



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0061512
(43) 공개일자 2024년05월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01R 31/367 (2019.01) B60L 3/00 (2019.01)

G01R 31/389 (2019.01) G01R 31/392 (2019.01)

(52) CPC특허분류

G01R 31/367 (2019.01)

B60L 3/0046 (2019.02)

(21) 출원번호 10-2022-0143244

(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

이미영

대전광역시 유성구 대학로 99 대학본부별관 403호

(74) 대리인

특허법인아주

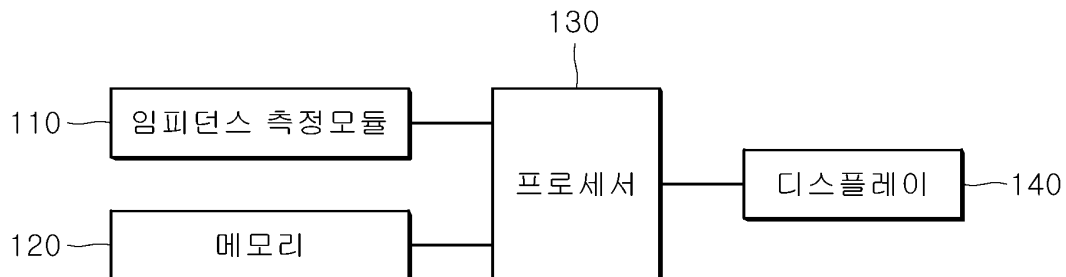
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 배터리 분류 장치 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 배터리 분류 장치 및 그 방법이 개시된다. 본 발명의 배터리 분류 장치는, 배터리의 임피던스를 측정하는 임피던스 측정모듈; 메모리; 및 임피던스 측정모듈 및 메모리와 연결되는 프로세서;를 포함하고, 프로세서는, 메모리에 저장된 분류 프로그램을 구동하여 임피던스 측정모듈로부터 입력된 응답신호를 기반으로 등가회로 모델 기반의 임피던스 파라미터를 추출한 후 임피던스 파라미터를 기반으로 비지도학습을 통해 배터리를 분류하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01R 31/389 (2019.01)

G01R 31/392 (2019.01)

B60Y 2200/91 (2013.01)

Y02T 10/70 (2020.08)

명세서

청구범위

청구항 1

배터리의 임피던스를 측정하는 임피던스 측정모듈;

메모리; 및

상기 임피던스 측정모듈 및 상기 메모리와 연결되는 프로세서;를 포함하고,

상기 프로세서는, 상기 메모리에 저장된 분류 프로그램을 구동하여 상기 임피던스 측정모듈로부터 입력된 응답 신호를 기반으로 등가회로 모델 기반의 임피던스 파라미터를 추출한 후 상기 임피던스 파라미터를 기반으로 비지도학습을 통해 상기 배터리를 분류하는 것을 특징으로 하는 배터리 분류 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 프로세서는, 상기 임피던스 측정모듈로부터 임피던스의 실수성분과 허수성분을 포함하는 상기 응답신호를 입력받는 것을 특징으로 하는 배터리 분류 장치.

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 임피던스 파라미터는, EIS(Electrochemical Impedance Spectroscopy) 모델 기반의 옴 저항(Ohmic resistance; R_o), 전하이동 저항(charge transfer resistance, R_{ct}) 및 와버그 임피던스(Warburg impedance; Z_w)를 포함하는 것을 특징으로 하는 배터리 분류 장치.

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 프로세서는, 상기 임피던스 파라미터를 기반으로 비지도학습을 통해 군집화하여 상기 배터리를 분류하는 것을 특징으로 하는 배터리 분류 장치.

청구항 5

제 1항에 있어서, 상기 프로세서는, 상기 배터리의 개수대로 행을 구성하고 배터리 별로 상기 임피던스 파라미터를 열로 구성하여 입력 데이터셋을 구성한 후 비지도학습을 수행하는 것을 특징으로 하는 배터리 분류 장치.

청구항 6

제 1항에 있어서, 상기 프로세서는, 비지도학습을 수행하여 유클리디안 거리를 기반으로 최적의 개수로 군집화하는 것을 특징으로 하는 배터리 분류 장치.

청구항 7

제 1항에 있어서, 디스플레이를 더 포함하고, 상기 프로세서는, 상기 배터리의 분류 결과를 상기 디스플레이를 통해 출력하는 것을 특징으로 하는 배터리 분류 장치.

청구항 8

프로세서가 메모리에 저장된 분류 프로그램을 구동하여 임피던스 측정모듈로부터 배터리의 임피던스를 측정한 응답신호를 입력받는 단계;

상기 프로세서가 입력된 상기 응답신호를 기반으로 등가회로 모델 기반의 임피던스 파라미터를 추출하는 단계; 및

상기 프로세서가 추출한 상기 임피던스 파라미터를 기반으로 비지도학습을 통해 상기 배터리를 분류하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 배터리 분류 방법.

청구항 9

제 8항에 있어서, 상기 응답신호를 입력받는 단계는, 상기 프로세서가 상기 임피던스 측정모듈로부터 임피던스의 실수성분과 허수성분을 포함하는 상기 응답신호로 입력받는 것을 특징으로 하는 배터리 분류 방법.

청구항 10

제 8항에 있어서, 상기 임피던스 파라미터를 추출하는 단계는, 상기 프로세서가 상기 응답신호를 기반으로 EIS(Electrochemical Impedance Spectroscopy) 모델 기반의 옴 저항(Ohmic resistance; R_o), 전하이동 저항(Charge transfer resistance, R_{ct}) 및 와버그 임피던스(Warburg impedance; Z_w)를 포함하는 것을 특징으로 하는 배터리 분류 방법.

청구항 11

제 8항에 있어서, 상기 배터리를 분류하는 단계는, 상기 프로세서가 상기 임피던스 파라미터를 기반으로 비지도 학습을 통해 군집화하여 상기 배터리를 분류하는 것을 특징으로 하는 배터리 분류 방법.

청구항 12

제 8항에 있어서, 상기 배터리를 분류하는 단계는, 상기 프로세서가 상기 배터리의 개수대로 행을 구성하고 배터리 별로 상기 임피던스 파라미터를 열로 구성하여 입력 데이터셋을 구성한 후 비지도학습을 수행하는 것을 특징으로 하는 배터리 분류 방법.

청구항 13

제 8항에 있어서, 상기 배터리를 분류하는 단계는, 상기 프로세서가 비지도학습을 수행하여 유클리디안 거리를 기반으로 최적의 개수로 군집화하는 것을 특징으로 하는 배터리 분류 방법.

발명의 설명**기술 분야**

[0001]

본 발명은 배터리 분류 장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 비파괴적 방식으로 배터리의 내부 열화특성을 반영할 수 있는 임피던스 파라미터를 비지도학습의 파라미터로 활용하여 유사한 특성으로 배터리를 분류할 수 있는 배터리 분류 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 환경문제와 에너지 자원 문제가 중요시되는 가운데 전기 자동차(Electric Vehicle)는 미래의 운송 수단으로 각광 받고 있다.
- [0003] 전기 자동차는 석유연료와 엔진을 사용하지 않고, 배터리와 모터를 사용하는 자동차로서, 내부에 장착된 배터리를 충전한 후 배터리에 충전된 전기 에너지를 이용하여 운행된다.
- [0004] 이러한 전기 자동차는 충방전이 가능한 다수의 2차 전지(cell)가 하나의 팩(pack)으로 형성된 배터리를 주동력원으로 이용하기 때문에, 배기가스가 전혀 없고 소음이 매우 작다.
- [0005] 또한 고효율의 전기 자동차는 배터리 팩의 보증 기간이 통상 8 ~ 10 년이며, 이후 충전 능력이 저하되나 기존의 용량 대비 약 80% 수준에서 재사용이 가능한 이점이 있다.
- [0006] 이러한 배터리는 전기 자동차와 같은 고출력이 요구되는 어플리케이션에 사용하기에는 적합하지 않지만 부하패턴이 일정한 에너지 저장장치와 같은 어플리케이션에서는 재사용이 가능하다.
- [0007] 배터리 재사용 기술에 대한 경제분석 결과에 따르면, 배터리 재사용 시 저장 능력을 신제품 대비 약 60% 수준으로 가정할 경우 약 68%의 비용 절감이 가능하고, 신제품 대비 약 50% 수준으로 가정할 경우 약 30%의 비용 절감이 가능하다.
- [0008] 본 발명의 배경기술은 대한민국 공개특허공보 제10-2022-0076551호(2022.06.08. 공개)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 이와 같이 배터리의 재사용을 통해 배터리 구입 비용을 저감할 수 있으며 수명 종료된 배터리의 재활용 비용 역시 저감할 수 있어 경제적으로 높은 기대 효과가 있다.
- [0010] 폐배터리를 재사용하기 위해서는 동일한 성능의 배터리를 분류해 2차 어플리케이션을 구성해야 하지만, 아직까지 폐배터리의 분류 기준이 부재한 실정으로, 기존에는 배터리에 DC 전류를 인가하여 도출된 데이터를 기반으로 동일한 특성의 폐배터리를 분류하고 있으나, 온도, C-rate 등 외부 인자에 가변적인 특성 및 내부열화 상태를 반영할 수 없다는 문제점이 있다.
- [0011] 본 발명은 상기와 같은 문제점들을 개선하기 위하여 안출된 것으로, 일 측면에 따른 본 발명의 목적은 비파괴적 방식으로 배터리의 내부 열화특성을 반영할 수 있는 임피던스 파라미터를 비지도학습의 파라미터로 활용하여 유사한 특성으로 배터리를 분류할 수 있는 배터리 분류 장치 및 그 방법을 제공하는 것이다.
- [0012] 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 분류 장치는, 배터리의 임피던스를 측정하는 임피던스 측정모듈; 메모리; 및 임피던스 측정모듈 및 메모리와 연결되는 프로세서;를 포함하고, 프로세서는, 메모리에 저장된 분류 프로그램을 구동하여 임피던스 측정모듈로부터 입력된 응답신호를 기반으로 등가회로 모델 기반의 임피던스 파라미터를 추출한 후 임피던스 파라미터를 기반으로 비지도학습을 통해 배터리를 분류하는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 본 발명에서 프로세서는, 임피던스 측정모듈로부터 임피던스의 실수성분과 허수성분을 포함하는 응답신호를 입력받는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 본 발명에서 임피던스 파라미터는, EIS(Electrochemical Impedance Spectroscopy) 모델 기반의 옴 저항(Ohmic resistance; R_O), 전하이동 저항(charge transfer resistance, R_{ct}) 및 와버그 임피던스(Warburg impedance; Z_w)를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 본 발명에서 프로세서는, 임피던스 파라미터를 기반으로 비지도학습을 통해 군집화하여 배터리를 분류하는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 본 발명에서 프로세서는, 배터리의 개수대로 행을 구성하고 배터리 별로 임피던스 파라미터를 열로 구성하여 입력 데이터셋을 구성한 후 비지도학습을 수행하는 것을 특징으로 한다.

- [0018] 본 발명에서 프로세서는, 비지도학습을 수행하여 유클리디안 거리를 기반으로 최적의 개수로 군집화하는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 본 발명은 디스플레이를 더 포함하고, 프로세서는, 배터리의 분류 결과를 디스플레이를 통해 출력하는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 본 발명의 다른 측면에 따른 배터리 분류 방법은, 프로세서가 메모리에 저장된 분류 프로그램을 구동하여 임피던스 측정모듈로부터 배터리의 임피던스를 측정한 응답신호를 입력받는 단계; 프로세서가 입력된 응답신호를 기반으로 등가회로 모델 기반의 임피던스 파라미터를 추출하는 단계; 및 프로세서가 추출한 임피던스 파라미터를 기반으로 비지도학습을 통해 배터리를 분류하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 본 발명에서 응답신호를 입력받는 단계는, 프로세서가 임피던스 측정모듈로부터 임피던스의 실수성분과 허수성분을 포함하는 응답신호를 입력받는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 본 발명에서 임피던스 파라미터를 추출하는 단계는, 프로세서가 응답신호를 기반으로 EIS(Electrochemical Impedance Spectroscopy) 모델 기반의 옴 저항(Ohmic resistance; R_o), 전하이동 저항(charge transfer resistance, R_{ct}) 및 와버그 임피던스(Warburg impedance; Z_w)를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 본 발명에서 배터리를 분류하는 단계는, 프로세서가 임피던스 파라미터를 기반으로 비지도학습을 통해 군집화하여 배터리를 분류하는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 본 발명에서 배터리를 분류하는 단계는, 프로세서가 배터리의 개수대로 행을 구성하고 배터리 별로 임피던스 파라미터를 열로 구성하여 입력 데이터셋을 구성한 후 비지도학습을 수행하는 것을 특징으로 한다.
- [0025] 본 발명에서 배터리를 분류하는 단계는, 프로세서가 비지도학습을 수행하여 유클리디안 거리를 기반으로 최적의 개수로 군집화하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0026] 본 발명의 일 측면에 따른 배터리 분류 장치 및 그 방법은 비파괴적 방식으로 배터리의 내부 열화특성을 반영할 수 있는 임피던스 파라미터를 비지도학습의 파라미터로 활용하여 유사한 특성으로 배터리를 분류할 수 있어, 동일한 특성의 배터리들로 팩을 구성하여 배터리의 수명을 연장시킬 수 있다.
- [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

- [0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 분류 장치를 나타낸 블록 구성도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 분류 장치에서 배터리의 임피던스 측정결과를 나타낸 예시 그래프이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 분류 장치에서 추출한 임피던스 파라미터를 나타낸 예시 그래프이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 분류 장치에서 배터리의 군집화를 나타낸 예시 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 분류 장치에서 배터리별 군집화 결과를 나타낸 예시도이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 분류 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 배터리 분류 장치 및 그 방법을 설명한다. 이 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다.
- [0030] 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 회

로 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.

[0031] 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.

[0032] 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.

[0033] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 분류 장치를 나타낸 블록 구성도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 분류 장치에서 배터리의 임피던스 측정결과를 나타낸 예시 그래프이며, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 분류 장치에서 추출한 임피던스 파라미터를 나타낸 예시 그래프이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 분류 장치에서 배터리의 군집화를 나타낸 예시 도면이며, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 분류 장치에서 배터리별 군집화 결과를 나타낸 예시도이다.

[0034] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 분류 장치는, 임피던스 측정모듈(110), 메모리(120), 디스플레이(140) 및 프로세서(130)를 포함한다.

[0035] 임피던스 측정모듈(110)은 배터리에 교류전류 신호를 인가하여 임피던스를 측정한 응답신호를 출력한다.

[0036] 여기서 임피던스 측정모듈(110)은 임피던스의 실수성분(real)과 허수성분(image)을 포함한 응답신호를 출력한다.

[0037] 메모리(120)는 배터리 분류 장치의 동작과 관련된 데이터 및 분류 프로그램을 저장할 수 있으며, 저장되는 정보들은 필요에 따라 프로세서(130)에 의해 취사선택될 수 있다.

[0038] 즉, 메모리(120)에는 배터리 분류 장치의 구동을 위한 운영 체제나 어플리케이션(프로그램 또는 애플릿)의 실행 과정에서 발생하는 여러 종류의 데이터가 저장된다. 이때, 메모리(120)는 전원이 공급되지 않아도 저장된 정보를 계속 유지하는 비휘발성 저장장치 및 저장된 정보를 유지하기 위하여 전력이 필요한 휘발성 저장장치를 통칭하는 것이다. 또한, 메모리(120)는 프로세서(130)가 처리하는 데이터를 일시적 또는 영구적으로 저장하는 기능을 수행할 수 있다. 여기서, 메모리(120)는 저장된 정보를 유지하기 위하여 전력이 필요한 휘발성 저장장치 외에 자기 저장 매체(magnetic storage media) 또는 플래시 저장 매체(flash storage media)를 포함할 수 있으나, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.

[0039] 디스플레이(140)는 프로세서(130)의 제어에 따라 배터리의 분류 결과를 출력할 수 있다. 이러한 디스플레이(140)는 예컨대, TFT-LCD(thin film transistor-liquid crystal display) 패널, LED(light emitting diode) 패널, OLED(organic LED) 패널, AMOLED(active matrix OLED) 패널, 또는 플렉서블(flexible) 패널 등으로 구현될 수 있다.

[0040] 프로세서(130)는 임피던스 측정모듈(110), 메모리(120) 및 디스플레이(140)와 연결되어 배터리 분류 장치의 전반적인 동작을 제어하는 구성으로, 집적 회로, 시스템 온 칩, 또는 모바일 AP로 구현될 수 있다.

[0041] 프로세서(130)는 EIS(Electrochemical Impedance Spectroscopy) 모델 기반으로 배터리의 내부 열화 특성을 반영할 수 있는 임피던스 파라미터를 추출하여 비지도학습 머신러닝을 통해 군집화하여 동일한 특성의 배터리를 분류할 수 있다.

[0042] 이하, 프로세서(130)의 동작에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.

[0043] 먼저, 프로세서(130)는 메모리(120)에 저장된 분류 프로그램을 구동하여 임피던스 측정모듈(110)로부터 응답신

호를 입력받는다.

[0044] 여기서 프로세서(130)는 임피던스 측정모듈(110)로부터 임피던스의 실수성분과 허수성분을 포함하는 응답신호를 입력받는다.

[0045] 따라서, 프로세서(130)는 입력된 응답신호를 기반으로 도 2와 같이 임피던스의 실수성분(real)을 x축으로 하고, 허수성분(image)을 y축으로 하는 나이퀴스트 선도(Nyquist Plot)를 구성한 후 등가회로 모델 기반의 임피던스 파라미터를 추출한다.

[0046] 여기서 임피던스 파라미터는 EIS(Electrochemical Impedance Spectroscopy) 모델 기반의 옴 저항(Ohmic resistance; R_{Ω}), 전하이동 저항(charge transfer resistance, R_{ct}) 및 와버그 임피던스(Warburg impedance; Z_w)를 포함할 수 있다.

[0047] 임피던스 파라미터는 수학적 식 1과 같이 정의될 수 있다.

수학적 식 1

$$\begin{aligned} x_{f_{img,0}} &= R_{\Omega} \\ 2(x_{f_{img,max}} - R_{\Omega}) &= R_{ct} \\ Z_w &= R_w \cdot \frac{\tanh(j\omega)^{0.5}}{j\omega^{0.5}} \end{aligned}$$

[0048]

[0049] 즉, 옴 저항(Ohmic resistance; R_{Ω})은 고주파수 영역에서 나타나는 파라미터로 x축과의 교점 지점에서의 값으로 구할 수 있다, 옴 저항은 배터리의 전해질 저항을 의미하며 노화에 따라 변화하는 파라미터이다.

[0050] 전하이동 저항(charge transfer resistance, R_{ct})은 중간 주파수 영역에서 나타나는 파라미터이며 반원 형태를 띤다. 즉, 반원 형태에서 y축 값이 제일 높은 지점에서의 x축 값에서 옴 저항을 뺀 값에 두배를 하여 구할 수 있다. 전하이동 저항은 배터리의 전극 내 계면에서의 이온의 이동도를 나타내는 저항을 의미하는 파라미터로 전극 계면의 열화 환경을 반영한다. 이는 온도와 같은 외부 환경에 따라 열화되는 경향을 반영한다.

[0051] 와버그 임피던스(Warburg impedance; Z_w)는 저주파수 영역에서 확인할 수 있는 파라미터로, 각주파수와 복소수 곱의 제곱근에 R_w 반원 현상이 끝나고 45도 기울기를 나타내는 시작점에서의 x축 좌표를 곱해준 값에 각주파수와 복소수 곱의 제곱근으로 나눠서 구할 수 있다. 즉, 와버그 임피던스는 확산 현상을 의미하는 파라미터로 전극 내부 열화를 반영한다.

[0052] 이와 같이 옴 저항, 전하이동 저항 및 와버그 임피던스는 배터리의 열화 환경에 따라 상이하게 나타나는 파라미터로서, 세 개의 값이 동일한 배터리의 경우 내부 상태가 동일한 것으로 판단할 수 있다.

[0053] 따라서, 임피던스 파라미터를 기반으로 군집화 알고리즘의 입력 데이터셋으로 활용하여 동일한 특성의 배터리들을 군집화하여 분리할 수 있다.

[0054] 즉, 프로세서(130)는 배터리의 개수대로 행을 구성하고 배터리 별로 임피던스 파라미터를 열로 구성하여 입력 데이터셋을 구성한 후 비지도학습을 통해 군집화하여 배터리를 분류한다.

[0055] 이때 프로세서(130)는 비지도학습을 수행하여 유클리디안 거리를 기반으로 도 4에 도시된 바와 같이 최적의 개수로 군집화할 수 있다. 프로세서(130)는 각 데이터들을 가장 가까운 중심점에 할당하여 반복 수행을 통해 중심점이 업데이트되지 않을 때까지 반복하여 군집을 부여할 수 있다.

[0056] 이와 같이 배터리 별로 추출된 임피던스 파라미터를 기반으로 비지도학습을 수행하여 군집화하여 도 5에 도시된 바와 같이 배터리 셀별로 군집화(cluster)한 결과를 제공할 수 있다.

[0057] 즉, 프로세서(130)는 배터리의 분류 결과를 디스플레이를 통해 출력할 수 있다.

[0058] 이렇게 임피던스 파라미터를 활용할 경우 재사용 배터리 분류 기준 파라미터로 활용하여 폐배터리의 재사용을

위한 분류 기법을 활용할 수 있을 뿐만 아니라 군집화 알고리즘을 통해 초기 배터리 팩 구성 시에 활용할 수도 있고, 임피던스의 측정을 통해 주행 패턴 및 운용 환경에 따른 배터리 내부의 이력관리도 가능할 수 있다.

[0059] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 분류 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0060] 도 6을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 분류 방법은, 프로세서(130)가 메모리(120)에 저장된 분류 프로그램을 구동하여 임피던스 측정모듈(110)로부터 배터리의 임피던스를 측정한 응답신호를 입력받는다(S110).

[0061] 여기서 프로세서(130)는 임피던스 측정모듈(110)로부터 임피던스의 실수성분(real)과 허수성분(image)을 포함하는 응답신호를 입력받는다.

[0062] S110 단계에서 응답신호를 입력받은 후 프로세서(130)는 입력된 응답신호를 기반으로 등가회로 모델 기반의 임피던스 파라미터를 추출한다(S130).

[0063] 여기서 프로세서(130)는 입력된 응답신호를 기반으로 도 2와 같이 임피던스의 실수성분(real)을 x축으로 하고, 허수성분(image)을 y축으로 하는 나이퀴스트 선도(Nyquist Plot)를 구성한 후 등가회로 모델 기반의 임피던스 파라미터를 추출한다.

[0064] 이때 임피던스 파라미터는 EIS(Electrochemical Impedance Spectroscopy) 모델 기반의 옴 저항(Ohmic resistance; R_Ω), 전하이동 저항(charge transfer resistance, R_{ct}) 및 와버그 임피던스(Warburg impedance; Z_w)를 포함할 수 있다.

[0065] 임피던스 파라미터는 수학적 식 2와 같이 정의될 수 있다.

수학적 식 2

$$\begin{aligned} x_{f_{z_{img},0}} &= R_\Omega \\ 2(x_{f_{z_{img},max}} - R_\Omega) &= R_{ct} \\ Z_\omega &= R_\omega \cdot \frac{\tanh(j\omega)^{0.5}}{j\omega^{0.5}} \end{aligned}$$

[0066]

[0067] 즉, 옴 저항(Ohmic resistance; R_Ω)은 고주파수 영역에서 나타나는 파라미터로 x축과의 교점 지점에서의 값으로 구할 수 있다, 옴 저항은 배터리의 전해질 저항을 의미하며 노화에 따라 변화하는 파라미터이다.

[0068] 전하이동 저항(charge transfer resistance, R_{ct})은 중간 주파수 영역에서 나타나는 파라미터이며 반원 형태를 띤다. 즉, 반원 형태에서 y축 값이 제일 높은 지점에서의 x축 값에서 옴 저항을 뺀 값에 두배를 하여 구할 수 있다. 전하이동 저항은 배터리의 전극 내 계면에서의 이온의 이동도를 나타내는 저항을 의미하는 파라미터로 전극 계면의 열화 환경을 반영한다. 이는 온도와 같은 외부 환경에 따라 열화되는 경향을 반영한다.

[0069] 와버그 임피던스(Warburg impedance; Z_w)는 저주파수 영역에서 확인할 수 있는 파라미터로, 각주파수와 복소수 곱의 제곱근에 R_w 반원 현상이 끝나고 45도 기울기를 나타내는 시작점에서의 x축 좌표를 곱해준 값에 각주파수와 복소수 곱의 제곱근으로 나눠서 구할 수 있다. 즉, 와버그 임피던스는 확산 현상을 의미하는 파라미터로 전극 내부 열화를 반영한다.

[0070] 이와 같이 옴 저항, 전하이동 저항 및 와버그 임피던스는 배터리의 열화 환경에 따라 상이하게 나타나는 파라미터로서, 세 개의 값이 동일한 배터리의 경우 내부 상태가 동일한 것으로 판단할 수 있다.

[0071] S120 단계에서 임피던스 파라미터를 추출한 후 프로세서(130)는 추출한 임피던스 파라미터를 기반으로 비지도 학습을 통해 배터리를 분류한다(S130).

[0072] 프로세서(130)는 임피던스 파라미터를 기반으로 군집화 알고리즘의 입력 데이터셋으로 활용하여 동일한 특성의 배터리들을 군집화하여 분리할 수 있다.

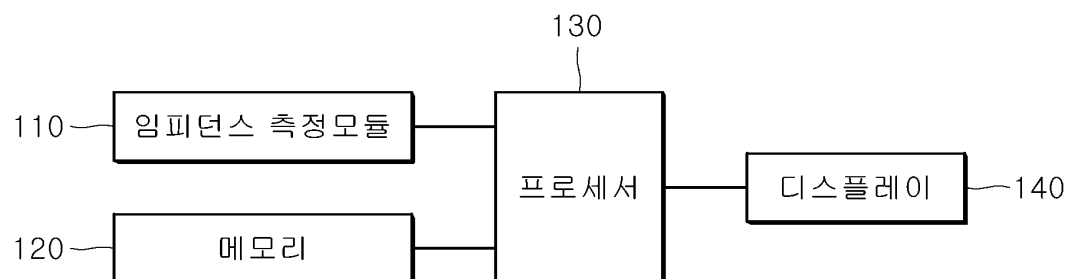
- [0073] 즉, 프로세서(130)는 배터리의 개수대로 행을 구성하고 배터리 별로 임피던스 파라미터를 열로 구성하여 입력 데이터셋을 구성한 후 비지도학습을 통해 군집화하여 배터리를 분류한다.
- [0074] 이때 프로세서(130)는 비지도학습을 수행하여 유클리디안 거리를 기반으로 도 4에 도시된 바와 같이 최적의 개수로 군집화할 수 있다. 프로세서(130)는 각 데이터들을 가장 가까운 중심점에 할당하여 반복 수행을 통해 중심점이 업데이트되지 않을 때까지 반복하여 군집을 부여하여 도 5에 도시된 바와 같이 배터리 셀별로 군집화(cluster)한 결과를 제공할 수 있다.
- [0075] S130 단계에서 군집화하여 동일한 특성을 갖는 배터리를 분류한 후 프로세서(130)는 배터리의 분류 결과를 디스플레이를 통해 출력할 수 있다(S140).
- [0076] 이렇게 임피던스 파라미터를 활용할 경우 재사용 배터리 분류 기준 파라미터로 활용하여 폐배터리의 재사용을 위한 분류 기법을 활용할 수 있을 뿐만 아니라 군집화 알고리즘을 통해 초기 배터리 팩 구성 시에 활용할 수도 있고, 임피던스의 측정을 통해 주행 패턴 및 운용 환경에 따른 배터리 내부의 이력관리도 가능할 수 있다.
- [0077] 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 의한 배터리 분류 장치 및 그 방법에 따르면, 비파괴적 방식으로 배터리의 내부 열화특성을 반영할 수 있는 임피던스 파라미터를 비지도학습의 파라미터로 활용하여 유사한 특성으로 배터리를 분류할 수 있어, 동일한 특성의 배터리들로 팩을 구성하여 배터리의 수명을 연장시킬 수 있다.
- [0078] 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.
- [0079] 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 아래의 청구범위에 의해서 정하여져야 할 것이다.

부호의 설명

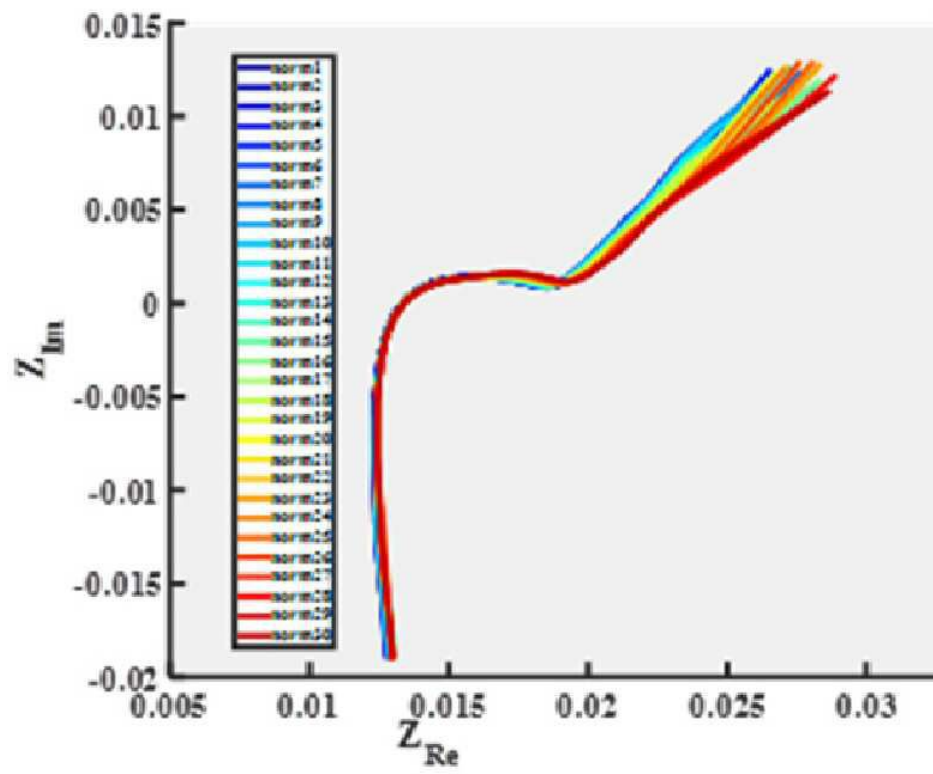
- [0080] 110 : 임피던스 측정모듈
120 : 메모리
130 : 프로세서
140 : 디스플레이

도면

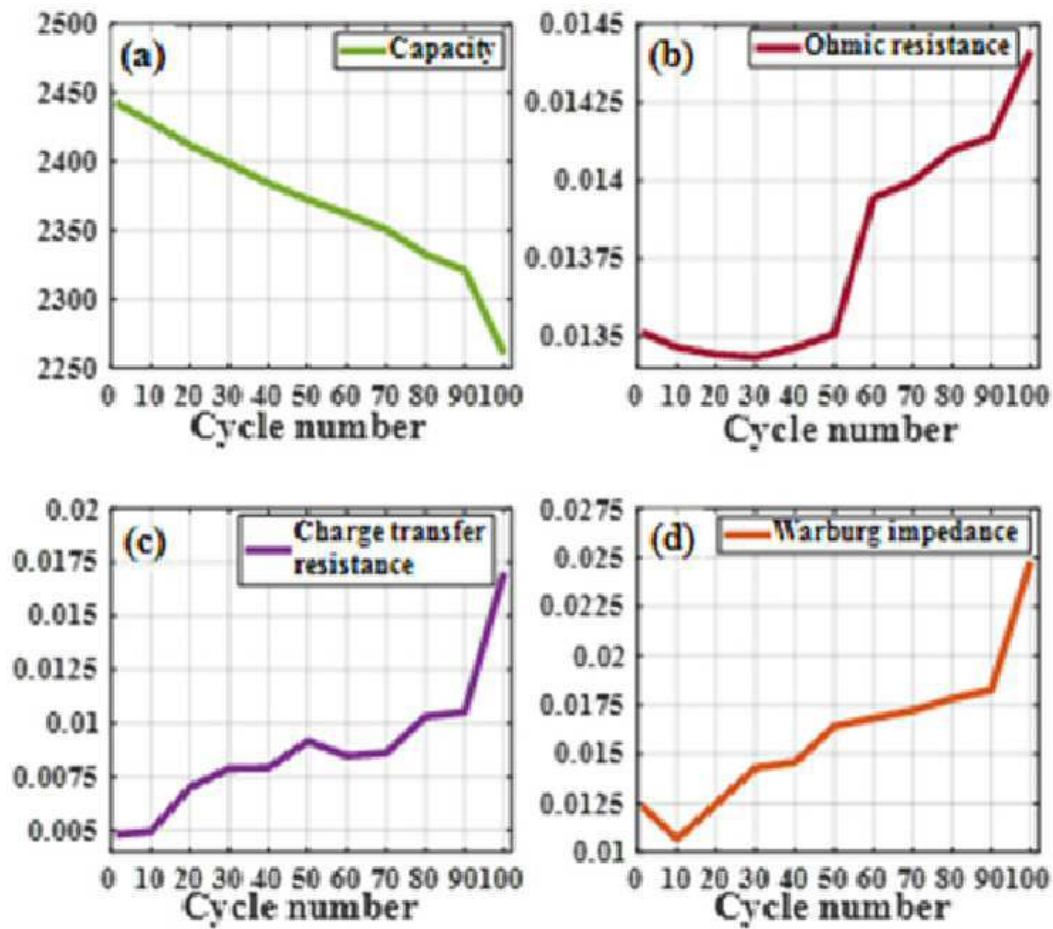
도면1



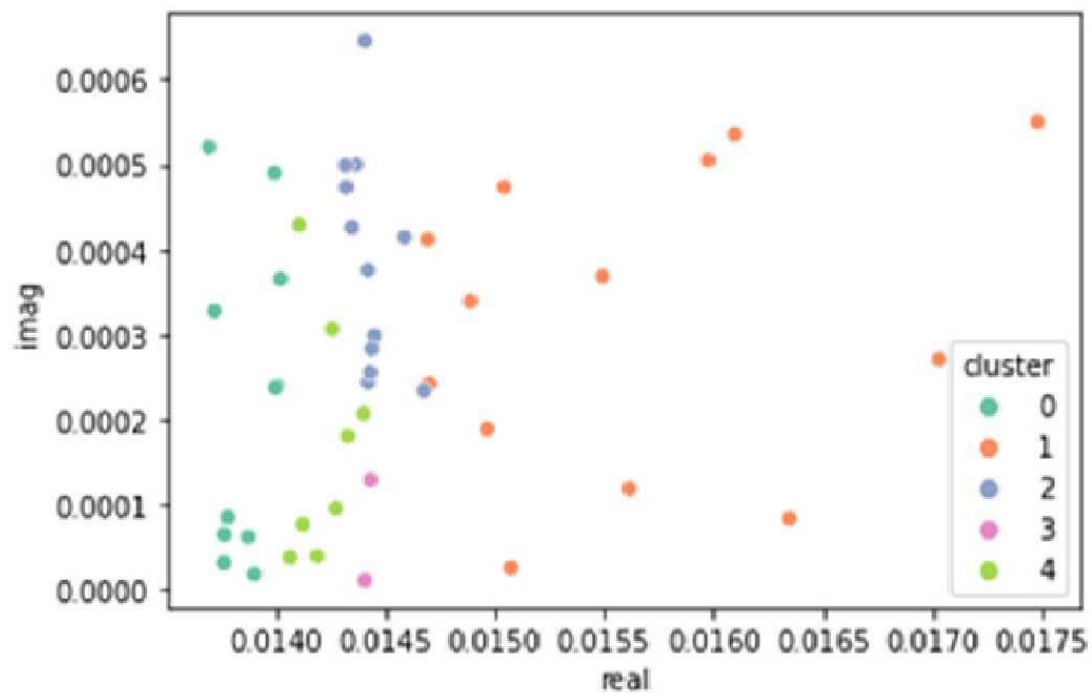
도면2



도면3



도면4



도면5

Cell Number	R_{ohm} [Ω]	R_{ct} [Ω]	Z_w [Ω]	Cluster
36	0.0170	0.0281	0.0422	1
37	0.0174	0.0272	0.0425	1
58	0.0161	0.0156	0.0274	1
52	0.016	0.0388	0.0515	1
56	0.0164	0.0097	0.0206	1
57	0.0141	0.0066	0.0154	2

도면6

