(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년06월09일
(11) 등록번호 10-2817603
(24) 등록일자 2025년06월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 31/392 (2019.01) *G01R 31/367* (2019.01)
G01R 31/382 (2019.01) *G01R 31/385* (2019.01)
G06N 20/00 (2019.01)
(52) CPC특허분류
G01R 31/392 (2019.01)
G01R 31/367 (2019.01)
(21) 출원번호 10-2023-7008179
(22) 출원일자(국제) 2021년02월26일
심사청구일자 2023년03월08일
(85) 번역문제출일자 2023년03월08일
(65) 공개번호 10-2023-0045089
(43) 공개일자 2023년04월04일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2021/007491
(87) 국제공개번호 WO 2022/034704
국제공개일자 2022년02월17일
(30) 우선권주장
PCT/JP2020/030800 2020년08월13일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
CN107942261 A*
JP2020054214 A*
WO2019189821 A1*
WO2019230069 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
테라와트 테크놀로지 가부시키가이샤
일본 카나가와 2260026, 요코하마-시, 미도리-쿠, 나가츠타-초, 4259-3, 토쿄 인스티튜트 오브 테크놀로지 요코하마 벤처 플라자 더블유301
(72) 발명자
아라이, 주이치
일본 2260026 가나가와켄 요코하마시 미도리쿠 나가츠타쵸 4259-3 도쿄 인스티튜트 오브 테크놀로지 요코하마 벤처 프라자 더블유 301 테라와트 테크놀로지 가부시키가이샤 내
오가타, 켄
일본 2260026 가나가와켄 요코하마시 미도리쿠 나가츠타쵸 4259-3 도쿄 인스티튜트 오브 테크놀로지 요코하마 벤처 프라자 더블유 301 테라와트 테크놀로지 가부시키가이샤 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인에이아이피

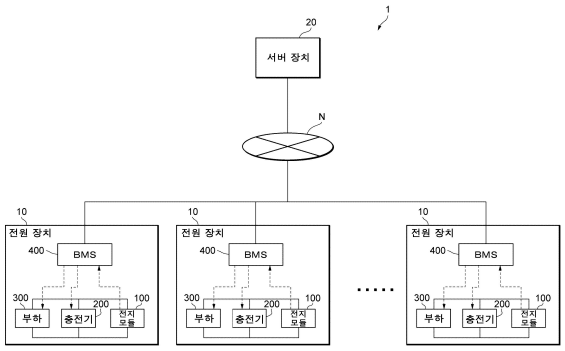
전체 청구항 수 : 총 15 항 심사관 : 정윤석

(54) 발명의 명칭 **정보 처리 장치, 정보 처리 방법 및 프로그램**

(57) 요 약

복수의 이차 전지 관리 시스템으로부터, 각각의 이차 전지 관리 시스템이 관리하는 이차 전지의 충방전 데이터를 수신하는 제1 수신부와, 충방전 데이터에 기초하여, 이차 전지의 열화 상태를 나타내는 열화 지표를 추정하기 위한 추정 모델을 생성하는 추정 모델 생성부를 구비하는, 정보 처리 장치.

대 표 도



(52) CPC특허분류
G01R 31/382 (2019.01)
G01R 31/385 (2019.01)
G06N 20/00 (2021.08)
Y02T 90/167 (2020.08)
Y04S 30/12 (2013.01)
(72) 발명자
사토, 요시쿠니
일본 2260026 가나가와켄 요코하마시 미도리쿠 나가츠타쵸 4259-3 도쿄 인스티튜트 오브 테크놀로지 요코하마 벤처 프라자 더블유 301 테라와트 테크놀로지 가부시키가이샤 내
이모토, 히로시
일본 2260026 가나가와켄 요코하마시 미도리쿠 나가츠타쵸 4259-3 도쿄 인스티튜트 오브 테크놀로지 요코하마 벤처 프라자 더블유 301 테라와트 테크놀로지 가부시키가이샤 내

명 세 서

청구범위

청구항 1

복수의 이차 전지 관리 시스템으로부터, 각각의 이차 전지 관리 시스템이 관리하는 이차 전지의 충방전 데이터를 수신하는 제1 수신부와,

상기 충방전 데이터에 포함되는 방전 후 개회로 전압(OCV)에 기초한 파라미터를 추정 모델의 설명 변수에 포함하는 회귀분석을 실행하는 것에 의해, 상기 이차 전지의 열화 상태를 나타내는 열화 지표를 추정하기 위한 회귀식 모델로서의 상기 추정 모델을 생성하는 추정 모델 생성부를 구비하고,

상기 추정 모델 생성부는, 상기 회귀 분석 시 방전 후 OCV만을 상기 추정 모델의 설명 변수로 하는,

정보 처리 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 이차 전지는 음극에 활물질을 포함하지 않는, 정보 처리 장치.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

복수의 이차 전지 관리 시스템으로부터, 각각의 이차 전지 관리 시스템이 관리하는 이차 전지의 충방전 데이터를 수신하는 제1 수신부와,

상기 충방전 데이터에 포함되는 방전 후 개회로 전압(OCV)에 기초한 파라미터를 추정 모델의 설명 변수에 포함하는 회귀분석을 실행하는 것에 의해, 상기 이차 전지의 열화 상태를 나타내는 열화 지표를 추정하기 위한 회귀식 모델로서의 상기 추정 모델을 생성하는 추정 모델 생성부를 구비하고,

상기 추정 모델 생성부는, 상기 회귀 분석 시 충전 후 OCV-방전 후 OCV만을 상기 추정 모델의 설명 변수로 하는, 정보 처리 장치.

청구항 9

복수의 이차 전지 관리 시스템으로부터, 각각의 이차 전지 관리 시스템이 관리하는 이차 전지의 충방전 데이터를 수신하는 제1 수신부와,

상기 충방전 데이터에 포함되는 방전 후 개회로 전압(OCV)에 기초한 파라미터를 추정 모델의 입력으로 포함하는

기계학습을 실행하는 것에 의해, 상기 이차 전지의 열화 상태를 나타내는 열화 지표로서 SOH(State of Health)를 추정하기 위한 기계 학습이 완료된 모델로서의 상기 추정 모델을 생성하는 추정 모델 생성부를 구비하는,

정보 처리 장치.

청구항 10

삭제

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 파라미터는 방전 후 OCV인, 정보 처리 장치.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 파라미터는 충전 후 OCV-방전 후 OCV인, 정보 처리 장치.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 복수의 이차 전지 관리 시스템 중 하나의 이차 전지 관리 시스템으로부터, 상기 하나의 이차 전지 관리 시스템이 관리하는 이차 전지의 충방전 데이터를 수신하는 제2 수신부와,

상기 추정 모델에 상기 하나의 이차 전지 관리 시스템으로부터 취득한 상기 충방전 데이터를 입력함으로써, 상기 하나의 이차 전지 관리 시스템이 관리하는 상기 이차 전지의 열화 지표의 추정값을 취득하는 추정부와,

취득된 상기 추정값에 기초하여 통지 정보를 생성하는 통지 정보 생성부와,

상기 통지 정보를 상기 하나의 이차 전지 관리 시스템으로 송신하는 송신부를 추가로 구비하는, 정보 처리 장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 통지 정보는, 상기 추정값을 나타내는 정보 및 상기 추정값에 기초한 상기 이차 전지에 관한 메시지 중 적어도 하나를 포함하는, 정보 처리 장치.

청구항 15

제13항 또는 제14항에 있어서,

상기 통지 정보 생성부는, 상기 추정값에 기초하여 소정의 통지 조건을 판정하며, 이 통지 조건을 만족한다고 판정한 경우에 상기 통지 정보를 생성하는, 정보 처리 장치.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 복수의 이차 전지 관리 시스템 각각은, 음극에 음극 활물질을 포함하지 않는 이차 전지를 관리하는, 정보 처리 장치.

청구항 17

컴퓨터가,

복수의 이차 전지 관리 시스템으로부터, 각각의 이차 전지 관리 시스템이 관리하는 이차 전지의 충방전 데이터를 수신하는 것과,

제1항, 제8항 및 제9항 중 어느 한 항의 추정 모델을 생성하는 것을 실행하는, 정보 처리 방법.

청구항 18

제17항에 기재된 정보 처리 방법을 컴퓨터에 의해 수행시키기 위해 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 저장된, 프로그램.

청구항 19

제9항에 있어서,

상기 이차 전지는 음극에 활물질을 포함하지 않는, 정보 처리 장치.

청구항 20

제1항 또는 제8항에 있어서,

상기 이차 전지의 상기 열화 상태를 나타내는 상기 열화 지표는 SOH(State of Health)를 포함하는,

정보 처리 장치.

청구항 21

제8항에 있어서,

상기 복수의 이차 전지 관리 시스템 중 하나의 이차 전지 관리 시스템으로부터, 상기 하나의 이차 전지 관리 시스템이 관리하는 이차 전지의 충방전 데이터를 수신하는 제2 수신부와,

상기 추정 모델에 상기 하나의 이차 전지 관리 시스템으로부터 취득한 상기 충방전 데이터를 입력함으로써, 상기 하나의 이차 전지 관리 시스템이 관리하는 상기 이차 전지의 열화 지표의 추정값을 취득하는 추정부와,

취득된 상기 추정값에 기초하여 통지 정보를 생성하는 통지 정보 생성부와,

상기 통지 정보를 상기 하나의 이차 전지 관리 시스템으로 송신하는 송신부를 추가로 구비하는, 정보 처리 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 정보 처리 장치, 정보 처리 방법 및 프로그램에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 근래 들어 태양광 또는 풍력 등의 자연 에너지를 전기 에너지로 변환하는 기술이 주목을 받고 있다. 이에 따라 안전성이 높으며 또한 많은 전기 에너지를 축적할 수 있는 축전 장치로서, 다양한 이차 전지가 개발되고 있다. 특히, 리튬 이온 이차 전지 등보다도 더욱 높은 에너지 밀도화나 생산성의 향상 등을 목적으로 하여, 탄소 재료나 리튬 금속과 같이 음극 활물질을 갖지 않는 음극을 이용하는 이차 전지가 개발되고 있다. 예를 들면, 특허문헌 1에는 음극 집전체 상에 금속 입자가 형성되고, 충전에 의해 양극으로부터 이동되어, 음극 집전체 상에 리튬 금속을 형성하는 이차 전지가 개시되어 있다.

[0003] 이러한 이차 전지는 사용 시 충방전을 반복함에 따라 열화되기 때문에, 이차 전지의 열화 상태의 다양한 추정 방법이 제안되어 있다. 이 점에 대해 본 발명자들은, 상술한 음극 활물질을 갖지 않는 이차 전지에 대해서는, 열화 상태가 이차 전지의 각종 파라미터와 양호한 선형성을 나타낸다는 것을 발견했다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본특허공개 2019-025971호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 그러나 예를 들면 어느 이차 전지의 열화 상태를 추정함에 있어서, 당해 이차 전지로부터 얻어지는 데이터만을 기초로 하여 추정하고자 해도, 정밀도가 높게 추정하기는 어려울 때가 있다. 한편, 복수의 사용자에게 이차 전지의 사용에 관한 각종 서비스를 통합적으로 제공하는 BaaS(Battery as a Service)에서는, 각 사용자가 이용하는 이차 전지의 데이터가 충분히 활용되고 있지 않다는 측면이 있다.

[0006] 본 발명은 이러한 사정을 감안하여 이루어진 것으로, 그 목적은 복수의 이차 전지에 관한 데이터를 유효하게 활용하여, 이차 전지의 열화 상태를 정밀도 높게 예측할 수 있는 정보 처리 장치, 정보 처리 방법 및 프로그램을 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 실시형태에 따른 정보 처리 장치는, 복수의 이차 전지 관리 시스템으로부터, 각각의 이차 전지 관리 시스템이 관리하는 이차 전지의 충방전 데이터를 수신하는 제1 수신부와, 상기 충방전 데이터에 기초하여, 상기 이차 전지의 열화 상태를 나타내는 열화 지표를 추정하기 위한 추정 모델을 생성하는 추정 모델 생성부를 구비한다.

[0008] 이 양태에 따르면, 복수의 이차 전지 관리 시스템으로부터, 각각의 이차 전지 관리 시스템이 관리하는 이차 전지의 충방전 데이터를 수신한 후, 이들 충방전 데이터에 기초하여 이차 전지의 열화 지표를 추정하기 위한 추정 모델을 생성하는 것이 가능해진다. 이를 통해 복수의 이차 전지에 관한 데이터를 유효하게 활용하여, 이차 전지의 열화 상태를 정밀도 높게 예측하는 것이 가능해진다.

발명의 효과

[0009] 본 발명에 따르면, 복수의 이차 전지에 관한 데이터를 유효하게 활용하여, 이차 전지의 열화 상태를 정밀도 높게 예측할 수 있는 정보 처리 장치, 정보 처리 방법 및 프로그램을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 본 실시형태에 따른 관리 시스템(1)의 개략적인 구성의 일례를 나타내는 블록도이다.

도 2는 본 실시형태에 따른 전원 장치(10)의 개략적인 구성의 일례를 나타내는 블록도이다.

도 3은 본 실시형태에 따른 리튬 이차 전지(101)의 개략 단면도이다.

도 4는 본 실시형태에 따른 BMS(400)의 기능 구성의 일례를 나타내는 블록도이다.

도 5는 본 실시형태에 따른 서버 장치(20)의 기능 구성의 일례를 나타내는 블록도이다.

도 6은 본 실시형태에 따른 충방전 데이터의 데이터 구조의 일례를 나타내는 도면이다.

도 7은 각종 실시예에 관한 리튬 이차 전지(101)의 '방전 후 OCV'와 'SOH'의 특성 정보를 나타내는 도면이다.

도 8은 각종 실시예에 관한 리튬 이차 전지(101)의 '충전 후 OCV-방전 후 OCV'와 '충방전 용량'의 특성 정보를 나타내는 도면이다.

도 9는 본 실시형태에 따른 관리 시스템(1)에 의한 추정 모델 생성 처리의 동작 시퀀스의 일례를 나타내는 도면이다.

도 10은 본 실시형태에 따른 관리 시스템(1)에 의한 열화 지표의 추정 처리의 동작 시퀀스의 일례를 나타내는 도면이다.

도 11은 본 실시형태에 따른 통지 정보의 화면(1000)의 일례를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시형태에 대해 설명한다. 도면 중 동일 부호를 붙인 것은, 동일하거나 유사한 구성을 가진다.

[0012] (1) 관리 시스템(1)

[0013] 도 1은 본 실시형태에 따른 관리 시스템(1)의 개략적인 구성의 일례를 나타내는 블록도이다. 도 1에 나타낸 것처럼 관리 시스템(1)은, 예를 들면 복수의 전원 장치(10)와 서버 장치(20)를 포함한다. 복수의 전원 장치(10) 각각은 예를 들면 사용자가 이용하는 전원 장치로, 예를 들어 전지 모듈(100), 충전기(200), 부하(300), 배터리 관리 시스템(BMS)(400)을 구비한다. 각 BMS(400)와 서버 장치(20)는, 예를 들면 서로 정보를 송수신할 수 있도록 인터넷과 같은 통신 네트워크(N)에 접속된다. 관리 시스템(1)에서는, 예를 들면 서버 장치(20)를 통해, 전원 장치(10)를 이용하는 각 사용자에게 이차 전지의 사용에 관한 각종 서비스를 통합적으로 제공하는 BaaS(Battery as a service)가 제공된다.

[0014] (2) 전원 장치(10)

[0015] (2-1) 전체 구성

[0016] 도 2는 본 실시형태에 따른 전원 장치(10)의 개략적인 구성의 일례를 나타내는 블록도이다.

[0017] 전원 장치(10)는, 예를 들면 전지 모듈(100), 충전기(200), 부하(300), BMS(400)를 포함한다.

[0018] 전지 모듈(100)은 단일 셀로서 리튬 이차 전지(101) 또는 직렬 및/또는 병렬로 접속된 복수의 리튬 이차 전지(101)를 포함하여 구성된다. 전지 모듈(100)이 갖는 리튬 이차 전지(101)의 수는 별도로 한정되지 않는다. 복수의 리튬 이차 전지(101)는 각각 동일한 특성을 가질 수도 있고 상이한 특성을 가질 수도 있다. 리튬 이차 전지(101)의 상세한 구성에 대해서는 후술하기로 한다.

[0019] 전지 모듈(100)은, 복수의 리튬 이차 전지(101)에 직렬로 접속된 전류 센서(102)를 추가로 갖는다. 전류 센서(102)는 복수의 리튬 이차 전지(101)에 직렬로 접속되며, 이들 리튬 이차 전지(101)에 흐르는 전류를 측정하고 이 전류값을 BMS(400)에 공급한다.

[0020] 전지 모듈(100)은, 복수의 리튬 이차 전지(101) 각각에 설치된 전압 센서(103) 및 온도 센서(104)를 추가로 갖는다. 각 전압 센서(103)는 각 리튬 이차 전지(101)에 병렬로 접속된다. 각 전압 센서(103)는, 각 리튬 이차 전지(101)의 양극 단자와 음극 단자 사이의 전압(단자간 전압)을 측정하고, 이 전압값을 BMS(400)에 공급한다. 또한 온도 센서(104)는, 복수의 리튬 이차 전지(101) 각각에 대해 열적으로 결합되어, 각 리튬 이차 전지(101)의 온도를 측정하고 이 온도값을 BMS(400)에 공급한다.

[0021] 충전기(200)의 구성은, 별도로 한정하지 않으나 예를 들면, 외부 전원에 접속된 충전 플러그가 접속할 수 있는 충전 커넥터가 제공되어, 외부 전원으로부터 공급된 전력을 리튬 이차 전지(101)의 충전 전력으로 변환하도록 구성할 수 있다. 리튬 이차 전지(101)는, 예를 들면 충전기(200)에 접속되어, BMS(400)의 제어에 따라 충전기(200)가 공급하는 충전 전류에 의해 충전될 수 있다.

[0022] 부하(300)의 구성은, 별도로 한정하지 않으나 예를 들면, 전동 차량(전기 자동차, 하이브리드 자동차)의 구동 장치 등으로 구성될 수 있다. 리튬 이차 전지(101)는, 예를 들면 부하(300)에 접속되어 BMS(400)의 제어에 의해 부하(300)에 전류를 공급할 수 있다.

[0023] BMS(400)는, 전지 모듈(100)에 포함되는 리튬 이차 전지(101)의 충전 및 방전을 제어한다. BMS(400)의 구성에 대해서는 후술한다.

[0024] (2-2) 리튬 이차 전지(101)

[0025] 도 3은 본 실시형태에 따른 리튬 이차 전지(101)의 개략적인 단면도이다. 본 실시형태의 리튬 이차 전지(101)는, 양극(12)과 음극 활물질을 갖지 않는 음극(13)을 구비한다. 또한 리튬 이차 전지(101)에서, 양극(12)의 음극(13)과 대향하는 면의 반대측에 양극 집전체(11)가 배치되며, 양극(12)과 음극(13) 사이에 세퍼레이터(14)가 배치된다. 아래에서 리튬 이차 전지(101)의 각 구성에 대해 설명한다.

[0026] (음극)

[0027] 음극(13)은, 음극 활물질을 갖지 않는다. 본 명세서에서 '음극 활물질'이란, 음극에서의 전극 반응, 즉 산화 반

응 및 환원 반응을 일으키는 물질이다. 구체적으로 본 실시형태의 음극 활물질로는, 리튬 금속, 및 리튬 원소(리튬 이온 또는 리튬 금속)의 호스트 물질을 들 수 있다. 리튬 원소의 호스트 물질이란, 리튬 이온 또는 리튬 금속을 음극(13)에 유지하기 위해 제공되는 물질을 의미한다. 이러한 유지 기구로는, 별도로 한정하지 않으나 예를 들면, 인터칼레이션, 합금화, 금속 클러스터의 흡장 등을 들 수 있으며, 전형적으로는 인터칼레이션을 들 수 있다.

[0028] 본 실시형태의 리튬 이차 전지(101)는, 전지의 초기 충전 전에 음극(13)이 음극 활물질을 갖지 않기 때문에 음극(13) 상에 리튬 금속이 석출되고, 또 그 석출된 리튬 금속이 전해 용출됨으로써 충방전이 이루어진다. 따라서, 본 실시형태에 따른 리튬 이차 전지(101)는, 음극 활물질을 갖는 리튬 이차 전지(101)와 비교했을 때, 음극 활물질이 차지하는 부피 및 음극 활물질의 질량이 줄어들어, 전지 전체의 부피 및 질량이 작아지므로 에너지 밀도가 원리적으로 높다.

[0029] 본 실시형태의 리튬 이차 전지(101)는, 전지의 초기 충전 전에 음극(13)이 음극 활물질을 갖지 않으며, 전지의 충전에 의해 음극 상에 리튬 금속이 석출되고, 전지의 방전에 의해 그 석출된 리튬 금속이 전해 용출된다. 따라서, 본 실시형태의 리튬 이차 전지(101)은, 전지의 방전 완료 시에도 음극(13)이 음극 활물질을 실질적으로 갖지 않는다. 따라서 본 실시형태의 리튬 이차 전지(101)에서는 음극(13)이 음극 집전체로서 작용한다.

[0030] 본 실시형태의 리튬 이차 전지(101)를 리튬 이온 전지(LIB) 및 리튬 금속 전지(LMB)와 비교하면, 이하의 점에서 다르다.

[0031] 리튬 이온 전지(LIB)에서, 음극은 리튬 원소(리튬 이온 또는 리튬 금속)의 호스트 물질을 가지며, 전지의 충전에 의해 관련 물질에 리튬 원소가 충진되고, 호스트 물질이 리튬 원소를 방출함으로써 전지의 방전이 이루어진다. LIB는, 음극이 리튬 원소의 호스트 물질을 갖는다는 점에서, 본 실시형태의 리튬 이차 전지(101)와는 다르다.

[0032] 리튬 금속 전지(LMB)는, 그 표면에 리튬 금속을 갖는 전극이나, 리튬 금속 단일체를 음극으로서 사용하여 제조된다. 즉, LMB는 전지를 조립한 직후, 즉 전지의 초기 충전 전에 음극이 음극 활물질인 리튬 금속을 갖는다는 점에서, 본 실시형태의 리튬 이차 전지(101)와는 다르다. LMB는, 그 제조 시 가연성 및 반응성이 높은 리튬 금속을 포함하는 전극을 사용하지만, 본 실시형태의 리튬 이차 전지(101)는, 리튬 금속을 갖지 않는 음극(13)을 사용하기 때문에 안전성 및 생산성이 보다 우수하다.

[0033] 본 명세서에서 음극이 '음극 활물질을 갖지 않는다'는 것은, 음극이 음극 활물질을 갖지 않거나 실질적으로 갖지 않는 것을 의미한다. 음극이 음극 활물질을 실질적으로 갖지 않는다는 것은, 음극에서의 음극 활물질의 함유량이, 음극 전체에 대해 10질량% 이하인 것을 의미한다. 음극에서의 음극 활물질의 함유량은, 음극 전체에 대해, 2질량% 이하인 것이 바람직하며, 1.0질량% 이하일 수도 있고, 0.1질량% 이하일 수도 있고, 0.0질량% 이하일 수도 있다. 음극이 음극 활물질을 갖지 않거나, 음극에서의 음극 활물질의 함유량이 상기의 범위 내에 있음으로써, 리튬 이차 전지(101)의 에너지 밀도가 높아진다.

[0034] 본 명세서에서 '리튬 금속이 음극 상에 석출된다'란, 음극의 표면, 또는 음극 표면에 형성된 후술하는 고체 전해질 계면(SEI)층의 표면 중 적어도 한 곳에 리튬 금속이 석출되는 것을 의미한다. 예를 들면 도 1에서, 리튬 금속은 음극(13)의 표면(음극(13)과 세퍼레이터(14)의 계면)에 석출된다.

[0035] 본 명세서에서 전지가 '초기 충전 전'이라는 것은, 전지가 조립되고 나서 첫 번째 충전을 할 때까지의 상태를 의미한다. 또한 전지가 '방전 종료 시'라는 것은, 전지의 전압이 1.0V 이상 3.8V 이하, 바람직하게는 1.0V 이상 3.0V 이하인 상태를 의미한다.

[0036] 본 명세서에서 '음극 활물질을 갖지 않는 음극을 구비하는 리튬 이차 전지(101)'란, 전지의 초기 충전 전 또는 방전 종료 시에, 음극이 음극 활물질을 갖지 않는 것을 의미한다. 따라서 '음극 활물질을 갖지 않는 음극'이라는 문구는, '전지의 초기 충전 전 또는 방전 종료 시에 음극 활물질을 갖지 않는 음극', '전지의 충전 상태와 관계없이 리튬 금속 이외의 음극 활물질을 갖지 않을 뿐만 아니라 초기 충전 전 또는 방전 종료 시에 리튬 금속을 갖지 않는 음극', 또는 '초기 충전 전 또는 방전 종료 시에 리튬 금속을 갖지 않는 음극 집전체' 등으로 바꿔 말할 수 있다. 또한 '음극 활물질을 갖지 않는 음극을 구비하는 리튬 이차 전지(101)'는, 애노드 프리 리튬 전지, 제로 애노드 리튬 전지, 또는 애노드리스 리튬 전지로 바꿔 말할 수 있다.

[0037] 본 실시형태의 음극(13)은, 전지의 충전 상태에 관계없이 리튬 금속 이외의 음극 활물질의 함유량이 음극 전체에 대해 10질량% 이하이며, 2질량% 이하인 것이 바람직하나, 1.0질량% 이하일 수도 있고, 0.1질량% 이하일 수도 있고, 0.0질량% 이하일 수도 있다. 또한 본 실시형태의 음극(13)은, 초기 충전 전 또는 방전 종료 시에 리튬 금

속의 함유량이, 음극 전체에 대해 10질량% 이하이며, 2질량% 이하인 것이 바람직하나, 1.0질량% 이하일 수도 있고, 0.1질량% 이하일 수도 있고, 0.0질량% 이하일 수도 있다.

[0038] 본 실시형태의 리튬 이차 전지(101)는, 전지의 전압이 1.0V 이상 3.5V 이하인 경우에, 리튬 금속의 함유량이 음극(13) 전체에 대해 10질량% 이하일 수 있으며(2질량% 이하인 것이 바람직하나, 1.0질량% 이하일 수도 있고, 0.1질량% 이하일 수도 있고, 0.0질량% 이하일 수도 있다); 전지의 전압이 1.0V 이상 3.0V 이하인 경우에, 리튬 금속의 함유량이 음극(13) 전체에 대해 10질량% 이하일 수 있고(2질량% 이하인 것이 바람직하나, 1.0질량% 이하일 수도 있고, 0.1질량% 이하일 수도 있고, 0.0질량% 이하일 수도 있다); 또는, 전지의 전압이 1.0V 이상 2.5V 이하인 경우에, 리튬 금속의 함유량이 음극(13) 전체에 대해 10질량% 이하일 수 있다(2질량% 이하인 것이 바람직하나, 1.0질량% 이하일 수도 있고, 0.1질량% 이하일 수도 있고, 0.0질량% 이하일 수도 있다).

[0039] 또한 본 실시형태의 리튬 이차 전지(101)에서, 전지의 전압이 4.2V인 상태에서 음극(13) 상에 석출된 리튬 금속의 질량 $M_{4.2}$에 대한, 전지의 전압이 3.0V인 상태에서 음극(13) 상에 석출된 리튬 금속의 질량 $M_{3.0}$의 비 $M_{3.0}/M_{4.2}$는, 20% 이하인 것이 바람직하며, 15% 이하인 것이 더욱 바람직하고, 10% 이하인 것이 더더욱 바람직하다. 비 $M_{3.0}/M_{4.2}$는, 8.0% 이하일 수도 있고, 3.0% 이하일 수도 있고, 2.0% 이하일 수도 있고, 1.0% 이하일 수도 있다.

[0040] 본 실시형태의 음극 활물질의 예로는, 리튬 금속 및 리튬 금속을 포함하는 합금, 탄소계 물질, 금속 산화물, 리튬과 합금화하는 금속 및 상기 금속을 포함하는 합금 등을 들 수 있다. 상기 탄소계 물질로는, 별도로 한정하지 않으나 예를 들면, 그래핀, 흑연, 하드 카본, 메조포러스 카본, 카본나노튜브, 카본나노혼 등을 들 수 있다. 상기 금속 산화물로는, 별도로 한정하지 않으나 예를 들면, 산화 티탄계 화합물, 산화 주석계 화합물, 산화 코발트계 화합물 등을 들 수 있다. 상기 리튬과 합금화 하는 금속으로는, 예를 들면 규소, 게르마늄, 주석, 납, 알루미늄, 갈륨을 들 수 있다.

[0041] 본 실시형태의 음극(13)으로는, 음극 활물질을 갖지 않으며 집전체로서 사용할 수 있는 것이라면 별도로 한정하지 않으나 예를 들면, Cu, Ni, Ti, Fe 및, 그 밖에 Li과 반응하지 않는 금속, 이들의 합금, 스테인리스 강(SUS)으로 이루어진 그룹에서 선택되는 적어도 1종으로 이루어진 것을 들 수 있다. 덧붙여, 음극(13)으로 SUS를 이용하는 경우, SUS의 종류로는 기존에 알려진 다양한 것을 이용할 수 있다. 상기와 같은 음극 재료는 1종을 단독으로 또는 2종 이상을 병용하여 사용할 수 있다. 덧붙여, 본 명세서 중'Li과 반응하지 않는 금속'이란, 리튬 이차 전지(101)의 동작 조건에서, 리튬 이온 또는 리튬 금속과 반응하여 합금화하지 않는 금속을 의미한다.

[0042] 본 실시형태의 음극(13)은, Cu, Ni, Ti, Fe 및, 그 밖에 Li과 반응하지 않는 금속, 이들의 합금, 스테인리스 강(SUS)으로 이루어진 그룹에서 선택되는 적어도 1종으로 이루어진 것이 바람직하며, Cu, Ni, 및 이들의 합금, 스테인리스 강(SUS)으로 이루어진 그룹에서 선택되는 적어도 1종으로 이루어진 것이 더욱 바람직하다. 음극(13)은, Cu, Ni, 이들의 합금, 또는 스테인리스 강(SUS)인 것이 더더욱 바람직하다. 이러한 음극(13)을 사용하면 전지의 에너지 밀도 및 생산성이 더욱 우수해진다.

[0043] 본 실시형태의 음극(13)의 평균 두께는, 4㎛ 이상 20㎛ 이하인 것이 바람직하며, 5㎛ 이상 18㎛ 이하인 것이 더욱 바람직하고, 6㎛ 이상 15㎛ 이하인 것이 더더욱 바람직하다. 이러한 양태에 따르면, 음극(13)이 차지하는 부피가 감소하기 때문에, 전지의 에너지 밀도가 더욱 향상된다.

[0044] (양극)

[0045] 양극(12)으로는, 양극 활물질을 갖는 한, 일반적으로 리튬 이차 전지(101)에 사용되는 것이라면 별도로 한정하지 않으므로, 리튬 이차 전지(101)의 용도에 따라 알려진 재료를 적절히 선택할 수 있다. 양극(12)은 양극 활물질을 갖기 때문에 안정성 및 출력 전압이 높다.

[0046] 본 명세서에서 '양극 활물질'이란, 양극에서의 전극 반응, 즉 산화 반응 및 환원 반응을 일으키는 물질이다. 구체적로는, 본 실시형태의 양극 활물질로서는 리튬 원소(전형적으로는 리튬 이온)의 호스트 물질을 들 수 있다.

[0047] 이러한 양극 활물질로는, 별도로 한정하지 않으나 예를 들면, 금속 산화물 및 금속 인산염을 들 수 있다. 상기 금속 산화물로는, 별도로 한정하지 않으나 예를 들면, 산화 코발트계 화합물, 산화 망간계 화합물, 산화 니켈계 화합물을 들 수 있다. 상기 금속 인산염으로는, 별도로 한정하지 않으나 예를 들면, 인산 철계 화합물 및 인산 코발트계 화합물을 들 수 있다. 전형적인 양극 활물질로는, $LiCoO_2$, $LiNi_xCo_yMn_zO(x+y+z=1)$, $LiNi_xMn_yO(x+y=1)$, $LiNiO_2$, $LiMn_2O_4$, LiFePO, LiCoPO, LiFeOF, LiNiOF, $LiTiS_2$를 들 수 있다. 상기와 같은 양극 활물질은, 1종을 단독으로 또는 2종 이상을 병용하여 사용할 수 있다.

[0048] 양극(12)은, 상기 양극 활물질 이외의 성분을 포함할 수도 있다. 이러한 성분으로는, 별도로 한정하지 않으나 예를 들면, 알려진 전도 보조제, 바인더, 폴리머 전해질, 무기 고체 전해질을 들 수 있다.

[0049] 양극(12)에서의 전도 보조제로는, 별도로 한정하지 않으나 예를 들면, 카본 블랙, 단층 카본나노튜브(SWCNT), 다층 카본나노튜브(MWCNT), 카본나노파이버(CF), 아세틸렌 블랙 등을 들 수 있다. 또한 바인더로는, 별도로 한정하지 않으나 예를 들면, 폴리비닐리덴 플루오라이드, 폴리테트라플루오로에틸렌, 스티렌 부타디엔 고무, 아크릴 수지, 폴리이미드 수지 등을 들 수 있다.

[0050] 양극(12)에서의 양극 활물질의 함유량은, 양극(12) 전체에 대해 예를 들면 2질량% 이상 100질량% 이하일 수 있다. 전도 보조제의 함유량은, 양극(12) 전체에 대해 예를 들면 0.5질량% 이상 30질량% 이하일 수 있다. 바인더의 함유량은, 양극(12) 전체에 대해 예를 들면 0.5질량% 이상 30질량% 이하일 수 있다. 고체 폴리머 전해질 및 무기 고체 전해질의 함유량은, 양극(12) 전체에 대해 예를 들면 0.5질량% 이상 30질량% 이하일 수 있다.

[0051] (양극 집전체)

[0052] 양극(12)의 한쪽에는 양극 집전체(11)가 형성된다. 양극 집전체(11)는, 전지에서 리튬 이온과 반응하지 않는 도전체라면 별도로 한정하지 않는다. 이러한 양극 집전체(11)로는 예를 들면 알루미늄을 들 수 있다.

[0053] 양극 집전체(11)의 평균 두께는 4㎛ 이상 20㎛ 이하인 것이 바람직하며, 5㎛ 이상 18㎛ 이하인 것이 보다 바람직하고, 6㎛ 이상 15㎛ 이하인 것이 더욱 바람직하다. 이러한 양태에 따르면, 리튬 이차 전지(101)에서 양극 집전체(11)가 차지하는 부피가 감소하기 때문에, 리튬 이차 전지(101)의 에너지 밀도가 더욱 향상된다.

[0054] (세퍼레이터)

[0055] 세퍼레이터(14)는, 양극(12)과 음극(13)을 분리시킬 때 전지가 단락되는 것을 방지하면서, 양극(12)과 음극(13) 사이의 전하 캐리어가 되는 리튬 이온의 이온 전도성을 확보하기 위한 부재로, 전자 도전성을 갖지 않으며 리튬 이온과 반응하지 않는 재료로 구성된다. 또한 세퍼레이터(14)는 전해액을 유지하는 역할도 담당한다. 세퍼레이터(14)를 구성하는 재료 자체에 이온 전도성은 없으나, 세퍼레이터(14)가 전해액을 유지함으로써 전해액을 통해 리튬 이온이 전도된다. 세퍼레이터(14)는 상기 역할을 담당하는 한 별도로 한정하지 않으나, 예를 들면 다공질의 폴리에틸렌(PE)막, 폴리프로필렌(PP)막, 또는 이들의 적층 구조로 구성된다.

[0056] 세퍼레이터(14)는, 세퍼레이터 피복층으로 피복될 수도 있다. 세퍼레이터 피복층은, 세퍼레이터(14)의 양쪽면을 피복할 수도 있고, 한쪽면만을 피복할 수도 있다. 세퍼레이터 피복층은, 리튬 이온과 반응하지 않는 부재라면 별도로 한정하지 않으나, 세퍼레이터(14)와, 세퍼레이터(14)에 인접하는 층을 강고하게 접착시킬 수 있는 것이 바람직하다. 이러한 세퍼레이터 피복층으로는, 별도로 한정하지 않으나 예를 들면, 폴리비닐리덴 플루오라이드(PVDF), 스티렌 부타디엔 고무와 카복시메틸셀룰로스의 합재(SBR-CMC), 폴리아크릴산(PAA), 폴리아크릴산리튬(Li-PAA), 폴리이미드(PI), 폴리아미드이미드(PAI), 아라미드와 같은 바인더를 포함하는 것을 들 수 있다. 세퍼레이터 피복층은, 상기 바인더에 실리카, 알루미나, 티타니아, 지르코니아, 산화 마그네슘, 수산화 마그네슘, 질산리튬 등의 무기 입자를 첨가시킬 수도 있다. 덧붙여 세퍼레이터(14)는, 세퍼레이터 피복층을 갖지 않을 수도 있고, 세퍼레이터 피복층을 가질 수도 있다.

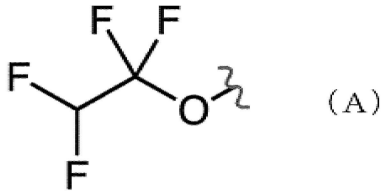
[0057] 세퍼레이터(14)의 평균 두께는, 30㎛ 이하인 것이 바람직하며, 25㎛ 이하인 것이 보다 바람직하고, 20㎛ 이하인 것이 더욱 바람직하다. 이러한 양태에 따르면, 리튬 이차 전지(101)에서 세퍼레이터(14)가 차지하는 부피가 감소하기 때문에, 리튬 이차 전지(101)의 에너지 밀도가 더욱 향상된다. 또한 세퍼레이터(14)의 평균 두께는, 5㎛ 이상인 것이 바람직하며, 7㎛ 이상인 것이 보다 바람직하고, 10㎛ 이상인 것이 더욱 바람직하다. 이러한 양태에 따르면, 양극(12)과 음극(13)을 더욱 더 확실하게 격리할 수 있어, 전지가 단락되는 것을 더욱 억제할 수 있다.

[0058] (전해액)

[0059] 리튬 이차 전지(101)는 전해액을 갖는 것이 바람직하다. 리튬 이차 전지(101)에서 전해액은, 세퍼레이터(14)에 침윤시킬 수도 있고, 양극 집전체(11)와, 양극(12)과, 세퍼레이터(14)와, 음극(13)의 적층체와 함께 밀폐 용기에 봉입할 수도 있다. 전해액은, 전해질 및 용매를 함유하며 이온 전도성을 갖는 용액으로, 리튬 이온의 도전 경로로서 작용한다. 따라서, 전해액을 포함하는 양태에 따르면, 전지의 내부 저항이 더욱 저하되어 에너지 밀도, 용량, 사이클 특성이 더욱 향상된다.

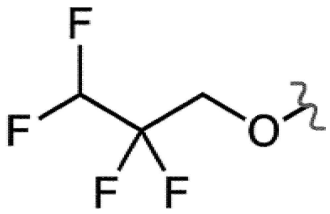
[0060] 전해액은, 하기 식(A)로 표시되는 1가 그룹 및 하기 식(B)로 표시되는 1가 그룹 중 적어도 어느 하나를 갖는 불화 알킬 화합물을 용매로서 함유하는 것이 바람직하다.

화학식 1

[0061] 

(A)

화학식 2

[0062] 

(B)

[0063] 단, 상기 식에서 물결선은 1가 그룹의 결합 부위를 나타낸다.

[0064] 일반적으로, 전해액을 갖는 애노드 프리타입 리튬 이차 전지(101)에서, 전해액 중의 용매 등이 분해됨으로써 음극 등의 표면에 고체 전해질 계면층(SEI층)이 형성된다. SEI층은, 리튬 이차 전지(101)에서 전해액 중의 성분이 더욱 더 분해되는 것, 및 그로 인한 비가역적인 리튬 이온의 환원, 기체의 발생 등을 억제한다. 또한 SEI층은 이온 전도성을 갖기 때문에, SEI층이 형성된 음극 표면에서, 리튬 금속 석출 반응의 반응성이 음극 표면의 면 방향에 대해 균일해진다. 리튬 이차 전지(101)에서, 상기 불화 알킬 화합물을 용매로서 사용하면 음극 표면에 SEI층이 형성되기 쉬워져, 음극 상에 덴드라이트 형상으로 리튬 금속이 성장하는 것을 더욱 억제할 수 있으며, 그 결과 사이클 특성이 더욱 더 향상된다.

[0065] 또한 본 명세서에서 화합물이 '용매로서 포함된다'란, 리튬 이차 전지(101)의 사용 환경에서, 당해 화합물 단일체 또는 다른 화합물과의 혼합물이 액체이면 되는데, 나아가서는 전해질을 용해시켜 용액상에 있는 전해액을 제작할 수 있는 것이면 된다.

[0066] 이러한 불화 알킬 화합물로서는, 에테르 결합을 갖는 화합물(이하, '에테르 화합물'), 에스테르 결합을 갖는 화합물, 카보네이트 결합을 갖는 화합물 등을 들 수 있다. 전해액에서의 전해질의 용해도를 더욱 향상시킨다는 관점 및 SEI층이 더욱 형성되기 쉬워진다는 관점에서, 불화 알킬 화합물은 에테르 화합물인 것이 바람직하다.

[0067] 불화 알킬 화합물인 에테르 화합물로는, 식(A)로 표시되는 1가 그룹 및 식(B)로 표시되는 1가 그룹을 모두 갖는 에테르 화합물(이하, '제1 불소 용매'라고도 함), 식(A)로 표시되는 1가 그룹을 가지면서 식(B)로 표시되는 1가 그룹을 갖지 않는 에테르 화합물(이하, '제2 불소 용매'라고도 함). 식(A)로 표시되는 1가 그룹을 갖지 않으면서 식(B)로 표시되는 1가 그룹을 갖는 에테르 화합물(이하, '제3 불소 용매'라고도 함) 등을 들 수 있다.

[0068] 제1 불소 용매로서는, 예를 들면 1,1,2,2-테트라플루오로에틸-2,2,3,3-테트라플루오로프로필 에테르, 1,1,2,2-테트라플루오로에틸-2,2,3,3-테트라플루오로프로필 디에톡시메탄, 1,1,2,2-테트라플루오로에틸-2,2,3,3-테트라플루오로프로필 디에톡시프로판 등을 들 수 있다. 상기 불화 알킬 화합물의 효과를 유효하고 확실하게 발휘하는 관점에서 제1 불소 용매로는, 1,1,2,2-테트라플루오로에틸-2,2,3,3-테트라플루오로프로필 에테르가 바람직하다.

[0069] 제2 불소 용매로서는, 예를 들면 1,1,2,2-테트라플루오로에틸-2,2,2-트리플루오로에틸 에테르, 메틸-1,1,2,2-테트라플루오로에틸 에테르, 에틸-1,1,2,2-테트라플루오로에틸 에테르, 프로필-1,1,2,2-테트라플루오로에틸 에테르, 1H,1H,5H-퍼플루오로펜틸-1,1,2,2-테트라플루오로에틸 에테르, 1H,1H,5H-옥타플루오로펜틸-1,1,2,2-테트라플루오로에틸 에테르 등을 들 수 있다. 상기 불화 알킬 화합물의 효과를 유효하고 확실하게 발휘하는 관점에서 제2 불소 용매로는, 1,1,2,2-테트라플루오로에틸-2,2,2-트리플루오로에틸 에테르, 메틸-1,1,2,2-테트라플루오로에틸 에테르, 에틸-1,1,2,2-테트라플루오로에틸 에테르, 1H,1H,5H-옥타플루오로펜틸-1,1,2,2-테트라플루오로에틸 에테르가 바람직하다.

[0070] 제3 불소 용매로서는, 예를 들면 디플루오로메틸-2,2,3,3-테트라플루오로프로필 에테르, 트리플루오로메틸-2,2,3,3-테트라플루오로프로필 에테르, 플루오로메틸-2,2,3,3-테트라플루오로프로필 에테르, 메틸-2,2,3,3-테트라플루오로프로필 에테르 등을 들 수 있다. 상기 불화 알킬 화합물의 효과를 유효하고 확실하게 발휘하는 관점에서 제3 불소 용매로는, 디플루오로메틸-2,2,3,3-테트라플루오로프로필 에테르가 바람직하다.

[0071] 전해액은, 식(A)로 표시되는 1가 그룹 및 식(B)로 표시되는 1가 그룹을 모두 갖지 않는 용매를 포함할 수도 있다. 이러한 용매로는, 별도로 한정하지 않으나 예를 들면, 디메틸 에테르, 트리에틸렌 글리콜 디메틸 에테르, 디메톡시에탄, 디에틸렌 글리콜 디메틸 에테르, 아세토니트릴, 탄산 디메틸, 탄산 디에틸, 탄산 에틸 메틸, 에틸렌 카보네이트, 프로필렌 카보네이트, 클로로에틸렌 카보네이트, 메틸 아세테이트, 에틸 아세테이트, 프로필 아세테이트, 메틸 프로피오네이트, 에틸 프로피오네이트, 인산 트리메틸, 인산 트리에틸 등의 불소를 함유하지 않는 용매, 및 메틸 노나플루오로부틸 에테르, 에틸 노나플루오로부틸 에테르, 1,1,1,2,2,3,4,5,5,5-데카플루오로-3-메톡시-4-트리플루오로메틸펜탄, 메틸-2,2,3,3,3-펜타플루오로프로필 에테르, 1,1,2,3,3,3-헥사플루오로프로필 메틸 에테르, 에틸-1,1,2,3,3,3-헥사플루오로프로필 에테르, 테트라플루오로에틸 테트라플루오로프로필 에테르 등의 불소를 함유하는 용매를 들 수 있다.

[0072] 상기 불화 알킬 화합물을 포함하여, 상술한 용매는 1종을 단독으로 또는 2종 이상을 병용하여 사용할 수 있다.

[0073] 전해액에서 불화 알킬 화합물의 함유량은, 별도로 한정하지 않으나 전해액의 용매 성분의 총량에 대해 40부피% 이상인 것이 바람직하며, 2부피% 이상인 것이 보다 바람직하고, 60부피% 이상인 것이 더욱 바람직하며, 70부피% 이상인 것이 더더욱 바람직하다. 불화 알킬 화합물의 함유량이 상기 범위 내에 있음으로써, SEI층이 더욱 형성되기 쉬워지기 때문에, 전지의 사이클 특성이 더욱 향상된다. 불화 알킬 화합물의 함유량의 상한은 별도로 한정하지 않으므로, 불화 알킬 화합물의 함유량은, 전해액의 용매 성분의 총량에 대해, 100부피% 이하일 수도 있고, 95부피% 이하일 수도 있고, 90부피% 이하일 수도 있고, 80부피% 이하일 수도 있다.

[0074] 전해액에 포함되는 전해질로는, 염이면 별도로 한정하지 않으나 예를 들면, Li, Na, K, Ca, Mg의 염 등을 들 수 있다. 전해질로는 리튬염을 사용하는 것이 바람직하다. 리튬염으로는, 별도로 한정하지 않으나 LiI, LiCl, LiBr, LiF, $LiBF_4$, $LiPF_6$, $LiAsF_6$, $LiSO_3CF_3$, $LiN(SO_2F)_2$, $LiN(SO_2CF_3)_2$, $LiN(SO_2CF_3CF_3)_2$, $LiBF_2(C_2O_4)$, $LiB(O_2C_2H_4)_2$, $LiB(O_2C_2H_4)F_2$, $LiB(OCOCF_3)_4$, $LiNO_3$, Li_2SO_4 등을 들 수 있다. 상기 리튬염은 1종을 단독으로 또는 2종 이상을 병용하여 사용할 수 있다.

[0075] 전해액에서 불화 알킬 화합물의 함유량은, 별도로 한정하지 않으나 전해액의 용매 성분의 총량에 대해 40부피% 이상인 것이 바람직하며, 2부피% 이상인 것이 보다 바람직하고, 60부피% 이상인 것이 더욱 바람직하며, 70부피% 이상인 것이 더더욱 바람직하다. 불화 알킬 화합물의 함유량이 상기 범위 내에 있음으로써, SEI층이 더욱 형성되기 쉬워지기 때문에, 전지의 사이클 특성이 더욱 향상된다. 불화 알킬 화합물의 함유량의 상한은 별도로 한정하지 않으므로, 불화 알킬 화합물의 함유량은, 전해액의 용매 성분의 총량에 대해, 100부피% 이하일 수도 있고, 95부피% 이하일 수도 있고, 90부피% 이하일 수도 있고, 80부피% 이하일 수도 있다.

[0076] 전해액에 포함되는 전해질로는, 염이면 별도로 한정하지 않으나 예를 들면, Li, Na, K, Ca, Mg의 염 등을 들 수 있다. 전해질로는 리튬염을 사용하는 것이 바람직하다. 리튬염으로는, 별도로 한정하지 않으나 LiI, LiCl, LiBr, LiF, $LiBF_4$, $LiPF_6$, $LiAsF_6$, $LiSO_3CF_3$, $LiN(SO_2F)_2$, $LiN(SO_2CF_3)_2$, $LiN(SO_2CF_3CF_3)_2$, $LiBF_2(C_2O_4)$, $LiB(O_2C_2H_4)_2$, $LiB(O_2C_2H_4)F_2$, $LiB(OCOCF_3)_4$, $LiNO_3$, Li_2SO_4 등을 들 수 있다. 상기 리튬염은 1종을 단독으로 또는 2종 이상을 병용하여 사용할 수 있다.

[0077] 전해액에서의 전해질의 농도는 별도로 한정하지 않으나, 0.5M 이상인 것이 바람직하며, 0.7M 이상인 것이 보다 바람직하고, 0.9M 이상인 것이 더욱 바람직하며, 1.0M 이상인 것이 더더욱 바람직하다. 전해질의 농도가 상기 범위 내에 있음으로써, SEI층이 더욱 형성되기 쉬워지고 또한 내부 저항이 더욱 낮아지게 된다. 전해질의 농도의 상한은 별도로 한정하지 않으므로, 전해질의 농도는 10.0M 이하일 수도 있고, 2M 이하일 수도 있고, 2.0M 이하일 수도 있다.

[0078] (2-3) BMS(400)

[0079] 도 4는 본 실시형태에 따른 BMS(400)의 기능 구성의 일례를 나타내는 블록도이다. BMS(400)는, 예를 들면 하나 또는 복수의 컴퓨터로 구성되며, 통신부(401), 조작부(402), 출력부(403), 기억부(404), 처리부(405)를 갖는다. BMS(400)는, 예를 들면 PC, 스마트폰, 태블릿 단말 등의 디바이스일 수 있으며, 리튬 이차 전지(101)를 관리하고, 또한 서버 장치(20)로부터 BaaS 제공을 받을 수 있다.

[0080] 통신부(401)는 통신 인터페이스 회로를 구비하며, BMS(400)를 통신 네트워크(N)에 접속한다. 통신부(401)는 처리부(405)로부터 공급된 데이터를 통신 네트워크(N)을 통해 서버 장치(20) 등에 송신한다. 또한 통신부(401)는 서버 장치(20) 등으로부터 통신 네트워크(N)를 통해 수신한 데이터를 처리부(405)에 공급한다.

[0081] 조작부(402)는, BMS(400) 조작을 할 수 있다면 어느 디바이스여도 무방한데, 일례로 터치 패널이나 키 버튼 등을 들 수 있다. 사용자는 조작부(402)를 이용하여 문자나 숫자, 기호 등을 입력할 수 있다. 조작부(402)는, 사용자에 의해 조작되면 그 조작에 대응하는 신호를 생성한다. 그리고 생성된 신호는 사용자의 지시로서 처리부(405)에 공급된다.

[0082] 출력부(403)는, 예를 들면 표시부나 음성 출력부를 구비한다. 표시부는, 영상이나 화상 등을 표시할 수 있다면 어느 디바이스여도 무방한데, 일례로 액정 디스플레이나 유기 EL(Electro-Luminescence) 디스플레이 등을 들 수 있다. 표시부는, 처리부(405)로부터 공급된 영상 데이터에 따른 영상이나, 화상 데이터에 따른 화상 등을 표시한다. 또한 음성 출력부는, 예를 들면 스피커로서 구성되며, 처리부(405)로부터 공급된 음성 데이터에 기초하여 음성을 출력한다.

[0083] 기억부(404)는, 예를 들면 반도체 메모리 장치를 구비한다. 기억부(404)는, 처리부(405)에서 처리 시 이용되는 운영 체제 프로그램, 드라이버 프로그램, 어플리케이션 프로그램, 데이터 등을 기억한다. 예를 들면 기억부(404)는, 드라이버 프로그램으로서 조작부(402)를 제어하는 입력 장치 드라이버 프로그램, 출력부(403)를 제어하는 출력 장치 드라이버 프로그램 등을 기억한다. 또한 기억부(404)는, 어플리케이션 프로그램으로서 BMS(400)를 관리하기 위한 프로그램이나, 서버 장치(20)가 제공하는 BaaS를 이용하기 위한 프로그램 등을 기억한다. 각종 프로그램은, 예를 들면 CD-ROM, DVD-ROM과 같이 컴퓨터로 판독 가능한 휴대용 기록 매체로부터, 알려진 셋업 프로그램 등을 이용하여 기억부(404)에 인스톨될 수도 있다. 또한 기억부(404)는, BMS(400)가 관리하는 리튬 이차 전지(101)의 충방전에 관한 데이터인 충방전 데이터를 기억할 수 있다. 충방전 데이터의 데이터 구조에 대해서는 후술한다.

[0084] 처리부(405)는, 하나 또는 복수의 프로세서 및 그 주변 회로를 구비한다. 처리부(405)는, BMS(400)의 전체적인 동작을 총괄적으로 제어하는 것으로 CPU를 예로 들 수 있다. 처리부(405)는, BMS(400)의 각종 처리가 기억부(404)에 기억된 프로그램이나 조작부(402)의 조작 등에 기초하여 적절한 순서로 실행되도록, 통신부(401)나 출력부(403) 등의 동작을 제어한다. 처리부(405)는, 기억부(404)에 기억된 프로그램(운영 체제 프로그램이나 드라이버 프로그램, 어플리케이션 프로그램 등)에 기초하여 처리를 실행한다. 또한 처리부(406)는 복수의 프로그램(어플리케이션 프로그램 등)을 병렬로 실행할 수 있다.

[0085] 처리부(405)는, 예를 들면 충방전 제어부(406), 충방전 데이터 생성부(407), 송수신부(408), 출력 제어부(409)를 구비한다. 이들 각 부는 처리부(405)에 구비된 프로세서에서 실행되는 프로그램에 의해 실현되는 기능 모듈이다. 또는, 이들 각 부는 독립된 집적 회로, 마이크로 프로세서 또는 펌웨어로서 BMS(400)에 실장될 수도 있다.

[0086] 충방전 제어부(406)는, 전지 모듈(100)에 포함되는 각 리튬 이차 전지(101)의 충전 및 방전을 제어한다. 충방전 제어부(406)는, 예를 들면 기억부(404)에 미리 기억된 설정이나 조작부(402)를 통한 조작에 의해 입력되는 설정에 기초하여, 충전 및 방전을 제어할 수 있다. 상기 설정은, 예를 들면 충방전 시간, 충방전 개시 시의 잔존 용량, 충방전 종료 시의 잔존 용량, 충방전 개시 시의 양극 및/또는 음극의 단자 전압, 충방전 종료 시의 양극 및/또는 음극의 단자 전압 등에 의해 임의로 설정 가능하다.

[0087] 충방전 데이터 생성부(407)는, BMS(400)가 관리하는 리튬 이차 전지(101)의 충방전에 관한 데이터인 충방전 데이터를 생성한다. 충방전 데이터 생성부(407)는 생성된 충방전 데이터를 기억부(404)에 저장시킬 수 있다. 충방전 데이터의 데이터 구조에 대해서는 후술한다.

[0088] 송수신부(408)는, 송신부 및 수신부로서의 기능을 가지며 각종 정보나 데이터를 통신부(401)를 통해 서버 장치(20) 등의 다른 정보 처리 장치에 송신하고, 또한 각종 정보나 데이터를 통신부(401)를 통해 서버 장치(20) 등의 다른 정보 처리 장치로부터 수신한다. 송수신부(408)는 예를 들면 충방전 데이터를 서버 장치(20)로 송신한다. 또한 송수신부(408)는 예를 들면 각종 통지 정보를 서버 장치(20)로부터 수신한다.

[0089] 출력 제어부(409)는 출력부(403)에 각종 정보를 출력시킨다. 예를 들어 출력 부(403)가 표시부로서 구성되는 경우, 출력 제어부(409)는 영상 데이터 및 화상 데이터를 생성하고, 이 영상 데이터에 기초한 영상이나 화상 데이터에 기초한 화상 등을 당해 표시부에 표시시킨다. 또한 출력부(409)가 음성 출력부로서 구성되는 경우, 출력 제어부(409)는 음성 데이터를 생성하여 당해 음성 출력부에 음성 출력시킨다.

[0090] (3) 서버 장치(20)

[0091] 도 5는 본 실시형태에 따른 서버 장치(20)의 기능 구성의 일례를 나타내는 블록도이다. 서버 장치(20)는, 예를 들면 하나 또는 복수의 컴퓨터로 구성되는 정보 처리 장치의 일례이며, 통신부(21), 기억부(22), 처리부(23)를 구비한다. 서버 장치(20)는 각 BMS(400)에 대해 BaaS를 제공한다.

[0092] 통신부(21)는, 통신 인터페이스 회로를 구비하고 서버 장치(20)를 통신 네트워크(N)에 접속한다. 통신부(21)는, 처리부(23)로부터 공급된 데이터를 통신 네트워크(N)을 통해 각 BMS(400) 등에 송신한다. 또한 통신부(21)는, 각 BMS(400) 등으로부터 통신 네트워크(N)를 통해 수신한 데이터를 처리부(23)에 공급한다.

[0093] 기억부(22)는, 예를 들면 반도체 메모리 장치를 구비한다. 기억부(22)는, 처리부(23)에서 처리 시 사용되는 운영 체제 프로그램, 드라이버 프로그램, 어플리케이션 프로그램, 데이터 등을 기억한다. 각종 프로그램은, 예를 들면 CD-ROM, DVD-ROM과 같이 컴퓨터로 판독 가능한 휴대형 기록 매체로부터, 알려진 셋업 프로그램 등을 이용하여 기억부(22)에 인스톨될 수도 있다. 기억부(22)는 예를 들면 추정 모델 생성부(25)가 생성한 추정 모델을 기억할 수도 있다. 또한 기억부(22)는 BMS(400)로부터 송신된 충방전 데이터를 기억할 수도 있다. 또한 기억부(22)는, 각 BMS(400)가 관리하는 전지 모듈(100)의 사양(음극, 양극, 음극 집전체, 양극 집전체, 세퍼레이터, 전해액 등의 리튬 이차 전지(101)의 사양에 관한 정보나, 각 리튬 이차 전지(101)의 접속에 관한 정보)이나, 충전기(200) 및 부하(300)의 사양에 관한 정보 등을 기억할 수도 있다.

[0094] 처리부(23)는 하나 또는 복수의 프로세서 및 그 주변 회로를 구비한다. 처리부(23)는 서버 장치(20)의 전체적인 동작을 통괄적으로 제어하는 것으로, 일례로 CPU를 들 수 있다. 처리부(23)는 서버 장치(20)의 각종 처리가 기억부(22)에 기억된 프로그램 등에 기초하여 적절한 순서로 실행되도록 통신부(21) 등의 동작을 제어한다. 처리부(23)는 기억부(22)에 기억된 프로그램(운영 체제 프로그램이나 드라이버 프로그램, 어플리케이션 프로그램 등)에 기초하여 처리를 실행한다. 또한 처리부(23)는 복수의 프로그램(어플리케이션 프로그램 등)을 병렬로 실행할 수 있다.

[0095] 처리부(23)는, 예를 들면 송수신부(24), 추정 모델 생성부(25), 추정부(26), 통지 정보 생성부(27)를 구비한다. 이들 각 부는 처리부(23)에 제공된 프로세서에서 실행되는 프로그램에 의해 실현되는 기능 모듈이다. 또는, 이들 각 부는 독립된 집적 회로, 마이크로 프로세서 또는 펌웨어로서 서버 장치(20)에 실장될 수도 있다.

[0096] 송수신부(24)는 송신부 및 수신부로서의 기능을 가지며, 각종 정보나 데이터를 통신부(21)를 통해 각 BMS(400) 등의 다른 정보 처리 장치에 송신하고, 각종 정보나 데이터를, 통신부(21)를 통해 각 BMS(400) 등의 다른 정보 처리 장치로부터 수신한다. 송수신부(24)는, 예를 들면 충반전 데이터를 각 BMS(400)로부터 수신한다. 또한 송수신부(24)는, 예를 들면 각종 통지 정보를 각 BMS(400)에 송신한다.

[0097] 추정 모델 생성부(25)는, 각 BMS(400)로부터 수신한 충방전 데이터에 기초하여 리튬 이차 전지(101)의 열화 지표를 추정하기 위한 추정 모델을 생성한다. 특히, 추정 모델 생성부(25)는 복수의 BMS(400)로부터 수신한 충방전 데이터를 통합하여, 단일 추정 모델을 생성할 수 있다. 추정 모델 생성부(25)는, 예를 들면 충방전 데이터에 기초한 회귀 분석을 실행함으로써, 회귀식 모델로서의 추정 모델을 생성할 수도 있다. 또는, 추정 모델 생성부(25)는 예를 들어 충방전 데이터에 기초한 기계 학습을 실행함으로써 기계 학습이 완료된 모델로서의 추정 모델을 생성할 수도 있다.

[0098] 도 6을 참조하여 충방전 데이터의 데이터 구조를 설명한다. 도 6은 본 실시형태에 따른 충방전 데이터의 데이터 구조의 일례를 나타내는 도면이다. 도 6에 나타낸 리스트의 각 레코드는, BMS(400)에 제공된 리튬 이차 전지(101)의 충전 또는 방전의 1 사이클에 대응한다. 아울러, 충방전 데이터는 전압 센서(103)가 측정한 전압값, 전류 센서(102)가 측정한 전류값, 온도 센서(104)가 측정한 온도값 중 적어도 하나의, 각 사이클에서 시간 경과에 따른 변화 데이터를 포함할 수도 있다.

[0099] 도 6에 나타낸 것처럼 충방전 데이터는, 예를 들면 '일시', '상태', '모드', '사이클 수', '총 사이클 수', '적산 용량', '경과 시간', '적산 전력', '평균 전압', '피크 전압', 'OCV', '종료 조건', 충방전 데이터를 해석하여 얻어진 '해석 데이터'를 포함한다. '일시'는 당해 사이클을 실행한 일시를 나타내는 정보이다. '상태'는 당해 사이클에 대한 충전 또는 방전을 구별하는 정보로, 예를 들어 1은 충전을 나타내고 2는 방전을 나타낸다. '모드'는 충방전의 반복에 관한 모드의 설정으로, 예를 들면 '1'은 단일 충방전 사이클을 실행하는 모드를 나타내고, '2'는 복수의 충방전 사이클을 실행하는 모드를 나타낸다. '사이클 수'는 당해 사이클이 '모드'에 표시된 모드에서 몇 번째 사이클인지를 나타내는 정보이다. '총 사이클 수'는 당해 전원 장치(10)에서 실행되는 통산 충방전 사이클 수를 나타내는 정보이다. '적산 용량'은 당해 레코드에서의 충전에 의해 기록된 충전 용량, 또는

당해 레코드에서의 방전에 의해 기록된 방전 용량을 나타내는 정보이다. '경과 시간'은 당해 사이클에서의 충전 또는 방전에 필요한 시간이다. '총 경과 시간'은 당해 전원 공급 장치(10)의 충전 또는 방전이 개시된 후 당해 사이클의 충전 또는 방전이 실행될 때까지의 통산 경과 시간이다. '적산 전력'은 당해 사이클에서의 충전에 의해 충전된 전력, 또는 당해 사이클에서의 방전에 의해 방전된 전력을 나타내는 정보이다. '평균 전압'은 당해 사이클에서의 충전 또는 방전 시 전지 모듈(100)의 평균 전압이다. '피크 전압'은 당해 사이클에서의 충전 또는 방전 시 전지 모듈(100)의 피크 전압(전압의 최대값)이다. 'OCV'는, 당해 사이클에서 방전이 종료되고 나서 소정 시간이 경과한 후의 OCV인 방전 후 OCV, 또는 당해 사이클에서 충전이 종료되고 나서 소정 시간이 경과한 후의 OCV인 충전 후 OCV를 나타내는 정보이다. 여기서 OCV는, 개회로 전압(Open Circuit Voltage)이라고도 불리며, 전지의 전극간에 외부 전원을 접속하고, 전류를 0A로 하여 자기 방전하지 않는 시간 범위 내에서 장시간 완화시켰을 때의 평형 전압일 수 있다. 아울러 소정 시간은, 예를 들면 OCV가 안정되는데 필요한 시간일 수 있다. '종료 조건'은 당해 사이클의 충방전의 종료 조건을 나타내는 정보이다. 종료 조건은, 예를 들면 리튬 이차 전지(101)의 전압값이 소정의 값이 된 것을 포함할 수도 있고, 충방전이 개시되고 나서 소정 시간이 경과한 것을 포함할 수도 있다. '해석 데이터'는 상기 충방전 데이터의 해석에 의해 얻어지는 데이터로, 예를 들면 '직류 저항', 'dQ/dV', 'dQ/dV'의 각 피크 위치, 'dQ/dV'의 각 피크 높이, 'dQ/dV'의 각 피크 폭 등을 포함한다. '직류 저항'은, 어느 시점에서의 전압과 OCV의 차를 전류로 나눈 수치이다. 'dQ/dV'는 전류값을 시간당 전압 변화로 나눈 수치이다. 이 피크 위치, 피크 폭, 피크 높이는, 'dQ/dV'를 전류, 전압 또는 기타 파라미터에 대해 플롯한 그래프에서 피크의 위치, 폭, 높이 정보이다.

[0100] 추정 모델이 회귀 분석에 의해 생성되는 경우, 추정 모델 생성부(25)는, 예를 들면 충방전 데이터에 기초하여 회귀 분석 시 설명 변수를 설정하고, 또한 충방전 데이터에 기초하여 목적 변수를 설정할 수 있다. 특히, 추정 모델 생성부(25)는 회귀 분석 시 충방전 데이터에 포함되는 방전 후 OCV에 기초한 파라미터를 추정 모델의 설명 변수에 포함시킬 수도 있다. 파라미터는, 예를 들면 후술하는 것처럼 열화 지표와 양호한 선형성을 나타내는 '방전 후 OCV'일 수도 있으며, 특히 '방전 후 OCV'만을 추정 모델의 설명 변수로 할 수도 있다. 이 경우 추정 모델은, 실질적으로는 '방전 후 OCV'와 열화 지표의 관계성을 나타내는 그래프나 테이블이 된다. 또는, 파라미터는 예를 들면 후술하는 것처럼 열화 지표와 양호한 선형성을 나타내는 '충전 후 OCV-방전 후 OCV'일 수도 있으며, 특히 '충전 후 OCV-방전 후 OCV'만을 추정 모델의 설명 변수로 할 수도 있다. 이 경우 추정 모델은, 실질적으로 '충전 후 OCV-방전 후 OCV'와 열화 지표의 관계성을 나타내는 그래프나 테이블이 된다. 또한 특히 추정 모델 생성부(25)는, 회귀 분석 시 충방전 데이터에 포함되는 열화 지표를 추정 모델의 목적 변수에 포함시킬 수도 있다. 열화 지표는, 예를 들면 리튬 이차 전지(101)의 '충방전 용량'일 수도 있고, '충방전 용량'을 '초기 충방전 용량'으로 나눈 비율인 'SOH(State of Health)'일 수도 있다. 덧붙여 BMS(400)의 충방전 데이터 생성부(407)는, 서버 장치(20)의 추정 모델 생성부(25)가 회귀 분석 시 취급하는 상술한 설명 변수 및 목적 변수를 포함하는 한, 충방전 데이터를 임의로 구성할 수도 있다.

[0101] 추정 모델이 기계 학습에 의해 생성되는 경우, 추정 모델 생성부(25)는 예를 들면 충방전 데이터에 기초하여 기계 학습 시의 입력을 설정하고, 또한 충방전 데이터에 기초하여 기계 학습 시의 출력을 설정할 수 있다. 추정 모델 생성부(25)는 기계 학습에서 충방전 데이터에 포함되는 방전 후 OCV에 기초한 파라미터를 추정 모델의 입력에 포함시킬 수도 있다. 파라미터는, 예를 들면 '방전 후 OCV'일 수도 있고, '충전 후 OCV-방전 후 OCV'일 수도 있다.

[0102] 덧붙여 추정 모델 생성부(25)는, 상술한 충방전 데이터 이외에, 각 BMS(400)가 관리하는 전지 모듈(100), 충전기(200), 부하(300) 등의 사양에 관한 정보에 기초하여 추정 모델을 생성할 수도 있다. 예를 들어 추정 모델이 회귀 분석에 의해 생성되는 경우, 추정 모델 생성부(25)는, 예를 들어 이들 사양에 관한 정보의 적어도 일부를 회귀 분석 시의 설명 변수에 추가할 수 있다. 또한 추정 모델이 기계 학습에 의해 생성되는 경우, 추정 모델 생성부(25)는, 예를 들어 이들 사양에 관한 정보의 적어도 일부를 기계 학습 시의 입력에 포함시킬 수도 있다.

[0103] 도 7 및 도 8을 참조하여 리튬 이차 전지(101)의 열화 지표의 선형성에 대해 설명한다. 본 발명자들은, 본 실시형태에 따른 리튬 이차 전지(101)와 같이, 음극(13)에 음극 활물질이 포함되지 않는 경우, 방전 후 OCV에 기초한 파라미터가, 리튬 이차 전지(101)의 열화 지표와 양호한 선형성을 나타내는 것을 발견했다.

[0104] 도 7은 각종 실시예에 관한 리튬 이차 전지(101)의 '방전 후 OCV'와 'SOH'의 특성 정보를 나타내는 도면이다. 각 실시예의 조건은 아래 표 1과 같다. 각 실시예는 전지 조건 및 동작 조건 등에 의해 규정될 수 있다. 전지 조건은 양극 중량(mg/cm^2) 및 세퍼레이터의 구성을 포함할 수 있다. 또한 동작 조건은 충전 레이트(C) 및 방전 레이트(C)를 포함할 수 있다. 덧붙여, 상한 전압(충전을 정지하는 전압)은 모두 4.2V로 하고, 하한 전압(방전을

정지하는 전압)은 모두 3V로 했다. 표 1에서 세퍼레이터 'A'는, PVDF를 코팅한 폴리에틸렌계 세퍼레이터를 나타낸다.

표 1

[0105]

	전지조건		동작조건
	양극용량(mg/㎠)	세퍼레이터	충전레이트(C)/방전레이트(C)
실시예1	10	A	0.1/0.3
실시예2	10	A	0.2/0.3
실시예3	15	A	0.1/0.3
실시예4	20	A	0.1/0.3
실시예5	25	A	0.1/0.3

[0106] 도 7에 나타낸 것처럼, 실시예 1 내지 5에 관한 방전 후 OCV-SOH 특성 정보에서는, 모두 '방전 후 OCV'와 'SOH' 간에 각 실시예의 조건에 따른 선형성이 보인다. 따라서, 추정 모델이 회귀 분석에 의해 생성되는 경우에는 추정 모델의 설명 변수로서, 또는 추정 모델이 기계 학습에 의해 생성되는 경우에는 기계 학습의 입력으로서, '방전 후 OCV'를 포함함으로써, 추정 모델에 의한 열화 지표의 추정값(예를 들면, SOH)의 정밀도가 향상된다고 할 수 있다.

[0107] 도 8은 각종 실시예에 관한 리튬 이차 전지(101)의 '충전 후 OCV-방전 후 OCV'와 '충방전 용량'의 특성 정보를 나타내는 도면이다. 각 실시예의 조건은 아래 표 2와 같다. 각 실시예는 전지 조건 및 동작 조건 등에 의해 규정될 수 있다. 전지 조건은 양극 중량(mg/cm^2) 및 세퍼레이터의 구성을 포함할 수 있다. 또한 동작 조건은 충전 레이트(C) 및 방전 레이트(C)를 포함할 수 있다. 덧붙여, 상한 전압(충전을 정지하는 전압)은 모두 4.2V로 하고, 하한 전압(방전을 정지하는 전압)은 모두 3V로 했다. 표 2에서, 세퍼레이터 'B'는 아라미드를 코팅한 폴리에틸렌계 세퍼레이터를 나타내며, 세퍼레이터 'C'는 세퍼레이터 'A'와는 다른 두께로 PVDF를 코팅한 폴리에틸렌계 세퍼레이터를 나타낸다.

표 2

[0108]

	전지조건		동작조건
	양극용량(mg/cm^2)	세퍼레이터	충전레이트(C)/방전레이트(C)
실시예6	10	B	0.1/0.3
실시예7	10	B	0.2/0.3
실시예8	10	C	0.1/0.3
실시예9	10	D	0.1/0.3
실시예10	10	E	0.1/0.3

[0109] 도 8에 나타낸 것처럼, 실시예 6 내지 10에 관한 '충전 후 OCV-방전 후 OCV'와 '충방전 용량'에서는, 모두 '충전 후 OCV-방전 후 OCV'와 '충방전 용량'의 사이에 선형성이 보인다. 따라서, 추정 모델이 회귀 분석에 의해 생성되는 경우에는 추정 모델의 설명 변수로서, 또는 추정 모델이 기계 학습에 의해 생성되는 경우에는 기계 학습의 입력으로서, '충전 후 OCV-방전 후 OCV'를 포함함으로써, 추정 모델에 의한 열화 지표의 추정치(예를 들면, SOH)의 정밀도가 향상된다고 할 수 있다.

[0110] 추정부(26)는, 추정 모델을 이용하여 리튬 이차 전지(101)의 열화 지표의 추정값을 취득한다. 추정부(26)는, 예를 들면 관리 시스템(1)을 구성하는 임의의 BMS(400)로부터 충방전 데이터를 취득하고, 이 충방전 데이터를 추정 모델에 입력함으로써, 당해 BMS(400)가 관리하는 리튬 이차 전지(101)의 열화 지표의 추정값을 취득한다. 추정부(26)는 소정의 추정 조건을 만족하는 경우에, BMS(400)가 관리하는 리튬 이차 전지(101)의 추정값을 출력할 수 있다.

[0111] 통지 정보 생성부(27)는 추정값에 기초하여 소정의 통지 정보를 생성한다. 통지 정보의 내용은 열화 지표의 추정값에 기초한다면 별도로 한정하지 않으나, 예를 들면 당해 추정값을 나타내는 정보, 당해 추정값의 소정 임계값과의 비교를 나타내는 정보, 리튬 이차 전지(101)의 교환 시기를 나타내는 정보, 리튬 이차 전지(101)의 교환을 재촉하는 메시지, 리튬 이차 전지(101)의 운용에 관한 어드바이스 등을 포함할 수 있다. 또한 통지 정보 생성부(27)는, 상기 추정값에 기초하여 소정의 통지 조건을 판정할 수도 있고, 소정의 통지 조건을 만족한다고 판

정한 경우에 상기 통지 정보를 생성할 수도 있다.

[0112] (4) 동작 처리

[0113] (4-1) 추정 모델의 생성 처리

[0114] 도 9는 본 실시형태에 따른 관리 시스템(1)에 의한 추정 모델 생성 처리의 동작 시퀀스의 일례를 나타내는 도면이다.

[0115] (S101) 먼저, BMS(400)의 충방전 제어부(406)는, 전지 모듈(100)의 충방전을 실행한다. 충방전 제어부(406)는, 예를 들면 기억부(404)에 기억된 충방전에 관한 설정에 기초하여, 충전기(200) 및 부하(300)를 제어하여 전지 모듈(100)의 충전 및 방전을 제어한다. 충방전에 관한 설정은, 예를 들면 충방전 시간, 충방전 개시 시의 잔존 용량, 충방전 종료 시의 잔존 용량, 충방전 개시 시의 양극 및/또는 음극의 단자 전압, 충방전 종료 시의 양극 및/또는 음극의 단자 전압 등을 포함할 수 있다. 충방전 제어 시, 충방전 제어부(406)는 전류 센서(102)로부터 공급되는 전류값, 전압 센서(103)로부터 공급되는 전압값, 온도 센서(104)로부터 공급되는 온도값 중 적어도 하나를 모니터링할 수 있다.

[0116] (S102) 다음으로, BMS(400)의 충방전 데이터 생성부(407)는, 단계 S101에서의 충방전 제어에 기초하여 충방전 데이터를 생성한다. 충방전 데이터는 예를 들면 도 6에 나타낸 데이터 구조를 가질 수 있다.

[0117] (S103) 다음으로, BMS(400)의 송수신부(408)는, 단계 S102에서 생성된 충방전 데이터를 서버 장치(20)로 송신한다. 서버 장치(20)의 송수신부(24)는 BMS(400)로부터 상기 충방전 데이터를 수신하여, 기억부(22)에 저장한다. 송수신부(408)가 충방전 데이터를 송신하는 타이밍이나, 송신하는 충방전 데이터의 단위는 임의로 설정할 수 있다. 충방전 데이터를 송신하는 타이밍은 별도로 한정하지 않으나, 예를 들면 사이클 수가 소정 임계값을 상회했을 때, 주기적 또는 비주기적인 특정 일시, 충방전 용량이 소정의 임계값을 하회했을 때, 사용자가 조작부(402)를 통해 소정의 조작을 행한 경우, 서버 장치(20)로부터의 요구를 BMS(400)가 수신했을 때 등일 수 있다.

[0118] (S104) 다음으로, 서버 장치(20)의 추정 모델 생성부(25)는 소정의 타이밍에서 각 BMS(400)로부터 공급된 충방전 데이터에 기초하여 추정 모델을 생성한다. 추정 모델 생성부(25)는, 예를 들면 각 BMS(400)로부터 공급된 충방전 데이터에 기초한 회귀 분석을 실행함으로써, 회귀식 모델로서의 추정 모델을 생성할 수 있다. 또는, 추정 모델 생성부(25)는 예를 들면 각 BMS(400)로부터 공급된 충방전 데이터에 기초한 기계 학습을 실행함으로써, 기계 학습된 모델로서의 추정 모델을 생성할 수도 있다. 추정 모델을 생성하는 타이밍은 별도로 한정하지 않으나 주기적 또는 비주기적인 특정 일시 등일 수 있다.

[0119] (4-2) 열화 지표의 추정 처리

[0120] 도 10은 본 실시형태에 따른 관리 시스템(1)에 의한 열화 지표의 추정 처리의 동작 시퀀스의 일례를 나타내는 도면이다.

[0121] (S201) 먼저, 서버 장치(20)의 추정부(26)는, 소정의 BMS(400)에 대해 열화 지표의 추정에 대한 소정 조건이 만족되는 경우, 추정 모델을 이용하여 당해 소정의 BMS(400)가 관리하는 리튬 이차 전지(101)의 열화 지표의 추정값을 출력한다. 열화 지표의 추정에 대한 소정 조건은 별도로 한정하지 않으나, 예를 들면 당해 소정 BMS(400)로부터 충방전 데이터를 수신한 것, 주기적 또는 비주기적인 특정 일시가 도래한 것, 당해 특정 BMS(400)로부터의 요구를 서버 장치(20)가 수신한 것 등을 포함할 수 있다.

[0122] (S202) 다음으로, 서버 장치(20)의 통지 정보 생성부(27)는, 단계 S201에서 생성된 열화 지표의 추정값에 기초하여 통지 정보를 생성한다. 통지 정보의 내용은 열화 지표의 추정값에 기초한다면 별도로 한정하지 않으나, 예를 들면 당해 추정값을 나타내는 정보, 당해 추정값의 소정 임계값과의 비교를 나타내는 정보, 리튬 이차 전지(101)의 교환 시기를 나타내는 정보, 리튬 이차 전지(101)의 교환을 재촉하는 메시지, 리튬 이차 전지(101)의 운용에 관한 어드바이스 등을 포함할 수 있다.

[0123] (S203) 다음으로, 서버 장치(20)의 송수신부(24)는, 생성된 통지 정보를 상술한 소정의 BMS(400)로 송신한다. 소정의 BMS(400)의 송수신부(408)는 통지 정보를 서버 장치(20)로부터 수신한다.

[0124] (S204) 다음으로, BMS(400)의 출력 제어부(409)는, 출력부(403)에 각종 정보를 출력시킨다. 예를 들어 출력부(403)가 표시부로서 구성되는 경우, 출력 제어부(409)는 상기 통지 정보에 기초하여 영상 데이터나 화상 데이터를 생성하고, 이 영상 데이터에 기초한 영상이나 화상 데이터에 기초한 화상 등을 당해 표시부에 표시시킨다. 또한 출력부(409)가 음성 출력부로서 구성되는 경우, 출력 제어부(409)는 상기 통지 정보에 기초하여 음성 데이

터를 생성하고, 당해 음성 출력부에 음성 출력시킨다. 이를 통해 출력부(403)로부터, 통지 정보의 내용으로서 당해 추정값을 나타내는 정보, 당해 추정값의 소정의 임계값과의 비교를 나타내는 정보, 리튬 이차 전지(101)의 교환 시기를 나타내는 정보, 리튬 이차 배터리(101)의 교환을 재촉하는 메시지 등이 출력된다.

[0125] 도 11은 출력부(403)가 표시부로서 구성되는 경우에, 상기 표시부에 표시되는 통지 정보의 화면(1000)의 일례를 나타내는 도면이다. 도 11에 나타낸 것처럼, 화면(1000)에는 충방전 용량이나 SOH라는 열화 지표의 추정값이 포함될 수 있다. 또한 도 11에 나타낸 것처럼 화면(1000)에는, 열화 지표의 추정값에 기초한 정보로서, 사용 가능 사이클 수나 교환 기준과 같은 정보가 포함될 수도 있다.

[0126] 이상에서 설명한 실시형태는, 본 발명의 이해를 용이하게 하기 위한 것이며, 본 발명을 한정하여 해석하기 위한 것은 아니다. 실시형태가 구비하는 각 요소 및 그 배치, 재료, 조건, 형상, 사이즈 등은, 예시한 것으로 한정되지 않으며 적절히 변경 가능하다. 또한 다른 실시형태에서 나타낸 구성끼리를 부분적으로 치환 또는 조합하는 것이 가능하다.

부호의 설명

[0127] 1:관리 시스템,

10:전원 장치,

11:양극 집전체,

12:양극,

13:음극,

14:세퍼레이터,

20:서버 장치,

21:통신부,

22:기억부,

23:처리부,

24 :송수신부,

25: 추정 모델 생성부,

26: 추정부,

27: 통지 정보 생성부,

100: 전지 모듈,

101: 이차 전지 셀,

102: 전류 센서,

103: 전압 센서,

200: 충전기,

300:부하,

400:배터리 관리 시스템(BMS),

401:통신부,

402:조작부,

403:출력부,

404:기억부,

405:처리부,

406:충방전 제어부,

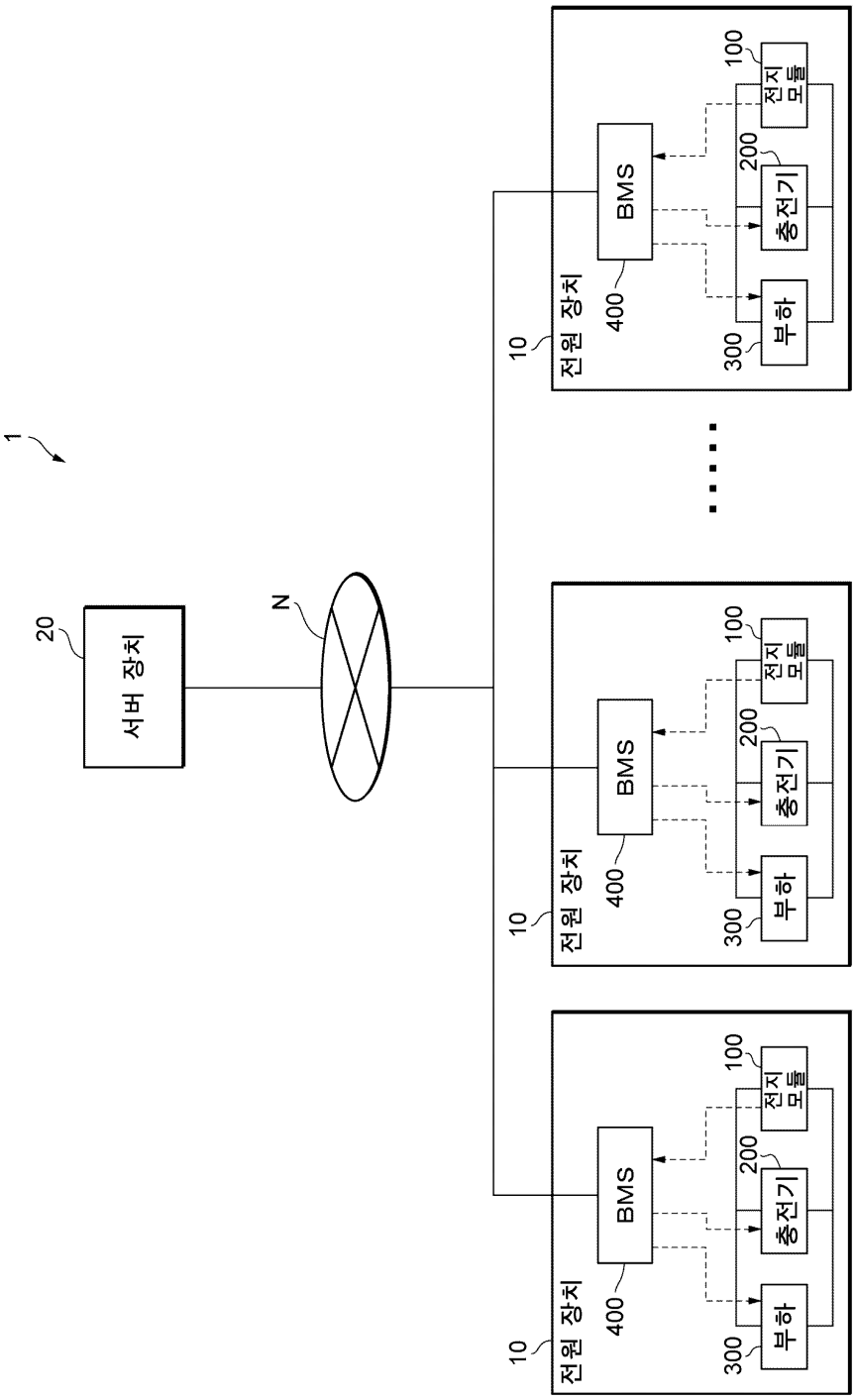
407:충방전 데이터 생성부,

408:송수신부,

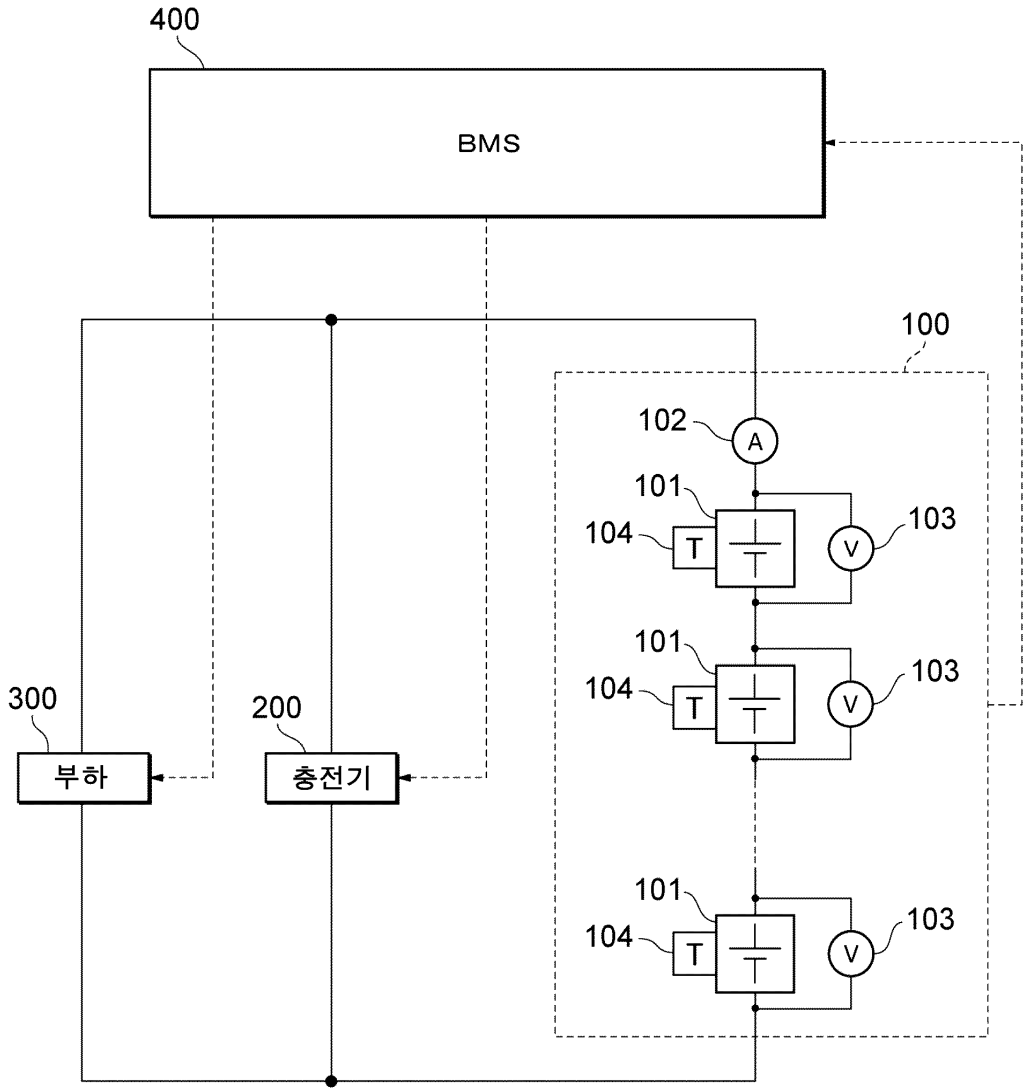
409:출력 제어부.

도면

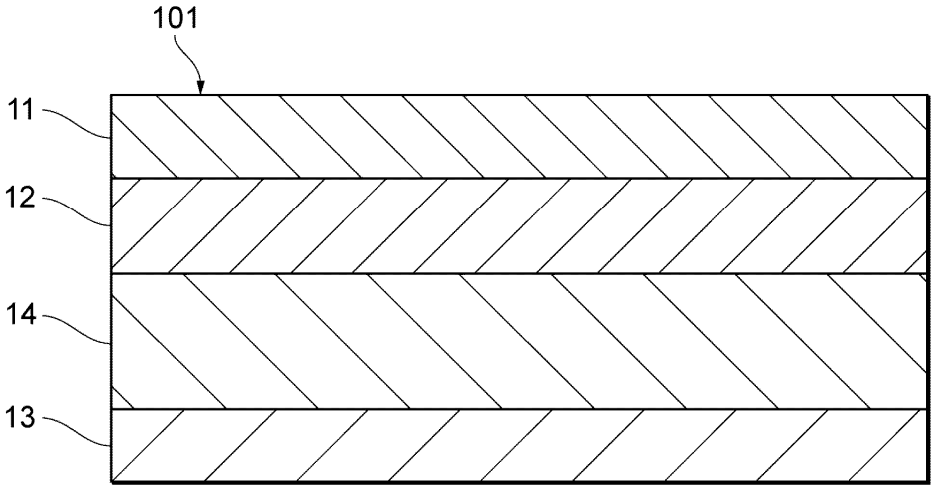
도면1



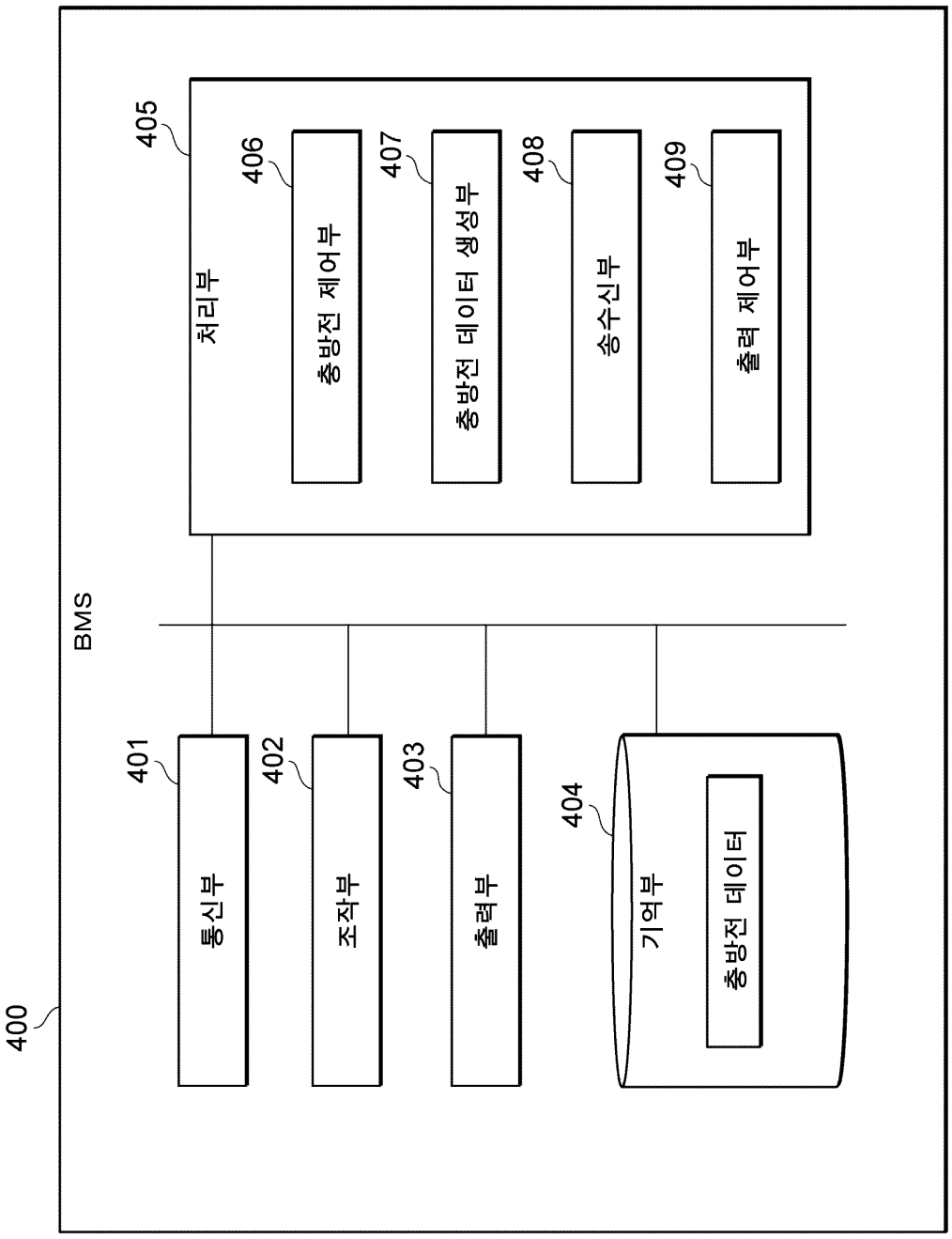
도면2



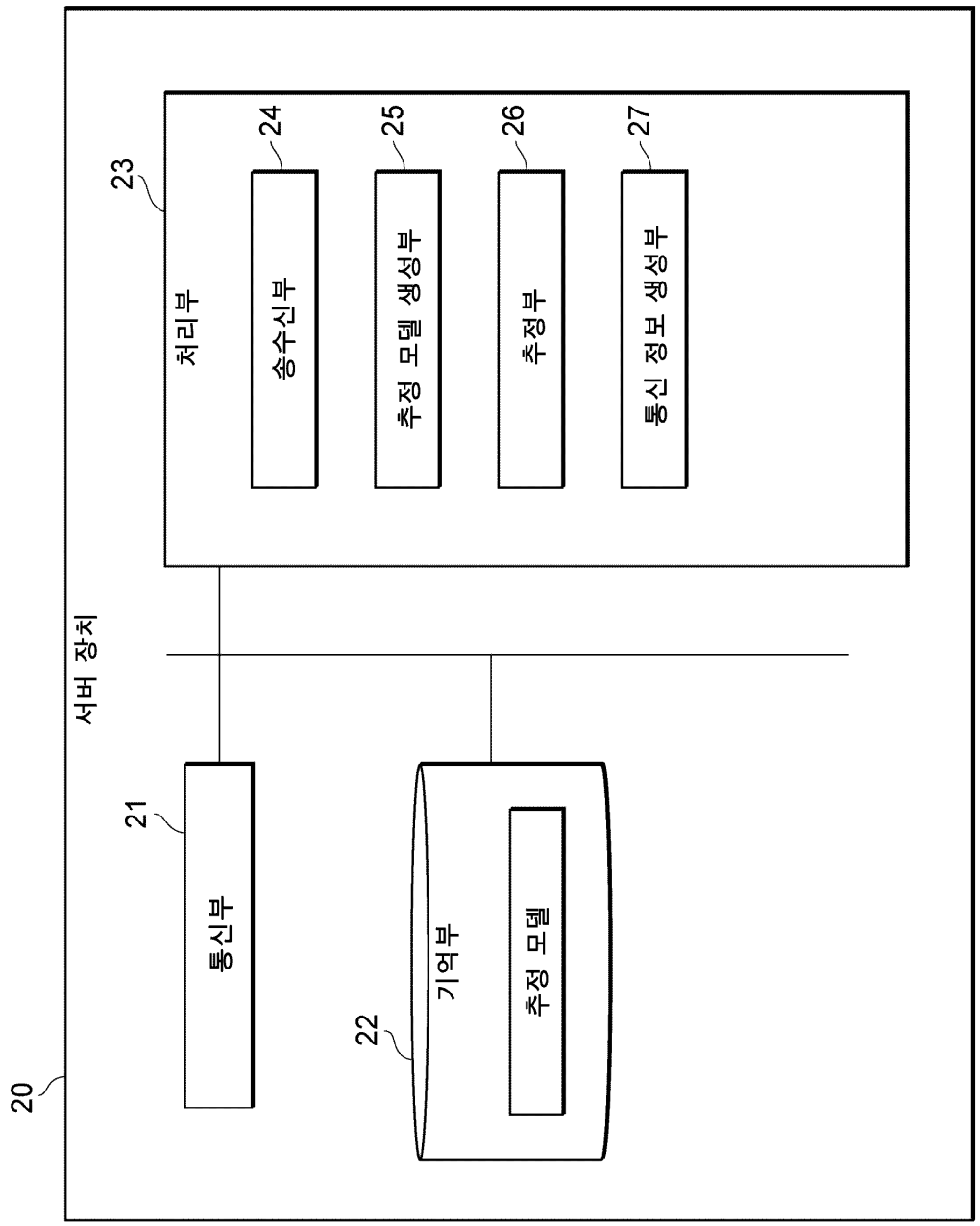
도면3



도면4


400
BMS
401
통신부
402
조작부
403
출력부
404
기억부
충방전 데이터
405
처리부
406
충방전 제어부
407
충방전 데이터 생성부
408
송수신부
409
출력 제어부

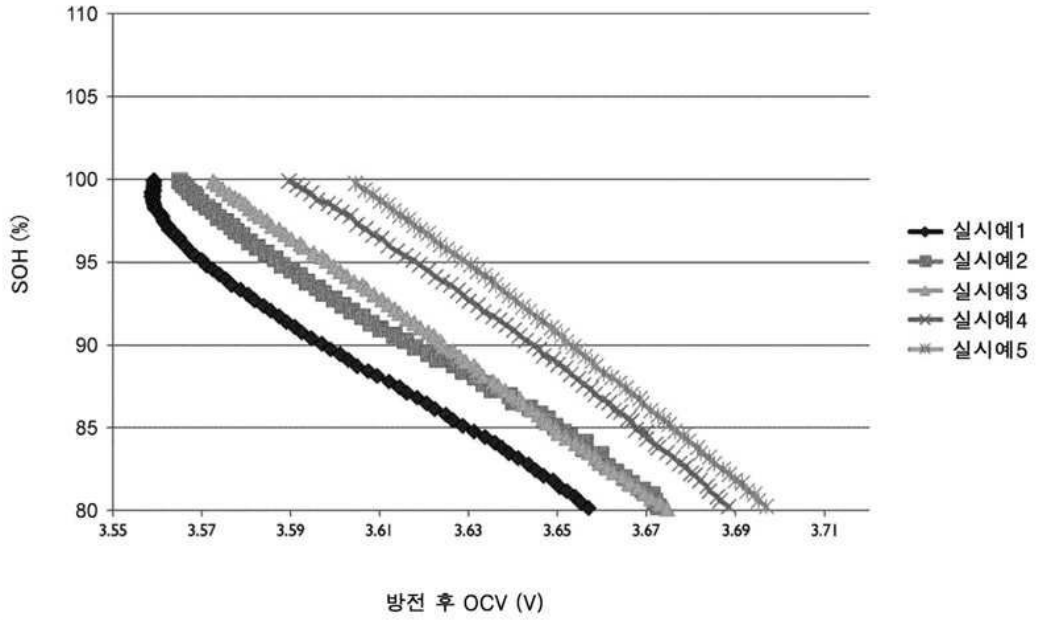
도면5


20
서버 장치
21
통신부
22
기억부
추정 모델
23
처리부
24
송수신부
25
추정 모델 생성부
26
추정부
27
통신 정보 생성부

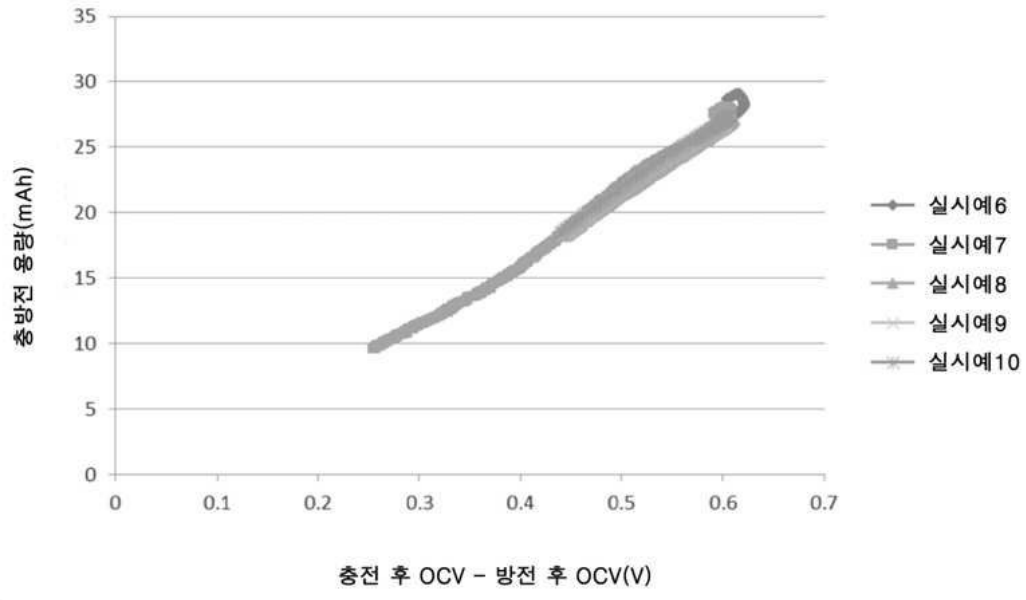
도면6

일시	상태	모드	사이클 수	총 사이클 수	적산 용량	경과 시간	총 경과 시간	적산 전력	평균 전압	피크 전압	OCV	종료 조건	해석 데이터
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…

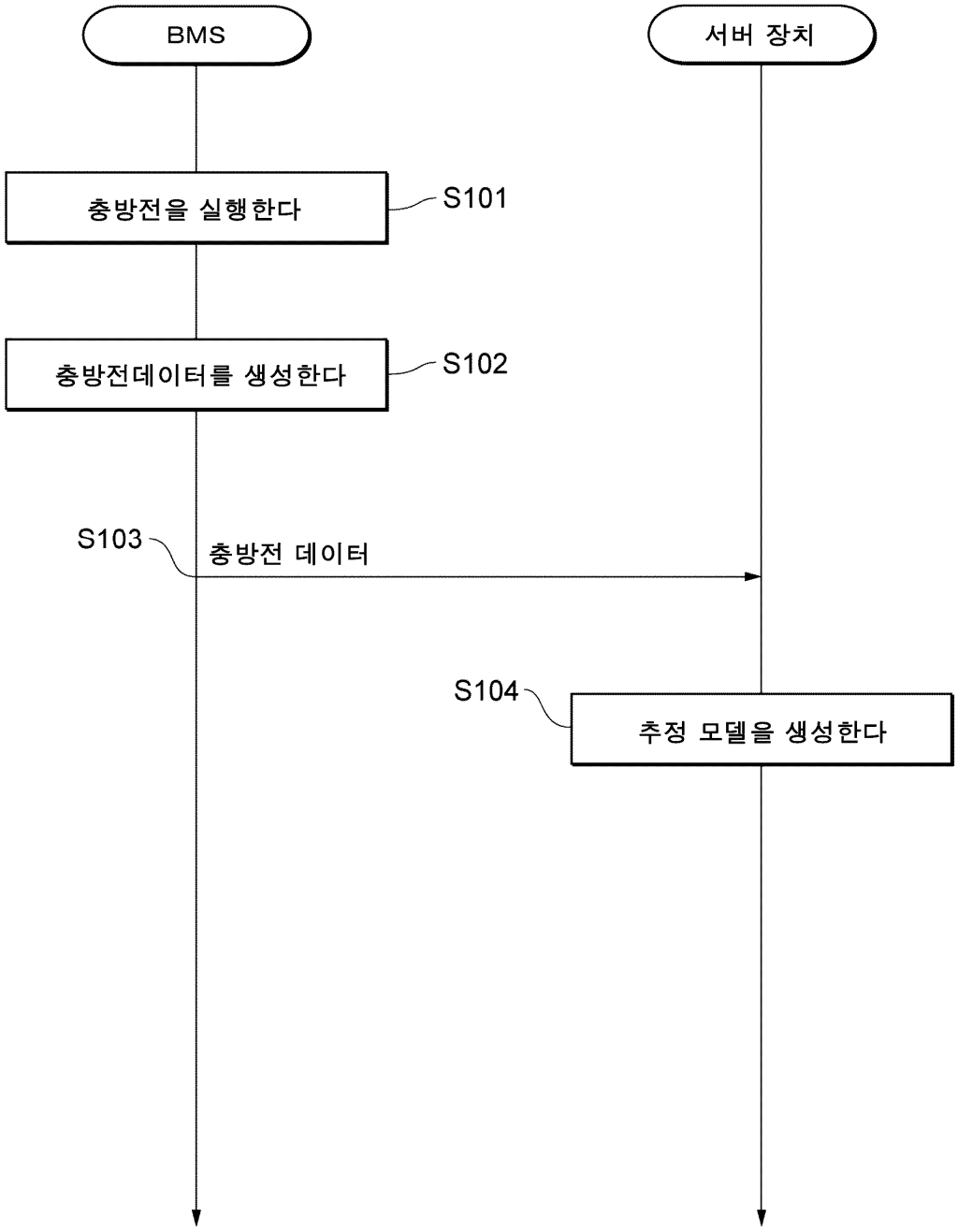
도면7


110
105
100
95
90
85
80
SOH (%)
3.55
3.57
3.59
3.61
3.63
3.65
3.67
3.69
3.71
방전 후 OCV (V)
실시예1
실시예2
실시예3
실시예4
실시예5

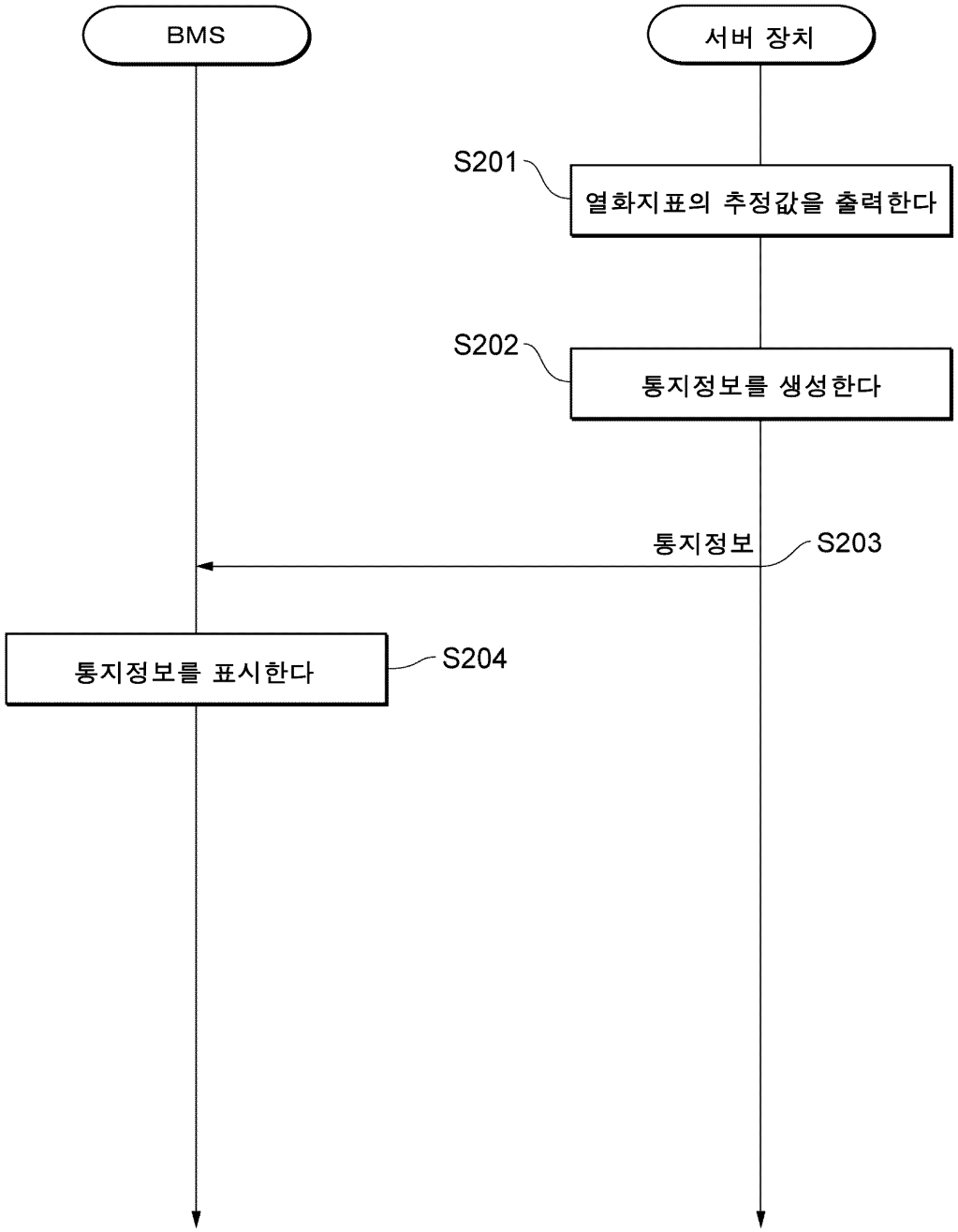
도면8


35
30
25
20
15
10
5
0
충방전 용량(mAh)
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
충전 후 OCV - 방전 후 OCV(V)
실시예6
실시예7
실시예8
실시예9
실시예10

도면9


BMS
서버 장치
충방전을 실행한다
S101
충방전데이터를 생성한다
S102
S103
충방전 데이터
S104
추정 모델을 생성한다

도면10


BMS
서버 장치
S201
열화지표의 추정값을 출력한다
S202
통지정보를 생성한다
통지정보
S203
통지정보를 표시한다
S204

도면11

