31/382 (2019.01) *G01R 31/389* (2019.01)
G01R 31/396 (2019.01)
(52) CPC특허분류
G01R 31/392 (2019.01)
G01R 19/003 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0036707
(22) 출원일자 2021년03월22일
심사청구일자 2021년03월22일

(71) 출원인
한국전력공사
전라남도 나주시 전력로 55(빛가람동)
(72) 발명자
최진혁
대전광역시 유성구 문지로 105
이성은
대전광역시 유성구 문지로 105
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인아주

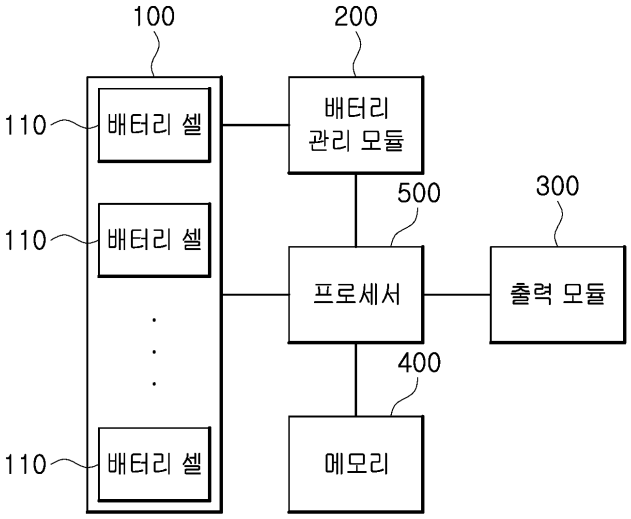
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **배터리 진단 장치 및 방법**

(57) 요 약

본 발명은 에너지 저장 시스템에 포함된 배터리 모듈에 포함된 배터리 셀의 SOC를 식별하는 배터리 관리 시스템, 배터리 셀의 초기 내부저항이 SOC별로 저장된 메모리, 및 배터리 관리 시스템과 연결되어, 배터리 셀의 열화를 진단하는 프로세서를 포함하고, 프로세서는, 배터리 셀이 무부하 상태에서 충전 또는 방전 상태로 전환됨을 식별한 것에 응답하여 배터리 셀의 내부저항을 산출하고, 배터리 관리 시스템을 통해 무부하 상태에서 배터리의 SOC를 식별하고, 메모리를 참고하여 식별된 SOC에 대응하는 기준저항을 결정하고, 결정된 기준저항과 산출된 배터리 셀의 내부저항을 비교하여 배터리 셀의 열화를 진단하는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G01R 27/08 (2013.01)
G01R 31/367 (2019.01)
G01R 31/382 (2019.01)
G01R 31/389 (2019.01)
G01R 31/396 (2019.01)
(72) 발명자
박광용
대전광역시 유성구 문지로 105

임정호
대전광역시 유성구 문지로 105

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415170113
과제번호	20198510050010
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	에너지국제공동연구(R&D)
연구과제명	초저가 ESS 지향 중저온 구동 평판 Na계 이차전지 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	(재)포항산업과학연구원
연구기간	2020.11.01 ~ 2021.05.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

에너지 저장 시스템에 포함된 배터리 셀의 SOC(State Of Charge)를 식별하는 배터리 관리 시스템;

상기 배터리 셀의 초기 내부저항이 SOC별로 저장된 메모리; 및

상기 배터리 관리 시스템과 연결되어, 상기 배터리 셀의 열화를 진단하는 프로세서;를 포함하고,

상기 프로세서는, 상기 배터리 셀이 무부하 상태에서 충전 또는 방전 상태로 전환됨을 식별한 것에 응답하여 상기 배터리 셀의 내부저항을 산출하고, 상기 배터리 관리 시스템을 통해 상기 무부하 상태에서 상기 배터리의 SOC를 식별하고, 상기 메모리를 참고하여 상기 식별된 SOC에 대응하는 기준저항을 결정하고, 상기 결정된 기준저항과 상기 산출된 배터리 셀의 내부저항을 비교하여 상기 배터리 셀의 열화를 진단하는 것을 특징으로 하는 배터리 진단 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 프로세서는, 운행 대기 중인 상기 배터리 셀에서 전류가 인출되는 경우 상기 배터리 셀이 무부하 상태에서 방전 상태로 전환되는 것으로 식별하고, 운행 대기 중인 상기 배터리 셀로 전류가 인가되는 경우 상기 배터리 셀이 무부하 상태에서 충전 상태로 전환되는 것으로 식별하는 것을 특징으로 하는 배터리 진단 장치.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 산출하는 동작의 적어도 일부로서, 상기 프로세서는,

무부하 상태에서 배터리 셀의 전압인 제1 전압을 측정하고, 충전 또는 방전의 개시 시점으로부터 설정 시간 이후의 배터리 셀의 전압인 제2 전압을 측정하고, 상기 설정 시간동안 상기 배터리 셀로부터 인가 또는 인출되는 평균 전류를 산출하고, 상기 제1 전압, 상기 제2 전압 및 상기 평균 전류에 근거하여 상기 내부저항을 산출하는 것을 특징으로 하는 배터리 진단 장치.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 프로세서는, 상기 산출된 내부저항과 상기 식별된 SOC를 매칭하여 상기 메모리에 저장하고, 기 설정된 설정 주기로 상기 메모리에 저장된 내부저항을 분석하여 시간에 따른 내부저항의 변화 추이를 SOC별로 산출하고, 상기 SOC별로 산출된 내부저항의 변화 추이에 기반하여 상기 배터리 셀의 열화를 진단하는 것을 특징으로 하는 배터리 진단 장치.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 배터리 셀은 에너지 저장 시스템에 복수로 구비되고,

상기 프로세서는, 상기 복수의 배터리 셀의 내부저항을 통계 분석하여 상기 복수의 배터리 셀에 대한 표준편차

및 정규분포를 계산하고, 상기 계산된 표준편차 및 정규분포를 출력하는 것을 특징으로 하는 배터리 진단 장치.

청구항 6

프로세서가, 에너지 저장 시스템에 포함된 배터리 셀이 무부하 상태에서 충전 또는 방전 상태로 변경됨을 식별한 것에 응답하여 상기 배터리 셀의 내부저항을 산출하는 단계;

상기 프로세서가, 배터리 관리 시스템을 통해 상기 무부하 상태에서 상기 배터리 셀의 SOC(State Of Charge)를 식별하는 단계;

상기 프로세서가, 배터리 셀의 초기 내부저항이 SOC별로 저장된 메모리를 참고하여 상기 식별된 SOC에 대응하는 기준저항을 결정하는 단계; 및

상기 결정된 기준저항과 상기 산출된 배터리 셀의 내부저항을 비교하여 상기 배터리 셀의 열화를 진단하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 배터리 진단 방법.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 산출하는 단계에서, 상기 프로세서는,

운행 대기 중인 상기 배터리 셀에서 전류가 인출되는 경우 상기 배터리 셀이 무부하 상태에서 방전 상태로 전환되는 것으로 식별하고, 운행 대기 중인 상기 배터리 셀로 전류가 인가되는 경우 상기 배터리 셀이 무부하 상태에서 충전 상태로 전환되는 것으로 식별하는 것을 특징으로 하는 배터리 진단 방법.

청구항 8

제 6항에 있어서,

상기 산출하는 단계는,

상기 프로세서가, 무부하 상태에서 배터리 셀의 전압인 제1 전압을 측정하는 단계;

상기 프로세서가, 상기 충전 또는 방전의 개시 시점으로부터 설정 시간 이후의 배터리 셀의 전압인 제2 전압을 측정하는 단계;

상기 프로세서가, 상기 설정 시간동안 상기 배터리 셀로부터 인가 또는 인출되는 평균 전류를 산출하는 단계; 및

상기 프로세서가, 상기 제1 전압, 상기 제2 전압 및 상기 평균 전류에 근거하여 상기 내부저항을 산출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 배터리 진단 방법.

청구항 9

제 6항에 있어서,

상기 프로세서가, 상기 산출된 내부저항과 상기 식별된 SOC를 매칭하여 상기 메모리에 저장하는 단계;

상기 프로세서가, 기 설정된 설정 주기로 상기 메모리에 저장된 내부저항을 분석하여 시간에 따른 내부저항의 변화 추이를 SOC별로 산출하는 단계; 및

상기 프로세서가, 상기 SOC별로 산출된 내부저항의 변화 추이에 기반하여 상기 내부저항의 열화를 진단하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 배터리 진단 방법.

청구항 10

제 6항에 있어서,

상기 프로세서가, 상기 에너지 저장 시스템에 포함된 복수의 배터리 셀의 내부저항을 통계 분석하여 복수의 배터리 셀에 대한 표준편차 및 정규분포를 계산하는 단계; 및

상기 프로세서가, 상기 계산된 표준편차 및 정규분포를 출력하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 배터리 진단 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 배터리 진단 장치 및 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 배터리의 열화를 진단하기 위한 배터리 진단 장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 일반적으로 에너지 저장 시스템(ESS : Energy Storage System)(또는 에너지 저장 장치)은 배터리에 전기에너지를 충전한 후 필요 시 부하로 에너지를 공급하는 장치를 말한다. 이러한 에너지 저장 장치는 충방전을 통하여 전력피크의 평활화, 불연속적인 출력특성을 갖는 풍력 및 태양광의 출력특성 안정화, 및 전력계통의 주파수를 조정하는 것을 주요 목적으로 활용되고 있다.

[0004] 에너지 저장 시스템에서 전기에너지를 충전하기 위한 배터리는 충전 및 방전을 반복함에 따라 지속적으로 노화되어 점차적으로 용량이 저하되고 저항이 증가하게 된다. 즉 배터리는 영구적으로 사용할 수 없으므로, 노화에 따른 문제가 발생하기 전에 이를 보수하거나 교체해 주어야 한다.

[0005] 종래에는 에너지 저장 시스템에 포함된 배터리의 열화를 진단하기에 앞서, 배터리의 SOC(State Of Charge)를 기 설정된 특정값으로 조정하거나 배터리를 안정화시킬 필요가 있었으며, 이에 따라 배터리의 열화를 진단하기 위해 1시간 이상의 시간이 필요하였다. 또한, 에너지 저장 시스템에 포함된 배터리의 열화를 진단하기 위해서는 SOC를 기 설정된 특정값으로 조정하거나 배터리를 안정화시킬 필요가 있으므로, 에너지 저장 시스템이 충전 또는 방전되는 중(즉, 에너지 저장 시스템의 운영 중)에는 배터리의 열화를 진단하는데 어려움이 존재하였다.

[0006] 본 발명의 배경기술은 대한민국 공개특허공보 제10-2016-0144658호(2016.12.19.)의 '에너지 저장 장치 제어 기능을 구비한 계통 연계형 인버터 장치'에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위해 창안된 것으로, 본 발명의 일 측면에 따른 목적은 배터리의 열화를 진단함으로써 배터리의 운영, 유지 및 보수를 용이하게 하는 배터리 진단 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 일 측면에 따른 배터리 진단 장치는 에너지 저장 시스템에 포함된 배터리 모듈에 포함된 배터리 셀의 SOC(State Of Charge)를 식별하는 배터리 관리 시스템; 상기 배터리 셀의 초기 내부저항이 SOC별로 저장된 메모리; 및 상기 배터리 관리 시스템과 연결되어, 상기 배터리 셀의 열화를 진단하는 프로세서;를 포함하고, 상기 프로세서는, 상기 배터리 셀이 무부하 상태에서 충전 또는 방전 상태로 전환됨을 식별한 것에 응답하여 상기 배터리 셀의 내부저항을 산출하고, 상기 배터리 관리 시스템을 통해 상기 무부하 상태에서 상기 배터리의 SOC를 식별하고, 상기 메모리를 참고하여 상기 식별된 SOC에 대응하는 기준저항을 결정하고, 상기 결정된 기준저항과 상기 산출된 배터리 셀의 내부저항을 비교하여 상기 배터리 셀의 열화를 진단하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 본 발명에 있어 상기 프로세서는, 운행 대기 중인 상기 배터리 셀에서 전류가 인출되는 경우 상기 배터리 셀이 무부하 상태에서 방전 상태로 전환되는 것으로 식별하고, 운행 대기 중인 상기 배터리 셀로 전류가 인가되는 경우 상기 배터리 셀이 무부하 상태에서 충전 상태로 전환되는 것으로 식별하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 본 발명에 있어 상기 산출하는 동작의 적어도 일부로서, 상기 프로세서는, 무부하 상태에서 배터리 셀의 전압인 제1 전압을 측정하고, 충전 또는 방전의 개시 시점으로부터 설정 시간 이후의 배터리 셀의 전압인 제2 전압을 측정하고, 상기 설정 시간동안 상기 배터리 셀로부터 인가 또는 인출되는 평균 전류를 산출하고, 상기 제1 전압, 상기 제2 전압 및 상기 평균 전류에 근거하여 상기 내부저항을 산출하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 본 발명에 있어 상기 프로세서는, 상기 산출된 내부저항과 상기 식별된 SOC를 매칭하여 상기 메모리에 저장하고, 기 설정된 설정 주기로 상기 메모리에 저장된 내부저항을 분석하여 시간에 따른 내부저항의 변화 추이를 SOC별로 산출하고, 상기 SOC별로 산출된 내부저항의 변화 추이에 기반하여 상기 배터리 셀의 열화를 진단하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 본 발명에 있어 상기 배터리 셀은 상기 에너지 저장 시스템에 복수로 구비되고, 상기 프로세서는, 상기 복수의 배터리 셀의 내부저항을 통계 분석하여 상기 복수의 배터리 셀에 대한 표준편차 및 정규분포를 계산하고, 상기 계산된 표준편차 및 정규분포를 출력하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 본 발명의 일 측면에 따른 배터리 진단 방법은 프로세서가, 에너지 저장 시스템에 포함된 배터리 모듈에 포함된 배터리 셀이 무부하 상태에서 충전 또는 방전 상태로 변경됨을 식별한 것에 응답하여 상기 배터리 셀의 내부저항을 산출하는 단계; 상기 프로세서가, 배터리 관리 시스템을 통해 상기 무부하 상태에서 상기 배터리 셀의 SOC(State Of Charge)를 식별하는 단계; 상기 프로세서가, 배터리 셀의 초기 내부저항이 SOC별로 저장된 메모리를 참고하여 상기 식별된 SOC에 대응하는 기준저항을 결정하는 단계; 및 상기 결정된 기준저항과 상기 산출된 배터리 셀의 내부저항을 비교하여 상기 배터리 셀의 열화를 진단하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 본 발명에 있어 상기 산출하는 단계에서, 상기 프로세서는, 운행 대기 중인 상기 배터리 셀에서 전류가 인출되는 경우 상기 배터리 셀이 무부하 상태에서 방전 상태로 전환되는 것으로 식별하고, 운행 대기 중인 상기 배터리 셀로 전류가 인가되는 경우 상기 배터리 셀이 무부하 상태에서 충전 상태로 전환되는 것으로 식별하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 본 발명에 있어 상기 산출하는 단계는, 상기 프로세서가, 무부하 상태에서 배터리 셀의 전압인 제1 전압을 측정하는 단계; 상기 프로세서가, 상기 충전 또는 방전의 개시 시점으로부터 설정 시간 이후의 배터리 셀의 전압인 제2 전압을 측정하는 단계; 상기 프로세서가, 상기 설정 시간동안 상기 배터리 셀로부터 인가 또는 인출되는 평균 전류를 산출하는 단계; 및 상기 프로세서가, 상기 제1 전압, 상기 제2 전압 및 상기 평균 전류에 근거하여 상기 내부저항을 산출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 본 발명에 있어 상기 프로세서가, 상기 산출된 내부저항과 상기 식별된 SOC를 매칭하여 상기 메모리에 저장하는 단계; 상기 프로세서가, 기 설정된 설정 주기로 상기 메모리에 저장된 내부저항을 분석하여 시간에 따른 내부저항의 변화 추이를 SOC별로 산출하는 단계; 및 상기 프로세서가, 상기 SOC별로 산출된 내부저항의 변화 추이에 기반하여 상기 내부저항의 열화를 진단하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 본 발명에 있어 상기 프로세서가, 상기 에너지 저장 시스템에 포함된 복수의 배터리 셀의 내부저항을 통계 분석하여 복수의 배터리 셀에 대한 표준편차 및 정규분포를 계산하는 단계; 및 상기 프로세서가, 상기 계산된 표준편차 및 정규분포를 출력하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0021] 본 발명의 일 측면에 따르면 배터리의 열화를 진단함으로써 배터리의 운영, 유지 및 보수를 용이하게 할 수 있다.

[0022] 본 발명의 다른 측면에 따르면 배터리의 열화를 셀 수준에서 진단할 수 있다.

[0023] 본 발명의 다른 측면에 따르면 배터리의 내부저항을 측정하기 위해 배터리로 전류를 인가하는 과정 없이 배터리 운영 중 무부하 상태에서 충전 또는 방전 상태로 변경되는 시점을 이용하여 배터리의 내부저항을 측정할 수 있다.

[0024] 본 발명의 다른 측면에 따르면 배터리 모듈에 포함된 복수의 배터리 셀의 내부저항에 대한 통계 분석의 결과를 사용자에게 제공함으로써 배터리 모듈에 포함된 복수의 배터리 셀의 관리를 용이하게 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 진단 장치를 설명하기 위한 블록 구성도이다.

도 2는 시간에 따른 배터리 셀의 충전 상태(SOC)의 일 예시를 도시하고 있고 있는 예시도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 진단 장치를 통해 산출된 시간에 따른 배터리 셀의 내부저항의 변화 추이의 일 예시를 도시하고 있는 예시도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 진단 장치를 통해 출력되는 결과를 설명하기 위한 예시도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 진단 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 진단 방법의 진단하는 단계를 설명하기 위한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 이하에서는 본 발명의 실시예에 따른 배터리 진단 장치 및 방법을 첨부된 도면들을 참조하여 상세하게 설명한다. 이 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다. 또한, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0028] 이하에서는 본 실시예의 이해를 돕기 위해 에너지 저장 시스템(ESS: Energy Storage System)에 구비되는 배터리 모듈의 성능을 진단하는 실시예로 설명하지만, 본 실시예는 에너지 저장 시스템 이외에도, 저장된 전기에너지를 부하로 공급하기 위해 충전 및 방전이 수행되는 모든 종류의 배터리 모듈의 성능 열화를 진단하는 구성에 적용될 수 있다. 한편, 에너지 저장 시스템은 전기자동차에 적용되는 배터리를 포함할 수 있다.

[0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 진단 장치를 설명하기 위한 블록 구성도이다. 도 2는 시간에 따른 배터리 셀의 충전 상태(SOC)의 일 예시를 도시하고 있는 예시도이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 진단 장치를 통해 산출된 시간에 따른 배터리 셀의 내부저항의 변화 추이의 일 예시를 도시하고 있는 예시도이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 진단 장치를 통해 출력되는 결과를 설명하기 위한 예시도이다.

[0030] 도 1을 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 진단 장치는 배터리 모듈(100), 배터리 관리 모듈(200), 출력 모듈(300), 메모리(400) 및 프로세서(500)를 포함할 수 있다.

[0031] 배터리 모듈(100)은 단전지가 직렬 또는 병렬로 연결된 모듈을 의미할 수 있으며, 적어도 하나의 배터리 셀(110)을 포함할 수 있다. 한편, 단전지는 양극판과 음극판이 구비되어 화학 작용에 의해 충방전이 가능한 2차 전지를 의미할 수 있으며, 리튬 전지(Li Battery), 나트륨-황 전지(NaS Battery), 레독스 플로우 배터리(Redox Flow Battery), 니켈-카드뮴 전지(Ni-Cd Battery), 또는 슈퍼 커패시터로 구성될 수 있으나 이에 한정되지 않는다.

[0032] 배터리 관리 모듈(200)은 배터리 모듈(100)에 구비된 배터리 셀(110)의 SOC(State Of Charge)를 식별할 수 있다. 예를 들어, 배터리 관리 모듈(200)은 배터리 관리 시스템(BMS: Battery Management System)일 수 있으며, 후술하는 프로세서(500)의 제어에 따라 배터리 셀(110)의 SOC(State Of Charge)를 식별하고, 식별된 배터리 모듈(100)의 SOC를 프로세서(500)로 전송할 수 있다.

[0033] 출력 모듈(300)은 사용자가 식별할 수 있도록 프로세서(500)를 통해 배터리 모듈(100)을 진단한 결과, 및 배터리 모듈(100)의 진단에 따라 산출되는 각종 수치를 출력할 수 있다. 예를 들어, 출력 모듈(300)은 디스플레이일 수 있다.

[0034] 메모리(400)에는 프로세서(500)가 배터리 셀(110)의 열화를 진단하기 위해 필요한 각종 데이터가 미리 저장되어 있을 수 있다. 또한, 메모리(400)에는 프로세서(500)를 통해 배터리를 진단한 결과, 및 배터리 모듈(100)의 진단에 따라 산출되는 각종 수치를 저장할 수 있다. 메모리(400)는, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 진단 장

치의 적어도 하나의 구성요소(예: 프로세서(500))에 의해 사용되는 다양한 데이터를 저장할 수 있다. 데이터는, 예를 들어, 소프트웨어 및, 이와 관련된 명령에 대한 입력 데이터 또는 출력 데이터를 포함할 수 있다. 메모리(400)는, 휘발성 메모리(400) 또는 비휘발성 메모리(400)를 포함할 수 있다.

[0035] 프로세서(500)는 배터리 셀(110)이 무부하 상태에서 충전 또는 방전 상태로 전환됨을 식별한 것에 응답하여 배터리 셀(110)의 내부저항을 산출하고, 배터리 관리 모듈(200)을 통해 무부하 상태에서 배터리 셀(110)의 SOC를 식별하고, 산출된 배터리 셀(110)의 내부저항을 식별된 SOC에 대응하는 기준저항과 비교하여 배터리 셀(110)의 열화를 진단할 수 있다.

[0036] 프로세서(500)는 운영 체제 또는 어플리케이션을 구동하여 프로세서(500)에 연결된 복수의 하드웨어 또는 소프트웨어 구성요소들을 제어할 수 있고, 각종 데이터 처리 및 연산을 수행할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 프로세서(500)는 SoC(system on chip)로 구현될 수 있다. 프로세서(500)는 다른 구성요소들 중 적어도 하나로부터 수신된 인스트럭션(instruction) 또는 데이터를 메모리(400)에 로드(load)하여 처리하고, 다양한 데이터를 메모리(400)에 저장할 수 있다.

[0037] 이하에서는 프로세서(500)가 배터리 셀(110)의 내부저항에 기반하여 배터리 셀(110)의 열화를 진단하는 과정을 구체적으로 살펴보도록 한다.

[0038] 먼저, 프로세서(500)는 배터리 셀(110)이 무부하 상태에서 충전 또는 방전 상태로 전환되는지 여부를 판단할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 프로세서(500)는 운행 대기 중인 배터리 셀(110)에서 다른 장치로 전류가 인출되는 경우(전기차 배터리의 경우, 차량이 정차 상태에서 가속 상태로 변화하는 경우) 배터리 셀(110)이 무부하 상태에서 방전 상태로 전환된 것으로 판단할 수 있다. 한편, 프로세서(500)는 운행 대기 중인 배터리 셀(110)으로 전류가 인가되는 경우(전기차 배터리의 경우, 차량이 정차 상태에서 충전 상태로 변화하는 경우) 배터리 셀(110)이 무부하 상태에서 충전 상태로 전환된 것으로 판단할 수 있다.

[0039] 이어서, 프로세서(500)는 배터리 셀(110)이 무부하 상태에서 충전 또는 방전 상태로 전환된 것으로 판단되는 경우, 배터리 셀(110)의 내부저항을 측정할 수 있다. 구체적으로, 프로세서(500)는 무부하 상태(즉, 방전 개시 시점)에서 배터리 셀(110)의 전압인 제1 전압을 측정하고, 충전 또는 방전의 개시 시점으로부터 설정 시간 이후의 배터리 셀(110)의 전압인 제2 전압을 측정하고, 설정 시간동안 배터리 셀(110)로 인가되거나 배터리 셀(110)로부터 인출되는 평균 전류를 산출하고(즉, 무부하 상태에서 충전 상태로 전환된 경우에는 배터리 셀(110)로 인가되는 평균 전류를 산출하고, 무부하 상태에서 방전 상태로 전환된 경우에는 배터리 셀(110)로부터 인출되는 평균 전류를 산출한다.), 산출된 제1 전압, 제2 전압 및 평균 전류에 근거하여 배터리 셀(110)의 내부저항을 산출할 수 있다. 보다 구체적으로, 프로세서(500)는 배터리 모듈(100)이 무부하 상태에서 충전 상태로 전환된 것으로 판단되는 경우 하기 수학식 1을 계산함으로써 배터리 셀(110)의 내부저항을 측정하고, 배터리 모듈(100)이 무부하 상태에서 방전 상태로 전환된 것으로 판단되는 경우 하기 수학식 2를 계산함으로써 배터리 셀(110)의 내부저항을 측정할 수 있다. 한편, 설정 시간은 배터리의 사양 및 설계자의 의도에 따라 다양하게 설정될 수 있다.

수학식 1

[0040] $$R_{dis} = \frac{(OCV_{dis} - V_{dis})}{I_{dis}}$$

[0041] 수학식 1은 배터리 셀(110)이 무부하 상태에서 충전 상태로 전환되는 경우에 배터리 셀(110)의 내부저항을 계산하는 수식이다. 여기서, R_{dis}는 충전 시 내부저항, OCV_{dis}는 충전 개시 시점에서 배터리 셀(110)의 전압(즉, 충전 개시 시의 개방 회로 전압), V_{dis}는 충전 개시 시점으로부터 설정 시간 이후의 배터리 셀(110)의 전압, I_{dis}는 설정 시간동안 배터리 셀(110)로 인가되는 평균 전류를 의미한다.

수학식 2

[0042] $$R_{chg} = \frac{(V_{chg} - OCV_{chg})}{I_{chg}}$$

[0043] 수학식 2는 배터리 셀(110)이 무부하 상태에서 방전 상태로 전환되는 경우에 배터리 셀(110)의 내부저항을 계산하는 수식이다. 여기서, R_{chg}는 충전 시 내부저항, OCV_{chg}는 방전 개시 시점에서 배터리 셀(110)의 전압(즉, 방전 개시 시의 개방 회로 전압), V_{chg}는 방전 개시 시점으로부터 설정 시간 이후의 배터리 셀(110)의 전압, I_{chg}는 설정 시간동안 배터리 셀(110)로부터 인출되는 평균 전류를 의미한다.

[0044] 도 2는 시간에 따른 배터리 셀(110)의 충전 상태(SOC)의 일 예시를 도시하고 있다. 도 2에 도시된 바와 같이, 배터리 셀(110)의 운영 중 충전과 방전이 수행될 수 있으며, 때때로 (A), (B)와 같이 배터리 셀(110)이 무부하 상태에서 충전 상태로 전환되는 구간이 발생될 수도 있고, (C), (D), (E)와 같이 무부하 상태에서 충전 상태로 전환되는 구간이 발생될 수도 있다. 본 발명은 배터리 셀(110)로 별도의 전류를 인가하고, 전류 인가에 따른 변화를 이용하여 배터리 셀(110)의 내부 저항을 측정하는 대신, 운영 중인 배터리 셀(110)이 무부하 상태에서 충전 또는 방전 상태로 변경되는 시점을 이용하여 배터리 셀(110)의 내부저항을 측정할 수 있다. 이에 따라, 본 발명은 배터리 셀(110)의 내부저항을 측정하기 위해 배터리 셀(110)로 전류를 인가하는 과정을 생략할 수 있다.

[0045] 이어서, 프로세서(500)는 배터리 관리 모듈(200)을 통해 무부하 상태에서 배터리 셀(110)의 SOC를 식별할 수 있다. 배터리 셀(110)의 내부저항은 배터리 셀(110)의 충전 상태에 따라 변화하므로, 배터리 셀(110)의 내부저항을 통해 배터리 셀(110)의 열화를 진단하기 위해서는 배터리 셀(110)의 충전 상태가 식별될 필요가 있다.

[0046] 이어서, 프로세서(500)는 초기 상태에서 배터리 셀(110)의 내부저항이 SOC별로 저장된 메모리(400)를 참고하여, 식별된 배터리 셀(110)의 SOC에 대응하는 기준저항을 결정할 수 있다. 메모리(400)에는 배터리 셀(110)의 초기 내부저항이 SOC별로 저장되어 있으며, 프로세서(500)는 메모리(400)에서 식별된 SOC에 대응하는 배터리 셀(110)의 내부저항을 검출하고, 검출된 배터리 셀(110)의 내부저항을 기준저항으로 이용할 수 있다. 여기서, 초기 내부저항은 초기 상태에서 배터리의 내부저항(즉, 공장 출하 직후에 산출된 배터리 셀(110)의 내부저항)을 의미한다.

[0047] 이어서, 프로세서(500)는 결정된 기준저항과 산출된 내부저항을 비교하여 배터리 셀(110)의 열화를 진단할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 프로세서(500)는 산출된 내부저항과 결정된 기준저항 간의 비율(백분율)을 계산하고, 계산된 비율을 배터리 셀(110)의 열화를 나타내는 지표로 이용할 수 있다. 즉, 프로세서(500)는 초기 상태에서 배터리 셀(110)의 내부저항과 현재 시점에서 산출된 배터리 셀(110)의 내부저항을 비교함으로써 배터리 셀(110)의 출력이 초기 대비 열화된 정도를 판단할 수 있다.

[0048] 전술한 과정은 배터리 모듈(100)에 포함된 모든 배터리 셀(110)에 대하여 수행될 수 있다. 즉, 에너지 저장 시스템이 복수의 배터리 셀(110)을 포함하는 배터리 모듈(100)을 복수개 포함하는 경우, 복수의 배터리 모듈(100)이 포함된 배터리 셀(110) 각각에 대하여 열화를 진단하는 과정이 수행될 수 있다.

[0049] 이어서, 프로세서(500)는 출력 모듈(300)을 통해 배터리 셀(110)의 열화를 진단한 결과를 출력할 수 있다. 프로세서(500)는 배터리 셀(110)의 열화를 진단한 결과를 전자 문서 형태로 출력할 수도 있다.

[0050] 전술한 바와 같이, 본 발명은 배터리의 열화를 진단함으로써 배터리의 운영, 유지 및 보수를 용이하게 할 수 있다. 또한, 본 발명은 배터리의 열화를 배터리 셀(110) 수준에서 진단할 수 있다.

[0051] 한편, 프로세서(500)는 산출된 내부저항과 식별된 SOC를 매칭하여 메모리(400)에 저장하고, 기 설정된 설정 주기로 저장된 내부저항을 분석하여 시간에 따른 내부저항의 변화 추이를 SOC별로 산출하고, SOC별로 산출된 내부저항의 변화 추이에 기반하여 배터리 셀(110)의 열화를 진단할 수도 있다. 여기서, 설정 주기는 에너지 저장 시스템의 총 운행 시간 및 에너지 저장 시스템으로 인가되거나 에너지 저장 시스템으로부터 인출된 총 전력량(전기차 배터리의 경우, 주행 거리를 더 포함할 수 있다.) 중 적어도 하나를 고려하여 설정될 수 있다.

[0052] 프로세서(500)는 SOC별로 산출된 내부저항의 변화 추이를 기 설정된 기준 변화 추이와 비교함으로써 배터리 셀(110)의 열화를 진단할 수 있다. 기준 변화 추이는 시험 또는 시뮬레이션을 통해 미리 설정되어 메모리(400)에 저장될 수 있다.

[0053] 도 3은 배터리 셀(110)이 도 2에 도시된 것과 같은 싸이클로 운영된다고 가정했을 경우에 산출되는 시간에 따른 배터리 셀(110)의 내부저항의 변화 추이를 도시하고 있다. 도 3(a)의 B는 도 2의 (B)에서 산출된 배터리 셀(110)의 내부저항의 변화 추이를 도시하고 있고, 도 3(a)의 D는 도 2의 (D)에서 산출된 배터리 셀(110)의 내부저항의 변화 추이를 도시하고 있고, 도 3(b)의 A는 도 2의 (A)에서 산출된 배터리 셀(110)의 내부저항의 변화 추이를 도시하고 있고, 도 3(b)의 C는 도 2의 (C)에서 산출된 배터리 셀(110)의 내부저항의 변화 추이를 도시하고 있다. 즉, 도 3(a)의 B는 배터리 셀(110)의 SOC가 25%일 때 측정된 내부저항의 변화 추이를 도시하고 있고, 도 3(a)의 D는 배터리 셀(110)의 SOC가 50%일 때 측정된 내부저항의 변화 추이를 도시하고 있고, 도 3(b)의 A 및 C는 배터리 셀(110)의 SOC가 100%일 때 측정된 내부저항의 변화하는 추이를 도시하고 있다. 도 3에 도시된 바와 같이, 배터리 셀(110)의 내부저항은 일정한 경향성을 가지므로, 이를 이용하여 배터리 셀(110)의 열화를 진단할 수 있다.

[0054] 한편, 프로세서(500)는 배터리 모듈(100)에 포함된 복수의 배터리 셀(110)의 내부저항을 각각 산출한 후, 각각 산출된 내부 저항을 통계 분석하여 복수의 배터리 셀(110)에 대한 표준편차 및 정규분포를 계산하고, 계산된 표준편차 및 정규분포를 출력할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 프로세서(500)는 도 4에 도시된 바와 같이, 배터리 모듈(100)에 포함된 복수의 배터리 셀(110)의 내부저항을 일정 기준(예를 들어, 오름차순, 내림차순 또는 번호순)으로 정렬하여 출력하거나, 복수의 배터리 셀(110)의 내부저항의 정규분포의 확률밀도함수를 출력하거나, 배터리 모듈(100)에 포함된 복수의 배터리 셀(110) 중 표준편차보다 큰 편차를 갖는 배터리 셀(110)을 선별하여 출력할 수 있다. 프로세서(500)는 출력 모듈(300)을 통해 통계 분석의 결과를 출력할 수도 있고, 전자 문서 형태로 출력할 수도 있다.

[0055] 전술한 바와 같이, 본 발명은 배터리 모듈(100)에 포함된 복수의 배터리 셀(110)의 내부저항에 대한 통계 분석의 결과를 사용자에게 제공함으로써 배터리 모듈(100)에 포함된 복수의 배터리 셀(110)의 관리를 용이하게 할 수 있다.

[0056] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 진단 방법을 설명하기 위한 순서도이고, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 진단 방법의 진단하는 단계를 설명하기 위한 순서도이다.

[0057] 이하에서는 도 5 및 도 6을 참고하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 진단 방법을 설명하도록 한다.

[0058] 먼저, 프로세서(500)는 배터리 셀(110)이 무부하 상태에서 충전 또는 방전 상태로 전환되는지 여부를 판단할 수 있다.(S100 단계)

[0059] 일 실시예에 따르면, 프로세서(500)는 운행 대기 중인 배터리 셀(110)에서 다른 장치로 전류가 인출되는 경우(전기차 배터리의 경우, 차량이 정차 상태에서 가속 상태로 변화하는 경우) 배터리 셀(110)이 무부하 상태에서 방전 상태로 전환된 것으로 판단할 수 있다. 한편, 프로세서(500)는 운행 대기 중인 배터리 셀(110)으로 전류가 인가되는 경우(전기차 배터리의 경우, 차량이 정차 상태에서 충전 상태로 변화하는 경우) 배터리 셀(110)이 무부하 상태에서 충전 상태로 전환된 것으로 판단할 수 있다.

[0060] 이어서, 프로세서(500)는 배터리 셀(110)이 무부하 상태에서 충전 또는 방전 상태로 전환된 것으로 판단되는 경우, 배터리 셀(110)의 내부저항을 측정할 수 있다.(S200 단계)

[0061] 구체적으로, 프로세서(500)는 무부하 상태(즉, 방전 개시 시점)에서 배터리 셀(110)의 전압인 제1 전압을 측정하고(S210 단계), 충전 또는 방전의 개시 시점으로부터 설정 시간 이후의 배터리 셀(110)의 전압인 제2 전압을 측정하고(S220 단계), 설정 시간동안 배터리 셀(110)로 인가되거나 배터리 셀(110)로부터 인출되는 평균 전류를 산출하고(즉, 무부하 상태에서 충전 상태로 전환된 경우에는 배터리 셀(110)로 인가되는 평균 전류를 산출하고, 무부하 상태에서 방전 상태로 전환된 경우에는 배터리 셀(110)로부터 인출되는 평균 전류를 산출한다.)(S230 단계), 산출된 제1 전압, 제2 전압 및 평균 전류에 근거하여 배터리 셀(110)의 내부저항을 산출할 수 있다.(S240 단계)

[0062] 이어서, 프로세서(500)는 배터리 관리 모듈(200)을 통해 무부하 상태에서 배터리 셀(110)의 SOC를 식별할 수 있다.(S300 단계)

[0063] 이어서, 프로세서(500)는 초기 상태에서 배터리 셀(110)의 내부저항이 SOC별로 저장된 메모리(400)를 참고하여, 식별된 배터리 셀(110)의 SOC에 대응하는 기준저항을 결정할 수 있다.(S400 단계)

[0064] 이어서, 프로세서(500)는 결정된 기준저항과 산출된 내부저항을 비교하여 배터리 셀(110)의 열화를 진단할 수 있다(S500 단계). 일 실시예에 따르면, 프로세서(500)는 산출된 내부저항과 결정된 기준저항 간의 비율(백분

율)을 계산하고, 계산된 비율을 배터리 셀(110)의 열화를 나타내는 지표로 이용할 수 있다. 즉, 프로세서(500)는 초기 상태에서 배터리 셀(110)의 내부저항과 현재 시점에서 산출된 배터리 셀(110)의 내부저항을 비교함으로써 배터리 셀(110)의 출력이 초기 대비 열화한 정도를 판단할 수 있다.

[0065]

[0066] 상술한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 진단 장치 및 방법은 배터리의 열화를 진단함으로써 배터리의 운영, 유지 및 보수를 용이하게 할 수 있다. 또한, 본 발명은 배터리의 열화를 셀 수준에서 진단할 수 있다. 또한, 본 발명은 배터리의 내부저항을 측정하기 위해 배터리로 전류를 인가하는 과정을 없이 배터리 운영 중 무부하 상태에서 충전 또는 방전 상태로 변경되는 시점을 이용하여 배터리의 내부저항을 측정할 수 있다. 또한, 본 발명은 배터리 모듈에 포함된 복수의 배터리 셀의 내부저항에 대한 통계 분석의 결과를 사용자에게 제공함으로써 배터리 모듈에 포함된 복수의 배터리 셀의 관리를 용이하게 할 수 있다.

[0067] 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 프로그래밍가능한 로직 디바이스 등을 포함하는 프로세싱 디바이스를 일반적으로 지칭하는 프로세서(500) 등과 같은 장치에서 구현될 수 있다. 프로세서(500)는 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.

[0068] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 하여 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며 당해 기술이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 아래의 특허청구범위에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0070] 100: 배터리 모듈

110: 배터리 셀

200: 배터리 관리 모듈

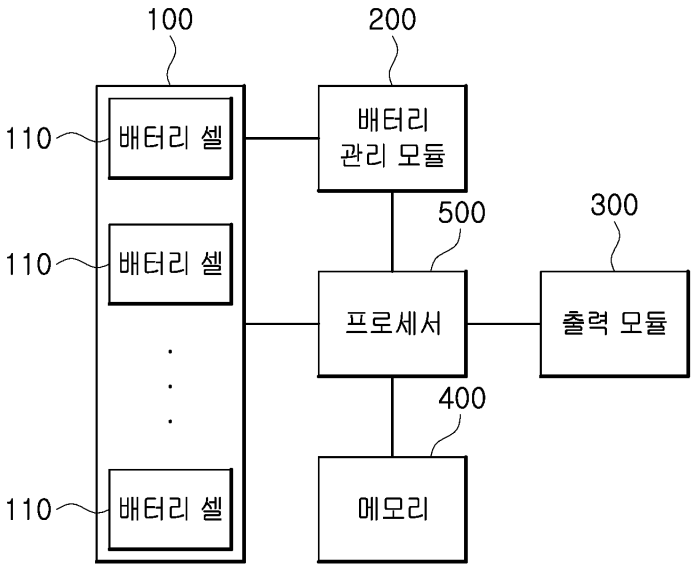
300: 출력 모듈

400: 메모리

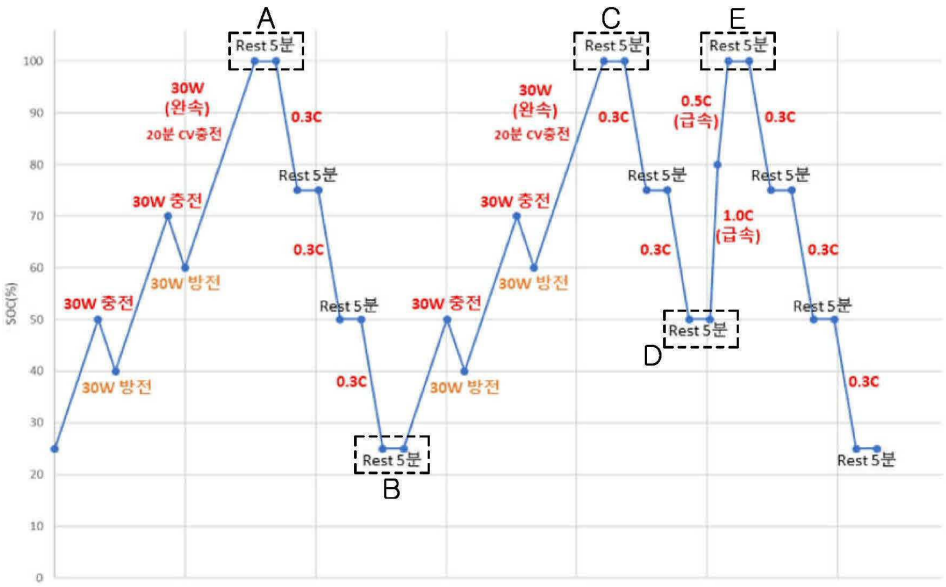
500: 프로세서

도면

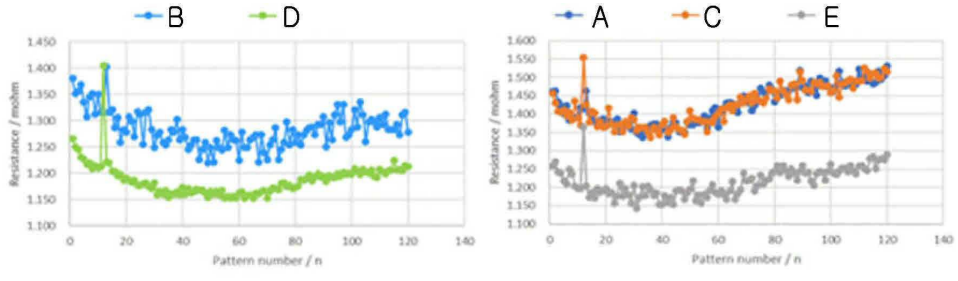
도면1



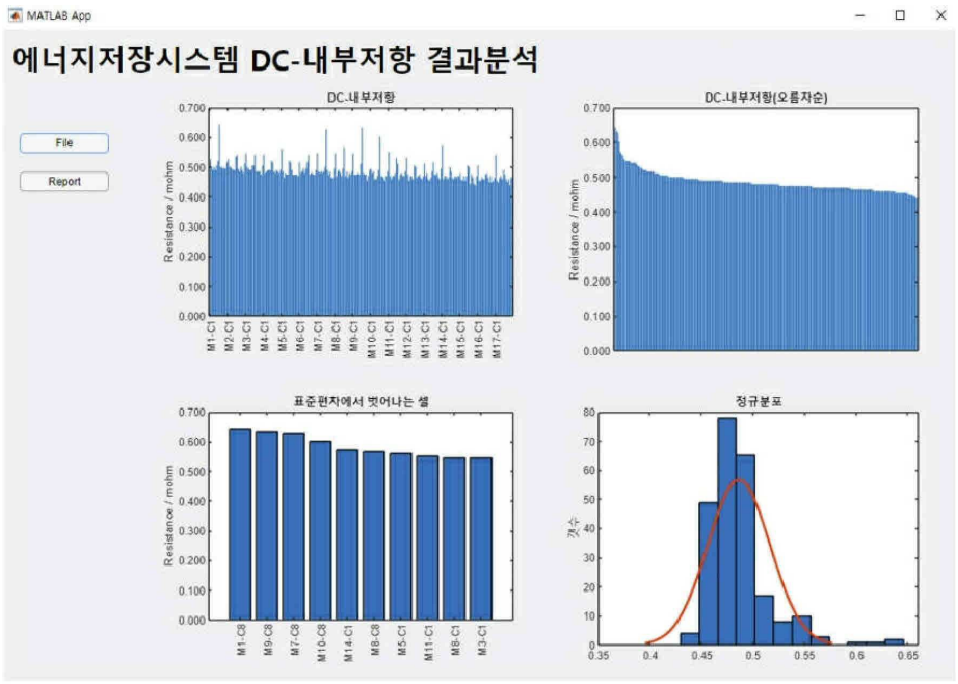
도면2



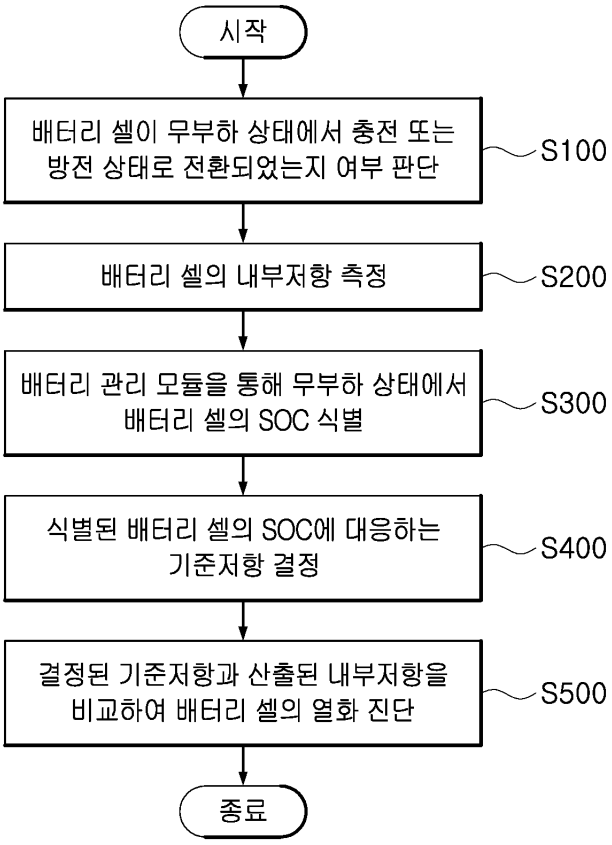
도면3



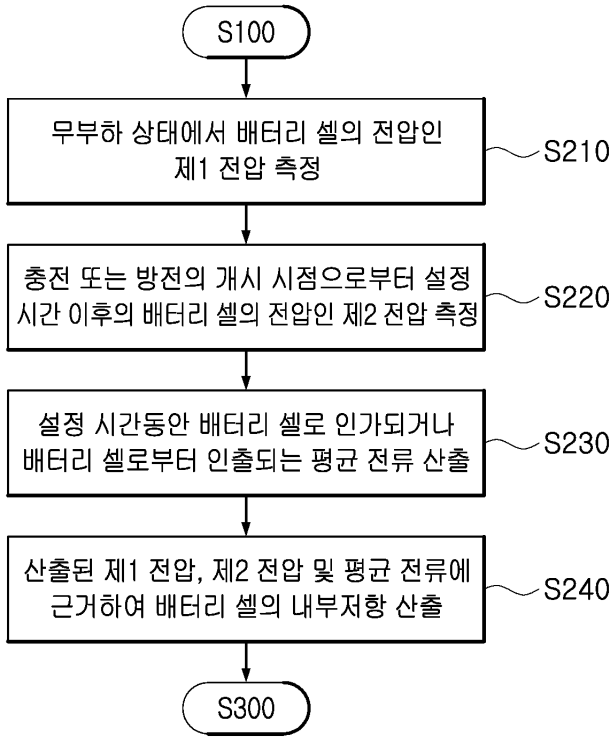
도면4


MATLAB App
에너지저장시스템 DC-내부저항 결과분석
File
Report
DC.내부저항
DC.내부저항(오름차순)
표준편차에서 벗어나는 셀
정규분포
Resistance / mohm
개수

도면5


시작
배터리 셀이 무부하 상태에서 충전 또는 방전 상태로 전환되었는지 여부 판단
S100
배터리 셀의 내부저항 측정
S200
배터리 관리 모듈을 통해 무부하 상태에서 배터리 셀의 SOC 식별
S300
식별된 배터리 셀의 SOC에 대응하는 기준저항 결정
S400
결정된 기준저항과 산출된 내부저항을 비교하여 배터리 셀의 열화 진단
S500
종료

도면6


S100
무부하 상태에서 배터리 셀의 전압인 제1 전압 측정
S210
충전 또는 방전의 개시 시점으로부터 설정 시간 이후의 배터리 셀의 전압인 제2 전압 측정
S220
설정 시간동안 배터리 셀로 인가되거나 배터리 셀로부터 인출되는 평균 전류 산출
S230
산출된 제1 전압, 제2 전압 및 평균 전류에 근거하여 배터리 셀의 내부저항 산출
S240
S300