

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年5月9日(09.05.2019)



(10) 国際公開番号
WO 2019/088264 A1

- (51) 国際特許分類:
H01M 10/48 (2006.01) H02H 7/18 (2006.01)
G01R 31/36 (2019.01) H02J 7/00 (2006.01)
H01M 10/42 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/040888
- (22) 国際出願日: 2018年11月2日(02.11.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2017-212664 2017年11月2日(02.11.2017) JP
- (71) 出願人: 株式会社GSユアサ (GS YUASA INTERNATIONAL LTD.) [JP/JP]; 〒6018520 京

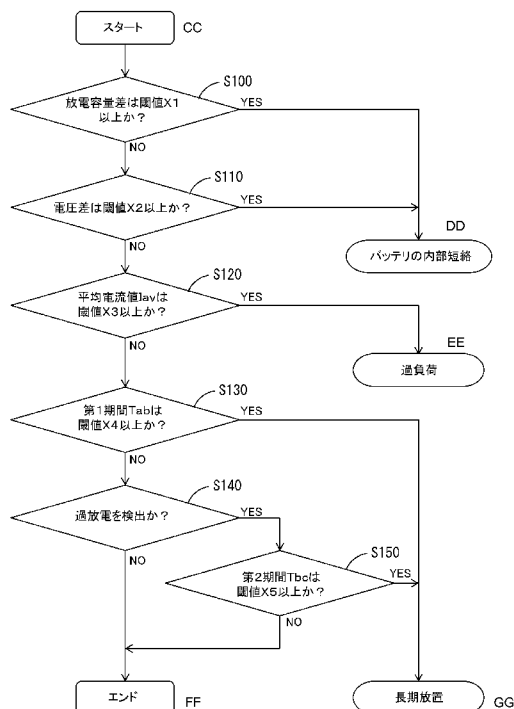
都府京都市南区吉祥院西ノ庄猪之馬場町1番地 Kyoto (JP).

- (72) 発明者: 和田 直也(WADA Naoya); 〒6018520 京都府京都市南区吉祥院西ノ庄猪之馬場町1番地 株式会社GSユアサ内 Kyoto (JP). 林 英司 (HAYASHI Eiji); 〒6018520 京都府京都市南区吉祥院西ノ庄猪之馬場町1番地 株式会社GSユアサ内 Kyoto (JP). 中村 将司(NAKAMURA Masashi); 〒5203021 滋賀県栗東市蜂谷780-1 株式会社リチウムエナジージャパン内 Shiga (JP). 松田 祐樹(MATSUDA Yuki); 〒5203021 滋賀県栗東市蜂谷780-1 株式会社リチウムエナジージャパン内 Shiga (JP).

- (74) 代理人: 特許業務法人 暁 合同 特許事務所 (AKATSUKI UNION PATENT FIRM);

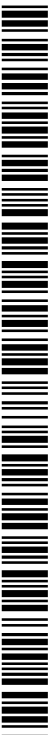
(54) Title: MANAGEMENT DEVICE, POWER STORAGE DEVICE, CAUSE ANALYSIS METHOD, ENGINE DRIVEN VEHICLE, AND ELECTRIC AUTOMOBILE

(54) 発明の名称: 管理装置、蓄電装置、原因の解析方法、エンジン駆動車、電気自動車



S100 Is discharge capacity difference equal to or larger than threshold value X1?
 S110 Is voltage difference equal to or larger than threshold value X2?
 S120 Is average current value Iav equal to or greater than threshold value X3?
 S130 Is first period Tab equal to or greater than threshold value X4?
 S140 Has excessive discharging been detected?
 S150 Is second period Tbc equal to or greater than threshold value X5?
 CC Start
 DD Internal short-circuiting of battery
 EE Excessive load
 FF End
 GG Left for long time

(57) Abstract: A management device 50 for power storage elements is provided with a cause analysis unit 51 that, when the voltages of power storage elements B1-B4 are reduced to a prescribed level or physical quantities correlated with the voltages are reduced to prescribed values after the supply of power to the power storage elements B1-B4 has been stopped, analyzes the cause of the voltage reduction in power storage elements B1-B4 or the cause of the reduction in the physical quantities correlated with voltages to the prescribed values, on the basis of measurement data of the power



WO 2019/088264 A1

〒4600008 愛知県名古屋市中区栄二丁目 1 番
1 号 日土地名古屋ビル 5 階 Aichi (JP).

- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

storage elements B1-B4 measured after the supply of power has been stopped.

(57) 要約 : 蓄電素子の管理装置 50 であって、前記蓄電素子 B 1 ~ B 4 への電力供給が停止した後、前記蓄電素子 B 1 ~ B 4 が所定電圧まで低下した場合又は電圧と相関性のある物理量が所定値まで低下した場合に、電力供給停止後に計測された前記蓄電素子 B 1 ~ B 4 の計測データに基づいて、前記蓄電素子 B 1 ~ B 4 の電圧が低下した原因又は電圧と相関性のある前記物理量が前記所定値まで低下した原因を解析する原因解析部 51 と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

管理装置、蓄電装置、原因の解析方法、エンジン駆動車、電気自動車

技術分野

[0001] 本発明は、蓄電素子の電圧又は電圧と相関性のある物理量が低下した原因を解析する技術に関する。

背景技術

[0002] リチウムイオン二次電池等の蓄電素子は、電池の低電圧異常を検出した場合、リレー等の保護装置を用いて電池から流れる電流を遮断することで、電池が過放電になることを防いでいる。保護装置の動作後も長期間、充電が行われなければ、電池の自己放電や管理装置の暗電流により、電池が過放電に至ることがある。下記の特許文献1には、エンジン停止中のバッテリーの最小電圧から過放電を判断し、その原因は、走行頻度や走行中のバッテリーの平均電圧などから判断する点について、記載がある。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許5034859号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1では、走行頻度や走行中のバッテリーの平均電圧などから、過放電の原因を判断している。特許文献1では、過放電の原因を判断できるケースが、車両走行時のバッテリーのデータが取得できている場合に制限され、車両が長期放置されている場合など、車両走行時のデータが取得できていない場合には、過放電の原因を解析することが難しい。

本発明は、車両が長期放置されている場合など、車両走行時の蓄電素子のデータが取得できていない場合でも、蓄電素子が所定電圧まで低下した原因や電圧と相関性のある物理量が所定値まで低下した原因を解析する、ことを

課題とする。

課題を解決するための手段

[0005] 蓄電素子の管理装置であって、前記蓄電素子への電力供給が停止した後、前記蓄電素子が所定電圧まで低下した場合又は電圧と相関性のある物理量が所定値まで低下した場合に、電力供給停止後に計測された前記蓄電素子の計測データに基づいて、前記蓄電素子が前記所定電圧まで低下した原因又は電圧と相関性のある前記物理量が前記所定値まで低下した原因を解析する原因解析部を備える。

[0006] これらの技術は、蓄電素子の電圧又は電圧と相関性のある物理量が低下した原因の解析方法に適用することが出来る。蓄電素子と計測部と電流遮断装置と管理装置とを含む蓄電装置、蓄電装置を搭載した車両に適用することが出来る。蓄電素子の電圧又は電圧と相関性のある物理量が低下した原因を解析するプログラム、及びそれらプログラムを記録した記録媒体等の種々の態様で実現することができる。

発明の効果

[0007] 本構成では、車両走行時の蓄電素子のデータが取得できていない場合でも、蓄電素子の電圧が所定電圧まで低下した原因や、電圧と相関性のある物理量が所定値まで低下した原因を解析できる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]自動車の側面図

[図2]バッテリーの斜視図

[図3]バッテリーの分解斜視図

[図4]実施形態1におけるバッテリーの電氣的構成を示すブロック図

[図5]エンジン停止後の、リチウムイオン二次電池の電圧の変化を示すグラフ

[図6]エンジン停止後のバッテリーの監視処理の流れを示すフローチャート

[図7]リチウムイオン二次電池のSOC-OCV特性を示すグラフ

[図8]保護動作が実行された原因を解析するためのデータ処理を示す図

[図9]保護動作が実行された原因を解析する解析フローの流れを示すフローチ

ャート

[図10]実施形態2におけるバッテリーの電氣的構成を示すブロック図

[図11]電圧計測線の詳細図

[図12]電圧計測線が断線した時の電流ループを示す図

[図13]電圧計測線が断線した時の電流ループを示す図

[図14]保護動作が実行された原因を解析する解析フローの流れを示すフローチャート

[図15]実施形態3における電気自動車の電氣的構成を示すブロック図

発明を実施するための形態

- [0009] 蓄電素子の管理装置であって、前記蓄電素子への電力供給が停止した後、前記蓄電素子が所定電圧まで低下した場合又は電圧と相関性のある物理量が所定値まで低下した場合に、電力供給停止後に計測された前記蓄電素子の計測データに基づいて、前記蓄電素子が前記所定電圧まで低下した原因又は電圧と相関性のある前記物理量が前記所定値まで低下した原因を解析する原因解析部を備える。蓄電素子の計測データは、電圧や電流など蓄電素子の状態の計測値である。状態の計測値は、蓄電素子の温度を含んでもよい。蓄電素子の計測データは、状態に計測値に加え、蓄電素子の環境温度など、蓄電素子の環境の計測値を含んでもよい。
- [0010] この構成では、蓄電素子への電力供給が停止し、充電がストップしている期間の計測データを解析することで、蓄電素子が所定電圧まで低下した原因や、電圧と相関性のある物理量が所定値まで低下した原因を解析できる。この構成では、車両走行時の蓄電素子のデータが取得できていない場合でも、蓄電素子の電圧が所定電圧まで放電した原因や、電圧と相関性のある物理量が所定値まで低下した原因を解析できるという効果がある。
- [0011] 前記原因解析部は、前記蓄電素子が前記所定電圧まで低下した原因又は電圧と相関性のある前記物理量が前記所定値まで低下した原因が、前記蓄電素子の使われ方か否かを判断してもよい。蓄電素子の使われ方（使用態様）は、蓄電素子の環境温度などの使用環境や、蓄電素子の放置時間、負荷の大小

などの負荷状況が含まれる。

- [0012] この構成では、蓄電素子の使われ方が原因である場合、蓄電装置の供給者は、使われ方の改善を求める等の対応を行うことが出来る。
- [0013] 前記原因解析部は、電力供給停止後に計測された前記蓄電素子の電流が電流閾値より大きい場合、電力供給停止後に計測された前記蓄電素子の環境温度が温度閾値より高い場合、電力供給停止後、前記蓄電素子が前記所定電圧まで低下するまでの経過時間又は電圧と相関性のある物理量が前記所定値まで低下するまでの経過時間が基準時間より長い場合の、いずれかに該当する場合、前記蓄電素子が前記所定電圧まで低下した原因又は電圧と相関性のある前記物理量が前記所定値まで低下した原因は、前記蓄電素子の使われ方と判定してもよい。
- [0014] この構成では、蓄電素子の過負荷、高温環境下での使用、放置時間超過などで、蓄電素子が所定電圧まで低下した場合、その原因は、蓄電素子の使われ方に有ると、判定できる。電圧と相関性のある物理量が所定値まで低下した場合も、同様である。
- [0015] 管理装置は、前記蓄電素子への電力供給が停止した後、前記蓄電素子の計測データを記録する記憶部を備えてもよい。
- [0016] この構成では、記憶部に記憶された計測データを事後解析することで、蓄電素子が所定電圧まで低下した原因を解析することが出来る。電圧と相関性のある物理量が所定値まで低下した場合も、同様である。
- [0017] 電力供給停止後に計測される前記蓄電素子の計測データは、前記蓄電素子の電圧、前記蓄電素子の電流、前記蓄電素子の環境温度、電力供給停止後の経過時間のうち、電圧を含む2以上でもよい。
- [0018] この構成では、蓄電素子が所定電圧に低下した場合、蓄電素子の電流、蓄電素子の環境温度、経過時間のうち、少なくともいずれか1つと相関性のある原因を特定することが出来る。電圧と相関性のある物理量が所定値まで低下した場合も、同様である。
- [0019] 前記原因解析部は、電力供給停止から前記蓄電素子が前記所定電圧まで低

下するまでの期間又は電圧と相関性のある前記物理量が前記所定値まで低下するまでの期間に、前記蓄電素子から負荷に対して流れた電流に基づいて、前記蓄電素子が前記所定電圧まで低下した原因又は電圧と相関性のある前記物理量が前記所定値まで低下した原因が、過負荷であるか、否かを判断してもよい。

[0020] この構成では、蓄電素子が所定電圧まで低下した原因又は電圧と相関性のある前記物理量が前記所定値まで低下した原因が、過負荷であるか、否かを判断できる。そのため、原因が過負荷である場合、蓄電装置の供給者は、負荷を減らすように警告等を行うことで、蓄電素子の交換後、再び電圧が低下して、低電圧異常が生じることを抑制出来る。

[0021] 前記原因解析部は、前記蓄電素子の電圧のデータに基づいて、電力供給停止から前記蓄電素子が前記所定電圧まで低下するまでの期間又は電圧と相関性のある前記物理量が前記所定値まで低下するまでの期間に、前記蓄電素子が放電した第1放電容量を算出し、前記蓄電素子の電流のデータに基づいて、電力供給停止から前記蓄電素子が前記所定電圧まで低下するまでの期間又は電圧と相関性のある前記物理量が前記所定値まで低下するまでの期間に、前記蓄電素子が負荷に対して放電した第2放電容量を算出し、算出した前記第1放電容量と前記第2放電容量の差に基づいて、前記蓄電素子が前記所定電圧まで低下した原因又は電圧と相関性のある前記物理量が前記所定値まで低下した原因が、前記蓄電素子の内部短絡であるか、否かを判断してもよい。

[0022] 蓄電素子が内部短絡している場合は、内部短絡していない場合に比べて、第1放電容量は大きくなり、第2放電容量との差が拡大する。そのため、2つの放電容量差の大きさから、蓄電素子が所定電圧まで低下した原因又は電圧と相関性のある前記物理量が前記所定値まで低下した原因が、蓄電素子の内部短絡であるか、否かを判断することが出来る。原因が内部短絡である場合には、蓄電装置の供給者は、蓄電素子の交換を促す警告等を行うことで、原因に応じた対処をユーザに求めることが出来る。

[0023] 前記蓄電素子は直列に複数接続されており、前記原因解析部は、前記蓄電素子が前記所定電圧まで低下した時点又は電圧と相関性のある前記物理量が前記所定値まで低下した時点の蓄電素子間の電圧差に基づいて、前記蓄電素子が前記所定電圧まで低下した原因又は電圧と相関性のある前記物理量が前記所定値まで低下した原因が、前記蓄電素子の内部短絡であるか、否かを判断してもよい。

[0024] この構成では、電圧差を利用しているから、計測誤差が小さく、蓄電素子が所定電圧まで低下した原因又は電圧と相関性のある前記物理量が前記所定値まで低下した原因が、蓄電素子の内部短絡であるか、否かを、精度よく判断することが出来る。

[0025] 時間を計時する計時部を備え、前記原因解析部は、電力供給停止から前記蓄電素子が前記所定電圧まで低下するまでの期間又は電圧と相関性のある前記物理量が前記所定値まで低下するまでの期間に基づいて、前記蓄電素子が前記所定電圧まで低下した原因又は電圧と相関性のある前記物理量が前記所定値まで低下した原因が、長期放置であるか、否かを判断してもよい。

[0026] この構成では、蓄電素子が所定電圧まで低下した原因又は電圧と相関性のある前記物理量が前記所定値まで低下した原因が、長期放置であるか、否かを判断することが出来る。そのため、原因が長期放置である場合、蓄電装置の供給者は、放置期間を短くするようユーザに警告等行うことで、蓄電素子の交換後、再び電圧が低下して、低電圧異常が生じることを抑制出来る。

[0027] 前記所定電圧は、電流遮断装置が電流を遮断する電圧に設定してもよい。この構成では、電流遮断装置が電流を遮断した原因を解析できる。

[0028] <実施形態 1 >

1. バッテリーの説明

図 1 は自動車の側面図、図 2 はバッテリーの斜視図、図 3 はバッテリーの分解斜視図、図 4 はバッテリーの電氣的構成を示すブロック図である。

[0029] 自動車 1 は、車軸の駆動用にエンジン 3 を有するエンジン駆動車である。自動車 1 は、図 1 に示すように、蓄電装置であるバッテリー 20 を備えている

。バッテリー 20 は、図 2 に示すように、ブロック状の電池ケース 21 を有しており、電池ケース 21 内には、複数の二次電池 B1～B4 からなる組電池 30 や制御基板 28 が收容されている。

[0030] 電池ケース 21 は、図 3 に示すように、上方に開口する箱型のケース本体 23 と、複数の二次電池 B1～B4 を位置決めする位置決め部材 24 と、ケース本体 23 の上部に装着される中蓋 25 と、上蓋 26 とを備えて構成されている。ケース本体 23 内には、図 3 に示すように、各二次電池 B1～B4 が個別に收容される複数のセル室 23A が X 方向に並んで設けられている。

[0031] 位置決め部材 24 は、図 3 に示すように、複数のバスバー 27 が上面に配置されており、位置決め部材 24 がケース本体 23 内に配置された複数の二次電池 B1～B4 の上部に配置されることで、複数の二次電池 B1～B4 が、位置決めされると共に複数のバスバー 27 によって直列に接続されるようになっている。

[0032] 中蓋 25 は、図 2 に示すように、平面視略矩形状をなしている。中蓋 25 の X 方向両端部には、図示しないハーネス端子が接続される一対の端子部 22P、22N が設けられている。一対の端子部 22P、22N は、例えば鉛合金等の金属からなり、22P が正極側端子部、22N が負極側端子部である。

[0033] 中蓋 25 の上面には、收容部 25A が設けられている。制御基板 28 は、中蓋 25 の收容部 25A の内部に收容されており、中蓋 25 がケース本体 23 に装着されることで、二次電池 B と制御基板 28 とが接続されるようになっている。上蓋 26 は、中蓋 25 の上部に装着され、制御基板 28 を收容した收容部 25A の上面を閉じるようになっている。

[0034] 図 4 を参照して、バッテリー 20 の電氣的構成を説明する。バッテリー 20 は、エンジン始動用であり、組電池 30 と、電流遮断装置 37 と、電流センサ 41 と、電圧検出部 45 と、組電池 30 を管理する管理装置 50 とを有する。

[0035] 組電池 30 は、直列接続された 4 つのリチウムイオン二次電池 B1～B4

から構成されている。リチウムイオン二次電池 B 1 ~ B 4 は、本発明の「蓄電素子」の一例である。

[0036] 組電池 3 0、電流センサ 4 1、電流遮断装置 3 7 は、通電路 3 5 P、3 5 N を介して、直列に接続されている。電流センサ 4 1 を負極の通電路 3 5 N、電流遮断装置 3 7 を正極の通電路 3 5 P に配置しており、電流センサ 4 1 は負極側端子部 2 2 N、電流遮断装置 3 7 は、正極側端子部 2 2 P にそれぞれ接続されている。

[0037] 電流センサ 4 1 は、電池ケース 2 1 の内部に設けられており、組電池 3 0 に流れる電流 I を検出する。電流センサ 4 1 は、信号線によって管理装置 5 0 に電氣的に接続されており、電流センサ 4 1 の出力は、管理装置 5 0 に取り込まれる。

[0038] 電圧検出部 4 5 は、電池ケース 2 1 の内部に設けられており、各リチウムイオン二次電池 B 1 ~ B 4 の電池電圧 V 1 ~ V 4 及び組電池 3 0 の総電圧 E v を検出する。電圧検出部 4 5 は、信号線によって管理装置 5 0 に電氣的に接続されており、電圧検出部 4 5 の出力は、管理装置 5 0 に取り込まれる。電流センサ 4 1、電圧検出部 4 5 は、本発明の「計測部」の一例である。

[0039] 電流遮断装置 3 7 は、リレーなどの有接点スイッチ（機械式）や F E T やトランジスタなどの半導体スイッチにより構成することが出来る。電流遮断装置 3 7 は、正極の通電路 3 5 P をオープンすることで、電流を遮断することが出来る。

[0040] 管理装置 5 0 は、演算機能を有する C P U 5 1、R O M 5 2、時間を計時する計時部 5 3、第 1 メモリ 5 4、第 2 メモリ 5 5、通信部 5 6 など備えており、制御基板 2 8 上に設けられている。図 4 に示す符号 5 8 は、管理装置 5 0 の電源線であり、管理装置 5 0 は組電池を電源としている。第 1 メモリ 5 4 は、本発明の「記憶部」に相当する。

[0041] R O M 5 2 には、図 9 に示す原因解析フロー（S 1 0 ~ S 6 0）を実行するためのプログラムが記憶されている。原因解析フローを実行するための各種のデータ、例えば、閾値 X 1 ~ X 5 が記憶されている。プログラムは C D

—ROM等の記録媒体に記憶して譲渡等することが出来る。第1メモリ54は揮発性のメモリである。第2メモリ55は不揮発性のメモリで、データのバックアップ用である。

[0042] CPU51は、電流センサ41の出力に基づいて、組電池30に流れる電流Iを監視する。電圧検出部45の出力に基づいて、各リチウムイオン二次電池B1～B4の電圧V1～V4及び組電池30の総電圧E_vを監視する。

[0043] CPU51は、エンジン停止後に電流遮断装置37による保護動作が実行された場合、図9に示す原因解析フローを実行して保護動作が実行された原因を解析する。CPU51は、本発明の「原因解析部」に相当する。

[0044] 通信部56は、自動車1に搭載された車両ECU (Electronic Control Unit: 電子制御ユニット) 100との通信用として設けられている。車両への搭載後、通信部56は、信号線により、車両ECU100と接続され、管理装置50は、エンジン3の動作状態(停止や駆動)など車両に関する情報を、車両ECU100から受信できる。

[0045] 図4に示すように、バッテリー20には、エンジン始動用のセルモータ130や、自動車1に搭載された各電装品等の車両負荷150、オルタネータ160が接続されている。オルタネータ160は、エンジン3の動力により発電する車両発電機である。エンジン駆動中、オルタネータ160の発電量が車両負荷150の電力消費より大きい場合、バッテリー20はオルタネータ160による充電される。

[0046] オルタネータ160の発電量が車両負荷150の電力消費より小さい場合、バッテリー20は、その不足分を補うため、放電する。エンジン停止中は、オルタネータ160は発電を停止する。そのため、バッテリー20は電力供給が停止した状態(充電されない状態)であり、車両負荷150に対して放電のみ行う状態となる。

[0047] バッテリー20は、車載のオルタネータ160以外に、外部充電器170を接続することにより、充電することが出来る。

[0048] バッテリー20は、リチウムイオン二次電池B1～B4と、電流遮断装置3

7、電流センサ41、電圧計測部45、管理装置50と、を備えていることから、本発明の「蓄電装置」に相当する。

[0049] 2. 電流遮断装置による保護動作

リチウムイオン二次電池B1～B4は、放電終止電圧 V_c よりも電圧が低下する過放電に至ると、負極の銅が電解液中に溶出し、次の充電の際に、セル内部で析出した銅がセパレータを突き破り内部短絡が生じる場合がある。

[0050] 図5は、横軸を時間、縦軸を電圧として、エンジン停止後のリチウムイオン二次電池B1～B4の最小電圧 V_{min} の時間的变化を示したグラフである。エンジン停止後、バッテリー20は車両（オルタネータ160）からの電力供給が停止して、放電のみ行う状態になる。具体的には、車両負荷150への放電に加えて、管理装置50による消費電流分の放電、自己放電を行う状態となる。従って、図5に示すように、リチウムイオン二次電池B1～B4の最小電圧 V_{min} は、エンジン停止した時刻 t_a 以降、時間の経過と共に低下する。

[0051] 管理装置50のCPU51は、エンジン停止後、リチウムイオン二次電池B1～B4の電圧 V_1 ～ V_4 を監視する処理を行う（図6のS10）。そして、CPU51は、リチウムイオン二次電池B1～B4の最小電圧 V_{min} を保護電圧 V_b と比較し、最小電圧 V_{min} が保護電圧 V_b まで低下したか判断する。具体的には、最小電圧 V_{min} が保護電圧 V_b より小さいか判断する（S20）。保護電圧 V_b は、本発明の「所定電圧」の一例である。

[0052] リチウムイオン二次電池B1～B4の最小電圧 V_{min} が保護電圧 V_b よりも小さくなった場合（S20：YES）、CPU51は保護動作を直に実行する（S30）。具体的には、電流遮断装置37に指令を与えて、通電路35Pをオープンすることで、リチウムイオン二次電池B1～B4に流れる電流を遮断する。これにより、リチウムイオン二次電池B1～B4が過放電になること、すなわち放電終止電圧 V_c を下回ることを防いでいる。ただし、保護電圧 $V_b > 放電終止電圧 V_c$ である。

[0053] 保護動作の実行後（時刻 t_b 以降）、図5に示すように、電圧の低下は緩

やかになるが、管理装置50に対する放電とリチウムイオン二次電池B1～B4の自己放電は続くことから、リチウムイオン二次電池B1～B4の最小電圧 V_{min} は、保護動作の実行後（時刻 t_b 以降）も、時間の経過と共に低下する。

[0054] そのため、管理装置50のCPU51は、保護動作の実行後も、リチウムイオン二次電池B1～B4の電圧 V_1 ～ V_4 や電流 I の監視を継続し、リチウムイオン二次電池B1～B4の最小電圧 V_{min} が放電終止電圧 V_c になると（S40：YES）、バッテリー20は過放電であると判断する（S50）。

[0055] 3. 保護動作が実行された原因の解析

上記のように、リチウムイオン二次電池B1～B4の最小電圧 V_{min} が保護電圧 V_b に至ると、管理装置50のCPU51は、電流を遮断する保護動作を直に行う。こうした保護動作が行われた原因（最小電圧 V_{min} が保護電圧 V_b まで低下した原因）は、バッテリー20の内部短絡、車両1の過負荷、長期放置などが考えられる。

[0056] 内部短絡とは、バッテリー内部で正極と負極が短絡することである。過負荷とは、負荷の大きさが設定よりも大きいことである。例えば、車両負荷150が増設されて、負荷が当初（設定）よりも大きくなった場合である。長期放置とは、電力供給が停止した状態で、バッテリー20が長い時間放置されていることである。本例では、エンジン停止後、外部充電器170による充電がされない状態で、車両1が長期間放置された場合である。

[0057] 管理装置50のCPU51は、エンジン停止後のリチウムイオン二次電池B1～B4の電圧 V_1 ～ V_4 、電流 I 、及び第1期間 T_{ab} 、第2期間 T_{bc} のデータに基づいて、保護動作が行われた原因が、バッテリー20の内部短絡、車両1の過負荷、長期放置のいずれであることを特定する。

[0058] <バッテリー20の内部短絡の判断>

管理装置50のCPU51は、以下の判定式1A、判定式1Bにより、保護動作が行われた原因が、バッテリー20の内部短絡であるか、否かを判断す

る。

[0059] $Q_{1ab} - Q_{2ab} \geq X_1 \dots \dots (1A)$

[0060] Q_{1ab} はエンジン停止から保護動作が実行されるまでの第1期間 T_{ab} に、バッテリー20が放電した第1放電容量である。第1放電容量 Q_{1ab} は、エンジン停止時点 t_a のリチウムイオン二次電池BのSOC1と、保護動作が実行された時点 t_b のリチウムイオン二次電池BのSOC2の差を、容量換算することで得られる。第1期間 T_{ab} が、本発明の「電力供給停止から前記蓄電素子が所定電圧まで低下までの期間」に相当する。

[0061] $Q_{1ab} = (SOC1 - SOC2) \times C_{bo} / 100$

C_{bo} は、バッテリー20の満充電容量である。

[0062] SOCは、リチウムイオン二次電池Bの満充電容量 C_o に対する残存容量 C_s の比率である。

[0063] $SOC = 100 \times C_s / C_o$

C_s はリチウムイオン二次電池Bの残存容量、 C_o は満充電容量である。

[0064] SOCは、リチウムイオン二次電池Bの開放電圧とSOCの相関性（図7参照）を利用して推定できる。すなわち、エンジン停止時点 t_a のリチウムイオン二次電池Bの開放電圧 V_a からSOC1を推定することが出来、保護動作が実行された時点 t_b のリチウムイオン二次電池Bの開放電圧 V_b からSOC2を推定することが出来る。開放電圧 V_a 、 V_b は、リチウムイオン二次電池B1～B4の開放電圧 V_1 ～ V_4 の最低電圧を用いるとよい。

[0065] 開放電圧（OCV：open circuit voltage）は、無電流状態での電圧 V であることが好ましいが、電流閾値以下の電流が流れている状態（無電流とみなせるレベルの電流しか流れていない状態）での電圧であってもよい。エンジン停止時点 t_a の電流が大きい場合は、電流閾値を下回るのを待って、リチウムイオン二次電池B1～B4の開放電圧 V_1 ～ V_4 を計測するとよい。

[0066] Q_{2ab} は、エンジン停止から保護動作が実行されるまでの第1期間 T_{ab} に、バッテリー20が、負荷である車両1へ放電した第2放電容量である。第2放電容量 Q_{2ab} は、電流センサ41の検出する電流値を、エンジン停

止から保護動作が実行されるまでの第1期間 T_{ab} について、積分することで得られる。

[0067] バッテリ20が内部短絡している場合、放電容量 Q_{1ab} が大きくなり、内部短絡していない場合に比べて、放電容量 Q_{2ab} との差が拡大する。そのため、上記の判定式1Aより、保護動作が実行された原因が、バッテリ20の内部短絡であるか、否かを判断することができる。 X_1 は、バッテリ20が内部短絡しているか否かを判断するための容量差閾値であり、単位はアンペアアワーである。

[0068] $V_{max_tb} - V_{min_tb} \geq X_2 \dots\dots (1B)$

「 V_{max_tb} 」は、保護動作の実行時点 t_b における、リチウムイオン二次電池 $B_1 \sim B_4$ の最大電圧である。「 V_{min_tb} 」は、保護動作の実行時点 t_b における、リチウムイオン二次電池 $B_1 \sim B_4$ の最小電圧である。

[0069] 内部短絡しているリチウムイオン二次電池 $B_1 \sim B_4$ は、電圧が低下するため、内部短絡していない場合に比べて、最大電圧 V_{max} と最小電圧 V_{min} の差が拡大する。そのため、上記の判定式1Bより、保護動作が実行された原因が、バッテリ20の内部短絡であるか、否かを判断することができる。 X_2 は、バッテリ20が内部短絡しているか否かを判断するための電圧差閾値であり、単位はボルトである。

[0070] 判定式1Bは、電圧差を利用しているから、計測誤差が小さく、保護動作が実行された原因が、バッテリ20の内部短絡である否かを、精度よく判定することが出来る。

[0071] <車両の過負荷の判断>

管理装置50のCPU51は、以下の判定式2により、保護動作が行われた原因が、車両1の過負荷であるか、否かを判断する。

[0072] $I_{av} \geq X_3 \dots\dots (2)$

[0073] I_{av} は、エンジン停止から保護動作が実行されるまでの第1期間 T_{ab} におけるバッテリ20の平均電流値（バッテリ20から車両1に流れた電流

の平均値)である。バッテリー20の平均電流値 I_{av} は、車両への放電容量 Q_{2ab} を、第1期間 T_{ab} で除算することにより求めることができる。

[0074] 過負荷の場合、バッテリー20から車両1に流れる電流が想定値よりも多くなる。そのため、上記の判定式2より、保護動作が実行された原因が、車両が過負荷であるか、否かを判断することができる。X3は、車両が過負荷であるか否かを判定するための電流閾値であり、例えば、負荷が標準装備された車両において、エンジン停止中にバッテリー20から車両1に流れる電流 I の大きさである。

[0075] <長期放置の判断>

管理装置50のCPU51は、以下の判定式3Aにより、保護動作が行われた原因が、車両1の長期放置であるか、否かを判断する。以下の判定式3Bにより、過放電に至った原因が車両の長期放置であるか、否かを判断する。

[0076] $T_{ab} \geq X4 \dots\dots (3A)$

$T_{bc} \geq X5 \dots\dots (3B)$

[0077] T_{ab} は、エンジン停止から保護動作が実行されるまでの第1期間の実測値である。X4は、エンジン停止後の車両放置期間が妥当か判定するための時間閾値である。X4は、例えば、バッテリー20の放電容量 Q_{1ab} を、想定放電電流 I_{ab} で除算することにより求めることができる ($X4 = Q_{1ab} / I_{ab}$)。

[0078] 放電容量 Q_{1ab} は、エンジン停止時 t_a と保護動作が実行された時点 t_b の、バッテリー20の容量差である。想定放電電流 I_{ab} は、エンジン停止から保護動作が実行されるまでの期間に、バッテリー20が放電する電流の想定値であり、一例として、車両負荷150の暗電流、管理装置50の暗電流、バッテリー20の自己放電電流の合計値(予想値)である。暗電流は、バッテリー20が、車両負荷150や管理装置50に対して、駐車中に、放電する電流である。

[0079] エンジン停止から保護動作が実行されるまでの第1期間 T_{ab} が閾値 X4

以上である場合、保護動作が行われた原因は、車両の長期放置であると、判断することが出来る。

[0080] T_{bc} は、保護動作の実行から過放電に至るまでの第2期間の実測値である。 X_5 は、保護動作実行後の車両放置期間が妥当か判定するための時間閾値である。 X_5 は、例えば、バッテリー20の放電容量 Q_{1bc} を、想定放電電流 I_{bc} で除算することにより求めることが出来る ($X_5 = Q_{1bc} / I_{bc}$)。

[0081] バッテリー20の放電容量 Q_{1bc} は、保護動作の実行時点 t_b と過放電に至った時点 t_c のバッテリー20の容量差である。想定放電電流 I_{bc} は、保護動作の実行から過放電に至るまでの期間 T_{bc} に、バッテリー20が放電する電流の想定値であり、一例として、管理装置50の暗電流、バッテリー30の自己放電電流の合計値（予想値）である。

[0082] 保護動作の実行から過放電に至るまでの第2期間 T_{bc} が閾値 X_5 以上である場合、バッテリー20が過放電に至った原因は、車両の長期放置であると、判断することが出来る。

[0083] <原因の解析フロー>

図8は、保護動作が実行された原因（最小電圧 V_{min} が保護電圧 V_b まで低下した原因）を解析するため、エンジン停止後に、管理装置50のCPU51が行うデータ処理の内容である。具体的には、エンジン停止後、CPU51は、計時部53を用いてエンジン停止からの経過時間 T の計測を開始する。電流センサ41を用いて、バッテリー20から車両1に流れる電流 I の計測を開始する。エンジン停止時点 t_a のリチウムイオン二次電池 $B_1 \sim B_4$ の電圧 $V_1 \sim V_4$ を、電圧検出部45を用いて検出する。検出した電圧 $V_1 \sim V_4$ より、リチウムイオン二次電池 B のSOC1を推定し、その結果を、第1メモリ54に記憶する。

[0084] 保護動作の実行後、CPU51は、エンジン停止から保護動作が実行されるまでの第1期間 T_{ab} を第1メモリ54に記憶する。バッテリー20から車両1に流れる電流 I を、第1期間 T_{ab} について、積算した結果を第1メモ

り54に記憶する。保護動作が実行された時点 t_b のリチウムイオン二次電池 $B_1 \sim B_4$ の電圧 $V_1 \sim V_4$ を、電圧検出部45を用いて検出し、その最大電圧 $V_{max_t_b}$ と最小電圧 $V_{min_t_b}$ を第1メモリ54に記憶する。保護動作が実行された時点 t_b のリチウムイオン二次電池 $B_1 \sim B_4$ の電圧 $V_1 \sim V_4$ からリチウムイオン二次電池 B のSOC2を推定し、その結果を、第1メモリ54に記憶する。

[0085] 過放電の検出後、CPU51は、保護動作の実行から過放電を検出するまでの第2期間 T_{bc} を、第1メモリ54に記憶する。

[0086] 上記した一例のデータ処理は、管理装置50が、オルタネータ160や外部充電器170による充電開始を検出した場合には、リセットされる。充電終了後に、車両1のエンジン3が停止すると、始めからデータ処理が開始される。

[0087] 図9は、保護動作が実行された原因を解析するためのフローチャート図である。原因の解析フローは、図9に示すように、S10~S150から構成され、例えば、エンジン停止後、リチウムイオン二次電池 $B_1 \sim B_4$ の最小電圧 V_{min} が放電終止電圧 V_c を下回り、過放電を検出した時点 t_c で、管理装置50のCPU51にて実行される。

[0088] 原因の解析フローは、上記したデータ処理（図8参照）により得られた各種のデータに基づいて、以下の判定を行うものである。

[0089] 具体的には、管理装置50のCPU51は、S100では、第1期間 T_{ab} におけるバッテリー20の第1放電容量 Q_{1ab} と、車両1への第2放電容量 Q_{2ab} の差を求め、求めた放電容量差 $(Q_{1ab} - Q_{2ab})$ を、閾値 X_1 と比較する（判定式1A）。

[0090] CPU51は、S110では、保護動作の実行時点 t_b における、リチウムイオン二次電池 $B_1 \sim B_4$ の最大電圧 $V_{max_t_b}$ と最小電圧 $V_{min_t_b}$ の差を求め、求めた電圧差 $V_{max_t_b} - V_{min_t_b}$ を、閾値 X_2 と比較する（判定式1B）。

[0091] 放電容量差 $(Q_{1ab} - Q_{2ab})$ が閾値 X_1 以上の場合（S100：Y

ES)、又は電圧差 ($V_{max_tb} - V_{min_tb}$) が閾値 X_2 以上の場合 (S110: YES)、CPU51は、保護動作が実行された原因は、バッテリー20の内部短絡であると判断する。

[0092] 放電容量差 ($Q_{1ab} - Q_{2ab}$) が閾値 X_1 より小であり、かつ電圧差 ($V_{max_tb} - V_{min_tb}$) が閾値 X_2 より小である場合 (S100、S110ともNO)、CPU51は、S30で、エンジン停止から保護動作が実行されるまでの第1期間Tabに、バッテリー20から車両1に流れる平均電流値Iavを閾値 X_3 と比較する (判定式2)。

[0093] 平均電流値Iavが閾値 X_3 以上の場合 (S120: YES)、CPU51は、保護動作が実行された原因は、過負荷であると判断する。

[0094] 平均電流値Iavが閾値 X_3 より小である場合 (S120: NO)、CPU51は、S130にて、第1期間Tabを閾値 X_4 と比較する (判定式3A)。

[0095] 第1期間Tabが閾値 X_4 以上の場合 (S130: YES)、CPU51は、保護動作が実行された原因は長期放置であると判断する。

[0096] 第1期間Tabが閾値 X_4 未満の場合 (S130: NO)、CPU51は、S140にて、過放電を検出したか否かを判定する。

[0097] この例では、過放電の検出後に、原因の解析フローを実行しているため、S140ではYESとなり、CPU51は、S150にて、第2期間Tbcを閾値 X_5 と比較する (判定式3B)。

[0098] 第2期間Tbcが閾値 X_5 以上の場合 (S150: YES)、CPU51は、過放電の原因は、長期放置であると判断する。第2期間Tbcが閾値 X_5 未満の場合 (S150: NO)、原因は未定であると判断される。

[0099] 以上により、エンジン停止後、電流遮断装置37による保護動作が実行された原因が、車両1の過負荷、バッテリー20の内部短絡、長期放置、原因未定のいずれであるか、特定することが出来る。原因を特定すると、CPU51は、特定した原因と共に、原因の解析のため計測したデータ、演算したデータを不揮発性の第2メモリ55に記憶 (バックアップ) する。このように

することで、管理装置50が電源を喪失しても、第2メモリ55のデータを取り出すことで、エンジン停止後、電流遮断装置37による保護動作が実行された原因が、車両1の過負荷、バッテリー20の内部短絡、長期放置、原因未定のいずれであるか、特定することが出来る。

[0100] 原因を特定した時点で、通信部56を通じて、車両ECU100と通信できる場合には、バッテリー20が過放電であること、及びエンジン停止後に保護動作が実行された原因を、車両に通知するとよい。

[0101] 原因の解析フローの実行は、過放電の検出後に限らず、エンジン停止後、保護動作の実行後であれば、過放電の検出前でも、行うことが出来る。

[0102] 例えば、保護動作の実行後の時刻 t_d にて、外部充電器170がバッテリー20に接続されると、CPU51は、端子部22P、22Nの電圧変化から、外部充電器170の接続を検出して、電流遮断装置37をオープンからクローズに復帰させる。これにより、バッテリー20は外部充電器170の充電を受けることが出来る。

[0103] CPU51は、外部充電器170の接続を検出した場合、エンジン停止から保護動作が実行されるまで第1期間 T_{ab} に計測されたデータに基づいて、原因の解析フローの実行することが出来る。

[0104] 第1期間 T_{ab} に計測されたデータに基づいて、原因の解析を行う場合、S140はNO判定されることから、S100~S130の4つの判定のみ、実行されることになる。

[0105] 管理装置50のCPU51は、外部充電器170による充電後、通信部56を通じて、車両ECU100と通信できる場合、エンジン停止後に保護動作が実行された原因を、車両1に通知する。通知できない場合は、特定した原因（解析結果）と共に、原因の解析のため計測したデータを不揮発性の第2メモリ55に記憶する。

[0106] 4. 効果説明

本構成では、エンジン停止後に保護動作が実行された原因（リチウムイオン二次電池Bの最小電圧 V_{min} が保護電圧 V_b まで低下した原因）を解析

することができる。そのため、原因に応じた対処をユーザに促すことができる。

[0107] 過負荷が原因である場合には、バッテリー20の供給者は、車両負荷150を減らすこと、内部短絡が原因の場合には、バッテリー20の交換など、原因に応じた適切な対処をユーザに促すことが出来る。長期放置が原因である場合には、放置期間を短くするように警告出来る。

[0108] 管理装置50は、保護動作が実行された原因を、エンジン停止後に計測したデータに基づいて解析する。そのため、リチウムイオン二次電池B1～B4の電流や電圧について、走行時のデータが取得できていなくても、エンジン停止後に保護動作が実行された原因を解析できる。更に、エンジン停止前のデータは記憶しておく必要がないため、第1メモリ54、第2メモリ55のデータ容量を小さくできる等のメリットがある。

[0109] <実施形態2>

図10は、バッテリー200の電氣的構成を示すブロック図である。バッテリー200は、実施形態1にて説明したバッテリー20と同様に、エンジン始動用であり、組電池30と、電流遮断装置37と、電流センサ41と、電圧検出部45と、組電池30を管理する管理装置50とを有する。

[0110] バッテリー200は、温度センサ43を有している。温度センサ43は、バッテリー200の設置個所の環境温度を検出する。バッテリー200は、自動車1のトランクルーム（図略）に設置されている。温度センサ43は、バッテリー200の環境温度として、トランクルームの温度を検出する。

[0111] 図11は、各リチウムイオン二次電池B1～B4の電圧計測線の詳細図である。各リチウムイオン二次電池B1～B4は、電圧計測線L1～L5により、それぞれ電圧検出部45に接続されている。各計測線間には、ツェナーダイオードD1～D4とスイッチSW1～SW4が、リチウムイオン二次電池B1～B4と並列に接続されている。

[0112] 管理装置50のCPU51は、スイッチSW1～SW4を、予め定められた順序で、オフからオンに切り換え、対応するスイッチSWがオフ、次のス

スイッチSWがオンしている時に、各リチウムイオン二次電池Bの電圧を計測する。

[0113] SW3⇒SW2⇒SW1⇒SW4の順番で、スイッチSWをオフからオンに切り換える場合、図11に示すように、SW4がオフ、SW3がオンしている時に、2つの電圧計測線L4、L5の線間電圧を検出することで、リチウムイオン二次電池B4の電圧V4を計測する。

[0114] 次に、SW3がオフ、SW2がオンしている時に、2つの計測線L3、L4の線間電圧を検出することで、リチウムイオン二次電池B3の電圧V3を計測する。同様の手順で、リチウムイオン二次電池B2の電圧V2、リチウムイオン二次電池B1の電圧V1も計測することが出来る。

[0115] 上記の電圧計測方法は、いずれかの電圧計測線Lが断線している場合、異常値が計測されるため、電圧計測線Lの断線を検出できる。

[0116] リチウムイオン二次電池B4の電圧V4の計測時、SW4はオフ、SW3はオンである。図12に示すように、電圧計測線L4が断線している場合、2つの計測線L4、L5の線間電圧は、2つのリチウムイオン二次電池B3とB4の合計電圧V3+V4となり、正常値の2倍程度の異常値(約7V)が計測される。

[0117] リチウムイオン二次電池B3の電圧V3の計測時、SW3はオフ、SW2はオンである。図13に示すように、電圧計測線L4が断線している場合、2つの計測線L2、L3の線間電圧は、ツェナーダイオードD2の順方向電圧(約0.7V)となり、正常値よりも低い異常値が計測される。図12、図13において、破線Fは、断線時の電流ループを示す。

[0118] CPU51は、電圧検出部45により計測される各リチウムイオン二次電池B1～B4の電圧計測値を、電圧許容範囲(2～6V)として比較して異常値が含まれているか否かを判定することにより、電圧計測線L1～L5の断線を検出する。

[0119] <原因の解析フロー>

CPU51は、エンジン停止後、リチウムイオン二次電池B1～B4の電

圧、電流などの監視に加えて、温度センサ43を用いて環境温度の計測を行い、そのデータを第1メモリ54に記憶する。管理装置50のCPU51は、エンジン停止後の電圧計測時に、断線を検出した場合、そのデータを第1メモリ54に記憶する。

[0120] 図14は保護動作が実行された原因を解析するためのフローチャートである。原因の解析フローは、実施形態1の原因の解析フロー（図9）に対して、S115、S125が追加されている。

[0121] S115は、エンジン停止後に、電圧計測線Lの断線が検出されていたか、判定する処理である。管理装置50のCPU51は、第1メモリ54にアクセスすることで、断線の有無を判定できる。電圧計測線Lが断線している場合、電圧検出部45の計測値は正常値よりも低い電圧となる場合があるため、保護動作が実行された原因は、断線であると判定できる。

[0122] CPU51は、エンジン停止後に保護動作が実行された場合、S100、S110、S115の判定を行い、いずれかでYES判定された場合、保護動作が実行された原因は、内部短絡や断線など、バッテリー200の欠陥であると判定する。

[0123] S125は、エンジン停止から保護動作が実行されるまでの第1期間Tabについて、バッテリー200の環境温度の平均値がX6以上か判定する処理である。X6はバッテリーの環境温度が妥当か否かを判定するための温度閾値である。環境温度が高い場合、電池内部の反応速度が速くなることから、リチウムイオン二次電池の自己放電量が増加する。環境温度の平均値が閾値X6以上の場合、保護動作が実行された原因は、高温環境下での使用であると判定できる。

[0124] CPU51は、保護動作が実行された原因が、バッテリー200の欠陥でない場合、S120、S125、S130の処理を行い、いずれかでYES判定された場合、保護動作が実行された原因は、過負荷、高温環境下使用、長期放置など、バッテリー50の使われ方（使用態様）であると判定する。

[0125] 実施形態2では、エンジン停止後に保護動作が実行された原因が、バッテ

り200の欠陥か、バッテリー200の使われ方なのか、判断することが可能である。

[0126] <実施形態3>

図15は、電気自動車300のブロック図である。電気自動車300は、駆動モータ310と、商用電源より充電可能な車載充電器330と、駆動用バッテリー350と、インバータ360と、DC/DCコンバータ370と、補機用バッテリー380と、を備えている。

[0127] 駆動用バッテリー350は、定格100V~400Vであり、車載充電器200により充電することが出来る。駆動用バッテリー350は、インバータ360を介して、主負荷である駆動モータ310に接続されている。インバータ360は、駆動用バッテリー350の電力を直流から交流に変換して駆動モータ310に供給する。駆動モータ310は、電気自動車300の駆動用であり、車輪325を取り付けた車軸320を駆動する。

[0128] 補機用バッテリー380は、定格12Vであり、DC/DCコンバータ370を介して、車載充電器330に接続されている。DC/DCコンバータ370は、車載充電器200の出力電圧を降圧して補機用バッテリー380に電力供給することで、補機用バッテリー380を充電する。

[0129] 電気自動車300は、電源用接続部400を有している。電源用接続部400はインバータ360と駆動モータ310を接続する電力線365に分岐接続されている。電源用接続部400にプラグ（図略）を差すことで、駆動用バッテリー350を、災害時などの非常用電源として、使用することが出来る。

[0130] 駆動用バッテリー350は、非常用電源など過負荷の状態で使用されることがあり、主負荷である駆動モータ310が停止している非走行中でも、駆動用バッテリー350の電圧が低下する場合がある。

[0131] 駆動用バッテリー350は、電気自動車300に搭載された車両ECUとの通信により、主負荷である駆動モータ310の動作状態を判断することができる。駆動用バッテリー350は、内蔵する電流センサの計測値より、充電の

有無を判断できる。駆動用バッテリー350に本発明を適用して、充電停止後において、主負荷である駆動モータ310の停止期間を対象に、駆動用バッテリー350の電圧、電流、経過時間、環境温度のデータを計測し、駆動モータ310の停止期間に保護装置が動作した場合、計測したデータを事後解析して、その原因を判断する。

[0132] 駆動用バッテリー350に、本発明を適用することで、保護装置が動作した原因が、過負荷など駆動用バッテリー350の使い方によるものであるか、否かを判断することが出来る。

[0133] <他の実施形態>

本発明は上記記述及び図面によって説明した実施形態に限定されるものではなく、例えば次のような実施形態も本発明の技術的範囲に含まれる。

[0134] (1) 実施形態1～3では、蓄電素子の一例に、リチウムイオン二次電池Bを例示した。蓄電素子は、リチウムイオン二次電池Bに限らず、他の二次電池でもよい。キャパシタ等でもよい。実施形態1では、リチウムイオン二次電池Bを複数直列に接続した形態を例示したが、単セルの構成であってもよい。

[0135] (2) 実施形態1、2では、バッテリー20の用途は、エンジン始動用としたが、補機用など、他の用途でもよい。バッテリー20に対する電力供給が停止した状態（充電停止状態）で電源として使用される用途であれば、例えば、電動工具やコンピュータの電源など、車両用以外の用途に適用することも出来る。電動工具やコンピュータの電源用として使用する場合、低電圧異常の原因を解析するための計測データは、充電停止後であれば、電動工具やコンピュータは稼働していてもよい。

[0136] (3) 実施形態1、2は、電流遮断装置37と管理装置50を、バッテリー20の内部に設けた構成を例示した。電流遮断装置37と管理装置50は、必ずしも、バッテリー20の内部に設置されている必要はなく、搭載されていれば、バッテリー20の外部に設けられていてもよい。すなわち、バッテリー20は、蓄電素子と、電圧や電流を計測するセンサ類だけの構成とし、バッテ

リ外に設けた電流遮断装置 37 が保護動作を行ってもよい。バッテリー外に設けた管理装置 50 が、センサからの出力をモニタにて、保護動作が実行された原因を解析する処理を実行するようにしてもよい。また、保護動作を行うか否かの判断は、蓄電素子 B1 ~ B4 の最小電圧 V_{min} に基づくものに限らず、組電池 30 の総電圧 E_v に基づいて、判断してもよい。過放電の判断も、同様である。

[0137] (4) 実施形態 1、2 は、エンジン停止後、蓄電素子 B1 ~ B4 の最小電圧 V_{min} が保護電圧 V_b まで低下した場合に、エンジン停止後に計測された蓄電素子 B1 ~ B4 の計測データに基づいて、その原因を解析するようにした。これ以外にも、電圧と相関性の高い物理量（例えば、蓄電素子の SOC や、残存容量）が所定値（保護電圧 V_b に対応する SOC 値や残存容量値）まで低下した場合に、エンジン停止後に計測された蓄電素子 B1 ~ B4 の計測データに基づいて、その原因を、解析してもよい。SOC は、蓄電素子の充放電電流を積算する電流積算法や、OCV - SOC の相関性を利用した OCV 法で算出することが出来る。残存容量は、蓄電素子の SOC と、蓄電素子の満充電容量から算出することが出来る。

[0138] (5) 蓄電素子 B1 ~ B4 の最小電圧 V_{min} が保護電圧 V_b まで低下した場合には、最小電圧 V_{min} が保護電圧 V_b よりも小さくなった場合に限らず、保護電圧 V_b と等しくなった場合や、ほぼ等しくなった場合が含まれる。電圧と相関性のある物理量が所定値まで低下した場合も、同様である。

[0139] (6) 実施形態 1、2 は、蓄電素子 B1 ~ B4 の最小電圧 V_{min} が保護電圧 V_b まで低下したか否かの判断を、管理装置 50 の CPU 51 にて行った。判断の主体は管理装置 50 に限らない。車両 ECU 100 など、バッテリー 50 より上位の制御装置にて、上記の判断を行い、その結果を、管理装置 50 に入力して、管理装置 50 にて、電圧が低下した原因又は電圧と相関性のある物理量が低下した原因を、解析してもよい。

[0140] 例えば、蓄電素子 B1 ~ B4 の電圧 V や電流 I の監視は、バッテリー 20 の内部に設けられたセンサ類からの出力に基づいて、車両 ECU 100 が行っ

ており、エンジン停止後、車両ECU100が、蓄電素子B1～B4の最小電圧Vminが保護電圧Vbまで低下したか否かを判断する。管理装置50は、車両ECU100と同じく、車載されており、バッテリー外に配置されている。車両ECU100は、蓄電素子B1～B4の最小電圧Vminが保護電圧Vbまで低下した判断した場合、管理装置50に対して、前記判断を伝える入力を行う。前記判断を伝える入力があった場合、管理装置50にて、エンジン停止後に計測された蓄電素子B1～B4の計測データに基づいて、その原因を解析する処理を行う。

[0141] (7) 実施形態1、2は、電流遮断装置37による保護動作が実行された原因、すなわち蓄電素子B1～B4の最小電圧Vminが保護電圧Vbまで低下した原因を解析したが、エンジン停止後、蓄電素子が所定電圧まで低下した原因を解析するものであれば、広く適用することが出来る。例えば、蓄電素子が、使用範囲の下限電圧や放電終止電圧まで低下した原因を解析するものであってもよい。

[0142] (8) 実施形態1では、保護動作が実行された原因として、内部短絡(S100、S110)、過負荷(S120)、長期放置(S130、S140)を判定した。実施形態2では、内部短絡(S100、S110)、過負荷(S120)、長期放置(S130、S140)に加えて、断線(S115)、環境温度(S125)を判定した。保護動作が実行された原因として、内部短絡、過負荷、長期放置、断線、環境温度の5項目を、全て判定する必要はなく、一部のみ、判定してもよい。エンジン停止後に計測する計測データは、蓄電素子の電圧以外に、蓄電素子の電流、蓄電素子の環境温度、経過時間のうち、少なくとも1つを含んでいればよい。

[0143] (9) 実施形態1は、電流遮断装置による保護動作が実行された原因が、バッテリーの内部短絡であるか、否かを判断するのに、2つの判定式1A、判定式1Bを用いたが、いずれか一方の判定式だけを用いて判定してもよい。

[0144] (10) 実施形態2において、CPU51は、エンジン停止後に保護動作が実行された場合、S100、S110、S115の判定結果から保護動作

が実行された原因が、バッテリー200の欠陥である否かを判定し、S120、125、130の判定結果からバッテリー200の使われ方であるか否かを判断した。S100、S110、S115は省略してもよく、CPU51は、エンジン停止後に保護動作が実行された場合、S120、S125、S130の判定のみ行い、いずれかでYESとなった場合、保護動作が実行された原因は、バッテリー200の使われ方と判定し、全てNO判定である場合は、保護動作が実行された原因は、バッテリー200の使われ方ではないと判定してもよい。S120、S125、S130は省略してもよく、CPU51は、エンジン停止後に保護動作が実行された場合、S100、S110、S115の判定のみ行い、いずれかでYESとなった場合、保護動作が実行された原因は、バッテリー200の欠陥と判定し、全てNO判定である場合は、保護動作が実行された原因は、バッテリー200の欠陥ではないと判定してもよい。

[0145] (11) 実施形態1～3で開示した技術は、蓄電素子の電圧が低下した原因を解析する解析プログラム、及びそれらプログラムを記録した記録媒体等の種々の態様で実現することができる。

[0146] 蓄電素子の電圧が低下した原因又は電圧と相関性のある物理量が低下した原因の解析プログラムであって、前記蓄電素子への電力供給が停止した後、前記蓄電素子が所定電圧まで低下した場合又は電圧と相関性のある物理量が所定値まで低下した場合に、電力供給停止後に計測された前記蓄電素子の計測データに基づいて、前記蓄電素子の電圧が低下した原因又は電圧と相関性のある前記物理量が前記所定値まで低下した原因を解析する原因解析処理（S100～S150又はS100～S130）をコンピュータに実行させる、原因解析プログラム。

符号の説明

- [0147] 20・・・バッテリー（本発明の「蓄電システム」に相当する）
30・・・組電池
37・・・電流遮断装置

- 4 1 .. 電流センサ（本発明の「計測部」に相当する）
- 4 3 .. 温度センサ（本発明の「計測部」に相当する）
- 4 5 .. 電圧検出部（本発明の「計測部」に相当する）
- 5 0 .. 管理装置
- 5 1 .. CPU（本発明の「原因解析部」に相当する）
- 1 0 0 .. 車両 ECU
- V a .. エンジン停止時の電圧
- V b .. 保護電圧（本発明の「所定電圧」の一例）
- V c .. 放電終止電圧
- T a b .. 第 1 期間
- T b c .. 第 2 期間

請求の範囲

- [請求項1] 蓄電素子の管理装置であって、
前記蓄電素子への電力供給が停止した後、前記蓄電素子が所定電圧まで低下した場合又は電圧と相関性のある物理量が所定値まで低下した場合に、電力供給停止後に計測された前記蓄電素子の計測データに基づいて、前記蓄電素子が前記所定電圧まで低下した原因又は電圧と相関性のある前記物理量が前記所定値まで低下した原因を解析する原因解析部を備える、管理装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の管理装置であって、
前記原因解析部は、前記蓄電素子が前記所定電圧まで低下した原因又は電圧と相関性のある前記物理量が前記所定値まで低下した原因が、前記蓄電素子の使われ方に原因があるか否かを判断する、管理装置。
- [請求項3] 請求項2に記載の管理装置であって、
前記原因解析部は、
電力供給停止後に計測された前記蓄電素子の電流が電流閾値より大きい場合、
電力供給停止後に計測された前記蓄電素子の環境温度が温度閾値より高い場合、
電力供給停止後、前記蓄電素子が前記所定電圧まで低下するまでの経過時間又は電圧と相関性のある物理量が前記所定値まで低下するまでの経過時間が時間閾値より長い場合の、いずれかに該当する場合、
前記蓄電素子が前記所定電圧まで低下した原因又は電圧と相関性のある前記物理量が前記所定値まで低下した原因は、前記蓄電素子の使われ方と判断する、管理装置。
- [請求項4] 請求項1～請求項3のいずれか一項に記載の管理装置であって、
前記蓄電素子への電力供給が停止した後、前記蓄電素子の計測データを記録する記憶部を備える管理装置。

- [請求項5] 請求項1～請求項4のいずれか一項に記載の管理装置であって、
電力供給停止後に計測される前記蓄電素子の計測データは、前記蓄電素子の電圧、前記蓄電素子の電流、前記蓄電素子の環境温度、電力供給停止後の経過時間のうち、電圧を含む2以上である、管理装置。
- [請求項6] 請求項1～請求項5に記載の管理装置であって、
前記原因解析部は、電力供給停止から前記蓄電素子が前記所定電圧まで低下するまでの期間又は電圧と相関性のある前記物理量が前記所定値まで低下するまでの期間に、前記蓄電素子から負荷に対して流れた電流に基づいて、前記蓄電素子が前記所定電圧まで低下した原因又は電圧と相関性のある前記物理量が前記所定値まで低下した原因が、過負荷であるか、否かを判断する、管理装置。
- [請求項7] 請求項1～請求項6に記載の管理装置であって、
前記原因解析部は、
前記蓄電素子の電圧のデータに基づいて、電力供給停止から前記蓄電素子が前記所定電圧まで低下するまでの期間又は電圧と相関性のある前記物理量が前記所定値まで低下するまでの期間に、前記蓄電素子が放電した第1放電容量を算出し、
前記蓄電素子の電流のデータに基づいて、電力供給停止から前記蓄電素子が前記所定電圧まで低下するまでの期間又は電圧と相関性のある前記物理量が前記所定値まで低下するまでの期間に、前記蓄電素子が負荷に対して放電した第2放電容量を算出し、
算出した前記第1放電容量と前記第2放電容量の差に基づいて、前記蓄電素子が前記所定電圧まで低下した原因又は電圧と相関性のある前記物理量が前記所定値まで低下した原因が、前記蓄電素子の内部短絡であるか、否かを判断する、管理装置。
- [請求項8] 請求項1～請求項7のいずれか一項に記載の管理装置であって、
前記蓄電素子は直列に複数接続されており、
前記原因解析部は、前記蓄電素子が前記所定電圧まで低下した時点

又は電圧と相関性のある前記物理量が前記所定値まで低下した時点の蓄電素子間の電圧差に基づいて、前記蓄電素子が前記所定電圧まで低下した原因又は電圧と相関性のある前記物理量が前記所定値まで低下した原因が、前記蓄電素子の内部短絡であるか、否かを判断する、管理装置。

[請求項9] 請求項1～請求項8のいずれか一項に記載の管理装置であって、時間を計時する計時部を備え、前記原因解析部は、電力供給停止から前記蓄電素子が前記所定電圧まで低下するまでの期間又は電圧と相関性のある前記物理量が前記所定値まで低下するまでの期間に基づいて、前記蓄電素子が前記所定電圧まで低下した原因又は電圧と相関性のある前記物理量が前記所定値まで低下した原因が、長期放置であるか、否かを判断する、管理装置。

[請求項10] 請求項1～請求項9のいずれか一項に記載の管理装置であって、前記所定電圧は、電流遮断装置が電流を遮断する電圧である、管理装置。

[請求項11] 原因の解析方法であって、蓄電素子への電力供給が停止した後、前記蓄電素子が所定電圧まで低下した場合又は電圧と相関性のある物理量が所定値まで低下した場合に、電力供給停止後の前記蓄電素子の計測データに基づいて、前記蓄電素子が前記所定電圧まで低下した原因又は電圧と相関性のある前記物理量が前記所定値まで低下した原因を解析する、原因の解析方法。

[請求項12] 蓄電装置であって、蓄電素子と、前記蓄電素子の状態を計測する計測部と、前記蓄電素子の電流を遮断する電流遮断装置と、請求項1～請求項10のいずれか一項に記載の管理装置と、を備え

た蓄電装置。

[請求項13]

請求項 1 2 に記載の蓄電装置であって、

駆動用にエンジンを備えたエンジン駆動車に搭載され、

前記原因解析部は、前記エンジンの停止後、前記蓄電素子が所定電圧まで低下した場合又は電圧と相関性のある物理量が所定値まで低下した場合、前記エンジンの停止後に計測された前記蓄電素子の計測データに基づいて、前記蓄電素子が前記所定電圧まで低下した原因又は電圧と相関性のある前記物理量が前記所定値まで低下した原因を解析する、蓄電装置。

[請求項14]

請求項 1 3 に記載の蓄電装置であって、

駆動用に駆動モータを備えた電気自動車に搭載され、

前記蓄電装置は、前記駆動モータに電力を供給する駆動用バッテリーであり、

前記原因解析部は、前記蓄電装置の充電停止後、前記駆動モータが停止している期間に、前記蓄電素子が所定電圧まで低下した場合又は電圧と相関性のある物理量が所定値まで低下した場合、前記蓄電装置の充電停止後、前記駆動モータが停止している期間に、計測された前記蓄電素子の計測データに基づいて、前記蓄電素子が前記所定電圧まで低下した原因又は電圧と相関性のある前記物理量が前記所定値まで低下した原因を解析する、蓄電装置。

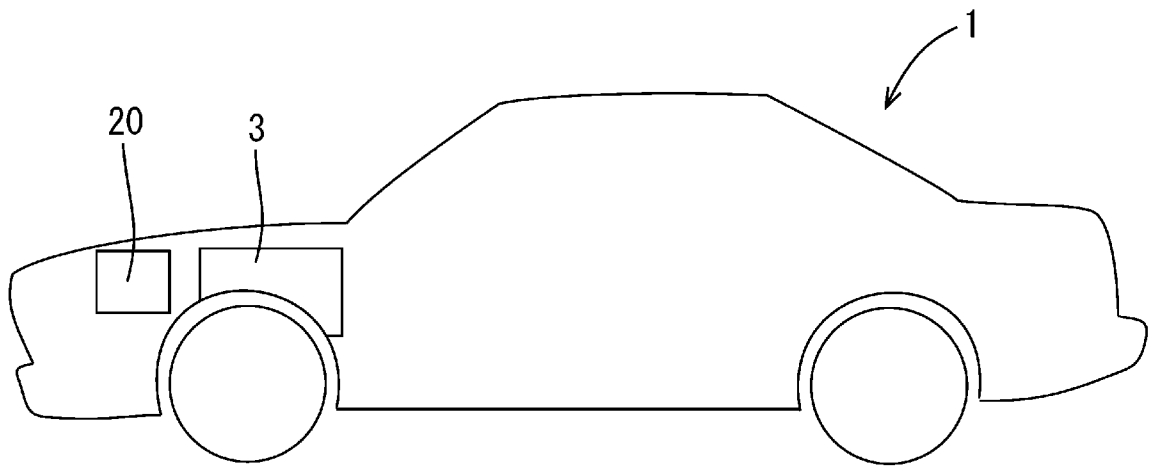
[請求項15]

請求項 1 3 に記載の蓄電装置を備えたエンジン駆動車。

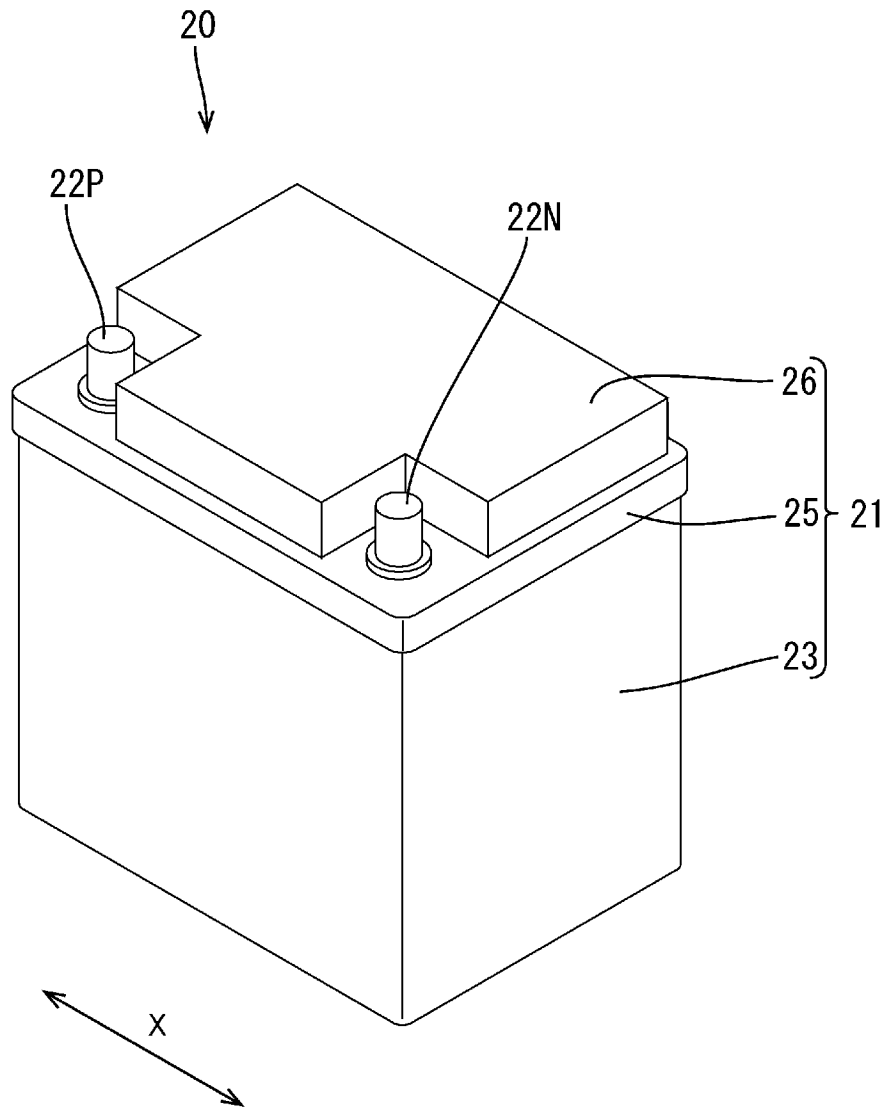
[請求項16]

請求項 1 4 に記載の蓄電装置を備えた電気自動車。

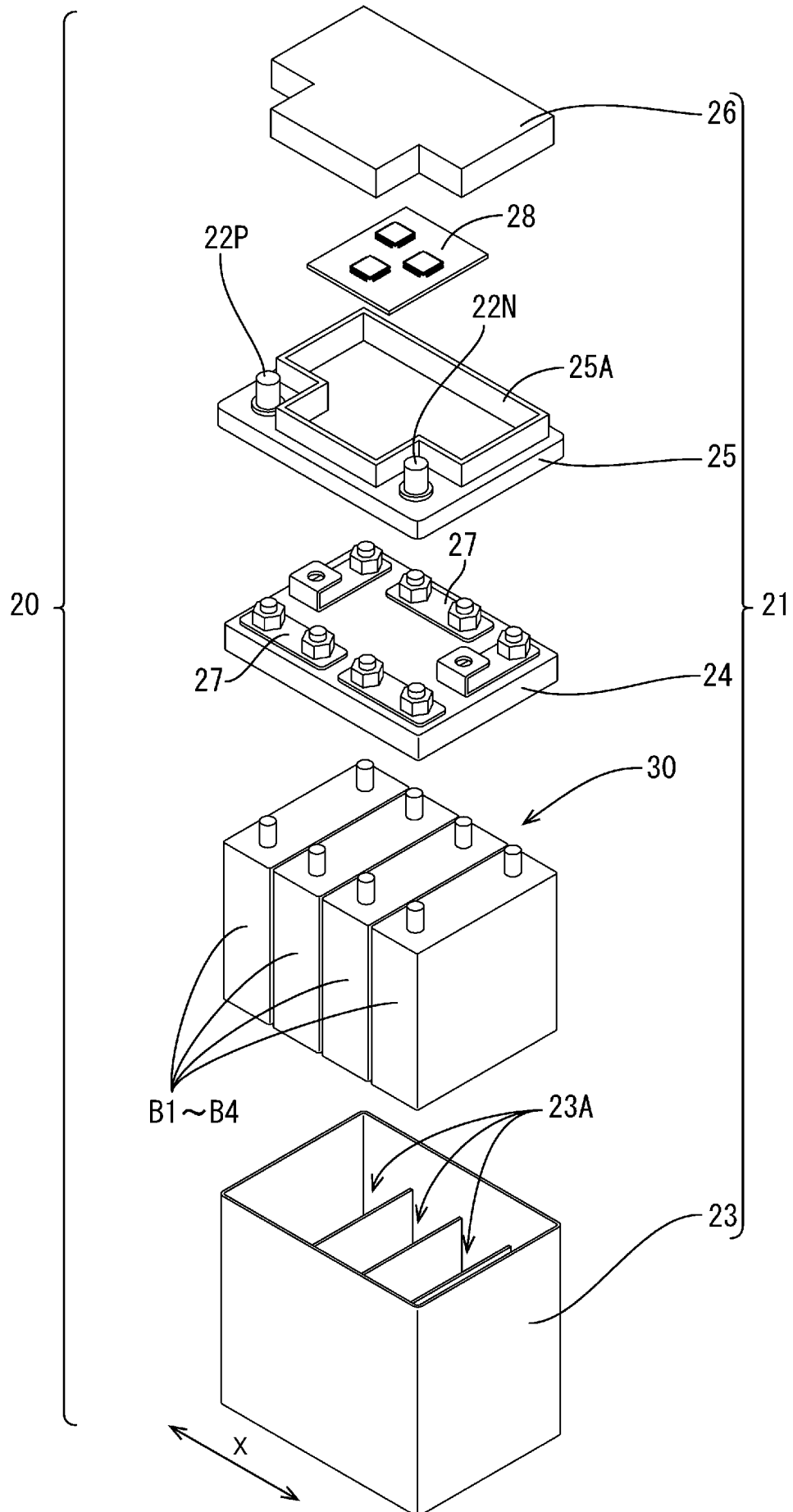
[図1]



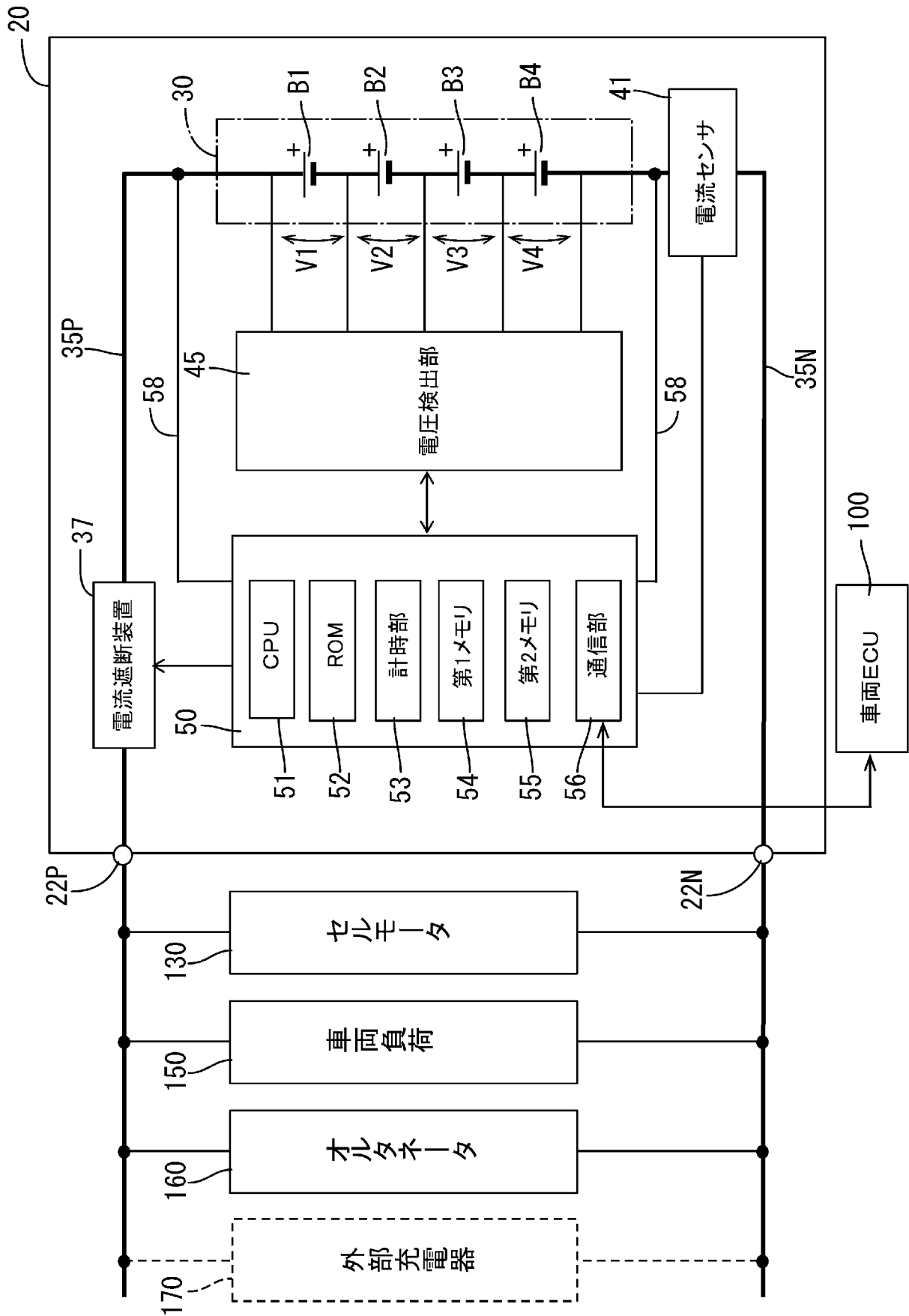
[図2]



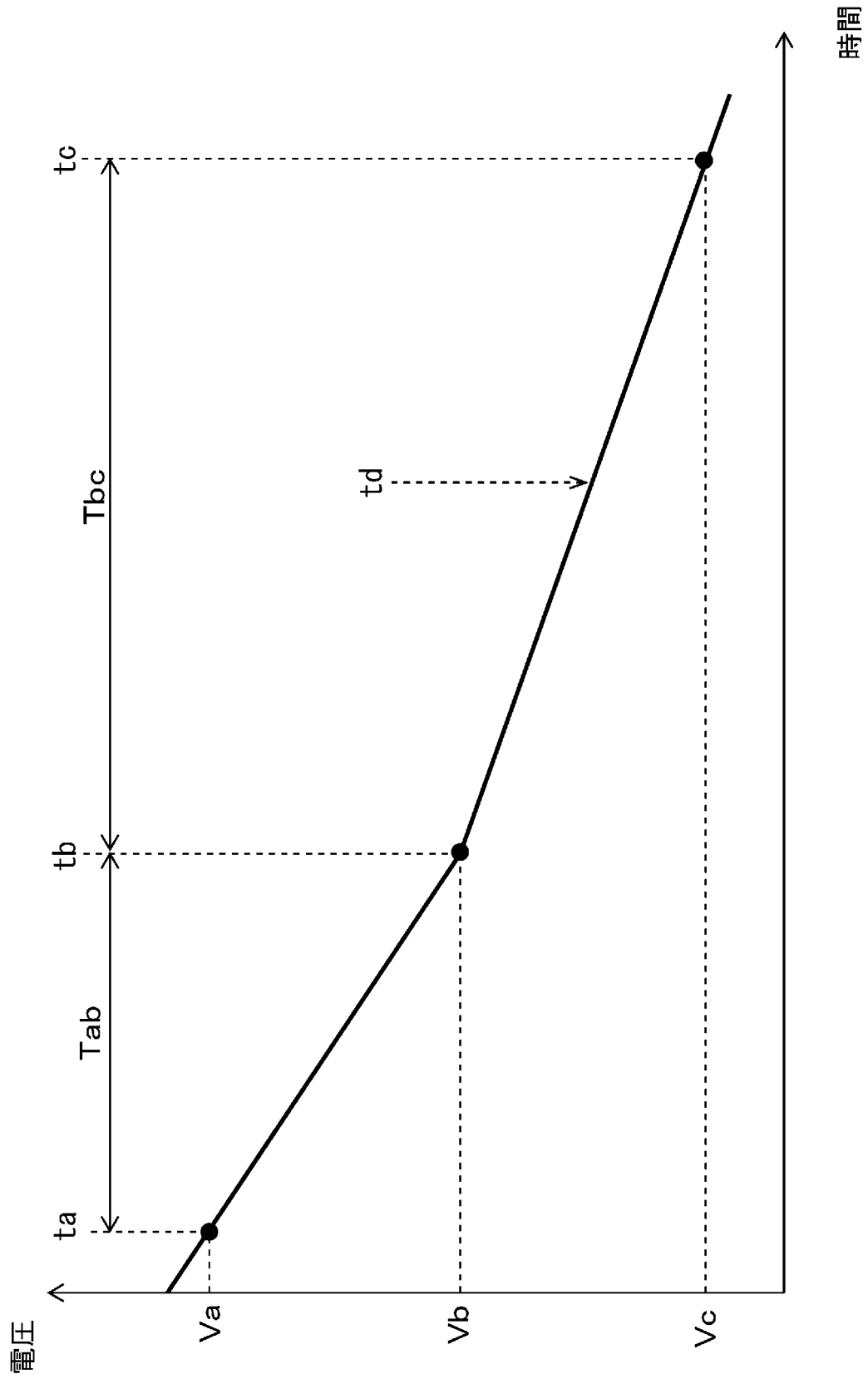
[図3]



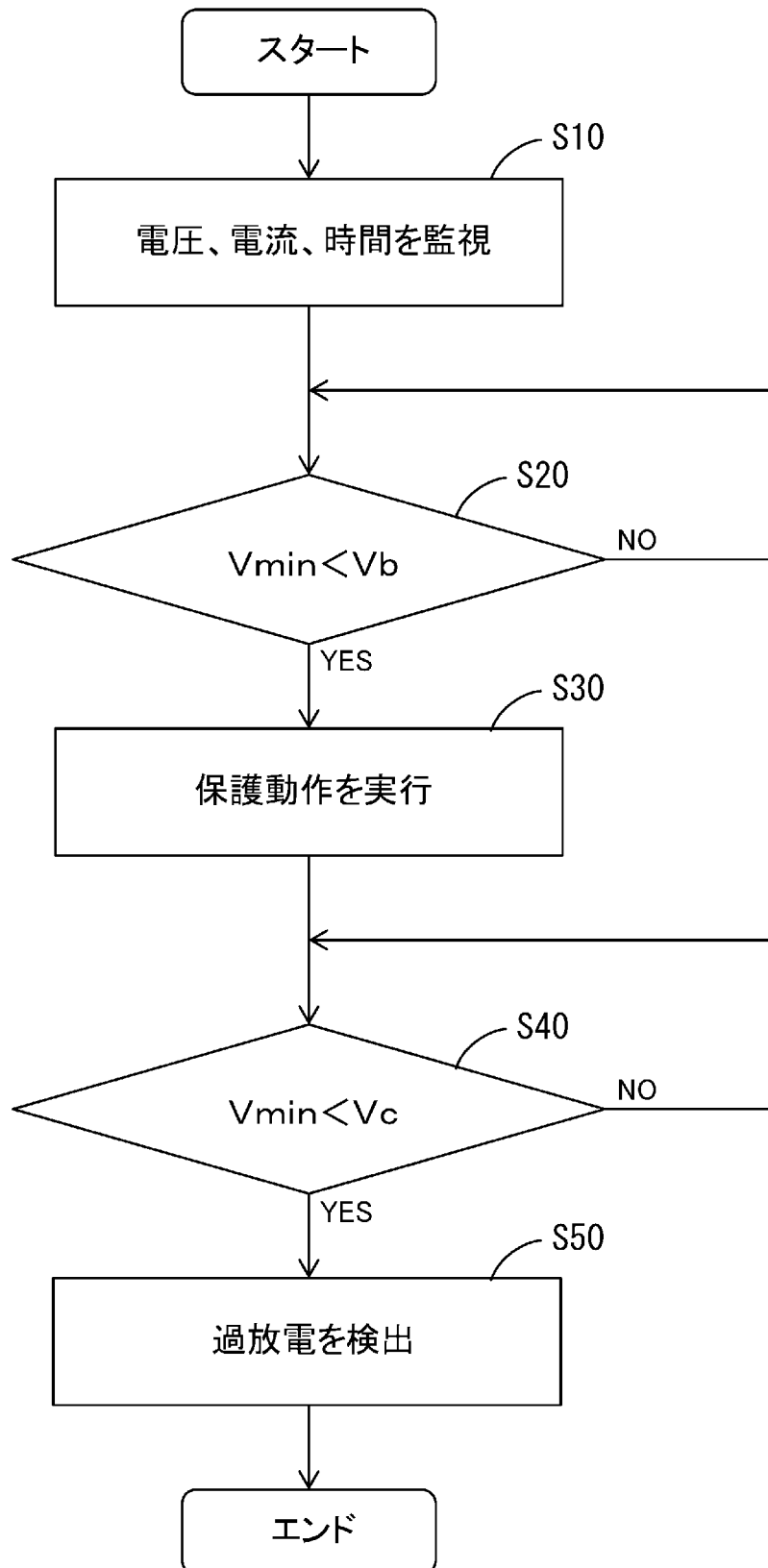
[図4]



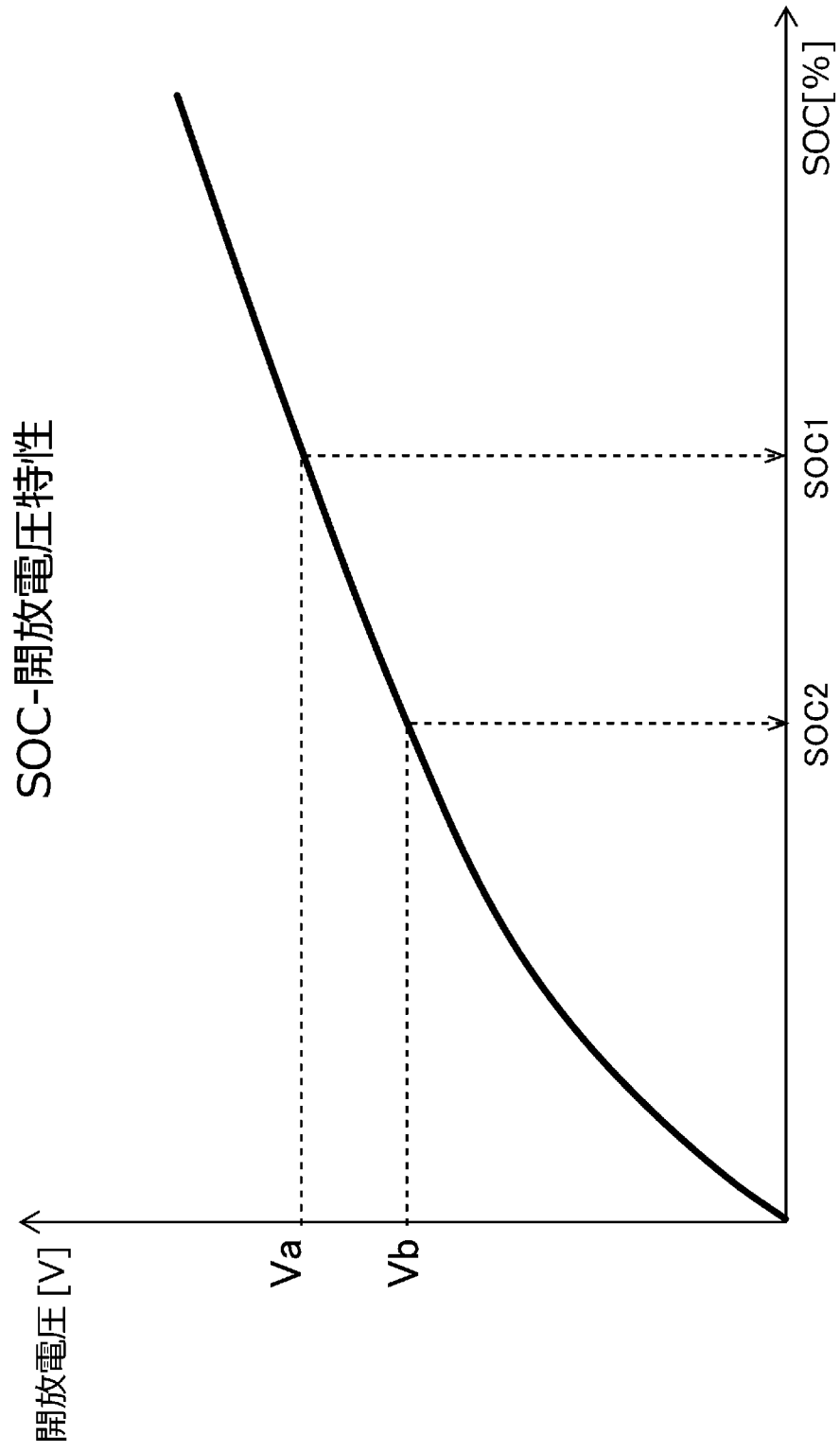
[図5]



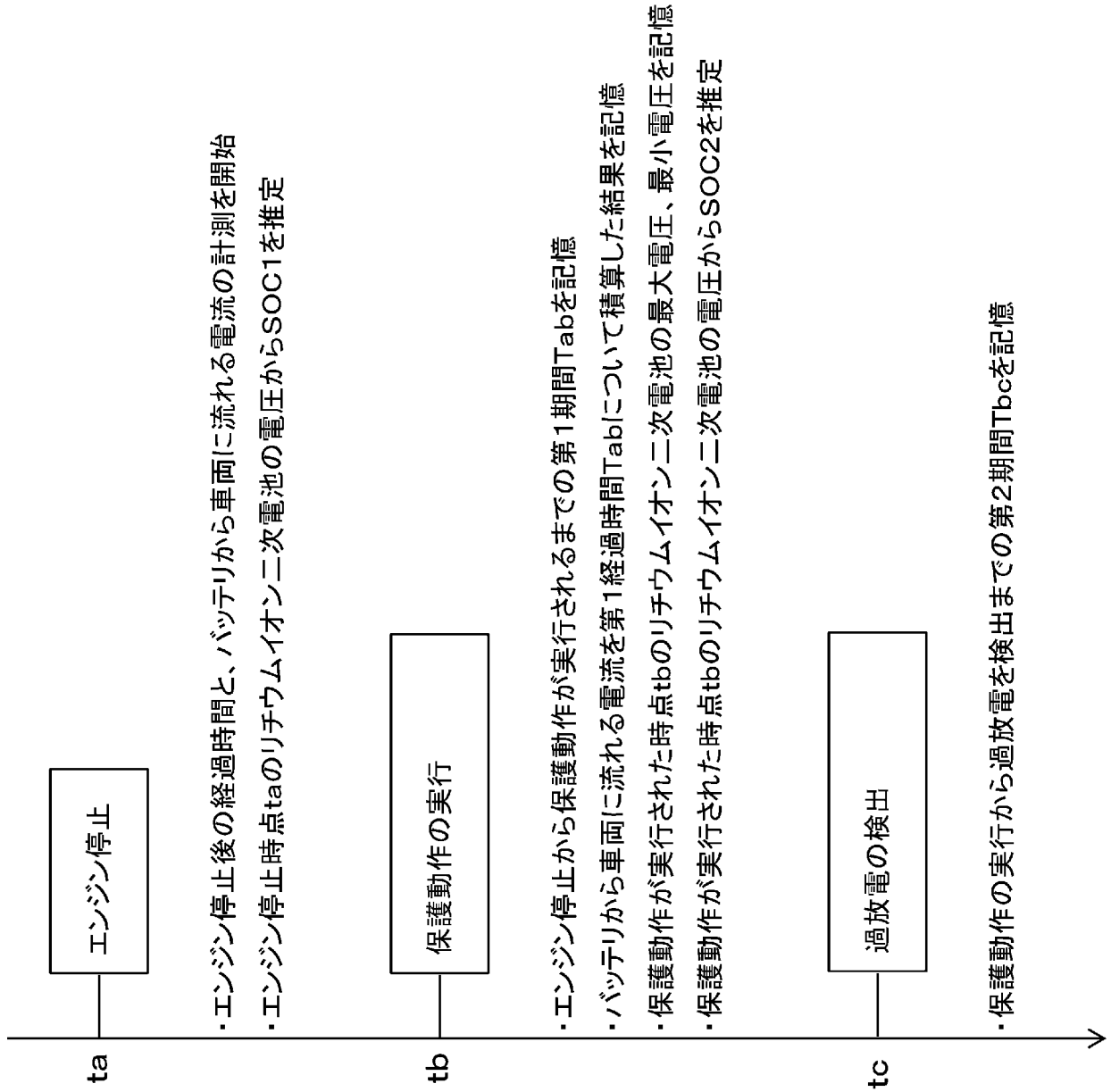
[図6]



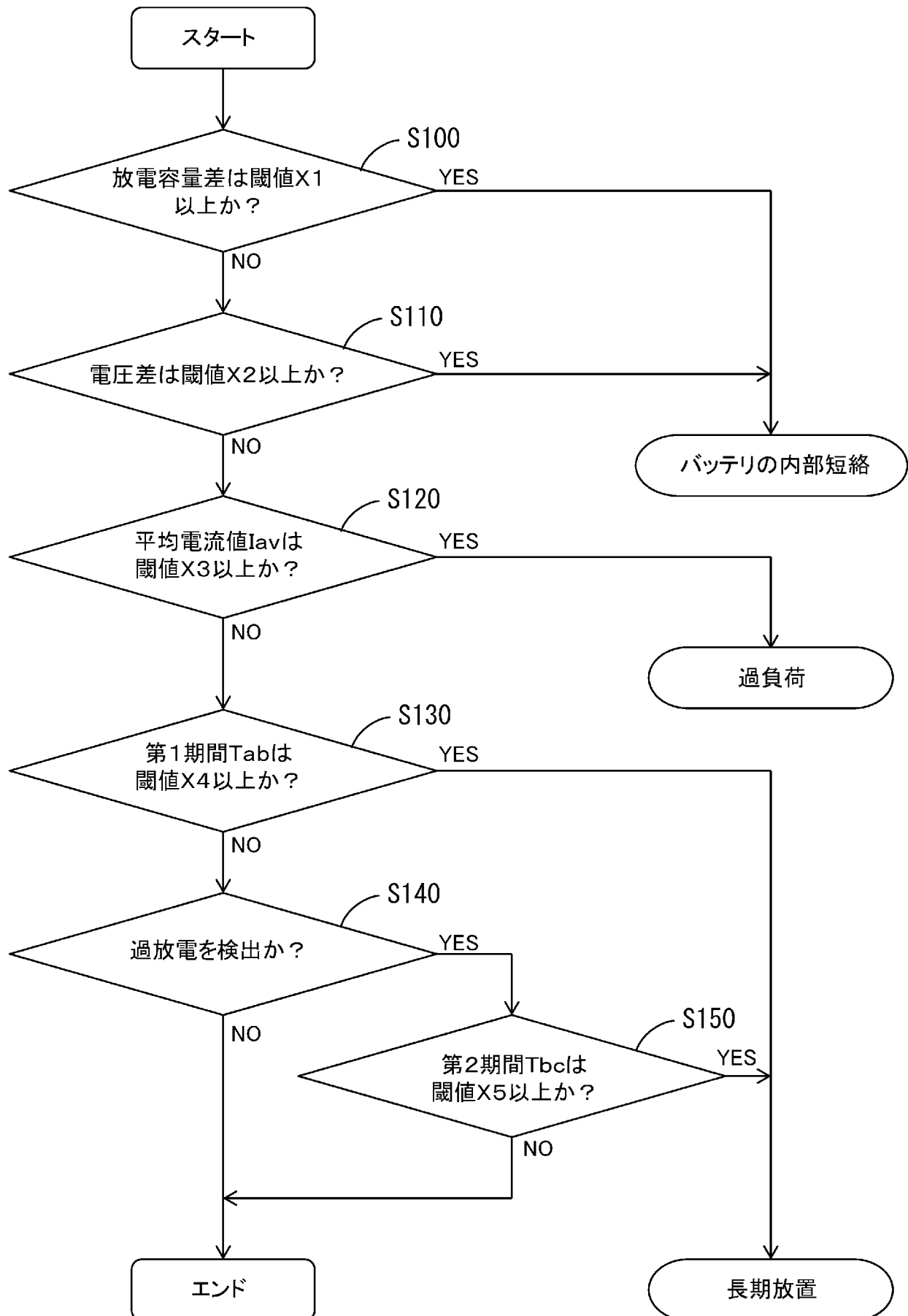
[図7]



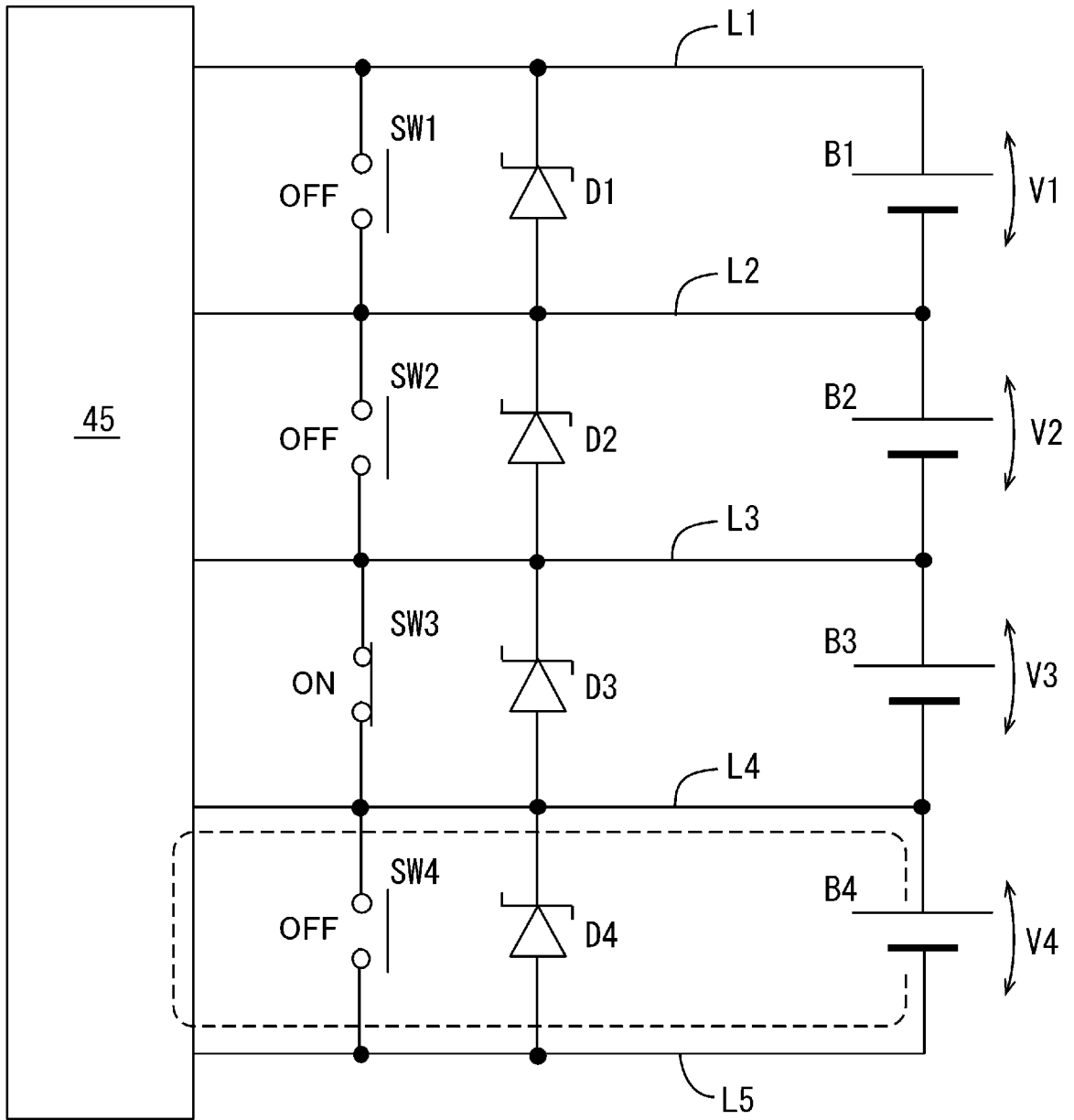
[図8]



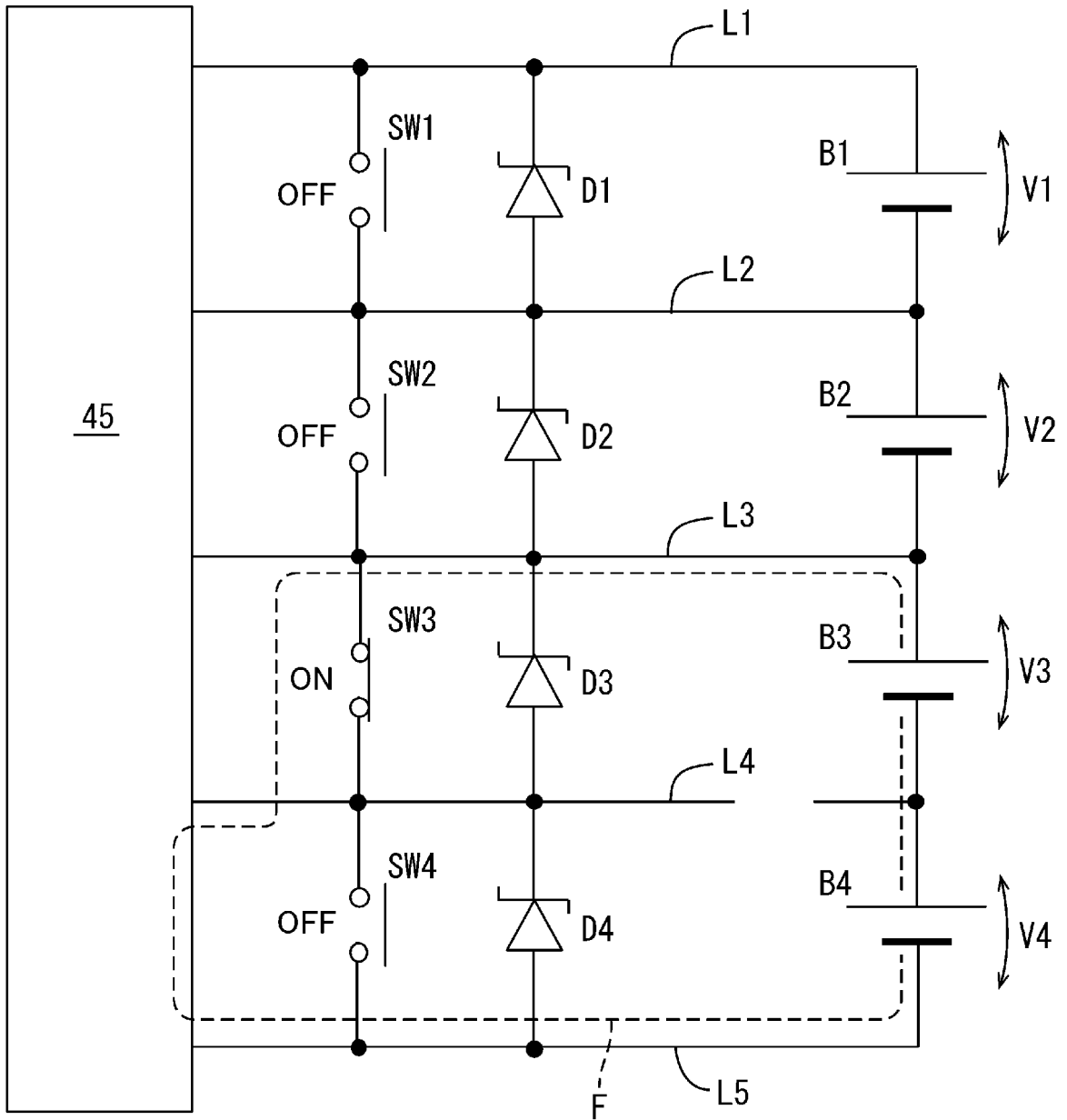
[図9]



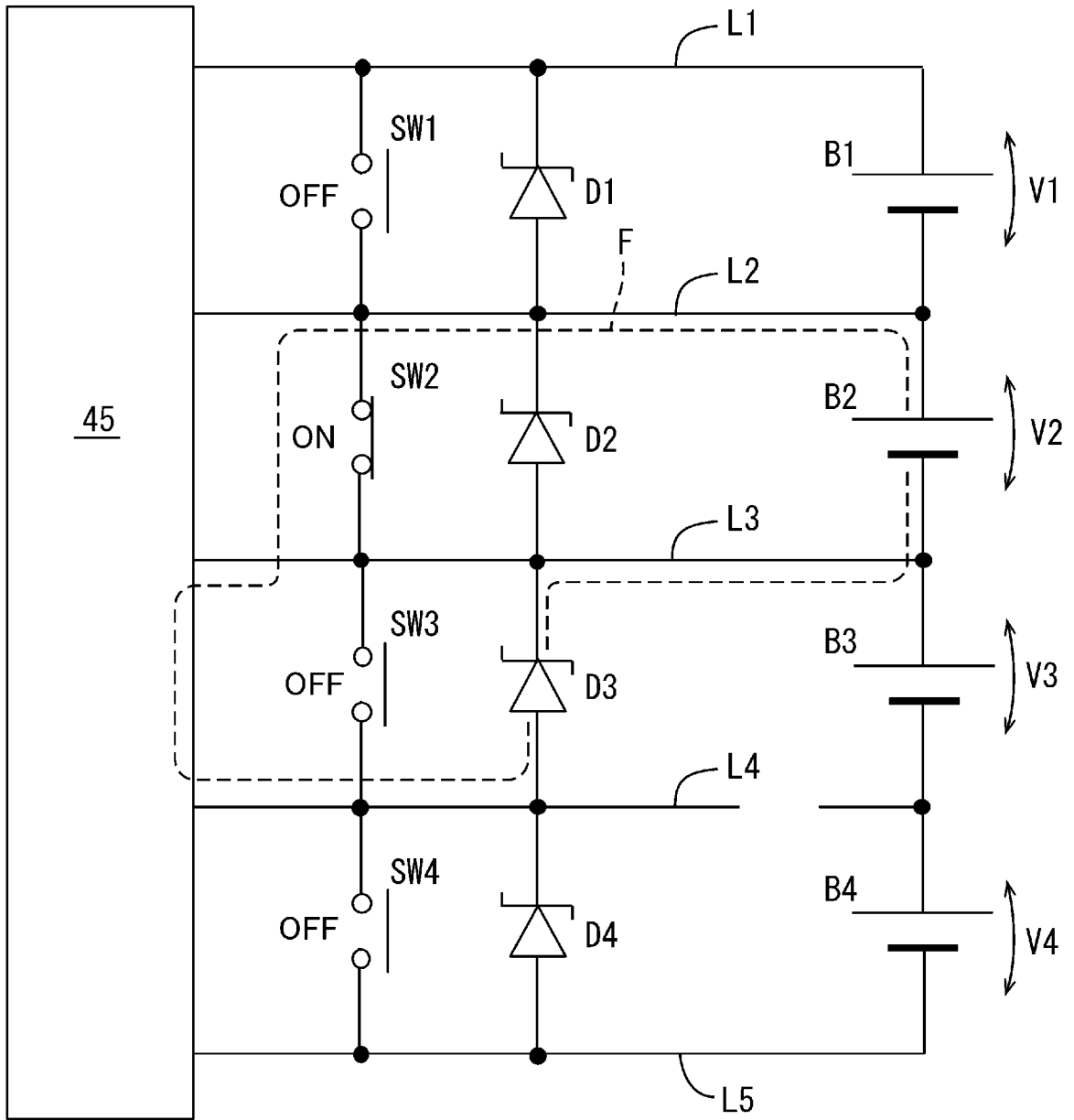
[図11]



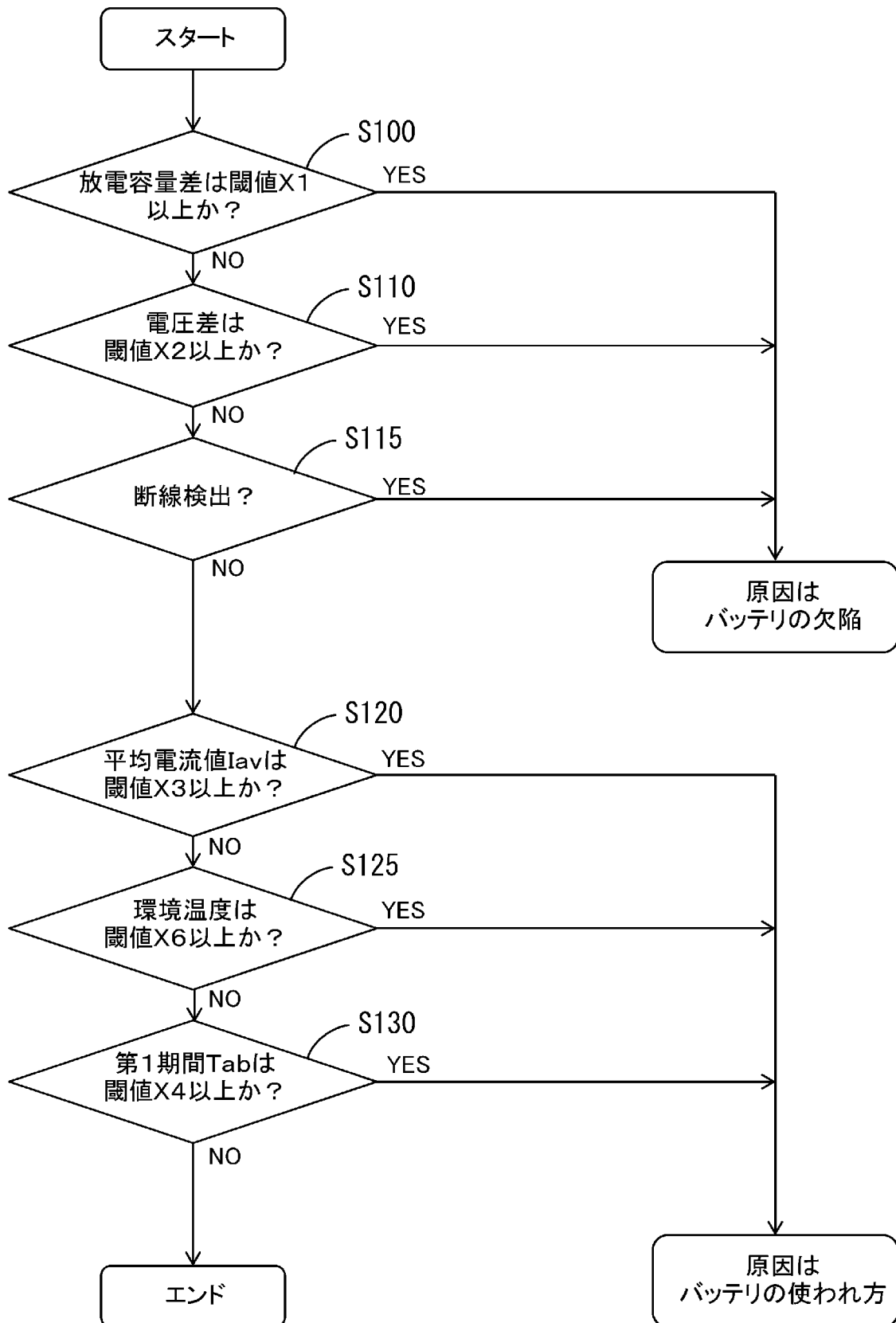
[図12]



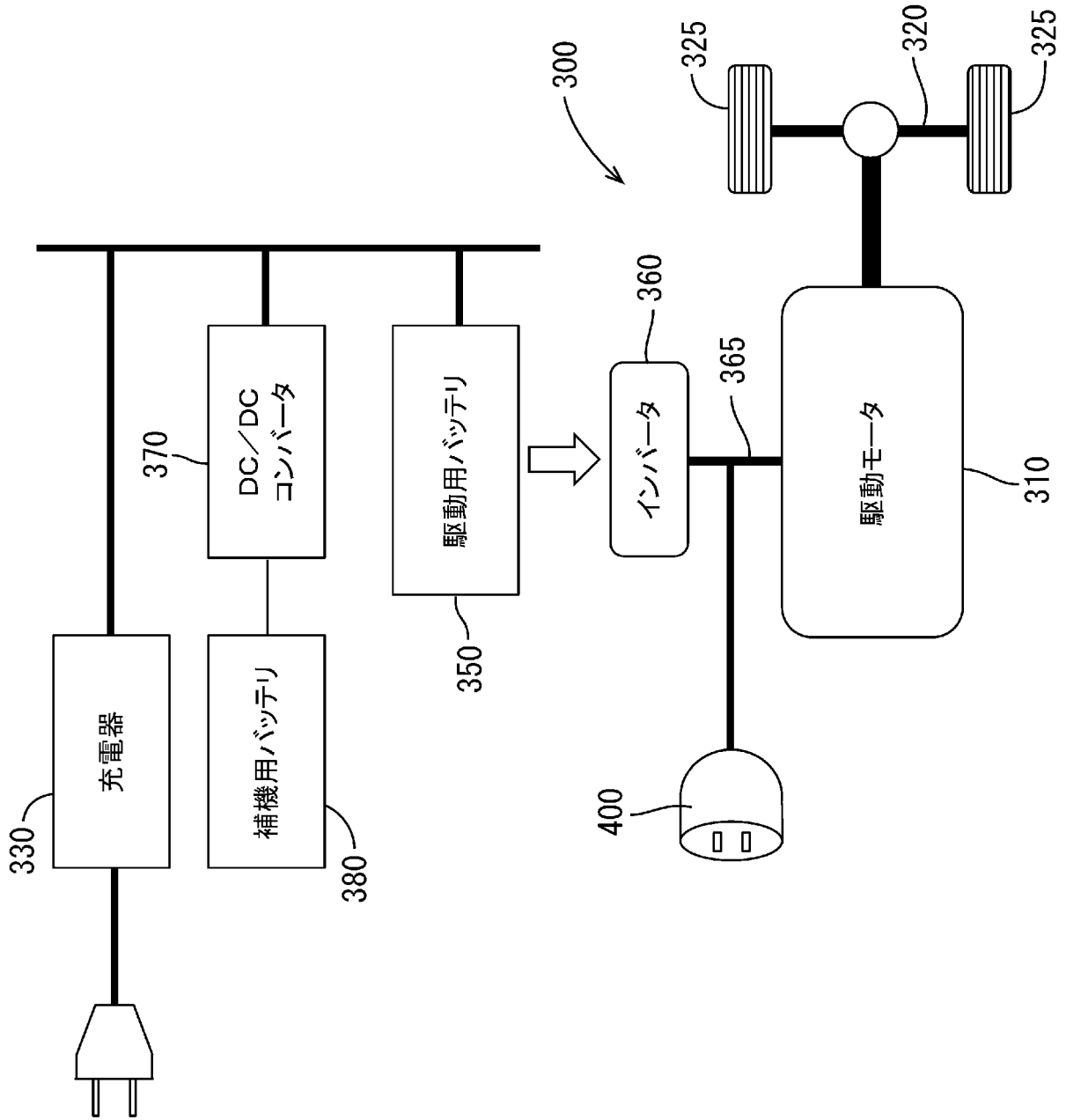
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/040888

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01M10/48(2006.01)i, G01R31/36(2006.01)i, H01M10/42(2006.01)i,
H02H7/18(2006.01)i, H02J7/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. H01M10/48, G01R31/36, H01M10/42, H02H7/18, H02J7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-181262 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 19 August 2010, paragraphs [0014]-[0022], [0025]-[0032], fig. 1-2 & US 2010/0194398 A1, paragraphs [0019]-[0027], [0030]-[0037], fig. 1-2 & CN 101800340 A	1-16
Y	JP 2000-28690 A (MITSUBISHI CHEMICAL CORP.) 28 January 2000, paragraphs [0035]-[0036], fig. 3-4 (Family: none)	1-16
Y	JP 2009-96417 A (PANASONIC CORP.) 07 May 2009, paragraphs [0035]-[0057], fig. 7-20 (Family: none)	6-10, 12-16
Y	JP 2013-7 4708 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 22 April 2013, paragraphs [0033]-[0036], fig. 6-7 (Family: none)	13-16
A	JP 2013-219984 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 24 October 2013, paragraphs [0017]-[0028], [0053]-[0064], fig. 1-2 (Family: none)	1-16

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
25 December 2018 (25.12.2018)

Date of mailing of the international search report
15 January 2019 (15.01.2019)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01M10/48(2006.01)i, G01R31/36(2006.01)i, H01M10/42(2006.01)i, H02H7/18(2006.01)i, H02J7/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01M10/48, G01R31/36, H01M10/42, H02H7/18, H02J7/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2010-181262 A (三洋電機株式会社) 2010.08.19, 段落 [0014] - [0022], [0025] - [0032], 図1-2 & US 2010/0194398 A1, 段落 [0019] - [0027], [0030] - [0037], 図1-2 & CN 101800340 A	1-16
Y	JP 2000-28690 A (三菱化学株式会社) 2000.01.28, 段落 [0035] - [0036], 図3-4 (ファミリーなし)	1-16

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 25.12.2018	国際調査報告の発送日 15.01.2019
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 高橋 優斗 電話番号 03-3581-1101 内線 3568

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2009-96417 A (パナソニック株式会社) 2009.05.07, 段落 [0035] - [0057], 図7-20 (ファミリーなし)	6-10, 12-16
Y	JP 2013-74708 A (三洋電機株式会社) 2013.04.22, 段落 [0033] - [0036], 図6-7 (ファミリーなし)	13-16
A	JP 2013-219984 A (トヨタ自動車株式会社) 2013.10.24, 段落 [0017] - [0028], [0053] - [0064], 図1-2 (ファミリーなし)	1-16