

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0087810

(43) 공개일자 2022년06월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01R 31/389 (2019.01) G01R 23/17 (2006.01)

G01R 31/367 (2019.01) G01R 31/392 (2019.01)

G06N 20/00 (2019.01) G06N 3/08 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G01R 31/389 (2019.01)

G01R 23/17 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0178211

(22) 출원일자 2020년12월18일

심사청구일자 2020년12월18일

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

최정일

경기도 고양시 일산서구 대산로 142, 307동 1302호(주엽동, 문촌마을3단지아파트)

김성윤

인천광역시 부평구 길주남로10번길 21, 102동 401호(부평동, 래미안부평)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

민영준

전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 전기 화학 임피던스 분광법을 이용한 배터리 상태 판단 장치 및 방법

## (57) 요약

전기 화학 임피던스 분광법을 이용한 배터리 상태 판단 장치 및 방법이 개시된다. 개시된 장치는, 획득된 EIS 데이터가 정상적인 EIS 데이터인지 비정상적인 EIS 데이터인지 여부를 판별하는 EIS 판별부; 상기 획득된 EIS 데이터가 정상적인 데이터일 경우, 상기 획득된 EIS 데이터에 대한 전기 화학 모델링을 수행하는 전기 화학

(뒷면에 계속)

대표도 - 도5



모델링부; 상기 전기 화학 모델링부에서 생성된 전기 화학 모델로부터 최적화 연산을 통해 제1 전기 화학 파라미터를 획득하는 최적화부; 상기 획득된 EIS 데이터가 비정상적인 데이터일 경우, 상기 비정상적인 EIS 데이터를 오토 인코더에 입력하여 제1 신경망 연산을 수행하고, 상기 제1 신경망 연산 결과 상기 오토 인코더에 내재된 잠재 변수를 획득하며, 상기 잠재 변수를 입력받아 데이터 처리 신경망을 통해 제2 신경망 연산을 수행하여 제2 전기 화학 파라미터를 출력하는 전가 화학 파라미터 출력 신경망; 상기 제1 전기 화학 파라미터 또는 상기 제2 전기 화학 파라미터 중 어느 하나를 이용하여 배터리 상태를 판단하는 배터리 상태 판단부를 포함한다. 개시된 장치 및 방법에 의하면, , 비정상적인 EIS 데이터가 획득되더라도 이에 기초하여 배터리 상태를 판단할 수 있는 장점이 있다.

(52) CPC특허분류

*G01R 31/367* (2019.01)

*G01R 31/392* (2019.01)

*G06N 20/00* (2021.08)

*G06N 3/08* (2013.01)

(72) 발명자

**최윤영**

경기도 고양시 덕양구 화신로 311, 915동 404호(화정동, 별빛마을9단지아파트)

**김경현**

서울특별시 중구 동호로10길 30, 112동 1101호(신당동, 약수하이츠)

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

획득된 EIS 데이터가 정상적인 EIS 데이터인지 비정상적인 EIS 데이터인지 여부를 판별하는 EIS 판별부;

상기 획득된 EIS 데이터가 정상적인 데이터일 경우, 상기 획득된 EIS 데이터에 대한 전기 화학 모델링을 수행하는 전기 화학 모델링부;

상기 전기 화학 모델링부에서 생성된 전기 화학 모델로부터 최적화 연산을 통해 제1 전기 화학 파라미터를 획득하는 최적화부;

상기 획득된 EIS 데이터가 비정상적인 데이터일 경우, 상기 비정상적인 EIS 데이터를 오토 인코더에 입력하여 제1 신경망 연산을 수행하고, 상기 제1 신경망 연산 결과 상기 오토 인코더에 내재된 잠재 변수를 획득하며, 상기 잠재 변수를 입력받아 데이터 처리 신경망을 통해 제2 신경망 연산을 수행하여 제2 전기 화학 파라미터를 출력하는 전기 화학 파라미터 출력 신경망;

상기 제1 전기 화학 파라미터 또는 상기 제2 전기 화학 파라미터 중 어느 하나를 이용하여 배터리 상태를 판단하는 배터리 상태 판단부를 포함하는 것을 특징으로 하는 전기 화학 임피던스 분광법을 이용한 배터리 상태 판단 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전기 화학 파라미터 출력 신경망의 데이터 처리 신경망은 학습 시 입력된 EIS 데이터에 대한 상기 제2 신경망 연산 결과 출력되는 전기 화학 파라미터와 상기 학습 시 입력된 EIS 데이터에 대해 전기 화학 모델링 및 최적화를 통해 출력되는 전기 화학 파라미터간의 차를 손실로 입력받아 역전파하여 학습되는 것을 특징으로 하는 전기 화학 임피던스 분광법을 이용한 배터리 상태 판단 장치.

#### 청구항 3

획득된 EIS 데이터가 정상적인 EIS 데이터인지 비정상적인 EIS 데이터인지 여부를 판별하는 단계(a);

상기 획득된 EIS 데이터가 정상적인 데이터일 경우, 상기 획득된 EIS 데이터에 대한 전기 화학 모델링을 수행하는 단계(b);

상기 전기 화학 모델링부에서 생성된 전기 화학 모델로부터 최적화 연산을 통해 제1 전기 화학 파라미터를 획득하는 단계(c);

상기 획득된 EIS 데이터가 비정상적인 데이터일 경우, 상기 비정상적인 EIS 데이터를 오토 인코더에 입력하여 제1 신경망 연산을 수행하고, 상기 제1 신경망 연산 결과 상기 오토 인코더에 내재된 잠재 변수를 획득하며, 상기 잠재 변수를 입력받아 데이터 처리 신경망을 통해 제2 신경망 연산을 수행하여 제2 전기 화학 파라미터를 출력하는 단계(d);

상기 제1 전기 화학 파라미터 또는 상기 제2 전기 화학 파라미터 중 어느 하나를 이용하여 배터리 상태를 단계(e)를 포함하는 것을 특징으로 하는 전기 화학 임피던스 분광법을 이용한 배터리 상태 판단 방법.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 단계(d)의 데이터 처리 신경망은 학습 시 입력된 EIS 데이터에 대한 상기 제2 신경망 연산 결과 출력되는 전기 화학 파라미터와 상기 학습 시 입력된 EIS 데이터에 대해 전기 화학 모델링 및 최적화를 통해 출력되는 전기 화학 파라미터간의 차를 손실로 입력받아 역전파하여 학습되는 것을 특징으로 하는 전기 화학 임피던스 분광법을 이용한 배터리 상태 판단 장치.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 배터리 상태 판단 장치 및 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 전기 화학 임피던스 분광법을 이용한 배터리 상태 판단 장치 및 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

- [0003] 전기화학 임피던스 분광법(EIS, Electrochemical Impedance Spectroscopy)는 여러 주파수 범위의 교류 전류를 측정 대상에 부여하여 주파수에 따른 진폭과 위상의 변화를 측정한 뒤 이를 처리하여 임피던스를 분석 하는 측정법으로 부식, 이차전지, 반도체, 바이오 센서등 다양한 분야에서 활용되는 방법으로서, 배터리 상태를 판단하기 위해 사용되고 있다.
- [0004] 대부분의 임피던스 분광법 데이터의 진폭과 위상을 복소수 평면에 나타내는데, 이를 Nyquist 법이라고 한다.
- [0005] 이러한 임피던스 분광법에 의해 획득되는 데이터는 등가 회로로 표현되어질 수 있으며, 등가 회로의 각 요소가 임피던스가 되고, 이렇게 획득되는 임피던스를 이용하여 배터리 상태를 판단한다.
- [0006] 그런데, 획득되는 EIS 데이터는 정상적인 형태를 가지고 있지 않는 경우가 빈번하다. 특히, 충전중인 배터리로부터 획득되는 EIS 데이터는 정상적인 형태를 가지지 않는 경우가 많다.
- [0007] 도 1은 정상적인 EIS 데이터의 일례를 Nyquist법으로 나타낸 도면이다.
- [0008] 도 1에 도시된 바와 같이, 정상적인 EIS 데이터는 Nyquist법으로 표시할 때 반원 형상을 가진다.
- [0009] 도 2는 비정상적인 EIS 데이터의 일례를 Nyquist법으로 나타낸 도면이다.
- [0010] 도 2에 도시된 바와 같이, 비정상적인 EIS 데이터는 음의 값을 가지고 나선형과 유사한 형태를 가지고 있다. 이러한 비정상적인 EIS 데이터는 분석이 어려우며 비정상적인 EIS 데이터가 획득될 경우 해당 데이터를 이용한 배터리 상태 판단은 불가능하였다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0012] 본 발명은 비정상적인 EIS 데이터가 획득되더라도 배터리 상태를 판단할 수 있는 장치 및 방법을 제안한다.

### 과제의 해결 수단

[0014] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 일 측면에 따르면, 획득된 EIS 데이터가 정상적인 EIS 데이터인지 비정상적인 EIS 데이터인지 여부를 판별하는 EIS 판별부; 상기 획득된 EIS 데이터가 정상적인 데이터일 경우, 상기 획득된 EIS 데이터에 대한 전기 화학 모델링을 수행하는 전기 화학 모델링부; 상기 전기 화학 모델링부에서 생성된 전기 화학 모델로부터 최적화 연산을 통해 제1 전기 화학 파라미터를 획득하는 최적화부; 상기 획득된 EIS 데이터가 비정상적인 데이터일 경우, 상기 비정상적인 EIS 데이터를 오토 인코더에 입력하여 제1 신경망 연산을 수행하고, 상기 제1 신경망 연산 결과 상기 오토 인코더에 내재된 잠재 변수를 획득하며, 상기 잠재 변수를 입력받아 데이터 처리 신경망을 통해 제2 신경망 연산을 수행하여 제2 전기 화학 파라미터를 출력하는 전기 화학 파라미터 출력 신경망; 상기 제1 전기 화학 파라미터 또는 상기 제2 전기 화학 파라미터 중 어느 하나를 이용한

여 배터리 상태를 판단하는 배터리 상태 판단부를 포함하는 전기 화학 임피던스 분광법을 이용한 배터리 상태 판단 장치가 제공된다.

[0015] 상기 전기 화학 파라미터 출력 신경망의 데이터 처리 신경망은 학습 시 입력된 EIS 데이터에 대한 상기 제2 신경망 연산 결과 출력되는 전기 화학 파라미터와 상기 학습 시 입력된 EIS 데이터에 대해 전기 화학 모델링 및 최적화를 통해 출력되는 전기 화학 파라미터간의 차를 손실로 입력받아 역전파하여 학습된다.

[0016] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 획득된 EIS 데이터가 정상적인 EIS 데이터인지 비정상적인 EIS 데이터인지 여부를 판별하는 단계(a); 상기 획득된 EIS 데이터가 정상적인 데이터일 경우, 상기 획득된 EIS 데이터에 대한 전기 화학 모델링을 수행하는 단계(b); 상기 전기 화학 모델링부에서 생성된 전기 화학 모델로부터 최적화 연산을 통해 제1 전기 화학 파라미터를 획득하는 단계(c); 상기 획득된 EIS 데이터가 비정상적인 데이터일 경우, 상기 비정상적인 EIS 데이터를 오토 인코더에 입력하여 제1 신경망 연산을 수행하고, 상기 제1 신경망 연산 결과 상기 오토 인코더에 내재된 잠재 변수를 획득하며, 상기 잠재 변수를 입력받아 데이터 처리 신경망을 통해 제2 신경망 연산을 수행하여 제2 전기 화학 파라미터를 출력하는 단계(d); 상기 제1 전기 화학 파라미터 또는 상기 제2 전기 화학 파라미터 중 어느 하나를 이용하여 배터리 상태를 단계(e)를 포함하는 전기 화학 임피던스 분광법을 이용한 배터리 상태 판단 방법이 제공된다.

### 발명의 효과

[0018] 본 발명에 의하면, 비정상적인 EIS 데이터가 획득되더라도 이에 기초하여 배터리 상태를 판단할 수 있는 장점이 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 정상적인 EIS 데이터의 일례를 Nyquist법으로 나타낸 도면.

도 2는 비정상적인 EIS 데이터의 일례를 Nyquist법으로 나타낸 도면.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 전기 화학 분광법을 이용한 배터리 상태 판단 장치의 개념적 구조를 도시한 블록도.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 전기 화학 파라미터 출력 신경망의 구조를 나타낸 블록도.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 전기 화학 파라미터 출력 신경망의 학습 구조를 나타낸 도면.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 전기 화학 임피던스 분광법을 이용한 배터리 상태 판단 방법의 전체적인 흐름을 나타낸 순서도.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시예에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.

[0022] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 그러나, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 설명하는 실시예에 한정되는 것이 아니다. 그리고, 본 발명을 명확하게 설명하기 위하여 설명과 관계없는 부분은 생략되며, 도면의 동일한 참조부호는 동일한 부재임을 나타낸다.

[0023] 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. 또한, 명세서에 기재된 “...부”, “...기”, “모듈”, “블록” 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0024] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 전기 화학 분광법을 이용한 배터리 상태 판단 장치의 개념적 구조를 도시한 블록도이다.

[0025] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 전기 화학 분광 법을 이용한 배터리 상태 판단 장치는 EIS 판별

부(300), 전기 화학 모델링부(310), 최적화부(320), 전기 화학 파라미터 출력 신경망(330) 및 배터리 상태 판단부(340)를 포함한다.

- [0026] EIS 관별부(300)는 획득된 EIS 데이터가 정상적인 EIS 데이터인지 또는 비정상적인 EIS 데이터인지 여부를 판별한다. EIS 데이터의 정상/비정상 여부는 알려진 다양한 방법을 이용하여 판별할 수 있으며, 이러한 알려진 방법들을 적용하여 EIS 데이터의 정상/비정상 여부를 판단한다.
- [0027] 배경 기술에서 살펴본 바와 같이, EIS 데이터 그래프가 반원 형상에 가까울 경우, EIS 관별부는 획득된 EIS 데이터가 정상적인 EIS 데이터라고 판단한다. 그러나, EIS 데이터 그래프가 반원 형상을 가지지 않고 나선형과 같은 형태를 가지면서 음의 값을 가질 경우 획득된 EIS 데이터가 비정상적인 EIS 데이터라고 판단한다.
- [0028] 전기 화학 모델링부(310)는 정상적인 EIS 데이터에 대한 모델링을 수행하여 전기 화학 모델을 생성한다. 여기서 모델링은 획득된 EIS 데이터에 대한 함수화를 의미하며, 회귀(Regression) 방식이 모델링에 적용될 수 있을 것이다. 정상적인 EIS 데이터에 대한 전기 화학 모델링 역시 다양한 방식이 이미 공지되어 있으며, 공지된 다양한 전기 화학 모델링 방식 중 하나가 선택적으로 사용될 수 있을 것이다.
- [0029] 일례로, IRC 모델 또는 P2D 모델과 같은 전기 화학 모델링이 사용될 수 있을 것이며, 이미 공지된 방식이므로 이에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0030] 전기 화학 모델링부(310)에서의 모델링을 통해 EIS 데이터에 대한 전기 화학 모델이 획득되면, 최적화부(320)에서의 최적화를 통해 전기 화학 파라미터를 추정한다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 유전 알고리즘, 파티클 필터 알고리즘과 같은 최적화 알고리즘을 통해 전기 화학 파라미터를 추정할 수 있을 것이다.
- [0031] 최적화부에서 추정되는 전기 화학 파라미터는 전해질 저항, 분극 저항, 차지 트랜스퍼 저항, 이중층 제1 캐패시턴스, 이중층 제2 캐패시턴스 및 인덕턴스를 포함할 수 있다.
- [0032] 상술한 전기 화학 파라미터는 일례일 뿐이며, 배터리의 종류 및 상태에 따라 다른 전기 화학 파라미터가 추정될 수도 있다는 점은 당업자에게 있어 자명할 것이다.
- [0033] 분극 저항은 배터리 전해질의 전도도에 반비례하는 저항이고, 분극 저항은 SEI(Solid Electrolyte Interphase) 층의 저항으로서, SEI층은 충전 시 리튬이온이 음극으로 넘어가고 음극 전해액 내의 첨가물이 부반응을 일으켜서 넘어온 리튬이온과 반응하여 만들어지는 얇은 고체 막을 의미한다.
- [0034] 차지 트랜스퍼 저항은 특정 전위 이상에서 산화, 환원이 일어날 때 흐르는 패러데이 전류에 작용하는 저항을 의미한다.
- [0035] 이중층 제1 캐패시턴스는 분극 저항과 대응하는 이중층 캐패시턴스를 의미하며, 이중층 제2 캐패시턴스는 차지 트랜스퍼 저항과 대응하는 이중층 캐패시턴스로서 이중층은 극성이 반대인 전하가 계면에 몰려 있어 발생하는 캐패시턴스이다.
- [0036] 인덕턴스는 회로에 흐르고 있는 전류의 변화에 따른 인덕턴스를 의미한다.
- [0037] 한편, 획득된 EIS 데이터가 비정상적인 EIS 데이터일 경우 해당 EIS 데이터는 전기 화학 모델링부(310)로 입력되지 아니하며 전기 화학 파라미터 출력 신경망(330)으로 입력된다.
- [0038] 전기 화학 파라미터 출력 신경망(330)은 비정상적인 EIS 데이터로부터 전기 화학 파라미터를 추정하는 신경망 연산을 수행한다. 종래에는 비정상적인 EIS 데이터를 이용한 배터리 상태 판단이 어려워기에 사용되지 아니하였다. 그러나, 배터리를 충전하는 상태에서는 대부분의 경우 비정상적인 EIS 데이터가 획득되기에 배터리 상태 판단이 어려워지는 문제가 있었다.
- [0039] 본 발명은 이와 같은 문제를 해결하기 위해 전기 화학 파라미터 출력 신경망(330)을 이용하여 비정상적인 EIS에 대해서도 배터리 상태 판단에 이용될 수 있도록 한다.
- [0040] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 전기 화학 파라미터 출력 신경망의 구조를 나타낸 블록도이다.
- [0041] 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 전기 화학 파라미터 출력 신경망은 오토 인코더(400), 잠재 변수 획득부(410) 및 데이터 처리 신경망(420)을 포함한다.
- [0042] 오토 인코더(400)는 널리 알려진 신경망으로서, 신경망에 입력된 입력 데이터와 동일한 데이터를 출력하도록 학습된 신경망이다. 오토 인코더(400)는 인코딩(encoding)을 통해 입력 데이터의 특징을 추출한 후 다시 디코딩



(decoding)을 통해 입력 데이터를 복원한다.

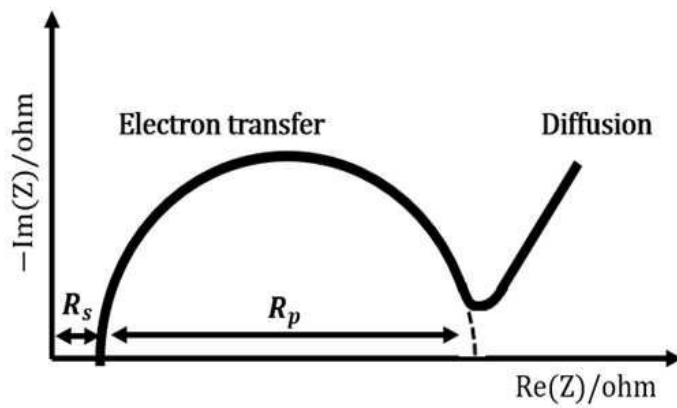
- [0043] 오토 인코더(400)에서 신경망 연산이 이루어질 때 신경망 내에 잠재 변수가 생성되며, 잠재 변수 획득부(410)는 입력된 EIS 데이터에 대한 오토 인코더(400) 신경망 연산 후 오토 인코더(400)로부터 잠재 변수를 획득한다. 본 발명은 오토 인코더(400)에 내재된 잠재 변수의 획득을 EIS 데이터에 대한 전처리로 활용하는 것이다.
- [0044] 일반적으로 오토 인코더의 출력이 이용되나, 본 발명은 오토 인코더에 내재되어 있는 잠재 변수를 이용한다는 점에서 기존의 오토 인코더의 사용 방법과는 상이하다.
- [0045] 잠재 변수 획득부(410)에서 획득한 잠재 변수는 데이터 처리 신경망(420)으로 입력되며, 데이터 처리 신경망(420)은 신경망 연산을 통해 잠재 변수로부터 전기 화학 파라미터를 출력한다.
- [0046] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 전기 화학 파라미터 출력 신경망의 학습 구조를 나타낸 도면이다.
- [0047] 학습을 위해 사용되는 EIS 데이터는 정상적인 EIS 데이터이다. 정상적인 EIS 데이터에 대해 전기 화학 모델링부(310)를 통해 모델링을 수행하고, 최적화부(320)를 통해 전기 화학 파라미터를 획득한다.
- [0048] 한편, 학습을 위해 사용되는 정상적인 EIS 데이터는 오토 인코더(400)로 입력되며, 오토 인코더(400)는 입력된 EIS 데이터에 대한 신경망 연산을 수행한다.
- [0049] 잠재 변수 획득부(410)는 오토 인코더(400)의 신경망 연산 결과 신경망에 내재되어 있는 잠재 변수를 획득한다. 획득된 잠재 변수는 데이터 처리 신경망(420)으로 입력되며, 데이터 처리 신경망(420)은 잠재 변수로부터 신경망 연산을 통해 전기 화학 파라미터를 출력한다. 본 발명에서 실질적인 학습이 이루어지는 신경망은 데이터 처리 신경망(420)이다.
- [0050] 데이터 처리 신경망(420)에서 출력되는 전기 화학 파라미터와 모델링 및 최적화 연산을 통해 출력되는 전기 화학 파라미터간의 손실이 연산된다. 데이터 처리 신경망(420)에서 출력되는 전기 화학 파라미터와 최적화 연산을 통해 획득되는 파라미터간 손실은 데이터 처리 신경망(420)으로 역전파되며 데이터 처리 신경망은 손실의 그라디언트를 최소화하는 방향으로 신경망의 가중치를 변경하면서 학습을 수행한다.
- [0051] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 데이터 처리 신경망(420)은 CNN 신경망일 수 있으나 이에 한정되지는 않는다.
- [0052] 한편, 잠재 변수와 전기 화학 파라미터는 서로 다른 차원을 가지는 벡터일 수 있으며, 데이터 처리 신경망(420)은 이러한 차원의 차이를 고려하여 설계될 수 있다.
- [0053] 배터리 상태 판단부(340)는 최적화부(320) 또는 전기 화학 파라미터 출력 신경망(330)으로부터 출력되는 전기 화학 파라미터를 이용하여 배터리 상태를 판단한다. 일례로, 배터리리 상태 판단부(340)는 배터리의 전압, 잔여 용량 등과 같은 배터리 상태 정보를 판단할 수 있다 전기 화학 파라미터를 이용한 배터리 상태 판단은 일반적인 기술이므로 이에 대한 상세한 설명은 생략한다.
- [0054] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 전기 화학 임피던스 분광법을 이용한 배터리 상태 판단 방법의 전체적인 흐름을 나타낸 순서도이다.
- [0055] 도 6을 참조하면, 우선 배터리로부터 EIS 데이터를 획득한다(단계 600).
- [0056] EIS 데이터를 획득하면, 획득한 EIS 데이터가 정상적인 EIS 데이터인지 비정상적인 EIS 데이터인지 여부를 판단한다(단계 602).
- [0057] 획득된 EIS 데이터가 정상적인 EIS 데이터일 경우, 획득한 EIS 데이터에 대한 전기 화학 모델링을 수행한다(단계 604).
- [0058] 전기 화학 모델링이 이루어지면, 전기 화학 모델로부터 전기 화학 파라미터를 획득한다(단계 606).
- [0059] 획득한 EIS 데이터가 비정상적인 데이터일 경우, 비정상적인 EIS 데이터를 오토 인코더에 입력하여 신경망 연산을 수행한다(단계 608).
- [0060] 오토 인코더에 대한 신경망 연산이 이루어진 후 오토 인코더에 내재된 잠재 변수를 획득한다(단계 610).
- [0061] 잠재 변수가 획득되면, 획득된 잠재 변수를 데이터 처리 신경망으로 입력하여, 신경망 연산을 통해 전기 화학 파라미터를 획득한다(단계 612).
- [0062] 단계 606 또는 단계 612를 통해 획득된 전기 화학 파라미터를 이용하여 배터리 상태를 판단한다(단계 614).

[0063] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.

[0064] 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

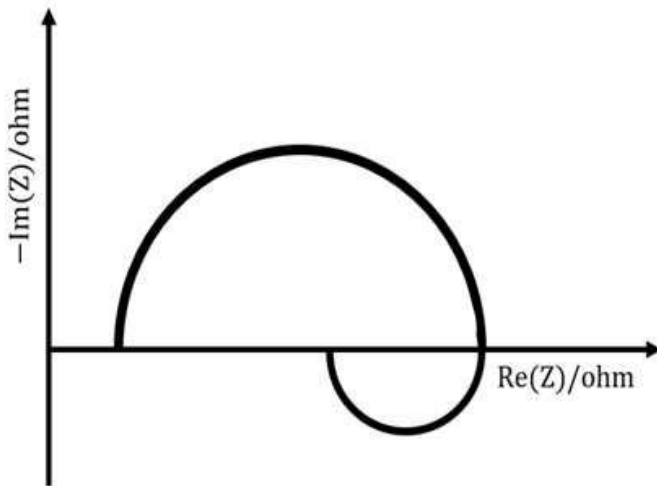
도면

도면1





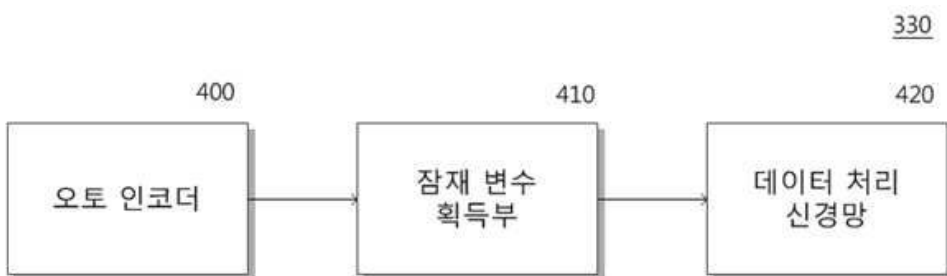
도면2



도면3



도면4



도면5



도면6

