



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0044911

H01M 10/48; H02J 7/10; B60L 58/12; (13) B

B60L 58/16; G01R 31/382; G01R

(51)^{2022.01} 31/385; G01R 31/387; G01R 31/389;

G01R 31/392; G16Y 10/40; G16Y

20/20; G16Y 40/20; H02J 7/00; H02J

7/02; H02J 7/04; B60L 3/00; B60L 53/10

(21) 1-2023-00391

(22) 20/07/2021

(86) PCT/JP2021/027197 20/07/2021

(87) WO 2022/024885 A1 03/02/2022

(30) 2020-129499 30/07/2020 JP

(45) 25/04/2025 445

(43) 25/05/2023 422A

(71) HITACHI HIGH-TECH CORPORATION (JP)

17-1, Toranomom 1-chome, Minato-ku, Tokyo 1056409 Japan

(72) INOUE Takeshi (JP); HIRASAWA Shigeki (JP); ISHIMARU Tetsuya (JP);
HONKURA Kohei (JP); MAKINO Shigeki (JP); KAWAJI Jun (JP).

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ CHẨN ĐOÁN BỘ PIN, VÀ THIẾT BỊ CHẨN ĐOÁN PIN

(21) 1-2023-00391

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp chẩn đoán bộ pin có cấu hình trong đó nhiều pin được kết nối nối tiếp, nhờ sử dụng hệ thống thu nhận dữ liệu được phát hiện bao gồm dòng điện và nhiệt độ của bộ pin và điện áp của mỗi pin, bao gồm: bước tính dung lượng sạc điện và trạng thái sạc (state of charge, viết tắt là SOC) của mỗi pin, nhờ sử dụng dòng điện và nhiệt độ, điện áp của mỗi pin, điện áp hở mạch (open circuit voltage, viết tắt là OCV) – hàm SOC, và OCV - bảng điện trở, và tính lượng mất cân bằng, mà là trị số được ước tính của SOC, và điện trở cho mỗi pin khi bộ pin được sạc đầy; và bước tính dung lượng năng lượng của bộ pin nhờ sử dụng dung lượng sạc điện, lượng mất cân bằng, và các điện trở. Kết quả là, dung lượng năng lượng của bộ pin có thể được tính một cách chính xác, thậm chí ở trạng thái mất cân bằng.

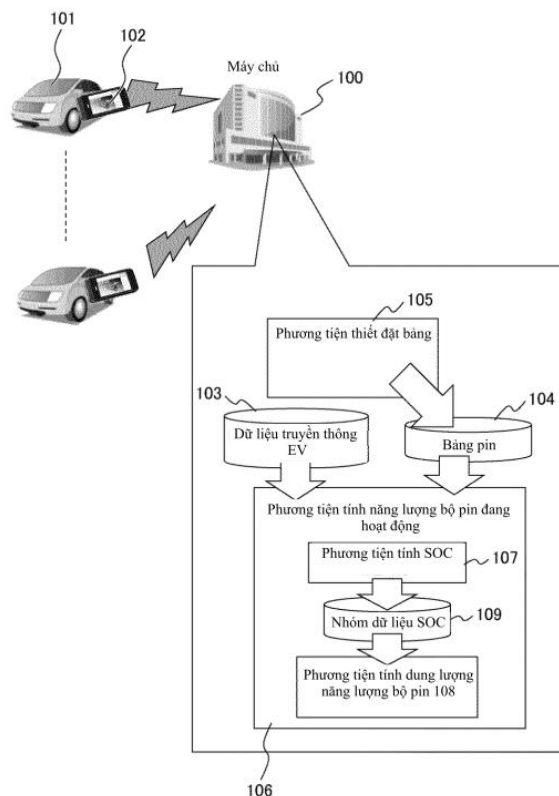


FIG.1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp chẩn đoán bộ pin, phương pháp chẩn đoán pin, thiết bị chẩn đoán bộ pin và thiết bị chẩn đoán pin.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Bộ pin bao gồm nhiều pin được xây dựng ở xe điện (electric vehicle, viết tắt là EV) và tương tự. Do bộ pin như vậy cần được thay thế ở các lần thích hợp, nên có nhu cầu đối với kỹ thuật dự đoán một cách chính xác tuổi thọ của các bộ pin.

JP2009-210284A (PTL 1) bộc lộ thiết bị mà tính và hiển thị dung lượng còn lại của pin được lắp đặt dựa trên dung lượng sạc mà mỗi pin có thể phóng điện lên tới điện áp dừng phóng điện và dung lượng sạc mà pin được lắp đặt có thể phóng điện lên tới điện áp cuối cùng đầu ra được đảm bảo nhỏ nhất.

Theo bản mô tả này, trạng thái sạc của mỗi pin trong bộ pin được gọi là "SOC". Hơn nữa, điện áp hở mạch được gọi là "OCV".

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

PTL 1: JP2009-210284A

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế

Thông tin về SOC của mỗi pin trong bộ pin được yêu cầu để tính dung lượng năng lượng của bộ pin.

Dữ liệu truyền thông từ EV và tương tự thường chứa chỉ thông tin SOC của một pin là SOC đại diện của bộ pin và không chứa thông tin SOC của các pin khác. Điều này là bởi vì bộ phận quản lý pin lựa chọn một trong số các pin trong bộ pin để đo SOC, nhưng không

rõ pin nào được lựa chọn.

Vì lý do đó, khi dung lượng năng lượng của bộ pin được tính nhờ sử dụng SOC đại diện của bộ pin ở trạng thái mà ở đó các điện áp của các pin trong bộ pin không thống nhất (nghĩa là, trạng thái mất cân bằng), có vấn đề là lỗi tính dung lượng năng lượng tăng lên.

Mục đích của sáng chế là tính một cách chính xác dung lượng năng lượng của bộ pin thậm chí ở trạng thái mất cân bằng.

Phương tiện giải quyết vấn đề

Phương pháp chẩn đoán bộ pin theo sáng chế là phương pháp chẩn đoán bộ pin có cấu hình trong đó nhiều pin được kết nối nối tiếp, nhờ sử dụng hệ thống thu nhận dữ liệu được phát hiện bao gồm dòng điện và nhiệt độ của bộ pin và điện áp của mỗi pin, và bao gồm bước tính dung lượng sạc điện và SOC của mỗi pin, nhờ sử dụng dòng điện và nhiệt độ, điện áp của mỗi pin, hàm OCV-SOC, và bảng điện trở, và tính lượng mất cân bằng, mà là trị số được ước tính của SOC, và điện trở của mỗi pin khi bộ pin được sạc đầy, và bước tính dung lượng năng lượng của bộ pin nhờ sử dụng dung lượng sạc điện, lượng mất cân bằng, và điện trở.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, có thể tính một cách chính xác dung lượng năng lượng của bộ pin thậm chí ở trạng thái mất cân bằng.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ cấu hình giản lược minh họa ví dụ về hệ thống chẩn đoán bộ pin theo phương án thứ nhất.

Fig.2 là sơ đồ cấu hình minh họa ví dụ về bộ pin được lắp vào trong EV.

Fig.3 là bảng minh họa ví dụ về các nội dung truyền thông từ EV đến máy chủ.

Fig.4 là sơ đồ cấu hình giản lược minh họa ví dụ về bảng pin trên Fig.1.

Fig.5 là lưu đồ minh họa ví dụ về quy trình xử lý ở phương tiện tính SOC 107 trên Fig.1.

Fig.6 là lưu đồ minh họa ví dụ về quy trình xử lý ở phương tiện tính dung lượng năng lượng bộ pin 108 trên Fig.1.

Fig.7A là đồ thị minh họa điện áp của mỗi pin ở trạng thái mất cân bằng trong bộ pin.

Fig.7B là đồ thị minh họa điện áp của mỗi pin ở trạng thái mà ở đó trạng thái mất cân bằng của bộ pin được loại bỏ.

Fig.8 là lưu đồ minh họa ví dụ về phương pháp thiết đặt OCV của bảng pin trong hệ thống chẩn đoán bộ pin.

Fig.9 là hình vẽ minh họa ví dụ về việc thực hiện phép xấp xỉ hàm trên OCV của bảng pin nhờ sử dụng phân tích đường phóng điện.

Fig.10 là lưu đồ minh họa ví dụ về phương pháp tính thời gian thay thế của bộ pin.

Fig.11 là bảng minh họa ví dụ về bảng dung lượng pin.

Fig.12 là bảng minh họa ví dụ về bảng kết quả chẩn đoán pin.

Mô tả chi tiết sáng chế

Theo sáng chế, việc tạo ra tự động bảng và phép tính của dung lượng năng lượng của bộ pin được thực hiện. Sáng chế bao gồm phương pháp chuyển đổi dữ liệu của bộ pin được xây dựng trong EV tới máy chủ và chẩn đoán sự xuống cấp của bộ pin ở máy chủ và tương tự.

Liên quan đến thiết bị để thực hiện phương pháp chẩn đoán này, có mẫu hình thực hiện phép tính trên máy chủ, mẫu hình thực hiện phép tính chỉ trên đầu cuối bên trong EV, và mẫu hình thực hiện phép tính trên cả máy chủ và đầu cuối bên trong EV. Hàng loạt các phương tiện này có thể được thực hiện như chương trình nằm trong máy chủ hoặc có thể được thực hiện nhờ sử dụng chương trình của chỉ đầu cuối nằm trong EV, hoặc chương trình của cả đầu cuối của EV và máy chủ.

Tuy nhiên, sáng chế không giới hạn ở các phương án sau đây và bao gồm các sự cải biến và các ví dụ ứng dụng khác nhau, mà nằm trong khái niệm kỹ thuật của sáng chế, nằm trong phạm vi của nó. Ví dụ, hệ thống chẩn đoán bộ pin được mô tả dưới đây có thể được

áp dụng không những cho EV, mà còn cho các bộ pin dùng cho các hệ thống quản lý năng lượng gia đình (home energy management system, viết tắt là HEMS), các hệ thống quản lý năng lượng tòa nhà (building energy management system, viết tắt là BEMS), các hệ thống quản lý năng lượng nhà máy (factory energy management system, viết tắt là FEMS), các đường sắt, và máy móc xây dựng.

Các phương án của sáng chế sẽ được mô tả một cách chi tiết dưới đây dựa vào các hình vẽ kèm theo.

(Phương án thứ nhất)

Fig.1 là sơ đồ cấu hình giản lược minh họa ví dụ về hệ thống chẩn đoán bộ pin theo phương án này.

Trên hình vẽ này, hệ thống chẩn đoán bộ pin bao gồm máy chủ 100 (cũng được gọi là "thiết bị tính toán" hoặc "thiết bị chẩn đoán"), nhiều xe điện (electric vehicle, viết tắt là EV) 101, và thiết bị truyền thông 102 (ví dụ, đầu cuối di động chẳng hạn như điện thoại thông minh, bộ định tuyến Wi-Fi (thương hiệu đã được đăng ký), máy tính trên xe chẳng hạn như hệ thống định vị ô tô, và tương tự) trong mỗi EV, như các bộ phận. Máy chủ 100 bao gồm thiết bị lưu trữ 103 (thiết bị lưu trữ thứ nhất) để tích lũy dữ liệu truyền thông EV (các loại dữ liệu sẽ được mô tả dưới đây) được thu thập từ mỗi EV qua thiết bị truyền thông 102, thiết bị lưu trữ thứ hai để lưu trữ bảng pin 104, phương tiện thiết đặt bảng 105 (bộ phận thiết đặt bảng), và phương tiện tính năng lượng bộ pin đang hoạt động 106 (bộ phận tính năng lượng bộ pin đang hoạt động). Phương tiện tính năng lượng bộ pin đang hoạt động 106 bao gồm phương tiện tính SOC 107 (bộ phận tính SOC), phương tiện tính dung lượng năng lượng bộ pin 108 (bộ phận tính dung lượng năng lượng bộ pin), và thiết bị lưu trữ thứ ba mà lưu trữ nhóm dữ liệu SOC 109.

Nghĩa là, nó bao gồm hai giai đoạn bao gồm giai đoạn thiết đặt ban đầu (phương tiện thiết đặt bảng 105 để thiết đặt bảng tự động) và giai đoạn đang hoạt động (phương tiện tính năng lượng bộ pin đang hoạt động 106 để tính SOC và dung lượng năng lượng). Giai đoạn thiết đặt ban đầu sẽ được mô tả một cách chi tiết theo các phương án thứ hai và thứ ba.

Giai đoạn đang hoạt động sẽ được mô tả theo phương án thứ nhất. Nếu bảng OCV, bảng điện trở sạc, và bảng điện trở phóng điện được thiết đặt trước bằng cách đo và tính các đặc tính điện của pin, giai đoạn thiết đặt ban đầu là không cần thiết và chỉ giai đoạn đang hoạt động được thực hiện.

Ngoài ra, mặc dù phương án này và Fig.1 là các ví dụ trong đó phép tính được thực hiện trên máy chủ, nhưng phép tính có thể được thực hiện ở bộ phận phụ trợ chẳng hạn như BMU trên xe hoặc điện thoại thông minh trên xe, hoặc phép tính có thể được thực hiện trên máy chủ và bộ phận phụ trợ chẳng hạn như BMU trên xe hoặc điện thoại thông minh trên xe. Khi thực hiện các phép tính bởi cả máy chủ và BMU trên xe hoặc điện thoại thông minh trên xe, hệ thống chẩn đoán được cấu trúc và được nâng cao từ lượng lớn dữ liệu ở đám mây có thể được gửi tới phía bộ phận phụ trợ.

Theo phương pháp chẩn đoán này, SOC của mỗi pin được tính từ bảng OCV và bảng điện trở sạc nhờ sử dụng dữ liệu truyền thông được thu nhận trong khi bộ pin đang được sạc bởi bộ sạc. Trong trường hợp này, bảng OCV là bảng trong đó trị số SOC được kết hợp với OCV, và có thể được gọi là "hàm OCV-SOC". Dữ liệu truyền thông là dữ liệu được phát hiện được thu nhận từ EV qua thiết bị truyền thông. Sau đó, nhờ sử dụng SOC của mỗi pin, dung lượng sạc điện của mỗi pin (dưới đây được gọi là "dung lượng Ah"), trị số được ước tính của SOC của mỗi pin khi bộ pin được sạc đầy (dưới đây được gọi là "lượng mất cân bằng"), và điện trở được thu nhận.

Trên Fig.1, mặc dù bộ pin được lắp vào trong EV, sáng chế không giới hạn ở đó, và bộ pin có thể được gắn ở trên như thiết bị lưu trữ công suất cố định. Hơn nữa, thiết bị chẩn đoán không giới hạn ở việc được lắp đặt bên ngoài EV và có thể được lắp đặt bên trong EV.

Fig.2 là sơ đồ cấu hình minh họa ví dụ về bộ pin được lắp vào trong EV.

Bộ pin có cấu hình trong đó N nhóm pin 203 đều có L pin 201 được kết nối song song được kết nối nối tiếp. Ở đây, nhóm pin 203 được coi là một ô pin. Một bộ cảm biến nhiệt độ 202 được lắp vào mỗi trong số M nhóm pin được lựa chọn 203. Nói cách khác, M bộ cảm biến nhiệt độ 202 được sắp xếp trong bộ pin.

Bộ phận quản lý pin 205 (battery management unit, viết tắt là BMU) mà quản lý bộ pin cũng được lắp vào trong EV. BMU thu thập điện áp của mỗi trong số các nhóm pin 203 được kết nối song song, dòng điện được đo bởi ampe kế (bộ cảm biến dòng điện) 204, và nhiệt độ được đo bởi M bộ cảm biến nhiệt độ 202 qua mạng 206 (LAN) bên trong EV và tính SOC đại diện của bộ pin. BMU có thể truyền thông tin (dữ liệu được phát hiện) chẳng hạn như dòng điện, điện áp, nhiệt độ, và SOC đại diện của bộ pin tới thiết bị truyền thông 102 qua LAN. Thiết bị truyền thông 102 thu và truyền thông tin như vậy tới máy chủ 100 (Fig.1). Việc truyền này truyền thông tin tới máy chủ định kỳ trong khi bộ phận đánh lửa của EV được bật. Khoảng thời gian truyền thông này có thể, ví dụ, xấp xỉ 1 giây, hoặc có thể có khoảng thời gian dài hơn 5 giây hoặc nhiều hơn.

Tóm lại, dữ liệu được phát hiện có thể được thu nhận ở các khoảng thời gian ít hơn 5 giây hoặc có thể được thu nhận ở các khoảng thời gian 5 giây hoặc nhiều hơn.

Tiếp theo, các nội dung truyền thông được gửi từ thiết bị truyền thông tới máy chủ sẽ được mô tả.

Fig.3 là bảng minh họa ví dụ về các nội dung truyền thông từ EV tới máy chủ.

Trên hình vẽ này, ID xe của số 1 chỉ báo ID nhận dạng của EV. Thời gian của số 2 chỉ báo thời gian khi dòng điện, điện áp, và nhiệt độ của pin được đo, không phải thời gian truyền. Vị trí của số 3 chỉ báo kinh độ và vĩ độ của vị trí của EV ở thời gian khi dòng điện, điện áp, và nhiệt độ của pin đã được đo. Cờ trạng thái xe của số 4 là cờ chỉ báo xem EV đang sạc, được dừng, hay đang di chuyển. Theo ví dụ này, dòng điện bộ pin của số 5 là trị số trong đó phía sạc là dương, và chỉ báo dòng điện ở thời gian của số 2. SOC của bộ pin của số 6 chỉ báo SOC đại diện của bộ pin. Số lượng chuỗi N trong bộ pin của số 7 là số lượng chuỗi của các pin được minh họa trên Fig.2. Số lượng M của các bộ cảm biến nhiệt độ trong bộ pin của số 8 là số lượng của các bộ cảm biến nhiệt độ được minh họa trên Fig.2. Danh mục bộ pin Ah của số 9 chỉ báo trị số của danh mục pin Ah x số lượng song song L của các pin được minh họa trên Fig.2. Danh mục bộ pin kWh của số 10 được thu nhận bằng cách chuyển đổi trị số của dung lượng năng lượng danh mục của pin x số lượng chuỗi N x số lượng song song L thành kWh. Số 11 đến số (N + 10) chỉ báo các điện áp của các pin với số lượng song song L được minh họa trên Fig.2. Số (N + 11) đến số (N + M + 10) lần lượt chỉ báo các nhiệt độ của các bộ cảm biến nhiệt độ. Điện áp và nhiệt độ là các trị số được đo ở thời gian của số 2. Số 3 và số 6 đến số 10 không cần thiết yếu cho việc truyền thông. Nếu số 7 đến số 10 vắng mặt, thông tin của số 7 đến số 10 của mỗi EV được

giả sử có mặt ở phía máy chủ.

Ở thiết bị lưu trữ 103 được minh họa trên Fig.1, dữ liệu truyền thông (dữ liệu truyền thông EV) ở các khoảng thời gian thông thường như được minh họa trên Fig.3 được tích lũy.

Fig.4 là sơ đồ cấu hình giản lược minh họa ví dụ về bảng pin trên Fig.1.

Trên Fig.1, bảng pin 104 là bảng được thiết đặt trước hoặc được thiết đặt bởi phương tiện thiết đặt bảng 105 và được đề cập đến bởi phương tiện tính năng lượng bộ pin đang hoạt động 106. Phương án thứ nhất sẽ được mô tả giả sử rằng bảng pin được thiết đặt. Phương pháp thiết đặt chi tiết sẽ được mô tả theo các phương pháp thứ hai và thứ ba.

Như được minh họa trên Fig.4, bảng pin 104 bao gồm bảng OCV 401, bảng điện trở sạc 402, và bảng điện trở phóng điện 403. Ở đây, điện trở sạc và điện trở phóng điện là các hàm của SOC và nhiệt độ.

Bảng OCV 401 là hàm mà có trị số tương ứng với mỗi SOC. Bảng điện trở phóng điện 403, theo ví dụ này, có trị số ở 25°C cho mỗi SOC và có độ nhạy nhiệt độ.

Ở đây, điện trở phóng điện $R_d(T_{cell})$ ở nhiệt độ pin $T_{cell}[^{\circ}C]$ được biểu thị bởi công thức (1) sau đây.

[Công thức 1]

$$R_d(T_{cell}) = \exp\{B/(T_{cell} + 273.15) - B/(25 + 273.15)\} \times R_d(25^{\circ}C) \quad \dots(1)$$

Theo công thức, $R_d(25^{\circ}C)$ là điện trở phóng điện $R_d(T_{cell})$ ở $T_{cell} = 25^{\circ}C$. Ngoài ra, B là độ nhạy nhiệt độ.

Điện trở sạc cũng được biểu thị theo cách giống như điện trở phóng điện $R_d(T_{cell})$.

Tiếp theo, phương pháp chẩn đoán sự xuống cấp của bộ pin sẽ được mô tả. Ở đây, chẩn đoán sự xuống cấp là quy trình xử lý theo phương tiện tính năng lượng bộ pin đang hoạt động 106 trên Fig.1 và đơn giản là để thu nhận dung lượng năng lượng của bộ pin.

Thứ nhất, máy chủ tính SOC của mỗi pin, sau đó tính dung lượng sạc điện, lượng mất cân bằng của mỗi pin, dung lượng năng lượng hiện tại của bộ pin, và dung lượng năng lượng ở trạng thái mà ở đó sự mất cân bằng được loại bỏ (trạng thái mà ở đó SOC của tất cả các pin là 100% khi bộ pin được sạc đầy).

Cuối cùng, hàm xấp xỉ với thời gian là đối số được ước tính từ nhóm dữ liệu của dung

lượng năng lượng của các cặp bộ pin và thời gian, hàm xấp xỉ được ngoại suy trên trục thời gian để tính thời gian khi bộ pin đạt được dung lượng năng lượng để được thay thế, và thời gian thay thế được thông báo.

Dưới đây, phương tiện tính năng lượng bộ pin đang hoạt động 106 được minh họa trên Fig.1 sẽ được mô tả một cách chi tiết.

Pha thao tác của phương tiện tính năng lượng bộ pin đang hoạt động 106 được chia thành hai giai đoạn.

Thứ nhất, phương tiện tính SOC 107 thu nhận SOC của mỗi pin và tích lũy dữ liệu SOC ở cơ sở dữ liệu (database, viết tắt là DB) của nhóm dữ liệu SOC 109. Sau đó, phương tiện tính dung lượng năng lượng bộ pin 108 thu nhận dung lượng năng lượng của bộ pin nhờ sử dụng nhóm dữ liệu SOC 109. Phương tiện tính năng lượng bộ pin đang hoạt động 106 tính dựa trên bảng pin 104 và dữ liệu ở thiết bị lưu trữ 103.

Mỗi trong số phương tiện tính SOC 107 và phương tiện tính dung lượng năng lượng bộ pin 108 sẽ được mô tả dưới đây.

Nếu khoảng thời gian của dữ liệu truyền thông là kín (ví dụ, 1 giây hoặc ít hơn), phương tiện tính SOC 107 chia dữ liệu cho mỗi lần di chuyển và mỗi lần sạc. Mặt khác, khi khoảng thời gian của dữ liệu truyền thông là dài, dữ liệu trong suốt thời gian sạc được chia bởi bộ sạc.

Fig.5 minh họa lưu đồ của phương tiện tính SOC 107 trên Fig.1.

Trên Fig.5, quy trình xử lý theo phương tiện tính SOC 107 bao gồm bước trích dữ liệu trong suốt thời gian sạc S51, bước khởi tạo số lượng sạc S52, bước khởi tạo số lượng pin S53, bước thu nhận giải pháp SOC S54, bước xác định đầu vòng lặp pin S56, bước tăng số lượng pin S57, bước xác định đầu số lượng sạc S58, và bước tăng số lượng sạc S59.

Như được minh họa trên hình vẽ này, ở bước S51, dữ liệu trong suốt thời gian sạc (dòng điện, điện áp của mỗi pin, nhiệt độ) với bộ sạc được thu nhận. Các dữ liệu này được giả sử là $I(t, k)$, $V_j(t, k)$, và $Temp(t, k)$, lần lượt ($j = 1, \dots, N$). Ở đây, t là thời gian từ bắt đầu sạc với bộ sạc, và k là số lượng của các lần pin đã được sạc với bộ sạc. J chỉ báo số lượng pin. Do có M bộ cảm biến nhiệt độ, nên trị số trung bình của M bộ cảm biến có thể được sử dụng cho $Temp$.

Tiếp theo, ở bước S52, số lượng sạc cũ nhất (dữ liệu trong suốt thời gian sạc với bộ

sạc) k được thiết đặt tới 1. Sau đó, ở bước S53, số lượng pin j được thiết đặt tới 1.

Ở bước S54, được biểu diễn bởi công thức (2) sau đây, nhờ sử dụng các công thức (3), (4), và (5) sau đây, các thông số $P_j(k)$, $Q_j(k)$, $SOCI(j,k)$, và $Q_{\max}(j,k)$ mà giảm thiểu tổng của các bình phương của hiệu số giữa điện áp được ước tính $V_{estj}(t)$ của pin j và điện áp thực $V_{realj}(t)$ của pin j được thu nhận.

[Công thức 2]

$$\underset{P_j(k), Q_j(k), SOCI(j,k), Q_{\max}(j,k)}{\operatorname{argmin}} \int |V_{estj}(t) - V_{realj}(t)|^2 dt \quad \dots(2)$$

[Công thức 3]

$$V_{realj}(t) = OCV(SOC_j(t)) + R_c(\text{Temp}, SOC_j(t)) \times I(t) \quad \dots(3)$$

[Công thức 4]

$$R_c(\text{Temp}, SOC) = \{P_j(k) \times R_{fc}(SOC) + Q_j(k)\} \times \exp \{B/(\text{Temp} + 273.15) - B/(25 + 273.15)\} \quad \dots(4)$$

[Công thức 5]

$$SOC_j(t) = SOCI(j, k) + 100 \times \frac{\int I(t) dt}{Q_{\max}(j, k)} \quad \dots(5)$$

Ở đây, $P_j(k)$ là hệ số của điện trở sạc của mỗi pin. $Q_j(k)$ là hệ số của điện trở sạc của mỗi pin. $SOCI(j,k)$ là trị số ban đầu của SOC của pin j mà đã được sạc k lần. $Q_{\max}(j,k)$ là dung lượng sạc điện (dung lượng Ah) của pin j. $R_{fc}(SOC)$ là hàm điện trở chuẩn 25°C ở phía sạc. R_c là điện trở sạc của mỗi pin. Argmin theo công thức (2) nêu trên nghĩa là hàm thu nhận thông số mà đưa ra trị số nhỏ nhất. Giải pháp thực tế để thu nhận argmin có thể sử dụng phương pháp quasi-Newton (Takehiko Kishine và cộng sự, "Phương pháp quasi-Newton giới hạn bộ nhớ với hiệu quả định cỡ (Memory-restricted quasi-Newton method with sizing effect)", Xã hội Nghiên cứu các Hoạt động Nhật Bản 2001, Hội thảo mùa thu).

Tiếp theo, ở bước S55, lượng mất cân bằng của pin j (SOC của mỗi pin khi bộ pin được sạc đầy, dưới đây, được gọi là $SOC_u(j,k)$) được tính.

Sạc điện (sạc) khi pin j được sạc đầy được biểu thị bởi công thức sau đây. $SOCI_j$ là SOC ban đầu của pin j và Q_{max_j} là dung lượng sạc điện (dung lượng Ah) của pin j .

$$(1 - SOCI_j \div 100) \times Q_{max_j}$$

Do bộ pin được sạc đầy khi một pin bất kỳ được sạc đầy, nên bộ pin được sạc đầy khi sạc điện Q_f được biểu thị bởi công thức sau đây được sạc.

$$Q_f = \min[(1 - SOCI_j \div 100) \times Q_{max_j}]$$

Do đó, SOC của mỗi pin khi bộ pin được sạc đầy được biểu thị bởi công thức sau đây.

$$SOC = SOCI_j + 100 \times Q_f / Q_{max_j}$$

SOC của pin j ở thời điểm này là lượng mất cân bằng (được biểu thị là $SOC_u(j)$). Khi trạng thái mất cân bằng được loại bỏ, lượng mất cân bằng trở thành 100% cho tất cả các pin. Điều này dẫn đến dung lượng năng lượng lớn nhất của bộ pin khi lượng bị mất cân bằng của tất cả các pin là 100%.

Do đó, biểu thức số học được biểu diễn bởi các công thức (6) và (7) sau đây. Lượng mất cân bằng $SOC_u(j,k)$ của pin j là SOC của mỗi pin khi bộ pin được sạc đầy. $Q_f(k)$ là sạc điện (Ah) cho đến khi bộ pin được sạc đầy, nghĩa là, pin bất kỳ được sạc đầy.

[Công thức 6]

$$SOC_u(j, k) = 100 \frac{Q_f(k)}{Q_{max}(j, k)} + SOCI(j, k) \quad \dots(6)$$

[Công thức 7]

$$Q_f(k) = \min_j \left\{ Q_{max}(j, k) \times \left(1 - \frac{SOCI(j, k)}{100} \right) \right\} \quad \dots(7)$$

Tiếp theo, ở bước S56, được xác định xem số lượng pin j đã đạt được số lượng chuỗi N của các pin hay không. Khi số lượng pin trở thành N , quy trình xử lý đến bước S58. Nếu không, ở bước S57, số lượng pin được tăng thêm một, và bước S54 được lặp lại. Ở bước S58, được xác định xem số lượng sạc là sạc mới nhất hay không, và nếu đúng (Yes), quy trình xử lý đến bước S59 và sau đó đến bước S53. Nếu không, quy trình xử lý kết thúc.

Quy trình xử lý trên Fig.5 được thực hiện định kỳ, ví dụ, hàng ngày. Dữ liệu sạc mà đã được xử lý rồi được loại trừ khỏi các đích. Hình vẽ này minh họa quy trình xử lý cho

một xe, nhưng nếu có nhiều xe, quy trình xử lý được thực hiện cho số lượng các xe.

Sau quy trình xử lý trên hình vẽ này, không những chuỗi thời gian SOC của mỗi pin, mà còn trị số ban đầu của SOC cho mỗi lần sạc, các hệ số $P_j(k)$, $Q_j(k)$, và $Q_{\max}(j,k)$ của điện trở được thu nhận. $P_j(k)$ và $Q_j(k)$ là các hằng số theo công thức (4) nêu trên. Các đoạn thông tin này được lưu trữ ở DB của nhóm dữ liệu SOC 109.

Tiếp theo, SOC (được biểu thị là $SOC_e(j)$) mà ở đó mỗi pin j dùng phóng điện khi được phóng điện ở dòng điện không đổi được thu nhận. Do việc phóng điện của bộ pin kết thúc khi bất kỳ một trong số các pin đạt được điện áp nhỏ nhất V_m , $SOC_e(j)$ được thu nhận bằng cách giải phương trình phi tuyến tính sau đây.

$$V_m = OCV(SOC_e(j)) - I_d \times R_d(SOC_e(j))$$

trong đó I_d là dòng điện phóng điện R_d điện trở phóng điện hiện tại, và là hàm của SOC.

Nghĩa là, R_d được thu nhận bằng cách nhân trị số chuẩn của bảng điện trở phóng điện được lưu trữ ở bảng pin 104 với hệ số điện trở P_j nêu trên và bổ sung Q_j . Nếu trị số phóng điện ban đầu là $SOC_u(j)$, do mối quan hệ là $SOC_e(j) = SOC_u(j) - 100 \times Q/Q_{\max j}$, nên sạc điện phóng điện $Q_d(j)$ của pin j được biểu thị bởi công thức sau đây.

$$Q_d(j) = \{SOC_u(j) - SOC_e(j)\} \times Q_{\max j} \div 100$$

Do bộ pin dùng phóng điện khi một pin bất kỳ đạt được điện áp nhỏ nhất, nên bộ pin dùng phóng điện khi Q_d được biểu thị bởi công thức sau đây được phóng điện.

$$Q_d = \min[\{SOC_u(j) - SOC_e(j)\} \times Q_{\max j} \div 100]$$

Do đó, khoảng của SOC đối với pin j là từ $SOC_u(j)$ đến $SOC_u(j) - 100 \times Q_d/Q_{\max j}$. Trị số trung bình V_{aj} của điện áp $v_j(t)$ của pin j nằm trong khoảng tích phân SOC này được biểu thị bởi công thức (8) sau đây.

[Công thức 8]

$$V_{a_j} = \int \left\{ OCV(SOC_j(t)) - I_d \times R_d(SOC_j(t)) \right\} dt \quad \dots(8)$$

Kết quả là, dung lượng năng lượng $P_{\max}$ của bộ pin có thể được tính nhờ sử dụng công thức (9) sau đây.

[Công thức 9]

$$P_{\max} = \sum V_{a_j} \times Q_{\max_j} \quad \dots(9)$$

Kết quả tính nêu trên được sử dụng là dung lượng năng lượng bộ pin hiện tại. Sau đó, các phép tính tương tự được thực hiện với $SOC_u(j)$ được thiết đặt đến 100 để tính dung lượng năng lượng bộ pin sau khi sự mất cân bằng được loại bỏ. Các trị số này có thể được tính và được thông báo cho người dùng.

Dựa trên nguyên lý nêu trên, lưu đồ minh họa ví dụ về quy trình xử lý ở phương tiện tính dung lượng năng lượng bộ pin 108 trên Fig.1 được minh họa trên Fig.6.

Quy trình xử lý trên hình vẽ này không cần được đồng bộ hóa với quy trình xử lý trên Fig.5, và phép tính có thể được thực hiện khi người dùng muốn biết dung lượng năng lượng của bộ pin và phép tính có thể được thực hiện một lần một ngày hoặc một lần một tuần.

Quy trình xử lý trên hình vẽ này bao gồm bước trung bình động S61, bước khởi tạo số lượng sạc S62, bước khởi tạo số lượng pin S63, bước tính dung lượng năng lượng bộ pin hiện tại S64, bước tính dung lượng năng lượng sau khi cân bằng được loại bỏ S65, bước đầu vòng lặp pin S66, và bước tăng số lượng pin S67.

Thứ nhất, ở bước S61, trị số trung bình động của $Q_{\max}(j,k)$ được tích lũy trong nhóm dữ liệu SOC 109 được tính cho k. Ở thời điểm này, các công thức (10) và (11) sau đây là tỷ lệ của "phương sai của SOC x số lượng dữ liệu". Lý do vì sao tỷ lệ của "phương sai của SOC x số lượng dữ liệu" được sử dụng là dữ liệu với độ rộng thay đổi SOC nhỏ hoặc số lượng dữ liệu nhỏ có lỗi lớn, vì vậy trọng lượng w_k của dữ liệu với lỗi lớn được giảm. Bước S61 có thể được bỏ qua.

$$Q_{\max} = \sum_k Q_{\max}(k)w_k \quad \dots(10)$$

[Công thức 11]

$$w_k = \frac{\sum_{t \in N(k)} (SOC(k,t) - \overline{SOC(k)})^2}{\sum_k \sum_{t \in N(k)} (SOC(k,t) - \overline{SOC(k)})^2}$$

trong đó $N(k)$ thời gian được thiết đặt được bao gồm trong dữ liệu sạc k

$\overline{\text{SOC}(k)}$ là trị số trung bình động của $\text{SOC}(k,t)$ ở thời gian được thiết đặt $N(k)$
 $\dots(11)$

Ở bước S61, cũng đối với $P_j(k)$, $Q_j(k)$, và $\text{SOC}_u(j)$, các trị số trung bình động được tính bởi cùng phương pháp như các công thức (10) và (11) nêu trên.

Tiếp theo, ở bước S62, số lượng sạc k được thiết đặt tới 1. Ở bước S63, độ phóng đại bao nhiêu lần điện trở sạc hiện tại của mỗi pin ở 25°C , $\text{SOC } 50\%$ được so với điện trở sạc chuẩn ở 25°C , $\text{SOC } 50\%$ được thu nhận từ $P_j(k)$ và $Q_j(k)$. Độ phóng đại này được coi là giống như độ phóng đại của điện trở phóng điện và được sử dụng khi xác định dung lượng năng lượng của bộ pin trong suốt thời gian phóng điện.

Điều này có thể được thu nhận là $P_j(k) + Q_j(k)/R_f(\text{SOC } 50\%)$ nhờ sử dụng bảng điện trở chuẩn $R_f(\text{SOC})$ ở 25°C . Mặc dù SOC được thiết đặt tới 50% , nhưng nó không cần thiết phải là $\text{SOC } 50\%$, và trị số bất kỳ của SOC mà khớp điện trở phóng điện và điện trở sạc có thể được sử dụng.

Tiếp theo, ở bước S64, dung lượng năng lượng bộ pin hiện tại được tính. Điều này tìm thấy SOC khi pin j đạt được điện áp nhỏ nhất V_m (dưới đây được mô tả là $\text{SOC}_e(j)$) khi mỗi pin được phóng điện ở nhiệt độ Temp và phóng điện không đổi I_d . Lưu ý rằng SOC_e có thể được thu nhận từ SOC_u . Cụ thể là, khi phóng điện mỗi pin, SOC của mỗi pin được thu nhận là $\text{SOC}_u(j,k) - 100Q/Q(j,k)$. Ở đây, Q là dung lượng Ah phóng điện của bộ pin. Do điện áp của mỗi pin $\text{OCV}(\text{SOC của pin } j) - I \times \text{điện trở phóng điện}(\text{nhiệt độ, SOC của pin } j)$, đủ để giải phương trình trong đó điện áp trở thành V_m . Điện trở phóng điện trong trường hợp này được thu nhận bằng cách nhân bảng điện trở chuẩn của 25°C với độ phóng đại của điện trở sạc nêu trên.

Sau đó, nó là tổng cộng của các tích được thu nhận bằng cách tích phân các điện áp pin từ $\text{SOC}_e(j)$ đến $\text{SOC}_u(j)$ và nhân chúng với $Q_{\max}(j,k)$.

Ở đây, phép tính của sạc điện sạc bộ pin này sẽ được mô tả.

Fig.7A là đồ thị minh họa điện áp của mỗi pin ở trạng thái mà ở đó trạng thái mất cân bằng được tạo ra trong bộ pin. Trục ngang biểu diễn lượng phóng điện của toàn bộ bộ pin, và trục dọc biểu diễn điện áp của mỗi pin.

Trên hình vẽ, đường $\text{SOC}_e(j)$ của mỗi pin j ($j = 1, \dots, N$) được minh họa. Thông thường, các đường $\text{SOC}_e(j)$ không trùng nhau ở các đầu bên trái và bên phải của chúng.

Đây là trạng thái mất cân bằng.

Như được minh họa trên hình vẽ này, do mỗi pin ở trạng thái mất cân bằng, nên khi bộ pin được sạc đầy, SOC_u của mỗi pin không giống nhau và các trị số là khác nhau. SOC của mỗi pin khi bộ pin trống rỗng là SOC_e . Do đó, trị số tích phân của điện áp của mỗi pin từ SOC_e đến SOC_u (các phần được tô màu xám trên hình vẽ này) trở thành dung lượng năng lượng của mỗi pin. Dung lượng năng lượng của toàn bộ bộ pin được tính là tổng cộng của các dung lượng năng lượng của mỗi pin.

Ở bước S65 trên Fig.6, dung lượng năng lượng sau khi sự mất cân bằng được loại bỏ được tính. Đây là phép tính tương tự của dung lượng năng lượng bộ pin giả sử rằng trạng thái mất cân bằng được loại bỏ ($SOC_u(j)$ 100%).

Fig.7B là đồ thị minh họa điện áp của mỗi pin sau khi trạng thái mất cân bằng của bộ pin được loại bỏ.

Như được minh họa trên hình vẽ này, nếu trạng thái mất cân bằng được loại bỏ, do trị số tích phân của điện áp của mỗi pin từ SOC_e đến SOC_u tăng lên, nên dung lượng năng lượng có khả năng sử dụng của toàn bộ bộ pin được tăng lên.

Ở bước S66 trên Fig.6, được xác định xem nó là lần sạc mới nhất hay không, và nếu không, số lượng sạc được tăng thêm một ở bước S67, và quy trình xử lý đến bước S63. Khi số lượng sạc mới nhất đạt được, quy trình xử lý được kết thúc.

Dung lượng năng lượng của bộ pin và dung lượng năng lượng của bộ pin sau khi trạng thái mất cân bằng được loại bỏ được thông báo cho người dùng.

(Phương án thứ hai)

Theo phương án này, phương tiện thiết đặt bảng 105 trên Fig.1 sẽ được mô tả. Có ba bảng của bảng OCV, bảng điện trở sạc, và bảng điện trở phóng điện. Thứ nhất, phương tiện thiết đặt của bảng OCV sẽ được mô tả, và sau đó phương tiện thiết đặt của bảng điện trở sạc và phương tiện thiết đặt của bảng điện trở phóng điện sẽ được mô tả.

Phương tiện thiết đặt của bảng thay đổi cho mỗi mẫu hình của mẫu hình việc việc xem SOC đại diện của bộ pin có mặt trong dữ liệu truyền thông hay không, mẫu hình của việc xem có thực hiện thử nghiệm kiểm tra dung lượng bộ pin cho xe mới hay không, và mẫu hình của việc xem các vật liệu điện cực dương và âm được biết hay không. Ở đây, thử nghiệm kiểm tra dung lượng bộ pin là thử nghiệm trong đó bộ pin được sạc đầy và sau đó

được phóng điện với dòng điện không đổi nhỏ cho đến khi bộ pin trống rỗng.

Như đối với phương pháp tạo ra tự động bảng, bảng OCV đầu tiên được tạo lập nhờ sử dụng dữ liệu truyền thông của thử nghiệm sạc đầy của xe mới. Khi SOC đại diện của bộ pin trong dữ liệu truyền thông, bảng OCV được tạo lập từ thông tin về mỗi điện áp pin và SOC bộ pin trước và sau khi đỗ xe trong quá khứ. Sau khi bảng OCV được thu nhận, nếu không có bảng điện trở phóng điện hoặc bảng điện trở sạc, dữ liệu truyền thông của thử nghiệm sạc đầy của xe mới (chuỗi thời gian của dòng điện của bộ pin, điện áp của mỗi pin, và nhiệt độ) sẽ được sử dụng để tạo lập bảng điện trở phóng điện. Hơn nữa, dữ liệu truyền thông được lưu trữ được tìm kiếm, và bảng điện trở sạc được tạo lập từ dữ liệu của SOC đại diện của bộ pin, dòng điện trong suốt thời gian sạc với bộ sạc, và điện áp và nhiệt độ của mỗi pin.

Ở đây, SOC đại diện của bộ pin đề cập đến SOC của pin được lựa chọn bởi BMU từ nhiều pin được bao gồm trong bộ pin. Không được biết pin nào BMU đã lựa chọn.

Thứ nhất, trường hợp sẽ được mô tả trong đó SOC đại diện của bộ pin có mặt trong dữ liệu truyền thông và thử nghiệm kiểm tra dung lượng bộ pin cho xe mới được thực hiện. Trong trường hợp này, giả sử rằng xe mới di chuyển ở phạm vi nào đó và dữ liệu EV đã được tích lũy mặc dù dung lượng năng lượng của bộ pin chưa thể được tính.

Trong trường hợp này, mỗi điện áp pin ngay sau khi đỗ xe (sau khi sạc với bộ sạc, ví dụ, có thể sau 1000 giây hoặc sau 1500 giây) được trích (ngoại trừ EV, dữ liệu trước và sau khi nó được thao tác một lúc sau khi đến và việc sạc và phóng điện của hệ thống lưu trữ công suất được dừng) từ dữ liệu truyền thông trong khoảng từ trạng thái của xe mới đến trạng thái di chuyển một lúc. Sau đó, SOC tại thời gian đó được đánh dấu trên trục ngang và mỗi điện áp pin được đánh dấu trên trục dọc. Thực tế, việc đánh dấu không được yêu cầu bởi vì quy trình xử lý được thực hiện bởi phần mềm, nhưng được biểu thị là đánh dấu nhằm giải thích. Ở đây, do trị số của SOC đại diện của chính bộ pin có lỗi và nó là trị số của SOC đại diện của bộ pin, nên nó không là trị số SOC của mỗi pin.

Bằng cách này, dữ liệu được nằm rải rác trên đồ thị trong đó tất cả dữ liệu điện áp pin và SOC đại diện của bộ pin được đánh dấu. Nói cách khác, hệ số tương quan trở nên thấp hơn. Từ dữ liệu được nằm rải rác này, OCV(SOC), mà là hàm mà từ đó OCV được thu nhận dựa vào SOC, được nhận dạng. Thao tác này được gọi là "xấp xỉ hàm". Các loại xấp xỉ hàm bao gồm phương pháp sử dụng hàm nối trục, phương pháp sử dụng hàm tuyến tính

từng phần đi qua mỗi điểm, và phương pháp sử dụng mạng thần kinh. Ngoài ra, có phương pháp xác định thông số không được biết sao cho lỗi bình phương và lỗi trị số tuyệt đối giữa dữ liệu và trị số được thu nhận bởi hàm được giảm thiểu nhờ sử dụng hàm với các đối số được quy định và các thông số không được biết, như trong $F(x;a)$ (ví dụ, $F = ax^2 - 10$), và nhận dạng hàm.

Trường hợp sử dụng hàm nối trục và phương pháp để nhận dạng hàm bởi hàm với các đối số và các thông số không được biết được quy định bởi $F(x;a)$ lần lượt sẽ được mô tả dưới đây.

Thứ nhất, phương pháp thực hiện phép xấp xỉ hàm với hàm nối trục sẽ được mô tả.

Bảng mối quan hệ giữa SOC và OCV có thể được tạo lập bằng cách tính trung bình SOC chỉ với dữ liệu ở cùng điện áp hoặc tính trung bình các điện áp chỉ với dữ liệu ở cùng SOC. Trong trường hợp này, OCV và SOC có thể được trải qua phép xấp xỉ hàm bởi hàm nối trục.

Tiếp theo, phương pháp để nhận dạng hàm với hàm với các đối số và các thông số không được biết được quy định bởi $F(x;a)$ sẽ được mô tả. Một cách riêng biệt, nếu các vật liệu dùng cho các điện cực âm và dương được biết, do tiềm năng cho mỗi lượng phóng điện của các điện cực âm và dương có thể được biết, nên phép xấp xỉ hàm có thể được thực hiện nhờ sử dụng hiệu số tiềm năng giữa các điện cực âm và dương là OCV.

Dựa trên các nguyên lý nêu trên, lưu đồ minh họa ví dụ về phương pháp thiết đặt bảng OCV của bảng pin trong hệ thống chẩn đoán bộ pin được minh họa trên Fig.8. Trên Fig.8, phép xấp xỉ hàm bởi hàm nối trục và phương pháp để nhận dạng hàm bởi hàm với các đối số và các thông số không được biết được quy định bởi $F(x;a)$ lần lượt được minh họa.

Trên hình vẽ này, phương pháp thiết đặt bảng OCV ở bảng pin bao gồm bước trích dữ liệu ngay sau khi đỗ xe S81, bước đánh dấu dữ liệu S82, và bước tính trung bình S83.

Như được minh họa trên hình vẽ này, ở bước S81, dữ liệu của mỗi điện áp pin và SOC đại diện của bộ pin ngay sau khi đỗ xe được trích từ nhật ký của dữ liệu truyền thông EV. Ở đây, do có khả năng rằng trạng thái mất cân bằng của pin phóng điện ra, nên dữ liệu điện áp được xác định là giá trị ngoại lệ bởi thử nghiệm của Smirnov-Grubbs (Hiroshi Takeuchi và cộng sự, "Từ điển thống kê (Statistics Dictionary)", Toyo Keizai Inc.) hoặc phương pháp thử nghiệm của Dixon (G.K. Kanji "Thống kê ngược (Reverse Statistics)",

Kodansha ngày 20 tháng 8 năm 2015, ấn bản thứ ba) được loại bỏ.

Tiếp theo, ở bước S82, mỗi điện áp pin ngay sau khi đỗ xe (ví dụ, 1500 giây sau khi hoàn tất việc sạc với bộ sạc) và SOC đại diện của bộ pin tại thời gian đó được đánh dấu. Thực tế là, bước này không được loại trừ bởi vì bước này được xử lý tự động bởi chương trình, nhưng bước này được đưa ra nhằm mô tả.

Tiếp theo, ở bước S83, khoảng dữ liệu điện áp được chia, và dữ liệu nằm trong các khoảng tương ứng được tính trung bình. Trên hình vẽ, các vòng tròn màu đen trên đồ thị của bước S83 là dữ liệu trung bình. Ở đây, cả SOC và điện áp được tính trung bình. Sau đó, các vòng tròn màu đen được thiết đặt là dữ liệu của OCV(SOC). Ở đây, nếu điện áp ở SOC 0% và điện áp ở SOC 100% được đưa ra, các dữ liệu này được bổ sung vào SOC.

Hàm OCV(SOC) được quy định bằng cách nội suy vòng tròn màu đen bởi hàm nối trục hoặc tuyến tính từng phần.

Phương pháp trên hình vẽ này đang xử lý khi hàm OCV không được biết.

Tiếp theo, nếu các vật liệu của các điện cực âm và dương được biết một cách riêng biệt và bảng tiềm năng đối với vật liệu đơn tương ứng của các điện cực âm và dương được biết, hàm OCV có thể được quy định, và vì vậy, bước S83 là phép xấp xỉ hàm. Trong trường hợp này, khi sử dụng bảng tiềm năng, hàm OCV được thu nhận bởi phép xấp xỉ hàm với độ phóng đại của điện trở phóng điện cho mỗi SOC trong bảng tiềm năng và lượng của độ lệch phóng điện giữa các điện cực âm và dương là các thông số không được biết.

Tổng quan về quy trình xử lý này sẽ được mô tả dựa vào Fig.9.

Fig.9 là hình vẽ minh họa ví dụ về phép xấp xỉ hàm của OCV của bảng pin nhờ sử dụng phân tích đường phóng điện.

Ở phần trên của hình vẽ này, hàm $F_p(x)$ của điện cực dương tiềm năng và hàm $F_n(x)$ của điện cực âm tiềm năng đều được minh họa là các đồ thị riêng biệt. Trục ngang x là lượng phóng điện [Ah/g], và trục dọc là tiềm năng [V]. $F_p(x)$ và $F_n(x)$ được đưa ra như dữ liệu bảng.

Ở đây, khi xét đến độ lệch phóng điện, dung lượng điện cực dương, dung lượng điện cực âm, và thất thoát Li có thể được thu nhận bởi phép tính định trước. Hơn nữa, x và SOC có mối quan hệ tuyến tính.

Do đó, hàm OCV được biểu diễn bởi công thức sau đây. a_p , s_p , a_n , và s_n là các hằng

số.

$$OCV = F_p(ap \times x - sp) - F_n(an \times x - sn)$$

Ở đây, do mối quan hệ giữa SOC và lượng phóng điện x là mối quan hệ tuyến tính, nên nếu $x = p \times SOC + q$ (p và q là các hằng số), OCV có thể được biểu thị bởi công thức sau đây.

$$OCV(SOC) = F_p(ap \times (p \times SOC + q) - sp) - F_n(an \times (p \times SOC + q) - sn)$$

Hàm OCV này có thể được ghi lại như công thức (12) sau đây bằng cách thiết đặt $B_p = ap \times q - sp$, $A_p = -ap \times p$, $B_n = an \times q - sn$, và $A_n = -an \times p$.

[Công thức 12]

$$OCV(SOC) = F_p(B_p - A_p \times SOC) - F_n(B_n - A_n \times SOC) \quad \dots(12)$$

Hơn nữa, bằng cách thay thế 0 hoặc 100 cho SOC ở công thức (12) nêu trên, các công thức (13) và (14) sau đây được thu nhận.

[Công thức 13]

$$OCV(0) = F_p(B_p) - F_n(B_n) \quad \dots(13)$$

[Công thức 14]

$$OCV(100) = F_p(B_p - 100A_p) - F_n(B_n - 100A_n) \quad \dots(14)$$

Theo công thức, OCV(0) là trị số được đưa ra bởi OCV ở SOC 0%. OCV(100) là trị số được đưa ra bởi OCV ở SOC 100%.

Ở phần dưới của hình vẽ này, tiềm năng điện cực dương F_p , tiềm năng điện cực âm F_n và $(F_p - F_n)$ (= OCV) được biểu diễn trên một đồ thị. Theo các công thức (12), (13), và (14) nêu trên, OCV(0) và OCV(100) lần lượt được ràng buộc bởi các tiềm năng ở SOC 0% và SOC 100%. Nói cách khác, nó được ràng buộc bởi các trị số ngoài cùng bên trái và ngoài cùng bên phải của đường $(F_p - F_n)$.

Do các trị số của OCV(0) và OCV(100) được đưa ra, nên OCV trở thành hàm với hai thông số không xác định, về cơ bản với hai trong số bốn thông số không xác định B_p , B_n , A_p , và A_n biến mất. Phép xấp xỉ hàm của OCV (SOC, các thông số không được biết) được thực hiện để nhận dạng tính không xác định của hai thông số còn lại.

Cụ thể là, dữ liệu thực tế của OCV(SOC) được thiết đặt tới $OCV_{real}(SOC)$, và thông số không được biết mà giảm thiểu hàm E được định rõ bởi công thức (15) sau đây, ví dụ,

được tìm kiếm.

[Công thức 15]

$$E = \sum |\text{OCV}_{\text{real}}(\text{SOC}) - \text{OCV}(\text{SOC, unknown parameter})|^2 \quad \dots(15)$$

Mặc dù công thức (15) nêu trên thể hiện lỗi bình phương đối với cùng SOC, nhưng nó có thể được giảm thiểu nhờ sử dụng khoảng cách giữa đường được đưa ra bởi công thức (12) nêu trên và dữ liệu thực tế được ghép đôi của OCV và SOC như thước đo.

Ở đây, do $\text{OCV}(0) = F_p(B_p) - F_n(B_n)$, nên thông số không được biết B_p được biểu diễn bởi B_n theo công thức sau đây.

$$B_p = F_p^{-1}(\text{OCV}(0) + F_n(B_n))$$

Tương tự như vậy, A_p được biểu diễn bởi B_p , B_n , và từ công thức của $\text{OCV}(100)$ (công thức (14) nêu trên).

Do B_p được biểu diễn bởi B_n , A_p sẽ được biểu diễn bởi B_n và A_n . Nghĩa là, B_n và A_n là hai thông số không được biết. Hơn nữa, A_p và B_p có thể là các thông số không được biết. F_p^{-1} là hàm nghịch đảo của F_p . Do F_p là hàm được biểu diễn bởi dữ liệu và được biểu diễn bởi, ví dụ, hàm nối trục, nên hàm nghịch đảo có thể được tính một cách dễ dàng nhờ sử dụng hàm nối trục. Trong phần mô tả sau đây, f^{-1} biểu diễn hàm nghịch đảo của f cũng cho các hàm khác f .

Từ công thức (12) nêu trên được xác định bằng cách này, trị số của mỗi OCV được tính bằng cách thay đổi trị số SOC từ 0 đến 100 được thiết đặt ở $\text{OCV}(\text{SOC})$ ở bảng pin.

Ngoài ra, mặc dù trường hợp trong đó điện áp khi nó ở SOC 0% và SOC 100% được cố định được thể hiện ở đây, nhưng có thể có các trường hợp trong đó chỉ điện áp ở SOC 100% được cố định. Trong trường hợp này, các thông số không được biết có thể là ba A_n , B_n , và A_p , hoặc ba A_n , B_n , và B_p .

Hơn nữa, khi thông tin về dung lượng sạc điện (đây là $Q[\text{Ah}]$) được sạc bởi bộ sạc có mặt trong dữ liệu, ràng buộc sau đây được bổ sung.

$$\text{OCV}^{-1}(\text{mỗi điện áp pin sau khi sạc}) - \text{OCV}^{-1}(\text{mỗi điện áp pin trước khi sạc}) = 100 \times Q \div (Q_{\text{max}} \text{ của mỗi pin})$$

Trong trường hợp này, thay vì công thức (15) nêu trên, để tiếp cận ràng buộc này càng

nhieu càng tốt, các thông số không được biết A_n , B_n , và $Q_{\max}$ của mỗi pin có thể được thu nhận sao cho công thức sau đây, mà là bình phương của hiệu số giữa phía bên trái và phía bên phải của công thức của ràng buộc nêu trên, được giảm thiểu, và A_n và B_n được thu nhận có thể được sử dụng.

$$\{OCV^{-1}(\text{mỗi điện áp pin sau khi sạc}) - OCV^{-1}(\text{mỗi điện áp pin trước khi sạc}) - 100 \times Q \div (Q_{\max} \text{ của mỗi pin})\}^2$$

Tiếp theo, phương pháp tạo lập hai loại bảng bao gồm bảng điện trở sạc và bảng điện trở phóng điện sau khi bảng OCV được thiết đặt sẽ được mô tả.

Thứ nhất, phương pháp thiết đặt bảng điện trở sạc (đối số của hàm SOC) sẽ được mô tả. Ở đây, cần thu nhận SOC của mỗi pin thứ nhất, và giả sử rằng SOC đại diện của bộ pin đã được thu nhận.

Tiếp theo, dữ liệu về dòng điện, điện áp, và nhiệt độ trong suốt thời gian sạc được thu nhận bởi bộ sạc, và dựa trên những dữ liệu này, SOC được đánh dấu trên trục ngang và điện trở sạc pin được đánh dấu trên trục dọc. Ở đây, điện trở sạc pin được biểu thị bởi công thức sau đây.

$$\text{điện trở sạc pin} = (\text{điện áp pin} - OCV(SOC)) \div \text{dòng điện sạc}$$

Ngoài ra, do trạng thái mất cân bằng có thể phóng điện ra ở mỗi điện áp pin, nên dữ liệu điện áp giá trị ngoại lệ được loại bỏ bởi thử nghiệm của Smirnov-Grubbs hoặc thử nghiệm của Dixon như được nêu trên. Do thông số của điện trở bao gồm nhiệt độ, nên đồ thị ba chiều có thể được đánh dấu. Trong trường hợp này, SOC được đánh dấu trên trục x, nhiệt độ được đánh dấu trên trục y, và điện trở sạc pin được đánh dấu trên trục z.

Tiếp theo, trong phép xấp xỉ hàm, công thức (16) sau đây được giả định.

[Công thức 16]

$$R_c(SOC, T_{\text{cell}}) = \exp \{B/(T_{\text{cell}} + 273.15) - B/(25 + 273.15)\} \times R_c(SOC, 25^\circ\text{C})$$

...(16)

Công thức (16) nêu trên là phương trình Arrhenius, và B được gọi là độ nhạy nhiệt độ ở đây. T_{cell} là nhiệt độ của pin. R_c chỉ báo điện trở sạc. Dựa trên giả thuyết này, nếu B được biết, dữ liệu điện trở sạc thực tế và nhiệt độ pin T_{cell} có thể được chuyển đổi thành dữ liệu của điện trở sạc ở nhiệt độ 25°C . Sau khi chuyển đổi thành dữ liệu ở 25°C bằng cách này, bảng điện trở sạc có thể được thiết đặt theo cách thức giống như trong trường hợp

nhận dạng OCV.

Ở đây, do cần thiết đặt B, nên chỉ dữ liệu của cùng SOC được thu thập. Cụ thể là, ví dụ, dữ liệu của SOC 32,5% hoặc nhiều hơn và ít hơn SOC 37,5% được coi là dữ liệu của SOC 35%, và dữ liệu được tổng hợp từ SOC 5% đến SOC 95%. Nhờ sử dụng dữ liệu được coi là cùng SOC, dữ liệu với nhiệt độ trên trục ngang và điện trở sạc trên trục dọc được thu nhận, và B được nhận dạng bởi phương pháp bình phương tối thiểu, giả sử hàm nhiệt độ của công thức (16) nêu trên. Trị số trung bình của mỗi B từ SOC 5% đến SOC 95% có thể được sử dụng.

Tiếp theo, phương pháp thiết đặt điện trở sạc khi không có SOC đại diện của bộ pin sẽ được mô tả. Trong trường hợp này, thử nghiệm kiểm tra dung lượng bộ pin của xe mới sẽ được tiến hành.

Trong trường hợp thử nghiệm kiểm tra dung lượng, sau khi sạc từ SOC 0% đến SOC 100%, SOC của mỗi pin trước và sau khi sạc được thu nhận từ bảng OCV. Do lượng sạc điện được sạc (lượng sạc điện được sạc này được giả sử là Q) có thể được thu nhận từ dòng điện trong suốt thời gian sạc, dung lượng sạc điện của mỗi pin có thể được tính bằng cách chia Q cho hiệu số ở SOC trước và sau khi sạc.

Bằng cách sử dụng dung lượng sạc điện $Q_{\max i}$ (i là số lượng pin) của mỗi pin được thu nhận bằng cách này, SOC của mỗi pin trong suốt thời gian sạc bởi bộ sạc sau đó có thể được tính bởi công thức (1).

Nếu SOC được biết, SOC này có thể được sử dụng thay vì SOC của bộ pin, theo cách giống như phương pháp nêu trên. Ở đây, giả sử rằng mặc dù trị số của $Q_{\max i}$ giảm xuống do sự xuống cấp của pin, trị số của $Q_{\max}$ không thay đổi trong nhiều tháng.

Tiếp theo, trường hợp sẽ được mô tả trong đó các vật liệu dùng cho các điện cực âm và dương được biết, bảng của điện trở sạc và điện trở phóng điện của điện cực dương, bảng của điện trở sạc và điện trở phóng điện của điện cực âm, và các độ nhạy nhiệt độ B của các điện cực âm và dương cũng được biết.

Trong trường hợp này, nhờ sử dụng A_n , B_n , A_p , và B_p , mà đã được thu nhận bởi phân tích đường phóng điện nêu trên, $R_p(x)$ đối với điện trở điện cực dương chuẩn pin, và $R_n(x)$ đối với điện trở điện cực âm chuẩn pin (R_p và R_n là các hàm được đưa ra trước bởi dữ liệu thuộc tính vật liệu), điện trở 25°C chuẩn pin R_s (SOC, 25°C) được tính bởi công thức (17) sau đây. Đây là điện trở chuẩn của 25°C.

[Công thức 17]

$$R_s(\text{SOC}, 25^\circ\text{C}) = R_p(B_p - A_p \times \text{SOC}) + R_n(B_n - A_n \times \text{SOC}) \quad \dots(17)$$

Ngược lại, nếu OCV được đưa ra đầu tiên, A_n , B_n , A_p , và B_p được thu nhận từ bảng OCV và $F_p(x)$ và $F_n(x)$.

Tuy nhiên, do điện trở 25°C chuẩn pin $R_s(\text{SOC}, 25^\circ\text{C})$ ở công thức (17) nêu trên không xét đến sai số của điện trở, nên điện trở không xác định là trị số tuyệt đối, và có biểu hiện của sự xuống cấp, các biến thể cho mỗi pin, và độ nhạy nhiệt độ, điện trở $R_{\text{cell}}(T_{\text{cell}})$ cho mỗi pin được biểu thị thực tế bởi công thức (18) sau đây nhờ sử dụng các hằng số pin A và C . Điều này không giới hạn ở phân tích đường phóng điện, và điều tương tự cũng áp dụng cho trường hợp trong đó điện trở được nhận dạng từ dữ liệu truyền thông.

[Công thức 18]

$$R_{\text{cell}}(T_{\text{cell}}) = \{A \times R_{\text{cell}}(25^\circ\text{C}) + C\} \times \exp\{B/(T_{\text{cell}} + 273.15) - B/(25 + 273.15)\} \quad \dots(18)$$

Các hằng số pin A và C ở công thức (18) nêu trên được sử dụng ở đây dưới dạng không được xác định. Phương pháp nhận dạng được nhận dạng bởi sự tối ưu hóa ở quy trình tính SOC như được nêu trên.

(Phương án thứ ba)

Theo phương án thứ ba, khi bảng OCV được thiết đặt theo phương án thứ hai, quy trình thiết đặt bảng OCV và quy trình thiết đặt bảng điện trở phóng điện trong trường hợp trong đó không có SOC đại diện của bộ pin trong dữ liệu truyền thông và trường hợp trong đó thử nghiệm kiểm tra dung lượng bộ pin của xe mới được thực hiện sẽ được mô tả.

Do thử nghiệm này là để kiểm tra dung lượng năng lượng của bộ pin, nên bộ pin có thể được sạc lại sau đó, được kết nối với thiết bị sạc và phóng điện, và được trải qua thử nghiệm phóng điện.

Thứ nhất, thử nghiệm kiểm tra dung lượng sạc điện bộ pin được thực hiện. Ánh sáng hoặc điều hòa không khí được lắp vào EV và được phóng điện cho đến khi bộ pin trống rỗng.

Thời gian tạm dừng (ví dụ, 20 phút hoặc nhiều hơn) được thiết đặt, và bộ pin được kết nối với bộ sạc và được sạc đầy. Ở thời điểm này, điện áp của mỗi pin và dòng điện bộ của bộ pin được thu nhận bởi việc truyền thông. Sau khi kết thúc việc sạc, dung lượng sạc

điện $Q_{\text{pack,max}}$ của bộ pin được thu nhận bởi dòng điện tích phân thời gian của bộ pin. Từ $Q_{\text{pack,max}}$ đó, bộ pin được phóng điện trong khoảng thời gian nhất định nhờ sử dụng ánh sáng hoặc điều hòa không khí, và sau đó việc tạm dừng được lặp lại để thiết đặt SOC của bộ pin tới 0.

Ở đây, lý do để thiết đặt thời gian tạm dừng như sau. Khi pin được sạc và được phóng điện, các dao động điện áp phóng điện ra do phân cực, mà lệch khỏi OCV. Thời gian dài (xấp xỉ 1000 giây phụ thuộc vào pin) trôi qua do pin được dừng sạc và phóng điện, và phân cực đạt được 0 V. Do đó, bằng cách chèn tạm dừng khoảng 1000 giây (khoảng 20 phút hoặc nhiều hơn), điện áp được thực hiện để khớp OCV.

Sau khi kết thúc thử nghiệm này, dòng điện bộ pin được tích phân nhờ sử dụng nhật ký của dữ liệu truyền thông, việc tích phân dòng điện bộ pin (trị số ban đầu được thiết đặt tới 0 khi được sạc đầy) ở cuối thời gian tạm dừng được đánh dấu trên trục ngang và mỗi điện áp pin ngay trước cuối thời gian tạm dừng được đánh dấu trên trục dọc. Nó có thể được chuyển đổi đến SOC bằng cách thiết đặt trục ngang tới $\text{SOC} = 100 - 100 \times \text{tích phân dòng điện} \div \text{trị số tích phân dòng điện cuối cùng}$. Bảng OCV được tạo lập bằng cách thực hiện phép xấp xỉ hàm trên dữ liệu của đồ thị sau khi chuyển đổi này. Nếu các vật liệu điện cực dương và âm được biết một cách riêng biệt, tương tự như vậy, hiệu số tiềm năng giữa các điện cực âm và dương có thể được trải qua phép xấp xỉ hàm là hàm của OCV.

Tóm lại, dữ liệu hàm của OCV có thể được thu nhận bởi phép xấp xỉ hàm nhờ sử dụng điện áp và SOC của mỗi pin trước và sau khi trạng thái được tạm dừng không sạc hoặc phóng điện của bộ pin.

Trong trường hợp này, thử nghiệm kiểm tra dung lượng bộ pin cho xe mới nêu trên sẽ được thực hiện. Ở thời điểm này, dung lượng sạc điện của pin được biết khi bộ pin được sạc từ SOC 0% đến 100%. pin trong đó trạng thái mất cân bằng phóng điện ra có điện áp thấp khi được sạc đầy, và vì vậy, pin được loại trừ khỏi việc tổng hợp. Do đó, SOC của mỗi pin là $100 \times \text{tích phân của dòng điện sạc} \div \text{dung lượng sạc điện đầy của pin}$.

Điện áp trong suốt thời gian khi phóng điện bởi điều hòa không khí và ánh sáng được thực hiện trong thời gian cố định có thể được sử dụng là OCV như vậy.

Với hiệu quả của điều này, OCV có thể được thiết đặt ngay cả khi thông tin của SOC không có mặt trong dữ liệu truyền thông.

Tiếp theo, phương pháp tạo lập bảng điện trở sạc và bảng điện trở phóng điện sau khi

nhận dạng bằng OCV sẽ được mô tả.

Thứ nhất, phương pháp thiết đặt bảng điện trở sạc (đối số của hàm là SOC) sẽ được mô tả. Ở đây, mong muốn thu nhận SOC của mỗi pin đầu tiên, nhưng nếu SOC đại diện của bộ pin được thu nhận, trị số này có thể được sử dụng thay thế. Nếu SOC đại diện của bộ pin không thể được thu nhận, thử nghiệm kiểm tra dung lượng bộ pin cho xe mới nêu trên sẽ được thực hiện. Trong trường hợp này, do dung lượng sạc điện của pin được biết (ô trong đó trạng thái mất cân bằng phóng điện ra được loại trừ khỏi việc tổng hợp bởi vì điện áp trở thành thấp khi được sạc đầy) khi bộ pin được sạc từ SOC 0% đến 100%, SOC của mỗi pin được quy định là $100 \times \text{tích phân của dòng điện sạc} \div \text{dung lượng sạc điện đầy của pin}$.

Tiếp theo, dựa trên dữ liệu trong suốt thời gian sạc, SOC được đánh dấu trên trục ngang và điện trở sạc được đánh dấu trên trục dọc. Ở đây, điện trở sạc được thu nhận bằng cách tính $(\text{điện áp pin} - \text{OCV}(\text{SOC})) \div \text{dòng điện sạc}$. Điện trở sạc này là điện trở theo điều kiện sạc với dòng điện không đổi, mà khác với điện trở ở trạng thái tạm thời.

Tiếp theo, tương tự như phương pháp nêu trên, bảng điện trở sạc với SOC là đối số được tạo lập bởi phép xấp xỉ hàm. Nếu có bảng điện trở sạc (hàm của dung lượng sạc điện) đối với vật liệu đơn tương ứng của các điện cực âm và dương, phép xấp xỉ hàm của điện trở sạc được thực hiện theo cách thức giống như được nêu trên. Ở đây, mặc dù hiệu số từ phép xấp xỉ hàm của OCV là điện trở chất lỏng không được biết do đây là hằng số cố định không phụ thuộc vào SOC, nhưng nó có thể được sử dụng là sai số B cho phép xấp xỉ hàm.

Sau khi thực hiện phép xấp xỉ hàm của OCV với các tiềm năng âm và dương, bảng điện trở có thể được thu nhận bằng cách kết hợp hàm được thu nhận bằng cách nhân bảng điện trở điện cực dương với độ phóng đại ngang và hàm được thu nhận bằng cách nhân bảng điện trở điện cực âm với độ phóng đại ngang và dịch chuyển lượng dịch chuyển âm/dương.

Tiếp theo, phương pháp thiết đặt bảng điện trở phóng điện với SOC là đối số sẽ được mô tả.

Bảng điện trở phóng điện này được yêu cầu khi tính dung lượng năng lượng của bộ pin, mà sẽ được mô tả dưới đây. Dữ liệu SOC cao (ví dụ, SOC 20% hoặc nhiều hơn) không được yêu cầu. Hơn nữa, điện trở khi được phóng điện tới dòng điện không đổi hoặc dòng điện gần như không đổi là tốt hơn.

Giả sử rằng thử nghiệm kiểm tra dung lượng bộ pin cho xe mới nêu trên đã được thực hiện, thứ nhất, bảng điện trở phóng điện được thu nhận theo cách thức giống như điện trở sạc, nhờ sử dụng dữ liệu khi phóng điện tới SOC 0% với điều hòa không khí và các ánh sáng được bật và nhờ sử dụng dòng điện và mỗi điện áp pin trong suốt thời gian đó. Cũng có phương pháp dự đoán từ dữ liệu được tích lũy trong khi EV đang di chuyển trong suốt thời gian thao tác, nhưng trong trường hợp này, nó giới hạn ở trường hợp trong đó khoảng thời gian của dữ liệu truyền thông của pin là xấp xỉ 1 giây hoặc ít hơn.

(Phương án thứ tư)

Theo phương án thứ nhất, dung lượng năng lượng tương lai (dưới đây được gọi là "dung lượng sau khi sự mất cân bằng được loại bỏ") được ước tính sau khi trạng thái mất cân bằng được loại bỏ, và thời gian thay thế của bộ pin hiện tại được ước tính. Nhằm mục đích này, nó được thu nhận bằng cách lưu trữ chuỗi thời gian dung lượng quá khứ sau khi sự mất cân bằng được loại bỏ, dữ đoán tương lai dựa trên chuỗi thời gian đó, và tính ngày và thời gian khi dung lượng sau khi sự mất cân bằng được loại bỏ đạt được tiêu chí thay thế (ví dụ, 80% hoặc 70% của dung lượng năng lượng danh mục). Ngày và thời gian này là thời gian thay thế của bộ pin.

Fig.10 là lưu đồ minh họa ví dụ về phương pháp tính thời gian thay thế của bộ pin.

Thứ nhất, ở bước S101, sự xuống cấp được trải qua phép xấp xỉ hàm dựa trên chuỗi thời gian dung lượng sau khi sự mất cân bằng được loại bỏ trong quá khứ. Ở đây, hàm được thu nhận bởi xấp xỉ được gọi là "hàm chỉ báo sự xuống cấp của bộ pin".

Với phương pháp để dự đoán tương lai, nó có thể được tính xấp xỉ tuyến tính, hoặc nó có thể được tính xấp xỉ bởi trung bình động hồi quy tự động (auto-regressive moving average, viết tắt là ARMA) hoặc sự phân phối Weibull.

Khi độ dốc đối với thời gian (được gọi là "độ dốc của sự xuống cấp") được tính xấp xỉ tuyến tính, độ dốc đối với thời gian bị ảnh hưởng bởi tần suất sạc nhanh, nhiệt độ trung bình của pin, SOC trung bình, tần suất thời gian đỗ xe, số dặm, sạc trung bình hàng ngày Ah, và tương tự. Vì lý do này, đối với bộ pin có cùng số lượng mô hình, các xe khác nhau được tổng hợp, và độ dốc của sự xuống cấp đối với thời gian được trải qua phép xấp xỉ hàm bởi tần suất sạc nhanh, nhiệt độ trung bình của pin, SOC trung bình, tần suất thời gian đỗ xe, số dặm, và sạc trung bình hàng ngày Ah. Phương pháp xấp xỉ hàm này có thể là tuyến tính hoặc có thể sử dụng mạng thần kinh.

Dựa trên hàm của độ dốc của sự xuống cấp được tạo lập bằng cách này, hàm dự đoán tuổi thọ cho xe khác có thể được tạo lập với pin có cùng số lượng mô hình. Cụ thể là, do tần suất sạc nhanh và tương tự ở các xe khác được xác định, nên độ dốc được xác định dựa trên thông số đó.

Sau đó, thời gian thay thế được xác định bởi dung lượng năng lượng hiện tại của bộ, độ dốc của sự xuống cấp, và dung lượng năng lượng của tiêu chí thay thế. Nói cách khác, thời gian thay thế được xác định bằng cách giải phương trình của hàm dự đoán tuổi thọ = (dung lượng năng lượng của tiêu chí thay thế) (bước S102).

Thời gian thay thế này được thông báo cho lái xe (bước S103).

Hơn nữa, yếu tố mà góp phần vào độ dốc (ví dụ, tần suất sạc nhanh) có thể được trích ở hàm của độ dốc của sự xuống cấp, và yếu tố có thể được thông báo cho người dùng. Dựa trên yếu tố được thông báo, người dùng thực hiện các hành động chẳng hạn như làm giảm tần suất sạc nhanh để kéo dài tuổi thọ của pin, có thể nói như vậy, đưa ra hướng dẫn để kéo dài tuổi thọ pin. Hơn nữa, khi độ dốc của sự xuống cấp đột ngột tăng lên, lái xe được thông báo. Nói cách khác, khi độ dốc của sự xuống cấp (tốc độ tiến triển) đạt được trị số định trước hoặc nhiều hơn, lái xe được thông báo. Bằng thông báo này, người dùng được thông báo về dấu hiệu rằng pin sẽ đột nhiên trở thành không sử dụng được.

Ở đây, khi ARMA được sử dụng, hệ số của mỗi ARMA chỉ phải được trải qua tương tự phép xấp xỉ hàm bởi tần suất sạc nhanh và tương tự. Khi sự xuống cấp của dung lượng sau khi sự mất cân bằng được loại bỏ được tính xấp xỉ bởi sự phân phối Weibull, dung lượng năng lượng $P_{\max}$ của bộ pin được tính xấp xỉ bởi công thức (19) hoặc (20) sau đây.

[Công thức 19]

$$P_{\max} = P_{\max,ini} \times \exp \{-(t/\tau)^m\} \quad \dots(19)$$

Theo công thức, m là hằng số dương, và khi $m < 1$, nó giảm xuống mạnh lúc đầu và sau đó giảm xuống chậm. Khi $m > 1$, nó giảm xuống nhẹ lúc đầu, sau đó giảm mạnh về 0, và trở thành không sử dụng được. τ là hằng số thời gian. $P_{\max,ini}$ là trị số ban đầu của dung lượng năng lượng của bộ pin.

[Công thức 20]

$$P_{\max} = P_{\max,ini} \times \exp \{-(t/\tau_1)^m\} \times \exp \{-(t/\tau_2)^n\} \quad \dots(20)$$

Theo công thức, m và n là các hằng số dương, $m < 1$, và $n > 1$. τ_1 và τ_2 là các hằng số

thời gian.

Công thức (19) nêu trên chỉ báo hàm mà giảm xuống mạnh ở đầu, như được nhìn thấy trong pin li-ion thông thường, hoặc hàm mà chỉ báo loại xuống cấp mà đột nhiên trở thành không sử dụng được do sự xuống cấp cơ học do sự mở rộng và co lại của điện cực âm, chẳng hạn như pin li-ion mà sử dụng silicon đối với điện cực âm.

Công thức (20) nêu trên là sự kết hợp của các hàm biểu diễn hai đặc tính.

Khi công thức (19) nêu trên được sử dụng, m và τ được nhận dạng bởi chuỗi thời gian dung lượng sau khi sự mất cân bằng được loại bỏ trong quá khứ. Xấp xỉ hàm của m và τ còn được thực hiện nhờ sử dụng tần suất sạc nhanh và tương tự.

Khi công thức (20) nêu trên được sử dụng, m , n , τ_1 , và τ_2 được nhận dạng bởi chuỗi thời gian dung lượng sau khi sự mất cân bằng được loại bỏ trong quá khứ. Hơn nữa, m , n , τ_1 , và τ_2 chỉ phải được trải qua phép xấp xỉ hàm bởi tần suất sạc nhanh và tương tự.

Khi công thức (20) nêu trên được sử dụng, thời điểm đột nhiên trở thành không sử dụng được có thể được biết từ τ_1 . Cụ thể là, thời điểm khi thời gian t đạt được τ_1 là thời điểm khi nó đột nhiên trở thành không sử dụng được.

(Phương án thứ năm)

Theo phương án thứ nhất, khi dung lượng năng lượng của bộ pin (dưới đây được gọi là "dung lượng trước khi sự mất cân bằng được loại bỏ") và dung lượng năng lượng của bộ pin sau khi sự mất cân bằng được loại bỏ (dưới đây được gọi là "dung lượng sau khi sự mất cân bằng được loại bỏ") được ước tính, phương pháp để thông báo cho người dùng sẽ được mô tả.

Fig.11 là bảng minh họa ví dụ về bảng dung lượng pin.

Trên hình vẽ này, ID xe của số 1 chỉ báo ID số nhận dạng của EV. ID pin của số 2 chỉ báo ID số nhận dạng của pin được lắp vào trong EV của ID xe. Loại pin của số 3 chỉ báo loại pin của số 2. Dung lượng ban đầu của số 4 chỉ báo dung lượng năng lượng hoặc dung lượng định mức của bộ pin ban đầu. Khoảng cách di chuyển tiết kiệm ban đầu của số 5 chỉ báo khoảng cách trong đó việc di chuyển tiết kiệm có thể được thực hiện khi pin ban đầu được lắp vào trong EV được sạc đầy. Ngày bắt đầu sử dụng của số 6 chỉ báo ngày khi xe đã được vận chuyển và được bán và được bắt đầu được sử dụng.

"Thông báo 1: dung lượng trước khi sự mất cân bằng được loại bỏ" của số 7 chỉ báo

điều kiện ngưỡng của dung lượng trước khi sự mất cân bằng được loại bỏ khi thông báo cho người dùng. "Thông báo 2: dung lượng sau khi sự mất cân bằng được loại bỏ" của số 8 chỉ báo điều kiện ngưỡng của dung lượng sau khi sự mất cân bằng được loại bỏ khi thông báo cho người dùng. "Thông báo 3: dung lượng bị mất cân bằng" của số 9 chỉ báo điều kiện ngưỡng của dung lượng bị mất cân bằng khi thông báo cho người dùng. Ở đây, dung lượng bị mất cân bằng là trị số của hiệu số giữa dung lượng sau khi sự mất cân bằng được loại bỏ và dung lượng trước khi sự mất cân bằng được loại bỏ. "Thông báo 4: hiệu số về giá được định mức" của số 10 là trị số điều kiện cho hiệu số giữa giá được định mức cho EV và giá được định mức cho việc sử dụng cố định.

Ở đây, giá được định mức cho EV đề cập đến giá được định mức khi bộ pin được sử dụng cho EV. Hơn nữa, giá được định mức đối với việc sử dụng cố định đề cập đến giá được định mức khi bộ pin được sử dụng cho thứ gì khác ngoài EV và là giá được định mức của bộ pin khi bộ pin được áp dụng cho thiết bị lưu trữ công suất và tương tự để tích lũy năng lượng được phân phối.

Mỗi mặt hàng trên hình vẽ này được thiết đặt trước bởi đầu vào từ người dùng.

Số 7 đến số 10 biểu diễn các điều kiện để thông báo cho người dùng và có thể được thay đổi bởi đầu vào.

Các điều kiện để thực hiện các thông báo chẳng hạn như số 7 đến số 10 trên hình vẽ này được thiết đặt với các trị số chẳng hạn như dung lượng trước khi sự mất cân bằng được loại bỏ, dung lượng sau khi sự mất cân bằng được loại bỏ, tỷ lệ thay đổi về dung lượng trước khi sự mất cân bằng được loại bỏ, tỷ lệ thay đổi về dung lượng sau khi sự mất cân bằng được loại bỏ, số dặm của EV, số lượng của các lần sạc nhanh của bộ pin, số lượng của các lần ngưỡng nhiệt độ của pin đã bị vượt quá, giá được định mức cho EV, và giá được định mức cho việc sử dụng cố định, là các điều kiện. Ở đây, số lượng của các lần ngưỡng nhiệt độ của pin đã bị vượt quá là số lượng của các lần nhiệt độ của hoặc bộ pin hoặc các pin cấu thành bộ pin đã vượt quá ngưỡng.

Ngoài các điều kiện này, nhiều điều kiện có thể được bổ sung như các điều kiện VÀ (AND) hoặc các điều kiện HOẶC (OR). Ví dụ, các điều kiện là khi điều kiện là dung lượng trước khi sự mất cân bằng được loại bỏ là 78,0 hoặc ít hơn và dung lượng sau khi sự mất cân bằng được loại bỏ là 80,0 hoặc ít hơn được thỏa mãn, khi điều kiện là số dặm là 300,000 km hoặc nhiều hơn và dung lượng sau khi sự mất cân bằng được loại bỏ là 80,0 hoặc ít hơn

được thỏa mãn, khi điều kiện là số lượng của các lần sạc nhanh là 3000 hoặc nhiều hơn và dung lượng sau khi sự mất cân bằng được loại bỏ là 80,0 hoặc ít hơn được thỏa mãn, khi điều kiện là số lượng của các lần ngưỡng nhiệt độ đã bị vượt quá 1000 hoặc nhiều hơn, hoặc dung lượng sau khi sự mất cân bằng được loại bỏ là 80,0 hoặc ít hơn được thỏa mãn, và tương tự. Hơn nữa, điều kiện đối với dung lượng trước khi sự mất cân bằng được loại bỏ của số 7 hoặc dung lượng sau khi sự mất cân bằng được loại bỏ của số 8 có thể được thiết đặt là điều kiện của tỷ lệ/phần trăm với dung lượng ban đầu của số 4, hoặc cũng có thể được thiết đặt là điều kiện của tỷ lệ/phần trăm của khoảng cách di chuyển tiết kiệm khả thi hiện tại với khoảng cách di chuyển tiết kiệm ban đầu của số 5. Điều này là bởi vì khoảng cách di chuyển tiết kiệm khả thi hiện tại có thể được tính từ dung lượng hiện tại trước khi sự mất cân bằng được loại bỏ.

Ngoài ra, từ dung lượng hiện tại trước khi sự mất cân bằng được loại bỏ và tỷ lệ thay đổi về dung lượng trước khi sự mất cân bằng được loại bỏ, dung lượng sau khi sự mất cân bằng được loại bỏ trong tương lai, ví dụ, nửa năm sau có thể được tính và được thông báo. Hơn nữa, bằng cách tính dung lượng tương lai sau khi sự mất cân bằng được loại bỏ, có thể dự đoán thời gian khi trị số sẽ nằm dưới ngưỡng được thiết đặt trước, chẳng hạn như 80,0, và thông báo thời gian.

Fig.12 là bảng minh họa ví dụ về bảng kết quả chẩn đoán pin.

ID xe của số 1 chỉ báo ID số nhận dạng của EV. ID pin của số 2 chỉ báo ID số nhận dạng của pin được lắp vào trong EV của ID xe. Thời gian tính thứ nhất của số 3 chỉ báo ngày và thời gian khi phép tính chẩn đoán pin của xe này đã được thực hiện lần đầu. Phép tính thời gian cuối cùng của số 4 chỉ báo ngày và thời gian khi phép tính chẩn đoán pin của xe này cuối cùng đã được thực hiện.

Số 5 đến số 12 được thiết đặt ở phép tính cuối cùng.

Dung lượng trước khi sự mất cân bằng được loại bỏ của số 5 và dung lượng sau khi sự mất cân bằng được loại bỏ của số 6 là các kết quả tính liên quan đến dung lượng năng lượng của bộ pin.

Số 7 đến số 9 là dữ liệu lịch sử xe hoặc pin được thu nhận bởi máy chủ qua việc truyền thông từ EV khi tính dung lượng năng lượng của bộ pin, và số 7 là số dặm, số 8 là số lượng của các lần sạc nhanh, và số 9 là số lượng của các lần ngưỡng nhiệt độ đã bị vượt quá. Ở đây, số lượng của các lần ngưỡng nhiệt độ đã bị vượt quá đề cập đến số lượng của

các lần trị số nhiệt độ của bộ cảm biến nhiệt độ được lắp vào pin trên xe đã bằng hoặc nhiều hơn so với nhiệt độ ngưỡng định trước (ví dụ, 65°C).

Giá được định mức cho EV của số 10 chỉ báo trị số được thu nhận bằng cách dự đoán và tính giá bán của pin được loại bỏ, mà hiện tại được xây dựng trong xe, là pin cho EV, số 11 chỉ báo trị số được thu nhận bằng cách dự đoán và tính giá bán của pin được loại bỏ, mà hiện tại được xây dựng trong xe, là pin dùng cho việc sử dụng cố định, và trạng thái của số 12 chỉ báo mặt hàng mà kết quả tính của nó sẽ được thông báo.

Khi dung lượng của pin được lắp đặt ở xe nhất định trước và sau khi sự mất cân bằng được loại bỏ được tính, phương tiện thông báo kết quả (không được minh họa) của máy chủ 100 trên Fig.1 tìm kiếm bảng kết quả chẩn đoán pin trên Fig.12 với ID xe của số 1 của xe, cập nhật thời gian kết thúc tính của số 4 với thời gian hiện tại, và cũng cập nhật dung lượng trước khi sự mất cân bằng được loại bỏ của số 5 và dung lượng sau khi sự mất cân bằng được loại bỏ của số 6. Hơn nữa, số dặm của số 7, số lượng của các lần sạc nhanh của số 8, và số lượng của các lần ngưỡng nhiệt độ đã bị vượt quá của số 9, mà được thu nhận bởi máy chủ qua việc truyền thông từ EV cũng được cập nhật. Hơn nữa, phép tính được thực hiện với dung lượng sau khi sự mất cân bằng được loại bỏ của số 6, số dặm của số 7, số lượng của các lần sạc nhanh của số 8, và số lượng của các lần ngưỡng nhiệt độ đã bị vượt quá của số 9, giá được định mức cho EV của số 10 và giá được định mức đối với việc sử dụng cố định của số 11 cũng được cập nhật.

Phép tính này được tính là hàm tương quan giữa dữ liệu được bán là pin cho EV trong quá khứ và dữ liệu giá được bán là pin cho việc sử dụng cố định, và lịch sử của pin được bán, nghĩa là, dung lượng sau khi sự mất cân bằng được loại bỏ của số 6, số dặm của số 7, số lượng của các lần sạc nhanh của số 8, và số lượng của các lần ngưỡng nhiệt độ đã bị vượt quá của số 9.

Sau khi cập nhật nêu trên, phương tiện thông báo kết quả tìm kiếm bảng dung lượng pin trên Fig.11 với ID xe của số 1 của xe và kiểm tra các điều kiện thông báo của số 7 đến số 9. Nếu trị số được cập nhật của bảng kết quả chẩn đoán pin trên Fig.12 khớp các điều kiện thông báo, người dùng được thông báo. Đối với việc thông báo, phương tiện thông báo của máy tính thông thường hoặc giữa các máy tính, chẳng hạn như màn hình hiển thị, thông báo thư, và thông báo tin nhắn được sử dụng. Thực tế rằng thông báo tới người dùng đã được thực hiện được hiển thị ở trạng thái của số 12.

Ví dụ, trên Fig.12, giả sử rằng dung lượng trước khi sự mất cân bằng được loại bỏ của số 5 được tính là 77,8 kWh, dung lượng sau khi sự mất cân bằng được loại bỏ của số 6 được tính là 80,8 kWh, giá được định mức cho EV của số 10 được tính là 808,000 yen, và giá được định mức đối với việc sử dụng cố định của số 11 được tính là 716,400 yen. Như đối với các kết quả này, thông báo 1 được thông báo bởi vì điều kiện đối với thông báo 1 của số 7 trên Fig.11 là 78,0 kWh hoặc ít hơn. Hơn nữa, do điều kiện của thông báo 4 của số 10 trên Fig.11 là $808,000 - 716,400 = 91,600$ yen, mà ít hơn 100,000 yen, nên thông báo 4 được thông báo và cũng được hiển thị ở trạng thái của số 12 trên Fig.12.

Dưới đây, các hiệu quả được thu nhận từ sáng chế được mô tả tóm tắt.

Mạch cân bằng được kết hợp vào bộ phận quản lý pin (battery management unit, viết tắt là BMU), và vì vậy ngay cả khi trạng thái mất cân bằng phóng điện ra, cuối cùng nó sẽ được khôi phục bởi mạch cân bằng. Do đó, nếu dung lượng năng lượng (trị số thực tế thực) ở trạng thái mà ở đó sự mất cân bằng được loại bỏ được tính, có thể dự đoán một cách chính xác thời gian thay thế của bộ pin.

Phương tiện để tính không những dung lượng năng lượng hiện tại của bộ pin của EV mà còn dung lượng năng lượng ở trạng thái mà ở đó trạng thái mất cân bằng được loại bỏ có thể được cung cấp.

Phương tiện để thông báo khi bộ pin sẽ được thay thế có thể được cung cấp xét đến xu hướng của dung lượng năng lượng.

Thao tác đo trạng thái của pin để tạo lập bảng có thể được thực hiện không cần thiết. Hơn nữa, bằng cách tính biến thể SOC và dung lượng sạc điện khi được sạc đầy cho mỗi pin, có thể thu nhận dung lượng năng lượng của bộ pin trong tình huống trong đó điện áp pin không thống nhất (tình huống trong đó việc cân bằng không hoạt động tốt) hoặc thậm chí trong tình huống trong đó dung lượng sạc điện của pin không thống nhất.

Danh mục các số chỉ dẫn

100: máy chủ

101: xe điện

102: thiết bị truyền thông

103: thiết bị lưu trữ

104: bảng pin

- 105: phương tiện thiết đặt bảng
- 106: phương tiện tính năng lượng bộ pin đang hoạt động
- 107: phương tiện tính SOC
- 108: phương tiện tính dung lượng năng lượng bộ pin
- 109: nhóm dữ liệu SOC
- 201: pin
- 202: bộ cảm biến nhiệt độ
- 203: nhóm pin
- 204: ampe kế
- 205: bộ phận quản lý pin
- 206: mạng
- 401: bảng OCV
- 402: bảng điện trở sạc
- 403: bảng điện trở phóng điện
- S51: bước trích dữ liệu trong suốt thời gian sạc
- S52: bước khởi tạo số lượng sạc
- S53: bước khởi tạo số lượng pin
- S54: bước thu nhận giải pháp SOC
- S56: bước xác định đầu vòng lặp pin
- S57: bước tăng số lượng pin
- S58: bước xác định đầu số lượng sạc
- S59: bước tăng số lượng sạc
- S61: bước trung bình động
- S62: bước khởi tạo số lượng sạc
- S63: bước khởi tạo số lượng pin
- S64: bước tính dung lượng năng lượng bộ pin hiện tại
- S65: bước tính dung lượng năng lượng sau khi việc cân bằng được loại bỏ
- S66: bước đầu vòng lặp pin
- S67: bước tăng số lượng pin

S81: bước trích dữ liệu ngay sau khi đỗ xe

S82: bước đánh dấu dữ liệu

S83: bước tính trung bình

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp chẩn đoán bộ pin có cấu hình trong đó nhiều pin được kết nối nối tiếp, nhờ sử dụng hệ thống thu nhận dữ liệu được phát hiện bao gồm dòng điện và nhiệt độ của bộ pin và điện áp của mỗi pin, trong đó phương pháp này bao gồm:

bước tính dung lượng sạc điện và SOC (State of charge - trạng thái sạc) của mỗi pin, nhờ sử dụng dòng điện và nhiệt độ, điện áp của mỗi pin, hàm OCV-SOC (Open circuit voltage-State of charge - điện áp hở mạch-trạng thái sạc), và bảng điện trở, và tính lượng mất cân bằng, mà là trị số được ước tính của SOC, và điện trở của mỗi pin khi bộ pin được sạc đầy; và

bước tính dung lượng năng lượng của bộ pin nhờ sử dụng dung lượng sạc điện, lượng mất cân bằng và điện trở.

2. Phương pháp chẩn đoán bộ pin có cấu hình trong đó nhiều pin được kết nối nối tiếp, nhờ sử dụng hệ thống thu nhận dữ liệu được phát hiện bao gồm dòng điện và nhiệt độ của bộ pin và điện áp của mỗi pin, trong đó phương pháp này bao gồm:

bước tính dung lượng sạc điện và SOC của mỗi pin, nhờ sử dụng dòng điện và nhiệt độ, điện áp của mỗi pin, hàm OCV-SOC, và điện trở, và tính lượng mất cân bằng, mà là trị số được ước tính của SOC, và điện trở của mỗi pin khi bộ pin được sạc đầy.

3. Phương pháp chẩn đoán theo điểm 1, trong đó:

dung lượng năng lượng của bộ pin được tính bằng cách tính cả dung lượng năng lượng hiện tại và dung lượng năng lượng sau khi sự mất cân bằng được loại bỏ.

4. Phương pháp chẩn đoán theo điểm 1, trong đó:

các hệ số của dung lượng sạc điện, trị số ban đầu của SOC, và điện trở của mỗi trong số các pin mà giảm thiểu tổng của các bình phương của hiệu số giữa điện áp được ước tính và điện áp thực tế của mỗi trong số các pin được thu nhận.

5. Phương pháp chẩn đoán theo điểm 1, trong đó:

SOC của mỗi pin khi bộ pin được sạc đầy được thu nhận nhờ sử dụng trị số ban đầu

của SOC và dung lượng sạc điện của pin và sạc điện cho đến khi pin bất kỳ trong số các pin được sạc đầy.

6. Phương pháp chẩn đoán theo điểm 1, trong đó:

nhờ sử dụng điện áp nhỏ nhất, dòng điện phóng điện, bảng OCV, và bảng điện trở phóng điện với thời gian khi bộ pin được phóng điện từ trạng thái được sạc đầy và pin bất kỳ trong số các pin đạt được điện áp nhỏ nhất là thời gian khi việc phóng điện của bộ pin được kết thúc, SOC đầu phóng điện của mỗi pin được thu nhận, điện áp trung bình của mỗi pin từ thời gian sạc đầy đến khi kết thúc việc phóng điện được thu nhận, và tổng cộng của các tích của điện áp trung bình và dung lượng sạc điện của mỗi pin được định rõ là dung lượng năng lượng hiện tại.

7. Phương pháp chẩn đoán theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó:

người dùng được thông báo về kết quả xác định xem điều kiện ngưỡng cho dung lượng năng lượng của bộ pin được thỏa mãn hay không.

8. Phương pháp chẩn đoán theo điểm 1, trong đó:

hàm chỉ báo sự xuống cấp của bộ pin được thu nhận nhờ sử dụng dữ liệu về dung lượng năng lượng của bộ pin,

thời gian thay thế của bộ pin được ước tính từ hàm này, và

người dùng được thông báo về thời gian thay thế.

9. Phương pháp chẩn đoán theo điểm 8, trong đó:

thời gian khi tốc độ tiến triển của sự xuống cấp trở thành bằng hoặc nhiều hơn so với trị số định trước được ước tính từ hàm chỉ báo sự xuống cấp, và người dùng được thông báo về thời gian.

10. Phương pháp chẩn đoán theo điểm 6, trong đó:

dung lượng năng lượng sau khi sự mất cân bằng được loại bỏ được thu nhận bởi cùng phép tính như phép tính của tổng cộng của các tích được sử dụng khi tính dung lượng năng lượng hiện tại.

11. Phương pháp chẩn đoán theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm:

bước thu nhận dữ liệu hàm của OCV cho mỗi pin; và

bước tạo lập bảng điện trở của mỗi pin nhờ sử dụng dữ liệu hàm và dữ liệu được phát hiện.

12. Phương pháp chẩn đoán theo điểm 11, trong đó:

dữ liệu hàm được thu nhận bởi phép xấp xỉ hàm nhờ sử dụng điện áp và SOC của mỗi pin trước và sau khi trạng thái được tạm dừng không sạc hoặc phóng điện của bộ pin.

13. Phương pháp chẩn đoán theo điểm 11, trong đó:

dữ liệu được phát hiện bao gồm SOC đại diện của bộ pin, và

SOC đại diện được sử dụng làm SOC.

14. Phương pháp chẩn đoán theo điểm 11, trong đó:

ở bảng điện trở của pin, nhờ sử dụng dữ liệu hàm, SOC đại diện, dữ liệu được phát hiện trước đây trong số dữ liệu hàm, SOC đại diện, và dữ liệu được phát hiện, dữ liệu của điện trở trong suốt thời gian sạc của pin tương ứng với mỗi nhiệt độ và mỗi SOC được thu nhận bởi phép xấp xỉ hàm là trị số được thu nhận bằng cách chia hiệu số giữa OCV và điện áp của pin bởi dòng điện của pin.

15. Phương pháp chẩn đoán theo điểm 11, trong đó:

điện áp của mỗi pin được đo bằng cách thực hiện thử nghiệm kiểm tra dung lượng của bộ pin, và

dữ liệu hàm của OCV được thu nhận nhờ sử dụng trị số điện áp.

16. Phương pháp chẩn đoán theo điểm 11, trong đó:

khi vật liệu điện cực dương và vật liệu điện cực âm của pin được biết, dữ liệu hàm của OCV được thu nhận bởi phép xấp xỉ hàm nhờ sử dụng bảng tiềm năng của vật liệu điện cực dương và vật liệu điện cực âm.

17. Phương pháp chẩn đoán theo điểm 16, trong đó:

bảng điện trở được tạo lập nhờ sử dụng dữ liệu hàm của OCV được thu nhận bởi phép xấp xỉ hàm và bảng điện trở của vật liệu điện cực dương và vật liệu điện cực âm.

18. Phương pháp chẩn đoán theo điểm 1, trong đó:

bộ pin được lắp vào trong xe điện,

dữ liệu được phát hiện được truyền tới thiết bị chẩn đoán được lắp đặt bên trong hoặc bên ngoài xe điện, và

thiết bị chẩn đoán tính dung lượng năng lượng của bộ pin.

19. Phương pháp chẩn đoán theo điểm 18, trong đó:

thiết bị chẩn đoán được lắp đặt bên ngoài xe điện, thu dữ liệu được phát hiện của nhiều xe điện, và tính dung lượng năng lượng của bộ pin của mỗi trong số các xe điện.

20. Phương pháp chẩn đoán theo điểm 1, trong đó:

bộ pin được lắp vào trong xe điện, và

người dùng được thông báo về kết quả xác định xem có hay không ít nhất một trong số số dặm của xe điện, số lượng của các lần sạc nhanh của bộ pin, số lượng của các lần nhiệt độ của bộ pin vượt quá ngưỡng, giá được định mức khi bộ pin được sử dụng ở xe điện, giá được định mức khi bộ pin được sử dụng ở xe khác ngoài xe điện được thỏa mãn là điều kiện ngưỡng.

21. Thiết bị chẩn đoán bộ pin, thiết bị này bao gồm:

bộ phận tính SOC;

bộ phận tính dung lượng năng lượng bộ pin; và

thiết bị lưu trữ có bảng điện trở, trong đó:

bộ phận tính SOC tính dung lượng sạc điện và SOC của mỗi pin nhờ sử dụng dòng điện và nhiệt độ của bộ pin có cấu hình trong đó nhiều pin được kết nối nối tiếp, điện áp của mỗi pin, hàm OCV-SOC, và bảng điện trở, và tính lượng mất cân bằng, mà là trị số được ước tính của SOC, và điện trở của mỗi pin khi bộ pin được sạc đầy, và

bộ phận tính dung lượng năng lượng bộ pin tính dung lượng năng lượng của bộ pin nhờ sử dụng dung lượng sạc điện, lượng mất cân bằng, và điện trở.

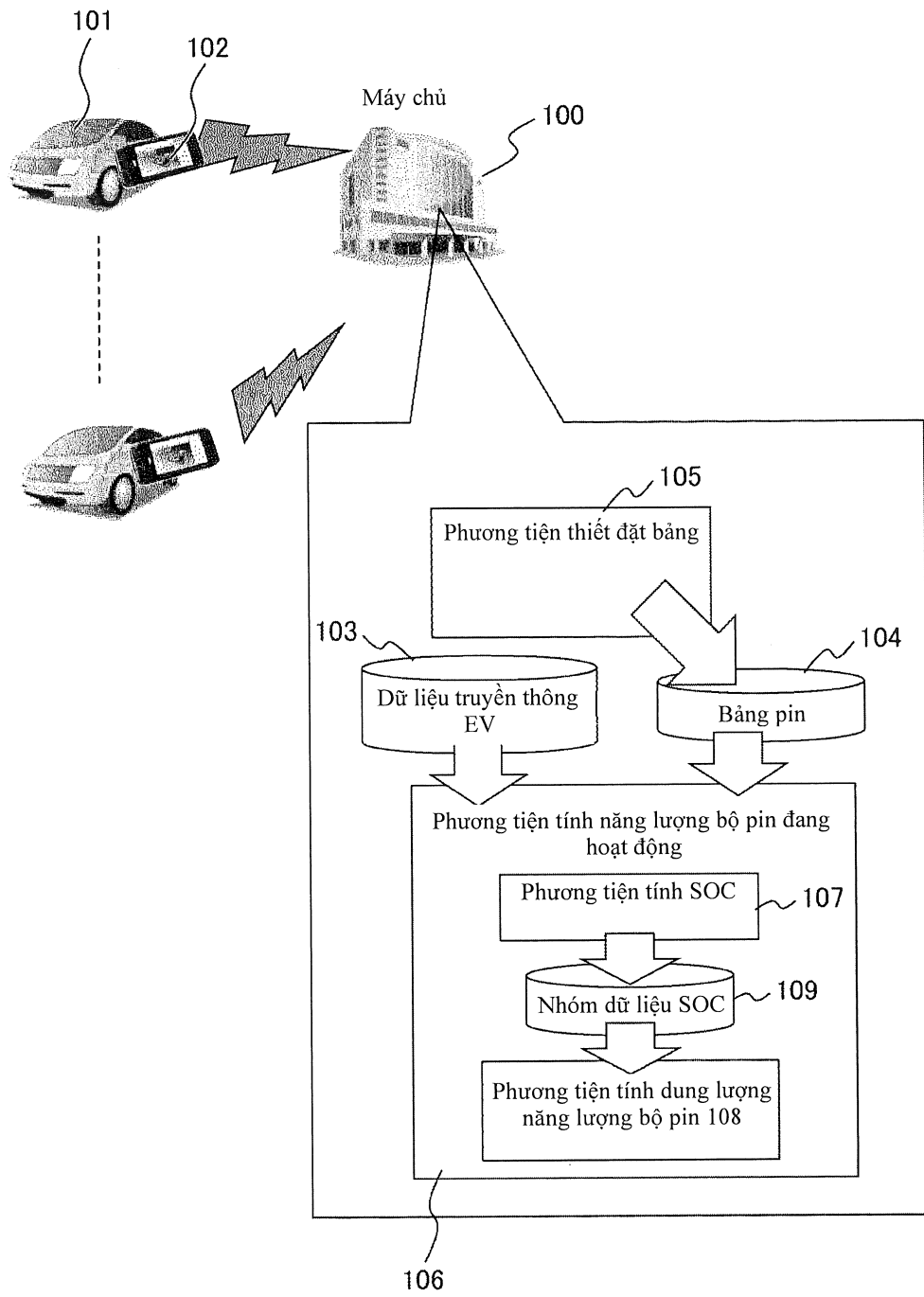
22. Thiết bị chẩn đoán pin, thiết bị này bao gồm:

bộ phận tính SOC; và

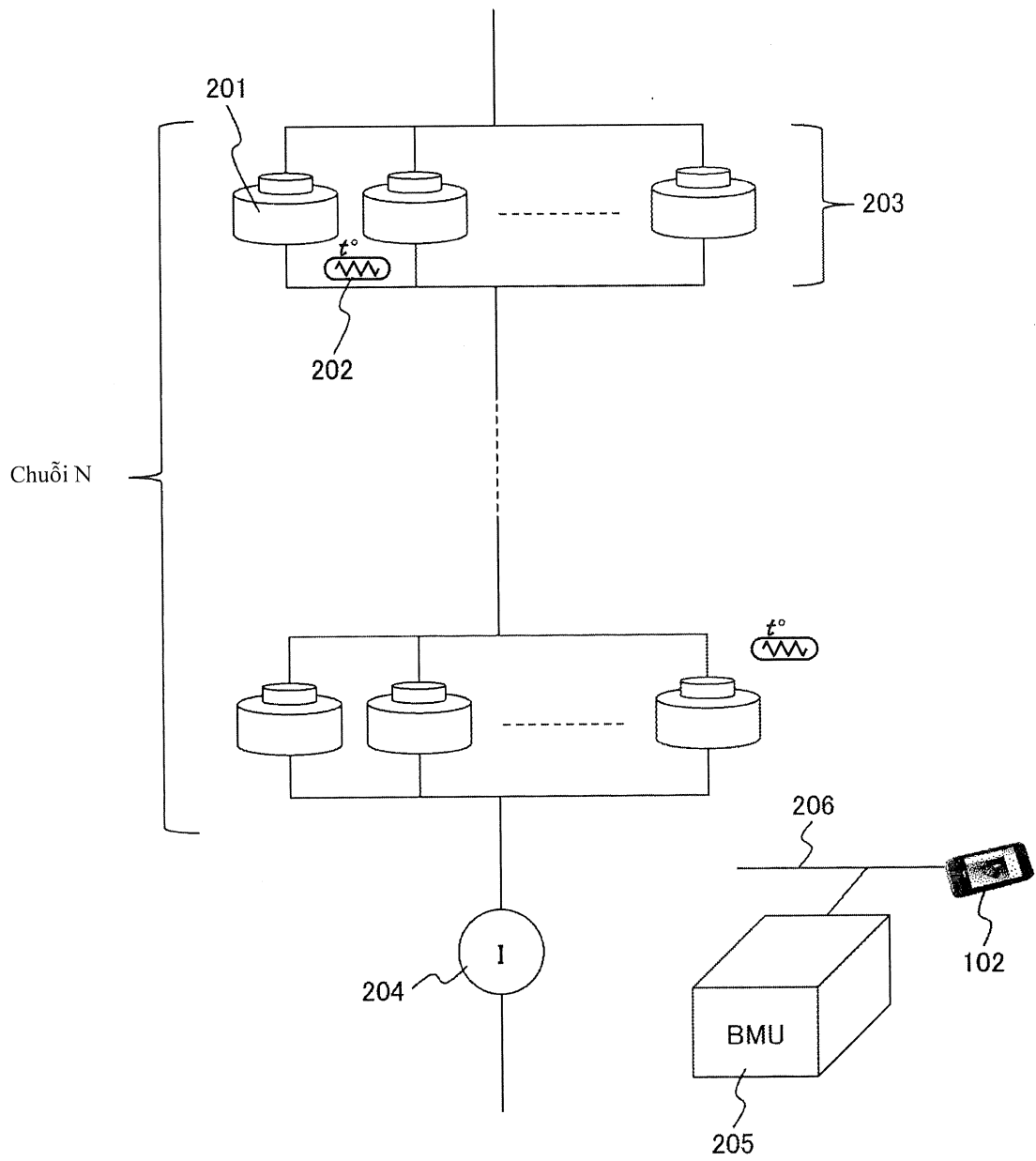
thiết bị lưu trữ có bảng điện trở, trong đó:

bộ phận tính SOC tính dung lượng sạc điện và SOC của mỗi pin nhờ sử dụng dòng điện và nhiệt độ của bộ pin có cấu hình trong đó nhiều pin được kết nối nối tiếp, điện áp của mỗi pin, hàm OCV-SOC, và bảng điện trở, và tính lượng mất cân bằng, mà là trị số được ước tính của SOC, và điện trở của mỗi pin khi bộ pin được sạc đầy.

[FIG. 1]



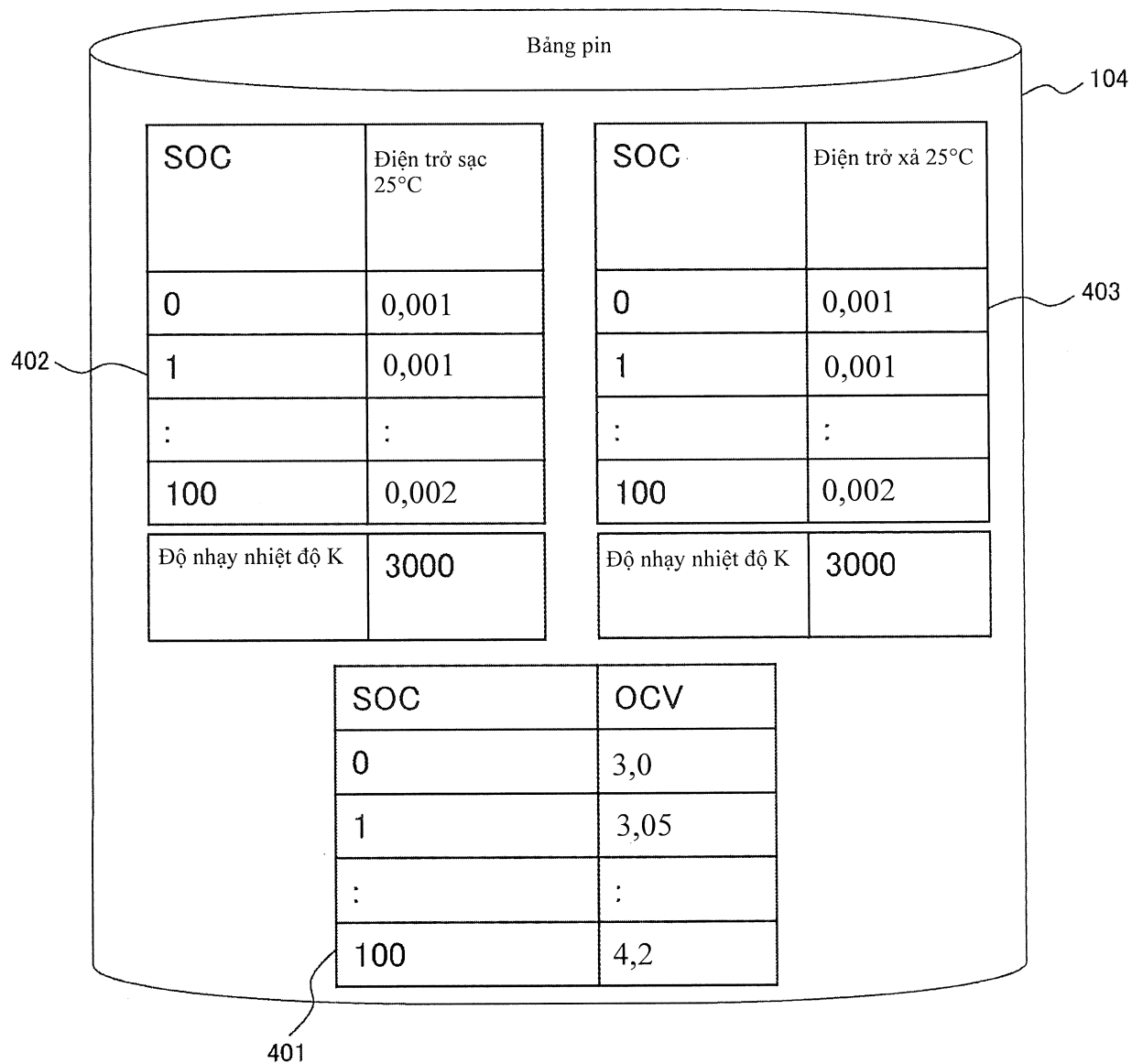
[FIG. 2]



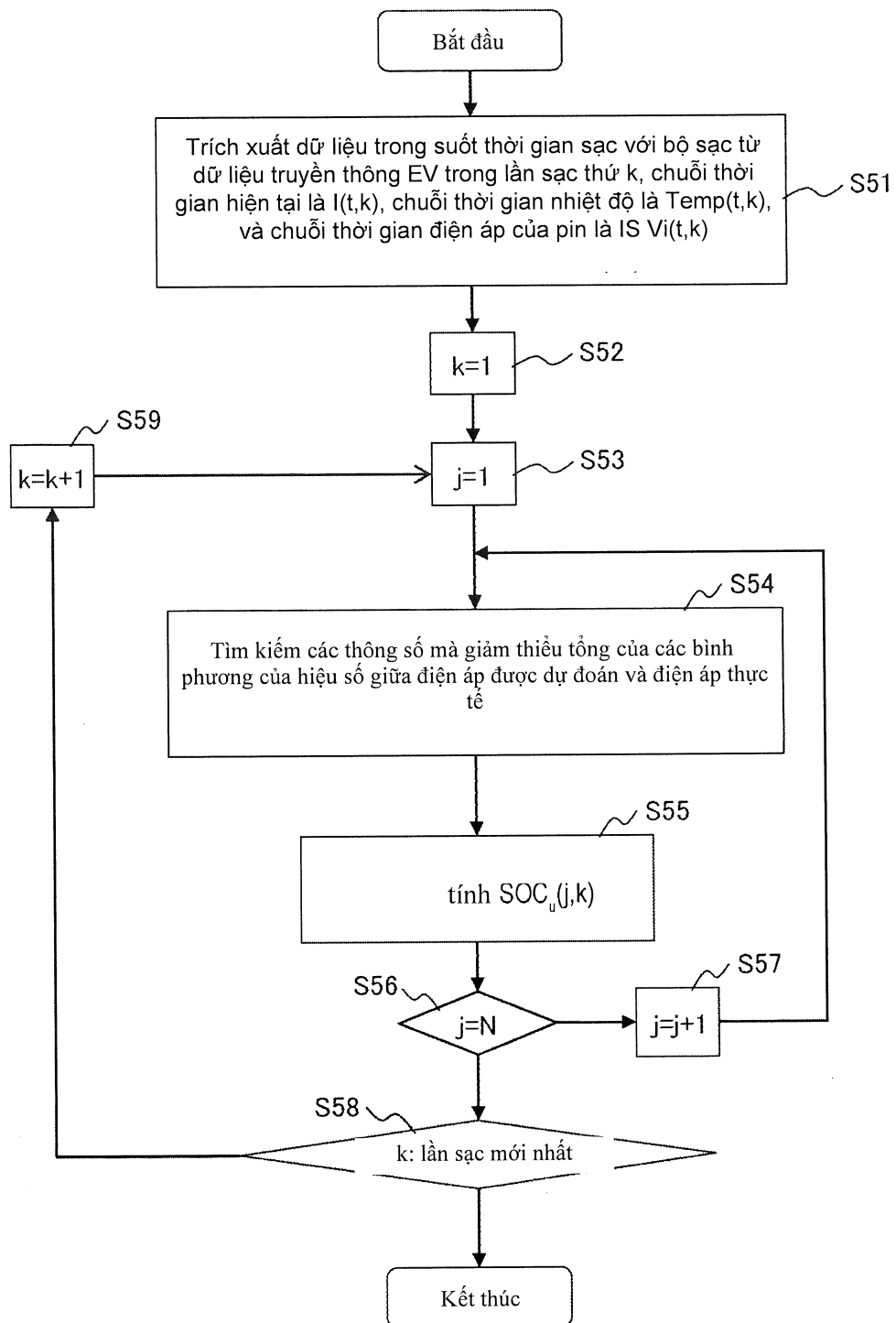
[FIG. 3]

Số thứ tự	Mục	Trị số
1	ID xe	123456
2	Thời gian	2020/1/1 10:7:6.0
3	Vị trí (kinh độ, vĩ độ)	(36.5148224,140.6088105)
4	Cờ trạng thái xe	Đang sạc
5	Dòng điện bộ A (sạc +, xả -)	10A
6	Bộ SOC%	30
7	Số lượng chuỗi N trong bộ	100
8	Số lượng các bộ cảm biến nhiệt độ M trong bộ	10
9	Danh mục bộ Ah	40
10	Danh mục bộ kWh	30
11	Điện áp V pin 1	3,3
12	Điện áp V pin 2	3,31
:	:	:
N+10	Điện áp V pin n	3,29
N+11	Nhiệt độ °C nhiệt kế 1	25
:	:	:
N+M+10	Nhiệt độ °C nhiệt kế M ;	24,6

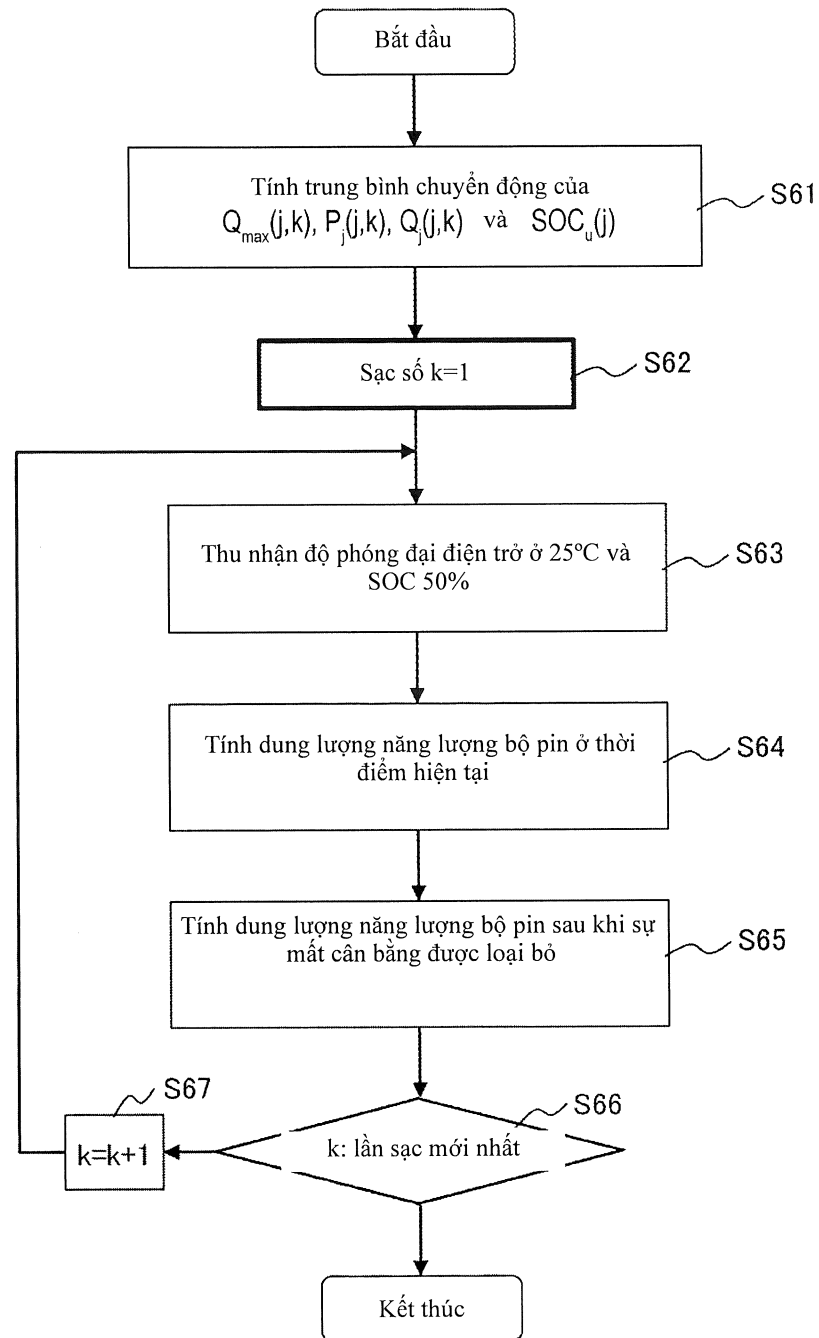
[FIG. 4]



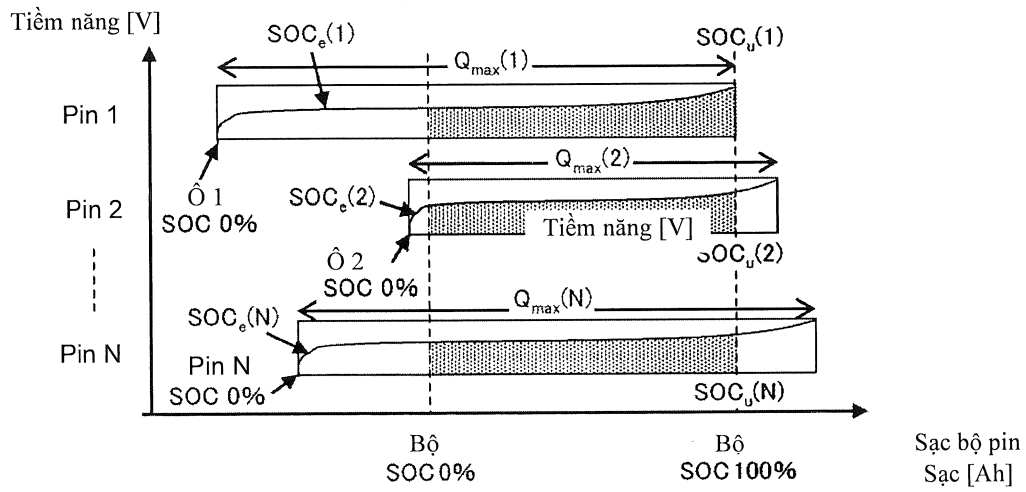
[FIG. 5]



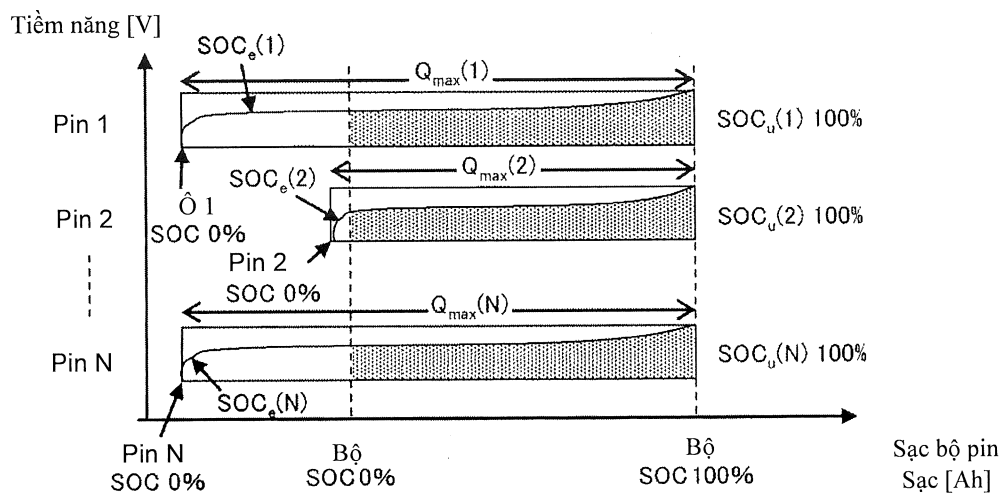
[FIG. 6]



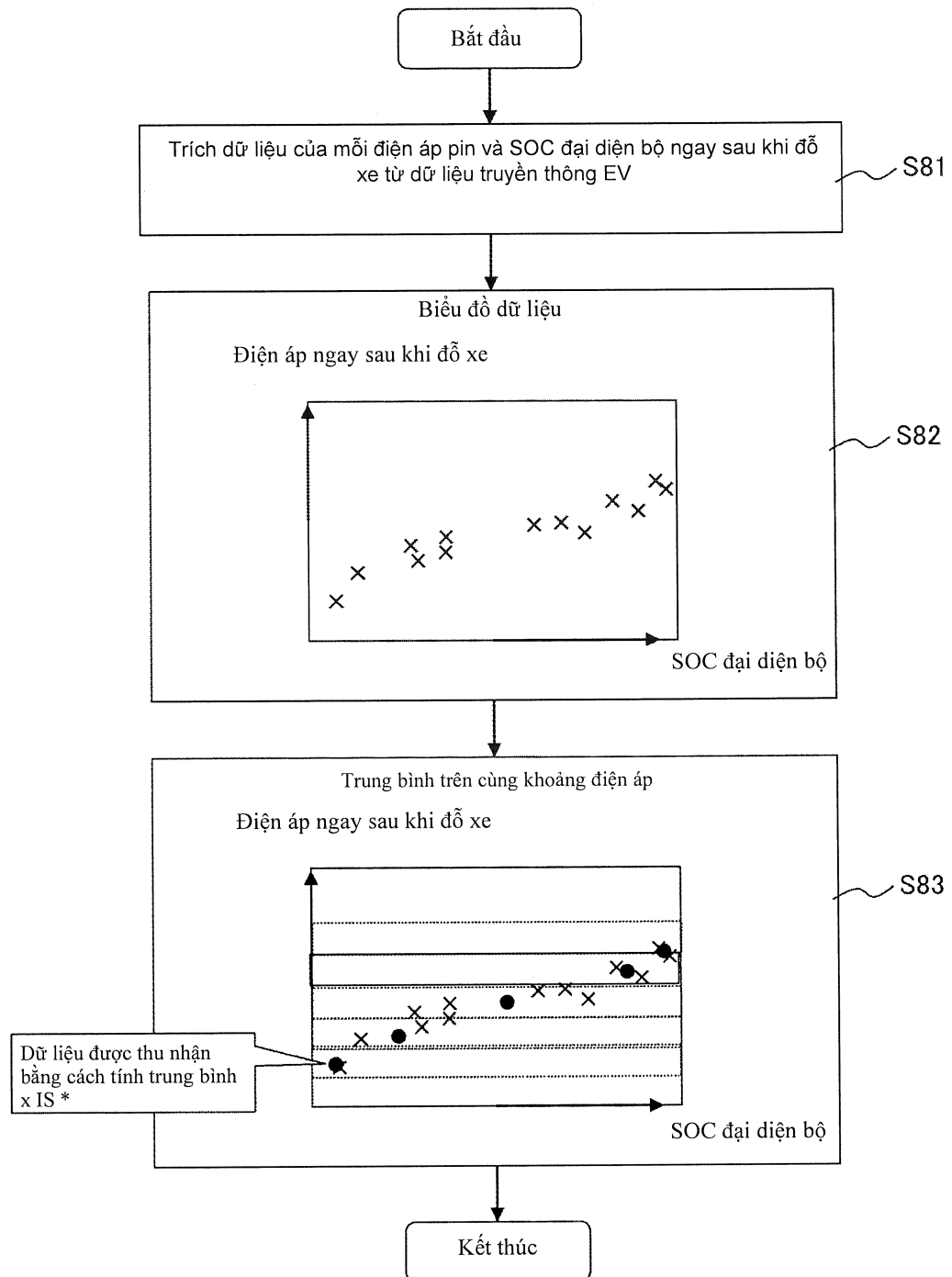
[FIG. 7A]



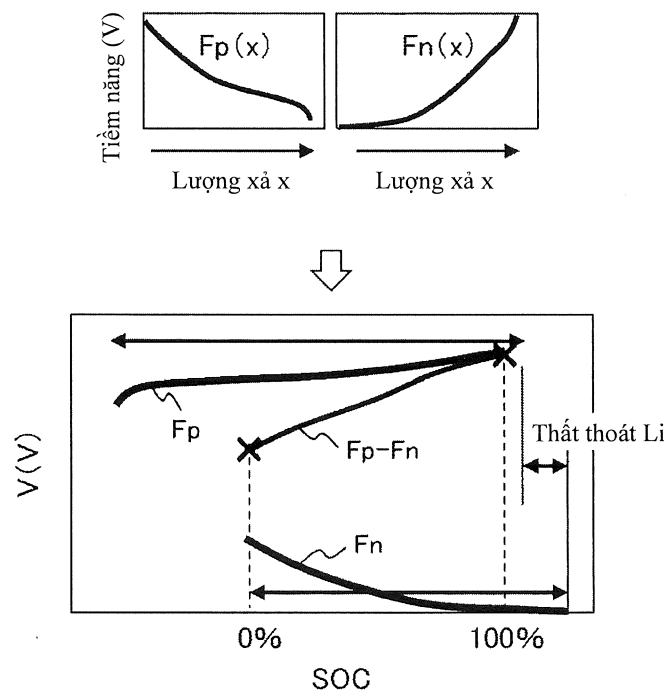
[FIG. 7B]



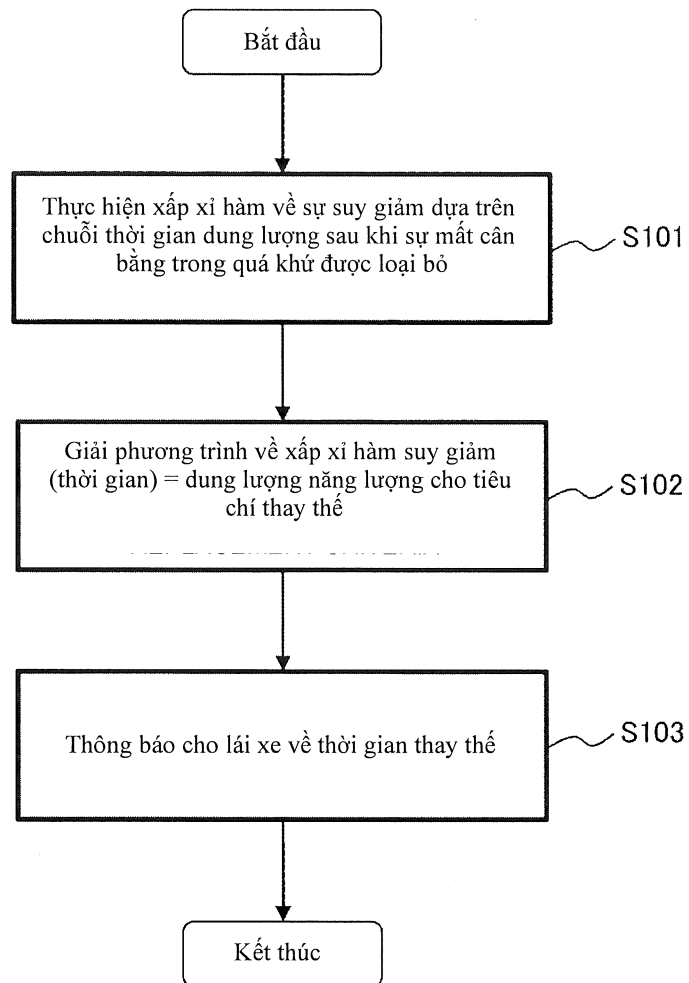
[FIG. 8]



[FIG. 9]



[FIG. 10]



[FIG. 11]

Số TT	Mục	Trị số
1	ID xe	VIN-123456
2	ID pin	BIN-123456
3	Loại pin	LIB-123456
4	Dung lượng ban đầu (kWh)	100,0
5	Khoảng cách di chuyển tiết kiệm (km)	300
6	Ngày bắt đầu sử dụng	2016/3/1
7	Thông báo 1: Dung lượng trước khi sự mất cân bằng được loại bỏ (kWh)	78,0 hoặc ít hơn
8	Thông báo 2: Dung lượng sau khi sự mất cân bằng được loại bỏ (kWh)	80,0 hoặc ít hơn
9	Thông báo 3: Dung lượng bị mất cân bằng (kWh)	3,0 hoặc nhiều hơn
10	Thông báo 4: Hiệu số về giá được đánh giá (Yen)	100,000 hoặc nhiều hơn

[FIG. 12]

Số TT	Mục	Trị số
1	ID xe	VIN-123456
2	ID pin	BIN-123456
3	Thời gian tính thứ nhất	2016/3/1 23:34:05
4	Thời gian tính cuối cùng	2020/1/1 23:45:06
5	Dung lượng trước khi sự mất cân bằng được loại bỏ (kWh)	77,8
6	Dung lượng sau khi sự mất cân bằng được loại bỏ (kWh)	80,8
7	Số dặm (km)	234,567.8
8	Số lượng các lần sạc nhanh	1234
9	Số lượng các lần ngưỡng nhiệt độ bị vượt quá	543
10	Giá được đánh giá cho EV	808,000
11	Giá được đánh giá cố định	716,400
12	Trạng thái	Thông báo 1, Thông báo 4