(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2019 년 9 월 12 일 (12.09.2019)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2019/172692 A1

(51) 국제특허분류:
G01R 31/392 (2019.01) *G01R 31/36* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2019/002681

(22) 국제출원일: 2019 년 3 월 7 일 (07.03.2019)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2018-0027052 2018 년 3 월 7 일 (07.03.2018) KR
10-2019-0025819 2019 년 3 월 6 일 (06.03.2019) KR

(71) 출원인: **주식회사 엘지화학 (LG CHEM, LTD.)** [KR/KR]; 07336 서울시 영등포구 여의대로 128, Seoul (KR).

(72) 발명자: **정대식 (CHUNG, Dae Sik)**; 34122 대전시 유성구 문지로 188 LG화학 기술연구원, Daejeon (KR). **김지호 (KIM, Jee Ho)**; 34122 대전시 유성구 문지로 188 LG화학 기술연구원, Daejeon (KR).

(74) 대리인: **이강민 (LEE, Kangmin)**; 06251 서울시 강남구 역삼로 124, 2층 (역삼동, 청보빌딩), 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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

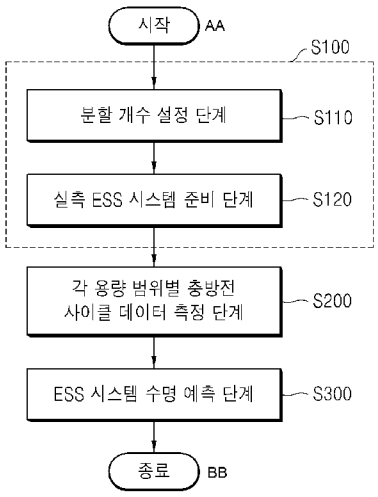
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, 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:** DEVICE AND METHOD FOR PREDICTING STATE-OF-HEALTH OF BATTERY

(54) **발명의 명칭:** 배터리 수명 예측 장치 및 방법



S110 ... Number-of-divisions setting step
S120 ... Actual measurement ESS preparation step
S200 ... Capacity-range-specific charging/discharging cycle data measuring step
S300 ... State-of-health of ESS prediction step
AA ... Start
BB ... End

(57) **Abstract:** A method for predicting the state-of-health of an ESS, according to an embodiment of the present invention, can comprise: a virtually capacity-dividing step of virtually dividing a measurement object ESS of which the state-of health is to be predicted; a capacity-range-specific charging/discharging cycle data measuring step of measuring charging/discharging cycle data of each actual measurement ESS divided into predetermined capacity ranges by the virtually capacity-dividing step; and a measurement object ESS state-of-health prediction step of predicting the state-of-health of the measurement object ESS on the basis of the charging/discharging cycle data of each actual measurement ESS measured by the capacity-range-specific charging/discharging cycle data measuring step.

(57) **요약서:** 본 발명의 실시 예에 따른 ESS 수명 예측 방법은 수명을 예측하고자 하는 측정 대상 ESS를 가상으로 분할하는 용량 가상 분할 단계, 상기 용량 가상 분할 단계에서 소정의 용량 범위로 나누어진 실측 ESS 각각의 충방전 사이클 데이터를 측정하는 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터 측정 단계, 상기 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터 측정 단계에서 측정된 실측 ESS 각각의 충방전 사이클 데이터를 기반으로 측정 대상 ESS의 수명을 예측하는 측정 대상 ESS 수명 예측 단계를 포함할 수 있다.

WO 2019/172692 A1

명세서

발명의 명칭: 배터리 수명 예측 장치 및 방법

기술분야

[1] 본 발명은 배터리의 수명을 빠르게 예측하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

[2] 보다 구체적으로는, 배터리의 수명을 구간별로 분할하여 예측함으로써, 배터리의 수명을 빠르게 예측하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

[3]

배경기술

[4] 노트북, 비디오 카메라, 휴대용 전화기 등과 같은 휴대용 전기 제품의 사용이 활성화됨에 따라 그 구동 전원으로 주로 사용되는 이차 전지에 대한 중요성이 증가되고 있다.

[5] 또한, 이차전지를 직렬 및 병렬로 결합하여 대용량의 전원을 공급하기 위한 ESS에 대한 필요성이 증가되고 있다.

[6] 한편, ESS를 보다 효율적으로 사용하고 관리하기 위한 관리 시스템에 관한 기술도 중요성이 증가되고 있다. 특히, 관리 시스템은 ESS의 충전 또는 방전 출력 및 잔존 용량(State of Charging; SOC) 사용 전략을 적절하게 조정하기 위해서 ESS의 수명(State of Health; SOH)를 정확하게 예측할 수 있어야 한다.

[7] 일반적으로 ESS에서 수명을 예측하기 위해서는 약 4000 사이클(cycle) 이상의 ESS의 충방전 실험 데이터가 필요했다. 종래에는, 실제 사용 조건에서 배터리 용량 전체를 충방전 하면서 수명 실험을 수행하였다. 이렇게 실험하게 되면 하루에 평균 4 내지 5 사이클의 데이터만 얻을 수 있으므로, 약 4000회의 충방전 실험 데이터를 얻기 위해서는 약 900일 정도가 소요되었다

[8] 상술한 종래의 방법은 ESS의 수명을 예측하기 위한 실험 데이터를 30개월에 걸쳐서 획득하므로 ESS 개발에 긴 시간이 걸리므로 시장에서 원하는 ESS을 제작하기 어려웠다.

[9] 이러한 문제점을 해결하기 위해서 보외법(extrapolation)을 사용하여 수명을 예측하는 방법이 있었지만, 실제 ESS의 수명과는 큰 오차가 발생하여 신뢰성이 떨어지는 문제점이 있다.

[10] 따라서, 본 발명에서는 ESS의 수명을 예측하는데 소요되는 시간을 줄이면서도 수명 예측의 신뢰성을 유지할 수 있는 장치 및 방법을 제안한다.

[11] (선행기술문헌) 한국공개특허공보 10-2013-0089360

[12]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[13] 본 발명은 종래기술의 ESS의 수명을 예측하는 데이터를 획득하는데 오랜 시간이 걸려 ESS의 수명 예측이 오래 걸리는 문제점을 해결하고자 한다.

[14] 보다 구체적으로는, ESS의 용량을 여러 개의 용량 범위로 나누어 각 용량 범위별로 ESS의 충방전 사이클 데이터를 획득하여 ESS의 수명을 예측하는 장치 및 방법을 제공한다.

[15]

과제 해결 수단

[16] 본 발명의 실시 예에 따른 ESS 수명 예측 방법은, 수명을 예측하고자 하는 측정 대상 ESS의 용량을 둘 이상으로 가상으로 분할하는 용량 가상 분할 단계, 상기 용량 가상 분할 단계에서 분할된 용량 범위 각각의 충방전 사이클 데이터를 측정하는 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터 측정 단계, 상기 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터 측정 단계에서 측정된 실측 ESS 각각의 충방전 사이클 데이터를 기반으로 측정 대상 ESS의 수명을 예측하는 측정 대상 ESS 수명 예측 단계를 포함하여 구성될 수 있다.

[17] 상기 용량 가상 분할 단계는, 상기 측정 대상 ESS의 전체 용량을 몇 개의 범위로 분할할지를 설정하는 분할 범위 개수 설정 단계를 포함하여 구성될 수 있다.

[18] 상기 용량 가상 분할 단계는, 출력 전압을 기반으로 실측 ESS의 범위를 설정하며, 상기 실측 ESS의 분할된 범위는 서로 인접한 범위와 소정의 범위만큼 중복(오버랩)될 수 있다.

[19] 상기 용량 가상 분할 단계는, 상기 측정 대상 ESS의 분할 범위 개수만큼의 실측 ESS를 준비하는 실측 ESS 준비 단계를 포함하여 구성될 수 있다.

[20] 상기 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터 측정 단계는, 상기 용량 가상 분할 단계에서 나누어진 각 용량 범위에 대응되는 실측 ESS의 충방전을 반복하여 상기 각 용량 범위에 대응되는 실측 ESS의 충방전 사이클 데이터를 측정할 수 있다.

[21] 상기 실측 ESS의 충방전을 반복하는 방법은, 상기 실측 ESS 에 대응되는 각 용량 범위 중에서 상한 용량에 매칭되는 제1 기준 전압을 설정하는 제1 기준 전압 설정 단계, 상기 실측 ESS에 대응되는 각 용량 범위 중에서 하한 용량에 매칭되는 제2 기준 전압을 설정하는 제2 기준 전압 설정단계, 상기 실측 ESS의 출력 전압을 측정하는 출력 전압 측정 단계, 상기 측정된 실측 ESS의 출력 전압과 제1,2 기준 전압을 비교하는 비교 단계 및 상기 비교 단계의 비교 결과에 따라 상기 실측 ESS의 충전 또는 방전을 결정하는 충방전 결정 단계를 포함하여 구성될 수 있다.

[22] 상기 충방전 결정 단계는, 상기 비교 단계의 비교 결과 상기 실측 ESS 의 출력 전압이 제1 기준 전압 이하인 경우, 충전을 수행하고, 상기 실측 ESS의 출력 전압이 제1 기준 전압을 초과하는 경우, 충전을 중지하고 방전을 수행할 수 있다.

[23] 상기 충방전 결정 단계는, 상기 비교 단계의 비교 결과 상기 실측 ESS 의 출력 전압이 제2 기준 전압 이상인 경우, 방전을 수행하고, 상기 실측 ESS의 출력 전압이 제2 기준 전압 미만인 경우, 방전을 중지하고 충전을 수행할 수 있다.

[24] 상기 ESS 수명 예측 단계는, 상기 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터 측정 단계에서 측정된 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터를 단순 합산하여 ESS의 수명을 예측하는 제1 방법, 상기 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터 측정 단계에서 측정된 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터의 조화 합으로 ESS 수명을 예측하는 제2 방법, 상기 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터 측정 단계에서 측정된 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터의 배수(Multiplicative) 확률을 사용하여 ESS수명을 예측하는 제3 방법 중 어느 하나 이상의 방법으로 ESS의 수명을 예측할 수 있다.

[25] 본 발명의 제1 실시 예에 따른 ESS의 수명 예측 장치는, 복수개의 실측 ESS(Energy Storage System), 상기 복수개의 실측 ESS 각각으로부터 충방전 사이클 데이터를 측정하여 분석하는 분석부를 포함하여 구성될 수 있다.

[26] 상기 분석부는, 측정하고자 하는 ESS의 용량을 가상으로, 둘 이상의 용량 범위로 분할하는 가상 용량 분할부, 상기 분할된 용량 범위에 매칭되는 제1 기준 전압 및 제2 기준 전압을 설정하는 기준 전압 설정부 및 상기 입력 받은 충방전 사이클 데이터로부터 ESS의 수명을 예측하는 ESS 수명 예측부를 포함하여 구성되며, 상기 복수개의 실측 ESS의 개수는, 상기 가상 용량 분할부에서 분할되는 용량 범위의 개수 이상일 수 있다.

[27] 상기 분석부는, 상기 분할된 용량 범위에 매칭되는 제1 기준 전압 및 제2 기준 전압을 상기 복수개의 실측 ESS로 전송하여, 각각의 실측 ESS를 충전 또는 방전 과정을 반복하여 분할된 용량 범위별 충방전 사이클 데이터를 측정할 수 있다.

[28] 상기 가상 용량 분할부는, 가상으로 분할된 용량 범위가 서로 인접한 범위와 소정의 범위만큼 중복(오버랩)되도록 설정하며, 상기 제1 기준 전압은, 상기 분할된 각 용량 범위의 상한 용량에 해당되는 값이고, 상기 제2 기준 전압은 상기 분할된 각 용량 범위의 하한 용량에 해당되는 값으로, 상기 제1 기준 전압은 상기 제2 기준 전압보다 클 수 있다.

[29] 상기 복수개의 실측 ESS 각각은, 실측 ESS의 충방전을 제어하는 BSC를 포함하여 구성될 수 있다.

[30] 상기 BSC는, 상기 실측 ESS의 초기 출력 전압이 제1 기준 전압 이하인 경우에는, 상기 실측 ESS의 출력 전압이 제1 기준 전압이 될 때까지 충전을 수행한 후, 상기 실측 ESS의 출력 전압이 제1 기준 전압을 초과하는 경우, 충전을 중지하고 방전을 수행하고, 상기 실측 ESS의 초기 출력 전압이 제2 기준 전압 이상인 경우에는, 상기 실측 ESS의 출력 전압이 제2 기준 전압이 될 때까지 방전을 수행한 후, 상기 실측 ESS의 출력 전압이 제2 기준 전압 미만이 되는 경우, 방전을 중지하고 충전을 수행하도록 실측 ESS를 제어할 수 있다.

[31] 상기 예측하는 ESS 수명 예측부는, 상기 복수개의 실측 ESS 각각에서 측정된 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터를 단순 합산하여 ESS의 수명을 예측하는 제1 방법, 상기 복수개의 실측 ESS 각각에서 측정된 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터의 조화 합으로 ESS 수명을 예측하는 제2 방법, 상기 복수개의

실측 ESS 각각에서 측정된 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터의 배수(Multiplicative) 확률을 사용하여 ESS 수명을 예측하는 제3 방법 중 어느 하나 이상의 방법으로 ESS의 수명을 예측할 수 있다.

[32] 본 발명의 제2 실시 예에 따른 ESS 수명 예측 장치는, 복수개의 실측 ESS(Energy Storage System), 상기 복수개의 실측 ESS 각각으로부터 충방전 사이클 데이터를 측정하여 분석하는 분석부를 포함하여 구성될 수 있다.

[33] 상기 분석부는, 측정하고자 하는 ESS의 용량을 가상으로, 둘 이상의 용량 범위로 분할하는 가상 용량 분할부, 상기 분할된 용량 범위에 매칭되는 제1 기준 전압 및 제2 기준 전압을 설정하는 기준 전압 설정부 및 상기 입력 받은 충방전 사이클 데이터로부터 ESS의 수명을 예측하는 ESS 수명 예측부를 포함하여 구성되며, 상기 가상 용량 분할부에서 분할되는 둘 이상의 용량 범위의 개수는, 상기 실측 ESS 개수 이하일 수 있다.

[34] 상기 분석부는, 상기 분할된 용량 범위에 매칭되는 제1 기준 전압 및 제2 기준 전압을 상기 복수개의 실측 ESS로 전송하여, 각각의 실측 ESS를 충전 또는 방전 과정을 반복하여 분할된 용량 범위별 충방전 사이클 데이터를 측정할 수 있다.

[35] 상기 가상 용량 분할부는, 가상으로 분할된 용량 범위가 서로 인접한 범위와 소정의 범위만큼 중복(오버랩)되도록 설정하며, 상기 제1 기준 전압은, 상기 분할된 각 용량 범위의 상한 용량에 해당되는 값이고, 상기 제2 기준 전압은 상기 분할된 각 용량 범위의 하한 용량에 해당되는 값으로, 상기 제1 기준 전압은 상기 제2 기준 전압보다 클 수 있다.

[36] 상기 복수개의 실측 ESS 각각은, 실측 ESS의 충방전을 제어하는 BSC;를 포함하여 구성될 수 있다.

[37] 상기 BSC는, 상기 실측 ESS의 초기 출력 전압이 제1 기준 전압 이하인 경우에는, 상기 실측 ESS의 출력 전압이 제1 기준 전압이 될 때까지 충전을 수행한 후, 상기 실측 ESS의 출력 전압이 제1 기준 전압을 초과하는 경우, 충전을 중지하고 방전을 수행하고, 상기 실측 ESS의 초기 출력 전압이 제2 기준 전압 이상인 경우에는, 상기 실측 ESS의 출력 전압이 제2 기준 전압이 될 때까지 방전을 수행한 후, 상기 실측 ESS의 출력 전압이 제2 기준 전압 미만이 되는 경우, 방전을 중지하고 충전을 수행할 수 있다.

[38] 상기 예측하는 ESS 수명 예측부는, 상기 복수개의 실측 ESS 각각에서 측정된 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터를 단순 합산하여 ESS의 수명을 예측하는 제1 방법, 상기 복수개의 실측 ESS 각각에서 측정된 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터의 조화 합으로 ESS 수명을 예측하는 제2 방법, 상기 복수개의 실측 ESS 각각에서 측정된 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터의 배수(Multiplicative) 확률을 사용하여 ESS 수명을 예측하는 제3 방법 중 어느 하나 이상의 방법으로 ESS의 수명을 예측할 수 있다.

[39]

발명의 효과

[40] 본 발명은 ESS의 용량 범위를 여러 개의 용량 범위로 분할하고 각 용량 범위 별로 ESS의 충방전 사이클 데이터를 빠르게 수집할 수 있다.

[41] 또한, 용량 범위 별로 ESS의 충방전 사이클 데이터를 빠르게 수집함으로써, ESS 전체의 수명을 빠르게 예측할 수 있다.

[42]

도면의 간단한 설명

[43] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 순서도이다.

[44] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 ESS를 설정된 용량 범위 이내에서만 충방전되도록 하는 절차를 나타낸 순서도이다.

[45] 도 3은 본 발명의 실시 예에 다른 제1 내지 5 실측 ESS 각각을 5개의 범위로 분할하여 각각의 충방전 사이클을 측정한 결과이다.

[46] 도 4는, 본 발명의 실시 예의 절차에 따라 측정대상 ESS의 수명을 예측한 결과와 종래 기술로 측정대상 ESS의 수명을 예측한 결과를 비교한 그래프이다.

[47] 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 ESS 수명 예측 장치를 나타낸 도면이다.

[48]

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[49] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시 예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면부호를 붙였다.

[50] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예컨대, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 본 출원에서 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.

[51] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 “연결”되어 있다고 할 때, 이는 “직접적으로 연결”되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 “전기적으로 연결”되어 있는 경우도 포함한다. 또한 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. 본원 명세서 전체에서 사용되는 정도의 용어 “~(하는) 단계” 또는 “~의

단계"는 "~를 위한 단계"를 의미하지 않는다.

[52] 본 발명에서 사용되는 용어는 본 발명에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 판례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 발명의 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 발명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 발명의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.

[53] 1. 본 발명의 실시 예에 따른 ESS의 수명 예측 방법.

[54] 종래의 ESS의 수명을 예측하는 방법은 전체 ESS 용량을 한번에 충전 또는 방전하여 전체에 대한 충방전 사이클 데이터를 획득하였다. 이와 같이 전제 ESS 용량을 한번에 충전 또는 방전하여 전체에 대한 충방전 사이클 데이터를 획득하는 경우 ESS 전체를 충전 또는 방전하는데 시간이 오래 걸리므로 하루에 4 내지 5회의 충방전 사이클 데이터만 획득할 수 있어, 충분한 충방전 사이클 데이터(4000회 이상)를 획득하고 이를 기반으로 ESS 의 수명을 예측하기 위해서는 오랜 시간이 소요되었다.

[55] 도 1은 상술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 절차를 나타낸 순서도이다.

[56] 이하에서는 도 1을 참조하여 본 발명의 ESS의 수명을 빠르게 예측하는 방법에 대해서 설명한다.

[57] 본 발명은 ESS 전체 용량을 한번에 충전 또는 방전하여 하나의 충방전 사이클 획득하지 않고, 측정 대상 ESS의 전체 용량을 가상으로 분할하여 분할된 각각의 용량 범위에 대한 충방전 사이클 데이터를 획득하여 전체 ESS의 수명을 예측하고자 한다.

[58] 1-1. 용량 가상 분할 단계(S100)

[59] 본 발명의 용량 가상 분할 단계는, 측정 대상 ESS 전체 용량을 둘 이상으로 가상으로 분할하는 단계로, 가상으로 측정 대상 ESS의 전체 용량을 몇 개의 범위로 분할할지 설정하는 분할 개수 설정 단계를 포함할 수 있다.

[60] 1-1-1. 분할 개수 설정 단계(S110)

[61] 분할 개수 설정 단계는, 가상으로 측정 대상 ESS 전체 용량을 몇 개의 범위로 분할할지를 설정하는 단계이다.

[62] 예컨대, ESS 전체 용량이 1 내지 100이면, ESS 전체 용량을 5개의 범위로 분할하는 경우, 각각의 범위는 20의 용량 범위를 가질 수 있다.

[63] 1-1-2. 실측 ESS 준비 단계(S120)

[64] 상기와 같이 가상으로 측정 대상 ESS의 용량을 5개의 범위로 나누게 되면, 각각의 범위에 대해서 충방전 시키면서 충방전 사이클 데이터를 수집해야 되므로, 측정 대상 ESS와 동일한 스펙을 가지는 실측 ESS 5개(제1 내지 제5 실측 ESS)가 필요하다.

[65] 다시 말해, 분할된 각각의 용량 범위를 충방전 시키면서 전체 용량의 충방전

사이클 데이터를 얻기 위해서는 상기 분할 개수 설정 단계에서 분할된 용량 범위 각각에 대응되는 실측 ESS가 필요하다.

[66] 한편, 상기 실측 ESS에서 측정하는 충방전 사이클 데이터는, 매회 상기 분할된 용량 범위 내에서 충방전을 실시한 후 측정하는 실측 ESS의 용량 데이터일수 있다.

[67] 이와 같은 용량 데이터 측정으로부터 분할된 각각의 용량에 대해서 매회 충방전을 실시한 후, 초기 상태의 용량을 얼마나 유지하는지에 대한 비율을 나타내는 용량 유지율이 산출되며, 이와 같은 용량 유지율로부터 배터리의 수명을 예측할 수 있다. 예를 들어, ESS의 노화 또는 교체상태로 판단되는 기준 용량 유지율이 10%라고 한다면, 4천회 충방전 사이클 진행후, 산출된 용량 유지율이 상기 기준 용량 유지율 이하로 떨어진다면, 해당 ESS의 수명을 4천회 충방전인 것으로 예측할 수 있다. 여기서 각 실측 ESS의 초기 상태 용량은 각 용량 범위로 분할한 분할 범위의 초기상태 용량이 된다.

[68] ESS는 충방전이 반복적으로 수행되면 ESS를 구성하는 배터리의 특성 때문에 ESS의 용량이 조금씩 줄어들게 된다. 이와 같이 ESS 의 용량이 점차 줄어들게 되면, ESS로부터 전력을 공급받는 다른 장치들을 정상적으로 가동할 수 없는 문제점이 발생할 수 있다.

[69] 따라서, ESS의 초기 상태에서 용량 대비 현재 ESS의 용량을 비교한 결과 값인 용량 유지율을 포함하는 충방전 사이클 데이터를 기반으로 ESS 의 수명을 예측하여, 이를 ESS의 운용에 반영할 수 있다.

[70] 예를 들어, ESS의 수명이 줄어들어 초기 용량의 70% 정도의 용량만을 가지면, 해당 ESS를 새로운 ESS로 교체하거나, 해당 ESS로부터 전력을 공급받는 전자장치의 연결 개수를 줄일 수 있다.

[71] 한편, 각 용량 범위별 실측 ESS는, 실측 ESS의 출력 전압을 기반으로 실측 ESS의 용량 범위가 상기 분할된 용량 범위에 매칭되도록 설정될 수 있다.

[72] 도 2는 전체 용량 범위가 1 내지 100인 ESS를 5분할 하였을 때, 61 내지 80의 범위 내에서 실측 ESS의 충방전을 수행하는 방법을 나타낸 순서도이다.

[73] 전체 용량 범위가 1 내지 100인 ESS를 5분할 하였을 때, 61 내지 80의 범위에서 충방전 사이클 데이터를 획득하는 실측 ESS는, 실측 ESS 의 80 용량에 대응되는 제1 기준 출력 전압과 실측 시스템의 61 용량에 대응되는 제2 기준 출력 전압 사이에서만 충방전을 수행하도록 설정될 수 있다.

[74] 보다 구체적으로, 방전 수행시, 상기 실측 ESS의 출력 전압을 상기 제2 기준 전압과 비교하여, 상기 실측 ESS의 출력 전압이 제2 기준 전압 이상일 경우에는 계속해서 방전을 수행하고, 상기 실측 ESS의 출력 전압이 제2 기준 출력 전압 미만일 경우에는 방전을 중지하고 충전을 수행한다. 한편, 충전 수행시에는 상기 실측 ESS의 출력 전압과 상기 제1 기준 출력 전압을 비교하여, 상기 실측 ESS의 출력 전압이 제1 기준 출력 전압 이하인 경우에는 계속해서 충전을 수행하고, 상기 실측 ESS의 출력 전압이 제1 기준 출력 전압을 초과하면, 충전을 중지하고

다시 방전을 수행한다.

[75] 상술한 절차로, 상기 실측 ESS를 61 내지 80의 범위 내에서만 충방전을 수행하도록 할 수 있다.

[76]

[77] 1-2. 각 범위별 충방전 사이클 데이터 측정 단계(S200)

[78] 본 발명의 각 범위별 충방전 사이클 데이터 측정 단계는, 상기 각각의 용량 범위별로 설정된 실측 ESS를 충방전 시키면서 충방전 사이클 데이터를 획득하는 단계이다.

[79] 다시 말해, 제1 실측 ESS는 측정 대상 ESS의 81 내지 100의 용량 범위 내에서만 충방전을 수행하도록 설정되며, 상기 제1 실측 ESS 를 충방전 시키면서 81 내지 100의 용량 범위에 대한 매 충방전 사이클에서의 용량을 측정하고, 제2 실측 ESS는 측정 대상 ESS 의 61 내지 80의 용량 범위 내에서만 충방전을 수행하도록 설정되며, 상기 제2 실측 ESS를 충방전 시키면서 61 내지 80의 용량 범위에 대한 매 충방전 사이클에서의 용량을 측정하고, 제3 실측 ESS는 측정 대상 ESS의 41 내지 60의 용량 범위 내에서만 충방전을 수행하도록 설정되며, 상기 제3 실측 ESS를 충방전 시키면서 41 내지 60의 용량 범위에 대한 매 충방전 사이클에서의 용량을 측정하고, 제4 실측 ESS는 측정 대상 ESS의 21 내지 40의 용량 범위 내에서만 충방전을 수행하도록 설정되며, 제4 실측 ESS 를 충방전 시키면서 21 내지 40의 용량 범위에 대한 매 충방전 사이클에서의 용량을 측정하고, 제5 실측 ESS는 측정 대상 ESS의 1 내지 20 용량 범위 내에서만 충방전을 수행하도록 설정되며, 제5 실측 ESS 를충방전 시키면서 1 내지 20 용량 범위에 대한 매 충방전 사이클에서의 용량을 측정할 수 있다.

[80] 예를 들어, 상기 제2 실측 ESS는, 상기 제2 실측 ESS의 상한 용량(80)에 매칭되는 제1 기준 전압과 상기 제2 실측 ESS의 하한 용량(61)에 매칭되는 제2 기준 전압을 설정할 수 잇다.

[81] 이와 같이 제1,2 기준 전압이 설정되어 있는 상기 제2 실측 ESS의 매 충방전 사이클에서의 용량을 측정하는 방법은, 상기 제1 기준 출력 전압과 상기 제2 실측 ESS의 출력 전압을 비교(S240)하여 상기 제2 실측 ESS의 출력 전압이 상기 제1 기준 전압 이하인 경우에는 계속해서 충전을 수행(S230)하고, 상기 제2 실측 ESS의 출력 전압이 제1 기준 출력 전압을 초과하면 충전을 중시하고 방전을 수행하며, 상기 제2 기준 출력 전압과 상기 제2 실측 ESS의 출력 전압을 비교(S220)하여 제2 실측 ESS의 출력 전압이 상기 제2 기준 출력 전압 이상인 경우에는 계속해서 방전을 수행(S210)하고, 상기 제2 실측 ESS의 출력 전압이 제2 기준 출력 전압 미만인 경우에는 상기 제2 실측 ESS의 방전을 중지하고 충전을 수행함으로써, 상기 제2 실측 ESS가 측정 대상 ESS의 61 내지 80 용량 범위 내에서만 충방전을 반복 수행하면서, 제2 실측 ESS의 매 충방전 사이클에서의 용량을 측정할 수 있다.

[82] 한편, 상술한 예에서는 측정 대상 ESS를 가상으로 분할하는 범위가 겹쳐지지

않도록 기재되었으나, 측정 대상 ESS를 가상으로 분할하는 범위가 일정부분 겹치도록(오버랩 되도록) 실시될 수 있다.

[83] 즉, 제1 실측 ESS는 76 내지 100의 용량 범위를 가지고, 제2 실측 ESS는 56 내지 80의 용량 범위를 가지고, 제3 실측 ESS는 36 내지 60의 용량 범위를 가지고, 제4 실측 ESS는 16 내지 40의 용량 범위를 가지고, 제5 실측 ESS는 1 내지 25의 용량 범위를 가지도록 설정될 수 있다. 이때, 상기 제1 내지 제5 실측 ESS의 용량 범위 및 매 충방전 사이클에서의 용량 측정 방법은 상술한 측정 대상 ESS를 가상으로 분할하는 범위가 겹쳐지지 않을 때의 제1 내지 제5 실측 ESS의 용량 범위를 설정하는 방법 및 매 충방전 사이클에서의 용량 측정방법과 동일한 방법으로 실시될 수 있다.

[84] 이와 같이 분할된 범위가 일부 겹치도록 설계하게 되면, ESS의 구간별 퇴화에서 특정 구간(예를 들어 SOC 60 내지 40 구간)의 퇴화가 다른 구간보다 커서 음극의 사용영역이 작아져서 발생하는 오차를 다른 구간에서 커버함으로써, 발생하는 오차를 줄일 수 있습니다.도 3은, 본 발명의 실시 예에 따라서 제1 내지 5 실측 ESS 각각을 분할된 5개의 용량 범위에 대응되도록 설정하여 각각의 충방전 사이클 데이터를 측정한 결과이다.

[85] 도 3을 살펴보면, 왼쪽에 도시된 그래프는, 측정 대상 ESS를 각 범위 별로 나누어 제1 내지 제5 실측 ESS를 충방전하는 것을 나타낸 그래프이고, 오른쪽에 도시된 5개의 그래프는 상기 제1 내지 제5 실측 ESS 에서 측정된 용량 유지율을 나타낸 그래프이다.

[86] 도 3의 오른쪽 5개 그래프를 살펴보면, 각 범위 별로 충방전이 반복되었을 때 나타나는 용량 유지율이 차이가 있음을 알 수 있다. 이와 같이 각 범위 별로 용량 유지율이 차이가 나기 때문에 측정 대상 ESS 용량 범위의 일부에서만 충방전 사이클에서의 용량을 측정하여 이를 기반으로 측정 대상 ESS 전체 수명을 예측하는 경우에는 오차가 크게 발생한다.

[87] 따라서, 본 발명에서는 어느 특정 구간에 대해서만 충방전 사이클에서의 용량을 측정하지 않고, 측정 대상 ESS의 용량을 모두 포함하도록 제1 내지 제5 실측 ESS의 용량 범위를 설정하여 측정 대상 ESS의 용량 범위 전체에서 충방전 사이클에서의 용량을 측정한다.

[88] 한편, 후술하는 ESS 수명 예측 단계에서는 상술한 바와 같이 설정되는 제1 내지 제5 실측 ESS의 용량 범위 전체에서 측정되는 충방전 사이클에서의 용량을 기반으로 배터리의 전체 수명을 예측할 수 있다.

[89]

[90] 1-3. 측정 대상 ESS 수명 예측 단계(S300)

[91] 본 발명의 ESS 수명 예측 단계는, 상기 분할된 각 용량 범위 별로 설정된 복수개의 실측 ESS 각각에서 측정된 충방전 사이클 데이터를 기반으로 측정 대상 ESS의 수명을 예측하는 단계이다.

[92] 한편, 본 발명에서는 3가지 방법으로 상기 분할된 각 용량 범위 별로 설정된

실측 ESS에서 측정된 충방전 사이클 데이터를 기반으로 측정 대상 ESS 수명을 예측한다.

[93] 첫 번째로, 각각의 용량 범위로 설정된 복수개의 실측 ESS 각각에서 측정된 충방전 사이클 데이터를 단순 합산하여 측정 대상 ESS의 수명을 예측할 수 있다.

[94] 두 번째로, 각각의 용량 범위로 설정된 복수개의 실측 ESS 각각에서 측정된 충방전 사이클 데이터의 조화합을 산출하여 측정 대상 ESS의 수명을 예측할 수 있다.

[95] 마지막으로, 각각의 용량 범위로 설정된 복수개의 실측 ESS 각각에서 측정된 충방전 사이클 데이터의 배수 (Multiplicative) 확률로 측정 대상 ESS의 수명을 예측할 수 있다.

[96] 한편, 도 4는, 본 발명의 실시 예의 절차에 따라 복수개의 실측 ESS (제1 내지 제5 ESS)의 충방전 범위를 각각의 분할된 용량 범위에 대응되도록 설정하고, 각 용량 범위에 대응되는 실측 ESS의 충방전 데이터를 기반으로 상기 3가지 방법으로 측정 대상 ESS의 수명을 예측한 결과와 측정 대상 ESS를 한번에 충방전 하면서 예측한 측정 대상 ESS 의 수명(종래기술)을 비교한 그래프이다.

[97] 상기 도 4를 살펴보면, 측정 대상 ESS를 한번에 충방전 하면서 예측한 측정 대상 ESS의 수명(종래 기술)과 본 발명의 절차에 따라 예측된 측정 대상 ESS의 수명을 예측한 결과의 오차범위 이내인 것을 알 수 있다.

[98] 한편, 본 발명의 방법을 사용하는 경우, 측정 대상 ESS의 전체 용량에 대한 충방전 사이클 데이터를 획득하는데 걸리는 시간은, ESS의 전체 용량을 분할하는 분할 개수가 많을수록 더욱 줄어든다.

[99] 따라서, 상술한 본 발명의 방법을 사용하면 신뢰도를 만족하면서도, ESS 전체의 수명을 빠르게 측정할 수 있다.

[100]

[101] 2. 본 발명의 제1 실시 예에 따른 ESS 수명 예측 장치

[102] 도 5는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 ESS 수명 예측 장치(1)를 나타낸 도면이다.

[103] 본 발명의 제1 실시 예에 따른 ESS 수명 예측 장치(1)는, 복수개의 실측 ESS(Energy Storage System)(10), 상기 복수개의 실측 ESS(10) 각각으로부터 측정되는 충방전 사이클 데이터를 분석하는 분석부(100)를 포함하여 구성될 수 있다.

[104] 한편, 상기 복수개의 실측 ESS(10)의 개수는, 후술하는 가상 용량 분할부(120에서 분할되는 용량 범위의 개수 이상인 것이 바람직하다.

[105] 즉, 본 발명의 제1 실시 예에 따른 ESS 수명 예측 장치는, 가상 용량 분할부에서 불한되는 용량 범위의 개수에 따라 실제 충방전을 수행하는 실측 ESS의 개수가 정해질 수 있다.

[106] 한편, 상기 분석부(100)는, 측정하고자 하는 ESS의 용량을 가상으로, 둘 이상의 용량 범위로 분할하는 가상 용량 분할부(110), 상기 분할된 용량 범위에 매칭되는

제1 기준 전압 및 제2 기준 전압을 설정하는 기준 전압 설정부(120) 및 상기 입력 받은 충방전 사이클 데이터로부터 ESS의 수명을 예측하는 ESS 수명 예측부(130)를 포함하여 구성될 수 있다.

[107] 그리고 상기 분석부(100)는 상기 복수개의 실측 ESS 각각에 상기 분할된 용량 범위에 매칭되는 제1 기준 전압 및 제2 기준 전압을 전송한 후, 각각의 실측 ESS(10)를 충전 또는 방전 과정을 반복하여 분할된 용량 범위별 충방전 사이클 데이터를 측정할 수 있다.

[108] 한편, 상기 가상 용량 분할부(110)는, 가상으로 분할된 용량 범위가 서로 인접한 범위와 소정의 범위만큼 중복(오버랩)되도록 설정할 수 있다.

[109] 한편, 상기 제1 기준 전압은, 상기 분할된 각 용량 범위의 상한 용량에 해당되는 값이고, 상기 제2 기준 전압은 상기 분할된 각 용량 범위의 하한 용량에 해당되는 값으로, 상기 제1 기준 전압은 상기 제2 기준 전압보다 크다.

[110] 상기 복수개의 실측 ESS(10) 각각은, 실측 ESS(10)의 충방전을 제어하는 BSC(11)를 포함하여 구성될 수 있다.

[111] 구체적으로, 상기 BSC는, 상기 실측 ESS의 초기 출력 전압이 제1 기준 전압 이하인 경우에는, 상기 실측 ESS의 출력 전압이 제1 기준 전압이 될 때까지 충전을 수행한 후, 상기 실측 ESS의 출력 전압이 제1 기준 전압을 초과하는 경우, 충전을 중지하고 방전을 수행하고, 상기 실측 ESS의 초기 출력 전압이 제2 기준 전압 이상인 경우에는, 상기 실측 ESS의 출력 전압이 제2 기준 전압이 될 때까지 방전을 수행한 후, 상기 실측 ESS의 출력 전압이 제2 기준 전압 미만이 되는 경우, 방전을 중지하고 충전을 수행하도록 실측 ESS(10)를 제어할 수 있다.

[112] 예를 들어, 상기 복수개의 실측 ESS(10)는, 초기 출력 전압이 제1 기준 전압을 초과하는 경우, 제2 기준 전압이 될 때까지 방전 시킨 후, 제1 기준 전압이 될 때까지 충전 시키고, 이후에 제2 기준 전압이 될 때까지 방전을 시키는 과정을 계속하여 반복하여 충방전 사이클 데이터를 측정할 수 있다. 즉, BSC(11)는 각 실측 ESS에 달당된 용량 범위 내에서 충전 상한 용량까지 충전하고, 충전 하한 용량까지 방전하는 과정을 반복하도록 실측 ESS를 제어할 수 있다.

[113] 한편, BSC(11)는 충방전 사이클 데이터를 상기 ESS수명 예측부로 전송할 수 있다.

[114] 한편, 상기 예측하는 ESS 수명 예측부(130)는, 상기 복수개의 실측 ESS 각각에서 측정된 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터를 단순 합산하여 ESS의 수명을 예측하는 제1 방법, 상기 복수개의 실측 ESS 각각에서 측정된 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터의 조화 합으로 ESS 수명을 예측하는 제2 방법, 상기 복수개의 실측 ESS 각각에서 측정된 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터의 배수(Multiplicative) 확률을 사용하여 ESS 수명을 예측하는 제3 방법 중 어느 하나 이상의 방법으로 ESS의 수명을 예측할 수 있다.

[115]

[116] 3. 본 발명의 제2 실시 예에 따른 ESS 수명 예측 장치

[117] 본 발명의 제2 실시 예에 따른 ESS 수명 예측 장치(1)는, 복수개의 실측 ESS(Energy Storage System)(10), 상기 복수개의 실측 ESS 각각으로부터 측정되는 충방전 사이클 데이터를 분석하는 분석부(100)를 포함하여 구성될 수 있다.

[118] 한편, 상기 분석부(100)는, 측정하고자 하는 ESS의 용량을 가상으로, 둘 이상의 용량 범위로 분할하는 가상 용량 분할부(110), 상기 분할된 용량 범위에 매칭되는 제1 기준 전압 및 제2 기준 전압을 설정하는 기준 전압 설정부(120) 및 상기 입력 받은 충방전 사이클 데이터로부터 ESS의 수명을 예측하는 ESS 수명 예측부(130)를 포함하여 구성될 수 있다.

[119] 그리고 상기 분석부(100)는 상기 복수개의 실측 ESS 각각에 상기 분할된 용량 범위에 매칭되는 제1 기준 전압 및 제2 기준 전압을 전송한 후, 각각의 실측 ESS를 충전 또는 방전 과정을 반복하여 분할된 용량 범위별 충방전 사이클 데이터를 측정할 수 있다.

[120] 한편, 상기 가상 용량 분할부(110)에서 분할되는 용량 범위의 개수는, 상기 실측 ESS의 개수 이하인 것이 바람직하다.

[121] 다시 말해, 상기 실측 ESS의 개수가 한정되어 있으므로, 각 용량 범위를 실측 ESS에 할당하여 실측 ESS를 실제로 충방전 시키기 위해서는 상기 분할되는 용량 범위의 개수가 상기 실측 ESS의 개수를 초과할 수 없다.

[122] 한편, 상기 가상 용량 분할부(110)에서 분할되어 각 실측 ESS에 할당되는 용량 범위는 상기 실측 ESS의 개수와 동일한 것이 가장 바람직할 수 있다.

[123] 예를 들어, 상기 가상 용량 분할부(110)에서 분할되는 용량 범위와 실측 ESS의 개수가 같은 경우, 아래 수식1을 기반으로 각 실측 ESS의 용량 범위가 산출될 수 있다.

[124] (수식1)

[125] $ESSk_SOC = \{(k-1)/N\}*100+1 \sim (k/N)*100$

[126] (단, k=1, 2 등의 자연수, N은 1과 100을 제외한100의 약수)

[127] 한편, 상기 가상 용량 분할부(110)는, 가상으로 분할된 용량 범위가 서로 인접한 범위와 소정의 범위만큼 중복(오버랩)되도록 설정할 수 있다.

[128] 한편, 상기 제1 기준 전압은, 상기 분할된 각 용량 범위의 상한 용량에 해당되는 값이고, 상기 제2 기준 전압은 상기 분할된 각 용량 범위의 하한 용량에 해당되는 값으로, 상기 제1 기준 전압은 상기 제2 기준 전압보다 크다.

[129] 한편, 상기 복수개의 실측 ESS(10) 각각은, 실측 ESS(10)의 충방전을 제어하는 BSC(11)를 포함하여 구성될 수 있다.

[130] 구체적으로, 상기 BSC는, 상기 실측 ESS의 초기 출력 전압이 제1 기준 전압 이하인 경우에는, 상기 실측 ESS의 출력 전압이 제1 기준 전압이 될 때까지 충전을 수행한 후, 상기 실측 ESS의 출력 전압이 제1 기준 전압을 초과하는 경우, 충전을 중지하고 방전을 수행하고, 상기 실측 ESS의 초기 출력 전압이 제2 기준 전압 이상인 경우에는, 상기 실측 ESS의 출력 전압이 제2 기준 전압이 될 때까지 방전을 수행한 후, 상기 실측 ESS의 출력 전압이 제2 기준 전압 미만이 되는

경우, 방전을 중지하고 충전을 수행하도록 실측 ESS(10)를 제어할 수 있다.

[131] 예를 들어, 상기 복수개의 실측 ESS(10)는, 초기 출력 전압이 제1 기준 전압을 초과하는 경우, 제2 기준 전압이 될 때까지 방전 시킨 후, 제1 기준 전압이 될 때까지 충전 시키고, 이후에 제2 기준 전압이 될 때까지 방전을 시키는 과정을 계속하여 반복하여 충방전 사이클 데이터를 측정할 수 있다. 즉, BSC(11)는 각 실측 ESS에 달당된 용량 범위 내에서 충전 상한 용량까지 충전하고, 충전 하한 용량까지 방전하는 과정을 반복하도록 실측 ESS를 제어할 수 있다.

[132] 한편, BSC(11)는 충방전 사이클 데이터를 상기 ESS수명 예측부로 전송할 수 있다.

[133] 한편, 상기 예측하는 ESS 수명 예측부(130)는, 상기 복수개의 실측 ESS 각각에서 측정된 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터를 단순 합산하여 ESS의 수명을 예측하는 제1 방법, 상기 복수개의 실측 ESS 각각에서 측정된 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터의 조화 합으로 ESS 수명을 예측하는 제2 방법, 상기 복수개의 실측 ESS 각각에서 측정된 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터의 배수(Multiplicative) 확률을 사용하여 ESS 수명을 예측하는 제3 방법 중 어느 하나 이상의 방법으로 ESS의 수명을 예측할 수 있다.

[134] 한편, 본 발명의 기술적 사상은 상기 실시 예에 따라 구체적으로 기술되었으나, 상기 실시 예는 그 설명을 위한 것이며, 그 제한을 위한 것이 아님을 주지해야 한다. 또한, 본 발명의 기술분야에서 당업자는 본 발명의 기술 사상의 범위 내에서 다양한 실시 예가 가능함을 이해할 수 있을 것이다.

[135]

청구범위

[청구항 1] 수명을 예측하고자 하는 측정 대상 ESS의 용량을 둘 이상으로 가상으로 분할하는 용량 가상 분할 단계;
상기 용량 가상 분할 단계에서 분할된 용량 범위 각각의 충방전 사이클 데이터를 측정하는 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터 측정 단계;
상기 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터 측정 단계에서 측정된 실측 ESS 각각의 충방전 사이클 데이터를 기반으로 측정 대상 ESS의 수명을 예측하는 측정 대상 ESS 수명 예측 단계;
를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 ESS 수명 예측 방법.

[청구항 2] 청구항 1에 있어서,
상기 용량 가상 분할 단계는,
상기 측정 대상 ESS의 전체 용량을 몇 개의 범위로 분할할지를 설정하는 분할 범위 개수 설정 단계; 및
상기 측정 대상 ESS의 분할 범위 개수만큼의 실측 ESS를 준비하는 실측 ESS 준비 단계;
를 포함하여 구성되고,
상기 분할된 범위에 매칭되도록 출력 전압을 기반으로 실측 ESS의 범위를 설정하며,
상기 실측 ESS의 분할된 범위는 서로 인접한 범위와 소정의 범위만큼 중복(오버랩)되는 것을 특징으로 하는 ESS 수명 예측 방법.

[청구항 3] 청구항 2에 있어서,
상기 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터 측정 단계는,
상기 용량 가상 분할 단계에서 나누어진 각 용량 범위에 대응되는 실측 ESS 의 충방전을 반복하여 상기 각 용량 범위에 대응되는 실측 ESS의 충방전 사이클 데이터를 측정하는 것을 특징으로 하는 ESS 수명 예측 방법.

[청구항 4] 청구항 3에 있어서,
상기 실측 ESS의 충방전을 반복하는 방법은,
상기 실측 ESS에 대응되는 각 용량 범위 중에서 상한 용량에 매칭되는 제1 기준 전압을 설정하는 제1 기준 전압 설정 단계;
상기 실측 ESS에 대응되는 각 용량 범위 중에서 하한 용량에 매칭되는 제2 기준 전압을 설정하는 제2 기준 전압 설정단계;
상기 실측 ESS의 출력 전압을 측정하는 출력 전압 측정 단계;
상기 측정된 실측 ESS의 출력 전압과 제1,2 기준 전압을 비교하는 비교 단계; 및
상기 비교 단계의 비교 결과에 따라 상기 실측 ESS의 충전 또는 방전을 결정하는 충방전 결정 단계;

를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 ESS 수명 예측 방법.

[청구항 5] 청구항 4에 있어서,
상기 충방전 결정 단계는,
상기 비교 단계의 비교 결과
상기 실측 ESS의 출력 전압이 제1 기준 전압 이하인 경우,
충전을 수행하고,
상기 실측 ESS의 출력 전압이 제1 기준 전압을 초과하는 경우,
충전을 중지하고 방전을 수행;하는
것을 특징으로 하는 ESS 수명 예측 방법.

[청구항 6] 청구항 4에 있어서,
상기 충방전 결정 단계는,
상기 비교 단계의 비교 결과
상기 실측 ESS의 출력 전압이 제2 기준 전압 이상인 경우,
방전을 수행하고,
상기 실측 ESS의 출력 전압이 제2 기준 전압 미만인 경우,
방전을 중지하고 충전을 수행;하는
것을 특징으로 하는 ESS 수명 예측 방법.

[청구항 7] 청구항 1에 있어서,
상기 ESS 수명 예측 단계는,
상기 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터 측정 단계에서 측정된 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터를 단순 합산하여 ESS의 수명을 예측하는 제1 방법;
상기 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터 측정 단계에서 측정된 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터의 조화 합으로 ESS 수명을 예측하는 제2 방법;
상기 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터 측정 단계에서 측정된 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터의 배수(Multiplicative) 확률을 사용하여 ESS 수명을 예측하는 제3 방법;
중 어느 하나 이상의 방법으로 ESS의 수명을 예측하는 것을 특징으로 하는 배터리 수명 예측 방법.

[청구항 8] 복수개의 실측 ESS(Energy Storage System);
상기 복수개의 실측 ESS 각각으로부터 충방전 사이클 데이터를 측정하여 분석하는 분석부;
를 포함하여 구성되며,
상기 분석부는,
측정하고자 하는 ESS의 용량을 가상으로, 둘 이상의 용량 범위로 분할하는 가상 용량 분할부;
상기 분할된 용량 범위에 매칭되는 제1 기준 전압 및 제2 기준 전압을

설정하는 기준 전압 설정부; 및
상기 입력 받은 충방전 사이클 데이터로부터 ESS의 수명을 예측하는 ESS 수명 예측부;
를 포함하여 구성되며,
상기 복수개의 실측 ESS의 개수는,
상기 가상 용량 분할부에서 분할되는 용량 범위의 개수 이상이고,
상기 분석부는,
상기 분할된 용량 범위에 매칭되는 제1 기준 전압 및 제2 기준 전압을 상기 복수개의 실측 ESS로 전송하여, 각각의 실측 ESS를 충전 또는 방전 과정을 반복하여 분할된 용량 범위별 충방전 사이클 데이터를 측정하는 것을 특징으로 하는 ESS 수명 예측 장치.

[청구항 9] 청구항 8에 있어서,
상기 가상 용량 분할부는,
가상으로 분할된 용량 범위가 서로 인접한 범위와 소정의 범위만큼 중복(오버랩)되도록 설정하며,
상기 제1 기준 전압은,
상기 분할된 각 용량 범위의 상한 용량에 해당되는 값이고,
상기 제2 기준 전압은
상기 분할된 각 용량 범위의 하한 용량에 해당되는 값으로,
상기 제1 기준 전압은 상기 제2 기준 전압보다 큰 것을 특징으로 하는 ESS 수명 예측 장치.

[청구항 10] 청구항 8에 있어서
상기 복수개의 실측 ESS 각각은,
실측 ESS의 충방전을 제어하는 BSC;를 포함하여 구성되며,
상기 BSC는,
상기 실측 ESS의 초기 출력 전압이 제1 기준 전압 이하인 경우에는,
상기 실측 ESS의 출력 전압이 제1 기준 전압이 될 때까지 충전을 수행한 후, 상기 실측 ESS의 출력 전압이 제1 기준 전압을 초과하는 경우, 충전을 중지하고 방전을 수행하고,
상기 실측 ESS의 초기 출력 전압이 제2 기준 전압 이상인 경우에는,
상기 실측 ESS의 출력 전압이 제2 기준 전압이 될 때까지 방전을 수행한 후, 상기 실측 ESS의 출력 전압이 제2 기준 전압 미만이 되는 경우, 방전을 중지하고 충전을 수행하는 것을 특징으로 하는 ESS 수명 예측 장치.

[청구항 11] 청구항 9에 있어서,
상기 예측하는 ESS 수명 예측부는,
상기 복수개의 실측 ESS 각각에서 측정된 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터를 단순 합산하여 ESS의 수명을 예측하는 제1 방법;
상기 복수개의 실측 ESS 각각에서 측정된 각 용량 범위별 충방전 사이클

데이터의 조화 합으로 ESS 수명을 예측하는 제2 방법;
상기 복수개의 실측 ESS 각각에서 측정된 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터의 배수(Multiplicative) 확률을 사용하여 ESS 수명을 예측하는 제3 방법;
중 어느 하나 이상의 방법으로 ESS의 수명을 예측하는 것을 특징으로 하는 ESS 수명 예측 장치.

[청구항 12] 복수개의 실측 ESS(Energy Storage System);
상기 복수개의 실측 ESS 각각으로부터 충방전 사이클 데이터를 측정하여 분석하는 분석부;
를 포함하여 구성되며,
상기 분석부는,
측정하고자 하는 ESS의 용량을 가상으로, 둘 이상의 용량 범위로 분할하는 가상 용량 분할부;
상기 분할된 용량 범위에 매칭되는 제1 기준 전압 및 제2 기준 전압을 설정하는 기준 전압 설정부; 및
상기 입력 받은 충방전 사이클 데이터로부터 ESS의 수명을 예측하는 ESS 수명 예측부;
를 포함하여 구성되며,
상기 가상 용량 분할부에서 분할되는 둘 이상의 용량 범위의 개수는, 상기 실측 ESS 개수 이하이고,
상기 분석부는,
상기 분할된 용량 범위에 매칭되는 제1 기준 전압 및 제2 기준 전압을 상기 복수개의 실측 ESS로 전송하여, 각각의 실측 ESS를 충전 또는 방전 과정을 반복하여 분할된 용량 범위별 충방전 사이클 데이터를 측정하는 것을 특징으로 하는 ESS 수명 예측 장치.

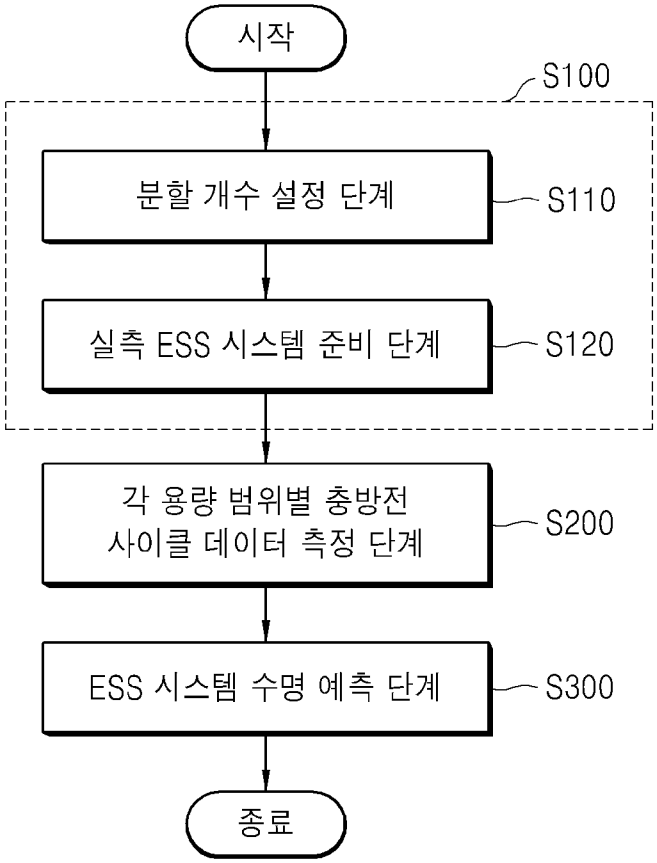
[청구항 13] 청구항 12에 있어서,
상기 가상 용량 분할부는,
가상으로 분할된 용량 범위가 서로 인접한 범위와 소정의 범위만큼 중복(오버랩)되도록 설정하며.
상기 제1 기준 전압은,
상기 분할된 각 용량 범위의 상한 용량에 해당되는 값이고,
상기 제2 기준 전압은
상기 분할된 각 용량 범위의 하한 용량에 해당되는 값으로,
상기 제1 기준 전압은 상기 제2 기준 전압보다 큰 것을 특징으로 하는 ESS 수명 예측 장치.

[청구항 14] 청구항 12에 있어서
상기 복수개의 실측 ESS 각각은,
실측 ESS의 충방전을 제어하는 BSC;를 포함하여 구성되며,

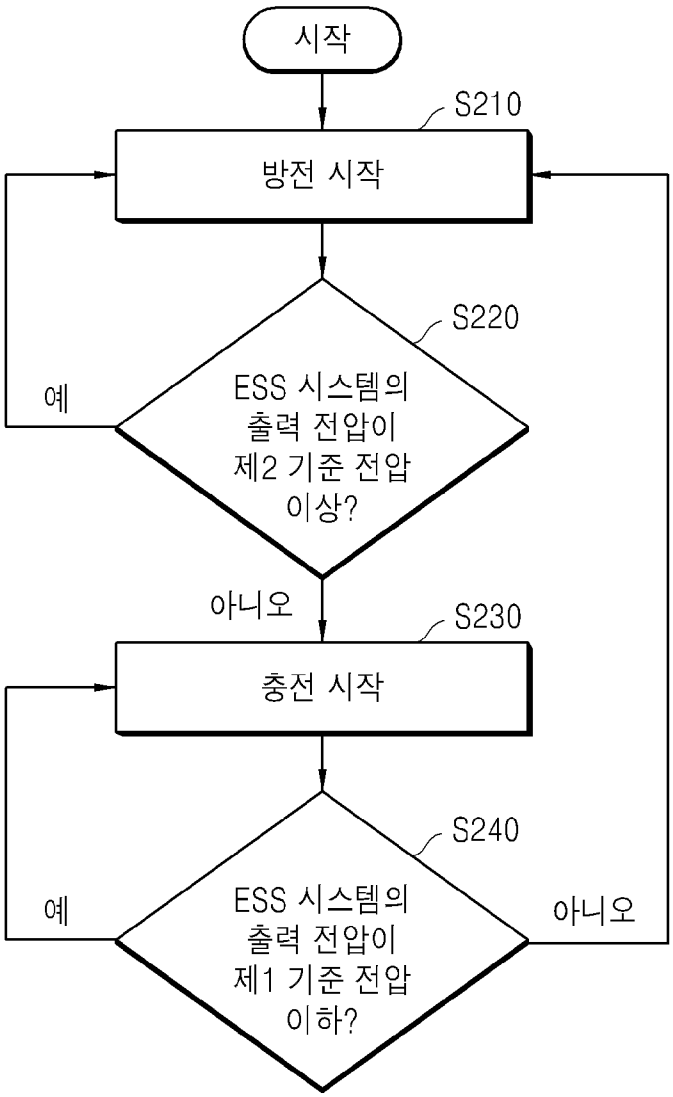
상기 BSC는,
상기 실측 ESS의 초기 출력 전압이 제1 기준 전압 이하인 경우에는,
상기 실측 ESS의 출력 전압이 제1 기준 전압이 될 때까지 충전을 수행한 후, 상기 실측 ESS의 출력 전압이 제1 기준 전압을 초과하는 경우, 충전을 중지하고 방전을 수행하고,
상기 실측 ESS의 초기 출력 전압이 제2 기준 전압 이상인 경우에는,
상기 실측 ESS의 출력 전압이 제2 기준 전압이 될 때까지 방전을 수행한 후, 상기 실측 ESS의 출력 전압이 제2 기준 전압 미만이 되는 경우, 방전을 중지하고 충전을 수행하는 것을 특징으로 하는 ESS 수명 예측 장치.

[청구항 15] 청구항 12에 있어서,
상기 예측하는 ESS 수명 예측부는,
상기 복수개의 실측 ESS 각각에서 측정된 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터를 단순 합산하여 ESS의 수명을 예측하는 제1 방법;
상기 복수개의 실측 ESS 각각에서 측정된 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터의 조화 합으로 ESS 수명을 예측하는 제2 방법;
상기 복수개의 실측 ESS 각각에서 측정된 각 용량 범위별 충방전 사이클 데이터의 배수(Multiplicative) 확률을 사용하여 ESS 수명을 예측하는 제3 방법;
중 어느 하나 이상의 방법으로 ESS의 수명을 예측하는 것을 특징으로 하는 ESS 수명 예측 장치.

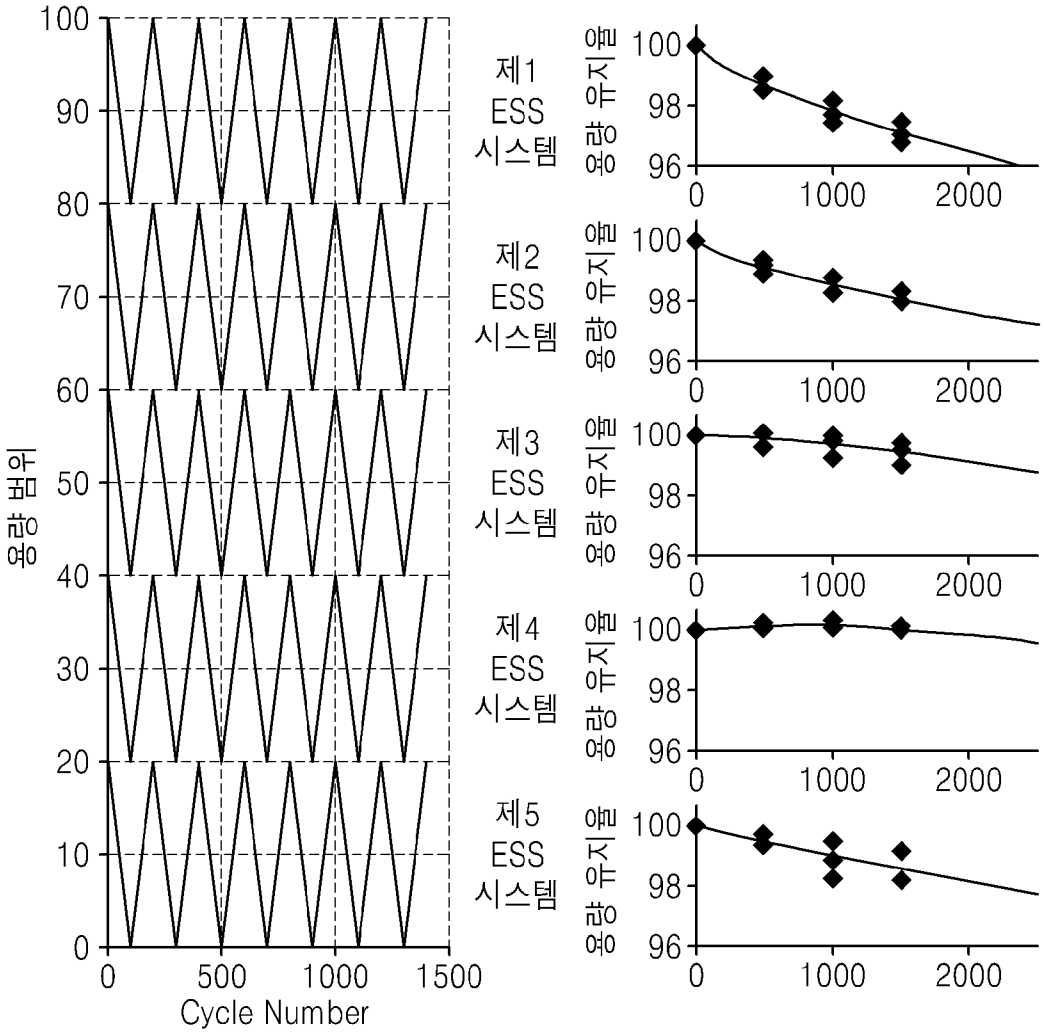
[도1]


시작
S100
분할 개수 설정 단계
S110
실측 ESS 시스템 준비 단계
S120
각 용량 범위별 충방전
사이클 데이터 측정 단계
S200
ESS 시스템 수명 예측 단계
S300
종료

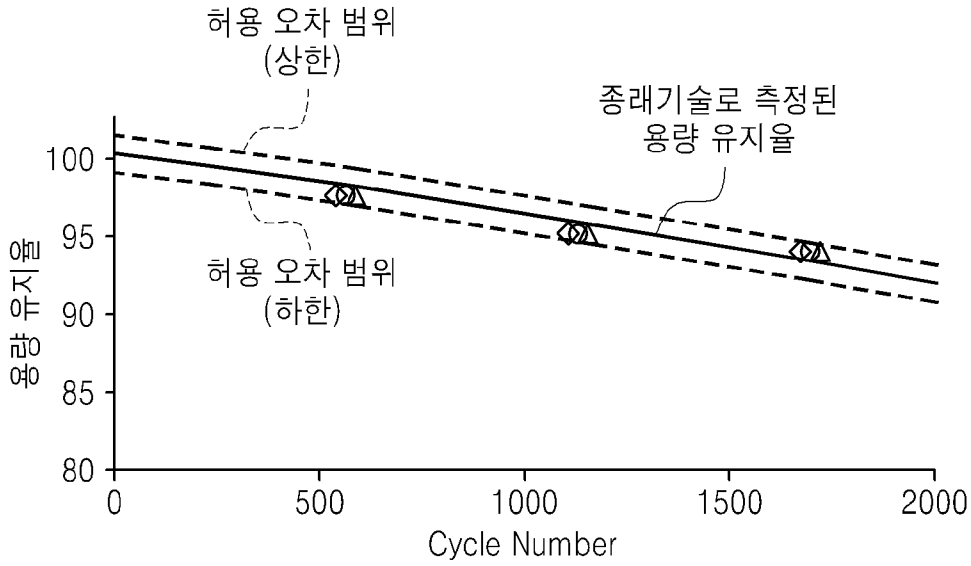
[도2]


시작
S210
방전 시작
S220
ESS 시스템의 출력 전압이 제2 기준 전압 이상?
예
아니오
S230
충전 시작
S240
ESS 시스템의 출력 전압이 제1 기준 전압 이하?
예
아니오

[도3]

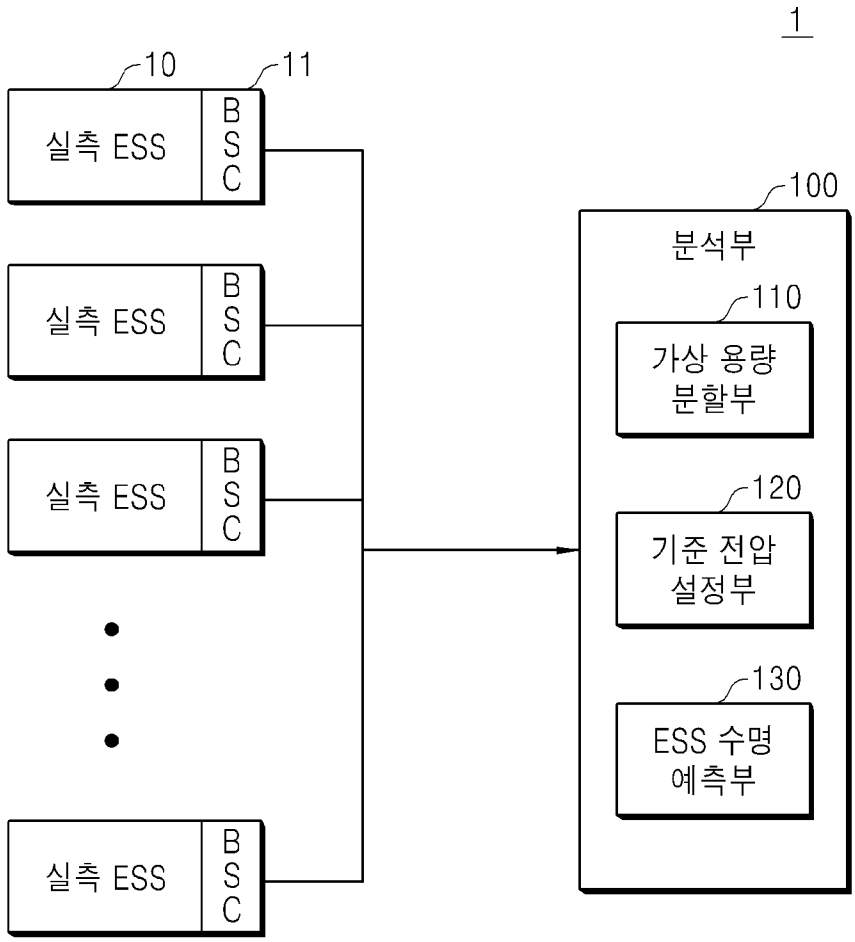


[도4]



◇ : 제1 방법으로 산출된 용량 유지율
△ : 제2 방법으로 산출된 용량 유지율
○ : 제3 방법으로 산출된 용량 유지율

[도5]


1
10
11
실측 ESS
BSC
실측 ESS
BSC
실측 ESS
BSC
실측 ESS
BSC
100
분석부
110
가상 용량 분할부
120
기준 전압 설정부
130
ESS 수명 예측부

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2019/002681

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R 31/392(2019.01)i, G01R 31/36(2006.01)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; B60L 11/18; G01R 31/36; H01M 10/44; H01M 10/48; H02J 7/00

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: life, capacity, cycle, division, voltage

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-1338348 B1 (PMGROW CORPORATION) 06 December 2013 See paragraphs [46]-[52], claim 1, and figure 1.	1-15
A	KR 10-2017-0045140 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 26 April 2017 See paragraphs [37]-[55], claim 1, and figure 1.	1-15
A	KR 10-2018-0005345 A (LG CHEM, LTD.) 16 January 2018 See paragraphs [88]-[96], and figure 1.	1-15
A	JP 6238314 B2 (RITSUMEIKAN) 29 November 2017 See the entire document.	1-15
A	US 2013-0241567 A1 (BOEHM, Andre et al.) 19 September 2013 See the 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

"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
17 JUNE 2019 (17.06.2019)	**18 JUNE 2019 (18.06.2019)**

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2019/002681

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-1338348 B1	06/12/2013	KR 10-1408307 B1	20/06/2014
		KR 10-2013-0131859 A	04/12/2013
		WO 2013-176379 A1	28/11/2013
KR 10-2017-0045140 A	26/04/2017	US 100069 67 B2	26/06/2018
		US 2017-0108553 A1	20/04/2017
KR 10-2018-0005345 A	16/01/2018	None	
JP 6238314 B2	29/11/2017	JP 2016-156771 A	01/09/2016
US 2013-0241567 A1	19/09/2013	CN 103119456 A	22/05/2013
		DE 102010031337 A1	19/01/2012
		EP 2593803 A1	22/05/2013
		JP 2013-537620 A	03/10/2013
		KR 10-2013-0056284 A	29/05/2013
		WO 2012-007206 A1	19/01/2012

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2019/002681

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G01R 31/392(2019.01)i, G01R 31/36(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
G01R 31/392; B60L 11/18; G01R 31/36; H01M 10/44; H01M 10/48; H02J 7/00

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: 수명(life), 용량(capacity), 사이클(cycle), 분할(division), 전압(voltage)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-1338348 B1 (주식회사 피엠그로우) 2013.12.06 단락 46-52, 청구항 1, 및 도면 1 참조.	1-15
A	KR 10-2017-0045140 A (삼성전자주식회사) 2017.04.26 단락 37-55, 청구항 1, 및 도면 1 참조.	1-15
A	KR 10-2018-0005345 A (주식회사 엘지화학) 2018.01.16 단락 88-96, 및 도면 1 참조.	1-15
A	JP 6238314 B2 (RITSUMEIKAN) 2017.11.29 전체 문헌 참조.	1-15
A	US 2013-0241567 A1 (ANDRE BOEHM 등) 2013.09.19 전체 문헌 참조.	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

"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
2019년 06월 17일 (17.06.2019)	2019년 06월 18일 (18.06.2019)

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

심사관
김연경
전화번호 +82-42-481-3325

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2019/002681

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1338348 B1	2013/12/06	KR 10-1408307 B1	2014/06/20
		KR 10-2013-0131859 A	2013/12/04
		WO 2013-176379 A1	2013/11/28
KR 10-2017-0045140 A	2017/04/26	US 10006967 B2	2018/06/26
		US 2017-0108553 A1	2017/04/20
KR 10-2018-0005345 A	2018/01/16	없음	
JP 6238314 B2	2017/11/29	JP 2016-156771 A	2016/09/01
US 2013-0241567 A1	2013/09/19	CN 103119456 A	2013/05/22
		DE 102010031337 A1	2012/01/19
		EP 2593803 A1	2013/05/22
		JP 2013-537620 A	2013/10/03
		KR 10-2013-0056284 A	2013/05/29
		WO 2012-007206 A1	2012/01/19