(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2024 년 6 월 20 일 (20.06.2024)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2024/128352 A1

(51) 국제특허분류:
G01R 31/392 (2019.01) *G01R 31/396* (2019.01)
G01R 31/367 (2019.01) *G06N 20/20* (2019.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2022/020452

(22) 국제출원일: 2022 년 12 월 15 일 (15.12.2022)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(71) 출원인: 한국에너지기술연구원 **(KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH)** [KR/KR]; 34129 대전광역시 유성구 가정로 152, Daejeon (KR).

(72) 발명자: 송유진 **(SONG, Yu Jin)**; 34049 대전광역시 유성구 엑스포로 448, 209-1208, Daejeon (KR). 오세승 **(OH, Sea Seung)**; 34201 대전광역시 유성구 상대복용로 29번길 52, Daejeon (KR). 배국열 **(BEA, Kuk Yeol)**; 34129 대전광역시 유성구 가정로 152, Daejeon (KR).

(74) 대리인: 특허법인 명신 **(MYUNG-SHIN&PARTNERS)**; 04174 서울특별시 마포구 마포대로 44 진도빌딩 12층, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

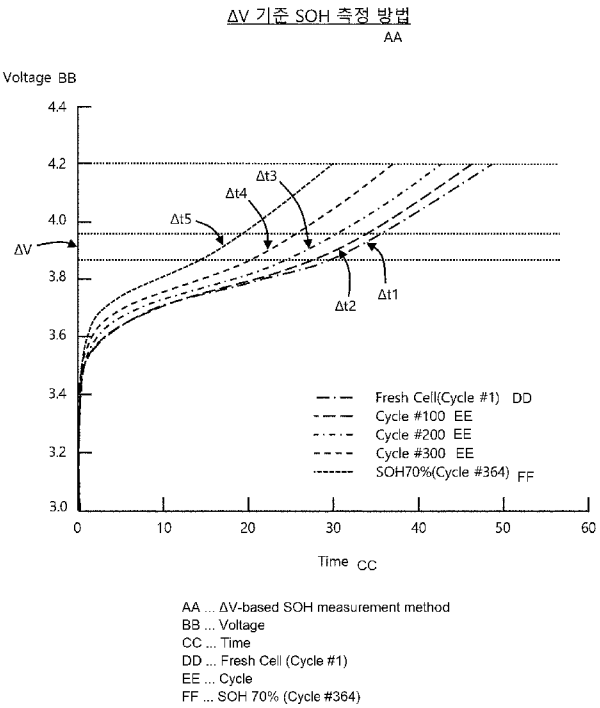
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(54) Title: APPARATUS AND METHOD FOR ESTIMATING STATE-OF-HEALTH OF BATTERY

(54) 발명의 명칭: 배터리 노화상태 추정 장치 및 방법



AA ... ΔV-based SOH measurement method
BB ... Voltage
CC ... Time
DD ... Fresh Cell (Cycle #1)
EE ... Cycle
FF ... SOH 70% (Cycle #364)

(57) Abstract: An embodiment provides a method for estimating a state-of-health of a battery, comprising the steps of: storing a charging time measured in each of a plurality of terminal voltage section as a reference charging time, for a battery in a reference state-of-health charged with a constant current; in a constant current charging mode of one battery, storing a charging time of each of N terminal voltage sections (N is a natural number equal to or greater than 2) as a comparative charging time, and calculating a value of ratio of the comparative charging time to the reference charging time for each of the N terminal voltage sections; and estimating a state-of-health of the one battery by substituting the N ratio values to a pre-trained machine learning model.

(57) 요약서: 일 실시예는, 정전류 충전되는 기준 노화상태의 배터리에 대해, 복수의 단자전압구간 각각에서 측정한 충전시간을 기준충전시간으로 저장하는 단계; 일 배터리의 정전류 충전모드에서, N(N 은 2 이상의 자연수) 개의 단자전압구간 각각에 대한 충전시간을 비교충전시간으로 저장하고, 상기 기준충전시간과 상기 비교충전시간의 비율값을 상기 N개의 단자전압구간 각각에 대해 계산하는 단계; 및 N개의 상기 비율값을 미리 학습된 기계학습모델에 대입하여 상기 일 배터리의 노화상태를 추정하는 단계를 포함하는 배터리의 노화상태 추정 방법을 제공한다.

WO 2024/128352 A1

명세서

발명의 명칭: 배터리 노화상태 추정 장치 및 방법

기술분야

[1] 본 실시예는 배터리의 노화상태를 추정하는 기술에 관한 것이다.

배경기술

[2] 리튬계열 배터리의 성능저하 메커니즘으로는 LLI(Loss of Lithium Inventory), LAM(Loss of Active Material), ORI(Ohmic Resistance Increase), 리튬 플레이팅 등이 알려져 있다.

[3] LLI는 배터리 용량 감소의 주요한 원인으로서, 가용 리튬 이온의 손실을 가리키며, 주로 SEI(Solid Electrolyte Interface) 층의 계속되는 성장에 의해 발생되는 것으로 알려져 있다.

[4] LAM은 전극의 구조적 및 기계적 성능저하를 가리키며, LAM에 의해 배터리의 용량과 출력 둘 다 저하될 수 있다. LLI는 단독으로 일어날 수 있는데 반해, LAM은 LLI와 동시에 일어나는 것으로 알려져 있다.

[5] ORI는 전극과 전해질 소재의 성능저하가 셀의 전자와 이온 저항 증가로 나타난 현상을 이야기하며, LLI, LAM 등 다양한 원인에 의해 발생될 수 있다.

[6] 리튬 플레이팅은 다공성 물질의 구멍을 막거나 콜렉터를 얇은 층으로 갈라지게 하여 LAM을 일으키는 메커니즘을 일컫는다. 리튬 플레이팅에 의하면 셀의 용량 저하율을 증가시킬 뿐 아니라 덴드라이트(dendrite) 성장을 발생시켜 셀 내부 단락을 일으킬 수 있다.

[7] 이와 같은 메커니즘에 의해 성능이 저하된 상태를 노화상태라고 부를 수 있으며, 노화상태는 SOH(state-of-health)로 표기되기도 한다.

[8] SOH를 추정하는 방법으로는 증분용량(Incremental Capacity) 분석법, 정전압 모드 충전전류 특성을 이용한 방법 등이 알려져 있다.

[9] 그런데, 증분용량(Incremental Capacity) 분석법은 1/25C에 해당되는 저전류로 많은 횟수의 완충 또는 완방을 통해서 데이터를 얻어야 하기 때문에 시간이 많이 소요되고, 필연적으로 수반되는 데이터 측정 노이즈의 문제를 피할 수 없다는 단점을 가지고 있다.

[10] 그리고, 정전압 모드 충전전류 특성을 이용한 방법은 정전류 모드 충전을 완료하고 정전압 충전 모드에서 충전전류를 측정해야 하기 때문에 데이터를 수집하는데 시간이 많이 소요되고, 실제 현장에서는 대부분 정전류 모드에서 부분 충전만 하는 경우가 많아 실제 제품에는 적용하기 어렵다는 단점을 가지고 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[11] 이러한 배경에서, 본 실시예의 목적은, 일 측면에서, 실제 제품에 적용이 용이한

노화상태 추정 기술을 제공하는 것이다. 다른 측면에서, 본 실시예의 목적은, 노화상태를 추정하기 위한 시간을 단축시킬 수 있는 기술을 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

[12] 전술한 목적을 달성하기 위하여, 일 실시예는, 정전류 충전되는 기준 노화상태의 배터리에 대해, 복수의 단자전압구간 각각에서 측정한 충전시간을 기준충전시간으로 저장하는 단계; 일 배터리의 정전류 충전모드에서, N(N은 2 이상의 자연수)개의 단자전압구간 각각에 대한 충전시간을 비교충전시간으로 저장하고, 상기 기준충전시간과 상기 비교충전시간의 비율값을 상기 N개의 단자전압구간 각각에 대해 계산하는 단계; 및 N개의 상기 비율값을 미리 학습된 기계학습모델에 대입하여 상기 일 배터리의 노화상태를 추정하는 단계를 포함하는 배터리의 노화상태 추정 방법을 제공한다.

[13] 상기 방법은, 상기 노화상태를 추정하는 단계에서, 상기 기계학습모델에 상기 일 배터리의 동작온도와 기준온도의 차이를 더 대입시켜 상기 일 배터리의 노화상태를 추정할 수 있다.

[14] 상기 N개의 단자전압구간 각각의 크기는 동일할 수 있다.

[15] 상기 방법은, 상기 노화상태를 추정하는 단계에서, 상기 기계학습모델에 상기 N개의 단자전압구간에 대응되는 적어도 하나의 단자전압값을 더 대입시켜 상기 일 배터리의 노화상태를 추정할 수 있다.

[16] 상기 방법은, 상기 비율값을 계산하는 단계에서, 일 시점에서 확인되는 상기 일 배터리의 단자전압으로부터 N개의 구간을 상기 N개의 단자전압구간으로 설정할 수 있다.

[17] 상기 방법은, M(M은 N보다 큰 자연수)개의 단자전압구간에 대하여 상기 비교충전시간이 측정되는 경우, 상기 비율값을 계산하는 단계에서, 미리 정해진 단자전압구간들이 포함되도록 상기 N개의 단자전압구간을 설정할 수 있다.

[18] 상기 M개의 단자전압구간 중 상기 N개의 단자전압구간에 속하는 일 단자전압구간에서의 충전시간이 상기 N개의 단자전압구간에 속하지 않는 다른 일 단자전압구간에서의 충전시간보다 길 수 있다.

[19] 상기 기계학습모델은 각 단자전압구간의 비율값을 입력으로 하고 노화상태값을 출력으로 하는 N개의 서브기계학습모델이 앙상블의 형태로 결합된 형태일 수 있다.

[20] 상기 기계학습모델은 각 단자전압구간의 비율값을 입력으로 하고 노화상태값을 출력으로 하는 L(L은 N보다 큰 자연수)개의 서브기계학습모델로 구성되고, 각 서브기계학습모델에는 우선순위가 정해져 있으며, 상기 방법은, 상기 노화상태를 추정하는 단계에서, 상기 L개의 서브기계학습모델 중 상기 N개의 단자전압구간에 해당되는 N개의 서브기계학습모델의 출력값 중 우선순위가 높은 서브기계학습모델의 출력값에 따라 상기 일 배터리의 노화상태를 추정할 수 있다.

[21] 상기 N개의 단자전압구간 중 적어도 두 개의 단자전압구간의 크기는 서로 다르고, 상기 적어도 두 개의 단자전압구간에서 상기 기준충전시간 혹은 상기 비교충전시간은 일정 오차범위 이내로 서로 유사한 크기를 가질 수 있다.

[22] 다른 실시예는, 정전류 충전되는 기준 노화상태의 배터리에 대해, 복수의 단자전압구간 각각에서 측정한 충전시간을 기준충전시간으로 저장하는 저장회로; 일 배터리의 정전류 충전모드에서, N(N은 2 이상의 자연수)개의 단자전압구간 각각에 대한 충전시간을 비교충전시간으로 저장하고, 상기 기준충전시간과 상기 비교충전시간의 비율값을 상기 N개의 단자전압구간 각각에 대해 계산하는 계산회로; 및 N개의 상기 비율값을 미리 학습된 기계학습모델에 대입하여 상기 일 배터리의 노화상태를 추정하는 상태추정회로를 포함하는 배터리 노화상태 추정장치를 제공한다.

[23] 상기 상태추정회로는, 상기 기계학습모델에 상기 일 배터리의 동작온도와 기준온도의 차이를 더 대입시켜 상기 일 배터리의 노화상태를 추정할 수 있다.

[24] 상기 상태추정회로는, 상기 기계학습모델에 상기 N개의 단자전압구간에 대응되는 적어도 하나의 단자전압값을 더 대입시켜 상기 일 배터리의 노화상태를 추정할 수 있다.

[25] 상기 계산회로는, 일 시점에서 확인되는 상기 일 배터리의 단자전압으로부터 N개의 구간을 상기 N개의 단자전압구간으로 설정할 수 있다.

[26] M(M은 N보다 큰 자연수)개의 단자전압구간에 대하여 상기 비교충전시간이 측정되는 경우, 상기 계산회로는, 미리 정해진 단자전압구간들이 포함되도록 상기 N개의 단자전압구간을 설정할 수 있다.

[27] 또 다른 실시예는, 일 배터리의 정전류 충전모드에서, N(N은 2 이상의 자연수)개의 단자전압구간 각각에서 단자전압의 시간변화율을 계산하는 단계; 및 계산된 N개의 단자전압 시간변화율들을, 노화상태별로 저장된 단자전압 시간변화율 데이터와 비교하여 상기 일 배터리의 노화상태를 추정하는 단계를 포함하는 배터리의 노화상태 추정 방법을 제공한다.

[28] 상기 단자전압 시간변화율 데이터에는, 노화상태별로, 복수의 단자전압구간에서의 단자전압 시간변화율을 저장한 룩업테이블이 포함되어 있을 수 있다.

[29] 상기 방법은, 상기 노화상태를 추정하는 단계에서, 상기 룩업테이블에서 상기 계산된 N개의 단자전압 시간변화율들과의 유사도가 높은 단자전압 시간변화율들을 저장한 데이터를 찾고, 해당 데이터에 대응되는 노화상태값을 상기 일 배터리의 노화상태값으로 결정할 수 있다.

[30] 상기 방법은, 상기 노화상태를 추정하는 단계에서, 상기 계산된 N개의 단자전압 시간변화율들과 룩업테이블에 저장된 단자전압 시간변화율들에 대해 유클리드 거리값을 계산하고, 상기 유클리드 거리값이 가장 작은 데이터를 찾고, 해당 데이터에 대응되는 노화상태값을 상기 일 배터리의 노화상태값으로 결정할 수 있다.

[31] 상기 룩업테이블에 대응되는 상기 복수의 단자전압구간의 범위가 상기 일 배터리에 대해 계산된 상기 N개의 단자전압구간의 범위보다 넓을 수 있다.

[32] 상기 룩업테이블은 온도별로 저장되어 있고, 상기 방법은, 상기 노화상태를 추정하는 단계에서, 상기 단자전압 시간변화율 데이터에 포함된 룩업테이블들 중 상기 일 배터리의 온도값에 대응되는 룩업테이블이 선별되고, 상기 선별된 룩업테이블에 따라 상기 일 배터리의 노화상태값이 결정될 수 있다.

[33] 상기 N개의 단자전압구간 중 적어도 두 개의 단자전압구간은 크기가 서로 다를 수 있다.

[34] 상기 적어도 두 개의 단자전압구간 중 단자전압 시간변화율이 큰 단자전압구간의 크기가 단자전압 시간변화율이 작은 단자전압구간의 크기보다 작을 수 있다.

[35] 상기 단자전압 시간변화율 데이터는 상기 일 배터리와 동종의 배터리들에 대해 충방전 사이클별로 측정된 데이터일 수 있다.

[36] 또 다른 실시예는, 일 배터리의 정전류 충전모드에서, 충전시간을 카운트하면서 상기 일 배터리의 단자전압값들을 기록하는 측정회로;

[37] 노화상태별로 복수의 단자전압구간에서의 단자전압 시간변화율들을 기록한 단자전압 시간변화율 데이터를 저장하는 저장회로; 및 상기 충전시간과 상기 단자전압값들을 이용하여 N(N은 2 이상의 자연수)개의 단자전압구간 각각에서 단자전압의 시간변화율을 계산하고, 계산된 N개의 단자전압 시간변화율들을 상기 단자전압 시간변화율 데이터와 비교하여 상기 일 배터리의 노화상태를 추정하는 상태추정회로를 포함하는 배터리 노화상태 추정장치를 제공한다.

[38] 상기 단자전압 시간변화율 데이터에는, 노화상태별로, 복수의 단자전압구간에서의 단자전압 시간변화율을 저장한 룩업테이블이 포함되어 있을 수 있다.

[39] 상기 상태추정회로는, 상기 룩업테이블에서 상기 계산된 N개의 단자전압 시간변화율들과의 유사도가 높은 단자전압 시간변화율들을 저장한 데이터를 찾고, 해당 데이터에 대응되는 노화상태값을 상기 일 배터리의 노화상태값으로 결정할 수 있다.

[40] 상기 상태추정회로는, 상기 계산된 N개의 단자전압 시간변화율들과 룩업테이블에 저장된 단자전압 시간변화율에 대해 유클리드 거리값을 계산하고, 상기 유클리드 거리값이 가장 작은 데이터에 대응되는 노화상태값을 상기 일 배터리의 노화상태값으로 결정할 수 있다.

[41] 상기 룩업테이블은 온도별로 저장되어 있고, 상기 상태추정회로는, 상기 단자전압 시간변화율 데이터에 포함된 룩업테이블들 중 상기 일 배터리의 온도값에 대응되는 룩업테이블이 선별되고, 상기 선별된 룩업테이블에 따라 상기 일 배터리의 노화상태값을 결정할 수 있다.

[42] 상기 N개의 단자전압구간 중 적어도 두 개의 단자전압구간은 크기가 서로 다를 수 있다.

발명의 효과

[43] 이상에서 설명한 바와 같이 본 실시예에 의하면, 정확도가 높은 노화상태 추정 기술을 실제 제품에 용이하게 적용시킬 수 있다. 그리고, 본 실시예에 의하면, 노화상태를 추정하기 위한 시간을 단축시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[44] 도 1은 본 명세서의 실시예에 따른 배터리충전시스템의 구성도이다.

[45] 도 2는 특정 단자전압구간에서의 정전류충전시간이 SOH에 따라 변하는 것을 나타내는 그래프이다.

[46] 도 3은 특정 충전시간을 기준으로 SOH를 추정하는 방법을 나타내는 도면이다.

[47] 도 4는 제1실시예에 따른 배터리 노화상태 추정장치의 구성도이다.

[48] 도 5는 제1실시예에 따른 기계학습모델의 제1예시 구성도이다.

[49] 도 6은 기준데이터의 단자전압범위와 기계학습모델로 입력되는 벡터의 단자전압범위를 나타내는 도면이다.

[50] 도 7은 단자전압범위에 따른 충전시간의 변화를 나타내는 도면이다.

[51] 도 8은 비교충전시간이 측정된 단자전압범위에서 기계학습모델에 입력할 단자전압범위를 선택하는 예시를 설명하기 위한 도면이다.

[52] 도 9는 제1실시예에 따른 기계학습모델의 제2예시 구성도이다.

[53] 도 10은 제1실시예에 따른 기계학습모델의 제3예시 구성도이다.

[54] 도 11은 제1실시예에 따른 기계학습모델의 제4예시 구성도이다.

[55] 도 12는 제1실시예에 따른 기계학습모델의 제5예시 구성도이다.

[56] 도 13은 제1실시예에 따른 배터리 노화상태 추정 방법의 흐름도이다.

[57] 도 14는 제2실시예에 따른 배터리 노화상태 추정방법의 흐름도이다.

[58] 도 15는 제2실시예에서 충방전 횟수별로 단자전압 시간변화율을 저장한 룩업테이블의 예시 도면이다.

[59] 도 16은 제2실시예에서 온도별로 저장된 룩업테이블들의 예시 도면이다.

[60] 도 17은 제2실시예에서 대상배터리의 단자전압 시간변화율과 가장 유사한 데이터를 찾는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[61] 도 18은 제2실시예에 따른 배터리 노화상태 추정 방법의 흐름도이다.

발명의 실시를 위한 형태

[62] 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.

[63] 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.

[64] 도 1은 본 명세서의 실시예에 따른 배터리충전시스템의 구성도이다.

[65] 도 1을 참조하면, 배터리충전시스템(100)은 배터리(120), 배터리관리장치(110) 및 충전기(130) 등을 포함할 수 있다.

[66] 배터리(120)는 리튬계열 배터리일 수 있다. 배터리(120)는 리튬이온 배터리일 수 있고, 리튬폴리머 배터리일 수 있다.

[67] 배터리(120)는 하나의 셀로 구성될 수 있고, 복수의 셀로 구성될 수 있다. 배터리(120)가 복수의 셀로 구성되는 경우, 각 셀들은 서로 직렬로 연결될 수 있고, 병렬로 연결될 수 있다.

[68] 배터리(120)는 셀을 포함하는 배터리팩의 형태로 구성될 수 있다. 배터리팩에는 셀 이외에 보호회로가 더 포함될 수 있고, 온도센서(TS) 등의 센서가 더 포함될 수 있다.

[69] 배터리(120)는 신호송수신회로를 더 포함할 수 있다. 배터리(120)는 신호송수신회로를 통해 배터리(120)의 상태정보를 외부 기기로 송신할 수 있다. 예를 들어, 배터리(120)는 신호송수신회로를 통해 배터리(120)의 동작온도에 대한 정보(TV)를 배터리관리장치(110)로 송신할 수 있다.

[70] 배터리(120)에는 전류가 입출력되는 단자들이 형성되어 있을 수 있다. 예를 들어, 배터리(120)에는 양의 극성을 나타내는 플러스단자와 음의 극성을 나타내는 마이너스단자가 형성되어 있을 수 있다. 배터리(120)에 형성되는 두 개의 단자 사이의 전압을 단자전압(VT)이라 호칭할 수 있다.

[71] 배터리(120)로 흘러 들어가거나 배터리(120)로부터 흘러 나오는 전류를 배터리전류(IB)라고 호칭할 수 있다. 배터리(120)의 플러스단자로 흘러들어가는 전류를 충전전류라고 호칭할 수 있고, 배터리(120)의 플러스단자로부터 흘러나오는 전류를 방전전류라고 호칭할 수 있다.

[72] 배터리(120)와 충전기(130)는 배터리전류(IB)가 흐를 수 있는 케이블로 연결되어 있을 수 있다. 충전기(130)는 이러한 케이블을 통해 충전전류를 배터리(120)로 공급해 줄 수 있다.

[73] 케이블에는 전류센서(IS)가 배치될 수 있다. 배터리관리장치(110)는 전류센서(IS)를 통해 배터리전류(IB)의 크기를 측정할 수 있다. 그리고, 배터리관리장치(110)는 케이블에 형성되는 전압을 이용하여 배터리(120)의 단자전압(VT)을 측정할 수 있다.

[74] 충전기(130)는 정전류 충전모드로 동작할 수 있고, 정전압 충전모드로 동작할 수 있고, 정전력 충전모드로 동작할 수 있다. 정전류 충전모드에서 충전기(130)는 배터리(120)로 공급되는 충전전류의 크기를 일정하게 만들 수 있다. 예를 들어,

배터리(120)를 1시간에 모두 충전시킬 수 있는 충전전류의 크기를 1C라고 할 때, 충전기(130)는 정전류 충전모드에서 충전전류의 크기를 0.1C로 유지시킬 수 있고, 0.2C로 유지시킬 수 있고, 다른 일정한 크기로 유지시킬 수 있다.

[75] 정전압 충전모드에서 충전기(130)는 배터리(120)의 단자전압(VT)이 일정하게 유지되도록 충전전류를 공급할 수 있고, 정전력 충전모드에서 충전기(130)는 배터리(120)로 공급되는 충전전력의 크기가 일정하게 유지되도록 충전전류를 공급할 수 있다.

[76] 배터리관리장치(110)는 배터리(120)의 상태를 추정하고, 배터리(120)의 관리를 위해 주변 기기-예를 들어, 충전기(130)-를 제어할 수 있다.

[77] 배터리관리장치(110)는 배터리(120)의 충전상태를 추정할 수 있다. 충전상태는 SOC(state-of-charge)로 표기될 수 있다. 배터리관리장치(110)는 전하적분법, OCV(open circuit voltage)법 등을 이용하여 배터리(120)의 SOC를 추정할 수 있다.

[78] 배터리관리장치(110)는 배터리(120)의 잔여용량을 추정할 수 있다. 배터리관리장치(110)는 만충 상태의 배터리(120)가 만방 상태에 도달할 때까지 방전한 전하량을 총합하여 배터리(120)의 잔여용량을 추정할 수 있다.

[79] 배터리관리장치(110)는 배터리(120)의 노화상태를 추정할 수 있다. 노화상태는 SOH(state-of-health)로 표기될 수 있다. 배터리(120)의 노화상태를 추정한다는 측면에서, 배터리관리장치(110)를 배터리 노화상태 추정장치로 호칭할 수 있다.

[80] 이하에서는 배터리관리장치(110)가 배터리 노화상태 추정장치로 기능하는 실시예를 중심으로 설명하나, 전술한 바와 같이 배터리관리장치(110)는 배터리의 충전상태를 추정할 수도 있고, 배터리의 잔여용량을 추정할 수도 있으며, 기타 배터리의 관리와 관련된 다른 기능들도 수행할 수 있다.

[81] SOH는 기준상태에서의 배터리 용량과 현재상태에서의 배터리 용량의 비율로 계산될 수 있다.

[82]

[83] SOH = Ck / Ci

[84] Ck : 현재상태에서의 배터리 용량, Ci : 기준상태에서의 배터리 용량

[85]

[86] 배터리 용량은 방전 혹은 충전되는 전하의 총량으로 정의될 수 있다.

[87]

[88] $$Ck = \frac{\int_{t_k}^{t_{k+L}} I(t)dt}{SOC_k - SOC_{k+L}} = \frac{\int_{t_k}^{t_{k+L}} I(t)dt}{SOC(Voc_k) - SOC(Voc_{k+L})}$$

[89]

[90] I : 배터리전류

[91] t_k : 제1시점, t_{k+L} : 제1시점으로부터 일정 시간이 경과한 제2시점

[92] SOC_k : 제1시점에서의 배터리 SOC, SOC_{k+L} : 제2시점에서의 배터리 SOC

[93] Voc_k : 제1시점에서의 배터리 개방전압, Voc_{k+L} : 제2시점에서의 배터리 개방전압

[94]

[95] 일반적으로 배터리 SOC는 개방전압 Voc와 1:1로 맵핑되고, 정전류모드로 충전되는 배터리의 충전전류는 일정하기 때문에 정해진 배터리 단자전압구간의 배터리 용량 Ck는 정전류 충전시간 $t_{k+L} - t_k$에 비례할 수 있다. 따라서, 배터리의 SOH는 다음과 같이 변형된 식으로 구할 수 있다.

[96]

[97] $SOH = Ck / Ci \fallingdotseq \Delta tk / \Delta ti$

[98] Δtk : 현재상태에서 특정 단자전압구간에 대한 정전류충전시간

[99] Δti : 기준상태에서 특정 단자전압구간에 대한 정전류충전시간

[100]

[101] 도 2는 특정 단자전압구간에서의 정전류충전시간이 SOH에 따라 변하는 것을 나타내는 그래프이다.

[102] 도 2를 참조하면, 초기상태의 셀(Cycle #1)은 정전류모드로 충전할 때, 특정 단자전압구간(ΔV)에서 제1충전시간(Δt1)을 소요하였고, 100회 충방전한 셀(Cycle #100)은 제2충전시간(Δt2)을 소요하였고, 200회 충방전한 셀(Cycle #200)은 제3충전시간(Δt3)을 소요하였고, 300회 충방전한 셀(Cycle #300)은 제4충전시간(Δt4)을 소요하였고, SOH 70%에 해당되는 셀(Cycle #364)은 제5충전시간(Δt5)을 소요한 것을 확인할 수 있다.

[103] 일반적으로 충방전 횟수가 증가하면 SOH가 낮아지는 것을 감안할 때, SOH가 낮아질 수록 특정 단자전압구간(ΔV)에 대한 충전시간이 짧아진다는 것을 도 2를 통해 확인할 수 있다.

[104] 배터리 노화상태 추정장치는 도 2에 도시된 것과 같이 특정 단자전압구간(ΔV)을 결정한 상태에서 해당 단자전압구간(ΔV)에 대응되는 기준상태-예를 들어, 초기상태-의 배터리 충전시간과 현재상태의 배터리 충전시간을 확인하고, 기준상태 배터리 충전시간과 현재상태 배터리 충전시간의 비율값을 계산하여 SOH를 추정할 수 있다.

[105] 다른 방법으로서 배터리 노화상태 추정장치는 정전류충전모드에서 특정 충전시간을 먼저 결정한 후에 해당 충전시간의 단자전압구간을 확정할 수 있다.

[106] 도 3은 특정 충전시간을 기준으로 SOH를 추정하는 방법을 나타내는 도면이다.

[107] 도 3을 참조하면, 배터리 노화상태 추정장치는 현재상태의 배터리가 정전류충전할 때, 특정 충전시간(Δtk)을 먼저 결정할 수 있다. 그리고, 배터리 노화상태 추정장치는 해당 충전시간(Δtk)의 시작시간(t1)과 종료시간(t2)에서의 단자전압(V1, V2)을 확인하고, 미리 저장된 기준상태 배터리데이터에서 해당 단자전압구간(ΔV)을 검색할 수 있다. 그리고, 배터리 노화상태 추정장치는 해당 단자전압구간(ΔV)에 대응되는 기준상태 배터리의 충전 시작시간(t1')과 충전 종료시간(t2')에 따라 기준상태 배터리의 충전시간(Δti)을 결정할 수 있다.

그리고, 배터리 노화상태 추정장치는 기준상태 배터리 충전시간과 현재상태 배터리 충전시간의 비율값을 계산하여 SOH를 추정할 수 있다.

[108] 단자전압구간을 먼저 확정하는 경우, 특정 단자전압범위에서 충전시간의 크기가 작게 나올 수 있고, 충전시간의 크기가 작게 나오는 경우, SOH 추정의 오차가 클 수 있는데, 도 3에 도시된 방법과 같이 충전시간을 먼저 결정하는 경우, 이러한 오차 발생의 가능성을 낮출 수 있다는 장점이 있다.

[109] 도 4는 제1실시예에 따른 배터리 노화상태 추정장치의 구성도이다.

[110] 도 4를 참조하면, 배터리 노화상태 추정장치(이하 '추정장치'라 함, 400)는 저장회로(410), 계산회로(420) 및 상태추정회로(430) 등을 포함할 수 있다.

[111] 저장회로(410)는 정전류 충전되는 기준 노화상태의 배터리에 대해, 복수의 단자전압구간 각각에서 측정한 충전시간을 기준충전시간으로 저장할 수 있다.

[112] 기준 노화상태는 초기 상태의 배터리일 수 있다. 기준데이터를 생성하는 장치는 초기 상태의 복수의 배터리들을 준비하고, 복수의 배터리들에 대해 각각 기준충전시간을 측정한 후 통계처리-예를 들어, 평균계산-하여 최종적인 기준충전시간을 결정할 수 있다. 저장회로(410)는 이렇게 결정된 기준충전시간을 메모리에 저장할 수 있다.

[113] 기준충전시간은 기준온도에서 측정될 수 있다. 예를 들어, 기준데이터생성장치는 기준온도를 섭씨 20도로 설정하고, 섭씨 20도에서 정전류 충전되는 배터리에 대해, 복수의 단자전압구간 각각에서 기준충전시간을 측정하고 기록할 수 있다. 그리고, 저장회로(410)는 이렇게 기준온도에서 측정된 기준충전시간을 메모리에 저장할 수 있다.

[114] 그리고, 저장회로(410)는 기준데이터생성장치가 기록한 기준충전시간에 대한 데이터를 메모리에 저장할 수 있다.

[115] 계산회로(420)는 상태 추정의 대상이 되는 배터리(이하 '대상배터리'라 함)의 정전류 충전모드에서, N(N은 2 이상의 자연수)개의 단자전압구간 각각에 대한 충전시간을 비교충전시간으로 저장할 수 있다. 그리고, 계산회로(420)는 기준충전시간과 비교충전시간의 비율값을 N개의 단자전압구간 각각에 대해 계산할 수 있다.

[116] 상태추정회로(430)는 N개의 비율값을 미리 학습된 기계학습모델에 대입하여 대상배터리의 노화상태를 추정할 수 있다.

[117] 도 5는 제1실시예에 따른 기계학습모델의 제1예시 구성도이다.

[118] 도 5를 참조하면, 기계학습모델(510)로는 N개의 비율값(R1, R2, ..., Rn)이 입력될 수 있다.

[119] 추정장치는 제1단자전압구간에 대해 기준충전시간(Δti)과 비교충전시간(Δtk)의 제1비율값(R1)을 계산하고, 제1단자전압구간에 연속되는 제2단자전압구간에 대해 제2비율값(R2)을 계산하고, 순차적으로 제N단자전압구간에 대해 제N비율값(Rn)을 계산할 수 있다.

[120] 그리고, 추정장치는 제1비율값(R1) 내지 제N비율값(Rn)을 벡터(VEC)로

구성하고, 벡터(VEC)를 기계학습모델(510)에 입력할 수 있다.

[121] 그리고, 추정장치는 기계학습모델(510)에서 출력되는 SOH를 대상배터리의 노화상태로 추정할 수 있다.

[122] 추정장치는 대상배터리에서 N개의 연속적된 단자전압구간에 대해 벡터(VEC)값을 생성할 수 있다. 이러한 벡터(VEC)가 생성되는 단자전압범위는 기준데이터에 저장된 단자전압범위보다 좁을 수 있다.

[123] 도 6은 기준데이터의 단자전압범위와 기계학습모델로 입력되는 벡터의 단자전압범위를 나타내는 도면이다.

[124] 도 6을 참조하면, 기준데이터로 저장된 기준충전시간의 단자전압범위는 기계학습모델로 입력되는 벡터의 단자전압범위보다 넓을 수 있다.

[125] 예를 들어, 기준데이터의 단자전압범위는 3.0V ~ 4.2V의 범위를 가질 수 있고, 기계학습모델로 입력되는 벡터의 단자전압범위는 3.0V ~ 4.2V의 범위 중 일부 범위에 해당될 수 있다.

[126] 기계학습모델로 입력되는 벡터의 단자전압범위는 기준데이터의 단자전압범위 내에서 변동할 수 있다. 예를 들어, 벡터의 단자전압범위는 제1벡터(VEC1)와 같이 상대적으로 높은 전압범위에 해당될 수 있고, 제3벡터(VEC3)와 같이 상대적으로 낮은 전압범위에 해당될 수 있고, 제2벡터(VEC2)와 같이 중간 정도의 전압범위에 해당될 수 있다.

[127] 추정장치는 벡터의 단자전압범위가 변경되더라도 상대적으로 높은 정확도를 가지고 대상배터리의 노화상태를 추정할 수 있다. 예를 들어, 기계학습모델로 입력되는 벡터의 단자전압범위가 제1벡터(VEC1)의 단자전압범위에 해당하거나 제3벡터(VEC3)의 단자전압범위에 해당되더라도 그 결과값은 유사할 수 있다. 이렇게 되는 이유는 기계학습모델의 입력이 단자전압구간의 충전시간이 아니고, 단자전압구간에서의 기준충전시간과 비교충전시간의 비율값이기 때문이다.

[128] 대상배터리는 상황에 따라 서로 다른 전압범위에서 정전류 충전이 이루어질 수 있다. 제1실시예에 따른 추정장치는 서로 다른 전압범위에서 획득한 벡터(VEC)를 이용하여 대상배터리의 노화상태를 추정할 수 있기 때문에 다양한 상황, 다양한 어플리케이션에 모두 적용될 수 있다는 장점이 있다.

[129] 도 7은 단자전압범위에 따른 충전시간의 변화를 나타내는 도면이다.

[130] 도 7을 참조하면, 충방전 횟수가 증가할 수록 동일한 단자전압구간에 대한 충전시간이 짧아지는 것을 확인할 수 있다.

[131] 한편, 기준충전시간이 기록되는 전체 단자전압범위를 3개의 범위(710, 720, 730)로 구분해서 살펴볼 때, 제2범위(720)가 다른 범위(710, 730)에 비해 단위전압에 대한 충전시간의 길이가 상대적으로 긴 것을 알 수 있다.

[132] 제2범위(720)와 같이 단위전압에 대한 충전시간의 길이가 상대적으로 긴 구간에서는 노이즈 혹은 환경의 영향에 의해 충전시간에 오차가 발생하더라도 추정되는 노화상태의 값의 변동이 작을 수 있다.

[133] 따라서, 추정장치는 보다 안정적이고 정확한 노화상태의 추정을 위해 여러 범위를 선택할 수 있을 때, 제2범위(720)와 같이 안정도와 정확도가 높은 것으로 미리 확인된 범위를 선택하여 노화상태를 추정할 수 있다.

[134] 도 8은 비교충전시간이 측정된 단자전압범위에서 기계학습모델에 입력할 단자전압범위를 선택하는 예시를 설명하기 위한 도면이다.

[135] 도 8을 참조하면, 추정장치는 상대적으로 큰 단자전압범위(810)에 대해 대상배터리에 대한 비교충전시간을 측정할 수 있다. 이때, 측정된 단자전압범위(810)는 기계학습모델에 입력할 단자전압범위보다 큰 전압범위일 수 있다.

[136] 기계학습모델에 N개의 단자전압구간에 해당되는 전압범위를 입력해야하는 경우, 측정된 단자전압범위(810)는 N보다 큰 M개의 단자전압구간을 포함할 수 있다.

[137] 추정장치는 M개의 단자전압구간에서 여러가지 전압범위로 벡터들(VEC1, VEC2, VEC3, VEC4)을 선택할 수 있는데, 추정장치는 미리 정해진 단자전압구간들-예를 들어, VEC3에 대응되는 단자전압구간들-이 포함되도록 N개의 단자전압구간을 설정하고, 해당 단자전압구간에서 비율값 및/혹은 벡터(VEC3)를 생성할 수 있다.

[138] 도 7에서 설명한 것과 같이, 측정된 M개의 단자전압구간들 중 미리 정해진 N개의 단자전압구간들에 속하는 일 단자전압구간에서의 충전시간은 N개의 단자전압구간에 속하지 않는 다른 일 단자전압구간에서의 충전시간보다 길 수 있다.

[139] 각 단자전압구간의 크기는 동일할 수 있다. 혹은 N개의 단자전압구간들 중 적어도 두 개의 단자전압구간의 크기는 서로 다를 수 있는데, 이때, 적어도 두 개의 단자전압구간에서 기준충전시간 혹은 비교충전시간은 서로 동일 혹은 일정 오차범위 이내로 서로 유사한 크기를 가질 수 있다. 이러한 실시예는 도 3을 참조하여 설명한 개념을 적용한 것으로 이해할 수 있다.

[140] 개념적으로 비율값을 계산하여 노화상태를 추정하는 방식은 그렇지 않은 방식에 비해 단자전압의 범위를 자유롭게 선택할 수 있다는 장점이 있다. 하지만, 단자전압의 범위에 따라 추정값에 약간의 변동이 있을 수 있는데, 이를 보완하기 위해 기계학습모델에 단자전압값이 더 입력될 수 있다.

[141] 도 9는 제1실시예에 따른 기계학습모델의 제2예시 구성도이다.

[142] 도 9를 참조하면, 기계학습모델(910)로는 N개의 비율값(R1, R2, ..., Rn)을 가지는 벡터(VEC)가 입력될 수 있고, N개의 단자전압구간에 대응되는 적어도 하나의 단자전압값(V1, V2)이 더 입력될 수 있다.

[143] 기계학습모델(910)로는 N개의 단자전압구간의 양단 전압(V1, V2)이 입력될 수 있고, 가장 낮은 전압(V1) 혹은 가장 높은 전압(V2)이 입력될 수 있다.

[144] 이러한 방법은 기계학습모델(910)에 입력되는 단자전압구간들의 전압범위에 대한 정보를 더 입력함으로써 노화상태 추정의 정확도를 좀더 높일 수 있다.

[145] 도 10은 제1실시예에 따른 기계학습모델의 제3예시 구성도이다.

[146] 도 10을 참조하면, 기계학습모델(1010)로는 N개의 비율값(R1, R2, ..., Rn)을 가지는 벡터(VEC)가 입력될 수 있고, N개의 단자전압구간에 대응되는 적어도 하나의 단자전압값(V1, V2)이 더 입력될 수 있고, 대상배터리의 동작온도(Tr)와 기준충전시간이 기록되었을 때의 기준온도(To)의 차이(ΔT)가 더 입력될 수 있다.

[147] 기계학습모델은 대상배터리와 동종의 테스트 배터리에 대해 미리 측정한 비교충전시간들로 미리 학습될 수 있다.

[148] 대상배터리와 와 동일한 종류의 테스트 배터리들이 준비될 수 있다.

[149] 기계학습모델 훈련장치는 테스트 배터리들을 정전류모드로 충전하면서 복수의 단자전압구간 각각에서 충전시간(훈련용 비교충전시간)을 측정할 수 있다. 예를 들어, 3.0V ~ 4.2V의 범위에서 0.1V의 간격으로 복수의 단자전압구간이 형성될 때, 기계학습모델 훈련장치는 정전류충전되는 테스트 배터리들의 단자전압이 해당 구간을 지나는데 소요되는 시간을 훈련용 비교충전시간으로 측정할 수 있다. 그리고, 기계학습모델 훈련장치는 각 단자전압구간별로 측정된 훈련용 비교충전시간을 기록할 수 있다.

[150] 기계학습모델 훈련장치는 테스트 배터리들의 충방전 횟수를 증가시키면서 각 충방전 횟수별로 훈련용 비교충전시간들을 기록할 수 있다. 이때, 기계학습모델 훈련장치는 테스트 배터리들의 SOH도 측정하고, 훈련용 비교충전시간들과 함께 SOH도 기록할 수 있다.

[151] 기계학습모델 훈련장치는 동작온도별로 훈련용 비교충전시간들을 측정하고 기록할 수 있다. 테스트 배터리들은 몇 개의 그룹으로 분리되고 각 그룹은 서로 다른 온도를 가지는 챔버에 분산되어 배치될 수 있다. 그리고, 기계학습모델 훈련장치는 각 온도별로 훈련용 비교충전시간들을 기록할 수 있다.

[152] 그리고, 기계학습모델 훈련장치는 기준충전시간과 훈련용 비교충전시간들의 비율값(훈련용 비율값)을 기계학습모델에 대입시키고 그 결과값과 미리 측정한 SOH를 비교하면서 기계학습모델 내부의 파라미터들을 튜닝할 수 있다.

[153] 기계학습모델 훈련장치는 훈련용 비율값과 동작온도 및/혹은 단자전압구간의 적어도 하나의 단자전압값을 기계학습모델에 대입시키고 그 결과값과 미리 측정한 SOH를 비교하면서 기계학습모델 내부의 파라미터들을 튜닝할 수 있다.

[154] 도 11은 제1실시예에 따른 기계학습모델의 제4예시 구성도이다.

[155] 도 11을 참조하면, 기계학습모델(1110)은 L(L은 2 이상의 자연수)개의 서브기계학습모델들(1120a ~ 1120l)이 앙상블의 형태로 결합된 형태일 수 있다.

[156] 제1서브기계학습모델(1120a)은 제1단자전압구간의 훈련데이터-비율값, SOH, 동작온도 등-에 의해 훈련된 모델일 수 있고, 제2서브기계학습모델(1120b)은 제2단자전압구간의 훈련데이터-비율값, SOH, 동작온도 등-에 의해 훈련된 모델일 수 있고, 제L서브기계학습모델(1120l)은 제L단자전압구간의 훈련데이터-비율값, SOH, 동작온도 등-에 의해 훈련된 모델일 수 있다.

[157] 서브기계학습모델들(1120a ~ 1120l)은 앙상블의 형태로 결합된 후 각

단자전압구간의 훈련데이터로 추가적으로 훈련될 수 있다. 이때, 각 서브기계학습모델의 정확도에 따라 각 서브기계학습모델의 출력값에 가중치가 부여될 수 있고, 이러한 가중치에 의해 최종 출력값(SOH)의 정확도가 향상될 수 있다.

[158] 기계학습모델(1110)은 N개의 서브기계학습모델들을 포함할 수 있고, 이때, 각 서브기계학습모델에 입력되는 데이터는 전술한 N개의 단자전압구간 각각에서 계산한 비율값일 수 있다.

[159] 도 12는 제1실시예에 따른 기계학습모델의 제5예시 구성도이다.

[160] 도 12를 참조하면, 기계학습모델(1210)은 L(L은 2 이상의 자연수)개의 서브기계학습모델들(1220a ~ 1220l)로 구성될 수 있다.

[161] 제1서브기계학습모델(1220a)은 제1단자전압구간의 훈련데이터-비율값, SOH, 동작온도 등-에 의해 훈련된 모델일 수 있고, 제2서브기계학습모델(1220b)은 제2단자전압구간의 훈련데이터-비율값, SOH, 동작온도 등-에 의해 훈련된 모델일 수 있고, 제L서브기계학습모델(1220l)은 제L단자전압구간의 훈련데이터-비율값, SOH, 동작온도 등-에 의해 훈련된 모델일 수 있다.

[162] 서브기계학습모델들(1120a ~ 1120l)은 각각 SOH를 출력할 수 있다. 제1서브기계학습모델(1220a)은 제1SOH를 출력할 수 있고, 제2서브기계학습모델(1220b)은 제2SOH를 출력할 수 있고, 제L서브기계학습모델(1220l)은 제lSOH를 출력할 수 있다.

[163] 각 서브기계학습모델들(1120a ~ 1120l)에는 우선순위가 정해져 있을 수 있다. 추정장치는 우선순위가 높은 서브기계학습모델에서 산출한 SOH를 대상배터리의 노화상태값으로 사용할 수 있다. 이러한 방식에 의하면, 전체 범위에서 입력데이터-예를 들어, 비율값-가 생성되지 않고 일부 범위에서만 입력데이터가 생성되더라도 대상배터리의 노화상태를 추정할 수 있다는 장점이 있다.

[164] 도 13은 제1실시예에 따른 배터리 노화상태 추정 방법의 흐름도이다.

[165] 도 13을 참조하면, 추정장치는 정전류 충전되는 기준 노화상태의 배터리에 대해, 복수의 단자전압구간 각각에서 측정한 충전시간을 기준충전시간으로 저장할 수 있다(S1300).

[166] 각각의 단자전압구간의 크기는 서로 동일할 수 있다. 혹은 적어도 두 개의 단자전압구간의 크기는 서로 다를 수 있는데, 이때, 적어도 두 개의 단자전압구간에서 기준충전시간은 일정 오차범위 이내로 서로 유사한 크기를 가질 수 있다.

[167] 추정장치는 대상배터리의 정전류 충전모드에서, N(N은 2 이상의 자연수)개의 단자전압구간 각각에 대한 충전시간을 비교충전시간으로 저장하고, 미리 저장된 기준충전시간과 비교충전시간의 비율값을 N개의 단자전압구간 각각에 대해 계산할 수 있다(S1302).

[168] S1302 단계에서, 추정장치는 일 시점에서 확인되는 대상배터리의

단자전압으로부터 N개의 구간을 단자전압구간들로 설정할 수 있다. 다른 측면에서 볼 때, 추정장치는 임의의 단자전압범위에서 N개의 비율값들을 계산할 수 있다.

[169] 추정장치는 N보다 큰 M개의 단자전압구간에 대하여 비교충전시간을 측정할 수 있다. 이때, 추정장치는 M개의 단자전압구간들 중에서 미리 정해진 단자전압구간들이 포함되도록 N개의 단자전압구간을 설정할 수 있다. 여기서, M개의 단자전압구간 중 N개의 단자전압구간에 속하는 일 단자전압구간에서의 충전시간이 N개의 단자전압구간에 속하지 않는 다른 일 단자전압구간에서의 충전시간보다 길 수 있다.

[170] 추정장치는 계산된 N개의 비율값을 미리 학습된 기계학습모델에 대입하여 대상배터리의 노화상태를 추정할 수 있다(S1304).

[171] 추정장치는 노화상태를 추정할 때, 기계학습모델에 대상배터리의 동작온도와 기준온도의 차이를 더 대입시켜 대상배터리의 노화상태를 추정할 수 있다.

[172] 추정장치는 노화상태를 추정할 때, 기계학습모델에 N개의 단자전압구간에 대응되는 적어도 하나의 단자전압값을 더 대입시켜 대상배터리의 노화상태를 추정할 수 있다.

[173] 기계학습모델은 각 단자전압구간의 비율값을 입력으로 하고 노화상태값을 출력으로 하는 N개의 서브기계학습모델이 앙상블의 형태로 결합된 형태일 수 있다.

[174] 기계학습모델은 각 단자전압구간의 비율값을 입력으로 하고 노화상태값을 출력으로 하는 L(L은 N보다 큰 자연수)개의 서브기계학습모델로 구성되고, 각 서브기계학습모델에는 우선순위가 정해져 있으며, 추정장치는 노화상태를 추정할 때, L개의 서브기계학습모델 중 N개의 단자전압구간에 해당되는 N개의 서브기계학습모델의 출력값 중 우선순위가 높은 서브기계학습모델의 출력값에 따라 대상배터리의 노화상태를 추정할 수 있다.

[175] 도 14는 제2실시예에 따른 배터리 노화상태 추정방법의 흐름도이다.

[176] 도 14를 참조하면, 추정장치(1400)는 측정회로(1410), 저장회로(1420) 및 상태추정회로(1430) 등을 포함할 수 있다.

[177] 측정회로(1410)는 대상배터리가 정전류충전모드로 충전되고 있을 때, 충전시간을 카운트하면서 대상배터리의 단자전압값들을 기록할 수 있다. 기록되는 내용은 시간값과 전압값이 짝을 이루는 형태일 수 있는데, 예를 들어, (00:00:00:000, 0V)와 같은 형태일 수 있다.

[178] 측정회로(1410)는 일정 시간단위-예를 들어, 1초 단위-로 시간과 단자전압을 기록할 수 있다. 혹은 측정회로(1410)는 일정 전압단위-예를 들어, 0.1V 단위-로 시간과 단자전압을 기록할 수 있다. 혹은 측정회로(1410)는 미리 정해진 기준에 따라 시간과 단자전압을 기록할 수 있다. 예를 들어, 측정회로(1410)는 미리 정해진 특정 단자전압에서 시간과 단자전압을 기록할 수 있고, 미리 정해진 특정 충전시간에서 시간과 단자전압을 기록할 수 있다.

[179] 저장회로(1420)는 노화상태별로 복수의 단자전압구간에서의 단자전압 시간변화율들을 기록한 단자전압 시간변화율 데이터를 저장할 수 있다.

[180] 단자전압 시간변화율은 일정 충전시간에 대한 단자전압의 변화량을 나타내는 값으로서 단자전압의 변화량(ΔV)을 충전시간(Δt)으로 나누어서 계산할 수 있다.

[181] 저장회로(1420)는 대상배터리와 동일한 종류의 배터리에 대해 충방전 횟수를 증가시키면서 복수의 단자전압구간에 대해서 단자전압구간별로 단자전압 시간변화율을 저장할 수 있다. 이렇게 저장된 데이터를 기준데이터라고 부를 수 있다.

[182] 도 15는 제2실시예에서 충방전 횟수별로 단자전압 시간변화율을 저장한 룩업테이블의 예시 도면이다.

[183] 도 15를 참조하면, 저장회로는 단자전압을 복수의 구간으로 구분하고 각 단자전압구간에서 단자전압 시간변화율(ΔV/Δt)을 저장할 수 있다.

[184] 저장회로는 기준데이터를 생성하기 위한 테스트 배터리들에 대하여 충방전횟수별로 단자전압 시간변화율을 측정하고 저장할 수 있다. 예를 들어, 저장회로는 충방전횟수가 1회인 테스트 배터리에 대하여 복수의 단자전압구간별로 단자전압 시간변화율을 저장할 수 있고, 충방전횟수가 364회인 테스트 배터리에 대하여 복수의 단자전압구간별로 단자전압 시간변화율을 저장할 수 있다.

[185] 저장회로는 각 충방전횟수에서 SOH도 함께 측정하여 저장할 수 있다. 예를 들어, 저장회로는 충방전횟수가 1회인 테스트 배터리에 대하여 단자전압 시간변화율을 저장하고 더불어 SOH도 측정하여 저장할 수 있다. 그리고, 저장회로는 충방전횟수가 364회인 테스트 배터리에 대하여 단자전압 시간변화율을 저장하고 더불어 SOH도 측정하여 저장할 수 있다.

[186] 데이터는 다수의 테스트 배터리에 대하여 생성될 수 있다. 저장회로는 다수의 테스트 배터리에 대하여 생성된 데이터를 통계적으로 처리하여 하나의 기준데이터를 생성할 수 있다. 예를 들어, 저장회로는 다수의 테스트 배터리에 대하여 생성된 데이터를 평균하여 하나의 기준데이터를 생성할 수 있다.

[187] 단자전압구간별 단자전압 시간변화율은 동작온도별로 측정되고 저장될 수 있다.

[188] 도 16은 제2실시예에서 온도별로 저장된 룩업테이블들의 예시 도면이다.

[189] 도 16을 참조하면, 저장회로는 온도별로 룩업테이블을 저장할 수 있다.

[190] 테스트 배터리들은 서로 다른 온도를 가지는 챔버에 분산되어 배치될 수 있고, 서로 다른 온도조건에서 충방전되면서 전술한 룩업테이블에 필요한 값들을 산출할 수 있다.

[191] 그리고, 저장회로는 이러한 과정에서 산출된 값-예를 들어, 단자전압구간별 단자전압 시간변화율, SOH 등-을 온도별로 구분하여 저장할 수 있다.

[192] 추정장치는 저장회로에 저장되는 이러한 기준데이터에서 대상배터리와 가장 유사한 상태에 있는 데이터를 찾아내고 그 데이터에 해당되는 SOH값으로

대상배터리의 노화상태를 추정할 수 있다.

[193] 다시 도 14를 참조하면, 추정장치(1400)는 측정회로(1410) 및 저장회로(1420)를 포함하고, 상태추정회로(1430)를 더 포함할 수 있다.

[194] 상태추정회로(1430)는 측정회로(1410)에서 기록한 충전시간과 단자전압값들을 이용하여 N(N은 2 이상의 자연수)개의 단자전압구간 각각에서 단자전압의 시간변화율을 계산할 수 있다.

[195] 그리고, 상태추정회로(1430)는 계산된 N개의 단자전압 시간변화율들을 저장회로(1420)에 저장된 단자전압 시간변화율 데이터-도 15 및 도 16을 참조하여 설명한 기준데이터-와 비교하여 대상배터리의 노화상태를 추정할 수 있다.

[196] 도 17은 제2실시예에서 대상배터리의 단자전압 시간변화율과 가장 유사한 데이터를 찾는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[197] 도 17을 참조하면, 상태추정회로는 대상배터리의 동작온도를 확인하고, 해당 동작온도에 가장 근접한 온도에서 측정된 룩업테이블을 먼저 찾아낼 수 있다. 도 17에서는 기준온도가 대상배터리의 동작온도에 가장 근접한 것으로 도시되고 있다.

[198] 동작온도에 대한 룩업테이블을 찾아낸 후에, 상태추정회로는 룩업테이블에 저장된 복수의 단자전압구간들 중에서 대상배터리에 대해 측정된 N개의 단자전압구간을 확인할 수 있다. 예를 들어, 룩업테이블이 테스트 배터리에 대해서 3.1V ~ 4.2V의 범위에 해당되는 복수의 단자전압구간별로 단자전압 시간변화율을 저장하고 있고, 대상배터리에 대해 측정된 N개의 단자전압구간이 3.2V ~ 3.7V의 범위에 해당된다면, 상태추정회로는 룩업테이블에서 3.2V ~ 3.7V의 범위에 해당되는 단자전압구간 데이터를 확인할 수 있다.

[199] N개의 단자전압구간에 해당되는 부분을 검색윈도우라고 할 때, 상태추정회로는 검색윈도우를 충방전횟수별로 정렬된 데이터에서 이동시키면서 대상배터리의 단자전압 시간변화율과 가장 유사한 데이터를 검색할 수 있다. 검색이 완료되면, 상태추정회로는 해당 데이터에 대응되는 SOH를 대상배터리의 노화상태값으로 결정할 수 있다.

[200] N개의 단자전압구간별 단자전압 시간변화율을 벡터로 형성할 때, 상태추정회로는 룩업테이블에 저장된 벡터들과 대상배터리에 대응되는 벡터의 유사도를 판단하여 대상배터리의 노화상태값을 결정할 수 있다.

[201] 유사도는 유클리드 거리(Euclidean distance)에 따라 판단될 수 있다. 상태추정회로는 대상배터리에 대응되는 벡터와 룩업테이블에 저장된 벡터들 각각에 대하여 유클리드 거리값들을 계산할 수 있다. 그리고, 상태추정회로는 계산된 유클리드 거리값들 중 가장 짧은 거리값에 대응되는 벡터를 가장 유사도가 높은 벡터로 결정하고 해당 벡터에 대응되는 SOH를 대상배터리의 노화상태값으로 결정할 수 있다.

[202] 도 18은 제2실시예에 따른 배터리 노화상태 추정 방법의 흐름도이다.

[203] 도 18을 참조하면, 추정장치는 대상배터리의 정전류충전모드에서, N(N은 2 이상의 자연수)개의 단자전압구간 각각에서 단자전압의 시간변화율을 계산할 수 있다(S1800).

[204] N개의 단자전압구간 중 적어도 두 개의 단자전압구간은 크기가 서로 다를 수 있다. 예를 들어, 제1단자전압구간은 3.00V ~ 3.05V에 해당되는 구간으로 크기가 0.05V에 해당되고, 제2단자전압구간은 3.05V ~ 3.15V에 해당되는 구간으로 크기가 0.1V에 해당될 수 있다.

[205] 단자전압 시간변화율이 큰 구간이 단자전압 시간변화율이 작은 구간보다 구간의 크기가 더 작게 설정될 수 있다.

[206] 추정장치는 전술한 단계에서 계산한 N개의 단자전압 시간변화율들을, 노화상태별로 저장된 단자전압 시간변화율 데이터와 비교하여 대상배터리의 노화상태를 추정할 수 있다(S1802).

[207] 단자전압 시간변화율 데이터에는, 노화상태별로, 복수의 단자전압구간에서의 단자전압 시간변화율을 저장한 룩업테이블이 포함되어 있을 수 있다.

[208] 추정장치는 노화상태를 추정할 때, 룩업테이블에서 N개의 단자전압 시간변화율들과의 유사도가 높은 단자전압 시간변화율들을 저장한 데이터를 찾고, 해당 데이터에 대응되는 노화상태값을 대상배터리의 노화상태값으로 결정할 수 있다.

[209] 추정장치는 노화상태를 추정할 때, 계산된 N개의 단자전압 시간변화율들과 룩업테이블에 저장된 단자전압 시간변화율들에 대해 유클리드 거리값을 계산하고, 유클리드 거리값이 가장 작은 데이터를 찾고, 해당 데이터에 대응되는 노화상태값을 대상배터리의 노화상태값으로 결정할 수 있다.

[210] 룩업테이블에 대응되는 복수의 단자전압구간의 범위는 대상배터리에 대해 계산된 N개의 단자전압구간의 범위보다 넓을 수 있다.

[211] 추정장치는 노화상태를 추정할 때, 단자전압 시간변화율 데이터에 포함된 룩업테이블들 중 대상배터리의 온도값에 대응되는 룩업테이블을 선별하고, 선별된 룩업테이블에 따라 대상배터리의 노화상태값을 결정할 수 있다.

[212] 일 실시예는 부분 충전에서도 효과적으로 배터리의 노화상태를 추정할 수 있고, 계산이 간단하여 온라인 SOH 추정도 가능하다는 장점이 있다.

[213] 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.

[214] 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.

청구범위

[청구항 1] 정전류 충전되는 기준 노화상태의 배터리에 대해, 복수의 단자전압구간 각각에서 측정한 충전시간을 기준충전시간으로 저장하는 단계;
일 배터리의 정전류 충전모드에서, N(N은 2 이상의 자연수)개의 단자전압구간 각각에 대한 충전시간을 비교충전시간으로 저장하고, 상기 기준충전시간과 상기 비교충전시간의 비율값을 상기 N개의 단자전압구간 각각에 대해 계산하는 단계; 및
N개의 상기 비율값을 미리 학습된 기계학습모델에 대입하여 상기 일 배터리의 노화상태를 추정하는 단계
를 포함하는 배터리의 노화상태 추정 방법.

[청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 노화상태를 추정하는 단계에서,
상기 기계학습모델에 상기 일 배터리의 동작온도와 기준온도의 차이를 더 대입시켜 상기 일 배터리의 노화상태를 추정하는 배터리의 노화상태 추정 방법.

[청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 N개의 단자전압구간 각각의 크기는 동일한 배터리의 노화상태 추정 방법.

[청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 노화상태를 추정하는 단계에서,
상기 기계학습모델에 상기 N개의 단자전압구간에 대응되는 적어도 하나의 단자전압값을 더 대입시켜 상기 일 배터리의 노화상태를 추정하는 배터리의 노화상태 추정 방법.

[청구항 5] 제1항에 있어서,
상기 비율값을 계산하는 단계에서,
일 시점에서 확인되는 상기 일 배터리의 단자전압으로부터 N개의 구간을 상기 N개의 단자전압구간으로 설정하는 배터리의 노화상태 추정 방법.

[청구항 6] 제1항에 있어서,
M(M은 N보다 큰 자연수)개의 단자전압구간에 대하여 상기 비교충전시간이 측정되는 경우,
상기 비율값을 계산하는 단계에서,
미리 정해진 단자전압구간들이 포함되도록 상기 N개의 단자전압구간을 설정하는 배터리의 노화상태 추정 방법.

[청구항 7] 제6항에 있어서,
상기 M개의 단자전압구간 중 상기 N개의 단자전압구간에 속하는 일 단자전압구간에서의 충전시간이 상기 N개의 단자전압구간에 속하지 않는 다른 일 단자전압구간에서의 충전시간보다 긴 배터리의 노화상태

추정 방법.

[청구항 8] 제1항에 있어서,
상기 기계학습모델은 각 단자전압구간의 비율값을 입력으로 하고 노화상태값을 출력으로 하는 N개의 서브기계학습모델이 앙상블의 형태로 결합된 형태인 배터리의 노화상태 추정 방법.

[청구항 9] 제1항에 있어서,
상기 기계학습모델은 각 단자전압구간의 비율값을 입력으로 하고 노화상태값을 출력으로 하는 L(L은 N보다 큰 자연수)개의 서브기계학습모델로 구성되고, 각 서브기계학습모델에는 우선순위가 정해져 있으며,
상기 노화상태를 추정하는 단계에서,상기 L개의 서브기계학습모델 중 상기 N개의 단자전압구간에 해당되는 N개의 서브기계학습모델의 출력값 중 우선순위가 높은 서브기계학습모델의 출력값에 따라 상기 일 배터리의 노화상태를 추정하는 배터리의 노화상태 추정 방법.

[청구항 10] 제1항에 있어서,
상기 N개의 단자전압구간 중 적어도 두 개의 단자전압구간의 크기는 서로 다르고, 상기 적어도 두 개의 단자전압구간에서 상기 기준충전시간 혹은 상기 비교충전시간은 일정 오차범위 이내로 서로 유사한 크기를 가지는 배터리의 노화상태 추정 방법.

[청구항 11] 정전류 충전되는 기준 노화상태의 배터리에 대해, 복수의 단자전압구간 각각에서 측정한 충전시간을 기준충전시간으로 저장하는 저장회로;
일 배터리의 정전류 충전모드에서, N(N은 2 이상의 자연수)개의 단자전압구간 각각에 대한 충전시간을 비교충전시간으로 저장하고, 상기 기준충전시간과 상기 비교충전시간의 비율값을 상기 N개의 단자전압구간 각각에 대해 계산하는 계산회로; 및
N개의 상기 비율값을 미리 학습된 기계학습모델에 대입하여 상기 일 배터리의 노화상태를 추정하는 상태추정회로
를 포함하는 배터리 노화상태 추정장치.

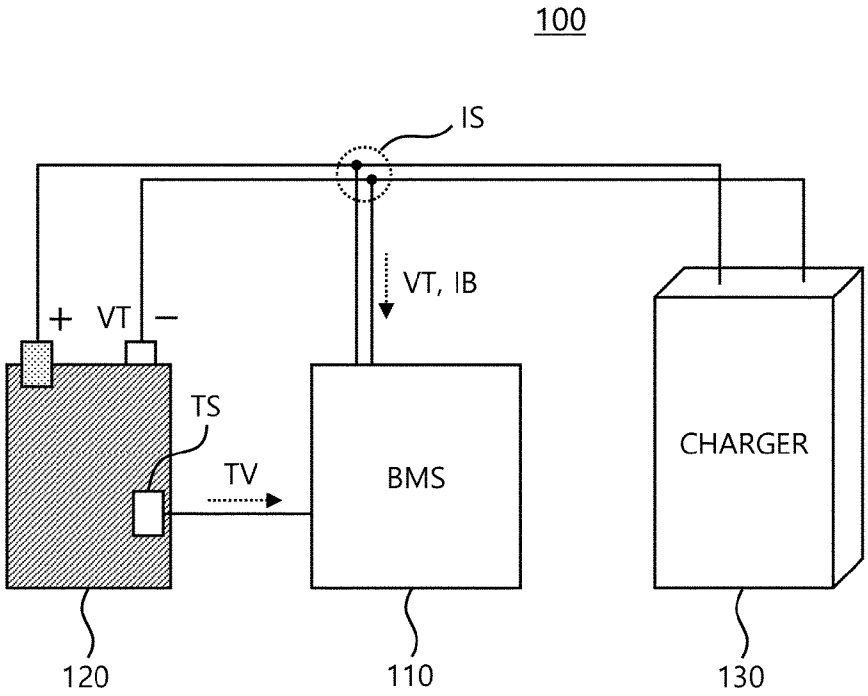
[청구항 12] 제11항에 있어서,
상기 상태추정회로는,
상기 기계학습모델에 상기 일 배터리의 동작온도와 기준온도의 차이를 더 대입시켜 상기 일 배터리의 노화상태를 추정하는 배터리 노화상태 추정장치.

[청구항 13] 제11항에 있어서,
상기 상태추정회로는,
상기 기계학습모델에 상기 N개의 단자전압구간에 대응되는 적어도 하나의 단자전압값을 더 대입시켜 상기 일 배터리의 노화상태를 추정하는 배터리 노화상태 추정장치.

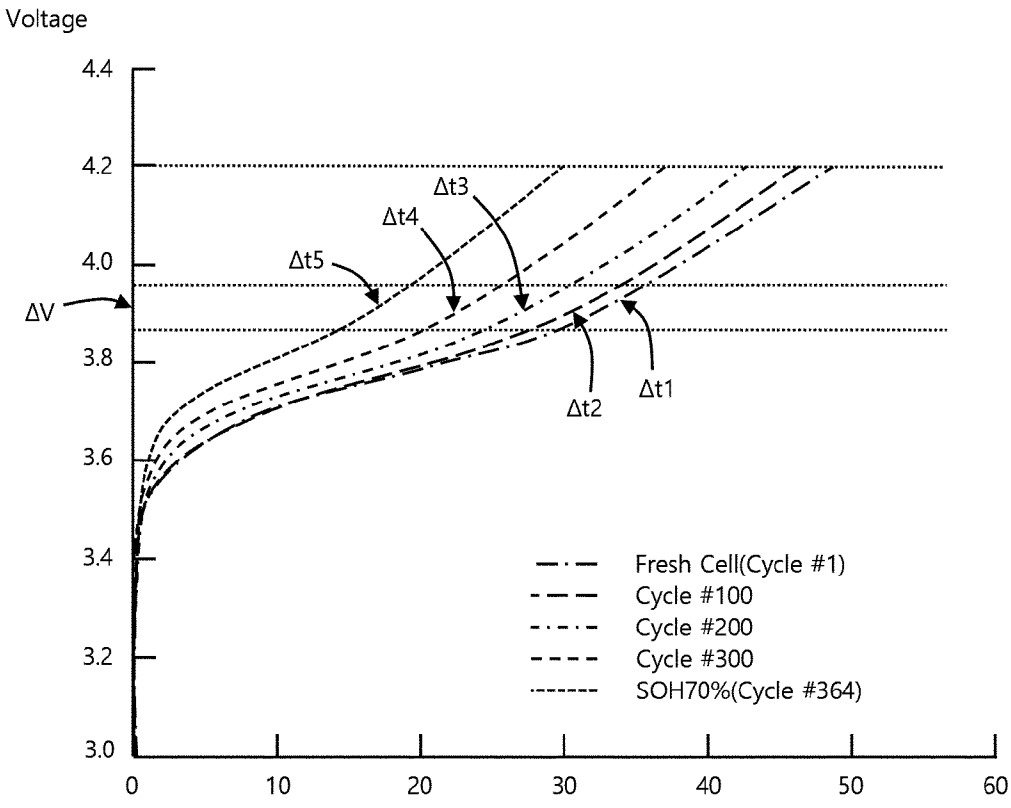
[청구항 14] 제11항에 있어서,
상기 계산회로는,
일 시점에서 확인되는 상기 일 배터리의 단자전압으로부터 N개의 구간을 상기 N개의 단자전압구간으로 설정하는 배터리 노화상태 추정장치.

[청구항 15] 제11항에 있어서,
M(M은 N보다 큰 자연수)개의 단자전압구간에 대하여 상기 비교충전시간이 측정되는 경우,
상기 계산회로는,
미리 정해진 단자전압구간들이 포함되도록 상기 N개의 단자전압구간을 설정하는 배터리 노화상태 추정장치.

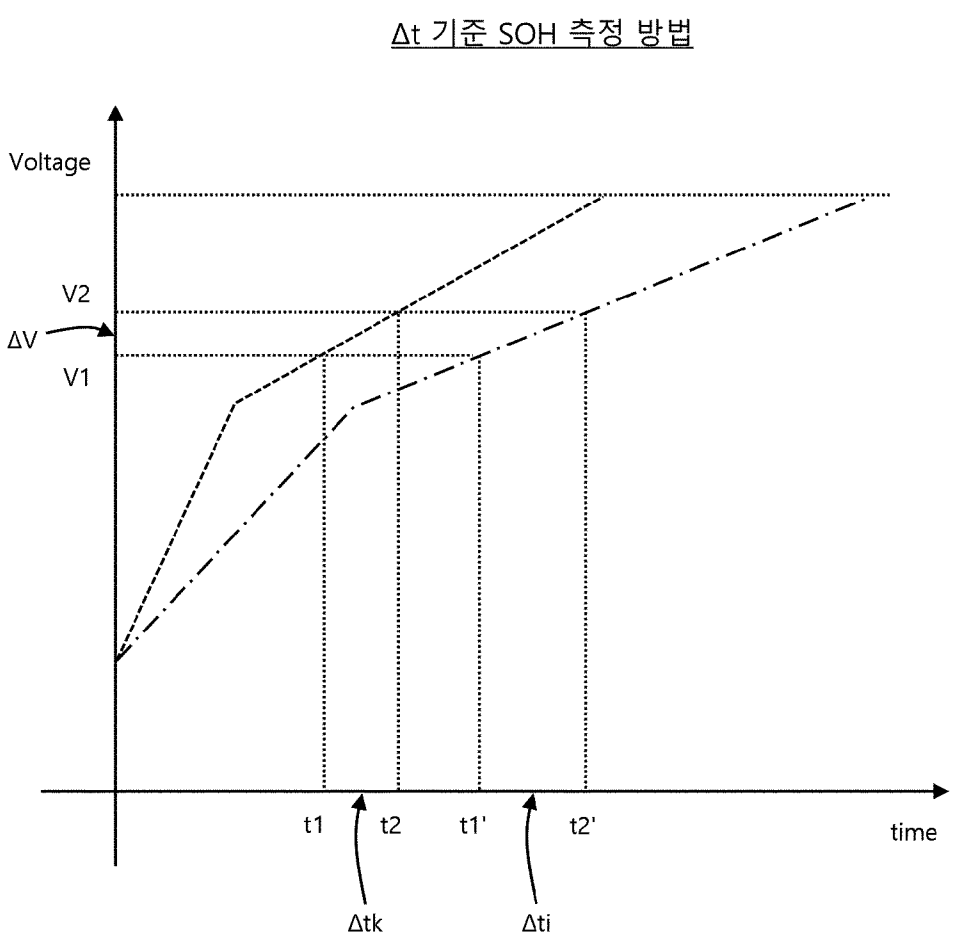
[도1]


100
IS
VT, IB
+ VT −
TS
TV
BMS
CHARGER
120
110
130

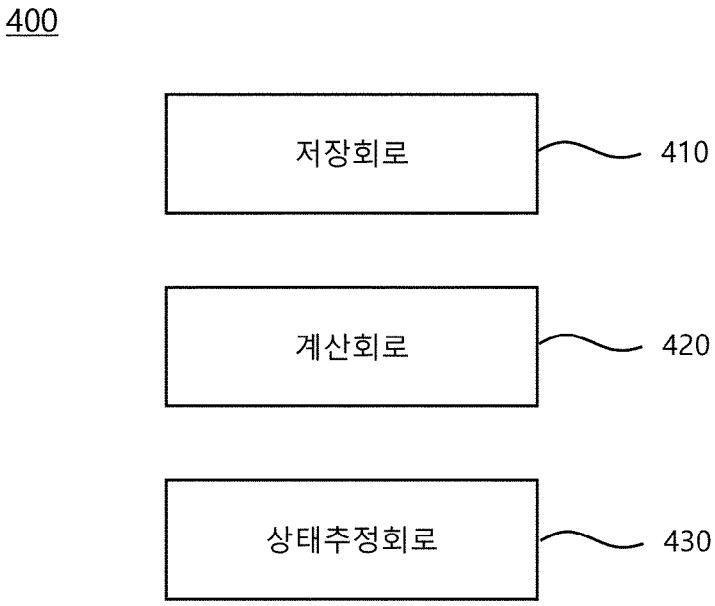
[도2]


ΔV 기준 SOH 측정 방법
Voltage
4.4
4.2
4.0
3.8
3.6
3.4
3.2
3.0
ΔV
Δt1
Δt2
Δt3
Δt4
Δt5
Fresh Cell(Cycle #1)
Cycle #100
Cycle #200
Cycle #300
SOH70%(Cycle #364)
0
10
20
30
40
50
60

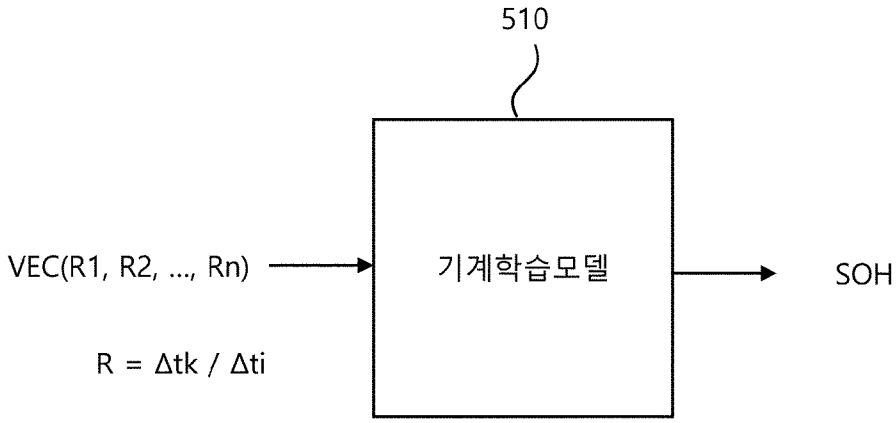
[도3]


Δt 기준 SOH 측정 방법
Voltage
V2
ΔV
V1
t1
t2
t1'
t2'
time
Δtk
Δti

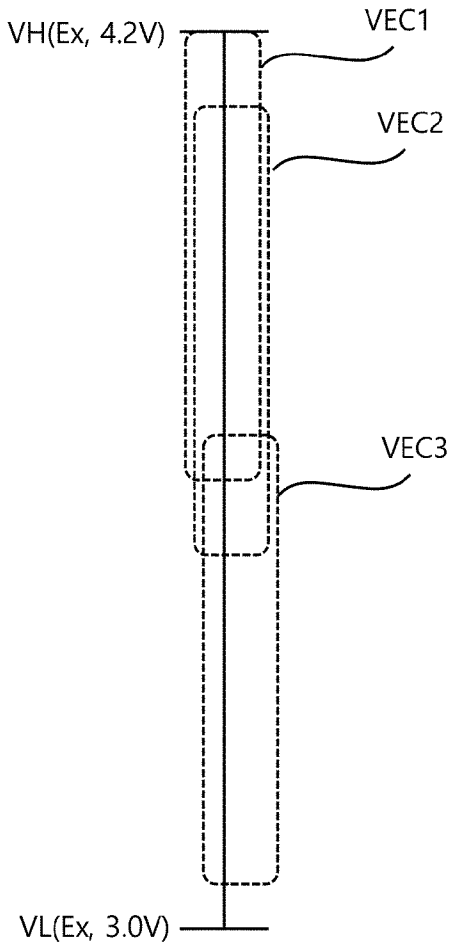
[도4]


400
저장회로
410
계산회로
420
상태추정회로
430

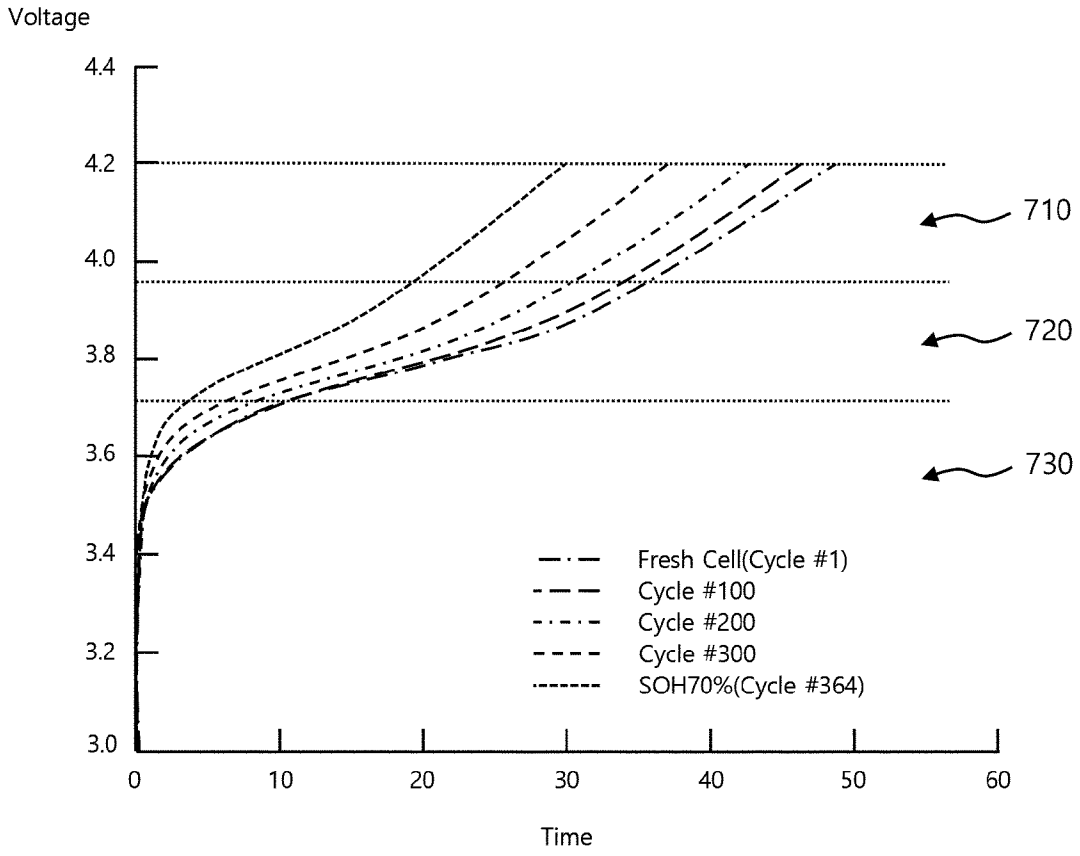
[도5]


510
VEC(R1, R2, ..., Rn)
R = Δtk / Δti
기계학습모델
SOH

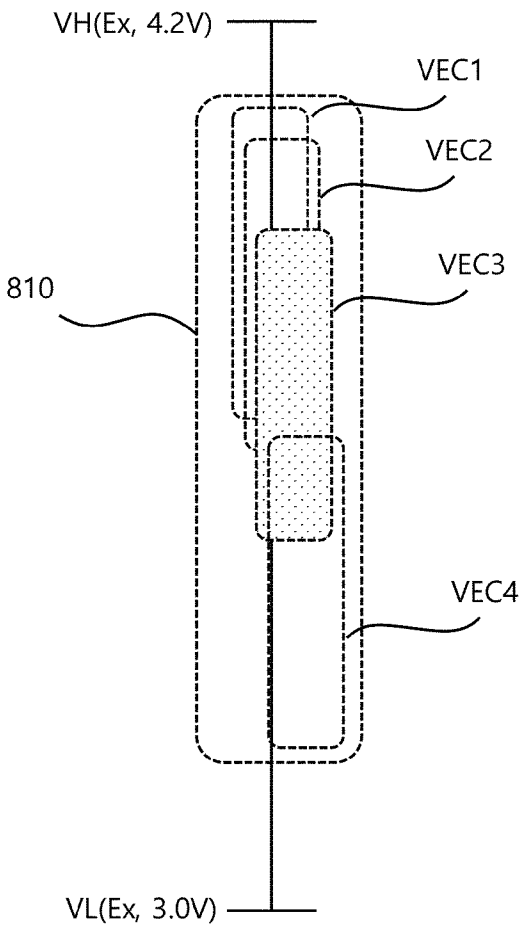
[도6]


VH(Ex, 4.2V)
VEC1
VEC2
VEC3
VL(Ex, 3.0V)

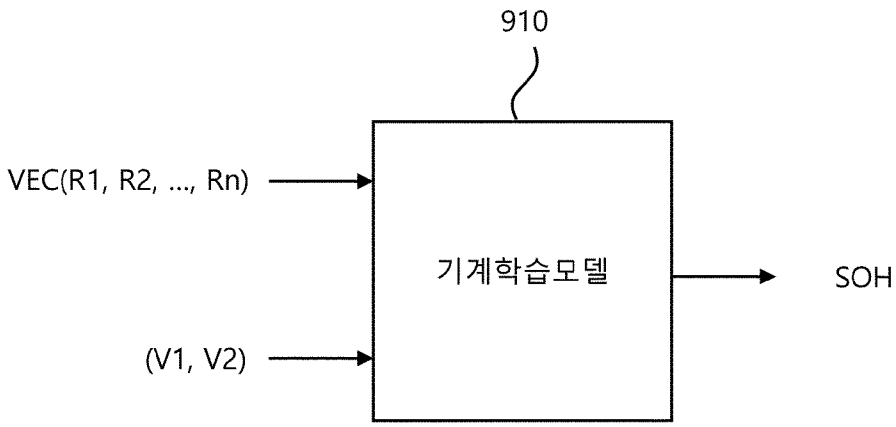
[도7]


Voltage
4.4
4.2
4.0
3.8
3.6
3.4
3.2
3.0
0
10
20
30
40
50
60
Time
710
720
730
Fresh Cell(Cycle #1)
Cycle #100
Cycle #200
Cycle #300
SOH70%(Cycle #364)

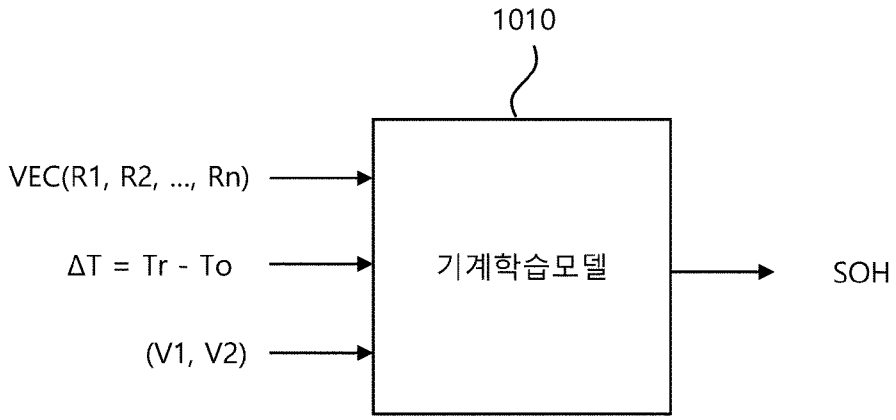
[도8]


VH(Ex, 4.2V)
VEC1
VEC2
VEC3
810
VEC4
VL(Ex, 3.0V)

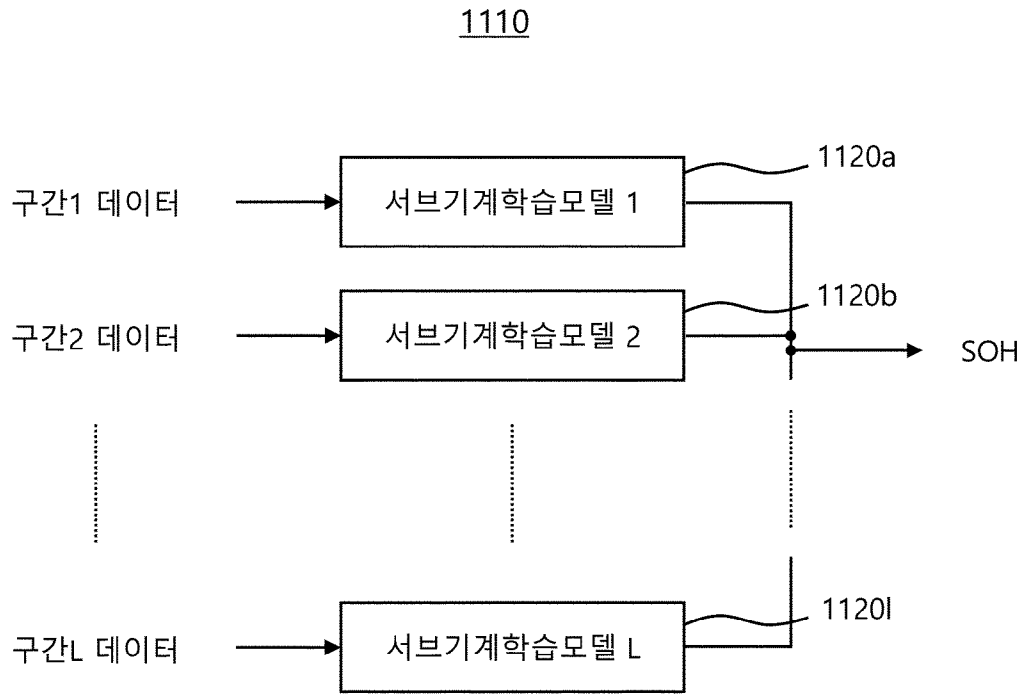
[도9]


910
VEC(R1, R2, ..., Rn)
(V1, V2)
기계학습모델
SOH

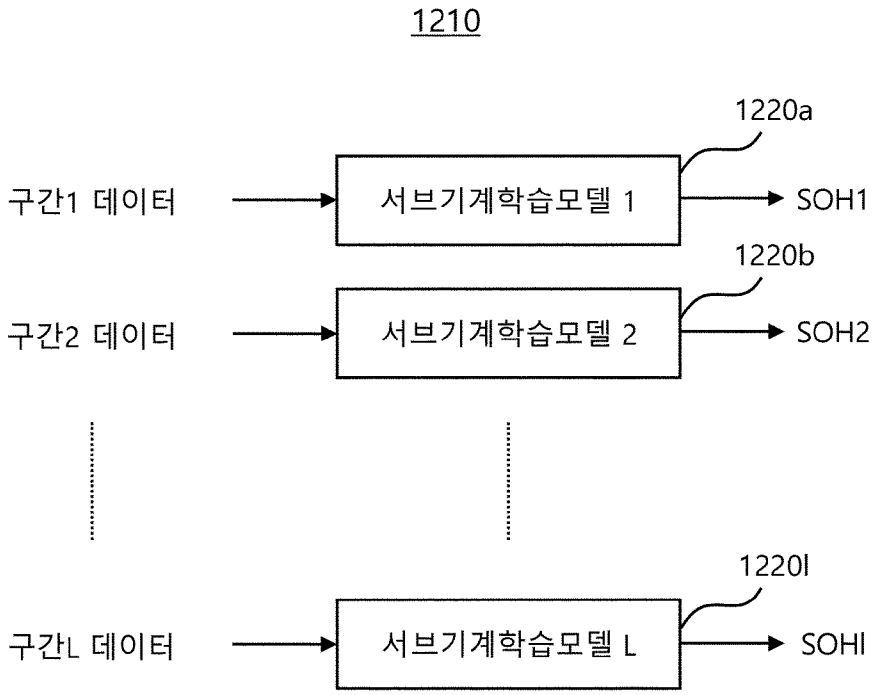
[도10]


1010
VEC(R1, R2, ..., Rn)
ΔT = Tr - To
(V1, V2)
기계학습모델
SOH

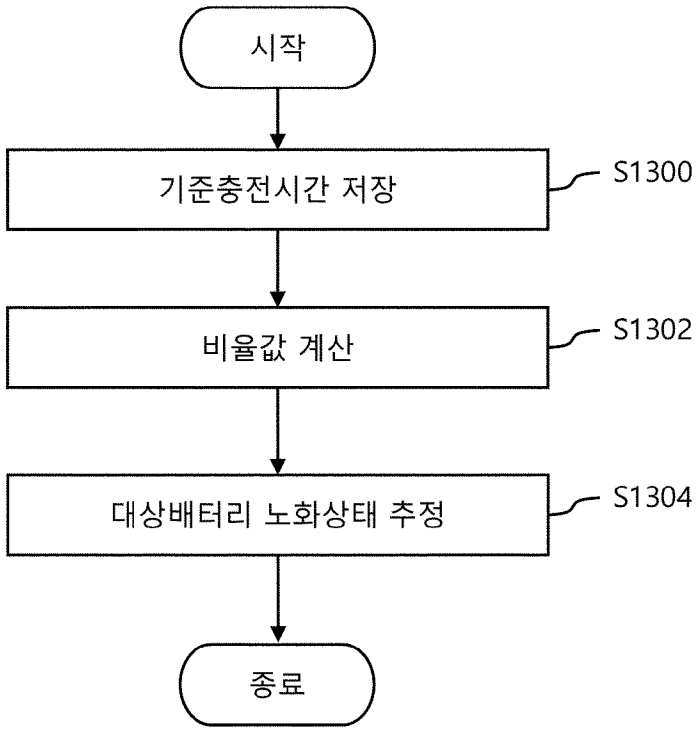
[도11]


1110
구간1 데이터
서브기계학습모델 1
1120a
구간2 데이터
서브기계학습모델 2
1120b
SOH
구간L 데이터
서브기계학습모델 L
1120l

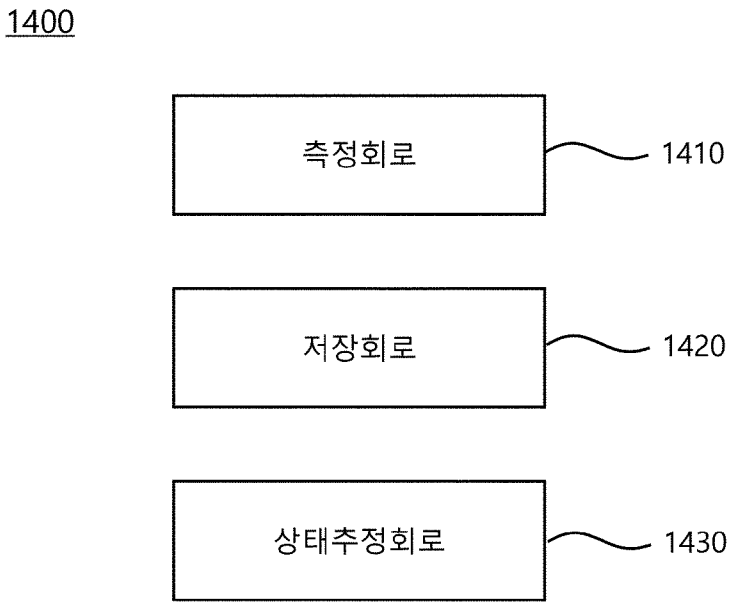
[도12]


1210
1220a
구간1 데이터
서브기계학습모델 1
SOH1
1220b
구간2 데이터
서브기계학습모델 2
SOH2
1220l
구간L 데이터
서브기계학습모델 L
SOHl

[도13]


시작
기준충전시간 저장
S1300
비율값 계산
S1302
대상배터리 노화상태 추정
S1304
종료

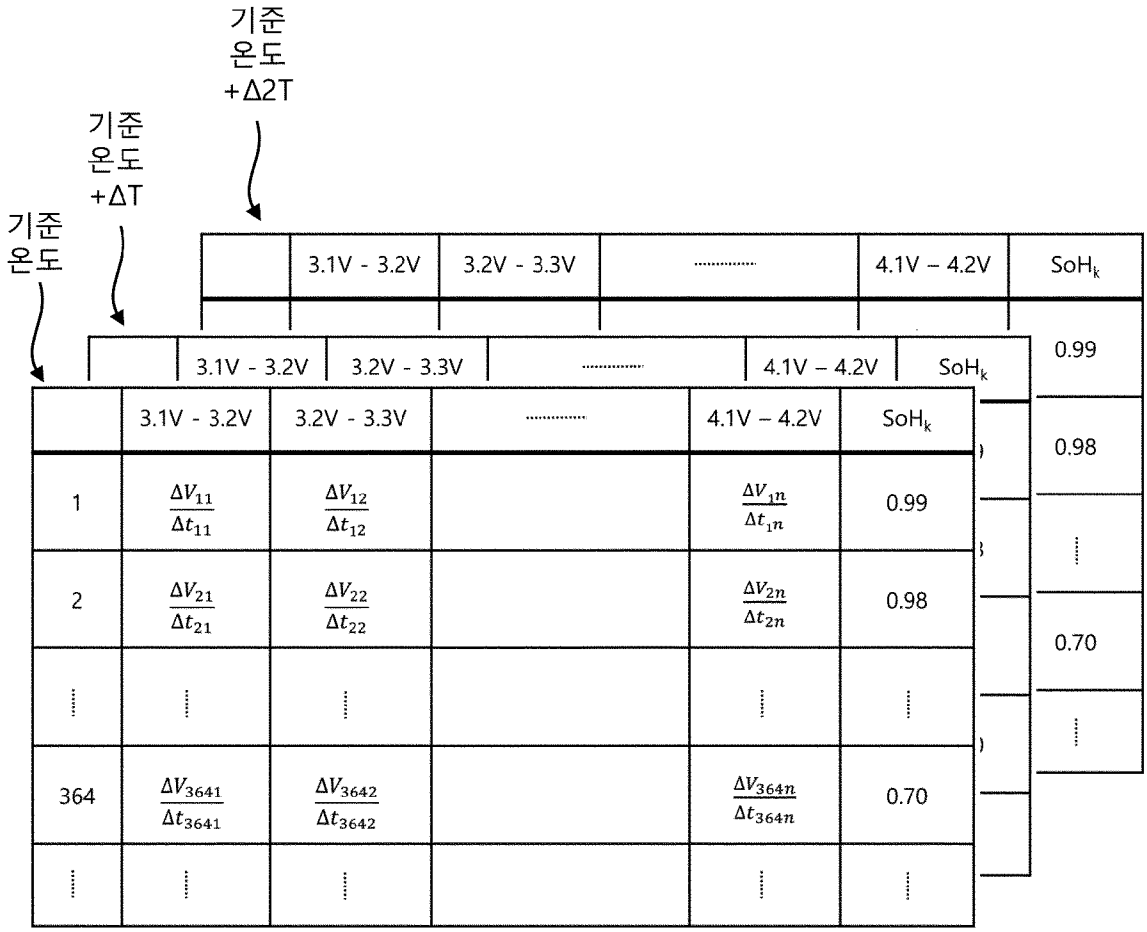
[도14]



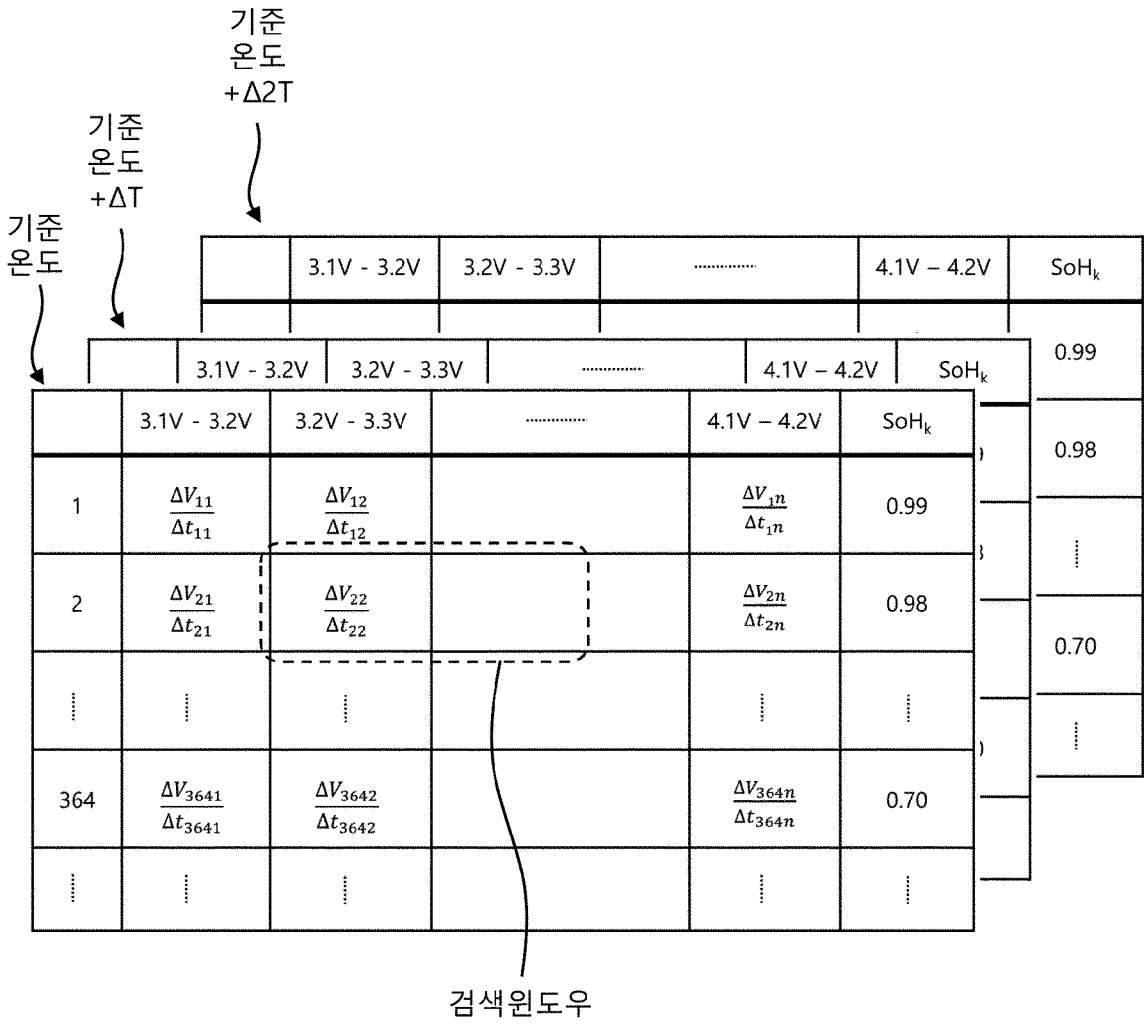
[도15]

	3.1V - 3.2V	3.2V - 3.3V	.....	4.1V – 4.2V	SoH_k
1	$\frac{\Delta V_{11}}{\Delta t_{11}}$	$\frac{\Delta V_{12}}{\Delta t_{12}}$		$\frac{\Delta V_{1n}}{\Delta t_{1n}}$	0.99
2	$\frac{\Delta V_{21}}{\Delta t_{21}}$	$\frac{\Delta V_{22}}{\Delta t_{22}}$		$\frac{\Delta V_{2n}}{\Delta t_{2n}}$	0.98
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
364	$\frac{\Delta V_{3641}}{\Delta t_{3641}}$	$\frac{\Delta V_{3642}}{\Delta t_{3642}}$		$\frac{\Delta V_{364n}}{\Delta t_{364n}}$	0.70
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮

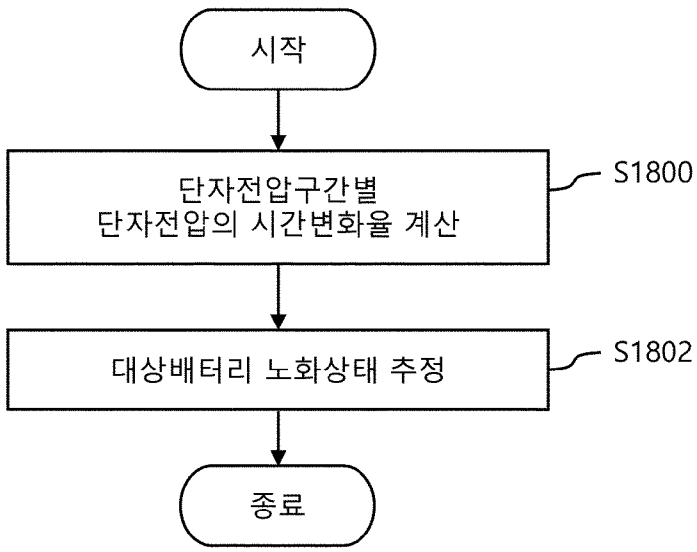
[도16]


기준 온도 +Δ2T
기준 온도 +ΔT
기준 온도
3.1V - 3.2V
3.2V - 3.3V
.....
4.1V – 4.2V
SoH_k
0.99
0.98
0.70
1
2
364
ΔV11/Δt11
ΔV12/Δt12
ΔV1n/Δt1n
ΔV21/Δt21
ΔV22/Δt22
ΔV2n/Δt2n
ΔV3641/Δt3641
ΔV3642/Δt3642
ΔV364n/Δt364n

[도17]


기준 온도 +Δ2T
기준 온도 +ΔT
기준 온도
3.1V - 3.2V
3.2V - 3.3V
.....
4.1V – 4.2V
SoH_k
1
2
364
0.99
0.98
0.70
검색윈도우

[도18]


시작
단자전압구간별 단자전압의 시간변화율 계산
S1800
대상배터리 노화상태 추정
S1802
종료

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2022/020452

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R 31/392(2019.01)i; **G01R 31/367**(2019.01)i; **G01R 31/396**(2019.01)i; **G06N 20/20**(2019.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01R 31/392(2019.01); B60L 58/12(2019.01); B60L 58/16(2019.01); G01R 31/36(2006.01); G01R 31/367(2019.01); H01M 10/42(2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above
Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 배터리(battery), 충전시간(charging time), 전압구간(voltage range), 비율(ratio), 열화(deterioration)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2019-0096673 A (LG CHEM, LTD.) 20 August 2019 (2019-08-20) See paragraphs [0061]-[0077] and figures 2-4.	1-5,8,11-14
A		6-7,9-10,15
Y	KR 10-2022-0059153 A (PMGROW CORPORATION) 10 May 2022 (2022-05-10) See paragraphs [0041]-[0042] and [0069] and claims 1-3.	1-5,8,11-14
A	KR 10-2016-0079637 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 06 July 2016 (2016-07-06) See claims 16-20.	1-15
A	KR 10-2022-0043059 A (SEJAENG CO., LTD.) 05 April 2022 (2022-04-05) See claims 1-3 and figures 1-5.	1-15
A	KR 10-2013-0113296 A (SAMSUNG SDI CO., LTD.) 15 October 2013 (2013-10-15) See entire document.	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
06 September 2023	**06 September 2023**

Name and mailing address of the ISA/KR	Authorized officer
Korean Intellectual Property Office **Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon 35208**	
Facsimile No. **+82-42-481-8578**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2022/020452

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
KR 10-2019-0096673 A	20 August 2019	CN 110832333 A	21 February 2020
		EP 3674733 A1	01 July 2020
		EP 3674733 A4	06 January 2021
		JP 2020-523973 A	06 August 2020
		JP 7049558 B2	07 April 2022
		KR 10-2442632 B1	08 September 2022
		US 11340305 B2	24 May 2022
		US 2020-0174083 A1	04 June 2020
		WO 2019-156403 A1	15 August 2019
KR 10-2022-0059153 A	10 May 2022	None	
KR 10-2016-0079637 A	06 July 2016	None	
KR 10-2022-0043059 A	05 April 2022	None	
KR 10-2013-0113296 A	15 October 2013	CN 103364732 A	23 October 2013
		EP 2648011 A1	09 October 2013
		JP 2013-217897 A	24 October 2013
		US 2013-0268466 A1	10 October 2013
		US 9316699 B2	19 April 2016

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2022/020452

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G01R 31/392(2019.01)i; **G01R 31/367**(2019.01)i; **G01R 31/396**(2019.01)i; **G06N 20/20**(2019.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G01R 31/392(2019.01); B60L 58/12(2019.01); B60L 58/16(2019.01); G01R 31/36(2006.01); G01R 31/367(2019.01); H01M 10/42(2006.01)

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 배터리(battery), 충전시간(charging time), 전압구간(voltage range), 비율(ratio), 열화(deterioration)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2019-0096673 A (주식회사 엘지화학) 2019.08.20 단락 [61]-[77] 및 도면 2-4	1-5,8,11-14
A		6-7,9-10,15
Y	KR 10-2022-0059153 A (주식회사 피엠그로우) 2022.05.10 단락 [41]-[42], [69] 및 청구항 1-3	1-5,8,11-14
A	KR 10-2016-0079637 A (삼성전자주식회사) 2016.07.06 청구항 16-20	1-15
A	KR 10-2022-0043059 A ((주)세자에너지) 2022.04.05 청구항 1-3 및 도면 1-5	1-15
A	KR 10-2013-0113296 A (삼성에스디아이 주식회사) 2013.10.15 전체 문헌	1-15

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☑ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌
"D" 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌
"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌
"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌
"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌
"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌
"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌
"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.
"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.
"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2023년09월06일(06.09.2023)	**2023년09월06일(06.09.2023)**

ISA/KR의 명칭 및 우편주소	심사관
대한민국 특허청 **(35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사)**	이강하
팩스 번호 **+82-42-481-8578**	전화번호 **+82-42-481-5003**

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2022/020452

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2019-0096673 A	2019/08/20	CN 110832333 A	2020/02/21
		EP 3674733 A1	2020/07/01
		EP 3674733 A4	2021/01/06
		JP 2020-523973 A	2020/08/06
		JP 7049558 B2	2022/04/07
		KR 10-2442632 B1	2022/09/08
		US 11340305 B2	2022/05/24
		US 2020-0174083 A1	2020/06/04
		WO 2019-156403 A1	2019/08/15
KR 10-2022-0059153 A	2022/05/10	없음	
KR 10-2016-0079637 A	2016/07/06	없음	
KR 10-2022-0043059 A	2022/04/05	없음	
KR 10-2013-0113296 A	2013/10/15	CN 103364732 A	2013/10/23
		EP 2648011 A1	2013/10/09
		JP 2013-217897 A	2013/10/24
		US 2013-0268466 A1	2013/10/10
		US 9316699 B2	2016/04/19