



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0108990
(43) 공개일자 2022년08월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01R 31/367 (2019.01) G01R 23/16 (2006.01)
G01R 31/36 (2019.01) G01R 31/382 (2019.01)
G01R 31/392 (2019.01) G06N 20/00 (2019.01)
H02J 7/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G01R 31/367 (2019.01)
G01R 23/16 (2021.05)

(21) 출원번호 10-2021-0012134

(22) 출원일자 2021년01월28일

심사청구일자 2021년01월28일

(71) 출원인

충남대학교산학협력단

대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)

영남대학교 산학협력단

경상북도 경산시 대학로 280 (대동)

(72) 발명자

김중훈

대전광역시 유성구 대학로 99 충남대학교

유기수

경상북도 경산시 대학로 280 영남대학교

(74) 대리인

특허법인명신, 남완용

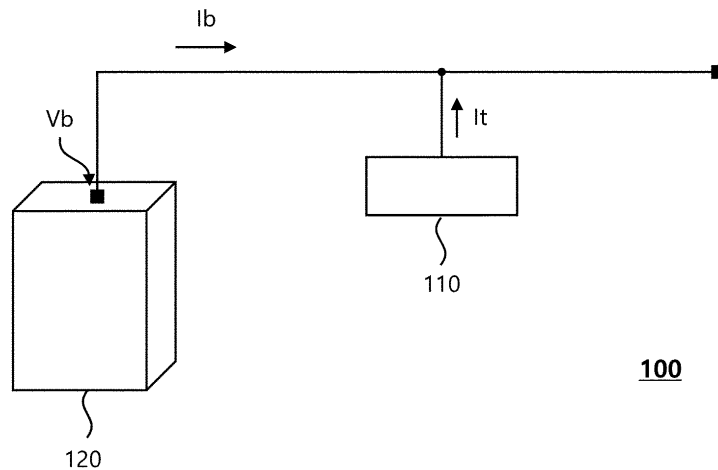
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 배터리노화분석장치 및 방법, 그를 포함하는 배터리관리장치, 그리고, 배터리분석모델 생성방법

(57) 요약

일 실시예는, 배터리단자의 전압(배터리전압)을 센싱하고, 상기 배터리단자로 입출력되는 전류(배터리전류)를 센싱하는 센싱부; 상기 배터리단자로 주파수성분을 포함하는 구동전류를 공급하는 구동부; 및 상기 구동전류에 대응되는 상기 배터리전압을 분석하여 나이키스트(Nyquist) 플롯데이터를 생성하고, 상기 나이키스트 플롯데이터를 분석하여 배터리의 노화데이터를 생성하는 분석부를 포함하는 배터리노화분석장치를 제공한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01R 31/3648 (2013.01)
G01R 31/382 (2019.01)
G01R 31/392 (2019.01)
G01R 31/396 (2019.01)
G06N 20/00 (2021.08)
H02J 7/0031 (2013.01)
H02J 7/005 (2020.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711119438
과제번호	2020R1A4A1019227
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	집단연구지원(R&D)
연구과제명	디지털 트윈 기반 이차전지 신뢰성 연구실
기 여 율	1/1
과제수행기관명	영남대학교
연구기간	2020.07.01 ~ 2021.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

배터리단자의 전압(배터리전압)을 센싱하고, 상기 배터리단자로 입출력되는 전류(배터리전류)를 센싱하는 센싱부;

상기 배터리단자로 주파수성분을 포함하는 구동전류를 공급하는 구동부; 및

상기 구동전류에 대응되는 상기 배터리전압을 분석하여 나이키스트(Nyquist) 플롯데이터를 생성하고, 상기 나이키스트 플롯데이터를 분석하여 배터리의 노화데이터를 생성하는 분석부

를 포함하는 배터리노화분석장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 노화데이터는,

수명데이터와 노화원인데이터를 포함하는 배터리노화분석장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 분석부는,

상기 나이키스트 플롯데이터에서 반원의 크기에 따라 진동에 의한 원인의 비율을 조정하고, 상기 나이키스트 플롯데이터에서 리얼(real)값의 크기에 따라 온도에 의한 원인의 비율을 조정하는 배터리노화분석장치.

청구항 4

배터리단자로 주파수성분을 포함하는 구동전류를 공급하는 단계;

상기 배터리단자의 전압(배터리전압)을 센싱하고, 상기 배터리단자로 입출력되는 전류(배터리전류)를 센싱하는 단계;

상기 구동전류에 대응되는 상기 배터리전압을 분석하여 나이키스트(Nyquist) 플롯데이터를 생성하는 단계; 및

상기 나이키스트 플롯데이터를 분석하여 배터리의 노화데이터를 생성하는 단계

를 포함하는 배터리노화분석방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 나이키스트 플롯데이터를 분석하여 상기 배터리의 노화데이터를 생성하는 단계에서,

상기 나이키스트 플롯데이터를 이용하여 상기 배터리의 회로모델을 구성하고, 상기 회로모델의 구성성분값을 이용하여 상기 노화데이터를 생성하는 배터리노화분석방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 나이키스트 플롯데이터를 분석하여 상기 배터리의 노화데이터를 생성하는 단계에서,

상기 회로모델의 구성들 중 성분값이 변하는 구성에 따라 상기 배터리의 노화원인을 다르게 결정하는 배터리노화분석방법.

청구항 7

제4항에 있어서,
상기 노화데이터는,
수명데이터와 노화원인데이터를 포함하는 배터리노화분석방법.

청구항 8

배터리단자의 전압(배터리전압)을 센싱하고, 상기 배터리단자로 입출력되는 전류(배터리전류)를 센싱하며, 배터리의 온도(배터리온도)를 센싱하는 센싱부;
상기 배터리전압이 상한전압을 초과하거나 하한전압에 미달되거나 상기 배터리전류가 제한전류를 초과하거나 상기 배터리온도가 제한온도를 초과하는 경우, 상기 배터리단자로 입출력되는 상기 배터리전류를 차단하는 제어부;
상기 배터리단자로 주파수성분을 포함하는 구동전류를 공급하는 구동부; 및
상기 구동전류에 대응되는 상기 배터리전압을 분석하여 나이키스트(Nyquist) 플롯데이터를 생성하고, 상기 나이키스트 플롯데이터를 분석하여 배터리의 노화데이터를 생성하는 분석부를 포함하는 배터리관리장치.

청구항 9

제8항에 있어서,
상기 배터리전류의 입출력을 차단하는 차단스위치를 더 포함하고,
상기 제어부는 상기 차단스위치를 제어하여 상기 배터리전류를 차단하는 배터리관리장치.

청구항 10

제8항에 있어서,
상기 제어부는,
상기 배터리전류를 누적하거나 상기 배터리전압을 이용하여 상기 배터리의 잔존용량을 계산하는 배터리관리장치.

청구항 11

제8항에 있어서,
상기 노화데이터는,
수명데이터와 노화원인데이터를 포함하는 배터리관리장치.

청구항 12

제8항에 있어서,
상기 분석부는,
상기 나이키스트 플롯데이터에서 반원의 크기에 따라 진동에 의한 원인의 비율을 조정하고, 상기 나이키스트 플롯데이터에서 리얼(real)값의 크기에 따라 온도에 의한 원인의 비율을 조정하는 배터리관리장치.

청구항 13

제1배터리를 일정한 가속도로 흔들면서 $N(N$ 은 100 이상의 자연수)회 충방전시키는 단계;
매 충방전사이클마다, 상기 제1배터리로 주파수성분을 포함하는 제1구동전류를 공급하고 상기 제1구동전류에 대응되는 상기 제1배터리의 전압을 분석하여 제1나이키스트 플롯데이터를 생성하고, 상기 제1배터리의 용량을 계산하는 단계;

제2배터리를 일정한 온도 챔버에서 N회 충방전시키는 단계;

매 충방전사이클마다, 상기 제2배터리로 주파수성분을 포함하는 제2구동전류를 공급하고 상기 제2구동전류에 대응되는 상기 제2배터리의 전압을 분석하여 제2나이키스트 플롯데이터를 생성하고, 상기 제2배터리의 용량을 계산하는 단계; 및

상기 제1나이키스트 플롯데이터 및 상기 제1배터리의 용량, 그리고, 상기 제2나이키스트 플롯데이터 및 상기 제2배터리의 용량을 머신러닝장치에 투입하여 나이키스트 플롯에 따라 배터리의 수명을 계산하고 배터리 수명 변화의 원인을 분류하는 배터리분석모델을 생성하는 단계

를 포함하는 배터리분석모델 생성방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 배터리분석모델은 BMS(Battery Management System)에 장착되는 배터리분석모델 생성방법.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 원인은 진동원인과 온도원인으로 분류되는 배터리분석모델 생성방법.

청구항 16

제13항에 있어서,

상기 제1구동전류 및 상기 제2구동전류는 충방전이 멈춘 상태에서 공급되는 배터리분석모델 생성방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 실시예는 배터리관리기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] BMS(Battery Management System)는 배터리팩의 전압, 전류 및 온도를 모니터링하여 최적의 상태로 유지 관리하여, 배터리 교체시기 예측 및 배터리 문제를 사전에 발견하는 등 배터리를 관리하는 중요한 역할을 하는 장치이다.

[0003] 배터리팩의 안전성 확보를 위하여 현재 BMS에 의하여 과충방전, 및 과전류, 과전압이 제한되고 있으며 셀밸런싱 및 온도 알람 등의 기술이 적용되고 있으나 이는 배터리팩 중대사고를 방지하기 위한 초급기술이며 배터리의 건전성 평가를 위한 기능-예를 들어, SOH(state-of-health), SOS(state-of-safety)를 추정하는 기능-은 제어되어 있다.

[0004] SOH 및 SOH 추정에는 전지 분해 후 물질 분석을 통한 전극, 전해질의 변질 상태 및 노화 정도를 파악하는 방법(파괴적 방법), 또는 엑스레이 촬영을 통한 전극 상태 분석 방법(비파괴적 방법) 등이 가장 확실한 방법으로 알려져 있으나, 이러한 방법은 배터리팩 운용 중에는 불가능할 뿐만 아니라 파괴적 방법의 경우 테스트 후에는 배터리팩 자체를 폐기해야 하므로 권장되는 방법이 아니다.

[0005] 이러한 문제의 현재는 SOH, SOS 추정을 위하여 충방전효율, 잔류용량, 배터리팩 운전이력, 온도이력 등을 통하여 간접적인 추정 방법을 사용하고 있는 상황이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 이러한 배경에서, 본 실시예의 목적은, 배터리의 노화를 보다 정확하게 분석할 수 있는 기술을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0007] 전술한 목적을 달성하기 위하여, 일 실시예는, 배터리단자의 전압(배터리전압)을 센싱하고, 상기 배터리단자로 입출력되는 전류(배터리전류)를 센싱하는 센싱부; 상기 배터리단자로 주파수성분을 포함하는 구동전류를 공급하는 구동부; 및 상기 구동전류에 대응되는 상기 배터리전압을 분석하여 나이키스트(Nyquist) 플롯데이터를 생성하고, 상기 나이키스트 플롯데이터를 분석하여 배터리의 노화데이터를 생성하는 분석부를 포함하는 배터리노화 분석장치를 제공한다.
- [0008] 상기 노화데이터는, 수명데이터와 노화원인데이터를 포함할 수 있다.
- [0009] 상기 분석부는, 상기 나이키스트 플롯데이터에서 반원의 크기에 따라 진동에 의한 원인의 비율을 조정하고, 상기 나이키스트 플롯데이터에서 리얼(real)값의 크기에 따라 온도에 의한 원인의 비율을 조정할 수 있다.
- [0010] 다른 실시예는, 배터리단자로 주파수성분을 포함하는 구동전류를 공급하는 단계; 상기 배터리단자의 전압(배터리전압)을 센싱하고, 상기 배터리단자로 입출력되는 전류(배터리전류)를 센싱하는 단계; 상기 구동전류에 대응되는 상기 배터리전압을 분석하여 나이키스트(Nyquist) 플롯데이터를 생성하는 단계; 및 상기 나이키스트 플롯데이터를 분석하여 배터리의 노화데이터를 생성하는 단계를 포함하는 배터리노화분석방법을 제공한다.
- [0011] 상기 배터리노화분석방법은, 상기 나이키스트 플롯데이터를 분석하여 상기 배터리의 노화데이터를 생성하는 단계에서, 상기 나이키스트 플롯데이터를 이용하여 상기 배터리의 회로모델을 구성하고, 상기 회로모델의 구성성분값을 이용하여 상기 노화데이터를 생성할 수 있다.
- [0012] 상기 배터리노화분석방법은, 상기 나이키스트 플롯데이터를 분석하여 상기 배터리의 노화데이터를 생성하는 단계에서, 상기 회로모델의 구성들 중 성분값이 변하는 구성에 따라 상기 배터리의 노화원인을 다르게 결정할 수 있다.
- [0013] 상기 노화데이터는, 수명데이터와 노화원인데이터를 포함할 수 있다.
- [0014] 또 다른 실시예는, 배터리단자의 전압(배터리전압)을 센싱하고, 상기 배터리단자로 입출력되는 전류(배터리전류)를 센싱하며, 배터리의 온도(배터리온도)를 센싱하는 센싱부; 상기 배터리전압이 상한전압을 초과하거나 하한전압에 미달되거나 상기 배터리전류가 제한전류를 초과하거나 상기 배터리온도가 제한온도를 초과하는 경우, 상기 배터리단자로 입출력되는 상기 배터리전류를 차단하는 제어부; 상기 배터리단자로 주파수성분을 포함하는 구동전류를 공급하는 구동부; 및 상기 구동전류에 대응되는 상기 배터리전압을 분석하여 나이키스트(Nyquist) 플롯데이터를 생성하고, 상기 나이키스트 플롯데이터를 분석하여 배터리의 노화데이터를 생성하는 분석부를 포함하는 배터리관리장치를 제공한다.
- [0015] 상기 배터리관리장치는, 상기 배터리전류의 입출력을 차단하는 차단스위치를 더 포함하고, 상기 제어부는 상기 차단스위치를 제어하여 상기 배터리전류를 차단할 수 있다.
- [0016] 상기 제어부는, 상기 배터리전류를 누적하거나 상기 배터리전압을 이용하여 상기 배터리의 잔존용량을 계산할 수 있다.
- [0017] 상기 노화데이터는, 수명데이터와 노화원인데이터를 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 분석부는, 상기 나이키스트 플롯데이터에서 반원의 크기에 따라 진동에 의한 원인의 비율을 조정하고, 상기 나이키스트 플롯데이터에서 리얼(real)값의 크기에 따라 온도에 의한 원인의 비율을 조정할 수 있다.
- [0019] 또 다른 실시예는, 제1배터리를 일정한 가속도로 흔들면서 $N(N$ 은 100 이상의 자연수)회 충방전시키는 단계; 매 충방전사이클마다, 상기 제1배터리로 주파수성분을 포함하는 제1구동전류를 공급하고 상기 제1구동전류에 대응되는 상기 제1배터리의 전압을 분석하여 제1나이키스트 플롯데이터를 생성하고, 상기 제1배터리의 용량을 계산하는 단계; 제2배터리를 일정한 온도 챔버에서 N 회 충방전시키는 단계; 매 충방전사이클마다, 상기 제2배터리로 주파수성분을 포함하는 제2구동전류를 공급하고 상기 제2구동전류에 대응되는 상기 제2배터리의 전압을 분석하여 제2나이키스트 플롯데이터를 생성하고, 상기 제2배터리의 용량을 계산하는 단계; 및 상기 제1나이키스트 플롯데이터 및 상기 제1배터리의 용량, 그리고, 상기 제2나이키스트 플롯데이터 및 상기 제2배터리의 용량을 머신러닝장치에 투입하여 나이키스트 플롯에 따라 배터리의 수명을 계산하고 배터리 수명 변화의 원인을 분류하는 배터리분석모델을 생성하는 단계를 포함하는 배터리분석모델 생성방법을 제공한다.
- [0020] 상기 배터리분석모델은 BMS(Battery Management System)에 장착될 수 있다.

[0021] 상기 원인은 진동원인과 온도원인으로 분류될 수 있다.

[0022] 상기 제1구동전류 및 상기 제2구동전류는 충방전이 멈춘 상태에서 공급될 수 있다.

발명의 효과

[0023] 이상에서 설명한 바와 같이 본 실시예에 의하면, 배터리의 노화를 보다 정확하게 분석할 수 있

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 일 실시예에 따른 배터리시스템의 구성도이다.

도 2는 일 실시예에 따른 BMS장치의 구성도이다.

도 3은 일 실시예에 따른 분석부의 구성도이다.

도 4는 온도에 의한 나이키스트 플롯 그래프의 변화를 나타내는 도면이다.

도 5는 진동에 의한 나이키스트 플롯 그래프의 변화를 나타내는 도면이다.

도 6은 일 실시예에 따른 임피던스모델의 구성도이다.

도 7은 일 실시예에 따른 배터리노화분석방법의 흐름도이다.

도 8은 머신러닝을 통해 분석모델을 생성하는 것을 나타내는 도면이다.

도 9는 일 실시예에 따른 배터리분석모델 생성방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 이하, 본 발명의 일부 실시예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0026] 또한, 본 발명의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제 1, 제 2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다. 어떤 구성 요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합" 또는 "접속"된다고 기재된 경우, 그 구성 요소는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나 또는 접속될 수 있지만, 각 구성 요소 사이에 또 다른 구성 요소가 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

[0027] 도 1은 일 실시예에 따른 배터리시스템의 구성도이다.

[0028] 도 1을 참조하면, 배터리시스템(100)은 배터리(120) 및 BMS장치(110) 등을 포함할 수 있다.

[0029] 여기서, 배터리(120)는 하나의 배터리셀로 구성될 수도 있고, 복수의 배터리셀로 구성될 수 있다. 배터리(120)는 배터리셀 이외에 보호회로를 더 포함할 수 있는데, 둘 이상의 구성을 포함하고 있다는 측면에서 배터리팩으로 호칭될 수 있다.

[0030] 배터리(120)에는 음극단자와 양극단자를 포함하는 배터리단자가 형성될 수 있으며 이러한 배터리단자를 통해 배터리전류(Ib)가 입출력될 수 있다. 음극단자가 그라운드와 연결되어 있을 때, 양극단자의 전압을 배터리전압(Vb)으로 볼 수 있다.

[0031] 배터리단자는 출력단자와 연결될 수 있다. 그리고, 출력단자는 전자장치에 연결되거나 충전장치에 연결될 수 있다. 출력단자가 전자장치와 연결되는 경우, 배터리단자를 통해 배터리전류(Ib)가 출력될 수 있고, 출력단자가 충전장치와 연결되는 경우, 배터리단자를 통해 배터리전류(Ib)가 입력될 수 있다.

[0032] 배터리단자는 BMS장치(110)와 더 연결될 수 있다.

[0033] BMS장치(110)는 BMS(Battery Management System)의 기능을 수행하는 장치로서, 배터리(120)의 상태를 관리하고 필요한 경우 차단스위치 등을 작동시켜 배터리(120)를 보호할 수 있다.

[0034] BMS장치(110)는 배터리전압(Vb)이 상한전압을 초과하거나 하한전압에 미달되는 경우, 알람을 발생시키거나 차단

스위치를 작동시켜 배터리전류(Ib)의 입출력을 차단할 수 있다.

- [0035] BMS장치(110)는 배터리전류(Ib)가 제한전류를 초과하는 경우, 예를 들어, 배터리전류(Ib)의 크기가 제한방전전류의 크기를 초과하는 경우, 배터리전류(Ib)의 크기가 제한충전전류의 크기를 초과하는 경우, 알람을 발생시키거나 차단스위치를 작동시켜 배터리전류(Ib)의 입출력을 차단할 수 있다.
- [0036] BMS장치(110)는 배터리온도가 제한온도를 초과하는 경우, 알람을 발생시키거나 차단스위치를 작동시켜 배터리전류(Ib)의 입출력을 차단할 수 있다.
- [0037] BMS장치(110)는 배터리(120)의 잔존용량을 계산할 수 있다. SOC(state-of-charge)로 표시되기도 하는 잔존용량은 배터리(120)에서 가용한 에너지의 양을 의미할 수 있다.
- [0038] BMS장치(110)는 배터리전압(Vb)에 따라 잔존용량을 계산할 수 있다. BMS장치(110)는 배터리전압(Vb)이 높은 경우, 잔존용량이 높은 것으로 계산하고, 배터리전압(Vb)이 낮은 경우, 잔존용량이 낮은 것으로 계산할 수 있다.
- [0039] BMS장치(110)는 배터리전류(Ib)를 누적시켜 잔존용량을 계산할 수 있다. 이러한 방법을 전류적산법이라고 부를 수도 한다.
- [0040] 한편, BMS장치(110)는 배터리(120)의 노화데이터를 생성할 수 있다. 노화데이터는 배터리(120)의 수명데이터 및 노화원인데이터를 포함할 수 있다. 노화데이터를 생성한다는 측면에서, BMS장치(110)는 배터리노화분석장치로 호칭될 수 있다.
- [0041] 수명데이터는 SOH(state-of-health)라고 불리우기도 하는 잔존수명에 대한 값을 포함할 수 있다. 그리고, 노화원인데이터는 잔존수명이 줄어들게 된 원인에 대한 값을 포함할 수 있다. 원인에 대한 값은 분류값들로 구성될 수 있는데, 분류값들은 예를 들어, 진동원인을 나타내는 값, 온도원인을 나타내는 값을 포함할 수 있다. 원인들은 복합적으로 되어 있을 수 있기 때문에 각 원인에 대한 값은 비율로서 나타날 수 있다. 예를 들어, 진동원인의 비율이 30%, 온도원인의 비율이 70%와 같이 나타날 수 있다.
- [0042] BMS장치(110)는 배터리단자로 주파수성분을 포함하는 구동전류(It)를 공급할 수 있다. 그리고, BMS장치(110)는 구동전류(It)에 대응되는 배터리전압(Vb)을 분석하여 나이키스트(Nyquist) 플롯데이터를 생성하고, 나이키스트 플롯데이터를 분석하여 배터리(120)의 노화데이터를 생성할 수 있다.
- [0043] 구동전류(It)는 특정 주파수성분의 신호를 포함할 수 있다. 예를 들어, 구동전류(It)는 1KHz의 신호를 포함할 수 있다. 이러한 구동전류(It)가 배터리(120)로 공급되면 내부 임피던스에 따라 배터리전압(Vb)이 해당 주파수성분의 신호에 대응되도록 변동할 수 있는데, BMS장치(110)는 배터리전압(Vb)을 특정 주파수성분의 신호로 나누는 방법으로 특정 주파수에 대한 임피던스 값을 계산할 수 있다. BMS장치(110)는 주파수를 변경하면서 구동전류(It)를 생성하고 배터리(120)의 임피던스를 측정할 수 있다.
- [0044] 임피던스는 리얼(real)값과 이미지너리(imaginary)값으로 구성될 수 있는데, 리얼값과 이미지너리값을 나이키스트 평면에 표시한 것이 나이키스트 플롯이다.
- [0045] 일정 주파수대역에서 측정되는 임피던스들의 리얼값과 이미지너리값을 나이키스트 평면에 표시하면 일정한 패턴을 가지는 그래프가 그려지는데, 이러한 그래프를 나이키스트 플롯데이터라고 부를 수도 있다.
- [0046] 배터리(120)의 임피던스를 측정할 수 있는 이러한 모듈을 EIS(Electrochemical Impedance Spectroscopy)모듈이라고 부를 수 있는데, BMS장치(110)는 이러한 EIS모듈을 내장하고 있는 것이 하나의 특징일 수 있다.
- [0047] BMS장치(110)는 EIS모듈을 이용하여 배터리(120)에 대하여 나이키스트 플롯데이터를 생성할 수 있다. 나이키스트 플롯데이터는 다수의 좌표데이터로 구성될 수 있고, 직관적으로는 나이키스트 평면에서의 그래프 이미지로 인식될 수 있다.
- [0048] BMS장치(110)는 나이키스트 플롯데이터를 분석하여 배터리(120)의 노화데이터를 생성할 수 있다. 예를 들어, BMS장치(110)는 나이키스트 플롯데이터를 통해 인식되는 그래프에서 반원 형상 부분의 크기에 따라 노화데이터에 포함되는 수명데이터를 계산할 수 있고, 노화에서 진동에 의한 원인의 비율이 어느 정도되는지 결정할 수 있다. 다른 예로서, BMS장치(110)는 나이키스트 플롯데이터를 통해 인식되는 그래프에서 리얼값(그래프와 리얼축이 만나는 부분의 값)의 크기에 따라 노화데이터에 포함되는 수명데이터를 계산할 수 있고, 노화에서 온도에 의한 원인의 비율이 어느 정도되는지 결정할 수 있다.
- [0049] 도 2는 일 실시예에 따른 BMS장치의 구성도이다.

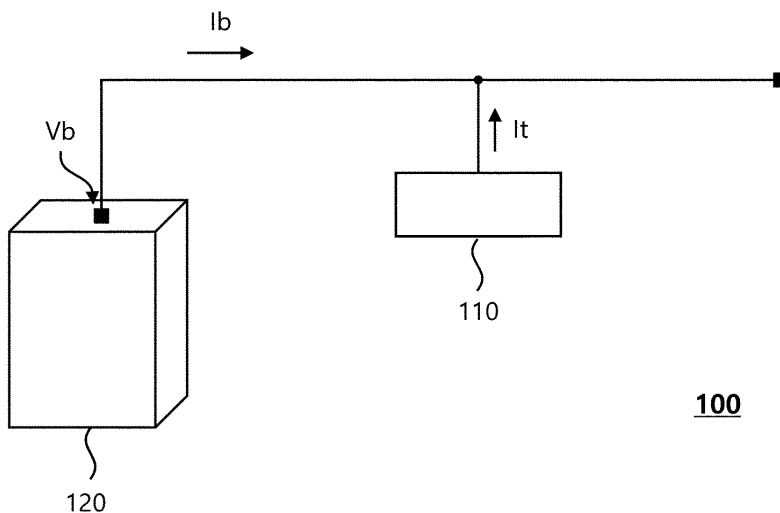
- [0050] 도 2를 참조하면, BMS장치는 제어부(210), 센싱부(220), 구동부(230) 및 분석부(240) 등을 포함할 수 있다.
- [0051] 제어부(210)는 차단스위치의 동작을 제어하고, 센싱부(220), 구동부(230) 및 분석부(240)의 동작을 제어할 수 있다.
- [0052] 제어부(210)는 배터리를 보호하기 위해 차단스위치를 동작시킬 수 있는데, 예를 들어, 제어부(210)는 배터리전압이 상한전압을 초과하거나 하한전압에 미달되거나 배터리전류가 제한전류를 초과하거나 배터리온도가 제한온도를 초과하는 경우, 배터리단자로 입출력되는 배터리전류를 차단할 수 있다.
- [0053] 센싱부(220)는 배터리단자의 전압(배터리전압)을 센싱하고, 배터리단자로 입출력되는 전류(배터리전류)를 센싱하며, 배터리의 온도(배터리온도)를 센싱할 수 있다.
- [0054] 구동부(230)는 배터리단자로 주파수성분을 포함하는 구동전류를 공급할 수 있다. 구동전류는 소신호(small signal)로서 작은 전류레벨을 가질 수 있고, 0A 근처에서 양의 값과 음의 값으로 변동할 수 있다.
- [0055] 분석부(240)는 구동전류에 대응되는 배터리전압을 분석하여 나이키스트 플롯데이터를 생성하고, 나이키스트 플롯데이터를 분석하여 배터리의 노화데이터를 생성할 수 있다.
- [0056] BMS장치(110)는 배터리전류의 입출력을 차단하는 차단스위치를 더 포함할 수 있고, 제어부(210)는 차단스위치를 제어하여 배터리전류를 차단할 수 있다.
- [0057] 그리고, 제어부(210)는 배터리전류를 누적하거나 배터리전압을 이용하여 배터리의 잔존용량을 계산할 수 있다.
- [0058] 분석부(240)가 생성하는 노화데이터는 수명데이터와 노화원인데이터를 포함할 수 있다.
- [0059] 도 3은 일 실시예에 따른 분석부의 구성도이다.
- [0060] 도 3을 참조하면, 분석부(240)는 나이키스트 플롯부(310) 및 플롯분석부(320) 등을 포함할 수 있다.
- [0061] 나이키스트 플롯부(310)는 구동전류에 대응되는 배터리전압을 분석하여 나이키스트 플롯데이터(Dnp)를 생성할 수 있다.
- [0062] 그리고, 플롯분석부(320)는 나이키스트 플롯데이터(Dnp)를 분석하여 배터리의 노화데이터(Dsoh)를 생성할 수 있다.
- [0063] 플롯분석부(320)는 머신러닝장치에 의해 생성된 배터리분석모델을 장착하고 있을 수 있다. 배터리분석모델은 나이키스트 플롯데이터(Dnp)의 입력에 대하여 노화데이터(Dsoh)를 출력하도록 인공지능학습된 모델일 수 있다. 인공지능학습에 대한 보다 구체적인 예시는 후술한다.
- [0064] 한편, 플롯분석부(320)는 나이키스트 플롯데이터에서 반원의 크기에 따라 진동에 의한 원인의 비율을 조정할 수 있고, 나이키스트 플롯데이터에서 리얼값의 크기에 따라 온도에 의한 원인의 비율을 조정할 수 있다.
- [0065] 도 4는 온도에 의한 나이키스트 플롯 그래프의 변화를 나타내는 도면이다.
- [0066] 발명자는 섭씨 60도의 고온 챔버에서 배터리를 200회 충방전하면서 매 충방전사이클마다 배터리의 임피던스를 EIS모듈로 측정하고, 나이키스트 평면에 표시하였다. 이렇게 완성된 그림이 도 4에 도시된 그림이다.
- [0067] 도 4를 참조하면, 시간의 경과에 따라, 다시 말해, 충방전 횟수가 증가함에 따라, 리얼값(그래프와 리얼축이 만나는 부분의 값)이 증가한다는 것을 알 수 있다.
- [0068] BMS장치는 이러한 실험데이터에 따라 학습된 배터리분석모델을 장착함으로써 수명 변화의 원인이 온도에 있다는 것을 정확하게 찾아낼 수 있다.
- [0069] 도 5는 진동에 의한 나이키스트 플롯 그래프의 변화를 나타내는 도면이다.
- [0070] 발명자는 일정한 가속도로 배터리를 흔들면서 200회 충방전하고 매 충방전사이클마다 배터리의 임피던스를 EIS모듈로 측정하고, 나이키스트 평면에 표시하였다. 이렇게 완성된 그림이 도 5에 도시된 그림이다.
- [0071] 도 5를 참조하면, 시간의 경과에 따라, 다시 말해, 충방전 횟수가 증가함에 따라, 그래프에 나타나는 반원의 크기-반지름의 크기-가 증가한다는 것을 알 수 있다.
- [0072] BMS장치는 이러한 실험데이터에 따라 학습된 배터리분석모델을 장착함으로써 수명 변화의 원인이 진동에 있다는 것을 정확하게 찾아낼 수 있다.

- [0073] 발명자는 실제 도 4에 의한 실험에서 배터리의 전해질 저항은 최초에 15m옴이었는데, 200회 충방전 후에는 40m옴이 된 것을 확인하였고, 실제 도 5에 의한 실험에서 배터리의 전극 저항이 최초 20m옴이었는데, 200회 충방전 후에는 50m옴이 된 것을 확인하였다. 이는 원인에 따라 노화가 이루어지는 부분이 달라진다는 것을 의미할 수 있다.
- [0074] 이를 나이키스트 플롯과 매칭시켜 확인하기 위해, BMS장치는 배터리의 임피던스모델을 형성하고, 나이키스트 플롯을 임피던스모델에 매칭시킬 수 있다.
- [0075] 도 6은 일 실시예에 따른 임피던스모델의 구성도이다.
- [0076] 도 6을 참조하면, 임피던스모델은 RC병렬로 구성되는 차지트랜스퍼캐패시터(Cct)와 차지트랜스퍼저항(Rct), 그리고, 직렬저항(Ri)을 포함할 수 있다. 그리고, 임피던스모델은 RC병렬로 구성되는 디퓨져캐패시터(Cdif1, Cdif2)와 디퓨져캐패시터(Rdif1, Rdif2), 그리고, OCV(open circuit voltage)캐패시터를 포함할 수 있다.
- [0077] BMS장치는 나이키스트 플롯데이터를 분석하여 임피던스모델의 각 구성의 값을 찾아낼 수 있다. 그리고, BMS장치는 각 구성의 값의 변화를 인식하여 수명데이터를 생성하고 노화원인데이터를 생성할 수 있다.
- [0078] 예를 들어, 직렬저항(Ri)이 커지는 경우, BMS장치는 노화의 원인을 온도원인으로 분류할 수 있고, 차지트랜스퍼저항(Rct)이 커지는 경우, BMS장치는 노화의 원인을 진동원인으로 분류할 수 있다. 그리고, 둘 다 커지는 경우, BMS장치는 각 원인을 비율로서 표시할 수 있다.
- [0079] 도 7은 일 실시예에 따른 배터리노화분석방법의 흐름도이다.
- [0080] 도 7을 참조하면, BMS장치는 배터리단자로 주파수성분을 포함하는 구동전류를 공급할 수 있다(S700). 구동전류는 전자장치-ESS(Energy Storage System), 전기자동차 등-에서 배터리를 분리하지 않은 상태에서 공급될 수 있다. 다시 말해 전자장치가 운영 중인 상태에서 공급될 수 있다.
- [0081] BMS장치는 배터리단자의 전압을 센싱하고, 배터리단자로 입출력되는 전류를 센싱할 수 있다(S702).
- [0082] 그리고, BMS장치는 구동전류에 대응되는 배터리전압을 분석하여 나이키스트 플롯데이터를 생성할 수 있다(S704).
- [0083] 그리고, BMS장치는 나이키스트 플롯데이터를 분석하고(S706), 이를 이용하여 노화데이터를 생성할 수 있다(S708).
- [0084] 여기서, 노화데이터는 수명데이터와 노화원인데이터를 포함할 수 있다.
- [0085] 그리고, BMS장치는 나이키스트 플롯데이터를 분석하여 배터리의 노화데이터를 생성하는 단계(S706, S708)에서, 나이키스트 플롯데이터를 이용하여 배터리의 회로모델을 구성하고, 회로모델의 구성성분값을 이용하여 노화데이터를 생성할 수 있다. 여기서, BMS장치는, 회로모델의 구성들 중 성분값이 변하는 구성에 따라 배터리의 노화원인을 다르게 결정할 수 있다.
- [0086] 나이키스트 플롯데이터를 분석하여 배터리의 노화데이터를 생성하는 모듈은 머신러닝으로 생성할 수 있다.
- [0087] 도 8은 머신러닝을 통해 분석모듈을 생성하는 것을 나타내는 도면이다.
- [0088] 도 8을 참조하면, 학습용 나이키스트 플롯데이터(Dnpm) 및 학습용 노화데이터(Dsohm)가 머신러닝장치(810)로 공급될 수 있다. 머신러닝장치(810)는 다수의 신경망을 포함하고 있으면서 학습용 나이키스트 플롯데이터(Dnpm) 및 학습용 노화데이터(Dsohm)를 이용하여 내부 파라미터 및 레이어를 학습시킬 수 있다.
- [0089] 이렇게 해서 학습된 배터리분석모델(NN)은 플롯분석부(320)에 장착될 수 있다. 그리고, 플롯분석부(320)는 입력되는 나이키스트 플롯데이터에 따라 노화데이터를 생성할 수 있다.
- [0090] 도 9는 일 실시예에 따른 배터리분석모델 생성방법의 흐름도이다.
- [0091] 도 9를 참조하면, 장치는 제1배터리를 일정한 가속도로 흔들면서 N(N은 100 이상의 자연수)회 충방전시킬 수 있다(S900).
- [0092] 그리고, 장치는 매 충방전사이클마다, 제1배터리로 주파수성분을 포함하는 제1구동전류를 공급하고 제1구동전류에 대응되는 제1배터리의 전압을 분석하여 제1나이키스트 플롯데이터를 생성하고, 제1배터리의 용량을 계산할 수 있다(S902). 여기서, 제1배터리의 용량은 제1배터리의 수명값으로 활용될 수 있다.

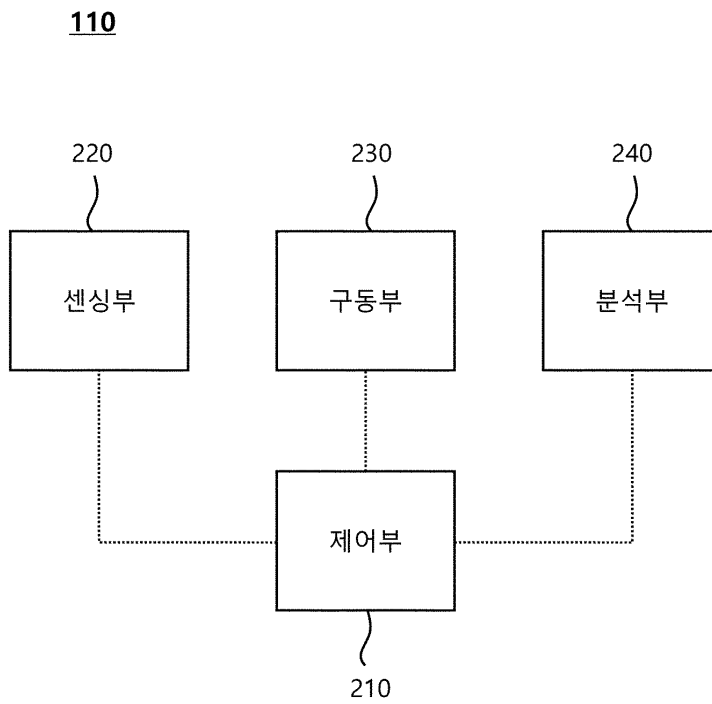
- [0093] 장치는 제2배터리를 일정한 온도 챔버에서 N회 충방전시킬 수 있다(S904).
- [0094] 그리고, 장치는 매 충방전사이클마다, 제2배터리로 주파수성분을 포함하는 제2구동전류를 공급하고 제2구동전류에 대응되는 제2배터리의 전압을 분석하여 제2나이키스트 플롯데이터를 생성하고, 제2배터리의 용량을 계산할 수 있다. 여기서, 제2배터리의 용량은 제2배터리의 수명값으로 활용될 수 있다.
- [0095] 그리고, 장치는 제1나이키스트 플롯데이터 및 제1배터리의 용량, 그리고, 제2나이키스트 플롯데이터 및 제2배터리의 용량을 머신러닝장치에 투입하여 나이키스트 플롯에 따라 배터리의 수명을 계산하고 배터리 수명 변화의 원인을 분류하는 배터리분석모델을 생성할 수 있다.
- [0096] 이렇게 생성된 배터리분석모델은 BMS장치에 장착될 수 있다. 그리고, 여기서, 제1구동전류 및 제2구동전류는 충방전이 멈춘 상태에서 공급될 수 있다.
- [0097] 이상에서 기재된 "포함하다", "구성하다" 또는 "가지다" 등의 용어는, 특별히 반대되는 기재가 없는 한, 해당 구성 요소가 내재될 수 있음을 의미하는 것이므로, 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다. 기술적이거나 과학적인 용어를 포함한 모든 용어들은, 다르게 정의되지 않는 한, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 사전에 정의된 용어와 같이 일반적으로 사용되는 용어들은 관련 기술의 문맥 상의 의미와 일치하는 것으로 해석되어야 하며, 본 발명에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0098] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

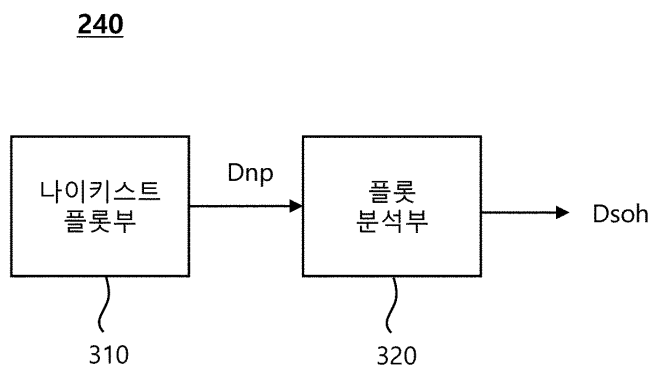
도면1



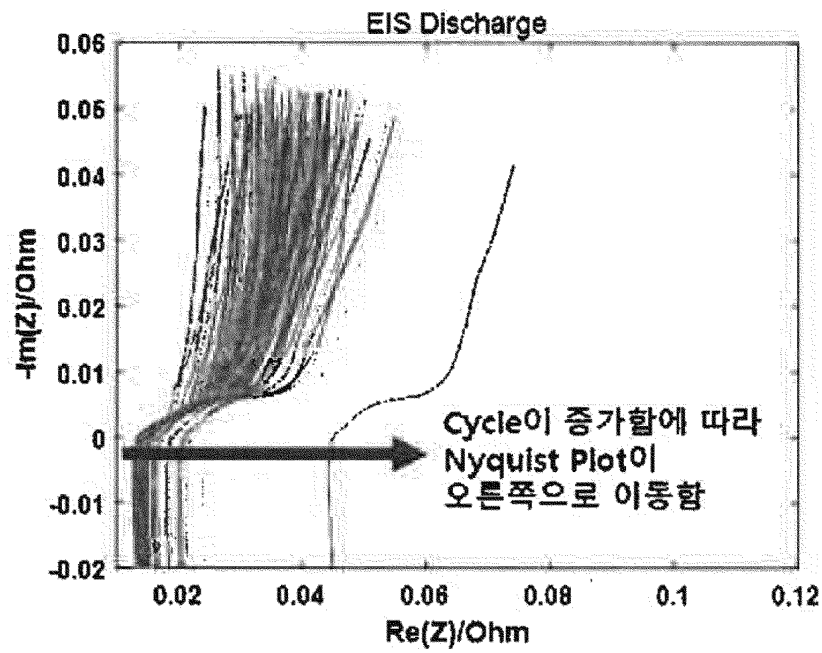
도면2



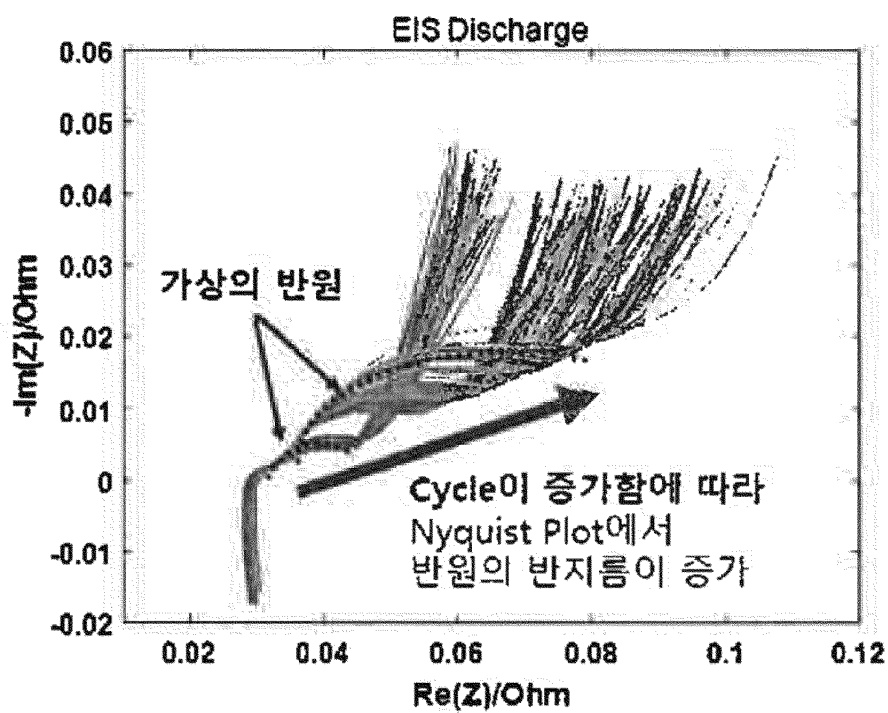
도면3



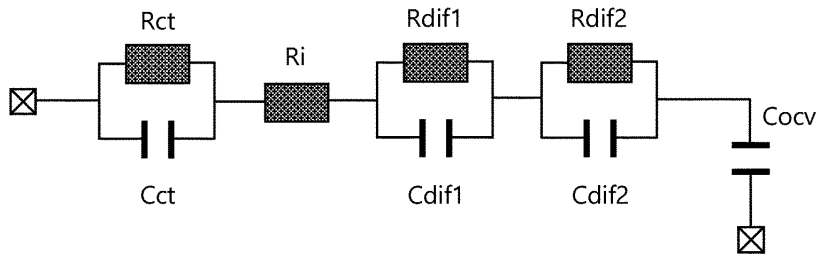
도면4



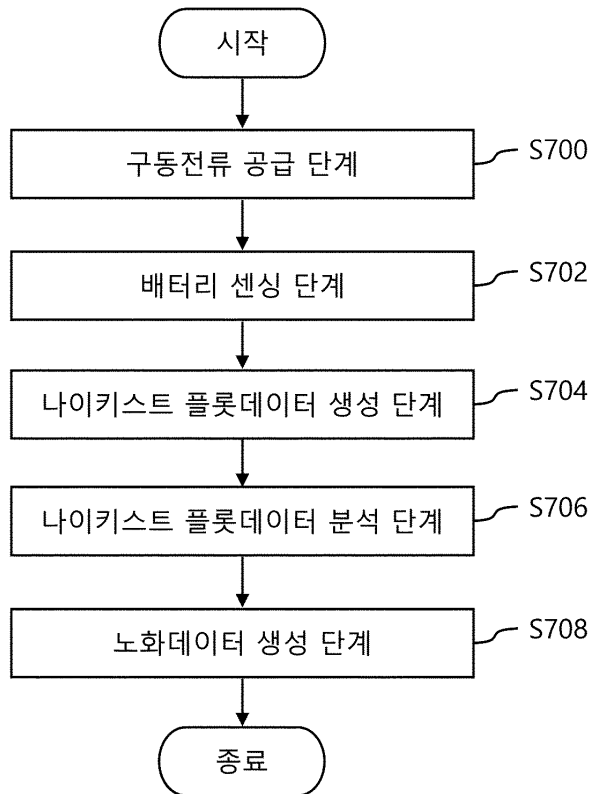
도면5



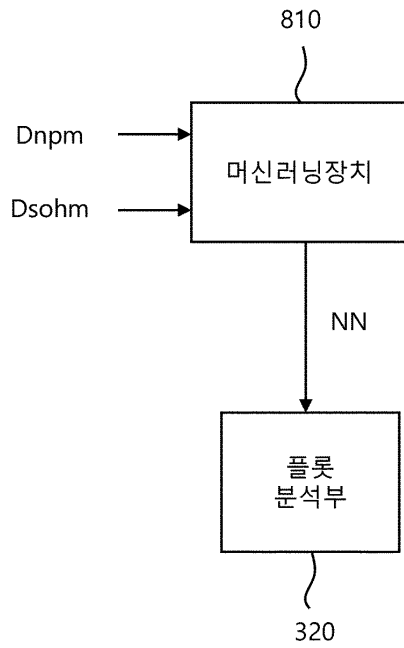
도면6



도면7



도면8



도면9

