



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년07월19일
(11) 등록번호 10-1870075
(24) 등록일자 2018년06월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 7/04 (2006.01) H02J 7/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02J 7/042 (2013.01)
H02J 7/0052 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0023459
(22) 출원일자 2017년02월22일
심사청구일자 2017년02월22일
(65) 공개번호 10-2018-0030375
(43) 공개일자 2018년03월22일
(30) 우선권주장
JP-P-2016-179878 2016년09월14일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
WO2015098012 A1*
KR101549360 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
가부시끼가이샤 도시바
일본국 도쿄도 미나토구 시바우라 1조메 1방 1고
(72) 발명자
후지타 유미
일본 1058001 도쿄도 미나토구 시바우라 1조메 1방 1고 가부시끼가이샤 도시바 지적재산실 내
모리타 도모카즈
일본 1058001 도쿄도 미나토구 시바우라 1조메 1방 1고 가부시끼가이샤 도시바 지적재산실 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
장수길, 박충범

전체 청구항 수 : 총 14 항

심사관 : 강병욱

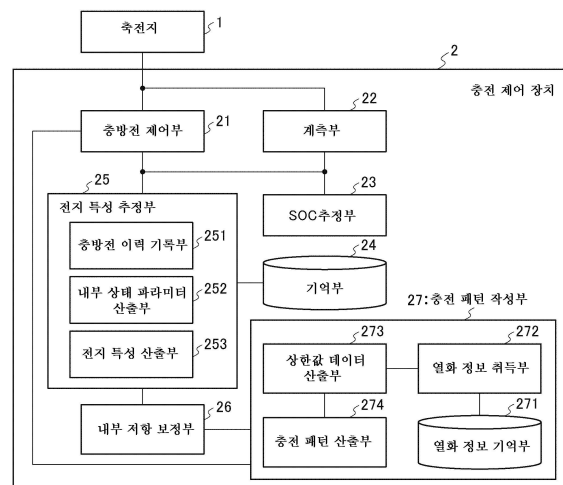
(54) 발명의 명칭 충전 패턴 작성 장치, 충전 제어 장치, 충전 패턴 작성 방법, 기억 매체 및 충전 시스템

(57) 요약

이차 전지의 전압 및 전류에 기초하여, 이차 전지를 충전하는 전류의 값을, 이차 전지의 열화를 고려하면서 산출한다.

실시 형태에 따른 충전 제어 장치는, 이차 전지의 열화 모델 또는 열화 맵과, 충전 대상인 이차 전지의 내부 상태 파라미터에 의해 산출되는 충전 패턴에 기초하여 상기 충전 대상인 이차 전지의 충전을 제어한다. 이 충전 패턴을 내부 상태 파라미터의 변경에 기초하여 갱신한다.

대표도



(52) CPC특허분류

H02J 7/007 (2013.01)

(72) 발명자

이시이 에나

일본 1058001 도쿄도 미나토꾸 시바우라 1쵸메 1방
1고 가부시끼가이샤 도시바 지적재산실 내

스기야마 노부카츠

일본 1058001 도쿄도 미나토꾸 시바우라 1쵸메 1방
1고 가부시끼가이샤 도시바 지적재산실 내

아라타니 와타루

일본 1058001 도쿄도 미나토꾸 시바우라 1쵸메 1방
1고 가부시끼가이샤 도시바 지적재산실 내

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

충전 대상인 제1 전지에 대하여, 상기 제1 전지의 내부 상태 파라미터를 추정하고, 상기 내부 상태 파라미터의 추정값에 기초하여, 상기 제1 전지를 위한 충전 패턴을 산출하는 충전 패턴 작성 장치로서,

상기 충전 패턴 작성 장치는,

상기 제1 전지의 충전 또는 방전 시에 측정된 상기 제1 전지의 전압 및 전류의 데이터에 기초하여, 상기 제1 전지의 내부 상태 파라미터의 추정값을 추정하는 전지 특성 추정부와,

제1 참조 데이터와, 상기 제1 전지에 대한 열화 속도의 지정값에 기초하여, 상기 제1 전지를 위한 충전 패턴을 산출하는 충전 패턴 산출부

를 구비하고,

상기 제1 참조 데이터는, 이차 전지의 열화 속도와, 상기 이차 전지에 관한 하나 이상의 참조 파라미터와, 상기 이차 전지의 충전 전류의 관계를 적어도 나타내는 참조 데이터 중, 상기 추정값에 기초하여 상기 제1 전지에 대응하기로 되어 있는 것이며,

상기 충전 패턴은, 상기 참조 파라미터 중 하나인 제1 참조 파라미터의 값에 대응하는, 상기 충전 전류의 값을 나타내는, 충전 패턴 작성 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1 참조 데이터와, 상기 열화 속도의 상기 지정값에 기초하여, 상기 열화 속도가 상기 지정값 이하가 되기 위한 상기 충전 전류의 제1 상한값과 상기 제1 참조 파라미터의 관계를 나타내는 제1 상한값 데이터를 산출하는 상한값 데이터 산출부

를 더 구비하고,

상기 충전 패턴 산출부는, 상기 제1 상한값 데이터에 기초하여, 상기 충전 패턴을 산출하는

충전 패턴 작성 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제1 참조 데이터가,

상기 이차 전지의 정극의 열화 속도와, 하나 이상의 상기 참조 파라미터와, 상기 충전 전류의 상기 정극에 있어서의 제2 상한값의 관계를 적어도 나타내는 제2 참조 데이터와,

상기 이차 전지의 부극의 열화 속도와, 하나 이상의 상기 참조 파라미터와, 상기 충전 전류의 상기 부극에 있어서의 제3 상한값의 관계를 적어도 나타내는 제3 참조 데이터

를 포함하고,

상기 상한값 데이터 산출부가,

상기 정극의 열화 속도가 상기 지정값 이하가 되기 위한 상기 충전 전류의 상기 제2 상한값과 상기 제1 참조 파라미터의 관계를 나타내는 제2 상한값 데이터와,

상기 부극의 열화 속도가 상기 지정값 이하가 되기 위한 상기 제3 상한값과 상기 제1 참조 파라미터의 관계를 나타내는 제3 상한값 데이터

를 산출하고,

상기 충전 패턴 산출부가, 상기 제2 상한값 데이터와 상기 제3 상한값 데이터에 기초하여, 상기 제1 상한값 데이터를 산출하는

충전 패턴 작성 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제1 상한값이, 상기 제2 상한값과 상기 제3 상한값 중 작은 쪽 값 이하인

충전 패턴 작성 장치.

청구항 7

제3항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 충전 패턴에 있어서의 상기 충전 전류를 흘리는 기간이, 상기 충전 전류의 값이 일정한 복수의 구간에 의해 구성되는

충전 패턴 작성 장치.

청구항 8

제3항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 참조 파라미터가, 상기 제1 전지의 전압인

충전 패턴 작성 장치.

청구항 9

제3항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전지 특성 추정부는, 상기 내부 상태 파라미터에 기초하여, 전지 특성의 추정값을 추정하고,

상기 전지 특성의 추정값에 기초하여, 상기 충전 전류의 값의 변경이 필요하다고 판단되는

충전 패턴 작성 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 전지 특성 추정부가, 상기 제1 전지의 정극 및 부극 각각의 초기 충전량 및 질량을 상기 내부 상태 파라미터로서 산출하고, 전지 용량 또는 개회로 전압을 상기 전지 특성으로서 산출하여 상기 추정값으로 하는

충전 패턴 작성 장치.

청구항 11

제3항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 추정값에 기초하여, 상기 제1 참조 데이터를 취득하는 참조 데이터 취득부를 더 구비하는 충전 패턴 작성 장치.

청구항 12

제1 전지에 대한 충방전을 제어하는 충방전 제어부와,
상기 제1 전지의 충전 또는 방전 시에 상기 제1 전지의 전압 및 전류를 계측하는 계측부와,
제3항 내지 제6항 중 어느 한 항에 기재된 충전 패턴 작성 장치를
구비하는 충전 제어 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,
상기 충방전 제어부는, 상기 충전 패턴 작성 장치에 의해 산출된 상기 충전 패턴에 기초하여, 상기 제1 전지를 충전하는
충전 제어 장치.

청구항 14

충전 대상인 제1 전지에 대하여, 상기 제1 전지의 내부 상태 파라미터를 추정하고, 상기 내부 상태 파라미터의 추정값에 기초하여, 상기 제1 전지를 위한 충전 패턴을 산출하는 충전 패턴 작성 방법으로서,
상기 제1 전지의 충전 또는 방전 시에 계측된 상기 제1 전지의 전압 및 전류의 데이터에 기초하여, 상기 제1 전지의 내부 상태 파라미터의 추정값을 추정하는 전지 특성 추정 스텝과,
제1 참조 데이터와, 상기 제1 전지에 대한 열화 속도의 지정값에 기초하여, 상기 제1 전지를 위한 충전 패턴을 산출하는 충전 패턴 산출 스텝
을 구비하고,
상기 제1 참조 데이터는, 이차 전지의 열화 속도와, 상기 이차 전지에 관한 하나 이상의 참조 파라미터와, 상기 이차 전지의 충전 전류의 관계를 적어도 나타내는 참조 데이터 중, 상기 추정값에 기초하여 상기 제1 전지에 대응하기로 되어 있는 것이며,
상기 충전 패턴은, 상기 참조 파라미터 중 하나인 제1 참조 파라미터의 값에 대응하는, 상기 충전 전류의 값을 나타내는, 충전 패턴 작성 방법.

청구항 15

충전 대상인 제1 전지에 대하여, 상기 제1 전지의 내부 상태 파라미터를 추정하고, 상기 내부 상태 파라미터의 추정값에 기초하여, 상기 제1 전지를 위한 충전 패턴을 산출하기 위한 프로그램이 기억된 기억 매체로서,
상기 제1 전지의 충전 또는 방전 시에 계측된 상기 제1 전지의 전압 및 전류의 데이터에 기초하여, 상기 제1 전지의 내부 상태 파라미터의 추정값을 추정하는 전지 특성 추정 스텝과,
제1 참조 데이터와, 상기 제1 전지에 대한 열화 속도의 지정값에 기초하여, 상기 제1 전지를 위한 충전 패턴을 산출하는 충전 패턴 산출 스텝
을 구비하고,
상기 제1 참조 데이터는, 이차 전지의 열화 속도와, 상기 이차 전지에 관한 하나 이상의 참조 파라미터와, 상기 이차 전지의 충전 전류의 관계를 적어도 나타내는 참조 데이터 중, 상기 추정값에 기초하여 상기 제1 전지에 대응하기로 되어 있는 것이며,
상기 충전 패턴은, 상기 참조 파라미터 중 하나인 제1 참조 파라미터의 값에 대응하는, 상기 충전 전류의 값을 나타내는 프로그램이 기억된 기억 매체.

청구항 16

충전 대상인 제1 전지와,

상기 제1 전지를 충전하는 충전 제어 장치

를 구비한 충전 시스템이며,

상기 충전 제어 장치는,

상기 제1 전지의 충전 또는 방전 시에 계측된 상기 제1 전지의 전압 및 전류의 데이터에 기초하여, 상기 제1 전지의 내부 상태 파라미터의 추정값을 추정하는 전지 특성 추정부와,

제1 참조 데이터와, 상기 제1 전지에 대한 열화 속도의 지정값에 기초하여, 상기 제1 전지를 위한 충전 패턴을 산출하는 충전 패턴 산출부

를 구비하고,

상기 제1 참조 데이터는, 이차 전지의 열화 속도와, 상기 이차 전지에 관한 하나 이상의 참조 파라미터와, 상기 이차 전지의 충전 전류의 관계를 적어도 나타내는 참조 데이터 중, 상기 추정값에 기초하여 상기 제1 전지에 대응하기로 되어 있는 것이며,

상기 충전 패턴은, 상기 참조 파라미터 중 하나인 제1 참조 파라미터의 값에 대응하는, 상기 충전 전류의 값을 나타내며,

상기 제1 전지가, 상기 충전 패턴에 따라 충전되는, 충전 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 실시 형태는, 충전 패턴 작성 장치, 충전 제어 장치, 충전 패턴 작성 방법, 기억 매체 및 충전 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 정보 관련 기기, 통신 기기 등의 소형화에 수반하여, 이들 기기용 전원으로서, 에너지 밀도가 높고, 소형 경량화가 가능한 리튬 이온 이차 전지가 널리 보급되고 있다. 또한, 전기 자동차(EV), 자연 에너지 발전의 분야에서도, 이차 전지가 주목받고 있다. 이에 수반하여, 이차 전지의 충전 시간을 짧게 하는 급속 충전의 요망도 점점 높아지고 있다.

[0003] 이차 전지의 충전 방법으로서, 정전류 또는 정전력에 의한 충전 방법이 행해지고 있다. 당해 충전 방법에서는, 예를 들어 이차 전지가 설정 전압이 될 때까지는 정전류로 충전이 행해지고, 이차 전지가 설정 전압이 된 후에는 그 설정 전압을 유지하도록, 전류의 값이 제어된다.

[0004] 상기 충전 방법으로 급속 충전을 행하기 위해서는, 정전류로 충전이 행해지는 기간(정전류 충전 구간)에 있어서, 정전류의 전류값을 높게 설정하는 것이 생각된다. 그러나, 전류값이 높으면, 전지 용량, 내부 저항과 같은 이차 전지의 충전지 성능을 현저하게 저하시켜 버린다. 또한, 충전지의 열화가 빨라짐으로써, 충전지의 수명도 짧아져 버린다는 문제가 있다.

[0005] 충전지의 수명을 짧게 하지 않기 위해서, 이차 전지의 특성에 기초하여, 정전류의 값을 조정하는 방법이 알려져 있다. 예를 들어, 정전류 충전 구간이 이차 전지의 전극의 내부 저항 등에 기초하는 복수의 구간으로 나뉘고, 각 구간에 있어서 정전류의 값이 조정된다고 하는 방법이 알려져 있다. 그러나, 내부 저항 등 전극의 특성은, 사용에 따라서 변화하기 때문에, 정확하게 전지 특성을 파악하지 않으면, 급속 충전의 효율이 저하될 뿐만 아니라, 충전지의 열화도 가속될 가능성이 있다. 또한, 내부 저항을 측정하는 고도의 처리가 필요하게 되어, 처리 부하의 증가, 기기의 대형화와 같은 문제가 발생한다. 또는, 외부 장치에 측정시키기 위해서, 이차 전지를 떼내야 하는 수고가 발생한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 국제공개 제2013/046690호

(특허문헌 0002) 일본특허공개 제2012-251806호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 이차 전지의 전압 및 전류에 기초하여, 이차 전지를 충전하는 전류의 값을, 이차 전지의 열화를 고려하면서 산출한다.

과제의 해결 수단

[0008] 실시 형태에 따른 충전 제어 장치는, 이차 전지의 열화 모델 또는 열화 맵과, 충전 대상인 이차 전지의 내부 상태 파라미터에 의해 산출되는 충전 패턴에 기초하여 상기 충전 대상인 이차 전지의 충전을 제어한다. 이 충전 패턴을 내부 상태 파라미터의 변경에 기초하여 갱신한다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 제1 실시 형태에 따른 충전 제어 장치를 구비한 충전 시스템의 개략 구성의 일례를 나타내는 블록도이다.

도 2는 충전 제어 장치의 개략 처리의 흐름도의 일례를 나타내는 도면이다.

도 3은 충전 시의 전류 및 전압에 관한 데이터의 일례를 나타내는 도면이다.

도 4는 내부 상태 파라미터 산출부의 처리의 흐름도의 일례를 나타내는 도면이다.

도 5는 전지 특성 산출부의 처리의 흐름도를 나타내는 흐름도의 일례를 나타내는 도면이다.

도 6은 충전량과 개회로 전압의 관계를 나타내는 그래프(충전량-OCV 곡선)의 일례를 나타내는 도면이다.

도 7은 SOC와 개회로 전압의 관계를 나타내는 그래프(SOC-OCV 곡선)의 일례를 나타내는 도면이다.

도 8은 각 온도에 있어서의 SOC와 반응 저항 R_{ct} 의 관계의 일례를 나타내는 도면이다.

도 9는 각 저항 성분에 대해서 설명하는 도면이다.

도 10은 열화 모델에 대해서 설명하는 도면이다.

도 11은 열화 맵에 대해서 설명하는 도면이다.

도 12는 충전 전류의 상한값의 산출에 대해서 설명하는 도면이다.

도 13은 충전 패턴의 산출에 대해서 설명하는 도면이다.

도 14는 충전 패턴 산출 처리의 흐름도의 일례를 나타내는 도면이다.

도 15는 충전 패턴 갱신 처리의 흐름도의 일례를 나타내는 도면이다.

도 16은 제2 실시 형태에 따른 충전 시스템의 개략 구성의 일례를 나타내는 블록도이다.

도 17은 열화 정보 취득 처리의 흐름도의 일례를 나타내는 도면이다.

도 18은 실시 형태에 있어서의 하드웨어 구성의 일례를 나타내는 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 이하, 도면을 참조하면서, 실시 형태에 대해서 설명한다.

[0011] (제1 실시 형태)

[0012] 도 1은 제1 실시 형태에 따른 충전 제어 장치를 구비한 충전 시스템의 개략 구성의 일례를 나타내는 블록도이다. 본 충전 시스템은, 충전지(1)(제1 전지)와, 충전 제어 장치(2)를 구비한다. 충전 제어 장치(2)는 충방전 제어부(21)와, 계측부(22)와, SOC(충전 상태: State of Charge) 추정부(23)와, 기억부(24)와, 전지 특성 추정부(25)와, 내부 저항 보정부(26)와, 충전 패턴 작성부(27)를 구비한다. 전지 특성 추정부(25)는 충방전

이력 기록부(251), 내부 상태 파라미터 산출부(252), 전지 특성 산출부(253)를 구비한다. 충전 패턴 작성부(27)는 열화 정보 기억부(271)와, 열화 정보 취득부(참조 데이터 취득부)(272)와, 상한값 데이터 산출부(273)와, 충전 패턴 산출부(274)를 구비한다.

- [0013] 또한, 충전 제어 장치(2)를 CPU 회로 등으로 실현하고, 축전지(1)에 비치함으로써, 충전 제어 장치(2)를 하나의 축전지(1)로서 실현해도 된다.
- [0014] 축전지(1)는 충전 제어 장치(2)에 의해 충전이 행해지는 대상의 전지이다. 축전지(1)는 단위 전지(셀)여도 되고, 하나 이상의 전지 팩을 구비해도 된다. 각 전지 팩은 하나 이상의 전지 모듈을 구비해도 된다. 각 전지 모듈은 복수의 단위 전지를 구비해도 된다. 각 전지 팩이 구비하는 전지 모듈의 수는 동일해도 되고 상이해도 된다. 또한, 각 전지 모듈이 구비하는 단위 전지의 수는 동일해도 되고 상이해도 된다.
- [0015] 단위 전지는 충방전이 가능한 이차 전지이면 된다. 여기에서는, 리튬 이온 이차 전지를 상정해서 설명한다.
- [0016] 또한, 이후의 설명에 있어서, 특별한 언급이 없으면, 축전지라고 하는 용어에는 전지 팩, 전지 모듈, 단위 전지가 포함되는 것으로 한다.
- [0017] 축전지(1)는, 예를 들어 휴대 전화, 노트북 컴퓨터, 전기 자전거, 전기 자동차, 드론과 같은 축전지를 탑재한 기기 등의 축전지여도 된다. 또한, 예를 들어 개인 주택, 빌딩, 공장 등의 건물마다 설치되는 정지용 축전지여도 된다. 발전 시스템과 연계한 축전지, 또는 계통 연계한 축전지여도 된다.
- [0018] 충전 제어 장치(2)는 축전지(1)에 대하여 행해지는 충방전의 제어를 행한다. 또한, 접속된 축전지(1)의 상태 추정도 행한다. 구체적으로는, 축전지(1)에 대하여 충방전을 행하게 하고, 당해 충방전에서 계측된 전압 및 전류의 데이터에 기초하여, 축전지(1)의 상태에 관한 정보인 내부 상태 파라미터 및 전지 특성을 추정한다. 내부 상태 파라미터 및 전지 특성에 대해서는 후술한다.
- [0019] 또한, 사용 빈도 또는 사용 횟수에 기초하여 축전지(1)의 상태를 예측하는 방법도 있지만, 사용 빈도 또는 사용 횟수가 동일하더라도, 사용 환경 또는 부하 등에 의해 축전지의 상태는 다르다. 그러므로, 고정밀도로 축전지(1)의 상태를 예측하기 위해서, 충전 제어 장치(2)는 충방전 등의 검사에 의한 계측값으로부터 축전지(1)의 상태 또는 성능을 예측한다.
- [0020] 또한, 충전 제어 장치(2)는 축전지(1)의 상태에 따른 충전 패턴을 작성한다. 충전 패턴이란, 축전지(1)를 충전하기 위해서, 축전지(1)에 흘리는 전류의 값을 나타내는 것을 상정한다. 즉, 충전 패턴은 축전지(1)의 충전할 때의 제약 조건을 나타낸다. 또한, 충전하기 위해서 흘리는 전류를 충전 전류라고 기재한다. 그리고, 충전 제어 장치(2)는 산출된 충전 패턴에 기초하여, 축전지(1)를 충전한다.
- [0021] 축전지(1)는 사용된 결과, 상태가 변화한다. 이 상태의 변화에 따라, 축전지(1)의 성능이 열화된다. 축전지(1)가 열화되기 전의 충전 패턴으로, 열화된 후의 축전지(1)를 충전하면, 충전의 효율이 저하될 뿐만 아니라, 축전지(1)의 열화도 가속될 가능성이 있다. 그러므로, 충전 대상 축전지(1)의 상태를 파악한 다음, 충전 대상 축전지(1)에 적합한 충전 패턴을 산출할 필요가 있다. 적합한 충전 방법으로 충전을 행함으로써, 축전지(1)의 열화를 촉진시키지 않고, 또한 충전 속도를 빠르게 할 수 있다. 또한, 축전지(1)의 수명 저하를 방지할 수 있다. 또한, 축전지(1)의 열화 속도를 크게 하는 충전 조건, 예를 들어 대전류로 의한 충전이나 고온 하에서의 충전에서는 발화 등의 안전성의 리스크가 높아진다. 본 실시 형태에 의해 산출되는 충전 패턴은 축전지(1)의 열화 속도를 억제하는 조건을 만족하고 있어, 필연적으로 충전 시의 안전성을 확보할 수 있다.
- [0022] 또한, 충전 제어 장치(2)는 충전 패턴의 산출 처리를 행하기 위해서, 열화 정보(참조 데이터)를 사용하기로 한다. 열화 정보에 대해서는 후술한다. 또한, 충전 제어 장치(2)의 동작 상세에 대해서는 후술한다.
- [0023] 또한, 상기에서 설명한 시스템 구성은 일례이며, 상기 구성에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 도 1에서는 충전 제어 장치(2)는 기억부(24)와, 열화 정보 기억부(271)를 구비하고 있지만, 기억부(24)와 열화 정보 기억부(271)를 통합한 하나의 기억부로 해도 된다. 또한, 충전 제어 장치(2)가 다른 장치 등과 접속되어, 충전 제어 장치(2)로부터 다른 장치로 충전 패턴이 출력되어도 된다. 출력 방법은 특별히 한정되는 것은 아니다. 파일이어도, 메일이어도, 화상이어도 된다. 내부 저장 보정부(26)는 전지 특성 추정부(25)에 포함해도 된다.
- [0024] 또한, 통신 또는 전기 신호에 의해, 충전 제어 장치(2)로부터 처리에 필요한 정보를 수취하여, 처리 결과를 충전 제어 장치(2)로 넘겨줄 수 있으면, 충전 제어 장치(2)의 각 구성 요소는, 충전 제어 장치(2)의 외부에 존재해도 된다. 예를 들어, 통신 또는 전기 신호에 의해, 충전 제어 장치(2)로부터 전지 특성 등을 수취하여, 충전 패턴을 충전 제어 장치(2)에 넘겨줄 수 있으면, 충전 패턴 작성부(27)는 충전 제어 장치(2)의 외부에 존재하는

장치여도 된다.

- [0025] 도 2는 충전 제어 장치의 개략 처리의 흐름도의 일례를 나타내는 도면이다. 도 2의 (A)는 축전지(1)의 상태를 파악하기 위한 처리이다. 당해 처리는, 열화 등에 의해 변화한 축전지(1)의 상태를 파악하기 위해서 행해지는 것이며, 일정 기간 경과마다 행해지는 것을 상정한다. 도 2의 (B)는 충전 패턴을 산출하기 위한 처리이다. 당해 처리는 축전지(1)의 충전 패턴을 처음으로 작성하는 경우, 또는 축전지(1)의 상태에 변화가 있었다고 판단되어 충전 패턴을 재작성하는 경우에, 도 2의 (A)의 처리의 후에 행해지는 것을 상정한다. 또한, 상기 타이밍 이외에도 행해져도 된다.
- [0026] 축전지(1)의 상태를 파악하기 위한 처리에 대해서 설명한다. 충전 제어 장치(2)는 축전지(1)에 대하여, 소정 조건에 있어서의 충전(또는 방전)의 지시를 행한다(S101). 충전 제어 장치(2)는 축전지(1)로부터의 충전(방전) 결과를 취득하고(S102), 충전 결과의 해석을 행한다(S103). 충전 결과의 해석이란, 충전 결과에 기초하여, 각 단위 전지의 내부 상태 파라미터 및 전지 특성(셀 특성)을 산출하는 것이다. 구체적으로는, 충전 시 또는 방전 시에 계측된 전류 및 전압의 데이터에 기초하여, 내부 상태 파라미터를 추정한다. 또한, 내부 상태 파라미터에 기초하여, 전지 특성의 추정을 행한다.
- [0027] 내부 상태 파라미터는 단위 전지의 상태를 나타내는 것이다. 내부 상태 파라미터에는, 정극 용량(정극의 질량), 부극 용량(부극의 질량), SOC 어긋남 및 내부 저항이 포함되는 것을 상정한다. SOC 어긋남은 정극의 초기 충전량과, 부극의 초기 충전량의 차를 의미한다.
- [0028] 전지 특성은 내부 상태 파라미터로부터 산출할 수 있는 것이며, 축전지(1)의 전압 등의 특성을 나타낸다. 전지 특성에는, 전지 용량, 개회로 전압(OCV: Open Circuit Voltage), OCV 곡선 등이 포함되는 것을 상정한다. 또한, 내부 저항은 전지 특성에도 포함해도 된다. OCV 곡선은 축전지에 관한 어떠한 지표와 개회로 전압의 관계를 나타내는 그래프(함수)를 의미한다. 전지 용량은 정극 용량의 범위와 부극 용량의 범위가 겹치는 범위이다. SOC가 100%일 때는 정극과 부극의 전위차가 전지의 충전 중지 전압이 되고, SOC가 0%일 때는 정극과 부극의 전위차가 전지의 방전 중지 전압이 된다. 이와 같이, 전지 용량은 충전량에 기초하여 산출할 수 있다.
- [0029] 충전 패턴을 산출하기 위한 처리에 대해서 설명한다. 충전 제어 장치(2)는 열화 정보 기억부(271)로부터, 열화 정보를 취득한다(S201). 그리고, 산출된 내부 상태 파라미터 또는 전지 특성(셀 특성)에 관한 열화 정보와, 열화 속도의 지정값에 기초하여, 충전 패턴을 산출한다(S202). 상세는 후술한다. 충전 제어 장치(2)는 산출된 충전 패턴을 따라, 축전지(1)를 충전한다(S203). 이에 의해, 축전지(1)에 적합한 충전 방법으로 충전이 행해진다.
- [0030] 이어서, 충전 제어 장치(2)가 구비하는 구성 요소에 대해서 설명한다.
- [0031] 충방전 제어부(21)는 축전지(1)에 대하여 소정 조건에서의 충방전의 지시를 행한다. 충방전은 축전지(1)의 내부 상태 파라미터를 계측하기 위해서 행해진다. 충방전은 단위 전지의 열화의 진행에 의해, 축전지(1)의 상태의 변화를 무시할 수 없게 되기 전에 행해질 필요가 있다. 그러므로, 충방전은 전지 특성의 변화를 고려해서 적절하게 정해진 일정 기간 또는 시각마다 행해진다. 또한, 충방전 제어부(21)는 도시하지 않은 입력부를 통해서, 사용자, 다른 시스템 등으로부터의 지시를 받아들인 경우에도, 충방전의 지시를 행해도 된다.
- [0032] 또한, 충방전 제어부(21)는 충전 패턴 작성부(27)가 작성한 충전 패턴에 기초하여 축전지(1)를 충전한다. 또한, 충전 제어 장치(2)는 충전 패턴의 작성까지를 행하고, 충전 패턴에 기초하는 충전은 충전 제어 장치(2) 이외의 장치가 행해도 된다.
- [0033] 계측부(22)는 축전지(1)에 관한 정보를 계측한다. 계측되는 정보는, 단위 전지의 정극 단자와 부극 단자 사이의 전압과, 단위 전지에 흐르는 전류와, 단위 전지의 온도 등이 있다. 계측부(22)의 계측 데이터에는, 축전지(1)의 충전 또는 방전 시에 계측된 축전지(1)의 전압, 전류, 온도 등의 데이터가 포함된다.
- [0034] SOC 추정부(23)는 계측부(22)의 계측 데이터에 기초하여, 축전지(1)의 현시점에서의 SOC(충전 상태)를 추정한다. 또한, 전지 특성 추정부(25)가 축전지(1)의 현재의 상태에 기초하여 산출한 SOC-OCV 곡선을 사용하여, SOC가 추정되어도 된다.
- [0035] 기억부(24)는 전지 특성 추정부(25)에 관한 처리를 행하기 위해서 사용하는 데이터가 기억된다. 예를 들어, 단위 전지의 정극 또는 부극의 충전량과, 전위의 관계를 나타내는 함수 등이 저장된다. 그 밖의 데이터가 기억되어도 된다.
- [0036] 전지 특성 추정부(25)는 계측부(22)의 계측 데이터에 기초하여, 축전지(1)의 현시점에 있어서의 내부 상태 파라

미터와 전지 특성을 산출한다. 전지 특성이 불필요한 경우에는, 전지 특성은 산출되지 않아도 된다. 전지 특성에는, 전술한 바와 같이, 전지 용량, 내부 저항, 개회로 전압(OCV), OCV 곡선이 포함된다. OCV 곡선(함수)은, 예를 들어 이차 전지의 개회로 전압(OCV)과, 이차 전지의 충전 상태 또는 충전된 전하량의 관계를 나타내는 함수여도 된다. SOC와 OCV의 관계를 나타내는 SOC-OCV 그래프여도 된다. 충전량과 OCV의 관계를 나타내는 충전량-OCV 그래프여도 된다. 산출하는 OCV 곡선의 종류는, 미리 정해 두면 된다.

[0037] 전지 특성의 산출에는, 다양한 전지 특성 측정 방법을 사용할 수 있다. 구체적으로는, 실제로 전류를 흘려서 전지 용량의 측정을 행하는 충방전 시험, 주로 내부 저항값의 측정을 행하는 전류 휴지법, 교류 임피던스 측정 등의 전기 화학적 측정 등이 있다. 또한, 이들을 조합하여 측정해도 된다. 또한, 충방전 곡선을 해석하여, 간이적으로 전지 특성을 추정하는 방법을 사용해도 된다.

[0038] 전지 특성 추정부(25)의 내부 구성에 대해서 설명한다.

[0039] 충방전 이력 기록부(251)는, 축전지(1)의 충전 시 또는 방전 시에, 계측부(22)에서 계측된, 전압, 전류 및 온도 등의 데이터(이력)를 기록한다. 당해 기록은, 축전지(1)의 충전 개시로부터, 축전지(1)의 충전 종료까지, 일정 시간 간격마다 반복해서 행해진다. 이 시간 간격은, 당해 기록을 사용하는 처리에 따라, 임의로 설정하면 된다. 예를 들어, 0.1초 내지 1초 간격 정도로 설정하는 것이 생각된다. 기록되는 시각은, 절대 시각이어도 되고, 충전이 개시되고 나서의 상대 시각이어도 된다. 또한, 충방전 이력 기록부(251)의 처리가 일정 시간 간격으로 반복되고 있는 경우에는, 시각의 기록은 생략해도 된다.

[0040] 도 3은 충전 시의 전류 및 전압에 관한 데이터의 일례를 나타내는 도면이다. 도 3에 도시하는 데이터는, 이차 전지의 충전 방법으로 해서 일반적으로 사용되는 정전류 정전압 충전의 일례이다. 도 3의 파선은, 전류 이력을 나타내고, 실선은 전압 이력을 나타낸다.

[0041] 후술하는 내부 상태 파라미터 산출부(252)의 처리에 있어서는, 예를 들어 정전류 정전압 충전 전체의 충전 이력, 또는 정전류 충전 구간(도 3의 t_0 내지 t_1 동안)의 충전 이력만을 사용해도 된다. 또한, 충전은 반드시 SOC가 0%일 때부터 개시되는 것은 아니고, SOC가 20% 등일 때부터 개시되어도 된다.

[0042] 내부 상태 파라미터 산출부(252)는 충방전 이력 기록부(251)가 기록한 이력에 기초하여, 내부 상태 파라미터인, 단위 전지의 정극 또는 부극을 구성하는 활물질의 양, 초기 충전량, 단위 전지의 내부 저항을 각각 산출한다.

[0043] 내부 상태 파라미터 산출부(252)는 활물질량 및 내부 저항에 기초하여 축전지 전압을 산출하는 함수를 이용한다. 축전지 충전 시 또는 방전 시의 전류 데이터 및 전압 데이터, 및 당해 함수에 기초하여, 축전지 전압이 산출된다. 그리고, 산출된 축전지 전압과, 측정된 전압의 차를 적게 하는 활물질량 및 내부 저항이 회귀 계산에 의해 구해진다. 또한, 정극이 복수의 활물질을 포함해도 되지만, 본 실시 형태에서는 정극, 부극이 각각 1종류의 활물질을 포함하는 이차 전지를 예로 들어 설명한다.

[0044] 정극, 부극이 각각 1종류의 활물질을 포함하는 이차 전지를 충전하는 경우, 시각 t 에 있어서의 전압(단자 전압) V_t 는, 다음 식으로 나타낼 수 있다.

$$V_t = f_c \left(q_0^c + \frac{q_t}{M_c} \right) - f_a \left(q_0^a + \frac{q_t}{M_a} \right) + R I_t \quad (1)$$

[0045]

[0046] I_t 는 시각 t 에 있어서의 전류값, q_t 는 시각 t 에 있어서의 축전지의 충전량을 나타낸다. f_c 는 정극의 충전량과 전위의 관계를 나타내는 함수, f_a 는 부극의 충전량과 전위의 관계를 나타내는 함수를 나타낸다. q_0^c 는 정극의 초기 충전량, M_c 는 정극의 질량을 나타낸다. q_0^a 는 부극의 초기 충전량, M_a 는 부극의 질량을 나타낸다. R 은 내부 저항이다.

[0047] 전류값 I_t 에는 충방전 이력 기록부(251)에 의해 기록된 전류 데이터가 사용된다. 충전량 q_t 는 전류값 I_t 를 시간 적분함으로써 산출된다. 함수 f_c 및 함수 f_a 는 함수 정보로서, 기억부(24)에 기록되어 있는 것으로 한다.

[0048] 그 밖의 정극의 초기 충전량 q_0^c , 정극의 질량 M_c , 부극의 초기 충전량 q_0^a , 부극의 질량 M_a 및 내부 저항 R 의 5개의 값(파라미터 세트)은, 회귀 계산에 의해 추정된다. 또한, 각 극의 활물질량은, 각 극의 질량의 소정 비율

로 간주하여, 산출되어도 된다.

[0049] 도 4는 내부 상태 파라미터 산출부(252)의 처리의 흐름도의 일례를 나타내는 도면이다. 내부 상태 파라미터 산출부(252)의 처리는, 충전지(1)의 충전이 종료된 다음 개시된다.

[0050] 내부 상태 파라미터 산출부(252)는 초기화를 행하여, 전술한 파라미터 세트에 초기값을 설정하고, 회귀 계산의 반복 횟수를 0으로 설정한다(S301). 초기값은, 예를 들어 전회의 활물질량 산출 처리가 행해졌을 때 산출된 값 이어도 되고, 상정될 수 있는 값 등을 사용해도 된다.

[0051] 내부 상태 파라미터 산출부(252)는 다음 식으로 표현되는 잔차 E를 계산한다(S302).

$$E = \sum_{t=0}^{t_{end}} (V_{bat_t} - V_t)^2$$

$$= \sum_{t=0}^{t_{end}} \left(V_{bat_t} - \left(f_c \left(q_0^c + \frac{q_t}{M_c} \right) - f_a \left(q_0^a + \frac{q_t}{M_a} \right) + R I_t \right) \right)^2 \quad (2)$$

[0052]

[0053] V_{bat_t} 는 시각 t에 있어서의 단자 전압, t_{end} 는 충전 종료 시각을 나타낸다.

[0054] 내부 상태 파라미터 산출부(252)는 파라미터 세트의 갱신 스텝폭을 계산한다(S303). 파라미터 세트의 갱신 스텝폭은, 예를 들어 Gauss-Newton법, Levenberg-marquardt법 등을 사용해서 산출할 수 있다.

[0055] 내부 상태 파라미터 산출부(252)는 갱신 스텝폭의 크기가, 미리 정해진 크기 미만인지 여부를 판정한다(S304). 갱신 스텝폭의 크기가 미리 정해진 크기 미만인 경우(S304의 아니오)에는, 내부 상태 파라미터 산출부(252)는 계산이 수렴되었다고 판정하고, 현재의 파라미터 세트를 출력한다(S307). 갱신 스텝폭의 크기가 미리 정해진 역치 이상인 경우(S304의 예)에는, 회귀 계산의 반복 횟수가, 미리 정해진 값을 넘었는지를 확인한다(S305).

[0056] 회귀 계산의 반복 횟수가 미리 정해진 값을 넘은 경우(S305의 예)에는, 현재의 파라미터 세트를 출력한다(S307). 회귀 계산의 반복 횟수가 미리 정해진 횟수 이하인 경우(S305의 아니오)에는, 파라미터 세트에 S303에서 산출한 갱신 스텝폭을 가산하고, 회귀 계산의 반복 횟수를 하나 가산한다(S306). 그리고, 다시, 잔차의 계산으로 되돌아간다(S302). 이상이, 내부 상태 파라미터 산출부(252)의 처리의 흐름을 나타내는 흐름도이다.

[0057] 본 실시 형태에 있어서는, 내부 상태 파라미터 산출부(252)의 입력으로서 충전 이력을 사용했지만, 방전 이력을 사용해도, 마찬가지로 활물질량을 산출하는 것은 가능하다. 또한, 방전 이력을 사용하는 경우에도, 내부 상태 파라미터 산출부(252)의 처리의 흐름 및 사용되는 파라미터는, 충전 이력을 사용해서 활물질량을 산출하는 경우와 동일한 것을 사용하는 것이 가능하다.

[0058] 전지 특성 산출부(253)는 충전지(1)의 전지 특성인 개회로 전압을 산출한다. 또한, 전지 특성 산출부(253)는 내부 상태 파라미터 산출부(252)에 의해 산출된, 정극의 초기 충전량 q_0^c , 정극의 질량 M_c , 부극의 초기 충전량 q_0^a , 부극의 질량 M_a 를 이용하여, 충전지의 충전량과 개회로 전압의 관계를 산출한다.

[0059] 도 5는 전지 특성 산출부(253)의 처리의 흐름을 나타내는 흐름도의 일례를 나타내는 도면이다. 이 흐름도는, 내부 상태 파라미터 산출부(252)의 처리가 종료된 후에 개시된다. 이 흐름도에서는, 충전량 q_n 을 일정한 값 Δq_n 으로 증감하여, 개회로 전압이 하한값 미만으로부터 하한값 이상이 되는 충전량 q_{n0} 을 발견한 다음, q_{n0} 을 초기값으로 해서, 개회로 전압이 상한값을 초과할 때까지, Δq_n 마다 q_n 을 증가시켜가고, 증가 시마다, 그때의 충전량과 개회로 전압을 기록한다. 이에 의해, 개회로 전압이 하한값으로부터 상한값까지의 범위에 있어서의 충전량과 개회로 전압의 관계를 산출할 수 있다. 충전량 q_{n0} 과 개회로 전압이 상한값일 때 충전량 q_n 의 차가 전지 용량이 된다.

[0060] 전지 특성 산출부(253)는 충전량 q_n 의 초기값을 설정한다(S401). q_n 의 초기값은, 0 또는 0보다 충전지(1)의 공칭 용량의 몇% 정도 작은 값으로 하면 된다. 구체적으로는, 충전지(1)의 공칭 용량이 1000mAh이면 -50mAh 내지 0mAh 정도의 범위로 설정하면 된다.

[0061] 전지 특성 산출부(253)는 개회로 전압을 산출한다(S402). 개회로 전압의 산출에는, 다음 식을 사용할 수 있다.

$$E_n = f_c \left(q_0^c + \frac{q_n}{M_c} \right) - f_a \left(q_0^a + \frac{q_n}{M_a} \right) \quad (3)$$

[0062]

[0063] 이어서, 전지 특성 산출부(253)는 산출된 개회로 전압을, 미리 정해진 축전지 하한 전압과 비교한다(S403). 축전지 하한 전압은, 축전지(1)에 사용되는 정극 활물질과 부극 활물질의 조합에 의해 정해지는 값이다. 구체적으로는, 정극 활물질, 부극 활물질 각각에 대해서, 안전성, 수명, 저항 등의 관점에서 각 관점 각각의 적절한 사용 범위의 전압을 정하고, 그들의 조합에 의해, 축전지로서의 사용 범위의 하한 및 상한 전압을 결정한다.

[0064]

개회로 전압이 미리 정해진 하한 전압 미만인 경우(S403의 아니오)에는, 충전량 q_n 으로부터 Δq_n 을 감산하고(S404), 다시, 개회로 전압을 산출한다(S402). 개회로 전압이 미리 정해진 하한 전압 미만인 경우(S403의 예)에는, 전지 특성 산출부(253)는 충전량 q_n 에 Δq_n 을 가산한다(S405). 이들에 의해, 충전량 q_n 은 하한값에 가까워진다. Δq_n 은 임의의 값으로 설정 가능하다. 예를 들어, 축전지(1)의 공칭 용량의 1/1000 내지 1/100 정도로 하는 것이 생각된다. 구체적으로는 축전지(1)의 공칭 용량이 1000mAh이면 1mAh 내지 10mAh 정도의 범위로 설정하는 것이 생각된다.

[0065]

전지 특성 산출부(253)는 가산된 충전량 $q_n + \Delta q_n$ 을 사용하여, 개회로 전압을 산출한다(S406). 그리고, 전지 특성 산출부(253)는 산출된 개회로 전압을, 전술한 하한 전압과 비교한다(S407). 개회로 전압이 하한 전압 미만인 경우(S407의 아니오)에는, S405로 되돌아가서, 다시, 충전량 q_n 에 Δq_n 을 가산한다(S405). 개회로 전압이 하한 전압 이상인 경우(S407의 예)에는, 개회로 전압이 하한값 미만으로부터 하한값 이상이 되었기 때문에, 이때의 충전량 q_n 을 q_{n0} 이라 하고, 충전량 q_{n0} 과 개회로 전압 E_n 을 합하여 기록한다(S408). 또한, 이 충전량 q_{n0} 의 값을 기준값으로 해서 0으로 나타내도 된다. 그 경우에는, 이후의 기록 시에, 충전량 q_n 의 값으로부터 q_{n0} 의 값을 뺀 값을 기록한다.

[0066]

전지 특성 산출부(253)는 충전량 q_n 에 Δq_n 을 가산하고(S409), 개회로 전압을 산출하고(S410), 충전량 q_n 으로부터 q_{n0} 을 뺀 값과, 산출된 개회로 전압 E_n 을 기록한다(S411).

[0067]

전지 특성 산출부(253)는 산출된 개회로 전압과 미리 정해진 축전지의 상한 전압을 비교한다(S412). 축전지의 상한 전압은, 축전지(1)에 사용되는 정극 활물질과 부극 활물질의 조합에 의해 정해지는 값이다. 개회로 전압이 미리 정해진 상한 전압 미만인 경우(S412의 아니오)에는, 다시, 충전량 q_n 에 Δq_n 을 가산하는 처리로 되돌아간다(S409). 개회로 전압이 미리 정해진 상한 전압 이상이 된 경우(S412의 예)에는, 처리가 종료된다. 이상이, 전지 특성 산출부(253)의 처리의 흐름을 나타내는 흐름도이다.

[0068]

도 6은 충전량과 개회로 전압의 관계를 나타내는 그래프(충전량-OCV 곡선)의 일례를 나타내는 도면이다. 도 6의 (A)는 전지 특성 산출부(253)에 의해 구해진 현재의 상태에 있어서의 충전량-OCV 곡선이다. 도 6의 (B)는, 도 6의 (A)에 나타내는 그래프의 종축을, 하한 전압으로부터 상한 전압까지로 한 도면이다.

[0069]

도 7은 SOC와 개회로 전압의 관계를 나타내는 그래프(SOC-OCV 곡선)의 일례를 나타내는 도면이다. 횡축이 충전량이 아닌, SOC인 점이 도 6과 다르다. 도 7은 도 6의 (B)에 나타내는 그래프를 SOC-OCV 곡선으로 변환한 그래프(실선)와, 초기 상태의 축전지의 SOC-OCV 곡선(파선)을, 겹쳐서 표시한 것이다. 도 7의 파선이 초기 상태의 축전지의 개회로 전압을, 실선이 축전지의 열화 등에 의한 변화 후(현재)의 축전지의 개회로 전압을 나타낸다. SOC는 만충전 용량에 대하여 현재 충전되어 있는 전하량의 비율을 나타내고, 0 내지 1 또는 0 내지 100% 사이의 값으로 표현된다.

[0070]

충전량으로부터 SOC로의 변환은, 충전량-OCV 곡선에 의해 산출되는 전지 용량과 충전량을 사용하여, 행해진다. 또한, 여기에서의 설명에 있어서, 간단히 충전 상태라고 불리고 있는 것에는, SOC뿐만 아니라, 충전량 등도 포함되는 것으로 한다.

[0071]

변화 후의 곡선은, 용량의 감소에 수반하여, 곡선의 길이가 짧아지지만, 도 7에 의하면, 곡선의 길이뿐만 아니라 형상 자체가 변화하고 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 개회로 전압에 기초하여 충전 상태(SOC)를 추정하는 경우에, 계측된 개회로 전압이 A일 때, 올바른 충전 상태(현재의 충전 상태)는 B1이 된다. 그러나, 개회로 전

압의 곡선이 변형되지 않는다고 간주한 경우, 즉 초기 상태에 있어서의 SOC-OCV 곡선으로 개회로 전압을 구하려 하면, 전압 A에 있어서의 충전 상태는 B2로 구해지고, 충전 상태의 추정 정밀도가 낮아진다. 그러므로, 이 제1 실시 형태와 같이, 현재의 상태에 있어서의 SOC-OCV 곡선을 이용함으로써, 충전 상태를 고정밀도로 측정하는 것이 가능하게 된다.

[0072] 전지 특성 추정부(25)에 의해 산출된 SOC-OCV 곡선은, SOC 추정부(23)에 취득되고, SOC 추정부(23)가 SOC-OCV 곡선에 기초하여, 축전지(1)의 SOC를 추정해도 된다.

[0073] 따라서, 제1 실시 형태에 따르면, 특별한 충방전 등을 행하지 않고, 사용에 수반해 변화하는 충전량과 개회로 전압의 관계(충전량-OCV 곡선 또는 SOC-OCV 곡선)를 정확하게 파악할 수 있고, 충전 상태를 고정밀도로 추정하는 것이 가능하게 된다.

[0074] 또한, 여기에서는, 이차 전지의 정극, 부극이 각각 1종류의 활물질을 포함하는 경우에 대해서 설명했지만, 이차 전지의 정극, 부극 중 어느 것이 복수의 활물질을 포함하는 이차 전지에 대해서도 마찬가지로 적용하는 것이 가능하다. 또한, 축전지(1)의 활물질량을 기억하는 다른 기억부가 미리 준비되어 있는 경우에는, 전지 특성 산출부(253)는 이 외의 기억부에 기억된 활물질량을 사용하여, 미리 정해진 축전지의 전압 범위에 있어서의 이차 전지의 충전량과 개회로 전압의 관계를 나타내는 그래프를 산출할 수 있다.

[0075] 전지 특성 산출부(253)는 그 밖의 전지 특성도 산출해도 된다. 예를 들어, 산출한 개회로 전압 등을 사용하여, 축전지(1)의 전압, 전력 또는 전력량을 산출해도 된다. 산출 방법은, 하기에 나타내는 산출식 등을 사용하면 된다. 하기의 산출식의 c는 소정의 상수를 나타낸다.

[0076] (전압)

[0077] 전압=개회로 전압-c×내부 저항×전류

[0078] (전력)

[0079] 전력=전류×개회로 전압-c×내부 저항×(전류)²

[0080] (전력량)

[0081] 전력량=전지 용량×평균 전압

[0082] 또한, 내부 저항은 내부 상태 파라미터 산출부(252)가 산출한 추정값을 사용해도 되고, 후술하는 내부 저항 보정부(26)가 보정한 추정값을 사용해도 된다. 또한, 전지 특성 산출부(253)는 한번 산출한 전지 특성을, 내부 저항 보정부(26)가 보정한 추정값을 사용하여, 다시 산출해도 된다. 내부 저항 보정부(26)가 산출한 추정값 쪽이 정밀도를 향상시킬 수 있다. 전류는 계측부(22)의 계측 데이터로부터 취득하면 된다. 또한, 전지 특성 산출부(253)는 산출에 필요한 식, 상수의 값 등을, 기억부(24) 등을 통해서 수취해도 된다.

[0083] 내부 저항 보정부(26)는, 전지 특성 추정부(25)로부터 산출된 내부 저항 R과, 계측부(22)에서 계측된 온도 T에 기초하여, 현재의 축전지(1)의 온도 T에 있어서의 내부 저항으로 보정한다. 보정 후의 내부 저항을 R_{cr}이라 한다. 또한, 내부 저항을 보정하지 않을 때는, 내부 저항 보정부(26)는 없어도 된다.

[0084] 내부 저항 보정부(26)가 행하는 내부 저항의 온도 보정에 대해서 설명한다. 내부 저항의 온도 보정이란, 예를 들어 축전지 성능 진단 방법에 대하여, 온도의 영향을 보정하는 수단을 제공하고, 축전지 성능 진단을 양호하게 적용할 수 있는 온도 범위를 확대하는 것이다. 축전지 성능 진단 방법에서는, 전지 특성 추정부(25)의 처리에서 설명한 바와 같이, 충방전 곡선으로부터, 각 활물질의 충전량-OCV 데이터가 참조되어, 전지 용량, 내부 저항 및 정부극의 각 활물질의 열화의 정도가 추산된다.

[0085] 그 원리와 방법에 대해서, 설명한다. 리튬 이온 이차 전지는 대항하는 정극과 부극과, 정부극간의 Li염을 포함하는 전해질을 갖는다. 또한, 정극 및 부극에는, 활물질이 집전박 위에 도포되어 있다. 집전박은 축전지 외장의 정극 및 부극 단자에 각각 접속되어 있다. 축전지의 충방전 시에는, 전해질을 통해서 Li 이온이 정극 활물질과 부극 활물질을 이동하여, 전자가 활물질로부터 외부 단자로 흐른다.

[0086] 각 활물질은, 가역으로 삽입 또는 탈리 가능한 Li양과 전위를 갖고 있다. 일정한 충방전 전압의 범위에서, 축전지가 저장할 수 있는 에너지량은, 축전지 내의 정극 활물질과 부극 활물질의 양 및 그 조합에 따라 결정된다.

[0087] 또한, 충방전 시에는 Li 이온 전도, 전해질 중 Li 이온이 활물질 내부로 침입할 때의 전하 이동 저항, 전해질과

활물질의 계면에 형성되는 피막에 의한 저항, 활물질이나 집전박을 전자가 흐르는 전기 저항이 발생한다. 축전지의 내부 저항은 이들 Li 이온의 이동, 전자의 이동, 전하 이동 저항, 피막의 저항, 및 정극 및 부극 내에서의 확산 저항 등의 총합으로 된다.

[0088] 일반적으로, 리튬 이온 이차 전지 내부의 축전지 제어 시스템에서는, 안전성의 관점에서, 각 단위 전지의 전압, 전지 팩 내의 온도 등을 계측하고 있다. 이들의 계측 데이터에 기초하여, 전지 특성을 산출할 수 있으면, 산출에 드는 비용 및 시간을 억제할 수 있다.

[0089] 그러나, 충전 방전 조건이 조금씩 랜덤하게 변동하는 실사용 시의 축전지 거동을 해석하는 것은 매우 어렵다. 시간에 의존하는 저항, 확산 저항 및 완화 과정 등이 복잡하게 복합된 현상으로 되어, 계산 모델화가 용이하지 않기 때문이다. 한편, 예를 들어 일정 조건 하에서 행해진 전기 자동차의 충전과 같은 단순한 거동만을 대상으로 하면, 간략화 모델에 의해 해석이 가능하게 된다.

[0090] 따라서, 본 실시 형태에 따른 축전지 성능 추정 방법에서는, 일정 조건 하에서의 충전 또는 방전의 데이터(충방전 커브)에 의해 구해진, 각 활물질의 Li 삽입 이탈 반응에 대한 「전위-충전량」의 커브(곡선)에 기초하여, 각 활물질의 양, 충전 전류의 인가에 수반하는 내부 저항에 의한 축전지 전압의 상승(과전압)을 변수로 해서, 피팅 계산에 의해 변수의 값을 정한다. 이에 의해 용량 감소(각 활물질의 감소) 및 내부 저항의 증가를 추정할 수 있다.

[0091] 그러나, 실제 축전지의 사용 상황 하에서는, 외부 환경, 충전 시의 축전지의 상태 등에 의해 온도 조건이 변동된다. 축전지의 온도가 변화하면 축전지 성능도 변화한다. 특히 내부 저항은 온도의 저하 시에 더 크게 증가한다. 도 8은 각 온도에 있어서의 SOC와 반응 저항 R_{ct} 의 관계의 일례를 나타내는 도면이다. 반응 저항 R_{ct} 는 내부 저항의 성분 중 하나이다. 도 8에 나타내는 바와 같이, 온도의 차이에 따라, 반응 저항이 크게 차이를 알 수 있다. 이로 인해, 온도가 다른 측정 데이터의 해석 결과를 비교해도, 온도에 의한 해석 결과의 변동이 크게 영향을 미쳐서, 열화에 의한 내부 저항의 증가의 평가는 어렵다.

[0092] 따라서, 실사용 하의 축전지의 측정 데이터에 기초하여, 전지 특성을 추정하는 경우, 내부 저항의 온도 보정을 행함으로써, 전지 특성의 정밀도가 향상된다.

[0093] 축전지의 내부 저항은 복수 종류의 저항 성분이 복합되어 있다. 각 저항 성분은, 온도 의존성 및 열화에 의한 증가 속도가 다르다. 그 때문에, 열화의 진행에 의해, 저항이 차지하는 비율이 변화하고, 그에 수반하여 내부 저항 전체로서의 온도 의존성도 변화한다. 이것에 착안하여, 본 실시 형태의 축전지 성능 추정 방법에 있어서의 내부 저항의 온도 보정은, 내부 저항을, 반응 저항 R_{ct} , 확산 저항 R_d 및 오믹 저항 R_{ohm} 의 3개의 성분으로 나누고, 각각 고유의 온도 의존성에 따라, 기준 온도 T_0 에 따른 값으로 보정한 후에, 합산한다.

[0094] 구체적으로는, 이하의 수식에 의해, 측정 시의 축전지 온도로부터 기준 온도로의 보정을 행한다. 또한, 하기 식 중 R_{gas} 는 기체 상수를 나타낸다. T_0 은 기준 온도, T 는 측정 시의 축전지 온도를 나타낸다. R_1 은 상수를 나타낸다. E_a , E_b , E_c 는, 각각의 저항 성분의 온도 의존성을 결정하는 상수이다.

[0095] (반응 저항)

[0096]
$$R_{ct}(T) = R_{ct}(T_0) \times \exp(-E_a / (R_{gas} \cdot T)) / \exp(-E_a / (R_{gas} \cdot T_0))$$

[0097] (확산 저항)

[0098]
$$R_d(T) = R_d(T_0) \times \exp(-E_b / (R_{gas} \cdot T)) / \exp(-E_b / (R_{gas} \cdot T_0))$$

[0099] (오믹 저항)

[0100]
$$R_{ohm}(T) = (R_{ohm}(T_0) - R_1) \times \exp(-E_c / (R_{gas} \cdot T)) / \exp(-E_c / (R_{gas} \cdot T_0)) + R_1$$

[0101] 도 9는 각 저항 성분에 대해서 설명하는 도면이다. 오믹 저항은 전해액의 이온 전도 저항과 축전지 내의 전자 전도 저항을 포함한다. 온도 의존성이 상대적으로 작은 전자 전도 저항은 상수로 한다. 반응 저항은 전하 이동 저항과 표면 피막의 저항을 포함한다. 확산 저항은 활물질 내부, 전극 내의 리튬 이온 확산에 수반하는 저항을 포함한다.

[0102] 오믹 저항의 E_c 는, Li 이온의 전해액 중에서 이동에 수반하는 활성화 에너지를 나타낸다. 반응 저항의 E_a 는, 전해액 중에서 용매화된 Li 이온이 활물질 표면에서 탈용매화할 때의 에너지를 나타낸다. 확산 저항의 E_b 는,

활물질 내부에 있어서의 Li 이온 사이트간 이동에 수반하는 활성화 에너지로 고찰된다. 따라서, 열화 과정에서 이들의 값은 일정하며, 변화하지 않는다고 생각할 수 있다.

[0103] 이들 E_a , E_b , E_c 의 값은, 단위 전지의 교류 임피던스 측정, 전류 펄스 측정 등에 의해 산출할 수 있다. 해석 대상으로 하는 축전지에 관한 E_a , E_b , E_c 의 값은, 미리 측정값으로부터 산출해 두고, 기억부(24)에 기억한다. 그리고, 내부 저항의 온도 보정 연산 시에 참조하면 된다.

[0104] 이어서, 충방전 커브로부터의 전지 특성의 추산에 있어서, 내부 저항을 3개의 성분으로 나누어서 산출하는 방법에 대해서 설명한다.

[0105] 축전지의 열화 과정에 있어서, 내부 저항의 3개의 성분은 모두 상승하지만, 열화에 의한 증가의 속도는, 각 성분에 따라 다르다. 그 때문에, 평가하는 축전지 수명의 범위를 한정함으로써, 열화되지 않는다고 하는 가정이 성립하는 경우도 있을 수 있다. 예를 들어, 전기 자동차용 축전지이며, 평가의 하한을 잔류 용량 90 내지 70% 정도까지라고 상정한 경우에는, 사용 조건, 축전지의 구성 등에도 영향을 받지만, 축전지 수명을 통해서, 일부 저항 성분을 일정값과 근사시킬 수 있는 경우도 있을 수 있다.

[0106] (제1 방법)

[0107] 산출된 축전지의 내부 저항값으로부터의 3성분의 산출을 행하는 제1 방법은, 오믹 저항 성분 및 확산 저항 성분을 일정하다고 간주하여, 잔차를 반응 저항으로 간주하는 방법이다. 이 방법에서는, 오믹 저항 성분 및 확산 저항 성분에 대해서는, 열화에 의한 증가가 발생하지 않는다고 상정하고, 셀 온도에 의존하는 온도 변화만을 고려한다. 충방전 곡선의 해석에 있어서는, 어떤 온도 T에 대하여 추정된 내부 저항값으로부터, 온도 T에 있어서의 오믹 저항 성분 및 확산 저항 성분을 빼고, 그 나머지를 반응 저항 성분으로 한다. 그리고, 각각의 성분을 기준 온도 T0으로 온도 보정한 다음 합계하여, 기준 온도 T0에 있어서의 내부 저항값을 산출한다. 제1 방법은, 정부극의 활물질이 안정되어 있는 SOC의 범위 내이며, 온도는 실온 부근 이하, 축전지의 전류는 비교적 작다고 하는 완만한 사용 방법이 되는 경우에 적합하다.

[0108] (제2 방법)

[0109] 제2 방법은, 오믹 저항 성분 및 확산 저항 성분을, 이들 2개의 저항 성분 각각과, 누적 시간 또는 누적 전력량의 관계에 관한 함수에 의해 추산하고, 잔차를 반응 저항으로 하는 방법이다. 이 방법에서는, 오믹 저항 성분 및 확산 저항 성분에 관한 열화가, 시간 또는 충방전 사이클양에 상관한다고 상정하여, 오믹 저항 성분 및 확산 저항 성분을 산출한다. 충방전 곡선의 해석에 있어서는, 어떤 온도 T에 대하여 추정된 내부 저항값으로부터, 산출된 오믹 저항 성분 및 확산 저항 성분을 빼고, 나머지를 반응 저항 성분으로 한다. 그리고, 각각의 성분을 기준 온도 T0으로 온도 보정한 다음 합계하여, 기준 온도 T0에 있어서의 내부 저항값을 산출한다. 제2 방법은, 오믹 저항 성분 및 확산 저항 성분의 열화가, 비교적 작지만, 확실하게 진행되는 경우에 적합하다.

[0110] 또한, 누적 시간 또는 누적 전력량 중 어느 것을 사용할지는, 사용 환경 등에 따라 결정하면 된다. 예를 들어, 저장 시에 가스가 발생하거나 해서, 축전지의 열화가 진행되는 경우에는, 누적 시간에 의한 열화량 추정이 적합하다. 한편, 활물질의 체적 변화 등, 충방전 등의 처리의 사이클의 반복에 의한 축전지의 열화가 현저한 경우에는, 누적 전력량에 의한 열화량 추정이 적합하다.

[0111] 또한, 누적 시간 또는 누적 전력량의 데이터는, 미리 유지해 두는 것으로 한다. 누적 전력량은, 기기의 가동량, 예를 들어 차량이면 주행 거리로 대체해도 된다.

[0112] (제3 방법)

[0113] 제3 방법은, 반응 저항 성분 및 확산 저항 성분이, 미리 유지하는 각 활물질의 확산 저항과 충전량의 데이터, 또는 반응 저항과 충전량의 데이터에 의해 추산되며, 잔차를 오믹 저항 성분으로 하는 방법이다. 제3 방법에 있어서는, 제1 및 제2 방법과는 다르게, 충방전 곡선의 해석에 있어서, 활물질의 반응 저항-충전량 커브, 확산 저항-충전량 커브, 또는 축전지의 내부 저항-충전량 커브를 참조하여 회귀 계산함으로써, 반응 저항 및 확산 저항의 값을 추정하는 방법이다. 활물질의 저항 성분이 충전량, 즉 SOC에 대하여 의존성을 갖고 있으며, 열화해도 그 의존성의 경향은 변화하지 않는 것을 이용하여, 축전지의 내부 저항-충전량의 경향으로부터, 내부 저항의 조성의 추정을 행한다.

[0114] 활물질의 반응 저항-충전량 커브 및 확산 저항-충전량 커브는, 미리 측정할 필요가 있다. 또한, 열화에 의한 변화의 양태도 축전지의 구성에 따르기 때문에, 미리 측정해 둘 필요가 있다. 예를 들어, 저항성의 표면 피막이 형성되는 경우에는, 내부 저항이 균일하게 일정값씩 증가하고, 활물질이 감소하는 경우에는, 균일하게 n배가

되는 거동을 취한다고 생각된다.

- [0115] 제3 방법은, 반응 저항-충전량에 현저한 변화가 있고, 그 결과로서 축전지로서의 반응 저항에 충전량의 의존성이 명확하게 나타나 있는 경우에 적합하다.
- [0116] (제4 방법)
- [0117] 제4 방법은, 미리 유지하는 각 활물자의 확산 저항-충전량, 반응 저항-충전량 및 오믹 저항-충전량 데이터를 사용해서 회귀 계산함으로써, 반응 저항 성분, 오믹 저항 성분 및 확산 저항 성분을 추정하는 방법이다. 제3 방법에서는, 확산 저항-충전량, 반응 저항-충전량만을 사용했지만, 제4 방법에서는, 오믹 저항-충전량 데이터도 사용하는 것이 특징이다. 활물질의 오믹 저항-충전량의 의존성에 특징이 있는 경우, 예를 들어 충방전에 의해 활물질의 전자 도전성이 크게 변화하는 경우에 유효하다.
- [0118] 전지 특성 산출부(253)는 보정된 내부 저항을 사용해서, 실제로 출력 가능한 전력량 등을 전지 특성으로서 산출해도 된다. 실제로 출력 가능한 전력량은, 충전량-OCV 곡선과, 방전 가능한 전기량과, 보정된 내부 저항에 기초하여 산출할 수 있다.
- [0119] 충전 패턴 작성부(27)는 전지 특성 추정부(25)가 추정한 내부 상태 파라미터 또는 전지 특성의 추정값과, 열화 속도의 지정값에 기초하여, 충전 패턴을 산출한다. 충전 패턴에 있어서의 충전 전류의 값은, 충전에 의한 열화 속도가 지정된 값 이하가 되도록 산출된다.
- [0120] 열화 속도는 이차 전지의 열화가 진행되는 속도를 나타낸다. 열화 속도의 지정값은, 미리 열화 정보 기억부(271)에 기억되어 있어도 되고, 도시되지 않은 입력부를 통해서, 유저 등으로부터 받아들여도 된다.
- [0121] 열화 정보 기억부(271)는, 충전 제어 장치(2)가 축전지(1)의 충전 패턴을 산출할 때에 필요로 하는, 이차 전지의 열화에 관한 정보(데이터)를 저장한다. 이후, 당해 정보를 열화 정보라고 기재한다. 열화 정보는, 충전 패턴을 산출할 때에 참조되는 그래프 또는 함수 등의 참조 데이터라고 할 수 있다. 또한, 축전지(1)와 구별하기 쉽게 하기 위해, 열화 정보에는 적어도 열화 모델 또는 열화 맵이 포함된다.
- [0122] 열화 정보 기억부(271)는, 열화 정보 이외의 정보를 기억해도 된다. 예를 들어, 충전 패턴 작성부(27)의 처리에 사용되는 제약 조건 등을 기억해도 된다. 작성된 충전 패턴이 기억되어도 된다. 또한, 열화 정보 기억부(271)는 기억부(24)와 동일해도 된다.
- [0123] 먼저, 열화 모델에 대해서 설명한다. 도 10은 열화 모델에 대해서 설명하는 도면이다. 도 10에는, 열화 속도를 산출하기 위한 그래프인 열화 속도 산출 그래프의 예가 나타나 있다. 열화 속도 산출 그래프는, 이차 전지에 관한 파라미터와 열화 속도의 관계를 나타내는 그래프이다. 이후, 이 이차 전지에 관한 파라미터를, 참조 파라미터라고 기재한다.
- [0124] 열화 모델이란, 이차 전지의 열화가 어떻게 진행되는지를 나타낸 것이며, 예를 들어 이들 열화 속도 산출 그래프 전체를 가리킨다. 열화 속도 산출 그래프는, 이차 전지에 대하여 행해진 검사의 결과에 기초하여 산출된 그래프이다. 본 실시 형태에서는, 열화 속도 산출 그래프는 미리 산출되어, 열화 정보 기억부(271)에 기억되어 있는 것을 상정한다.
- [0125] 열화 속도 산출 그래프는, 어떤 전제 조건을 만족하는 복수의 이차 전지의 검사 결과로부터 도출된다. 전제 조건은 특별히 한정되는 것은 아니고, 다양한 전제 조건이 있는 것으로 한다. 예를 들어, 단위 전지의 정극의 활물질량이 소정의 범위 내인 것을 전제 조건으로 한다. 그리고, 당해 전제 조건을 만족하는 복수의 이차 전지에 대해 검사를 행하고, 검사 결과에 기초하여 열화 속도 산출 그래프를 산출한다. 이때, 검사 결과에 대하여 내부 상태 파라미터의 추정을 행하여, 정극의 활물질량의 변화 및 부극 활물질량의 변화로부터, 정극 열화 모델과 부극 열화 모델을 얻을 수 있다. 축전지(1)의 정극의 활물질량이 당해 소정의 범위에 포함되는 경우, 즉 축전지(1)가 당해 전제 조건을 만족하는 경우, 당해 전제 조건에 의해 산출된 열화 속도 산출 그래프에 의해, 축전지(1)의 열화 속도를 예측할 수 있다. 또한, 열화 속도 산출 그래프의 작성 방법은, 특별히 한정되는 것은 아니고, 임의로 정해도 된다.
- [0126] 그 외에도, 예를 들어 이차 전지의 보관 또는 사용 시의 환경에 관한 사항을 전제 조건으로 해도 된다. 환경에 관한 전제 조건으로서, 온도, 습도와 같은 사항이 생각된다. 또한, 예를 들어 이차 전지의 사용 이력에 관한 사항을 전제 조건으로 해도 된다. 사용 이력에 관한 전제 조건으로서, 충전 또는 방전의 횟수, 사용된 총 시간 등이 생각된다.

- [0127] 이차 전지의 열화 원인으로서, 전해액과의 반응성, 활물질의 팽창 수축에 의한 파손 등이 상정되지만, 이차 전지의 열화의 원인을 특정하는 것은 용이하지 않다. 또한, 이차 전지의 보관 상황, 사용 이력 등에 의해 열화의 상황도 다르다. 그러므로, 미리 다양한 전제 조건 및 참조 파라미터에 있어서의 열화 속도 산출 그래프를 산출해 두고, 축전지(1)의 상태에 합치하는 열화 속도 산출 그래프를 사용한다. 즉, 축전지(1)의 상태와 동일 정도의 상태인 이차 전지의 검사 결과에 기초하여 산출된 열화 속도 산출 그래프가 사용된다. 이에 의해, 축전지(1)의 열화 속도를 고정밀도로 예측할 수 있다.
- [0128] 다양한 종류의 검사가 행해짐으로써, 참조 파라미터도 다수의 종류가 있는 것으로 한다. 예를 들어, 정극 또는 부극의 활물질 SOC, C-rate(충방전 전류값), 전위와 같은 이차 전지의 상태를 나타내는 참조 파라미터가 생각된다. 또한, 온도, 습도 등 환경에 관한 사항 또는 이차 전지의 사용 이력에 관한 사항을 참조 파라미터로서 사용해도 된다. 또한, 전제 조건은 상수인 참조 파라미터라고도 할 수 있다.
- [0129] 도 10의 (A)는, 어떤 전제 조건을 만족하는 이차 전지에 있어서의 SOC와 정극의 열화 속도의 관계를 나타내는 (SOC-열화 속도) 그래프이다. 횡축이 SOC를 나타내고, 종축이 정극의 상대적인 열화 속도를 나타낸다. 상대적인 열화 속도는, 열화 속도가 가장 낮을 때의 값을 1이라 했을 때의 상대값을 나타낸다. 이후, 특별한 언급이 없을 때는, 열화 속도는 상대값을 나타내는 것으로 한다. 도 10의 (A)는, 어떤 전제 조건을 만족하는 이차 전지의 SOC가 20% 내지 60%일 때는 정극의 열화 속도가 낮고, SOC가 20% 미만까지와, SOC가 60%를 초과했을 때는 정극의 열화 속도가 높은 것을 나타낸다.
- [0130] 도 10의 (B)는, 어떤 전제 조건을 만족하는 이차 전지에 있어서의 SOC와 부극의 열화 속도의 관계를 나타내는 그래프이다. 도 10의 (A)의 그래프와 다르게, SOC가 20% 미만까지의 범위에서도, 부극의 열화 속도가 낮다. 이와 같이, 동일한 참조 파라미터라 하더라도, 정극과 부극의 열화 속도가 같다고는 할 수 없다.
- [0131] 도 10의 (C)는, 이차 전지의 온도와 열화 속도의 관계를 나타내는 그래프이다. 사용 시, 보관 시 등에 있어서의 온도에 대한 열화 속도의 의존성이 나타난다. 도 10의 (D)는, 이차 전지의 C-rate와 열화 속도의 관계를 나타내는 그래프이다. 열화 속도의 C-rate에 대한 열화 속도의 의존성이 나타나 있다.
- [0132] 또한, 열화 속도 산출 그래프 대신에 열화 속도를 산출하기 위한 함수를 사용해도 된다. 예를 들어, 열화 속도 산출 그래프의 근사 함수를 사용해도 된다.
- [0133] 이어서, 열화 맵에 대해서 설명한다. 도 11은 열화 맵에 대해서 설명하는 도면이다. 열화 맵은 복수의 요소를 포함하는 다차원의 그래프이며, 열화 모델의 열화 속도 산출 그래프의 집합체이다. 예를 들어, 열화 맵은 온도와 SOC와 충전 전류 값에 대하여 열화 속도를 정량적으로 맵화한 것이다. 또한, 열화 맵도, 열화 모델과 마찬가지로, 정극 및 부극마다 존재해도 된다. 정극 열화 맵과 부극 열화 맵으로부터 이차 전지의 열화 맵을 작성할 수 있다.
- [0134] 도 11의 (A)는, SOC가 있는 값일 때, 온도와, C-rate와, 열화 속도의 3개의 참조 파라미터의 관계를 나타내는 3차원 그래프이다. 도 11의 (A)의 열화 맵은, SOC의 값마다 존재한다. 온도의 축에 수직인 평면에 있어서의 도 11의 (A)의 단면 그래프(2차원 그래프)는, 전제 조건이 SOC와 온도이고, 참조 파라미터가 C-rate인 열화 속도 산출 그래프가 된다. C-Rate의 축에 수직인 평면에 있어서의 도 11의 (A)의 단면 그래프는, 전제 조건이 SOC와 C-rate이고, 참조 파라미터가 온도인 열화 속도 산출 그래프가 된다. 이와 같이, 전제 조건은 참조 파라미터의 1종이다.
- [0135] 도 11의 (B)는, SOC와, 온도와, 이차 전지에 대한 충전 전류의 상한값의 3개의 참조 파라미터의 관계를 나타내는 3차원 그래프이다. 또한, 충전 전류의 상한값을, 전류 상한값(제1 상한값)이라고 기재한다. 온도 및 허용할 수 있는 열화 속도가 지정된 경우, SOC의 값마다의 도 11의 (A)를 사용하여, SOC의 값마다의 C-rate의 값이 산출됨으로써, 도 11의 (B)가 생성된다.
- [0136] 예를 들어, 도 11의 (A)의 그래프는, SOC가 40%일 때의 그래프로 한다. 그리고, 전제 조건으로서 온도가 -10℃, 허용할 수 있는 열화 속도가 20 이하로 지정되었다고 하자. 도 11의 (A)에 의해, C-rate의 최댓값은 4C로 판명된다. 1C-rate는, 전지 용량 한도까지 충전(방전)된 이차 전지의 전기를 1시간에 방전(충전)하기 위한 전류값과 같다. 이차 전지의 전지 용량을 2500mAh로 한 경우, C-rate의 최댓값이 4C이므로, 전류 상한값은 10A가 된다. 그리고, SOC가 40%, 온도가 -10℃, 전류 상한값이 10A인 점이 플롯되어, 도 11의 (B)와 같이 된다.
- [0137] 또한, 도 11의 (A)와 도 11의 (B)에서는, 참조 파라미터가 C-rate에서와 SOC에서 다르기 때문에, C-rate와 SOC의 변환을 행하였지만, 참조 파라미터가, 도 11의 (A)와 도 11의 (B)에서 동일한 경우도 있을 수 있다. 또한,

설명의 편의상, 도 11의 (A)와 도 11의 (B)의 2개의 열화 맵을 사용해서 설명했지만, 도 11의 (A)와 도 11의 (B)가 합쳐진 열화 맵이어도 된다.

- [0138] 이와 같이 열화 모델 및 열화 맵은, 이차 전지의 열화 속도와, SOC, C-rate 등의 하나 이상의 참조 파라미터와, 전류 상한값의 관계를 나타내는 데이터를 포함한다.
- [0139] 또한, 충전 패턴 작성부(27)는 열화 모델에 기초하여 열화 맵을 생성해도 되고, 열화 맵에 기초하여 열화 모델을 생성해도 된다.
- [0140] 열화 정보 취득부(272)는 전지 특성 추정부(25)로부터, 내부 상태 파라미터 및 전지 특성 중 적어도 어느 것에 관한 추정값을 취득한다. 그리고, 취득한 추정값에 기초하여, 열화 정보 기억부(271)로부터, 축전지(1)에 대응하는 열화 정보(제1 참조 데이터)를 취득한다. 또한, 정극에 관한 추정값에 기초하여 정극에 대응하는 열화 정보(제2 참조 데이터)를 취득하고, 부극에 관한 추정값에 기초하여 부극에 대응하는 열화 정보(제3 참조 데이터)를 취득해도 된다. 예를 들어, 내부 상태 파라미터로서 산출된 정극 또는 부극의 초기 충전량에 기초하여 열화 정보가 취득되어도 된다. 예를 들어, 내부 상태 파라미터로서 산출된 정극 또는 부극의 질량에 기초하여 열화 정보가 취득되어도 된다. 예를 들어, 전지 특성으로서 산출된 개회로 전압에 기초하여 열화 정보가 취득되어도 된다.
- [0141] 미리 열화 정보를 작성해 둬에 있어서의 이차 전지의 전제 조건을, 축전지(1)의 추정값이 만족되는 경우, 당해 열화 정보는 축전지(1)에 대응한다고 할 수 있다. 예를 들어, 정극의 활물질량이 소정의 범위 내라고 하는 전제 조건을 만족하는 복수의 이차 전지에 기초하여 열화 정보가 작성되어 있는 경우, 축전지(1)의 정극의 활물질량의 추정값이 당해 소정의 범위 내일 때는, 당해 열화 정보는 축전지(1)에 대응한다고 할 수 있다. 또한, 축전지(1)에 대응하는 열화 정보란, 축전지(1)의 충전 패턴을 작성하기에 적합한 열화 정보라고 할 수 있다.
- [0142] 또한, 열화 정보 취득부(272)는 복수의 추정값에 기초하여, 열화 정보를 취득해도 된다. 복수의 추정값에 합치하는 열화 정보를 사용한 경우, 하나의 추정값에 합치하는 열화 정보를 사용한 경우보다, 전류 상한값의 정밀도는 향상될 것으로 생각된다.
- [0143] 상한값 데이터 산출부(273)는, 축전지(1)에 대응하기로 되어 있는 열화 정보와, 지정된 열화 속도의 값에 기초하여, 열화 진행을 고려한, 축전지(1)의 전류 상한값을 산출한다. 여기에서는, 열화 속도가 지정값 이하가 되기 위한 전류 상한값을 산출한다.
- [0144] 도 12는 충전 전류의 상한값의 산출에 대해서 설명하는 도면이다. 도 12의 (A)의 그래프는, 열화 진행을 고려한 경우에 있어서의, 축전지(1)의 SOC와, 축전지(1)의 정극에 있어서의 전류 상한값의 관계를 나타낸다. 도 12의 (B)의 그래프는, 열화 진행을 고려한 경우에 있어서의, 축전지(1)의 SOC와, 축전지(1)의 부극에 있어서의 전류 상한값의 관계를 나타낸다. 이와 같이, 상한값 데이터 산출부(273)는, 참조 파라미터와 전류 상한값의 관계를 나타내는, 그래프 또는 함수 등의 데이터를 산출한다. 당해 관계 데이터를 상한값 데이터라고 기재한다.
- [0145] 또한, 도 12의 (A) 및 (B)와 같이, 상한값 데이터 산출부(273)는, 정극 및 부극의 양쪽에 대하여, 참조 파라미터와, 충전 전류의 각 극에 있어서의 전류 상한값의 관계를 나타내는 상한값 데이터를 산출해도 된다. 예를 들어, 도 11의 (B)가 이차 전지의 정극에 관한 열화 맵이며, 전제 조건으로서 온도가 -10℃인 경우를 상정한다. 당해 상정의 경우, 도 11의 (B)의 -10℃에 있어서의 그래프가, 도 12의 (A)가 된다.
- [0146] 도 12의 (C)는, 축전지(1)의 전류 상한값을 도시하는 도면이다. 도 12의 (A)와 도 12의 (B)를 비교하면 알 수 있듯이, 열화 진행을 고려한 경우에 있어서 각 극의 전류 상한값은, 정극과 부극에서 다른 경우도 있다. 이러한 경우, 전류 상한값(제1 상한값)은, 정극에 있어서의 전류 상한값(제2 상한값)과, 부극에 있어서의 전류 상한값(제3 상한값)에 기초하여 정해진다. 한쪽 전극에 있어서의 전류 상한값이 높다 하더라도, 다른 쪽 전극에 있어서의 전류 상한값이 낮은 경우에 있어서, 전류 상한값을 높은 쪽으로 하면, 다른 쪽 전극의 열화의 속도가 상승해버린다. 따라서, 전류 상한값은, 정극에 있어서의 전류 상한값과, 부극에 있어서의 전류 상한값 중, 작은 쪽에 의존하는 것이 바람직하다. 이에 의해, 정극 및 부극 각각의 열화를 고려한 충전 패턴을 산출할 수 있다.
- [0147] 예를 들어, 도 12에서는, SOC가 0 내지 20%인 범위에 있어서, 정극의 전류 상한값은 부극의 전류 상한값보다 작다. 따라서, SOC가 0 내지 20%인 범위에 있어서, 축전지(1)의 전류 상한값은 정극의 전류 상한값과 일치한다. 또한, SOC가 70 내지 100%인 범위에 있어서, 정극의 전류 상한값은 부극의 전류 상한값보다 크다. 따라서, SOC가 70 내지 100%인 범위에 있어서, 축전지(1)의 전류 상한값은 부극의 전류 상한값과 일치한다. 또한, 도 12의 (C)에서는, 전류 상한값을, 정극의 전류 상한값 및 부극의 전류 상한값이 작은 쪽에 일치시켰지만, 전류 상한값

은, 정극의 전류 상한값 및 부극의 전류 상한값의 작은 쪽보다 작아도 된다.

- [0148] 도 12의 (D)는, 참조 파라미터로서 전압이 사용된 상한값 데이터이다. 충전이 행해지면, 축전지(1)의 전압이 상승한다. 도 12의 (D)에서는, 전압이 3V 내지 3.3V 부근까지의 범위가, SOC가 0 내지 20%인 범위에 해당한다. 전압이 3.3V 부근 내지 3.8V 부근까지의 범위가, SOC가 20 내지 60%인 범위에 해당한다. 전압이 3.8V 부근 내지 4.2V 부근까지의 범위가, SOC가 60 내지 100%인 범위에 해당한다. SOC로부터의 전압으로의 변환은, 전지 특성 추정부(25)가 산출한 SOC-OCV 곡선과, 상술한 전압의 산출식을 사용하면 된다. 이와 같이, 상한값 데이터에 관한 파라미터는, 다양한 참조 파라미터를 사용해도 된다.
- [0149] 또한, 도 12의 예에서는, SOC에 관한 상한값 데이터에 기초하여, 축전지(1)의 전압에 관한 상한값 데이터를 산출한다고 설명했다. 즉, 도 12의 (C) 내지 도 12의 (D)를 생성하는 것을 상정했다. 그러나, 정극의 SOC에 관한 상한값 데이터를, 정극의 전압에 관한 상한값 데이터로 변환하고, 부극의 SOC에 관한 상한값 데이터를, 부극의 전압에 관한 상한값 데이터로 변환하고, 정극의 전압에 관한 상한값 데이터와 부극의 전압에 관한 상한값 데이터를 통합함으로써, 축전지(1)의 전압에 관한 상한값 데이터가 산출되어도 된다.
- [0150] 또한, 전류 상한값은, 소정의 충전 제약 조건을 고려하여, 더욱 작게 해도 된다. 충전 제약 조건은, 예를 들어 축전지(1)의 입력 규격, 충전 제어 장치(2)의 출력 규격 등이 있다.
- [0151] 이와 같이 해서, 상한값 데이터 산출부(273)는, 열화 속도가 지정된 값 이하가 되기 위한 충전 전류의 상한값을 산출하고, 산출된 상한값과, 어떤 참조 파라미터의 관계를 나타내는 상한값 데이터를 산출한다.
- [0152] 충전 패턴 산출부(274)는, 상한값 데이터 산출부(273)에 의해 산출된 상한값 데이터에 기초하여, 충전 패턴을 산출한다. 충전 패턴은 축전지(1)가 충전되는 기간에 있어서, 참조 파라미터와 충전 전류의 값(전류값)의 관계를 나타내는 데이터이다. 도 13은 충전 패턴의 산출에 대해서 설명하는 도면이다. 도 13의 막대 그래프는, 참조 파라미터와, 충전 전류의 값의 관계를 나타낸다. 도 13의 막대 그래프의 집합이, 충전 패턴이라고 할 수 있다. 도 13에 도시한 바와 같이, 전류값은, 전류 상한값을 초과하지 않도록 정해진다.
- [0153] 여기에서는, 정전류 충전 구간에 있어서의 충전 패턴을 상정하기 위해서, 충전 기간 내의 복수의 구간에 있어서, 전류값이 일정하게 되어 있다. 전류값은, 상한값 이하이면 임의로 정해도 된다. 복수의 구간에 있어서의 전류 상한값의 최저값을, 당해 구간에 있어서의 충전 전류의 값으로 해도 된다. 전류값의 산출 방법은, 복수의 구간마다 달라도 된다. 또한, 정전류라고 하는 조건이 없으면, 정전류로 하지 않아도 된다. 예를 들어, 충전 패턴의 전류값은, 전류 상한값의 몇% 작은 값으로 해도 된다.
- [0154] 도 13에서는, 상한값 데이터의 상한값이 변화할 때마다, 충전 기간 내의 복수의 구간이 정해져 있다. 즉, 산출되는 충전 패턴은 열화 속도의 상한값이 다른 복수의 구간으로 나뉘고, 당해 구간에 있어서 충전 전류의 값이 정해진다. 그러므로, 충전 전류의 값을 허용 가능한 범위에서 크게 하면, 열화를 억제하면서도 고속으로 축전지(1)를 충전할 수 있다. 또한, 축전지(1)의 내부 상태를 파악하기 위한 복잡한 검사를 행하지 않아도, 축전지(1)의 전압 및 전류의 계측 데이터에 기초하여, 축전지(1)의 내부 상태를 파악할 수 있어, 충전 패턴의 전류값이 열화 속도의 허용 범위에 있을 가능성이 높아진다.
- [0155] 또한, 충전 패턴의 전류값은, 각 구간에 있어서 일정하다고 상정하고 있지만, 충전 패턴의 전류값을, 상한값과 하한값이 정해진 범위로 지정해도 된다. 예를 들어, 한번 산출된 전류 상한값의 상하 몇% 정도의 범위를, 충전 패턴의 전류값으로서 지정해도 된다. 이에 의해, 충전 중에 계측부(22)에 의해 측정된 축전지(1)의 상태 등을 고려하여, 충방전 제어부(21)가 당해 범위 내에 있어서 전류값을 조정할 수 있다.
- [0156] 도 13의 (B)에 도시한 바와 같이, 전압값에 기초하는 상한 데이터에 기초하여, 전압값에 기초하는 충전 패턴도 작성할 수 있다. 도 13의 (B)와 같이, 충전 시에 용이하게 측정하는 것이 가능한 전압 등이 참조 파라미터로서 사용된 충전 패턴을 산출하면, 계측부(22)에 의한 전압의 계측 결과와 연동해서, 충전을 행하게 할 수 있다.
- [0157] 또한, 전압값에 기초하는 충전 패턴을 산출할 수 있으면, 내부 상태 파라미터는 측정할 수 없더라도, 축전지의 전압을 측정할 수 있는 전자 기기에서도 충전 패턴을 따른 충전을 행할 수 있다. 이에 의해, 내부 상태 파라미터는 직접 측정하는 기능이 불필요해져서, 전자 기기의 제조에 드는 비용의 억제를 도모할 수 있다.
- [0158] 또한, 충전 패턴을 산출할 때에 소정의 충전 제약 조건을 고려하여, 조건을 만족하는 충전 패턴을 작성해도 된다. 예를 들어, 한번 산출된 충전 패턴에 따라, 축전지(1)를 충전한 경우에, 소정 시간 내에 충전이 끝나지 않는다고 하는 경우도 있을 수 있다. 그러한 경우, 열화 진행과 충전 시간의 어느 것을 우선시키느냐에 따라, 충전 패턴을 변화시켜도 된다. 충전 시간을 우선시키는 경우에는, 예를 들어 어느 구간에 있어서, 전류 상한값

을 넘은 전류를 흘리기로 하는 충전 패턴이 산출되어도 된다. 또한, 전류 상한값을 넘은 전류를 흘리는 구간은, 충전 패턴의 열화 속도의 총합 등을 비교해서 결정해도 된다.

- [0159] 도 14는 충전 패턴 산출 처리의 흐름도의 일례를 나타내는 도면이다. 충전 패턴 산출 처리는, 전지 특성 추정부(25) 또는 내부 저항 보정부(26)에 의한 축전지(1)의 전지 특성 등이 산출되고 나서, 축전지(1)의 충전 전에 행해지면 된다.
- [0160] 열화 정보 취득부(272)는 전지 특성 추정부(25) 또는 내부 저항 보정부(26)로부터, 취득한 내부 상태 파라미터 또는 전지 특성의 추정값에 기초하여, 열화 정보 기억부(271)로부터, 축전지(1)에 대응하는 열화 정보를 취득한다(S501).
- [0161] 또한, 열화 정보 기억부(271)가 데이터베이스 등으로 실현되고 있는 경우에는, 전지 특성 등을 속성으로서 열화 정보와 대응해서 기록해 두면, RDBMS 등의 관리 기능을 사용함으로써, 전지 특성 등의 추정값에 기초하여 열화 정보를 추출할 수 있다. 또한, 추정값과, 열화 정보에 대응하는 전지 특성 등의 값은, 완전히 일치하지 않아도 소정의 허용 범위 내이면 추출해도 된다.
- [0162] 상한값 데이터 산출부(273)는, 열화 정보 취득부(272)에 의해 취득된 열화 정보에 기초하여, 정극 및 부극에 있어서, 참조 파라미터와, 전류 상한값의 관계를 나타내는 상한값 데이터를 산출한다(S502). 상한값 데이터 산출부(273)는, 정극 및 부극의 상한값 데이터를 통합하여, 축전지(1)의 상한값 데이터를 산출한다(S503). 충전 패턴 산출부(274)는 상한값 데이터 산출부(273)에 의해 산출된 축전지(1)의 상한값 데이터에 기초하여, 충전 패턴을 산출한다(S504). 이상이, 충전 패턴 산출 처리의 흐름도이다. 또한, 산출된 충전 패턴은 열화 정보 기억부(271)로 보내져도 되고, 기억부(24)로 보내져도 되고, 충방전 제어부(21)로 보내져도 된다.
- [0163] 또한, 한번 산출된 충전 패턴은 축전지(1)의 상태에 변화가 있었다고 판단된 경우에 재작성되어도 된다. 축전지(1)의 상태에 변화가 있었다고 판단하는 것은, 전지 특성 추정부(25)여도 되고, 충전 패턴 작성부(27)여도 된다. 또는, 도시되지 않은 출력부를 통해서 축전지(1)의 상태를 출력하고, 당해 출력을 본 축전지(1)의 유저, 충전 제어 장치(2)의 관리자 등이, 도시되지 않은 입력부를 통해서, 충전 패턴의 갱신을 지시해도 된다.
- [0164] 축전지(1)의 상태에 변화가 있었는지 여부는, 미리 갱신을 위한 기준값을 정해 두고, 기준값에 기초하여 판단하면 된다. 예를 들어, 전지 용량이 기준값보다 저하된 경우, 내부 저항이 기준값보다 증가한 경우, 또는 내부 상태 파라미터의 변화량이 기준값보다 큰 경우에, 축전지(1)의 상태가 변화했다고 판단해도 된다. 당해 기준값은 임의로 정하면 된다.
- [0165] 도 15는 충전 패턴 갱신 처리의 흐름도의 일례를 나타내는 도면이다. 여기에서는, 충전 패턴 작성부(27)가 갱신을 판단하는 것을 상정한다. 열화 정보 취득부(272)가, 전지 특성 추정부(25) 또는 내부 저항 보정부(26)로부터 전지 특성 등의 추정값을 취득하고, 취득한 전지 특성 등에 대응하는 갱신 조건을 열화 정보 기억부(271)로부터 취득한다(S601). 갱신 조건은 미리 열화 정보 기억부(271)에 기억되어 있는 것을 상정한다. 그리고, 열화 정보 취득부(272)는 취득한 전지 특성 등이 갱신 조건을 만족하는지를 확인한다(S602).
- [0166] 전지 특성 등이 갱신 조건을 만족하지 않는 경우(S603의 아니오)에는, 갱신 처리가 종료된다. 전지 특성 등이 갱신 조건을 만족하는 경우(S603의 예)에는, 충전 패턴 작성 처리를 개시한다(S604).
- [0167] 또한, 추정값이 복수인 경우, 열화 정보 취득부(272)는 적어도 하나의 전지 특성 등이 갱신 조건을 만족하는 경우에 갱신을 행한다고 판단해도 된다. 혹은, 소정수 이상 또는 모든 전지 특성 등이 갱신 조건을 만족하는 경우에 갱신을 행한다고 판단해도 된다. 또한, 추정값이 갱신 조건을 만족하는지 여부를 확인하는 것은, 열화 정보 취득부(272)에 한정되는 것은 아니다.
- [0168] 또한, 상기에서는, 충전 패턴의 갱신은, 전지 특성 추정부(25) 등에 의한 전지 특성 등의 추정값이 갱신 조건을 만족하는 경우에 행해지는 것을 상정했다. 그러나, 충전 제어 장치(2)의 부하 등의 문제에 의해, 전지 특성 등의 추정 처리를 빈번히 행할 수 없는 경우도 있을 수 있다. 이러한 경우에는, 충전 패턴 산출부(274)는, 전지 특성 등의 예상값에 기초하여, 갱신 조건을 만족하는지 여부를 판단해도 된다. 이에 의해, 축전지(1)의 검사의 간격을 길게 해도, 충전 패턴의 갱신이 행해지지 않는 사태를 방지할 수 있다. 전지 특성 등의 예상값은, 충전 패턴 산출부(274)가 열화 정보에 기초하여 산출해도 된다. 또는, 열화 정보가 아닌, 소정의 예측식에 기초하여 산출되어도 된다.
- [0169] 이상과 같이, 제1 실시 형태에 따르면, 이차 전지의 전압 및 전류에 기초하여, 축전지(1)의 내부 상태 파라미터 및 전지 특성을 추정할 수 있다. 그리고, 내부 상태 파라미터 또는 전지 특성의 추이값에 기초하여, 충전에 의

한 열화 속도가 지정값 이하가 되는 충전 패턴을 작성할 수 있다. 당해 충전 패턴에 기초하여 충전이 행해짐으로써, 고속으로 충전지(1)를 충전해도, 충전지(1)의 열화를 허용 범위로 억제할 수 있다.

[0170] (제2 실시 형태)

[0171] 제1 실시 형태에서는, 열화 정보 취득부(272)는 열화 정보 기억부(271)에 기억된 열화 정보로부터, 충전지(1)에 대응하는 열화 정보를 취득했다. 그러나, 충전지(1)의 상태는 다양하기 때문에, 열화 정보를 열화 정보 기억부(271)에 모두 축적하려 하면, 열화 정보 기억부(271)의 용량이 비대화된다. 또한, 당해 충전지(1)에 대응하는 열화 정보가 열화 정보 기억부(271)에 없는 경우도 있을 수 있다. 그러므로, 제2 실시 형태에서는, 외부로부터의 열화 정보의 취득 및 갱신을 행한다. 이에 의해, 열화 정보 기억부(271)에 기억되는 열화 정보의 양을 저감시킬 수 있어, 충전 패턴 작성부(27)의 소형화 및 충전 패턴 작성부(27)의 제조에 드는 비용의 삭감을 실현할 수 있다. 또한, 대응하는 충전지(1)의 종류를 늘릴 수 있다.

[0172] 도 16은 제2 실시 형태에 따른 충전 시스템의 개략 구성의 일례를 나타내는 블록도이다. 제2 실시 형태에서는, 열화 정보 취득부(272)가 외부와 접속되어 있는 점이 제1 실시 형태와는 다르다. 제1 실시 형태와 마찬가지로, 설명을 생략한다.

[0173] 열화 정보 취득부(272)는 열화 정보를 제공하는 장치 등과, 유선 혹은 무선 통신, 또는 전기 신호로 접속되고, 데이터의 수수가 가능하게 한다. 열화 정보를 제공하는 장치 등은, 특별히 한정되는 것은 아니고, 열화 정보가 축적되어 있는 외부 데이터베이스(3)여도 되고, 열화 정보를 생성해서 제공하는 열화 정보 제공 서버(4)여도 된다. 이후, 열화 정보를 제공하는 장치 등을, 열화 정보 제공 장치라고 기재한다. 열화 정보 취득부(272)는 통신 네트워크(5)를 통해서, 열화 정보 제공 장치와 접속되어도 된다. 또는, 디바이스 인터페이스에 의해, 외부 데이터베이스(3)와 직접 또는 간접적으로 접속되어 있어도 된다.

[0174] 열화 정보 취득부(272)에 의한 열화 정보의 취득이 행해지는 타이밍은, 충전지(1)에 대응하는 열화 정보가 없는 경우에 행해지는 것을 상정하지만, 특별히 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 열화 정보 제공 장치가 새로운 열화 정보를 생성한 경우에 행해져도 되고, 정기적으로 행해져도 된다. 필요한 열화 정보가 열화 정보 기억부(271)에 없는 경우에는, 충전지(1)의 규격, 전지 특성, 내부 상태 파라미터 등에 기초하여, 이들에 대응하는 열화 정보가 취득된다. 또한, 조건 등을 지정하지 않고, 열화 정보 제공 장치로부터 열화 정보를 취득해도 된다. 또한, 취득한 열화 정보 중, 불필요로 하는 열화 정보는, 열화 정보 기억부(271)에 기억되지 않아도 된다.

[0175] 또한, 열화 정보 기억부(271)는, 내부에 기억되어 있는 열화 정보를 삭제해도 된다. 예를 들어, 용량 절약을 위해서, 사용 횟수가 적은 열화 정보, 사용 기한이 끝난 열화 정보 등 소정의 삭제 조건을 만족하는 열화 정보는, 열화 정보 기억부(271)에 기억되어 있지 않아도 된다.

[0176] 또한, 열화 정보 취득부(272)는 열화 정보 이외의 정보를 취득해도 된다. 또한, 열화 정보 제공 장치 이외의 장치 등과도 접속되어 있어도 된다. 예를 들어, 충전지(1)를 관리하는 서버 등으로부터, 충전지(1)의 금후의 사용에 관한 정보를 취득해도 된다. 예를 들어, 충전지(1)의 금후의 사용 환경, 출력 예정 규격, 제한 조건 등의 정보를 취득해도 된다. 그리고, 금후의 사용 환경 하에 있어서의 충전지(1)의 전지 특성, 내부 상태 파라미터, 수명 등을 전지 특성 추정부(25)가 예상한 다음, 당해 예상값에 기초하여, 충전 패턴의 산출 처리가 행해져도 된다.

[0177] 또한, 열화 정보 취득부(272)는 외부의 장치 등에 대하여, 정보를 송신해도 된다. 예를 들어, 충전 패턴 산출부(274)가 산출한 충전 패턴, 충전 패턴의 산출에 사용된 열화 정보 또는 추정값 등을 외부의 장치 등으로 송신하여, 외부의 장치 등에 의해 충전 패턴 등이 출력되어도 된다.

[0178] 도 17은 열화 정보 취득 처리의 흐름도의 일례를 나타내는 도면이다. 이 흐름도는, 충전 패턴을 작성하기 전에 열화 정보의 취득이 행해지는 경우의 흐름을 나타낸다.

[0179] 열화 정보 취득부(272)가, 전지 특성 추정부(25) 또는 내부 저항 보정부(26)로부터 충전지(1)의 전지 특성 등의 추정값을 취득한다(S701). 충전 패턴 산출부(274)는, 취득된 추정값에 기초하여, 충전지(1)에 대응하는 열화 정보가 열화 정보 기억부(271)에 기억되어 있는지를 확인한다(S702).

[0180] 충전지(1)에 대응하는 열화 정보가 열화 정보 기억부(271)에 기억되어 있는 경우(S703의 예)에는, 흐름은 종료된다. 충전지(1)에 대응하는 열화 정보가 열화 정보 기억부(271)에 기억되어 있지 않은 경우(S703의 아니오)에는, 열화 정보 취득부(272)가 열화 정보 제공 장치로 문의를 행한다(S704). 당해 문의에는, 취득된 추정값이 포함되어 있는 것으로 한다.

- [0181] 열화 정보 제공 장치는, 수신한 전지 특성 등의 추정값에 기초하여, 충전 패턴의 산출에 필요한 열화 정보를 송신한다(S705). 그리고, 열화 정보 취득부(272)가, 보내진 열화 정보를 취득하고, 충전 패턴 작성 처리로 이행한다(S706). 충전 패턴 작성 처리는, 상술한 바와 같다. 이상이, 열화 정보 취득 처리의 흐름이다.
- [0182] 이상과 같이, 제2 실시 형태에 따르면, 충전 패턴을 산출하기 위해서 필요한 열화 정보가 열화 정보 기억부(271)에 기억되어 있지 않더라도, 축전지(1)의 전지 특성 등에 기초하여, 필요한 열화 정보를 취득할 수 있다. 이에 의해, 열화 정보 기억부(271)에 기억해 두는 열화 정보의 양을 저감시킬 수 있어, 충전 패턴 작성부(27)의 소형화, 또는 충전 패턴 작성부(27)의 제조에 드는 비용의 삭감을 실현할 수 있다. 또한, 대응하는 축전지(1)의 종류를 증가시킬 수 있다.
- [0183] 또한, 상기에 설명한 실시 형태에 있어서의 각 처리는, 소프트웨어(프로그램)에 의해 실현하는 것이 가능하다. 따라서, 상기에 설명한 실시 형태에 있어서의 충전 제어 장치(2)는 예를 들어 범용의 컴퓨터 장치를 기본 하드웨어로서 사용하고, 컴퓨터 장치에 탑재된 프로세서에 프로그램을 실행시킴으로써 실현하는 것이 가능하다.
- [0184] 도 18은 실시 형태에 있어서의 하드웨어 구성의 일례를 나타내는 블록도이다. 충전 제어 장치(2)는 프로세서(61), 주기억 장치(62), 보조 기억 장치(63), 네트워크 인터페이스(64), 디바이스 인터페이스(65)를 구비하고, 이들이 버스(66)를 통해서 접속된 컴퓨터 장치(6)로서 실현할 수 있다.
- [0185] 프로세서(61)가, 보조 기억 장치(63)로부터 프로그램을 판독하여, 주기억 장치(62)로 전개하여, 실행함으로써, 충방전 제어부(21), 계측부(22), SOC 추정부(23), 전지 특성 추정부(25), 내부 저항 보정부(26), 충전 패턴 작성부(27)의 기능을 실현할 수 있다.
- [0186] 프로세서(61)는 컴퓨터의 제어 장치 및 연산 장치를 포함하는 전자 회로이다. 프로세서(61)는, 예를 들어 범용 목적 프로세서, 중앙 처리 장치(CPU), 마이크로프로세서, 디지털 신호 프로세서(DSP), 컨트롤러, 마이크로컨트롤러, 상태 머신, 특정 용도용 집적 회로, 필드 프로그래머블 게이트 어레이(FPGA), 프로그램 가능 논리 회로(PLD) 및 이들의 조합을 사용할 수 있다.
- [0187] 본 실시 형태에 있어서의 충전 제어 장치(2)는 각 장치에서 실행되는 프로그램을 컴퓨터 장치(6)에 미리 인스톨함으로써 실행해도 되고, 프로그램을 CD-ROM 등의 기억 매체에 기억하거나, 혹은 네트워크를 통해서 배포하여, 컴퓨터 장치(6)에 적절히 인스톨함으로써 실행해도 된다.
- [0188] 주기억 장치(62)는 프로세서(61)가 실행하는 명령 및 각종 데이터 등을 일시적으로 기억하는 메모리 장치이며, DRAM 등의 휘발성 메모리여도 되고, MRAM 등의 불휘발성 메모리여도 된다. 보조 기억 장치(63)는 프로그램이나 데이터 등을 영속적으로 기억하는 기억 장치이며, 예를 들어 플래시 메모리 등이 있다.
- [0189] 네트워크 인터페이스(64)는 무선 또는 유선에 의해, 통신 네트워크에 접속하기 위한 인터페이스이다. 열화 정보 취득부(272)가 열화 정보 제공 장치와 통신을 행하는 경우에는, 열화 정보 취득부(272)의 통신 처리의 기능은, 네트워크 인터페이스(64)에 의해 실현할 수 있다. 여기에서는 네트워크 인터페이스(64)를 하나만 나타내고 있지만, 복수의 네트워크 인터페이스(64)가 탑재되어 있어도 된다.
- [0190] 디바이스 인터페이스(65)는 출력 결과 등을 기록하는 외부 기억 매체(7)와 접속하는 USB 등의 인터페이스이다. 열화 정보 제공 장치가 외부 기억 매체(7)인 경우에는, 열화 정보 취득부(272)와 외부 기억 매체(7)의 데이터 수수의 기능은, 디바이스 인터페이스(65)에 의해 실현할 수 있다. 외부 기억 매체(7)는 HDD, CD-R, CD-RW, DVD-RAM, DVD-R, SAN(Storage area network) 등의 임의의 기록 매체여도 된다. 또한, 디바이스 인터페이스(65)를 통해서, 축전지(1)와 접속되어 있어도 된다.
- [0191] 컴퓨터 장치(6)는 프로세서(61) 등을 실장하고 있는 반도체 집적 회로 등의 전용 하드웨어로 구성되어도 된다. 전용 하드웨어는 RAM, ROM 등의 기억 장치와의 조합으로 구성되어도 된다. 컴퓨터 장치(6)는 축전지(1)의 내부에 내장되어 있어도 된다.
- [0192] 상기에, 본 발명의 일 실시 형태를 설명했지만, 이들 실시 형태는 예로서 제시한 것이며, 발명의 범위를 한정하는 것은 의도하고 있지 않다. 이들 신규의 실시 형태는, 그 밖의 다양한 형태로 실시되는 것이 가능하며, 발명의 요지를 일탈하지 않는 범위에서, 다양한 생략, 치환, 변경을 행할 수 있다. 이들 실시 형태나 그 변형은, 발명의 범위나 요지에 포함됨과 함께, 특허 청구 범위에 기재된 발명과 그 균등의 범위에 포함된다.

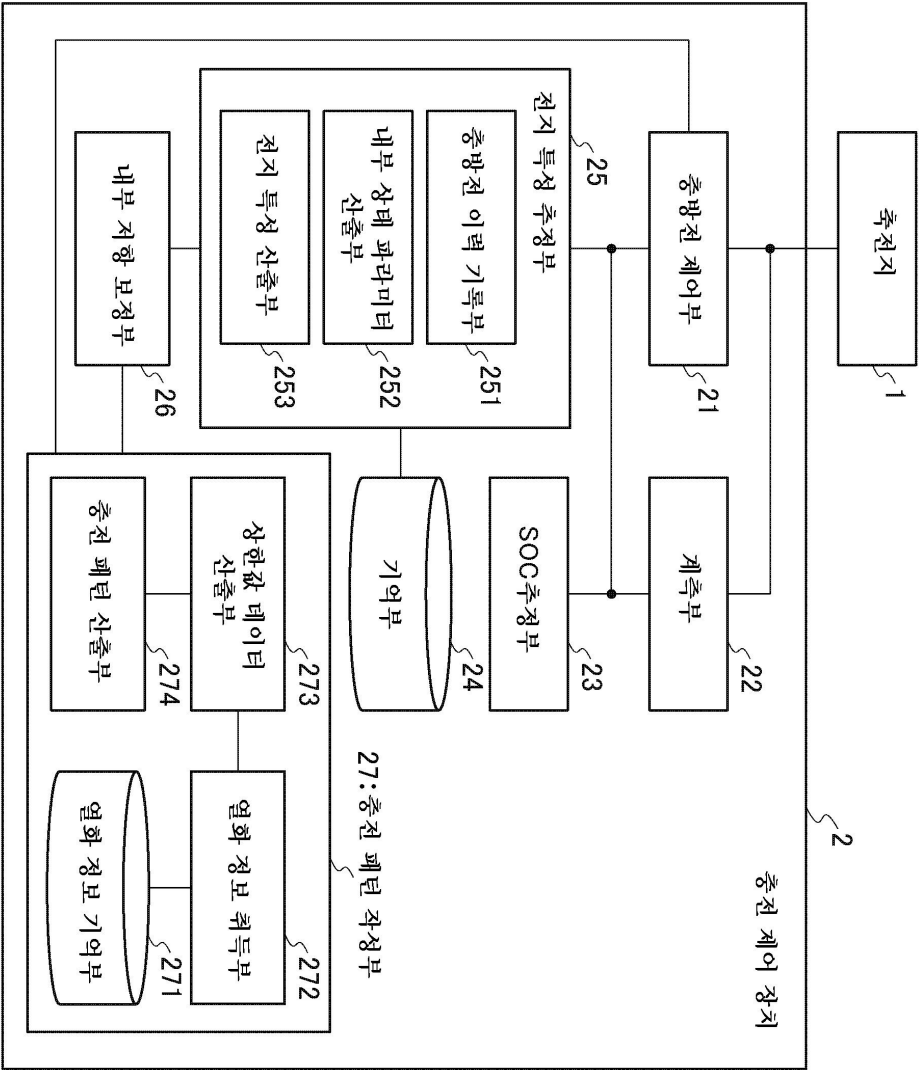
부호의 설명

- [0193] 1 : 축전지

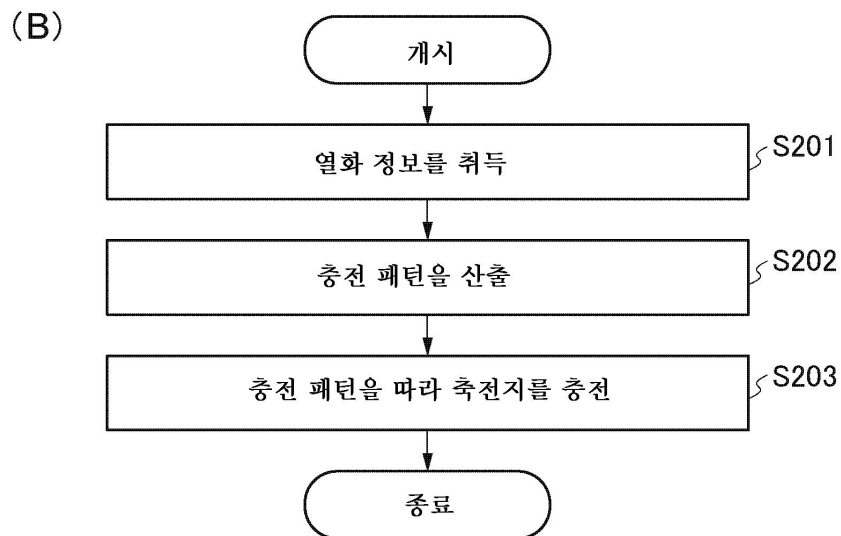
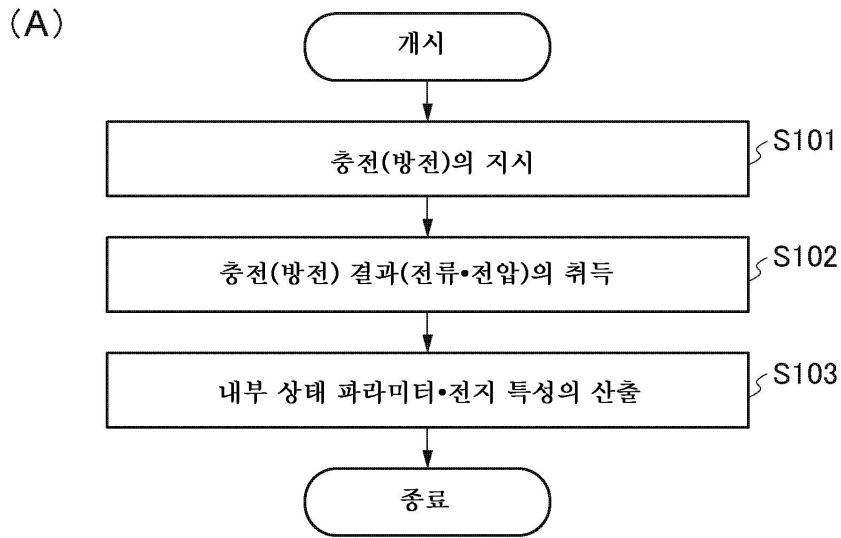
- 2 : 충전 제어 장치
- 21 : 충방전 제어부
- 22 : 계측부
- 23 : SOC 추정부
- 24 : 기억부
- 25 : 전지 특성 추정부
- 251 : 충방전 이력 기록부
- 252 : 내부 상태 파라미터 산출부
- 253 : 전지 특성 산출부
- 26 : 내부 저항 보정부
- 27 : 충전 패턴 작성부
- 271 : 열화 정보 기억부
- 272 : 열화 정보 취득부
- 273 : 상한값 데이터 산출부
- 274 : 충전 패턴 산출부
- 3 : 외부 데이터베이스
- 4 : 열화 정보 제공 서버
- 5 : 통신 네트워크
- 6 : 컴퓨터 장치
- 61 : 프로세서
- 62 : 주기억 장치
- 63 : 보조 기억 장치
- 64 : 네트워크 인터페이스
- 65 : 디바이스 인터페이스
- 66 : 버스
- 7 : 외부 기억 매체

도면

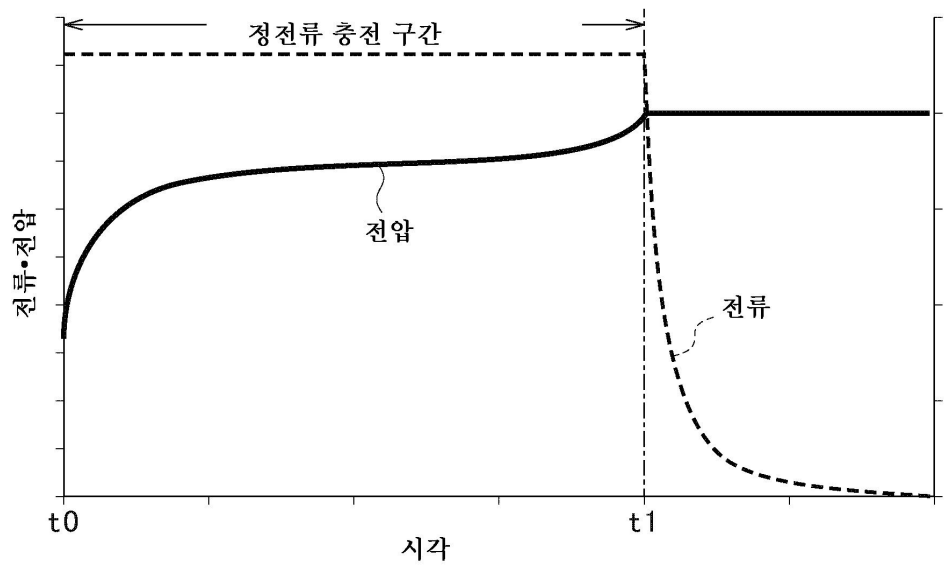
도면1



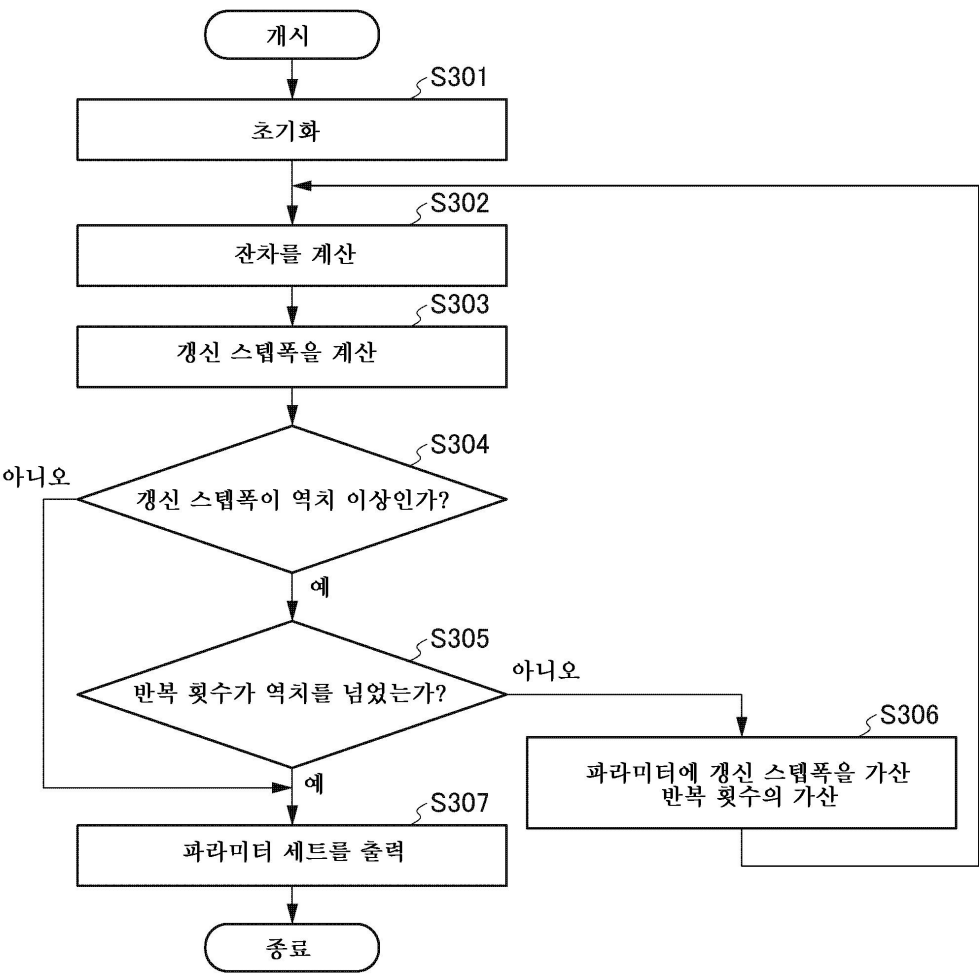
도면2



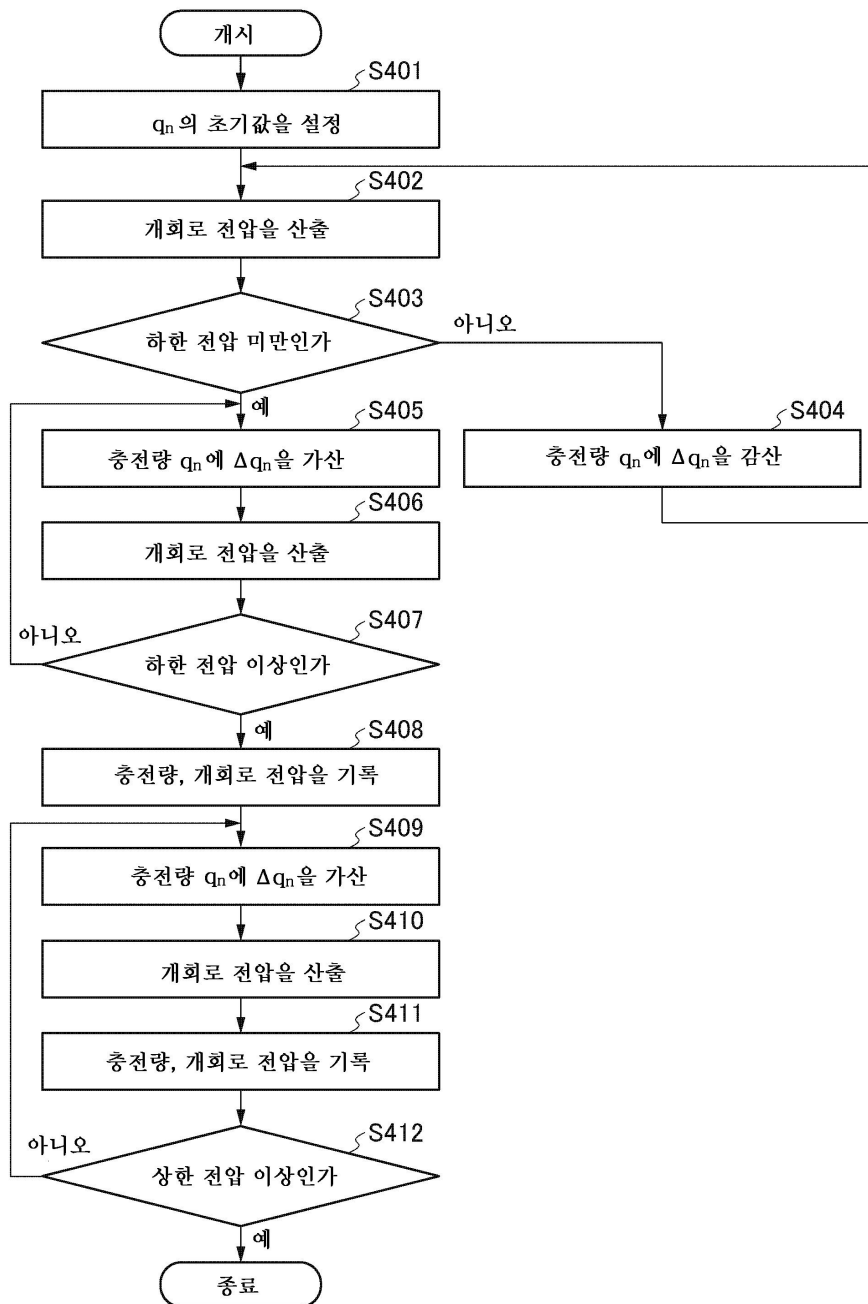
도면3



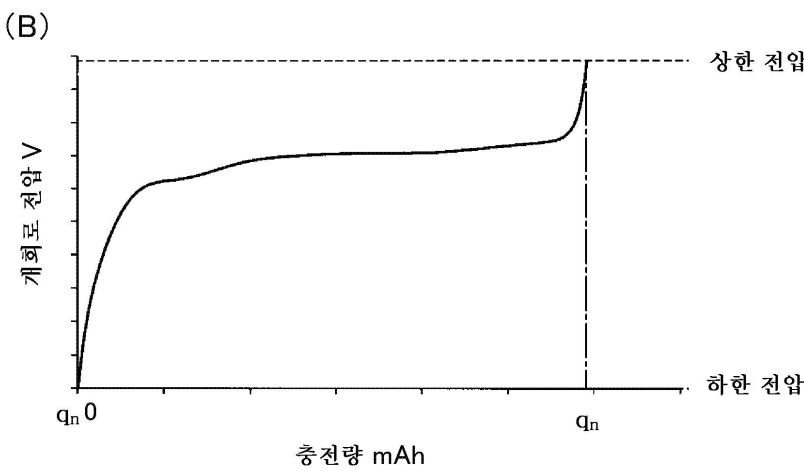
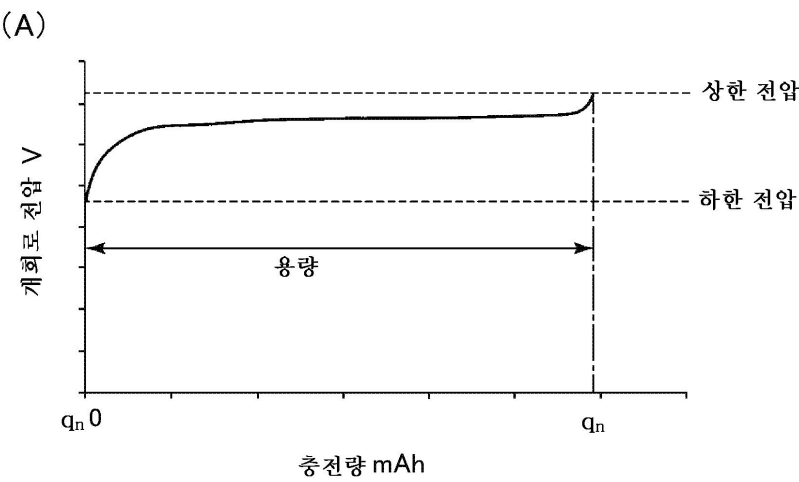
도면4



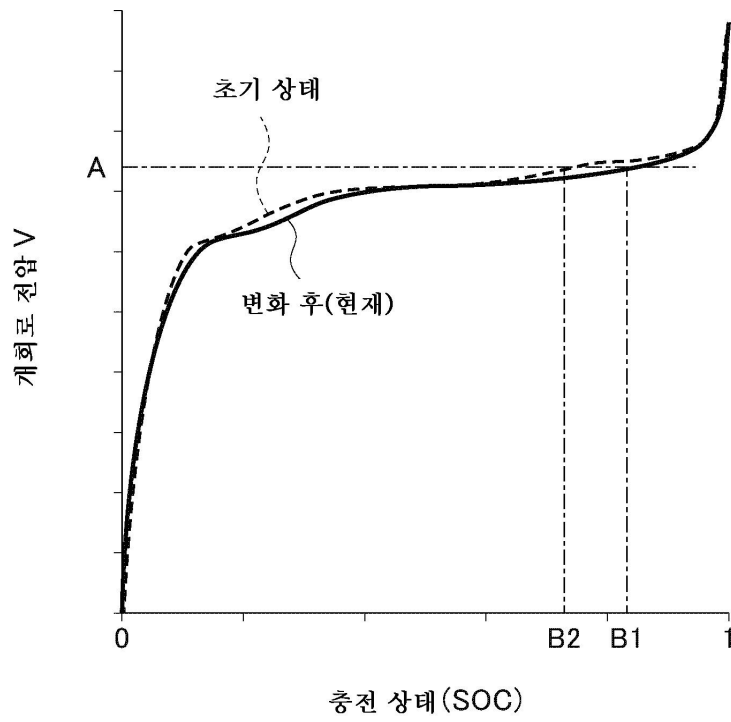
도면5



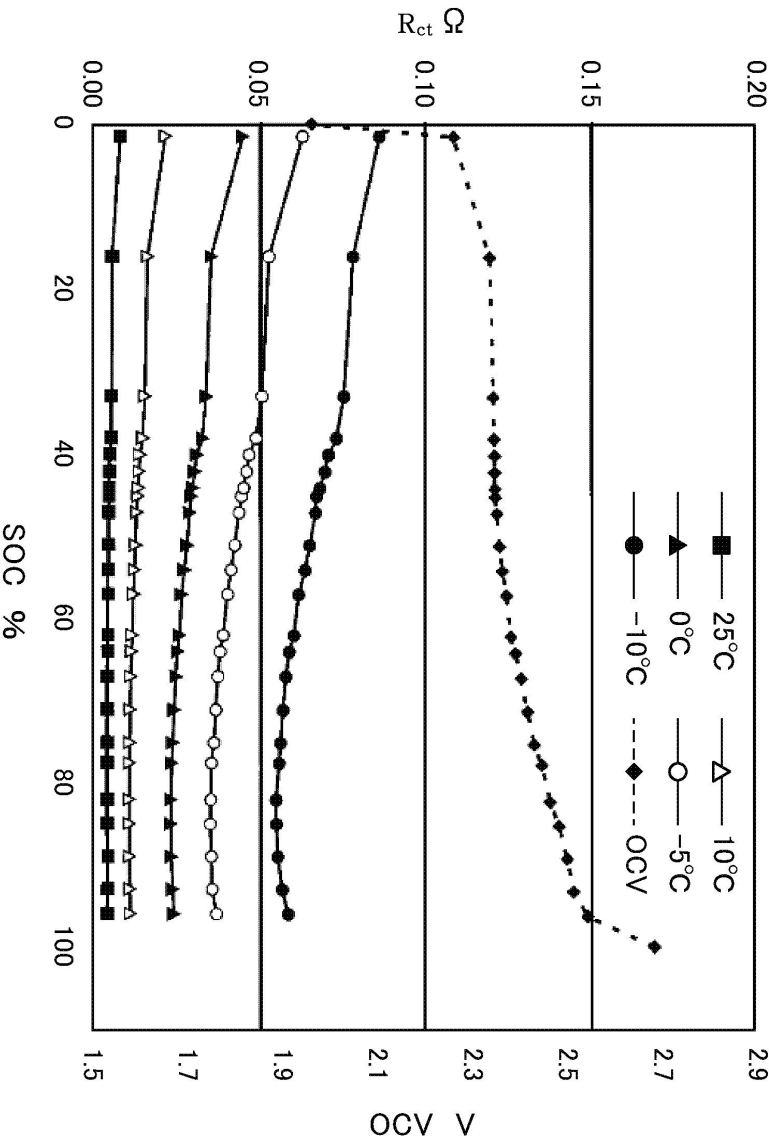
도면6



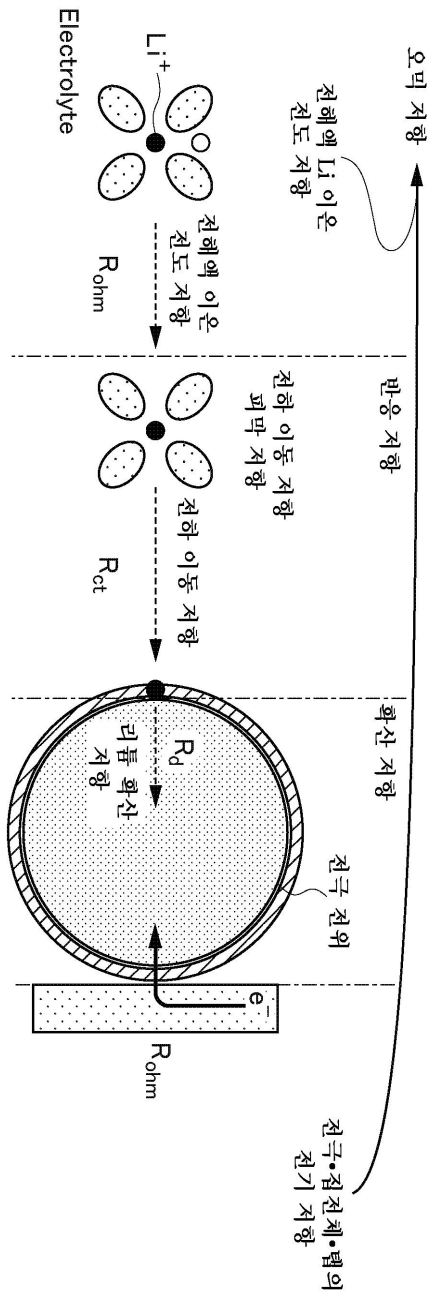
도면7



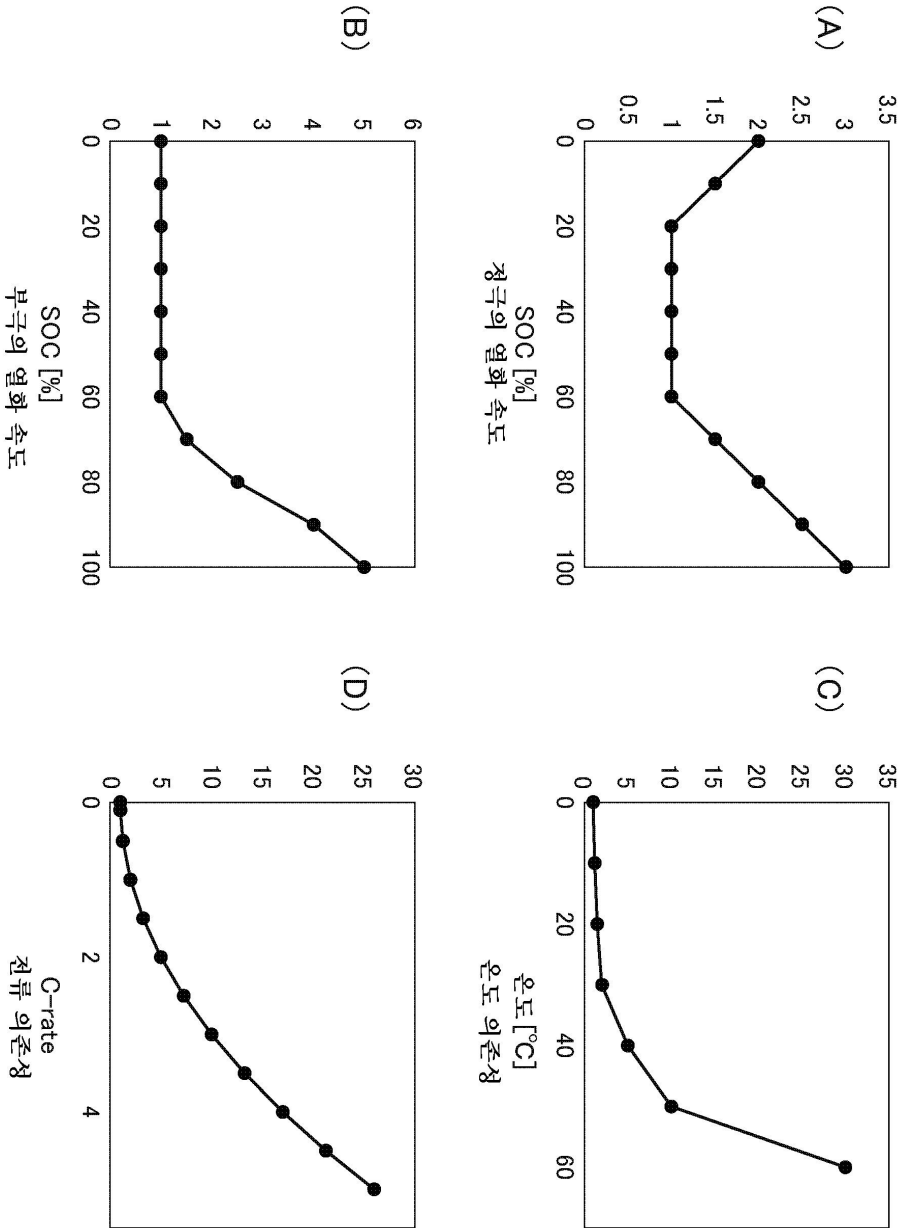
도면8



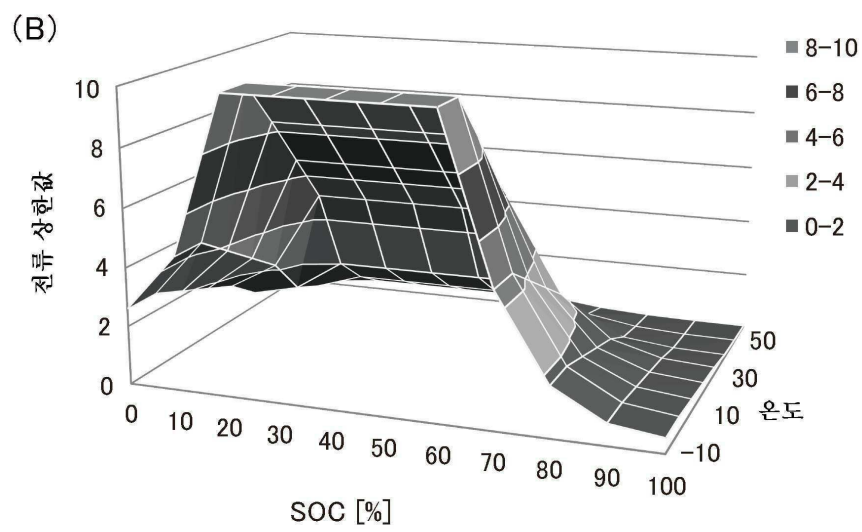
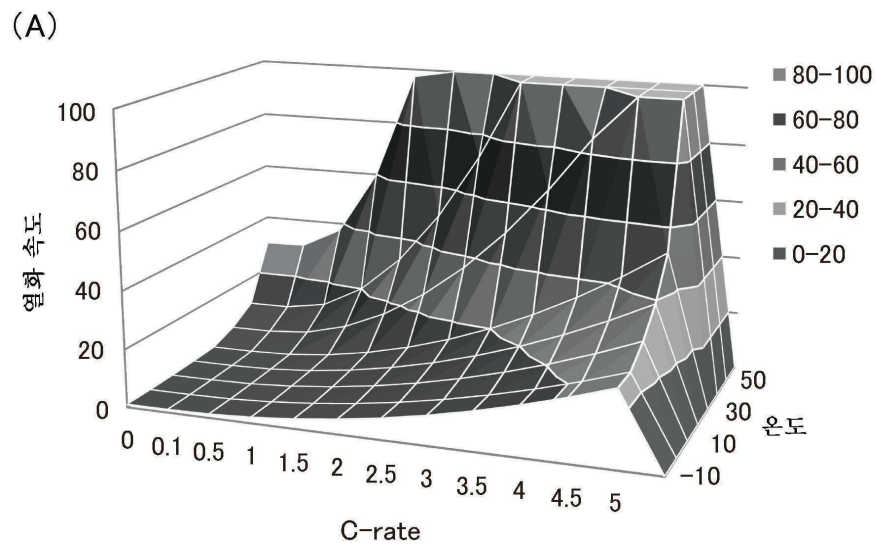
도면9



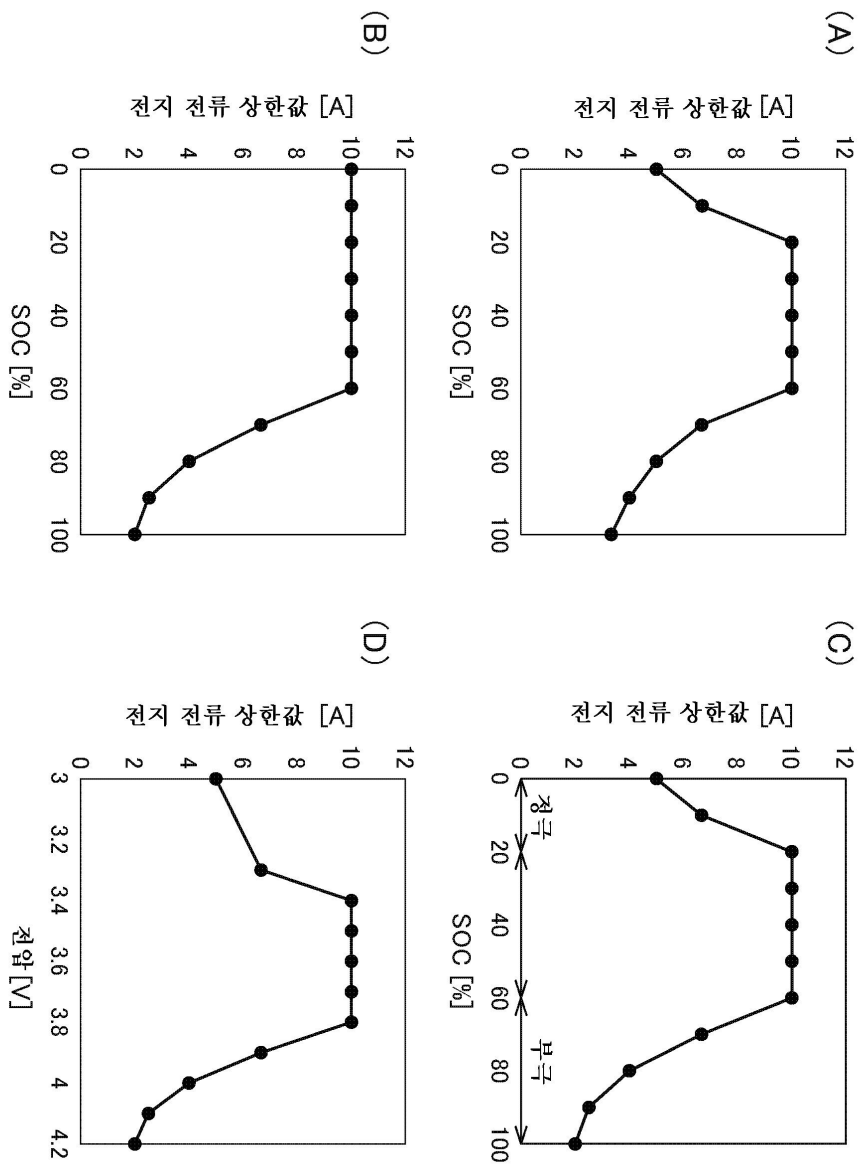
도면10



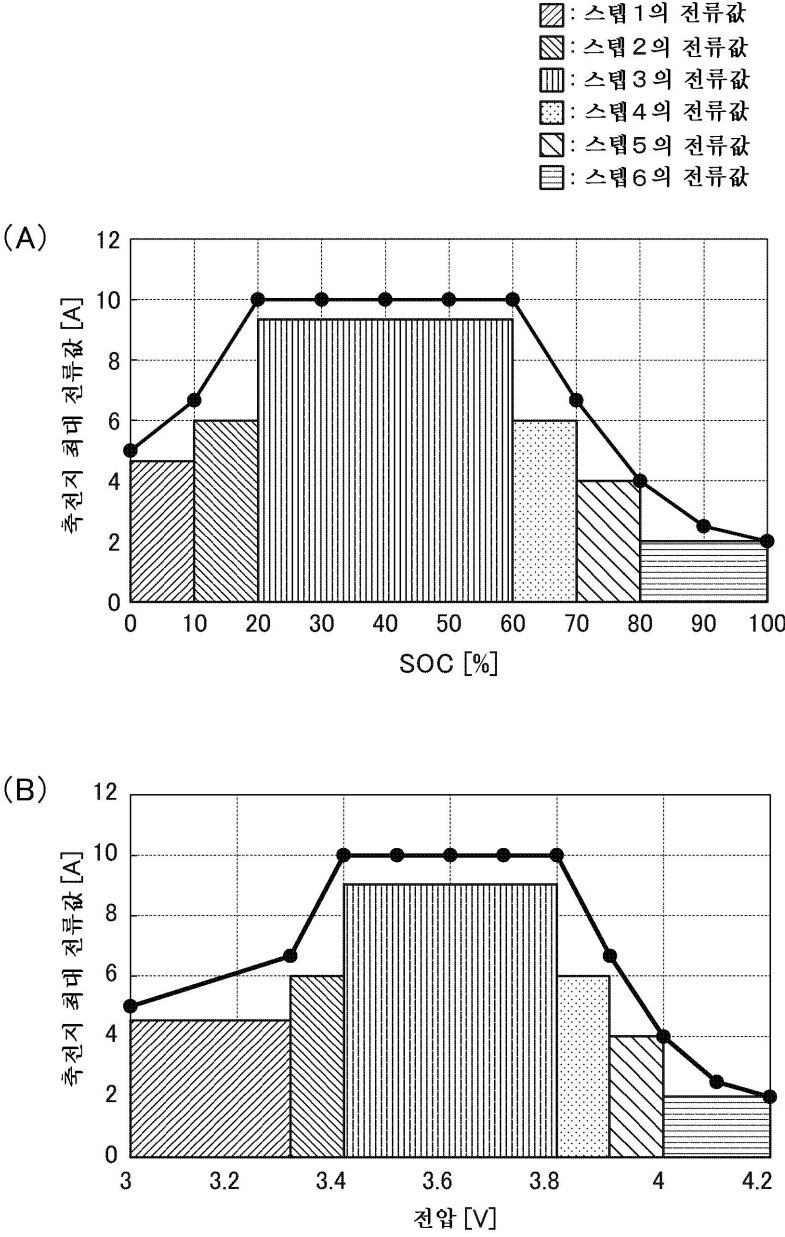
도면11



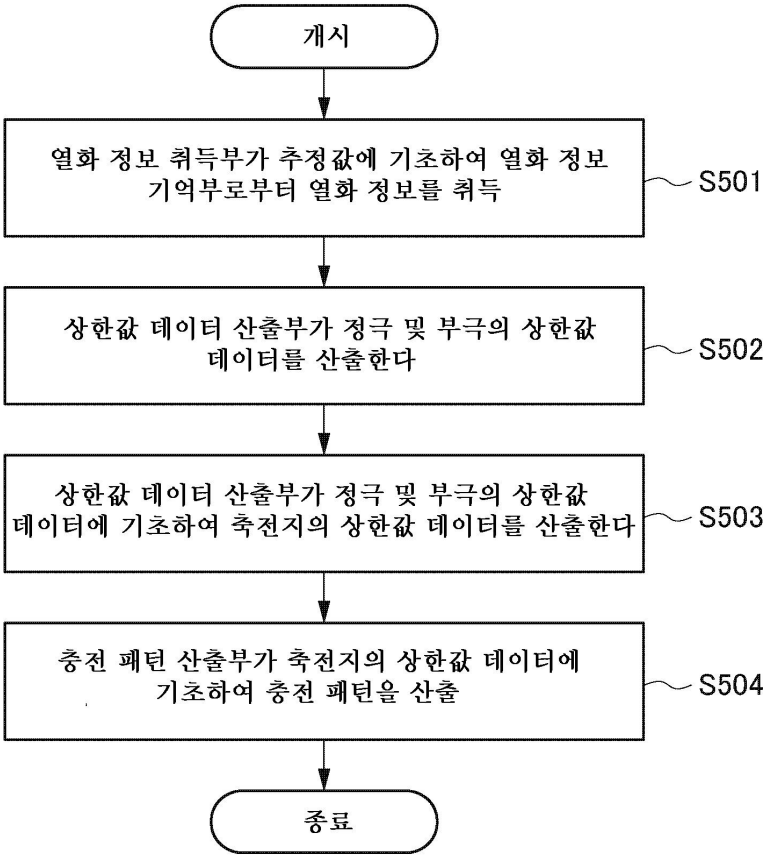
도면12



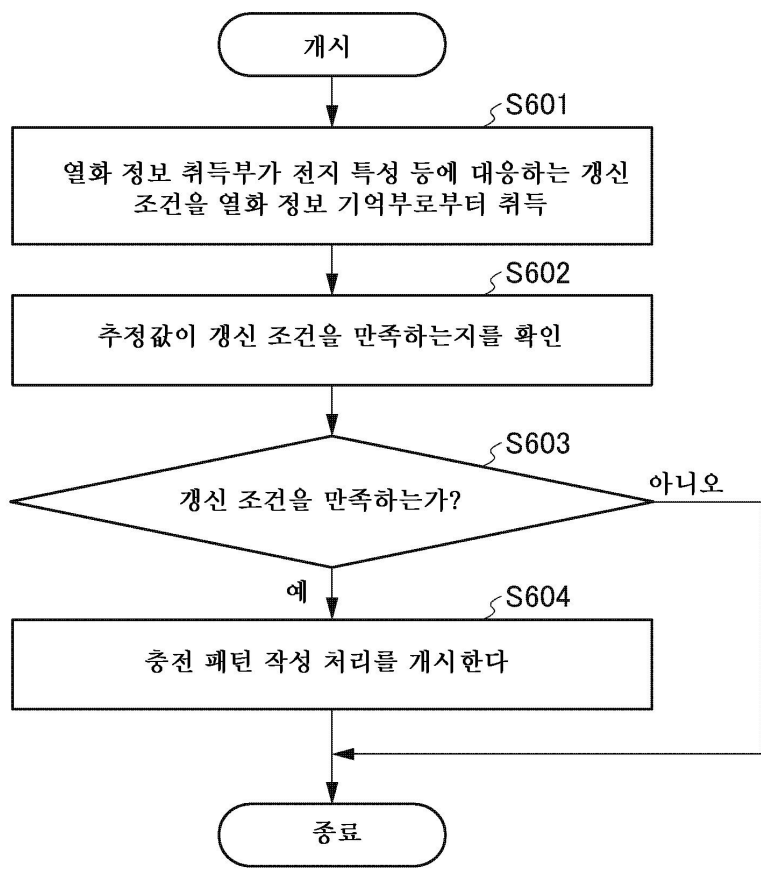
도면13



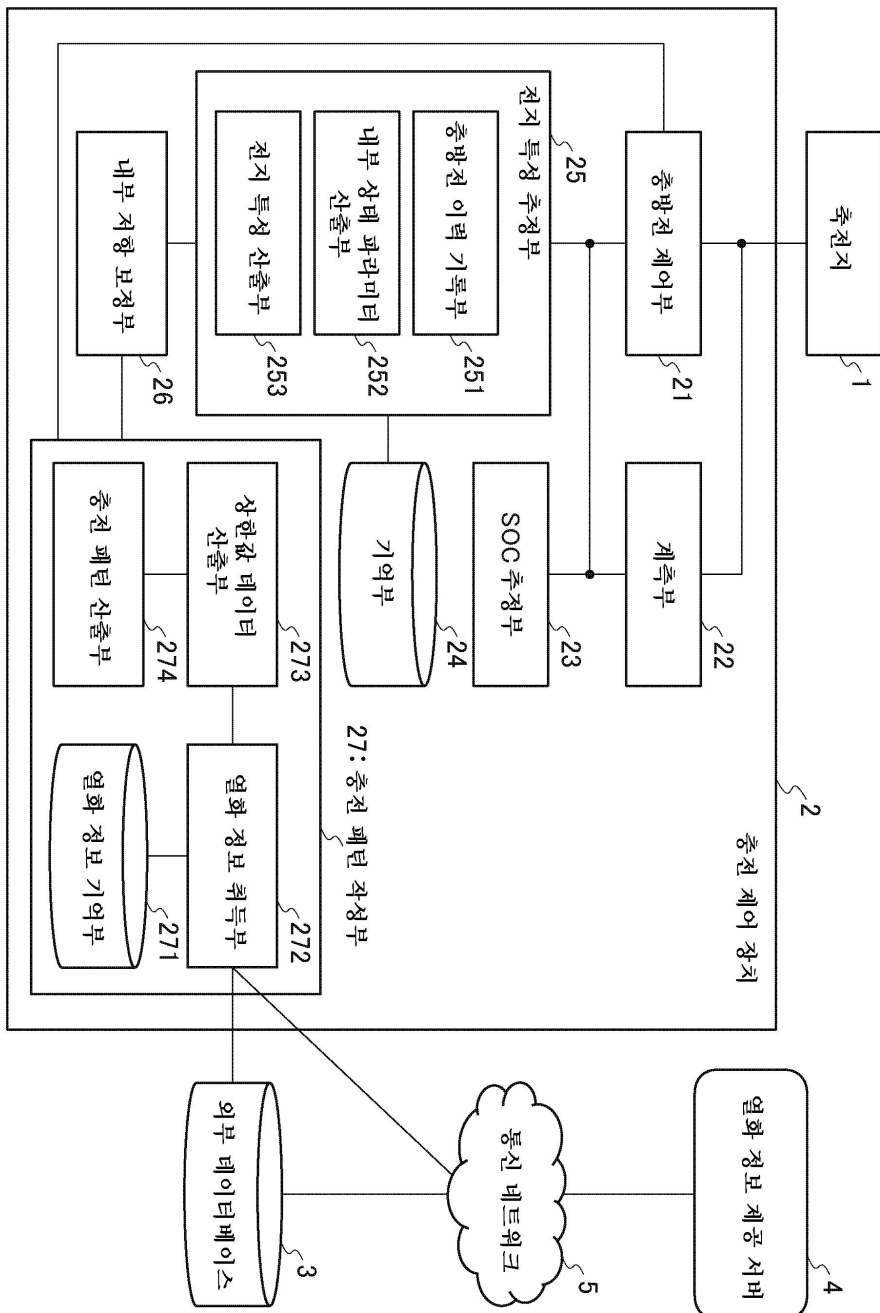
도면14



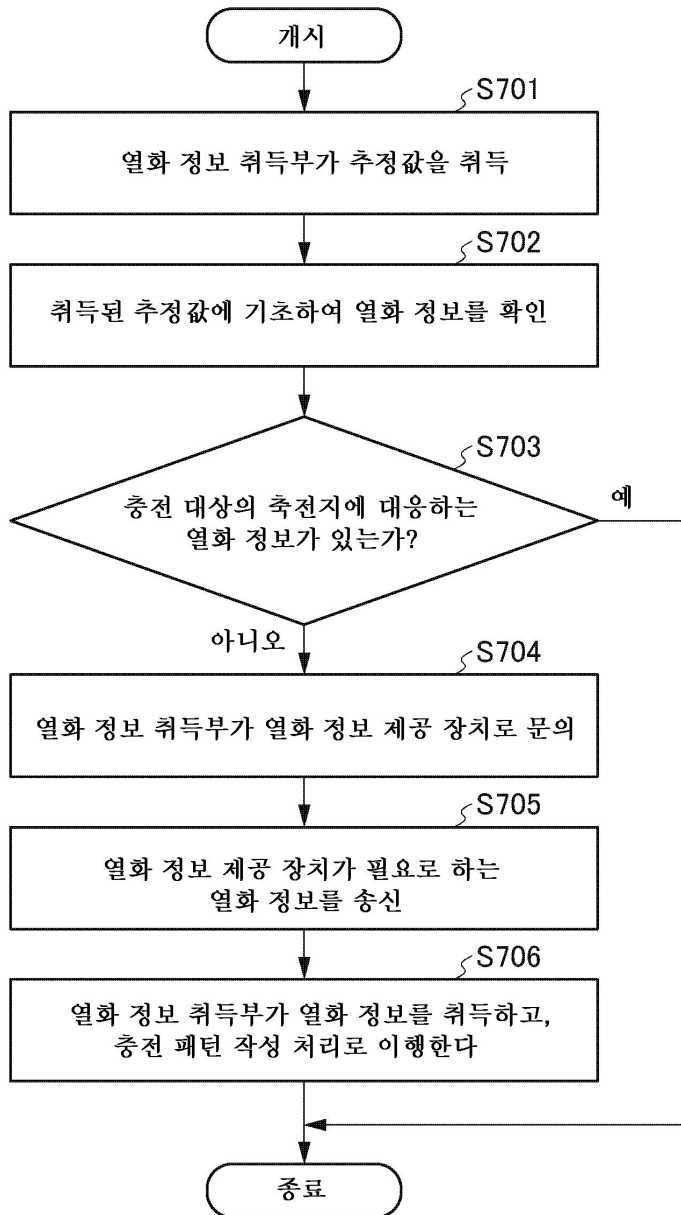
도면15



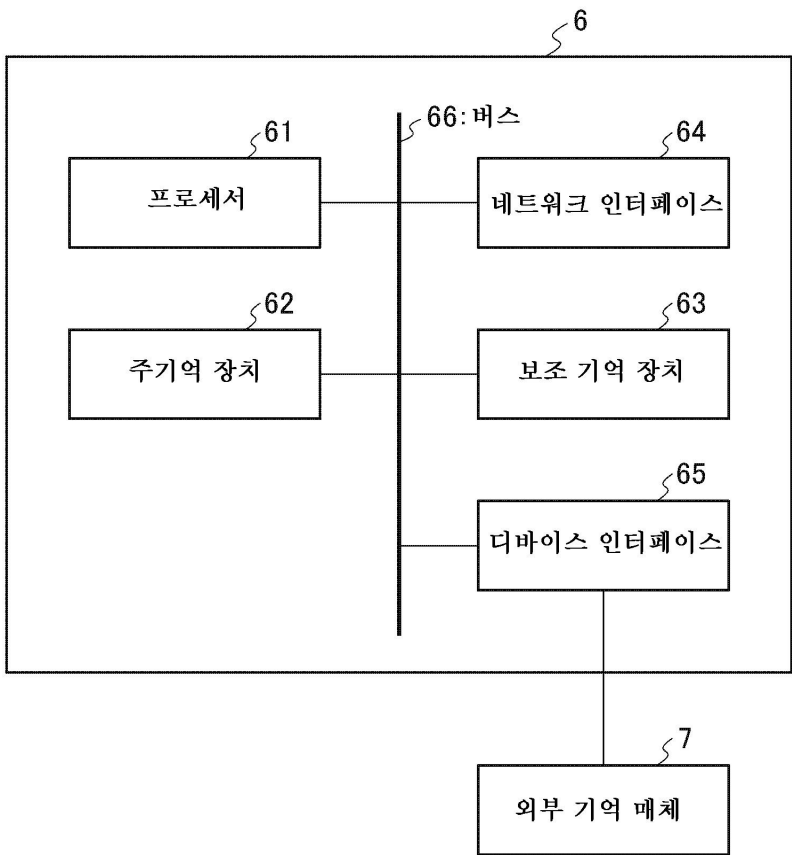
도면16



도면17



도면18



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 12의 첫 번째 줄

【변경전】

상기 제1 전지에

【변경후】

제1 전지에