



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년05월27일
(11) 등록번호 10-2257598
(24) 등록일자 2021년05월24일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 31/392 (2019.01) G01R 22/06 (2006.01)
G01R 31/367 (2019.01) G01R 31/382 (2019.01)
- (52) CPC특허분류
G01R 31/392 (2019.01)
G01R 22/06 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2021-0046872
- (22) 출원일자 2021년04월12일
심사청구일자 2021년04월12일
- (56) 선행기술조사문헌
JP4956476 B2
KR1020110134268 A
KR102013766 B1
KR102044127 B1

- (73) 특허권자
한국교통대학교산학협력단
충청북도 충주시 대소원면 대학로 50
- (72) 발명자
김철수
서울특별시 강남구 삼성로 64길 5, 106동 903호(대치동, 대치현대아파트)
- (74) 대리인
유장현

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 오용균

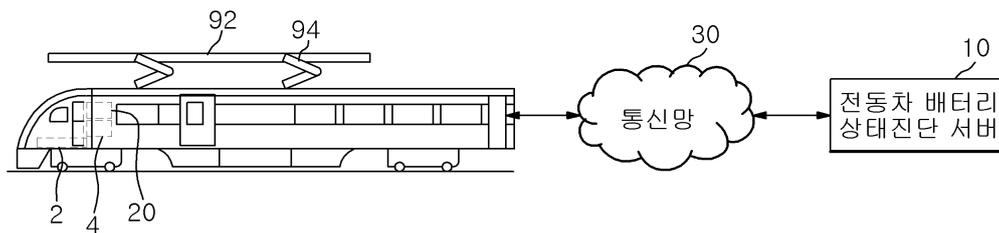
(54) 발명의 명칭 **전동차 배터리 상태진단 서버, 방법 및 시스템**

(57) 요약

본 발명의 일 측면에 따르면, 전력중단구간 측정부에 의해 전차선으로부터 전동차에 전력공급이 중단되는 전력중단구간이 측정되는 단계(S1); 배터리 소모량 측정부에 의해 상기 전력중단구간에서 소모된 배터리의 소모 전력량이 측정되는 단계(S2); 상기 전력중단구간이 종료된 후 상기 배터리가 충전되고, 배터리 충전량 측정부에 의해 상기 배터리의 충전 전력량 측정이 시작되는 단계(S3); 충전시간 측정부에 의해 상기 배터리의 소모 전력량과 충전 전력량이 동일하게 된 시점의 상기 배터리의 충전시간이 측정되는 단계(S4); 충전률 측정부에 의해 상기 충전시간 동안 상기 배터리의 충전율이 측정되는 단계(S5); 및 배터리 상태 판단부에 의해 상기 배터리의 충전율을 기초로 상기 배터리의 이상상태가 판단되는 단계(S6)를 포함하는 전동차 배터리 상태진단 방법이 제공될 수 있다.

대표도 - 도1

1



(52) CPC특허분류

G01R 31/367 (2019.01)

G01R 31/382 (2019.01)

H02J 7/005 (2020.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1615012238
과제번호	21QPWO-B152223-03
부처명	국토교통부
과제관리(전문)기관명	국토교통과학기술진흥원
연구사업명	철도차량스마트유지보수기술개발사업(R&D)
연구과제명	능동대응 유지보수 지원시스템 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	한국교통대학교산학협력단
연구기간	2021.01.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

전력중단구간 측정부에 의해 전차선으로부터 전동차에 전력공급이 중단되는 전력중단구간이 측정되는 단계(S1);
 배터리 소모량 측정부에 의해 상기 전력중단구간에서 소모된 배터리의 소모 전력량이 측정되는 단계(S2);
 상기 전력중단구간이 종료된 후 상기 배터리가 충전되고, 배터리 충전량 측정부에 의해 상기 배터리의 충전 전력량 측정이 시작되는 단계(S3);
 충전시간 측정부에 의해 상기 배터리의 소모 전력량과 충전 전력량이 동일하게 된 시점의 상기 배터리의 충전시간이 측정되는 단계(S4);
 충전률 측정부에 의해 상기 충전시간 동안 상기 배터리의 충전율이 측정되는 단계(S5); 및
 배터리 상태 판단부에 의해 상기 배터리의 충전율을 기초로 상기 배터리의 이상상태가 판단되는 단계(S6)를 포함하는
 전동차 배터리 상태진단 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,
 전력중단구간 측정부에 의해 전차선으로부터 전동차에 전력공급이 중단되는 전력중단구간이 측정되는 단계는,
 전력중단구간 측정부에 의해 전력중단구간이 시작되는 시점이 판단되는 단계;
 전력중단구간 측정부에 의해 전력중단구간이 종료되는 시점이 판단되는 단계;
 전력중단구간 측정부에 의해 상기 전력중단구간이 시작되는 시점과 종료되는 시점 사이를 전력중단구간으로 판단하는 단계를 포함하는
 전동차 배터리 상태진단 방법.

청구항 3

제1 항에 있어서,
 충전시간 측정부에 의해 상기 배터리의 소모 전력량과 충전 전력량이 동일하게 된 시점의 상기 배터리의 충전시간이 측정되는 단계(S4)는,
 충전시간 측정부에 의해 상기 전력중단구간이 종료되는 시점을 상기 배터리의 충전시작시점으로 판단되는 단계;
 충전시간 측정부에 의해 상기 배터리의 소모 전력량과 충전 전력량이 동일하게 된 시점을 상기 배터리의 판단기준시점으로 설정되는 단계;
 충전시간 측정부에 의해 상기 충전시작시점과 상기 판단기준시점 사이를 상기 배터리의 충전시간으로 판단하는 단계를 포함하는
 전동차 배터리 상태진단 방법.

청구항 4

제1 항에 있어서,
 충전률 측정부에 의해 상기 충전시간 동안 상기 배터리의 충전율이 측정되는 단계(S5)는,
 충전률 측정부에 의해 상기 충전율을 일평균 충전율로 변환하는 단계를 포함하는

전동차 배터리 상태진단 방법.

청구항 5

제1 항에 있어서,

배터리 상태 판단부에 의해 상기 배터리의 충전율을 기초로 상기 배터리의 이상상태가 판단되는 단계는,

충전률 측정부에 의해 상기 배터리의 초기 충전율이 측정되는 단계;

연산부에 의해 상기 초기 충전율에 대한 상기 배터리의 일평균 충전율의 비율인 배터리 성능지수가 연산되는 단계;

연산부에 의해 상기 배터리 성능지수가 기 설정된 범위 이내 인지 판단되어 상기 배터리의 이상상태가 판단되는 단계를 포함하는

전동차 배터리 상태진단 방법.

청구항 6

제5 항에 있어서,

배터리 상태 판단부에 의해 상기 배터리 성능지수가 0.8 이상인 경우 정상상태로 판단되고, 배터리 성능지수가 0.8 미만 0.7 이상인 경우 주의상태로 판단되고, 배터리 성능지수가 0.7 미만 0.5 이상인 경우 수리필요상태로 판단되고, 배터리 성능지수가 0.5 미만인 경우 고장상태로 판단되는

전동차 배터리 상태진단 방법.

청구항 7

제1 항에 있어서,

배터리 상태 판단부에 의해 상기 배터리의 충전율을 기초로 상기 배터리의 이상상태가 판단되는 단계는,

배터리 상태 판단부에 의해 상기 배터리의 스펙, 소모 전력량 및 일평균 충전율을 기초로 이상상태학습모듈이 형성되는 단계;

배터리 상태 판단부에 의해 상기 충전시간에서의 일평균 충전율이 상기 이상상태학습모듈에 대입됨으로써 배터리의 이상상태가 판단되는 단계를 포함하는

전동차 배터리 상태진단 방법.

청구항 8

제1 항에 있어서,

상기 전력중단구간은 정거장간 전력공급 방식이 달라 일시적으로 전력공급이 중단되는 구간인 절연구간을 포함하는

전동차 배터리 상태진단 방법.

청구항 9

전차선으로부터 전동차에 전력공급이 중단되는 전력중단구간을 측정할 수 있는 전력중단구간 측정부;

상기 전력중단구간에서 소모된 배터리의 소모 전력량을 측정할 수 있는 배터리 소모량 측정부;

상기 전력중단구간이 종료된 후 상기 배터리의 충전 전력량을 측정할 수 있는 배터리 충전량 측정부;

상기 배터리의 상기 소모 전력량과 상기 충전 전력량이 동일하게 된 시점의 상기 배터리의 충전시간을 측정할 수 있는 충전시간 측정부;

상기 충전시간 동안 상기 배터리의 충전율을 측정할 수 있는 충전률 측정부;

상기 배터리의 충전율을 기초로 상기 배터리의 이상상태를 판단할 수 있는 배터리 상태 판단부를 포함하는

전동차 배터리 상태진단 서버.

청구항 10

전동차에 탑재된 배터리에 관한 데이터를 수집할 수 있는 차상서버; 및

상기 차상서버와 통신가능하고, 상기 배터리의 이상상태를 진단할 수 있는 제9 항에 기재된 전동차 배터리 상태 진단 서버를 포함하는

전동차 배터리 상태진단 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전동차 배터리 상태진단 서버, 전동차 배터리 상태진단 방법 및 전동차 배터리 상태진단 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전동차는 전차선과 연결된 팬터그래프를 통해 전력을 공급받아 운행되고, 비상 시 또는 팬터그래프를 통해 전력이 공급되지 않을 때에는 전동차에 탑재된 대용량 배터리로부터 전력을 공급받는다.

[0003] 국내의 전동차가 운행되는 철도는 구간에 따라 전력공급 방식이 달라 팬터그래프로부터 일시적으로 전력공급이 중단되는 구간인 절연구간(Neutral section)이 존재한다. 예를 들어, 1호선, 남영역에서 지하 서울역 구간, 청량리역 진출입 구간, 4호선 선바위역에서 남태령역 구간 사이에 전철 전력공급방식 변경으로(AC↔ DC) 팬터그래프로부터 전동차로 전력공급이 중단되는 교직 절연구간이 존재한다.

[0004] 전동차에 탑재된 배터리는 보조전원장치(SIV) 내 충전장치를 통해 전력을 공급받아 항상 충전된 상태를 유지한다.

[0005] 종래에는 전동차에 탑재되는 배터리의 SOH(State of Health)를 판단하기 위한 장비나 시스템이 없었을 뿐만 아니라, 설사 이러한 장비가 존재했다고 하더라도 전동차에 탑재된 배터리는 전동차의 운행 중에 항상 충전되는바 배터리 방전량을 측정하기 어려워 배터리의 상태를 판단할 수 없는 문제가 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 실시예들은 상기와 같은 문제를 해결하기 위해 제안된 것으로서, 전동차의 운전 중에도 전동차에 탑재되는 배터리의 이상상태(예를 들어, SOH를 통해)를 판단할 수 있는 전동차 배터리 상태진단 서버, 방법 및 시스템을 제공하고자 한다.

[0007] 팬터그래프로부터 일시적으로 전력공급이 중단되는 구간인 절연구간(Neutral section)의 전력사용량을 분석하여 전동차 배터리 상태진단 서버, 방법 및 시스템을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일측면에 따르면, 전력중단구간 측정부에 의해 전차선으로부터 전동차에 전력공급이 중단되는 전력중단구간이 측정되는 단계(S1); 배터리 소모량 측정부에 의해 상기 전력중단구간에서 소모된 배터리의 소모 전력량이 측정되는 단계(S2); 상기 전력중단구간이 종료된 후 상기 배터리가 충전되고, 배터리 충전량 측정부에 의해 상기 배터리의 충전 전력량 측정이 시작되는 단계(S3); 충전시간 측정부에 의해 상기 배터리의 소모 전력량과 충전 전력량이 동일하게 된 시점의 상기 배터리의 충전시간이 측정되는 단계(S4); 충전물 측정부에 의해 상기 충전시간 동안 상기 배터리의 충전율이 측정되는 단계(S5); 배터리 상태 판단부에 의해 상기 배터리의 충전율을 기초로 상기 배터리의 이상상태가 판단되는 단계(S6)를 포함하는 전동차 배터리 상태진단 방법이 제공될 수 있다.

[0010] 또한, 전력중단구간 측정부에 의해 전차선으로부터 전동차에 전력공급이 중단되는 전력중단구간이 측정되는 단

계는, 전력중단구간 측정부에 의해 전력중단구간이 시작되는 시점이 판단되는 단계; 전력중단구간 측정부에 의해 전력중단구간이 종료되는 시점이 판단되는 단계; 전력중단구간 측정부에 의해 상기 전력중단구간이 시작되는 시점과 종료되는 시점 사이를 전력중단구간으로 판단하는 단계를 포함하는 전동차 배터리 상태진단 방법이 제공될 수 있다.

[0011] 또한, 충전시간 측정부에 의해 상기 배터리의 소모 전력량과 충전 전력량이 동일하게 된 시점의 상기 배터리의 충전시간이 측정되는 단계(S4)는, 충전시간 측정부에 의해 상기 전력중단구간이 종료되는 시점을 상기 배터리의 충전시작시점으로 판단되는 단계; 충전시간 측정부에 의해 상기 배터리의 소모 전력량과 충전 전력량이 동일하게 된 시점을 상기 배터리의 판단기준시점으로 설정되는 단계; 충전시간 측정부에 의해 상기 충전시작시점과 상기 판단기준시점 사이를 상기 배터리의 충전시간으로 판단하는 단계를 포함하는 전동차 배터리 상태진단 방법이 제공될 수 있다.

[0012] 또한, 충전률 측정부에 의해 상기 충전시간 동안 상기 배터리의 충전율이 측정되는 단계(S5)는, 충전률 측정부에 의해 상기 충전율을 일평균 충전율로 변환하는 단계를 포함하는 전동차 배터리 상태진단 방법이 제공될 수 있다.

[0013] 또한, 배터리 상태 판단부에 의해 상기 배터리의 충전율을 기초로 상기 배터리의 이상상태가 판단되는 단계는, 충전률 측정부에 의해 상기 배터리의 초기 충전율이 측정되는 단계; 연산부에 의해 상기 초기 충전율에 대한 상기 배터리의 일평균 충전율의 비율인 배터리 성능지수(예를 들어, SOC(State of Charge)에서 SOH(State of Health))가 연산되는 단계; 연산부에 의해 상기 배터리 성능지수가 기 설정된 범위 이내 인지 판단되어 상기 배터리의 이상상태가 판단되는 단계를 포함하는 전동차 배터리 상태진단 방법이 제공될 수 있다.

[0014] 또한, 배터리 상태 판단부에 의해 상기 배터리 성능지수가 0.8 이상인 경우 정상상태로 판단되고, 배터리 성능지수가 0.8 미만 0.7 이상인 경우 주의상태로 판단되고, 배터리 성능지수가 0.7 미만 0.5 이상인 경우 수리필요상태로 판단되고, 배터리 성능지수가 0.5 미만인 경우 고장상태로 판단되는 전동차 배터리 상태진단 방법이 제공될 수 있다.

[0015] 또한, 배터리 상태 판단부에 의해 상기 배터리의 충전율을 기초로 상기 배터리의 이상상태가 판단되는 단계는, 배터리 상태 판단부에 의해 상기 배터리의 스팩, 소모 전력량 및 일평균 충전율을 기초로 이상상태학습모듈이 형성되는 단계; 배터리 상태 판단부에 의해 상기 충전시간에서의 일평균 충전율이 상기 이상상태학습모듈에 대입됨으로써 배터리의 이상상태가 판단되는 단계를 포함하는 전동차 배터리 상태진단 방법이 제공될 수 있다.

[0016] 또한, 상기 전력중단구간은 정거장간 전력공급 방식이 달라 일시적으로 전력공급이 중단되는 구간인 절연구간을 포함하는 전동차 배터리 상태진단 방법이 제공될 수 있다.

[0017] 본 발명의 일측면에 따르면, 전차선으로부터 전동차에 전력공급이 중단되는 전력중단구간을 측정할 수 있는 전력중단구간 측정부; 상기 전력중단구간에서 소모된 배터리의 소모 전력량을 측정할 수 있는 배터리 소모량 측정부; 상기 전력중단구간이 종료된 후 상기 배터리의 충전 전력량을 측정할 수 있는 배터리 충전량 측정부; 상기 배터리의 상기 소모 전력량과 상기 충전 전력량이 동일하게 된 시점의 상기 배터리의 충전시간을 측정할 수 있는 충전시간 측정부; 상기 충전시간 동안 상기 배터리의 충전율을 측정할 수 있는 충전률 측정부; 상기 배터리의 충전율을 기초로 상기 배터리의 이상상태를 판단할 수 있는 배터리 상태 판단부를 포함하는 전동차 배터리 상태진단 서버가 제공될 수 있다.

[0018] 본 발명의 일측면에 따르면, 전동차에 탑재된 배터리에 관한 데이터를 수집할 수 있는 차상서버; 및 상기 차상서버와 통신가능하고, 상기 배터리의 이상상태를 진단할 수 있는 제9 항에 기재된 전동차 배터리 상태진단 서버를 포함하는 전동차 배터리 상태진단 시스템이 제공될 수 있다.

발명의 효과

[0020] 본 발명의 실시예들에 따른 전동차 배터리 상태진단 서버, 방법 및 시스템은 전동차의 운전 중에도 전동차에 탑재되는 배터리의 이상상태를 판단할 수 있는 장점이 있다.

[0021] 또한, 팬더그래프로부터 일시적으로 전력공급이 중단되는 구간인 절연구간(Neutral section)을 이용하여 전동차 배터리의 상태진단을 할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전동차 배터리 상태진단 시스템(1)을 개략적으로 나타내는 도면이다.
- 도 2는 도 1의 전동차 배터리 상태진단 서버(10)의 구성을 개략적으로 나타내는 도면이다.
- 도 3은 도 2의 전동차 배터리 상태진단 서버(10)의 프로세서(100)의 구성의 일 예를 나타내는 도면이다.
- 도 4는 도 1의 전동차 배터리 상태진단 서버(10)를 이용한 전동차 배터리 상태진단 방법을 개략적으로 나타내는 순서도이다.
- 도 5는 도 1의 전차선(92)으로부터 전동차로 전력공급이 중단된 절연구간(Neutral section)일때, 배터리(2)로부터 전동차로 전력이 공급될때의 배터리(2)의 소모 전력량(A)을 나타내는 그래프이다.
- 도 6은 도 5의 절연구간(Neutral section) 종료 후, 배터리(2)가 충전되는 충전 전력량(B)을 나타내는 그래프이다.
- 도 7은 충전률 측정부(115)에 의해 측정된 시간의 경과에 따른 배터리(2)의 충전율을 나타내는 그래프이다.
- 도 8은 도 7의 그래프에 나타난 배터리(2)의 충전율을 일평균 충전율로 변환하여 나타낸 표이다.
- 도 9는 도 1에서 도시한 전동차에 탑재되는 배터리(2)를 개념적으로 도시한 도면이다.
- 도 10은 배터리(2)를 충전하기 위한 전동차에 탑재되는 충전기(80)를 개념적으로 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하에서는 본 발명의 구체적인 실시예들에 대하여 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 아울러 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전동차 배터리 상태진단 시스템(1)을 개략적으로 나타내는 도면이고, 도 2는 도 1의 전동차 배터리 상태진단 서버(10)의 구성을 개략적으로 나타내는 도면이다.
- [0026] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 전동차 배터리 상태진단 시스템(1)은 전동차에 탑재되는 배터리(2)의 상태를 진단할 수 있는 전동차 배터리 상태진단 서버(10); 및 TCMS 차상장치(4)로부터 전동차에 관한 데이터를 수집할 수 있는 차상서버(20)를 포함할 수 있다.
- [0027] 전동차 배터리 상태진단 서버(10)에 의해 전동차에 탑재되는 배터리(2)의 이상상태가 진단될 수 있다.
- [0028] 전동차에 탑재되는 배터리(2)는 항상 충전된 상태를 유지하므로, 종래에는 전동차에 탑재되는 배터리(2)의 SOH와 같은 배터리 성능지수를 판단하기 위한 시스템은 없었다.
- [0029] 본 발명자는 전동차의 운행 중에 전력공급이 중단되는 전력중단구간인 절연구간(Neutral section)이 있다는 점에 착안하여, 절연구간(Neutral section)을 활용한 배터리(2)의 이상상태 판단 장치, 방법 및 시스템을 발명하였다.
- [0030] 전동차 배터리 상태진단 서버(10)는 차상서버(20)와 일체로 제공되거나, 서로 별개의 구성으로 제공되어 유선 또는 무선 통신망(30)을 통해 서로 통신할 수 있다. 본 실시예에서는 전동차 배터리 상태진단 서버(10)와 차상서버(20)는 통신망(30)을 통해 통신하는 것을 예로 들어 설명한다.
- [0031] 전동차는 전차선(92)을 통해 전력을 공급받으므로, 전동차에는 기동 전 펄터그래프(94) 상승을 위한 전력량 및 전차선(92) 단전 사고 시 전동차에 필요한 내부 전력을 1시간 30분 이상 공급하기 위한 용량을 갖는 배터리(2)가 탑재될 수 있다.
- [0032] 전동차에는 배터리(2), TCMS 차상장치(4), 및 차상서버(20)가 탑재될 수 있다.
- [0033] 배터리(2)는 전동차의 하부에 배치되고, 전동차 1편성은 10량으로 구성되고, 배터리(2)는 1편성 당 3개가 배치될 수 있다. 다만, 이는 예시적인 것으로서 배터리(2)가 배치되는 개수는 제한되는 것이 아니다.
- [0034] 또한, 전동차에 탑재되는 배터리(2)는 대용량 배터리로서, 리튬이온 배터리로 제공될 수 있다. 후술하는 도 9에 도시된 배터리는 리튬이온 배터리로 이해될 수 있다.
- [0035] TCMS 차상장치(4)는 전동차의 제어차에 배치된 중앙장치(Train Computer)와 각 차량에 배치된 단말장치(Car Computer)를 포함할 수 있다.

- [0036] TCMS 차상장치(4)는 각 열차를 구성하는 차량별 구성장치나 부품에 대한 데이터를 수집 및 저장할 수 있다. 예를 들어, TCMS 차상장치(4)는 전원장치, 공압장치, 출입문 개폐장치, 팬터그래프, 제동장치, 신호장치, 구동장치, 에어 컨디셔너 등에 대한 다양한 부품들에 대한 상태정보를 수신할 수 있다.
- [0037] TCMS 차상장치(4)와 차상서버(20)는 통신망(30)을 통해 통신하거나, 통신 포트를 통해 연결될 수 있다. 예를 들어, TCMS 차상장치(4)와 차상서버(20)는 TCP/IP, MVB(Multifuntion Vehicle Bis), RS-485, RS-235, CAN(Controller Area Network) 등을 이용하여 통신될 수 있다.
- [0038] 차상서버(20)는 TCMS 차상장치(4)로부터 수신된 배터리(2)에 관한 데이터를 통신망(30)을 통해 전동차 배터리 상태진단 서버(10)로 송신할 수 있다.
- [0039] 전동차 배터리 상태진단 서버(10)는 TCMS 차상장치(4) 또는 차상서버(20)로부터 배터리(2)에 관한 데이터를 수신하거나, 배터리(2)와 직접 연결되어 배터리(2)에 관한 데이터를 송신받을 수 있다.
- [0040] 전동차 배터리 상태진단 서버(10)는 전동차에 탑재된 배터리(2) 상태를 진단할 수 있다. 구체적으로 도 2를 참조하면, 전동차 배터리 상태진단 서버(10)는 메모리(14), 데이터베이스(142), 프로세서(100), 통신모듈(18)을 포함할 수 있다.
- [0041] 전동차 배터리 상태진단 서버(10)의 프로세서(100)는 기본적인 산술, 로직 및 입출력 연산을 수행함으로써, 컴퓨터 프로그램의 명령을 처리하도록 구성될 수 있다.
- [0042] 명령은 메모리(14) 또는 통신모듈(18)로부터 프로세서(100)로 제공될 수 있다. 그 외에 명령은 차상서버(20) 및 전동차 배터리 상태진단 서버(10)를 구성하는 각각의 구성요소들 간의 통신 채널인 버스(bus)를 통해서도 프로세서(100)로 제공될 수 있다.
- [0043] 프로세서(100)는 데이터의 입출력, 데이터의 처리, 데이터의 관리, 통신망(30)을 이용한 통신 등의 다양한 기능을 수행할 수 있으며, 이를 위한 프로세서(100)의 구체적인 구성요소들은 도면을 참조하여 후술하겠다. 이러한 프로세서(100)의 구성요소들은 메모리(14)에 저장된 프로그램 코드로 구현되는 기능적 모듈일 수 있다.
- [0044] 메모리(14)는 컴퓨터에서 판독 가능한 기록매체로서 RAM(Random Access Memory)과 같은 소멸성 기록장치와, ROM(Read Only Memory) 및 디스크 드라이브와 같은 비소멸성 대용량 기록장치(permanent mass storage device)를 포함할 수 있다.
- [0045] 메모리(14)에는 데이터를 가공하거나, 데이터를 기초로 전동차의 점검 항목, 점검 주기 등을 연산할 수 있는 적어도 하나의 프로그램 코드가 저장될 수 있다. 프로세서(100)는 메모리(14)에 저장된 프로그램 코드를 로딩하여 기 설정된 알고리즘이 구현되도록 할 수 있다. 이러한 프로그램 코드는 별도의 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체(예를 들어 DVD, 메모리 카드 등)로부터 로딩되거나, 다른 장치로부터 통신모듈(18)을 통해 전달되어 메모리(14)에 저장될 수 있다.
- [0046] 또한, 메모리(14)에는 배터리(2)에 관한 상태를 판단하기 위한 데이터를 저장하는 데이터베이스(142)가 제공될 수 있다. 즉, 메모리(14)는 데이터베이스(140)를 포함하는 것으로 이해될 수 있다. 데이터베이스(140)는 소프트웨어적으로 독립적으로 구축된 데이터베이스뿐만 아니라, 데이터를 저장할 수 있는 임의의 형태의 저장소일 수 있다.
- [0047] 한편, 메모리(14)는 물리적으로 복수 개가 제공될 수도 있고, 프로세서(100)와 통합된 물리적 장치로 제공될 수도 있다. 또한, 메모리(14)는 물리적 또는 논리적으로 독립된 장치로서 제공되고 프로세서(100)가 장착되어 있는 장치에 연결됨으로써 전체적으로 하나의 장치를 구성할 수도 있다. 통신모듈(18)은 통신망(30)을 통해 차상서버(20)와 전동차 배터리 상태진단 서버(10)가 서로 통신하기 위한 기능을 제공할 수 있다.
- [0048] 도 3은 도 2의 전동차 배터리 상태진단 서버(10)의 프로세서(100)의 구성의 일 예를 나타내는 도면이고, 도 4는 도 1의 전동차 배터리 상태진단 서버(10)를 이용한 전동차 배터리 상태진단 방법을 개략적으로 나타내는 순서도이며, 도 5는 도 1의 전차선(92)으로부터 전동차로 전력공급이 중단된 절연구간(Neutral section)일때, 배터리(2)로부터 전동차로 전력이 공급될때의 배터리(2)의 소모 전력량(A)을 나타내는 그래프이고, 도 6은 도 5의 절연구간(Neutral section) 종료 후, 배터리(2)가 충전되는 충전 전력량(B)을 나타내는 그래프이며, 도 7은 충전을 측정부(115)에 의해 측정된 시간의 경과에 따른 배터리(2)의 충전율을 나타내는 그래프이고, 도 8은 도 7의 그래프에 나타난 배터리(2)의 충전율을 일평균 충전율로 변환하여 나타낸 표이다.
- [0049] 도 3을 참조하면, 전동차 배터리 상태진단 서버(10)의 프로세서(100)는 전력중단구간 측정부(111), 배터리 소모

량 측정부(112), 배터리 충전량 측정부(113), 충전시간 측정부(114), 충전률 측정부(115), 배터리 상태 판단부(116), 연산부(117)와 같은 물리적 구성을 포함할 수 있다.

- [0050] 이와 같은 물리적 구성의 설명에 앞서 전동차 배터리 상태진단 서버(10)에 의해 실행되는 전동차 배터리 상태진단 방법에 대해 설명한다.
- [0051] 도 3 내지 도 8을 참조하면, 전동차 배터리 상태진단 방법은, 전력중단구간 측정부(111)에 의해 전차선(92)으로부터 전동차에 전력공급이 중단되는 전력중단구간이 측정되는 단계(S1); 배터리 소모량 측정부(112)에 의해 전력중단구간에서 소모된 배터리의 소모 전력량이 측정되는 단계(S2); 전력중단구간이 종료된 후 상기 배터리가 충전되고, 배터리 충전량 측정부(113)에 의해 상기 배터리(2)의 충전 전력량 측정이 시작되는 단계(S3); 충전시간 측정부(114)에 의해 배터리의 소모 전력량과 충전 전력량이 동일하게 된 시점의 배터리(2)의 충전시간이 측정되는 단계(S4); 충전률 측정부(115)에 의해 상기 충전시간 동안 상기 배터리의 충전율이 측정되는 단계(S5); 및 배터리 상태 판단부(116)에 의해 배터리의 충전율을 기초로 상기 배터리의 이상상태가 판단되는 단계(S6)를 포함할 수 있다.
- [0052] 먼저, 전력중단구간 측정부(111)에 의해 전차선(92)으로부터 전동차에 전력공급이 중단되는 전력중단구간이 측정되는 단계(S1)에 대해 자세히 설명하면 다음과 같다.
- [0053] 전력중단구간은 전동차 구간에 따라 전력공급 방식이 달라 일시적으로 전력공급이 중단되는 구간인 절연구간(Neutral section)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 전차선(92)을 통한 전력공급이 직류에서 교류 또는 교류에서 직류로 바뀌는 구간에 절연구간이 형성될 수 있다. 한국에서는 1호선, 남영역에서 지하 서울역 구간, 4호선 선바위역에서 남태령역 구간 사이에 절연구간이 형성되는 것을 예로 들 수 있다.
- [0054] 전동차는 교직 절연구간(Neutral section)의 진입 전에는 주행하고 있으므로 관성을 이용하여 절연구간을 통과할 수 있다.
- [0055] 도 5를 참조하면, a-b 구간은 전차선(92)으로부터 전동차로 전력공급이 중단된 절연구간(Neutral section)을 나타낸다.
- [0056] 절연구간이 시작되는 시점(a)은 배터리(2)의 소모 전력량이 급격히 증가하거나, 일정량 이상 소모된 시점일 수 있고, 절연구간이 종료되는 시점(b)은 절연구간이 시작되는 시점(a) 이후에 배터리(2)의 소모 전력량이 급격히 감소하거나, 일정량 이하 소모되는 시점일 수 있다.
- [0057] 이와 같은 절연구간이 시작되는 시점(a)과 종료되는 시점(b)은 전력중단구간 측정부(111)에 의해 판단될 수 있으며, 일정량(예를 들어, 500Watt)은 전력중단구간 측정부(111)에 의해 설정될 수 있다.
- [0058] 또한, 절연구간이 시작되는 시점과 종료되는 시점 사이가 전력중단구간으로 판단될 수 있다.
- [0059] S1 단계 이후에, 배터리 소모량 측정부(112)에 의해 전력중단구간에서 소모된 배터리의 소모 전력량이 측정되는 단계(S2)가 실행될 수 있으며, 이에 대해 보다 자세히 설명하면 다음과 같다.
- [0060] 도 5의 그래프에 도시된 면적 A는 배터리(2)의 소모 전력량을 나타낸다. 이때, 소모 전력량은 배터리(2)로부터 전동차에 공급된 전력량으로 이해될 수 있다.
- [0061] 도 5에 도시된 배터리(2)의 소모 전력량인 면적 A와 도 6에 도시된 배터리(2)의 충전 전력량인 면적 B가 동일하게 된 시점의 배터리(2)의 충전시간이 측정되고, 이를 기초로 배터리(2)의 충전율이 판단됨으로써 배터리(2)의 이상상태가 판단될 수 있다.
- [0062] 일반적으로 절연구간은 60초 이내로 나타나므로, 절연구간 동안의 배터리(2)의 소모 전력량은 배터리(2)의 전체 용량의 10% 이하 일 수 있다.
- [0063] S2 단계 이후에, 전력중단구간이 종료된 후 배터리(2)가 충전되고, 배터리 충전량 측정부(113)에 의해 배터리(2)의 충전 전력량 측정이 시작되는 단계(S3); 및 충전시간 측정부(114)에 의해 배터리의 충전 전력량과 소모 전력량이 동일하게 된 시점의 상기 배터리의 충전시간이 측정되는 단계(S4)가 실행될 수 있으며, 이에 대해 보다 자세히 설명하면 다음과 같다.
- [0064] 도 6을 참조하면, b-c구간은 절연구간(Neutral section)이 종료된 직후, 배터리(2)가 충전되는 충전구간으로 이해될 수 있다.
- [0065] 도 6에 도시된 면적 B는 배터리(2)의 충전 전력량을 나타낸다. 이때, 충전 전력량은 전동차에 탑재된 축전지 충

전기(도면 미도시)로부터 배터리(2)에 충전된 전력량으로 이해될 수 있다.

- [0066] 도 5에 도시된 배터리(2)의 소모 전력량인 면적 A와 도 6에 도시된 배터리(2)의 충전 전력량인 면적 B가 동일하게 된 시점의 배터리(2)의 충전시간이 측정될 수 있다.
- [0067] 구체적으로, 배터리(2)의 충전시간은, 절연구간이 종료되는 시점(b)을 배터리(2)의 충전시작시점으로 판단하는 단계; 배터리(2)의 소모 전력량과 충전 전력량이 동일하게 된 시점을 상기 배터리(2)의 판단기준시점(c)으로 설정하는 단계; 충전시작시점(b)과 판단기준시점(c) 사이를 배터리(2)의 충전시간으로 판단하는 단계를 거쳐 도출될 수 있다. 이와 같은 배터리(2)의 충전시간은 충전률 측정부(115)에 의해 측정될 수 있다.
- [0068] S4 단계 이후에, 충전률 측정부(115)에 의해 충전시간 동안 배터리의 충전율이 측정되는 단계(S5)가 실행될 수 있다. 여기서, 배터리(2)의 충전율은 충전시간 동안 배터리(2)의 평균 충전율로 이해될 수 있다.
- [0069] S5 단계는 충전률 측정부(115)에 의해 충전율을 일평균 충전율로 변환하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0070] 도 7은 충전률 측정부(115)에 의해 측정된 시간의 경과에 따른 배터리(2)의 충전율을 나타내는 그래프이고, 도 8은 도 7의 그래프에 나타난 배터리(2)의 충전율을 일평균 충전율로 변환하여 나타낸 표이다.
- [0071] 여기서, Tc는 Trailer Car with driving Cab의 약자로서, Tc1은 하나의 제어차에 배치된 배터리(2)의 일평균 충전율을 나타내고, Tc2는 다른 제어차에 배치된 배터리(2)의 일평균 충전율을 나타내고, T1은 부수차(Trailer car)에 배치된 배터리(2)의 일평균 충전율을 나타낸다.
- [0072] S5 단계 이후, 배터리 상태 판단부(116)에 의해 배터리(2)의 충전율 또는 일평균 충전율일 기초로 배터리(2)의 상태가 판단되는 단계(S6)가 실행될 수 있다.
- [0073] 배터리(2)의 충전율 또는 일평균 충전율을 기초로 배터리(2)의 상태가 판단되는 단계는 하기와 같은 알고리즘을 통해 실행될 수 있다.
- [0074] 본 발명의 일 실시예에 따른 S6 단계는, 충전률 측정부(115)에 의해 배터리(2)의 초기 충전율이 측정되는 단계; 연산부(117)에 의해 상기 초기 충전율에 대한 배터리(2)의 일평균 충전율의 비율(일평균 충전율/초기 충전율)인 배터리 성능지수가 연산되는 단계; 연산부(117)에 의해 상기 배터리 성능지수가 기 설정된 범위 이내 인지 판단되어 배터리(2)의 이상상태가 판단되는 단계를 포함할 수 있다.
- [0075] 여기서, 초기 충전율은 배터리(2)가 전동차에 탑재되고 난 직후의 일평균 충전율일 수 있으며, 초기 충전율은 배터리(2)의 최대 충전율로 이해될 수 있다.
- [0076] 또한, 배터리 성능지수는 SOH(State Of Health)로 표현될 수 있다. 이와 같은 배터리 성능지수가 기 설정된 범위 이내 인지 판단되어 배터리(2)의 이상상태가 판단될 수 있다.
- [0077] 예를 들어, 배터리 성능지수가 0.8 이상인 경우 정상상태, 배터리 성능지수가 0.8 미만 0.7 이상인 경우 주의상태, 배터리 성능지수가 0.7 미만 0.5 이상인 경우 수리필요상태, 배터리 성능지수가 0.5 미만인 경우 고장상태로 판별될 수 있다.
- [0078] 이와 같은 배터리 성능지수 및 그에 따른 배터리(2) 이상상태는 상술한 데이터베이스(142)에 저장될 수 있다.
- [0079] 또한, 전동차 배터리 상태진단 시스템(1)은 전동차 배터리 상태진단 서버(10)와 통신망(30)을 통해 통신할 수 있는 정비원 단말기(도면 미도시)를 포함할 수 있다.
- [0080] 정비원 단말기는 전동차 배터리 상태진단 서버(10)로부터 배터리(2)의 이상상태를 전달받을 수 있다.
- [0081] 전동차 배터리 상태진단 서버(10)에 의해 배터리(2)의 상태가 수리필요상태, 고장상태로 판단되는 경우, 전동차 배터리 상태진단 서버(10)는 정비원 단말기로 이러한 상태를 전달하여, 정비원 단말기에 해당 상태가 표시될 수 있다.
- [0082] 본 발명의 다른 실시예에 따른 S6 단계는, 배터리 상태 판단부(116)에 의해 배터리(2)의 스펙, 소모 전력량 및 일평균 충전율을 기초로 이상상태학습모듈이 형성되는 단계; 배터리 상태 판단부(116)에 의해 충전시간에서의 일평균 충전율이 이상상태학습모듈에 대입됨으로써 배터리(2)의 이상상태가 판단되는 단계를 포함할 수 있다.
- [0083] 여기서, 이상상태학습모듈은 인공 신경망을 이용하는 머신러닝모델일 수 있으며, 이상상태학습모듈은 회귀분석(Regression analysis)를 실행하여 배터리(2)의 잔존수명을 예측할 수 있다.
- [0085] 또한, 배터리(2)의 스펙은 배터리(2)가 셀과 팩의 개수를 포함할 수 있다. 또한, 배터리(2)의 소모 전력량은 절

연구간에서 소모된 전력량일 수 있다.

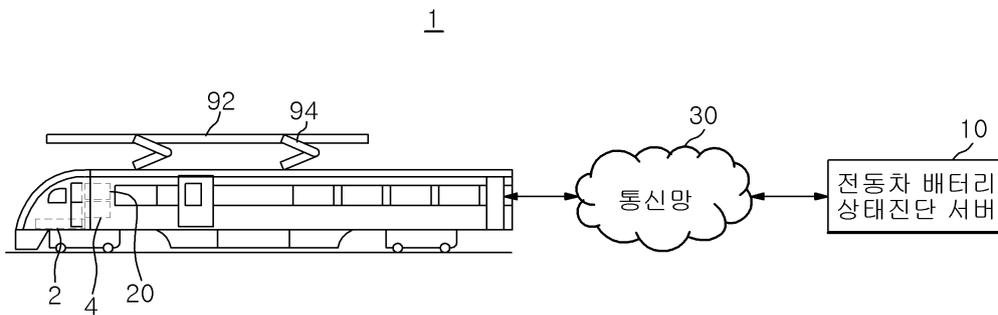
- [0086] 이와 같이, 배터리(2)의 스펙, 소모 전력량 및 일평균 충전율을 기초로 인공 신경망을 이용하는 머신러닝모델인 이상상태학습모델을 구축한 후, 이상상태학습모델에 충전시간에서의 일평균 충전율이 대입됨으로써 배터리(2)의 이상상태가 판단될 수 있다.
- [0087] 본 실시예에서는 전력중단구간이 절연구간(Neutral section)인 것을 구체적 예를 들어 설명하였으나, 본 발명의 사상은 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0088] 예를 들어, 본 발명의 전력중단구간은 전동차가 차고에 입고된 후 의도적으로 전동차에 전력을 중단함으로써 배터리(2)가 방전을 일으키는 유희구간을 포함할 수도 있다.
- [0089] 이 경우, 유희구간이 종료된 후 소모 전력량과 충전 전력량이 동일하게 된 시점의 배터리(2)의 충전시간이 측정되고, 충전시간 동안 배터리(2)의 충전율을 기초로 배터리(2)의 이상상태가 판단될 수 있다.
- [0090] 이하에서는, 전동차 배터리 상태진단 서버(10)의 물리적 구성인 전력중단구간 측정부(111), 배터리 소모량 측정부(112), 배터리 충전량 측정부(113), 충전시간 측정부(114), 충전률 측정부(115), 배터리 상태 판단부(116), 연산부(117)를 보다 자세히 설명한다.
- [0091] 전동차 배터리 상태진단 서버(10)은 으로부터 전동차에 전력공급이 중단되는 전력중단구간을 측정할 수 있는 전력중단구간 측정부(111); 상기 전력중단구간에서 소모된 배터리(2)의 소모 전력량을 측정할 수 있는 배터리 소모량 측정부(112); 상기 전력중단구간이 종료된 후 상기 배터리(2)의 충전 전력량을 측정할 수 있는 배터리 충전량 측정부(113); 상기 배터리(2)의 상기 소모 전력량과 상기 충전 전력량이 동일하게 된 시점의 상기 배터리(2)의 충전시간을 측정할 수 있는 충전시간 측정부(114); 상기 충전시간 동안 상기 배터리(2)의 충전율을 측정할 수 있는 충전률 측정부(115); 상기 배터리(2)의 충전율을 기초로 상기 배터리(2)의 이상상태를 판단할 수 있는 배터리 상태 판단부(116)를 포함할 수 있다.
- [0092] 또한, 전동차 배터리 상태진단 서버(10)는 초기 충전율에 대한 상기 배터리(2)의 일평균 충전율의 비율인 배터리 성능지수를 연산할 수 있고, 배터리 성능지수가 기 설정된 범위 이내 인지 판단하여 배터리(2)의 이상상태가 판단할 수 있는 연산부(117)를 더 포함할 수 있다.
- [0093] 도 9는 도 1에서 도시한 전동차에 탑재되는 배터리(2)를 개념적으로 도시한 도면이고, 도 10은 배터리(2)를 충전하기 위한 전동차에 탑재되는 충전기(80)를 개념적으로 도시한 도면이다.
- [0094] 도 9 및 도 10을 참조하면, 배터리(2)는 9개의 셀(cell)로 제공되는 4개의 모듈과 7개의 셀(cell)로 제공되는 2개의 모듈로 제공될 수 있다.
- [0095] 이와 같은 배터리(2)는 전원보조장치(SIV) 내의 충전기(80)를 통해 병렬로 전압과 전류를 공급받아 충전된 상태를 유지하며, 전동차 운전시간 대비 배터리(2)의 사용시간은 10% 미만이다. 이와 같은 배터리(2)는 상술한 절연구간 또는 비상시에 전동차의 부하를 충당하기 위해 사용될 수 있다.
- [0096] 또한, 충전기(80)는 고압필터부(81)와 DC-DC컨버터 스위치부(82)와 DC-DC컨버터 스위치부(82)와 정류부(84)와 출력필터부(85)를 포함할 수 있다.
- [0097] 충전기(80)는 이중 쇼퍼 출력단에서 DC 900V를 입력 받아 내부 제어 연산을 통해 DC 100V를 출력하여 전동차 DC 부하와 배터리(2)를 충전할 수 있다.
- [0098] 충전기(80)의 제어를 위해 입력 전압, DC 출력 전압, DC 출력 전류를 검출하여 제어기 내부 연산을 통해 충전기(80)의 DC-DC컨버터 스위치부(82)의 IGBT를 스위칭하여 제어할 수 있다.
- [0099] 충전기(80)의 제어방식은 일정전압(CV, Constant Voltage) 제어방식으로 정격출력 전압인 DC 100V 를 출력하여 전동차 DC 100V 부하와 배터리(2)를 충전할 수 있다.
- [0100] 이상 본 발명의 실시예에 따른 전동차 배터리 상태진단 서버(10), 이를 이용한 전동차 배터리 상태진단 방법 및 전동차 배터리 상태진단 시스템(1)을 구체적인 실시 형태로서 설명하였으나, 이는 예시에 불과한 것으로서 본 발명은 이에 한정되지 않는 것이며, 본 명세서에 개시된 기초 사상에 따르는 최광의 범위를 갖는 것으로 해석되어야 한다. 당업자는 개시된 실시 형태들을 조합, 치환하여 적시되지 않은 실시 형태를 실시할 수 있으나, 이 역시 본 발명의 권리범위를 벗어나지 않는 것이다. 이외에도 당업자는 본 명세서에 기초하여 개시된 실시형태를 용이하게 변경 또는 변형할 수 있으며, 이러한 변경 또는 변형도 본 발명의 권리범위에 속함은 명백하다.

부호의 설명

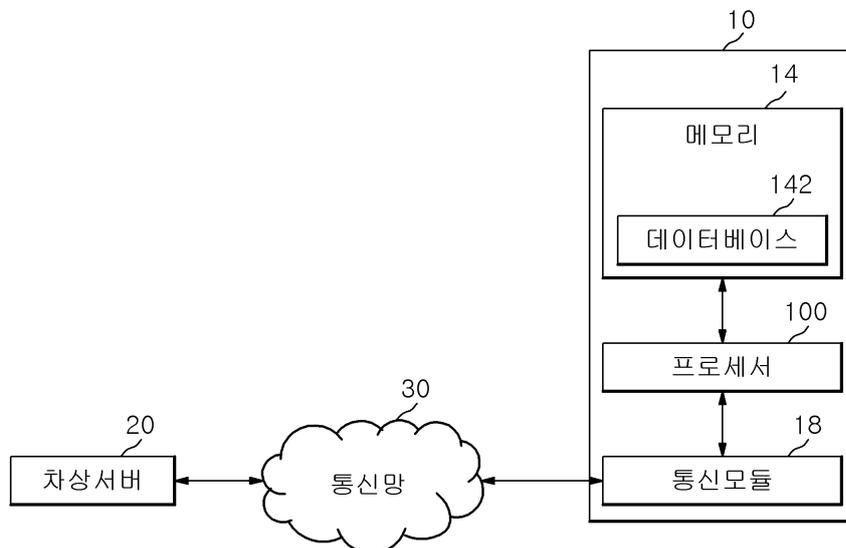
- [0102] 1: 전동차 배터리 상태진단 시스템
 10: 전동차 배터리 상태진단 서버
 100: 프로세서
 111: 전력중단구간 측정부
 112: 배터리 소모량 측정부
 113: 배터리 충전량 측정부
 114: 충전시간 측정부
 115: 충전률 측정부
 116: 배터리 상태 판단부
 117: 연산부

도면

도면1

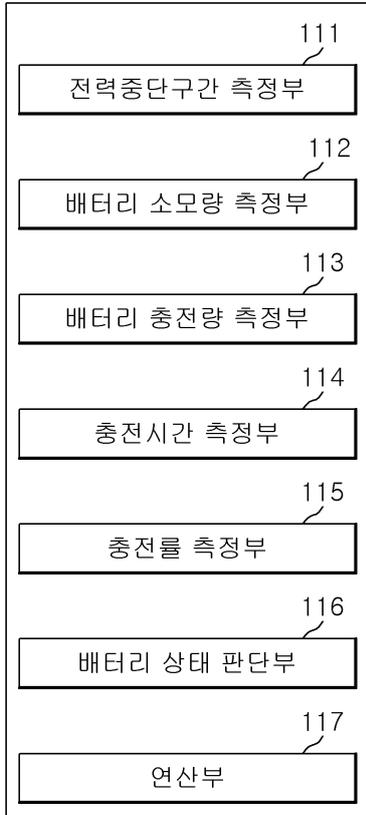


도면2

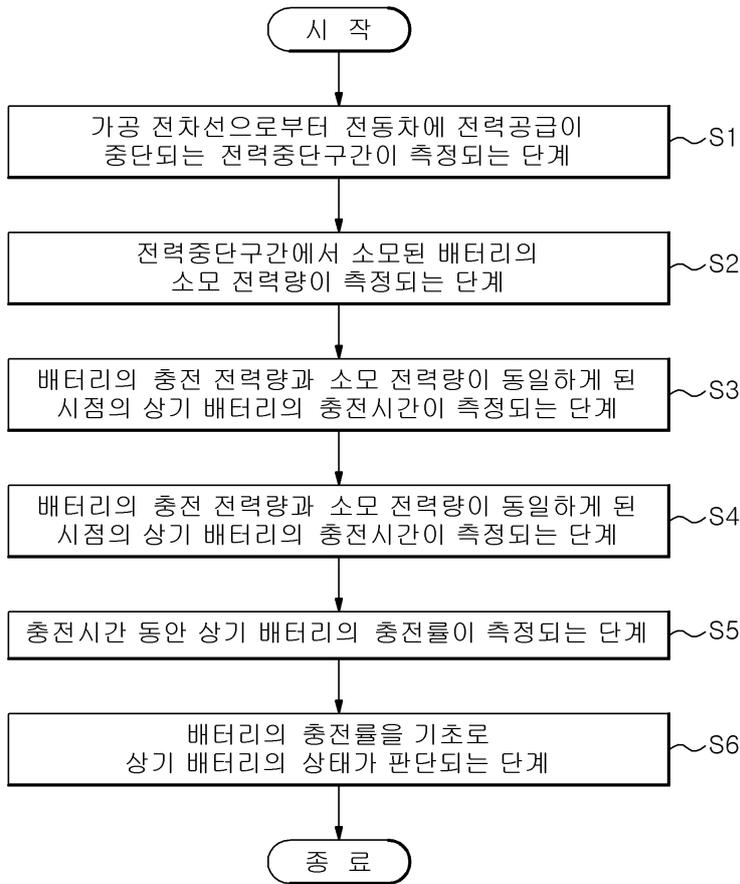


도면3

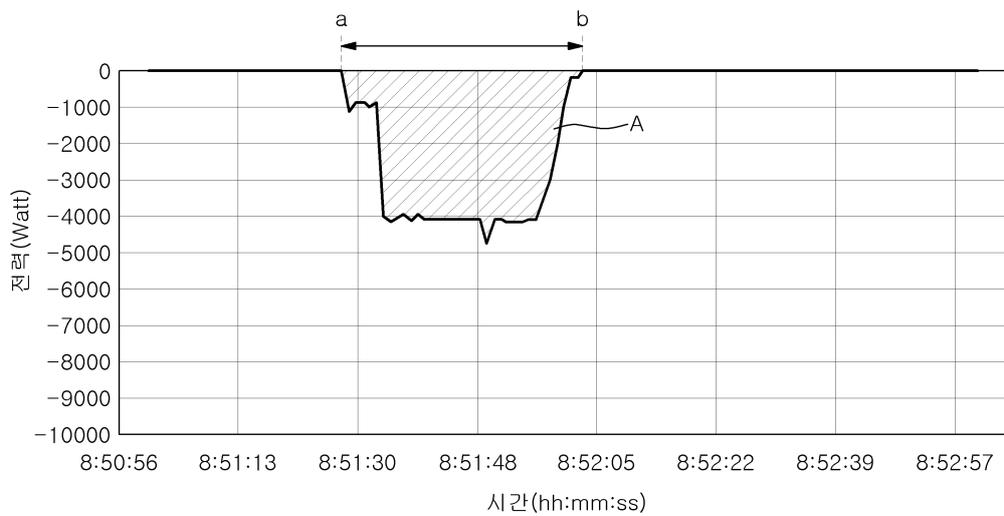
100



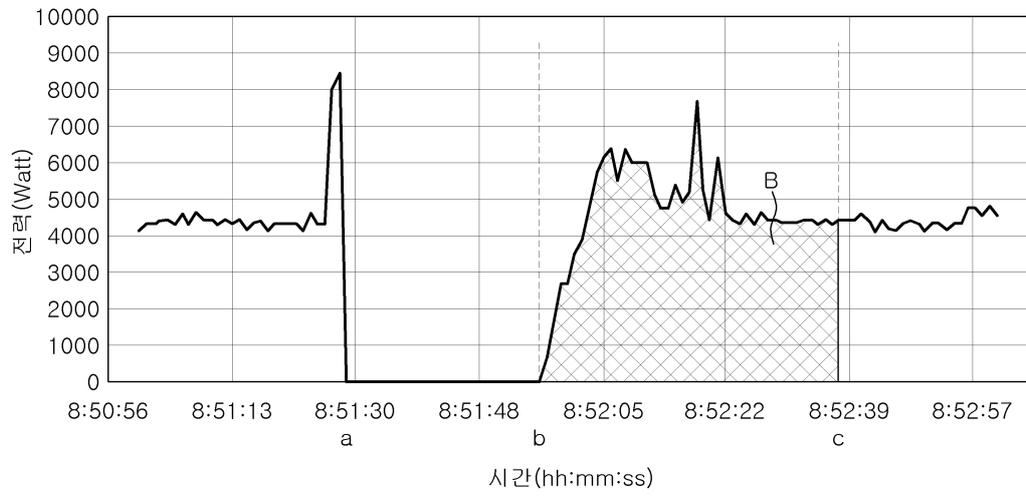
도면4



도면5



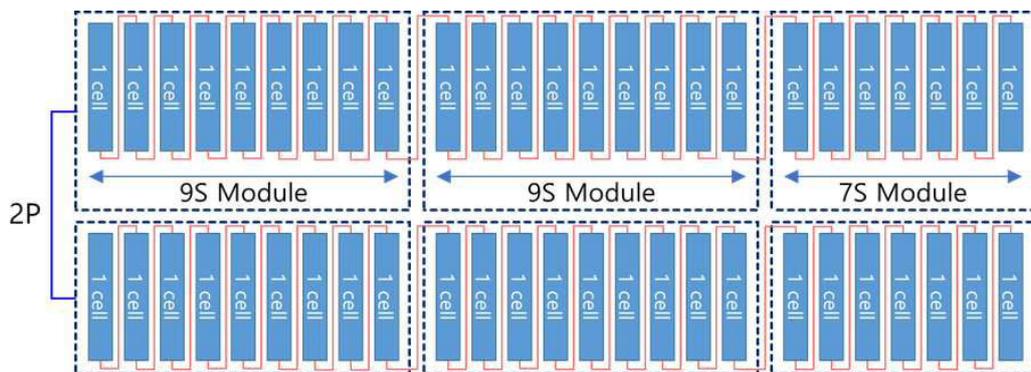
도면6



도면8

일자	일평균 배터리 전력 충전률(watt/s)		
	Tc1	T1	Tc2
01월 01일	4.51	6.23	4.46
01월 06일	5.11	5.31	4.74
01월 18일	5.70	4.67	4.86
01월 20일	6.15	4.26	4.89
01월 21일	4.39	6.97	4.47
01월 22일	4.40	6.85	3.91
01월 23일	6.04	6.02	4.34
01월 31일	3.29	7.58	3.48
02월 04일	7.84	9.08	3.69
02월 05일	5.09	7.38	3.52
02월 20일	6.22	4.60	5.48
02월 28일	6.30	3.63	4.79
02월 29일	5.84	5.77	5.11
03월 01일	5.06	6.16	4.94
03월 03일	6.78	5.54	4.23
03월 05일	3.83	10.73	1.77
03월 06일	3.73	10.37	1.87
03월 08일	5.11	7.15	2.13

도면9



도면10

