

(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
2016年6月23日(23.06.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/098802 A1

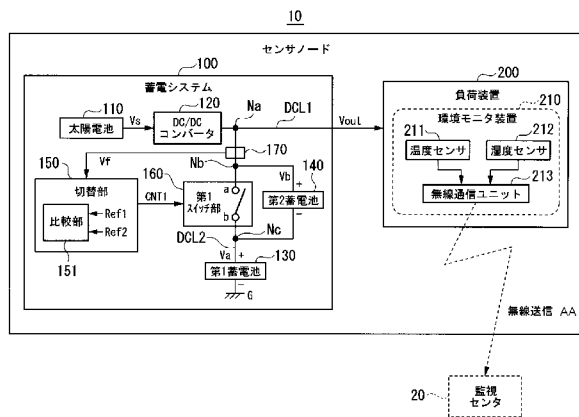
- (51) 国際特許分類:
H02J 7/34 (2006.01) H02J 7/35 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/085181
- (22) 国際出願日: 2015年12月16日(16.12.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-256361 2014年12月18日(18.12.2014) JP
特願 2015-202668 2015年10月14日(14.10.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社フジクラ (FUJIKURA LTD.)
[JP/JP]; 〒1358512 東京都江東区木場1丁目5番
1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 山本 和寛 (YAMAMOTO Kazuhiro); 〒
2858550 千葉県佐倉市六崎1440番地 株式
会社フジクラ 佐倉事業所内 Chiba (JP). 岡田
顕一 (OKADA Kenichi); 〒2858550 千葉県佐倉市六
崎1440番地 株式会社フジクラ 佐倉事業
所内 Chiba (JP). 柳本 良二 (YANAGIMOTO Ry-
oji); 〒2858550 千葉県佐倉市六崎1440番地
株式会社フジクラ 佐倉事業所内 Chiba (JP).
- (74) 代理人: 志賀 正武, 外 (SHIGA Masatake et al.); 〒
1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号
Tokyo (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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).

[続葉有]

(54) Title: ELECTRICAL STORAGE SYSTEM, AND ELECTRICAL STORAGE METHOD

(54) 発明の名称: 蓄電システム、及び蓄電方法

[図2]



- 10 Sensor node
- 20 Monitoring centre
- 100 Electrical storage system
- 110 Solar cell
- 120 DC/DC converter
- 130 First electrical storage battery
- 140 Second electrical storage battery
- 150 Switching unit
- 151 Comparison unit
- 160 First switch unit
- 200 Load device
- 210 Environment monitor device
- 211 Temperature sensor
- 212 Humidity sensor
- 213 Wireless communication unit
- AA Wireless transmission

(57) Abstract: This electrical storage system is provided with: a power-generation element which uses the environment to generate power; a first electrical storage battery which is supplied by the power generated by the power-generation element, and which supplies the power to a load device; a second electrical storage battery which has a lower capacity than the first electrical storage battery, and which is connected in series to the first electrical storage battery; a first switch unit which is connected in parallel to the second electrical storage battery, short-circuits both ends of the second electrical storage battery when in a closed state, and releases the short-circuited state of the second electrical storage battery when in an open state; and a switching unit which controls the open/closed state of the first switch unit.

(57) 要約: 蓄電システムは、環境発電を行う発電素子と、発電素子の発電電力により給電されるとともに、負荷装置に電力を供給する第1蓄電池と、第1蓄電池よりも容量が小さく第1蓄電池に直列に接続される第2蓄電池と、第2蓄電池に並列に接続され、閉状態の場合に第2蓄電池の両端を短絡し、開状態の場合に第2蓄電池の短絡状態を開放する第1スイッチ部と、第1スイッチ部の開閉状態を制御する切替部と、を備える。



WO 2016/098802 A1

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：蓄電システム、及び蓄電方法

技術分野

[0001] 本発明は、環境発電を行う発電素子により発電された電力を蓄電池に蓄電して、負荷装置に電力を給電する蓄電システム、及び蓄電方法に関する。

本願は、2014年12月18日に出願された日本国特許出願2014-256361号および2015年10月14日に出願された2015-202668号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 近年、電子回路や無線技術の低消費電力化により、周囲の環境から電気エネルギーを得ることで、配線や電池交換なしで動作する、ワイヤレスセンサやリモコンスイッチ等のエネルギーハーベスティングデバイス（環境発電素子）が注目されている。このため、例えば、蛍光灯やLED照明等の屋内光での使用を想定したエネルギーハーベスティング用の低照度色素増感太陽電池の開発が進められている。

[0003] なお、関連するリチウムイオンキャパシタを用いた電源装置がある（特許文献1を参照）。特許文献1に記載の電源装置は、リチウムイオンキャパシタを備える電源装置であり、リチウムイオンキャパシタを2.0Vから3.2Vの電圧範囲で動作させる電力制御部を有する。

[0004] さらに、特許文献1には、電力需要量に基づいて太陽電池に要求される適正発電量を求め、要求される発電量に応じて、太陽電池の発電量を調整することが記載されている。

[0005] また、室内光のような低照度の環境下で太陽電池を発電させて、発電した電力を蓄電池に蓄積し、この蓄積した電力により負荷装置を駆動する試みがなされている。この場合、蓄電池としては、大容量でリーク電流の小さいことから、リチウムイオンキャパシタを用いることが望まれる。

[0006] 市販されているリチウムイオンキャパシタは、40F（ファラド）、10

0 F など、4 0 F 以上であることが主流である。また、リチウムイオンキャパシタは、特許文献 1 に記載されているように、セルの劣化を防ぐ観点から、2. 0 V 以上の電圧で使用することが好ましい。このため、電源装置では、リチウムイオンキャパシタの電圧を、例えば、余裕を見て、2. 5 V 以下の電圧にならないようすることがある。このため、リチウムイオンキャパシタの充電電圧が、2. 5 V よりも電位が下がったときに、一旦、負荷装置の動作を停止させて電力の供給を停止する。その後、電源装置では、発電素子が発電を開始すると、発電素子によりリチウムイオンキャパシタの再充電を開始する。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：日本国特開 2 0 1 3 - 7 8 2 3 5 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] リチウムイオンキャパシタの再充電する場合、リチウムイオンキャパシタの充電電圧が 2. 5 V を超えた時点で直ぐに負荷装置の動作を復帰させると、負荷装置の消費電力により、負荷装置の動作開始と動作停止とが繰り返される。つまり、負荷装置の動作復帰と、負荷装置の動作復帰時の消費電力によるリチウムイオンキャパシタの充電電圧の低下と、充電電圧の低下による負荷装置の動作の停止とが繰り返されることによりシステムを駆動させることができない。

[0009] また、負荷装置が、環境に関する情報を測定するセンサノードなどの通信装置の場合、発電素子が発電を開始してから 1 0 分程度でシステムの動作が復帰することが望まれている。しかしながら、従来の電源装置では、4 0 F 等の大容量のリチウムイオンキャパシタに充電を行うため、負荷装置に給電する出力電圧を早く立ち上げることができず、負荷装置の動作を復帰させるまでに長時間かかる。

[0010] システムの動作を復帰させる時間を短縮するために、蓄電池として使用するリチウムイオンキャパシタの充電電圧を検出する際の閾値電圧のヒステリシス電圧を小さくすることが考えられる。しかしながら、閾値電圧のヒステリシス電圧を小さくすると、システムの動作が再開した後の僅かな電圧変化で、負荷装置の動作が停止されてしまい、動作が安定しなくなる。

[0011] 本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであって、発電素子が発電を行う場合に、短時間で負荷装置の動作を復帰させることができる、蓄電システム、及び蓄電方法を提供する。

課題を解決するための手段

[0012] 上記課題を解決するため、リチウムイオンキャパシタの再充電開始後、負荷装置の動作を復帰させるのに必要な最低電圧を、例えば、2.7V（0.2Vのマージン）とするなど、動作停止時の電圧と、動作復帰時の電圧との間にヒステリシス幅を持たせる必要がある。しかしながら、例えば、容量40Fのキャパシタの電圧値を2.5Vから2.7Vまで充電して負荷装置の動作を復帰させる場合、環境発電素子から供給される充電電流が少ないため、例えば、数時間など長い充電時間が必要になり、負荷装置が数時間停止することになる。発明者らは更に鋭意研究した結果、本発明を導き出した。

[0013] 本発明の一態様は、蓄電システムであって、環境発電を行う発電素子と、前記発電素子の発電電力により給電されるとともに負荷装置に電力を供給する第1蓄電池と、前記第1蓄電池よりも容量が小さく前記第1蓄電池に直列に接続される第2蓄電池と、前記第2蓄電池に並列に接続され、閉状態の場合に前記第2蓄電池の両端を短絡し、開状態の場合に前記第2蓄電池の短絡状態を開放する第1スイッチ部と、前記第1スイッチ部の開閉状態を制御する切替部と、を備え、前記切替部は、前記第1スイッチ部により前記第2蓄電池の両端が短絡されており前記第1蓄電池から前記第1スイッチ部を介して前記負荷装置へ給電が行われる場合に、前記第1蓄電池の充電電圧を所定の第1閾値の電圧と比較し、前記第1蓄電池の充電電圧が前記第1閾値の電圧以下になった場合に、前記第1スイッチ部を開状態にするように制御し、

前記第1スイッチ部により前記第2蓄電池の両端が短絡状態から開放されており前記発電素子から前記第1蓄電池と前記第2蓄電池との直列回路に充電が行われる場合に、前記直列回路全体の充電電圧を検出するか又は前記第2蓄電池単体の充電電圧を検出し当該検出した充電電圧と前記第1蓄電池の充電電圧と合計することにより前記直列回路全体の充電電圧を求め、前記直列回路全体の充電電圧が、前記第1閾値の電圧よりも高い電圧である所定の第2閾値の電圧以上になった場合に、前記第1スイッチ部を閉状態にするように制御する。

[0014] このような構成の蓄電システムでは、容量の小さな第2蓄電池を第1蓄電池に直列に接続するとともに、第2蓄電池に並列に第1スイッチ部を接続する。第1スイッチ部は、閉状態の場合に第2蓄電池の両端を短絡し、開状態の場合に第2蓄電池の短絡状態を開放する。切替部は、第1スイッチ部の開閉状態を制御する。そして、切替部は、第1スイッチ部により第2蓄電池の両端が短絡されており、第1蓄電池から第1スイッチ部を介して負荷装置に給電が行われている場合に、第1蓄電池の充電電圧を第1閾値の電圧と比較する。

切替部は、第1蓄電池から負荷装置に第1スイッチ部を介して給電が行われている状態において、第1蓄電池の充電電圧が第1閾値の電圧以下になった場合に、第1スイッチ部を開状態にして第2蓄電池の両端の短絡状態を開放する。また、切替部は、第2蓄電池の短絡状態が解放されており、発電素子から第1蓄電池と第2蓄電池との直列回路に給電が行われている場合に、例えば、第1蓄電池及び第2蓄電池との充電電圧（直列回路全体の充電電圧）を検出し、充電電圧が所定の第2閾値の電圧以上になった場合に、第1スイッチ部を閉状態にして第2蓄電池の両端を短絡する。

[0015] また、例えば、切替部は、第2蓄電池の単体での充電電圧（直列回路の所定の部位の充電電圧）を検出し、第2蓄電池の充電電圧と第1蓄電池の充電電圧の合計の充電電圧（直列回路全体の充電電圧）が、所定の第2閾値の電圧以上になった場合に、第1スイッチ部を閉状態にして第2蓄電池の両端を短

絡するようによい。

これにより、蓄電システムでは、発電素子が発電を行う場合に、短時間で負荷装置の動作を復帰させることができる。

また、容量の小さい第2蓄電池は、短時間で充電電圧が上昇するため、第2閾値以上の電圧に短時間で上昇することができる。このため、蓄電システムは、短時間で負荷装置の動作を復帰させることができる。

また、通常の状態では、第2蓄電池は、第1スイッチ部により短絡され、正極も負極も第1蓄電池の正極と同電位となるため、第1スイッチ部が開放されると、その際の第1蓄電池の電位から第2蓄電池への充電が開始される。このため、蓄電システムは、第2蓄電池を短時間で第2閾値以上の電圧に充電することができる。言い換えると、第2蓄電池は、第1蓄電池と直列に接続されることで、第2蓄電池そのものの正極と負極での電位差は小さくても、第1蓄電池の電位から充電動作が開始される。このため、蓄電システムは、短時間で負荷装置の動作を復帰させることができる。

[0016] 本発明の第2態様は、上記第1態様に係る蓄電システムにおいて、前記第1蓄電池の容量は、前記発電素子の発電量と、前記第1蓄電池から電力を供給する前記負荷装置の消費電力の平均値と、前記第1蓄電池に蓄積された電力により前記負荷装置を連続駆動する時間と、に基づいて設定され、前記第2蓄電池の容量は、前記発電素子の発電量と、前記負荷装置の消費電力の平均値と、前記第1蓄電池の充電電圧が低下したことにより前記負荷装置の動作が停止した後に前記発電素子が発電を行い前記負荷装置の動作を復帰させるまでの時間と、に基づいて設定されるようによい。

[0017] このような構成の蓄電システムでは、負荷装置に電力を供給する第1蓄電池の容量の大きさを決める場合に、発電素子の発電量と、負荷装置の消費電力の平均値と、第1蓄電池に蓄積された電力により負荷装置を連続駆動する時間と、に基づいて、第1蓄電池の容量を決める。また、蓄電システムでは、小さい容量の第2蓄電池の容量を決める場合に、発電素子の発電量と、負荷装置の消費電力の平均値と、発電素子により発電が行われて負荷装置の動

作を復帰させるまで時間と、に基づいて、第2蓄電池の容量を決める。

これにより、蓄電システムでは、第1蓄電池に蓄積した電力により、負荷装置を所望の時間、連続駆動することができる。また、蓄電システムでは、発電素子により発電が行われる場合に、所望の時間で負荷装置の動作を復帰させることができる。

[0018] 本発明の第3態様は、上記第1又は第2態様に係る蓄電システムにおいて、前記第1蓄電池は、前記第2蓄電池よりもリーク電流が小さい種類のキャパシタであるようにしてもよい。

このような構成の蓄電システムでは、第1蓄電池は、長時間に渡り電力を保持するキャパシタであり、蓄積した電力を無駄に消費しないために、この第1蓄電池には、リーク電流の少ないキャパシタが用いられる。一方、第2蓄電池は、発電素子により当該第2蓄電池に給電が開始されてから負荷装置の動作を復帰させるまでの短時間においてのみ使用されるキャパシタであり、また、充電される最大の電圧が、第1閾値と第2閾値の差分の電圧であり、低い充電電圧でしか使用されない。このため、蓄電システムでは、第2蓄電池として、リーク電流の大きなキャパシタを用いることができる。

これにより、第1蓄電池は、蓄積した電力を無駄に消費することなく、長時間に渡り電力を保持することができる。

[0019] 本発明の第4態様は、上記第1から第3態様に係る蓄電システムにおいて、前記蓄電システムと前記負荷装置との間を接続又は開放する第2スイッチ部をさらに備え、前記切替部は、前記第1蓄電池の充電電圧を、前記第1閾値の電圧以上である第3閾値の電圧と比較して、前記第1蓄電池の充電電圧が前記第3閾値の電圧を超える場合に、前記第2スイッチ部を接続状態にし、前記第1蓄電池の充電電圧が前記第3閾値の電圧以下の場合に、前記第2スイッチ部を開放状態にするようにしてもよい。

[0020] このような構成の蓄電システムにおいて、切替部は、第1蓄電池の充電電圧が第3閾値の電圧を超えており、第1蓄電池から負荷装置に必要な電力を供給できる状態の場合に、第2スイッチ部を接続状態にして、負荷装置に電

力を供給する。一方、切替部は、第1蓄電池の充電電圧が第3閾値の電圧以下であり、第1蓄電池から負荷装置に必要な電力を供給できない状態の場合に、第2スイッチ部を開放状態にして、負荷装置への電力の供給を停止する。

これにより、蓄電システムは、負荷装置に必要な電力を供給できない状態の場合に、第2スイッチ部を開放状態にして負荷装置への電力の供給を停止し、負荷装置に必要な電力を供給できる状態の場合に、第2スイッチ部を接続状態にして負荷装置へ電力を供給することができる。

[0021] 本発明の第5態様は、上記第4態様に係る蓄電システムにおいて、前記第3閾値の電圧は、前記第1閾値の電圧と同じ電圧に設定され、前記切替部は、前記第1スイッチ部を閉状態にして前記第2蓄電池の両端を短絡させる場合に、前記第2スイッチ部を接続状態にし、前記第1スイッチ部を開状態にして前記第2蓄電池の両端を短絡状態から開放させる場合に、前記第2スイッチ部を開放状態にするようにしてもよい。

このような構成の蓄電システムにおいて、切替部は、第1スイッチ部を閉状態にして第2蓄電池の両端を短絡させている状態、つまり、第1蓄電池から負荷装置に必要な電力を供給できる状態の場合に、第2スイッチ部を接続状態にして、負荷装置に電力を供給する。また、切替部は、第1スイッチ部を開状態にして第2蓄電池の両端を短絡状態から開放している状態、つまり、発電素子から第1蓄電池と第2蓄電池との直列回路に充電を行っている場合に、第2スイッチ部を開放状態にする。

これにより、蓄電システムは、第1スイッチ部を閉状態にする場合に第2スイッチ部を接続状態にし、第1スイッチ部を開状態にする場合に第2スイッチ部を開放状態にすることができる。すなわち、蓄電システムは、第1スイッチ部の開閉状態と第2スイッチ部の開閉状態とを同じタイミングで制御できる。

[0022] 本発明の第6態様は、上記第1から第5態様に係る蓄電システムにおいて、前記発電素子の出力電圧を所定の電圧に変換して、前記第1蓄電池及び前

記第2蓄電池に給電を行うDC/DCコンバータを備え、前記DC/DCコンバータは、前記第1蓄電池の充電電圧が所定の上限電圧を超えないよう出力電圧を制御するようにしてもよい。

このような構成の蓄電システムでは、発電素子の出力側にDC/DCコンバータが接続される。このDC/DCコンバータは、発電素子の出力電圧を、負荷装置に供給する給電電圧に応じた電圧に変換する。DC/DCコンバータは、変換した電圧により、第1スイッチ部が閉状態の場合に第1蓄電池へ給電を行い、第1スイッチ部が開状態の場合に、第1蓄電池と第2蓄電池との直列回路へ給電を行う。また、DC/DCコンバータは、出力電圧が所定の上限電圧を超えないように制御することにより、第1蓄電池が過充電状態にならないようする。

これにより、蓄電システムは、発電素子の出力電圧を、負荷装置を動作させることのできる電圧に変換することができる。また、DC/DCコンバータは、第1蓄電池が過充電状態にならないようにができる。

[0023] 本発明の第7態様は、上記第1から第6態様に係る蓄電システムにおいて、前記第1蓄電池は、リチウムイオンキャパシタであるようにしてもよい。

このような構成の蓄電システムにおいて、大容量の第1蓄電池は、長時間に渡り電荷を保持する必要がある。このため、第1蓄電池には、リーク電流が小さいリチウムイオンキャパシタを用いる。

これにより、第1蓄電池は、発電素子から給電される電力を無駄に消費しないようにして、長時間保持することができる。このため、本発明の蓄電システムは、発電素子が発電を停止している場合や、発電素子の発電量が負荷装置の電力消費量よりも少ない場合においても、負荷装置を長時間に渡り動作させることができる。

[0024] 本発明の第8態様は、蓄電方法であって、環境発電を行う発電素子と、前記発電素子の発電電力により給電されるとともに負荷装置に電力を供給する第1蓄電池と、前記第1蓄電池よりも容量が小さく前記第1蓄電池に直列に接続される第2蓄電池と、前記第2蓄電池に並列に接続され、閉状態の場合

に前記第2蓄電池の両端を短絡し、開状態の場合に前記第2蓄電池の短絡状態を開放する第1スイッチ部と、前記第1スイッチ部の開閉状態を制御する切替部と、を備える蓄電システムにおける蓄電方法であって、前記切替部が、前記第1スイッチ部により前記第2蓄電池の両端が短絡されており前記第1蓄電池から前記第1スイッチ部を介して前記負荷装置へ給電が行われる場合に、前記第1蓄電池の充電電圧を所定の第1閾値の電圧と比較し、前記第1蓄電池の充電電圧が前記第1閾値の電圧以下になった場合に、前記第1スイッチ部を開状態にするように制御するステップと、前記切替部が、前記第1スイッチ部により前記第2蓄電池の両端が短絡状態から開放されており前記発電素子から前記第1蓄電池と前記第2蓄電池との直列回路に充電が行われる場合に、前記直列回路全体の充電電圧を検出するか又は前記第2蓄電池単体の充電電圧を検出し当該検出した充電電圧と前記第1蓄電池の充電電圧と合計することにより前記直列回路全体の充電電圧を求め、前記直列回路全体の充電電圧が、前記第1閾値の電圧よりも高い電圧である所定の第2閾値の電圧以上になった場合に、前記第1スイッチ部を閉状態にするように制御する。

これにより、蓄電システムでは、発電素子が発電を行う場合に、短時間で負荷装置の動作を復帰させることができる。

[0025] 本発明の第9態様は、蓄電システムであって、環境発電を行う発電素子と、負荷装置に電力を供給する給電線と、前記給電線を介して前記発電素子の発電電力により充電されるとともに前記負荷装置に電力を供給する第1蓄電池と、前記第1蓄電池よりも容量が小さい第2蓄電池と、前記給電線とグラウンドとの間に前記第1蓄電池と前記第2蓄電池とを並列に接続する並列接続状態と、前記給電線と前記グラウンドとの間に前記第1蓄電池と前記第2蓄電池とを直列に接続する直列接続状態とに選択的に設定するスイッチ部と、前記第1蓄電池が過放電となる電圧を検出する電圧検出部と、前記電圧検出部の検出電圧に応じて前記スイッチ部を制御する切替部と、を備え、前記切替部は、前記電圧検出部の検出電圧が下降したときの電圧と比較する第1閾値

電圧と、前記電圧検出部の検出電圧が上昇したときの電圧と比較する第2閾値電圧とを有し、前記スイッチ部が前記並列接続状態に設定されているときに、前記切替部は、前記電圧検出部の検出電圧を前記第1閾値電圧と比較し、前記電圧検出部の検出電圧が前記第1閾値電圧以下になった場合に、前記スイッチ部を前記直列接続状態に設定し、前記スイッチ部が前記直列接続状態に設定されているときに、前記切替部は、前記電圧検出部の検出電圧を前記第2閾値電圧と比較し、前記電圧検出部の検出電圧が前記第2閾値電圧以上になった場合に、前記スイッチ部を前記並列接続状態に設定する。

これにより、本発明の一態様に係る蓄電システムでは、発電素子が発電を行う場合に、短時間で負荷装置の動作を復帰させることができる。

[0026] 本発明の第10態様は、上記第9態様に係る蓄電システムであって、前記スイッチ部は、前記給電線と前記第1蓄電池との間を開閉する第1スイッチ部と、前記第2蓄電池を前記グランド側と前記第1蓄電池側とに選択的に接続する第2スイッチ部とからなり、前記第1スイッチ部を前記給電線と前記第1蓄電池との間が導通するように設定するとともに、前記第2スイッチ部を前記グランド側を選択するように設定することにより、前記並列接続状態とし、前記第1スイッチ部を前記給電線と前記第1蓄電池との間が遮断するように設定するとともに、前記第2スイッチ部を前記第1蓄電池側を選択するように設定することにより、前記直列接続状態とするようにしてもよい。

これにより、本発明の一態様に係る蓄電システムでは、第1スイッチ部と第2スイッチ部とにより、給電線とグランドとの間に第1蓄電池と第2蓄電池とを並列に接続する状態と、給電線とグランドとの間に第1蓄電池と第2蓄電池とを直列に接続する状態とに選択的に設定できる。システム再起動時には、給電線とグランドとの間に第1蓄電池と第2蓄電池とを直列に接続する状態とすることで、再起動時間を短縮できる。

[0027] 本発明の第11態様は、上記第9又は第10態様に係る蓄電システムにおいて、前記第1蓄電池の容量は、前記発電素子の発電量と、前記第1蓄電池から電力を供給する前記負荷装置の消費電力の平均値と、前記第1蓄電池に

蓄積された電力により前記負荷装置を連続駆動する時間と、に基づいて設定され、前記第2蓄電池の容量は、前記発電素子の発電量と、前記負荷装置の消費電力の平均値と、前記第1蓄電池の充電電圧が低下したことにより前記負荷装置の動作が停止した後に前記発電素子が発電を行い前記負荷装置の動作を復帰させるまでの時間と、に基づいて設定されるようにしてもよい。

これにより、蓄電システムでは、第1蓄電池に蓄積した電力により、負荷装置を所望の時間、連続駆動することができる。また、蓄電システムでは、発電素子により発電が行われる場合に、所望の時間で負荷装置の動作を復帰させることができる。

[0028] 本発明の第12態様は、上記第9から第11態様に係る蓄電システムにおいて、前記電圧検出部は、前記給電線の電圧を検出し、前記第1閾値電圧は、前記第1蓄電池の下限電圧に応じて設定され、前記第2閾値は、前記第1閾値電圧にヒステリシス電圧を加えた電圧に設定されるようにしてもよい。

第1閾値電圧を第1蓄電池の下限電圧に応じて設定することで、第1蓄電池のセルの劣化を防げる。また、第2閾値電圧は、第1閾値電圧にヒステリシス電圧を加えた電圧とすることで、動作を安定させることができる。

[0029] 本発明の第13態様は、上記第9から第11態様に係る蓄電システムにおいて、前記電圧検出部は、前記第1蓄電池の電圧を検出し、前記第1閾値電圧は、前記第1蓄電池の下限電圧に応じて設定され、前記第2閾値は、前記第1閾値電圧に、前記第1蓄電池の容量と前記第2蓄電池の容量とに応じて補正した補正ヒステリシス電圧を加えた電圧に設定されるようにしてもよい。

第1閾値電圧を第1蓄電池の下限電圧に応じて設定することで、第1蓄電池のセルの劣化を防げる。また、第2閾値電圧は、前記第1蓄電池の容量と前記第2蓄電池の容量とに応じて補正した補正ヒステリシス電圧を加えた電圧とすることで、動作を安定させることができる。

[0030] 本発明の第14態様は、上記第9から第13態様に係る蓄電システムにおいて、前記第1蓄電池は、前記第2蓄電池よりもリーク電流が小さい種類の

キャパシタであるようにしてもよい。

このような構成の蓄電システムにおいて、大容量の第1蓄電池は、長時間に渡り電荷を保持する必要がある。このため、第1蓄電池には、リーク電流が小さいキャパシタを用いる。

[0031] 本発明の第15態様は、上記第9から第14態様に係る蓄電システムにおいて、前記発電素子の出力電圧を所定の電圧に変換して、前記第1蓄電池及び前記第2蓄電池に給電を行うDC/DCコンバータを備え、前記DC/DCコンバータは、前記第1蓄電池の充電電圧が所定の上限電圧を超えないように出力電圧を制御するようにしてもよい。

これにより、蓄電システムは、発電素子の出力電圧を、負荷装置を動作させることのできる電圧に変換することができる。また、DC/DCコンバータは、第1蓄電池が過充電状態にならないようにすることができる。

[0032] 本発明の第16態様は、上記第9から第15態様に係る蓄電システムにおいて、前記第1蓄電池は、リチウムイオンキャパシタであってもよい。

このような構成の蓄電システムにおいて、大容量の第1蓄電池は、長時間に渡り電荷を保持する必要がある。このため、第1蓄電池には、リーク電流が小さいリチウムイオンキャパシタを用いる。

[0033] 本発明の第17態様は、蓄電方法であって、環境発電を行う発電素子と、負荷装置に電力を供給する給電線と、前記給電線を介して前記発電素子の発電電力により充電されるとともに前記負荷装置に電力を供給する第1蓄電池と、前記第1蓄電池よりも容量が小さい第2蓄電池と、前記給電線とグラウンドとの間に前記第1蓄電池と前記第2蓄電池とを並列に接続する並列接続状態と、前記給電線と前記グラウンドとの間に前記第1蓄電池と前記第2蓄電池とを直列に接続する直列接続状態とに選択的に設定するスイッチ部と、前記第1蓄電池が過放電となる電圧を検出する電圧検出部と、前記電圧検出部の検出電圧に応じて前記スイッチ部を制御する切替部と、を備える蓄電システムにおける蓄電方法であって、前記切替部は、前記電圧検出部の検出電圧が下降したときの電圧と比較する第1閾値電圧と、前記電圧検出部の検出電圧

が上昇したときの電圧と比較する第2閾値電圧とを有しており、前記スイッチ部が前記並列接続状態に設定されているときに、前記切替部が、前記電圧検出部の検出電圧を前記第1閾値電圧と比較し、前記電圧検出部の検出電圧が前記第1閾値電圧以下になった場合に、前記スイッチ部を前記直列接続状態に設定し、前記スイッチ部が前記直列接続状態に設定されているときに、前記切替部が、前記電圧検出部の検出電圧を前記第2閾値電圧と比較し、前記電圧検出部の検出電圧が前記第2閾値電圧以上になった場合に、前記スイッチ部を前記並列接続状態に設定する。

これにより、蓄電システムでは、発電素子が発電を行う場合に、短時間で負荷装置の動作を復帰させることができる。

発明の効果

[0034] 上記態様の蓄電システムおよび蓄電方法によれば、発電素子が発電を行う場合に、短時間で負荷装置の動作を復帰させることができる。

図面の簡単な説明

[0035] [図1]無線センサシステムの概要を示す説明図である。

[図2]第1実施形態に係る蓄電システムを用いたセンサノードの構成例を示す構成図である。

[図3]第1実施形態に係る負荷装置における消費電流の態様を示す説明図である。

[図4A]第1実施形態に係る太陽電池の概観を示す説明図である。

[図4B]図4Aの太陽電池セルの接続状態を示す説明図である。

[図5A]第1実施形態に係る第1蓄電池と第2蓄電池との接続構成を示す構成図である。

[図5B]第1実施形態に係る第1蓄電池と第2蓄電池との接続構成を示す構成図である。

[図6A]第1実施形態に係る第1スイッチ部がON状態の時の負荷装置への給電状態を示す説明図である。

[図6B]第1実施形態に係る第1スイッチ部がON状態の時の負荷装置への給

電状態を示す説明図である。

[図7A]第1実施形態に係る第1スイッチ部がOFF状態の時にける太陽電池から第2蓄電池への給電状態を示す説明図である。

[図7B]第1実施形態に係る第1スイッチ部がOFF状態の時にける太陽電池から第2蓄電池への給電状態を示す説明図である。

[図8]第1実施形態に係る蓄電システムにおける処理手順を示すフローチャートである。

[図9]第1実施形態に係る蓄電システムの運用例を示すイメージ図である。

[図10]図9の部分拡大図である。

[図11]第1実施形態に係る3連休の場合の蓄電システムの運用例を示すイメージ図である。

[図12]第2実施形態に係る蓄電システムの構成例を示す構成図である。

[図13]第2実施形態に係る蓄電システムにおける処理手順を示す第1のフローチャートである。

[図14]第2実施形態に係る蓄電システムにおける処理手順を示す第2のフローチャートである。

[図15]第3実施形態に係る蓄電システムの構成例を示す構成図である。

[図16A]第3実施形態に係る蓄電システムにおける各スイッチ状態での給電状態を示す説明図である。

[図16B]第3実施形態に係る蓄電システムにおける各スイッチ状態での給電状態を示す説明図である。

[図17]第3実施形態に蓄電システムにおけるスイッチ制御の説明図である。

[図18]第3実施形態に係る蓄電システムにおける処理手順を示すフローチャートである。

[図19]第4実施形態に係る蓄電システムの構成例を示す構成図である。

発明を実施するための形態

[0036] 以下、本発明の実施形態を、添付図面を参照して説明する。

[0037] 第1実施形態

図1は、無線センサシステム1の概要を示す説明図である。同図に示すように、無線センサシステム1は、監視センタ20と、センサノード10a、10bとを備えている。このセンサノード10a、10bは、後述する本発明の蓄電システム100（図2を参照）を備えている。

監視センタ20は、センサノード10a、10bにおける周囲環境の測定結果を収集し、収集した測定結果に対して演算処理などを行う。センサノード10a、10bは、測定結果を監視センタ20に無線送信する。

[0038] ここで、測定結果には、センサノード10a、10bが検出する情報であって、例えば、温度や、湿度、CO₂濃度、振動、水位、照度、電圧、電流、音声、画像などを示す情報が含まれる。また、測定結果は、人の存在の有無を、赤外線センサなどを用いて判定した結果を含むようにしてもよい。さらに、センサノード10a、10bは据え置き型の装置であってもよく、或いは、壁掛け型や、壁に貼り付けるタイプの装置であってもよい。

[0039] センサノード10a、10bは、エナジーハーベスト（Energy Harvest：環境発電）電源により電力が供給されて動作し、電源配線等の敷設を必要としないため、配置する際の自由度を高めている。

なお、図1では、センサノードとして、2つのセンサノード10a、10bを示しているが、センサノードは、1つであってもよく、また、3つ以上であってもよい。

また、センサノード10aとセンサノード10bとは同じ構成を有しており、以下の説明において、いずれか一方あるいは両方を示す際にセンサノード10と記載する。

[0040] 図2は、本実施形態に係る蓄電システム100を用いたセンサノード10の構成例を示す構成図である。このセンサノード10は、例えば、オフィス等の室内に設置されるセンサノードであって、太陽光や室内光発電により電源が供給されるセンサノードである。このセンサノード10は、温度と湿度の環境情報を取得し、これらの環境情報を監視センタ20に無線により周期的に送信する。例えば、センサノード10は、5分間隔で、環境情報を監視

センタ 20 に送信する。

[0041] 図 2 に示すように、センサノード 10 は、環境発電を行う太陽電池 110（発電素子）の発電電力を蓄電池に蓄積する蓄電システム 100 と、この蓄電システム 100 から給電される負荷装置 200 とで構成される。

負荷装置 200 は、例えば、配線や電池交換なしで動作するワイヤレスセンサとして機能する環境モニタ装置 210 等である。この環境モニタ装置 210 は、オフィス等の室内の温度を測定する温度センサ 211 と、室内の湿度を測定する湿度センサ 212 とを備えている。環境モニタ装置 210 は、温度センサ 211 により測定した室内温度の情報と、湿度センサ 212 により測定した室内湿度の情報を、無線通信ユニット 213 により、周期的に外部の監視センタ 20 に無線送信する。

[0042] なお、以下の説明において、「負荷装置 200 が動作を停止する」という場合は、負荷装置 200 が必要とする電源電圧を蓄電システム 100 から受電できないため、負荷装置 200 が測定動作と通信動作とを行えなくなる状態を意味し、負荷装置 200 が周期的な送信を行う場合のスリープ期間（休止期間）とは異なるものである。

また、「負荷装置 200 が動作を復帰する」という場合は、電源電圧低下により負荷装置 200 が一旦動作を停止した後に、負荷装置 200 が必要とする電源電圧を蓄電システム 100 から再び受電できるようになり、負荷装置 200 が測定動作と通信動作と行える状態になることを意味する。

[0043] まず、負荷装置 200 について説明する。

図 2 において、負荷装置 200 は、蓄電システム 100 から電力の供給を受けて動作し、蓄電システム 100 から供給される電源電圧が、例えば、2.7 V 以上の場合に動作を開始し、蓄電システム 100 から供給される電源電圧が、2.5 V 以下になると動作を停止するように構成されている。つまり、この負荷装置 200 は、蓄電システム 100 から供給される電源電圧が、例えば、2.5 V 以下になると動作を停止し、一旦動作を停止した後、電源電圧が、例えば、2.7 V 以上になると再び動作が復帰するよう構成され

、電源電圧に対して0.2Vのヒステリシス特性を有している。

[0044] 温度センサ211と湿度センサ212とは、センサノード10の使用用途に応じた測定器や検出器により構成される。温度センサ211及び湿度センサ212は、無線通信ユニット213の制御に応じて測定を行い、得られた測定結果を示す情報を無線通信ユニット213に出力する。この温度センサ211及び湿度センサ212による測定は、例えば、無線通信ユニット213が無線送信を行うタイミングに合わせて行われる。

[0045] 無線通信ユニット213は、温度センサ211及び湿度センサ212から入力される測定結果を符号化及び変調して送信信号を生成し、この送信信号を無線通信により監視センタ20に周期的に送信する。なお、環境モニタ装置210における消費電力の大半は、この無線通信ユニット213が無線送信を行う際の送信電力に費やされる。また、本実施形態では、無線通信ユニット213は、消費電力を低減するために、無線の受信機能を備えていないものとしているが、必ずしもこれに限定されず、所望の場合には、無線通信ユニット213が受信機能を備えるようにしてもよい。

[0046] また、環境モニタ装置210は、無線通信ユニット213が無線送信を行わない状態においては、スリープ状態（休止期間）に移行して、電力消費を低減させる。例えば、環境モニタ装置210は、送信間隔時間がT1分に設定された場合に、T1分間はスリープ状態になり、T1分経過後に再び復帰する。そして、復帰した際に、環境モニタ装置210は、再度、温度、湿度の情報を取得して無線送信する。つまり、環境モニタ装置210は、スリープ中は、温度、湿度の情報の取得と無線送信とを行わないようにしている。

[0047] なお、図3は、本実施形態に係る負荷装置200における消費電流の態様を示す説明図である。この図3において、横軸は時刻を示し、縦軸は、消費電流の大きさを示している。負荷装置200は、例えば、5分おきに送信を行う。例えば、図3に示すように、負荷装置200は、時刻t11から通信動作を開始し、時刻t13において通信動作を終了する。

そして、時刻t11からt13の通信期間Tmにおいて、時刻t12の時

点で、最大電流 A_2 （数 mA）程度のピーク値で電流が流れる。その後、時刻 t_{13} から時刻 t_{21} までの休止期間（スリープ期間） T_s が経過し、時刻 t_{11} から 5 分経過後の時刻 t_{21} において、負荷装置 200 は、再び通信動作を開始し、時刻 t_{23} において通信動作を終了する。この時刻 t_{21} から t_{23} の通信期間 T_m において、時刻 t_{22} の時点で、最大電流 A_2 （数 mA）程度のピーク値で電流が流れる。

この場合、蓄電システム 100 から負荷装置 200 に流れる電流は、平均値として、電流 A_1 （数十 μA ）程度の消費電流となる。

[0048] 図 2 に戻って、蓄電システム 100 について説明する。

蓄電システム 100 は、負荷装置 200 に電力を供給して、この負荷装置 200 を動作させる。この蓄電システム 100 は、環境発電素子を用いた太陽電池 110 と、DC/DC コンバータ 120（直流電圧—直流電圧変換装置）と、第 1 蓄電池 130 と、第 2 蓄電池 140 と、切替部 150 と、第 1 スイッチ部 160 と、電圧検出部 170 と、を備えている。

[0049] 太陽電池 110 は、低照度用の太陽電池であり、例えば、10000（Lux；ルクス）以下の照度で使用される太陽電池である。本実施形態において、太陽電池 110 の発電能力は、電灯の明るさが 200ルクス程度の場合、200～500（ μW ）程度の発電能力を有している。この太陽電池 110 は、オフィス等において電灯がついている期間、第 1 蓄電池 130 と第 2 蓄電池 140 とへの充電と、負荷装置 200 への電力の供給を行う。

[0050] 図 4 A および図 4 B はそれぞれ、本実施形態に係る太陽電池の概観と太陽電池セルの接続状態を示す説明図である。この図 4 A の平面図に示すように、太陽電池 110 の受光面側には、太陽電池セル A 111、太陽電池セル B 112、太陽電池セル C 113、及び太陽電池セル D 114 の 4 つの太陽電池セルが、平面状に配列されており、この 4 つの太陽電池セル A 111 から太陽電池セル D 114 は、図 4 B に示すように、直列に接続されて所定の出力電圧 V_s が得られるように構成されている。

[0051] 図 4 A および図 4 B に示す太陽電池 110 は、4 つの太陽電池セル A 111

1から太陽電池セルD114を直列に接続した例である。この直列に接続される太陽電池セルの個数は、DC/DCコンバータ120に出力される電圧 V_s が、DC/DCコンバータ120において所定の効率以上で昇圧動作及び降圧動作が行える電圧になるように選択される。例えば、太陽電池セルが低照度色素増感太陽電池である場合、直列に接続される太陽電池セルの個数を、例えば、最低3個以上にすることが望ましい。

[0052] 図2に戻って、蓄電システム100の説明を続ける。

太陽電池110の出力側には、DC/DCコンバータ120の入力側が接続される。DC/DCコンバータ120には、太陽電池110の出力電圧 V_s が入力される。DC/DCコンバータ120は、入力された電圧 V_s を、負荷装置200への給電電圧に応じた電圧に変換する。なお、DC/DCコンバータ120は、例えば、太陽電池110の出力電圧 V_s が負荷装置200の必要とする電圧よりも低い場合、昇圧コンバータ装置等で構成される。DC/DCコンバータ120は、変換した電圧を給電線DCL1に出力するとともに、第1蓄電池130、又は、第1蓄電池130と第2蓄電池140との直列回路を充電する。なお、DC/DCコンバータ120の出力電圧は、所定の上限電圧（例えば、3.7V）を超えないように制御されており、第1蓄電池130の充電電圧が過充電にならないようにしている。例えば、DC/DCコンバータ120は、入力された電圧 V_s が上限電圧（3.7V）を超えるような場合には、負荷装置200への給電電圧に応じた電圧に降圧する。

なお、通常は、太陽電池110の出力電圧（発電電圧） V_s が最大の場合でも、第1蓄電池130の上限電圧を超えないようにされている。

また、DC/DCコンバータ120は、集積回路を含んで構成されており、例えば、外部の外付け抵抗の抵抗値を調整することにより、出力電圧の上限値を設定できるように構成されている。

[0053] 第1蓄電池130と第2蓄電池140とは、直列に接続されている。この第1蓄電池130と第2蓄電池140とは、太陽電池110により充電され

て電荷を蓄積する。

第1蓄電池130は、リチウムイオンキャパシタ(LIC)であり、例えば、第2蓄電池140より容量の大きい40F(ファラド)の大容量のリチウムイオンキャパシタである。なお、第1蓄電池130を構成する40Fのリチウムイオンキャパシタは、リーク電流が第2蓄電池140より少ない。第1蓄電池130は、オフィス等において電灯が点灯されている期間、第1スイッチ部160がON(オン)状態の場合に、DC/DCコンバータ120を介して、太陽電池110の発電電力が給電される。また、第1蓄電池130は、太陽電池110が発電を行っていない場合や、太陽電池110の発電量が負荷装置200の電力消費量よりも少ない場合に、第1蓄電池130に充電されている電力を負荷装置200に供給する。例えば、第1蓄電池130は、オフィス等において電灯が消灯されている期間、第1スイッチ部160がON状態の場合に、第1蓄電池130に充電されている電力を負荷装置200に供給する。

なお、第1蓄電池130のリチウムイオンキャパシタは、出荷時に、例えば2.5Vから3.7V程度の電圧に充電されている。

[0054] 第2蓄電池140は、第1蓄電池130の容量より小容量のキャパシタであり、例えば、1F(ファラド)の電気二重層キャパシタ(EDLC)である。第2蓄電池140は、第1蓄電池130に直列に接続されている。また、第2蓄電池140を構成する電気二重層コンデンサは、リーク電流が第1蓄電池130のリチウムイオンキャパシタより大きい。第2蓄電池140は、オフィス等において電灯が点灯されている期間、第1スイッチ部160がOFF(オフ)状態の場合に、DC/DCコンバータ120を介して、太陽電池110の発電電力が給電される。また、第2蓄電池140は、電池値が所定の値以上の場合、第2蓄電池140に充電されている電力を負荷装置200に供給する。

[0055] なお、第1蓄電池130は、長時間に渡り電荷を保存する必要があるため、第1蓄電池130として、リーク電流が少ないリチウムイオンキャパシタ

が用いられる。一方、第2蓄電池140は、通常状態においては両端が短絡されており、負荷装置200の動作復帰時に短時間だけ使用されるキャパシタであり、また、充電される最大の電圧が、第1閾値と第2閾値との差分の電圧(0.2V)程度であり、ごく低い充電電圧で使用される。このため、第2蓄電池140には、第1蓄電池130よりリーク電流の大きなキャパシタを用いることができる。なお、第2蓄電池140は、第2蓄電池140の2.7V(第2閾値の電圧)と2.5V(第1閾値の電圧)との電圧差分の容量で、少なくとも1回分の負荷装置200の動作が可能であるようにされている。これにより、蓄電システム100では、第1スイッチ部160を接続した後、すぐにまた、第1蓄電池130の電圧 V_a が2.5V(第1閾値の電圧)以下になることを回避できる。

[0056] また、第1蓄電池130の容量は、40Fに限定されず、太陽電池110の発電量と、負荷装置200の消費電力の平均値と、負荷装置200を連続駆動したい時間と、に基づいて、適宜な容量のキャパシタを選定することができる。また、第2蓄電池140の容量は、1Fに限定されず、太陽電池110の発電量と、負荷装置200の消費電力の平均値と、負荷装置200を復帰させたい時間と、に基づいて、適宜な容量のキャパシタを選定することができる。

[0057] 図5Aおよび図5Bはそれぞれ、本実施形態に係る第1蓄電池130と第2蓄電池140との接続構成を示す構成図である。図5Aは、第1蓄電池130及び第2蓄電池140を単体のキャパシタで構成する例を示す。図5Bは、第1蓄電池130及び第2蓄電池140を複数のキャパシタで構成する例を示す。

図5Aに示すように、第1蓄電池130は、40Fの大容量のリチウムイオンキャパシタで構成され、第2蓄電池140は、1Fの小容量の電気二重層キャパシタで構成されている。そして、第2蓄電池140の正極(+)端子の端子は、給電線DCL1に接続され、第2蓄電池140の負極(-)端子は、給電線DCL2を介して第1蓄電池130の正極(+)端子に接続さ

れている。第1蓄電池130の負極(−)端子は、グラウンドGに接続されている。

[0058] 図2に戻って、蓄電システム100の説明を続ける。

第1スイッチ部160は、第2蓄電池140に並列に接続されている。この第1スイッチ部160は、ON状態(閉状態)の場合に、第2蓄電池140の両端を短絡し、OFF状態(開状態)の場合に、第2蓄電池140の両端を短絡状態から開放する。

[0059] 第1スイッチ部160内の端子aは、給電線DCL1のノードNbに接続され、このノードNbを介して、第2蓄電池140の正極(+)端子に接続されている。また、第1スイッチ部160内の端子bは、給電線DCL2のノードNcに接続され、このノードNcを介して、第2蓄電池140の負極(−)端子と第1蓄電池130の正極(+)端子とに接続されている。

[0060] そして、第1スイッチ部160がON状態の場合、つまり、第2蓄電池140の両端が短絡されている場合、給電線DCL1と給電線DCL2とが接続され、第1蓄電池130の正極(+)端子は、第1スイッチ部160を介して、給電線DCL1に直接接続される。この第1スイッチ部160がON状態の場合、給電線DCL1には、第1蓄電池130の充電電圧Vaが出力される。

[0061] 一方、第1スイッチ部160がOFF状態の場合、第1蓄電池130と第2蓄電池140とが直列に接続される。そして、第1スイッチ部160がOFF状態の場合、給電線DCL1には、第2蓄電池140の正極(+)端子の電圧Vbが出力される。この第2蓄電池140の正極(+)端子の電圧Vbは、第1蓄電池130と第2蓄電池140との直列回路の充電電圧Vbであり、第2蓄電池140自身の充電電圧と、第1蓄電池130の充電電圧Vaとが加算された電圧である。

[0062] なお、以下の説明において、「第2蓄電池140の正極(+)端子の電圧Vb」或いは「第1蓄電池130と第2蓄電池140との直列回路の充電電圧Vb」を、単に「第2蓄電池140の電圧Vb」と呼ぶことがある。また

、第1蓄電池130の充電電圧 V_a は、第1蓄電池130の正極(+)端子の電圧であり、この「第1蓄電池130の正極(+)端子の電圧 V_a 」或いは「第1蓄電池130の充電電圧 V_a 」を、単に「第1蓄電池130の電圧 V_a 」と呼ぶことがある。

[0063] なお、図5Aでは、第1蓄電池130及び第2蓄電池140を単体のキャパシタで構成する例を示しているが、図5Bに示すように、第1蓄電池130及び第2蓄電池140は、複数の蓄電キャパシタで構成されてもよい。つまり、第1蓄電池130及び第2蓄電池140のそれぞれを、任意の個数の蓄電キャパシタで構成することができる。

[0064] 図2に戻って、蓄電システム100の説明を続ける。

第1スイッチ部160は、切替部150から入力される制御信号CNT1の指示内容に応じて、ON状態又はOFF状態にする。なお、図2では、第1スイッチ部160として、機械式接点を用いたスイッチで構成される例を示しているが、実際には、スイッチは、MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) やIGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) 等の半導体スイッチング素子を用いた半導体スイッチを含んで構成されている。

[0065] 電圧検出部170は、例えば、抵抗分圧回路を用いて構成され、給電線DCL1の電圧 V_{out} を検出する。電圧検出部170は、給電線DCL1の電圧 V_{out} の電圧検出信号 V_f を切替部150に出力する。この電圧検出部170により検出される電圧は、第1スイッチ部160がON状態の場合、第1蓄電池130の電圧 V_a となり、OFF状態の場合、第2蓄電池140の電圧 V_b となる。

[0066] 切替部150は、比較部151を備えている。

比較部151は、電圧検出部170から入力した給電線DCL1の電圧 V_{out} の電圧検出信号 V_f を、自部が有する所定の基準電圧 $Ref1$ 及び $Ref2$ と比較する。

切替部150は、比較部151における比較結果に応じて、第1スイッチ

部160をON/OFF（開閉）する制御信号CNT1を、第1スイッチ部160に出力する。

[0067] 切替部150は、比較部151により給電線DCL1の電圧Voutが2.5V（第1閾値の電圧）以下であると判定された場合に、第1スイッチ部160をOFF状態にする制御信号CNT1を出力する。また、切替部150は、第1スイッチ部160をOFF状態にする制御信号CNT1を出力した後、比較部151により給電線DCL1の電圧Voutが2.7V（第2閾値の電圧）以上になったと判定された場合に、第1スイッチ部160をON状態にする制御信号CNT1を出力する。つまり、切替部150は、2.5Vと2.7Vとの間の0.2V幅のヒステリシス特性を持って、第1スイッチ部160の開閉状態を制御する。

[0068] より詳細には、第1スイッチ部がON状態の場合において、比較部151は、給電線DCL1の電圧Voutの電圧検出信号Vfを、所定の基準電圧Ref1と比較する。この基準電圧Ref1は、第1蓄電池130の過放電状態に近づいたことを判定する際に使用される電圧2.5V（第1閾値の電圧）に対応する。比較部151は、第1スイッチ部160がON状態において、給電線DCL1の電圧検出信号Vfを所定の基準電圧Ref1と比較することにより、第1蓄電池130の電圧Vaが2.5V以下であるか否かを判定する。そして、切替部150は、第1蓄電池130の電圧Vaが2.5V以下の場合に、制御信号CNT1を第1スイッチ部160に出力して、第1スイッチ部160をOFF状態にすることにより、第1蓄電池130と第2蓄電池140とを直列に接続する。これにより、蓄電システム100は、第1蓄電池130への充電と、第1蓄電池130からの負荷装置200への給電とが停止する。

[0069] また、比較部151は、第1スイッチ部160がOFFの状態において、給電線DCL1の電圧Voutの電圧検出信号Vfを所定の基準電圧Ref2と比較する。この基準電圧Ref2は、蓄電システム100が、太陽電池110から第1蓄電池130への充電と、第1蓄電池130から負荷装置2

00への給電を停止している状態（以下、第1蓄電池からの給電停止状態という）から、通常状態に復帰するか否かを判定する際に使用される電圧2.7V（第2閾値の電圧）に対応する。

比較部151は、第1スイッチ部160がOFFの状態において、給電線DCL1の電圧検出信号Vfを基準電圧Ref2と比較することにより、第2蓄電池140の電圧Vbが2.7V以上であるか否かを判定する。そして、切替部150は、第2蓄電池140の電圧Vbが2.7V以上である場合に、第1スイッチ部160をON状態にして、第2蓄電池140の両端を短絡状態にして、第1蓄電池130の正極（+）端子を給電線DCL1に直接接続する。これにより、蓄電システム100は、第1蓄電池130への充電と、第1蓄電池130からの負荷装置200への給電とが再開される。

[0070] なお、切替部150は、電圧検出部170によって第2蓄電池140の単体での充電電圧（直列回路の所定の部位の充電電圧）を検出し、この第2蓄電池140の充電電圧と第1蓄電池130の充電電圧の合計の充電電圧（直列回路全体の充電電圧）が、所定の第2閾値の電圧以上になった場合に、第1スイッチ部160を閉状態にして第2蓄電池140の両端を短絡するようにしてもよい。この場合、切替部150は、第1蓄電池130の電圧を第1閾値とみなして、単に第2蓄電池140のみの蓄電容量のみで、直列回路全体の充電電圧を判断してもよい。そして、切替部150は、第1スイッチ部160により第2蓄電池140の両端が短絡状態から開放されており太陽電池110から第1蓄電池130と第2蓄電池140との直列回路に充電が行われる場合に、直列回路全体の又は所定の部位の充電電圧を検出し、直列回路全体の充電電圧が、第1閾値の電圧よりも高い電圧である所定の第2閾値の電圧以上になった場合に、第1スイッチ部160をON状態にするように制御するようにしてもよい。

[0071] 次に、蓄電システム100の動作について説明する。

この蓄電システム100は、太陽電池110が発電を行っていない場合や、太陽電池110の発電量が負荷装置200の電力消費量よりも少ない場合

において、第1蓄電池130に蓄積された電力（電荷）により負荷装置200を駆動する。蓄電システム100は、第1蓄電池130に蓄積された電力により、例えば、負荷装置200を連続60時間程度に渡り駆動できるように構成されている。また、蓄電システム100は、太陽電池110からの給電が停止した状態において第1蓄電池130の充電電圧 V_a が低下することにより負荷装置200の動作が一旦停止した場合、太陽電池110の発電が再び開始されてから、10分程度で負荷装置200の動作を復帰できるように構成されている。

また、蓄電システム100は、太陽電池110の発電量が負荷装置200の電力消費量よりも少ない場合において、第1蓄電池130の充電電圧 V_a が低下することにより負荷装置200の動作が一旦停止した後、この太陽電池110の発電量が増えた場合はもちろんのこと、この太陽電池110の発電量が少ない状態場合が継続する場合においても、太陽電池110の発電量に応じて短時間で負荷装置200の動作を復帰できるように構成されている。

[0072] なお、本明細書では、「太陽電池110が発電を停止し、負荷装置200が動作を停止した後に、再び太陽電池110が発電を開始した場合」や、「太陽電池110の発電量が負荷装置200の電力消費量よりも少なく、負荷装置200が動作を停止した後に、太陽電池110の発電量が増えた場合や発電量が少ない状態が継続する場合」等を含めて、太陽電池110が発電状態にある場合を、単に「太陽電池110が発電を行う場合」と呼ぶことがある。

[0073] 蓄電システム100では、第1蓄電池130のリチウムイオンキャパシタのセルの劣化を防ぐ観点から、第1蓄電池130の充電電圧 V_a が過放電状態にならないように、2.5V（第1閾値の電圧）より低い電圧値にならないようしている。このため、蓄電システム100は、第1蓄電池130の充電電圧が、2.5Vの過放電状態に近い電圧の状態の場合に、第1蓄電池130から負荷装置200への電力の供給を停止する。例えば、負荷装置200

0が、蓄電システム100から供給される電源電圧が2.5V以下になった場合に、自ら動作を停止するようにする。

[0074] ここで、仮に、第1蓄電池130のみを所定の電圧値まで再充電して、この第1蓄電池130により負荷装置200の動作を復帰させるとした場合、以下に示す点を考慮する必要がある。

例えば、太陽電池110による第1蓄電池130の再充電と、負荷装置200の動作の復帰と、この負荷装置200の再起動による第1蓄電池130の充電電圧 V_a の低下と、この充電電圧 V_a の低下による負荷装置200の動作の停止と、の繰り返し動作が生じないようにする必要がある。このために、蓄電システム100では、負荷装置200に電力の供給を開始する電圧を、例えば、2.7V（第2閾値の電圧）に設定する。また、これに合わせて、負荷装置200自身が、電源電圧2.7V以上で動作を復帰するようにする。

[0075] しかしながら、蓄電システム100では、環境発電素子である太陽電池110から第1蓄電池130に供給できる充電電流が数十 μ A等と少ないため、容量が40Fの第1蓄電池130を2.5Vから2.7Vに充電する場合、数時間など長い充電時間を要することになる。このため、負荷装置200は、第1蓄電池130の再充電時において、数時間に渡り動作が停止するという問題が生じる。

[0076] そこで、本実施形態の蓄電システム100では、第1蓄電池130とともに、第2蓄電池140と、スイッチング機構としての第1スイッチ部160を用いている。蓄電システム100は、第1蓄電池130が第1閾値の電圧以上の通常状態において、第1スイッチ部160により第2蓄電池140の両端を短絡して、第1蓄電池130のみを使って充放電を行うようにしている。そして、蓄電システム100は、第1蓄電池130の充電電圧 V_a が2.5Vになったとき、負荷装置200への電力の供給を停止するとともに、第1スイッチ部160をOFF状態にして、第1蓄電池130に第2蓄電池140を直列に接続する。

[0077] その後、太陽電池 110 により発電が行われる場合に、太陽電池 110 は、第 1 蓄電池 130 と第 2 蓄電池 140 との直列回路に充電電流を流す。この場合、第 2 蓄電池 140 の容量は、第 1 蓄電池 130 の容量と比較して著しく容量が小さいため、太陽電池 110 からの充電電流により第 2 蓄電池 140 の充電電圧が急速に上昇する。このため、第 1 蓄電池 130 と第 2 蓄電池 140 の直列回路の充電電圧 V_b は、負荷装置 200 の動作を復帰させるのに必要な 2.7 V の電圧に短い時間で到達することができる。これにより、蓄電システム 100 は、負荷装置 200 を短時間（例えば、10 分程度）で復帰させることができる。

[0078] このように、本実施形態の蓄電システム 100 は、太陽電池 110 の発電量によって充電時間が数時間かかるような大容量の第 1 蓄電池 130 を用いた場合においても、負荷装置 200 に給電する出力電圧 V_{out} を早く立ち上げることができる。このため、蓄電システム 100 では、例えば、太陽電池 110 の発電が停止し第 1 蓄電池 130 の電圧 V_a が低下することにより負荷装置 200 の動作が一旦停止した場合に、太陽電池 110 が発電を開始してから短時間で負荷装置 200 の動作を復帰させることができる。

また、蓄電システム 100 は、太陽電池 110 の発電量が少ない状態において、負荷装置 200 の動作が停止した後、この発電量が少ない状態が継続される場合に、負荷装置 200 に給電する出力電圧 V_{out} を早く立ち上げることができる。このため、蓄電システム 100 では、太陽電池 110 の発電量が少ない状態において負荷装置 200 の動作が一旦停止した場合に、太陽電池 110 の発電量に応じて短時間で負荷装置 200 の動作を復帰させることができる。

なお、太陽電池 110 の発電量が少ない状態が継続する場合、負荷装置 200 が一定時間動作した後に、やがて、第 1 蓄電池 130 の充電電圧 V_a が 2.5 V 以下に低下して、負荷装置 200 の動作が再び停止する。つまり、太陽電池 110 の発電量が少ない状態において、負荷装置 200 の動作停止と動作復帰とが繰り返される。しかしながら、負荷装置 200 の動作復帰時

において、負荷装置 200 は、一定時間の間、測定と通信動作を継続して行うことができる。

[0079] また、上述した蓄電システム 100 では、第 1 閾値の電圧を 2.5 V としているが、この電圧は、リチウムイオンキャパシタが過放電状態にならない電圧以上の値であればよい。例えば、リチウムイオンキャパシタが過放電状態になる電圧が 2.2 V であれば、第 1 閾値の電圧を、2.3 V 等、2.2 V を超える電圧であればよい。

また、蓄電システム 100 では、第 2 閾値の電圧を 2.7 V にして第 2 蓄電池 140 の充電電圧が 0.2 V になるようにしているが、これに限定されず、例えば、2.6 V などとすることができる。また、この第 2 閾値の電圧に応じて、第 2 蓄電池 140 の容量を変更するようにしてもよい。例えば、蓄電システム 100 では、第 2 閾値の電圧を 2.6 V にした場合、第 2 蓄電池 140 の容量を 2 F にして、第 2 閾値の電圧が 2.7 V である場合と同じ電荷量を蓄積できるようにしてもよい。

[0080] 図 6 A および図 6 B は、本実施形態に係る第 1 スイッチ部 160 が ON 状態の時の負荷装置 200 への給電状態を示す説明図である。以下、図 6 A および図 6 B を参照して、第 1 スイッチ部 160 が ON 時の負荷装置 200 への給電の態様について説明する。

[0081] 図 6 A に示す例は、第 1 スイッチ部 160 が ON 状態であり、太陽電池 110 が発電を行っており、かつ、第 1 蓄電池 130 の充電電圧 V_a が 2.5 V (第 1 閾値) を超えている場合の例である。

図 6 A に示す状態において、太陽電池 110 の発電電力が十分大きい場合、例えば、太陽電池 110 の出力電圧 V_s を電圧変換する DC/DC コンバータ 120 の出力電圧が 3.0 V 等の場合、DC/DC コンバータ 120 は、負荷装置 200 に電流 I_1 を流して電力を供給するとともに、第 1 スイッチ部 160 を介して、第 1 蓄電池 130 に充電電流 I_2 を供給する。また、図 6 A に示す状態において、太陽電池 110 の発電電力が低下し、太陽電池 110 の発電量が負荷装置 200 の電力消費量よりも少なくなると、第 1 蓄

電池 130 から、第 1 スイッチ部 160 を介して、負荷装置 200 に電流 I3 を流して電力を供給する。つまり、太陽電池 110 の発電量が負荷装置 200 の電力消費量よりも少ない場合、第 1 蓄電池 130 は、第 1 スイッチ部 160 を介して、負荷装置 200 に電流 I3 を流して電力を供給する。

[0082] 一方、図 6 B に示すように、太陽電池 110 が発電を行っておらず、DC/DC コンバータ 120 から電力が供給されない場合、第 1 蓄電池 130 が、第 1 スイッチ部 160 を介して、負荷装置 200 に電流 I3 を流して電力を供給する。そして、図 6 B に示す状態において、第 1 蓄電池 130 の出力電圧が 2.5 V 以下になると、負荷装置 200 が測定動作と通信動作とを停止するとともに、第 1 蓄電池 130 から負荷装置 200 に電流 I3 が流れなくなる。このように、図 6 B に示す状態において、第 1 蓄電池 130 の出力電圧が 2.5 V 以下になると、切替部 150 は、第 1 スイッチ部 160 を OFF 状態にする。これにより、蓄電システム 100 は、第 1 蓄電池 130 への充電と、第 1 蓄電池 130 からの負荷装置 200 への給電とを停止し、第 1 蓄電池 130 と第 2 蓄電池 140 とを直列に接続する。

[0083] 図 7 A および図 7 B は、本実施形態に係る第 1 スイッチ部 160 が OFF 状態の時にける太陽電池 110 から第 2 蓄電池 140 への給電状態を示す説明図である。以下、図 7 A および図 7 B を参照して、第 1 スイッチ部 160 が OFF 時の太陽電池 110 から第 2 蓄電池 140 及び第 1 蓄電池 130 への給電の態様について説明する。

[0084] 図 7 A は、第 1 スイッチ部 160 を OFF 状態にした後に、太陽電池 110 が、第 1 蓄電池 130 と第 2 蓄電池 140 との直列回路へ充電を行っている状態を示すとともに、負荷装置 200 が動作を停止している状態を示す。この第 1 スイッチ部 160 の OFF 状態になった直後において、給電線 DC L1 の電圧 V_{out} は、第 2 蓄電池 140 の電圧 V_b になるが、第 2 蓄電池 140 の充電電圧が最初はほぼ 0 V であるため、電圧 V_b は、第 1 蓄電池 130 の充電電圧 2.5 V にほぼ等しくなる。

[0085] そして、第 1 スイッチ部 160 を OFF 状態にした後に、太陽電池 110

から、直列に接続されている第1蓄電池130と第2蓄電池140との直列回路に電流I11が流れる。これにより、第1蓄電池130と第2蓄電池140とへの充電が開始される。この場合、第1蓄電池130の容量が第2蓄電池140の容量よりも著しく大きいために、第2蓄電池140の電圧Vbの上昇分が、第2蓄電池140自身の充電電圧の上昇分の殆どを占める。このため、太陽電池110から第1蓄電池130と第2蓄電池140との直列回路へ充電を行うことは、太陽電池110から第2蓄電池140へ充電を行うことと見なすことができる。このため、以下の説明において、「太陽電池110から第1蓄電池130と第2蓄電池140との直列回路に充電を行う動作」のことを「太陽電池110から第2蓄電池140へ充電を行う動作」と呼ぶことがある。

[0086] そして、太陽電池110から第2蓄電池140への充電が開始されると、第2蓄電池140の容量が1Fと小さいため、第2蓄電池140の電圧Vbは、太陽電池110から40Fの第1蓄電池130を充電する場合と比較して、急速に上昇されることになる。そして、第2蓄電池140の電圧Vbが2.7Vまで上昇すると、図7Bに示すように、負荷装置200の動作が復帰し、太陽電池110から負荷装置200に電流I12が流れる。また、太陽電池110の発電量が負荷装置200の電力消費量よりも少ない場合は、第2蓄電池140から負荷装置200に電流I13が流れる。

これにより、負荷装置200は、測定と通信動作とを行えるようになる。第2蓄電池140の電圧Vbが2.7Vまで上昇したため、第1スイッチ部160が、OFF状態からON状態に移行し、蓄電システム100は、図6Aおよび図6Bに示す通常状態の動作に復帰する。

なお、第1スイッチ部160がOFF状態からON状態になる際に、図7Bに示すように、第1スイッチ部160を介して、第2蓄電池140から第1蓄電池130に電流I14が流れ、第1蓄電池130が第2蓄電池140に蓄積された電荷により充電される。

[0087] 図8は、本実施形態に係る蓄電システム100における処理手順を示すフ

ローチャートである。図8は、上述した蓄電システム100における動作の流れをフローチャートで示したものである。以下、図8を参照して、その処理の流れについて説明する。

[0088] 最初に、蓄電システム100が通常状態で動作しているとする（ステップS100）。つまり、蓄電システム100において、第1スイッチ部160がON状態であり、第1蓄電池130の電圧 V_a が2.5Vを超えており、また、負荷装置200が動作中であるとする。

[0089] 続いて、電圧検出部170は、給電線DCL1の電圧（この場合は、第1蓄電池130の電圧 V_a ）を検出し、電圧検出信号 V_f を切替部150に出力する（ステップS105）。

[0090] 続いて、切替部150では、電圧検出信号 V_f を所定の基準電圧 R_{ef1} と比較することにより、第1蓄電池130の電圧 V_a が2.5V（第1閾値の電圧）を超えているか否かを判定する（ステップS110）。

[0091] そして、ステップS110において、第1蓄電池130の電圧 V_a が2.5V（第1閾値の電圧）を超えていると判定された場合（ステップS110：Yes）、つまり、第1蓄電池130の電圧 V_a が2.5V以下でない場合、負荷装置200が動作を継続するとともに（ステップS115）、蓄電システム100は、ステップS105の処理に戻る。

続いて、蓄電システム100は、ステップS105以下の処理を再び実行する。

[0092] 一方、ステップS110において、第1蓄電池130の電圧 V_a が2.5V（第1閾値の電圧）を超えていないと判定された場合（ステップS110：No）、つまり、第1蓄電池130の電圧 V_a が2.5V以下になった場合、負荷装置200が動作を停止するとともに（ステップS120）、蓄電システム100は、ステップS130の処理に移行する。なお、第1蓄電池130の電圧 V_a が2.5V以下になった場合、負荷装置200は、第1蓄電池130から給電線DCL1を介して供給される電源電圧（この場合は、第1蓄電池130の電圧 V_a ）が2.5V以下になったことを自身で検出し

て、自身で測定と通信動作とを停止する。

[0093] 続いて、切替部150は、第1スイッチ部160をON状態からOFF状態に切替える(ステップS130)。これにより、蓄電システム100は、第1蓄電池130への充電と、第1蓄電池130からの負荷装置200への給電とを停止し、第1蓄電池130と第2蓄電池140とを直列に接続する。そして、太陽電池110が発電を行っている場合に、太陽電池110から第2蓄電池140への充電が行われる(ステップS140)。

[0094] 続いて、電圧検出部170は、給電線DCL1の電圧(この場合は、第2蓄電池140の電圧Vb)を検出し、電圧検出信号Vfを切替部150に出力する(ステップS150)。

切替部150は、電圧検出信号Vfを所定の基準電圧Ref2と比較することにより、第2蓄電池140の電圧Vbが2.7V(第2閾値の電圧)以上であるか否かを判定する(ステップS160)。

[0095] そして、ステップS160において、第2蓄電池140の電圧Vbが2.7V(第2閾値の電圧)以上でないと判定された場合(ステップS160:No)、ステップS130の処理に戻り、切替部150は、第1スイッチ部160のOFF状態をそのまま維持する(ステップS130)。続いて、蓄電システム100は、ステップS140以降の処理を繰り返して実行する。

すなわち、蓄電システム100は、第1蓄電池からの給電停止状態に移行した後、太陽電池110で発電が行われず、太陽電池110から第2蓄電池140に充電が行われない場合、第2蓄電池140の電圧Vbは上昇しないため、ステップS130からステップS160の処理が繰り返して実行される。また、太陽電池110から第2蓄電池140に充電が行われる場合においても、第2蓄電池140の電圧Vbが2.7V以上になるまでは、ステップS130からステップS160の処理が繰り返して実行される。

[0096] そして、太陽電池110が発電を行う場合、第2蓄電池140の電圧Vbが上昇して2.7V以上になり、切替部150により、第2蓄電池140の電圧Vbが2.7V(第2閾値の電圧)以上であると判定された場合(ステ

ップS160: Yes)、つまり、第2蓄電池140の電圧V_bが2.7Vまで上昇すると、負荷装置200の動作が復帰するとともに(ステップS170)、切替部150は、第1スイッチ部160をOFF状態からON状態に切替える(ステップS175)。なお、第2蓄電池140の電圧V_bが2.7V以上になった場合に、負荷装置200は、第2蓄電池140から給電線DCL1を介して供給される電源電圧(この場合は、第2蓄電池140の電圧V_b)が2.7V以上になったことを自身で検出して、自身で動作を復帰する。これにより、蓄電システム100は、通常状態に戻る。

また、切替部150は、ステップS175において第1スイッチ部160をOFF状態からON状態に切替えるタイミングを、負荷装置200の動作が復帰した後、所定の時間だけ遅らせるようにしてもよい。これにより、第2蓄電池140は、負荷装置200が測定動作と通信動作を行う場合に、少なくとも1回分の電力を供給できる。

続いて、蓄電システム100は、ステップS105の処理に戻り、ステップS105以降の処理を再び実行する。

[0097] 上記処理の流れにより、蓄電システム100は、太陽電池110による発電が行われていない場合や、太陽電池110の発電量が負荷装置200の電力消費量よりも少ない場合において、第1蓄電池130の充電電圧V_aが2.5V以下に低下した場合に、第1蓄電池130からの負荷装置200への放電とを停止する。

そして、蓄電システム100は、第1蓄電池130に第2蓄電池140を直列に接続した後、太陽電池110が発電を行う場合に、太陽電池110から、第2蓄電池140に充電を行う。蓄電システム100は、第2蓄電池140の容量が第1蓄電池130の容量より小さいため、急速に第2蓄電池140への充電を行うことができる。これにより、蓄電システム100は、第2蓄電池140に充電された電力を用いて負荷装置200に出力する電圧を早く立ち上げることができる。この結果、蓄電システム100では、第1蓄電池130の電圧値が低下して動作が一旦停止した負荷装置200の動作を

短時間で復帰させることができる。

[0098] 図9は、本実施形態に係る蓄電システム100の運用例を示すイメージ図である。図9に示す例は、縦軸に電圧値を示し、横軸に経過時間（h : h o u r）を示し、給電線DCL1に現れる出力電圧 V_{out} の変化特性を概念的にイメージで示している。

また、図9において、「明」で示す期間は、オフィスの室内が照明や外部光により明るくなる時間帯を示し、「暗」で示す期間は、夜間や照明が消されてオフィスの室内が暗くなる時間帯を示し、また、「ON」で示す期間は、第1スイッチ部160がON状態の期間を示し、「OFF」で示す期間は、第1スイッチ部160がOFF状態の期間を示している。

[0099] なお、図9において、給電線DCL1に現れる電圧 V_{out} は、第1スイッチ部160がON状態の時に第1蓄電池130の電圧 V_a になり、第1スイッチ部160がOFF状態の時に第2蓄電池140の電圧 V_b になる。このため、経過時刻「0時間」から経過時刻「72時間」の期間と、経過時刻 t_{41} から経過時刻「120時間」の期間は、第1スイッチ部160がON状態であるため、給電線DCL1の出力電圧 V_{out} が、第1蓄電池130の電圧 V_a で示されている。また、経過時刻「72時間」から経過時刻 t_{41} までの期間は、第1スイッチ部160がOFF状態であるため、給電線DCL1の出力電圧 V_{out} が、第2蓄電池140の電圧 V_b で示されている。

[0100] 図9において、1日目は、例えば、週末の金曜日の朝8時（例えば、オフィス等で室内の明るくなる時刻）から翌日の朝8時迄の24時間である。2日目は、土曜の朝8時から翌日の朝8時迄の24時間である。3日目は、日曜日の朝8時から翌日の朝8時迄の24時間である。4日目は、翌週の月曜日の朝8時から翌日の朝8時迄の24時間である。5日目は、火曜日の朝8時から翌日の朝8時迄の24時間である。

[0101] 図9に示す例では、1日目（金曜日の朝8時から土曜日の朝8時）と、4日目（月曜日の朝8時から火曜日の朝8時）と、5日目（火曜日の朝8時か

ら水曜日の朝8時)とにおいて、「明」の期間と「暗」の期間とが、一日単位で繰り返される。一方、2日目(土曜日の朝8時から日曜日の朝8時)と、3日目(日曜日の朝8時から月曜日の朝8時)においては、休業日のため、「暗」の期間が連続する。また、第1日目の最初の時点(経過時刻「0時間」:金曜日の朝8時)において、第1スイッチ部160がON状態にあり、給電線DCL1の電圧 V_{out} (第1蓄電池130の電圧 V_a)が2.9V程度の状態にあるとする。そして、この給電線DCL1の電圧2.9Vが、給電線DCL1から負荷装置200へ電源電圧として供給されており、負荷装置200が動作可能な状態にあるとする。

[0102] 経過時刻「0時間」時点において、オフィスの室内が外部光(あるいは、照明光)により明るくなる「明」の期間が始まる。この経過時刻「0時間」に始まる「明」の期間は、経過時刻「0時間」の後の経過時刻 t_{31} まで継続する。そして、経過時刻「0時間」から以降、太陽電池110に光が当り始めて、太陽電池110の発電が開始されると、太陽電池110から第1蓄電池130への充電が開始され、給電線DCL1の電圧 V_{out} が上昇し始める。なお、この時、第1スイッチ部160がON状態であるため、給電線DCL1の電圧 V_{out} は、第1蓄電池130の電圧 V_a になる。

[0103] 経過時刻0時から経過時刻 t_{31} 迄の「明」の期間において、第1蓄電池130の電圧 V_a が次第に増加し、時刻 t_{31} において、第1蓄電池130の電圧 V_a が最大値 V_{max} に到達する。

[0104] 続いて、経過時刻 t_{31} において、オフィスの室内が暗くなる「暗」の期間が始まる。経過時刻 t_{31} から始まる「暗」の期間は、この経過時刻 t_{31} の後の経過時刻「72時間」まで継続する。そして、経過時刻 t_{31} から以降、太陽電池110の発電が停止し、太陽電池110から第1蓄電池130への充電が停止される。そして、経過時刻 t_{31} 以降の「暗」期間において、負荷装置200の測定及び通信動作が周期的に繰り返されることにより、第1蓄電池130に蓄積された電荷が次第に減少し、第1蓄電池130の電圧 V_a が徐々に低下する。「暗」の期間は、経過時刻 t_{31} から、2日目

の経過時刻「24時間」と、3日目の経過時刻「48時間」とを経て、3日目の経過時刻「72時間」まで継続する。

[0105] 経過時刻 t_{31} から経過時刻「72時間」までの「暗」期間において、第1蓄電池130の電圧 V_a は、徐々に低下するが、「暗」期間において、第1蓄電池130の電圧 V_a が2.5Vを超えているため、第1スイッチ部160はON状態を維持する。また、「暗」期間において、第1蓄電池130の電圧 V_a が2.5Vを超えているため、負荷装置200は、動作を継続している。

このように、負荷装置200を週単位で運用する場合、蓄電システム100では、平日の金曜（1日目）までに太陽電池110から第1蓄電池130に充電を行っておき、休日（2日目及び3日目）に、第1蓄電池130に蓄積された電力を利用して、負荷装置200を動作させる。

[0106] そして、図9に示す例では、経過時刻「72時間」において、第1蓄電池130の電圧が2.5V以下に低下するとともに、経過時刻「72時間」の直後から「明」の期間が始まる。

このため、蓄経過時刻「72時間」において、第1蓄電池130の電圧 V_a が2.5V以下に低下し、負荷装置200が動作を停止するとともに、第1スイッチ部160がOFF状態になる。そして、第1スイッチ部160がOFF状態になることにより、第2蓄電池140が第1蓄電池130に直列に接続される。この第1スイッチ部160がOFF状態になった時点では、第2蓄電池140の充電電圧が0Vであるため、第2蓄電池140の電圧 V_b （より正確には、第1蓄電池130と第2蓄電池140との直列回路の充電電圧 V_b ）には、第1蓄電池130の充電電圧（2.5V）がそのまま現れる。

[0107] そして、経過時刻「72時間」の直後から「明」の期間が始まると、太陽電池110に光が当り始め、太陽電池110は、発電を開始して第2蓄電池140への充電を開始する。この場合、小容量の第2蓄電池140が、太陽電池110により急速に充電され、充電開始から10分（min）後の経過

時刻 t_{41} において、第2蓄電池140の電圧 V_b が2.7Vまで上昇する。つまり、太陽電池110から第2蓄電池140に充電を行う場合、第2蓄電池140の充電電圧 V_b は、太陽電池110から大容量の第1蓄電池130に充電を行う場合と比較して、約40倍の速さで上昇する。このため、第2蓄電池140の電圧 V_b は、充電開始から10分 (min) 後に2.7Vまで上昇する。

[0108] 経過時刻 t_{41} において、第2蓄電池140の電圧が2.7Vまで上昇すると、負荷装置200の動作が復帰して、負荷装置200が測定動作と通信動作とを開始するようになる。また、経過時刻 t_{41} において、第1スイッチ部160がOFF状態からON状態に移行することにより、蓄電システム100は、通常状態に移行する。この経過時刻 t_{41} 以降、第1スイッチ部160はON状態になり、給電線DCL1の V_{out} には、第1蓄電池130の電圧 V_a が現れる。そして、経過時刻 t_{41} 以降、「明」と「暗」の期間が繰り返されることにより、第1蓄電池130の電圧 V_a が変化する。そして、4日目以降、第1蓄電池130は、次の土曜日と日曜日において消費される分の電力を次第に蓄えてゆく。

[0109] 図10は、図9の部分拡大図である。図10は、図9において破線の丸印で囲んだ領域Hの部分拡大して示した図である。

図10において、経過時刻「72時間」において、第1スイッチ部160がOFF状態になり、第2蓄電池140と第1蓄電池130とが直列に接続される。そして、経過時刻「72時間」の直後から、太陽電池110に光が当り始め、太陽電池110は、第2蓄電池140と第1蓄電池130との直列回路に充電を開始する。そして、経過時刻「72時間」から経過時刻 t_{41} の間において、小容量の第2蓄電池140の電圧 V_b は、急速に増加し、経過時刻 t_{41} において、2.7Vに到達する。

一方、大容量の第1蓄電池130の電圧 V_a は、経過時刻「72時間」から経過時刻 t_{41} の間において、殆ど変化しない（厳密には、第2蓄電池140の充電電圧の増加分の約1/40の電圧だけ増加する）。

[0110] そして、経過時刻 t_{41} に至り、第2蓄電池140の電圧 V_b が2.7Vに到達すると、第1スイッチ部160がONになり、第2蓄電池140の両端が短絡されるとともに、第1蓄電池130の電圧 V_a が、 ΔV （例えば、0.05V）だけ上昇する。また、第2蓄電池140の電圧 V_b が、第1蓄電池130の電圧（2.5V + ΔV ）まで下降する。経過時刻 t_{41} 以降、太陽電池110から第1蓄電池130への充電が開始される。経過時刻 t_{41} 以降、第1スイッチ部160がON状態（第2蓄電池140の短絡状態）になるので、第2蓄電池140の電圧 V_b と第1蓄電池130の電圧 V_a とは同じ電圧となる。なお、図では、図面の見易さのために、経過時刻 t_{41} 以降、電圧 V_a が電圧 V_b よりも低い電圧になるようにして示されているが、実際には、電圧 V_a と電圧 V_b とは、同じ電圧である。

[0111] なお、図9及び図10に示した例では、第1蓄電池130の電圧 V_a が経過時刻 t_{31} から減少し始め、経過時刻「72時間」において、ちょうど2.5Vになる例を示しているが、例えば、第1蓄電池130の電圧 V_a は、3連休の場合、3日目の途中で、2.5Vに達することもあり得る。これは、センサノード10に要求されている負荷装置200の連続駆動能力を、連続60時間駆動としているためである。

[0112] 例えば、図11は、本実施形態に係る3連休の場合の蓄電システム100の運用例を示すイメージ図である。この図11は、図9と同様に、縦軸に電圧値を示し、横軸に経過時間（h）を示し、給電線DCL1に現れる第1蓄電池130の電圧 V_a と第2蓄電池140の電圧 V_b の変化特性を概念的にイメージで示している。図11は、図10と比較すると、1日目から3日目が休日（3連休）である点が異なり、1日目の経過時刻「0時間」から3日目の経過時刻「72時間」までの間、「暗」の期間が続く点が異なる。

[0113] この例の場合、3日目の経過時刻 t_{32} において、第1蓄電池130の電圧 V_a が2.5Vまで低下する。つまり、第1蓄電池130の電圧 V_a が、3日目の経過時刻「72時間」の前の時点 t_{32} で、2.5Vまで低下する。そして、この経過時刻 t_{32} において、第1蓄電池130の電圧 V_a が2

、5 Vに達した時点で、負荷装置200は、動作を停止する。また、この経過時刻 t_{32} において、第1スイッチ部160がOFF状態になり、第1蓄電池130には、第2蓄電池140が直列に接続される。そして、経過時刻 t_{32} から経過時刻「72時間」までの期間 T_k は「暗」の期間であるため、太陽電池110から第2蓄電池140への充電が行われず、この期間 T_k において、第1蓄電池130の充電電圧(2.5 V)がそのまま給電線DC L1に現れる。

[0114] 3日目の経過時刻「72時間」になると、経過時刻「72時間」から「明」の期間に入り、太陽電池110に光が当り始め、太陽電池110が発電を開始して、第2蓄電池140への充電を開始する。この場合、太陽電池110は、容量の小さい第2蓄電池140が、太陽電池110により急速に充電され、充電開始から10分(min)後の経過時刻 t_{41} において、第2蓄電池140の電圧 V_b が2.7 Vまで上昇する。そして、経過時刻 t_{41} において、第2蓄電池140の電圧 V_b が2.7 Vまで上昇すると、負荷装置200の動作が復帰して、負荷装置200は、測定と通信動作を開始する。

[0115] このように、3連休などの連休が続ぎ、連休の途中から負荷装置200が動作を停止した場合においても、蓄電システム100では、太陽電池110に光が当り始め、太陽電池110が発電を開始した場合に、短時間で負荷装置200の動作を回復することができる。

[0116] なお、蓄電システム100では、第1蓄電池130の電圧 V_a が所定の閾値の電圧(第1閾値以上の電圧)よりも低い場合に、負荷装置200の通信時間間隔を広げるようにしてもよい。これにより、蓄電システム100は、太陽電池110が発電を行っていない場合や、太陽電池110の発電量が負荷装置200の電力消費量よりも少ない場合において、第1蓄電池130が負荷装置200に供給する電力量を減らすことができる。このため、蓄電システム100は、負荷装置200に電力を供給する期間を長くすることができる。

[0117] また、上記蓄電システム100において、上記切替部150は、第1スイ

ッチ部160をOFF状態にした後、第1蓄電池130と第2蓄電池140との直列回路の電圧Voutが2.7V(第2閾値の電圧)以上になった場合に、第1スイッチ部160をON状態にしている。これに限定されず、切替部150は、第2蓄電池140の電位差(充電電圧)を見て第2閾値の電圧を決めるようにしても良い。

つまり、切替部150は、電圧検出部170によって第2蓄電池140の単体での充電電圧(直列回路の所定の部位の充電電圧)を検出し、この第2蓄電池140の充電電圧と第1蓄電池130の充電電圧の合計の充電電圧(直列回路全体の充電電圧)が、所定の第2閾値の電圧以上になった場合に、第1スイッチ部160を閉状態にして第2蓄電池140の両端を短絡するようにしてもよい。この場合、切替部150は、第1蓄電池130の電圧を第1閾値とみなして、単に第2蓄電池140のみの蓄電容量のみで、直列回路全体の充電電圧を判断してもよい。そして、切替部150は、第1スイッチ部160により第2蓄電池140の両端が短絡状態から開放されており太陽電池110から第1蓄電池130と第2蓄電池140との直列回路に充電が行われる場合に、直列回路全体の又は所定の部位の充電電圧を検出し、直列回路全体の充電電圧が、第1閾値の電圧よりも高い電圧である所定の第2閾値の電圧以上になった場合に、第1スイッチ部160をON状態にするように制御するようにしてもよい。

[0118] 以上説明したように、本実施形態の蓄電システム100は、環境発電を行う太陽電池110(発電素子)と、太陽電池110の発電電力により給電されるとともに負荷装置200に電力を供給する第1蓄電池130と、第1蓄電池130よりも容量が小さく第1蓄電池130に直列に接続される第2蓄電池140と、第2蓄電池140に並列に接続され、閉状態の場合に第2蓄電池140の両端を短絡し、開状態の場合に第2蓄電池140の短絡状態を開放する第1スイッチ部160と、第1スイッチ部160の開閉状態を制御する切替部150とを備える。

切替部150は、第1スイッチ部160により第2蓄電池140の両端が

短絡されており第1蓄電池130から第1スイッチ部160を介して負荷装置200へ給電が行われる場合に、第1蓄電池130の充電電圧 V_a を2.5V（所定の第1閾値の電圧）と比較し、第1蓄電池130の充電電圧 V_a が2.5V以下になった場合に、第1スイッチ部160を開状態にするように制御し、第1スイッチ部160により第2蓄電池140の両端が短絡状態から開放されており太陽電池110から第1蓄電池130と第2蓄電池140との直列回路に充電が行われる場合に、直列回路全体（第1蓄電池130及び第2蓄電池140との充電電圧（直列回路全体の充電電圧） V_b ）の又は所定の部位の充電電圧を検出し、直列回路全体の充電電圧が、第1閾値の電圧よりも高い電圧である2.7V（所定の第2閾値の電圧）以上になった場合に、第1スイッチ部160を閉状態にするように制御する。

[0119] このような構成の蓄電システム100では、容量の小さな第2蓄電池140を第1蓄電池130に直列に接続するとともに、第2蓄電池140に並列に第1スイッチ部160を接続する。この第1スイッチ部160は、閉状態の場合に第2蓄電池140の両端を短絡し、開状態の場合に第2蓄電池140の短絡状態を開放する。切替部150、第1スイッチ部160の開閉状態を制御する。そして、切替部150は、第1スイッチ部160により第2蓄電池140の両端が短絡されており、第1蓄電池130から第1スイッチ部160を介して負荷装置200に給電が行われている場合に、第1蓄電池130の充電電圧 V_a を2.5V（第1閾値の電圧）と比較する。そして、切替部150は、第1蓄電池130から負荷装置200に第1スイッチ部160を介して給電が行われている状態において、第1蓄電池130の充電電圧 V_a が2.5V（第1閾値の電圧）以下になった場合に、第1スイッチ部160を開状態にして第2蓄電池140の両端の短絡状態を開放する。

[0120] また、切替部150は、第2蓄電池140の短絡状態が解放されており、太陽電池110から第1蓄電池130と第2蓄電池140との直列回路に給電が行われている場合に、例えば、第1蓄電池130及び第2蓄電池140との充電電圧（直列回路全体の充電電圧）を検出し、この充電電圧が2.7

V（所定の第2閾値の電圧）以上になった場合に、第1スイッチ部160を閉状態にして第2蓄電池140の両端を短絡する。

[0121] これにより、蓄電システム100では、太陽電池110（発電素子）が発電を行う場合に、短時間で負荷装置200の動作を復帰させることができる。

また、蓄電システム100において、容量の小さい第2蓄電池140は、短時間で充電電圧が上昇するので、2.7V（第2閾値の電圧）以上の電圧に短時間で上昇することができる。このため、蓄電システム100は、短時間で負荷装置200の動作を復帰させることができる。

また、通常の状態において、第2蓄電池140は、第1スイッチ部160により短絡されており、正極も負極も第1蓄電池130の正極の電位と同電位となる。このため、第1スイッチ部160が解放されると、その際の第1蓄電池130と同じ電位から第2蓄電池140への蓄電が開始される。これにより、第2蓄電池140を短時間で2.7V（第2閾値の電圧）以上の電圧に充電することができる。言い換えると、第2蓄電池140は、第1蓄電池130と直列に接続されることで、第2蓄電池140そのものの正極と負極での電位差は小さくても、第1蓄電池130の電位から充電動作が開始される。このため、蓄電システム100は、短時間で負荷装置200の動作を復帰させることができる。

[0122] また、上記蓄電システム100において、第1蓄電池130の容量は、太陽電池110（発電素子）の発電量と、第1蓄電池130から電力を供給する負荷装置200の消費電力の平均値と、第1蓄電池130に蓄積された電力により負荷装置200を連続駆動する時間と、に基づいて設定され、第2蓄電池140の容量は、太陽電池110の発電量と、負荷装置200の消費電力の平均値と、第1蓄電池130の充電電圧 V_a が低下したことにより負荷装置200の動作が停止した後に太陽電池110により発電が行われ負荷装置200の動作を復帰させるまでの時間と、に基づいて設定される。

[0123] このような構成の蓄電システムで100は、負荷装置200に電力を供給

する第1蓄電池130の容量の大きさを決める場合に、太陽電池110（発電素子）の発電量と、負荷装置200の消費電力の平均値と、第1蓄電池130に蓄積された電力により負荷装置200を連続駆動する時間と、に基づいて、第1蓄電池130の容量を決める。また、蓄電システム100では、小さい容量の第2蓄電池140の容量を決める場合に、太陽電池110の発電量と、負荷装置200の消費電力の平均値と、負荷装置200の動作が停止した後に太陽電池110が発電を行い負荷装置200の動作を復帰させるまで時間と、に基づいて、第2蓄電池140の容量を決める。

これにより、蓄電システム100では、第1蓄電池130に蓄積した電力により、負荷装置200を所望の時間、連続駆動することができる。また、蓄電システム100では、負荷装置200の動作が停止した後、太陽電池110が発電を行う場合に、所望の時間で負荷装置200の動作を復帰させることができる。

[0124] また、上記蓄電システム100において、第1蓄電池130は、第2蓄電池140よりもリーク電流が小さい種類のキャパシタである。

このような構成の蓄電システム100では、第1蓄電池130は、長時間に渡り電力を保持するキャパシタであり、蓄積した電力を無駄に消費しないために、この第1蓄電池130には、リーク電流の少ないキャパシタが用いられる。一方、第2蓄電池140は、負荷装置200の動作が停止した後、太陽電池110が発電を行い負荷装置200の動作を復帰させるまでの短時間においてのみ使用されるキャパシタであり、また、充電される最大の電圧が、0.2V（第1閾値と第2閾値の差分の電圧）であり、低い充電電圧でしか使用されない。このため、蓄電システムでは、第2蓄電池140として、第1蓄電池130よりリーク電流の大きなキャパシタを用いることができる。

これにより、第1蓄電池130は、蓄積した電力を無駄に消費することなく、長時間に渡り電力を保持することができる。

[0125] また、上記蓄電システム100では、太陽電池110（発電素子）の出力

電圧 V_s を所定の電圧に電圧変換して、第1蓄電池130及び第2蓄電池140に給電を行うDC/DCコンバータ120を備え、DC/DCコンバータ120は、第1蓄電池130の充電電圧 V_a が所定の上限電圧（例えば、3.7V）を超えないように出力電圧を制御する。

[0126] このような構成の蓄電システム100では、太陽電池110（発電素子）の出力側にDC/DCコンバータ120が接続される。このDC/DCコンバータ120は、太陽電池110の出力電圧 V_s を、負荷装置200に供給する給電電圧に応じた電圧に変換する。

DC/DCコンバータ120は、変換した電圧により、第1スイッチ部160が閉状態の場合に第1蓄電池130へ給電を行い、第1スイッチ部160が開状態の場合に、第1蓄電池130と第2蓄電池140との直列回路へ給電を行う。また、DC/DCコンバータ120は、出力電圧が所定の上限電圧（例えば、3.7V）を超えないように制御することにより、第1蓄電池130が過充電状態にならないようする。

これにより、蓄電システム100は、太陽電池110（発電素子）の出力電圧 V_s を、負荷装置200を動作させることのできる電圧に変換することができる。また、DC/DCコンバータ120は、第1蓄電池130が過充電状態にならないようにすることができる。

[0127] また、上記蓄電システム100では、大容量の第1蓄電池130として、リチウムイオンキャパシタを用いる。

このような構成の蓄電システム100において、大容量の第1蓄電池130は、長時間に渡り電荷を保持する必要がある。このため、第1蓄電池130には、リーク電流が小さいリチウムイオンキャパシタを用いる。

これにより、第1蓄電池130は、太陽電池110（発電素子）から給電される電力を無駄に消費しないようにして、長時間保持することができる。このため、本発明の蓄電システム100は、太陽電池110が発電を停止している場合や、太陽電池110の発電量が負荷装置200の電力消費量よりも少ない場合においても、負荷装置200を長時間に渡り動作させることが

できる。

[0128] 第2実施形態

図12は、本実施形態に係る蓄電システム100Aの構成例を示す構成図である。図12に示す蓄電システム100Aは、図2に示す蓄電システム100と比較すると、第2スイッチ部180を新たに追加した点と、切替部150を、切替部150Aに変更した点と、負荷装置200を負荷装置200Aに変更した点とが異なる。また、負荷装置200Aは、入力電源仕様である2.5Vを超える電源電圧の供給を受けると、そのまま動作を開始するように構成されている点が、負荷装置200と異なる。他の構成は、図2に示す蓄電システム100と同様である。このため、同一の構成部分には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

[0129] 図12において、第2スイッチ部180は、一方の端子aが給電線DCL1に接続され、他方の端子bが、給電線DCL10を介して、負荷装置200Aに接続されている。この第2スイッチ部180は、切替部150Aから入力される制御信号CNT2の指示内容に応じて、ON状態又はOFF状態にすることにより、給電線DCL1と給電線DCL10との間を接続又は開放する。つまり、第2スイッチ部180がON状態になることにより、給電線DCL1と給電線DCL10とが接続され、蓄電システム100Aから負荷装置200Aに電力が供給される。

[0130] 切替部150Aは、比較部151Aを備えており、この比較部151Aは、第1スイッチ部160がONの状態において、第1蓄電池130の電圧Vaが2.5V（第1閾値の電圧）以下になった場合に、制御信号CNT1を第1スイッチ部160に出力して、第1スイッチ部160をOFF状態にすることにより、第1蓄電池130と第2蓄電池140とを直列に接続する。これにより、蓄電システム100Aは、第1蓄電池からの給電停止状態に移行する。

[0131] また、切替部150Aは、電圧検出信号Vfを所定の基準電圧Ref3と比較することにより、第1蓄電池130の電圧Vaが所定の第3閾値の電圧

を超えているか否かを判定する。なお、この第3閾値の電圧は、2.5V以上の電圧であって、かつ2.7V（第2閾値の電圧）以下の電圧であればよく、例えば、第1閾値の電圧である2.5Vと同じで電圧あってもよく、或いは、2.55Vや2.6Vなどと、第1閾値の電圧である2.5Vよりも高い電圧であってもよい。

[0132] 切替部150Aは、第1蓄電池130の電圧 V_a が、第3閾値の電圧以下である場合に、制御信号CNT2を第2スイッチ部180に出力して、第2スイッチ部180をOFF状態にして、負荷装置200Aへの電力の供給を停止する。また、切替部150Aは、第1蓄電池130の電圧 V_a が、第3閾値の電圧を超えている場合に、制御信号CNT2を第2スイッチ部180に出力して、第2スイッチ部180をON状態にして、負荷装置200Aへ電力を供給する。

これにより、蓄電システム100Aでは、第1蓄電池130の充電電圧 V_a が、第3閾値の電圧を超えている場合にのみ、負荷装置200Aへ電力を供給することができる。

[0133] 比較部151Aは、第1スイッチ部160がOFFの状態において、第2蓄電池140の電圧 V_b が2.7V以上になった場合に、第1スイッチ部160をON状態にして、第2蓄電池140の両端を短絡状態にして、第1蓄電池130を給電線DCL1に直接接続する。これにより、蓄電システム100Aは、第1蓄電池からの給電停止状態から、通常状態に復帰する。

[0134] このように、蓄電システム100Aにおいては、負荷装置200Aが、給電線DCL1から供給される電源電圧の大きさを自身で判定する必要がなく、第2スイッチ部180がON状態になり、蓄電システム100Aから電源電圧が供給されると、直ちに動作を開始することができる。

[0135] なお、蓄電システム100Aでは、第3閾値の電圧を2.5V（第1閾値の電圧と同じ電圧）にすることにより、第1スイッチ部160と、第2スイッチ部180とを、同じタイミングでON、OFFすることができる。つまり、第1スイッチ部160がON状態の時に、第2スイッチ部180がON

状態になり、第1スイッチ部160がOFF状態の時に、第2スイッチ部180がOFF状態になる。

[0136] 図13は、本実施形態に係る蓄電システム100Aにおける処理手順を示す第1のフローチャートである。図13は、上述した蓄電システム100Aにおける動作の流れをフローチャートで示したものである。以下、図13を参照して、その処理の流れについて説明する。

[0137] 最初に、蓄電システム100Aが通常状態で動作しているとする（ステップS200）。すなわち、蓄電システム100Aにおいて、第1スイッチ部160がON状態であり、第1蓄電池130の電圧Vaが2.5Vを超えており、第2スイッチ部180がON状態であり、負荷装置200Aが動作中であるとする。

[0138] 続いて、電圧検出部170は、給電線DCL1の電圧（この場合は、第1蓄電池130の電圧Va）を検出し、電圧検出信号Vfを切替部150Aに出力する（ステップS205）。

続いて、切替部150Aでは、電圧検出信号Vfを所定の基準電圧Ref3と比較することにより、第1蓄電池130の電圧Vaが第3閾値の電圧を超えているか否かを判定する（ステップS210）。

[0139] ステップS210において、第1蓄電池130の電圧Vaが第3閾値の電圧を超えていると判定された場合（ステップS210: Yes）、切替部150Aは、第2スイッチ部180がOFF状態の場合はON状態に切り替え、ON状態の場合はON状態をそのまま継続する（ステップS215）。これにより、蓄電システム100Aは、負荷装置200Aに電力を供給して、負荷装置200Aを動作させる（ステップS220）。続いて、蓄電システム100Aは、ステップS240の処理に移行する。

[0140] 一方、ステップS210において、第1蓄電池130の電圧Vaが第3閾値の電圧を超えていないと判定された場合（ステップS210: No）、切替部150Aは、第2スイッチ部180がON状態の場合はOFF状態に切り替え、OFF状態の場合はOFF状態をそのまま継続する（ステップS2

25)。これにより、蓄電システム100Aは、負荷装置200Aへの電力の供給を停止して、負荷装置200Aの動作を停止させる（ステップS230）。続いて、蓄電システム100Aは、ステップS240の処理に移行する。

[0141] 続いて、切替部150Aでは、電圧検出信号Vfを所定の基準電圧Ref1と比較することにより、第1蓄電池130の電圧Vaが2.5V（第1閾値の電圧）を超えているか否かを判定する（ステップS240）。

[0142] ステップS240において、第1蓄電池130の電圧Vaが2.5V（第1閾値の電圧）を超えていると判定された場合（ステップS240:Yes）、ステップS205の処理に戻り、蓄電システム100Aは、ステップS205以下の処理を繰り返して実行する。

一方、ステップS240において、第1蓄電池130の電圧Vaが2.5V（第1閾値の電圧）を超えていないと判定された場合（ステップS240:No）、つまり、第1蓄電池130の電圧が2.5V以下の場合、切替部150Aは、第1スイッチ部160をON状態からOFF状態に切替える（ステップS250）。これにより、蓄電システム100Aは、第1蓄電池からの給電停止状態に移行し、第1蓄電池130と第2蓄電池140とが直列に接続される。そして、太陽電池110が発電を行う場合に、太陽電池110から第2蓄電池140への充電が行われる（ステップS260）。

[0143] 続いて、電圧検出部170は、給電線DCL1の電圧（この場合は、第2蓄電池140の電圧Vb）を検出し、電圧検出信号Vfを切替部150Aに出力する（ステップS270）。切替部150Aでは、電圧検出信号Vfを所定の基準電圧Ref2と比較することにより、第2蓄電池140の電圧Vbが2.7V（第2閾値の電圧）以上であるか否かを判定する（ステップS280）。

[0144] ステップS280において、第2蓄電池140の電圧Vbが2.7V以上でないと判定された場合（ステップS280:No）、ステップS250の処理に戻り、切替部150Aは、第1スイッチ部160のOFF状態をその

まま維持し（ステップS250）、続いて、蓄電システム100Aは、ステップS260以降の処理を繰り返して実行する。

[0145] 切替部150Aにより、第2蓄電池140の電圧Vbが2.7V（第2閾値の電圧）以上であると判定された場合（ステップS280:Yes）、切替部150Aは、第1スイッチ部160をOFF状態からON状態に切替える（ステップS290）。続いて、蓄電システム100Aは、ステップS100の処理に戻り、ステップS205以降の処理を再び実行する。

[0146] 上記処理の流れにより、蓄電システム100Aは、第1蓄電池130の充電電圧Vaが低下することにより負荷装置200Aの動作が一旦停止した後、太陽電池110が発電を行う場合に、短時間で負荷装置200Aの動作を復帰させることができる。また、蓄電システム100Aは、負荷装置200Aが動作可能な第3閾値の電圧を超える電圧を供給できる場合にのみ、負荷装置200Aに給電を行うことができる。

[0147] また、図14は、本実施形態に係る蓄電システム100Aにおける処理手順を示す第2のフローチャートである。この図14は、蓄電システム100Aにおいて、第3閾値の電圧と第1閾値の電圧とを同じ電圧2.5Vとした場合の例である。

図14に示すフローチャートは、図13に示すフローチャートと比較すると、図14の破線で囲む処理ステップS210Aから230Aまで部分が、図13と異なる。他の処理ステップは、図13に示すフローチャートと同様である。このため、同一の処理内容のステップには同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

[0148] 図14を参照して、ステップS205において、電圧検出部170は、給電線DCL1の電圧（この場合は、第1蓄電池130の電圧Va）を検出し、電圧検出信号Vfを切替部150Aに出力する。

続いて、切替部150Aが、第1蓄電池130の電圧Vaが2.5V（第3閾値及び第1閾値の電圧）を超えているか否かを判定する（ステップS210A）。

[0149] ステップS 2 1 0 Aにおいて、第1蓄電池130の電圧V_aが2.5Vを超えていると判定された場合（ステップS 2 1 0 A : Y e s）、切替部150 Aは、第2スイッチ部180がOFF状態の場合はON状態に切り替え、ON状態の場合はそのままON状態を継続する（ステップS 2 1 5 A）。これにより、蓄電システム100 Aは、負荷装置200 Aに電力を供給して、負荷装置200 Aを動作させる（ステップS 2 2 0 A）。

続いて、蓄電システム100 Aは、ステップS 2 0 5の処理に戻り、ステップS 2 1 0 A以下の処理を繰り返して実行する。

一方、ステップS 2 1 0 Aにおいて、第1蓄電池130の電圧V_aが2.5Vを超えていないと判定された場合（ステップS 2 1 0 A : N o）、つまり、第1蓄電池130の充電電圧V_aが2.5V以下の場合、切替部150 Aは、第2スイッチ部180をOFF状態にする（ステップS 2 2 5 A）。これにより、蓄電システム100 Aは、負荷装置200 Aへの電力の供給を停止して、負荷装置200 Aの動作を停止させる（ステップS 2 3 0 A）。続いて、切替部150 Aは、ステップS 2 5 0の処理に移行する。その後のステップS 2 5 0以降の処理は、図13に示す処理と同じであり重複する説明は省略する。

[0150] このように、蓄電システム100 Aでは、第3閾値の電圧を2.5V（第1閾値の電圧と同じ電圧）にすることにより、第1スイッチ部160と、第2スイッチ部180とを、同じタイミングでON、OFFすることができる。すなわち、第1スイッチ部160がON状態の時に、第2スイッチ部180をON状態にし、第1スイッチ部160がOFF状態の時に、第2スイッチ部180をOFF状態にすることができる。このため、図13の場合と比較して、切替部150 Aにおける制御が、簡略化される。

[0151] 以上説明したように、蓄電システム100 Aは、蓄電システム100 Aと負荷装置200 Aとの間を接続又は開放する第2スイッチ部180をさらに備え、切替部150 Aは、第1蓄電池130の充電電圧V_aを、2.5V（第1閾値の電圧）以上である第3閾値の電圧と比較して、第1蓄電池130

の充電電圧 V_a が第3閾値の電圧を超える場合に、第2スイッチ部180を接続状態にし、第1蓄電池130の充電電圧 V_a が第3閾値の電圧以下の場合に、第2スイッチ部180を開放状態にする。

[0152] このような構成の蓄電システム100Aにおいて、切替部150Aは、第1蓄電池130の充電電圧 V_a が第3閾値の電圧を超えており、第1蓄電池130から負荷装置200Aに必要な電力を供給できる状態の場合に、第2スイッチ部180を接続状態にして、負荷装置200Aに電力を供給する。一方、切替部150Aは、第1蓄電池130の充電電圧 V_a が第3閾値の電圧以下であり、第1蓄電池130から負荷装置200Aに必要な電力を供給できない状態の場合に、第2スイッチ部180を開放状態にして、負荷装置200Aへの電力の供給を停止する。

これにより、蓄電システム100Aは、負荷装置200Aに必要な電力を供給できない状態の場合に、第2スイッチ部180を開放状態にして負荷装置200Aへの電力の供給を停止し、負荷装置200Aに必要な電力を供給できる状態の場合に、第2スイッチ部180を接続状態にして負荷装置200Aへ電力を供給することができる。

[0153] また、上記蓄電システム100Aにおいて、第3閾値の電圧は、2.5V（第1閾値の電圧と同じ電圧）に設定され、切替部150Aは、第1スイッチ部160を閉状態にして第2蓄電池140の両端を短絡させる場合に、第2スイッチ部180を接続状態にし、第1スイッチ部160を開状態にして第2蓄電池140の両端を短絡状態から開放させる場合に、第2スイッチ部180を開放状態にする。

[0154] このような構成の蓄電システム100Aにおいて、切替部150Aは、第1スイッチ部160を閉状態にして第2蓄電池140の両端を短絡させている状態、つまり、第1蓄電池130から負荷装置200Aに必要な電力を供給できる状態の場合に、第2スイッチ部180を接続状態にして、負荷装置200Aに電力を供給する。また、切替部150Aは、第1スイッチ部160を開状態にして第2蓄電池140の両端を短絡状態から開放している状態

、つまり、太陽電池 110（発電素子）から第 1 蓄電池 130 と第 2 蓄電池 140 との直列回路に充電を行っている場合に、第 2 スイッチ部 180 を開放状態にする。

これにより、蓄電システム 100A は、第 1 スイッチ部 160 を閉状態にする場合に第 2 スイッチ部 180 を接続状態にし、第 1 スイッチ部 160 を開放状態にする場合に第 2 スイッチ部 180 を開放状態にすることができる。すなわち、蓄電システム 100A は、第 1 スイッチ部 160 の開閉状態と第 2 スイッチ部 180 の開閉状態とを同じタイミングで制御できる。

[0155] 以上、本発明について説明したが、本発明の蓄電システムは、上述の図示例にのみ限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

例えば、図 2 及び図 12 に示した例では、発電素子として環境発電素子を用いた太陽電池 110 の例を示したが、これに限られない。発電素子は、環境発電を行える発電素子であればよい。ここで、光以外の環境発電とは、例えば熱、振動、風力、電波等による発電である。

[0156] また、図 2 に示す負荷装置 200 の例では、環境モニタ装置 210 が温度センサ 211 と湿度センサ 212 とを備える例を示したが、環境モニタ装置 210 は、温度センサ 211 と湿度センサ 212 の内の何れか 1 つのセンサを備えるようにしてもよい。また、環境モニタ装置 210 は、他の環境に関する情報を検出するセンサを備えていてもよい。他の環境に関する情報とは、例えば、照度、CO₂濃度、振動、水位、電圧、電流、音声、画像などである。

また、蓄電システム 100 及び 100A は、扉の開閉用の電源や電気のスイッチの電源として用いることができる。蓄電システムを扉の開閉用の電源等に用いる場合、扉の開閉用の電源や電気のスイッチの電源は、設置環境や使用状況に応じて電力消費量が異なるため、例え太陽電池 110 に光が当たっていても、発電量と電力消費量の収支がマイナスになる場合もある。このような場合に、蓄電システム 100 及び 100A を好適に用いることができ

る。

第3実施形態

図15は、本実施形態に係る蓄電システム300の構成例を示す構成図である。蓄電システム300は、負荷装置400に電力を供給して、負荷装置400を動作させる。負荷装置400は、例えば、配線や電池交換なしで動作するワイヤレスセンサとして機能する環境モニタ装置である。環境モニタ装置は、オフィス等の室内の温度を測定する温度センサや、室内の湿度を測定する湿度センサを備えている。負荷装置400は、蓄電システム300から電力の供給を受けて動作し、蓄電システム300から供給される電源電圧が、例えば、5.2V以上の場合に動作を開始し、蓄電システム300から供給される電源電圧が、2.5V以下になると動作を停止するように構成されている。なお、上述した各電圧値は一例であり、これに限られない。蓄電システム300に用いられる蓄電池に応じた電圧値、蓄電システム300の用途に応じた電圧値であってもよい。

[0157] 図15に示すように、蓄電システム300は、環境発電素子を用いた太陽電池310と、DC/DCコンバータ320（直流電圧—直流電圧変換装置）と、第1蓄電池330と、第2蓄電池340と、切替部350と、第1スイッチ部360と、電圧検出部370と、第2スイッチ部380を備えている。

[0158] 太陽電池310は、低照度用の太陽電池であり、例えば、10000（Lux；ルクス）以下の照度で使用される太陽電池である。太陽電池310は、受光面側に配列された複数の太陽電池セルを直列に接続し、所定の出力電圧 V_s が得られるように構成されている。太陽電池310の出力側には、DC/DCコンバータ320の入力側が接続される。

[0159] DC/DCコンバータ320は、太陽電池310から入力された電圧 V_s を、負荷装置400への給電電圧に応じた電圧に変換する。DC/DCコンバータ320の出力側は、給電線DCL1に接続される。負荷装置400には、給電線DCL1を通じて、電力が供給される。DC/DCコンバータ3

20は、例えば、太陽電池310の出力電圧 V_s が負荷装置400の必要とする電圧よりも低い場合、昇圧コンバータ装置等で構成される。また、DC/DCコンバータ320は、第1蓄電池330の充電電圧が所定の上限電圧を超えないように出力電圧を制御している。

[0160] 第1スイッチ部360は、第1蓄電池330の正極(+)端子と給電線DC L1との間をON又はOFFする。第1スイッチ部360の端子aは、電圧検出部370を介して、給電線DC L1に接続されるとともに、第2蓄電池340の正極(+)端子に接続される。第1スイッチ部360の端子bは、第1蓄電池330の正極(+)端子に接続されるとともに、第2スイッチ部380の端子fに接続される。

[0161] 第1蓄電池330は、太陽電池310の発電電力により充電されるとともに負荷装置400に電力を供給する。第1蓄電池330は、大容量のキャパシタであり、例えば40F(ファラド)のリチウムイオンキャパシタ(LIC)である。第1蓄電池330の負極(-)端子は、グラウンドGNDに接続される。第1蓄電池330の正極(+)端子は、第1スイッチ部360の端子bに接続されるとともに、第2スイッチ部380の端子fに接続される。なお、第1蓄電池330は、長時間に渡り電荷を保存する必要があるため、リーク電流が少ないリチウムイオンキャパシタが用いられる。第1蓄電池330の容量は、40Fに限定されず、太陽電池310の発電量と、負荷装置400の消費電力の平均値と、負荷装置400を連続駆動したい時間と、に基づいて、適宜な容量のキャパシタを選定することができる。なお、第1蓄電池330には、出荷時に、例えば2.5Vから3.7V程度の電圧に充電されている。

[0162] 第2蓄電池340は、第1蓄電池330の容量より小容量のキャパシタであり、例えば1F(ファラド)の電気二重層キャパシタ(EDLC)である。第2蓄電池340の正極(+)端子は、電圧検出部370を介して、給電線DC L1に接続されるとともに、第1スイッチ部360の端子aに接続される。第2蓄電池340の負極(-)端子は、第2スイッチ部380の共通

端子dに接続される。なお、第2蓄電池340の容量は、1Fに限定されず、太陽電池310の発電量と、負荷装置400の消費電力の平均値と、負荷装置400を復帰させたい時間と、に基づいて、適宜な容量のキャパシタを選定することができる。

[0163] 第2スイッチ部380は、第2蓄電池340の負極(−)端子を、グラウンドGND側と、第1蓄電池330の正極(+)端子側とに選択的に接続する。第2スイッチ部380の共通端子dは第2蓄電池340の負極(−)端子に接続される。第2スイッチ部380の端子eはグラウンドGNDに接続される。第2スイッチ部380の端子fは第1蓄電池330の正極(+)端子に接続されるとともに、第1スイッチ部360の端子bに接続される。なお、以下、第2スイッチ部380の共通端子dと端子eとが接続された状態を、第2スイッチ部380がグラウンドGND側を選択する状態と称する。また、第2スイッチ部380の共通端子dと端子fとが接続された状態を、第2スイッチ部380が第1蓄電池330側を選択する状態と称する。

[0164] 電圧検出部370は、第1蓄電池330の過放電電圧を検出するために設けられる。つまり、第1蓄電池330を構成するリチウムイオンキャパシタには下限電圧があり、この下限電圧に過放電されると、セルに劣化が生じる。電圧検出部370は、第1蓄電池330を構成するリチウムイオンキャパシタが下限電圧まで過放電されないように、第1蓄電池330の充電電圧に相当する電圧を検出している。ここでは、電圧検出部370は、給電線DCL1の電圧Voutを検出し、この電圧検出信号Vfを切替部350に出力することで、第1蓄電池330の過放電電圧に相当する電圧を検出している。電圧検出部370は、例えば、抵抗分圧回路を用いて構成される。

[0165] 切替部350は、電圧検出部370の検出電圧に応じて、第1スイッチ部360及び第2スイッチ部380を制御する。切替部350は比較部351を備えている。比較部351は、電圧検出部370から入力した給電線DCL1からの電圧検出信号Vfを、自部が有する所定の第1閾値電圧Ref1及び第2閾値電圧Ref2と比較する。第1閾値電圧Ref1は、通常状態

から給電線DCL1の電圧 V_{out} が下降し、負荷装置400が動作を停止する閾値電圧である。第1閾値電圧 $Ref1$ は、第1蓄電池330を構成するリチウムイオンキャパシタの下限電圧に応じて設定される。リチウムイオンキャパシタの下限電圧は、例えば2V程度であり、第1閾値電圧 $Ref1$ は、例えば2.5Vである。第2閾値電圧 $Ref2$ は、負荷装置400が動作を停止している状態から給電線DCL1の電圧 V_{out} が上昇し、通常状態に復帰する際の閾値電圧である。第2閾値電圧 $Ref2$ は、第1閾値電圧 $Ref1$ よりヒステリシス電圧に相当する電圧だけ高い電圧である。ヒステリシス電圧は、例えば2.7Vとし、第2閾値電圧 $Ref2$ は $(2.5V + 2.7V = 5.2V)$ である。

[0166] 通常状態では、切替部350は、第1スイッチ部360をON状態にする制御信号CNT1を出力するとともに、第2スイッチ部380がグランドGND側を選択する制御信号CNT2を出力する。なお、通常状態とは、太陽電池310の発電電力により第1蓄電池330及び第2蓄電池340に充電が行われるとともに、主に第1蓄電池330から負荷装置へ電力が供給されている状態である。

[0167] 通常状態において、太陽電池310の発電停止により、電圧検出部370から入力された電圧検出信号 V_f に基づいて、給電線DCL1の電圧 V_{out} が通常状態の電圧（例えば3V）から第1閾値電圧 $Ref1$ （2.5V）以下まで下降したと切替部350が判定する。このように判断した場合に、切替部350は、第1スイッチ部360をOFF状態にする制御信号CNT1を出力するとともに、第2スイッチ部380を第1蓄電池330側を選択させる制御信号CNT2を出力する。これにより、第1蓄電池330と第2蓄電池340とが並列接続から直列接続に切り替わり、給電線DCL1の電圧 V_{out} が第2蓄電池340の充電電圧と、第1蓄電池330の充電電圧とが加算された電圧になる。さらに、負荷装置400が動作を停止する。

[0168] 第1スイッチ部360がOFF状態で、第2スイッチ部380が第1蓄電池330側を選択された状態（高速起動状態ともいう）の直後は、第1蓄電

池330と第2蓄電池340とが並列接続から直列接続に切り替わっている
ので、給電線DCL1の電圧 V_{out} は第1閾値電圧 R_{ef1} の約2倍である。
その後の太陽電池310の発電再開により、給電線DCL1の電圧 V_{out}
が上昇する。給電線DCL1の電圧 V_{out} が第2閾値電圧 R_{ef2} (5.2V)
まで上昇した場合には、まず負荷装置400の動作が復帰する。
さらに切替部350は、給電線DCL1の電圧 V_{out} が第2閾値電圧 R_{ef2}
まで上昇したと判定し、第1スイッチ部360をON状態にする制御信号
CNT1を出力するとともに、第2スイッチ部380をグランドGND側
に選択させる制御信号CNT2を出力する。

これにより、第1蓄電池330と第2蓄電池340とが直列接続から並列接
続に切り替わる。このように、切替部350は、第1閾値電圧 R_{ef1} (2.5V)
と第2閾値電圧 R_{ef2} (5.2V) との間の2.7V幅のヒステ
リシス特性を持って、第1スイッチ部360及び第2スイッチ部380を制
御する。

[0169] 図15では、第1スイッチ部360及び第2スイッチ部380として、機
械式接点を用いたスイッチで構成される例を示している。スイッチは、MO
S F E T (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) や I G B
T (Insulated Gate Bipolar Transistor) 等の半導体スイッチング素子を用
いた半導体スイッチを含んで構成されていてもよい。

[0170] 次に、蓄電システム300の動作について説明する。図16A及び図16
Bは、本実施形態に係る蓄電システムにおける各スイッチ状態での給電状態
を示す説明図である。

図16Aは、第1スイッチ部360をON状態とするとともに第2スイッ
チ部380を、グランドGND側を選択する状態としたときの説明図である。
この状態では、第1スイッチ部360の端子aと端子bとが接続され、第
2スイッチ部380の共通端子dと端子eとが接続されている。この場合、
第1蓄電池330の正極(+)端子は、第1スイッチ部360を介して、給
電線DCL1に接続され、第1蓄電池330の負極(-)端子は、グランド

GNDに接続される。また、第2蓄電池340の正極(+)端子は給電線DCL1に接続され、第2蓄電池340の負極(-)端子は、第2スイッチ部380を介して、グランドGNDに接続される。したがって、給電線DCL1とグランドGNDの間に、第1蓄電池330と第2蓄電池340とが並列に接続される。

[0171] 通常状態では、太陽電池310の発電電力により第1蓄電池330及び第2蓄電池340に充電が行われるとともに、第1蓄電池330及び第2蓄電池340から、負荷装置400に放電電流 I_{a3} 及び I_{a4} を流して電力を供給する。このように、通常状態では、給電線DCL1とグランドGNDの間に、第1蓄電池330と第2蓄電池340とが並列に接続され、太陽電池310からの発電電力や負荷装置400の動作状態に応じて、第1蓄電池330及び第2蓄電池340は充放電される。なお、第1蓄電池330の容量は第2蓄電池340の容量より大きいことから、主として太陽電池310からの発電電力を充放電するのは、第1蓄電池330である。

[0172] 太陽電池310の発電が停止すると、第1蓄電池330及び第2蓄電池340の放電が進み、給電線DCL1の電圧 V_{out} は下降していく。給電線DCL1の電圧 V_{out} が第1閾値電圧 $Ref1$ (2.5V)以下まで下降すると、負荷装置400が動作を停止するとともに、切替部350は、第1スイッチ部360をOFF状態とするとともに、第2スイッチ部380を、第1蓄電池330側を選択する状態とする。

[0173] 図16Bは、第1スイッチ部360をOFF状態とするとともに第2スイッチ部380を第1蓄電池330側を選択した状態としたときの説明図である。この状態(高速起動状態)では、第1スイッチ部360の端子aと端子bとが遮断され、第2スイッチ部380の共通端子dと端子fとが接続されている。この場合、第1蓄電池330の正極(+)端子は、第2スイッチ部380を介して第2蓄電池340の負極(-)端子に接続される。したがって、給電線DCL1とグランドGNDの間に、第1蓄電池330と第2蓄電池340とが並列接続から直列接続に切り替わり、給電線DCL1の電圧V

out は第1 閾値電圧 R_{ef1} (2.5 V) の約2 倍になる。

[0174] その後、太陽電池310の発電が再開されると、太陽電池310から、第1蓄電池330と第2蓄電池340との直列回路に電流 I_b が流れ、第1蓄電池330及び第2蓄電池340への充電が開始される。これにより、給電線DCL1の電圧 V_{out} がさらに上昇していく。

[0175] 第2蓄電池340の容量(例えば1F)は第1蓄電池330の容量(例えば40F)に比べて小さい。このため、太陽電池310から第2蓄電池340への充電が開始されると、第2蓄電池340の充電電圧は急速に上昇する。給電線DCL1の電圧 V_{out} は、第1蓄電池330の充電電圧と第2蓄電池340の充電電圧との加算値になるので、第2蓄電池340の充電電圧の上昇により、給電線DCL1の電圧 V_{out} は急速に上昇していく。

給電線DCL1の電圧 V_{out} が第2 閾値電圧 R_{ef2} (5.2 V) 以上まで上昇したとき、負荷装置400の動作が復帰するとともに、切替部350は、図16Aに示したように、第1スイッチ部360をON状態とするとともに、第2スイッチ部380を、グランドGND側を選択する状態とする。これにより、第1蓄電池330と第2蓄電池340とが直列接続から並列接続に切り替わり、主に第1蓄電池330から負荷装置400に電源が再供給されるようになり、蓄電システム300は、通常状態の動作に復帰する。

[0176] 本実施形態では、切替部350は、第1 閾値電圧 R_{ef1} (2.5 V) と第2 閾値電圧 R_{ef2} (5.2 V) との間の2.7 V幅のヒステリシス特性を持って、第1スイッチ部360及び第2スイッチ部380を制御している。このため、安定した動作を維持できる。

[0177] 図17は、本実施形態に係る蓄電システム300におけるスイッチ制御の説明図である。

図17において、横軸は時間を示し、縦軸は電圧検出部370の検出電圧を示している。

[0178] 時刻 t_0 で、通常状態で太陽電池310の発電動作が停止したとする。このとき、第1スイッチ部360はON状態、第2スイッチ部380はグラン

ドGND側を選択する状態であるとする。太陽電池310の発電動作が停止すると、第1蓄電池330及び第2蓄電池340が放電され、図17に示すように、電圧検出部370の検出電圧は下降していく。

[0179] 時刻 t_1 で、電圧検出部370の検出電圧が第1閾値電圧 R_{ef1} (2.5V)以下まで下降すると、負荷装置400が動作を停止する。第1スイッチ部360はOFF状態になり、第2スイッチ部380は第1蓄電池330側を選択する状態となり、給電線DCL1とグラウンドGNDとの間に、第1蓄電池330と第2蓄電池340とが直列に接続され、給電線DCL1の電圧 V_{out} は第1閾値電圧 R_{ef1} (2.5V)の約2倍になる。

[0180] その後、時刻 t_2 で、太陽電池310の発電動作が再開されたとする。太陽電池310の発電が再開されると、太陽電池310から、第1蓄電池330と第2蓄電池340との直列回路に充電電流が流れる。これにより、電圧検出部370の検出電圧は上昇していく。第1蓄電池330には、小容量の第2蓄電池340が直列接続されているため、給電線DCL1の電圧 V_{out} は急速に上昇する。このため、図17に示すように、時刻 t_2 以降では、電圧検出部370の検出電圧は急速に上昇している。

[0181] 時刻 t_3 で、電圧検出部370の検出電圧が第2閾値電圧 R_{ef2} (5.2V)以上まで上昇すると、負荷装置400の動作が復帰するとともに、第1スイッチ部360はON状態となり、第2スイッチ部380はグラウンドGND側を選択する状態となり、通常状態の動作に復帰する。通常状態では、給電線DCL1とグラウンドGNDとの間に、第1蓄電池330と第2蓄電池340とが並列に接続されるので、時刻 t_3 以降では、電圧検出部370の検出電圧は徐々に上昇していく。

[0182] このように、本実施形態に係る蓄電システム300では、高速起動状態のとき、給電線DCL1とグラウンドGNDとの間に、第1蓄電池330と、小容量の第2蓄電池340とが直列に配設される。これにより、蓄電システム300は、第1蓄電池330の電圧値が低下して動作が一旦停止した負荷装置400の動作を、太陽電池310の発電が再開された後に短時間で復帰さ

せることができる。

[0183] 通常状態には、給電線DCL1とグラウンドGNDの間に、第1蓄電池330と第2蓄電池340とが並列に接続されているので、第2蓄電池340にも充電が行われている。したがって、第1蓄電池330と第2蓄電池340とを給電線DCL1とグラウンドGNDの間に直列に接続したときに、第2蓄電池340に電荷が残っていることになる。これにより、第2蓄電池340を完全に放電した状態から復帰させる場合に比べて、復帰時間を短くできる。

[0184] 図18は、本実施形態に係る蓄電システム300における処理手順を示すフローチャートである。

最初に、蓄電システム300が通常状態（並列接続）で動作しているとする（ステップS301）。つまり、蓄電システム300において、第1スイッチ部360がON状態、第2スイッチ部がグラウンドGND側を選択する状態であり、給電線DCL1の電圧Voutが2.5Vを超えており、また、負荷装置400が動作中であるとする。

[0185] 続いて、電圧検出部370は、給電線DCL1の電圧Voutを検出し、電圧検出信号Vfを切替部350に出力する（ステップS302）。続いて、切替部350では、電圧検出部370の検出電圧が第1閾値電圧Ref1（2.5V）以下か否かを判定する（ステップS303）。ステップS303において、電圧検出部370の検出電圧が第1閾値電圧Ref1（2.5V）以下ではないと判定された場合（ステップS303:No）、負荷装置400が動作を継続するとともに（ステップS304）、蓄電システム300は、ステップS302の処理に戻る。続いて、蓄電システム300は、ステップS302以下の処理を再び実行する。

[0186] 一方、ステップS303において、給電線DCL1の電圧Voutが第1閾値電圧Ref1（2.5V）以下である判定された場合（ステップS303:Yes）、負荷装置400が動作を停止するとともに（ステップS305）、蓄電システム300は、ステップS306の処理に移行する。

- [0187] ステップS306において、切替部350は、第1スイッチ部360をON状態からOFF状態に切替え、第2スイッチ部380を第1蓄電池330側を選択する状態に切替える。これにより、給電線DCL1とグラウンドGNDとの間に、第1蓄電池330と第2蓄電池340とが直列に接続される。そして、太陽電池310が発電を行っている場合に、太陽電池310から第1蓄電池330及び第2蓄電池340の直列回路への充電が行われる（ステップS307）。
- [0188] 続いて、電圧検出部370は、給電線DCL1の電圧 V_{out} を検出し、電圧検出信号 V_f を切替部350に出力する（ステップS308）。切替部350は、電圧検出部370の検出電圧が第2閾値電圧 $Ref2$ （5.2V）以上か否かを判定する（ステップS309）。そして、ステップS309において、電圧検出部370の検出電圧が第2閾値電圧 $Ref2$ （5.2V）以上でないと判定された場合（ステップS309：No）、ステップS306の処理に戻り、切替部350は、第1スイッチ部360をOFF状態、第2スイッチ部380を、第1蓄電池330側を選択する状態に維持する（ステップS306）。続いて、蓄電システム300は、ステップS306以降の処理を繰り返して実行する。
- [0189] 蓄電システム300は、太陽電池310で発電が行われず、太陽電池310から第1蓄電池330及び第2蓄電池340の直列回路への充電が行われない場合、給電線DCL1の電圧 V_{out} は上昇しないため、ステップS306からステップS309の処理が繰り返して実行される。太陽電池310からの発電が再開すると、第1蓄電池330及び第2蓄電池340の直列接続に充電電流が流れ、給電線DCL1の電圧 V_{out} が上昇する。
- [0190] 給電線DCL1の電圧 V_{out} が第2閾値電圧 $Ref2$ （5.2V）以上に上昇したと判定された場合（ステップS309：Yes）、負荷装置400の動作が復帰するとともに（ステップS310）、切替部350は、第1スイッチ部360をOFF状態からON状態に切替え、第2スイッチ部380を、グラウンドGND側を選択する状態に切替える（ステップS311）。

これにより、蓄電システム300は、通常状態（並列接続）に戻る。続いて、蓄電システム300は、ステップS302の処理に戻り、ステップS302以降の処理を再び実行する。

[0191] 以上のように、本実施形態の蓄電システム300は、環境発電を行う発電素子（例えば太陽電池310）と、負荷装置400に電力を供給する給電線DCL1と、給電線を介して発電素子の発電電力により充電されるとともに負荷装置に電力を供給する第1蓄電池330と、第1蓄電池よりも容量が小さい第2蓄電池340と、給電線とグラウンド（GND）との間に第1蓄電池と第2蓄電池とを並列に接続する並列接続状態（図16A）と、給電線とグラウンドとの間に第1蓄電池と第2蓄電池とを直列に接続する直列接続状態（図16B）とに選択的に設定するスイッチ部（第1スイッチ部360、第2スイッチ部380）と、第1蓄電池が過放電となる電圧を検出する電圧検出部370と、電圧検出部の検出電圧に応じてスイッチ部を制御する切替部350と、を備え、切替部は、電圧検出部の検出電圧が下降したときの電圧と比較する第1閾値電圧Ref1と、電圧検出部の検出電圧が上昇したときの電圧と比較する第2閾値電圧Ref2とを有し、スイッチ部が並列接続状態に設定されているときに、切替部は、電圧検出部の検出電圧を第1閾値電圧と比較し、電圧検出部の検出電圧が第1閾値電圧以下になった場合に、スイッチ部を直列接続状態に設定し、スイッチ部が直列接続状態に設定されているときに、切替部は、電圧検出部の検出電圧を第2閾値電圧と比較し、電圧検出部の検出電圧が第2閾値電圧以上になった場合に、スイッチ部を並列接続状態に設定する。

[0192] 上記構成によって、本実施形態では、発電素子が発電を行う場合に、短時間で負荷装置の動作を復帰させることができる。

[0193] 第4実施形態

図19は、本実施形態に係る蓄電システム300Aの構成例を示す構成図である。電圧検出部370Aの位置が第1実施形態の電圧検出部370の位置と異なっている。他の構成は、第1実施形態と同様であり、同一の構成部

分には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

- [0194] 第3実施形態では、電圧検出部370は、グラウンドGNDと給電線DCL1との間の電圧を検出して、切替部350に出力している。これに対して、第2実施形態では、電圧検出部370Aは、グラウンドGNDと第1蓄電池330の正極(+)端子との間の電圧を検出して、切替部350に出力している。
- [0195] 第3実施形態では、第1閾値電圧Ref1は、第1蓄電池330を構成するリチウムイオンキャパシタの下限電圧に応じて設定される。第1閾値電圧Ref1は、第1スイッチ部360がON状態、第2スイッチ部380はグラウンドGND側を選択する状態となっているときの閾値電圧である。このときには、第1スイッチ部360はON状態であるから、グラウンドGNDと給電線DCL1との間の電圧と、グラウンドGNDと第1蓄電池330の正極(+)端子との間の電圧とは等しい。したがって、第2実施形態の場合の第1閾値電圧Ref1Aは、第1実施形態の場合の第1閾値電圧Ref1と同様に、第1蓄電池330を構成するリチウムイオンキャパシタの下限電圧に応じて、例えば2.5Vに設定される。
- [0196] 第3実施形態では、第2閾値電圧Ref2は、第1閾値電圧Ref1よりヒステリシス電圧に相当する電圧だけ高い電圧に設定される。第2閾値電圧Ref2は、第1スイッチ部360がOFF状態、第2スイッチ部380が第1蓄電池330側を選択する状態となっているときの閾値電圧である。この場合、第1実施形態の場合の電圧検出部370では、グラウンドGNDと給電線DCL1との間の電圧を検出しており、この電圧は、第1蓄電池330の充電電圧と第2蓄電池340の充電電圧との加算値になる。これに対して、第2実施形態の場合の電圧検出部370Aでは、グラウンドGNDと第1蓄電池330との間の電圧(第1蓄電池330の充電電圧)を検出しており、第2蓄電池340の充電電圧の分だけ、異なる値となる。このため、第2実施形態では、第2閾値電圧Ref2Aを、第1閾値電圧Ref1Aに、第1蓄電池330の容量と第2蓄電池340の容量とに応じて補正した補正ヒス

テリシス電圧を加えた電圧に設定している。

[0197] すなわち、第3実施形態では、第2閾値電圧 R_{ef2} (5.2V) は、第1閾値電圧 R_{ef1} (2.5V) より、ヒステリシス電圧に相当する2.7Vだけ高い電圧 ($2.5V + 2.7V = 5.2V$) としている。ここで、ヒステリシス電圧の2.7Vは、直列接続された直後の第2蓄電池340の充電電圧 (2.5V) と、その後の太陽電池310の発電による主に第2蓄電池340の充電電圧の上昇分 (0.2V) からなる。

一方、本実施形態では、第1蓄電池330の容量を40Fとし、第2蓄電池340の容量を1Fとすると、第2蓄電池340での0.2Vの電圧変化は、第1蓄電池330では、 $(0.2V \times (1F / 40F))$ Vの電圧変化に相当する。したがって、本実施形態での第2閾値電圧 R_{ef2A} は、次式 (1)

[0198] $R_{ef2A} = 2.5V + (0.2V \times (1F / 40F)) \dots (1)$

[0199] として設定される。すなわち、第2閾値電圧 R_{ef2A} は、第1蓄電池330の容量 C_1 、第2蓄電池340の容量 C_2 である場合、 $R_{ef2A} = 2.5V + (0.2V \times (C_2 / C_1))$ で表される。なお、式 (1) における2.5V、0.2Vの値は一例であり、これに限られない。

[0200] 以上のように、本実施形態の蓄電システム300Aにおいて、電圧検出部370Aは、第1蓄電池330の電圧を検出し、第1閾値電圧 R_{ef1A} は、第1蓄電池の下限電圧に応じて設定され、第2閾値電圧 R_{ef2A} は、第1閾値電圧に、第1蓄電池の容量と第2蓄電池340の容量とに応じて補正した補正ヒステリシス電圧を加えた電圧に設定される。

[0201] この構成によって、本実施形態では、第1閾値電圧を第1蓄電池の下限電圧に応じて設定することで、第1蓄電池のセルの劣化を防げる。また、本実施形態では、第2閾値電圧を、第1蓄電池の容量と第2蓄電池の容量とに応じて補正した補正ヒステリシス電圧を加えた電圧とすることで、動作を安定させることができる。

[0202] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明の蓄電システムは、

上述の実施形態にのみ限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

例えば、上述の実施形態では、発電素子として環境発電素子を用いた太陽電池310の例を示したが、これに限られない。発電素子は、環境発電を行える発電素子であればよい。ここで、光以外の環境発電とは、例えば熱、振動、風力、電波等による発電である。

[0203] また、蓄電システム300及び300Aは、扉の開閉用の電源や電気のスイッチの電源として用いることができる。蓄電システムを扉の開閉用の電源等に用いる場合、扉の開閉用の電源や電気のスイッチの電源は、設置環境や使用状況に応じて電力消費量が異なるため、例え太陽電池310に光が当たっていても、発電量と電力消費量の収支がマイナスになる場合もある。このような場合に、蓄電システム300及び300Aを好適に用いることができる。

符号の説明

[0204] 100, 100A, 300, 300A…蓄電システム、110, 310…太陽電池（発電素子）、120, 320…DC/DCコンバータ、130, 330…第1蓄電池、140, 340…第2蓄電池、150, 150A, 350…切替部、151, 151A, 351…比較部、160, 360…第1スイッチ部、170, 370, 370A…電圧検出部、180, 380…第2スイッチ部、200, 200A, 400…負荷装置、210…環境モニタ装置、211…温度センサ、212…湿度センサ、213…無線通信ユニット

請求の範囲

[請求項1]

環境発電を行う発電素子と、
前記発電素子の発電電力により給電されるとともに負荷装置に電力を供給する第1蓄電池と、
前記第1蓄電池よりも容量が小さく前記第1蓄電池に直列に接続される第2蓄電池と、
前記第2蓄電池に並列に接続され、閉状態の場合に前記第2蓄電池の両端を短絡し、開状態の場合に前記第2蓄電池の短絡状態を開放する第1スイッチ部と、
前記第1スイッチ部の開閉状態を制御する切替部と、
を備え、
前記切替部は、
前記第1スイッチ部により前記第2蓄電池の両端が短絡されており前記第1蓄電池から前記第1スイッチ部を介して前記負荷装置へ給電が行われる場合に、前記第1蓄電池の充電電圧を所定の第1閾値の電圧と比較し、前記第1蓄電池の充電電圧が前記第1閾値の電圧以下になった場合に、前記第1スイッチ部を開状態にするように制御し、
前記第1スイッチ部により前記第2蓄電池の両端が短絡状態から開放されており前記発電素子から前記第1蓄電池と前記第2蓄電池との直列回路に充電が行われる場合に、前記直列回路全体の充電電圧を検出するか又は前記第2蓄電池単体の充電電圧を検出し当該検出した充電電圧と前記第1蓄電池の充電電圧と合計することにより前記直列回路全体の充電電圧を求め、前記直列回路全体の充電電圧が、前記第1閾値の電圧よりも高い電圧である所定の第2閾値の電圧以上になった場合に、前記第1スイッチ部を閉状態にするように制御する蓄電システム。

[請求項2]

前記第1蓄電池の容量は、前記発電素子の発電量と、前記第1蓄電池から電力を供給する前記負荷装置の消費電力の平均値と、前記第1

蓄電池に蓄積された電力により前記負荷装置を連続駆動する時間と、に基づいて設定され、

前記第2蓄電池の容量は、前記発電素子の発電量と、前記負荷装置の消費電力の平均値と、前記第1蓄電池の充電電圧が低下したことにより前記負荷装置の動作が停止した後に前記発電素子が発電を行い前記負荷装置の動作を復帰させるまでの時間と、に基づいて設定される請求項1に記載の蓄電システム。

[請求項3] 前記第1蓄電池は、前記第2蓄電池よりもリーク電流が小さい種類のキャパシタである

請求項1又は請求項2に記載の蓄電システム。

[請求項4] 前記蓄電システムと前記負荷装置との間を接続又は開放する第2スイッチ部をさらに備え、

前記切替部は、

前記第1蓄電池の充電電圧を、前記第1閾値の電圧以上である第3閾値の電圧と比較したときに、前記第1蓄電池の充電電圧が前記第3閾値の電圧を超える場合に、前記第2スイッチ部を接続状態にし、前記第1蓄電池の充電電圧が前記第3閾値の電圧以下の場合に、前記第2スイッチ部を開放状態にする

請求項1から請求項3の何れか一項に記載の蓄電システム。

[請求項5] 前記第3閾値の電圧は、前記第1閾値の電圧と同じ電圧に設定され、

前記切替部は、

前記第1スイッチ部を閉状態にして前記第2蓄電池の両端を短絡させる場合に、前記第2スイッチ部を接続状態にし、

前記第1スイッチ部を開状態にして前記第2蓄電池の両端を短絡状態から開放させる場合に、前記第2スイッチ部を開放状態にする

請求項4に記載の蓄電システム。

[請求項6] 前記発電素子の出力電圧を所定の電圧に変換して、前記第1蓄電池

及び前記第2蓄電池に給電を行うDC/DCコンバータを備え、

前記DC/DCコンバータは、前記第1蓄電池の充電電圧が所定の上限電圧を超えないように出力電圧を制御する

請求項1から請求項5の何れか一項に記載の蓄電システム。

[請求項7]

前記第1蓄電池は、リチウムイオンキャパシタである

請求項1から請求項6の何れか一項に記載の蓄電システム。

[請求項8]

環境発電を行う発電素子と、前記発電素子の発電電力により給電されるとともに負荷装置に電力を供給する第1蓄電池と、前記第1蓄電池よりも容量が小さく前記第1蓄電池に直列に接続される第2蓄電池と、前記第2蓄電池に並列に接続され、閉状態の場合に前記第2蓄電池の両端を短絡し、開状態の場合に前記第2蓄電池の短絡状態を開放する第1スイッチ部と、前記第1スイッチ部の開閉状態を制御する切替部と、を備える蓄電システムにおける蓄電方法であって、

前記切替部が、前記第1スイッチ部により前記第2蓄電池の両端が短絡されており前記第1蓄電池から前記第1スイッチ部を介して前記負荷装置へ給電が行われる場合に、前記第1蓄電池の充電電圧を所定の第1閾値の電圧と比較し、前記第1蓄電池の充電電圧が前記第1閾値の電圧以下になった場合に、前記第1スイッチ部を開状態にするように制御し、

前記切替部が、前記第1スイッチ部により前記第2蓄電池の両端が短絡状態から開放されており前記発電素子から前記第1蓄電池と前記第2蓄電池との直列回路に充電が行われる場合に、前記直列回路全体の充電電圧を検出するか又は前記第2蓄電池単体の充電電圧を検出し当該検出した充電電圧と前記第1蓄電池の充電電圧と合計することにより前記直列回路全体の充電電圧を求め、前記直列回路全体の充電電圧が、前記第1閾値の電圧よりも高い電圧である所定の第2閾値の電圧以上になった場合に、前記第1スイッチ部を閉状態にするように制御する、

蓄電方法。

[請求項9]

環境発電を行う発電素子と、
負荷装置に電力を供給する給電線と、
前記給電線を介して前記発電素子の発電電力により充電されるとともに前記負荷装置に電力を供給する第1蓄電池と、
前記第1蓄電池よりも容量が小さい第2蓄電池と、
前記給電線とグラウンドとの間に前記第1蓄電池と前記第2蓄電池とを並列に接続する並列接続状態と、前記給電線と前記グラウンドとの間に前記第1蓄電池と前記第2蓄電池とを直列に接続する直列接続状態とに選択的に設定するスイッチ部と、
前記第1蓄電池が過放電となる電圧を検出する電圧検出部と、
前記電圧検出部の検出電圧に応じて前記スイッチ部を制御する切替部と、
を備え、
前記切替部は、前記電圧検出部の検出電圧が下降したときの電圧と比較する第1閾値電圧と、前記電圧検出部の検出電圧が上昇したときの電圧と比較する第2閾値電圧とを有し、
前記スイッチ部が前記並列接続状態に設定されているときに、前記切替部は、前記電圧検出部の検出電圧を前記第1閾値電圧と比較し、前記電圧検出部の検出電圧が前記第1閾値電圧以下になった場合に、前記スイッチ部を前記直列接続状態に設定し、
前記スイッチ部が前記直列接続状態に設定されているときに、前記切替部は、前記電圧検出部の検出電圧を前記第2閾値電圧と比較し、前記電圧検出部の検出電圧が前記第2閾値電圧以上になった場合に、前記スイッチ部を前記並列接続状態に設定する、
蓄電システム。

[請求項10]

前記スイッチ部は、前記給電線と前記第1蓄電池との間を開閉する第1スイッチ部と、前記第2蓄電池を前記グラウンド側と前記第1蓄電

池側とに選択的に接続する第2スイッチ部とからなり、

前記第1スイッチ部を前記給電線と前記第1蓄電池との間が導通するように設定するとともに、前記第2スイッチ部を前記グランド側を選択するように設定することにより、前記並列接続状態とし、

前記第1スイッチ部を前記給電線と前記第1蓄電池との間が遮断するように設定するとともに、前記第2スイッチ部を前記第1蓄電池側を選択するように設定することにより、前記直列接続状態とする、請求項9に記載の蓄電システム。

[請求項11] 前記第1蓄電池の容量は、前記発電素子の発電量と、前記第1蓄電池から電力を供給する前記負荷装置の消費電力の平均値と、前記第1蓄電池に蓄積された電力により前記負荷装置を連続駆動する時間と、に基づいて設定され、

前記第2蓄電池の容量は、前記発電素子の発電量と、前記負荷装置の消費電力の平均値と、前記第1蓄電池の充電電圧が低下したことにより前記負荷装置の動作が停止した後に前記発電素子が発電を行い前記負荷装置の動作を復帰させるまでの時間と、に基づいて設定される、

請求項9又は請求項10に記載の蓄電システム。

[請求項12] 前記電圧検出部は、前記給電線の電圧を検出し、前記第1閾値電圧は、前記第1蓄電池の下限電圧に応じて設定され、前記第2閾値電圧は、前記第1閾値電圧にヒステリシス電圧を加えた電圧に設定される、

請求項9から請求項11の何れかに記載の蓄電システム。

[請求項13] 前記電圧検出部は、前記第1蓄電池の電圧を検出し、前記第1閾値電圧は、前記第1蓄電池の下限電圧に応じて設定され、前記第2閾値電圧は、前記第1閾値電圧に、前記第1蓄電池の容量と前記第2蓄電池の容量とに応じて補正した補正ヒステリシス電圧を加えた電圧に設定される、

請求項 9 から請求項 1 1 の何れかに記載の蓄電システム。

[請求項14] 前記第 1 蓄電池は、前記第 2 蓄電池よりもリーク電流が小さい種類のキャパシタである、請求項 9 から請求項 1 3 の何れかに記載の蓄電システム。

[請求項15] 前記発電素子の出力電圧を所定の電圧に変換して、前記第 1 蓄電池及び前記第 2 蓄電池に給電を行う DC / DC コンバータを備え、

前記 DC / DC コンバータは、前記第 1 蓄電池の充電電圧が所定の上限電圧を超えないように出力電圧を制御する、

請求項 9 から請求項 1 4 の何れかに記載の蓄電システム。

[請求項16] 前記第 1 蓄電池は、リチウムイオンキャパシタである、請求項 9 から請求項 1 5 の何れかに記載の蓄電システム。

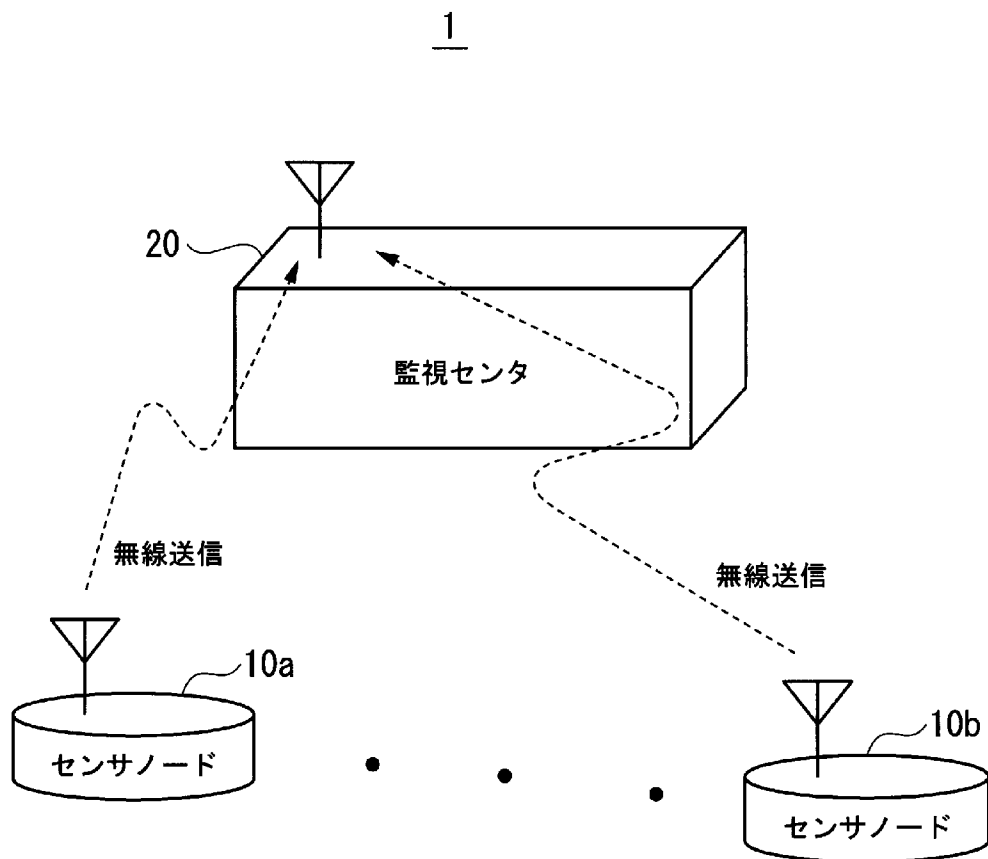
[請求項17] 環境発電を行う発電素子と、負荷装置に電力を供給する給電線と、前記給電線を介して前記発電素子の発電電力により充電されるとともに前記負荷装置に電力を供給する第 1 蓄電池と、前記第 1 蓄電池よりも容量が小さい第 2 蓄電池と、前記給電線とグラウンドとの間に前記第 1 蓄電池と前記第 2 蓄電池とを並列に接続する並列接続状態と、前記給電線と前記グラウンドとの間に前記第 1 蓄電池と前記第 2 蓄電池とを直列に接続する直列接続状態とに選択的に設定するスイッチ部と、前記第 1 蓄電池が過放電となる電圧を検出する電圧検出部と、前記電圧検出部の検出電圧に応じて前記スイッチ部を制御する切替部と、を備える蓄電システムにおける蓄電方法であって、

前記切替部は、前記電圧検出部の検出電圧が下降したときの電圧と比較する第 1 閾値電圧と、前記電圧検出部の検出電圧が上昇したときの電圧と比較する第 2 閾値電圧とを有しており、

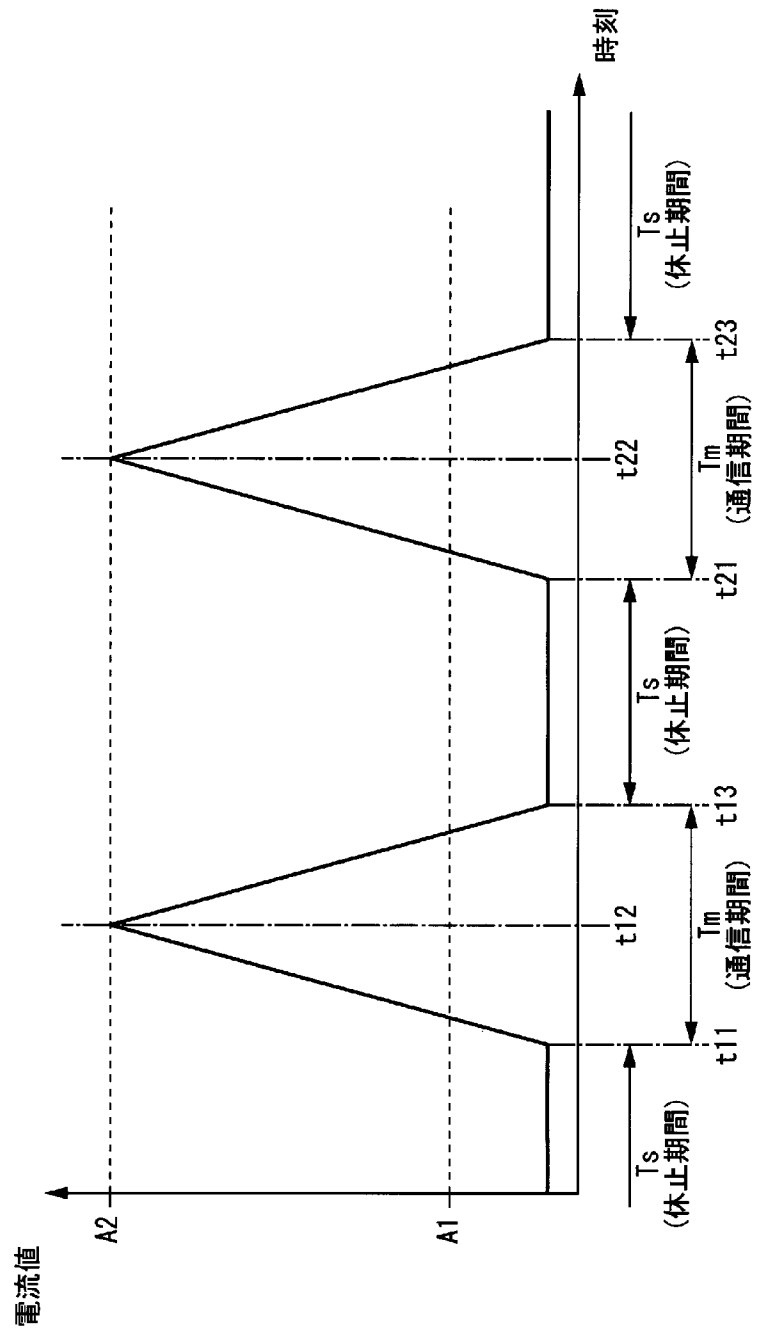
前記スイッチ部が前記並列接続状態に設定されているときに、前記切替部が、前記電圧検出部の検出電圧を前記第 1 閾値電圧と比較し、前記電圧検出部の検出電圧が前記第 1 閾値電圧以下になった場合に、前記スイッチ部を前記直列接続状態に設定し、

前記スイッチ部が前記直列接続状態に設定されているときに、前記切替部が、前記電圧検出部の検出電圧を前記第2 閾値電圧と比較し、前記電圧検出部の検出電圧が前記第2 閾値電圧以上になった場合に、前記スイッチ部を前記並列接続状態に設定する、蓄電方法。

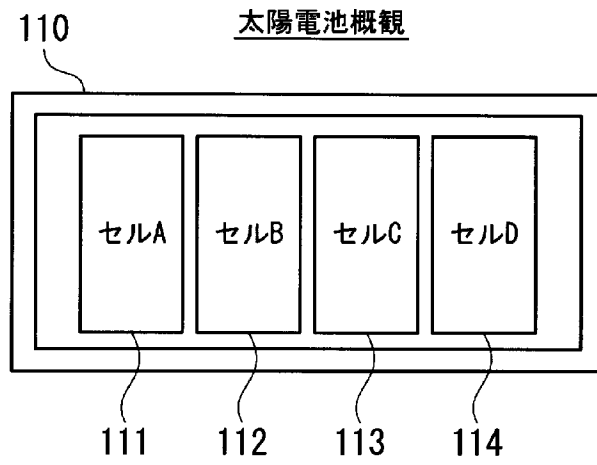
[図1]



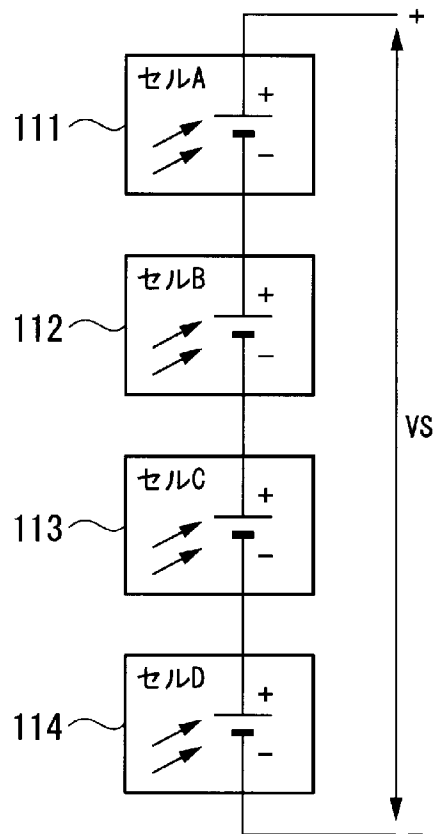
[図3]



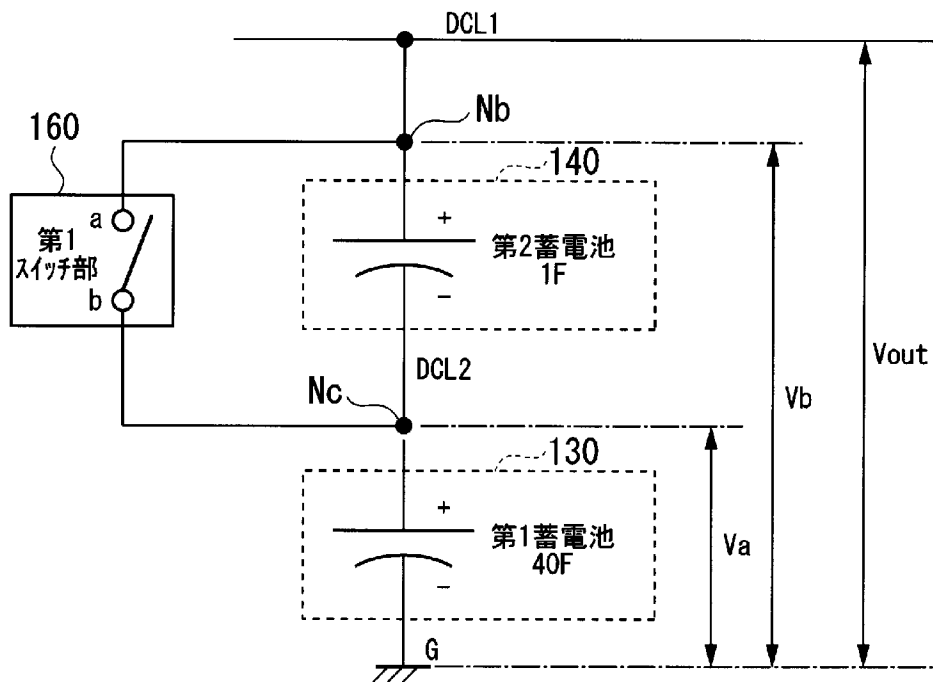
[図4A]



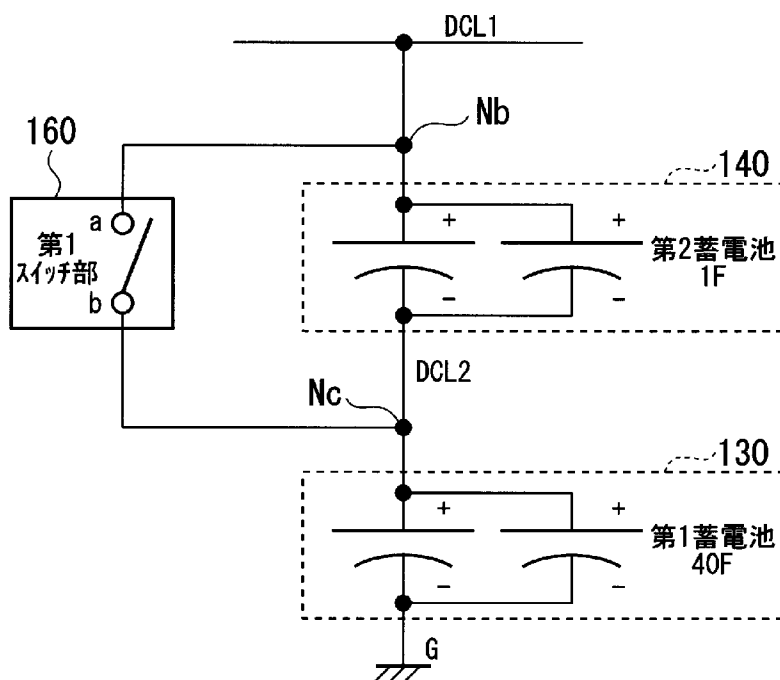
[図4B]



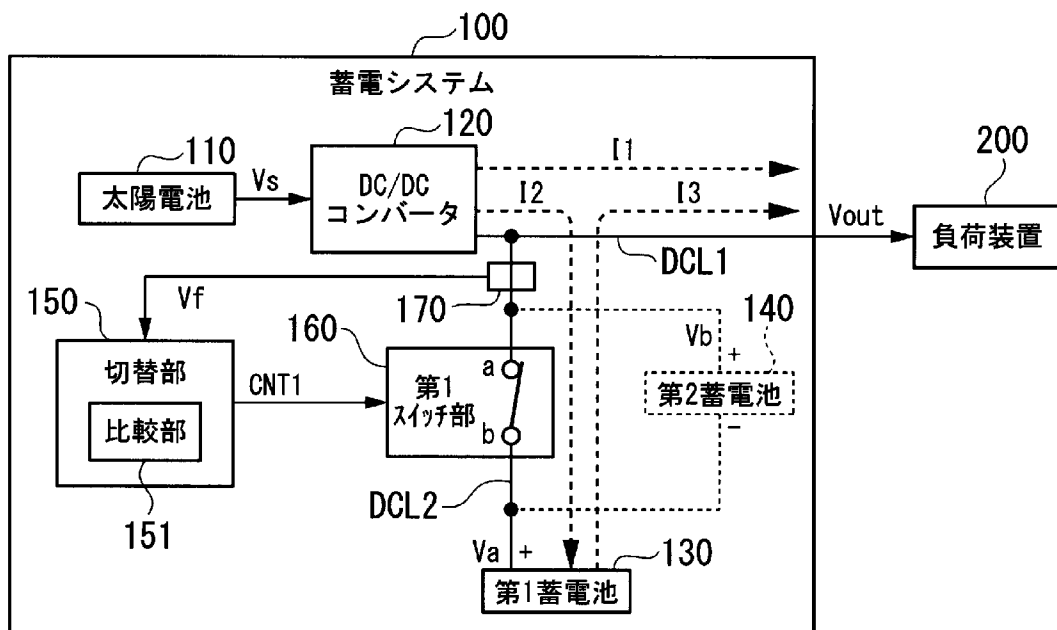
[図5A]



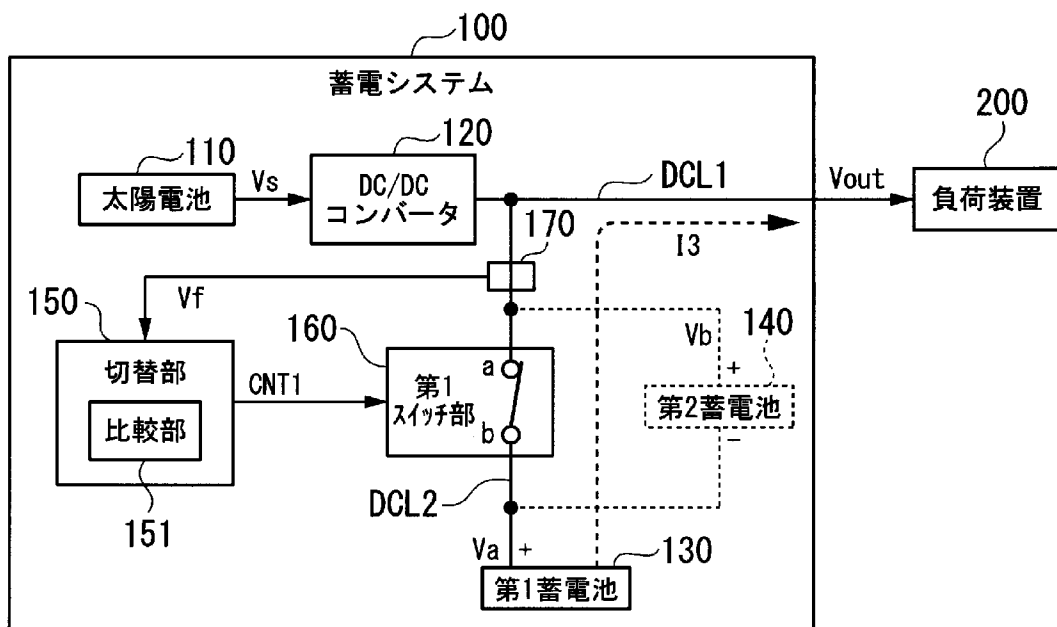
[図5B]



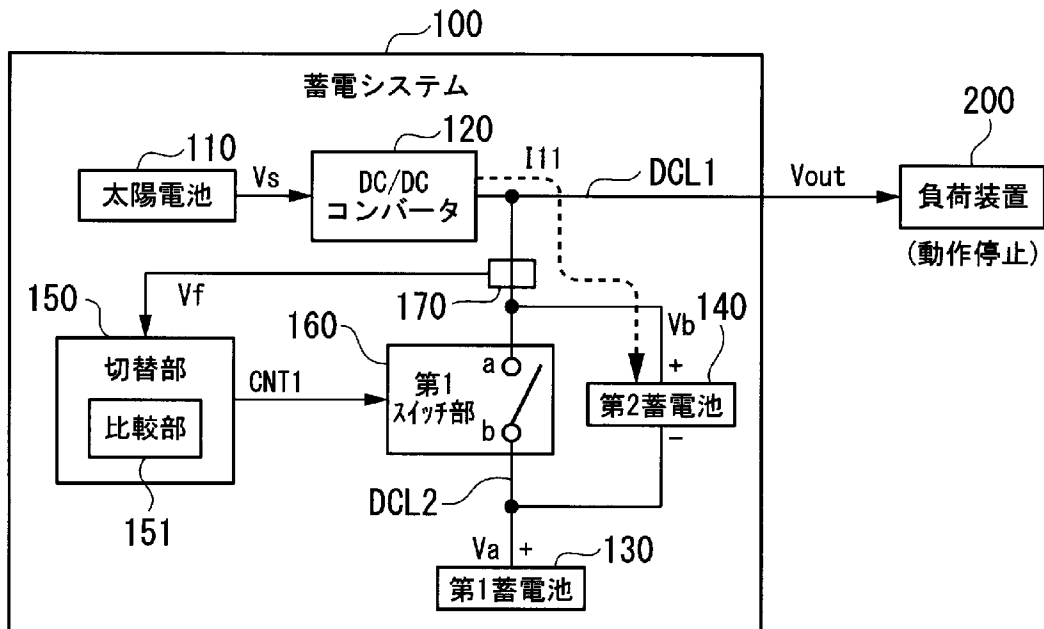
[図6A]



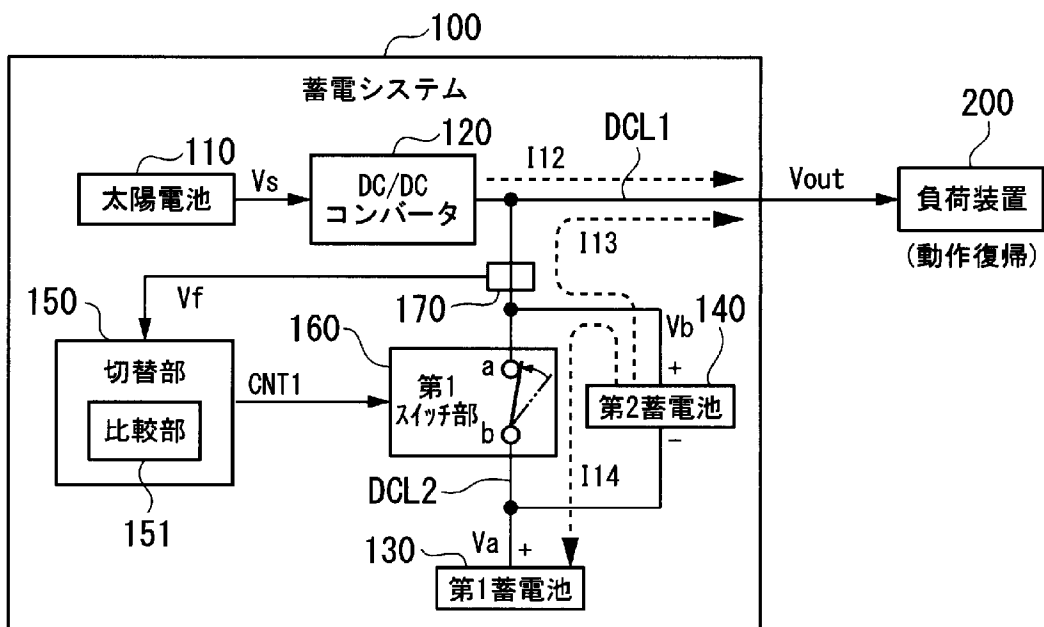
[図6B]



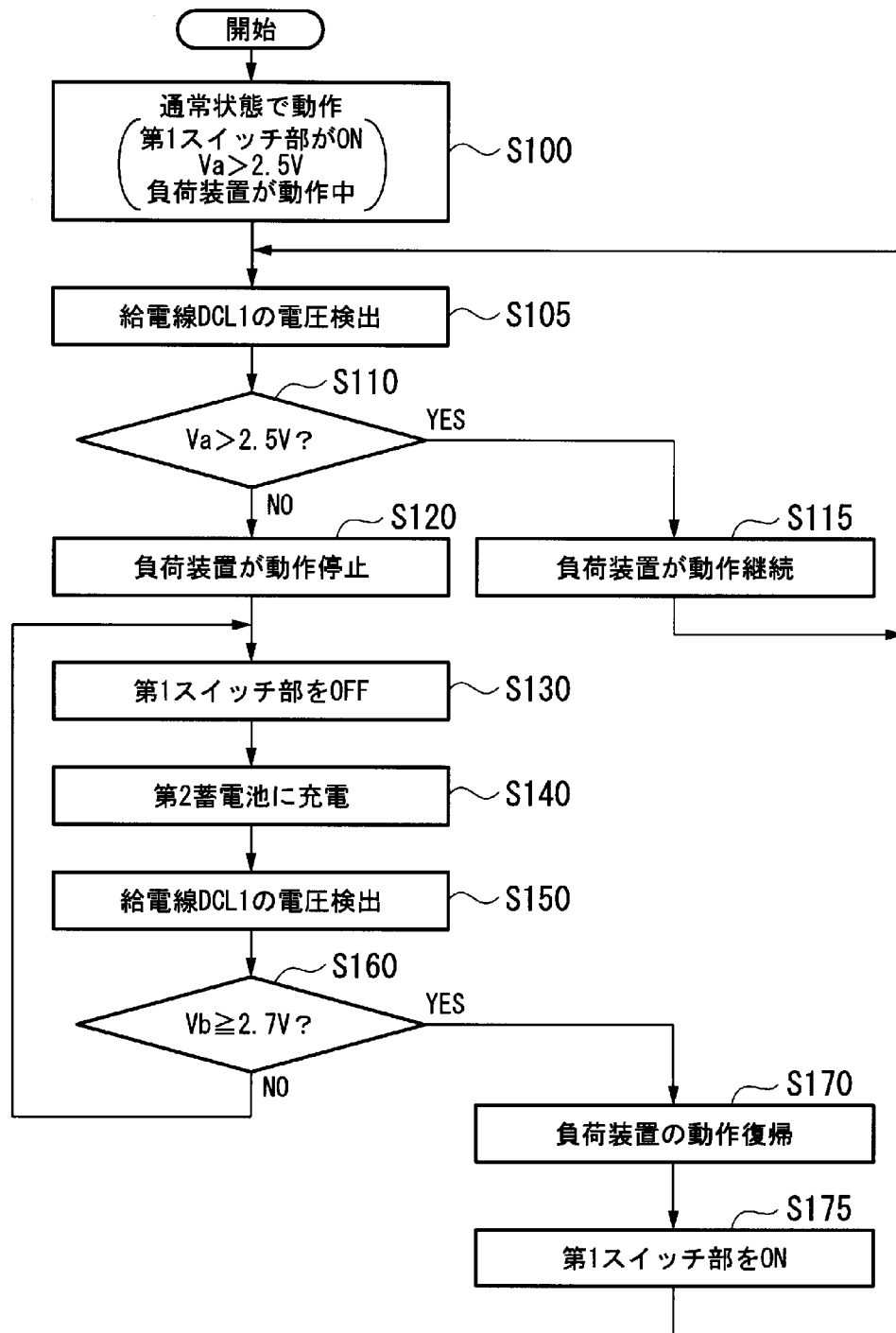
[図7A]



[図7B]

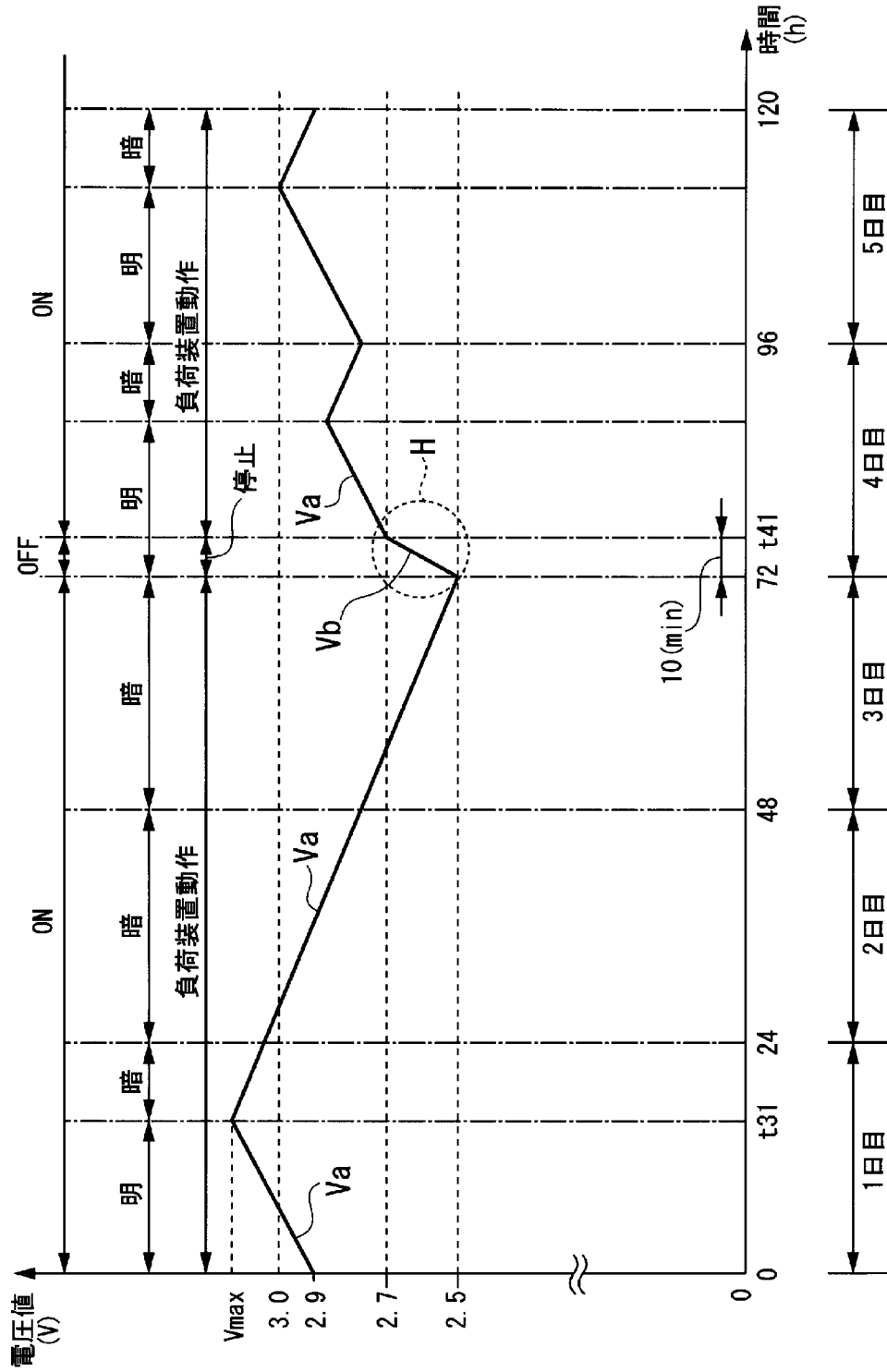


[図8]

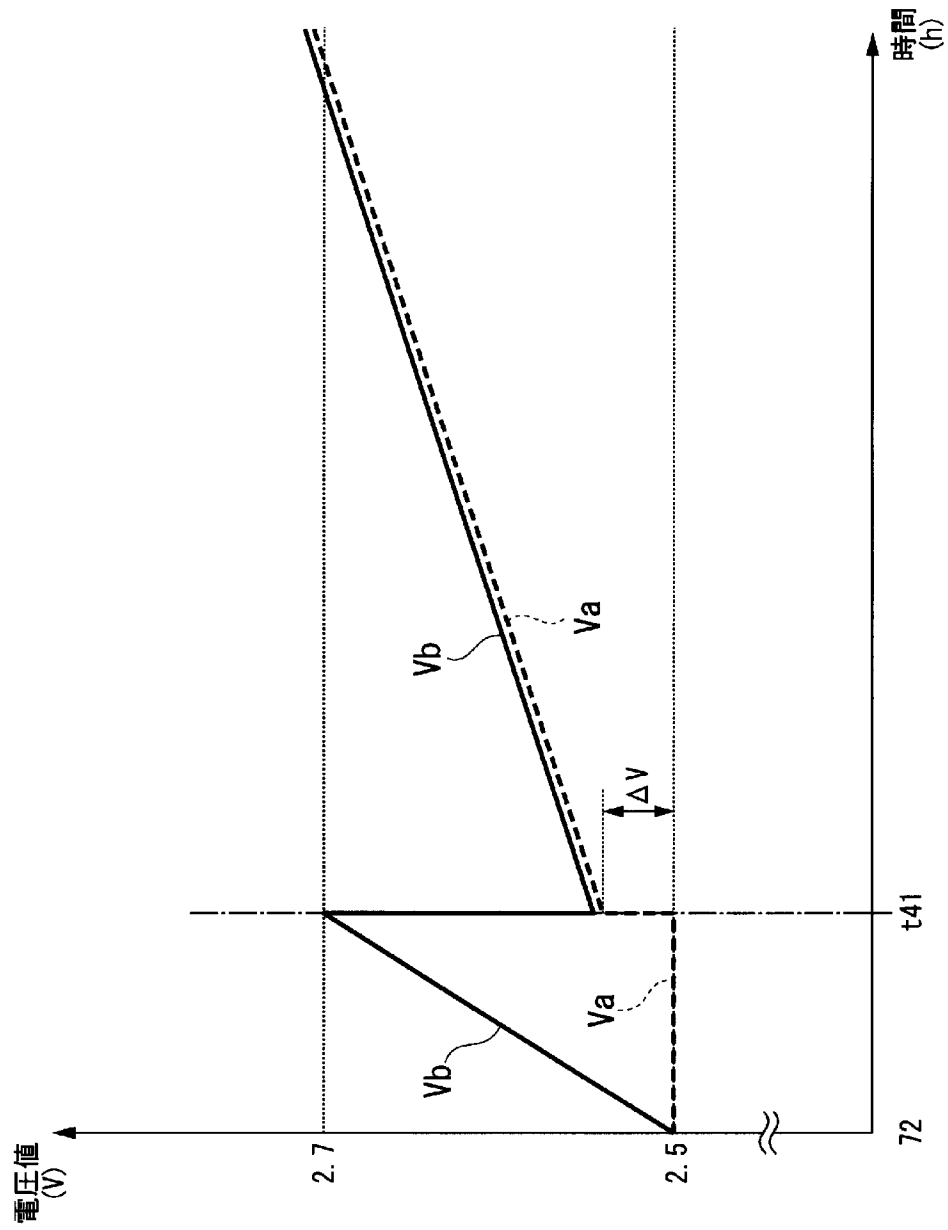


[図9]

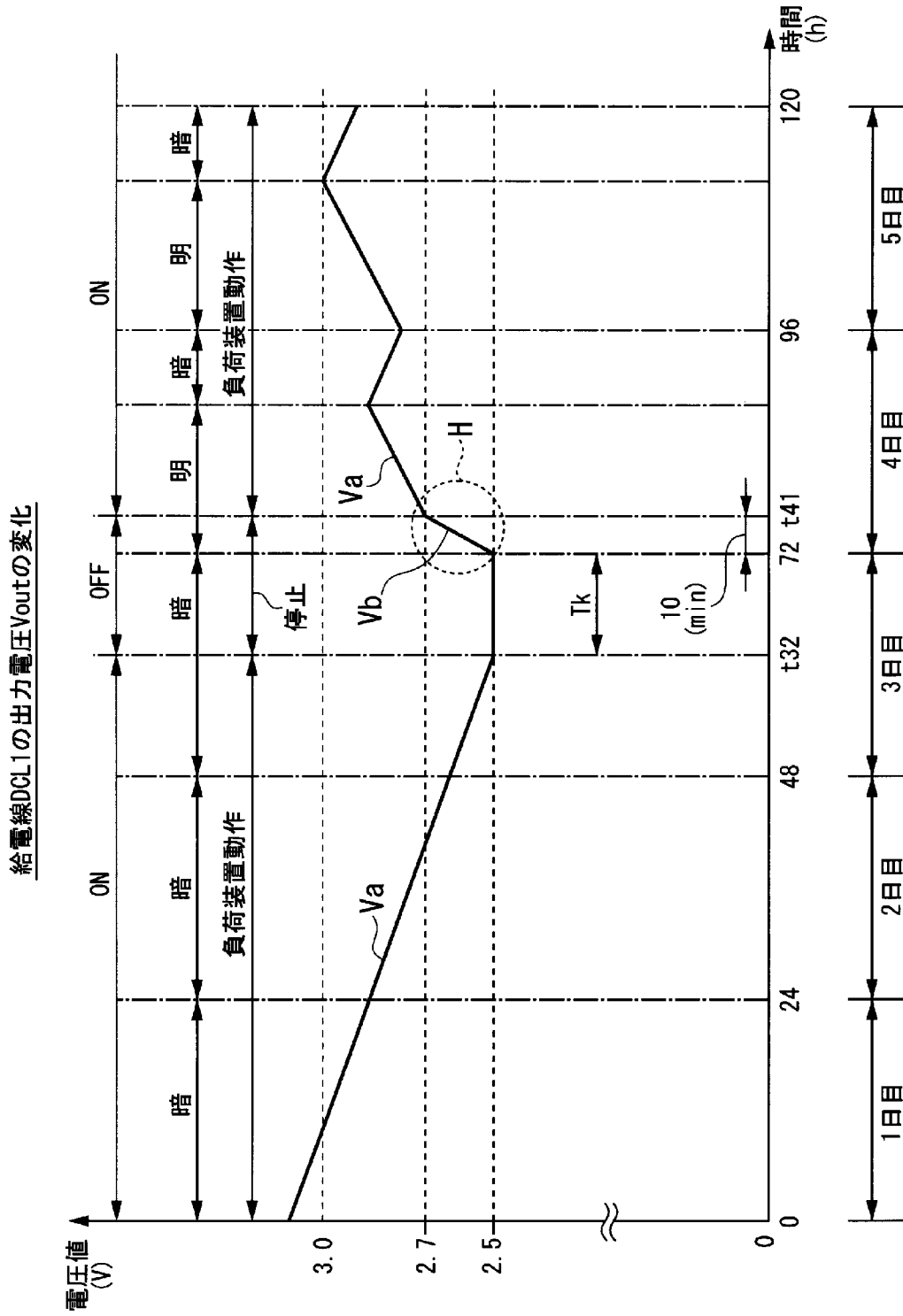
給電線DCL1の出力電圧Voutの変化



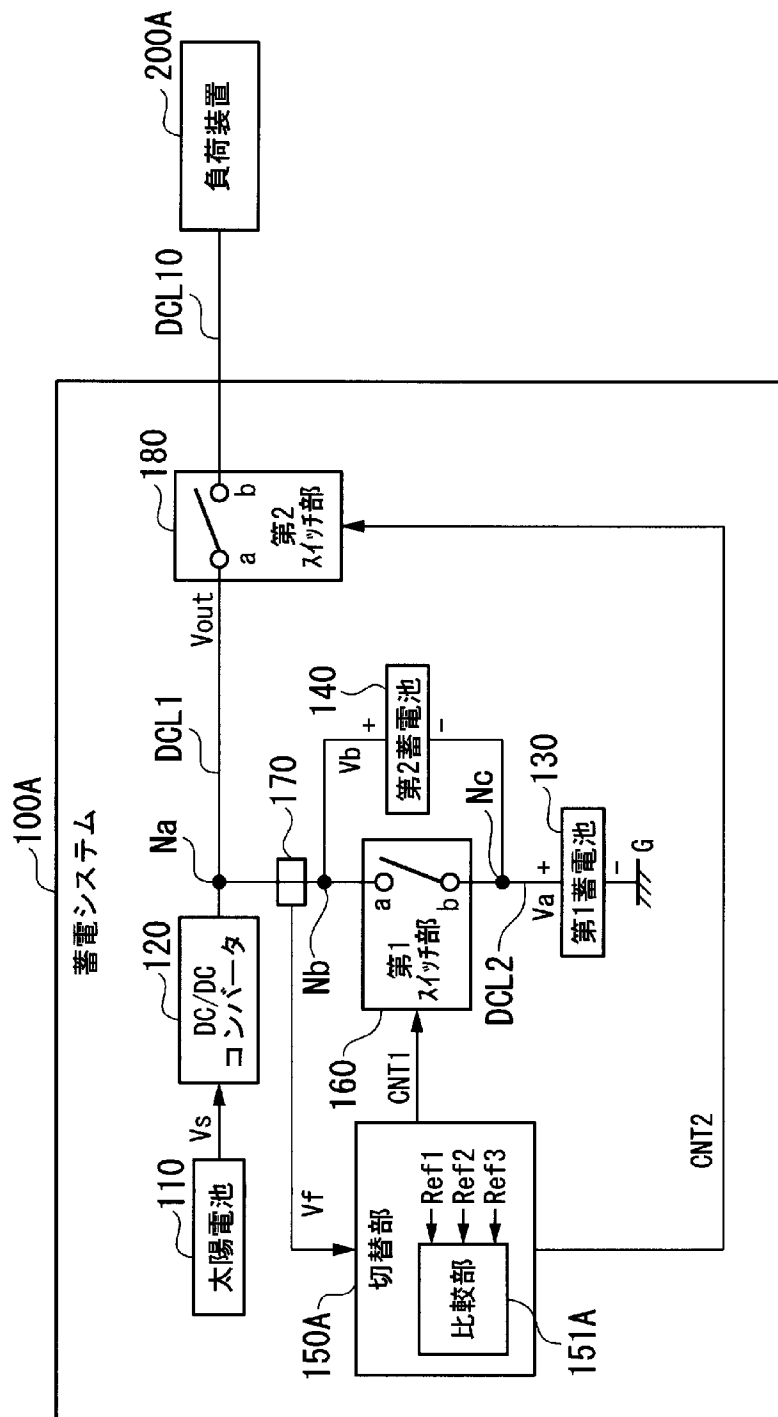
[図10]



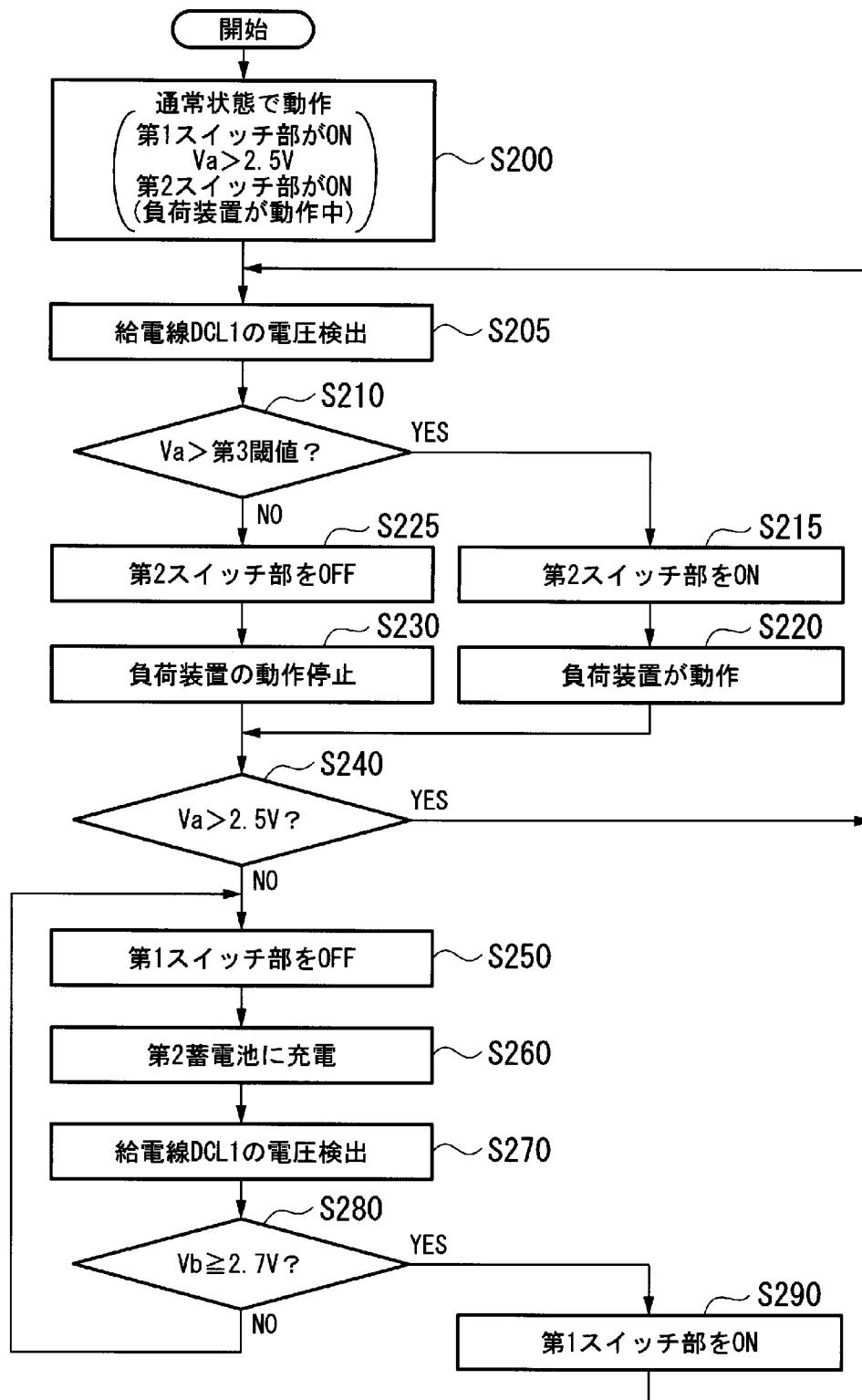
[図11]



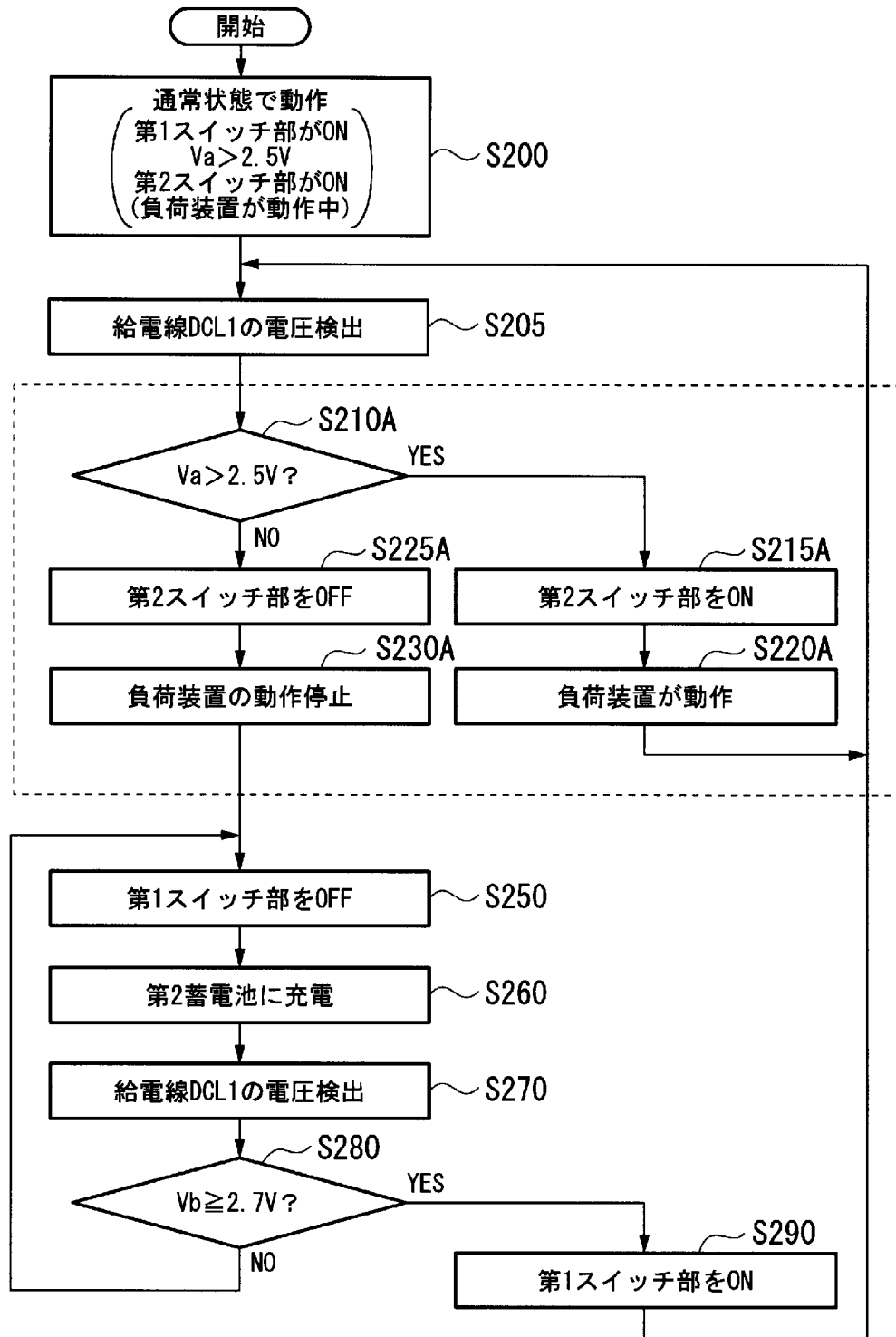
[図12]



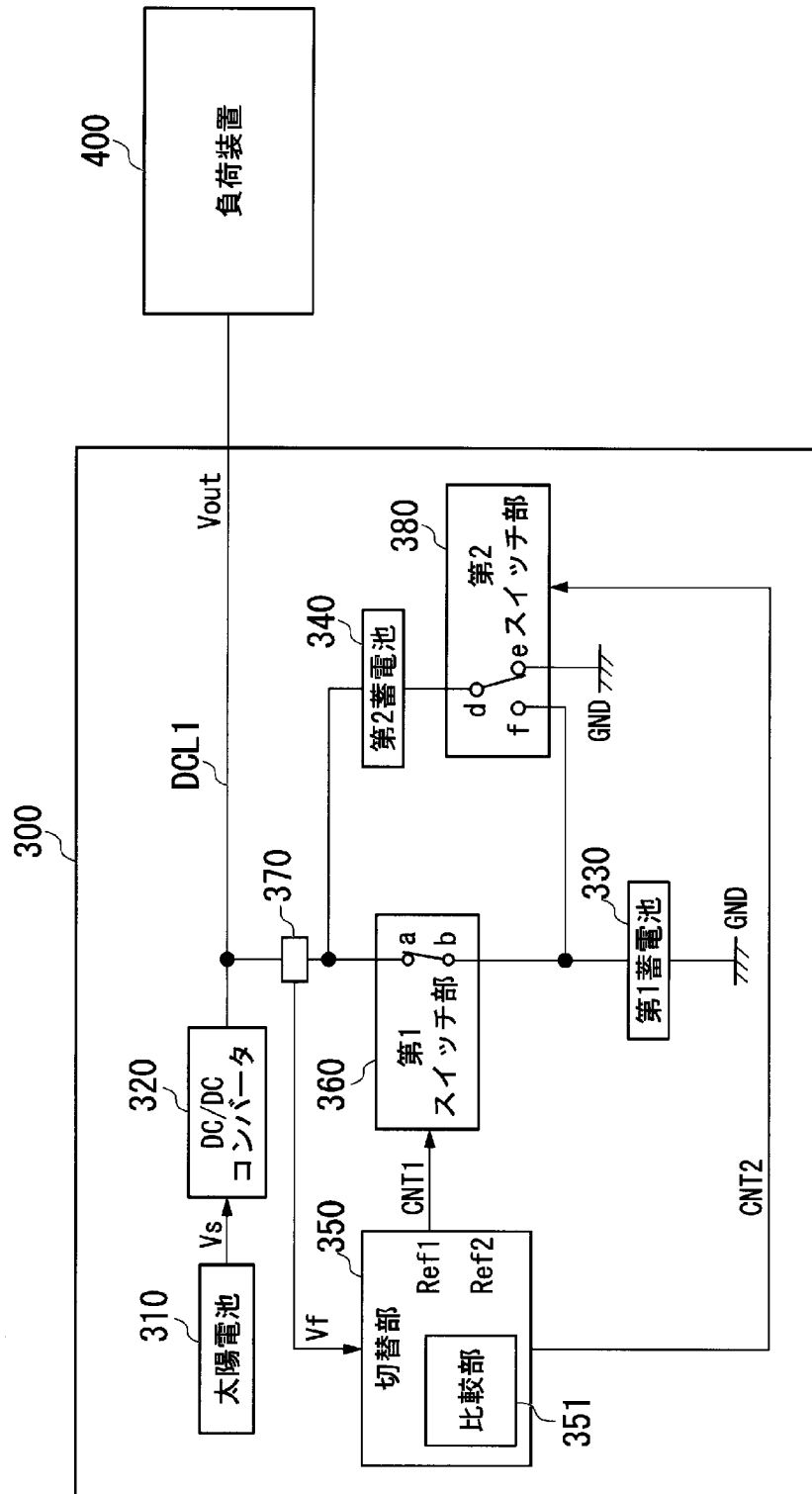
[図13]



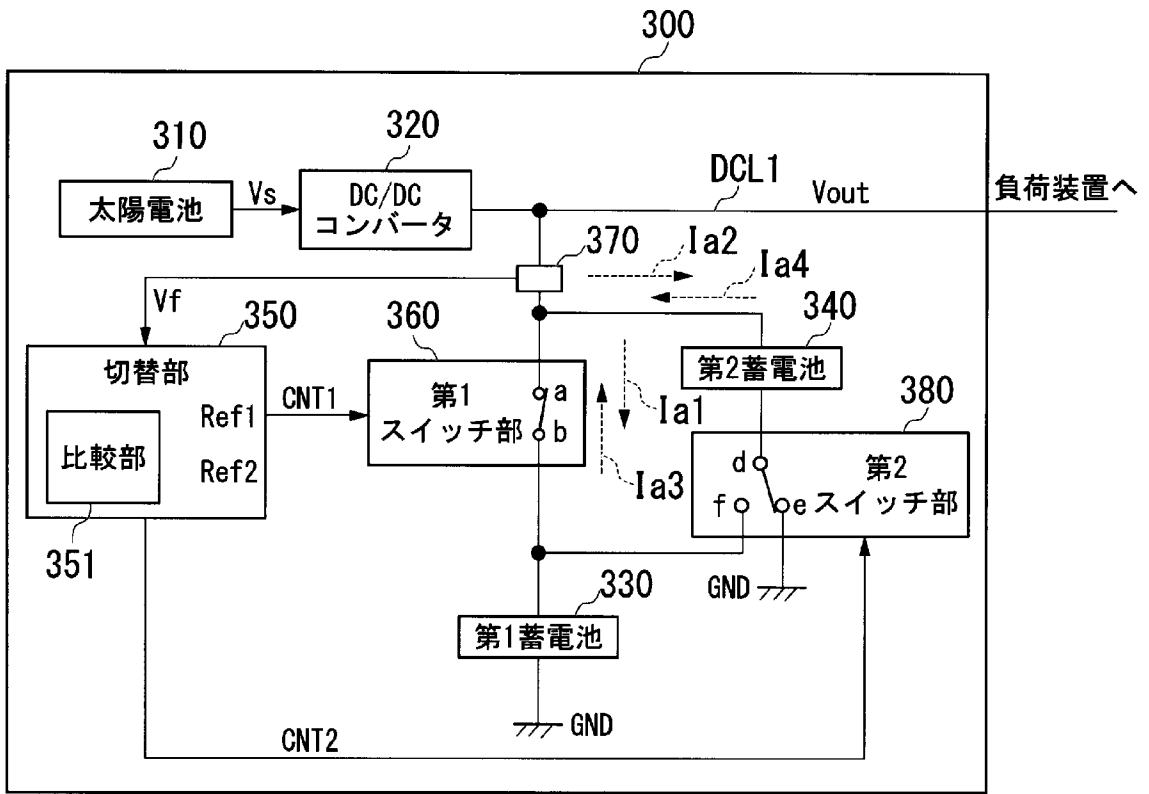
[図14]



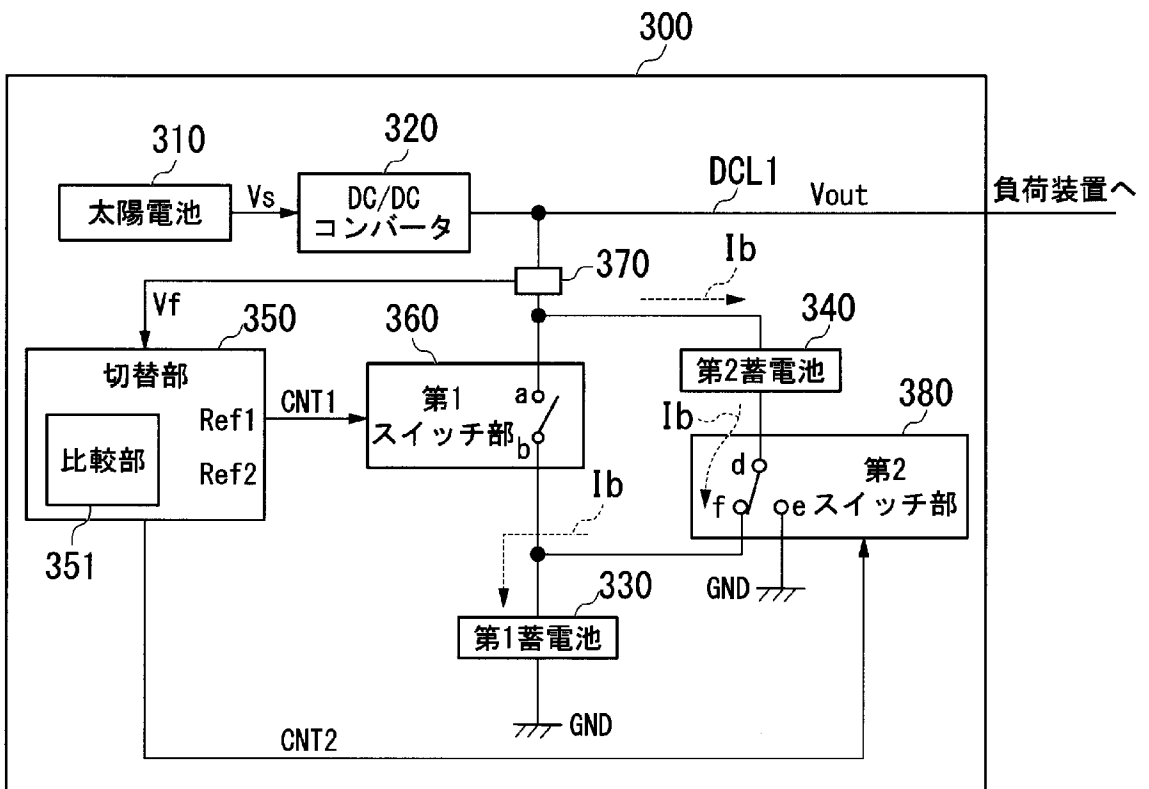
[図15]



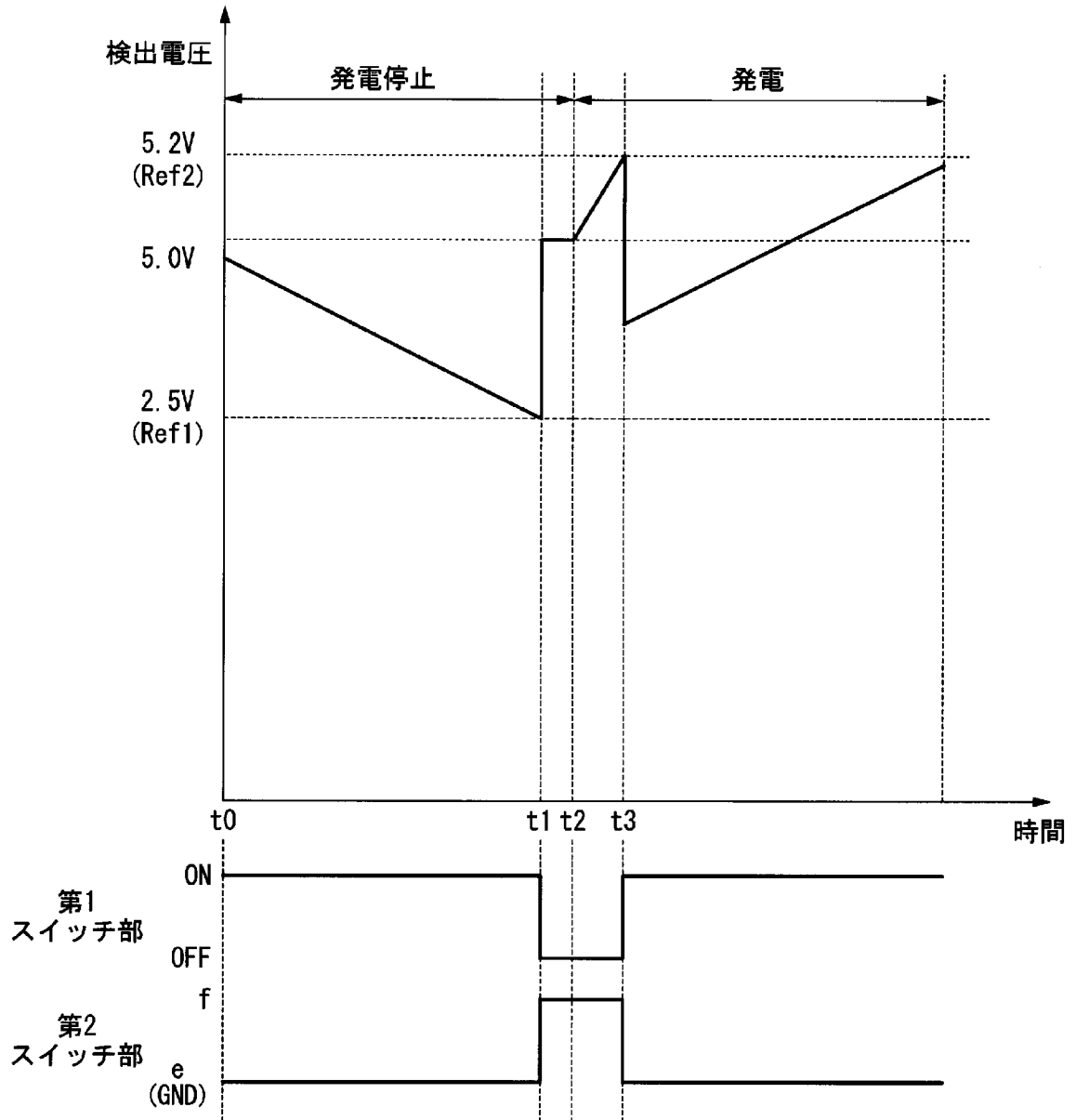
[図16A]



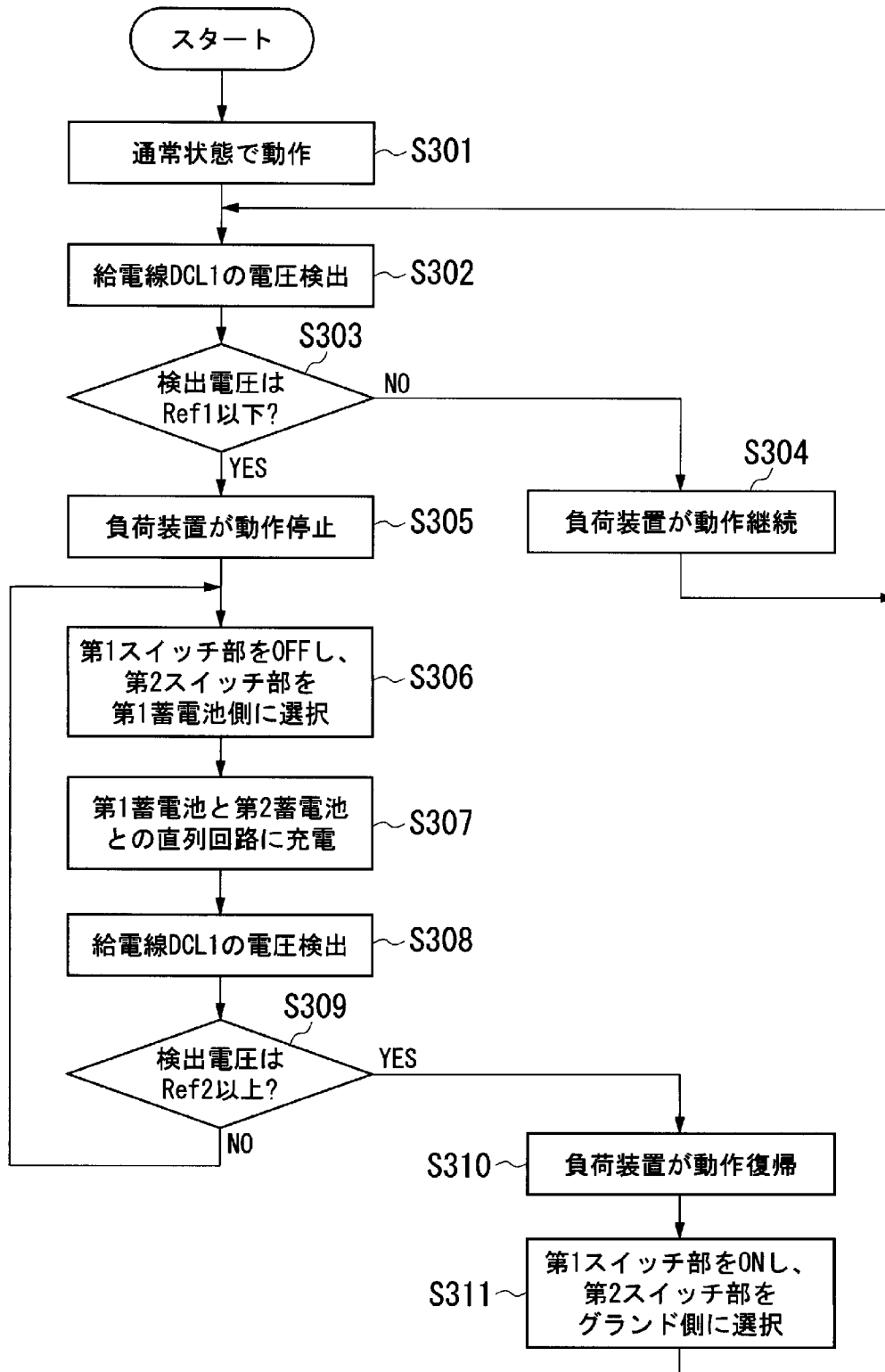
[図16B]



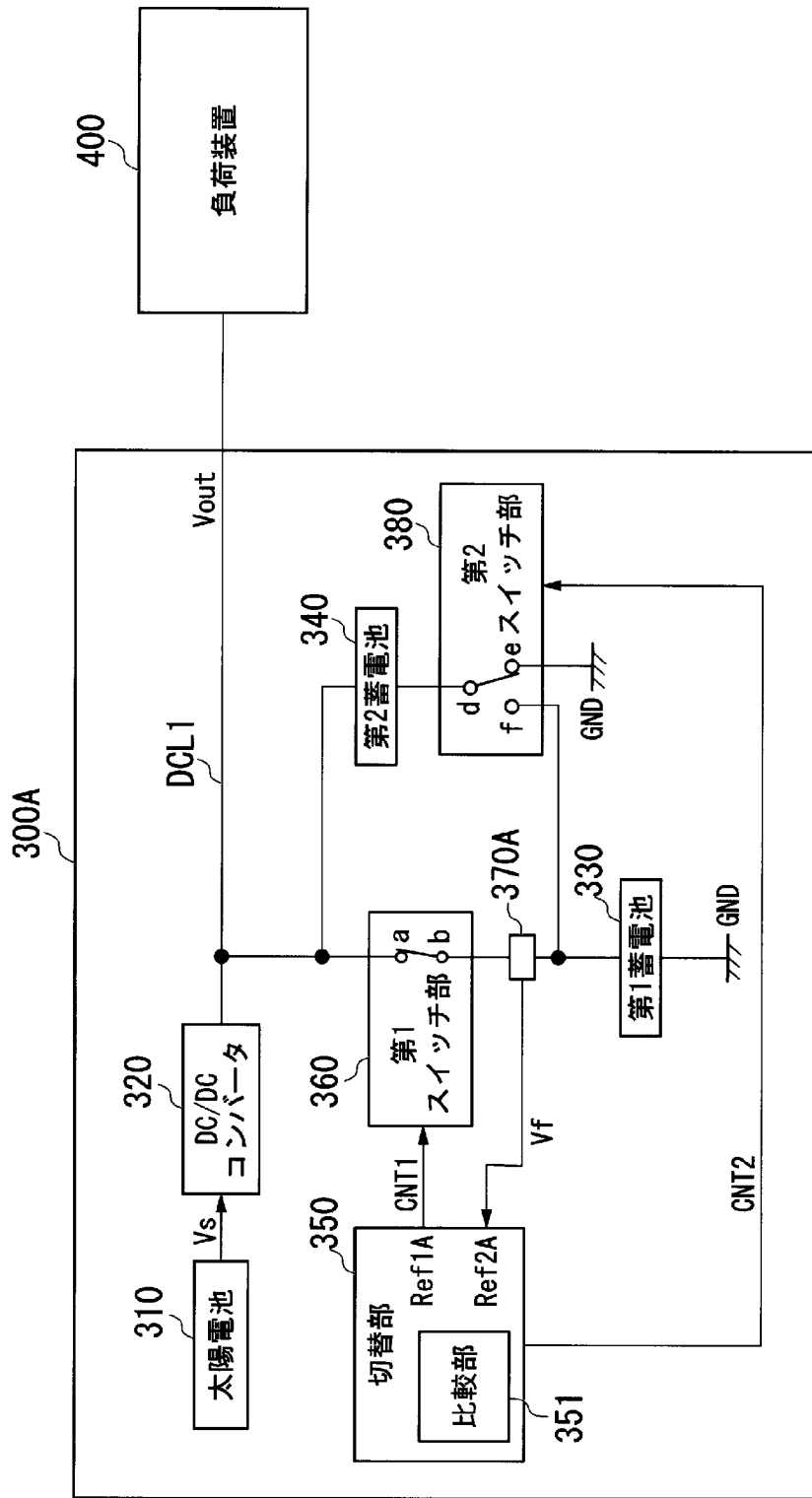
[図17]



[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/085181

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02J7/34(2006.01)i, H02J7/35(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)
H02J7/34, H02J7/35

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
A	JP 2006-158043 A (Kitakyushu Foundation for the Advancement of Industry, Science and Technology), 15 June 2006 (15.06.2006), paragraphs [0050] to [0107]; fig. 3, 10 (Family: none)	1-8
A	JP 2010-022108 A (Fuji Heavy Industries Ltd.), 28 January 2010 (28.01.2010), paragraphs [0020] to [0052]; fig. 2, 3 (Family: none)	1-8
A	JP 2004-104942 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 02 April 2004 (02.04.2004), paragraphs [0002] to [0006]; fig. 6 (Family: none)	1-17

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" 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 09 February 2016 (09.02.16)	Date of mailing of the international search report 16 February 2016 (16.02.16)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/085181

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-198297 A (Fujitsu Ltd.), 30 September 2013 (30.09.2013), paragraphs [0029] to [0093]; fig. 3 to 7 & US 2013/0241492 A1 paragraphs [0035] to [0099]; fig. 3 to 7	9-17
A	JP 2014-018011 A (NEC Toshiba Space Systems, Ltd.), 30 January 2014 (30.01.2014), paragraphs [0015] to [0034]; fig. 1 to 3 (Family: none)	9-17

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02J7/34(2006.01)i, H02J7/35(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. H02J7/34, H02J7/35

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
A	JP 2006-158043 A（財団法人北九州産業学術推進機構）2006.06.15, 段落 [0050] - [0107], 図3, 10（ファミリーなし）	1-8
A	JP 2010-022108 A（富士重工業株式会社）2010.01.28, 段落 [0020] - [0052], 図2, 3（ファミリーなし）	1-8
A	JP 2004-104942 A（株式会社村田製作所）2004.04.02, 段落 [0002] - [0006], 図6（ファミリーなし）	1-17

☑ 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

- 「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
- 「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
- 「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）
- 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「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
- 「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
- 「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
- 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09.02.2016

国際調査報告の発送日

16.02.2016

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）

宮本 秀一

電話番号 03-3581-1101 内線 3568

5 T

3357

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
A	JP 2013-198297 A (富士通株式会社) 2013.09.30, 段落 [0029] - [0093], 図3-7 & US 2013/0241492 A1, 段落 [0035] - [0099], 図3-7	9-17
A	JP 2014-018011 A (NEC東芝スペースシステム株式会社) 2014.01.30, 段落 [0015] - [0034], 図1-3 (ファミリーなし)	9-17