



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0061515
(43) 공개일자 2024년05월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01R 31/367 (2019.01) G01R 31/36 (2019.01)
G01R 31/3842 (2019.01) G01R 31/389 (2019.01)
G01R 31/396 (2019.01) G06N 5/04 (2023.01)

(52) CPC특허분류

G01R 31/367 (2019.01)
G01R 31/3648 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0143247

(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
(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인아주

전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 배터리 스크리닝 장치 및 방법

(57) 요약

배터리 스크리닝 장치 및 방법이 개시된다. 본 발명의 일 측면에 따른 배터리 스크리닝 장치는, 메모리 및 상기 메모리와 연결된 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 복수 개의 배터리 셀의 전기적 특성 실험을 통해 스크리닝 파라미터를 각각 추출하고, 각 스크리닝 파라미터를 퍼지 로직(Fuzzy logic) 알고리즘에 적용하여 각 배터리 셀이 속하는 집단을 분류하며, 각 집단내 배터리 셀들의 정량적 우선순위를 부여하고, 정량적 우선순위에 기초하여 해당 어플리케이션의 타겟 셀 개수에 해당하는 배터리 셀을 선별할 수 있다.

대표도 - 도1

100



(52) CPC특허분류

G01R 31/3842 (2019.01)

G01R 31/389 (2019.01)

G01R 31/396 (2019.01)

G06N 5/048 (2023.01)

(72) 발명자

조상우

대전광역시 유성구 대학로 99 대학본부별관 403호

한동호

대전광역시 유성구 대학로 99 대학본부별관 403호

명세서

청구범위

청구항 1

메모리; 및

상기 메모리와 연결된 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는,

복수 개의 배터리 셀의 전기적 특성 실험을 통해 스크리닝 파라미터를 각각 추출하고, 각 스크리닝 파라미터를 퍼지 로직(Fuzzy logic) 알고리즘에 적용하여 각 배터리 셀이 속하는 집단을 분류하며, 각 집단내 배터리 셀들의 정량적 우선순위를 부여하고, 상기 정량적 우선순위에 기초하여 해당 어플리케이션의 타겟 셀 개수에 해당하는 배터리 셀을 선별하는 것을 특징으로 하는 배터리 스크리닝 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 배터리 전기적 특성실험과 배터리 모델링을 통해 직렬저항 성분을 스크리닝 파라미터로 추출하는 것을 특징으로 하는 배터리 스크리닝 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 프로세서는,

부하 조건(Load conditions) 및 전류 크기(C-rate)의 운용 조건에 따른 배터리 운용 상황을 고려하여 각 스크리닝 파라미터의 집합을 분류하는 것을 특징으로 하는 배터리 스크리닝 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 스크리닝 파라미터를 기 정의된 소속 함수(Membership Function, MF)에 적용하여 기 설정된 소속 집합에 포함되는 소속도를 산출하고, 상기 소속도 및 집단 분류 규칙에 기초하여 각 배터리 셀이 속하는 집단을 분류하는 것을 특징으로 하는 배터리 스크리닝 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 스크리닝 파라미터에 대해 정규화(Normalization)를 수행하고, 상기 정규화된 스크리닝 파라미터에 대해 운용조건에 따라 분류된 집합별 평균값을 산출하며, 상기 산출된 집합별 스크리닝 파라미터의 평균값을 상기 소속 함수에 입력하여 상기 소속도를 산출하는 것을 특징으로 하는 배터리 스크리닝 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 프로세서는,

Min-Max scaler를 사용하여 정규화를 수행함으로써, 상기 소속 함수에 입력되는 값이 0부터 1사이의 값으로 변환되는 것을 특징으로 하는 배터리 스크리닝 장치.

청구항 7

제4항에 있어서,

상기 집단 분류 규칙은 소속 집합별 원소의 개수이고,

상기 프로세서는,

각 소속 집합에 포함된 소속도 값의 개수에 기초하여 각 배터리 셀이 속하는 집단을 분류하는 것을 특징으로 하는 배터리 스크리닝 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 프로세서는,

각 배터리 셀의 소속도 값을 역퍼지화(Defuzzification)하여 각 배터리 셀의 가중평균을 산출하고, 각 배터리 셀의 가중평균에 기초하여 각 집단내 각 배터리 셀의 순위를 결정하는 것을 특징으로 하는 배터리 스크리닝 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 프로세서는,

각 집단내 배터리 셀들의 가중평균을 내림차순으로 정렬하여 저항 편차가 작은 순서대로 순위를 결정하는 것을 특징으로 하는 배터리 스크리닝 장치.

청구항 10

프로세서가, 복수 개의 배터리 셀의 전기적 특성 실험을 통해 스크리닝 파라미터를 추출하는 단계;

상기 프로세서가, 각 스크리닝 파라미터를 퍼지 로직(Fuzzy logic) 알고리즘에 적용하여 각 배터리 셀이 속하는 집단을 분류하는 단계;

상기 프로세서가, 각 집단내 배터리 셀들의 정량적 우선순위를 부여하는 단계; 및

상기 프로세서가, 상기 정량적 우선순위에 기초하여 해당 어플리케이션의 타겟 셀 개수에 해당하는 배터리 셀을 선별하는 단계

를 포함하는 배터리 스크리닝 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 스크리닝 파라미터를 추출하는 단계에서,

상기 프로세서는, 상기 배터리 전기적 특성실험과 배터리 모델링을 통해 직렬저항 성분을 스크리닝 파라미터로 추출하는 것을 특징으로 하는 배터리 스크리닝 방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 스크리닝 파라미터를 추출하는 단계 이후,

상기 프로세서가 부하 조건(Load conditions) 및 전류 크기(C-rate)의 운용 조건에 따른 배터리 운용 상황을 고려하여 각 배터리 셀의 스크리닝 파라미터의 집합을 분류하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 배터리 스크리닝 방법.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 각 배터리 셀이 속하는 집단을 분류하는 단계에서,

상기 프로세서는, 상기 스크리닝 파라미터를 기 정의된 소속 함수(Membership Function, MF)에 적용하여 기 설정된 소속 집합에 포함되는 소속도를 산출하고, 상기 소속도 및 집단 분류 규칙에 기초하여 각 배터리 셀이 속하는 집단을 분류하는 것을 특징으로 하는 배터리 스크리닝 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 각 배터리 셀이 속하는 집단을 분류하는 단계에서,

상기 프로세서는, 상기 스크리닝 파라미터에 대해 정규화(Normalization)를 수행하고, 상기 정규화된 스크리닝 파라미터에 대해 운용조건에 따라 분류된 집합별 평균값을 산출하며, 상기 산출된 집합별 스크리닝 파라미터의 평균값을 상기 소속 함수에 입력하여 상기 소속도를 산출하는 것을 특징으로 하는 배터리 스크리닝 방법.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 집단 분류 규칙은 소속 집합별 원소의 개수이고,

상기 각 배터리 셀이 속하는 집단을 분류하는 단계에서,

상기 프로세서는, 각 소속 집합에 포함된 소속도 값의 개수에 기초하여 각 배터리 셀이 속하는 집단을 분류하는 것을 특징으로 하는 배터리 스크리닝 방법.

청구항 16

제10항에 있어서,

상기 정량적 우선순위를 부여하는 단계에서,

상기 프로세서는, 각 배터리 셀의 소속도 값을 역퍼지화(Defuzzification)하여 각 배터리 셀의 가중평균을 산출하고, 각 배터리 셀의 가중평균에 기초하여 각 집단내 각 배터리 셀의 순위를 결정하는 것을 특징으로 하는 배터리 스크리닝 방법.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 정량적 우선순위를 부여하는 단계에서,

상기 프로세서는, 각 집단내 배터리 셀들의 가중평균을 내림차순으로 정렬하여 저항 편차가 작은 순서대로 순위를 결정하는 것을 특징으로 하는 배터리 스크리닝 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 배터리 스크리닝 장치 및 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 어플리케이션의 배터리 운용 상황을 반영하고, 배터리 셀의 유사한 정도를 비교하여 스크리닝할 수 있도록 하는 배터리 스크리닝 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 신재생 에너지의 중요성이 대두됨에 따라 리튬 이온 배터리(Lithium-ion battery)는 매우 다양한 분야에서 중요한 에너지 공급원이 되었다. 리튬이온 배터리는 에너지저장장치(Energy storage system; ESS), 전기자동차(Electrical vehicle; EV), 이동식전자기기 등의 다양한 어플리케이션의 에너지 공급원으로 이용되고, 어플리케이션의 종류에 따라 요구되는 용량, 저항, 출력 등의 배터리 특성이 다르기 때문에, 목적성에 맞는 배터리 선별의 중요성 및 필요성이 부각되고 있다.

[0003] 예를 들어, 전기자동차(Electric Vehicle, EV)의 배터리 시스템은 순간적인 동력을 얻기 위한 고출력 시스템으로 설계되어야 하며, 우주용 어플리케이션의 경우 장기간 유지 및 보수의 어려움에 따른 고용량 배터리 시스템 탑재가 요구된다.

[0004] 어플리케이션의 특성에 적합하지 않은 배터리를 사용하게 되면, 오남용으로 인한 고장, 배터리 수명 감소 등이 발생할 수 있다.

[0005] 어플리케이션별 배터리 요구 사양의 다양성 외에도 안전 문제의 측면에서 배터리 선별 과정은 중요하게 작용한다. 배터리 팩(Battery pack) 설계 시, 배터리 팩 내부 셀 간 전압, 저항, 용량 등의 파라미터 편차(Parameter deviation)가 발생한 배터리 셀(Battery cell)들로 구성되어 불균형 상태가 되면, 이는 과충전, 과방전, 발화 등의 안전 문제로 이어져 배터리 시스템의 안전한 운용에 유해한 영향을 끼친다. 추가적으로, 배터리 시스템 운용 중의 불균형 발생은 배터리 열화를 가속시켜 전체 배터리 시스템의 신뢰성 및 안정성이 감소하게 된다. 이러한 이유로 배터리 팩 제작 시 동일 제조사에서 동일한 날짜에 제조된 배터리 셀을 사용하여 배터리 모듈(Battery module) 및 배터리 팩을 제작한다.

[0006] 하지만, 동일한 날짜에 제조된 배터리 셀이라도 내부 전기화학적 특성이 상이하므로 저항, 용량, 전압 등의 파라미터가 균일하지 않다. 따라서, 효율적이고 안전한 배터리 시스템 구성을 위한 배터리 선별 방법이 필요하다.

[0007] 어플리케이션에 적합한 리튬이온 배터리를 선별하는 과정을 스크리닝(Screening)이라 지칭하며, 스크리닝에는 다양한 방법이 존재한다.

[0008] 예를 들면, 배터리 모델링(Battery modeling)을 통한 용량 및 저항 성분을 단계적으로 고려한 스크리닝 방법이 있다. 이는 전기적 특성 실험 이후 직렬로 연결된 배터리 팩 모델링을 이용해 추출된 특성 파라미터의 분산을 기준으로 스크리닝하는 방법이다. 이 방법의 경우 스크리닝의 정확도는 배터리 모델링과 높은 상관성을 지닌다. 따라서, 배터리 모델 복잡도가 증가할수록 스크리닝 정확도가 높아질 수 있으나 이와 동시에 계산량도 증가하는 단점이 있다.

[0009] 또한, K-평균 군집화(K-means Clustering, KC)를 활용한 스크리닝 방법도 있다. KC는 주어진 데이터를 K개의 군

집으로 묶는 알고리즘으로 각 군집 중심에서 개별 데이터 간의 거리가 최소가 되는 지점을 인공 지능(Artificial Intelligence, AI) 학습을 통해 탐색한다. AI 학습 기반 스크리닝 방법 중 서포트 벡터 머신(Support Vector Machine, SVM)을 활용한 스크리닝 방법도 있다. SVM 스크리닝은 결정 함수를 통한 경계를 지정하여 경계로부터 어느 영역에 포함되는지 분류하는 스크리닝 방법이다. 이와 같은 AI 학습 기반 스크리닝 방법들은 군집화 및 분류에 뛰어난 성능을 보이지만 데이터 간의 유사성을 판별하기에는 제한적이다.

- [0010] 또한, 종래의 스크리닝 방법은 배터리 용량, 저항, 무게, 크기 등의 간단한 물성치만 반영하므로 실제 배터리 운용 상황을 고려하지 못하고 있다.
- [0011] 이에, 어플리케이션의 배터리 운용 상황을 반영하고, 배터리 셀의 유사한 정도를 비교하여 스크리닝할 수 있도록 하는 기술 개발이 요구되고 있다.
- [0012] 본 발명의 배경기술은 대한민국 공개특허공보 제10-2021-0093515호(2021.07.28. 공개)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0013] 본 발명은 상기와 같은 문제점들을 개선하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 어플리케이션의 배터리 운용 상황을 반영하고, 배터리 셀의 유사한 정도를 비교하여 스크리닝할 수 있도록 하는 배터리 스크리닝 장치 및 방법을 제공하는 것이다.
- [0014] 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

- [0015] 본 발명의 일 측면에 따른 배터리 스크리닝 장치는, 메모리 및 상기 메모리와 연결된 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 복수 개의 배터리 셀의 전기적 특성 실험을 통해 스크리닝 파라미터를 각각 추출하고, 각 스크리닝 파라미터를 퍼지 로직(Fuzzy logic) 알고리즘에 적용하여 각 배터리 셀이 속하는 집단을 분류하며, 각 집단내 배터리 셀들의 정량적 우선순위를 부여하고, 상기 정량적 우선순위에 기초하여 해당 어플리케이션의 타겟 셀 개수에 해당하는 배터리 셀을 선별할 수 있다.
- [0016] 본 발명에서 상기 프로세서는, 상기 배터리 전기적 특성실험과 배터리 모델링을 통해 직렬저항 성분을 스크리닝 파라미터로 추출할 수 있다.
- [0017] 본 발명에서 상기 프로세서는, 부하 조건(Load conditions) 및 전류 크기(C-rate)의 운용 조건에 따른 배터리 운용 상황을 고려하여 각 스크리닝 파라미터의 집합을 분류할 수 있다.
- [0018] 본 발명에서 상기 프로세서는, 상기 스크리닝 파라미터를 기 정의된 소속 함수(Membership Function, MF)에 적용하여 기 설정된 소속 집합에 포함되는 소속도를 산출하고, 상기 소속도 및 집단 분류 규칙에 기초하여 각 배터리 셀이 속하는 집단을 분류할 수 있다.
- [0019] 본 발명에서 상기 프로세서는, 상기 스크리닝 파라미터에 대해 정규화(Normalization)를 수행하고, 상기 정규화된 스크리닝 파라미터에 대해 운용조건에 따라 분류된 집합별 평균값을 산출하며, 상기 산출된 집합별 스크리닝 파라미터의 평균값을 상기 소속 함수에 입력하여 상기 소속도를 산출할 수 있다.
- [0020] 본 발명에서 상기 프로세서는, Min-Max scaler를 사용하여 정규화를 수행함으로써, 상기 소속 함수에 입력되는 값이 0부터 1사이의 값으로 변환될 수 있다.
- [0021] 본 발명에서 상기 집단 분류 규칙은 소속 집합별 원소의 개수이고, 상기 프로세서는, 각 소속 집합에 포함된 소속도 값의 개수에 기초하여 각 배터리 셀이 속하는 집단을 분류할 수 있다.
- [0022] 본 발명에서 상기 프로세서는, 각 배터리 셀의 소속도 값을 역퍼지화(Defuzzification)하여 각 배터리 셀의 가중평균을 산출하고, 각 배터리 셀의 가중평균에 기초하여 각 집단내 각 배터리 셀의 순위를 결정할 수 있다.
- [0023] 본 발명에서 상기 프로세서는, 각 집단내 배터리 셀들의 가중평균을 내림차순으로 정렬하여 저항 편차가 작은 순서대로 순위를 결정할 수 있다.
- [0024] 본 발명의 다른 측면에 따른 배터리 스크리닝 방법은, 프로세서가, 복수 개의 배터리 셀의 전기적 특성 실험을

통해 스크리닝 파라미터를 추출하는 단계, 상기 프로세서가, 각 스크리닝 파라미터를 퍼지 로직(Fuzzy logic) 알고리즘에 적용하여 각 배터리 셀이 속하는 집단을 분류하는 단계, 상기 프로세서가, 각 집단내 배터리 셀들의 정량적 우선순위를 부여하는 단계, 및 상기 프로세서가, 상기 정량적 우선순위에 기초하여 해당 어플리케이션의 타겟 셀 개수에 해당하는 배터리 셀을 선별하는 단계를 포함한다.

[0025] 본 발명은 상기 스크리닝 파라미터를 추출하는 단계에서, 상기 프로세서는, 상기 배터리 전기적 특성실험과 배터리 모델링을 통해 직렬저항 성분을 스크리닝 파라미터로 추출할 수 있다.

[0026] 본 발명은 상기 스크리닝 파라미터를 추출하는 단계 이후, 상기 프로세서가 부하 조건(Load conditions) 및 전류 크기(C-rate)의 운용 조건에 따른 배터리 운용 상황을 고려하여 각 배터리 셀의 스크리닝 파라미터의 집합을 분류하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0027] 본 발명은 상기 각 배터리 셀이 속하는 집단을 분류하는 단계에서, 상기 프로세서는, 상기 스크리닝 파라미터를 기 정의된 소속 함수(Membership Function, MF)에 적용하여 기 설정된 소속 집합에 포함되는 소속도를 산출하고, 상기 소속도 및 집단 분류 규칙에 기초하여 각 배터리 셀이 속하는 집단을 분류할 수 있다.

[0028] 본 발명은 상기 각 배터리 셀이 속하는 집단을 분류하는 단계에서, 상기 프로세서는, 상기 스크리닝 파라미터에 대해 정규화(Normalization)를 수행하고, 상기 정규화된 스크리닝 파라미터에 대해 운용조건에 따라 분류된 집합별 평균값을 산출하며, 상기 산출된 집합별 스크리닝 파라미터의 평균값을 상기 소속 함수에 입력하여 상기 소속도를 산출할 수 있다.

[0029] 본 발명에서 상기 집단 분류 규칙은 소속 집합별 원소의 개수이고, 상기 각 배터리 셀이 속하는 집단을 분류하는 단계에서, 상기 프로세서는, 각 소속 집합에 포함된 소속도 값의 개수에 기초하여 각 배터리 셀이 속하는 집단을 분류할 수 있다.

[0030] 본 발명은 상기 정량적 우선순위를 부여하는 단계에서, 상기 프로세서는, 각 배터리 셀의 소속도 값을 역퍼지화(Defuzzification)하여 각 배터리 셀의 가중평균을 산출하고, 각 배터리 셀의 가중평균에 기초하여 각 집단내 각 배터리 셀의 순위를 결정할 수 있다.

[0031] 본 발명은 상기 정량적 우선순위를 부여하는 단계에서, 상기 프로세서는, 각 집단내 배터리 셀들의 가중평균을 내림차순으로 정렬하여 저항 편차가 작은 순서대로 순위를 결정할 수 있다.

발명의 효과

[0032] 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 스크리닝 장치 및 방법은, 배터리 셀의 전기적 특성실험을 통해 어플리케이션의 특성을 반영한 스크리닝을 수행함으로써, 해당 어플리케이션에 적합한 집단내에서 배터리 셀을 선별할 수 있고, 정밀한 배터리 셀 선별을 통해 배터리 팩 내 언밸런싱 문제를 줄일 수 있으며, 이를 통해 배터리 팩의 고장 감소 및 수명 연장을 가능하게 할 수 있다.

[0033] 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 스크리닝 장치 및 방법은, 복수의 배터리 셀을 다양한 집단으로 분류하고 집단 내부에서 배터리 셀별 우선순위를 책정하여 타겟 셀 개수에 맞는 효율적인 배터리 셀 선별을 가능하게 한다.

[0034] 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 스크리닝 장치 및 방법은, 배터리 운용 상황을 고려한 효과적인 집단 분류가 가능하고, 퍼지 로직(특히, 역퍼지화 과정)을 거쳐 집단 내 정량적 순위 비교를 가능하게 함으로써, 배터리 팩을 구성하는 배터리 셀 선별 시 배터리 셀 간 편차를 줄일 수 있고, 이를 통해 타겟 셀의 개수에 맞춰 특성이 비슷한 순서대로 배터리 셀을 선별할 수 있다.

[0035] 나아가, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 스크리닝 장치 및 방법은, 배터리 셀 간의 유사성을 정량적 수치를 정확하게 파악할 수 있기에 더욱 정확하게 배터리 셀을 선별할 수 있다.

[0036] 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

[0037] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 스크리닝 장치의 구성을 개략적으로 나타낸 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 스크리닝을 위한 테스트 프로파일을 나타낸 예시도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 파라미터 추출을 위한 프로파일의 세부사항을 나타낸 예시도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 1개의 직렬저항 성분만 있는 전기적 등가 회로 모델을 나타낸 예시도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 부하 조건 및 전류 크기의 운용 조건에 따른 스크리닝 파라미터의 집합을 설명하기 위한 예시도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 퍼지 로직을 위한 소속 함수의 구조를 설명하기 위한 예시도이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 스크리닝 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 셀의 파라미터 추출 지점에 따른 직렬저항 성분을 설명하기 위한 예시도이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 스크리닝 파라미터 추출 지점별 저항의 표준편차를 나타낸다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 각 집단별 스크리닝 데이터를 역퍼지화한 결과를 나타낸 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0038] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 스크리닝 장치 및 방법을 설명한다. 이 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다.

[0039] 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.

[0040] 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.

[0041] 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.

[0043] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 스크리닝 장치의 구성을 개략적으로 나타낸 블록도, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 스크리닝을 위한 테스트 프로파일을 나타낸 예시도, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 파라미터 추출을 위한 프로파일의 세부사항을 나타낸 예시도, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 1개의 직렬저항 성분만 있는 전기적 등가 회로 모델을 나타낸 예시도, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 부하 조건 및 전류 크기의 운용 조건에 따른 스크리닝 파라미터의 집합을 설명하기 위한 예시도, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 퍼지 로직을 위한 소속 함수의 구조를 설명하기 위한 예시도이다.

[0044] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 스크리닝 장치(100)는 메모리(110), 디스플레이(120) 및 프로세서(130)를 포함한다.

[0045] 메모리(110)는 배터리 스크리닝 장치(100)의 동작과 관련된 데이터들을 저장하는 구성이다. 특히, 메모리(110)에는 복수 개의 배터리 셀의 전기적 특성 실험을 통해 스크리닝 파라미터를 각각 추출하고, 각 스크리닝 파라미

터를 퍼지 로직 알고리즘에 적용하여 각 배터리 셀이 속하는 집단을 분류하며, 각 집단내 배터리 셀들의 정량적 우선순위를 부여하고, 정량적 우선순위에 기초하여 해당 어플리케이션의 타겟 셀 개수에 해당하는 배터리 셀을 선별할 수 있도록 하는 어플리케이션(프로그램 또는 애플릿) 등이 저장될 수 있으며, 저장되는 정보들은 필요에 따라 프로세서(130)에 의해 취사선택될 수 있다. 즉, 메모리(110)에는 배터리 스크리닝 장치(100)의 구동을 위한 운영 체제나 어플리케이션(프로그램 또는 애플릿)의 실행 과정에서 발생하는 여러 종류의 데이터가 저장된다. 이때, 메모리(110)는 전원이 공급되지 않아도 저장된 정보를 계속 유지하는 비휘발성 저장장치 및 저장된 정보를 유지하기 위하여 전력이 필요한 휘발성 저장장치를 통칭하는 것이다. 또한, 메모리(110)는 프로세서(130)가 처리하는 데이터를 일시적 또는 영구적으로 저장하는 기능을 수행할 수 있다. 여기서, 메모리(110)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.

[0046] 디스플레이(120)는 프로세서(130)의 제어에 따라 배터리 셀의 선별 결과를 출력할 수 있다. 이러한 디스플레이(120)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.

[0047] 프로세서(130)는 배터리 스크리닝 장치(100)의 전반적인 동작을 제어하는 구성으로, 집적 회로, 시스템 온 칩, 또는 모바일 AP로 구현될 수 있다.

[0048] 프로세서(130)는 복수 개의 배터리 셀의 전기적 특성 실험을 통해 스크리닝 파라미터를 각각 추출하고, 각 스크리닝 파라미터를 퍼지 로직(Fuzzy logic) 알고리즘에 적용하여 각 배터리 셀이 속하는 집단을 분류하며, 각 집단내 배터리 셀들의 정량적 우선순위를 부여하고, 정량적 우선순위에 기초하여 해당 어플리케이션의 타겟 셀 개수에 해당하는 배터리 셀을 선별할 수 있다. 여기서, 어플리케이션은 배터리를 에너지 공급원으로 이용하는 장치(또는 시스템)를 의미하는 것으로, 예컨대, 에너지저장장치(Energy storage system; ESS), 전기자동차(Electrical vehicle; EV), 이동식전자기기 등을 포함할 수 있다.

[0049] 이하, 프로세서(130)의 동작에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.

[0050] 프로세서(130)는 배터리 전기적 특성실험과 배터리 모델링을 통해 스크리닝 파라미터를 추출할 수 있다. 여기서, 스크리닝 파라미터는 직렬저항 성분일 수 있다.

[0051] 먼저, 프로세서(130)는 스크리닝 파라미터를 추출하기 위해 배터리 셀의 전기적 특성 실험을 진행할 수 있다. 이때, 프로세서(130)는 모든 배터리 셀에 대해 동일 환경 조건에서 실험을 진행할 수 있다.

[0052] 예를 들어, 아래 표 1에 도시된 특성을 갖는 배터리 셀에 대해 전기적 특성 실험을 진행한 경우에 대해 설명하기로 한다.

[0053] [표 1]

Item	Specification
Nominal capacity	2850 [mAh]
Nominal voltage	3.65 [V]
Charge cut-off voltage	4.20 ± 0.05 [V]
Standard charge current	1.375 [mA]
Max. Charge current	2.750 [mA]
Max. Discharge current	2.750 [mA]
Discharge cut-off voltage	2.5 [V]

[0054]

[0055] 전기적 특성 실험의 전류 및 전압 프로파일은 도 2와 같을 수 있다. 배터리 운용 상황을 고려하여 스크리닝 파라미터를 추출하기 위해, 프로세서(130)는 정전류-정전압 충전으로의 만충을 실시하고 1시간의 휴지 기간 후 배터리 충전 상태 SOC (State-of-Charge, SOC) 45% 영역까지 정전류 방전을 실시한다. SOC 45% 영역 도달 후 배터리 안정화를 위한 1시간의 휴지 기간 후, 파라미터 추출을 위한 프로파일을 배터리 셀에 인가한다. 스크리닝 파라미터 추출을 위한 프로파일의 세부 사항은 도 3과 같을 수 있다.

[0056] 배터리 전기적 특성 실험이 완료되면, 프로세서(130)는 배터리 모델링을 통해 직렬저항 성분을 스크리닝 파라미터로 추출하고, 부하 조건(Load conditions) 및 전류의 크기(C-rate)의 운용 조건에 따른 배터리 운용 상황을 고려하여 각 배터리 셀의 스크리닝 파라미터의 집합을 분류할 수 있다.

[0057] 예를 들어, 도 4에 도시된 바와 같이 1개의 직렬저항 성분만 있는 전기적 등가 회로 모델(Electrical Equivalent Circuit Model, EECM)을 이용하는 경우에 대해 설명하기로 한다. 도 4에 도시된 EECM은 1개의 전압원(Open Circuit Voltage, OCV)과 1개의 직렬저항 성분(R_s)으로 구성된다. 단일 저항으로 구성된 EECM의 특성상 인가되는 전류의 크기가 바뀌는 시점에서만 배터리 변화를 모사할 수 있기에, 프로세서(130)는 전류 인가 양상이 변화하는 시점에서만 스크리닝 파라미터를 추출할 수 있다. 도 3을 참조하면, 전류 인가 양상이 변하는 지점은 총 14개의 지점이며, 프로세서(130)는 부하 조건(Load conditions) 및 전류의 크기(C-rate)에 따라 4개의 집합으로 분류할 수 있다. 예를 들면, 프로세서(130)는 도 5에 도시된 바와 같이 부하 조건 및 전류 크기에 따라 스크리닝 파라미터를 4개의 집합으로 분류할 수 있다. 여기서, 4개의 집합은 무부하에서 부하로 가는 조건(Unload → load) 및 높은 전류가 인가(High C-rate)된 제1 집합, 무부하에서 부하로 가는 조건(Unload → load) 및 낮은 전류가 인가(Low C-rate)된 제2 집합, 부하에서 무부하로 가는 조건(load → Unload) 및 높은 전류가 인가(High C-rate)된 제3 집합, 및 부하에서 무부하로 가는 조건(load → Unload) 및 낮은 전류가 인가(Low C-rate)인 제4 집합을 포함할 수 있다. 제1 집합에는 Point 1, 3, 10이 포함되고, 제2 집합에는 Point 4, 6, 8, 9가 포함되며, 제3 집합에는 Point 2, 5, 7, 14가 포함되고, 제4 집합에는 Point 11, 12, 13이 포함될 수 있다.

[0058] 상술한 바와 같이 부하 조건(Load conditions) 및 전류 크기(C-rate)의 운용 조건에 따른 배터리 운용 상황을 고려하여 각 배터리 셀의 스크리닝 파라미터의 집합이 분류되면, 프로세서(130)는 각 지점의 직렬저항 성분(R_s)을 아래 수학적 식 1을 이용하여 산출할 수 있다. 즉, 프로세서(130)는 단자 전압(V_t)을 전류로 나누어 각 지점의 직렬저항 성분을 산출할 수 있다.

[0059] [수학적 식 1]

$$R_s = \frac{V_t}{I}$$

[0060]

[0061] 여기서, V_t 는 충·방전기에서 측정된 배터리 단자 전압일 수 있다.

[0062] 스크리닝 파라미터의 집합이 분류되면, 프로세서(130)는 각 스크리닝 파라미터를 퍼지 로직(Fuzzy logic) 알고리즘에 적용하여 각 배터리 셀이 속하는 집단을 분류할 수 있다.

[0063] Fuzzy logic은 인간이 설정한 규칙을 기반으로 이분법으로 표현이 모호한 것들을 정량적으로 표현 가능한 방법이다. 소속도의 불확실성을 숫자로 표현하기 위해 소속 함수(Membership Function, MF)를 정의한다. 소속 함수(MF)로 정의된 소속 집합의 값은 0부터 1사이의 값으로 표현 가능하며, 이는 각 소속 집합에 대한 소속도(Degree of membership)를 의미한다.

[0064] 따라서, 프로세서(130)는 스크리닝 파라미터를 기 정의된 소속 함수(Membership Function, MF)에 적용하여 기 설정된 소속 집합에 포함되는 소속도를 산출할 수 있다.

[0065] 예를 들면, 소속 집합은 세 개의 집합으로 분류될 수 있다. 소속 집합의 세 집합 $f_1(x)$, $f_2(x)$, $f_3(x)$ 는 아래 수학적 식 2, 수학적 식 3, 수학적 식 4로 정의될 수 있다.

[0066] [수학적 식 2]

$$f_1(x) = \begin{cases} 1 & (0 \leq x < 0.2) \\ -5x + 2 & (0.2 \leq x < 0.4) \\ 0 & (0.4 \leq x \leq 1) \end{cases}$$

[0067]

[0068] [수학식 3]

$$f_2(x) = \begin{cases} 0 & (0 \leq x < 0.2) \\ 5x-1 & (0.2 \leq x < 0.4) \\ 1 & (0.4 \leq x < 0.6) \\ -5x+4 & (0.6 \leq x < 0.8) \\ 0 & (0.8 \leq x \leq 1) \end{cases}$$

[0069]

[0070] [수학식 4]

$$f_3(x) = \begin{cases} 0 & (0 \leq x < 0.6) \\ 5x-3 & (0.6 \leq x < 0.8) \\ 1 & (0.8 \leq x \leq 1) \end{cases}$$

[0071]

[0072] 여기서, x는 스크리닝 파라미터에 기초하여 생성된 입력 변수일 수 있다.

[0073] 소속 집합의 세 집합 $f_1(x)$, $f_2(x)$, 및 $f_3(x)$ 를 좌표평면 위에 도식화하면, 도 6과 같을 수 있다. $f_1(x)$ 에 소속되면 데이터가 작은 값에 몰려 있음을 의미하고, $f_2(x)$ 에 소속되면 데이터가 중간값에 몰려 있음을 의미하며, $f_3(x)$ 에 소속되면 데이터가 큰 값에 몰려 있음을 의미할 수 있다.

[0074] 각 소속 집합의 입력 변수인 x 는 전기적 특성 실험으로 추출된 직렬저항 성분일 수 있다.

[0075] 프로세서(130)는 직렬저항 성분을 소속 함수(MF)에 입력하기 전에 정규화(Normalization) 과정을 수행할 수 있다. 이때, 프로세서(130)는 Min-Max scaler를 사용하여 정규화를 수행함으로써, 0부터 1사이의 값으로 변환할 수 있다. 이러한 정규화를 수행함으로써, 입력 변수의 양을 줄여 계산량을 줄일 수 있고, 이상치를 제거할 수 있다.

[0076] 예를 들면, 프로세서(130)는 도 3에 도시된 14개의 직렬저항 추출 지점(Point)에서 각각의 지점의 저항값들끼리 Min-max scaler를 사용하여 0부터 1사이의 값으로 변환할 수 있다. Min-Max scaler는 아래 수학식 5와 같이 정의될 수 있다.

[0077] [수학식 5]

$$R_{s,scaler} = \frac{R_s - R_{min}}{R_{max} - R_{min}}$$

[0078]

[0079] 여기서, R_s 는 해당 지점의 직렬저항 성분, R_{max} 는 각 지점에서 가장 큰 값, R_{min} 은 각 지점에서 가장 작은 값, $R_{s,scaler}$ 는 Scaler로 변환된 값을 의미할 수 있다.

[0080] 스크리닝 파라미터에 대해 정규화가 수행되면, 프로세서(130)는 정규화된 스크리닝 파라미터에 대해 운용조건에 따라 분류된 집합별 평균값을 산출하며, 산출된 집합별 스크리닝 파라미터의 평균값을 입력변수로 도출하고, 도출된 입력변수를 소속 함수에 입력하여 소속도를 산출할 수 있다.

[0081] 예를 들면, 도 5에 도시된 바와 같이 4개의 집합으로 분류된 경우, 프로세서(130)는 4개의 집합별 평균값을 계산하여, 각 배터리 셀별로 4개의 입력 변수(x)를 도출할 수 있고, 4개의 입력 변수를 소속 함수에 입력하여 소속도를 산출할 수 있다.

[0082] 각 소속 집합의 소속도가 산출되면, 프로세서(130)는 소속도 및 집단 분류 규칙에 기초하여 각 배터리 셀이 속하는 집단을 분류할 수 있다. 여기서, 집단 분류 규칙은 소속 집합별 원소의 개수일 있다. 따라서, 프로세서(130)는 각 소속 집합에 포함된 소속도 값의 개수에 기초하여 각 배터리 셀이 속하는 집단을 분류할 수 있다.

[0083] Fuzzy logic 알고리즘은 역퍼지화(Defuzzification) 과정을 거쳐 입력변수에 대한 소속 함수(MF)의 결과를 정량적 수치화할 수 있다. 또한, Fuzzy logic 알고리즘은 역퍼지화 과정을 통해 언어적 표현과 정량적 수치를 결합한 표현을 가능하게 한다. 또한, Fuzzy logic 알고리즘은 타겟 셀 개수에 부합하는 우선순위 비교 및 배터리 셀 선별을 가능하게 한다. 소속도와 언어적 표현 결합을 위한 집단 분류 규칙은 아래 표 2와 같을 수 있다.

[0084] [표 2]

Condition	Result
$n(f_1)=4, n(f_2)=0, n(f_3)=0$	Low
$n(f_1)=0, n(f_2)=4, n(f_3)=0$	
$n(f_1)=0, n(f_2)=0, n(f_3)=4$	
$n(f_1)=3, n(f_2)=1, n(f_3)=0$	Middle
$n(f_1)=3, n(f_2)=0, n(f_3)=1$	
$n(f_1)=0, n(f_2)=3, n(f_3)=1$	
$n(f_1)=1, n(f_2)=3, n(f_3)=0$	
$n(f_1)=0, n(f_2)=1, n(f_3)=3$	
$n(f_1)=1, n(f_2)=0, n(f_3)=3$	
$n(f_1)=2, n(f_2)=1, n(f_3)=1$	High
$n(f_1)=1, n(f_2)=2, n(f_3)=1$	
$n(f_1)=1, n(f_2)=1, n(f_3)=2$	

[0085]

[0086] 표 2를 참조하면, 소속 집합별 원소의 개수($n(f_n)$)가 집단 분류 규칙일 수 있다. 각 집단은 언어적 표현으로 (저항 편차가) 작음(Low), (저항 편차가) 적당함(Middle), 및 (저항 편차가) 큼(High)으로 분류될 수 있다. 분류된 집단별 소속도를 도출하기 위한 역퍼지화 방법은 스게노 추론(Sugeno inference system) 방법을 사용할 수 있다. 스게노 추론은 소속 함수(MF)의 출력력을 단일 값으로 사용하여 특정 점에서는 논리값이 1, 나머지 모든 점에서는 0의 값을 갖는다.

[0087] 예를 들어, 도 6에서 x 가 0.25일 때 $f_1(x)$, $f_2(x)$, $f_3(x)$ 의 출력(소속도) 중 가장 큰 값을 사용하고 나머지 값은 버리므로 $x = 0.25$ 에 대한 소속 함수(MF) 출력값(소속도 값)은 0.5만 출력하는 것이다. 이는 소속 함수(MF)에 의한 영향이 큰 값만 반영하는 스게노 추론의 특성이다.

[0088] 각 배터리 셀의 소속도 값이 산출되면, 프로세서(130)는 각 배터리 셀의 소속도 값을 역퍼지화(Defuzzification)하여 각 배터리 셀의 가중평균을 산출하고, 각 배터리 셀의 가중평균에 기초하여 각 집단내 각 배터리 셀의 순위를 결정할 수 있다.

[0089] 특정 x 에서 채택된 소속 함수(MF) 출력값(소속도 값)들은 가중 평균(Weighted Average, WA)을 이용하여 최종적으로 역퍼지화할 수 있다. 가중 평균(WA)은 아래 수학적 식 6을 이용하여 산출될 수 있다.

[0090] [수학적 식 6]

$$WA = \frac{W(x_1) \cdot x_1 + W(x_2) \cdot x_2 + \dots + W(x_n) \cdot x_n}{W(x_1) + W(x_2) + \dots + W(x_n)}$$

[0091]

[0092] 여기서, $W(x)$ 는 x 의 가중치를 의미하고, 스게노 추론에 의해 출력된 소속 함수(MF) 상수값(출력값)일 수 있다.

[0093] 따라서, 프로세서(130)는 4개의 스크리닝 파라미터 x_1 , x_2 , x_3 , x_4 에 대한 소속 함수(MF) 출력값을 대표하는 가중 평균(역퍼지화 값)을 계산할 수 있다.

[0094] 각 배터리 셀의 가중평균이 산출되면, 프로세서(130)는 각 배터리 셀의 가중평균에 기초하여 각 집단내 각 배터리 셀의 순위를 결정할 수 있다. 이때, 프로세서(130)는 각 집단내 배터리 셀들의 가중평균을 내림차순으로 정렬하여 저항 편차가 작은 순서대로 순위를 결정할 수 있다.

[0095] 즉, 프로세서(130)는 역퍼지화한 값(가중평균)들을 내림차순으로 정렬하고, 저항 편차가 작은 순서대로 순위를 책정함으로써, 정량적 비교를 통한 스크리닝을 가능하게 할 수 있다.

[0096] 상기와 같이 구성된 배터리 스크리닝 장치(100)는 배터리 모델링 및 전기적 특성 실험을 통해 스크리닝 파라미

터를 추출할 수 있고, 추출된 스크리닝 파라미터를 Fuzzy logic 알고리즘의 소속 함수(MF) 및 규칙 설정을 통해 배터리 저항 성분 간의 편차 소속 집단을 분류할 수 있으며, 스게노 추론 기반 역퍼지화를 통해 정량적 우선순위를 부여할 수 있다.

- [0098] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 스크리닝 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0099] 도 7을 참조하면, 프로세서(130)는 복수 개의 배터리 셀의 전기적 특성 실험을 통해 스크리닝 파라미터를 각각 추출한다(S702). 이때, 프로세서(130)는 배터리 전기적 특성 실험과 배터리 모델링을 통해 직렬저항 성분을 스크리닝 파라미터로 추출할 수 있다.
- [0100] S702 단계가 수행되면, 프로세서(130)는 부하 조건 및 전류 크기의 운용 조건에 따른 배터리 운용 상황을 고려하여 각 배터리 셀의 스크리닝 파라미터의 집합을 분류한다(S704). 예를 들면, 프로세서(130)는 무부하에서 부하로 가는 조건(Unload → load) 및 높은 전류가 인가(High C-rate)된 제1 집합, 무부하에서 부하로 가는 조건(Unload → load) 및 낮은 전류가 인가(Low C-rate)된 제2 집합, 부하에서 무부하로 가는 조건(load → Unload) 및 높은 전류가 인가(High C-rate)된 제3 집합, 부하에서 무부하로 가는 조건(load → Unload) 및 낮은 전류가 인가(Low C-rate)인 제4 집합 중 하나의 집합으로 스크리닝 파라미터의 집합을 분류할 수 있다.
- [0101] S704 단계가 수행되면, 프로세서(130)는 각 스크리닝 파라미터를 퍼지 로직(Fuzzy logic) 알고리즘에 적용하여 각 배터리 셀이 속하는 집단을 분류한다(S706). 이때, 프로세서(130)는 스크리닝 파라미터에 대해 정규화(Normalization)를 수행하고, 정규화된 스크리닝 파라미터에 대해 운용조건에 따라 분류된 집합별 평균값을 산출하며, 집합별 스크리닝 파라미터의 평균값을 소속 함수에 입력하여 소속도를 산출할 수 있다. 그런 후, 프로세서(130)는 소속도 및 집단 분류 규칙에 기초하여 각 배터리 셀이 속하는 집단을 분류할 수 있다. 여기서, 집단 분류 규칙은 소속 집합별 원소의 개수일 있다. 따라서, 프로세서(130)는 각 소속 집합에 포함된 소속도 값의 개수에 기초하여 각 배터리 셀이 속하는 집단을 분류할 수 있다.
- [0102] S706 단계가 수행되면, 프로세서(130)는 각 집단내 배터리 셀들의 정량적 우선순위를 부여한다(S708). 이때, 프로세서(130)는, 각 배터리 셀의 소속도 값을 역퍼지화(Defuzzification)하여 각 배터리 셀의 가중평균을 산출하고, 각 배터리 셀의 가중평균에 기초하여 각 집단내 각 배터리 셀의 순위를 결정할 수 있다.
- [0103] S708 단계가 수행되면, 프로세서(130)는 정량적 우선순위에 기초하여 해당 어플리케이션의 타겟 셀 개수에 해당하는 배터리 셀을 선별한다(S710). 즉, 프로세서(130)는 역퍼지화한 값(가중평균)들을 내림차순으로 정렬하고, 저항 편차가 작은 순서대로 순위를 책정함으로써, 배터리 셀을 선별할 수 있다.
- [0105] 이하, 도 8 내지 도 10을 참조하여 본 발명에 따른 스크리닝 결과 및 유사성 순위 분석을 통해 스크리닝 방법을 검증하기로 한다. 이를 위해, 489개의 배터리 셀 데이터를 활용하여 스크리닝을 진행하였다. 스크리닝 진행 결과 저항 편차의 정도에 따라 세 개의 집단으로 분류하였으며, 각 집단은 Low 190개, Middle 99개, High 200개의 배터리 셀을 포함하였다.
- [0106] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 셀의 파라미터 추출 지점에 따른 직렬저항 성분을 설명하기 위한 예시도이다. 도 8의 (a)는 스크리닝 진행 전 489개 배터리 셀의 파라미터 추출 지점에 따른 직렬저항 성분을 나타낸다. 도 8의 (b), (c), 및 (d)는 각각 Low, Middle, High 집단별 파라미터 추출 지점에 따른 직렬저항 성분을 나타낸다. 스크리닝 진행 전은 6개의 지점(Point 4, 8, 11, 12, 13, 14)에서만 저항값이 유사한 반면, 스크리닝 후의 Low 집단의 경우 10개의 지점(Point 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14)에서 저항값이 유사함을 확인하였다. Middle 집단의 경우 7개의 지점(Point 3, 4, 8, 11, 12, 13, 14)에서 저항값이 유사하였으며, High 집단의 경우 스크리닝 이전과 동일하였다.
- [0107] 본 발명의 스크리닝 파라미터는 저항 추출값을 그대로 사용하지 않고 배터리 운용 시의 거동을 고려하여 전류 및 부하 조건에 따라 재가공하여 사용하므로, 스크리닝 이전에 저항값이 유사한 6개 지점 또한 스크리닝에 유의미하게 작용한다. 스크리닝 진행 전에 저항 편차가 유사한 6개 지점은 스크리닝 이후에도 유사한 저항값을 보이며 분류 집단별 지점에 따른 저항값의 편차가 다른 것을 도 8을 통해 확인할 수 있다. 이는 모든 지점의 저항값이 스크리닝에 유의미하게 작용함을 의미한다.
- [0108] 도 8의 스크리닝 후 집단에 따른 저항값을 확인하면, Low 집단의 경우 저항값이 유사하지 않은 4개의 지점은 도 5의 배터리 운용 상황을 고려한 조건 분류에서 무부하에서 부하로 가는 지점을 나타낸다. Middle 집단의 경우 7

개의 지점에서 저항값이 유사하지 않으며 해당 지점들은 도 5의 배터리 운용 상황을 고려한 조건분류에서 무부하에서 부하 조건과 부하에서 무부하 조건 중 높은 전류가 인가된 상황을 나타낸다. High 집단의 경우 Middle 집단의 지점에서 Point 3만 추가되었으며 이 지점은 도 5의 집합 분류에서 무부하에서 부하 조건 중 높은 전류가 흐르는 상황을 나타낸다. 이는 단순히 Middle 집단이 High 집단에 비해 1개의 지점의 결과만 우수한 것을 의미하지 않는다. 본 발명에서는 스크리닝 과정을 배터리 운용 상황을 고려한 집단 분류 후 정량적 순위 비교로 구성하였다. 집단 분류는 배터리 운용 상황을 반영하였기에 집단별 타겟 셀의 개수를 설정하지 않고 진행하여 도 5의 조건에 따라서만 분류하였다. 스크리닝 결과와 조건 분류에 따르면 Middle 집단이 Low 집단보다 1개의 지점에서만 우수한 결과를 나타낸 것은 배터리에 고전류를 인가하였을 때의 상황을 고려한 스크리닝이 잘 진행되었음을 의미한다. 결과적으로 파라미터 추출 지점별 저항값 결과를 통해 배터리 운용 시를 고려한 스크리닝이 수행되었음을 확인하였다. 또한, 배터리 운용 상황 중 무부하에서 부하로 가는 조건 중 고전류가 인가될 때 저항의 편차 발생이 심함을 확인하였으며, 배터리 운용 상황을 고려한 스크리닝 시 해당 상황을 가장 우선적으로 반영하여야 효율적인 스크리닝이 가능하다는 결론 도출이 가능하다.

[0109] 스크리닝 후의 집단별 저항 편차를 분석하기 위해 파라미터 추출 지점별 저항의 표준편차를 도출하였다.

[0110] 표준편차는 아래 수학적 식 7을 이용하여 산출될 수 있다.

[0111] [수학적 식 7]

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum (R_i - \mu)^2}$$

[0112]

[0113] 여기서, σ 는 저항의 표준편차, N 은 전체 배터리 셀의 개수, μ 는 저항 평균을 의미할 수 있다.

[0114] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 스크리닝 파라미터 추출 지점별 저항의 표준편차를 나타낸다. 표준편차 비교결과 Low 집단이 8개의 지점(Point 1, 2, 5, 7, 9, 10, 11, 14)에서 표준편차가 가장 작은 것을 확인할 수 있다. Middle과 High 집단의 경우 각각 2개의 지점(Point 3, 6), 4개의 지점(Point 4, 8, 12, 13)에서 표준편차가 가장 작은 결과를 나타냈다. 표준편차가 가장 큰 지점은 High 그룹에서 가장 많이 확인되며, 해당 경우에서 12번 지점을 제외한 모든 지점에서 표준편차가 다른 두 그룹의 2배 이상이었다.

[0115] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 각 집단별 스크리닝 데이터를 역퍼지화한 결과를 나타낸 예시도이다. 도 10은 스크리닝 데이터를 역퍼지화하여 저항 편차 집단에 소속되는 정도를 수치화하여 내림차순한 것이며, 각 집단별 상위 30개의 역퍼지화 결과이다. Low 집단의 경우 32.25-97.74의 소속도를, Middle 집단의 경우 31.72-73.26의 소속도를, High 집단의 경우 31.08-62.82의 소속도를 나타낸다. Low 집단의 경우 대부분 70 이상의 소속도를 나타내며 평균 소속도는 82.31로 매우 높은 소속도를 보인다. 각 집단별 소속도는 초기에 급격히 감소 후 선형적으로 감소하다 말기에 다시 급격히 감소하는 경향을 보인다. 이는 스크리닝을 배터리 운용 상황 조건 분류에 따른 집단 분류 후 집단 내 정량적 순위 책정의 순서로 진행하여 나타난 결과이다. 배터리 운용 조건에 따른 집단 분류는 정량적 수치가 정해지기 이전에 파라미터와 소속 함수(MF)를 기반으로 설정된 규칙으로 인해 결정된다. 따라서, 집단내에서 설정한 규칙 기반의 특성은 집단의 특성과 비슷하나 실제 저항값은 유사하지 않은 셀이 존재할 수 있다. 초기와 말기의 역퍼지화 값이 선형적으로 변하는 값과 큰 차이가 발생하는 이유도 이러한 이유 때문이라고 분석할 수 있다.

[0116] 상술한 결과들을 토대로, 본 발명에 따른 배터리 스크리닝 방법 적용 시 배터리 운용 상황을 고려한 효과적인 집단 분류가 가능하고, 역퍼지화 과정을 거쳐 집단 내 정량적 순위 비교가 가능하다. 단순히 배터리 특성에 따른 집단 분류 외에 추가적으로 정량적인 수치 비교가 가능하기에 배터리 팩을 구성하는 셀 선별 시 셀 간 편차를 줄이는 데 효과적으로 작용할 수 있다. 예를 들어, 본 발명에 따른 배터리 스크리닝 방법 사용 시, 정해진 타겟 셀의 개수에 맞춰 특성이 비슷한 순서대로 배터리 셀 선별이 가능하다. 종래의 K-means clustering, SVM 방법에서는 일정 범위 영역 설정에 따른 군집화를 실시하지만, 데이터 간의 유사성을 파악하기는 어려운 한계점을 지니고 있다. 그러나, 본 발명에 따른 배터리 스크리닝 방법은 데이터 간의 유사성을 정량적 수치를 정확하게 파악할 수 있기에 더욱 정확한 배터리 셀 선별이 가능하다. 또한, 배터리 운용 상황을 고려하였기에 해당 애플리케이션에 적합한 집단내에서 배터리 셀 선별이 가능한 장점이 있다. 예를 들어 '무부하 상태에서 전류를 인가하여 순간적인 고출력이 필요한 운용 환경에서 셀 간 편차가 적은 배터리 셀 50개 선별'이라는 목적을 달성하기 위해서는 스크리닝 과정을 거친 후 Low 집단에서 역퍼지화 값이 상위 50개인 셀을 선별하면 된다. Low 집단은 도 5의 조건과 도 8의 (b)의 결과에 따라 무부하에서 부하로 변하면서 고전류가 걸리는 지점에서 저항 편차

가 가장 작은 집단이며 이 중 상위 50개의 배터리 셀이 해당 특성을 가장 잘 반영한 셀이라고 볼 수 있다.

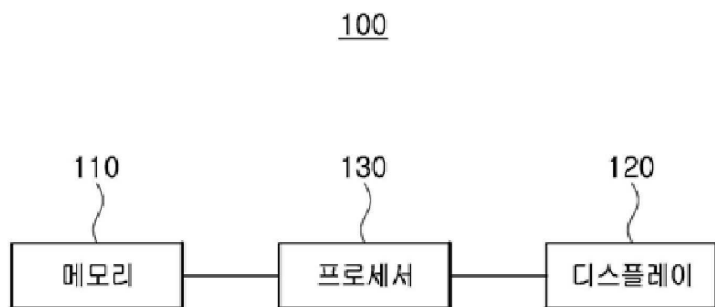
- [0118] 상술한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 스크리닝 장치 및 방법은, 배터리 셀의 전기적 특성실험을 통해 어플리케이션의 특성을 반영한 스크리닝을 수행함으로써, 해당 어플리케이션에 적합한 집단내에서 배터리 셀을 선별할 수 있고, 정밀한 배터리 셀 선별을 통해 배터리 팩 내 언밸런싱 문제를 줄일 수 있으며, 이를 통해 배터리 팩의 고장 감소 및 수명 연장을 가능하게 할 수 있다.
- [0119] 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 스크리닝 장치 및 방법은, 복수의 배터리 셀을 다양한 집단으로 분류하고 집단 내부에서 배터리 셀별 우선순위를 책정하여 타겟 셀 개수에 맞는 효율적인 배터리 셀 선별을 가능하게 한다.
- [0120] 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 스크리닝 장치 및 방법은, 배터리 운용 상황을 고려한 효과적인 집단 분류가 가능하고, 퍼지 로직(특히, 역퍼지화 과정)을 거쳐 집단 내 정량적 순위 비교를 가능하게 함으로써, 배터리 팩을 구성하는 배터리 셀 선별 시 배터리 셀 간 편차를 줄일 수 있고, 이를 통해 타겟 셀의 개수에 맞춰 특성이 비슷한 순서대로 배터리 셀을 선별할 수 있다.
- [0121] 나아가, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 스크리닝 장치 및 방법은, 배터리 셀 간의 유사성을 정량적 수치를 정확하게 파악할 수 있기에 더욱 정확하게 배터리 셀을 선별할 수 있다.
- [0122] 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.
- [0123] 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 아래의 특허청구범위에 의해서 정하여져야 할 것이다.

부호의 설명

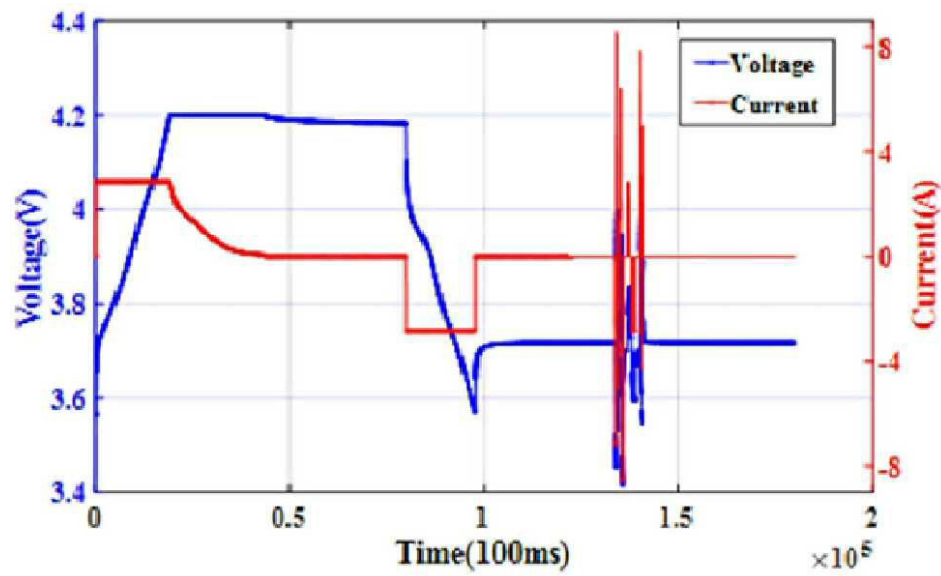
- [0124] 100 : 배터리 스크리닝 장치
110 : 메모리
120 : 디스플레이
130 : 프로세서

도면

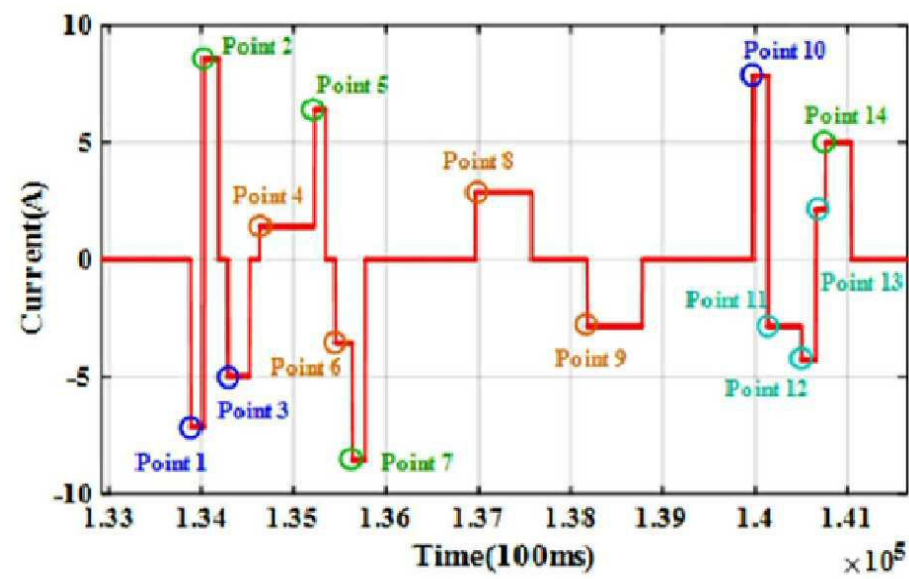
도면1



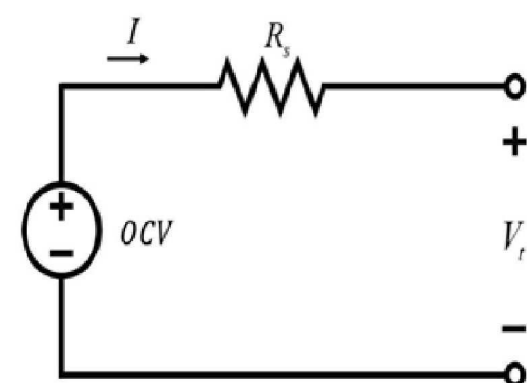
도면2



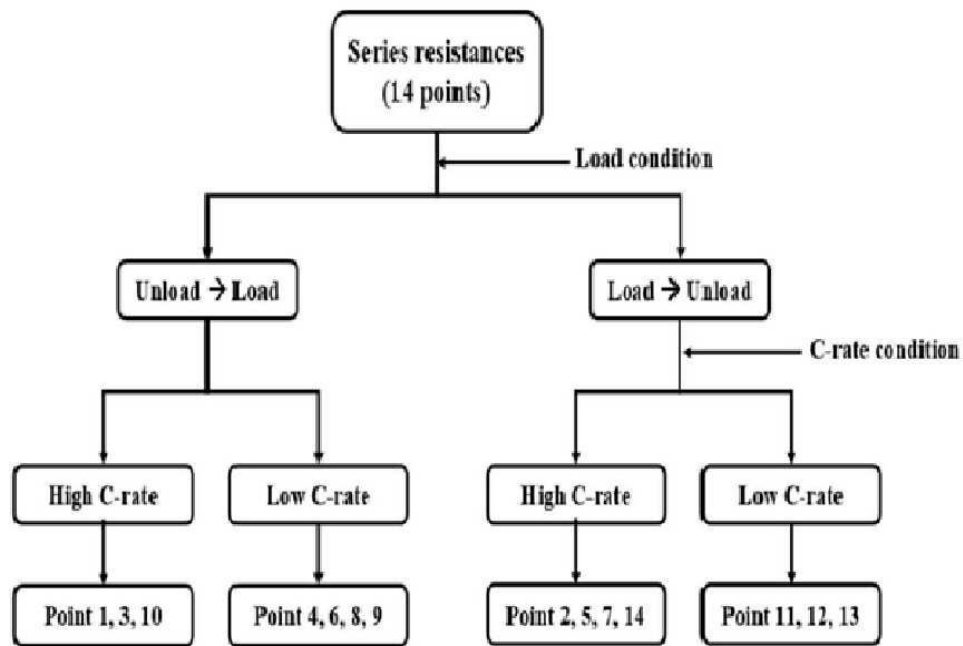
도면3



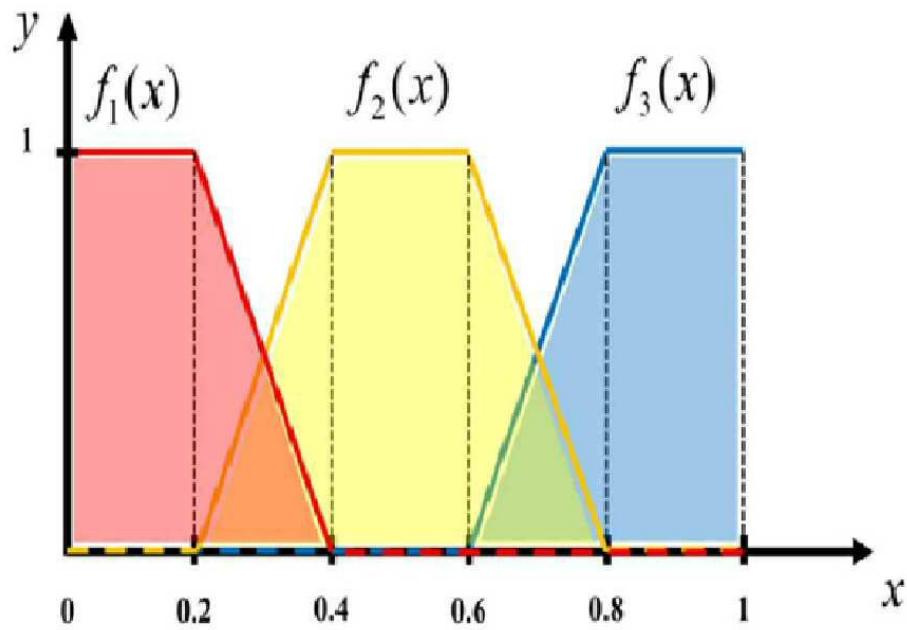
도면4



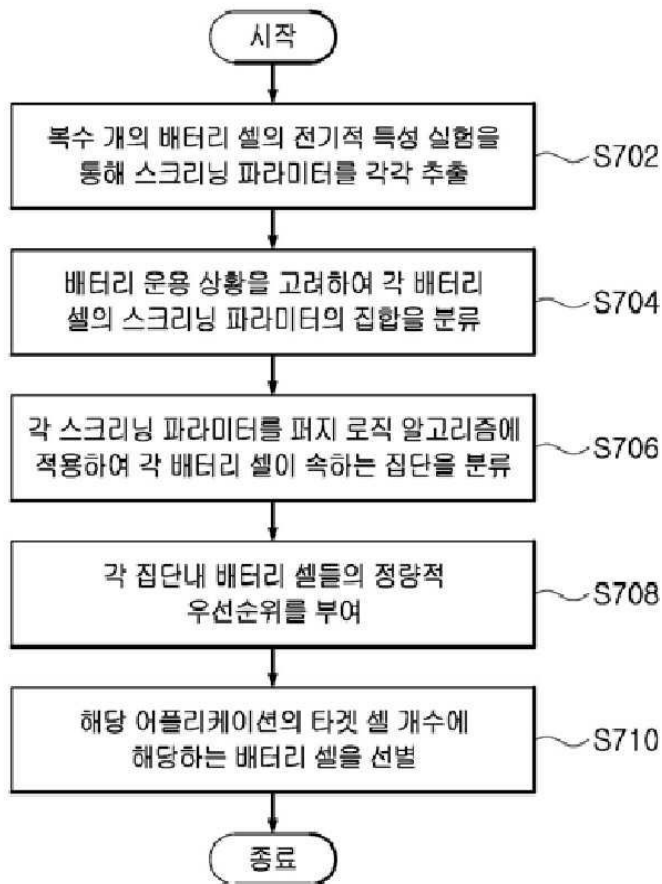
도면5



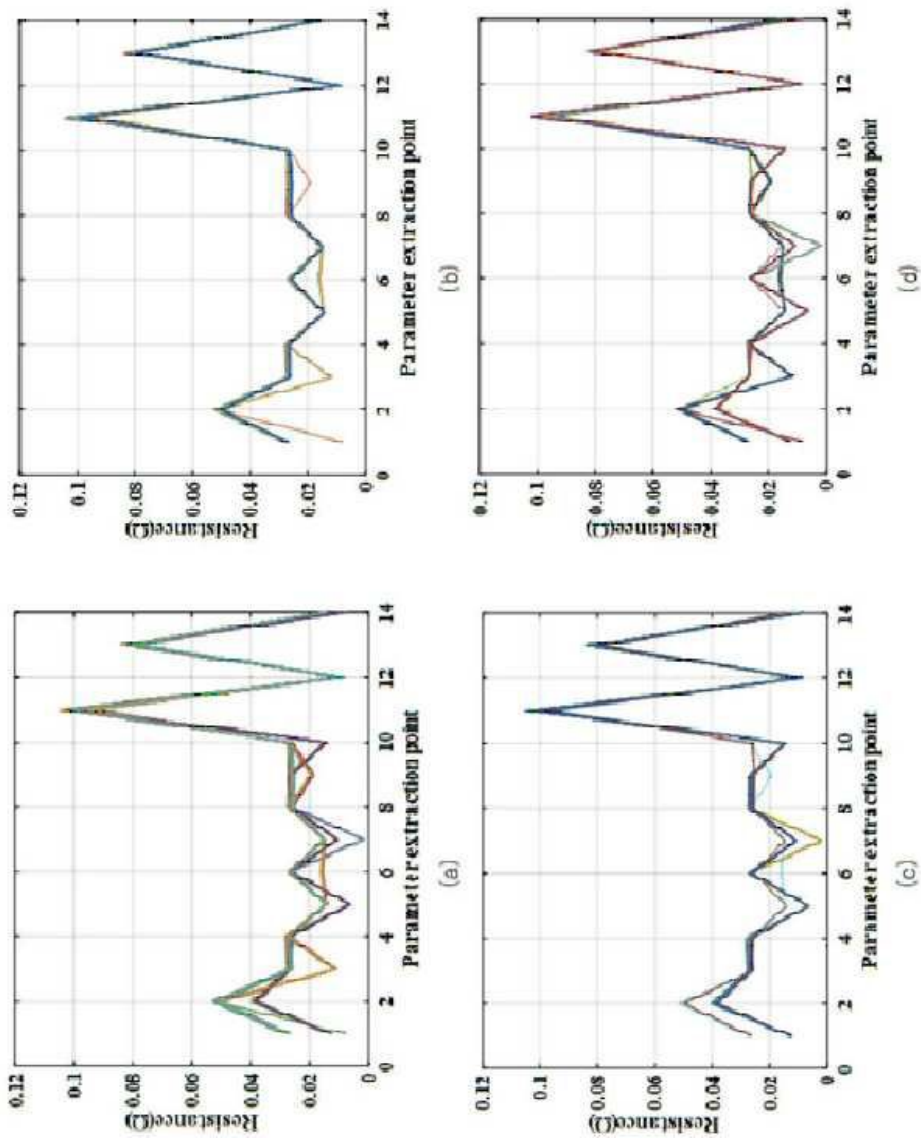
도면6



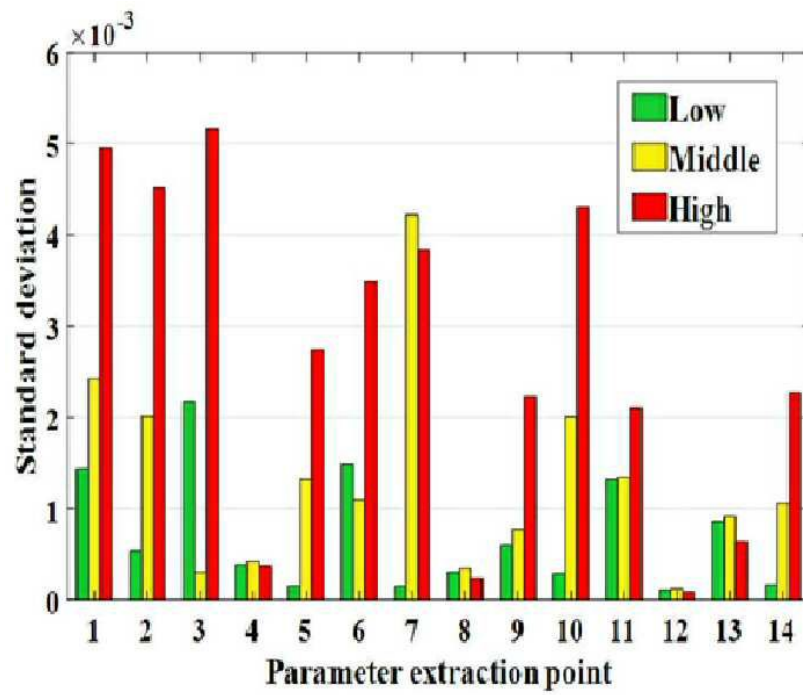
도면7



도면8



도면9



도면10

